



## Dokumentace kampanologických památek

Určování hmotnosti zvonů  
a jejich zvukového obrazu





**N Á R O D N Í P A M Á T K O V Ý Ú S T A V**

edice odborné a metodické publikace, svazek 92

# **Dokumentace kampanologických památek**

**Petr Vácha**

**PRAHA 2018**

Certifikovaná metodika

(osvědčení č. 184 Ministerstva kultury ČR, Odboru OVV, Č. j. MK 80130/2018 OVV, Sp. Zn. MK-S 1380/2018 OVV ze dne 7. 12. 2018)

Následující metodika reaguje na nedostatečnou orientaci pracovníků památkové péče v oblasti kampanologické problematiky. Poskytuje návod k získávání kvalitnějších a objektivnějších údajů o zvonech a hodinových cimbálech v terénu. Umožňuje kriticky posuzovat v pramenech a literatuře uváděné údaje.

Cílovou skupinou uživatelů jsou pracovníci památkové péče, restaurátoři, pracovníci muzeí, projektanti, badatelé a zájemci o kampanologickou problematiku.

Metodika vznikla v rámci výzkumného cíle „Výzkum, dokumentace a prezentace movitého kulturního dědictví“, financovaného z institucionální podpory dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace (DKRVO) v letech 2015–2016.

Čerpá též z terénní dokumentace prováděné v rámci výzkumných záměrů v letech 1999–2004 (MK0CEZ99F0401) a 2005–2011 (MK07503233302), dále z terénní dokumentace prováděné v rámci výzkumného cíle „Výzkum, dokumentace a prezentace movitého kulturního dědictví“, financovaného z institucionální podpory dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace (DKRVO) v letech 2012–2014.

Oponenti:

Mgr. Václav Horák, Městské muzeum a galerie Hořice

Mgr. Petr Janda, diecézní kolaudátor zvonů a soudní znalec v oboru kampanologie, Biskupství brněnské

*Věnováno všem, kteří zvonům věnují svůj zájem a čas.*

*Děkuji oponentům za jejich konstrukční připomínky a také své ženě, která pere, co ve věžích ušpiním.*

© 2018, Národní památkový ústav

Text © 2018, Petr Vácha

Ilustrace © 2018, Petr Vácha

ISBN 978-80-7480-100-6

*Přední strana obálky: Jabkenice, okr. Mladá Boleslav, kostel Narození P. Marie s dřevěnou zvonicí (foto Petr Vácha, 2009).*

*Zadní strana obálky: Brno, kostel Nanebevzetí P. Marie, velký zvon z r. 1648 od Hanse Knaufa s honosným barokním kováním hlavy (foto Petr Vácha, 2010).*

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	5
1.1 Stav poznání .....	5
1.2 Účel metodické publikace .....	5
1.3 Cíle kampanologického výzkumu .....	5
<b>2. Zvonová stanoviště</b> .....	7
2.1 Druhy objektů a jejich vyhledávání .....	7
2.2 Prostorová identifikace a lokalizace .....	9
2.3 Umístění zvonů v objektech .....	9
2.4 Zvonové stolice .....	11
2.5 Venkovské zvoničky .....	13
<b>3. Zvonový inventář</b> .....	17
3.1 Zvony a hodinové cimbály .....	17
3.1.1 Evropské zvony .....	17
3.1.2 Hodinové cimbály .....	17
3.1.3 Materiály z nichž byly zvony zhotovovány .....	19
<b>4. Výroba zvonů</b> .....	22
<b>5. Popis zvonu</b> .....	24
5.1 Zvon .....	24
5.2 Výzdoba .....	28
5.3 Nápisy na zvonech .....	30
<b>6. Vybavení zvonu a rozeznění</b> .....	32
6.1 Srdce .....	32
6.2 Zavěšení zvonů a hodinových cimbálů .....	35
6.3 Pohyblivé zavěšení zvonu .....	37
6.4 Specifické řešení .....	41
6.5 Typologie zvonových hlav .....	41
<b>7. Ložiska</b> .....	44
<b>8. Pohony</b> .....	48
8.1 Pohon lidskou silou .....	48
8.2 Elektropohony .....	50

---

<b>9. Užívání</b> .....	53
9.1 Jména a funkce jednotlivých zvonů .....	54
9.2 Zvonění .....	55
9.3 Slyšitelnost zvonů .....	56
9.4 Zvonohry .....	56
9.5 Náhražky a atrapy .....	57
9.6 Vanovické zvonění .....	58
9.7 Velikonoční řehtačky a klapačky .....	58
<b>10. Evidence a dokumentace</b> .....	60
10.1 Soupis zvonů .....	60
10.2 Terénní dokumentace .....	61
<b>11. Stav</b> .....	69
11.1 Stanoviště .....	69
11.2 Zvon .....	69
11.3 Srdce .....	71
11.4 Zavěšení .....	72
<b>12. Bezpečnost práce</b> .....	74
<b>13. Zpracování informací</b> .....	75
13.1 Texty .....	75
13.2 Databáze .....	75
13.3 Digitální mapa .....	75
13.4 Práce s literaturou a prameny – konfrontace s realitou .....	76
<b>14. Evidence kulturních památek a předmětů kulturní hodnoty</b> .....	78
<b>15. Přílohy</b> .....	79
15.1 Textové zpracování výsledků terénní dokumentace (z psané, diktované a fotografické dokumentace) pro další využití. (Po doplnění návrhů na opatření či posouzení záměru oprav respektive restaurování lze využít pro zpracování odborného vyjádření.) .....	79
15.2 Různé způsoby přepisu nápisů .....	83
<b>16. Slovník vybraných pojmů</b> .....	86
<b>17. Literatura (výběr)</b> .....	90

# 1. Úvod

## 1.1 Stav poznání

Významnou skupinou předmětů kulturní hodnoty jsou zvony. Z hlediska kulturně historického jsou zvony významným fenoménem spjatým s životem lidí od středověku až do současnosti.

Zvon ze zvonoviny je předmětem s dlouhou životností a může být užíván, je-li o něj dobře pečováno, stovky let. Na území České republiky jsou v používání zvony, z nichž ty nejstarší pocházejí ze 13. a 14. století. I přes výraznou redukci válečnými rekvizicemi je fond historických zvonů od pozdní gotiky do konce 19. století ještě velmi početný. Naše znalost zvonového fondu je ale stále neúplná a zdaleka ne všechny památkově hodnotné zvony jsou kulturními památkami. Zájem památkářů o zvony se soustřeďoval především na zvony kostelní, ve zvonících a věžích zejména katolických kostelů, a to ještě výběrově, neboť zpravidla se týkal v Čechách zvonů ulitých před rokem 1800; na Moravě byly zahrnuty i zvony z 19. století. Mimo pozornost zůstávaly pro svou nepřístupnost zvony v sanktusových vížkách. Přehlíženy byly zvony v kapličkách a obecních zvoníčkách. Hodinovým cimbálům byla také věnována pozornost minimální.

I když existují dřívější soupisy, pořízené z odborného zájmu nebo nařízené v souvislosti s válečnými rekvizicemi, většinou není znám aktuální stav, který se od doby pořízení těchto soupisů výrazně změnil. Navíc stav v průběhu let vykazuje různé změny, mnoho zvonů bylo v posledních letech odcizeno, stále se pořizují zvony nové. Rovněž dochází ke změnám u zvonových stanišť: jsou upravována, zanikají, vznikají nová, obnovují se zaniklá, u drobných objektů též dochází k transferům.

V literatuře a v pramenech se setkáváme s informacemi velmi různé kvality a je třeba umět je správně vyhodnotit. Používaná terminologie je nejednotná. Popisy i rozměry často neodpovídají skutečnosti, uváděná hmotnost někdy výrazně nesushlasí se skutečností, ani na údaje o zvukové stránce se nelze spolehnout.

## 1.2 Účel metodické publikace

Tato publikace má cíle: Podat přehled kampanologické problematiky<sup>1)</sup> se zřetelem k potřebám památkové péče. Dát návod, jak provádět terénní průzkum a dokumentaci a čeho si všímat. Upozornit na pestrost dochovaných řešení, jejichž význam bývá někdy nepochopen a jsou bez řádné dokumentace likvidována.

## 1.3 Cíle kampanologického výzkumu

Cílem kampanologického výzkumu je ve vymezeném území získat maximum informací o zvonech, hodinových cimbálech a staništích, na kterých jsou nebo byly umístěny.

Výsledkem této činnosti by měly být:

1. Soupis existujících i zaniklých stanišť.
2. Soupis kampanologických památek s údaji, zaměřenými nikoliv úzce oborově, ale umožňujícím širší využití.
3. Zjištění technického stavu zvonů a jejich vybavení, zvonových stolic, případně i závad staveb či jejich částí.
4. Další informace kulturně historické.

Základem je dokumentace textová, obrazová a další. Získanou pramennou základnu je třeba zpracovávat, aby příslušné

---

1) Kampanologie (z latinského „campana“ – zvon) je obor zabývající se zvony včetně širších souvislostí.

informace bylo možno rychle vyhledávat. S informacemi je třeba soustavně pracovat a na základě nových poznatků vyhodnocovat.

Jedině na základě poznání zvonového inventáře a jeho stavu lze úspěšně realizovat jeho ochranu, včetně opatření proti krádežím.

## 2. Zvonová stanoviště

### 2.1 Druhy objektů a jejich vyhledávání

Základním krokem je zjištění objektů, ve kterých se zvony či hodinové cimbály nacházejí nebo nacházely. (Rozumíme zvony a cimbály, které jsou svázané s určitým místem a uplatňují se v rámci lokality nebo v rámci objektu, v němž mají své trvalé místo.) Některé tyto objekty – zvonová stanoviště – jsou obecně známé, jiným nebyla věnována pozornost či byly zapomenuty. Podle druhů to jsou: kostely a kaple, kapličky, zvonice, zvoničky, hřbitovní zvoničky na márnících, radnice, městské brány, hrady a zámky, paláce, kláštery, školy, domy, hasičské zbrojnice, obecní váhy atd. Z ohlašovacích listů pro bronzové zvony z rekvizic ve II. světové válce se dozvídáme také o zvonech (zvoncích) výrobních závodů, jednalo se zejména o cukrovary.

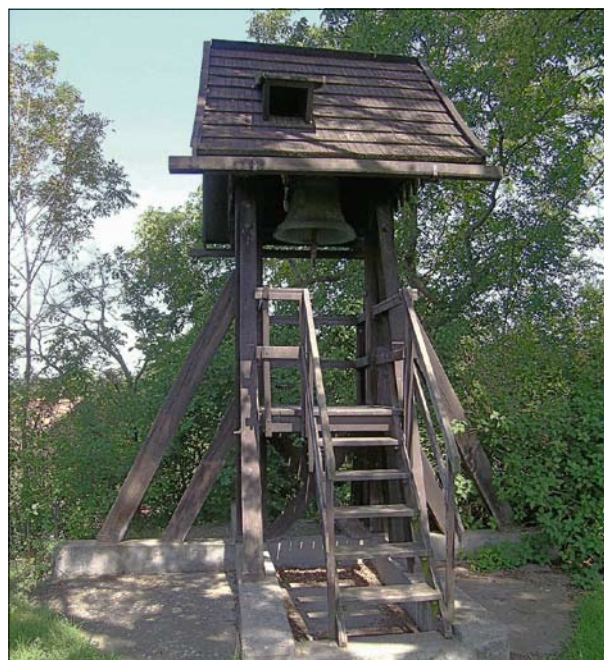
Na konkrétním stanovišti mohl být zvon jediný nebo větší počet zvonů.

Některé objekty byly opatřeny hodinami. Hodiny byly odbíjeny na zvonech nebo na hodinových cimbálech.<sup>2)</sup>

Některá zvonová stanoviště jsou dominantami obcí (kostely, radnice, zámky), jiná jsou velmi nenápadná, skrytá mezi stromy. V některých lokalitách byl zvon zavěšen přímo na stromě. Zvony zavěšené na stromech se v době olistění někdy velmi špatně hledají a dopátráme se jich pak jedině na základě sdělení místních obyvatel.



Osek u Sobotky, okr. Jičín. Šestiboká dřevěná zvonice. Základem stavby je vysoká zvonová stolice vzpěradlové konstrukce krytá šindelovou střechou (foto P. Vácha, 2014).



Vápnou, okr. Pardubice, zvonice u kostela sv. Jiří. Po požáru původní zvonice, byla zbudována pouze zastřešená zvonová stolice bez vnějšího opláštění (foto P. Vácha, 2007).

2) Hodiny mohou být odbíjeny na jeden cimbál (zvon), pak odbíjejí půlhodinu jedním úderem a celé hodiny příslušným počtem úderů; na dva cimbály nebo zvony, jeden odbíjí čtvrti, druhý celé hodiny; na tři cimbály, odbíjení čtvrtí bývá zdvojené.



*Praha-Vinohrady, Husův sbor, otevřená železobetonová zvonice (foto P. Vácha, 2015).*



*Kralice nad Oslavou, okr. Třebíč. Jako zvonička může vypadat ořížka sloužící k odvětrání stavby (foto P. Vácha, 2016).*



*Zdejcina, okr. Beroun. Zvonička na obecním domku (foto P. Vácha, 2014).*



*Dačice, okr. Jindřichův Hradec. Náročná žulová zvonička na věži radnice (foto P. Vácha, 2015).*

Je třeba také správně pochopit funkci některých věžiček, které jsou zvoničkám podobné. Zvoničku může připomínat vížka se žaluziemi, která však slouží k odvětrání stavby. Věžovité nástavby hasičských zbrojnic, které zvoničky připomínají, sloužily k sušení hadic a zvon v nich nebyval umístěn. Rovněž některé výstavné domy mají věžičky, v nichž nebylo nikdy nic zavěšeno, ale měly ozdobný a reprezentační charakter. Zvoničku může připomínat i ukončení některých komínů.

Umístění zvonových stanovišť v rámci lokality je specifické podle místních podmínek. Zvoničky se často nacházejí v sousedství kříže nebo sochy. Obecní zvonička někdy nemusí být na veřejném prostranství, ale na soukromém pozemku. Kostelní zvonice může být i dost vzdálená od kostela samotného. Zatímco v rovinaté krajině je lokalita poměrně dobře přehledná, v kopcovitém terénu je vyhledávání náročnější a někdy je problematické najít i kapličku, která je vyznačena v turistické mapě. Při průjezdu lokalitou někdy můžeme zvonové stanoviště přehlédnout, podaří se ho objevit teprve při cestě opačným směrem. Dost nepřehledné bývají i městské aglomerace.

V jedné lokalitě může být více zvonových stanovišť, některá stanoviště mohla zaniknout. Při dlouhodobém sledování dění v terénu také zjišťujeme, že zvonička byla přemístěna nebo obnovena ve zcela jiné podobě. V posledních letech se setkáváme s tím, že jsou obnovovány zvoničky nebo kapličky zaniklé před více desetiletími.

Provádíme-li systematický plošný průzkum, je vhodné si v přehledné mapě značit lokality, kde již průzkum proběhl, až postupně pokryjeme vymezené území. (I při důsledné systematickosti bývá ještě dodatečně nalezeno nějaké stanoviště zapomenuté.)

