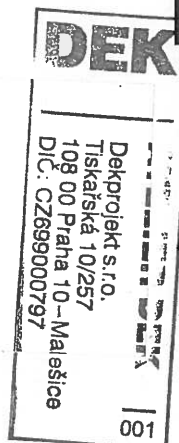


ATELIER

DEK

DEKPROJEKT s.r.o.
Zakázka číslo: 2018-004457-KrP



Akustická studie

Prostorová akustika

Přístavba ZŠ Beroun - Závodí

Komenského 249

266 01 Beroun

Vypracoval:

Ing. Petr Kropáč

Kontroloval:

Ing. Roman Pavelka

Zpracováno v období:

duben 2018

Obsah

1. VŠEOBECNĚ.....	3
1.1. Předmět.....	3
1.2. Úkol.....	3
1.3. Objednatel.....	3
1.4. Zpracovatel.....	3
1.5. Vypracoval.....	3
1.6. Kontroloval.....	3
1.7. Zpracováno v období.....	3
2. PODKLADY.....	4
3. SITUACE.....	5
4. POŽADAVKY.....	6
5. NÁVRH AKUSTICKÝCH ÚPRAV.....	9
5.1. Výpočtový model.....	9
5.2. Návrh úprav.....	10
5.3. Výpočet.....	15
5.4. Posouzení.....	18
6. ZÁVĚR.....	19

1. VŠEOBECNĚ

1.1. Předmět

Přístavba ZŠ Beroun - Závodí
Komenského 249
266 01 Beroun

1.2. Úkol

Akustická studie

1.3. Objednatel

STATIKA - DYNAMIKA s.r.o.

Orlí 7
Brno
602 00
IČ: 27714870

kontaktní osoba:
Ing. Miroslav Poláček
Tel.: +420 608 267 712
E-mail:
pokorna@statika-dynamika.cz

1.4. Zpracovatel

DEKPROJEKT s.r.o.

Tiskařská 10/257
budova TTC TECHKOM
CENTRUM

108 00, Praha 10
tel.: +420 234 054 284-5
fax.: +420 234 054 291

IČO: 27 64 24 11
DIČ: CZ 27 64 24 11

bankovní spojení:
35-7899980247/0100
KB Praha 9

Zapsáno v obchodním rejstříku, vedeném Městským
soudem v Praze oddíl C., vložka 120996

1.5. Vypracoval

Ing. Petr Kropáč

1.6. Kontroloval

Ing. Roman Pavelka

1.7. Zpracováno v období

duben 2018

2. PODKLADY

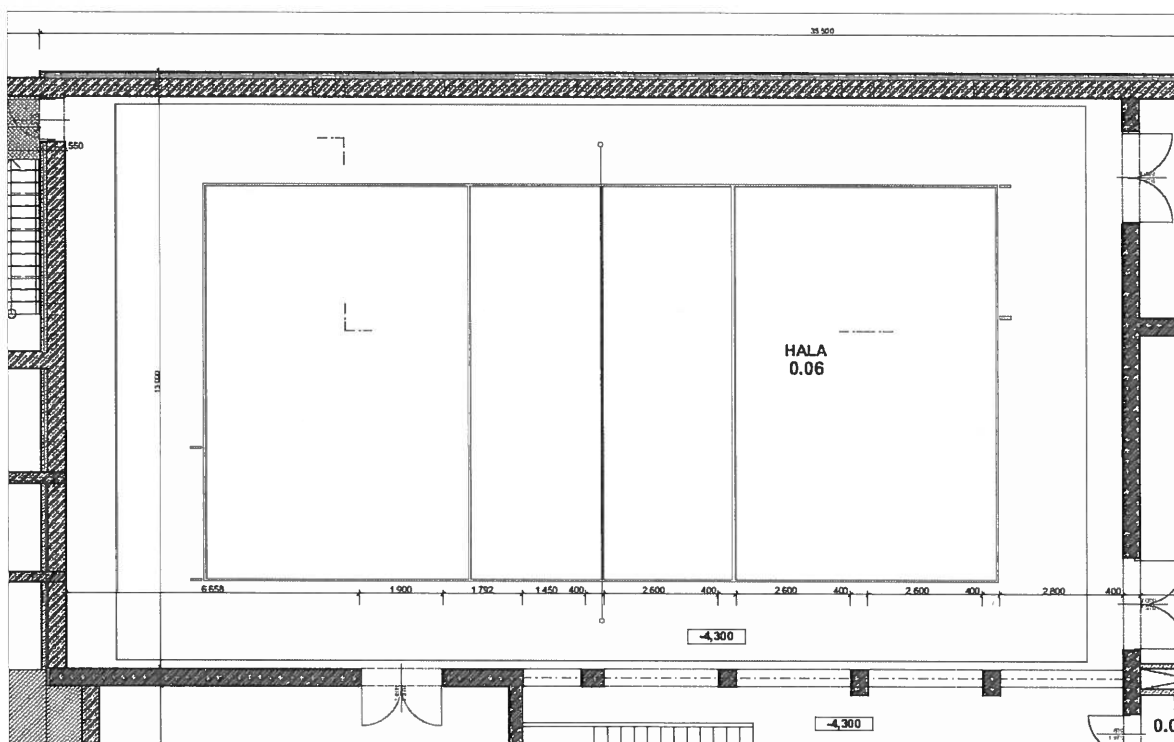
- [1] Objednávka ze dne 7.3.2018
- [2] Projektová dokumentace „Přístavba základní škola Beroun – Závodí, Komenského 249“ Ing. František Hajda, 01/2018
- [3] Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí – Doc. Ing. Jiří Čechura, Csc.
- [4] ČSN 73 0525 (73 0525) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady.
- [5] ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – prostory pro kulturní účely – prostory ve školách – prostory pro veřejné účely.
- [6] Stavební fyzika I – Urbanistická, stavební a prostorová akustika – Prof. Ing. Jiří Vaverka DrSc., VUTIUM 1998.
- [7] ČSN EN 12354-6 (73 0512) Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech
- [8] ČSN EN ISO 11654 (73 0528) Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti
- [9] www.ecophon.cz
- [10] <http://www.amf-cz.cz/cze/heradesigncz.html>

Pozn.: U předpisů a norem platí poslední znění včetně novelizací a změn vydaných k datu zpracování studie

