

Název:

Výstavba objektu ZŠ – dostavba odloučeného pracoviště při ul. Jizerská, Praha 9 – Čakovice

Zakázkové číslo:	16-03-08
Profese:	prostorová akustika
Dokument:	technická zpráva
Stupeň projektové dokumentace:	DVZ
Datum:	červen 2016

Zpracoval: Ing. Tomáš Hrádek

AVETON s.r.o.

Krátkého 211/2, 190 00 Praha 9

tel.: +420 731 463 403

e-mail.: hradek@aveton.cz

web.: www.aveton.cz

IČ: 02436647

DIČ: CZ02436647



Obsah:

1.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	3
1.1.	VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY	3
1.2.	POUŽITÉ NORMY A LITERATURA	3
2.	PROSTOROVÁ AKUSTIKA.....	3
2.1.	POŽADAVKY NA AKUSTICKÉ PARAMETRY	3
2.2.	TEORETICKÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU	6
2.3.	ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY.....	7
3.	ZÁVĚR	8

Přílohy:

Výpočetní příloha:

VP1 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – tělocvična 100.15

VP2 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – učebna 300.06

VP3 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – učebna 300.19

Tabulková příloha:

Tab1 – Výkaz výměr a specifikace akustických prvků

Výkresová příloha:

Výkres akustických úprav malé učebny 300.06 a velké učebny 300.19

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1.1. VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY

- výkresová dokumentace
- ústní informace předané při jednáních se zástupcem objednatele

1.2. POUŽITÉ NORMY A LITERATURA

- [1] ČSN 73 0525 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady – únor 1998
- [2] ČSN 73 0527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely – březen 2005
- [3] Vaverka, J., kol.: Stavební fyzika 1 - urbanistická, stavební a prostorová akustika, nakladatelství VUTIUM, Brno 1998.
- [4] Hrádek, T., Tuček, J.: Katalog akustických prvků, nakladatelství Akademie múzických umění v Praze, Praha 2011, ISBN 978-80-7331-316-6

2. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

2.1. POŽADAVKY NA AKUSTICKÉ PARAMETRY

Pro akusticky náročné prostory vyžadují jak normy ČSN 73 0525 a 73 0527, tak i praktické zkušenosti speciální akustickou úpravu z důvodu snahy o dosažení vhodných akustických podmínek. Splnění požadavků ČSN 73 0527 je závazné dle vyhlášky 343/2009 sbírky zákonů ČR. V případě výukových prostor je hlavním cílem splnit toleranční pásmo frekvenčního průběhu doby dozvuku předepsané výše zmiňovanou normou a dosáhnout co nejlepší srozumitelnosti mluveného slova.

Dále je nutné vhodnou konfigurací akustických prvků zabránit nežádoucím odrazům zvuku a podpořit odrazy žádoucí. Zejména u akusticky pohltivých materiálů je velmi důležité i jejich vhodné umístění tak, aby byly potlačeny silné odrazy zvuku s velkým časovým zpožděním za přímým zvukem (u učeben se povětšinou jedná o zadní stěnu), které mohou působit jako ozvěna a zhoršit tak srozumitelnost řeči a akustické podmínky jak pro posluchače, tak pro vyučujícího.

Z výše uvedeného vyplývá, že není možné provést plnohodnotnou akustickou úpravu pouze umístěním akustického podhledu. V případě takového řešení není pohltivá plocha rozmístěna rovnoměrně a mezi stěnami dochází často ke vzniku třepotavé ozvěny. Třepotavá ozvěna negativně ovlivňuje srozumitelnost a tedy i schopnost soustředění studentů. Dále při úpravě akustiky soustředěné pouze na strop dochází často k tvrdým zpožděným odrazům od stěny proti vyučujícímu, které při větší vzdálenosti mohou být vnímány jako izolovaná ozvěna.

Tělocvična č. m. 100.15

Optimální doba dozvuku T_0 pro standardně využívanou **tělocvičnu** o celkovém objemu cca 2158 m³ byla na základě normy ČSN 73 0527 stanovena dle křivky č. 5 na Obr. 1 na **$T_0 = \text{cca } 1,35 \text{ s}$** .

Frekvenční průběh doby dozvuku by měl probíhat v rozsahu od 250 Hz do 2 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 2.

Doba dozvuku tělocvičny je hodnocena v neobsazeném stavu.

Dle normy ČSN 73 0527 je stanovena optimální doba dozvuku pro učebny do objemu 250 m³ na 0,7 s. Vzhledem k tomu, že řešené učebny mají objem menší (122 m³ - malé učebny a 209 m³ - velké učebny), byla optimální doba dozvuku stanovena na základě průběhu č. 3 na Obr. 1. Jedná se o stanovení hodnoty optimální doby dozvuku pro posluchárny, které mají z hlediska srozumitelnosti mluveného slova a celkové požadované hladiny hluku takřka stejné požadavky.

Učebna č. m. 300.06 (typová malá učebna)

Optimální doba dozvuku T_0 pro učebnu o celkovém objemu cca 122 m³ byla na základě normy ČSN 73 0527 a výše uvedeného tvrzení stanovena dle křivky č. 3 na Obr. 1 na $T_0 = 0,5 - 0,55$ s.

Frekvenční průběh doby dozvuku v učebně by měl probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 3. Jedná se o frekvenční průběh určený pro řeč.

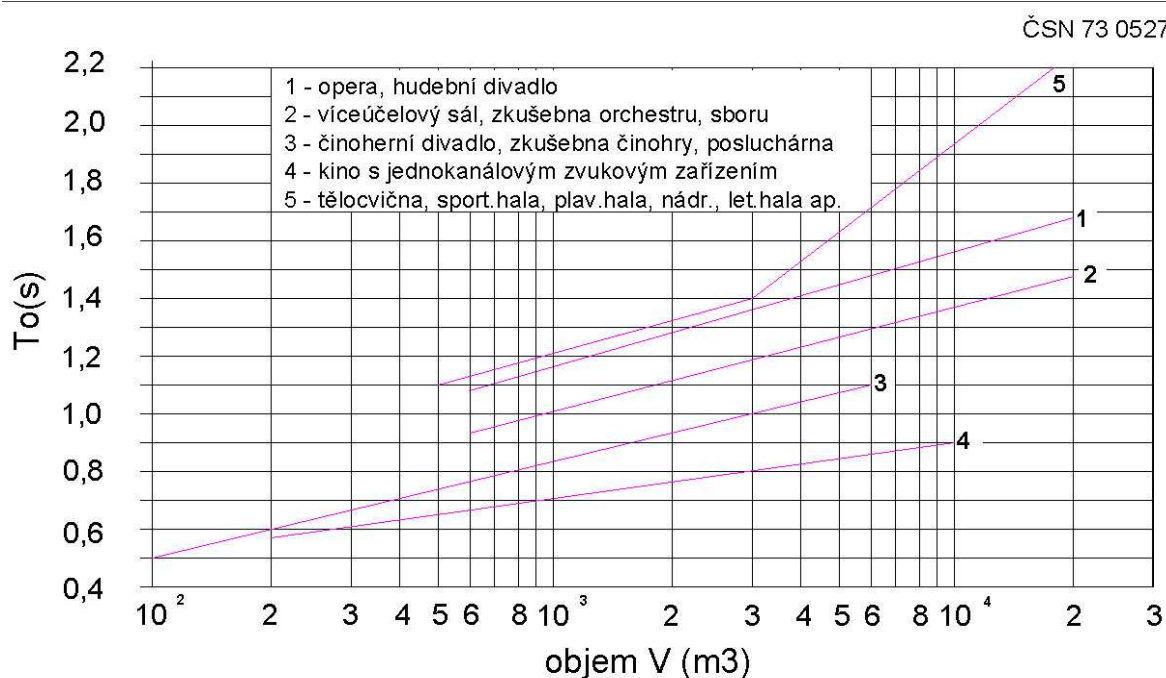
Doba dozvuku učebny je hodnocena ve stavu 80% až 100% obsazenosti.