## 2.2 Prostorová identifikace a lokalizace

Polohu zvonových stanovišť je třeba zaznamenat. Pouhé zmínění stanoviště se ukazuje v některých případech jako nedostatečné; v případě zániku nebo transferu (drobné objekty) je pak nedohledatelné. Proto je vhodné zakreslovat jejich polohu do mapy; respektive do kopií mapy. V terénu je vhodná mapa 1:50 000 kvůli dobré orientaci, cílem by však mělo být, co nejpřesnější určení. Je tedy vhodné v poznámkách lokalizaci slovně upřesnit a v případě potřeby doplnit podrobnějším náčrtem.<sup>3)</sup> V současné době není problém drobné objekty zaměřit v souřadnicích GPS.<sup>4)</sup>

U zaniklých stanovišť je ovšem někdy velmi problematické zjistit jejich přesnější polohu. Při konfrontaci starších zjištění se současným stavem zjišťujeme zánik původních domovních čísel nebo v případě rekreačních objektů zrušení čísla popisného a nahrazení číslem evidenčním. Podle původních údajů je pak značně obtížné objekt identifikovat. Ještě problematičtější je identifikace stanovišť dávno zaniklých. Někdy je obtížné identifikovat samotnou lokalitu.

## 2.3 Umístění zvonů v objektech

V rámci stanoviště mohou být zvony zavěšeny ve věžích, vížkách, nástřešních zvoničkách, ve štítových zvoničkách, na konzolích na průčelí, ve vikýřích, na půdě, přímo v krovu, hodinové cimbály bývají umístěny i na střeších na jednoduché konstrukci pod stříškou, často i bez stříšky.

3) Při zpracovávání analogových podkladů v GIS je dobrou pomůckou, když poloha drobných objektů je vztažena k jinému objektu, jehož poloha je dobře identifikovatelná. Stojí-li zvonička či kaplička (v katastrální mapě nezakreslená) pod stromy, na ortofotomapě (leteckém pohledu) pořízené v době olistění je nevidíme.

4) Data GPS je nutné korigovat. Ukazuje se, že nejsou vždy zcela přesná, u turistických GPS může být odchylka i 7 m, tedy podstatně více než obvykle předpokládané 3 m. Polohu objektu je třeba konfrontovat s ortofotomapou či fotodokumentací.



Korno, okr. Beroun. kaplička se štítovou zvoničkou (foto P. Vácha, 2015) Zdejcina, okr. Beroun. Zvonička na obecním domku (foto P. Vácha, 2014).

Zvony a hodinové cimbály mohou být též svěšeny a uschovány nebo naopak někde vystaveny.

Některé malé zvony, mají stálé místo v interiéru. Jsou to zvonky u sakristií, na chodbách klášterů a zámků. Po rekvizicích mohly nahrazovat odebrané zvony a můžeme je dnes najít na sanktusových vížkách,<sup>5)</sup> zvoníčkách a kapličkách. Naopak některé malé věžní zvony mohou být dnes užívány v interiérech kostelů.

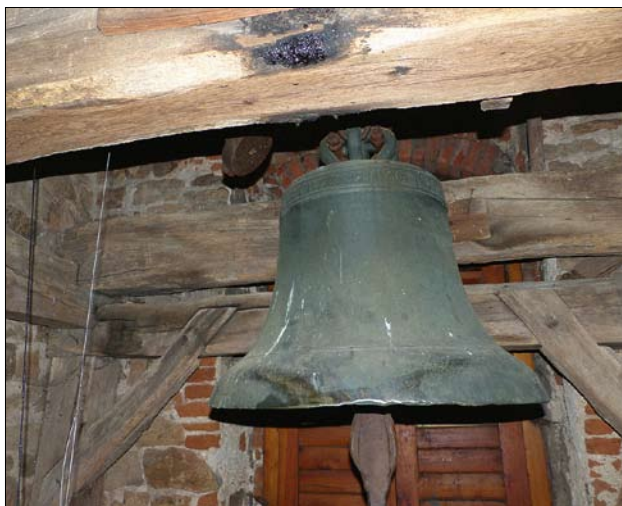


Librantice, okr. Hradec Králové. Hodinové cimbály umístěné nad střechou školy (foto P. Vácha, 2013).



Loděnice, okr. Beroun. Zvonek od sakristie, přenesený po rekvizicích do věže včetně kovaného rámu (foto P. Vácha, 2016).

5) Dnes vžitý název „sanktusník“ byl původně označením zvonu se specifickou funkcí, který se ozýval v průběhu mše, aby okolí bylo seznámeno s děním v kostele. Poprvé se zvonilo při chvalozpěvu „Sanctus“ – odtud pojmenování. Teprve ve 20. století bylo toto pojmenování přeneseno na sanktusovou vížku a hluboce zakořenilo. Sanktusová vížka se vyskytuje na katolických kostelech, nelze takto nazývat podobné vížky na jiných objektech.



Úžice, okr. Kutná Hora, kostel Nanebevzetí P. Marie, dubová zvonová stolice štenýřové konstrukce (foto P. Vácha, 2016).

## 2.4 Zvonové stolice

Zvony mohou být zavěšeny uvnitř stavby jednoduše mezi vzděnými horizontálními trámy, v dřevěné stavbě (její části) mezi rovnoběžnými trámy, které jsou součástí konstrukce.

Velké zvony a zvonové soubory jsou zavěšovány v samostojné (samonosné) konstrukci – zvonové stolici.<sup>6)</sup> Zvonová stolice<sup>7)</sup> může být zbudována ze dřeva (nejčastěji z dubu a borovice), může být i z oceli (železná).

U zvonové stolice vzpěradlové konstrukce se uplatňují ve vazbách šikmé prvky tvořící se základem trojúhelníky. U zvonové stolice štenýřové konstrukce převažují prvky vertikální a horizontální. Zvonová stolice vzpěradlovo-štenýřová spojuje obě konstrukční řešení.

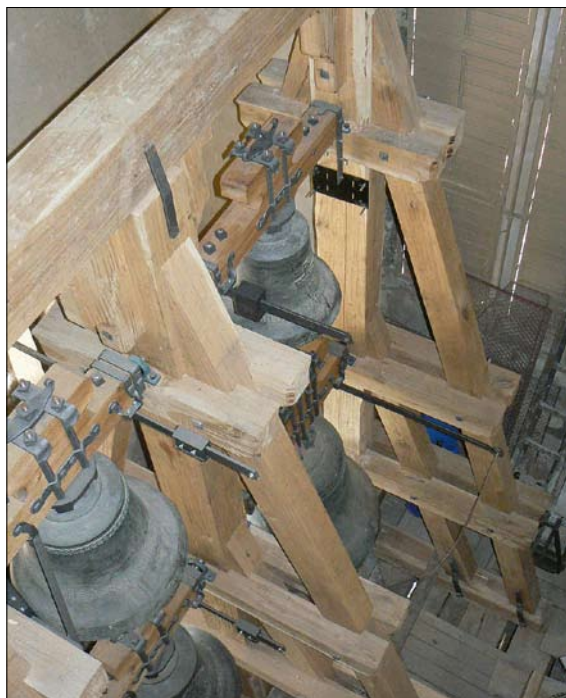
Zvonová stolice (hranice) je umístěna ve zvonovém patře, je samostatnou konstrukcí do stavby vloženou. U některých dřevěných zvonnic může být naopak zvonová stolice základní konstrukcí, která je pak opláštěna a kryta šindelem.

Zvonová stolice může být umístěna i na půdě kostela.

6) O zvonových stolicích obsáhle informuje TEYSSLER [Vladimír], KOTYŠKA [Václav]. Technický slovník naučný. Díl XV. Praha: Borský a Šulc, 1939. Heslo „Zvonová stolice“, s. 970–975.

7) Setkáme se i s výrazem „hranice“.

Březina, okr. Mladá Boleslav, kostel sv. Vavřince. Zvonová stolice vzpěradlové konstrukce bez překladového trámu, s ložisky ve stojácích. Čepy zvonové hlavy se do ložisek spouštěly v drážkách (foto P. Vácha, 2011).



Políčka, okr. Svitavy, kostel sv. Jakuba. Nová dubová zvonová stolice vzpěradlové konstrukce se zvony zavěšenými ve dvou úrovních (foto P. Vácha, 2015).





Všesulov, okr. Rakovník, dubová zvonová stolice štenýřovo-vzpěradlové konstrukce s příčnou vazbou (foto P. Vácha, 2009).



Praha-Petrovice, kostel sv. Jakuba, nápis vyřezaný do zvonové stolice (foto P. Vácha, 2011).



Praha-Nové Město, kostel Nanebevzetí P. Marie a sv. Karla Velikého. Pohled do ocelové zvonové stolice vzpěradlové konstrukce z r. 1939 s hlavami rekvirovaných zvonů (foto P. Vácha, 2015).

Praha-Hradčany, katedrála sv. Víta, Václava a Vojtěcha. Pohled do štenýřové příhradové ocelové konstrukce z r. 1900 (foto P. Vácha, 2012).

Stolice může být zbudována pro jediný zvon nebo pro více zvonů. Ty mohou být zavěšeny vedle sebe i nad sebou. Jsou-li zvony zavěšeny nad sebou, bývají velké zvony zavěšeny dole a malé nad nimi, může to být ale i opačně. Obvykle mívají zvony ve stolici souhlasný směr kyvu, může tomu ale být i jinak – v kostele sv. Jana Křtitele v Lysé nad Labem byl v štenýřové zvonové stolici zavěšen uprostřed velký zvon s kyvem v ose kostela, krajní zvony měly původně kyv kolmo k ose kostela.

## 2.5 Venkovské zvoníčky

Na venkově byly zvony zavěšeny na sloupových zvoníčkách dřevěných, betonových, železných; dvousloupových dřevěných nebo železných; pilířových zvoníčkách kamenných a zděných i ocelových příhradových konstrukcích. Předchůdcem sloupových zvoníčků bylo zavěšení v rozsochách stromů.

Někdy byla sloupová zvonička obestavěna domkem pro zvoníka. Některé sloupové zvoníčky byly kvůli stabilitě vzepřeny vzpěrami.

Venkovské zvoníčky s vnitřním prostorem je někdy obtížné rozpoznat od kapliček, jsou navenek prakticky stejné. Zatímco kaplička (kultovní stavba) má strop, zvonička (chrání zvoníka před nepřízní počasí) je do krovu otevřená.



Pojedy, okr. Nymburk, dřevěná sloupová zvonička z jednoho kusu rozřazeného kmene stromu – rozsocha (foto P. Vácha, 2009).



Slavkovice, okr. Chrudim, zvon zavěšený na stromě, přenesený včetně rozsochy ze starší zvoničky (foto P. Vácha, 2013).



Hubojedy, okr. Jičín, dřevěná rozsocha s dvěma zvony, doplněná domkem pro zvoníka (foto P. Vácha, 2014).



Želkovice, okr. Hradec Králové, zvonička sloupová s vidlicí připevněnou šrouby (foto P. Vácha, 2013).



Nepasice, okr. Hradec Králové, dřevěná sloupová zvonička. Typ vyskytující se na Královéhradecku a Pardubicku (foto P. Vácha, 2013).



Břístev, okr. Nymburk, betonová zvonička z r. 1933 (foto P. Vácha, 2014).



*Kosičky, okr. Hradec Králové, sloupová zvonička se sloupkem betonovým a vidlicí železnou (foto P. Vácha, 2013).*



*Břešno, okr. Hradec Králové, ocelová zvonička příhradové konstrukce (foto P. Vácha, 2013).*



*Božec, okr. Kolín, železná sloupová zvonička (foto P. Vácha, 2014).*



*Prachov, okr. Jičín, železná dvousloupová zvonička žebříkové konstrukce (foto P. Vácha, 2014).*



Mrač, okr. Benešov, sloupová zvonička pískovcová (foto P. Vácha, 2015).



Loukonosy, okr. Kolín, zvonička na obecní váže (foto P. Vácha, 2004).



Tnava, okr. Hradec Králové, zděná sloupová zvonička (foto P. Vácha, 2013).



Krupá, okr. Kutná Hora, zvon zavěšený na průčelí transformátoru (foto P. Vácha, 2010).

## 3. Zvonový inventář<sup>8)</sup>

Při komplexní dokumentaci v jednotlivých objektech zaznamenáváme počet zvonů, a to nejen zachovaných, ale zjišťujeme **kapacitu** zvonového stanoviště, kolik zvonů celkem se tu nacházelo, jak byly rozmístěny, zaznamenáváme směr jejich kyvu. Všímáme si úprav zvonové stolice, cest kudy byly svedeny provazy (otvory ve stropu, průchodky, kladky), zachovaného vybavení (hlava, části kování, srdce, ložiska) již neexistujících zvonů a odloženého staršího vybavení zvonů zachovaných, u nichž došlo k instalaci vybavení nového. Zajímáme se též o specifická řešení zavěšení zvonů a zvláštnosti zvonění.

Ze zachovaného vybavení získáváme velmi důležité informace, které mají nezastupitelný význam pro konfrontaci s prameny. I zvonice bez zvonů může leccos vypovědět.

### 3.1 Zvony a hodinové cimbály

#### 3.1.1 Evropské zvony

Zvon jako předmět je umělecko-řemeslný výrobek, ale zároveň svébytný hudební nástroj.<sup>9)</sup>

Nejstarší lité evropské<sup>10)</sup> zvony měly tvar přilbice, tloušťka stěny nevykazovala výraznější rozdíly v celém profilu. Koruna byla plochá se třemi oky. Zvony středověké již mají zesílený úhozový věnec. Románská forma zvonu z 11. a 1. poloviny 12. století má podobu slaměného včelího úlu (tzv. Theofilské zvony): zvon je v horní části polokulovitý, vzhledem k dolnímu průměru značně široký, boky jsou málo prohnuté, věnec je zvenčí výrazně zaoblen. Koruna vyniká středním sloupkem s velkým okem, ucha jsou subtilní. Ve 12. století se objevuje nový tvar zvonu ve tvaru homole cukru (německy „Zuckerhutglocke“): zvon je v horní části velmi štíhlý, jeho výška značně převyšuje spodní průměr. Koruna má výrazně převýšený střední sloupek s velkým okem.

Od doby gotické má zvon podobu obráceného otevřeného poháru. Zvonový korpus se člení na čepce – svrchní část zvonu, krk (horní část korpusu pod čepcem) a boky, věnec – zesílenou část stěny nad ústím, do které bije srdce. Profil stěny se nazývá žebro. Od horního okraje se postupně zesiluje v úhozový věnec, kde je stěna nejtlustší, a kol ústí se zpravidla zužuje v hranu. Věnec, na rozdíl od krku a boků, kde je vnější stěna zvonu konkávní, má stěnu konvexní.

Zvony se podle zemí a dílen liší v proporcích. Během následujících staletí se pak objevují rozmanité varianty ve tvaru čepce (od velmi klenutého až po zcela ploché) a úhozového věnce (více či méně oblého nebo se zlomem či hranou). Koruna se vyskytuje v mnoha podobách, existují i zvony bez koruny.

#### 3.1.2 Hodinové cimbály

Hodiny se odbíjejí buď na zvony určené zároveň k vyzvánění, nebo na zvony a hodinové cimbály, k odbíjení hodin speciálně určené (německy „Uhrlocke“, „Uhrschlaglocke“).

Hodinové cimbály jsou různého typu:

1. mají tvar nízkého zvonu a mají zesílený úhozový věnec,
2. mají tvar mísy (německy „Schalenglocke“, „Urschalenglocke“) a nemají úhozový věnec jako zvony,

8) Pojem označuje zvony na konkrétním stanovišti.

9) Zvon je bicí hudební nástroj harmonický (idiofon – hudební nástroj samozvučný), který vydává kromě tónu základního celou škálu dalších tónů. Zvuk závisí na velikosti a hmotnosti zvonu, jeho kvalita na žebro (profilu stěny) a na materiálu, ze kterého je vyroben.

10) Východoasijské (čínské a japonské) zvony jsou značně odlišné od zvonů evropských.



Slaný, okr. Kladno, radnice. Zvonovitý cimbál z r. 1740 s korunou s dvěma uchy. Kládívo vedeno orchem (foto P. Vácha, 2015).



Veltrusy, okr. Mělník, zámek. Hodinový cimbál mísovité z r. 1762 s trny bránícími protáčení po zavěšení (jeden odlomen). Je upevněn železným čepem prolečeným skrz základnu (foto P. Vácha, 2013).



Blouvice, okr. Plzeň-jih, radnice. Hodinový cimbál z r. 1836, míso-zvonovitý s vyvinutým věncem, s korunou v podobě sloupku s háky (foto P. Vácha, 2011).



Hořovice-Velká Víska, okr. Beroun. Zvon z r. 2001 s elektropohonem a elektromagnetickým kladivem pro odbíjení hodin (foto P. Vácha, 2005).



Prostřední Staré Buky, okr. Trutnov, kostel sv. Anny. Zvonovitý hodinový cimbál z r. 1923 s talířovou korunou. Kládívo z boku (foto P. Vácha, 2015).

3. mají tvar mísovité a mají úhozový věnec jako zvony,
4. mají tvar mísy se zvonovitým okrajem, tento ale není zesílen.

Hodinový cimbál může být také zavěšen výjimečně způsobem jako výkyvný zvon. Jedná se o druhotné použití, řešení nahrazující zvon, který byl rekvírován.

### 3.1.3 Materiály z nichž byly zvony zhotovovány

Z hlediska technického je zvon kovový odlitek. Ten může být zhotoven z různých kovů a jejich slitin různého složení, což ovlivňuje zvukové vlastnosti. Určení materiálu je jednou ze základních informací, která zvon charakterizuje. Klasickým materiálem pro výrobu zvonů je zvonovina. Zvonovina je bronz o vysokém podílu cínu – nad 20 %, za ideální se pokládá slitina 78 dílů mědi a 22 cínu (CuSn). Můžeme se setkat se zvony, které mají podíl cínu vyšší než 25 %. Analýzami slitiny<sup>11)</sup> byly naopak zjištěny zvony s podílem cínu výrazně nižším, v tom případě se jedná o dělovinu, která má obsah cínu pouze asi 10 %. Pohledem u zvonu pokrytého patinou rozdíl nezjistíme.



*Různé typy ocelových zvonů, které byly náhradou za zvony rekvírované v I. světové válce: Zvánovice, okr. Praha-východ, Němčice, okr. Kolín, zvony neurčené provenience z let 1919–1920, dodávané s roubíkovitým srdcem (foto P. Vácha, 2006 a 2004).*

<sup>11)</sup> STRÁNSKÝ, Karel, USTOHAL, Vladimír, BLAŽÍKOVÁ, Jarmila, MALEC, Silvestr. Zvony Českomoravské vysočiny. Sborník statí z časopisu Slévárenství. Brno: Vysoké učení technické, 2002



Radiměř, okr. Svitavy, zvon z r. 1917 (foto P. Vácha, 2006).



Paběnice, okr. Kutná Hora, zvon z r. 1919 od Rudolfa Manouška v Brně s nápisem provedeným do hloubky (foto P. Vácha, 2011).



Zlín, zvon z r. 1920 vyrobený ve Vítkovických železárnách (foto P. Vácha, 2006).



Hlubyně, okr. Příbram, tenkostěnný zvon zvlňného profilu, kolem r. 1920 (foto P. Vácha, 2005).

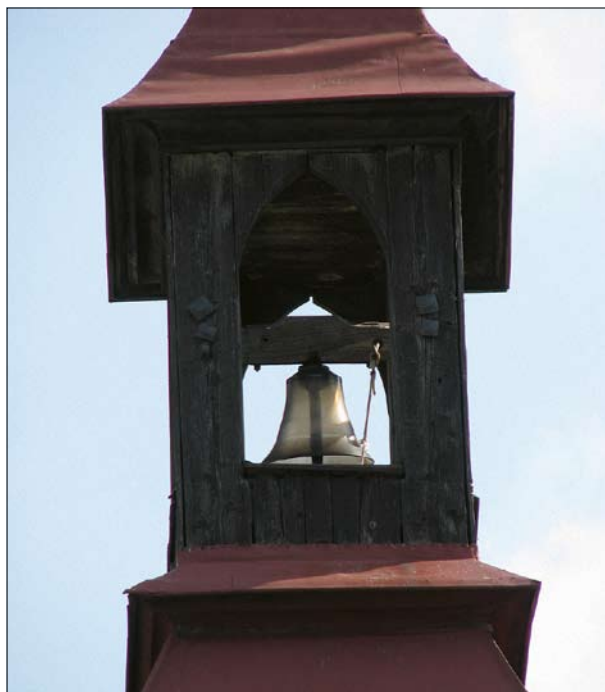
Zvony jsou lity též ze **železa** či **oceli**, byly levnější než zvony ze zvonoviny. Zvony lité ze železa jsou starší. Ocelové (ocelolitinnové) zvony byly pořizovány od 19. století; většina ocelových zvonů v českých zemích byla pořízena jako náhrada za zvony rekvírované. Další slitinou, se kterou se můžeme setkat, je tzv. **bílý bronz**, slitina zinku a antimonu (ZnSb). Tento materiál se používal ve 20. století na zvony pořizované jako náhrada za zvony rekvírované na počátku 20. let a v letech 1942–1944. Malé zvony byly zhotovovány z **bronzu**, **mosazi**, můžeme se setkat výjimečně i s **čistým zinkem**. V Maďarsku byly odlévány ve 20. století i zvony z hliníku, pro snížení ostrosti zvuku byl korpus opatřen průřezy.

Existují i (železné) zvony **kované a svařované** <sup>12)</sup> a **zvony nekovové**, v kapličce v Harrachově-Novém Světě je zavěšen zvon **skleněný**, vyráběly se i zvony z **porcelánu** (např. zvonkohra z míšeňského porcelánu v drážďanském Zwingeru).



*Doupě, okr. Jihlava, ocelový zvon ze 40. let 20. století litý Bochumskou ocelárnou, s originálním srdcem. Dodatečně natřený stříbrnou (foto P. Vácha, 2016).*

*Chmeliště, okr. Kutná Hora, zvon z bílého bronzu (ZnSb) zavěšený na zadním průčelí kapličky, pěst srdce je z téhož materiálu (foto P. Vácha, 2016).*



*Harrachov-Nový Svět, okr. Semily, kaple sv. Alžběty, skleněný zvon, výrobek místní sklárny z r. 1916. Zvon má dřevěné srdce s pěstí potaženou kůží (foto P. Vácha, 2014).*

**12)** Zvony kované z železných plátů spojených nýty (např. Saufang z Kolína nad Rýnem) bývají někdy prezentovány jako příklad nejstaršího způsobu výroby, jedná se však o levnější řešení nahrazující litý zvon.

## 4. Výroba zvonů

Výroba zvonů má několik fází.

První fází je vypočtení žebra (profilu) zvonu. Zvonové žebro je tvořeno soustavou vnějších a vnitřních průměrů v určitých výškách konstruované ve vzájemných poměrech. Na něm závisí zvukové vlastnosti zvonu. Zvonové žebro je zvonář konstruováno buď do čtvercové sítě, jejímž základem je spodní hrana a výška zvonu, nebo podle „šikmé výšky“ – spojnice spodního a horního okraje zvonového korpusu.

Zvonář může volit (a většinou tak činí) již žebra (šablony) osvědčená, která má v zásobě. V případě doplňování souboru je nutno ladění zvonu nového přizpůsobit zvonům stávajícím.

Druhou fází, časově nejnáročnější, je zhotovení formy. U zvonů bronzových se formuje pro každý zvon nová forma. Zvon lze formovat buď nastojato (viz níže) nebo na horizontální ose otáčené na formovací stolici – tento způsob (známý ze středověku) lze použít pouze pro menší a malé zvonky.

Na podstavec (u menších zvonů v podobě železného kříže, aby formu bylo možno přenést; u velkých zvonů zděný, zbudovaný přímo v licí jámě) se vyzdí z nepálených cihel (vepřovic) přibližný tvar jádra a je stažen železnými pásy. Cihlové jádro je pokryto vrstvou hlíny promíchané s kravským nebo koňským trusem, zvířecími chlupy, konopím a grafitem. Jádro se vysušuje ohněm a popraskané se opravuje. Jeho tvar se modeluje šablonou otáčející se na hřídeli. Hotové jádro odpovídá vnitřní dutině zvonu. Po dokonalém vysušení se natírá izolující vrstvou z jemného popele rozmíchaného v pivu nebo lojem.

Na jádro se modeluje falešný zvon (zvaný též košile, rubáš, model) z hlíny nanášené v několika vrstvách a vysušené. Falešný zvon má přesnou formu budoucího zvonu a jeho povrch je vytáčen šablonou odpovídající vnějšímu obrysu. Povrch falešného zvonu se natře lojem nebo voskem. Reliéfní výzdoba a nápisy se z matric odlijí do vosku a nalepí se (medem, bílkem, je uváděn též terpentýn) na falešný zvon.

Ve starších dobách se falešný zvon zhotovoval z loje; podle jeho spotřeby se určovalo množství kovu potřebného pro odlití. Použití loje též vysvětluje některé deformace, které na historických zvonech nacházíme. Rovněž umožňovalo provádět výzdobu vyrytím. Při formování nejmenších zvonů a zvonků se užívalo vosku.

Na falešný zvon přijde další vrstva – plášť. První vrstvy jsou z jemné šlichty z přepálené hlíny a cihlové moučky smíšené s pivem a zvířecími chlupy; nanáší se štětcem. Je to řídká kaše, která musí dokonale přilnout k voskové reliéfní výzdobě; suší se na vzduchu. Vrchní vrstvy pláště se formují z hlíny se zvířecími chlupy a konopím, rozdělané pivem.

Zároveň se vytváří forma pro korunu. Model koruny s uchy je zhotoven z vosku se smolou. Omaže se hlínou a vypálí, přičemž se model roztaví a vyteče. Forma koruny se zapustí do pláště. Plášť se zpevní železnými pásy a vysuší ohněm. Voskové reliéfy se roztaví a vzniknou dutiny.

Po vysušení se plášť nadzdvihne a vyčistí. Jemné trhlinky formy lze ucpat sazemi.

Falešný zvon se rozbije. Forma se přesně sesadí. Před tím se dutina v jádru, kde prochází osa, na níž se nasazují šablony, a která se ponechává kvůli lepšímu vysoušení, vyplní hlínou a zasadí se oko pro zavěšení srdce (u zvonu starého typu), nebo se vztýčí hliněný čep v místě budoucího otvoru pro závěs srdce (u zvonu moderního typu – otvor je také dodatečně vrtán).

Sesazená forma se umístí v licí jámě a zasype hlínou (pískem), která se udusá. Forma se zasypává kvůli tlaku roztaveného kovu a kvůli pomalejšímu a rovnoměrnému vychlazení odlitku.

Způsob výroby formy, prakticky stejný od středověku (s určitou variabilitou podle období a dílen), doznává v současnosti některých změn. Místo hlíny užívají někteří výrobci rychletuhnoucích směsí, čímž se zkracuje doba této výrobní etapy. Namísto umístění v licí jámě lze formu obestavět ocelovými skružemi.

Nyní dochází k tavbě a odlití. Roztavený a dobře promísený kov se od pece nebo tavicí nádoby vede k formě cihlovými žlábkami, které se předtím vyhřívají dřevěným uhlím. Lící stružka se před litím vyčistí. Také lze lít přímo z přeneseného tavicího kelímku (tyglíku). Na počátku lití je třeba odstranit strusku, aby se do formy dostal pouze čistý kov. Kov se vede při lití více odlitků od největší formy k nejmenší. Kov vtéká do formy otvorem ve formě pro korunu. Forma koruny s uchy je opatřena výfuky, po nichž nalézáme stopy na vrchní části koruny. Po odlití zvonu se vršek formy zasypává dřevěným uhlím nebo šiškami, které svým žářem zpomalí chladnutí kovu. Odlitek se nechává úplně vychladnout, což u větších zvonů trvá i několik dní.

Po vychladnutí se vykope a očistí. Za ideální se pokládá, když se opravy omezují na minimum s tím, že větší opravy poškozují kůru odlitku a tím snižují jeho kvalitu. Někteří výrobci ale zastávají názor opačný.

U hotového zvonu se zjišťuje a posuzuje jeho zvukový obraz. Zvon nezdařený se rozbije a lije znovu. Odlitý zvon lze doladit soustružením vnitřní stěny, je však ctí zvonařské dílny, aby správně odlitý zvon vykazoval požadované akustické vlastnosti. Česká kolaudační směrnice (1959) doladování zvonů nepřipouští. V západní Evropě se doladování zvonů běžně provádí, v případě zvonů pro zvonohry, kdy velmi záleží na souhře v rámci celku, je nutností.

## 5. Popis zvonu

### 5.1 Zvon

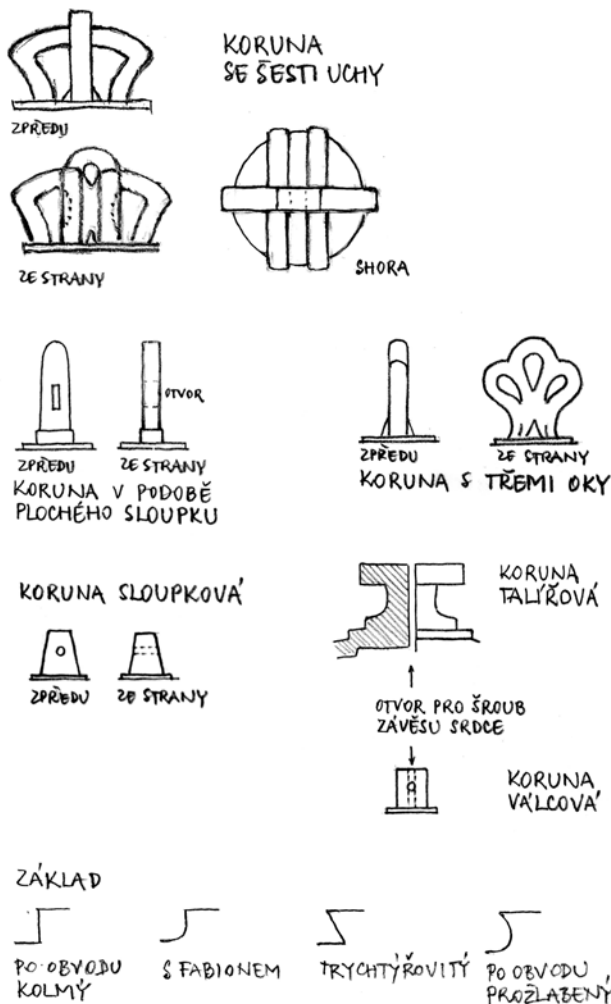
Zvon popisujeme odshora dolů, tj. od koruny k dolnímu okraji:

**Koruna** slouží k zavěšení (upevnění) zvonu.<sup>13)</sup> Je (bez poškození) neoddělitelnou částí zvonu.<sup>14)</sup> Koruna s uchy se vyskytuje v několika podobách. Nejčastěji se setkáváme s korunou se šesti uchy uspořádanými do kříže, kdy ve směru osy kyvu je (v původní poloze) po jednom uchu a kolmo na ně dvojice uch. Ucha se sbíhají k (u starých zvonů převýšenému) střednímu sloupku s okem příčně na osu kyvu.<sup>15)</sup> Koruna čtyřramenná má čtyři ucha (do kříže). Vyskytují se i koruny s vyšším počtem uch.<sup>16)</sup> Od konce 19. století se objevují koruny se šesti uchy do hvězdice (sousední ucha svírají úhel 60°).

Románské a gotické zvony s korunou se šesti uchy mají střední sloupek koruny s velkým, výrazně převýšeným okem a boční ucha nejsou postavena kolmo, ale vyklánějí se ve směru osy kyvu.

U nejstarších zvonů a též u malých zvonů barokních se setkáváme s korunou se třemi uchy. Jedná se vlastně o korunu se dvěma uchy ve směru kyvu zvonu.

U zvonů malých rozměrů se místo koruny s uchy užívá koruna v podobě sloupku. U malých zvonů z 18. a 1. poloviny 19. století se setkáváme s vysokým plochým sloupkem s obdélným otvorem na výšku ve směru osy kyvu. Tímto otvorem se provléká skoba (průvlak), která při zavěšení nese tíži zvonku. Sloupkové koruny mohou mít též nízký sloupek různého



13) Název pochází od toho, že koruna s uchy skutečně připomíná panovnickou korunu. (Můžeme se setkat i s pojmenováním „královská koruna“.) Nesprávně, bývá název „koruna“ používán k označení hlavy zvonu (hřídele), umožňující kývavý pohyb zvonu.

14) Je však možné se setkat se zvony, kdy původní koruna byla nahrazena novou, připevněnou šrouby skrz základnu. Tato úprava se vyskytuje velmi často na Slovensku, kdy stará koruna s uchy je nahrazena novodobou korunou talířovou.

15) Tímto okem byl provlékán třmen, procházející vnitřkem hlavy, který pomáhal nést tíhu zvonu.

16) Se zvony s vyšším počtem uch, které lil v 19. století Andreas Schaudt v Pešti, se můžeme setkat na Slovensku.

Různé typy koruny zvonů.

tvaru, např. komolého jehlanu, někdy zploštělého a nahore zaobleného, seříznutého válce nebo komolého kužele, s příčným kruhovým otvorem. Sloupková koruna bývá též nazývána „čep“ (německy „Zapfen“).<sup>17)</sup>

Setkáme se i s korunou v podobě sloupku s dvěma protilehlými výběžky, vzniklými redukcí uch. Tento typ se může vyskytovat u zvonů železných, ale i u zvonů ze zvonoviny (zde mívají hákovitý tvar). V posledním případě se též může (ale nemusí) jednat o úpravu koruny s uchy. Menší zvony v loreťanské zvonohře (z konce 17. století) mají tyto výběžky ztvárněné do podoby orlích hlav. Vyskytuje se rovněž koruna v podobě širšího plochého sloupku s háky, vzniklými vykrojením stran.

U moderních zvonů nacházíme korunu talířovou, která se k hlavě připevňuje svislými zachycovacími šrouby s patkami.<sup>18)</sup> Tento tvar koruny umožňuje plynulé otáčení zvonu při vytlučení bez demontáže upevňovacích prvků.

Také moderní koruna s uchy má vrchní část plochou a nemusí být zadlabána. Pak je i otáčení zvonu jednodušší.

U malých zvonů nacházíme i korunu válcovou. Válec je zasazen v dutině (většinou litinové) hlavy a proti protáčení zajištěn na čelních stranách šrouby zapadajícími do důlku ve směru kyvu. Tíží zvonu nese šroub závěsu srdce.

Zvony – a zejména hodinové cimbály – jsou však také lity bez koruny. V tomto případě se připevňují svislými šrouby (nebo u cimbálů čepy) procházejícími základnou.

Podle typu koruny a způsobu zavěšení srdce rozlišujeme zvon starého typu a zvon moderní. Zvon starého typu má uvnitř (pod korunou) pevně zalité železné oko k zavěšení srdce. Zvon moderní má korunu se svislým otvorem uprostřed, kudy prochází šroub závěsu srdce. Koruna talířová a válcová se u zvonů starého typu nevyskytují (leďa jde-li v případě talířové koruny o úpravu novodobou, z hlediska památkové péče nevhodnou, kdy byla původní koruna odstraněna a nahrazena novotvarem). Koruna s uchy na zvonu moderního typu musí mít dutý střední sloupek. Lze se setkat i s korunou s uchy bez středního sloupku (zvony lité v Astenu, Manoušek & Eijsbouts).

Koruny s uchy bývají zdobeny ornamenty, podélnou profilací, maskarony, lidskými hlavičkami, někdy i figurami, písmeny atd.

Koruna vyrůstá ze **základu, základny** (německy „Platte“, „Kronenplatte“, slovensky „podkorunná doska“) na vrcholu čepce. Někdy lze pozorovat zřetelné vymezení dvou částí, jedna souvisí s korunou (základ koruny) a odpovídá způsobu formování koruny, druhá vyrůstá z čepce (základna) a je formována se zvonovým korpusem. Základ koruny se může rozměrově lišit od základny, bývá na ni posazen, ale může být do ní také vsazen či (vzácně) zapuštěn. Na základu koruny historických zvonů bývají výběhy nebo žeběrka, paprscitě se rozbíhající od středního sloupku. Na základu může být i ornamentální výzdoba.

Provedení koruny a základu má zásadní význam pro datování nezdobených zvonů.



*Paběnice, okr. Kutná Hora, kostel sv. Jakuba. Zvon z r. 2012 s korunou s uchy do hvězdice. Otvor ve středním sloupku slouží k proolečení šroubu závěsu srdce (foto P. Vácha, 2012).*

<sup>17)</sup> Zde však je nutno rozlišovat, jedná-li se o „čep“, který je součástí zvonu či cimbálu, nebo se jedná o železný čep prolečený otvorem v základně, jak tomu bývá často u hodinových cimbálů.

<sup>18)</sup> Lze se setkat i s označením „technická koruna“, „kruhá koruna“.

Vlastní **tělo** zvonu – **korpus**, se dále člení na:

**Čepec** (německy „Haube“, slovensky „príklop“) je vrchní část zvonového korpusu tvořící „strop“ vnitřního prostoru. (Chápeme-li zvon jako obrácenou nádobu, pak čepec tvoří její dno.) Setkáváme se s tím, že k čepci bývá zahrnut i část zvonového pláště při horním okraji, správně by ale jako čepec měla být označována ta část, kde převažuje složka horizontální a nikoliv část, kde už stěna zvonu nabývá vertikality. Čepec může mít různý tvar od velmi klenutého po plochý, může být zdoben profilací i reliéfní výzdobou. Na čepci může být vyryt údaj o hmotnosti zvonu (na zvonech barokních). Na čepec může zasahovat částečně nápis umístěný na horním okraji nebo přesahující ornament.<sup>19)</sup>

**Horní okraj** (rozumí se zvonového pláště) je část, kde čepec zvonu (horizontální) přechází v krk (vertikální). Na horním okraji může být hrana nebo zlom.

**Krk** (německy „Hals“) je horní část zvonu, kde jeho stěna je nejstrmější, tedy při horním okraji korpusu, v těchto místech je i nejslabší. Na krku zvonu, při horním okraji, bývá pásová výzdoba či dokola obíhající nápis. Místo lokalizace „na krku“ užívá se běžně formulace „na horním okraji“, „při horním okraji“, „nahore“, „pod čepecem“. Setkáme se s i výrazem „plece“ (německy „Schulter“, anglicky „shoulder“).<sup>20)</sup>

**Bok, boky** (německy „Flanke“) se nazývá část zvonu pod krkem.<sup>21)</sup> Je to střední část zvonového korpusu. Zde bývají umístěny nápisy (někdy v předrytých nebo i vytáčených linkách), figurální reliéfy, erby atd.

Při popisu lze pro zjednodušení používat určení „na čelní straně“ (za předpokladu, že kompozice výzdoby je správně pochopena), „na straně protější“, též určovat umístění výzdoby podle světových stran.<sup>22)</sup>

Povrch zvonu od horního okraje dolů se nazývá **plášť**. O plášti budeme hovořit, když výzdoba je komponována tak, že zabírá výškově nebo plošně velkou část povrchu zvonu.

Místo, kde konkávně prohnuté boky zvonu přecházejí v úhozový věnec, se označuje jako **přechod ve věnec** (německy „Wolm“). Toto místo bývá zdůrazněno profilací, a tvoří tak **rozhraní** mezi boky a věncem.

**Věnec, úhozový věnec** (německy „Schlagring“) je nejtlustší část zvonového profilu – žebra. Věnec je buď zaoblený nebo je na něm hrana či zlom. Věnec mohou zdobit ornament, drobné reliéfy, medaile, nápis.<sup>23)</sup>

Na **dolním (spodním) okraji** zvonu (při ústí otvoru) může být odsazení (zesílení) – **obruba**.<sup>24)</sup> Nad dolním okrajem může být také profilace, ornamentální pásová výzdoba či nápis.



Poříčí nad Sázavou, okr. Benešov, kostel sv. Petra, zvon z r. 1507. Zalitý drát, kterým bylo zpevněno jádro formy (foto P. Vácha, 2015).

19) V popisech se setkáváme často s tím, že je uváděn nápis či výzdoba „na čepci“, ve skutečnosti je ale již pod čepecem.

20) Výraz „rameno“ (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Zvon>) je velmi nešťastným překladem. Výrazu rameno se totiž užívá u nás i na Slovensku jako synonymum pro ucho koruny – například „šestiramenná koruna“.

21) Někdy není rozlišováno mezi krkem a boky. Na Slovensku je užíván pojem „driek“.

22) Určení podle světových stran se po opravě zvonu může změnit. Používání tohoto způsobu pak prozradí, že došlo k převěšení zvonu.

23) Jestliže je na zvonu použito věnců jako výzdobného motivu, je vhodné, aby se zdůraznilo, že v dané souvislosti hovoříme o úhozovém věnci. Úhozový věnec nazývají zvonáři „rána“ nebo „šlak“, což odpovídá německému „Schlag“.

24) Ve starší literatuře se můžeme setkat s tím, že výraz obruba označuje věnec.

Kolem ústí se stěna zvonu zužuje do **hrany** (německy „Schärfe“), kterou zvonaři nazývají „**špice**“.

Také na věnci z vnitřní strany může být hrana či zlom.

Sledujeme způsob a kvalitu formování (např. pro některé barokní zvonařské dílny je charakteristický hrubě vytáčený povrch formy). Zvony bronzové se lijí do forem vytáčených podle šablony, zvony ocelové bývají lity do formy složené z dílů (segmentů), tak jako jiné ocelové odlitky – na jejich povrchu nalezneme švy.

U hodinových cimbálů zvonovitých postupujeme při popisu analogicky. U mísovitých hodinových cimbálů lze jasně vymezit základnu a dolní okraj, při popisu pláště odlišujeme horní a spodní část, které odpovídají čepci a bokům.

Posuzujeme kvalitu odlitku, zaznamenáváme **litecké vady**, případně opravy a **úpravy odlitku**. Setkáme se **zavaleními** či **závaly** (roztavený kov měl nižší teplotu, nevyplnil zcela formu, povrch se propadá), **zálupci** či zálupy (kov zatekl do poškozeného místa formy, vytvoří se strup), **bublinami** (velké množství plynů v roztaveném kovu), **nedolitím** (někdy nebylo správně odhadnuto potřebné množství kovu). Můžeme se setkat i s tím, že nedolitá místa byla vyplněna olovem. Nesprávným chladnutím odlitku může vzniknout i **trhlina** v tělese zvonu. Litecké vady jsou nenapodobitelné a jsou velmi významné pro nezpochybnitelnou identifikaci nalezeného kradeného zvonu. Některé, zejména rozsáhlejší litecké vady byly začišťovány, na odlitku nalezneme stopy odsekávání přebytečného kovu dlátem (resp. sekáčem). Mohou existovat i vady odlitku skryté, pohledem nezjistitelné.

Zvon mohl být také po odlití **dolaďován** soustružením nebo broušením vnitřku zvonu, případně dolního okraje.



*Březina u Mnichova Hradiště, okr. Mladá Boleslav, zvon z r. 1607 od Jakuba Mělnického. Zálupce začišťované dlátem a zbytky hlíny z formy (foto P. Vácha, 2011).*



*Březina u Mnichova Hradiště, okr. Mladá Boleslav, zvon z r. 1607 od Jakuba Mělnického. Zával (zavalenina) (foto P. Vácha, 2011). P. Vácha, 2006).*

## 5.2 Výzdoba

**Výzdoba** zvonu má určitou **kompozici**, která by měla z popisu vyplynout. Výzdoba může být komponovaná pouze horizontálně bez akcentování stran, nebo na kompoziční osy – jednu, dvě, čtyři, vzácně tři. Pravidelné rozložení může být porušeno další přidanou výzdobou, takže kompozice se stává asymetrickou. Zdoben bývá nejen plášť zvonu, ale i koruna a čepec.

Výzdoba je ponejvíce **reliéfní**, může být provedena **do hloubky**. Mohou být uplatněny i jiné techniky (zlacení, barevné provedení), na novodobých zvonech kontrast leštěných a neleštěných ploch. Lze tedy rozlišit výzdobu vznikající při výrobě formy (reliéfy), finální úpravou odlitku a výzdobu provedenou dodatečně.

Výzdobu mohou tvořit **nápisy, figurální reliéfy, ornamentální pásy a orámování, erby, městské znaky, medailony, otisky medailí, mincí, pečeti, skutečné rostliny i drobní živočichové**.

Důležitým prvkem je **profilace členící odlitek horizontálně**, též tvar a profilace uch koruny. Horizontální členění, provedení koruny a jejího základu (základny) může mít zásadní význam pro datování zvonu a určení provenience. <sup>25)</sup>



Vranov, okr. Benešov, zvon z 14. století s nápisem provedeným lineárně, vyrytím do svrchní části formy. Šrouby mezi uchy je druhotně připevněn závěs srdce (foto P. Vácha, 2014).



Popovičky, okr. Praha-východ. Zvon z r. 1497 s nápisem v gotické minuskuli, který pokračuje na čepci, a pak v dolním řádku (foto P. Vácha, 2011).



Praha-Hradčany. Svatovítský zvon „Jan Křtitel“ z r. 1546 s výzdobou uch koruny, základu koruny a profilací na čepci (foto P. Vácha, 2004).

25) Většina starších badatelů kladla důraz na nápisy a reliéfy, tyto důležité detaily ale opomíjeli.



Poděbrady, okr. Nymburk. Rokokový zvon z r. 1759 s velmi bohatou výzdobou pláště, čepce i koruny a s nápisy s chronogramem a kryptogramem (foto P. Vácha, 2006).



Bukovka, okr. Pardubice. Zvon z r. 1920. Novodobý decimový zvon (se spodním tónem v intervalu decimy) s nápisem provedeným do hloubky (foto P. Vácha, 2011).



Tuněchody, okr. Chrudim. Pozdně renesanční, manýristický zvon z r. 1593, který ulil Daniel Tapineus, vyniká mimořádně bohatou výzdobou – nahoře. Zvonař upravoval kompozici výzdoby, a jak ukazují stopy, teprve s třetím umístěním písmene S byl spokojen – dole (foto P. Vácha, 2005).



Kutná Hora, kostel Věch svatých. Zvon z r. 1659 od Benedicta Briota. Charakteristickým znakem tohoto zvonaře jsou písmena na obdélníkových ploškách (foto P. Vácha, 2016).

### 5.3 Nápisy na zvonech

Nápisy na zvonech bývají běžně **plastické** (reliéfní), mohou být ale též provedeny **do hloubky** (dorytím, vyražením), což je nutno vždy zmínit. Také se můžeme setkat s tím, že v plasticky provedeném nápisu jsou dodatečně prováděny opravy dorytím některých písmen.<sup>26)</sup>

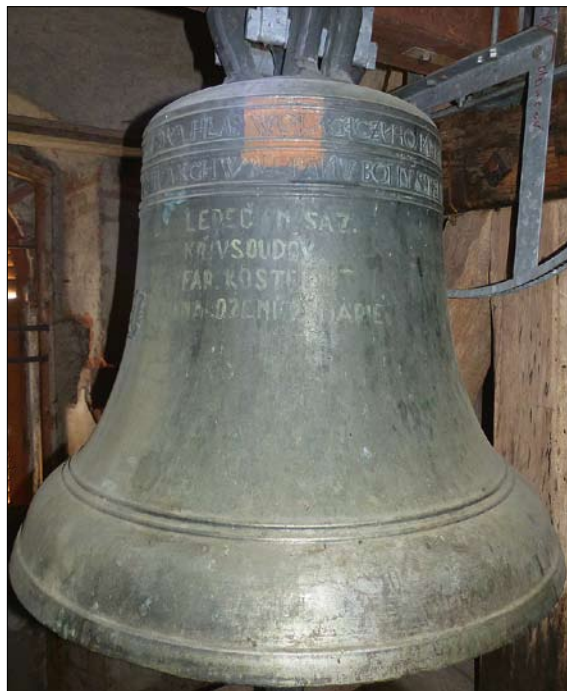
V případě barokních zvonů a cimbálů může být na čepci vyryt údaj o hmotnosti v librách.

Nápis či jeho část mohla být z ideologických důvodů odsekána. Nápis mohl být dodatečně přidán namalovaný barvou.

Na zvonech se můžeme setkat s nápisy chybně sestavenými zvonařem či jeho pomocníkem. Takový nápis je nutno přepsat v originálním znění se všemi chybami a zvláště vysvětlit jeho smysl.<sup>27)</sup>



Zvon z 18. století, odcizený z neurčené lokality (letopočet byl vybrousen). Na čepci udána hmotnost 41 ½ (liber). Základ koruny je posazen na základně (foto P. Vácha, 2010).



Křivsoudov, okr. Benešov, zvon z r. 1570 s nápisem z rekvizice II. světové války (foto P. Vácha, 2015).

<sup>26)</sup> Je třeba rozlišovat nápisy vzniklé při výrobě od nápisů provedených dodatečně.

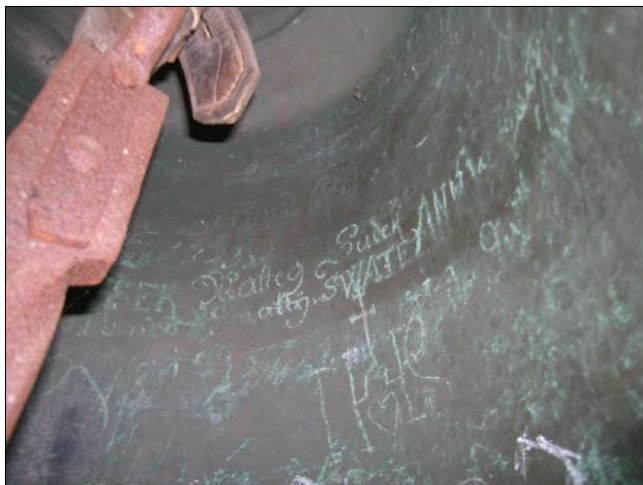
<sup>27)</sup> Nápis na zvonu přelitém r. 1856 ve Vlkově nad Lesy (okres Nymburk) zní:

KE CTI A CHWALE LETHA PANĚ 1657 TENTO  
ZWON GEST ZNOWA PO OHNI PRZELITI.  
NAKLADEM HUDEHO PANU A SWATEMU  
IANU KRZTITELI PATRONU CHRAMU TOHOTO.  
ZADUSSI WLKOWSKEHO OD MATESA EXNERA ZWONAŘE  
A MĚSTENINA W KRALOWE HRADCI NAD LABEM.  
PŘELITI W PRAZE OD KARLA BELLMANNA C.K. DWORNIHO ZWONAŘE 1856.

Má se číst následovně:

1. druhá polovina 1. řádku: LETHA PANĚ 1657 TENTO
2. druhý řádek: ZWON GEST ZNOWA PO OHNI PRZELITI.
3. první polovina 1. řádku: KE CTI A CHWALE
4. druhá polovina 3. řádku: PANU A SWATEMU
5. čtvrtý řádek: IANU KRZTITELI PATRONU CHRAMU TOHOTO.
6. první polovina 3. řádku: NAKLADEM (C)HUDEHO
7. pátý a šestý řádek: ZADUSSI WLKOWSKEHO OD MATESA EXNERA ZWONAŘE / A MĚSTENINA W KRALOWE HRADCI NAD LABEM.

Na zvonu můžeme nalézt barvou provedené **označení z rekvizic a rekviziční čísla** (na vnější straně i uvnitř zvonu)<sup>28)</sup>, uvnitř zvonu bývají též **historické nápisy křídou**, též barvou, tužkou; vzácně i **kresby** (někdy několik století staré).



*Bykáň, okr. Kutná Hora, barokní nápis ve zvonu z r. 1505 (foto P. Vácha, 2009).*



*Telč, okr. Jihlava, kostel sv. Jakuba, zvon z r. 1550. Kresba kostela nakreslená křídou (foto P. Vácha, 2015).*

**28)** Ve II. světové válce byly zvony ze zabraného území označovány rekvizičním číslem: číslo župy / číslo okresu / číslo zvonu, písmeno – kategorie. Na území Protektorátu Čechy a Morava byly zvony označovány nápisem uvádějícím lokalizaci, u malých zvonů stručně, u velkých podrobněji (lokalita, farnost, okres). Zvony jsou také označeny obdélníky na výšku (někdy ale jen vodorovným pruhem) namalovanými barvou – zvony měly být označeny podle kategorií: A červeně, B žlutě, C červeně, ale nebylo to vždy dodržováno. Nápisy jsou provedeny barvami: bílou (nejčastější), červenou a žlutou (obě pak korespondují s barevným obdélníkem), černou. Ve skladišti (sběrně) obdržel zvon ještě číslo: písmeno / písmeno (P/P – Praha, P/O – Ostrava) + číslo. Také v I. světové válce byly zvony identifikovány nápisy, což je možné vidět na fotografiích ze skladišť.

## 6. Vybavení zvonu a rozeznění

Srdce a hlava zvonu tvoří spolu se zvonem funkční celek a jsou součástmi tohoto celku, tj. plní svou funkci v rámci věci jiné. Setkáváme se běžně s výrazem „příslušenství“, k němuž mohou být ale výhrady ze strany právníků, jelikož příslušenství je sice užíváno spolu s věcí hlavní, ale může být nahrazeno, aniž by byla narušena funkčnost věci hlavní – a to zde neplatí. Proto se doporučuje užívat výraz „vybavení“. (Německý výraz „Zubehör“ lze přeložit obojím způsobem.)<sup>29)</sup>

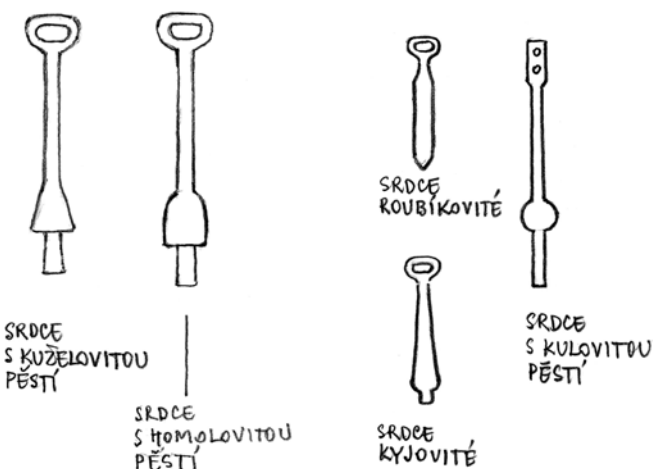
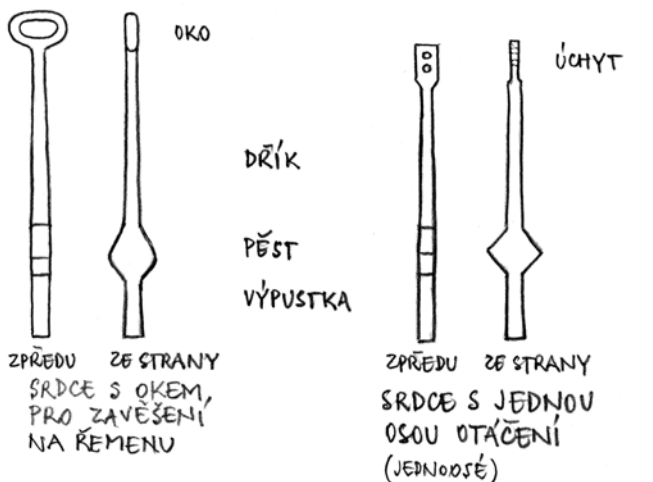
### 6.1 Srdce

Srdce je zavěšeno uvnitř zvonu a údery zvon rozeznívá. Starší typ srdce má oko, jímž se provléká řemen procházející zároveň okem vsazeným uvnitř zvonu. Některé malé zvonky mají srdce zachyceno v oku uvnitř zvonu přehnutím vykovaného horního konce.

Moderní typ srdce (s jednou osou otáčení) nemá oko, ale jeho horní konec je opatřen plochým úchytem s otvory pro šrouby ve směru kyvu. Řemen je připevněn šrouby a kvůli zvýšení pevnosti bývá navíc přetažen plechem.

Srdce (něm. „Klöppel“) má čtyři části. Horní – **oko**, u srdce moderního typu plochý **úchyt** – slouží k zavěšení. Pro zesílenou část, která bije do věnce zvonu, je výstižný název **pěst**.<sup>30)</sup> Dolní část se nazývá **výpustka** (něm. „Vorhang“, „Vorschwung“) nebo **ocas** (polsky „ogon“). Konec výpustky někdy bývá rozšířen v kotvu. Část mezi okem (úchytem) a pěstí se nazývá **dřík**. Srdce může být řešeno prostorově (pěst má průřez kruhový nebo oválný, výpustka má průřez kruhový nebo polygonální – pak i dřík je proveden podobně) nebo může být ploché.

Srdce má být vykováno z měkkého, nekaleného železa. Setkáváme se též se srdci soustruženými či vyřezávanými autogenem a zabroušenými upravenými. Za optimální tvrdost srdce se považuje podle Brinellovy metody hodnota 130 HB, je-li tvrdost větší než 160 HB, zvon se rychle vytlouká. Na opotřebení zvonu mají také vliv proporce srdce: menší pěst a těžká výpustka má vliv negativní.



Různé typy srdcí.

<sup>29)</sup> Definice právních pojmů doznává ale v průběhu času změn. HADAMČÍK, Lukáš. Dělitelnost věci – součást věci. Brno, 2012/2013. Diplomová práce. Právnická fakulta Masarykovy univerzity. ([https://is.muni.cz/th/j1vqd/Diplomova\\_prace\\_Delitelnost\\_veci\\_-\\_Soucast\\_veci.pdf](https://is.muni.cz/th/j1vqd/Diplomova_prace_Delitelnost_veci_-_Soucast_veci.pdf)).

<sup>30)</sup> Setkáváme se i s výrazem „palice“, který označuje někdy srdce jako takové. Roubíková srdce ale pěst vůbec nemají.



Mnichovice, okr. Benešov. Původní srdce historických zvonů, vystavená ve zvonici (foto P. Vácha, 2015).



Kutná Hora, jezuitská kolej, zvon Barbora z r. 1536. Srdce s plochou hruškovitou pěstí a výpustkou s půlkruhovou kotvou (foto P. Vácha, 2009).



Malín, okr. Kutná Hora, zvonice u kostela sv. Štěpána, zvon z r. 1502. Špalík vsazený do řemenu srdce, aby srdce chodilo v rovině (foto P. Vácha, 2010).



Poděbrady, okr. Nymburk. Původní řemen srdce zvonu z r. 1759 s volnou jehlicí (foto P. Vácha, 2007).



Sázava-Černé Budy, okr. Benešov. Meziválečná jednoosá srdce rekvírovaných zvonů (foto P. Vácha, 2016).



Žloutkovice, okr. Beroun, zvon z r. 1748. Srdce zachyceno přehnutím horního konce (foto P. Vácha, 2013).



Veltruby, okr. Kolín. Novodobé srdce s posuvnou pěstí jištěnou šroubem (foto P. Vácha, 2013).



Oučáry, okr. Kolín, zvon z r. 2002. Srdce německé provenience s elipsoidní pěstí (foto P. Vácha, 2016).

U ocelových zvonů se setkáváme s typem soustruženého srdce, který má na pěsti vsazeny protilehle dva bronzové špalíky, které dopadají na věnec zvonu, ten se tak méně vytlouká a zvukový dojem je příznivější.

Srdce musí svou hmotností a proporcemi odpovídat zvonu. Po úderu se musí okamžitě vzdálit a nesmí se zpoždovat, pak dochází k zdvojení úderů.

Pěst u srdcí plochých má být svou největší šířkou, pěst kulovitá o něco málo výše nad největším průměrem, kuželová pěst má dopadat asi ve spodní čtvrtině své výšky, pěst homolovitá mezi polovinou a horní čtvrtinou své výšky.

U zvonu starého typu (s pevně zalitým okem pro zavěšení srdce) může být srdce zavěšeno na **šarnýru** (francouzsky „charnière“, německy „Scharnier“ = závěs). Tento přidaný závěs umožňuje správný pohyb srdce po otočení zvonu. Můžeme ho ale nalézt i u větších zvonů neotáčených, kde kyv srdce usnadňuje.

**Srdce překlápěcí** mají osu otáčení posunutou směrem dolů a jsou nasazena (navlečena) na čepu v držácích. Překlápěcí srdce se zhotovují buď jako dvoudílná, kdy jednoosé srdce je vyvažováno příšroubovaným protizávažím, nebo je srdce zhotoveno z jednoho kusu, kdy protizávaží tvoří horní část. Při zavěšení zvonu na lomené hřídeli překlápěcí srdce umožňuje, aby kyv srdce byl souhlasný s kyvem zvonu.

Některá srdce jsou zdobena do hloubky provedenou výzdobou ornamentální, datací, nápisy, jsou značena značkami výrobce, můžeme na nich nalézt i udanou hmotnost. Můžeme se setkat také s opravami a úpravami srdcí.

## 6.2 Zavěšení zvonů a hodinových cimbálů

Zvon je rozezníván v zásadě trojím způsobem:

1. srdcem zevnitř, a to rozhoupáním zvonu
2. rozhoupáním srdce, přičemž zvon zůstává v klidu
3. kladivem (nebo palicí) – zpravidla zvenčí – kdy zvon zůstává v klidu – uplatňuje se u odbíjení hodin.

Zvon bývá zavěšen následovně:

1. způsobem nepohyblivým
2. způsobem pohyblivým na hřídeli (hlavě) s čepy
3. jiným (pohyblivým) způsobem (Patent Schwabe)
4. volně zavěšen



Zlín. Srdce ocelového zvonu z r. 1920 s vsazenými bronzovými úderníky (foto P. Vácha, 2006).



Jabkenice, okr. Mladá Boleslav, zvon z r. 1502. Srdce s přivařeným novým okem, zavěšené na šarnýru po otočení zvonu (foto P. Vácha, 2009).



Ústrašín, okr. Pelhřimov. Přetočený dřík srdce. Opotřebená srdce byla překovávána. Při srdci s pěstí kruhového půdorysu stačilo v první fázi přetočit dřík, při dalším opotřebení byla pěst překována na plocho (foto P. Vácha, 2016).



Votice, okr. Benešov, zvon z r. 1733. Oprava otlučené pěstí srdce. Aby bylo docíleno potřebného toaru, byl materiál překováním vyhnán ze středu k okraji (foto P. Vácha, 2015).



Úžice, okr. Kutná Hora. Oprava otlučené pěstí srdce nakováním materiálu (foto P. Vácha, 2016).



Město Touškov, okr. Plzeň-sever, zvon z r. 1601. Jednoosé srdce s doplněnou zátěží na bocích pěstí (foto P. Vácha, 2011).

Nejčastějším způsobem zavěšení zvonu v našich krajinách je **zavěšení na hřídeli**, kdy se zvoní rozhoupáním zvonu. Způsobem **nepohyblivým** jsou zavěšeny zvony a cimbály výhradně určené k odbíjení hodin a zvony ve zvonohrách. S nepohyblivým zavěšením zvonů určených k běžnému zvonění, se setkáváme například na pravoslavných zvonících ruských, ve Středomoří, ale i jinde. V tomto případě se zvoní rozhoupáním srdce. Stejným způsobem se rozeznívají i signální zvonce, ať jsou zavěšeny volně, napevno nebo pohyblivě.

Při zavěšení napevno je zvon zavěšen na vodorovném trámci a za korunu přitažen závěsy, mezi trámec a korunu se vkládá vložka. Zvon nebo cimbál určený k odbíjení hodin nemusí být zavěšen, ale může být posazen na stojanu.

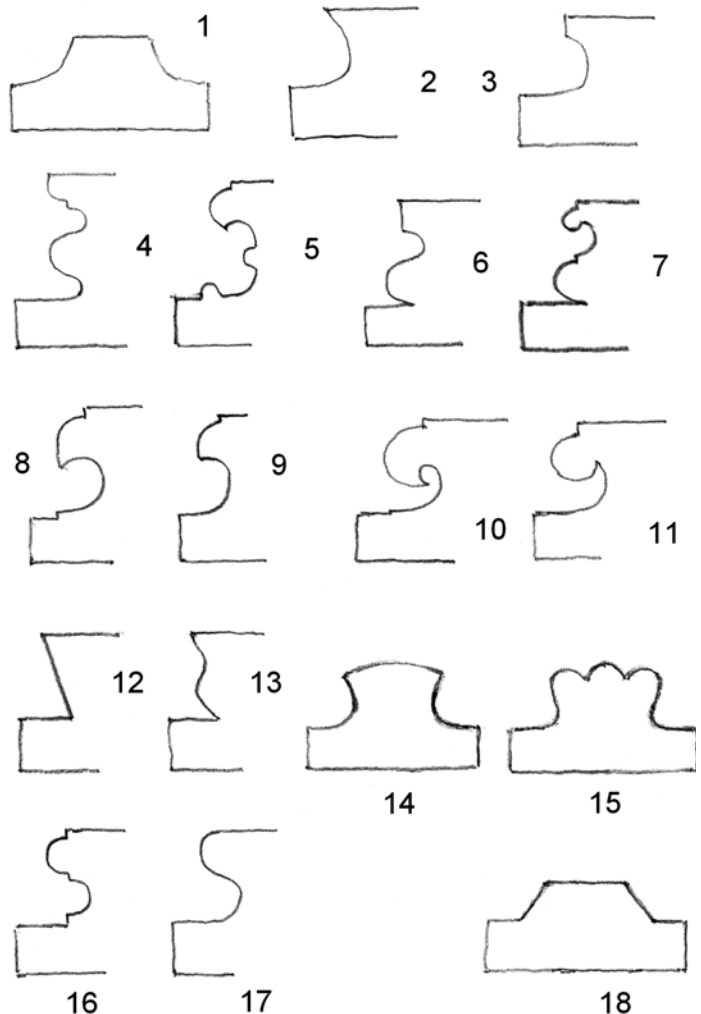
Hodinové cimbály jsou zavěšovány trojím způsobem:

1. mají korunu s uchy, pak se upevňují jako zvon třmeny;
2. jsou upevňovány za vyčnívající sloupek („čep“) s příčným otvorem; připevňují se šrouby skrz odsazenou plochu základnu nebo mohou být též upevněny železným čepem, prostrčeným otvorem v základně. Mohou být však též nasazeny na vztyčené ose, nezřídka nad sebou.

### 6.3 Pohyblivé zavěšení zvonu

Zvon starého typu je připevněn železnými pásky k dubové **hlavě (hřídeli, jařmu)**.<sup>31)</sup> Skládá-li se hlava z více dílů na sebe položených (u velkých zvonů), mohou být staženy vertikálními prošroubováním. Proti pohybu dílů do stran se někdy užívají dřevěné čepy či kolíky (při sesazené hlavě jsou skryty).

Železné **zavěsy**, kterými je zvon k hlavě připevněn, mají v dolní části oka, kterými se provlékají skoby nesoucí tíži zvonu za ucha koruny, u historických zvonů částečně v hlavě zadlabaná. Závěsy jsou nahoře zakončeny šrouby a k hlavě staženy železnými sponami příčně položenými přes hlavu. Do tahu se dostávají dotažením matic. Závěsy se skobami a sponami tvoří dohromady **třmeny**. Samostatná čelní ucha drží třmeny ve tvaru písmene



*Různé typy dřevěných zvonořad: 1. 14.–15. století, tento tvar se na zvoncích u sakristií, používal do 19. stol.; 2.–3. konec 15. – poč. 18. století; 4. 17.–18. století; 5. kolem poloviny 18. století; 6. počátek 18. století; 7. rokoková hlava, kolem poloviny 18. století; 8. hlava se „zobáky“, 18.–20. století; 9. 18.–20. století; 10. hlava s „beraními rohy“, tvar užívaný pražskou rodinou Kühnerů, 2. pol 18. století a počátek 19. století; 11. 19. století, tvar užívaný pražskou bellmanovskou dílnou; 12. hlava s trychtýřovitým nástavcem, 15. – 17. století a 19. století; 13. hlava s nástavcem kalichovitého tvaru, 19. století; 14.–15. tvary hlav malých zvonů z 19. století; 16. tvar hlavy barokních tvarů, užívaný v 20. století; 17.–18. tvary hlav užívané v 20. století.*

<sup>31)</sup> Hlava (německy „Joch“ = jařmo, zhlaví, polsky „jarzmo“, „wieszak“) bývá někdy nazývána korunou, což není správné. Někdy též bývá nazývána „zavěs“. Hlava se zhotovuje z dubového dřeva, vzácně i z tvrdších dřev jiných listnatých stromů. Užití měkkého dřeva je nevhodné.



Velké Albrechtice, okr. Nový Jičín. Původní hlava zvonu z r. 1508. Archaický způsob upevnění zvonu třmeny přibíjenými hřeby a skobami. Místo závitů s maticemi je užito klínů zarážených do štěrbin (foto P. Vácha, 2015).



Přerov nad Labem, okr. Nymburk. Sloupková koruna zvonu, upevněná jedním třmenem, polovina 18. století (foto P. Vácha, 2010).



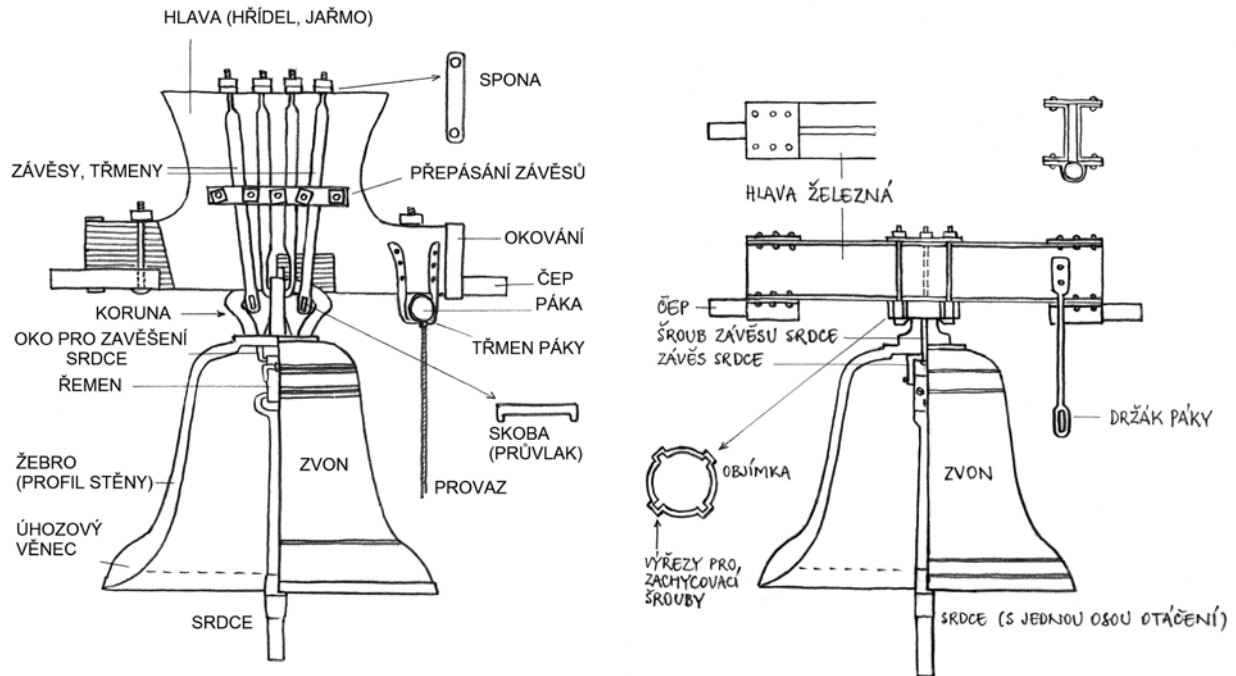
Licoměřice, okr. Chrudim. Železná kovaná hlava malého zvonu z 19. stol (foto P. Vácha, 2013).



Velký Osek, okr. Kolín, zvon z r. 1750 s původním vybavením. Zvon je upevněn třmeny tvaru „Y“ a třmeny se skobami, spony a přepásání mají svinuté konce (foto P. Vácha, 2004).



Malín, okr. Kutná Hora, zvon z r. 1489. Dodatečné (barokní) zvýšení dubové hlavy za účelem lehčího zvonění (foto P. Vácha, 2010).



Historický zvon s korunou s uchy. Srdce je zavěšeno na oku zářím pod korunou.

Zvon moderního typu. Závěs srdce prochází korunou.

„U“<sup>32)</sup> nebo „Y“ – na dolním konci jsou rozdvojené s oky napříč, kudy se provléká skoba či průvlak držící ucho. V případě koruny v podobě vysokého plochého sloupku je zvon upevněn jedinou skobou provlečenou otvorem v koruně (v tomto případě zcela do hlavy zapuštěně) a jedním párem závěsů. Od 19. století se objevují třmeny s pohyblivým okem na stěžejce, které držely samostatná čelní ucha koruny.

V dřívějších staletích (do 17. století) bývaly železné závěsy také přibíjeny hřeby.

Závěsy bývají též vodorovně přepásány. Závěsy bývají buď ploché a mají tvar **pásů**, nebo jsou hranolové či zhotovené z kulatiny, pak lze hovořit o **prutech**. Jako „závěs“ bývá ale také označována celá hlava.

Z hlavy vyčnívají **čepy**, které jsou do ní vsazeny. Jsou upevněny okováním konců hlavy objímkami a vertikálními šrouby znemožňujícími jejich vyvrácení. U menších zvonů byla vnitřní část čepu ohnuta nahoru a opatřena závitem s maticí. U malých zvonů bývaly také čepy (vybíhající v čtyřboký hrot) do dřeva zaraženy.

Zvon je rozhoupán pomocí **páky**, která bývá nazývána i **ráhno**.<sup>33)</sup> Dřevěná páka je držena **třmeny**, může být zajištěna závlačkou (kolíkem) nebo zaklínováním. Velké zvony mají páky dvě, jedno- nebo oboustranné, a jsou rozhoupávány ve dvou, případně ve čtyřech lidech.<sup>34)</sup>

Při pohonu elektromotorem je páka nahrazena hnacím kolem, může být ale současně zachována.

<sup>32)</sup> Můžeme se setkat s novodobým upevněním, kdy všechny třmeny, kterými je zvon upevněn, mají tvar „U“.

<sup>33)</sup> Výraz táhlo, se kterým se někdy setkáváme, je zcela nevhodný; táhlo převádí sílu ve stejném směru, zatímco páka ve směru příčném.

<sup>34)</sup> Páky mohou být u velkých zvonů nahrazeny koly (někdy ne úplnými), které umožňují lepší využití energie zvoníků.

Hlava zvonu je normálně širší, než je průměr zvonu, nicméně je možné se setkat i s případy, že průměr zvonu je větší. Pak se využívá prostoru mezi stojkami (stojnami) zvonové stolice, který je širší než rozteč mezi trámy s ložisky – ty pak bývají krátké, aby nepřekážely kývajícím se zvonu. Se šířkou hlavy menší než průměr zvonu se můžeme setkat při zavěšení (malého) zvonu na konzolách.

Zvony s talířovou korunou mají hlavu buď dřevěnou, nebo z ocelových profilů. Zvon je k hlavě přitažen čtyřmi (u nejmenších zvonů dvěma) zachycovacími šrouby, které bývají ke koruně přitaženy kruhovou objímkou. Zachycovací šrouby jsou dole čtyřhranné a zapadají do výřezu v objímce, a tak je zabráněno jejich protáčení. Koruna je zachycena po obvodu patkami šroubů. Zvon je k hlavě přitažen i šroubem závěsu srdce. Na vrchu hlavy jsou příčně položeny spony a podložka matice šroubu srdce, což vše může být nahrazeno jedinou železnou deskou s příslušnými otvory nebo jinak volné díly mohou být svařeny a tvoří jediný celek.

Jak dřevěná, tak železná (ocelová) hlava zvonů s talířovou korunou může mít sníženou železnou páku, na držácích. Na železné páce bývá nasazeno posuvné protizávaží pro vyvážení chodu, které je zajišťováno, jakož i páka v držácích, šrouby. Tento typ páky byl užíván i při úpravách hlav starých zvonů v období obnovy mezi světovými válkami.<sup>35)</sup>

Zavěšuje-li se zvon s korunou s uchy na železnou (ocelovou) hlavu, podkládá se kusem dubové fošny či trámku. I zvon s talířovou korunou se při zavěšení na železnou hlavu izoluje podložkou. Toto vypodložení se děje jednak z důvodů akustických (protirezonanční podložka), u zvonu s korunou s uchy je dřevěná podložka (nejedná-li se o speciálně konstruovanou hlavu) nutností technickou, neboť jinak by zvon vůbec nemohl být do hlavy upnut.

Hlava zvonu může mít sníženou osu – čepy jsou umístěny níže než spodek hlavy, ke kterému je zvon přitažen. Jsou-li čepy posunuty hluboko – do úrovně krku zvonu, hovoříme o lomené hřídeli. Výsledkem tohoto způsobu zavěšení je snadnější uvedení zvonu do pohybu, neboť osa otáčení se přiblíží těžišti zvonu.

Při normálním zavěšení na hlavě s čepy v úrovni spodku hlavy – **přímé ose** – bije srdce při rozhoupání na vykloněnou stranu zvonu a koná souhlasný, ale rozmáchejší pohyb než zvon (tzv. létající srdce). Při zavěšení na **lomené hřídeli (lomené ose)** dojde ke změně pohybu srdce, takže zvon chodí proti visícímu srdci, do kterého naráží (padající srdce, zvonění „na padání“). Totéž může nastat i v případě velmi vysoké hlavy, kdy těžiště zvonové soustavy se značně zvýší. Aby se docílilo souhlasného pohybu srdce se zvonem, užívá se srdce překlápěcí.

Můžeme se setkat také se zavěšením zvonu na překocené (převrácené) hlavě. Tento případ řeší náhradu rekvírovaného zvonu zvonem výrazně menším. Překocněním hlavy se sníží těžiště soustavy, což umožňuje její bezproblémovou funkčnost.



*Syrovátká, okr. Hradec Králové. Zvon přenesený po rekvizici, zavěšený na překocené dřevěné hlavě původního zvonu s ponecháním původní železné hlavy. Snížené zavěšení na překocené hlavě umožňuje lepší dobíhání srdce a zpomaluje frekvenci úderů (foto P. Vácha, 2013).*

35) Snížená páka umožňuje (stojí-li zvoník přímo u zvonu) obousměrné tahání – směrem dolů a přitahování zvonu nazpět.

## 6.4 Specifické řešení

Zvláštním způsobem instalovala zvony zvonařská firma Carl Schwabe v Bielsku-Białe v Haliči koncem 19. století.

Zvon byl usazen na litinovém stojanu („Patent Schwabe“)<sup>36)</sup> a nasazen na kuželu pohyblivém ve směru výkyvu. Při zvonění se kužel kolébal dopředu a dozadu a zároveň se pomocí převodu srdce procházející stojanem vychylovalo k věnci zvonu. Držáky páky byly v dutině zvonu. Zvon byl na kuželu zajištěn maticí.<sup>37)</sup>



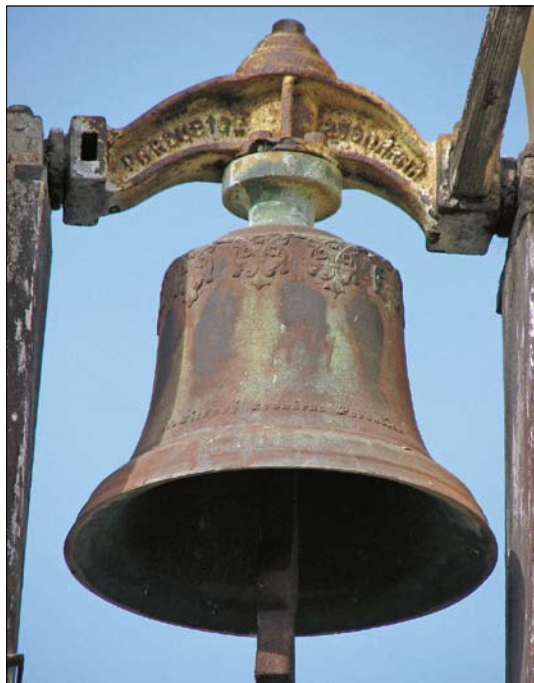
*Libice nad Cidlinou, okr. Nymburk, evangelický kostel. Zvon z r. 1895 od Carla Schwabe, původní stav. Litinové stojany Patent Schwabe. (Foto P. Vácha, 1978 a 2003.)*

## 6.5 Typologie zvonových hlav

Nejstarší dřevěné zvonové hlavy měly poměrně nízkou převýšenou střední část (nástavec), nahoru se zužující, která se zvedala šikmým konkávním náběhem. Ještě v dnešní době lze najít v provozu dosud neotáčené zvony z 15. a 16. století s originální hlavou tohoto typu. U malých zvonků (zejména u sakristií) se tento typ používal ještě v 18. a i 19. století. Od 16. do 1. třetiny 18. století se užívalo hlav s vysokým nástavcem s boky konkávně probranými. U hlav z 2. poloviny 17. století se můžeme setkat s odstupněným nástavcem, dole širším, v horní části se stranami svislými. Pro období rokoka jsou charakteristické bohatě profilované hlavy s nástavcem se stranami esovitě tvarovanými (volutový nástavec). Tento nástavec

<sup>36)</sup> O patentovaných litých stojanech, na nichž zvon spočívá, se zmiňuje BRANIŠ Josef. Zvon, České Budějovice, 1892, str. 14. Vyobrazení v publikaci MANOUŠEK, Petr Rudolf. Zvonařství. Praha: Grada Publishing, 2006, na s. 115.

<sup>37)</sup> Zvon z r. 1895 v evangelickém kostele v Libici nad Cidlinou byl zajištěn maticí s jistou vůlí. Údery srdce se zvon otáčel kolem své osy, a tak se při zvonění vytloukal zcela rovnoměrně po celém obvodu. Není jasné, zda otáčení zvonu během zvonění bylo záměrem nebo k němu docházelo neplánovaně z důvodu nedotažení matice.



*Tupadly, okr. Kutná Hora. Zvon z r. 1925 s původní litinovou hlavou, Karel Šilhavý, zvonárna Pardubice (foto P. Vácha, 2010).*



*Králíky, okr. Ústí nad Orlicí, kostel sv. Michaela Archanděla. Zvon z r. 1924 s původní litinovou hlavou, Richard Herold o Chomutově (foto P. Vácha, 2015).*

má v dolní části tvar konvexní, přechází do tvaru konkávního, vršek je rozšířen a často vrcholí volutkami (nezvýrazněnými) – tento tvar se objevuje již počátkem 18. století. V 18. a 19. století se setkáváme s nástavci bohatěji profilovanými, horní část bývá tvarována zobákovitě. Hlavy zvonů pražské rodiny Kühnerů z 2. poloviny 18. a počátku 19. století mají nástavec hluboce vykrojený, se zatočením na horních rozích („beraní rohy“). Některé hlavy malých zvonů z 19. století mívají vršek rozšířeného nástavce trojlaločný, jiné zas horní stranu převýšené části (nástavce) obloukovou a boky konkávní. Pro hlavy novodobé, z 20. století, je charakteristické zjednodušování profilace. Boky nástavce jsou v dolní části konkávní, v horní konvexní. Objevují se i velmi strohé tvary s nástavcem se šikmými stranami, nahoru se zužujícím, který je zjednodušením typu nejstaršího.

Pochopitelně existují četné varianty podle dílenských okruhů, takže podaný přehled je třeba chápat jako orientační. Některé hlavy mohou být i replikami hlav starších.

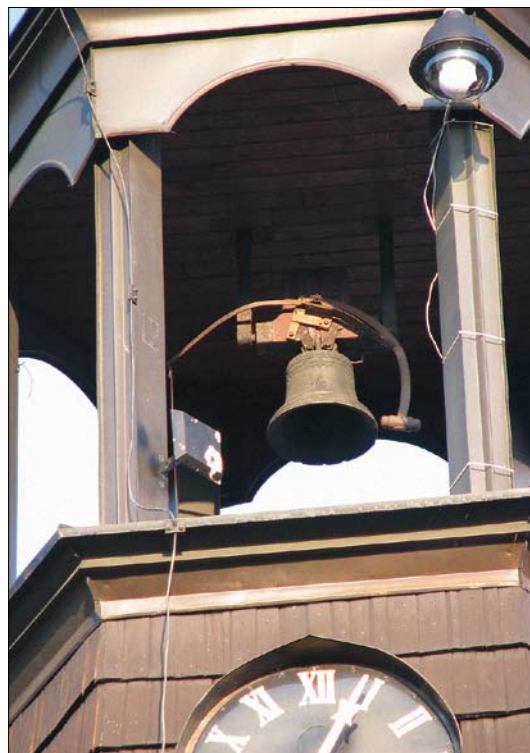
V poslední čtvrti 19. století a v 1. třetině 20. století se setkáváme s hlavami litinovými. Známe několik typů: tvar kýlového oblouku nebo tvar obloukový s dvojím vykrojením spodku po stranách koruny zvonu, tvar obloukový s hluboko položenými čepy. Litinovými hlavami přímými byly opatřovány malé zvony s válcovou korunou (firma Herold, Chomutov). Pro tyto litinové hlavy je charakteristický vyšší střed a nižší profil při čepech.

Charakteristickým výrobkem 20. století jsou přímé hlavy z ocelových profilů (traverz). Ty mohou být někdy i kombinované s dřevěným nástavcem. Výrobky meziválečné jsou nýtované, produkce posledních desetiletí používá technologii svařování. Z ocelových profilů se zhotovují též lomené hřídele.

Zvláštní varianta ocelové hlavy má podobu horizontálního rámu s kruhovou vložkou, k níž se zvon upevňuje.



*Velehrad, okr. Uherské Hradiště, basilika. Zvoony s ocelovými hlavami ve tvaru horizontálního rámu (foto P. Vácha, 2004).*



*Jablonné nad Orlicí, okr. Ústí nad Orlicí, radnice. Barokní zvon použitý k odbíjení hodin. Kladivo vedené vrchem bylo upevněno atypickým způsobem na zvonovou hlavu (foto P. Vácha, 2009).*

V terénu je možno se setkat i se zvonovými hlavami na první pohled dřevěnými, ale při důkladném prozkoumání zjistíme, že jde o hlavu z železných profilů, obloženou dřevem a opatřenou dřevěným nástavcem.

Staré dřevěné hlavy bývají zhotoveny z jediného kusu dřeva nebo z trámů, hlavy novodobé mohou být složeny z fošen nebo sklížených menších dílů. (Za ideální se však považuje užití celistvých bloků – masivu.)

Na hlavách zvonů také nalezneme nápisy, většinou se jedná o letopočet a monogram výrobce. Vzácně se vyskytuje datace na dřevěné páce. Litinové hlavy mohou mít odlitý plastický nápis. Též může být připevněn štítek s nápisem.

## 7. Ložiska

Čepy zvonové hlavy jsou uloženy v ložiskách, která mají být samozřejmě usazena ve vodorovné rovině. Není-li tomu tak, zvoní se těžce a čepy a ložiska se nesterjnoměrně opotřebovávají.

V dřívějších dobách byla nejběžnější **ložiska kluzná**.<sup>38)</sup> Starší typ těchto ložisek je shora otevřený a překrytý petlicemi, které zabraňují vyskočení čepů z ložisek. Zádlabny v trámech byly vyloženy vytvarovaným kovaným železným pásem<sup>39)</sup> nebo byly do trámů vsazeny pánvice lité z bronzu, někdy též ze železa. Zvonilo-li se zvonem s rozkyvem 110–120° bývaly pánvice i bez jištění proti vyskočení čepů.



*Králova Lhota, okr. Rychnov nad Kněžnou, kostel sv. Zikmunda. Kluzné ložisko s petlicí (foto P. Vácha, 2015).*



*Poděbrady, okr. Nymburk, kostel Povýšení sv. Kříže. Bronzové kluzné ložisko, zhotovené podle původního (foto P. Vácha, 2007).*

**38)** Setkáme se s výrazem ložiska „třecí“. Tento výraz je nesprávný, i když je nutné podotknout, že při nemazání a velkém znečištění dochází ke značnému (nechtěnému) tření.

**39)** Ve firemních posouzeních stavu zvonů můžeme nalézt formulaci, že „čepy jsou uloženy v pouzdrech bez ložisek“ – samozřejmě i v tomto případě se jedná o ložiska.

Archaickým způsobem je vsazení kluzných ložisek přímo do stojek (stojen), čepy se do těchto ložisek spouštěly drážkami v trámech.

Novodobá kluzná ložiska (19.–20. století) mají litinové domky, čepy bývají vsazené v bronzových pouzdech, které je možno vyměnit, a tak jsou železné části chráněny proti opotřebení. Domky jsou opatřeny otvory pro mazání olejem nebo maznicemi plněnými vazelínou.

Známe kluzná ložiska se zalomenými čepy, kdy čep v loži neleží, ale stojí, čímž se docílí zmenšení třecích ploch. Jsou-li čepy klínovitě zúženy, nazýváme je „břítové“.

