

Ing. Josef Žikovský

Prostorová akustika

Prostorová akustika je obor akustiky, který se zabývá šířením zvuku v uzavřeném prostoru. Tolik citace normy ČSN 730527.

Je až s podivem, kolik lidí zaměňuje prostorovou akustiku za akustiku stavební. Je to dáno tím, že se v negativním slova smyslu v osobním životě setkáváme se stavební akustikou daleko častěji – ať už je to hluk od souseda, z ulice, od blízké továrny, železnice apod.

S prostorovou akustikou jsme se v domácím prostředí až na výjimky větších poslechových prostor u některých klientů zatím nesetkávali vůbec. A tak také žádná česká norma neupravuje požadavky z hlediska prostorové akustiky pro domácí bytové prostředí, protože to je záležitost soukromá a individuální.

Přece jen však zasahuje prostorová akustika do povědomí nás všech a to případech takzvaných velkých shromažďovacích prostor určených pro kulturní a sportovní účely a dále všude tam, kde by měla být prioritní srozumitelnost přenášeného řečového signálu, což je ve všech učebnách, přednáškových sálech, posluchárnách a zasedacích místnostech. Stranou však nemohou zůstat ani pracoviště s velkoplošnými kanceláři a restaurace a kavárny.

V následujícím textu probereme všechny uvedené případy, protože prostorová akustika je obvykle tím posledním prvkem výstavby, na kterém se vždy nezdravě šetří a výsledky potom bývají katastrofální.

Koncertní sály

Schválně si dovolím začít prostory, kde by měla být prioritně řešena prostorová akustika a teprve pak vše ostatní. A domnívám se, že tomu tak skutečně je. Zvláště dnes, v době, kdy na počítači můžete namodelovat koncertní sál a pomocí takzvané „auralizace“ nechat zahrát v tomto imaginárním sále úryvek hudby. Investor dostane sluchátka, zvolí místo, kde chce sedět a do sluchátek mu jde hudba se všemi imaginárními odrazy, které v budoucnosti v reálu na tomto místě uslyší. Není to úžasné? Je jen škoda, že se za posledních sto let v České republice postavily pouze tři koncertní síně. Jedna větší ve Zlíně (arch. E. Jiříčná) při Kongresovém centru Zlín a dvě menší v prostorách Pražské konzervatoře (ing. K. Sehyll) a Konzervatoře Plzeň (arch. P. Joba). Nutno též připomenout akusticky s vynikajícím výsledkem zrekonstruovanou Betlémskou kapli při ČVUT Praha, která umožňuje až 400 posluchačům najednou nevšední koncertní zážitek.

Praze však stále chybí tolikrát imaginárně vyprojektovaná koncertní síň, která by plně odpovídala současným znalostem a prostorové akustice a napravila chyby, které mají všechny staré sály využívané k hudebním produkcím.

Divadelní sály

I v tomto případě je nutno konstatovat, že prostorová akustika by měla být prioritní při řešení návrhu sálu. Leč v nedaleké minulosti lze snadno nalézt prohřešek proti tomuto pravidlu. Nová scéna Národního divadla obklopená moderním designem kovových roštů a „krápníkového podhledu“ vykazovala od počátku takové ztlumení prostoru, že herci z obavy o onemocnění hlasivek odmítali na této scéně hrát. Nakonec dostatečně nadimenzovaná elektroakustika dopomohla k zařazení této scény jako „laterna magica“. V současné době se po dlouhé době staví nové divadlo v Plzni. Jeho prostorová akustika byla pečlivě spočítána a navržena a je na investorovi, aby byla i stavebně a interiérově dodržena.

Multifunkční haly a víceúčelové sály

Třetí skupina prostor, kde by měla být prostorová akustika také zásadní problematikou. Otázkou v daném případě zůstává, který žánr bude upřednostněn, přičemž kompromis $T_d \sim 2$ sec znamená, že ani jeden programový žánr nemá zaručenou správnou akustiku a navíc je zde nutná úzká spolupráce akustiků a elektroakustiků. Není bez zajímavosti, že O2 Arena (původním názvem Sazka Arena) se svými 250 tis. m³ má

v současnosti dobu dozvuku $T_d = 2$ sec v pásmu od 125 Hz do 8 kHz. Tím je O2 Arena naprosto unikátní, protože kromě akustických prvků na stropě má 16800 atypických sedadel, které mají v opěrci a sedadle zabudovány absorbéry nízkých a vysokých kmitočtů. Tak bylo možno docílit poměrně nízké doby dozvuku, přestože objem O Areny je např. asi 11 krát větší, než objem plaveckého stadionu v Podolí.

V případě KCP Praha je názorně vidět, jak upřednostnění jednoho žánru (varianta pro sjezd KŠČ), kdy byl sál kvůli srozumitelnému přenosu řečového signálu navržen jako hodně zatlumený, přináší značné finanční nároky, když dojde kvůli nutné rentabilitě provozu ke změně priority jiného žánru. Změna přišla na 50 mil. Kč a skutečně se docílilo zvýšení doby dozvuku na $T_d = 2$ sec a současně s využitím nejmodernějšího systému VRAS se sál imaginárně zúžil (množství reproduktorů v bočních stěnách, které vyzáří signál dřív, než přichází signál odražený od stěny, a tím ho zamaskují). Výsledkem byl excelentní sál, který byl pro koncerty rázem hodnocen jako 13. nejlepší na světě.