Učebna č. m. 300.19 (typová velká učebna)

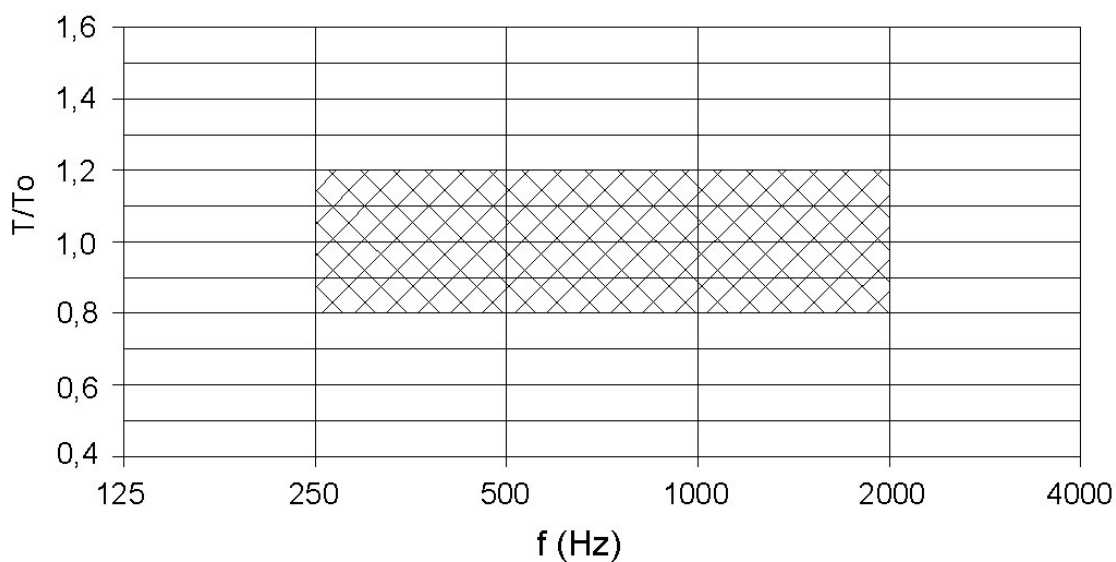
Optimální doba dozvuku T_0 pro učebnu o celkovém objemu cca 209 m³ byla na základě normy ČSN 73 0527 a výše uvedeného tvrzení stanovena dle křivky č. 3 na Obr. 1 na $T_0 = \text{cca } 0,6$ s.

Frekvenční průběh doby dozvuku v učebně by měl probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 3. Jedná se o frekvenční průběh určený pro řeč.

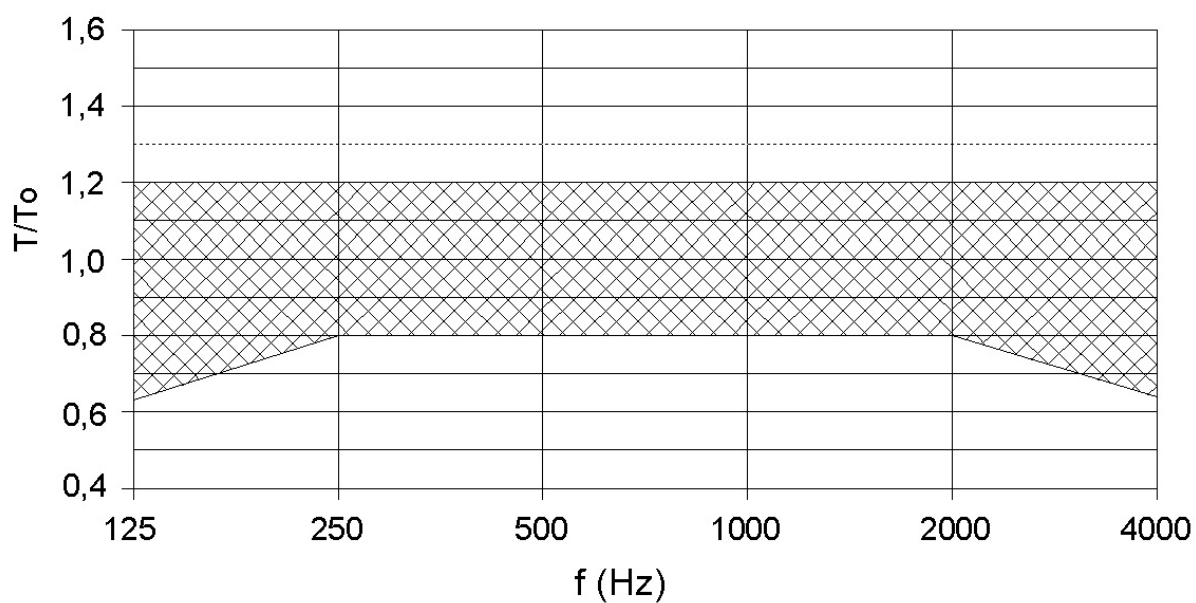
Doba dozvuku učebny je hodnocena ve stavu 80% až 100% obsazenosti.



Obr. 1 – Závislost optimální doby dozvuku T_0 (s) pro kmitočet 1000 Hz na objemu V (m³) uzavřeného prostoru v obsazeném stavu (u závislosti 5 neobsazeném stavu).



Obr. 2 - Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 tělocvičny, sportovní nebo plavecké haly v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma



Obr. 3 - Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma.

2.2. TEORETICKÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Pro výpočet doby dozvuku byl dle ČSN 73 0525 použit Eyringův vztah:

$$T_E = \frac{0,163.V}{-S.\ln(1-\alpha_s) + 4mV} [s]$$

kde $V [m^3]$ je objem místnosti

$S [m^2]$ je celková plocha ohraničujících stěn místnosti

$\alpha_s [-]$ je střední hodnota činitele zvukové pohltivosti

$m [-]$ je činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu

Střední hodnotu činitele zvukové pohltivosti vypočteme podle vztahu:

$$\alpha_s = \frac{\sum S_i \cdot \alpha_i}{S} [-]$$

kde $S_i [m^2]$ je dílčí pohltivá plocha

$\alpha_i [-]$ je činitel zvukové pohltivosti dílčích ploch

$S [m^2]$ je celková plocha ohraničujících stěn místnosti

Výpočet doby dozvuku byl proveden dle ČSN 73 0525 v oktávových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 4 kHz (učebny) resp. 250 Hz až 2 kHz (tělocvična). Obsazenost učeben byla dle ČSN 73 0527 uvažována s 80% kapacitou. Tělocvična je posuzována v neobsazeném stavu.

