



Studio D - akustika s.r.o.

U Sirkárny 467/2a, 370 04 České Budějovice
www.akustikad.com, akustikad@akustikad.com
fax: 387 202 590, mobil: 737 705 636

AKUSTICKÝ POSUDEK

NÁZEV:

**Prostorová akustika „Objektu tělocvičny.
BIOS Nymburk“**

Objednavatel:

**Saint Gobain Construction Products CS
Divize Ecophon**
Pekařská 695/10a
155 00 Praha 5

Zpracovatel:

Jan Dolejší
mobil: 733 716 153

V Č. Budějovicích dne: 2014-10-02

Číslo zakázky: 14010258

© Všechna práva vyhrazena

Obsah tohoto Akustického posudku je chráněn Autorským zákonem. Bez písemného svolení zpracovatele Studio D – akustika s.r.o. se nesmí Akustický posudek reprodukovat jinak než celý.

Obsah:

1. Úvod.....	3
1.1. Metodika výpočtu.....	3
2. Prostorová akustika	3
2.1. Popis prostoru.....	3
2.2. Akustické řešení místnosti	3
2.3. Návrh akustických úprav.....	4
2.4. Akustická simulace a její hodnocení	5
2.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část	8
3. Závěr.....	10
3.1. Vysvětlivky hodnocených parametrů.....	11
3.2. Použité podklady	11
3.3. Výkresové a mapové podklady	11
4. Přílohy	11

1. Úvod

Tato zpráva byla vypracována na základě objednávky, s cílem vypracovat a posoudit návrh prostorové akustiky vybraného prostoru (v objektu tělocvičny, BIOS, Nymburk). V tomto prostoru je uvažováno využití prostoru jako sportovní haly. Zde je také dáván důraz na kvalitu prostorové akustiky (dle ČSN 73 0527), zejména ale pak na kvalitu a funkčnost provedených akustických opatření vč. všech dalších nároků.

Tělocvična se nachází v 1.NP objektu.

Před provedením akustických úprav prostorů důrazně doporučujeme provést měření parametrů prostorové akustiky, aby bylo možné zkalibrovat řešení dle skutečného provedení.

Dispoziční řešení místnosti je navrženo v několika variantách dle příslušného využití prostoru zadaným způsobem. Byla vybrána referenční dispoziční řešení, která vyžadují nejvyšší kvalitu prostorové akustiky prostoru. Výsledné řešení bylo vytvořeno tak, aby splňovalo doporučení plynoucí z požadavků na tento referenční stav.

1.1. Metodika výpočtu

Simulace byla provedena pomocí Software Odeon Auditorium v. 12.15.
použité standardy:

- ČSN 730525
- ČSN 730526
- ČSN 730527

2. Prostorová akustika

2.1. Popis prostoru

Místnost má délku cca 37 m a šířku cca 14,6 m. Světlá výška místnosti je odhadem po provedení akustických úprav cca 8 m.

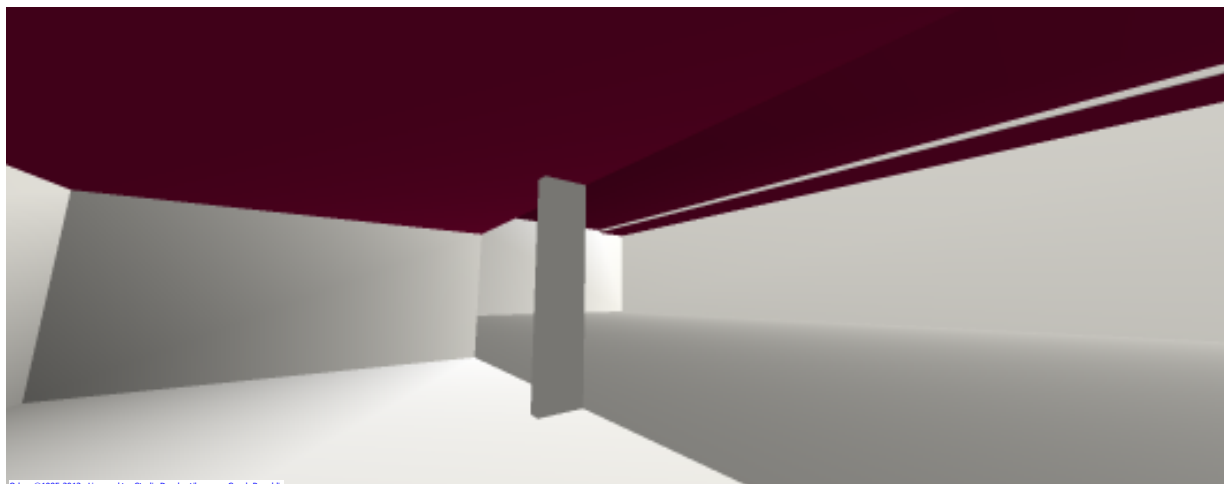
Objem místnosti je cca $V = 6\,122\text{ m}^3$ (Odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca $S = 2\,659\text{ m}^2$ (odměřeno z modelu).

