

Zvukový design varhan a moderní chrámový prostor

Václav Syrový

Hudební fakulta AMU, Praha

Mezi hudebními nástroji zaujímají píšťalové varhany zcela výjimečné postavení, a to hned z celé řady důvodů. Jsou bezesporu nástrojem nejsložitějším po konstrukční i výtvarné stránce, ale jsou také nástrojem vždy zcela individuálním ve svých zvukových vlastnostech. Jenom těžko nalezneme dva identicky znějící nástroje, přestože budou formálně vykazovat stejnou dispozici, tj. výčet jednotlivých rejstříků a pomocných zařízení jdoucí až do popisu jejich konkrétního technického řešení. Důvodem této individuality varhan je nezaměnitelná vazba jejich zvuku na prostor, ve kterém se nalézají. Na rozdíl od ostatních hudebních nástrojů, jejichž zvuk mohou akustické vlastnosti prostoru např. koncertní síně pouze pasivně pozitivně i negativně ovlivňovat, zvuk varhan musí být s těmito vlastnostmi v organické jednotě. Tato jednota se vyvíjela od okamžiku, kdy se varhany začaly stavět v chrámových prostorech, zprvu pouze jako nástroj převážně podporující či doprovázející sborový zpěv. Vazba na lidský hlas ve sborové sazbě byla základním formujícím faktorem, ze kterého se vyvinul sborový princip rejstříkové dispozice v dialogu „mužských“ – úzce (přesněji úžeji) menzurovaných principálů a „ženských“ – široce menzurovaných fléten. Vazba na akustické vlastnosti prostoru spolu s požadovaným psychoakustickým účinkem postupně určovala jak počet, tak i menzuraci rejstříků varhan a v neposlední řadě též i jejich rozmístění v prostoru. Chrámový prostor a jeho vlastnosti se staly jedním ze zadávajících faktorů pro stavitele varhan, zvuk jejich nástroje nesměl být ani příliš silný, ani příliš slabý, požadovala se jeho „barevná“ vyváženost – vnější zvuková jednota vycházející z výškových, dynamických a barevných kontrastů jednotlivých rejstříků.

Základní hodnotou varhan, která vyvolává asociaci organické jednoty nástroje a prostoru, je zvukový obraz varhanního pléna – stěžejní sestavy rejstříků principálového sboru. Principál jako hlavní rejstřík varhan zaujímá v dispozici výjimečné postavení. Má zcela autonomní název, zatímco ostatní rejstříky odvozují svoje označení buď od podobnosti zvuku s ostatními hudebními nástroji, nebo od konstrukce, tvaru či materiálu píšťal. Výškově diferencované polohy Principálu tvoří páteř rejstříkové pyramidy sledující řadu vyšších harmonických tónů. Vedle celé řady historických hledisek existují dva racionální důvody, proč právě tón Principálu se stal základem varhanního zvuku. Fyzikálně akustický důvod vychází z energetické výhodnosti principálové menzury, která zjednodušeně pojato není ani energeticky náročná jako široká menzura fléten a ani neinklinuje k snadnému přebuzení jako úzká menzura smyků. Psychoakustický důvod souvisí s kontrastem mezi syntetickým pojetím barvy výsledného tónu složeného z hlasů flétnového sboru a analytickým pojetím barvy nedělitelného tónu jednotlivých jazykových či smykavých rejstříků. Z tohoto pohledu reprezentuje principálový tón vyvážený neutrální zvukový střed, protože není ani individualitou, která se těžko začleňuje do zvukového celku, ani zcela podřízenou částí tohoto celku. Pyramida principálových rejstříků hlavního stroje představuje v naprosté většině případů varhanní pléno, jehož subjektivně vzato dynamické a barevné vlastnosti už přímo odrážejí (resp. měly by odrážet) vlastnosti chrámového prostoru, v první řadě pak jeho velikost. Supper [5] uvádí pro stanovení základny principálového sboru, tj. výškově nejnižšího Principálu v závislosti na velikosti prostoru resp. počtu posluchačů následující orientační hodnoty doplněné velikostí zvukové koruny jako protipólem základny.

Zvukovou korunu pak tvoří jeden či více smíšených rejstříků – mixtur.