Do výpočtu doby dozvuku byly započítány i zvukové pohltivosti prvků a konstrukcí, které nejsou definovány jako akustický obklad. Jejich vliv na akustické parametry ale nelze pominout (sedadla, přítomné osoby apod.).

Výpočty doby dozvuku a grafy hodnot jsou uvedeny ve výpočetní příloze VP1, VP2 a VP3.

2.3. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Tělocvična č. m. 100.15

Popis akustických úprav:

Akustický podhled: Po celém obvodu tělocvičny probíhá zvýšený SDK lem šířky cca 2 m. Celá zbývající plocha stropu tělocvičny je tvořena lamelovým akustickým podhledem z materiálu na bázi dřeva. Jedná se o kombinaci absorpčního podhledu **LAP-A** (více viz Tab1 - specifikace) a reflexního podhledu **LAP-O** (více viz Tab1 - specifikace). Poměr odrazivé a pohltivé plochy podhledu – viz výkaz výměr akustických prvků. Přesné rozmístění funkčních ploch bude dořešeno v rámci realizační dokumentace stavby. Přesná konfigurace podhledu je důležitá pro zamezení vzniku třepotavé ozvěny mezi odrazivou podlahou a stropem.

Akustické obklady stěn: Celá plocha stěn tělocvičny až do výšky 3800 mm od podlahy je tvořena lamelovým akustickým obkladem z materiálu na bázi dřeva. Jedná se o kombinaci absorpčního obkladu **LAO-A** (více viz Tab1 - specifikace) a reflexního obkladu **LAO-O** (více viz Tab1 - specifikace). Poměr odrazivé a pohltivé plochy stěnového obkladu – viz výkaz výměr akustických prvků. Přesné rozmístění funkčních ploch bude dořešeno v rámci realizační dokumentace stavby. Přesná konfigurace stěnového obkladu je důležitá pro zamezení vzniku třepotavé ozvěny mezi rovnoběžnými stěnami.

Učebna č. m. 300.19 (typová velká učebna)

Popis akustických úprav:

Akustický podhled: Celoplošný akustický podhled je tvořen kombinací celkem tří funkčně odlišných akustických prvků. Jedná se o širokopásmově pohltivý kazetový podhled **MAP** (více viz Tab1 - specifikace), nízkofrekvenční rezonanční podhled **SDK-TR** (více viz Tab1 - specifikace) a dále o doplňkovou plochu rovněž s nízkofrekvenční absorpcí **SDK-NF** (více viz Tab1 - specifikace). Přesná konfigurace jednotlivých prvků – viz výkresová příloha TZ.

Akustické obklady stěn: Na zadní stěnu učebny je uvažován akustický obklad **SPO** (více viz Tab1 - specifikace). Panely budou umístěny v pásu o šířce 6 m a výšce 1,8 m s dolní hranou v úrovni cca 1 m nad podlahou.

Výše definované akustické úpravy zamezí vzniku tvrdého zpožděného odrazu zvuku zpět k vyučujícímu a zabrání vzniku třepotavé ozvěny jak mezi stěnami, tak i stropem a podlahou.

Učebna č. m. 300.06 (typová malá učebna)

Popis akustických úprav:

Akustický podhled: Celoplošný akustický podhled je tvořen kombinací celkem tří funkčně odlišných akustických prvků. Jedná se o širokopásmově pohltivý kazetový podhled **MAP** (více viz Tab1 - specifikace), nízkofrekvenční rezonanční podhled **SDK-TR** (více viz Tab1 - specifikace) a dále o doplňkovou plochu rovněž s nízkofrekvenční absorpcí **SDK-NF**

(více viz Tab1 - specifikace). Přesná konfigurace jednotlivých prvků – viz výkresová příloha TZ.

Akustické obklady stěn: Na zadní stěnu učebny je uvažován akustický obklad **SPO** (více viz Tab1 - specifikace). Panely budou umístěny v pásu o šířce 4,8 m a výšce 1,8 m s dolní hranou v úrovni cca 1 m nad podlahou.

Výše definované akustické úpravy zamezí vzniku tvrdého zpožděného odrazu zvuku zpět k vyučujícímu a zabrání vzniku třepotavé ozvěny jak mezi stěnami, tak i stropem a podlahou.

Chodby

V chodbách je v rámci projektu uvažováno s aplikací celoplošného akustického obkladu s váženým činitelem zvukové pohltivosti $\alpha_w \geq 0,8$. Takováto akustická úprava zajistí zcela dostatečné snížení celkové hladiny hluku a dobrou srozumitelnost mluveného slova. Bude se tedy z uživatelského hlediska jednat o akusticky vhodné prostředí.

3. ZÁVĚR

Projekt prostorové akustiky výpočtově posuzuje typovou velkou učebnu (č. m. 300.19), typovou malou učebnu (č. m. 300.06) a tělocvičnu č. m. 100.15, jakožto akusticky náročné prostory. Pro tyto prostory je stanovena optimální doba dozvuku a navrženy příslušné akustické úpravy, které její splnění zajišťují. Projekt dále konstatuje odpovídající akustickou úpravu chodeb formou celoplošného širokopásmově pohltivého podhledu.

V rámci realizace je nutné provést etapové měření doby dozvuku čtyř vybraných prostor (tělocvičny a tří učeben) pro ověření a případnou korekci teoretického výpočtu. Dále je nutné po dokončení realizace provést závěrečné měření doby dozvuku se zpracováním výsledků formou měřicího protokolu.

Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **tělocvična 100.15, ZŠ Jizerská**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 1,35$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč	1			
	hudba				
	hudba a řeč				
objem prostoru	$V = 2158,3$	m^3	výška	6,8	m
plocha prostoru	$S = 1135,3$	m^2	délka	23	m
			šířka	13,8	m

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmech						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
Izolační SDK	0,15	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05	126,4
LAP-O	0,2	0,1	0,08	0,08	0,1	0,1	43,6
LAP-A	0,5	0,8	0,85	0,8	0,65	0,55	147,4
podlaha							
podlaha - sportovní povrch	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	317,4
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	144,2
okna + dveře	0,12	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	86,7
LAO-O	0,2	0,1	0,08	0,08	0,1	0,1	150,0
LAO-A	0,5	0,8	0,85	0,8	0,65	0,55	119,7

celková plocha	1008,9
----------------	--------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]		220,6	270,2	279,2	268,2	244,5	275,7
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,88	1,08	1,08	1,08	1,08	0,88
	horní mez	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		1,42	1,13	1,09	1,15	1,30	1,19

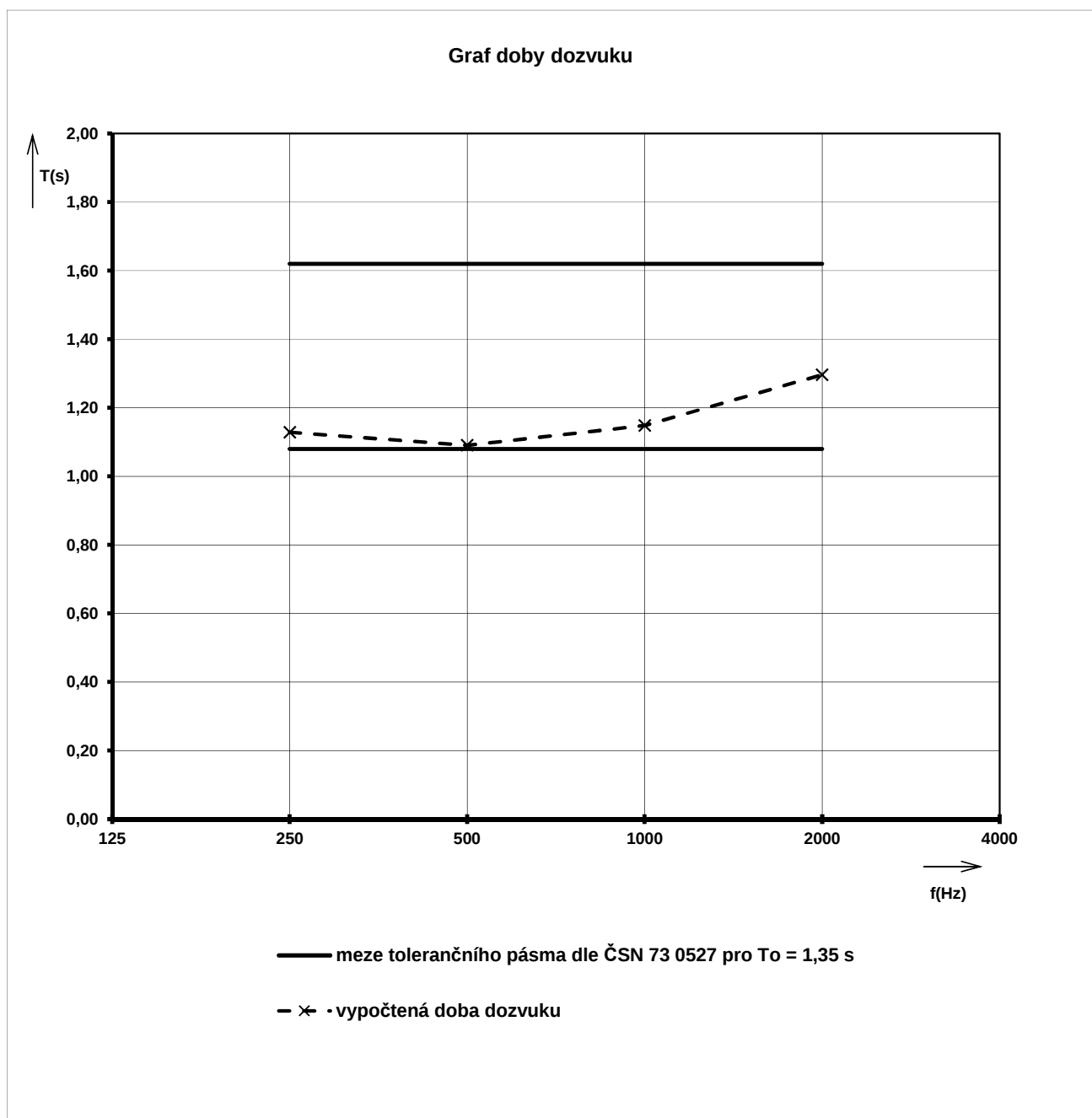
Graf vypočtené doby dozvuku

název prostoru: **tělocvična 100.15, ZŠ Jizerská**

objem prostoru $V = 2158,3 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 1135,3 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku			1,13	1,09	1,15	1,30	
toleranční pásmo [s]	dolní mez		1,08	1,08	1,08	1,08	
	horní mez		1,62	1,62	1,62	1,62	



Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **učebna 300.06, ZŠ Jizerská**

Cílová doba dozvuku	$T_0 =$	0,53	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo		řeč	1			
		hudba				
		hudba a řeč				
objem prostoru	$V =$	121,9	m ³	výška	3,2	m
plocha prostoru	$S =$	155,2	m ²	délka	6,4	m
				šířka	5,95	m

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmům						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
SDK-NF	0,2	0,1	0,07	0,06	0,06	0,05	4,0
SDK-TR	0,55	0,35	0,25	0,2	0,17	0,15	10,0
MAP	0,5	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85	21,2
svítidla	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,3
podlaha							
podlaha - PVC	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	26,1
nábytek, obsazené židle - obsazenost 80%	0,25	0,35	0,4	0,45	0,45	0,4	12,0
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	57,4
okna + dveře	0,12	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	14,6
SPO	0,55	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	8,6

celková plocha	155,2
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	29,9	34,7	35,2	35,4	36,8	40,1
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,34	0,42	0,42	0,42	0,34
	horní mez	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]	0,60	0,51	0,50	0,50	0,48	0,45

