

Akustická studie

TĚLOVÝCHOVNÝ PAVILON GYBY, BRNO

Řešení prostorové akustiky

Objednatel: Starycha s.r.o.; Trnkova 3104/117c; 628 00 Brno

Číslo zakázky: 24 323

Počet stran: 14

Zhotovitel:



AKUSTING, spol. s r. o., Cejl 76, 602 00 BRNO
tel.+ fax +420 545 210 297

Výtisk č.:

1

2

3

4

5

E

Měřila:

Ing. Hana Vojířová

Ing. Hana Vojířová

Vypracovala:

Ing. Hana Vojířová

AKUSTING
spol. s r.o.
Cejl 76, 602 00 Brno
DIČ.: CZ 276 79 748

Kontrolovala:

Petra Bílá

P. Bílá

Datum:

25. března 2025

Veškerá práva k využití si vyhrazuje AKUSTING společně se zadavatelem. Výsledky obsažené v dokumentaci jsou duševním vlastnictvím firmy AKUSTING. Jejich veřejná publikace a další využití nad rámec původního smluvního určení nebo předání třetí osobě je vázáno na souhlas zpracovatele.

DIČ: CZ 27679748
IČO: 27679748

e-mail: akusting@akusting.cz
http: www.akusting.cz

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	POUŽITÁ LITERATURA A PODKLADY	3
3	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	3
4	NORMOVÉ POŽADAVKY NA PROSTORY	4
5	AKUSTICKÁ MĚŘENÍ V PROSTORU	5
5.1	Popis měření	5
5.2	Měřicí aparatura a pomocná měřidla	5
5.3	Popis měřených prostorů	5
5.4	Výsledky měření dozvuku	5
6	NÁVRH A POSOUZENÍ AKUSTICKÉHO ŘEŠENÍ	8
6.1	116 - tělocvična	8
6.2	117 - gymnastická tělocvična	10
7	POUŽITÉ MATERIÁLY	12
7.1	Širokopásmové obklady	12
7.2	Pohltivost použitých materiálů	12
8	PODROBNÉ VÝSTUPY	12

1 Úvod

Tato zpráva obsahující výsledky měření, modelaci prostorů, vyhodnocení a návrh opatření s ohledem na platnou legislativu byla vypracována jako podklad pro návrh akustických úprav ke zlepšení poslechových podmínek ve dvou tělocvičnách v tělovýchovném pavilonu Gymnázia Brno-Bystrc. Zakázka je vedena pod číslem 24 323.

Pro posouzení je použito příslušných norem ČSN a odborná literatura.

2 Použitá literatura a podklady

- 1 Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých ze dne 4. října 2005 ve znění pozdějších předpisů.
- 2 ČSN EN ISO 3382-1: Akustika. Měření parametrů prostorové akustiky. Část 1: Prostory pro přednes hudby a řeči. Úřad pro technickou normalizaci; prosinec 2009.
- 3 ČSN EN ISO 3382-2: Akustika. Měření parametrů prostorové akustiky. Část 2: Doba dozvuku v běžných prostorech. Úřad pro technickou normalizaci; únor 2009.
- 4 ČSN 73 0525: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Všeobecné zásady. Český normalizační institut; únor 1998.
- 5 ČSN 73 0527: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely.; srpen 2023.
- 6 DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung (Prostorová akustika – Požadavky, doporučení a pokyny pro projektování)
- 7 Výstavba školských zařízení - Akustické řešení školních staveb; Ministerstvo školství ČSR; duben 1972.
- 8 Master Handbook of Acoustics, Sixth Edition; F.Alton Everest, Ken C. Pohlmann; McGraw-Hill Education; 2015. ISBN 978-0-07-184104-7.
- 9 Hrádek, Tuček; Katalog akustických prvků, Akademie múzických umění v Praze; Praha; 2011. ISBN 978-80-7331-316-6
- 10 Vlastní zaměření prostorů, fotodokumentace.

3 Seznam použitých zkratk a symbolů

f	(Hz)	- frekvence
T	(s)	- doba dozvuku
T_{30}	(s)	- doba dozvuku určená z poklesu mezi v rozmezí 5 až 35 dB
T_o	(s)	- optimální doba dozvuku pro dané využití a objem místnosti
$T_{N}; T_U$	(s)	- doba dozvuku neupraveného prostoru, doba dozvuku upraveného prostoru
V	(m ³)	- objem místnosti
c	(m.s ⁻¹)	- rychlost šíření zvuku ve vzduchu
α_w	(-)	- vážený činitel zvukové pohltivosti
α	(-)	- činitel zvukové pohltivosti
$\alpha_{stř}$	(-)	- střední činitel zvukové pohltivosti
$\alpha_{125-4kHz}$	(-)	- frekvenční průběh zvukové pohltivosti v oktávách
NRC	(-)	- střední hodnota činitele pohltivosti $NRC=(\alpha_{n,250}+ \alpha_{n,500}+ \alpha_{n,1000}+ \alpha_{n,2000})/4$
A	(m ²)	- celková ekvivalentní pohltivá plocha prostoru
no.		- neobsazený prostor
ob.		- obsazený prostor

4 Normové požadavky na prostory

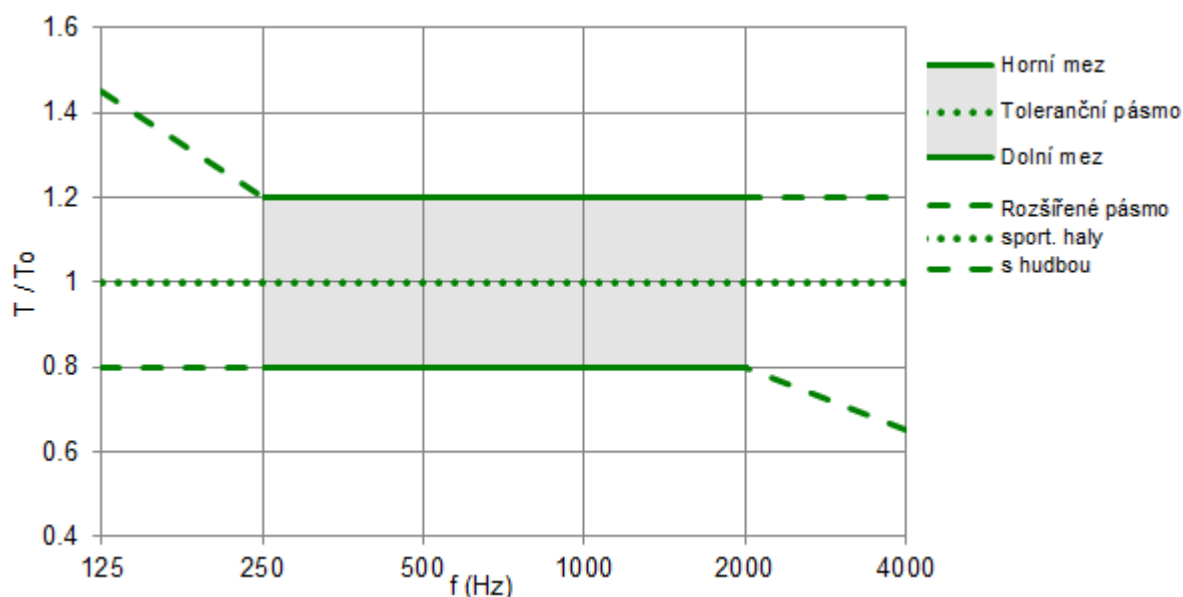
Normy ČSN 73 0527 a ČSN 73 0525 uvádí zásady pro projektování a realizaci uzavřených prostorů pro kulturní účely, prostorů ve školách a prostorů pro veřejné účely. Platí pro nově zřizované, rekonstruované nebo adaptované prostory, v nichž kvalita poslechových podmínek či akustická pohoda hraje významnou roli. Rozhodujícím krokem pro vytvoření příznivých akustických poměrů v uzavřeném prostoru je dosažení optimální doby dozvuku, odpovídající danému účelu prostoru.