Tak to byly tři hlavní skupiny uzavřených prostor, kdy o prioritě prostorové akustiky při jejich kopírování nemůže být sporu.

Další prostory, zejména pro sportovní účely, už takové štěstí nemají a prostorová akustika je řešena často jako poslední, anebo dodatečně, když se ukáže, že z hlediska hluku není další fungování sportovního zařízení únosné.

Zimní stadiony

V nově stavěných zimních stadionech je akustika prostoru snad již samozřejmostí. Rozhodně v projektu, a pak záleží, jak si investor ohlíká dodavatele.

Staré zimní stadiony však akustické úpravy neměly a podle toho to vypadalo. Ke zrealizování celé problematiky stačí jedna historka z dob hlubokého socialismu. Byl první máj a přišlo. Manifestace byla nahnána na zimní stadion. Čelný představitel končil poselství „se Sovětským svazem na věčné časy“ a ozvalo se „asi ... asi ... asi“. Všichni byli přesvědčeni, že se jedná o sabotáž v elektrotechnické řetězci. Začalo vyšetřování a zjištěno odborníky – ozvěna! Stadion bez akustických úprav měl dobu dozvuku $T_d = 8$ sec. Dnes už musí mít stadiony více rentabilní provoz a navíc elektroakustika musí zvládnout krizová hlášení při skandování návštěvníků. To by bez akustických úprav nebylo možné. Že i v tomto případě lze spojit akustiku s velmi pěkným interiérem svědčí snímek nového zimního stadionu v České Lípě.



Zimní stadion v České Lípě – arch. A. Buchta

Plavecké haly

Ještě za minulé republiky se stavěly kryté bazény pro jednotlivce, nikoliv třeba pro masovou výuku plavání. A pak se v těchto akusticky neupravených prostorách začalo s výukou plavání celých školních tříd. V roce 1976

jsem se zúčastnil měření akustiky v bazénu AXA na Poříčí, proto že plavčík si tam stěžoval na bolesti žaludku, které by mohly mít příčinu v trvalém pobytu v nadměrném hluku. A přiznávám, že jsme se nestačili divit. Jedna školní třída (30 dětí) vyprodukovala v tomto dokonale odrazivém prostředí úroveň hluku 110 dB (A). To je místo pro dokonalou vraždu, protože výstřel z pistole nebyl slyšet ze vzdálenosti 2 m a o volání tonoucího o pomoc ani nemluvě. ČSN 730527 svým ustanovením o požadované době dozvuku pro tyto prostory učinila těmto excesům přítrž, ale i v dnešní době se setkáváme s bazénovými halami, kde se v rámci rekonstrukce akustika dodělává. Příkladem vkusně zrekonstruovaného bazénu může být bazén v Tyršově domě České obce sokolské v Praze.



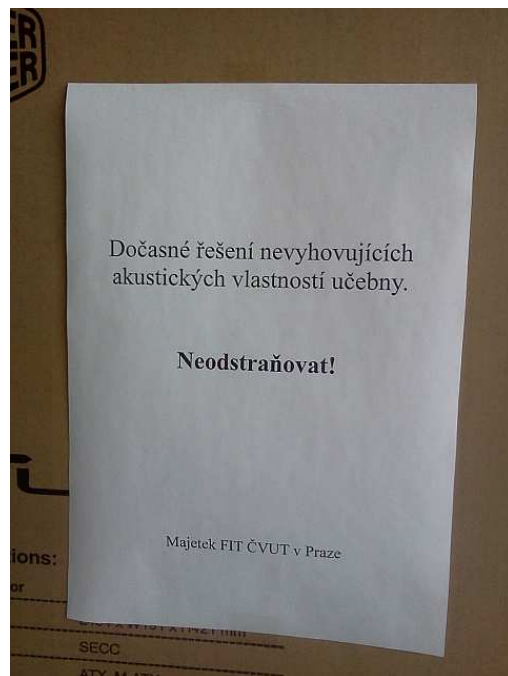
Plavecký bazén v Tyršově domě České obce sokolské v Praze

Učebny, posluchárny a zasedací místnosti

Také tyto prostory mají předepsanou dobu dozvuku ČSN 730527 a je zde obzvláště důležité dodržet akustické úpravy. Jedině tak je zaručena vysoká srozumitelnost přednášejícího až do zadních řad. Někdy se ovšem stane, že se místo poslucháren v projektu objeví ateliery – ty v normě chybí a tak – žádná akustika. To je ovšem velmi krátkodobá politika, protože se stane, že ateliérů je moc a učební plán se nenaplní a zatím katedra IT má mnoho studentů a uvítá volný prostor. Jenže ten ani v nejmenším nesplňuje požadavek výuky – srozumitelnost – a tak si musí chytrí studenti poradit sami. Jak obložit zadní stěnu, aby neodrážela? Velmi vtipné prozatímní řešení představují dva následující snímky.