Graf vypočtené doby dozvuku

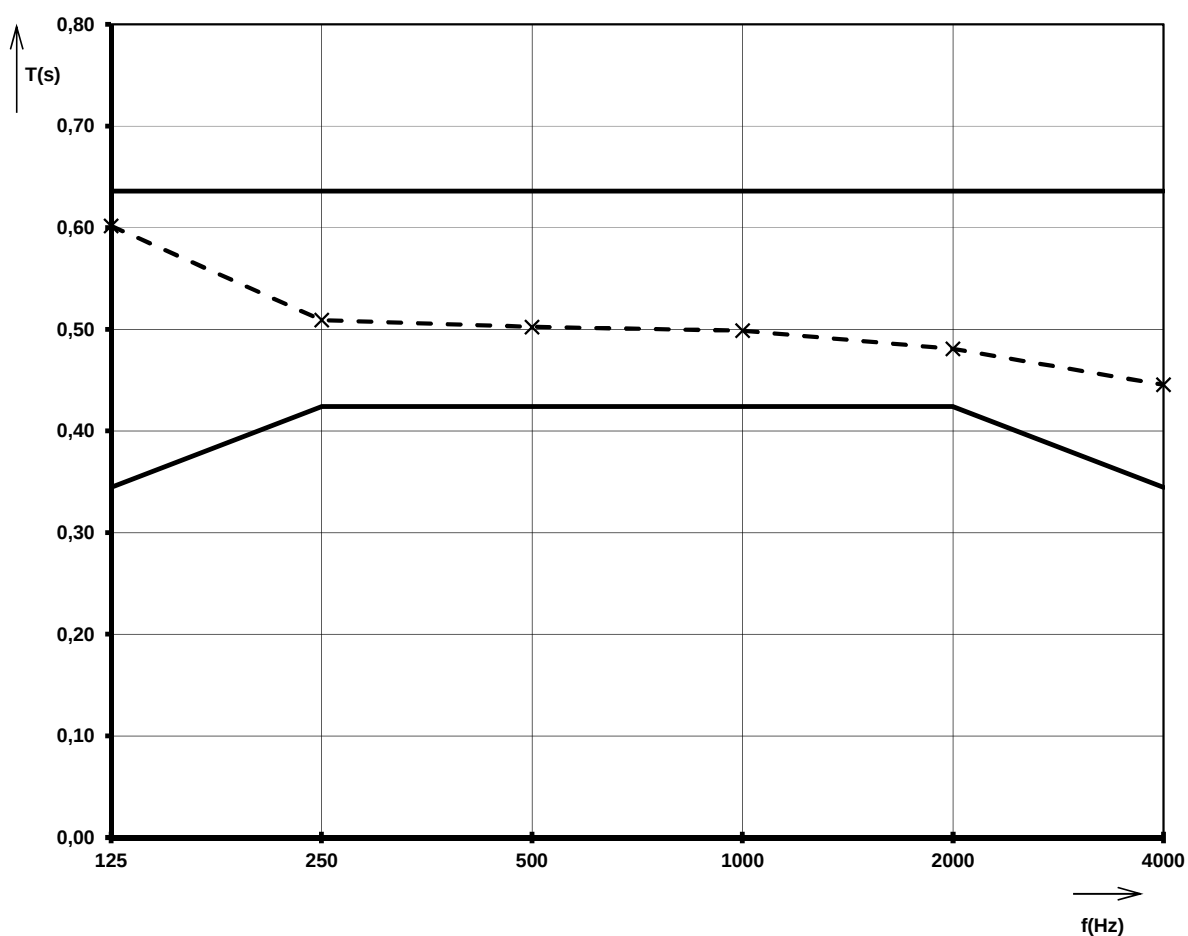
název prostoru: **učebna 300.06, ZŠ Jizerská**

objem prostoru $V = 121,9 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 155,2 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		0,60	0,51	0,50	0,50	0,48	0,45
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,34	0,42	0,42	0,42	0,42	0,34
	horní mez	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64

Graf doby dozvuku



— meze tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 pro $T_0 = 0,53 \text{ s}$

— x — vypočtená doba dozvuku

Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **učebna 300.19, ZŠ Jizerská**

Cílová doba dozvuku	$T_0 =$	0,60	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo		řeč	1			
		hudba				
		hudba a řeč				
objem prostoru	$V =$	208,8	m ³	výška	3,2	m
plocha prostoru	$S =$	234,5	m ²	délka	9	m
				šířka	7,25	m

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmech						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
SDK-NF	0,2	0,1	0,07	0,06	0,06	0,05	10,1
SDK-TR	0,55	0,35	0,25	0,2	0,17	0,15	14,6
MAP	0,5	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85	35,7
svítidla	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,6
podlaha							
podlaha - PVC	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	41,3
nábytek, obsazené židle - obsazenost 80%	0,25	0,35	0,4	0,45	0,45	0,4	24,0
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	75,7
okna + dveře	0,12	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	19,8
SPO	0,55	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	10,8

celková plocha	234,5
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]		47,2	55,9	57,0	57,8	59,7	64,8
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,39	0,48	0,48	0,48	0,48	0,39
	horní mez	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		0,65	0,54	0,53	0,52	0,50	0,47

Graf vypočtené doby dozvuku

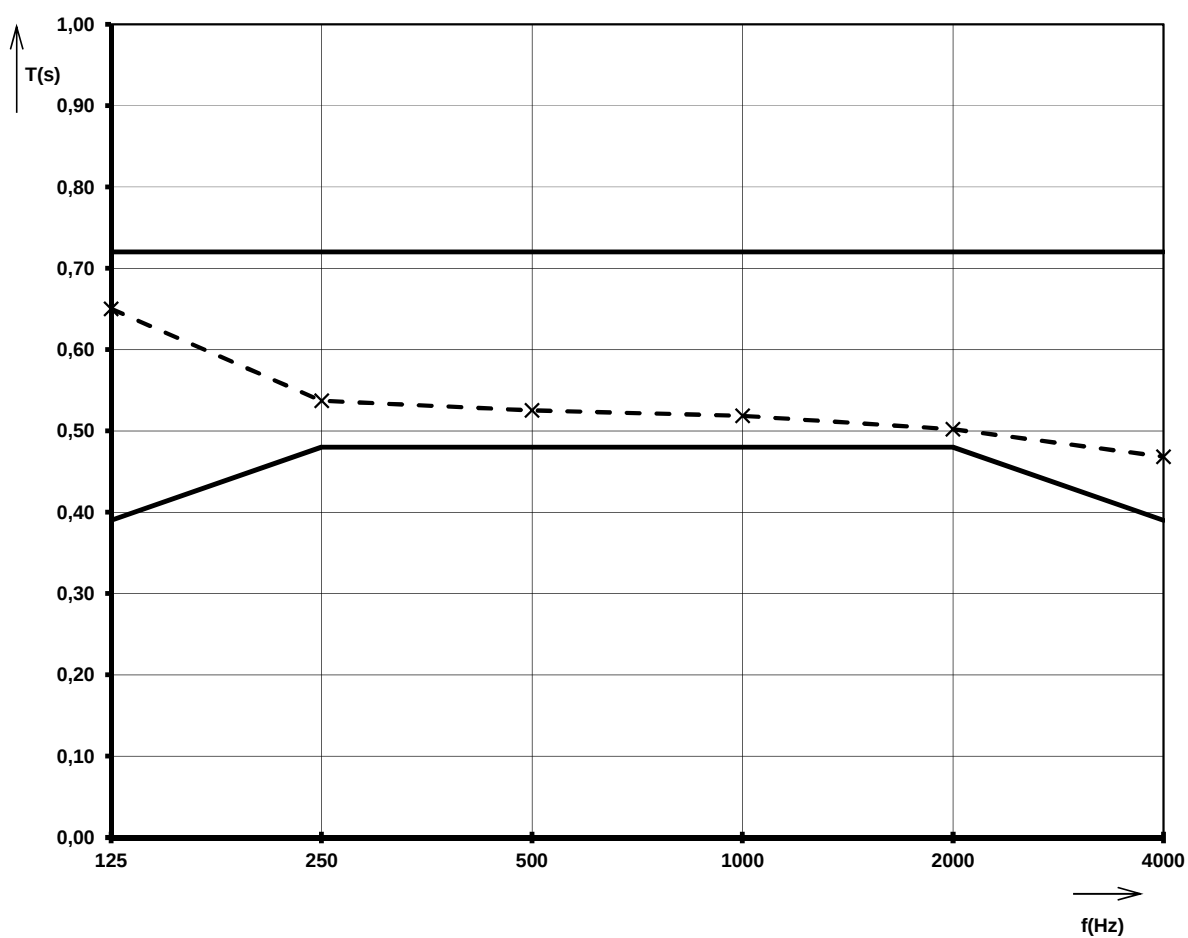
název prostoru: **učebna 300.19, ZŠ Jizerská**

objem prostoru $V = 208,8 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 234,5 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		0,65	0,54	0,53	0,52	0,50	0,47
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,39	0,48	0,48	0,48	0,48	0,39
	horní mez	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72

Graf doby dozvuku



— meze tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 pro $T_0 = 0,6 \text{ s}$

- x - vypočtená doba dozvuku

Název akce:	Výstavba objektu ZŠ – dostavba odloučeného pracoviště při ul. Jizerská, Praha 9 – Čakovice
Dokument:	Výkaz výměr a specifikace
Profese:	Prostorová akustika
Stupeň dokumentace:	DVZ

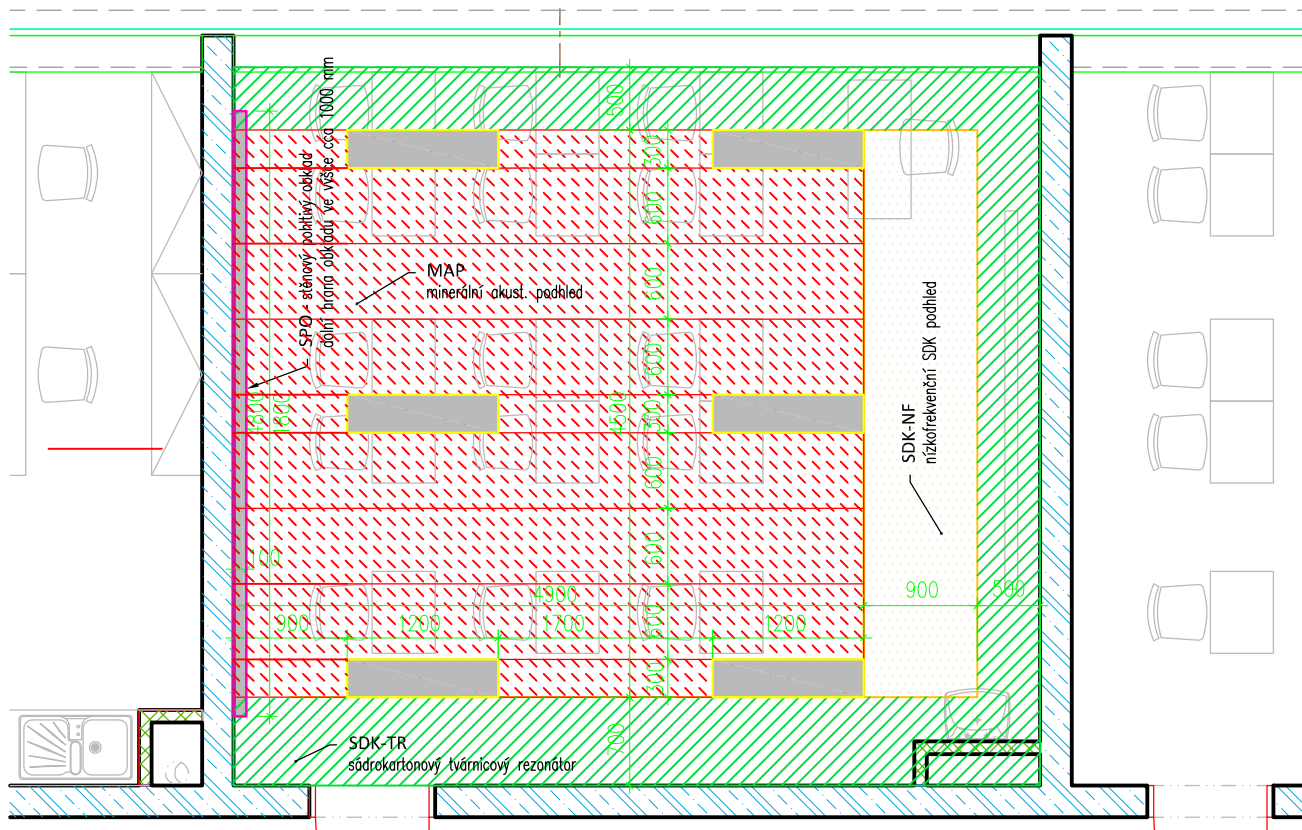
Čís. pol.	Číselné zatřídění	Popis položky	Počet měr. jednotek	Měrná jednotka	Technické specifikace, technické a uživatelské standardy stavby, podrobný popis položky
1	SDK-NF	D+M - SDK podhled nízkofrekvenční	83	m ²	nízkofrekvenční sádrokartonový podhled s tloušťkou SDK desek 12,5 mm doplněný o absorpční vložku tl. 40 až 50 mm o objemové hmotnosti 40 až 60 kg/m ³ zabalené v tenké PE folii; svěšení podhledu - cca 150 mm mimo učeby v 1 NP, kde je svěšení cca 800 mm
2	SDK-TR	D+M - SDK tvárniceový rezonátor	132	m ²	nízkofrekvenční sádrokartonový rezonátor - akustický prvek tvoří jednolitou plochu s SDK-NF plochou podhledu; vizuálně bude rezonátor znatelný pouze rezonanční štěrbinou šířky 40 mm; rubová strana rezonanční štěrbiny bude kaširována neprůhlednou bílou textilií (nesmí být viditelné nosné profily); dále bude umístěna přídatná absorpční vložka o tloušťce a objemové hmotnosti dle požadovaného činitele zvukové pohltivosti v oktávovém pásmu 125 Hz: $\alpha \geq 0,6$; přídatná absorpční vložka bude zabalená v tenké PE folii
3	MAP	D+M - minerální akustický podhled	336	m ²	jedná se o širokopásmově pohltivý rástrový podhled s kazetami s jádrem ze skelné vlny šířky 300 mm a 600 mm; délka kazet vychází z výkresové dokumentace; tloušťka podhledové kazety je 20 mm; lícový povrch kazet je tvořen unikátní vrstvou s možností údržby formou denního stírání prachu/vysávání a týdenního čištění za mokra; rubová strana kazet je pokryta skelnou tkaninou; jedná se o podhledový systém s částečně skrytým roštem nosné konstrukce; v jednom směru je mezi kazetami mezera šířky 20 mm; v druhém směru jsou kazety umístěny s fazetou nasraz; podhled je v celé ploše doplněn přídatnou absorpční vložkou tloušťky 50 mm zabalené v mikroperforované tenké PE folii o objemové hmotnosti dle požadovaných akustických parametrů; požadovaný činitel zvukové pohltivosti podhledu při celkové skladebné tloušťce 150 mm v oktávových pásmech je: 125 Hz - $\alpha \div 0,5$; 250 Hz - $\alpha \div 0,8$; 500 Hz - $\alpha \div 0,85$; 1 kHz - $\alpha \div 0,85$; 2 kHz - $\alpha \div 0,85$; 4 kHz - $\alpha \div 0,85$; celková skladebná tloušťka podhledu - cca 150 mm mimo učeby v 1 NP, kde je svěšení cca 800 mm; povrchová úprava kazet v bílé barvě; nesmí se jednat o výrobek, který při požáru jako hořící odkapává nebo odpadá
4	SPO	D+M - stěnový pohltivý obklad	101,4	m ²	jedná se o širokopásmově pohltivý pevný porézni obklad; obklad tvoří desky z tříděného barveného křemičitého písku spojeného epoxidovou pryskyřicí; jedná se o obkladové desky o formátu 1200×600 mm tloušťky 20 mm montované na speciální nosnou ocelovou konstrukci; desky budou montovány v modulech po 3 ks o celkové výšce 1,8 m a šířce dané násobky 1,2 m; 50% desek je opatřeno speciální akustickou úpravou rubové strany; upravené a neupravené desky jsou v rámci stěnového obkladu šachovnicově prostřídány; ve vzduchové mezeře za obkladovými deskami je umístěna přídatná absorpční vložka z materiálu na bázi minerální vlny zabalené v tenké PE folii; parametry absorpční vložky dle požadovaných akustických parametrů; požadovaný činitel zvukové pohltivosti obkladu v oktávových pásmech při skladebné tloušťce 100 mm je: 125 Hz - $\alpha \div 0,55$; 250 Hz - $\alpha \div 0,6$; 500 Hz - $\alpha \div 0,6$; 1 kHz - $\alpha \div 0,6$; 2 kHz - $\alpha \div 0,7$; 4 kHz - $\alpha \div 0,8$; celková skladebná tloušťka obkladu je 100 mm; barevné řešení obkladu - barva dle výběru architekta z předloženého vzorníku; obklad bude po celém obvodu zakončen obložkou z materiálu na bázi dřeva - povrchová úprava - PU lak v odstínu dle výběru architekta; plošná hmotnost obkladu - cca 40 kg/m ² ; nesmí se jednat o výrobek, který při požáru jako hořící odkapává nebo odpadá

5	LAP-A	D+M - lamelový akustický podhled - akustický	148	m ²	jedná se o širokopásmově pohltivý akustický podhled s maximem zvukové pohltivosti na středních kmitočtech; lícová plocha prvku je tvořena lamelami z materiálu na bázi dřeva (např. MDF) šířky 60 mm a výšky 18 mm se vzájemným odsazením 20 mm; lamely jsou kotveny k závěsnému nosnému rastru; rubová strana lamel je celoplošně čalouněna průzvučnou textilií v černé barvě; vzduchová mezera obkladu je v celé ploše doplněna přídatnou absorpční vložkou o tloušťce, objemové hmotnosti a umístění dle požadovaných akustických parametrů; požadovaný činitel zvukové pohltivosti obkladu při skladebné tloušťce 100 mm v oktávových pásmech je: 125 Hz – $\alpha \div 0,5$; 250 Hz - $\alpha \div 0,8$; 500 Hz - $\alpha \div 0,85$; 1 kHz - $\alpha \div 0,8$; 2 kHz - $\alpha \div 0,65$; 4 kHz - $\alpha \div 0,55$; celková skladebná tloušťka podhledu je cca 100 mm; skryté kotevní prvky; povrchová úprava – přírodní dýha dle výběru architekta (např. bříza) zalakovaná polyuretanovým lakem; hrany lamel také dýhovány; nesmí se jednat o výrobek, který při požáru jako hořící odkapává nebo odpadává; rozmístění odrazivých a pohltivých ploch akustického podhledu bude dořešeno v rámci realizační dokumentace stavby; konstrukce podhledu musí být odolná vůči mechanickému poškození
6	LAP-O	D+M - lamelový akustický podhled - odrazivý	44	m ²	jedná se spíše o odrazivý akustický podhled; lícová plocha prvku je tvořena lamelami z materiálu na bázi dřeva (např. MDF) šířky 60 mm a výšky 18 mm se vzájemným odsazením 20 mm; lamely jsou kotveny k závěsnému nosnému rastru; rubová strana lamel je celoplošně čalouněna průzvučnou textilií v černé barvě a dále zaslepena deskovým materiálem na bázi dřeva tl. min. 12 mm; vzduchová mezera podhledu je v celé ploše doplněna přídatnou absorpční vložkou o tloušťce, objemové hmotnosti a umístění dle požadovaných akustických parametrů; požadovaný činitel zvukové pohltivosti obkladu při skladebné tloušťce 100 mm v oktávových pásmech je: 125 Hz – $\alpha \div 0,2$; 250 Hz - $\alpha \div 0,1$; 500 Hz - $\alpha \div 0,08$; 1 kHz - $\alpha \div 0,08$; 2 kHz - $\alpha \div 0,1$; 4 kHz - $\alpha \div 0,1$; celková skladebná tloušťka obkladu je cca 100 mm pod dolní hranu příčných vazníků nosného stropu; skryté kotevní prvky; povrchová úprava – přírodní dýha dle výběru architekta (např. bříza) zalakovaná polyuretanovým lakem; hrany lamel také dýhovány; nesmí se jednat o výrobek, který při požáru jako hořící odkapává nebo odpadává; rozmístění odrazivých a pohltivých ploch akustického podhledu bude dořešeno v rámci realizační dokumentace stavby; konstrukce podhledu musí být odolná vůči mechanickému poškození
7	LAO-A	D+M - lamelový akustický obklad - akustický	120	m ²	jedná se o širokopásmově pohltivý akustický stěnový obklad s maximem zvukové pohltivosti na středních kmitočtech; lícová plocha prvku je tvořena vertikálně orientovanými lamelami z materiálu na bázi dřeva (např. MDF) šířky 60 mm a výšky 18 mm se vzájemným odsazením 20 mm; lamely jsou kotveny k vyrovnávacímu nosnému rastru; rubová strana lamel je celoplošně čalouněna průzvučnou textilií v černé barvě; vzduchová mezera obkladu je v celé ploše doplněna přídatnou absorpční vložkou o tloušťce, objemové hmotnosti a umístění dle požadovaných akustických parametrů; požadovaný činitel zvukové pohltivosti obkladu při skladebné tloušťce 150 mm v oktávových pásmech je: 125 Hz – $\alpha \div 0,5$; 250 Hz - $\alpha \div 0,8$; 500 Hz - $\alpha \div 0,85$; 1 kHz - $\alpha \div 0,8$; 2 kHz - $\alpha \div 0,65$; 4 kHz - $\alpha \div 0,55$; celková skladebná tloušťka obkladu je 150 mm; skryté kotevní prvky; celý obklad bude k nosné stěně kotven přes kmitočtově laditelné závěsné prvky (přerušovač akustické vazby) s vibroizolační vložkou, které omezující přenos ráž do nosné konstrukce; povrchová úprava – přírodní dýha dle výběru architekta (např. bříza) zalakovaná polyuretanovým lakem; hrany lamel také dýhovány; nesmí se jednat o výrobek, který při požáru jako hořící odkapává nebo odpadává; rozmístění odrazivých a pohltivých ploch akustického stěnového obkladu bude dořešeno v rámci realizační dokumentace stavby; konstrukce obkladu musí být odolná vůči mechanickému poškození

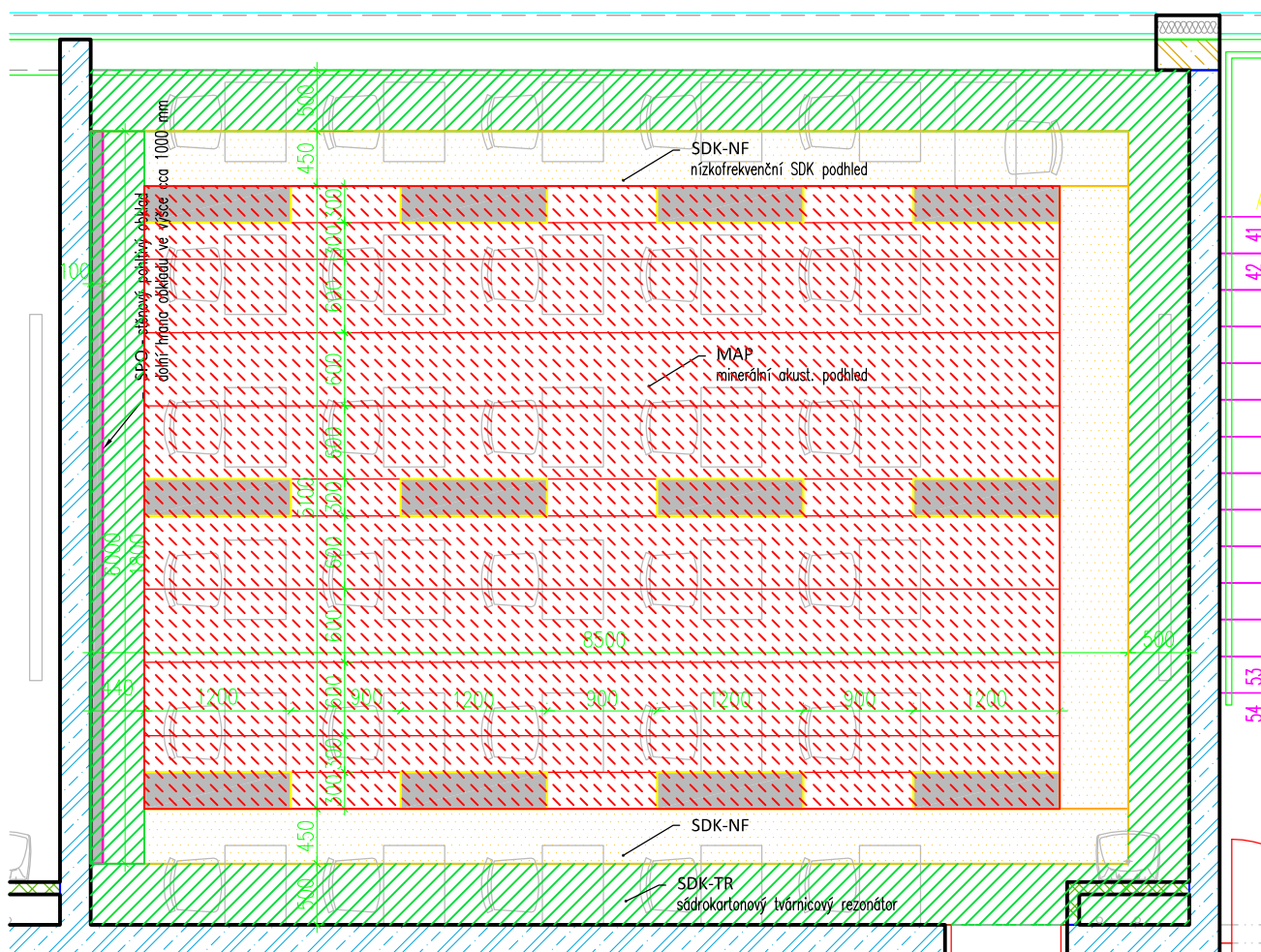
Tab1

8	LAO-O	D+M - lamelový akustický obklad - odrazivý	150	m ²	jedná se spíše o akusticky odrazivý stěnový obklad; lícová plocha prvku je tvořena vertikálně orientovanými lamelami z materiálu na bázi dřeva (např. MDF) šířky 60 mm a výšky 18 mm se vzájemným odsazením 20 mm; lamely jsou kotveny k vyrovnávacímu nosnému rastru; rubová strana lamel je celoplošně čalouněna průzvučnou textilií v černé barvě a dále zaslepena deskovým materiálem na bázi dřeva tl. min. 12 mm; vzduchová mezera obkladu je v celé ploše doplněna přídatnou absorpční vložkou o tloušťce, objemové hmotnosti a umístění dle požadovaných akustických parametrů; požadovaný číselný koeficient zvukové pohltivosti obkladu při skladebné tloušťce 150 mm v oktávových pásmech je: 125 Hz – $\alpha \div 0,2$; 250 Hz – $\alpha \div 0,1$; 500 Hz – $\alpha \div 0,08$; 1 kHz – $\alpha \div 0,08$; 2 kHz – $\alpha \div 0,1$; 4 kHz – $\alpha \div 0,1$; celková skladebná tloušťka obkladu je 150 mm; skryté kotevní prvky; celý obklad bude k nosné stěně kotven přes kmitočtově laditelné závěsné prvky (přerušovače akustické vazby) s vibroizolační vložkou, které omezující přenos rázů do nosné konstrukce; povrchová úprava – přírodní dýha dle výběru architekta (např. bříza) zalakovaná polyuretanovým lakem; hrany lamel také dýhovány; nesmí se jednat o výrobek, který při požáru jako hořící odkapává nebo odpadává; rozmístění odrazivých a pohltivých ploch akustického stěnového obkladu bude dořešeno v rámci realizační dokumentace stavby; konstrukce obkladu musí být odolná vůči mechanickému poškození
9	MDD-E	Měření doby dozvuku tří vybraných učeben a tělocvičny - etapové	4	kpl.	etapové měření doby dozvuku dle ČSN EN ISO 3382-1 tří vybraných učeben, vyhodnocení akustických parametrů ve vazbě na rozpracovanost díla
10	MDD-Z	Měření doby dozvuku tří vybraných učeben a tělocvičny - závěrečné	4	kpl.	závěrečné měření doby dozvuku dle ČSN EN ISO 3382-1, protokolární zpracování výsledků

Učebna 300.06



Učebna 300.19



MAP - minerální akust. podhled

SDK-NF - sdk podhled nízkofrekvenční

SDK-TR - sdk tvárniceový rezonátor

SPO - stěnový pohltivý obklad