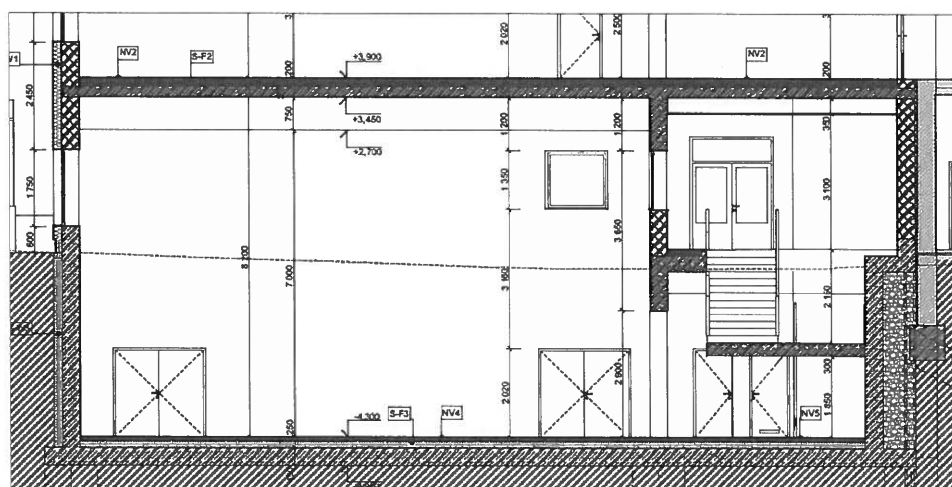
3. SITUACE

Jedná se o přístavbu a rekonstrukci základní školy v Berouně. Součástí plánované novostavby a rekonstrukce jsou prostory určené pro vzdělávání. Objednatel je požadováno posouzení vybraných vnitřních prostorů z hlediska prostorové akustiky, včetně návrhu akustických úprav vedoucích ke splnění požadavků dle ČSN 73 0527. Objednatel je požadováno posouzení kmenových učeben I-1.06, I-1.07, 2.09, II-4.03, jazykové učebny II-4.04, učebny dílen II-1.10 a jídelny.

Součástí novostavby základní školy je také přístavba tělocvičny. Objednatel je požadováno posouzení tělocvičny z hlediska prostorové akustiky, včetně návrhu akustických úprav vedoucích ke splnění požadavků dle ČSN 73 0527.



Obr. /1/ Půdorys tělocvičny



Obr. /2/ Řez tělocvičnou

Součástí návrhu a posouzení zvukopohltivých úprav není posouzení z hlediska tepelněvlhkostního režimu skladeb a z hlediska požární bezpečnosti staveb.

4. POŽADAVKY

a) Učebny

Optimální doba dozvuku T_0 prostoru daného účelu se stanoví pro objem prostoru. Číselně vyjádřené hodnoty optimální doby dozvuku v sekundách se týkají prostoru v **obsazeném** stavu a vztahují se ke kmitočtu 1000 Hz.

- Hodnota optimální doby dozvuku pro učebnu s vnitřním objemem do 250 m³ je $T_0 = 0,7$ s.
- Příznivých akustických poměrů v učebně dílen a jídelně bude dosaženo za pomoci širokopásmového podhledu.
- Hodnota optimální doby dozvuku pro jazykovou učebnu je $T_0 = 0,45$ s.
- Hodnota optimální doby dozvuku pro učebnu s vnitřním objemem nad 250 m³ se určí z následujícího vztahu:

$$T_0 = 0,3424 \cdot \log(V) - 0,185 \text{ [s]}$$

kde V [m³] je objem posuzovaného prostoru.

Hodnoty optimální doby dozvuku pro posuzované prostory jsou uvedeny v následující tabulce.

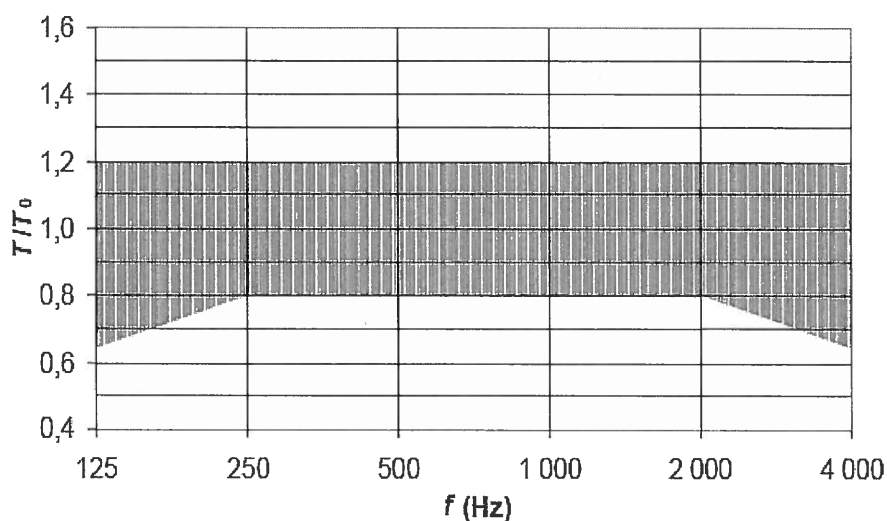
Místnost	Objem [m ³]	Optimální doba dozvuku [s]
Kmenová učebna I-1.06	229,0	0,7
Kmenová učebna I-1.07	248,6	
Učebna dílen II-1.10	-	Širokopásmový podhled stropu
Kmenová učebna 2.09	321,6	0,67
Jídelna 2.10	-	Širokopásmový podhled stropu
Kmenová učebna II-4.03	249,8	0,7
Jazyková učebna II-4.04	184,9	0,45

Tab. /1/ Optimální doba dozvuku učeben

Doba dozvuku pro učebny se vypočítá podle ČSN EN 12354-6 pro oktavová pásma se středními kmitočty od 125 Hz do 4 000 Hz. Kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T se ve vztahu k optimální době dozvuku T_0 prověřuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí. **Hodnoty přípustného rozmezí pro jednotlivá oktavová pásma jsou uvedeny v následující tabulce.**

Účel prostoru	Meze	Střední kmitočet f (Hz) oktavového pásma											
		125		250		500		1000		2000		4000	
		T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T
Učebna: I-1.06 I-1.07 II-4.03	horní	1,2	0,84	1,2	0,84	1,2	0,84	1,2	0,84	1,2	0,84	1,2	0,84
	dolní	0,65	0,46	0,8	0,56	0,8	0,56	0,8	0,56	0,8	0,56	0,65	0,46
Učebna: 2.09	horní	1,2	0,80	1,2	0,80	1,2	0,80	1,2	0,80	1,2	0,80	1,2	0,80
	dolní	0,65	0,44	0,8	0,54	0,8	0,54	0,8	0,54	0,8	0,54	0,65	0,54
Učebna: II-4.04	horní	1,2	0,54	1,2	0,54	1,2	0,54	1,2	0,54	1,2	0,54	1,2	0,54
	dolní	0,65	0,29	0,8	0,36	0,8	0,36	0,8	0,36	0,8	0,36	0,65	0,29

Tab. /2/ Přípustné rozmezí T/T_0 - učebny



Obr. /3/ Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktaového pásma (učebna I-1.06, I-1.07, 2.09, 4.03, 4.04)

b) Tělocvična

Optimální doba dozvuku T_0 prostoru daného účelu se stanoví pro objem prostoru. Číselně vyjádřené hodnoty optimální doby dozvuku v sekundách se týkají prostoru v **neobsazeném** stavu a vztahují se ke kmitočtu 1000 Hz.