Celý prostor byl simulován za předpokladu prázdného prostoru, bez přítomných osob (vše dle ČSN 73 0527).

2.2. Akustické řešení místnosti

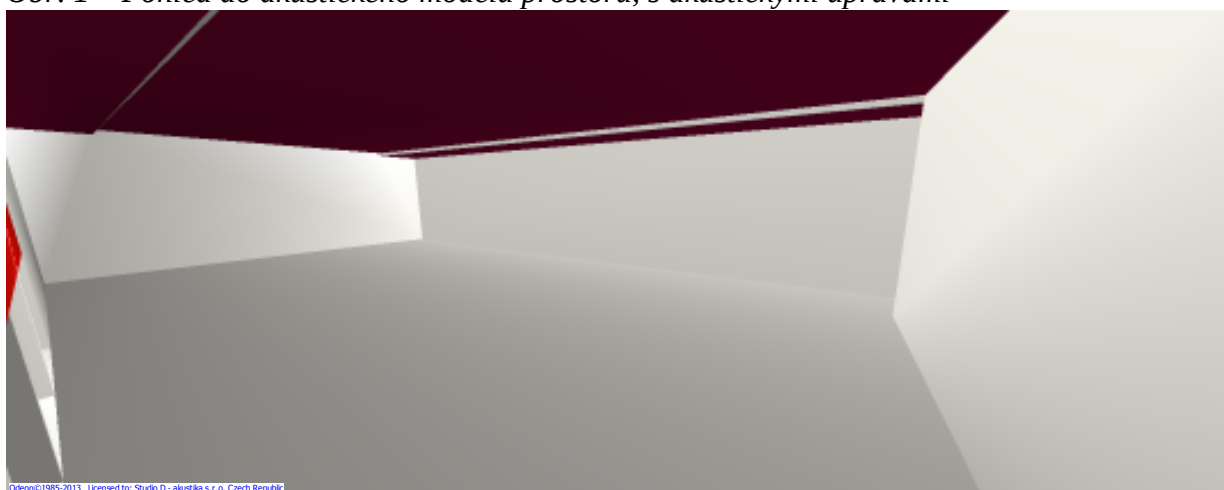
Na základě podkladů byl vytvořen akustický model. Před provedením akustického modelu nebylo provedeno měření jednotlivých parametrů prostorové akustiky, tudíž nemohl být akustický model zkalibrován dle skutečného stavu prostoru na základě těchto měření.

Před provedením akustických úprav prostoru doporučujeme tato měření provést, a zkalibrovat, a případně upravit akustické řešení celého prostoru.



Odeon©1985-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 1 – Pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami



Odeon©1985-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 2 – pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami

2.3. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s prázdnou halou bez lidí. (ČSN 73 0527).

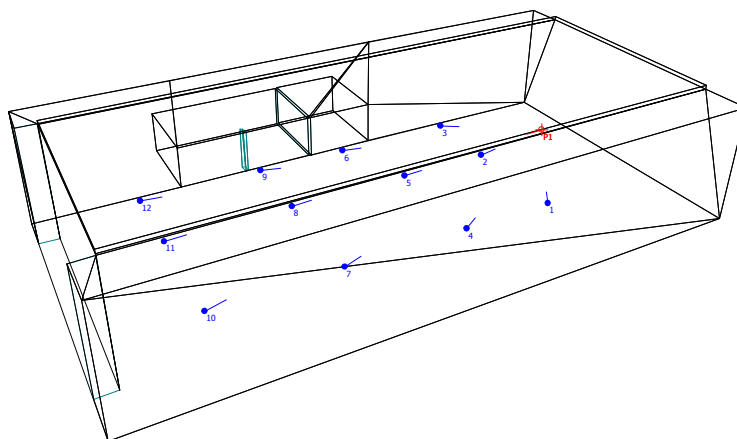
Veškeré akustické úpravy budou probíhat dle příloh (viz přílohy).

Podlaha dřevěná na bázi parket na terčích, obvodové stěny více akusticky neupravované, opatřené dřevěným obkladem.

Materiál	Odsazení/svěšení	Popis	Výměra / m ²	Poznámka
Ecophon Super G plus A 40 mm	Dle PD, min. 200 mm	Podhledový akustický systém pro použití ve školních chodbách, tělocvičnách, apod.	Cca 809 m ²	Celoplošně v celé ploše podhledu
Ecophon Akusto Wall	Cca 40 mm	Stěnový akustický systém, jednoduchá montáž	Cca 71 m ²	Pokud možno rovnoměrně rozmístit na volné stěny.

