

**OBJEDNATEL:**

Mateřská škola, Praha 10,  
Magnitogorská 1430/14  
101 00 Praha 10  
IČ 70 924 147

# PROTOKOL Z MĚŘENÍ

**AKCE:** **MŠ Magnitogorská**  
Magnitogorská 1430/14, Praha 10 – Vršovice

**OBSAH:** měření parametrů prostorové akustiky v hernách  
doby dozvuku a index srozumitelnosti řeči STI

**VYPRACOVAL:** Ing. Stanislav Bříza

**V PRAZE DNE:** 19. listopadu 2022

## OBSAH

I. ÚVOD.....	5
II. POPIS OBJEKTU, JEHO STAVEBNÍ A TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	5
III. MĚŘENÍ PARAMETRŮ PROSTOROVÉ AKUSTIKY.....	6
III.a Podmínky při měření a měřicí technika.....	6
III.b Měřicí technika.....	6
III.c Měření doby dozvuku.....	7
III.d Měření srozumitelnosti řeči / indexu přenosu řeči STI.....	8
III.e Hladiny akustického tlaku v herně během provozu.....	10
IV. POŽADAVKY NA PROSTOROVOU AKUSTIKU.....	10
V. ZÁVĚR.....	12
VI. FOTODOKUMENTACE STÁVAJÍCÍHO STAVU.....	13

## SEZNAM ZKRATEK

AKS	akustická studie
BD	bytový dům
CSD	celostátní sčítání dopravy
ČSN	Česká technická norma
CUZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
EDT	počáteční doba poklesu, doba dozvuku vyhodnocená z poklesu o 20 dB
HL	hlukový limit
KHS	krajská hygienická stanice
KN	katastr nemovitostí
$L'_{nT,w}$	vážená stavební kročejová neprůzvučnost
$L_{Aeq,T}$	ekvivalentní hladina akustického tlaku A [dB]
$L_{Amax}$	maximální hladina akustického tlaku A [dB]
$L_{ASEL}$	hladina akustického tlaku A vztažená k časovému intervalu 1 s [dB]
$L_{nT,w}$	vážená laboratorní kročejová neprůzvučnost
$L_{wIA}$	hladina akustického výkonu A [dB]
MB	měřicí bod
MD	Ministerstvo dopravy
MN	metodický návod
MŠ	mateřská škola
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
NRL	Národní referenční laboratoř
NV	nařízení vlády
OOVZ	orgán ochrany veřejného zdraví
OP	obvodový plášť budovy
OS	obytný soubor
PHO	protihlukové opatření
Predictor	predikční software pro výpočet šíření hluku ve venkovním prostředí
$R'_{w}$	vážená stavební vzduchová neprůzvučnost
RD	rodinný dům
RPDI	roční průměr denních intenzit dopravy pro všechny dny v roce
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
RT	doba dozvuku
RÚJIAN	Registr územní identifikace, adres a nemovitostí
$R_w$	vážená vzduchová neprůzvučnost
SB	sledovaný bod
SHM	strategické hlukové mapy
SHZ	stará hluková zátěž
STI	index přenosu řeči
SII	index srozumitelnosti řeči
STIPA	index přenosu řeči pro PA systémy veřejného ozvučení
SŽ	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
T	doba dozvuku
$T_{20}$	doba dozvuku vyhodnocená z poklesu o 20 dB
$T_{30}$	doba dozvuku vyhodnocená z poklesu o 30 dB
$T_o$	doba dozvuku optimální
TP	technické podmínky
TZB	technické zařízení budov
TZI	třída zvukové izolace oken
VCHP	chráněný venkovní prostor
VCHPS	chráněný venkovní prostor stavby
VnCHPS	chráněný vnitřní prostor stavby
VZT	technologie větrání budov
ZABAGED	základní báze geografických dat České republiky
ZI	zvuková izolace
ZU	zdravotní ústav