Pro tělocvičnu o objemu prostoru 500 – 3000 m³ je optimální doba dozvuku stanovena dle vztahu:

$$T_0 = 0,3961 \log V + 0,023$$

kde V [m³] je objem posuzovaného prostoru.

Hodnota optimální doby dozvuku pro posuzované prostory je uvedena v následující tabulce.

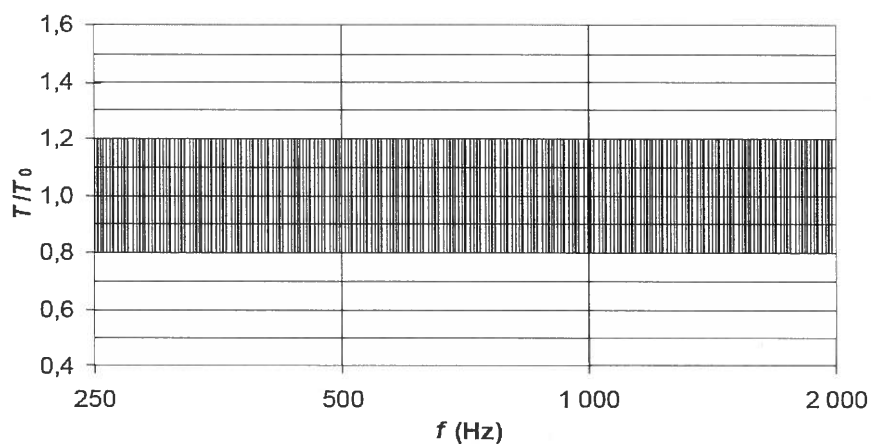
Místnost	Objem [m ³]	Optimální doba dozvuku T_0 [s]
Hala 0.06	2631,33	1,38

Tab. /3/ Optimální doba dozvuku tělocvičen

Doba dozvuku se vypočítá podle ČSN EN 12354-6 pro oktaová pásma se středními kmitočty od 250 Hz do 2000 Hz. Kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T se ve vztahu k optimální době dozvuku T_0 prověřuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí. **Hodnoty přípustného rozmezí pro jednotlivá oktaová pásma jsou uvedeny v následující tabulce.**

Účel prostoru	Meze	Střední kmitočet f (Hz) oktaového pásma											
		125		250		500		1000		2000		4000	
		T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T
Hala 0.06	horní	-	-	1,20	1,66	1,20	1,66	1,20	1,66	1,20	1,66	-	-
	dolní	-	-	0,80	1,10	0,80	1,10	0,80	1,10	0,80	1,10	-	-

Tab. /4/ Přípustné rozmezí T/T_0 – tělocvičny



Obr./4/ Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 tělocvičny, sportovní nebo plavecké haly v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

5. NÁVRH AKUSTICKÝCH ÚPRAV

5.1. Výpočtový model

V následujících tabulkách jsou uvedeny uvažované konstrukce v učebnách a tělocvičně.

Popis konstrukce	Pohledový materiál	Učebny				
		I-1.06 [m²]	I-1.07 [m²]	2.09 [m²]	II-4.03 [m²]	II-4.04 [m²]
Podlaha	PVC	50,7	57,3	82,8	86,0	62,0
Podlaha	Koberec	13,8	13,8	14,7	-	-
Stěny	Omítka, ker. obklad/aku. obklad	96,6	94,9	132,2	99,4	55,6
Šikminy/předstěny	SDK/aku. obklad	-	-	-	84,7	69,6
Strop	Kazetový aku. podhled	64,5	71,1	90,1	-	-
Okenní výplně	Zasklení	15,1	25,2	23,1	13,5	9,7
Vstupní dveře	Dřevo	3,7	2,0	2,0	2,0	2,0

Tab. /5/ Pohledové konstrukce učeben

Popis konstrukce	Pohledový materiál	Hala 0.06 [m²]
Podlaha	Tvrdá podlahovina	376,8
Stěny do v. 2 m	Dřevěný obklad	135,1
Stěny od v. 2 m	Omítka/aku. obklad	423,1
Strop	Omítka/aku. obklad	275,5
Strop	Betonové nosníky	172,9
Strop	Omítka	82,9
Okenní výplně, dveře	Zasklení	54,3
Dveře	Dřevo	3,6
Dveře	Kov	14,5

Tab. /6/ Pohledové konstrukce tělocvičny

Kmitočty f [Hz]	Relativní vlhkost vn. vzduchu	125	250	500	1000	2000	4000
Učebny Činitel útlumu ve vzduchu [np/m]	30 – 50 %	0,0001	0,0003	0,0006	0,0010	0,0019	0,0058
Tělocvičny Činitel útlumu ve vzduchu [np/m]	50 – 70 %	0,0001	0,0003	0,0006	0,0010	0,0017	0,0041

Tab. /7/ Činitel útlumu ve vzduchu

V následující tabulce jsou uvedeni činitelé pohltivosti jednotlivých pohledových materiálů. Hodnoty činitelů pohltivosti pro jednotlivé materiály byly převzaty z [3,6,7]. Pro materiály, pro něž nebyli činitelé pohltivosti k dispozici, jsou tyto hodnoty stanoveny odborným odhadem, případně výpočtem.

Pohledový materiál	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
Tvrdá podlahovina	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Koberec	0,02	0,03	0,06	0,15	0,30	0,40
Dřevěné dveře	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Dřevěný obklad	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08	0,11
Zasklení	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
SDK	0,11	0,13	0,05	0,02	0,02	0,03
Keramický obklad, kov	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Omítka	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
Děti ve třídě s odrazivým vybavením, 1 osoba na plochu 1 m ² *	0,10	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40

Tab. /8/ Průběh činitele pohltivosti v oktávových pásmech

* výpočtový předpoklad je 80% zaplněnost učeben

5.2. Návrh úprav

Snížení doby dozvuku lze obecně dosáhnout zvětšením celkové pohltivosti prostoru, tj. opatřením prostoru pohltivými materiály. Výpočet doby dozvuku zohledňuje pouze velikost ploch materiálů a jejich teoretické vlastnosti. Do výpočtu nelze přesně zahrnout tvar prostoru ani řešení všech detailů. 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.

a) Učebny

Do posuzovaných učeben v běžných podlažích (I-1.06; I-1.07; 2.09) navrhujeme provedení stropního podhledu z akusticky pohltivých panelů **Ecophon Gedina A + Extra Bass** (tl. 50 mm) v kombinaci s méně pohltivými panely **Ecophon A/gamma**. Svěšení těchto podhledů bude **200 mm**.