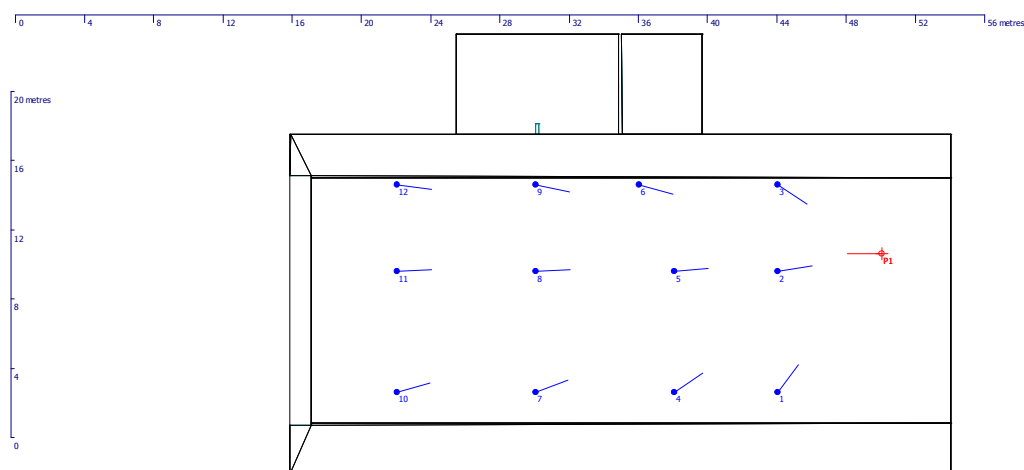
Tab. 1 – Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru prostoru.

2.4. Akustická simulace a její hodnocení



Odeon©1985-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 3 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofonů (modře) a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně).



Odeon©1985-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

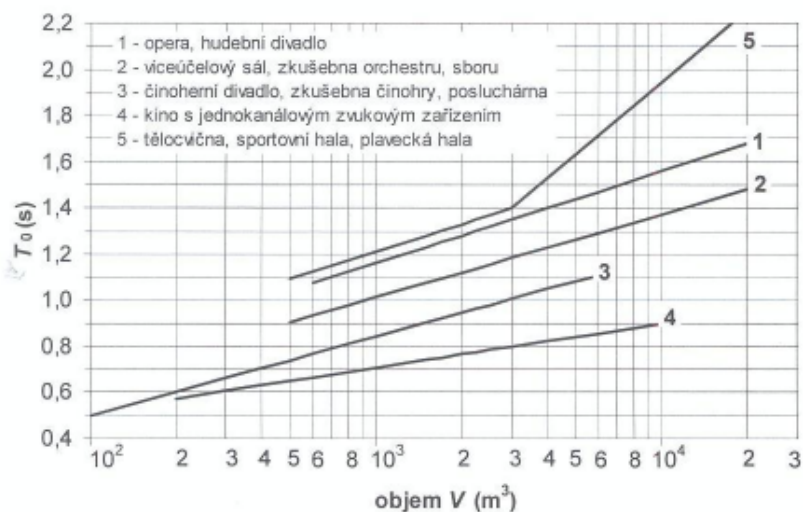
Obr. 4 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofonů (modře) a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně)

Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

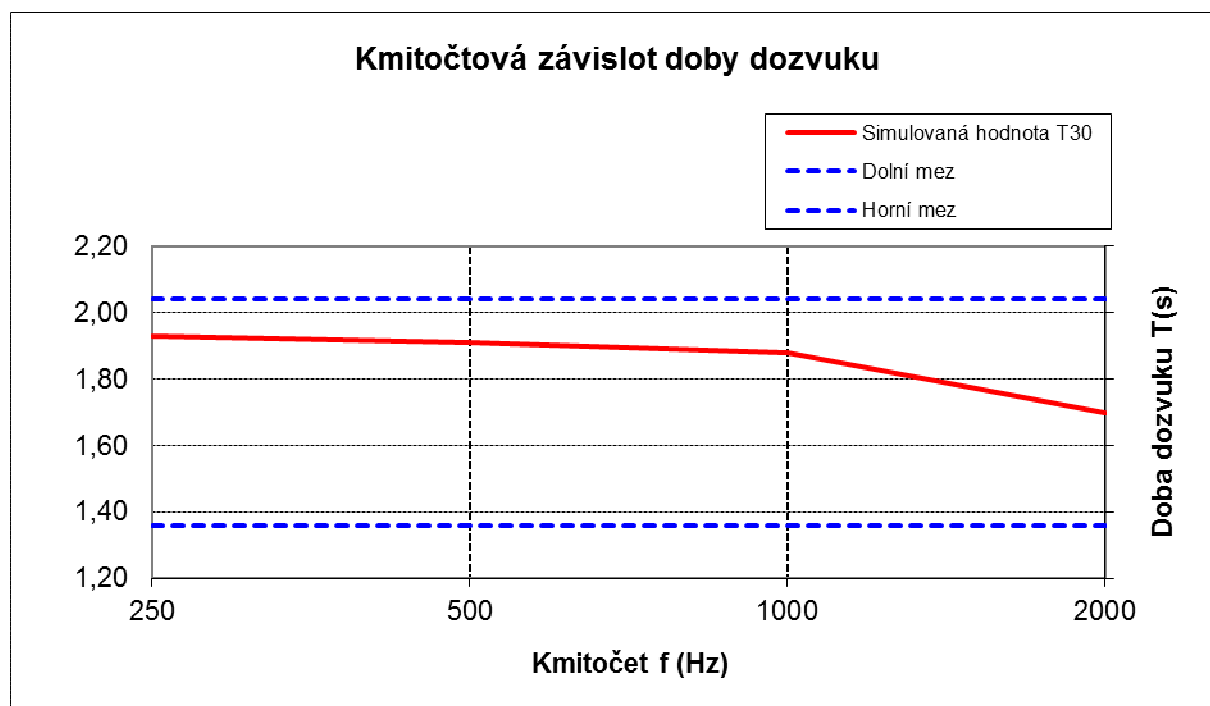
Optimální doba dozvuku je stanovena na základě doporučených hodnot normy ČSN 73 0527.