Učebna FIT ČVUT



Nápis na bednách od monitorů

A teď se bude čekat, až budou peníze na rekonstrukci, přičemž stačilo, aby se při stavbě tyto prostory nazvaly učebny – ateliéry. Širokopásmový podhled a akustický obklad zadní stěny by jistě zpříjemnily pobyt i studentům architektury.

Také zasedací místnosti z normy nějak vypadly a nejsou ani v doporučení na širokopásmový podhled. Zde ale zaměstnavatel chápe, že se se svými zaměstnanci musí domluvit a tak téměř vždy většinou prosklenou zasedací místnost zdobí akustický podhled.

Skutečností zůstává, že ČVUT Praha rekonstruuje jednu velkou posluchárnu za druhou a že se s nimi dostáváme na světovou úroveň. Vynikající akustické i architektonické řešení, audiovizuální technika umožňující vzájemné propojení poslucháren i do sousedních zemí, nastavení teploty, osvětlení a spouštění projekce dotykovým displejem u katedry atd.

Příkladem může být právě zrekonstruovaná posluchárna 256 na ČVUT – Fakulta strojní.



Posluchárna 256 na ČVUT –
Fakulta strojní

Velkoplošné kancelářské prostory

V poslední době vzniká stále větší počet velkoplošných kanceláří umožňující snazší komunikaci, velkou flexibilitu zástěn a zlevnění celého prostoru odbouráním příček.

Prostory bývají většinou prosklené, podlaha tvrdá a strop tepelně aktivní nejčastěji z betonu, takže ho nelze zakrýt akustickým podhledem. Je to klasický prostor, kde zdrojem hlukem je lidský faktor, kde zdrojem hluku je lidský hlas násobený počtem přítomných osob. Měření, kterým jsem byl přítomen řešení akustiky v tomto prostoru, mne utvrdily v přesvědčení, že ti zaměstnanci musí časem vyhledat psychiatra. Telefonování, diskuze, špatná srozumitelnost – to vše vede k tomu, že se jedinec snaží překřičet toho druhého. Naměřené hodnoty v jedné takové kanceláři bylo okolo 85 dB (A). Přitom akustický požadavek na takové prostory není zatím v žádné normě ČSN, ale měl by být časem v ISO 3382-3 – Měření akustických parametrů prostoru. V současné době lze pouze vyjít z nařízení vlády č. 272/2011, kde je stanoven hygienický limit a požadavky na hladinu hluku na pracovištích.

Pro práci náročnou na soustředění nebo pro tvůrčí je limit stanoven ekvivalentní hladinou akustického tlaku ALA_{eq} 8h a je roven 50 dB. Ale ozval by se některý ze zaměstnanců při dnešním počtu nezaměstnaných, že to chce změřit a že chce nápravu? Ani reakce architektů, že podklad by zakryl sálavý strop, neobstojí. Protože vkusně zavěšené akustické prvky již existují. Na dalších snímcích jsou podvěšené akustické prvky v tanečním divadle North Carolina Dance Theatre School of Dance v Carolině v USA a podobné prvky v analytickém centru João Morgado v Portugalsku. Obojí jsou výrobky firmy Armstrong, která má zastoupení i v České republice.



North Carolina Dance Theatre School of Dance v USA



Analytické centrum João Morgado v Portugalsku

Kavárny a restaurace

Nejvíce hlučné prostory na základě hluku vyvolaného lidskými hlasy, a také nejmenší ošetření v ČSN i nařízeních vlády, mají kavárny a restaurace. V ČSN 730527 v revizi normy z roku 2005 již restaurace a kavárny nejsou vůbec, přitom v roce 1998 byl ještě u restaurací doporučen širokopásmový podhled stropu. U nařízení vlády NV 272/2011 Sb. O ochraně před nepříznivými účinky hluku paragraf zmizel úplně. Jedná se přece o prostory, kde člověk nemusí povinně být a tak to tedy zdraví nepoškozuje...

Nedávno jsem byl na kávě s jedním přítelem v nové kavárně. Byla plná studentů a architektonicky velmi zdařilá – beton a sklo. Asi po 15 minutách mne přítel požádal, zda bychom nemohli odejít, že mi stejně nerozumí ani slovo. Vytáhl jsem svůj mobilní telefon s aplikací měření hluku a naměřil jsem 87 – 90 dB. Co na to říci... Domů jezdím v tramvaji, ve které je 80 dB, na oběd jdu do restaurace, ve které je 85 dB. Abych se dorozuměl v té kavárně, musel bych křičet s úrovní 100 dB, ale to soused u stolu vedle také. A přitom akustická úprava v těchto zařízeních by nebyla drahá a byla by i hezká, ale to by museli chtít architekti, investoři a provozovatelé. Ale když to není v normě zakotveno?

A ještě jeden dodatek na závěr. Všude na světě najdete u všech řešení uzavřených prostorů jméno architekta a hned vedle něj jméno akustika, jen v České republice ne. Přemýšlím – proč?