Počet osob	Základna principálového sboru	Zvuková koruna
60 – 100	Principál 2'	2 řady od polohy $\frac{2}{3}$ '
150 – 200	Principál 4'	3 řady od polohy 1'
250 – 320	Principál dřevěný 8'	4 řady od polohy $1\frac{1}{3}$ '
420 – 500	Principál 8'	4 řady od polohy $1\frac{1}{3}$ '
600 a více	Principál 16'	5 řad od polohy 2'

Přestože nelze předpokládat striktní dodržování uvedené tabulky, je zřejmé, že ve vztahu k velikosti prostoru nesmí být zvuk varhanního pléna subjektivně ani předdimenzovaný, ani poddimenzovaný. Podle Suppera lze kvalitu pléna subjektivně spolehlivě určit poslechem Grave z *Fantasie G dur* J. S. Bacha. Jestliže varhanní problematiky znalý posluchač nepociťuje v průběhu celého Grave nutnost změny plénové registrace, pak je pléno varhan zvukově vyvážené a adekvátní danému prostoru. Čistě emocionálním kritériem správného dimenzování zvuku pléna může být i známý pocit „mrazení v zádech“ při poslechu pouhého drženého akordu. Příliš silný zvuk v malém prostoru posluchače okamžitě ohluší a unaví, příliš slabý zvuk ve velkém prostoru vyvolává zase očekávání další zvukové gradace, očekávání toho skutečného pléna. Pokud tato kritéria vztáhneme

na registraci pléna hlavního stroje, pak registraci tutti, tj. všech rejstříků včetně spojek můžeme chápat jako akceptovatelný stupeň volnosti ve smyslu dynamického završení zvuku varhan s předpokládaným krátkodobým využitím. Tutti varhan musí již při hře zmíněného Grave subjektivně unavovat. Na stanovení velikosti celých varhan, tj. počtu všech rejstříků, byla v minulosti odvozena řada empirických vztahů, které byly též dávány do souvislosti s velikostí prostoru, např. Geyerův (N_G) a Petzoldův (N_P) vztah dle Ellerhorsta [1], kde N_G resp. N_P je počet rejstříků, L délka, B šířka a V objem chrámového prostoru:

$$N_G = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{5}} L^2 \cdot B \qquad N_P = \frac{\log V \cdot \sqrt[3]{V^2}}{7,5}$$

Geyerův vztah cituje též Němec [3], avšak v podstatně odlišné podobě (!):

$$N_G = \frac{1}{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{5}} L^2 \cdot B$$

Jiné relace uvádí Smets [4], který se odvolává na objem chrámových prostor bez bližší specifikace:

u malých	prostor připadá 1 rejstřík na	50 m ³
u středních	prostor připadá 1 rejstřík na	75 m ³
u velkých	prostor připadá 1 rejstřík na	100 m ³
u velmi velkých	prostor připadá 1 rejstřík na	150 m ³

K počtu osob vztahuje počet rejstříků Supper:

100 osobám odpovídá	4 – 6 rejstříků
200 osobám odpovídá	8 – 12 rejstříků
400 osobám odpovídá	17 – 22 rejstříků
600 osobám odpovídá	30 – 40 rejstříků
1500 osobám odpovídá	70 – 80 rejstříků

Uvedené vztahy slouží pouze pro velmi hrubý odhad počtu rejstříků a pro porovnání velikosti nástrojů. Celkový zvukový design varhan, pod který zahrnujeme vedle dispozice, menzurae a intonace varhan též psychoakustické důsledky jejich zvuku, není však jenom otázkou velikosti rejstříkové dispozice, ale také je určován též hledisky účelovými, konstrukčními a v neposlední řadě i ekonomickými. Tato hlediska současně odrážejí konkrétní uspořádání chrámového prostoru a to nejenom po čistě akustické stránce, ale též po stránce architektonické i výtvarné. Kvantitativně chápaná velikost varhan se může dostat do rozporu s představou jejich zvukového designu. I nástroj se skromnou dispozicí může být neúměrně silný a naopak bohatě disponovaný nástroj zase zvukově nepřesvědčivý. Kritérium subjektivního vjemu pouhé hlasitosti, velmi často vztahované ke konkrétním hodnotám hladiny akustického tlaku v typickém poslechovém místě, se jeví z hlediska návaznosti nástroje na daný prostor jako podmínka nutná, nikoliv však postačující. Údaje o hladinách hlasitosti pro jednotlivé rejstříky, jak uvádí Smets (Kryt 40 Ph, Principál 60 Ph, Mixtura 65 Ph, Trompeta 70 Ph), dávají pouze velmi nepřesnou představu o zvukových poměrech mezi jednotlivými rejstříky, přesto v tomto směru existuje jedno dobře míněné doporučení. Při akordické hře na samotný Principál 8' by neměla průměrná hodnota hladiny hlasitosti v místě posluchače překračovat 80 Ph. Registrace pléna pak může dosahovat průměrných hodnot kolem 90 až 95 Ph.