Optimální doba dozvuku pro prostor byla určena dle ČSN 73 0527. Pro dané využití a daný objem místnosti byla stanovena doba dozvuku $T_0 = 1,7$ s.

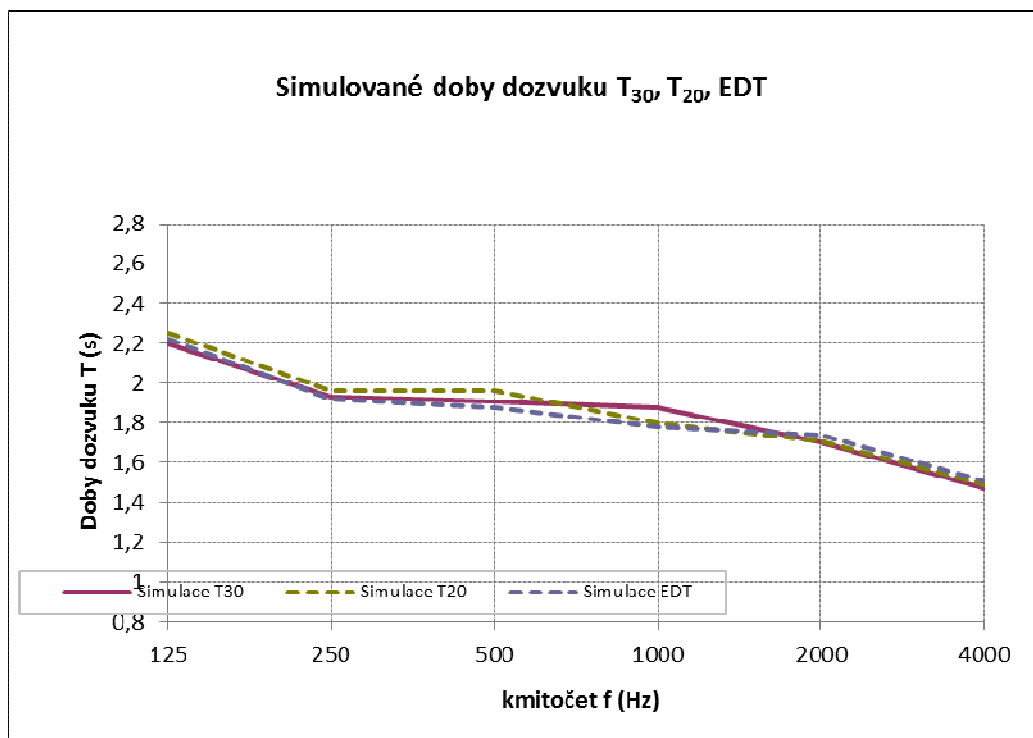
Doporučená střední doba dozvuku byla odečtena z tabulek na základě známého objemu místnosti (ČSN 73 0527). Výsledky simulace T_{30} jsou zobrazené na obr. 5, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.



Obr. 5 Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů. (ČSN 73 0527)



Obr. 6 Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota



Obr. 7 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků T_{30} , T_{20} a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace T_{30} /s/	3,38	2,2	1,93	1,91	1,88	1,7	1,47	0,88
Simulace T_{20} /s/	3,35	2,25	1,96	1,96	1,80	1,71	1,49	0,88
Simulace EDT /s/	3,36	2,22	1,92	1,88	1,78	1,74	1,51	0,82
SPL /dB/****	74,6	70,3	65,5	64,8	64,9	64,3	64,3	61,5
C80 /dB/	-6,9	-2,3	2,6	3,3	3,0	3,4	4,0	7,4
D50 /-/	0,12	0,27	0,52	0,56	0,55	0,56	0,57	0,70
Ts /ms/	408	212	97	85	89	81	71	43
LF80 /-/	0,236	0,236	0,239	0,237	0,235	0,231	0,223	0,205
Echo Max* /-/	0,56	0,55	0,56	0,57	0,56	0,56	0,52	0,49
STI*** /-/				0,56	Alcons** /%/			9,35
STI/Žena/*** /-/				0,58	RASTI*** /-/			0,57
STI/Muž/*** /-/				0,57				