Pro uzavřené prostory pro kulturní účely, prostory ve školách a prostory pro veřejné účely stanovují normy pro daný objem místnosti V (m^3) a s ohledem na využití místnosti optimální dobu dozvuku T_0 (s) a přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma. Důležité je, aby byla doba dozvuku ve frekvenčním spektru vyrovnaná. Doba dozvuku se pro vypočte pro oktávová pásma od 125 Hz do 4000 Hz. Pro tělocvičny se doba dozvuku vypočte pro oktávová pásma od 250 Hz do 2000 Hz.

116 Tělocvična	$V = 2\,700\text{ m}^3 \rightarrow T_0 = 1,35\text{ s}$
117 Gymnastická tělocvična	$V = 1\,300\text{ m}^3 \rightarrow T_0 = 1,20\text{ s}$

Přípustná toleranční pásma pro odchylky doby dozvuku od optimální hodnoty (T/T_0) jsou uvedena v grafu 4.1. U sportovišť, kde je ve větší míře reprodukována i hudba doporučujeme posouzení v oktávových pásmech od 125 Hz do 4000 Hz. V grafu níže je naznačeno čarkovanou křivkou.

Graf 4.1: Přípustné zúžené rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 pro tělocvičny v závislosti na středním kmitočtu okt. pásma



5 Akustická měření v prostoru

5.1 Popis měření

V obou prostorech bylo provedeno měření doby dozvuku dle ČSN EN ISO 3382-2, lit. /2/. Pro měření byla použita metoda přerušného šumu. Jako zdroj šumu byl použit vnitřní generátor zvukoměru 2250. Bylo použito růžového šumu, který byl reprodukován pomocí všesměrového zdroje. V každé poloze mikrofonu byla provedena tři měření doby dozvuku.

Při měření byly polohy mikrofonu voleny tak, aby došlo k optimálnímu pokrytí místností a byly splněny požadavky na vzdálenosti mikrofonu a zdroje od odrazivých povrchů i mezi polohami mezi sebou. Měřicí mikrofon byl umístěn na stativu ve výšce 1,5 m nad podlahou a orientován směrem nahoru. Doba dozvuku byla měřena v třetinooktávových pásmech v kmitočtovém rozsahu od 100 Hz do 5 kHz. Při určování prostorového průměru bylo použito aritmetického průměrování dob dozvuku. Prostorový průměr je dán střední hodnotou jednotlivých dob dozvuku pro všechny příslušné polohy zdroje a mikrofonu.

Doba dozvuku T_{20} resp. T_{30} byla vypočtena ze sklonu křivky poklesu akustického tlaku v části -5 až -25 dB resp. -5 až -35 dB pod počáteční úroveň jako doba potřebná k poklesu hladiny o 60 dB v oktávových pásmech 125 Hz až 4 kHz. Výsledná doba dozvuku prostoru byla následně vypočtena jako aritmetický průměr ze všech naměřených dob dozvuku pro dané kmitočtové pásmo.

Byly voleny dvě polohy všesměrového zdroje a minimálně 20 kombinací zdroj-mikrofon. Měření odpovídá požadavkům přesného měření.

5.2 Měřicí aparatura a pomocná měřidla

Zvukoměr:	2250, v. č. 2611534, ověř. list 6035-OL-Z0056-23 z 26. 4. 2023, platnost do 25. 4. 2025		
Mikrofon:	4189, v. č. 3307637, ověř. list 6035-OL-M0016-24 z 22. 2. 2024, platnost do 21. 2. 2026		
Akustický kalibrátor:	4230, v. č. 1639122, kalibr. list 8012-KL-10217-23 z 4. 4. 2023, platnost do 3. 4. 2025		
Třída přesnosti měřidel:	1	Výrobce přístrojů:	Brüel & Kjaer, Dánsko
Všesměr. zdroj hluku:	DODECAHEDRON, číslo karty zařízení 012		
Výkonový zesilovač:	QSC AUDIO RMX 1450, v. č. 110626402		
Stáčecí metr:	JOBI, i. č. SM-145-06, kalibr. list KL-P06892/2016, kalibrace 29. 6. 2016, platnost do 28. 6. 2026		
Teploměr, vlhkoměr:	C4130, v.č.20900127, kalibr. list 20900127/001, kalibrace 15. 10. 2020, platnost do 15. 10. 2025		

5.3 Popis měřených prostorů

Měřenými prostory byly dvě tělocvičny Gymnázia Brno-Bystrc umístěné v tělovýchovném pavilonu. V obou tělocvičnách je parketová podlaha a podhled tvořený plechovými lamelami. Stěny jsou omítnuté a do výšky 2 m nad podlahou opatřeny dřevěným obkladem. V žádném z měřených prostorů nejsou aplikovány žádné akustické úpravy. V gymnastické tělocvičně je umístěna horolezecká stěna. Plechový podhled je ve špatném stavu a má být nahrazen podhledem akustickým, který by měl zlepšit poslechové podmínky v obou prostorech. Doba dozvuku v obou tělocvičnách leží v současnosti zcela mimo toleranční pásmo.

5.4 Výsledky měření dozvuku

V této kapitole předkládáme výsledky měření doby dozvuku v řešených prostorech. Podrobné výstupy z měření jsou předloženy v kapitole 8 v závěru zprávy.