Vjem hlasitosti tónu varhanní píšťaly souvisí jednak s energií kmitajícího vzdušného sloupce a jednak s velikostí budící energie. Energie vzdušného sloupce je přímo úměrná jeho hmotnosti a tím též rozměrům, tj. menzuraci píšťaly. Kromě počtu rejstříků má tedy na výslednou hlasitost nástroje vliv i menzurae jeho píšťal. Čím větší prostor, tím širší menzurae může být použita při odpovídajícím energetickém buzení. Avšak menzurae především ovlivňuje barvu tónu píšťaly, čím užší je průměr píšťaly, tím ostřejší, resp. barevně bohatší tón vydává. Uvedené vztahy mezi hlasitostí a barvou tónu na jedné straně a menzuraci píšťal na straně druhé jsou však příliš zjednodušené, poněvadž vliv vlastního energetického buzení vzdušného sloupce může tyto vztahy zásadně pozměnit. Velikost budící energie závisí na množství vzduchu, který proudí nohou píšťaly, tedy na tlaku vzduchu ve vzdušnici, a na rozměrech – menzuraci úst a konkrétním nastavení pracovního režimu píšťaly – na její intonaci. V návrhu menzurae píšťal spočívá umění stavitelů varhan a to nejenom z hlediska

„zvukového“ dialogu mezi jednotou tónu v průběhu jednoho rejstříku a kontrastem mezi tóny různých rejstříků, ale také v absolutním vztahu menzuraže jak k velikosti, tak k akustickým vlastnostem chrámového prostoru.

Přestože neexistuje žádný exaktní vztah, který by určoval výchozí hodnotu menzuraže varhan, tzn. odchylku od normové principálové menzuraže v závislosti např. na velikosti daného chrámového prostoru, lze vysledovat celou řadu psychoakustických souvislostí mezi vlastnostmi prostoru a přístupem k menzuraži. Absolutní hodnoty menzuraže a menzurační vztahy mezi jednotlivými rejstříky ovlivňuje v návaznosti na prostor nosnost tónu. Nosnost je určena především jeho frekvenčně energetickými vlastnostmi, nikoli však pouhou hlasitostí. Málo nosný rejstřík může přímo u varhan znít velmi silně, avšak jeho hlasitost se vzdáleností od nástroje rychle slabne. Vedle toho slabší, ale přitom nosný zvuk je schopen naplnit celý prostor. O nosnosti tónu rozhodují jeho frekvenční vlastnosti a současně též frekvenční průběh absorpce zvuku v uvažovaném prostoru. Zvukový výkon píšťaly stoupá především se stoupajícím obsahem vyšších harmonických složek ve spektru tónu. Harmonické složky o vysokých frekvencích jsou však v prostoru pohlcovány nejenom jeho interiérem, ale také samotným vzduchem, proto zvukový výkon tónů s převažujícím obsahem vyšších harmonických s rostoucí vzdáleností od varhan rychle klesá. Energeticky vyvinutou základní, tj. 1. harmonickou vydává píšťala o široké menzuraži. Tón této píšťaly je potom nosný, i když nemusí být příliš silný. Absolutní menzuraže píšťal u varhan ve velkých katedrálách se proto volí širší než v malých kostelech, a to i z důvodu požadavku dobré nosnosti tónu na velkou vzdálenost od nástroje.

Spolu s dispozicí, menzuraží a intonací (včetně volby tlaku vzduchu ve vzdušnicích) je zvukový design varhan určován též architektonickým začleněním nástroje do daného chrámového prostoru v souvislosti se směrovými vyzařovacími vlastnostmi jednotlivých píšťal, se vzájemným rozmístěním jednotlivých strojů a jejich vzdušnic, s řešením varhanní skříňe a v neposlední řadě též s umístěním nástroje vůči typickému poslechovému místu. Nevhodně umístěné či rozmístěné varhany mohou i při správně navržené dispozici a menzuraži působit na posluchače jako zvukově předimenzované nebo naopak poddimenzované, právě tak jako nevhodně navržená varhanní skříň, která brání optimálnímu vyzařování zvuku jednotlivých píšťal i celých strojů.

