

Píšťalové varhany zaujímají mezi hudebními nástroji zcela výjimečné postavení. Jsou totiž nezastupitelným představitelem své doby jak po stránce technické a výtvarně architektonické, tak zejména po stránce zvukové. Zdrojem varhanního zvuku je retná píšťala – akusticky i konstrukčně nejjednodušší dechový hudební nástroj s pevně nastavenou výškou, hlasitostí, barvou a prostorovou lokalizací tónu v celku varhan a současně jeho zvukovou návazností na akustické vlastnosti prostoru, ve které se varhany nalézají. Základní aspekty barvy zvuku varhan vycházejí z mechanismu vzniku tónu v retné píšťale, dále z filosofie struktury varhanního zvuku a nakonec též z vyzařování zvuku a jeho šíření v reálném prostoru. Na tyto aspekty se můžeme dívat jak z pohledu akustického, tak z pohledu uměleckého. Proti jednoduchému fyzikálnímu principu retných i jazykových píšťal stojí celek varhan jako artefakt určený k vyvolání emocí především prostřednictvím součtu zvuku těchto jednoduchých prostorově dislokovaných zvukových zdrojů.

Zvuku varhan je přisuzována charakteristická racionalita z důvodu minimálního podílu hudebníka tj. varhaníka na vzniku tónu v píšťale a z důvodu fyzikálně uspořádané struktury zvuku. Přesto právě tato racionalita spolu s podmínkami šíření zvuku v daném prostoru působí na subjektivní vjem posluchače mnohem emocionálněji než je tomu v případě zvuku ostatních hudebních nástrojů. Organické spojení zvuku a prostoru vede také na naprosté individualitě každých varhan, i formálně identické nástroje znějí v různých prostorách zcela odlišně. Proto jenom těžko nalezneme zvukově resp. kvalitativně dvoje stejné varhany.

V následujících kapitolách se podíváme blíže na základní aspekty zvuku varhan, pokud možno bez technických podrobností. Postavme je do souvislostí, jak se subjektivní reflexí zvukových problémů varhan, tak s obecnou metodikou jejich návrhu, a pokusme se tak poodhalit to, co laickému posluchači varhanní hudby zůstává utajeno: jedinečný příklad vztahu techniky a umění s naprosto neopakovatelným subjektivním účinkem.

Vznik tónu v retné píšťale

Analytický model hudebního nástroje tvoří propojení budicího mechanismu (excitátoru) jako zdroje energie s vlastním kmitajícím mechanismem (oscilátorem) a následným rezonátorem, který obvykle též umožňuje vyzáření zvukové energie do okolního prostoru. Vymezení jednotlivých částí nečiní u většiny hudebních nástrojů zvláštní obtíže. Např. u houslí je to sestava smyčce, struny a ozvučné skříňky, u klarinetu sestava proudu vzduchu, třítinového plátku a vzdušného sloupce v nástroji, u tympánu sestava paličky, membrány a vzdušného objemu v kotli nástroje.

U retné píšťaly je však vymezení oscilátoru, který je buzen vzduchem proudícím nohou píšťaly a který rozkmitává vzdušný sloupec uvnitř těla píšťaly, na první pohled méně zřejmé a tradičně je spojováno se vznikem tzv. třecích tónů, které popsal v roce 1878 český fyzik Čeněk Strouhal. Je-li proud vzduchu veden skrz úzkou šterbinu s ostrým vyústěním, mění se ustálený vzdušný tok v turbulentní – vířivé proudění. Podobný jev nastává též při proudění vzduchu přes ostrou hranu. Po obou stranách šterbiny či hrany se potom tvoří periodicky opakující se vzdušné víry – tlakové změny vzduchu. Tato periodicitu dává vznik třecím tónům, které připomínají vyladěný svist a které zřetelně provázejí např. rychlé mávnutí holí. Avšak při běžných rychlostech proudění vzduchu mají tyto třecí tóny velmi malou intenzitu. Uspořádání úst u retné píšťaly skýtá dobré podmínky pro vznik třecích tónů, které se dokonce někdy rozlišují na tzv. šterbinové tóny, tj. tóny vznikající průchodem vzduchu průlinkou mezi spodním rtem a jádrem, a na hranové tóny, tj. tóny vznikající nárazem vzdušného svazku na hranu horního rtu. Ústa píšťaly jsou přímo spojena se vzdušným sloupcem, který se vyznačuje výraznými rezonančními vlastnostmi a který evidentně po energetické stránce převažuje.