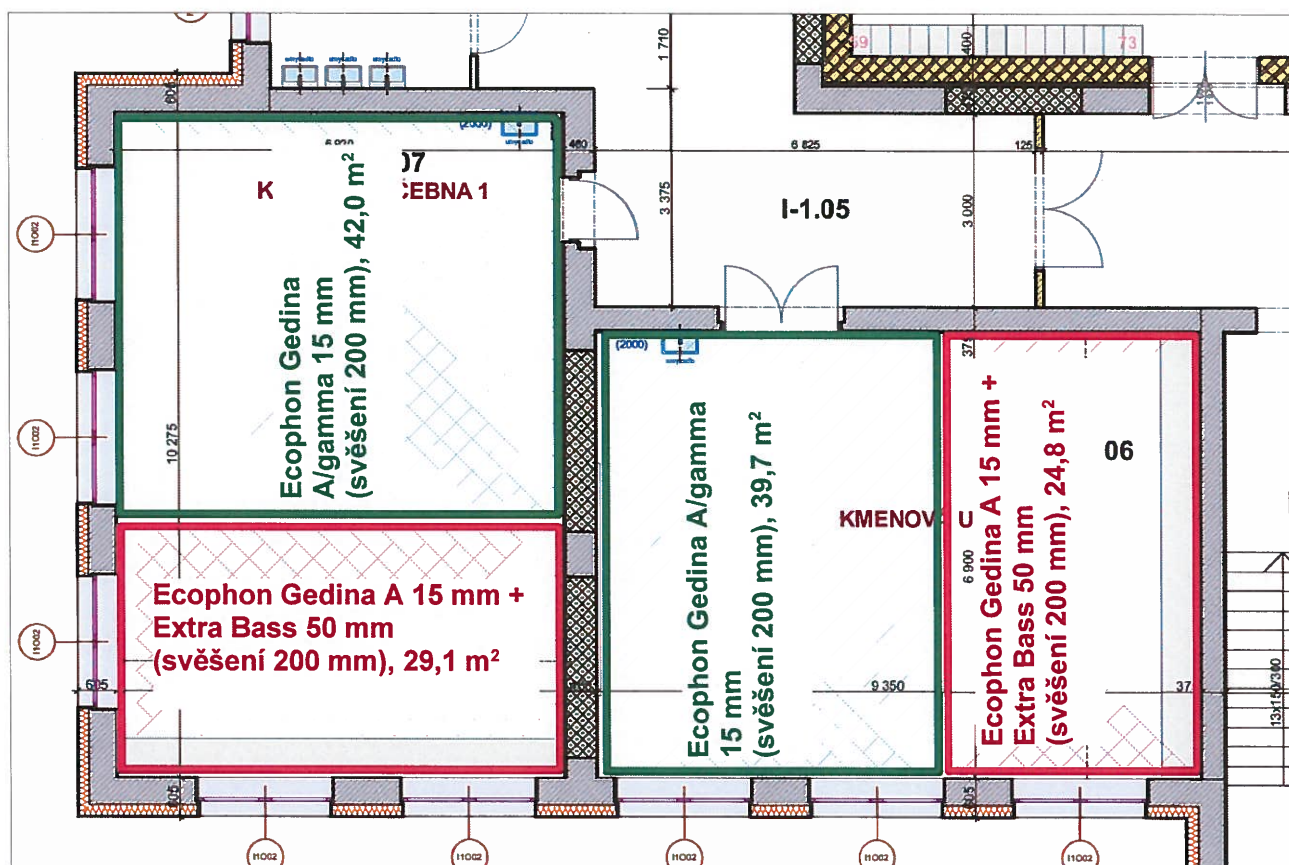
Do učeben, které se nachází v podkroví (II-4.03; II-4.04) je navržen stropní obklad šikmin (případně i SDK předstěn) z akusticky pohltivých panelů **Ecophon Master B** tl. 40 mm. Podhledové panely budou lepeny přímo na stropní konstrukci, celková výška svěšení bude 43 mm a bude tedy odpovídat tloušťce pohltivých panelů a lepidla.

Dále bude s těmito kontaktními panely v učebně proveden **obklad jedné stěny MDF** (nebo HDF, DTD apod.) deskami tl. 8 mm ve kterých bude provedeno děrování kruhovými otvory v rastru 10 x 10 cm. Díry budou provedeny v průměru 8 mm. MDF desky budou šroubovány na dřevěný rošt, který bude připevněn na stěnu. Mezi MDF deskou a stěnou bude roštem vymezena dutina 60 mm. Do dutiny bude vložen akustický pohlcovač z desek ISOVER AKUSTIK PLATTE tl. 50 mm. MDF desky mohou být nahrazeny deskami **CETRIS AKUSTIC FINISH** o stejných parametrech děrování a tloušťce desky jako je uvedeno výše.

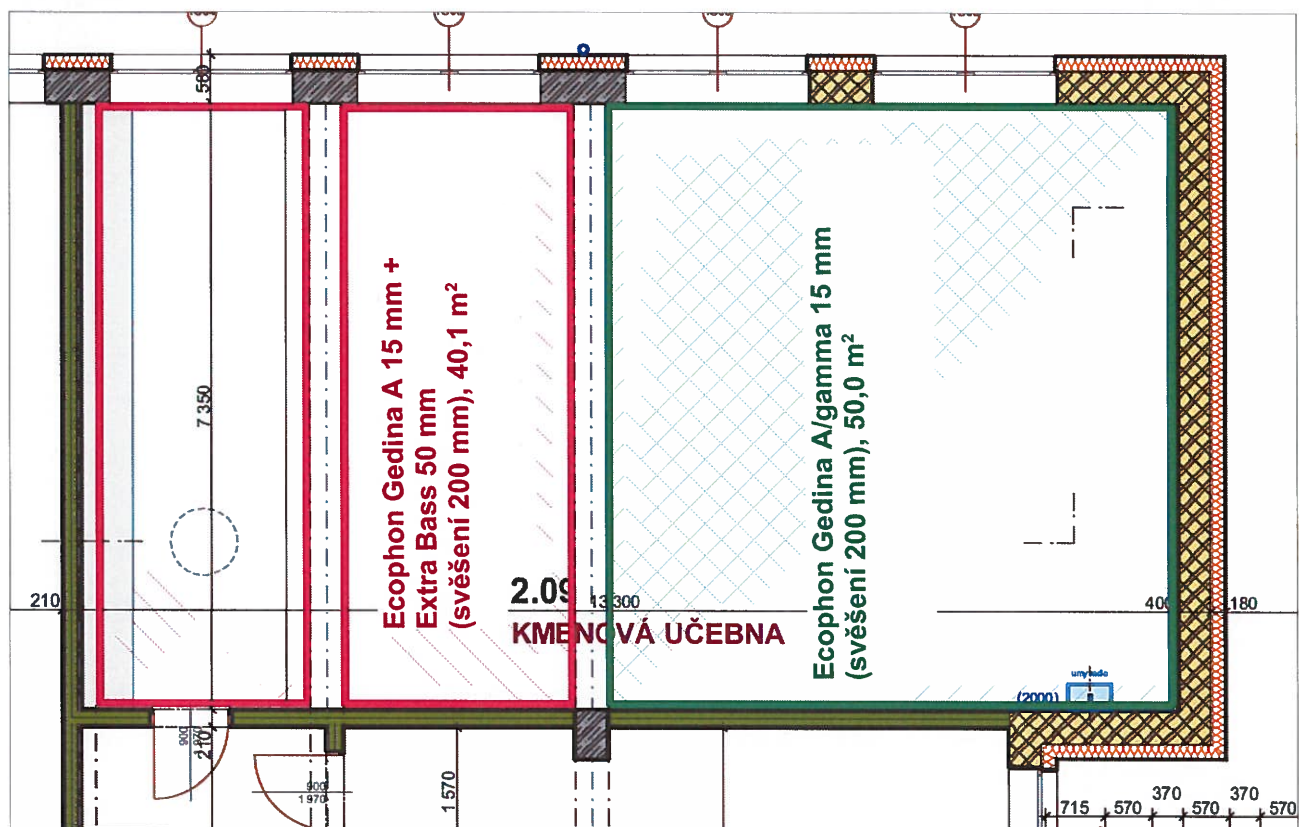
V jednotlivých učebnách bude podhled proveden v následujících plochách stropu:

- Učebna I-1.06 - 24,8 m² stropních panelů **Ecophon Gedina A + Extra Bass** (tl. 50 mm)
- 39,7 m² stropních panelů **Ecophon Gedina A/gamma**
- Učebna I-1.07 - 29,1 m² stropních panelů **Ecophon Gedina A + Extra Bass** (tl. 50 mm)
- 42,0 m² stropních panelů **Ecophon Gedina A/gamma**
- Učebna 2.09 - 40,1 m² stropních panelů **Ecophon Gedina A + Extra Bass** (tl. 50 mm)
- 50,0 m² stropních panelů **Ecophon Gedina A/gamma**
- Učebna II-4.03 - 39,6 m² stropních panelů **Ecophon Master B** tl. 40 mm (tj. 110 ks)
- 37,8 m² stěnový obklad z **MDF** desek
- Učebna II-4.04 - 50,76 m² stropních panelů **Ecophon Master B** tl. 40 mm (tj. 141 ks)
- 35,7 m² stěnový obklad z **MDF** desek

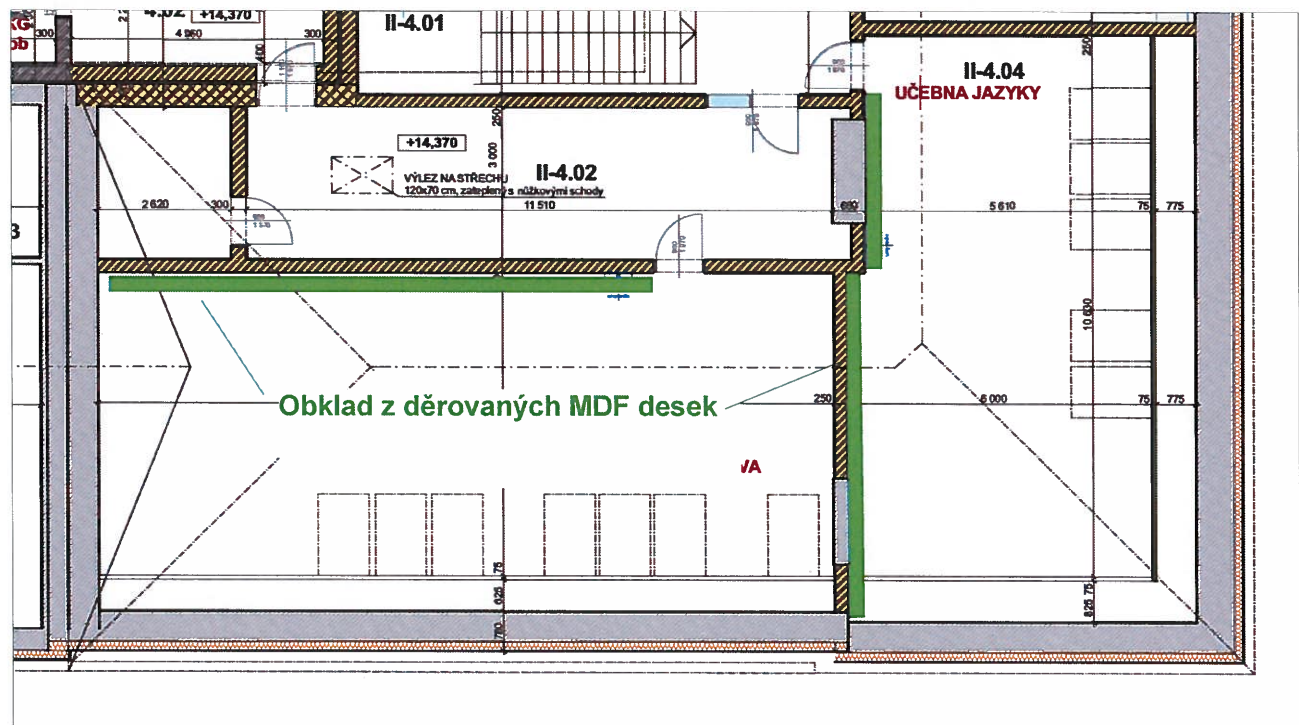
Podhled tvořený akustickými panely **Ecophon Gedina A + Extra Bass** bude instalován vždy v zadní části učebny. Přibližný rozsah jednotlivých podhledů je patrný z obrázků 5, 6, 7 kde jsou vyznačeny na půdorysech učeben.



Obr./5/ Půdorys učebny I-1.06; I-1.07 - rozmístění akustického podhledu



Obr./6/ Půdorys učebny 2.09 - rozmístění akustického pohledu



* rozmístění fixního obkladu šikmin (Master B) je ponecháno na projektantovi

Obr./7/ Půdorys učebny II-4.03 a II-4.04 - rozmístění akustického obkladu

Do místností II-1.10 (učebna dílen) a 2.10 (jídelna) je nutno z hlediska ČSN 73 0527 navrhnout širokopásmový akustický podhled (podhled, jehož vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha \geq 0,8$). Tento požadavek plní například akustický podhled **ECOPHON Gedina A 15 mm** jehož vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha = 0,95$. Podhled musí být instalován se **svěšením 200 mm**.

V následující tabulce jsou uvedeny činitele pohltivosti navržených zvukopohltivých materiálů v učebnách. Hodnoty činitelů pohltivosti pro jednotlivé materiály byly převzaty z podkladů výrobce ECOPHON.