Zvukový vývoj varhan, stejně tak jako vývoj celé evropské hudební kultury byl spojen s šířením zvuku v uzavřených prostorách. V nich je šíření zvuku určováno mechanismy odrazu, rozptylu a ohybu vlnění na překážkách a pohlcování vlnění překážkami, představovanými převážně plochami stěn prostoru. Tyto mechanismy vedou pak ve svých objektivních, především však v subjektivních důsledcích ke změnám základních vlastností šířeného zvuku. Za hlavní příčinu těchto změn je obecně považován dozvuk, definovaný jako zvuk šířící se prostorem po vypnutí zvukového zdroje. I když dozvuk není jediným akustickým důsledkem velikosti a tvaru prostoru, struktury a pohltivosti jeho stěn a řady dalších faktorů, ve vjemu zvuku varhan hraje naprosto dominantní roli. Nejvýraznějším projevem dozvuku je jeho doba trvání, která je podvědomě spojována s velikostí uzavřeného prostoru, dlouhá doba je spojována s velkým prostorem, krátká doba zase s malým prostorem. V tomto směru historická spojitost varhan s chrámovým prostorem asociovala vazbu jejich zvuku na evidentní přítomnost dozvukové složky. Zjednodušeně pojato, čím větší varhany, tím delší dozvuk, resp. větší prostor a naopak.

Dozvuk však představuje hlavně komplexní obohacení zvukové informace než pouhou asociaci velikosti prostoru, v první řadě přispívá k zvýšení hladiny hlasitosti zvuku. Současně také prodlužuje délku zvukové informace, čímž umožňuje překročit časové prahy sluchového vjemu krátkých tónů či zvuků a přesněji se orientovat v jejich výšce, hlasitosti i barvě. V případě rychlého i pomalého sledu tónů či zvuků podporuje dozvuk jejich splývání či směšování a napomáhá tak ke vzniku zdánlivého souzvuku a s ním spojených harmonických vztahů. V neposlední řadě působí dozvuk svojí frekvenční závislostí jako filtr s proměnnou účinností dle úrovně „vybuzení“ prostoru. Charakteristické zabarvení zvuku v autentických prostorách (historických sálech, chrámech apod.) v důsledku nevyrovnané frekvenční závislosti doby dozvuku je v přímém protikladu vůči neutrálnímu až „sterilnímu“ zvuku nahrávacích studií, u kterých je tato závislost minimální. O barevné bohatosti „suchého“ zvuku dozvukem se evidentně týká zpěvu a instrumentální hry, u varhan je v tak rozsáhlé míře už ani nevnímáme, přesto si lze jenom těžko představit začátek Bachovy *Toccaty d moll* bez dozvuku. Historická vazba varhanního zvuku na prostor se prosadila i do obecných doporučení optimální délky dozvuku, která by pro varhanní hudbu neměla klesnout pod 2 sekundy. Pod touto hranicí se zvuku varhan přisuzuje tvrdost, agresivita, nepřírozenost až určitá grotesknost (snad pro vzdálenou příbuznost se zvukem píšťalových orchestrionů). Horní hranice optimální délky dozvuku pro varhanní hudbu není již tak kritická a záleží nejenom na dalších akustických vlastnostech chrámového prostoru, ale také na dramaturgii a interpretaci v tomto prostoru provozované varhanní hudby.

Než samotný údaj délky standardně definované doby dozvuku je pro varhanáře daleko důležitější její frekvenční závislost, která u historických chrámových prostor bývá často velmi výrazná. Společným rysem

průběhů dob dozvuku u různých chrámů je typický úbytek vysokých frekvencí, který vychází z pohltivosti vzduchu a případně z výrazné přítomnosti textilií event. i květinové výzdoby. Obecné zásady menzurační píšťal tuto závislost zohledňují. U naprosté většiny rejstříků dochází v průběhu jejich diskantu k rozšiřování menzury, mimo jiné též za účelem zachování nosnosti tónu tak, aby i ve vzdáleném místě poslechu byl tón ještě dostatečně hlasitý. V tomto případě frekvenční závislost doby dozvuku působí jako již zmíněný filtr, který může nejenom ovlivňovat hladinu hlasitosti a barvu zvuku jak jednotlivých tónů, tak plén jednotlivých strojů i tutti celých varhan. Logiku návaznosti menzurační varhan na frekvenční závislost doby dozvuku chrámového prostoru znali už staří varhanáři (např. G. Silbermann sledoval odezvu chrámového prostoru poklepem hůlkou) a věděli, že mohou dispozicí a menzurační navrhovaného nástroje optimalizovat jeho zvuk pro daný prostor a vhodným průběhem menzurační (a částečně i intonací) tak přizpůsobit zvuk varhan frekvenční odezvě prostoru.