Tab. 2 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

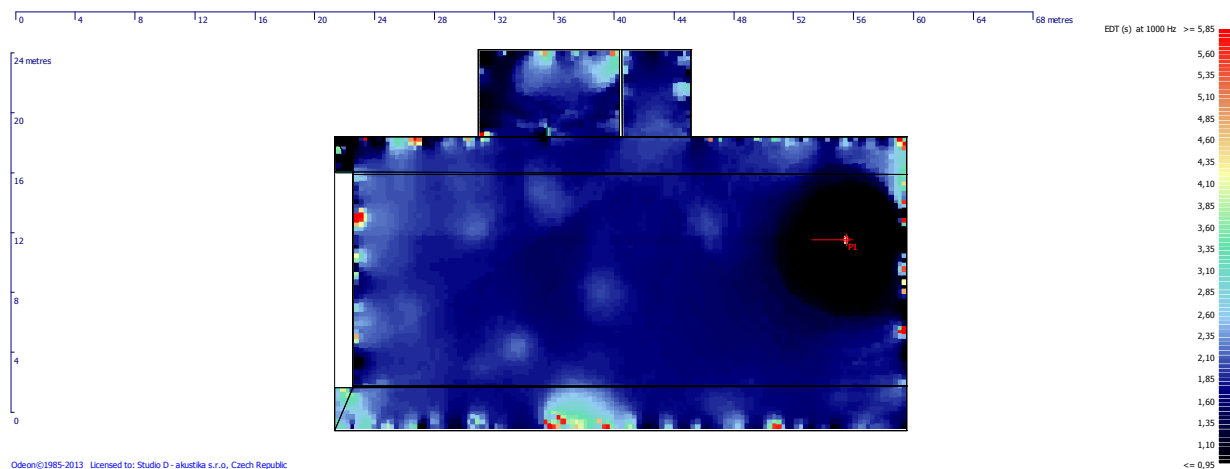
*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

** Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Přípustné rozmezí je 0-11%.

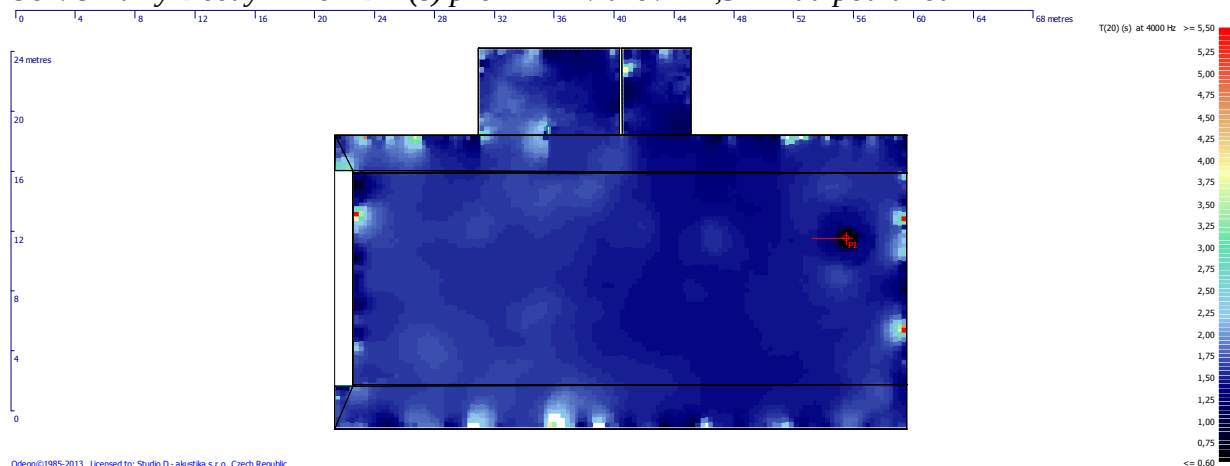
*** Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. Hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu hluku pozadí <35 dB.

****Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje cca 90 dB.

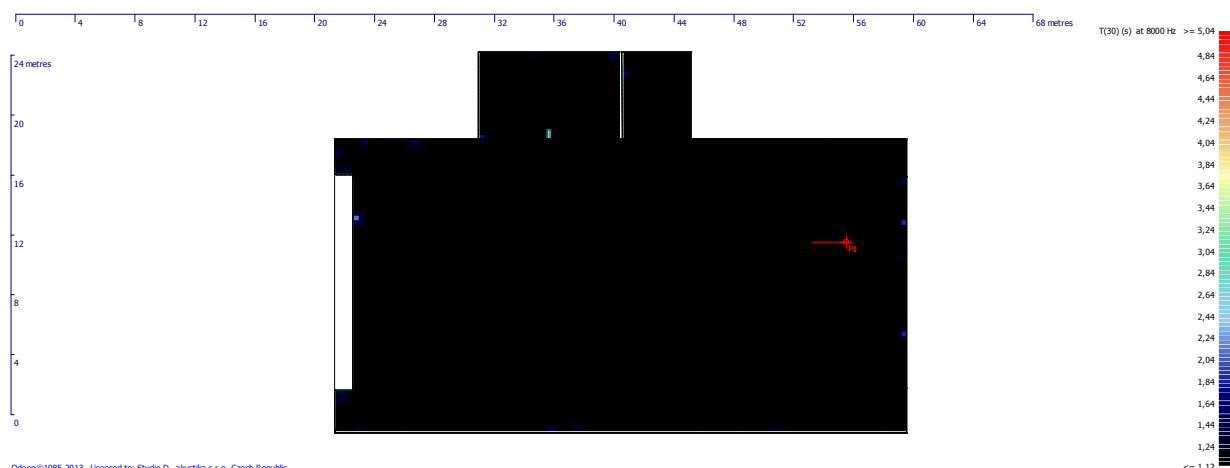
2.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