## PODKLADY

- [1] ČSN EN ISO 3382-2, Akustika - Měření parametrů prostorové akustiky - Část 2: Doba dozvuku v běžných prostorech
- [2] ČSN EN IEC 60268-16 ed. 3, Elektroakustická zařízení - Část 16: Objektivní hodnocení srozumitelnosti řeči indexem přenosu řeči
- [3] ČSN 73 0527, Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely
- [4] ČSN EN ISO 11654, Akustika - Absorbéry zvuku používané v budovách - Hodnocení zvukové pohltivosti
- [5] ČSN 73 0532 (2020), Akustika, Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky
- [6] ČSN ISO 1996-1, Akustika, Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení
- [7] ČSN ISO 1996-2, Akustika, Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 2: Určování hladin akustického tlaku
- [8] Hluk a chvění, Doc. Ing. R. Nový, CSc., 1995, ISBN 80-01-02246-3
- [9] Stavební fyzika 1, Ing. J. Kaňka, Ph.D, ČVUT 2007
- [10] Stavební fyzika 10, J. Čechura, ČVUT 1997
- [11] Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí; Věstník MZ, částka 11/2017 ze dne 18. října 2017.
- [12] Nařízení vlády č. 217/2016 Sb., NV. č. 241/2018 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb.
- [13] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve zn. pozd. předpisů
- [14] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve zn. pozd. předpisů
- [15] Zákon č. 183/2006 Sb., Stavební zákon, ve zn. pozd. předpisů
- [16] Zákon č. 258/2000 Sb., Zákon o ochraně veřejného zdraví, ve zn. pozd. předpisů
- [17] Zákon č. 256/2013 Sb., Zákon o katastru nemovitostí, ve zn. pozd. předpisů
- [18] Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve zn. pozd. předpisů

## I. ÚVOD

Úkolem této studie je zhodnotit stávající stav prostorové akustiky v zadaném prostoru dvou heren v 1. a 2. NP pavilonu B v MŠ Magnitogorská v Praze.

## II. POPIS OBJEKTU, JEHO STAVEBNÍ A TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

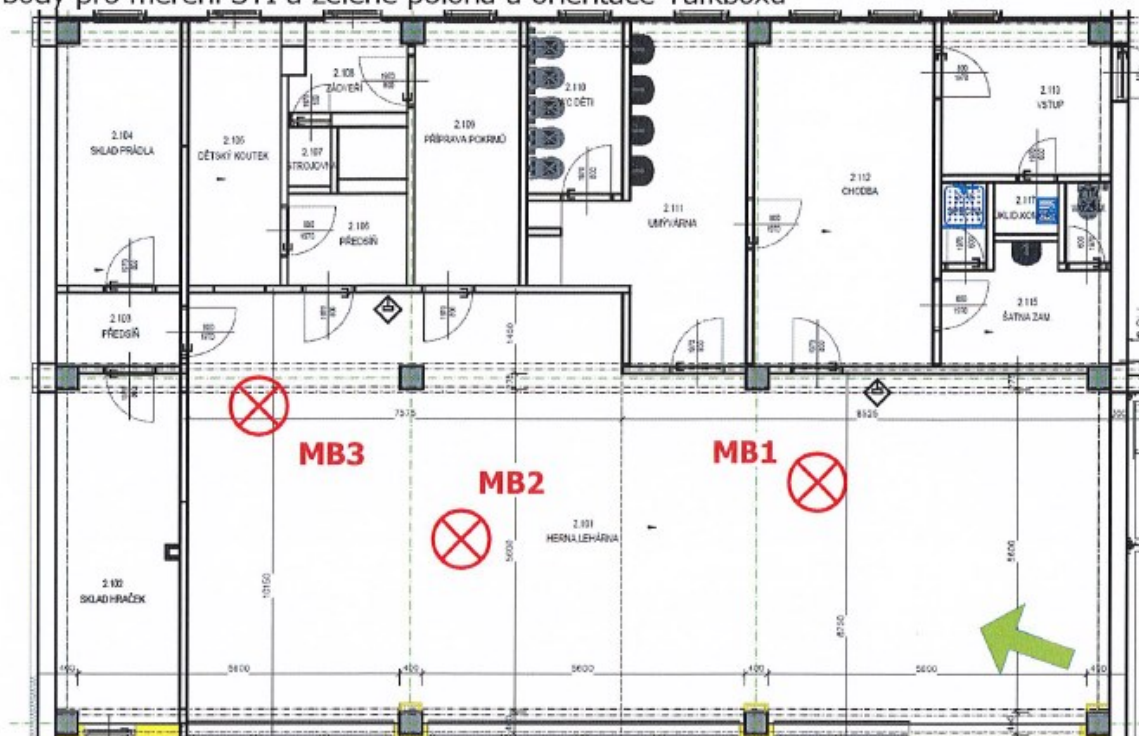
Objekt MŠ Magnitogorská se sestává s několika pavilonů, předmětem měření byly dvě herny č. 1.101 a č. 1.101 v 1. a 2. NP pavilonu B. Hodnocené herny jsou stavebně, půdorysně i vybavením zcela totožné, liší se jen v drobných detailech mobilního a drobného inventáře, který z hlediska parametrů prostorové akustiky málo významné.