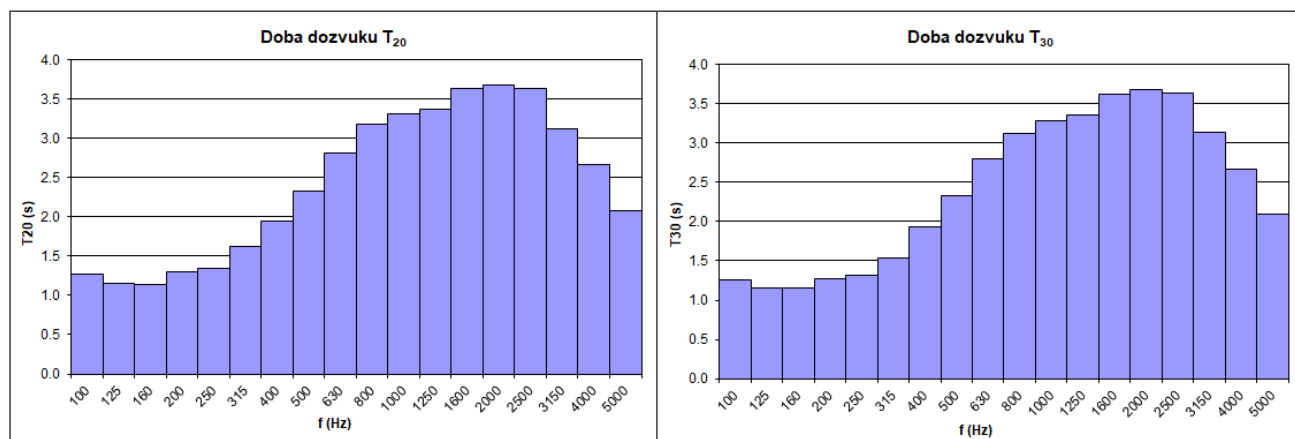
5.4.1 116 - Tělocvična

Tab. 5.1: Doba dozvuku v místnosti – průměr z naměřených hodnot 1/3 oktávy a oktávy

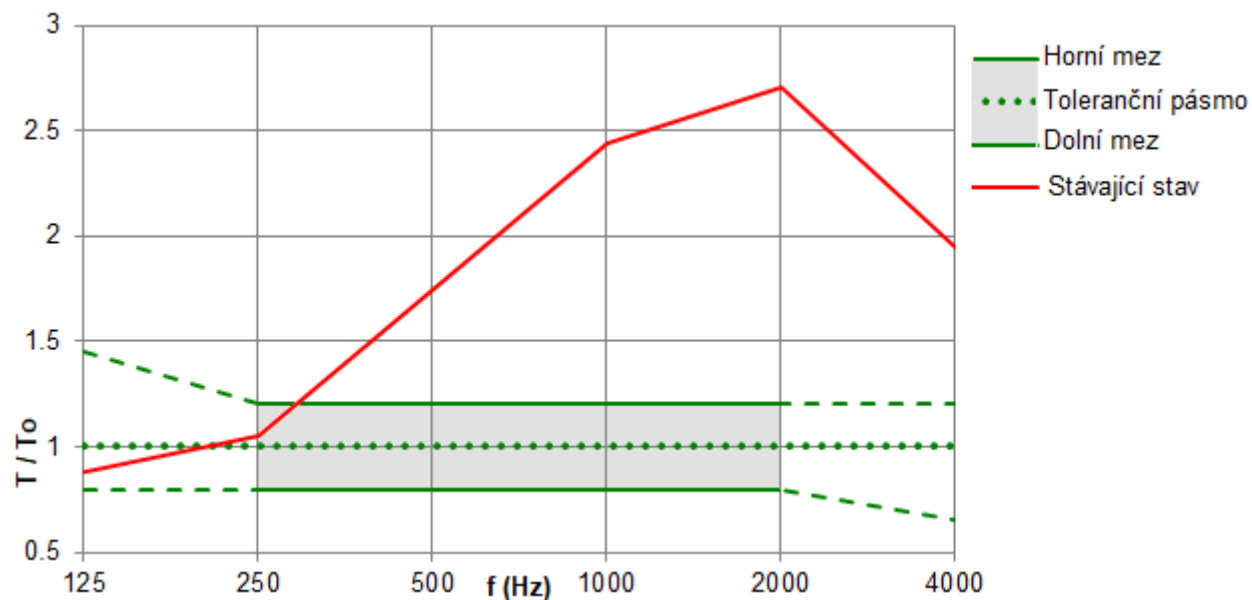
f [Hz]	T ₂₀ [s]	T ₃₀ [s]	σ(T ₂₀) [s]	σ(T ₃₀) [s]
100	1,27	1,26	0,06	0,03
125	1,15	1,16	0,05	0,03
160	1,14	1,16	0,04	0,02
200	1,31	1,27	0,04	0,02
250	1,35	1,31	0,04	0,02
315	1,62	1,54	0,04	0,02
400	1,95	1,93	0,03	0,02
500	2,33	2,33	0,03	0,02
630	2,81	2,79	0,03	0,02
800	3,17	3,12	0,03	0,02
1000	3,32	3,28	0,03	0,02
1250	3,38	3,36	0,03	0,02
1600	3,63	3,62	0,02	0,01
2000	3,67	3,68	0,02	0,01
2500	3,63	3,63	0,02	0,01
3150	3,12	3,14	0,02	0,01
4000	2,66	2,67	0,01	0,01
5000	2,08	2,09	0,01	0,01

f [Hz]	T ₂₀ [s]	T ₃₀ [s]
125	1,19	1,19
250	1,43	1,37
500	2,36	2,35
1000	3,29	3,25
2000	3,65	3,64
4000	2,62	2,63

Graf 5.1: Doba dozvuku v místnosti



Graf 5.2: Grafické znázornění doby dozvuku v prostoru (T₀ = 1,35 s)



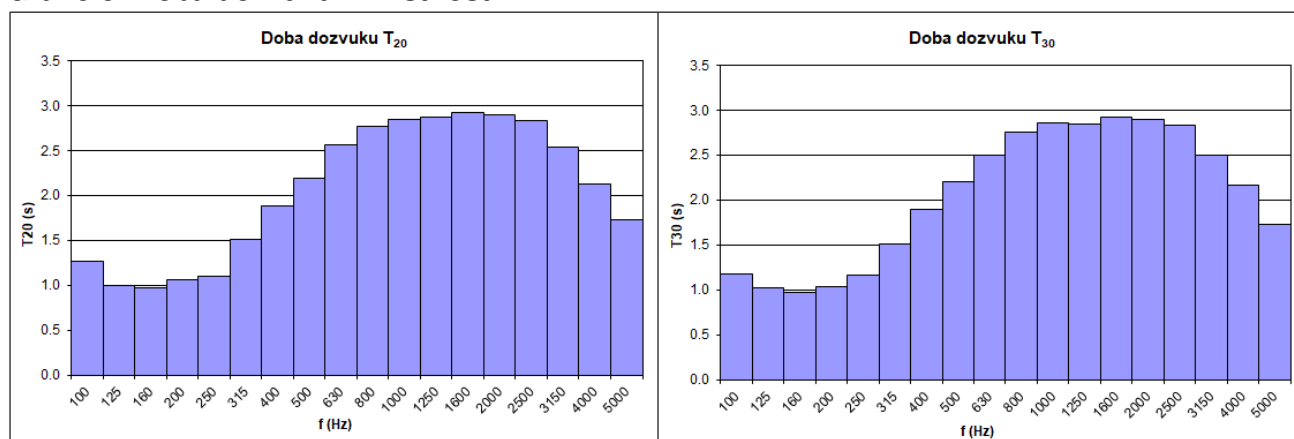
5.4.2 117 - Gymnastická tělocvična

Tab. 5.2: Doba dozvuku v místnosti – průměr z naměřených hodnot 1/3 oktávy a oktávy