Pohledový materiál	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
ECOPHON Gedina A 15 mm + Extra Bass 50 mm, 200 mm o.d.s. (celková hloubka systému - svěšení)	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ECOPHON Gedina A 15 mm/gamma, 200 mm o.d.s. (celková hloubka systému - svěšení)	0,50	0,40	0,30	0,45	0,25	0,20
ECOPHON Master B tl. 40 mm, celková hloubka systému 43 mm	0,25	0,80	0,95	0,95	1,00	1,00
ECOPHON Gedina A 15 mm 200 mm o.d.s. (celková hloubka systému - svěšení)	$\alpha = 0,95$					
Obklad stěn z MDF desek	0,85	0,40	0,15	0,05	0,05	0,05

Tab. /9/ Průběh činitele pohltivosti v oktávových pásmech zvukopohltivých materiálů v učebnách

b) Tělocvična

Do posuzovaného prostoru je navržena instalace akusticky pohltivého podhledu a obkladu z desek na bázi dřevěné vlny **HERADESIGN Superfine** tloušťky 25 mm.

Stropní podhled HERADESIGN Superfine bude přímo instalován (na rošt) v polích mezi nosníky v celkové **ploše 275,5 m²**, dále pak na jedné podélné stěně v celkové **ploše 104,4 m²** a jedné čelní stěně v **ploše 48,8 m²**.

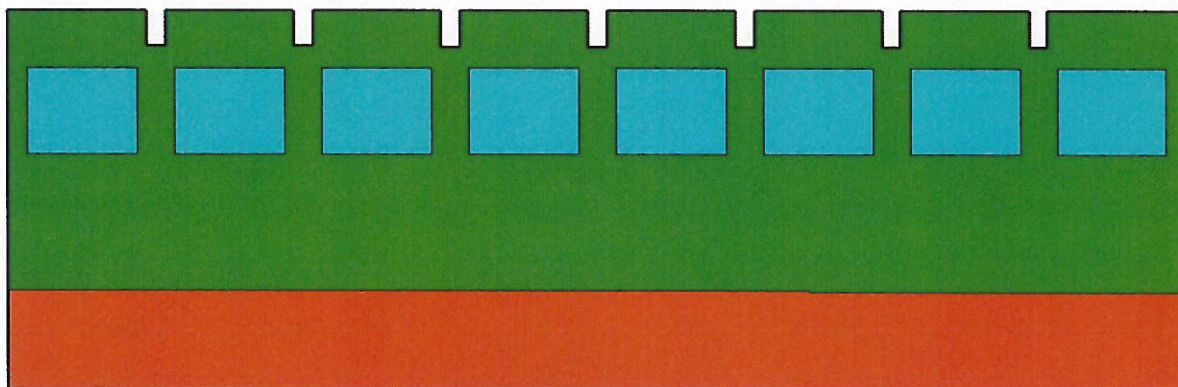
Obklad jedné podélné a čelní stěny HERADESIGN Superfine tloušťky 25 mm bude instalován od výšky 2 m (resp. 4 m) s odsazením 55 mm. Rozsah obkladu stěn je patrný z obrázku 8, kde je vyznačen zelenou barvou. Ve vzduchové vrstvě nebude umístěna minerální izolace.

Podhled z akustických desek HERADESIGN Superfine tloušťky 25 mm bude instalován s odsazením 200 mm od dolního povrchu ŽB stropní desky. Rozmístění těchto desek je patrné z obrázku 8, kde jsou na pohledu na strop vyznačeny červenou barvou. Ve vzduchové vrstvě nebude umístěna minerální izolace.

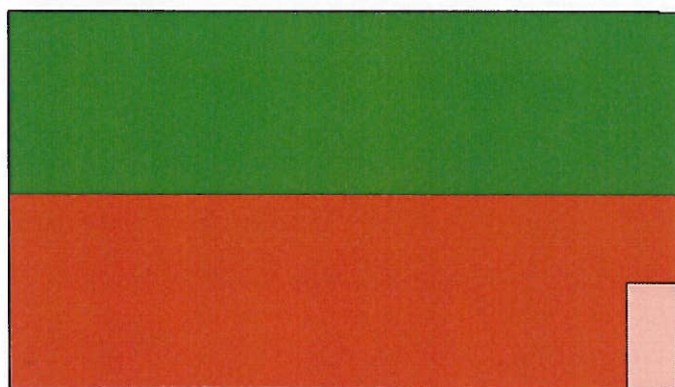
Podhled i obklady budou instalovány v provedení se zvýšenou odolností proti nárazu.

Pro místa významně exponovaná (např. za brankami) je v souladu s technickými předpisy výrobce doporučena instalace ochranných sítí.

Podélná stěna

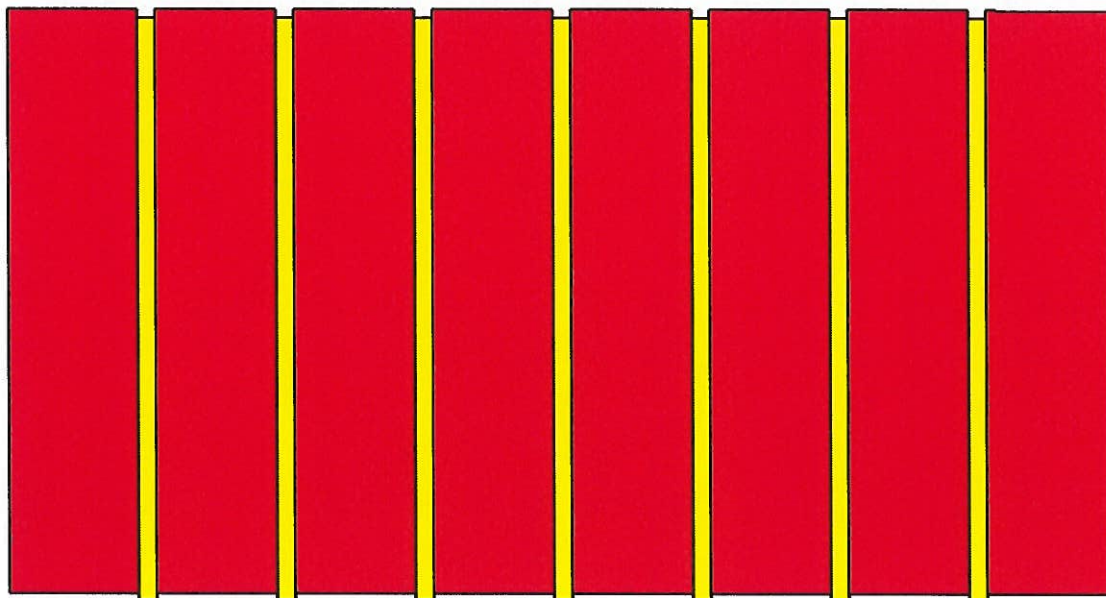




Příčná stěna



-  Akustický stěnový obklad
HERADESIGN Superfine
tl. 25 mm, odsazení 55 mm
-  Dřevěný obklad
-  Kovové dveře
-  Zasklení

Strop



-  Akustický stropní podhled
HERADESIGN Superfine
tl. 25 mm, odsazení 200 mm
-  ŽB nosník

Obr./8/ Akustické úpravy na jednotlivých površích

V následující tabulce jsou uvedeny činitele pohltivosti navržených zvukopohltivých materiálů v tělocvičnách. Hodnoty činitelů pohltivosti pro jednotlivé materiály byly převzaty z podkladů výrobce HERADESIGN.