Vliv vzdušného sloupce je však natolik velký a specifický, že podstatně ovlivňuje popsaný mechanismus třecích tónů. Pokud zamezíme rozkmitání vzdušného sloupce můžeme nastavovat režim vzniku třecích tónů a sjednocovat tak i zvukový pracovní bod jednotlivých píšťal v rámci jednoho rejstříku. Vliv prvotních třecích tónů, kterým mnozí akustikové i varhanáři stále připisují zásadní význam při vzniku tónu v retné píšťale, však ustupuje při rozkmitání vzdušného sloupce. Metody zviditelnování zvuku totiž odhalily skutečný oscilátor – vzdušný jazýček v ústech píšťaly, který se v mnohém značně liší od mechanismu třecích tónů, neovlivněných vzdušným sloupcem. Kmitající vzdušný jazýček je poměrně ostře ohraničen a nemá charakter vzdušných vírů jako třecí tóny. V průběhu periody mění však svoji efektivní délku, což z akustického hlediska představuje vlastně proměnnou účinnou výšku výřezu. Režim kmitů vzdušného jazýčku lze ovlivnit jednak polohou hrany

horního rtu vůči průlince, jednak provedením průlince, tzn. její šířkou, úkosem jádra píšťaly a vpichy na jádře. Uvedené intonační zásahy se promítají jak do charakteru, tak do barvy tónu píšťaly. Vychýlení kmitů vzdušného jazýčku dovnitř píšťaly vede k silnějšímu, ale barevně „chudšímu“ tónu, vychýlení ven z píšťaly k slabšímu, ale barevně „bohatšímu“ tónu. Vpichy na jádře vedou k omezení vzniku hlukových a šumových složek při nasazení tónu a usnadňují intonaci, tj. nastavení pracovního režimu píšťaly, a tím i vlastností produkovaného tónu.

Vlastnosti varhanního tónu jsou však v mnohem větší míře určovány vlastnostmi rezonátoru – vzdušného sloupce, který ve spráženém systému se vzdušným jazýčkem energeticky evidentně převažuje. Frekvence tónu retné píšťaly je dána délkou vzdušného sloupce a typem jeho uzavření. Každá píšťala má otevřený konec ve svých ústech a otevřený, krytý (uzavřený) či polokrytý (částečně uzavřený) konec na svém ústí. Funkční délka vzdušného sloupce, která určuje výšku tónu píšťaly, je větší než odpovídající mechanický rozměr. Vzdušný sloupec je totiž zatížen tzv. vyzářovací impedancí úst či ústí a ta je závislá nejenom na tvaru a rozměru otvoru, ale též na frekvenci tónu píšťaly. Proto průměr píšťaly ovlivňuje nejenom stupeň neharmonicity rezonančních módů vzdušného sloupce, ale ve výsledném tónu též intenzitu vyšších harmonických složek. Se stoupajícím průměrem či průřezem klesá obsah vyšších harmonických složek v tónu, který se stává „kulatějším“ a naopak. Rozměrové uspořádání píšťaly a rozměrové vztahy mezi píšťalami navzájem tvoří tzv. menzuraci, která zásadním způsobem ovlivňuje charakter tónu, především pak jeho barvu jak ve smyslu jednotlivých rejstříků – zvukově jednotných řad píšťal, tak ve smyslu závislosti na výšce tónu v průběhu každého rejstříku.

Struktura varhanního zvuku

Už z antiky si varhany přinesly základní filozofii kontrastu zvuku jedné retné píšťaly a zvuku celého souboru těchto píšťal. Na sakrální půdě byl tento vnitřní kontrast postupně veden k vnější jednotě zvuku nástroje v těsné návaznosti na akustické vlastnosti prostoru. Zde se také varhany dostaly poprvé do kontaktu se sborovým zpěvem a s jeho základní zvukovou diferenciací na mužský bas a ženský či tehdy správněji chlapecký diskant. Z napodobení této hlasové diferenciaci se vyvinul sborový princip rejstříkové dispozice v dialogu mužských hlasů – „jadrných“ principálů a ženských hlasů – „měkkých“ fléten. Vícehlasá podoba sborového zpěvu (organum) vycházející z paralelně vedených hlasů vůči vedoucímu hlasu (vox principalis) se promítla do filosofie varhanního zvuku postavené na základním rejstříku – principálu. K tomu přistoupila nutnost zvládnout objemný chrámový prostor po energetické stránce, což bylo možné pouze cestou racionálně budované struktury zvuku. Zvukový výkon tónu stoupá totiž mnohem rychleji, když je tón obohacován o vyšší harmonické složky, než když je tento tón pouze zmnožován v unisonu. Proto byla racionalita struktury tónu jedné píšťaly přenesena do racionality struktury zvuku souboru píšťal a uspořádání jednotlivých řad píšťal ve smyslu tónové výšky odpovídalo sledu vyšších harmonických složek jediného tónu. Tento princip výstavby tzv. zvukové pyramidy varhan, který neexistuje u žádného jiného hudebního nástroje ani souboru nástrojů, se stal typickým a jedinečným i ve svém historickém vývoji a vztahu především k sakrálnímu prostoru.