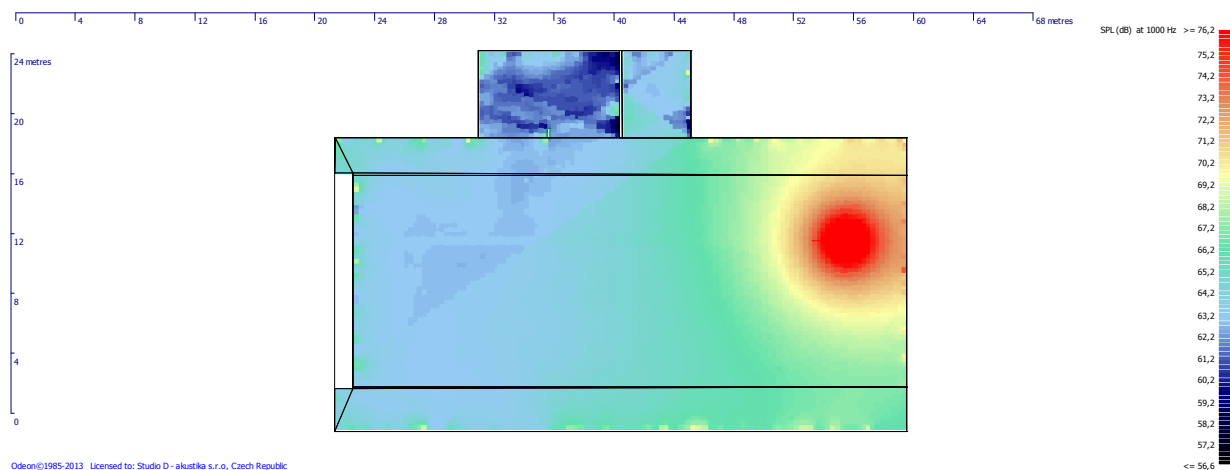
Obr. 8 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



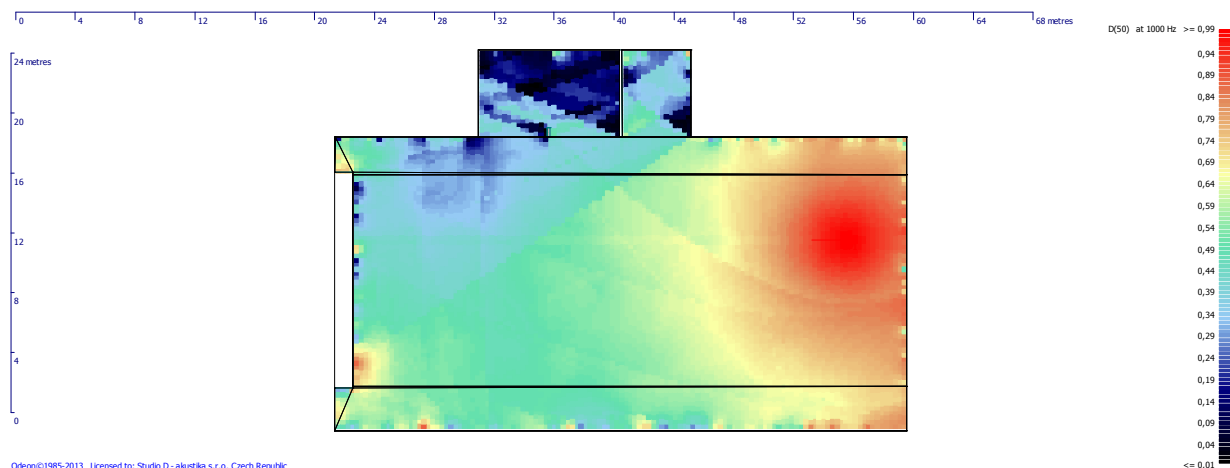
Obr. 9 Doba dozvuku T20 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