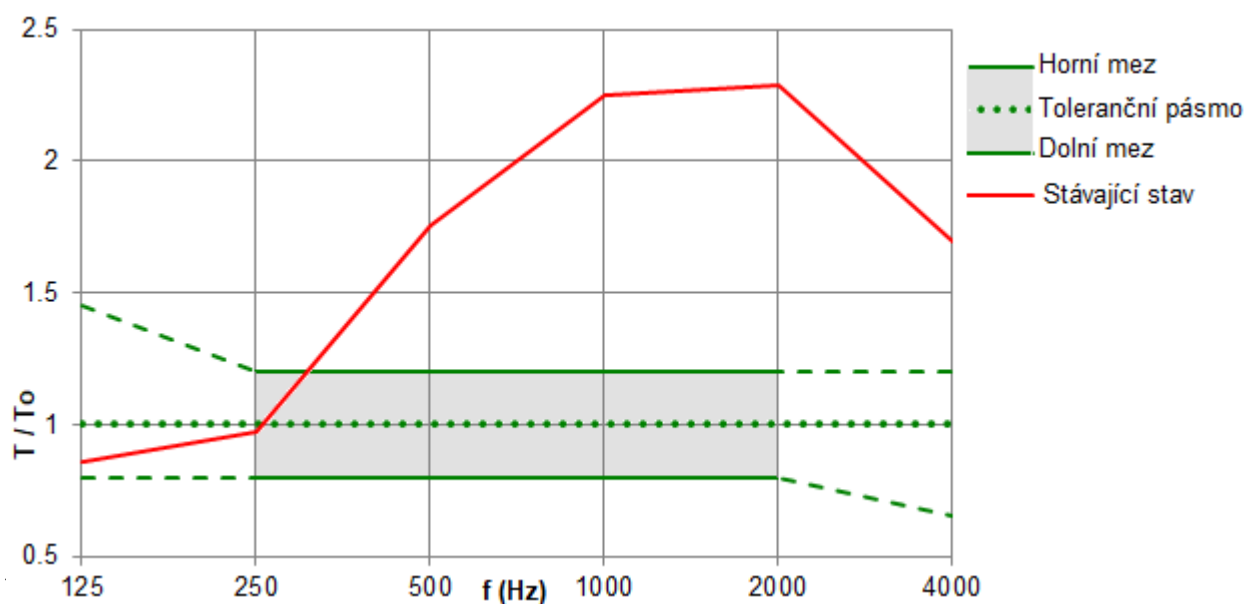
f [Hz]	T_{20} [s]	T_{30} [s]	$\sigma(T_{20})$ [s]	$\sigma(T_{30})$ [s]
100	1,27	1,18	0,06	0,03
125	1,00	1,03	0,05	0,03
160	0,97	0,97	0,04	0,02
200	1,06	1,04	0,04	0,02
250	1,10	1,16	0,03	0,02
315	1,51	1,52	0,04	0,02
400	1,89	1,89	0,04	0,02
500	2,19	2,21	0,03	0,02
630	2,57	2,50	0,03	0,02
800	2,77	2,76	0,03	0,02
1000	2,85	2,86	0,03	0,02
1250	2,88	2,85	0,03	0,02
1600	2,93	2,92	0,02	0,01
2000	2,89	2,90	0,02	0,01
2500	2,84	2,83	0,02	0,01
3150	2,54	2,50	0,01	0,01
4000	2,13	2,16	0,01	0,01
5000	1,73	1,73	0,01	0,01

f [Hz]	T_{20} [s]	T_{30} [s]
125	1,08	1,06
250	1,22	1,24
500	2,21	2,20
1000	2,83	2,82
2000	2,89	2,89
4000	2,13	2,13

Graf 5.3: Doba dozvuku v místnosti



Graf 5.4: Grafické znázornění doby dozvuku v prostoru ($T_0 = 1,20$ s)



6 Návrh a posouzení akustického řešení

Pro sportovní haly je obecně požadován širokopásmový akustický obklad stropu. Širokopásmový obklad je definován jako obklad, jehož vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w \geq 0,8$. Vážený činitel zvukové pohltivosti je jednočíselná kmitočtově nezávislá hodnota rovná hodnotě směrné křivky na 500 Hz po jejím posuvu, jak stanoví norma ČSN EN ISO 11 654. Obvykle je třeba obklad stropu doplnit ještě o obklad stěn.

Materiálové řešení bylo konzultováno s projektantem. Pro úpravy byly použity desky z dřevěné vlny pojené magnezitem tloušťky 25 mm s šířkou vlákna 1 mm.

6.1 116 - tělocvična

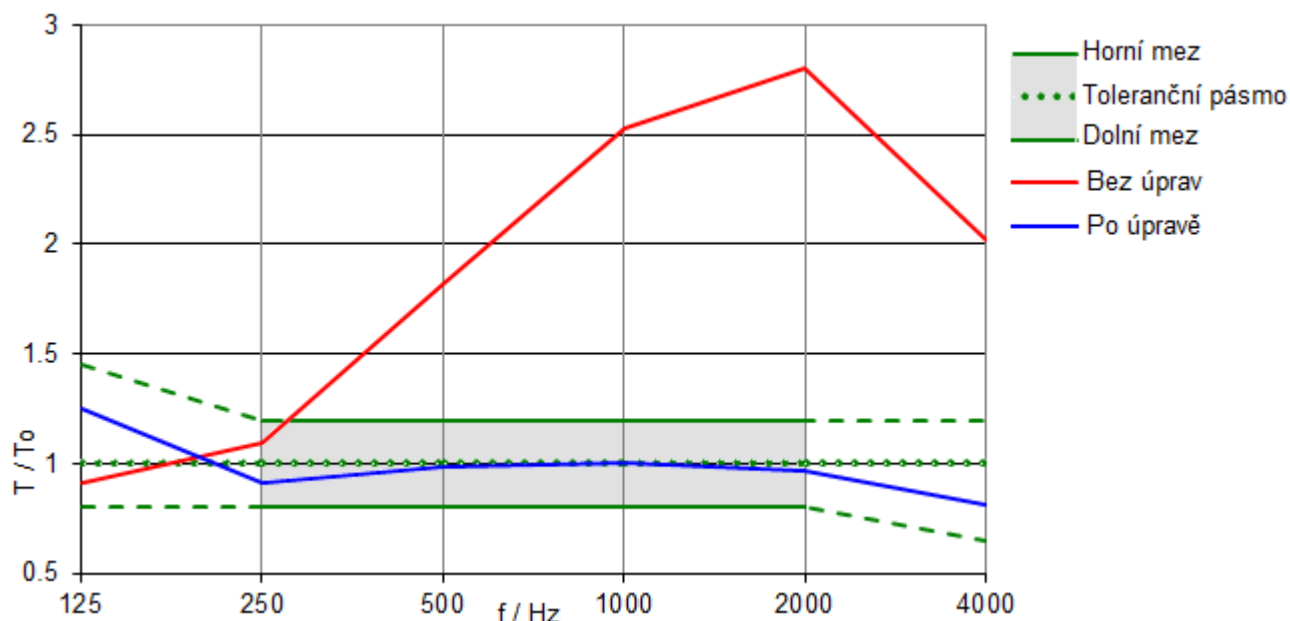
Obdélníkový prostor má parketovou podlahu, která zůstane zachována. Na stěnách je do výšky 2 m nad podlahou instalován dřevěný obklad. Ve spodní části delší stěny s okny je obklad tvořen dřevěnými prkny s mezerami, které kryjí otopná tělesa.

Na strop byl aplikován pohltivý podhled se svěšením minimálně 200 mm. Do dutiny nad podhled byla vložena minerální vata s objemovou hmotností nad 40 kg.m^{-3} . Podél stěn v šířce 1,2 m, a pod nosníky v šířce 2,4 m, bylo vloženo 100 mm minerální vaty. Na zbytku stropu pak 50 mm minerální vaty. Plocha stropu se 100 mm MV cca 230 m^2 , plocha stropu s 50 mm MV cca 220 m^2 . Úprava stropu byla doplněna o pohltivou úpravu stěny naproti oknům a jedné čelní stěny v celkové ploše $22,8 \text{ m}^2$. Byly použity panely $600 \times 1200 \text{ mm}$.

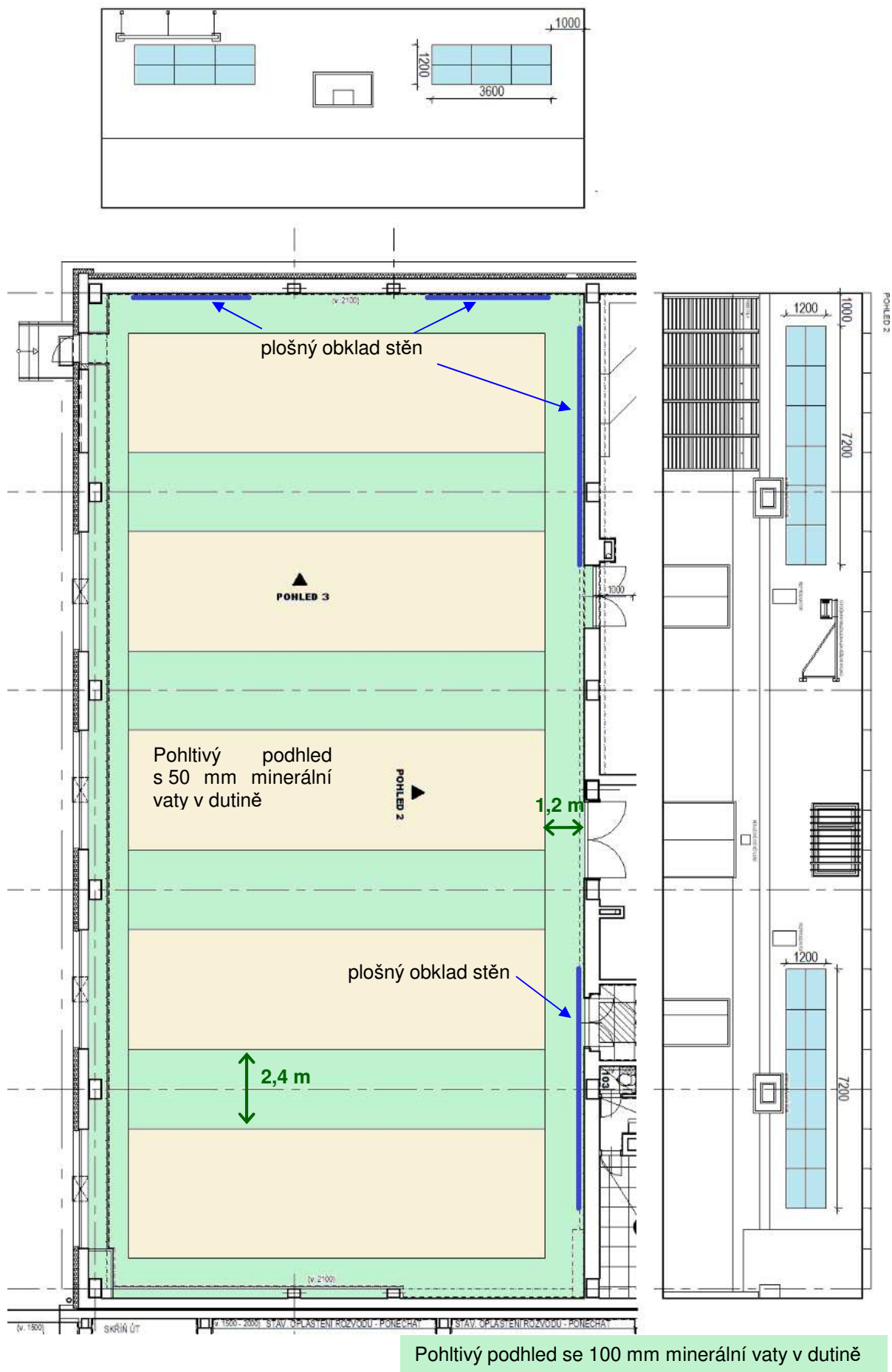
Tab. 6.1: Výsledky výpočtů doby dozvuku po úpravě stropu a stěn tělocvičny

116 - Tělocvična $T_0 = 1,35 \text{ s}$		f / Hz					
		125	250	500	1000	2000	4000
Původní stav bez úprav	T_N	1,19	1,43	2,36	3,29	3,65	2,62
Úprava stropu a stěn	T_{up1}	1,62	1,19	1,28	1,30	1,26	1,06

Graf 6.1: Průběh doby dozvuku po úpravě stropu a stěn



Obr. 6.1: Schéma umístění akustických úprav stropu a stěn v tělocvičně



6.2 117 - gymnastická tělocvična

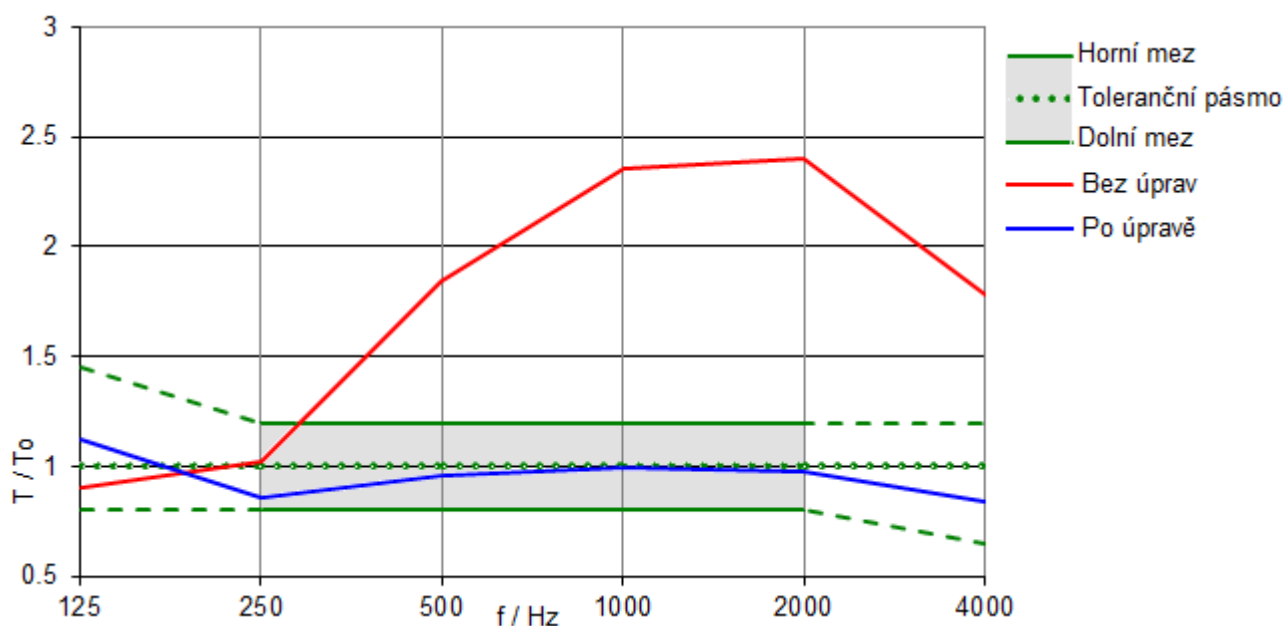
Téměř čtvercový prostor má parketovou podlahu, která zůstane zachována. Na stěnách je do výšky 2 m nad podlahou instalován dřevěný obklad. Ve spodní části delší stěny s okny je obklad tvořen dřevěnými prkny s mezerami, které kryjí otopná tělesa. V jednom z rohů je umístěná horolezecká stěna.

Na strop byl aplikován pohltivý podhled se svěšením minimálně 200 mm. Do dutiny nad podhled byla vložena minerální vata s objemovou hmotností nad 40 kg.m^{-3} . Podél stěn v šířce 1,2 m, pod nosník ve střední části v šířce 2,4 m a podél vnitřní stěny k zázemí tělocvičny v šířce 2,4 m, bylo vloženo 100 mm minerální vaty. Na zbytku stropu pak 50 mm minerální vaty. Plocha stropu se 100 mm MV cca 101 m^2 , plocha stropu s 50 mm MV cca 108 m^2 . Úprava stropu byla doplněna o pohltivou úpravu stěny vedle oken v celkové ploše $11,5 \text{ m}^2$.

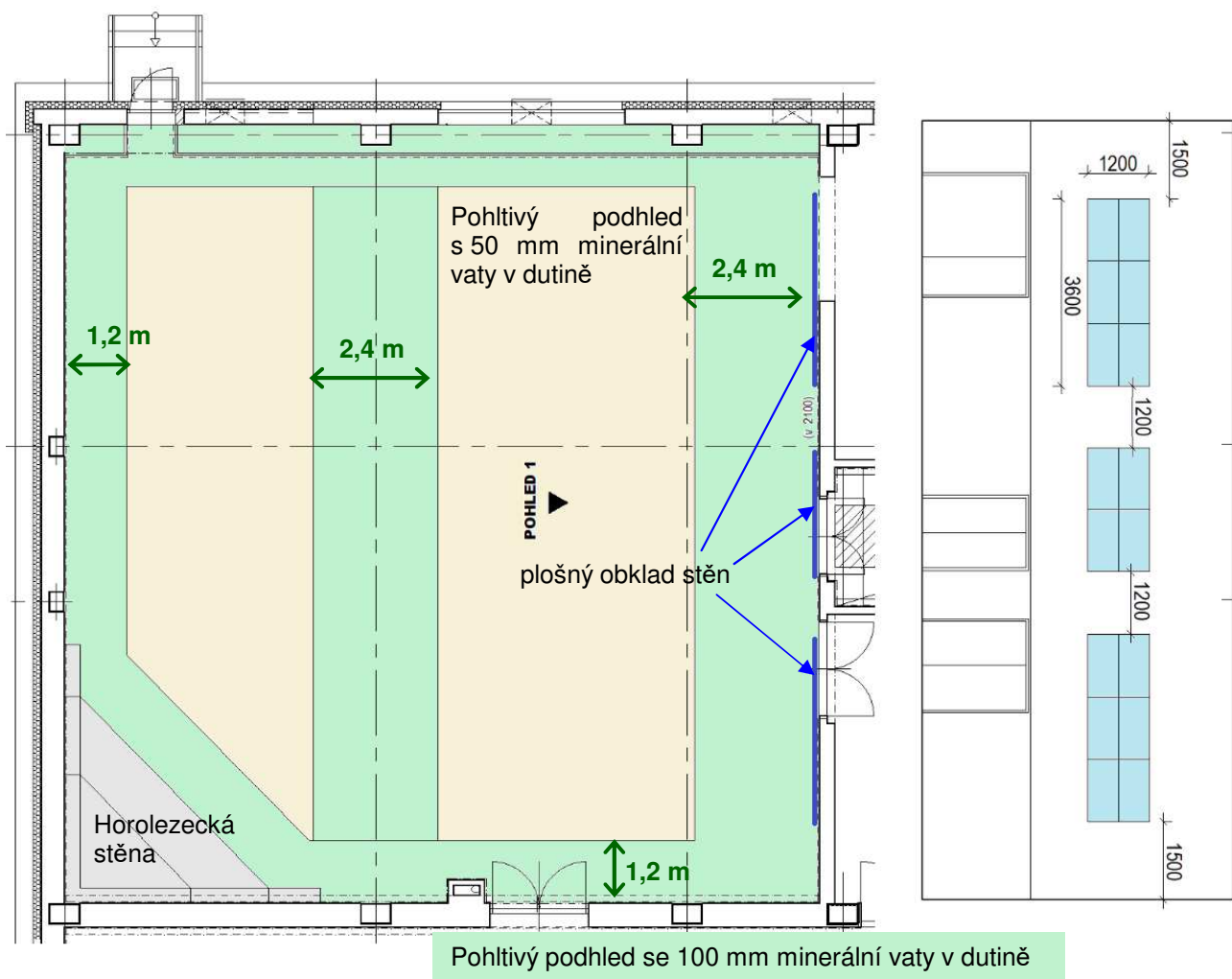
Tab. 6.2: Výsledky výpočtů doby dozvuku po úpravě stropu a stěn tělocvičny

117 - gymnastická tělocvična $T_o = 1,20 \text{ s}$		f / Hz					
		125	250	500	1000	2000	4000
Původní stav bez úprav	T_N	1,08	1,22	2,21	2,83	2,89	2,13
Úprava stropu a stěn	T_{up1}	1,35	1,03	1,15	1,19	1,17	1,01

Graf 6.2: Průběh doby dozvuku po úpravě stropu a stěn



Obr. 6.2: Schéma umístění akustických úprav stropu a stěny v gymnastické tělocvičně



7 Použité materiály

7.1 Širokopásmové obklady

Dřevovláknité desky z dřevěné vlny pojené magnezitem. Vlákna mají různou šířku 1 mm, 2 mm, 3 mm. Umožňují řešit akustické i mechanicky odolné podhledy, podhledové ostrůvky i stěnové obklady. Uplatní se i jako protipožární konstrukce. Montují se v deskách do různých typů rástrové konstrukce nebo se lepí k podkladu. Panely lze doplňovat absorberem.

Rozměry panelu: 600x600 mm, 1200x1200 mm, další rozměry na vyžádání

Barevné řešení: Standardně béžová nebo bílá podobná RAL 9010, další barvy dle vzorníku RAL, NCS, StoColor na vyžádání

Reakce na oheň: Bs1, d0 podle ČSN EN 13501-01, A2s1, d0 podle ČSN EN 13501-01

Odolnost vlhkosti: standardně do 80%, s úpravou BFA do 90% relativní vzdušné vlhkosti



vlákno 3 mm



vlákno 2 mm

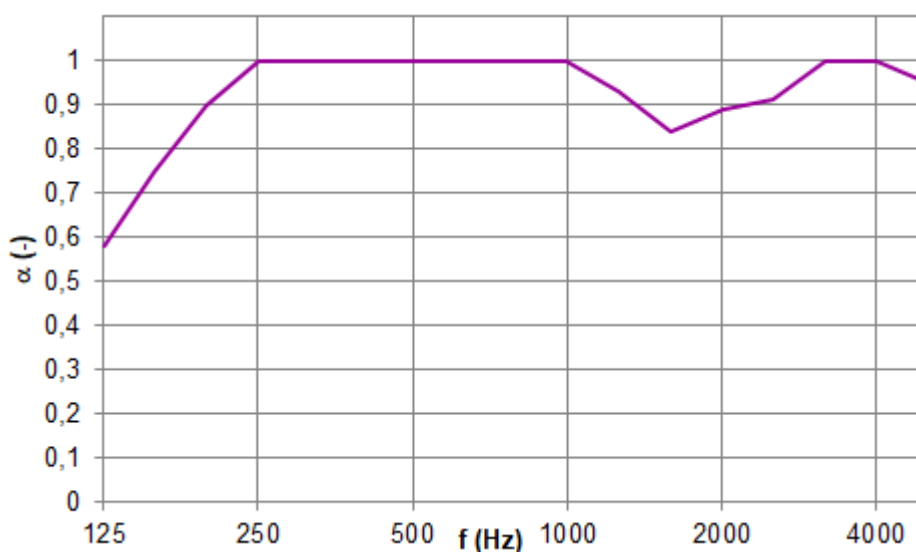


vlákno 1 mm

7.2 Pohltivost použitých materiálů

Pro úpravy byly použity desky z dřevěné vlny pojené magnezitem tloušťky 25 mm s šířkou vlákna 1 mm. Na stropě byly instalovány se svěšením minimálně 200 mm a 50 mm a 100 mm minerální vaty v dutině za podhledem.

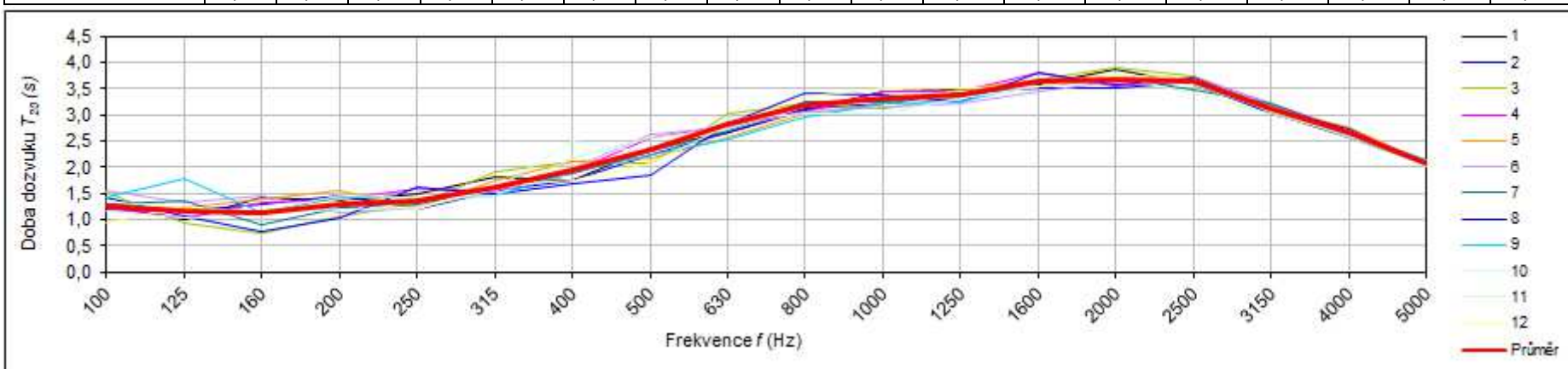
Graf 7.1: Pohltivost podhledu se svěšením 200 mm a 50 mm minerální vaty v dutině