Zvuk varhan ve své dominantní podobě je dán „součtem“ tónů různých řad píšťal – jednotlivých rejstříků, které se od sebe zvukově odlišují ve výšce, hlasitosti a barvě (včetně charakteru nasazení) tónu, a v příslušnosti k dílčímu celku varhan – tzv. stroji, který je přesně vymezen jak po zvukové, tak prostorově lokalizační stránce. Do návrhu rejstříkové dispozice varhan se promítá princip zvukové pyramidy ve smyslu součtové zvukové syntézy a dále princip sborový a strojový. Sborový princip staví na základním menzuračním kontrastu úzkých píšťal principálů a širokých píšťal fléten a bývá často doplněn o ještě kontrastnější nejužší píšťaly smyků a funkčně zcela odlišné jazykové rejstříky. Strojový princip je založen na kontrastu původně samostatných nástrojů (hlavní varhany, positiv, portativ, regál aj.), které jsou přiřazeny jednotlivým manuálům (klaviaturám) jediného nástroje a které dohromady tvoří logický celek. Důsledně vystavěná zvuková pyramida principálových rejstříků, která sleduje jejich výškovou polohu v pozici harmonických tónů, vede k základní zvukové hodnotě varhan – k tzv. pléno konkrétní síly, výškové polohy a zvukové vyváženosti ve vztahu k prostoru a příslušnosti ke zvolenému stroji. Pléno představuje též hranici mezi nově vzniklým zvukovým celkem a zcela nesmíselnou zvukovou emulzí jednotlivých rejstříků, tj. zlatý řez mezi zvukovou jednotou a kontrastem, na jejichž vztahu je založena filosofie zvuku varhan. Výstavba pléna odráží podle nejrůznějších empirických vztahů především velikost prostoru, ve kterém jsou varhany umístěny, a počet posluchačů. Velikost prostoru určuje menzuraci principálového sboru, dále polohu základny principálového sboru, tj. výškově nejnižšího principálového rejstříku a velikost zvukové koruny jako protipólu základny. Zvukovou korunou je rejstřík sestavený z několika řad píšťal (principálové menzury) v oktávových a kvintových vztazích – tzv. mixtura.

Vyzařování a šíření zvuku varhan

Z hlediska vyzařování zvuku představují varhany soubor (zjednodušeně pojatých) akustických zdrojů dvojího typu: kryté retné píšťaly s vyzařovacím otvorem v ústech a jazykové píšťaly s vyzařovacím otvorem v ústí ozvučny jako jednoduché zářiče, čtenější otevřené (též i polokryté) retné píšťaly se dvěma vyzařovacími otvory (v ústech a ústí) podobné akustickým dipólům. Obecně platí, že se stoupajícím kmitočtem (základních tónů i jejich vyšších harmonických složek) se zužují vyzařovací úhly orientované do osy vyzařovacího otvoru. Dipólový charakter především dlouhých otevřených píšťal komplikuje vyzařovací poměry varhan naštěstí pouze v blízkém okolí nástroje, ve větší vzdálenosti se projevují pouze navzájem kolmé tzv. hlavní směry vyzařování. Ústa většiny retných píšťal jsou nasměrována horizontálně do prostoru k posluchačům, ústí otevřených píšťal a ozvučen jazyků naopak vertikálně ke stropu prostoru. Pro zvýšení zvukové účinnosti vůči posluchačům se některé jazykové rejstříky umísťují v horizontální poloze do prospektu varhan (tzv. španělské trumpety). Šíření zvuku varhan v konkrétním prostoru ovlivňuje umístění varhan vůči posluchači, zvukový vjem posluchače ovlivňuje vzdálenost od varhan, intenzita a zpoždění prvních odrazů v horizontální, vertikální a mediální rovině, doba dozvuku a její frekvenční závislost.

Zvuk každého hudebního nástroje, tedy i varhan je vnímán dvěma subjekty – hráčem (varhaníkem), který se nalézá v relativně malé vzdálenosti od píšťal, a posluchačem, jehož vjem varhanního zvuku je silně poznamenán akustickými vlastnostmi daného prostoru. U varhan však existuje ještě třetí regulérní poslechové místo, a to uvnitř nástroje v bezprostřední blízkosti píšťal, ve kterém se nalézá varhanář při ladění a intonaci nástroje.