Konstrukční řešení objektu MŠ je železobetonový prefabrikovaný skelet. Zazdění lodžii je provedeno výplňovým zdivem z děrovaných cihel. Stropy i stěny heren jsou omítnuté, okna plastová s dvojitým zasklením, podlaha je v části se stolečky tvořena povlakem typu linoleum a v druhé otevřené části herny kobercem, který zaujímá plochu cca 42 m<sup>2</sup>. Celková plocha herny je cca 150 m<sup>2</sup>, výška stropu 2,95 m a 2,62 v místě překladu. Celkový objem jedné herny je cca 440 m<sup>3</sup>. Uspořádání obou heren je totožné: v západní části herny je koberec, kde si děti zpravidla hrají na zemi, ve východní části je umístěno 5 stolečků, každý s 6 židličkami bez polstrování. Po obvodu místností je rozmístěn sekční nábytek a v JV rohu místnosti kancelářský stůl s dvěma polstrovanými kancelářskými křesly pro pracovníky školky. Vnitřní strana oken byla vybavena žaluziemi, svítidla byla liniová se zářivkami typu 2x36W/840 umístěná v hliníkové mřížce a přisazená na strop. V herně 1.101 nebyly instalovány dveře do umývárny a v herně 2.101 nebyly instalovány dveře do umývárny, předsíně a dětského koutku.

**Obr. 1** – situace širších vztahů objektu MŠ



**Obr. 2** – půdorys herny 2.101, který je analogický k herně 1.101, červeně vyznačené body pro měření STI a zeleně poloha a orientace Talkboxu



### III. MĚŘENÍ PARAMETRŮ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Na základě objednávky zadavatele bylo provedeno měření parametrů prostorové akustiky stávajícího provedení obou heren. Předmětem měření byly doby dozvuku heren, hladiny hluku při přítomnosti dětí a měření indexu přenosu řeči STI.

#### III.a Podmínky při měření a měřicí technika

Měření a místní šetření proběhlo za účasti zaměstnanců MŠ, v některých případech i za přítomnosti dětí, dne pátek 18. listopadu 2022 v době od 11:20 do 13:20 h. Teplota v hernách byla 22-23 °C, relativní vlhkost 44-46 % a tlak okolí 977 hPa.

#### III.b Měřicí technika

Při měření byla použita technika viz následující tabulka 1. Měřicí aparatura byla před a po měření kalibrována podle pokynů výrobce. Pro měření dob dozvuku byly jako impuls použity nafukovací balonky.