Při poslechu varhanní hudby v klasickém chrámovém prostoru si většinou kromě dozvuku a změn jeho frekvenčního průběhu, např. v závislosti na zaplnění chrámu posluchači, žádné další akustické vlastnosti bezprostředně neuvědomíme. Avšak ve vztahu dozvuku a velikosti chrámového prostoru ke konkrétní pozici posluchače existuje velmi důležitá hranice – poloměr dozívání R_D (též dozvuková nebo kritická vzdálenost), ve které je hustota energie přímých a odražených vln stejně velká. Poloměr dozívání je dán následujícím vztahem, ve kterém je V objem prostoru, T_D doba dozvuku a Q činitel směrovosti varhan jako kompaktního jednoho zdroje zvuku.

$$R_D = 0,057 \sqrt{\frac{V}{T_D}} \cdot \sqrt{Q}$$

Pokud se neuvažuje frekvenční závislost doby dozvuku a vyzařování varhan je zjednodušeně pokládáno za všesměrové ($Q=1$), tak se v kratší vzdálenosti od nástroje, než je poloměr dozívání, nalézá obvykle jenom varhaník, ev. ještě zpěváci a hudebníci na kůru. U nich ve sluchovém vjemu zcela převládá přímý zvuk a dozvuková složka je vnímána pouze jako jeho pokračování po skončení výdrže tónu. V tomto místě vnímá posluchač také rozdíl mezi tvrdostí až ostrotí drženého tónu a měkkostí jeho dozvuku hlavně v oblasti vysokých frekvencí. Ve vzdálenosti větší než poloměr dozívání, tj. v typickém poslechovém místě, tento rozdíl zcela zaniká a dozvuk se výrazně uplatňuje už během výdrže tónu. Jedině v této pozici lze také usuzovat na zvukovou jednotu nástroje a chrámového prostoru, zatímco u hracího stolu varhan se projevují často až zkrslující detaily v dynamických i barevných kontrastech mezi jednotlivými stroji či dokonce mezi jednotlivými píšťalami v závislosti na jejich rozmístění a směru vyzařování zvuku.

Poněkud jiná situace nastává, budeme-li akceptovat frekvenční závislost jak doby dozvuku, tak i vliv činitele směrovosti varhan. Poloměr dozívání se pro vysoké frekvence může i několikanásobně prodloužit a již zmíněná tvrdost až ostrot zvuku varhan (především při registraci pléna) může být vnímána i na některých poslechových místech v chrámové lodi. U naprosté většiny historických chrámových prostor je však vzdálenost mezi varhanami a typickým poslechovým místem mnohem delší než činí i takto zpřesněný poloměr dozívání a v této vzdálenosti se také bezpečně projevuje útlum vysokých frekvencí ve vzduchu.

Lze se domnívat, že tyto čistě fyzikální zákonitosti intuitivně vnímali i stavitelé chrámů, kteří především geometrií prostoru odlišovali, odkud kam se který typ zvukového signálu bude šířit: hudba z větší vzdálenosti nejčastěji ve vertikálním směru a řeč z menší vzdálenosti převážně v horizontálním směru. Zvuk varhan si nikdy nekladl podmínku přesné lokalizace zdroje posluchačem, naopak byl založen na subjektivním vjemu prostorovosti jako zvukovém přesahu zrakem vnímaných rozměrů varhan. Subjektivní sluchový vjem velikosti chrámového prostoru musel odpovídat zrakové informaci, nebo ji dokonce často přesahoval. Na druhé straně požadavek rozumět slovu od oltáře či lépe z kazatelny stavěl na vysoké schopnosti subjektivní lokalizace zvukového zdroje v horizontální rovině a na vysoké míře srozumitelnosti. Je pravdou, že už staří stavitelé si byli vědomi, že řešení prostoru chrámu pro optimální přenos hudby a současně řeči v podstatě neexistuje, mnozí se přesto pokoušeli o kompromisní řešení, ale naprostá většina dala přednost hudbě, tedy varhanám. Nalezneme jenom velmi málo chrámů bez varhan a ještě méně bez místa, kam by se varhany daly umístit.