Subjektivní reflexe zvukových problémů varhan

Zvukové problémy píšťalových varhan v sakrálních prostorách vycházejí z řady příčin, které lze zobecnit na:

- akustické vlastnosti prostoru
- umístění varhan s ohledem na vyzařování a následné šíření zvuku
- dispozici, menzuraci a intonaci varhan

Konstrukční a zejména zvukový vývoj varhan je spojován především se sakrální půdou, na kterou se po počátečním odmítání jako nástroje ryze světského, dostaly varhany v 8. století. V chrámových prostorách se varhany začaly běžně stavět až od 10. století a tam také postupně získávaly dnešní podobu, která z hlediska vztahu jejich zvuku a akustických vlastností prostoru dosáhla optima v období vrcholného baroka. Tím nejdůležitějším akustickým parametrem uzavřených prostor, ve kterých se vyvíjel zvuk varhan (a také celé evropské hudební myšlení), byl dozvuk. Dozvuk nejenom prodlužoval informaci a umožňoval tak překonávat časové prahy sluchu, ale též ji „zesiloval“ a ve smyslu své frekvenční závislosti také „filtroval“. Vzájemné přeznívání tónů vytvářelo virtuální vertikální zvukovou strukturu, která konvenovala s vertikální strukturou zvukové pyramidy u varhan, a tak postupně vznikl organický vztah mezi varhanami a prostorem. Zrodila se *monumentalita* velkých nástrojů ve velkých prostorách a *intimita* malých nástrojů v malých prostorách. Ve velkém prostoru se malý nástroj z hlediska monumentality často jeví jako zvukově nedostatečný, avšak vykazující účelovou intimitu např. v podobě chórových varhan. V malém prostoru se velký nástroj jeví vždy jako předimenzovaný, monumentalita zvuku přechází v agresivitu.

Z čistě psychoakustického hlediska představuje organická shoda nástroje a prostoru reprezentovaná monumentalitou varhanního pléna (příp. tutti, tj. všech rejstříků) vyváženou dynamickou i barevnou naplněnost prostoru vedoucí až k známému pocitu „mrazení v zádech“, a ten není v žádném případě důsledkem pouhé hlasitosti zvuku či pouhé přítomnosti dozvuku. Subjektivní příčinnost monumentality zvuku (především varhan) je nutno hledat ve zvukovém předobrazu varhan, tím byl lidský hlas ve svém vokálně sborovém projevu. Varhany v počátečním vývoji na sakrální půdě vycházely ze sborového projevu nejenom z hlediska barevné diferenciacie zvuku, např. ve smyslu členění dispozice na „mužské“ a „ženské“ rejstříky – „hlasy“, ale i po stránce hlasitosti zvuku konvenovaly s omezenou dynamikou lidského hlasu. Monumentalita sborového zpěvu nikdy nespočívala a nespočívá v patologickém řevu, ale ve složitých interferencích vyplývajících z intonačních, modulačních a spektrálních odchylek fyziologické polohy hlasu jednotlivých zpěváků. K tomu přistupují ještě další interference vznikající v reálném prostoru jako důsledek „součtu“ přímého a odraženého zvuku v místě posluchače.

Monumentalita zvuku obecně souvisí:

- s *psychofyziologickými jevy v lidském uchu*, zejména pak se zvýšenou nelinearitou přenosu v důsledku zapojení adaptačních mechanismů při hladinách akustického tlaku nad 80 dB/A, což u varhan úzce

souvisí s doporučenou hladinou hlasitosti rejstříku Principálu 8' cca 80 Ph, a současně s vyrovnáním křivky stejné hlasitosti a tudíž s vyrovnáním vjemu barvy. Při registraci varhanního pléna (cca 90 Ph) či tutti (cca 100 Ph) musí v nelineárním přenosu stále převažovat vliv rozdílových tónů (1. řádu) nad tóny součtovými, jejichž vjem již provází nástup agresivity zvuku.

- *s dozníváním zvuku v reálném prostoru*, a to jako příčiny zesílení a prodloužení zvukové informace a v psychologickém důsledku tím i potvrzení této informace. S tím souvisí i vliv virtuální zvukové struktury vzniklé jako přeznívání jednotlivých tónů původní jednohlasé melodie. Přirozená filtrace zvukové informace prostřednictvím frekvenční závislosti doby dozvuku má na monumentalitu v tomto případě relativně nejmenší vliv.
- *s interferencemi* mezi přirozeně naladěnou vertikální strukturou zvukové pyramidy varhan a rovnoměrně temperovaným laděním klávesnic a s interferencemi vzniklých v důsledku odchylek od těchto ladění. Podobné interference vznikají v místě posluchače v důsledku různých časových zpoždění různých zvukových paprsků. Komerční praxe pojmenovává uvedené interference jako „chorus“ či „choral“ či „cathedral“ efekt.

Intimitu zvuku nelze chápat jako opak monumentality, ale jako kvalitativní protipól vedoucí k celkové jednotě zvukové informace. Intimita monumentálně znějících varhan vychází především z dispozičních možností nástroje a z registrační fantazie interpreta. U intimity zvuku vytváří již zmíněná dynamická a barevná naplněnost a vyváženost nový virtuální prostor v bezprostřední blízkosti posluchače, kde vliv reálného prostoru ustupuje a ve zvuku začíná dominovat detail, a to i z hlediska zmíněných interferencí. Pokud by se hranice mezi monumentalitou a intimitou měla vyjádřit pouze parametrem dozvuku, pak by se jeho délka pohybovala kolem 2 sec. Za optimální dobu dozvuku pro varhanní hudbu sólového charakteru se v průměru považují cca 3.5 sec., pro varhanní hudbu komorního charakteru cca 2 sec. V prostorách s délkou doby dozvuku pod 2 sec. by měla spíše převládat zvuková intimita, vycházející z velikosti rejstříkové dispozice, menzurace a intonace píšťal, a to i v případě formálního předimenzování nástroje.

Monumentalita a intimita zvuku varhan nepředstavuje jenom jejich rozdílné začlenění do prostoru, ale současně také jeden z kontrastů vedoucí ke zvukové jednotě nástroje jako celku. Typickým příkladem tohoto kontrastu může být např. dialog hlavního stroje a pozitivu varhan, původně zcela oddělených samostatných klávesových nástrojů v chrámovém prostoru. S monumentalitou zvuku varhan úzce souvisí prostorovost, definovaná jako zvukový přesah zrakem vnímaných rozměrů či obrysů varhan či varhanní skříně. Široké a nízké prostory vykazují v poslechové ose malý vjem prostorovosti, zvuk varhan je lokálně omezen na umístění varhanní skříně a posluchač nemá pocit „obestření hudbou“, který s monumentalitou též úzce souvisí. Podobně se projevují např. též prostory se silně ztlumeným stropem. K monumentalitě zvuku přispívají různou měrou ještě další kritéria akustické kvality prostor, jako jsou jasnost, vyváženost, hlasitost atd. Tato kritéria jsou definovaná a kvantifikovaně vyjádřena např. v míře jasnosti, v míře hlasitosti apod. Jejich optimální vzájemné poměry jsou v závislosti na účelovém zaměření prostoru široce proměnné, jiné hodnoty bude vyžadovat přednášková síň, jiné koncertní sál pro komorní hudbu, jiné sál pro orchestrální hudbu. Autonomním prostorem pro varhanní hudbu byl vždy prostor chrámový - sakrální, kde varhany plnily především funkci nástroje obřadního a podřízeného příslušné liturgii. Z této podřízenosti se také vyvinuly i některé klasické formy varhanní hudby, jako např. chorálová předehra.

Z dnešního hlediska historické sakrální prostory naplňují kritéria akustické kvality především pro varhanní hudbu (liturgického i koncertního charakteru) a naprostá většina varhan v těchto prostorách vykazuje odpovídající psychoakustický účinek. V některých kritériích, jako např. ve frekvenčním průběhu doby dozvuku lze dokonce rozlišit „gotický“ charakter s plynulým poklesem doby dozvuku v závislosti na stoupající frekvenci a „barokní“ charakter s typickým maximem doby dozvuku v oblasti středních frekvencí. Moderní sakrální prostory, pokud nejsou na úrovni architektonických replik, se od gotických lodí a barokních kopulí značně liší, a to samozřejmě i po akustické stránce. Z tohoto pohledu se však moderní varhany od barokních liší naopak pouze ve zcela bezvýznamných aspektech, a proto dochází k rozporu mezi subjektivní představou a realitou varhanního zvuku v moderních sakrálních prostorách. Subjektivní představa monumentálních velebných varhanních tónů se v důsledku neorganického vztahu nástroje a prostoru octne v protikladu k realitě předimenzovaného až agresivního zvuku, nebo naopak „nedonošeného“ zvuku šířícího se kdesi zezadu či seshora.

Obecný postup návrhu varhan

Neexistuje univerzální návod, jak žádané organické jednoty zvuku varhan a prostoru jednoduše dosáhnout, protože tato jednotka není jednoduše definovatelná. Varhany se vždy navrhovaly a stavěly (navrhují a stavějí) do existujících prostor. Mohlo by se tedy zdát, že se právě varhany musí danému prostoru, resp. především jeho akustickým vlastnostem, ve všech aspektech přizpůsobit. Představa této ryze formální jednoty může však v případě netypických prostor vést až k popření zásad výstavby varhanního zvuku a k porušení jeho typického subjektivního účinku. V minulosti stavěli varhanáři své nástroje v sakrálních prostorách pouze na základě svých zkušeností a zvukového citu, neměli k dispozici žádné poznatky a prostředky dnešní hudební, psychologické a prostorové akustiky. V současné době vystačí varhanáři s těmito ověřenými zkušenostmi jenom při stavbě nástrojů v klasických, ve většině případů akusticky bezproblémových varhanních prostor, ale u již existujících moderních sakrálních prostor mohou svůj návrh nástroje korigovat na základě správné interpretace jejich akustické dokumentace.

V případě projektu nového sakrálního prostoru by měl návrh varhan vznikat současně v konfrontaci nejen s návrhem akustických vlastností tohoto prostoru, ale i s představou jejich realizace. Konkrétní umístění nástroje, členění jednotlivých varhanních strojů a provedení skříňe a prospektu může zásadním způsobem dosáhnout (či naopak zhoršit) žádané „naplnění“ prostoru zvukem, zdůraznit (či potlačit) monumentalitu nebo naopak intimitu zvuku varhan. Umístění varhan musí zohlednit psychoakusticky výhodnější distribuci zvuku od nástroje k posluchači seshora a z malého prostoru do velkého. Hlavní směry vyzařování zvuku (v horizontálním směru úst píšťal a ve vertikálním směru ústí otevřených píšťal) musí být v souladu buď se směrem požadované koncentrace zvuku, nebo naopak s požadovaným rozptýlením zvuku. Tyto požadavky budou ovlivňovat umístění nástroje buď u stěny či ještě lépe v rohu prostoru, nebo naopak v dostatečné vzdálenosti od stěn. Vzhledem k tomu, že vyzařovací vlastnosti varhan nejsou všesměrové, lze umístění varhan např. do středu auditoria považovat za výjimečné a ryze účelové. V případě umístění většího nástroje v úrovni auditoria je nutné využít odrazů od stropu prostoru, což znamená členit varhanní stroje, resp. jejich vzdušnice a konstruovat varhanní skříň tak, aby podstatná část zvuku varhan těchto odrazů využívala. Vyzařování nástroje lze ovlivnit též orientací vzdušnic vůči prostoru a konkrétním rozmístěním píšťal na nich. V odůvodněných případech je možné jednoduše omezit rušivou konkrétnost „vyslovování“ píšťal včetně vyzařování vysokých frekvencí otočením či pootočením příslušných píšťal v lávkách.

Akustické vlastnosti prostoru a návrh lokalizace nástroje jsou pevně svázané s architekturou prostoru a v naprosté většině případů předjímají vlastní návrh dispozice varhan. Dispozice nezahrnuje pouze formální výčet rejstříků a pomocných zařízení, ale i menzuraci píšťal (tj. rozměrový návrh vč. materiálu), volbu vzdušnic, traktury a vzduchového hospodářství a návrh dalších konstrukčně technických detailů. Základní otázkou se jeví velikost nástroje – počet rejstříků, limitovaný ze strany uživatele, a to především pořizovací cenou a prostorem, který pro nástroj vymezen. Přáním varhaníka je vždy co největší a univerzálně koncipovaná dispozice, která splňuje požadavky liturgie a současně umožňuje též koncertní využití nástroje. Při prvním rozhodování se obvykle vůbec neberou v úvahu akustické vlastnosti prostoru a návrh dispozice sleduje pouze formální kritéria, zejména vztah počtu rejstříků k velikosti prostoru či počtu posluchačů. Tento vztah vyjádřený řadou historických i v současnosti revidovaných empirických vzorců je však sám o sobě zavádějící a může sloužit pouze ke srovnávání různě velkých nástrojů v různě velkých prostorách, u kterých nedochází k zásadnímu rozporu mezi velikostí prostoru a subjektivní představou doby dozvuku. Návrh dispozice jako pouhého výčtu rejstříků souvisí s geometrickými i akustickými vlastnostmi prostoru pouze zprostředkovaně a v názvech rejstříků a v udání jejich tónových poloh poskytuje první představu o logice výstavby zvukové pyramidy, zejména principálového sboru, charakteru varhanního pléna a variability registračních možností. V této podobě může být jeden a tentýž návrh dispozice uplatněn v různých, akusticky naprosto odlišných prostorách, protože je neúplný, nefunkční.

Skutečný vztah rejstříkové dispozice k prostoru reprezentuje až návrh menzurace píšťal, který vychází z fyzikálně akustických vztahů mezi průměrem resp. průřezem resp. objemem píšťaly a

1. odpovídající hlasitostí či výkonem tónu,
2. odpovídající barvou tónu,
3. odpovídající nosností a schopností mísení tónu.

Obecně platí, že čím větší menzura (průměr) píšťaly, tím vyšší hlasitost tónu, tím nižší obsah harmonických složek resp. „chudší“ barva tónu a vyšší schopnost mísení i nosnost tónu. Větší prostor vyžaduje větší menzuru pro zachování subjektivní představy odpovídající hlasitosti tónu. Menzura píšťaly je však předně závislá na výšce tónu, protože průměr píšťaly se musí s výškou tónu zmenšovat, aby předně zůstal zachován charakter barvy tón v celém rozsahu rejstříku, obvykle čtyř až pěti oktáv v manuálu.

Menzurační návrh spočívá ve volbě absolutní menzury (Principálu 8') a ve volbě relativní menzurační, která stanoví závislost absolutní menzury na výšce tónu, a současně též ve volbě vztahů menzur mezi jednotlivými rejstříky ve vertikální i horizontálním zvukovém smyslu. Zatímco absolutní menzura odráží v první řadě velikost prostoru, tak relativní menzura odráží frekvenční „charakteristiku“ prostoru, tzn. závislost doby dozvuku na frekvenci. Bez ohledu na konkrétní průběh této závislosti, pokud posluchač nevnímá přebytek či nedostatek hlubokých či vysokých frekvencí (daný prostor „neduní“ ani „nesyčí“), případně nepřírozeně zdůrazněnou oblast středních frekvencí, pak volba relativní menzurační souvisí s akustickými vlastnostmi prostoru pouze přes individuální přístup a cit varhanáře. Pokud však frekvenční závislost doby dozvuku zejména po subjektivní stránce vykazuje určité anomálie či nestandardní průběh, pak průběh menzurační může napomoci ke kompenzaci těchto nedostatků. Zjednodušeně vzato, pokud prostor vykazuje např. nestandardní úbytek hlubokých frekvencí, tak rozšířenou menzurační píšťal v hluboké poloze je možné tento úbytek subjektivně kompenzovat.

Schopnost mísení tónů navzájem mezi sebou určuje, jestli spojením dvou zvukových „barev“ vznikne „barva“ třetí, a nebo bude výsledný zvuk připomínat spíše nespojitelnou zvukovou „emulzi“. Vysoká schopnost mísení je vlastností především široce menzurovaných flétnových hlasů, méně již úzce menzurovaných principálů nebo ještě užších smyků. Schopnost mísení je s konkrétním prostorem spojena pouze zprostředkovaně, a to přes volbu absolutní menzurační, avšak nosnost tónu už s vlastnostmi prostoru přímo souvisí. Nosnost je definována jako „odolnost“ tónu proti ztrátě svého výkonu v závislosti na vzdálenosti od nástroje. Málo nosný rejstřík může znít přímo u varhan velmi silně, avšak jeho hlasitost se vzdáleností bude rychle slábnout. Vedle toho slabší, ale přitom nosný tón je schopen naplnit celý prostor. O nosnosti rozhodují tedy ztráty tj. frekvenční průběh absorpce resp. doby dozvuku v uvažovaném prostoru. Tento průběh je zejména u koncertních sálů a moderních sakrálních prostor vůči přenosu vysokých frekvencí většinou nepříznivý, proto zvukový výkon tónů s nepříliš vysokým obsahem základní tj. 1. harmonické složky s rostoucí vzdáleností od varhan rychle klesá. Energeticky vyvinutý základní tón vydává píšťala o široké menzurační. Takový tón je nejen silný, ale také nosný. Hlasitost stejně jako barva tónu však není závislá pouze na průměrové menzurační, ale také na dalších parametrech píšťaly, tj. na menzurační (rozměrech) úst, tlaku vzduchu a celkové intonaci píšťaly. Volbou těchto parametrů lze značně ovlivnit charakter tónu: široká píšťala může vydávat též slabý a ostrý tón, úzká zase silný a tupý tón.

V návrhu a pochopitelně i v následující stavbě varhan se sice zřetelně uplatňuje racionální pohled na zvuk jako fyzikálně akustický fenomén, ale na rozdíl od světa ryzí techniky zde neexistuje jedno jediné možné a optimální řešení. Varhany po stránce zvukové, konstrukční i výtvarné vždy vykazují rysy individuálního a neopakovatelného tvůrčího rozhodnutí, ať už v návrhu rejstříkové dispozice, v menzurační píšťal, ale třeba i v prostorové dislokaci jednotlivých varhanních strojů či v řešení prospektu. A pokud je souhrn těchto rozhodnutí kvalitně realizován, pak přichází umělec – interpret, aby dal základním aspektům zvuku varhan definitivní smysl a cíl: neopakovatelný emocionální zážitek posluchače.

Závěr

Zvuk varhan, především pak jeho barvu určují tři základní aspekty: mechanismus vzniku tónu v retně píšťale, filosofie struktury zvuku a vyzářování zvuku z varhan a jeho šíření v daném prostoru. Zatímco u prvního aspektu převažuje spíše racionální akustická interpretace doplněná individuálním uměleckým přístupem k intonaci – nastavení zvuku píšťal, pak druhý aspekt představuje v návrhu rejstříkové dispozice především uměleckou zkušenost, nicméně vyvažovanou neúprosnou logikou fyzikální struktury tónu. Třetí aspekt pak spojuje v přenosu zvuku od nástroje k posluchači objektivní fyzikální příčinnost se subjektivním důsledkem – sluchovým vjemem. Zvuk varhan je dokladem přirozené symbiózy akustiky a umění v individuálním subjektivním přístupu k obecně platným a objektivně podloženým zkušenostem mnoha generací varhanářů i varhaníků. Varhany pak představují svébytnou technickou a uměleckou hodnotu, která přetrvávala až do dnešní doby a také dnešní době má stále co říci.