**Tabulka 1** – přehled použité měřicí techniky

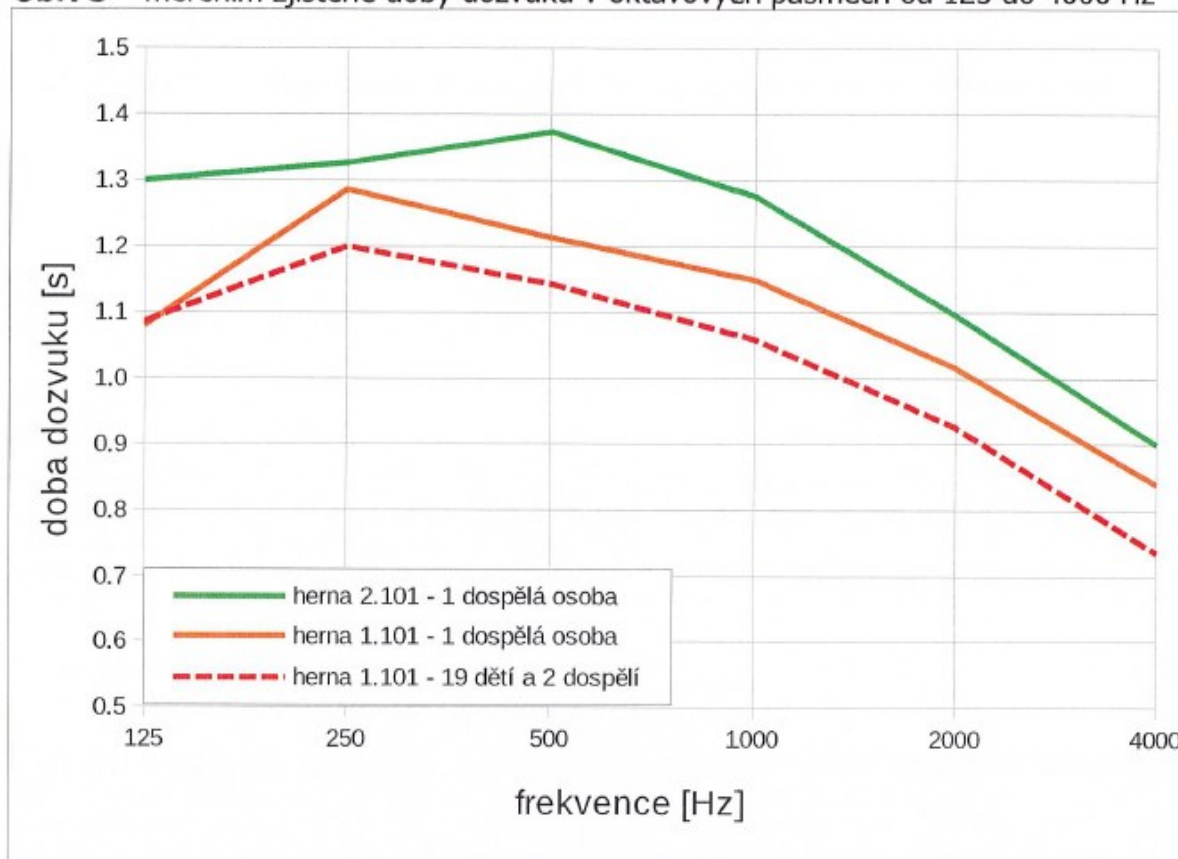
přístroj	výrobce	typ	s/n	ověření/kalibrace
analýzátor Měření dob dozvuku	Nti	XL2	A2A-12133-E0	8012-OL-10299-22
analýzátor Měření STI	Nti	XL2	A2A-09601-E0	-
mikrofon	Nti	MC230A	A16161 předzesilovač MA220 S/N: 5331	8012-OL-10300-22
kalibrovaný reproduktor	Nti	TalkBox	TNN272	-
Termohygro- barometr	Greisinger	GFTB 100	70126-21	1033-KL70126-21 (vlhkost a teplota) 1033-KL-C0300-21 (tlak)
dálkoměr	Leica	S910	5154030112	8015-KL-Z0153-21
stativ	Gitzo			

### III.c Měření doby dozvuku

Měření doby dozvuku proběhlo podle ČSN EN ISO 3382-2 a to metodou impulsové odezvy, kdy zdrojem impulsů byly nafukovací balonky. Měření proběhlo v 12 měřicích bodech a dle normy „přesnou“ metodou. Prvních 6 bodů bylo ve východní polovině herny se stolečky a dalších 6 bodů bylo umístěno v západní polovině místnosti s kobercem. Místa zdrojů hluku byla vždy umístěna náhodně po prostoru herny ve vzdálenosti nejméně 4 m od mikrofonu a 1,0 m od stěn, stropu či podlahy. Měření proběhlo v 1/3 oktávových pásmech, které byly následně zprůměrovány na oktávová pásma viz tabulka 2, grafické průběhy jsou na obr. 3. V případě herny 1.101 bylo provedeno měření i pro hernu obsazenou 19 dětmi + 2 dospělé osoby. Z měření v obsazeném stavu je zjevné, že přítomnost dětí nemá na snížení doby dozvuku jen malý vliv.

