

Srdce zvonu je sice ve smyslu konstrukčním přídavným prvkem, avšak z hlediska vlastní funkce zvonu představuje jeho podstatnou, zcela neodmyslitelnou a potud i organickou součást.<sup>1</sup> Bez srdce zůstává těleso zvonu mrtvým, byť i krásným a dokonalým dílem, postrádá možnost projevit skryté v něm schopnosti a ztrácí tak svůj smysl. Srdce však tu není k jakémukoliv ozvučení zvonu, nýbrž má plně probudit k životu celou krásu jeho zvuku a tónových hodnot. K dosažení toho cíle však srdce musí mít určité vlastnosti, jež jsou silně odvislé od vlastního tělesa zvonu.<sup>2</sup> V jádře tu jde o splnění čtyř základních požadavků, totiž aby srdce mělo ke zvonu přiměřenou váhu, tvar, délku a způsob zavěšení. Těchto základních skutečností si přirozeně byli dobře vědomi i středověcí zvonáři. Je to ostatně patrné též v dochovaných popisech zvonářské práce, i když ne vždy je zde věnována pozornost všem uvedeným složkám.<sup>3</sup>

Nejzávažnějším problémem v případě srdce zvonu byla vždy jeho vhodná váha. Příliš lehké srdce nedává totiž zvonu možnost vyznít v plnosti jeho zvuku (hlavně jeho síle a trvání), nadměrná váha naopak vede ke vzbuzování příliš drsných tónů a navíc ohrožuje samu existenci zvonu.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Funkční zvon představuje ucelenou soustavu dvou kyvadel: jedno tvoří zvon zavěšený a pohyblivý na zvonové stolici, druhé pak v něm samém zavěšené srdce. Tento vztah nezdídky býval prostě charakterizován řadou rčení, přirovnání ap. Např. staré německé rčení praví: „Die Glocke muß en Klöppel han, Wenn sie den Schall soll von sich lahn“; Athanasius Kircherus v pol. 17. stol. uvádí: „quod in ore est lingua, id in campanis esse malleum“; srov. Bierstädt, l.c., 19.

<sup>2</sup> Správná funkce srdce předpokládá, že při jeho provedení bude dodržena náležitá proporcionalita vztahů vnitřních (konstrukční prvky vlastního srdce) i vnějších (tj. poměr ke zvonu a hřídeli). K vytvoření představy o složitosti těchto vztahů i k lepšímu pochopení úrovně středověkých postupů srov. výklad moderních poznatků o fyzikálních zákonech mechaniky zvonů u Ellerhorsta, l.c., 101 n.

<sup>3</sup> Např. Theophilus se zmiňuje o tvaru, délce a způsobu zavěšení, Biringuccio se podrobně zabývá vahou srdce, Kříčka má stručné údaje a popis tvaru nahrazuje vyobrazením. Jak tento problém středověcí mistři řešili ve vlastní praxi je velmi nesnadné zjistit. Vzhledem k tomu, že srdce daleko rychleji podléhalo opotřebování a muselo být nahrazeno novým, patří dochované doklady (hlavně pak k danému zvonu původní srdce) poměrně k vzácnostem. Srov. níže.

Hledání přiměřené hodnoty stálo tudíž v popředí zvonařovy pozornosti a také ve většině popisů se tato otázka rozvádí a doplňuje řadou konkrétních údajů. Ostatně Theophilus ji jen zdánlivě nechává bez povšimnutí. Vezmeme-li v úvahu, že vychází z průměrné, tehdy běžné velikosti a váhy zvonu, pak popis tvaru srdce s naznačením jeho nezbytné délky a údajem o jeho největší šíři lze považovat za jistý, byť málo konkrétní náznak příslušných proporcí.<sup>5</sup> Naléhavěji vyvstal ostatně tento problém až v pozdější době (přibližně od 13. stol.), kdy se zvon vyvinul v náročný zvukový nástroj, a zejména když stále rozsáhlejší zvonařská produkce začala být co do velikosti zhotovovaných zvonů značně rozmanitá. Každý zvon vyžadoval individuální, rychlé a pokud možno spolehlivé určení velikosti srdce. Zvonař se tu orientoval podle určitých schémat, jež převzal od svých předchůdců a která si ověřoval praxí či případně též doplňoval odjinud získanými poznatky. V zásadě byl i v tomto případě postup každého zvonaře individuální. Sám Biringuccio přímo zdůrazňuje, že zde není obecných, přesných pravidel. Na základě vlastních poznatků a též praxe předních italských mistrů přináší řadu konkrétních, v tomto směru vzácných a tudíž cenných údajů,<sup>6</sup> které v tabulce (Johannsen) dávají následující obraz:

Váha zvonu v librách	Váha srdce v librách	Váha zvonu v librách	Váha srdce v librách
10	1,5	2 000	80
20	2	2 500	100
30	2,5—2 + 8 u.	3 000	125
40	3,5	4 000	140—145
50	4	5 000	160
60	4,5	5 500	175
70	5	6 000	190
80	6,5	6 500	200
100	6,5	7 000	220
150	9	7 500	235
200	12	8 000	250
250	13	8 500	280
300	15	9 000	290
400	19	9 500	295
500	23	10 000	305
600	27	11 000	315
700	30	12 000	340—350
800	34	13 000	370
900	37	14 000	390
1000	42—44	15 000	410
1200	46	16 000	430
1300	48	17 000	450
1400	52	18 000	490
1700	63	20 000	510
1800	67	21 000	530
1900	75	22 000	540

Křička<sup>7</sup> naproti tomu uvádí pravidlo obecnější povahy. Podle něho má váha srdce vycházet z poměru 3,5–4 libry na 1 centnýř váhy zvonu dobré zvonoviny (3–3,3 ‰), případně 3 libry na 1 centnýř u zvonů křehké zvonoviny (2,5 ‰).

Porovnání údajů Biringucciových a Křičkových je v nejednom ohledu poučné. Každý z nich představuje rozdílný přístup k postižení problému. Křičkův údaj je výrazem snah nalézt obecně platné vyjádření proporcionality. Sám tento způsob může být právě pro svůj povšechný ráz velmi starobylý. Byl také velmi rozšířen a udržoval se po celý novověk až do doby moderní.<sup>8</sup> Praktickou použitelnost přiznáme těmto návodům jen potud, pokud jsou míněny jako výchozí rámec dalších úvah a úprav, nikoliv jako konečná čísla pro zvon jakékoliv velikosti a provedení. Nebude pochyb o tom, že tomu tak po celou dobu trvání těchto pokusů skutečně bylo.<sup>9</sup>

<sup>4</sup> Srov. Biringuccio, *l.c.*, fol. 98 b: „Pur perche è necessario che se vogliamo che le campagne suonino, è di bisogno, che l'habbino il colpo proportionato, perche se la sarà battuta con battaglio piu leggier, che il dover, non renderà tutto il suono che hà in se, et se con un piu grave che non comporta si batte, oltre al metter à pericolo del romper la campana, lo sforza et fa il suono crudo et aspro. Però far si deveno li battagli che habbino con la campana certa proportione“. Obdobně později Angelo Roccha, *De campanis commentarius*, Romae 1612, 78: „Si enim ferrerum illud instrumentum... habeat cum campana proportionem congruam campanae quantitati, sonitum reddit, et auribus gratum, sin secus, vel obtusum vel asperum, sive namis acutum (quem vulgo squillandum appellat) et auribus ingratum“; resp. Bierstädt, *l.c.*, 19: „item requiri tantam inter campanam et malleum proportionem, ut si hic minor fuerit aequo, sonum valde imperfectum producat, si aequo major, periculum sit, ne impetu et incidentis ponderis violentia campana findat“.

<sup>5</sup> „... quis [i.e. batillus] sit tantae longitudinis ut praemineat extra campanam spatio latitudinis manus, sitque grossior in fine longitudine unius palmae sursumque gracilior“.