Vybraná literatura a prameny:

v angličtině

- [1] Geer, E.H. (1957): *Organ Registration in Theory and Practice*, J. Fischer & Bro., Glen Rock, Library of Congress Catalog Card Number 56-5845.
- [2] Klotz, H. (1969): *The Organ Handbook*, CPH, St. Louis, ISBN 0-570-01306-2.
- [3] Monette, L.G. (1992): *The Art of Organ Voicing*, Western Michigan University, Kalamazoo, ISBN 0-932826-25-3.

- [4] Praet, W. & all (2000): Organ dictionary, Ed. CEOS v.z.w., B-9100 Nieuwkerken, ISBN 90/73443-03-2.
- [5] Rioux, V. (2001): Sound Quality of Flue Organ Pipes, Chalmers University of Technology, Göteborg, ISBN 91-7197-995-6.
- [6] Syrový, V., Otčenášek, Z., Štěpánek, J. (2001): Acoustic Evaluation of the Reconstruction of Heinrich Mundt Pipe Organs in Prague, *Proceedings of the 17th ICA*, ISBN 88-88387-03-X, Roma 2001, CD IV (Music), 20-21.
- [7] Syrový, V., Otčenášek, Z., Štěpánek, J. (2001): Spectral Characteristics of Czech Baroque Pipe Organs, *Proceedings of ISMA 2001*, Perugia 2001 ISBN 88-900646-0-9, 477-480.
- [8] Štěpánek, J., Otčenášek, Z., Syrový V. (1993): Acoustic documentation of church organs, *Proceedings of SMAC 93*, ISBN 91-85428-87-6, Stockholm 1993, 516-519.
- [9] Štěpánek, J. (2003): Ten years of acoustic documentation of pipe organs in Czech Republic, *Proc. of the 7th Inter. Colloquium "ACOUSTICS 03"*, Zvolen, ISBN 80-228-1247-1, 43-46.

v němčině

- [10] Adelung, W. (1972): Einführung in den Orgelbau, Breitkopf & Härtel Musikverlag, Leipzig.
- [11] Ellenhorst, W. (1936): Handbuch der Orgelkunde, Benzinger Verlag, Einsiedeln.
- [12] Greß, F.H. (1989): Die Klanggestalt der Orgeln Gottfried Silbermanns, Detscher Verlag für Musik, Leipzig, ISBN 3-370-00164-0.
- [13] Ising, H. (1969): Über die Klangerzeugung in Orgelpfeifen, Technische Universität, Berlin.
- [14] Jacob, F. (2002): Die Orgel, Verlag Schott, Mainz, ISBN 3-7957-2344-7.
- [15] Lottermoser, W., Meyer J. (1966): Orgelakustik in Einzeldarstellungen, Das Musikinstrument, Frankfurt am Main.
- [16] Lottermoser, W. (1983): Orgeln, Kirchen und Akustik I, II, Verlag E. Bochinski, Das Musikinstrument, Frankfurt am Main, ISBN 3-920 112-21-0, ISBN 3-920 112-96-2.
- [17] Mahrenholz, W. (1968): Die Orgelregister, Bärenreiter Verlag, Kassel.
- [18] Meyer, J. (2003): Kirchenakustik, Verlag E. Bochinski, Frankfurt am Main, ISBN 3-923639-41-4.
- [19] Schweizer, A. (1976): Deutsche und Französische Orgelbaukunst und Orgelkunst, Breitkopf & Härtel Musikverlag, Wiesbaden.
- [20] Supper, W. (1950): Die Orgeldisposition, Bärenreiter Verlag, Kassel.
- [21] Syrový, V. (2002): Ergebnisse der akustischen Vermessungen der Teynkirchen-Orgel vor und nach der Restaurierung, *Konferenzbericht ISM*, Band 8, Sinzig, ISBN 3-89564-073-5, 147-153.
- [22] Töpfer, J.G. (1888): Die Theorie und Praxis des Orgelbaues, Bernhart Friedrich Voigt, Weimar.

v češtině a slovenštině

- [23] Bělský, V. (2000): Nauka o varhanách, Editio Bärenreiter, Praha, ISBN 80-86385-04-3.
- [24] Klinda, F. (2000): Organ v kulture dvoch tisícročí, Hudobné centrum, Bratislava, ISBN 80-88884-19-5.
- [25] Němec, V. (1944): Pražské varhany, František Novák, Praha.
- [26] Syrový, V. (2003): Akustické aspekty restaurování varhan, Sborník konference *Varhany a jejich funkce v Čechách a na Moravě 1600-2000*, UP, Olomouc, ISBN 80-244-0610-1, 117-143.
- [27] Syrový, V. (2004): Kapitoly o varhanách, Nakladatelství AMU, Praha, ISBN 80-7331-009-0.
- [28] Syrový, V. (2004): Varhany v moderním sakrálním prostoru, In: *Moderní sakrální stavby*, J. Vaverka a kol., JOTA, Brno, ISBN 80-7217-297-2, 44-57.