Respektování vyzařovacích poměrů můžeme často vysledovat při instalaci dvou i více varhan v témže prostoru. Umístění varhan např. v blízkosti hlavního oltáře (na epištolní či evangelní straně), které vychází z konkrétních potřeb liturgie, vždy sledovalo kontrastní zvukový design ve srovnání s hlavním nástrojem na kůru: odlišná dispozice a menzurační nástroje i řešení vyzařovacích poměrů s ohledem na požadovanou intimitu a konkrétnost zvuku. Z energetického hlediska byl takový nástroj pro daný prostor téměř vždy nedostačující a mohl plnit svoji funkci pouze ve vymezené části chrámu (postranní lodi, presbytáři apod.).

V případě řady koncertních síní, které v minulosti vznikaly přestavbou z kostelů, docházelo často ke stavbě varhan v místě, kde se předtím nalézal hlavní oltář. Tím se ovšem zásadně změnil vyzařovací poměr varhan vůči typickému poslechovému místu a tím se také zákonitě změnil jejich zvukový design. Další zvukové problémy přinesly též změny ve výbavě interiéru, z původního chrámu byly odstraněny obrazy, textilie, květiny, dřevěné lavice a další inventář religiózního charakteru a zákonitě se prodloužila doba dozvuku, v tom lepším případě pouze na vysokých frekvencích, v tom horším také na středních nebo dokonce i na nízkých frekvencích. Zvuk varhan se stal neúměrně silným, unavujícím až agresivním. Celkový zvukový design varhan i přes formálně správnou dispozici a menzuraci nástroje byl přinejmenším problematický a pro posluchače neuspokojivý. Asociace organické jednoty nástroje a prostoru přestala existovat.

Zkušenosti se zvukovými následky takto pojatých přestaveb kostelů na koncertní síně včetně velmi skromného počtu nově postavených koncertních sálů by měly být součástí vstupních podmínek návrhu i zcela nových moderních chrámových prostor. Zvukový design varhan není ani ve svém historickém odkazu jednotný a není ani jediný. Jinak zní varhanní pozitiv ve zvukové intimitě malého kostela či kaple, jinak zní velký nástroj v prostoru katedrální lodi. I když se tyto nástroje zcela odlišují, ve zvukovém působení na psychiku posluchače jsou si mnohem podobnější, než kdybychom porovnali zvuk formálně totožných nástrojů umístěných v barokním kostele a stejně velké koncertní síni či v operním divadle nebo dokonce v kinosále. Tak, jak se postupně proměňují zvukové zkušenosti a vnitřní modely velké části populace, tak doznává změn i zvukový design varhan. Lze samozřejmě tolerovat silnější, konkrétnější a úměrně tomu i ostřejší zvuk varhan, nelze však ustoupit od organické návaznosti nástroje a prostoru, kterou je možné považovat za „pupeční šňůru“ hudby a architektury. *(V obecné poloze je ústupek od návaznosti akustických vlastností hudebních prostorů na adekvátní vlastnosti hudebních nástrojů důsledkem pohodlného řešení nejrůznějších zvukových problémů: Je špatně slyšet? Pomůžeme si elektroakustických ozvučením! Je příliš krátký a nevyrovnaný dozvuk? Zapojíme počítačem řízený dozvukový procesor! Potřebujeme velké koncertní varhany s univerzální dispozicí v malé koncertní síni? Koupíme laciné elektronické varhany! Tato diskutabilní řešení mohou být jenom východiskem z nejvyšší nouze, ale v žádném případě standardním postupem. Pomineme-li všechny etické i estetické námitky proti uvedeným řešením, pak v případě hudebních nástrojů a varhan zvláště zbývá ještě jeden argument: vydat ušlechtilý zvuk z klasického hudebního nástroje vyžaduje ovládnutí sebe sama, ovládnutí nástroje a ovládnutí prostoru. Tento ojedinělý moment uspokojení z moci či vlády nad hmotou v tom nejpozitivnějším smyslu, který velmi dobře varhaníci znají a který se spolu s hudebním sdělením přenáší na posluchače, nelze napodobit sebedokonalější elektroakustickou cestou. Svět elektroakustického zvuku je světem pouhé virtuální zvukové reality – zvukové iluze, která ve skutečnosti neexistuje. Poslech záznamu koncertu na DVD nikdy nezastoupí osobní přítomnost v koncertním sále, nej kvalitnější elektronické varhany nikdy nenahradí i ten nejmenší varhanní pozitiv.)*