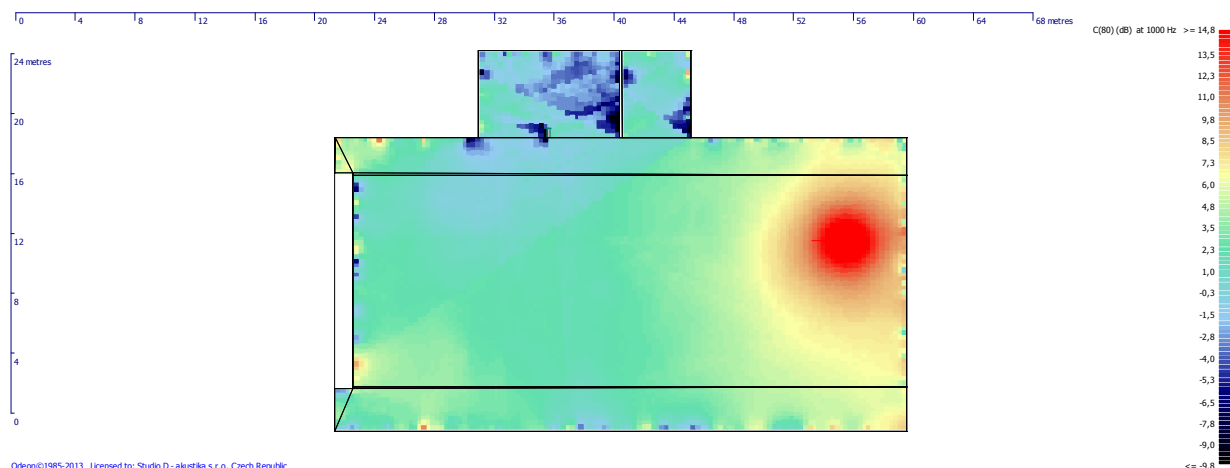
Obr. 10 Doba dozvuku T30 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



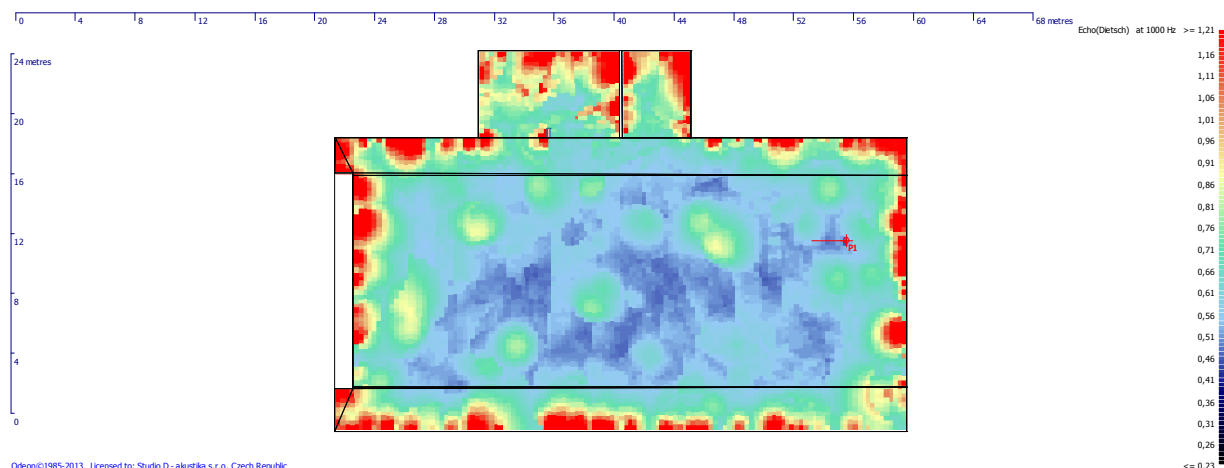
Obr. 11 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obr. 12 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou

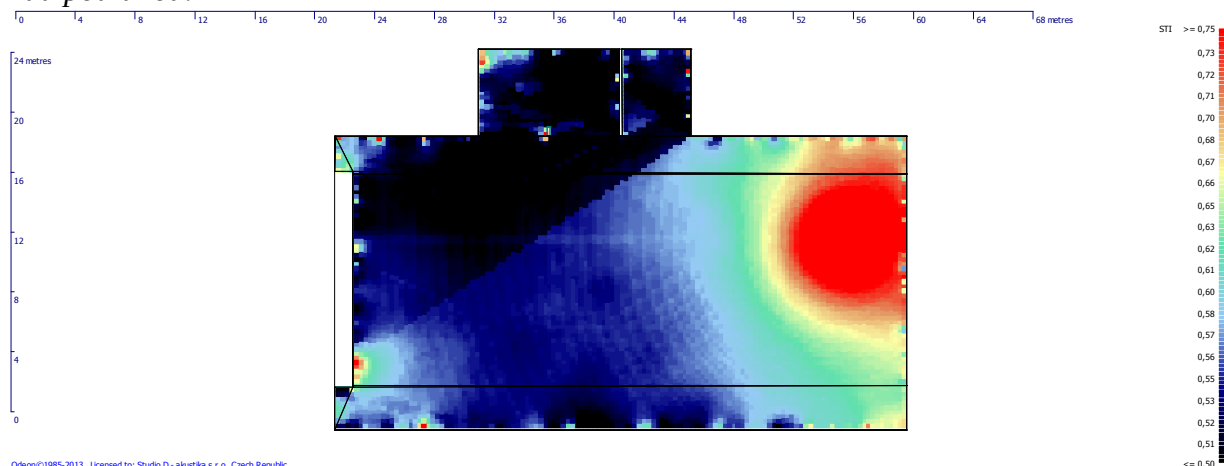


Obr. 13 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.



