

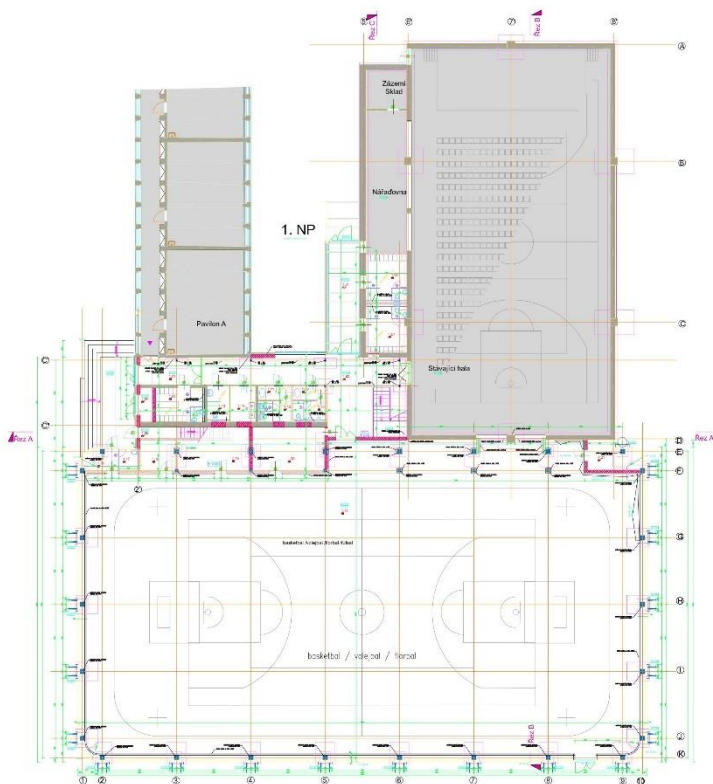
EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2009

ČSN EN ISO 14001:2005

ČSN OHSAS 18001:2008



Základní škola Průhonice

(Nová hala tělocvičny)

Návrh prostorové akustiky

EKOLA group, spol. s r.o.

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

IČ: 63981378

DIČ: CZ63981378

Telefon: +420 274 784 927-9

Fax: +420 274 772 002

E-mail: ekola@ekolagroup.cz

www.ekolagroup.cz

Červen 2017



1. Úvod

Předmětem této zprávy je návrh akustických úprav (podhledů a obkladů) v prostoru základní školy v Průhonicích. Jedná se o novou halu tělocvičny (m.č. 1.15). Tento návrh slouží jako podklad pro projekt interiéru.

2. Všeobecný popis

Parametry (objem a celková plocha obklopujících stěn vč. podlahy a stropu) zkoumané místnosti jsou uvedeny v následujícím přehledu.

Míst. č.	Název místnosti	Objem V (m ³)	Plocha S (m ²)
1.15	Nová hala tělocvičny	11664	3672

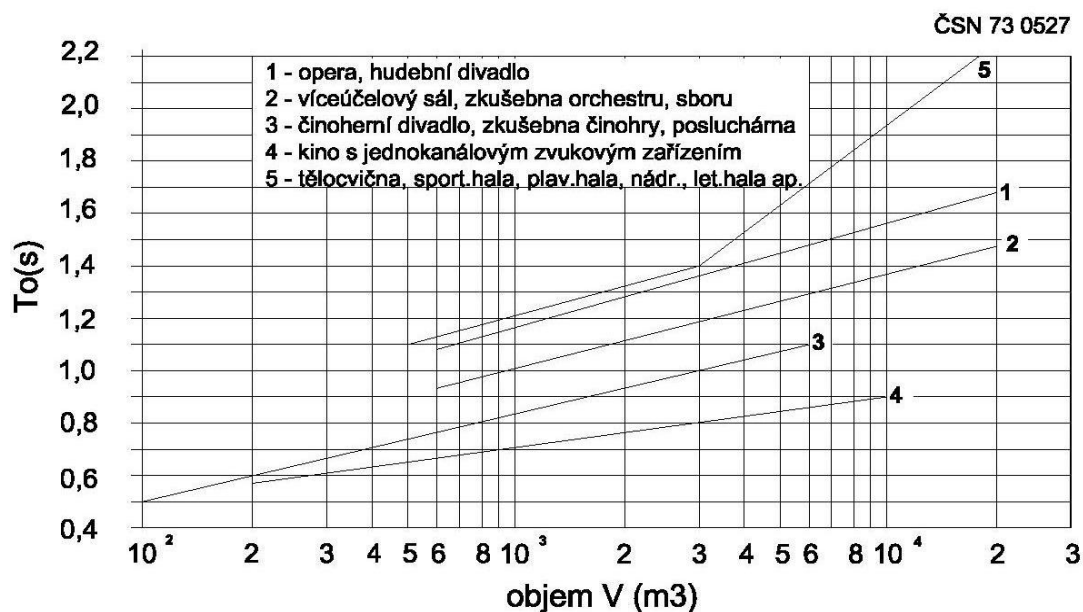
Tělocvična má v půdorysu obdélníkový tvar se zaoblenými rohy o rozměrech délka cca 45,2 m, šířka cca 23m, resp. 26 m ve vyklenuté části, výška je stropu je cca 10,8 m s prostřídanými ocelovými nosíky. Objem sálu je $V = \text{cca } 11664 \text{ m}^3$ a celková plocha obklopujících stěn (vč. podlahy a stropu) je $S = \text{cca } 3672 \text{ m}^2$.

Stěny jsou betonové se zvukově odrazivou omítkou, s pasem oken šířky cca 2,3 m na jedné delší a obou kratších stěnách, které zajišťují částečnou zvukovou pohltivost na nižších kmitočtech. Předpokládají se dřevěné obklady s částečnou zvukovou pohltivostí zejména na středních kmitočtech. Strop je tvořen zvukově odrazivými plechovými panely. Z nosníků se předpokládá zavěšení solitérních zvukově pohltivých prvků. Na podlaze se předpokládají dřevěné vlysy, zvukově odrazivé.

3. Požadavky na dobu dozvuku resp. akustickou úpravu

Optimální doba dozvuku T_0 resp. akustická úprava v akusticky náročných prostorách je dána jejich objemem a způsobem využití – viz obr.1 níže. Tuto problematiku v prostorách pro kulturní, školní a veřejné účely řeší ČSN 730527. Norma má charakter doporučení a bez legislativní opory (zákon, nařízení vlády, vyhláška apod.) není právně závazná, není-li její splnění součástí smluvního vztahu.

Závislost optimální doby dozvuku T_0 na objemu a způsobu využití daného prostoru je možno odvodit z následujícího obr.1 (převzato z ČSN 730527). V případě bazénů, plaveckých hal, tělocvičen apod. jde o křivku č. 5.



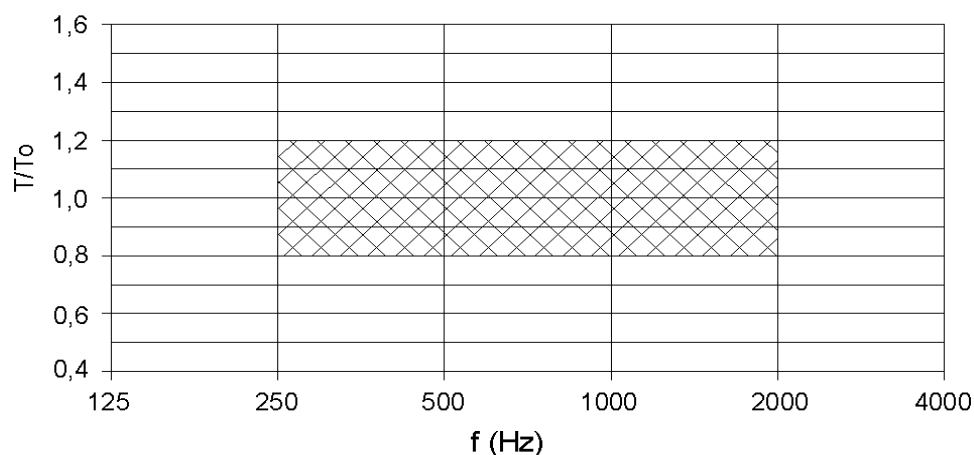
Obr. 1 - Závislost optimální doby dozvuku T_0 (s) pro kmitočet 1000 Hz na objemu $V(m^3)$ uzavřeného prostoru v obsazeném stavu (u závislosti 5 v neobsazeném stavu)

Konkrétní požadavky dle ČSN 73 0527 jsou v našem případě tyto:

Míst. č.	Název místnosti	Objem V (m^3)	T_0 (s)
1.15	Nová hala tělocvičny	11664	2,0

U tělocvičen, sportovních, a plaveckých hal apod. se doba dozvuku hodnotí v neobsazeném stavu, tj. bez přítomnosti osob.

Frekvenční průběh doby dozvuku v tělocvičně a bazénu musí probíhat v rozsahu od 250 Hz do 2 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 730527 – viz následující obr.2.



Obr. 2 - Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 pro tělocvičny, sportovní nebo plavecké haly, nádraží, letištní haly apod. na středním kmitočtu oktávového pásma.

4. Materiály pro akustickou úpravu

Při návrhu akustické úpravy byly za základ vzaty požadavky uvedené v kap. 3.

Z empirických výpočtů doby dozvuku na základě znalosti dispozice a použitých materiálů ve zkoumaném prostoru dle aktuálního projektu interiéru vyplývá, že doba dozvuku je ve všech zkoumaných frekvenčních pásmech nižší, než požaduje ČSN 730527. Proto musí dojít k částečné úpravě tohoto návrhu, aby bylo zajištěno splnění požadavků ČSN 730527 po jeho realizaci. Návrh těchto úprav je předmětem tohoto projektu.

4.1 Materiály stropu

ŠAP – širokopásmový akustický podhled.

Technický popis:

Solitérně zavěšené desky širokopásmového akustického podhledu ŠAP o rozměrech 1200 x 4200 mm (vysoký činitel zvukové pohltivosti zejména v oblasti středních a vyšších kmitočtů) - Ecophon Super G A Plus o tloušťce 40 mm s povrchovou úpravou s vysokou mechanickou odolností a nárazuvzdorností třídy 1A. Cca 10% aktivní pohltivé plochy prvku bude zakryto omega profily nosné konstrukce. Tato plocha se jako pohltivá neuvažuje. Vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w \geq 0,95$.

4.2 Materiály stěn

DO – dřevěný sportovní a akustický obklad

Technický popis:

Hoblovaná prkna průřezu 100x18 mm, s oblými hranami, montované s mezerami 5 mm nebo na sraz.

LR – laťový rezonátor s akustickou izolací.

Technický popis:

Laťový dřevěný obklad s rezonanční funkcí – uvyžovaný typ typ EKOLA LR-E40. Latě o rozměrech 100x20mm s 40 mm mezerami, předsazené obvodové stěně. Prostor za latěmi vyplněn minerální izolací Ecophon Industry Modus 50 mm.

ŠMO – širokopásmový minerální akustický obklad.

Technický popis:

Širokopásmový minerální obkladu ŠMO (vysoký činitel zvukové pohltivosti zejména v oblasti středních a vyšších kmitočtů) v podobě solitérních prvků - minerální panely s povrchovou úpravou s vysokou mechanickou odolností a nárazuvzdorností třídy 1A – Ecophon Acusto Wall A Super G, tl. 40 mm.

5. Stručný popis akustických úprav

Akustický podhled

Širokopásmový akustický podhled **ŠAP** (bližší popis viz kap.4) v **56 modulech** pravidelně rozvěšených dle poslední verze DPS ze dne 20.6.2017, s různým náklonem vůči horizontální rovině. Celková pohltivá plocha prvků **cca 270 m²**

Akustický obklad stěn

Dřevěný sportovní a akustický obklad **DO** v podobě pásu výšky 2 m od podlahy na cca 90% obvodu haly. Celková plocha obkladu DO **cca 252 m²**.

Nad pásem DO pás laťového rezonančního obkladu **LR** v podobě pásu výšky 2,1 m na cca 90% obvodu haly. Celková plocha obkladu LR **cca 265 m²**.

Širokopásmový minerální obklad **ŠMO** v podobě 10 až 14 ks solitérních desek o rozměrech 2700 x 1200 mm, umístěných mezi sloupy nad dřevěným obkladem, 7 ks desek na jedné delší stěně a 4 ks desek na jedné nebo obou kratších stěnách. Celková pohltivá plocha obkladu ŠMO **cca 32 – 49 m²**.

6. Výpočet doby dozvuku

Výpočet doby dozvuku po úpravách

Výpočet doby dozvuku po úpravách byl použit dle ČSN 73 0525 podle Eyringova vztahu:

$$T_E = \frac{0,163 \cdot V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_s) + 4mV} \text{ (s)} \quad /1/$$

kde V ... objem místnosti

S ... celková plocha ohraničujících stěn místnosti

α_s ... střední činitel zvukové pohltivosti (-)

m ... činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu

Střední činitel zvukové pohltivosti vypočteme podle vztahu:

$$\alpha_s = \frac{\sum S_i \cdot \alpha_i}{S} \text{ (-)} \quad /2/$$

kde S_i ... je dílčí pohltivá plocha (m²)

α_i ... činitel zvukové pohltivosti dílčí plochy (-)

Výpočet doby dozvuku byl proveden podle ČSN 73 0525 a ČSN 73 0527 v oktávových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 4 kHz. Cílové doby dozvuku T_0 byly voleny v souladu s požadavky v kap. 3.

Vypočítané doby dozvuku v hale jsou uvedeny ve výpočetní příloze, kde je graficky znázorněn frekvenční průběh vypočítané doby dozvuku v porovnání s tolerančním polem pro frekvenční průběh doby dozvuku dle ČSN 730527.

Činitele zvukové pohltivosti α vstupující do výpočtů byly stanoveny na základě odborné literatury, firemních údajů a provedených měření stejných nebo podobných akustických materiálů a prvků.

7. Závěr

Poslední verze návrhu interiéru ze dne 20.6.2017 svou dispozicí dle výpočtu zajistí v nově plánované hale splnění požadovaného frekvenčního průběhu doby dozvuku dle ČSN 730527

Spodní část dřevěného obkladu stěn DO je možné montovat jak s 5 mm širokými mezerami, tak na sraz, na akustickou funkci má tato změna pouze minimální vliv v oblasti nízkých kmitočtů.

Stěnové panely ŠMO je možné montovat jak v počtu 11 (7 na jedné delší stěně a 4 na jedné kratší stěně), tak v počtu 15 (7 na jedné delší stěně a 4 na každé z kratších stěn). Obě řešení dle výpočtu zajistí splnění požadavku normy. Z hlediska eliminace třepotavých ozvěn je pouze nezbytné dodržet obecné pravidlo, aby byl obklad ŠMO instalován vždy minimálně na jednu z protilehlých rovnoběžných stěn.

Akustické parametry (doba dozvuku) závisí nejen na rozsahu akustické úpravy, ale také jejich rozmístění. Dojde-li k výraznějším změnám oproti tomto návrhu, je nutné je konzultovat s akustikem.

Projekt a zprávu vypracovali:

Ing. Ondřej SIMON

Ing. Petr NOVÁK

Ing. Václav MOULÍK

V Praze 23.6.2017

Použité podklady

- /1/ Podklady poskytnuté objednatelem (půdorysy objektu)
- /2/ ČSN 73 0525 – Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady. 1998
- /3/ ČSN 73 0527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely. 2005
- /4/ ČSN EN 12354-6 - Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech. Příloha C.
- /5/ Prospekty, katalogy a www stránky

Přílohy :

Příloha 1: Nová hala tělocvičny ZŠ Průhonice – vypočtená doba dozvuku

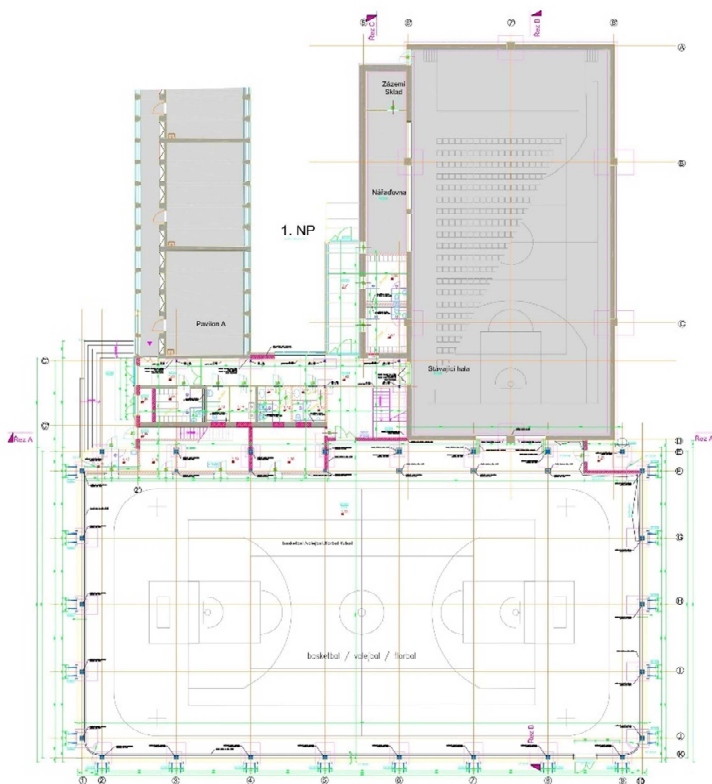
EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2009

ČSN EN ISO 14001:2005

ČSN OHSAS 18001:2008



Základní škola Průhonice

(Nová hala tělocvičny)
Návrh prostorové akustiky

Příloha 1:
Vypočtený průběh doby dozvuku

EKOLA group, spol. s r.o.

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

IČ: 63981378

DIČ: CZ63981378

Telefon: +420 274 784 927-9

Fax: +420 274 772 002

E-mail: ekola@ekolagroup.cz

www.ekolagroup.cz

Červen 2017



Doba dozvuku - ZŠ Průhonice - nová hala tělocvičny (s)	f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Tolerance MIN			1,6	1,6	1,6	1,6	
Tolerance MAX			2,4	2,4	2,4	2,4	
Obklad DO 2m s 5 mm mezerami, LR 2,1m, 11 panelů ŠMO		2,91	2,30	1,91	1,66	1,64	1,46
Obklad DO 2m na sraz, LR 2,1m, 11 panelů ŠMO		2,97	2,35	1,92	1,67	1,65	1,47
Obklad DO 2m na sraz, LR 2,1m, 15 panelů ŠMO		2,90	2,27	1,88	1,64	1,62	1,44