<sup>6</sup> Biringuccio, *l.c.*, fol. 99 a.

<sup>7</sup> Fol. 46 a.

<sup>8</sup> Hodnoty v této spojitosti uváděné jsou přirozeně proměnné. Pohybují se přibližně v rozmezí 2,5–5,5 ‰. Např. Hahn, *Kampanologie*, 131–132 nabízí řešení v kladeání 2,5 libry na každých 100 liber s přidáním 5 liber ke konečné hodnotě, moderněj-

ší pokusy pak svým vzorcem  $v = 2,5 \text{ kg} + \frac{V}{40}$  (kde V je váha zvonu) ap. Srov.

těž Weissenbäck-Pfundner, *l.c.*, 32, kde je doporučován maximální podíl 3,5–4 ‰. Podle Ellerhorsta, *l.c.*, 118 převládá u moderních zvonářů poměr 3,5–4,5 ‰, méně již rozsah 2,5–6 ‰; srov. tamtéž tabulku přibližných váhových poměrů:

váha zvonu v kg	20	40	60	80	120	180	přes 180
váha srdce v ‰	4	3,6	3,3	3	2,8	2,6	2,5

<sup>9</sup> Ovšem právě tak nelze na druhé straně vyloučit případy, kdy uvedená rámcová data byla zcela mechanicky uplatněna v praxi. Řada novodobých oprav středověkých zvonů ukázala, že nejednou poddimenzováním váhy srdce nebylo zdaleka využito skvělých zvukových vlastností zvonu či naopak, že příliš těžké srdce bylo příčinou špatných zvukových vlastností zvonu nebo dokonce jeho puknutí. Na obha-

Předností Biringucciova návodu je nejen jeho obšírnost a řada konkrétních údajů, nýbrž zejména skutečnost, že nám daleko otevřeněji dává nahlédnout do úvah a cenných poznatků zkušeného mistra. Uvádí přímo konkrétní váhy pro srdce zvonu každé velikosti, tudíž údaje, které zvonaři spíše tajili nebo jen povšechně naznačovali (viz rámcová data) a které byly běžněji publikovány až v 19. stol. Shromážděnými čísly Biringuccio současně upozorňuje na důležitou okolnost, která je vlastně přímým popřením konkrétní použitelnosti rámcových dat. Ukazuje, že s rostoucí vahou zvonu se mění nejen absolutní váha srdce (roste), nýbrž i podíl váhy srdce na váze zvonu (klesá). Právě tento relativní pohyb tvoří jádro celého problému. Tím cennější je, když nám Biringuccio naznačuje konkrétní dimenze jeho průběhu (od ca 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>–2,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), jak byly uplatňovány v jeho dílně či v praxi italských zvonařů. Nemáme soudobou paralelu k posouzení širší platnosti těchto hodnot, není však pochyb o tom, že jinde byla v jednotlivostech praxe jiná. Nemalý význam ve všech těchto úvahách má konečně Biringucciovo vymezení použitelnosti podobných řádů. Jsou jen určitým návodem, který je třeba rozdílně a hlavně citlivě uplatňovat podle odlišného charakteru toho kterého zvonu.<sup>10</sup> V tom směru nelze již dát konkrétní pokyny. Zde záleží vskutku jen na zvonařově dovednosti, jeho zkušenostech, jeho umění.

Otázka materiálu a způsobu zhotovení srdce zůstává v středověkých popisech bez povšimnutí, nepochybně z toho důvodu, že šlo o záležitost naprosto jednoznačnou, a tudíž v jistém smyslu druhořadou. Ostatně právě tak jednoznačný je též poznatek získaný ze studia starých zvonů, případně novověkých kampanologických návodů:<sup>11</sup> srdce byla ukována ze železa, spíše měkkého, avšak houževnatého.<sup>12</sup>

Nemalý význam přikládá zvonař vlastnímu tvarování srdce. Důraz tu byl, resp. měl být položen na vhodné rozložení hmoty tělesa, jeho celkovou délku, velikost a tvar jeho úderové části. Na správném rozložení hmoty závisela síla úderu čili jak dalece se propočty stanovené váze srdce podaří využít všech zvukových vlastností zvonu. Daná hmotnost tak představovala jeden z výchozích bodů hledaného tvaru (ovšem právě tak mohla být celková hmotnost stanovena s ohledem na běžně užívaný tvar). Základní

---

jobu středověkých mistrů je však nutno v této spojitosti uvést, že mnohdy nešlo o původní srdce, nýbrž o nová, náhradní díla, jež navíc ne vždy vycházela z dílen zvonařských mistrů.