Odson©1985-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 14 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.



Odson©1985-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 15 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

3. Závěr

Byla vypracována a následně posouzena prostorová akustika a její úpravy vybraného prostoru tělocvičny BIOS, Nymburk. Byl posouzen navrhovaný akustický systém celoplošného podhledu. Výsledná průměrná doba dozvuku se bude nacházet v mezích tolerančního pásma doporučených mezí hodnot doby dozvuku pro dané využití a objem. K navrhovanému celoplošnému podhledu doporučujeme doplnit akustiku ještě o dostatečný počet stěnových prvků Akusto Wall Panel.

Akustická simulace potvrdila, že aplikace materiálů na podhledy zabezpečí dobrou srozumitelnost řeči, hodnoty doby dozvuku doporučené normou ČSN 73 0527, a zamezí nepříznivým vlivům v místnosti – např. třepotavé ozvěně, apod.

Je vhodné, aby bylo provedeno měření prostorové akustiky, nejlépe před dokončením akustických úprav, aby mohly být všechny případné nedostatky včas odstraněny.

Všechny prvky a rošty musí být provedeny precizně a dotaženy, aby nedocházelo k rezonanci panelů. Výsledné provedení závisí na prováděcí firmě.

3.1. Vysvětlivky hodnocených parametrů

Při posouzení byly použity tyto parametry:

Doby dozvuku T30, T20, EDT (ČSN 73 0525, 73 0526 a 73 0527). Hodnoty a jejich toleranční rozsah jsou dány normami. Křivka doby dozvuku v závislosti na frekvenci by měla být vyrovnaná.

Hladina akustického tlaku SPL, pomocí něhož byla posouzena kvalita distribuce zvuku ve všech místech prostoru. Posuzuje se rozdíl mezi hodnotami SPL v jednotlivých bodech.

Jasnost C80: Ukazatel „kvality“ prostoru pro daný účel, zejména pak pro hudební představení. Různé styly hudby vyžadují různou hodnotu jasnosti. Např. pro komorní hudbu se ideální hodnoty pohybují mezi -4 a +4 dB, atp.

Zřetelnost D50: Parametr spjatý se srozumitelností řeči. Určuje kvalitu poslechu řeči v závislosti na daném prostoru. Používá se spíše v zahraničí (zejména v německy mluvících zemích).

Lateral fraction LF80: hodnota závislá především na tvaru sálu a odrazivosti ploch. Spolu s hodnotami LF50, LFC50 a LFC80 spoluurčuje kvalitu distribuce zvuku v závislosti na tvaru a objemu prostoru.

Echo: Hodnota v českých zemích téměř neznámá, avšak velmi důležitá pro kvalitu celého prostoru. Díky ní lze přesně určit, zda někde v prostoru nevzniká nepříjemná ozvěna, popř. ono místo s ozvěnou určit. Tento případný jev se pomocí pouhého výpočtu průměrné doby dozvuku nedá odhalit.

Obecná srozumitelnost řeči STI: zkoumá srozumitelnost jednotlivých slabik, slov, i celých vět v mluveném projevu. Tato hodnota je velice důležitá pro poslech mluveného slova a její posouzení by mělo být součástí každého posudku řešícího prostory primárně určené jako činoherní sály, posluchárny, učebny, apod.

Srozumitelnosti řeči STI/Muž/ a STI/Žena/ jsou spíše doplňující hodnoty. Jsou řešené kvůli rozdílné průměrné hloubce/výšce hlasu muže/ženy.

Srozumitelnost řeči RASTI: STI, kde jsou započteny rušivé vlivy elektroniky a měřicích přístrojů bez možnosti kalibrace měřicího systému (např. šum, malý rozsah spektra, apod.).

Alcons: Obdoba srozumitelnosti řeči STI, používaná zejména v USA, a anglicky mluvících zemích. Na rozdíl od srozumitelnosti řeči Alcons posuzuje také hluk pozadí, a pokud je, i jeho tónovou složku. V simulaci není s výraznějším hlukem pozadí počítáno.

3.2. Použité podklady

ČSN, podklady – výkresy půdorysů, řezů ve formátu dwg.

3.3. Výkresové a mapové podklady

Výkresové podklady - Poskytnuté soubory *.dwg a *.pdf.

Výpočty hluku byly provedeny v programu Odeon Auditorium v.12.15.

Použité standardy:

- ČSN 73 0527
- ČSN 73 0526
- ČSN 73 0525

4. Přílohy

Půdorysná schémata a schémata dispozičního řešení místnosti na následující straně:

