

Prostorová akustika obytných místností

Ing. Tomáš Hrádek
hradek@aveton.cz

Ing. Josef Žikovský
josef.zikovsky@aveton.cz

VŠEOBECNÝ ROZBOR

S postupem času se zcela zásadním způsobem proměnilo pojetí interiéru obytných místností. V obývacím pokoji našich babiček se na podlaze téměř vždy nacházel tlustý koberec, před okny byly těžké závěsy a také nábytek byl většinou mohutně čalouněný. Všechny zmíněné prvky jsou velmi účinnými absorbéry na vyšších středních a vysokých kmitočtech. Oproti tomu je ideálem moderního interiéru stroze vybavený prostor s odrazivou podlahou, koženkovým nábytkem a s neakustickými roletami nebo žaluziemi. Takto vybavený interiér opravdu neskýtá příliš vhodné akustické prostředí pro život.

Dalším důležitým parametrem přímo souvisejícím s délkou doby dozvuku obytného prostoru je jeho výška. Doba dozvuku prostoru je totiž přímo úměrná jeho objemu. Z tohoto důvodu jsou z hlediska prostorové akustiky nejproblematictější loftové byty a dvoupodlažní obývací pokoje. Množství pohltivého materiálu je obdobné jako při standardní výšce místnosti, ale objem prostoru je až dvojnásobný.

Laickým názorem často bývá, že záclony mohou vyřešit prostorovou akustiku. Pravda je taková, že do určité plošné hmotnosti (což samozřejmě není jediným parametrem) textilní materiály zvukovou energii téměř nepohlcují. Skutečně účinnými absorbéry jsou optimálně tkané textilie až od plošné hmotnosti 250 g/m^2 výše.

Není příliš častou skutečností, aby byli majitelé domu či bytu ochotní obětovat plochu stěn pro akustické obklady. Z tohoto důvodu se stropní plocha k tomuto účelu jeví jako výrazně vhodnější. Důvodem není jen celková využitelná plocha, ale také nižší nárok na mechanickou odolnost a omyvatelnost podhledu.

Dalším trendem dnešního bydlení jsou centrální chodby a schodiště, které z provozního hlediska integrují prostory do jednoho celku. Z akustického hlediska však fungují jako ideální vlnovody pro přenos hluku v rámci celém objektu. Není snadnou úlohou tuto skutečnost při návrhu optimalizovat a pro projektanta bez znalosti akustických zákonitostí je to záležitost téměř nemožná.

Zlepšení akustiky v domácím poslechovém prostředí

1 ÚVOD

Žijeme v době, kdy spotřební elektronika zaznamenává exponenciální vývoj, kdy audio a video přístroje jsou po dvou letech zastaralé a překonané. Je zajímavé, že přestože prostorová akustika také zaznamenala svůj, i když pomalejší, vývoj, její nové trendy se však maximálně odrazily při návrzích koncertních sálů, studií a profesionálních prostor pro zpracování zvuku, ale domácí prostor prakticky neovlivnily. A tak dál se poslech kvalitní hudby většinou odehrává na mnohdy drahých aparaturách v semireverberantních prostředích, které se akusticky nezměnily od dob klikových gramofonů.

Na tomto místě je třeba ještě zdůraznit, že elektronika elektroakustické aparatury nikdy nemůže suplovat špatnou akustiku prostorů a částečné vylepšení je vždy na úkor celkové kvality poslechu.

Jedním z nejrušivějších poslechových vjemů v domácím poslechovém prostředí jsou zpravidla nežádoucí odrazy od zadní stěny poslechové místnosti a jejich modulační superpozice na základní signál.

2 TECHNICKÁ SPECIFIKACE PROBLEMATIKY

Uvážíme-li nejběžnější poslechový prostor, potom zpravidla dvě hlavní reproduktorové soustavy, postavené u čelní stěny nebo na ní zavěšené, vyzáří akustický signál nejen k posluchači, ale i za něj k zadní stěně, která se nachází za poslechovým místem. Od této stěny se zvuková vlna odráží zpět k čelní stěně a od té se opět odráží a superponuje se na zvuk vyzářený hlavními reproduktorovými soustavami.

Pro jednoduchost počítejme s reproduktorovými soustavami, které vyzáří u ústí reproduktorů akustický tlak 90 dB, a s místností, jejíž přední stěna je od zadní vzdálena 4 m. Posluchač je zpravidla vzdálen od zadní stěny cca 1 m. Potom posluchač vnímá přímý zvuk s úrovní 80 dB a zpožděním 9 ms. První odraz se superponuje na základní signál a dorazí k posluchači se zpožděním 21 ms a úrovní 73 dB, druhý odraz se superponuje na základní signál a první odraz a dorazí k posluchači se zpožděním 45 ms a úrovní 66 dB.

To vše samozřejmě platí za silně zjednodušeného předpokladu volného pole, ale pro názornost škodlivosti odrazů od zadní stěny je tento schematický výpočet dostačující.

3 ŘEŠENÍ

V profesionálních prostorách, jako jsou režie, studia apod., je tato problematika řešena pomocí obložení zadní stěny RPG a QRD difuzory nebo MLS strukturami. Tyto prvky by však v bytovém prostředí působily nevkusně a robustně a zabíraly by i poměrně značnou část často už tak malého prostoru. Je třeba současně vycházet ze skutečnosti, že difuzní prvky se navrhovaly a vyráběly s ohledem na jejich použití ve velkých prostorách a tedy pro kolmý dopad akustické vlny.

V případě bytového poslechového prostoru je nutno dbát už s ohledem na směrovost vyšších kmitočtů na dopad a rozptyl akustické energie po úhlem 60° . Difuzor a hlavní reproduktorové soustavy by svým umístěním měly spolu tvořit v půdorysu rovnostranný trojúhelník.

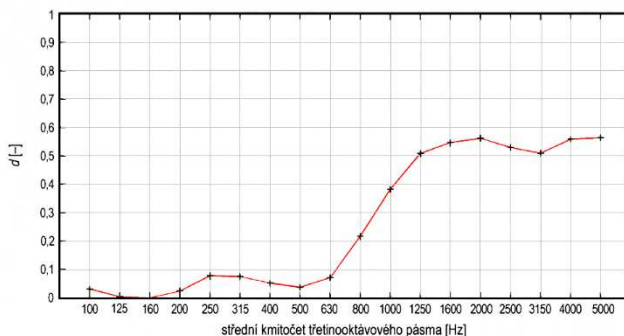
Řešením pro bytové poslechové prostory je spojení designu nebo v daném případě interiérové architektury a akustiky. Jestliže zadní stěna poslechového prostoru bude pokryta alespoň z části uměleckou plastikou, která je ve spolupráci s akustikem navržena tak, aby splňovala dané akustické disperzní podmínky, potom je zabráněno nežádoucím odrazům od zadní stěny a poslechový vjem je daleko čistší.

Protože jsou již na území ČR v současné době měřicí aparatury na měření difuzity a měření směrových difuzních charakteristik prováděných dle normy ČSN ISO 17497-2, nic nebrání tomu, aby alespoň tato podskupina problémů byla v rámci poslechu v semireverberantních prostředích zcela eliminována.

Na obrázcích je jeden z prvních difuzorů pro bytové poslechové prostory (Obrázek 1.) spolu s měřením průměrné hodnoty normalizovaného činitele difuzity pro všesměrový dopad zvuku (Obrázek 2.) a směrové charakteristiky odrazů pro 2 kHz a 4 kHz pro úhel dopadu 60° (Obrázek 3.).



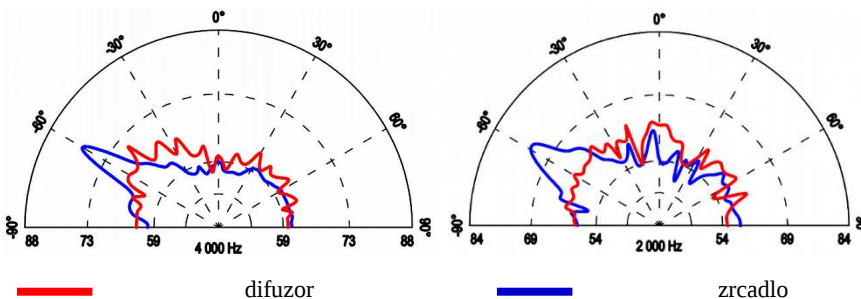
Obrázek 1. Difuzory pro domácí prostředí



f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
d [-]	0,03	0,00	0,00	0,02	0,08	0,07	0,05	0,04	0,07	0,22	0,38	0,51	0,55	0,56	0,53	0,51	0,56	0,56

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
d [-]	0,01	0,06	0,05	0,37	0,55	0,54

Obrázek 2. Hodnota normalizovaného činitele difuzity pro všesměrový dopad zvuku



Obrázek 3. Směrové charakteristiky odrazů v oktávových pásmech – dopad po úhlem 60°

4 ZÁVĚR

V rámci akustiky semireverberantních prostorů se jedná o pouze dílčí část řešení poměrně složitých úkolů. Je to jen malá splátka v dlouhodobé stagnaci této problematiky, avšak snadno realizovatelná a s velmi dobrým zlepšením poslechového komfortu.

Difuzory by se mohly stát estetickým doplněním poslechových místností a už i při výstavbě by mohly být trvale zabudovaným interiérovým doplňkem.

Do budoucna lze samozřejmě očekávat komplexnější řešení akustiky ať už stávajícího nebo teprve realizovaného interiéru, které umožní navrhnout design místnosti už se záměrem vytvoření homogenního akustického pole.