**Tabulka 2** – měřením stanovené doby dozvuku T [s] v obou hernách

popis	frekvence [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
herna 1.101 - 19 dětí a 2 dospělí	1.57	1.09	1.20	1.14	1.06	0.93	0.74	0.52
herna 1.101 - 1 dospělá osoba	1.49	1.08	1.29	1.21	1.15	1.02	0.84	0.58
herna 2.101 - 1 dospělá osoba	1.74	1.30	1.33	1.37	1.28	1.10	0.90	0.60

**Obr. 3** – měření zjištěné doby dozvuku v oktávových pásmech od 125 do 4000 Hz

### III.d Měření srozumitelnosti řeči / indexu přenosu řeči STI

Měření srozumitelnosti řeči, respektive indexu přenosu řeči STI, proběhlo podle ČSN EN IEC 60268-16 ed. 3. Při měření byl použit kalibrovaný reproduktor „talkbox“, který byl umístěn v JV rohu hery v místě židle pedagogického pracovníka a to ve výšce hlavy sedící osoby v úrovni cca 1,2 m nad úrovní podlahy, orientace reproduktoru byla směrem do hery. Měření hodnot STI proběhlo pomocí funkce STI v analyzátoru Nti XL2 a to ve třech bodech MB1 až MB3 v různé části hery viz půdorys na obr. 2. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 3. Pro herna 1.101 je průměrná hodnota STI 0,37 a pro herna 2.101 hodnota STI 0,38. V obou případech spadají hery do kategorie J.



**Tabulka 3 – měření stanovené hodnoty indexu přenosu řeči STI****STI Summary Report**

Report according to IEC 60268-16:2020

<b>Project</b>	n2022146 Mš Magnitogorska
<b>Description</b>	měření parametrů prostorové akustiky herna Mš
<b>STI Standard</b>	IEC 60268-16 ed5.0 2020

		Arithmetic mean lav	0,37 STI	J
--	--	---------------------	----------	---

<b>1</b>	<b>Description</b>	herna 1.101 v MB1	0,41 STI	I
	<b>STI Position</b>	2022-11-18_STIPA_004		
	<b>Noise File</b>	2022-11-18_STIPA_004		

<b>2</b>	<b>Description</b>	herna 1.101 v MB2	0,35 STI	U
	<b>STI Position</b>	2022-11-18_STIPA_005		
	<b>Noise File</b>	2022-11-18_STIPA_005		

<b>3</b>	<b>Description</b>	herna 1.101 v MB3	0,35 STI	U
	<b>STI Position</b>	2022-11-18_STIPA_006		
	<b>Noise File</b>	2022-11-18_STIPA_006		

		Arithmetic mean lav	0,38 STI	J
--	--	---------------------	----------	---

<b>1</b>	<b>Description</b>	herna 2.101 v MB1	0,42 STI	I
	<b>STI Position</b>	2022-11-18_STIPA_008		
	<b>Noise File</b>	2022-11-18_STIPA_008		

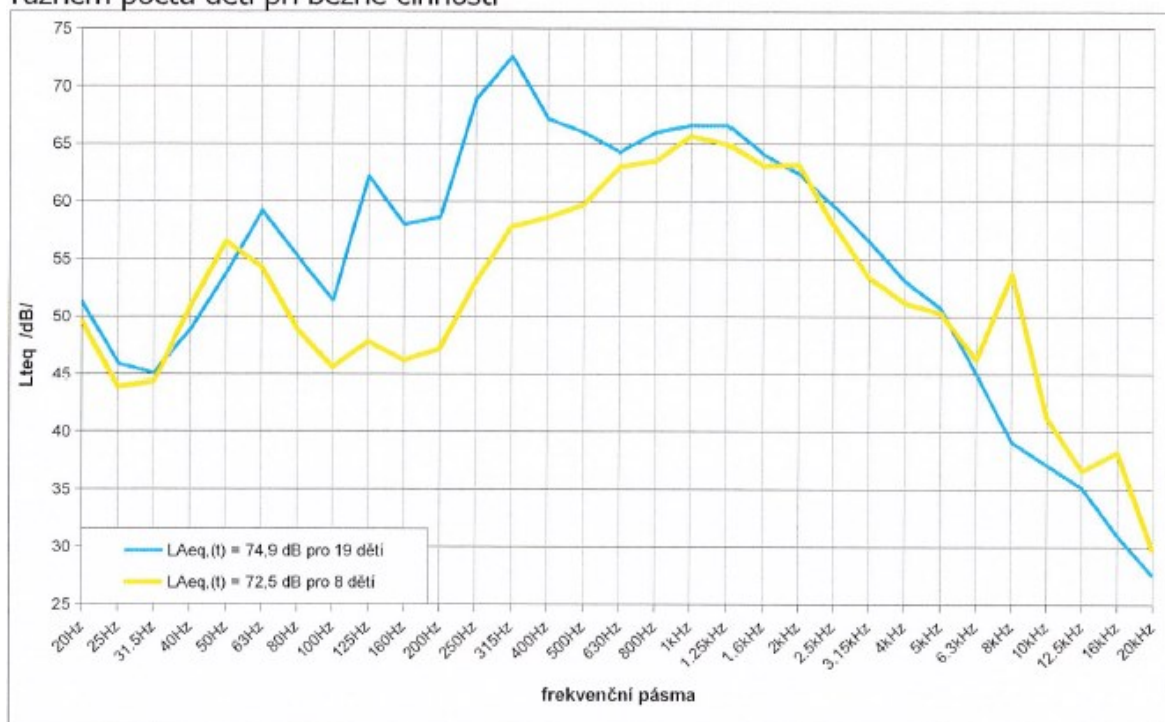
<b>2</b>	<b>Description</b>	herna 2.101 v MB2	0,37 STI	J
	<b>STI Position</b>	2022-11-18_STIPA_009		
	<b>Noise File</b>	2022-11-18_STIPA_009		

<b>3</b>	<b>Description</b>	herna 2.101 v MB3	0,35 STI	U
	<b>STI Position</b>	2022-11-18_STIPA_010		
	<b>Noise File</b>	2022-11-18_STIPA_010		

### III.e Hladiny akustického tlaku v herně během provozu

Jako informativní hodnota byly stanoveny také hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq,30s}$  při reálném provozu školky a to v závislosti na počtu dětí při běžné činnosti (hraní, konverzace) viz graf na obr. 4.

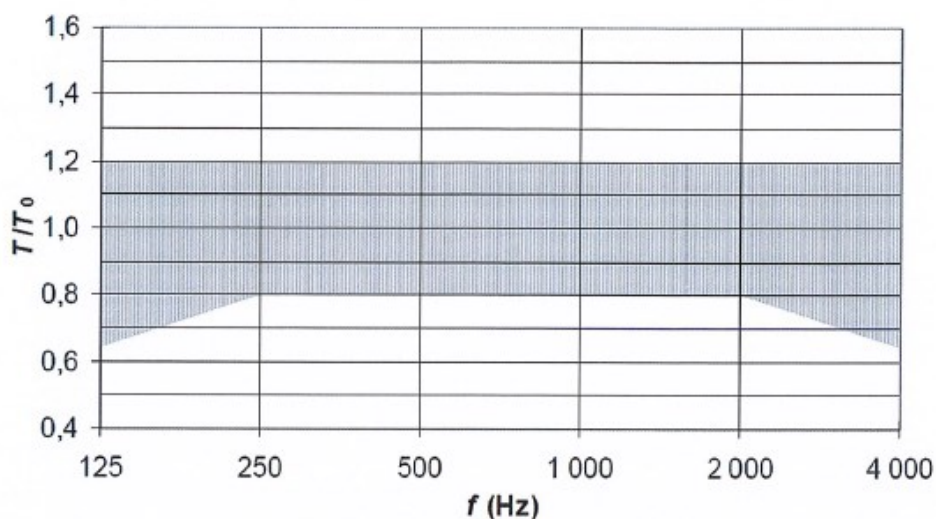
**Obr. 4** – třetino-oktávové spektrum hluku a širokopásmové hodnoty v herně při různém počtu dětí při běžné činnosti



## IV. POŽADAVKY NA PROSTOROVOU AKUSTIKU

Česká legislativa upravuje pouze vhodné doby dozvuku viz ČSN 73 0527, respektive pro prostory mš jsou stanoveny požadavky na parametry na akustické úpravy. Herny mš musí být vybaveny „širokopásmovým obkladem stropu“. To je odborný termín, který je definován v normě ČSN EN ISO 11654 jako parametr  $\alpha_w$  – vážený činitel zvukové pohltivosti. Ten popisuje schopnost materiálu pohlcovat zvuk a je nejběžnějším kritériem pro zjednodušený výběr akustických materiálů. Podle ČSN 73 0527 je širokopásmový akustický obklad takový, který má vážený činitel zvukové pohltivosti  $\alpha_w$  nejméně 0,8 a patří do třídy zvukové pohltivosti A či B.

Z hlediska konkrétních vhodných hodnot optimální doby dozvuku lze vycházet z požadavků pro učebny, stanovených podle ČSN 73 0527. Ta předepisuje optimální dobu dozvuku  $T_0 = 0,7$  s s tím, že skutečná doba dozvuku se musí pohybovat v intervalu viz obr. A4, který v zásadě povoluje odchýlení o 20 %.



Obrázek A.4 – Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

Dalším důležitým parametrem prostorové akustiky je míra srozumitelnosti řeči, kterou je možné přesně měřit pomocí indexu přenosu řeči STI. Norma ČSN EN IEC 60268-16 stanovuje základní požadavky na hodnoty STI pro typické aplikace viz tabulka 4, pro učebny/herny by měl být index STI nejméně 0,62 – kategorie nejméně D.

Tabulka 4 – základní požadavky STI (citace ČSN EN IEC 60268-16)

Category	Nominal STI value	Type of message information	Examples of typical uses (for natural or reproduced voice)	Comment
A+	> 0,76		Recording studios	Excellent intelligibility but rarely achievable in most environments
A	0,74	Complex messages, unfamiliar words	Theatres, speech auditoria, parliaments, courts, Assistive Hearing Systems (AHS)	High speech intelligibility
B	0,7	Complex messages, unfamiliar words		
C	0,66	Complex messages, unfamiliar words	Theatres, speech auditoria, teleconferencing, parliaments, courts	High speech intelligibility
D	0,62	Complex messages, familiar words	Lecture theatres, classrooms, concert halls	Good speech intelligibility
E	0,58	Complex messages, familiar context	Concert halls, modern churches	High quality PA systems
F	0,54	Complex messages, familiar context	PA systems in shopping malls, public buildings offices, VA systems, cathedrals	Good quality PA systems
G	0,5	Complex messages, familiar context	Shopping malls, public buildings offices, VA systems	Target value for VA systems
H	0,46	Simple messages, familiar words	VA and PA systems in difficult acoustic environments	Normal lower limit for VA systems
I	0,42	Simple messages, familiar context	VA and PA systems in very difficult spaces	Limited intelligibility
J	0,38		Not suitable for PA systems	
U	< 0,36		Not suitable for PA systems	

These values should be regarded as minimum target values.

NOTE 1 Perceived intelligibility relating to each category also depend on the frequency response at each listening position.

NOTE 2 The STI values refer to measured values in sample listening positions or as required by specific application standards.

## V. ZÁVĚR

Tento protokol z měření stanovuje stávající parametry prostorové akustiky pro herny 1.101 a 2.101 v pavilonu B v Mš Magnitogorská. Z měření jasně vyplývá, že jak doby dozvuku, tak srozumitelnost řeči nedosahují hodnot doporučených pro hodnocený prostor. V žádné hodnocené herně není umístěn širokopásmový obklad stropu. Měřením stanovené akustické deskriptory charakterizují měřený prostor heren jako zcela nevyhovující a s obtížnou srozumitelností mluveného slova.

Dlouhé doby dozvuku také způsobují tzv. „restaurační efekt“, pokud v uzavřeném prostoru větrí počet lidí komunikuje či hlučí současně. Důsledkem jsou vysoké hladiny hluku, které dále nutí tyto osoby zvyšovat hlas, čímž se již vysoké hladiny hluku ještě zvyšují a tento jev se opakuje dokud část osob na komunikaci nerezignuje, protože srozumitelnost řeči je již natolik obtížná, že komunikace není možná. Tento negativní jev lze omezit či zcela vyloučit zvýšením celkové zvukové pohltivosti, nejlépe širokopásmovým akustickým obkladem stropu [9].

## VI. FOTODOKUMENTACE STÁVAJÍCÍHO STAVU

V průběhu místního šetření a měření byla provedena fotodokumentace, která dokládá výchozí stav místností.

**Obr. 5** – fotodokumentace herny 1.101



**Obr. 6** – fotodokumentace herny 2.101