Pohledový materiál	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
HERADESIGN Superfine tl. 25 mm, 200 mm o.d.s. (celková hloubka systému – svěšení) - podhled	0,25	0,70	0,75	0,60	0,75	0,95
HERADESIGN Superfine tl. 25 mm, 55 mm o.d.s. (celková hloubka systému – odsazení) - obklad	0,10	0,20	0,45	0,70	0,55	0,75

Tab. /10/ Průběh činitele pohltivosti v oktávových pásmech zvukopohltivých materiálů v tělocvičnách

5.3. Výpočet

K hodnocení prostorové akustiky místností je použit výpočet dle ČSN EN 12354-6.

Výpočet dle ČSN EN 12354-6 zohledňuje velikosti ploch, pohltivost povrchu a rozmístění materiálů v prostoru.

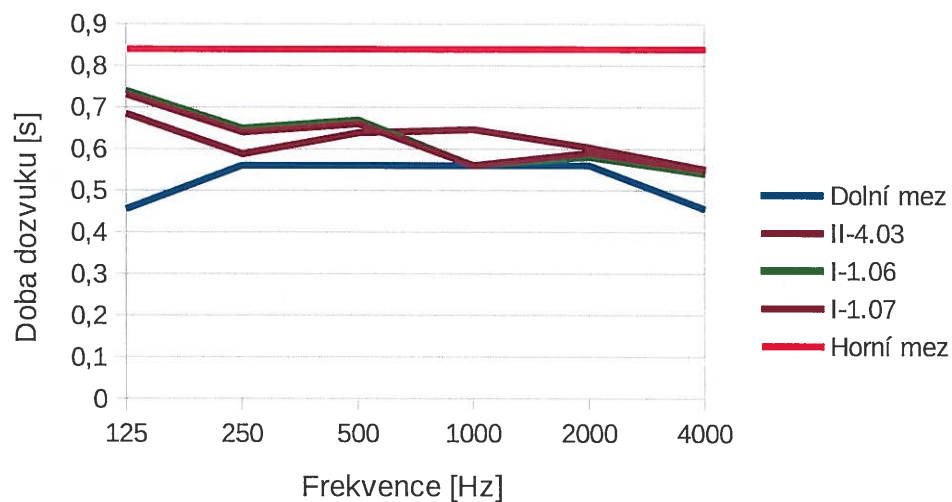
Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Učebna I-1.06	T _E	s	0,74	0,65	0,67	0,56	0,58	0,54
Učebna I-1.07	T _E	s	0,73	0,64	0,66	0,56	0,59	0,55
Učebna 2.09	T _E	s	0,74	0,64	0,67	0,56	0,59	0,55
Učebna II-4.03	T _E	s	0,68	0,59	0,64	0,65	0,60	0,55
Učebna II-4.04	T _E	s	0,51	0,40	0,42	0,43	0,40	0,38

Tab. /11/ Výpočet doby dozvuku učeben

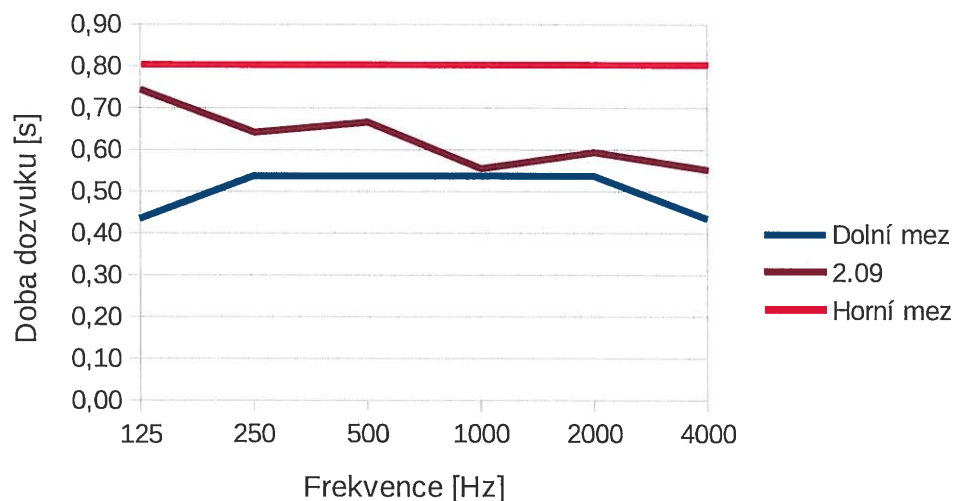
Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Hala 0.06	T _E	s	3,31	1,49	1,23	1,20	1,11	0,82

Tab. /12/ Výpočet doby dozvuku tělocvičen

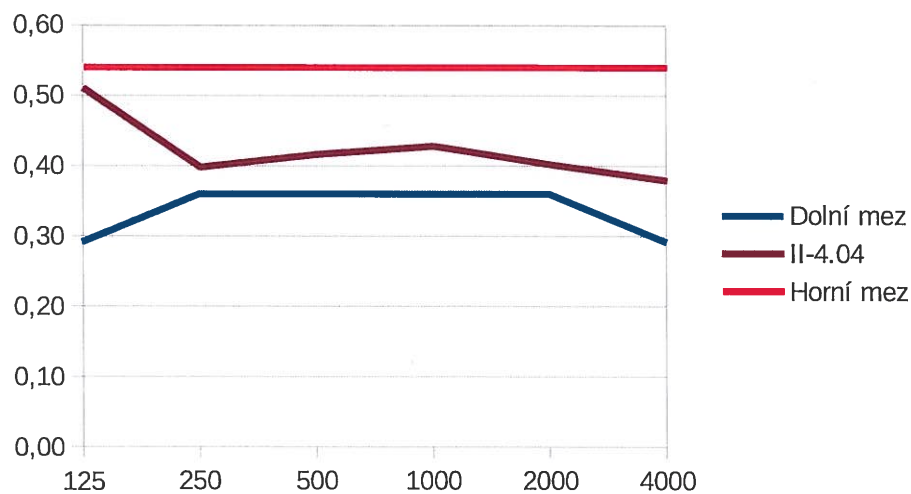
Na následujících obrázcích jsou graficky znázorněny průběhy doby dozvuku při provedení navržených opatření, včetně požadovaných rozmezí pro jednotlivé způsoby využití dle ČSN 73 0527.



Obr. /9/ Výsledná doba dozvuku učeben I-1.06; I-1.07; II-4.03



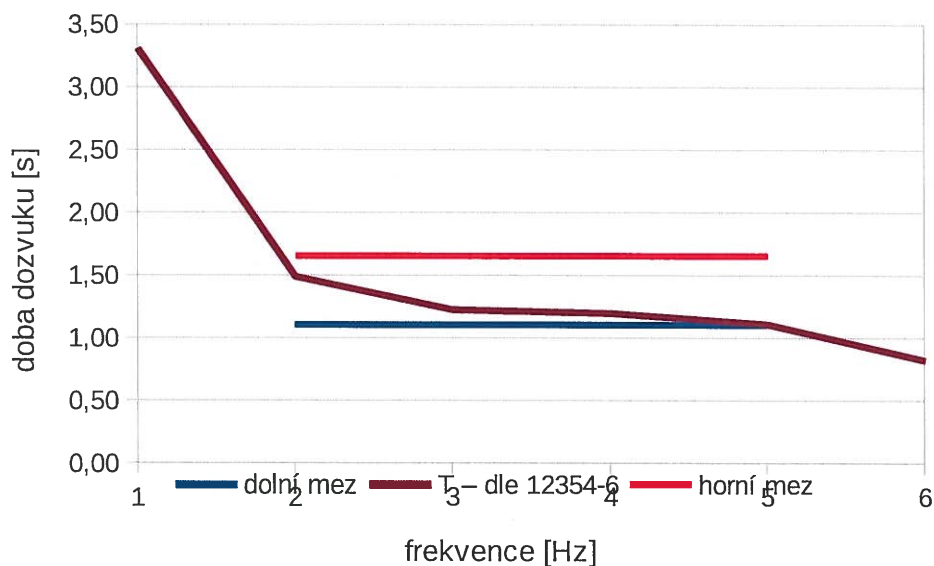
Obr. /10/ Výsledná doba dozvuku učebny 2.09



Obr. /11/ Výsledná doba dozvuku učebny II-4.04

Kontrolní měření doby dozvuku v učebnách doporučujeme provést po dokončení realizace stropního podhledu. Podle výsledků měření je možné provést výpočtovou optimalizaci návrhu plochy stropního podhledu. Ze zkušenosti lze říci, že předpokládaná doba dozvuku v pohltivých prostorech je o něco vyšší než doba dozvuku získaná výpočtem.

Na základě výsledků měření lze přistoupit k doladění akustiky prostoru. Z tohoto důvodu doporučujeme počítat s jistou rozpočtovou rezervou na realizaci akustických opatření ve výši cca 25 % nákladů.



Obr. 112/ Výsledná doba dozvuku tělocvičny

Kontrolní měření doby dozvuku v tělocvičně doporučujeme provést po dokončení realizace stropního podhledu a obkladů. Podle výsledků měření je možné provést výpočtovou optimalizaci návrhu plochy stropního podhledu. Ze zkušenosti lze říci, že předpokládaná doba dozvuku v pohltivých prostorech je o něco vyšší než doba dozvuku získaná výpočtem.

Na základě výsledků měření lze přistoupit k doladění akustiky prostoru. Z tohoto důvodu doporučujeme počítat s jistou rozpočtovou rezervou na realizaci akustických opatření ve výši cca 25 % nákladů.

5.4. Posouzení

V následujících tabulkách je provedeno posouzení doby dozvuku pro jednotlivé prostory dle ČSN 73 0527.

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Doba dozvuku v oktávových pásmech	T_E	s	0,74	0,65	0,67	0,56	0,58	0,54
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,46	0,56	0,56	0,56	0,46
Hodnocení			+	+	+	+	+	+

Tab. /13/ Posouzení doby dozvuku – učebna I-1.06

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Doba dozvuku v oktávových pásmech	T_E	s	0,73	0,64	0,66	0,56	0,59	0,55
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,42	0,56	0,56	0,56	0,46
Hodnocení			+	+	+	+	+	+

Tab. /14/ Posouzení doby dozvuku – učebna I-1.07

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Doba dozvuku v oktávových pásmech	T_E	s	0,74	0,64	0,67	0,56	0,59	0,55
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,44	0,54	0,54	0,54	0,44
Hodnocení			+	+	+	+	+	+

Tab. /15/ Posouzení doby dozvuku – učebna 2.09

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Doba dozvuku v oktávových pásmech	T_E	s	0,68	0,59	0,64	0,65	0,60	0,55
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,46	0,56	0,56	0,56	0,46
Hodnocení			+	+	+	+	+	+

Tab. /16/ Posouzení doby dozvuku – učebna II-4.03

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Doba dozvuku v oktávových pásmech	T_E	s	0,51	0,40	0,42	0,43	0,40	0,38
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,29	0,36	0,36	0,36	0,29
Hodnocení			+	+	+	+	+	+

Tab. /17/ Posouzení doby dozvuku – učebna II-4.04

Pozn.: + ... Vyhovuje požadavku, X ... Nevyhovuje požadavku

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech – neobsazený stav	T_E	s	3,31	1,49	1,23	1,20	1,11	0,82
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku – malá tělocvična	Horní mez	$T_{E,N}$	s	-	1,66	1,66	1,66	1,66
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	-	1,10	1,10	1,10	1,10
Hodnocení (tělocvična)			-	+	+	+	+	-

Tab. /18/ Posouzení doby dozvuku – hala 0.06

Pozn.: + ... Vyhovuje požadavku, X ... Nevyhovuje požadavku

Z výsledků v tab. 13.- 18. je zřejmé, že posuzované prostory **výpočtově splňují požadavky na optimální dobu dozvuku učeben a tělocvičen**. Ze zkušenosti lze říci, že změřená doba dozvuku v pohltivých prostorech je o něco vyšší než doba dozvuku získaná výpočtem.

6. ZÁVĚR

Úkolem akustické studie byl návrh zvukopohltivých úprav do prostoru základní školy v Berouně. Výpočtová doba dozvuku v učebnách I-1.06, I-1.07, 2.09, II-4.03, II-4.04 po navržených úpravách dle kap. 5. odpovídá požadavkům ČSN 73 0527 pro prostor učeben, případně jazykových učeben. V některých dalších prostorech dle kap. 5. navrhujeme v souladu s ČSN 73 0527 širokopásmový akustický pohled.

Dalším úkolem akustické studie byl návrh zvukopohltivých úprav do prostoru nové tělocvičny patřící k této základní škole. Výpočtová doba dozvuku v tělocvičně po navržených úpravách dle kap. 5. je v mezích požadavků ČSN 73 0527 pro tělocvičnu.

Návrh zvukopohltivých úprav není v rámci studie řešen z hlediska požární bezpečnosti staveb a z hlediska tepelněvlhkostního chování skladeb konstrukcí. Tepelnětechnické posouzení skladeb a detailu doporučujeme zpracovat zejména v případech, kdy pohlcovač z minerální vláken umístěný do vzduchové dutiny pohltivého obkladu nebo podhledu může způsobit vlhkostní poruchy (kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu, růst plísně), neboť bude částečně plnit funkci vnitřního zateplení obvodové konstrukce.

V Olomouci dne 27.4.2018

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Petr Kropáč

Tel.: +420 739 488 141

e-mail: petr.kropac@dek-cz.com



ATELIER DEK

DEKPROJEKT s.r.o.
Tiskařská 10/257
108 00 Praha 10
DIČ: CZ699000797

10