<sup>10</sup> Biringuccio, *l.c.*, fol. 99a: „ma secondo il mio parere ancora à queste regole de battagli, per le differenze, li maestri obligar non si deveno, ma procedere, secondo che son le campane, con certa discretione, dellaquale non sene puo dar particular norma.“

<sup>11</sup> *Srov. např. Roccha, l.c.*, 78 (*ferreum illud instrumentum*), *Birstädt, l.c.*, 19 (*plectrum ferrerum*) aj.

<sup>12</sup> *Thobald, l.c.*, 432 na základě Tettauových dokladů (ruten) myslí na paketované železo.

konstrukce tu vesměs již od nejstarších dob vychází z formy kužele: srdce je nejširší ve středu své úderové části a směrem vzhůru se stále zužuje. Tak popisuje tvar srdce již Theophilus,<sup>13</sup> v zásadě tutéž konstrukci má srdce na vyobrazení u Kříčky (obr. 26), obdobně je tomu i v pozdější kampanologické literatuře a dokládají to i dochovaná středověká díla. Jinou variantu nám předkládá Biringuccio ve svém konstrukčním náčrtku (obr. 31). Dřík srdce je tu po celé délce stejně silný a toliko úderová část je příslušně rozšířena. Rozdílnost obou koncepcí je zjevná a jejich důsledky pro úderové vlastnosti srdce by tím více vynikly, kdybychom v obou případech vycházeli z totožné, řádem konstantně dané váhy srdce (srov. opět vztah váhy a tvaru).<sup>14</sup>

Koncentrace hmoty v úderové části srdce nemohla být ovšem neomezená. Už vzhledem k velikosti a váze srdce bylo nutné vybavit příslušnými proporcemi celý dřík včetně jeho nejjužší části. Rozhodující však bylo zabránit předimenzování hmotnosti úderové části srdce, aby nebyly porušeny její úderové vlastnosti ani žádoucí rytmus kyvadlového pohybu srdce. Maximální šíře (průměr) úderové části srdce byla tudíž stanovena ve vztahu k šíři úderové části zvonového věnce (šlaku). Středověké popisy se sice o tom výslovně nezmiňují, ale je to dobře patrné z Biringucciova konstrukčního náčrtku.<sup>15</sup>

Vlastní tvar úderové části srdce byl zvolen v hruškovité podobě. To z toho důvodu, že tato forma nejlépe zaručovala — při všech případných proměnách kyvadlového pohybu — dopad srdce právě na úderový věnec zvonu (záruka plného ozvučení zvonu, zábrana jeho případného poškození). V pozdním středověku a zejména pak v novověku hruškovitý tvar úderové části srdce leckdy ještě přechází v zúžený nástavec, jak to ostatně vidíme na Biringucciově či Kříčkově vyobrazení. Sloužil původně k upevnění provazu, jímž se tlouklo srdcem na zvon v klidu, či se jím u těžkých zvonů přidržovalo srdce na počátku a na konci zvonění. Na toto prodloužení musel zvonář brát zřetel ve svých konstrukčních úvahách. Zmenšení hmotnosti úderové části srdce se do jisté míry vyrovnávalo jejím přenesením do nástavce. Nesmělo tu ovšem dojít k disproporcím. Nadměrná délka

<sup>13</sup> Srov. výše pozn. 5.

<sup>14</sup> Jak často (resp. v kterých dobách či kde) býval dřík tvarován do hran, je vzhledem k zmíněnému již nedostatku původního materiálu obtížné říci. Srov. Theobald, l.c., 432 (zvon Lullus v Hersfeldu).