8 Podrobné výstupy



Datum zkoušky:		10. března 2024										Objem místnosti:		2 700 m ³					
Popis místnosti:		116 tělocvična Gymnázium Brno-Bystrc										Stav obsazení:		1 osoba při měření					
		Doba dozvuku T_{20} (s)																	
Poloha mikrofonu č.		f (Hz)																	
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
1		1,25	1,01	1,44	1,37	1,50	1,81	1,74	2,38	2,65	3,09	3,44	3,49	3,58	3,87	3,58	3,04	2,56	2,04
2		1,19	1,15	1,31	1,46	1,20	1,57	1,74	2,25	2,65	3,12	3,20	3,42	3,52	3,50	3,65	3,01	2,62	2,09
3		1,53	0,94	0,74	1,08	1,28	1,90	2,11	2,07	3,02	3,20	3,12	3,34	3,68	3,89	3,72	3,17	2,66	2,07
4		1,23	1,03	1,33	1,38	1,59	1,57	1,91	2,55	2,78	3,05	3,43	3,45	3,81	3,55	3,71	3,23	2,69	2,08
5		1,27	1,22	1,39	1,57	1,23	1,75	2,10	2,16	2,56	3,02	3,21	3,48	3,66	3,72	3,69	3,11	2,76	2,09
6		1,54	1,34	1,47	1,13	1,24	1,56	1,97	2,64	2,75	3,04	3,14	3,23	3,45	3,65	3,70	3,23	2,67	2,14
7		1,31	1,36	0,92	1,23	1,31	1,61	1,89	2,32	2,70	3,26	3,26	3,42	3,53	3,71	3,48	3,20	2,65	2,09
8		1,43	1,08	0,77	1,03	1,61	1,50	1,69	1,85	2,83	3,40	3,39	3,24	3,79	3,58	3,71	3,13	2,73	2,06
9		1,41	1,77	1,12	1,44	1,42	1,47	1,92	2,24	2,52	2,97	3,23	3,24	3,60	3,64	3,67	3,14	2,64	2,14
10		1,18	1,04	1,13	1,20	1,24	1,60	2,49	2,28	2,91	3,02	3,01	3,30	3,55	3,73	3,56	3,08	2,58	2,01
11		1,37	1,21	1,17	1,46	1,42	1,46	2,16	2,56	2,74	3,19	3,36	3,44	3,53	3,72	3,41	3,03	2,64	2,04
12		0,94	1,26	1,11	1,40	1,21	1,66	1,74	2,07	2,78	3,35	3,51	3,52	3,53	3,76	3,67	3,06	2,70	2,06
13		1,17	1,19	1,40	1,15	1,40	1,52	2,37	2,49	2,84	3,26	3,39	3,53	3,68	3,70	3,64	3,12	2,70	2,10
14		1,33	1,60	1,13	1,30	1,54	1,65	1,95	2,45	2,81	3,09	3,26	3,44	3,76	3,73	3,63	3,02	2,69	2,10
15		1,25	1,07	1,19	1,46	1,47	1,74	1,62	2,40	2,76	3,01	3,16	3,17	3,75	3,69	3,81	3,26	2,72	2,11
16		1,00	0,98	1,05	1,36	1,17	1,70	1,84	2,47	2,82	3,08	3,43	3,31	3,70	3,55	3,65	3,08	2,60	2,07
17		1,02	1,21	1,17	1,30	1,18	1,89	2,35	2,43	2,81	3,22	3,34	3,47	3,67	3,71	3,68	3,13	2,64	2,08
18		1,32	0,83	1,13	1,33	1,36	1,73	1,97	2,37	2,85	3,19	3,27	3,27	3,73	3,54	3,65	3,14	2,61	2,12
19		1,11	1,01	0,96	1,22	1,53	1,43	1,97	2,53	2,70	3,24	3,57	3,46	3,58	3,71	3,50	3,08	2,48	2,07
20		1,09	1,02	0,95	1,44	1,28	1,38	1,63	2,41	2,93	3,42	3,43	3,38	3,62	3,58	3,57	3,11	2,80	2,07
21		1,49	0,97	1,04	1,14	1,14	1,53	1,98	2,13	3,04	3,19	3,44	3,33	3,66	3,71	3,64	3,13	2,67	2,00
22		1,24	1,11	1,21	1,33	1,22	1,53	1,80	2,31	3,07	3,29	3,26	3,36	3,57	3,72	3,67	3,10	2,70	2,04
23		1,49	1,12	1,01	1,26	1,44	1,76	1,94	2,16	3,11	3,32	3,51	3,37	3,60	3,54	3,61	3,25	2,71	2,09
Průměr*		1,27	1,15	1,14	1,31	1,35	1,62	1,95	2,33	2,81	3,17	3,32	3,38	3,63	3,67	3,63	3,12	2,66	2,08



Datum zkoušky: 10. března 2025
Popis místnosti: 117 gymnastická tělocvična Gymnázium Brno-Bystrc
Objem místnosti: 1 300 m³
Stav obsazení: 1 osoba při měření

Poloha mikrofonu č.	Doba dozvuku T_{20} (s)																	
	f (Hz)																	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
1	1,23	1,03	1,04	1,21	1,34	1,62	1,96	1,98	2,64	2,77	3,05	2,98	2,92	2,88	2,90	2,61	2,19	1,69
2	1,36	0,70	0,91	0,94	1,18	1,48	1,84	2,08	2,74	2,79	2,86	2,87	2,92	2,89	2,83	2,44	2,16	1,70
3	1,14	1,41	1,04	0,93	1,15	1,61	1,73	2,12	2,49	2,63	2,95	2,86	3,05	3,08	2,91	2,44	2,13	1,73
4	1,23	1,17	0,93	0,90	0,85	1,19	2,03	2,09	2,71	2,74	2,73	2,80	2,94	2,87	2,89	2,51	2,19	1,72
5	0,89	1,08	0,60	0,94	1,16	1,46	2,11	2,30	2,63	2,70	2,76	2,80	2,90	2,90	2,95	2,59	2,05	1,72
6	1,37	1,29	1,14	1,00	1,22	1,44	2,03	2,20	2,63	2,79	3,01	2,80	2,88	2,86	2,79	2,55	2,06	1,76
7	0,81	0,81	1,11	1,10	1,04	1,78	2,00	2,16	2,68	2,79	2,91	2,65	3,02	2,83	2,85	2,64	2,17	1,72
8	1,05	0,74	0,87	0,96	1,20	1,67	1,86	2,17	2,55	2,75	3,13	3,06	2,86	2,99	2,98	2,48	2,09	1,63
9	1,17	1,09	1,08	1,20	1,03	1,56	1,65	2,45	2,48	2,67	2,92	2,89	2,99	2,78	2,75	2,57	2,12	1,77
10	1,32	0,73	0,59	1,27	1,13	1,38	1,48	2,10	2,51	2,85	2,67	2,75	2,77	3,03	2,87	2,53	2,08	1,77
11	1,51	1,03	1,04	0,97	1,19	1,44	2,11	2,32	2,44	2,89	2,65	2,78	2,92	2,84	2,84	2,56	2,07	1,70
12	1,46	0,87	0,96	1,08	1,19	1,49	1,82	2,02	2,69	2,74	2,89	3,04	2,99	2,84	2,77	2,52	2,08	1,79
13	1,04	0,82	0,82	1,22	1,05	1,38	1,88	2,28	2,43	2,74	2,80	2,79	2,89	2,75	2,80	2,46	2,17	1,74
14	0,87	1,08	1,22	1,05	0,91	1,55	2,16	2,22	2,38	2,96	2,89	3,18	3,15	2,95	2,83	2,56	2,13	1,75
15	1,23	1,25	0,84	0,86	1,12	1,48	2,05	2,16	2,57	2,70	2,95	2,68	2,73	2,96	2,88	2,49	2,23	1,74
16	1,51	1,38	0,98	1,26	1,03	1,50	1,82	2,32	2,55	3,11	2,94	2,89	3,00	2,87	2,78	2,51	2,13	1,79
17	1,17	0,81	1,02	0,97	0,99	1,59	1,85	1,84	2,60	2,66	2,67	2,82	2,89	2,85	2,75	2,59	2,13	1,74
18	0,91	1,27	1,26	1,20	1,11	1,68	1,89	2,35	2,62	2,57	3,10	2,86	2,87	2,81	2,81	2,52	2,16	1,72
19	1,79	0,79	1,00	1,08	1,08	1,35	1,70	2,40	2,47	2,62	2,53	2,96	3,00	2,98	2,82	2,61	2,21	1,79
20	2,38	0,67	0,87	1,02	1,07	1,45	1,73	2,29	2,53	2,89	2,63	3,05	2,87	2,93	2,74	2,53	2,11	1,67
Průměr*	1,27	1,00	0,97	1,06	1,10	1,51	1,89	2,19	2,57	2,77	2,85	2,88	2,93	2,89	2,84	2,54	2,13	1,73