Při návrhu nových chrámových prostor, do kterých by měly být umístěny též píšťalové varhany, je možné vycházet z uvedených zkušeností, ale také je nutné si uvědomit, že tyto zkušenosti byly spojovány s klasickým geometrickým řešením prostoru, u kterého rozměr délky a výšky evidentně převládá nad šířkou. Také umístění varhan se v těchto prostorách nacházelo nejčastěji na kůru hlavní event. příčné či postranní lodi. Tato koncepce do určité míry řešila problém distribuce zvuku varhan (odkud kam) a též i problém vlivu prvních odrazů od stěn, stropu a podlahy na posluchačův vjem. Za normálních okolností nejsou první odrazy vnímány odděleně od přímého zvuku a přispívají zejména k posílení vjemu jeho hlasitosti. Při větším zpoždění prvních odrazů (nad 30 – 50 ms) může dojít k charakteristickému zbarvení zvuku nebo k vjemu drsnosti zvuku. Postřehnutelnost či dokonce rušivost prvních odrazů souvisí s rozdílem jejich hladin vůči přímému zvuku, dále s jejich zpožděním vůči přímému zvuku a se směrem, odkud odrazy přicházejí. Binaurální vjem je citlivější na odrazy od bočních stěn, které způsobují větší interaurální rozdíl než odrazy přicházející od stropu, podlahy a zadní stěny. Proto u nízkých a širokých prostor jsou subjektivně výraznější odrazy od stěn často spojovány s negativním vlivem na akustickou kvalitu prostor ve srovnání s prostorami vysokými a úzkými, u kterých převládá zpoždění odrazů od stropu. U velkých prostor jsou první odrazy v případě kontinuálních signálů do značné míry maskovány dozvukem, a proto jejich vliv např. u varhanní či vokální hudby klesá. U malých prostor, přesněji u prostor s krátkým dozvukem se první odrazy značně projevují, u řeči mají tendenci snižovat srozumitelnost a deformovat barvu hlasu zejména při větším zpoždění a vyšší intenzitě, nebo dokonce znemožňovat řečníkovi souvislý projev.

Moderní koncertní sály, ale i prostory moderních kostelů převážně inklinují k tvaru kinosálu, kde šířka je srovnatelná s délkou a výška je velmi často tím nejmenším rozměrem. Tento tvar má výhodu velké kapacity posluchačů a dosažitelných velkých rozměrů pódia, jeho nevýhodou je však problém prvních, zejména bočních odrazů, které úzce souvisejí s vjemem prostorovosti definované jako zvukový přesah zrakem vnímaných rozměrů či obrysů zdroje zvuku. U chrámových prostor lze předpokládat, že vjem prostorovosti by se měl týkat pouze varhan v jejich stabilní pozici s ohledem na možnost též pěveckého sboru či orchestru. Vjem prostorovosti je přímo úměrný intenzitě zvuku v místě poslechu a intenzitě prvních odrazů, které dospějí do místa poslechu v průběhu prvních 80 ms po přímém zvuku, při hře *fortissimo* by měl být spojen s představou

vyplnění prostoru varhan a jejich okolí zvukem. Z hlediska poslechu by se varhany měly zdát podstatně rozměrově většími než ve skutečnosti jsou, měly by minimálně zasahovat až do stropu a bočních stěn chrámu. Při malé hodnotě prostorovosti vzbuzují i bohatě disponované varhany pouze představu obří hrací skříňky – orchestrionu, což byl častý případ kinovarhan. Vjem prostorovosti též souvisí se směrovostí vyzařování varhan a s jejich umístěním, dále s tvarem daného prostoru a s místem poslechu. U velmi širokých a nízkých chrámů není vjem prostorovosti posluchačským místům v okolí osy prostoru vůbec přisuzován, pouze na místech u stěn lze již určitou prostorovost pociťovat. Moderní chrámové prostory bývají také zřídka vybaveny klasickým kůrem, který spolu s klenbou může intenzivně napomáhat vyzařování zvuku nástroje do vertikální roviny. Při umístění varhan, které se výškově příliš neliší od úrovně plochy posluchačů, dochází k převažujícímu vyzařování zvuku v horizontální rovině, a to pak silně diferencuje různá místa chrámového prostoru z hlediska kvality poslechu.

Z hlediska instalace varhan ovlivňuje tvar prostoru především umístění nástroje a podmínky vyzařování jeho zvuku. Projekt nového chrámu by měl od samého začátku zohledňovat pozici varhan a distribuci jejich zvuku. Odhad resp. výpočet doby dozvuku v chrámovém prostoru musí počítat též s varhanami jako s nezanedbatelnou soustavou rezonátorů, které v širokém frekvenčním rozsahu intenzivně pohlcují zvuk. Dodatečná instalace velkého nástroje do chrámového prostoru může v tomto ohledu přinést různá překvapení. Měření doby dozvuku a jejího frekvenčního průběhu, má-li být v souladu se zvukovým designem varhan, musí respektovat jejich vyzařování. Zdroj měřicího signálu (dnes převážně typu MLS) je v tomto případě umísťován do pozice prospektu varhan, většinou v úrovni lábii píšťal hlavního stroje. Polohy snímacího mikrofону pak mapují jak rozmístění posluchačů, tak i další důležitá místa chrámového prostoru (oltář, postranní či příčnou loď aj.). Při zásadní prostorové diferenciaci varhanních strojů (např. pro zadní pozitiv, korunní stroj) je vhodné měření dozvuku ověřit i pro další, jednotlivým strojům odpovídající polohy zdroje. Návrh velikosti dispozice musí vycházet z již uvedených Supperových relací a pochopitelně by měl zohledňovat i účelovost resp. funkci varhan. U varhan, které vedle liturgické funkce by měly též splňovat nároky koncertního využití, bude při dostatku místa (a finančních prostředků) pochopitelně prosazována rozsáhlejší dispozice, buď universálního nebo stylově vyhraněného zaměření. Pokud navrhovaný počet rejstříků evidentně přesáhne (někdy i několikanásobně) uvedené relace, je nutno počítat s nestandardní menzurací. Čím větší počet rejstříků je navržen pro daný prostor, tím užší je třeba volit menzury a tím problematičtější je návrh jejich absolutních i relativních vztahů. Stejná závislost platí i pro změnu velikosti prostoru, čím menší prostor, tím užší musí být menzury navrženy.

Zvukový design varhan nelze oddělovat od akustických vlastností prostoru, ve kterém jsou nebo budou varhany instalovány. Zvukový design varhan nelze také dogmaticky přizpůsobovat uvedeným relacím či empirickým vztahům. Jedinečnost každého nástroje a naprostá individualita jeho návaznosti na prostor vyžaduje vždy od úplného začátku též jedinečný přístup k návrhu dispozice a menzurace, k technickému řešení vzdušnic a traktury, rozmístění vzdušnic a jednotlivých strojů a v neposlední řadě i k provedení varhanní skříňe a začlenění celých varhan do chrámového prostoru. Zvukový design varhan lze objektivně dokumentovat, především pak pro potřeby porovnávání původního a nového zvuku nástroje v případě jeho rekonstrukce či restaurování [7]. Objektivní zvuková dokumentace [8], [9] může svými výsledky posloužit také jako výchozí podklad pro návrh nových nástrojů, k optimalizaci jejich dispozice a menzurace ve vztahu k akustickým vlastnostem daného prostoru.

Příspěvek navazuje na výsledky výzkumných aktivit Oddělení hudební akustiky Zvukového studia HAMU v Praze, které jsou podporovány MŠMT ČR v rámci výzkumného záměru čís. MSM 511100001.

Literatura a prameny

- [1] Ellerhorst, W. (1936): Handbuch der Orgelkunde. Einsiedeln: Benzinger Verlag.
- [2] Lottermoser, W. (1983): Orgeln, Kirchen und Akustik. Frankfurt am Main: Verlag E. Bochinsky.
- [3] Němec, V. (1944): Pražské varhany. Praha: František Novák.
- [4] Smets, P. (1944): Neuzeitlicher Orgelbau. Mainz.
- [5] Supper, W. (1950): Die Orgeldisposition. Kassel: Bärenreiter.
- [6] Syrový, V. (1987): Vybrané kapitoly z nauky o varhanách. Praha: SPN.
- [7] Syrový, V. (2002): Ergebnisse der akustischen Vermessung der Teynkirchen-Organ vor und nach der Restaurierung. Konferenzbericht Prag, 17.-22. Sept. 2000, Edition IME, Band 8, str. 147-153.
- [8] Syrový, V. & Otčenášek, Z. & Štěpánek, J. (2001): Spectral Characteristics of Czech Baroque Pipe Organs. Proceedings of ISMA 2001, Perugia 2001, str. 477-480
- [9] Štěpánek, J. & Otčenášek, Z. & Syrový, V. (1999): Dokumentace a diagnostika zvuku varhan Akustické listy (ISSN 1212-4702) čís. 17, str. 12-21