<sup>15</sup> Šíře srdce se zde rovná, resp. nepatrně přesahuje hodnotu šíře úderového věnce (tj. 1 šlaku). Je tudíž menší než později uváděný poměr 7:5 či 5:3. Srov. Hahn, *Kampanologie*, 131 a zejména pak jako paralela k Biringucciově postupu cenný instruktivní návod z r. 1763, zaznamenaný ve vandrovní knížce zvonáře Georga Friedricha Schradera: „Glockenschwengel aus Theilung. Erstlich muß man die Schlagsdücke nehmen und zwei mahl umschlagen und in 5 gleiche Theile getheilet, ein Theil davon ausgelassen giebt die Dücke des Ballens, die Dücke des Ballens auch zwei mahl umgeschlagen und in 3 Theile getheilet, ein Theil davon ausgelassen giebt die Länge des Vorschlags“; Walter, l.c., 89.

nástavce při velké hmotnosti úderové části srdce vedla k příliš tvrdým úderům i dlouhému setrvávání srdce na tělese zvonu a tak k výraznému zkreslení zvukových vlastností (nehledě již k ohrožení samé existence zvonu).

Při zachování všech těchto nezbytných proporcí se ovšem předpokládalo, že právě vlastní úderová část srdce bude též pravidelně a hladce opracována. Případné odchylky, byť jen v tomto ohledu, mohly totiž rovněž vést k pozvolnému rozrušování úderového věnce a takto posléze i k vážným deformacím či přímo k destrukci zvonu.<sup>16</sup>

Délka srdce se v zásadě řídila požadavkem, že při kyvadlovém pohybu úderová část srdce musí dopadat na úderový věnec.<sup>17</sup> Základní rámec pro stanovení délky byl v konkrétních případech dán vnitřní výškou zvonu a způsobem zavěšení srdce v tělese zvonu. Konstrukčně se tyto vztahy řešily vesměs tak, že délka vlastního srdce (ovšem bez případného dolního nástavce) se stanovila vnitřní výškou zvonu (srov. Biringucciův nákres, obr. 31) a přesné funkční délky se dosáhlo až závěsem při spojení srdce se zvonem.<sup>18</sup>

Jak patrně, připadala způsobu zavěšení srdce nemalá úloha. Nešlo tu však jen o správné nastavení potřebné délky srdce. Na závěs byly kladeny ještě další, často protichůdné nároky. Měl být dostatečně pevný a tuhý,

---

<sup>16</sup> K podobným elementárním nedostatkům při výrobě zvonu ani nedocházelo. Pokud se ve středověkých zprávách vyskytují o nich (a zejména o jejich důsledcích) zmínky, týkající se deformací vzniklých až v průběhu užívání zvonu. Šlo zpravidla o „vytloučené“ srdce, tj. srdce, jehož úderová (původně oblá) část byla v místě dopadu příliš zploštělá. Srdce dopadalo na úderový věnec nadměrnou plochou, čímž docházelo k značnému zkreslení, snížení zvukového účinku zvonu (a přirozeně též k zvýšenému ohrožení jeho bezpečnosti). Zvlášť nepříznivé důsledky mohly mít hrany a jiné ostré výstupky na srdci v této spojitosti vniklé. Oprava značně poškozeného srdce prakticky nepřicházela v úvahu a přistupovalo se tudíž k zhotovení nového kusu. Právě z toho důvodu je počet dochovaných středověkých dokladů skrovný a středověké zvony (zejména starší) s původním srdcem patří k vzácným výjimkám.

<sup>17</sup> Na přesném dodržení tohoto požadavku záviselo nejen správné ozvučení zvonu, nýbrž i samo jeho zachování. Dopad srdce nad či pod vlastní úderový věnec, kde síla stěn zvonového tělesa byla podstatně slabší, totiž neobyčejně zvyšoval nebezpečí puknutí zvonu (a býval také jeho nejčastější příčinou). Toho si byl každý zvonář velmi dobře vědom a věnoval tudíž přesnému nastavení funkční délky srdce zvýšenou pozornost. Jestliže např. *Weisenböck-Pfunder, l.c.*, 49 uvádějí, že ze zkoumaných případů puknutí zvonu 95 % jich mělo příčinu právě v příliš nízkém úderu srdce, je k tomu třeba dodat, že nízký úder tu byl vesměs důsledkem protažení závěsu (závěsného řemení) během dlouhého užívání, tudíž zanedbané údržby, méně již chybného postupu při prvotní instalaci srdce. Namnoze pak — a to je nutno na obhajobu zvonářů rovněž uvést — nesprávné nastavení srdce pocházelo až z doby daleko pozdějších oprav a bylo výsledkem práce neodborných (místních) sil.

<sup>18</sup> Tuto funkční délku má na mysli Theophilus, když požaduje, aby délka (zavěšeného) srdce přesahovala zvon o šíři ruky; srov. výše pozn. 5.

aby se zabránilo nežádoucímu protahování funkční délky srdce,<sup>19</sup> na druhé straně natolik volný a pružný, aby plně umožňoval kyvadlový pohyb srdce,<sup>20</sup> současně však i stálý, aby zamezil libovolnému pohybu („kvedláání“) srdce. Středověk řešil tento problém soustavou řemínků, které vhodně složeny a provlečeny otvorem v horní části srdce a železným okem, zalitým k tomu účelu ve vnitřním vrcholu zvonu, vytvářely spoj žádaných vlastností.<sup>21</sup> Surovinou tu bývala obvykle jelení kůže,<sup>22</sup> později kůže hovězí.<sup>23</sup> Zavěšení srdce, zejména u velkých zvonů (s těžkým srdcem) obtížné a náročné, nebývalo vždy úspěšné a nezřídka sám tento nedostatek dokázal znehodnotit celé, jinak zdařilé zvonářské dílo.

---

<sup>19</sup> O jeho negativních důsledcích, ohrožujících často samu existenci zvonu byla již zmínka. Pro středověkou praxi pevnost závěsu a její dlouhá trvanlivost hrála o to významnější roli, že držák závěsu byl stabilní (zalit ve vnitřním vrcholu zvonu) a neumožňoval tudíž korekci protažení závěsu a tím i funkční délky srdce.

<sup>20</sup> Přitom takový kyvadlový pohyb vyžadoval, aby počet jeho kmitů byl v souladu s počtem kmitů zvonu. Srov. výše o vztahu srdce a zvonu. Není-li totiž patřičného souladu, trpí tím intenzita zvuku a odtud i jeho plnost.

<sup>21</sup> Systém řemení se co do svého charakteru a rozsahu přirozeně řídil vahou srdce. U těžších kusů se jednotlivé skladebné řemeny zesilovaly mnohonásobným (u hovězí kůže např. 4–6×) vrstvením (sešitím). Srov. k tomu H a h n, *Kampanologie*, 133. Vzhledem k nárokům kladeným na závěs i vzhledem k povaze užitého materiálu měl zvláštní význam požadavek, dodat kůži potřebnou vláčnost vtíráním tuku (důležitý hlavně z hlediska pozdější údržby).

<sup>22</sup> Theophilus doporučuje kůži z jeleního krku („Corium etiam spissum de collo cervi circumponatur ferro illi curvo...“), vycházejí zřejmě z tehdy běžných představ, že zvířecí kůže zde dosahuje — vzhledem k ochraně této části těla — zvláště velké síly a pevnosti. Srov. k tomu Hieronymus C e r d a n u s, *De subtilitate*, Basileae 1582, 333: „Pelles colli diuturniores plerumque.. nam partem eam cute solidiore ob periculum natura munivit“.

<sup>23</sup> Vzhledem k zvyšujícímu se podílu stále rozměrnějších zvonů (tudíž zvonů s těžším srdcem) prosazuje se během doby ve větším rozsahu užívání pevnější kůže hovězí.