V moderní době se užívají **ložiska valivá** – válečková či kuličková (s domky). Zvonění je snazší, avšak ve spojení s nízkou ocelovou hlavou (z traverz) dochází ke zrychlení chodu. **Výkyvná valivá ložiska** umožňují vyrovnávat případné nepřesnosti čepů – vnitřní část ložiska se může naklápět v různých směrech. **Domky** (domečky) jsou **stojaté** – jsou upevňovány 2 šrouby, nebo **přírubové** – jsou upevňovány na svislou plochu 4 šrouby.

Občas nalezneme **převalovací ložiska**, kdy čepy mají zespona ozubení a v poměrně mělkém loži se převalují přes zuby. Svrchu může být ochranný železný pás zamezující vykročení. Vykročení čepů mohou též zabraňovat zvýšené okraje ložisek. Můžeme se setkat i se zalomenými čepy se čtyřmi zuby v rovných ložích se třemi zuby.



Choojen, okr. Benešov. Zvon z r. 2012 s přírubovými domkovými valivými ložisky a s pohonem lineárním motorem (foto P. Vácha, 2012).



Křechoř, okr. Kolín, zalomený ozubený čep zvonové hlavy. Technické řešení z konce 19. stol (foto P. Vácha, 2013).

Pokročilejší řešení má ozubené čepy, převalující se po hřebenech – přímých nebo obloukovitě zvednutých. Hřebenová ložiska mívají souběžné hladké odsazení, čemuž odpovídají čepy s ozubením a hladkým odsazením: hladká část nese hmotnost zvonu, zuby udržují zvon ve správné poloze.



Litice, okr. Plzeň-město. Zvony na přímých (rovných) ocelových hlavách s ozubenými čepy převalujícími se po obloukových hřebenech. Zavěšení Rudolf Perner, 1927 (foto P. Vácha, 2009).



Votice, okr. Benešov, kostel sv. Václava. Ozubené čepy na převalovacích ložiskách, jištěných železnými oblouky, řešení z r. 1929 (foto P. Vácha, 2015).

Nejjednodušší převalovací ložiska nemají zuby, ale čepy jsou položeny do železných truhlíků, po jejichž spodní straně se čepy převalují, kolmé krajní stěny zachycují čepy v mezních polohách. Při příliš velkém výkyvu zvonů dochází v mezních polohách k nárazům, kterými zvonová stolice trpí.

Asi od počátku 16. století (kresbu nalezneme již u Leonarda da Vinci) se užívalo pro zvonění většími zvony technicky zajímavého zařízení, pro něž se užíval název „zavěšení na rohatinách“<sup>40)</sup> nebo „na pérách“<sup>41)</sup> („rohatina“ vyjadřuje tvar „T“, výrazem „péro“ byl označován tvar dlouhý a úzký).

Ve stojnách zvonové stolice, nastavených dovnitř zvonového pole, byly zapuštěny svisle postavené železné trny s širokou hlavicí („rohatinou“). Tyto trny („péra“) s hlavicí byly vztyčeny na železné zarážce a zadlabány tak, že měly po stranách vůli. Mohly být rovněž předsazené na konzolkách. Ve vodorovných trámecích však vždy byly zadlabány a proti vypadnutí byly zajištěny páskem. Na vodorovném trámu byly za hlavicí zapuštěny dvě čelisti,

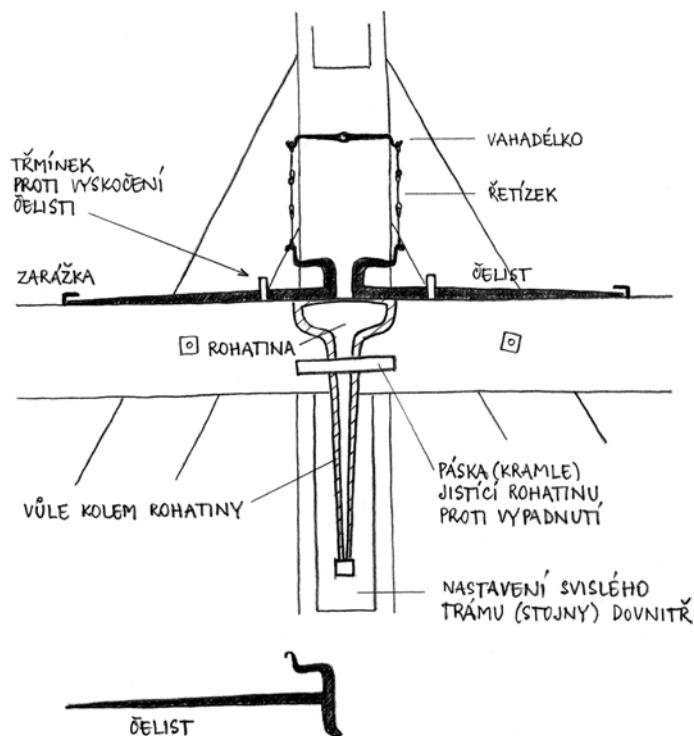


Předměřice nad Jizerou, okr. Mladá Boleslav, zvonice. Rohatiny – kompletně zachované složení (foto P. Vácha, 2008).

40) HELlich Jan. Nová zvonice ve Velimi. Věstník Poděbradska VII, 1904, s. 6–7: R. 1721 upuštěno od zavěšení zvonů na husitský způsob s vysokým točením, dva větší zvony zavěšeny „na rohatinu podle nynějšího způsobu“, třetí na železné pánvice [t.j. byl opatřen kluznými ložisky].

41) BRANIŠ Josef. Zvon. České Budějovice, 1892, str. 13.

jejichž dlouhé trny ležely na trámě a na koncích byly zachyceny zarážkami, uprostřed byly jištěny proti pohybu jak do stran, tak proti většímu vyzvednutí. Z čelistí vybíhala vzhůru prohnutá raménka s háčky a byla řetízky (v mladším provedení táhly) spojena s vahadélkem. (Raménka s háčky mohla být nahrazena očky na trnech čelistí.) Čepy zvonové hlavy byly položeny na hlavících vztyčených rohatin a na vnějších koncích sevřeny čelistmi. Při zvonění se čelistmi sevřené čepy na místě protáčely, hlavice pod nimi se pohybovaly dopředu a dozadu a čelisti spřažené vahadélkem se střídavě zvedaly a klesaly. Tření bylo převedeno na valivý pohyb.



Zaušesní „na rohatinách“.

## 8. Pohony

### 8.1 Pohon lidskou silou

Základní způsob rozhoupání zvonu je **ruční zvonění**, kdy je zvon rozhoupáván zvoníkem pomocí páky a provazu, lana, řetízku či opratě.<sup>42)</sup> Je ideální, když zvoník na zvon vidí či stojí přímo u zvonu. Provazy jsou však někdy vedeny přes několik pater věže nebo složitou cestou. Pak je provaz sveden průchodkami nebo přes kladky.



Břežno, okr. Mladá Boleslav, zvonice kostela sv. Václava. Páka zvonu s kladkou, která šetří provaz před opotřebením (foto P. Vácha, 2008).



Litice, okr. Plzeň-město, kostel sv. Petra a Paula, dřevěné průchodky pro vedení provazů od zvonů (foto P. Vácha, 2009).

Zvon lze rozhoupávat též **šlapáním** na páku; v případě velkého výkyvu – „vysokého točení“ – se zvon udržuje v pohybu šlapáním na převýšenou část (nástavec) dřevěné hlavy.

Při nepohyblivém zavěšení se zvoní pouze **rozhoupáváním srdce**.



Velké Albrechtice, okr. Nový Jičín, kostel sv. Jana Křtitele. Skleněné průchodky pro provazy (přelom 19. a 20. stol.). Opotřebením skleněné průchodky i provazu je minimální (foto P. Vácha, 2015).



<sup>42)</sup> Ruční obsluha zvonu je nevhodnější, v památkové péči je preferovaná.



Tetín, okr. Beroun, zvonice kostela sv. Kateřiny. Průchod provazu otvorem s prkenným obložním (foto P. Vácha, 2004).



Rtyně v Podkrkonoší, okr. Trutnov, zvonice kostela sv. Jana Křtitele. Otvor pro vedení provazu, usměřňovaného kladkami (foto P. Vácha, 2015).



Košice (Slovensko), dóm sv. Alžběty. Otvor pro vedení provazu, usměřňovaného čtyřmi kladkami (foto P. Vácha, 2015).



Osov (Skřípel), okr. Beroun, kostel sv. Jana Křtitele. Vedení provazu přes dřevěná kola – zvoní se mnohem snadněji než při vedení přes kladky (foto P. Vácha, 2005).

## 8.2 Elektropohony

Při elektropohonu **motorem** je síla převáděna na hnací kolo řetězem či ocelovým lanem s vloženým řetězem.

Zvony mohou být rozhoupávány elektromagnety. Jedním způsobem je princip **vtahování železného jádra do elektromagnetu** („elektromagnetická pumpa“). Na páce je upevněno válcové závaží, které je vtahováno do vertikální cívky. Docílí se menšího výkyvu, zvon zvoní „na padání“ – kývajícím se zvon naráží do visícího srdce.<sup>43)</sup>

**Lineární motor** se skládá z pevné skříňky s elektromagnetem (stator), který je esovitě vinut v jedné rovině. K zvonové hlavě je upevněna „kotva“ (rotor), která je uváděna do pohybu měnícím se elektromagnetickým polem. Přenos síly je bezdotykový.



*Břežová nad Svitavou, okr. Svitavy, zvon z r. 1524. Elektromagnetická pumpa – pohon založený na principu vtažení železného závaží do elektromagnetu. Zároveň bylo upoutáno srdce, a tak byl zvon poškozován (foto P. Vácha, 2006).*



*Letonice, okr. Vyškov. Pohon lineárním motorem s možností přechodu k ručnímu zvonění. Nová hlava je tvarovou kopií hlavy starší (foto P. Vácha, 2004).*

Starší motory byly ovládány mechanickým spínačem (který může být zpravedován nebo napřímo), novější motory jsou ovládány čidlem. Čidlo snímá pohyb hlavy zvonu a reguluje chod motoru.

Pohon **elektromotorem s ojnicí**. Elektromotor roztáčí zpravedované kolo na pomalý chod, ojnicí se točivý pohyb převádí na přímý a tím se rozhoupává zvon. Zvon zvoní na padání. Ručně zazvonit (na rozdíl od jiných elektropohonů) v tomto případě nelze.

Je možné setkat se i s dalšími, ojedinělými řešeními.

<sup>43)</sup> Srdce bývá upoutáno, což může způsobovat rychlé vytloukání zvonu.



*Kácov, okr. Kutná Hora, Příbram, hřbitovní kaple. Elektropohon zvonů zavěšených na lomených hřidelích, pohon ojnicí s převodem přes 2 kola na pomalý chod (foto P. Vácha, 2011 a 2015).*

Při pohonu elektromotorem se užívalo **zachycovače srdce**, aby srdce setrvačností po vypnutí motoru dlouho nedobýjelo na jednu stranu. Vnější zachycovač srdce je přidaná vnější ocelová konstrukce s táhlem opatřeným západkou. Je ovládán mechanicky nebo elektromagnetem. Vnitřní zachycovač je umístěn uvnitř zvonu a může být rovněž ovládán mechanicky nebo elektromagnetem. V klidu je srdce drženo v šikmé poloze pomocí západky, při rozhoupání zvonu je západka uvolněna buď překlápěcím závažím nebo vtažením táhla do elektromagnetu. Při snížení výkyvu západka opět zachytí srdce.



*Ivančice, okr. Brno-venkov, kostel Nanebevzetí P. Marie. Vnější mechanický zachycovač srdce. Zub zachytávající třmen, připevněný na srdci, je uvolňován táhlem, které je spojeno s pákou na horní straně hlavy (nad čepem), páka stlačována dopadem na odpruženou záchytku. Tím je zub uvolněn a srdce není při dopadu na věnec zadrženo. Kyo je ovládán spínačem z převodovaným lankem (na opačné straně než hnací kolo) (foto P. Vácha, 2013).*





Divišov, okr. Benešov. Vnější mechanický zachycovač srdce. Zub zachycující srdce za třmen připevněný k výpustce je ovládán překlápěcím závažím (foto P. Vácha, 2005).



Kamberk, okr. Benešov. Vnitřní elektromagnetický zachycovač srdce. Překlápěcí srdce je zachycováno západkou na horní straně protizávaží (foto P. Vácha, 2015).



Domašín, okr. Benešov. Vnitřní elektromagnetický zachycovač. Srdce je zachytáváno zoubky, které se zachytí za přivařenou příčku (foto P. Vácha, 2016).

Dnes se již užívá ovládání pohonu elektronikou, která dokáže rozhoupaný zvon plynule zbrzdit, že brzo umlkne.

V posledních letech je instalováno bití **elektromagnetickým kladivem** na nepohyblivý zvon, které lze naprogramovat tak, že napodobuje vyzvánění výkyvného zvonu. Je-li zvon skryt za žaluziemi, posluchače nenapadne, že zvon je statický.



Dolní Kralovice, okr. Benešov, zvonice u hřbitova. Nepohyblivě zavěšené zvony s elektromagnetickými kladivy uvnitř. Na stavební konstrukci nepůsobí dynamické zatížení (foto P. Vácha, 2015).

## 9. Užívání

Jak již bylo řečeno, zvon je **hudební nástroj**, ale také zároveň **sdělovací prostředek**. Zvony byly v minulosti nejrychlejším sdělovacím prostředkem v rámci lokality. Za předpokladu dobrého umístění stanoviště zvuk zvonu obsáhl lokalitu i s okolními pozemky; v minulosti též neexistovala rušivá hladina hluku v hodnotách, jaké existují v současnosti.

Tam kde bylo více zvonů, měl každý svoji funkci. Zvony promlouvaly k obyvatelům obcí zcela konkrétní, plně srozumitelnou řečí. Zvuk zvonu členil den a byl nedílnou součástí života. Když lidé slyšeli hlasy různých zvonů v různou denní dobu, věděli, co jim sdělují. Zvony mluvily, když zněly, ba mluvily i tím, že umlkaly. Význam mělo i mlčení zvonů.<sup>44)</sup> Zvony katolických kostelů umlkaly jednou do roka na Zelený čtvrtek, kdy se zvonilo naposled, a znovu se rozeznávaly při „Vzkříšení“ na Bílou sobotu.<sup>45)</sup> Zastavení zvonění značilo výjimečný stav – zvonění se zakazovalo při interdiktů.<sup>46)</sup>

Rozeznáváme v podstatě dvě skupiny druhů zvonění: **zvonění pravidelné a příležitostné** (ostatní).

Do první skupiny patří:

- Zvonění ráno, v poledne a večer („Ave“, klekání), které odpovídalo délce modlitby „Anděl Páně“.
- Vyzvánění k bohoslužbám a při bohoslužbách. K bohoslužbám ve všední den se zvonilo jednou, ve svátek třikrát: hodinu před začátkem (ad invocandum) velkým zvonem,<sup>47)</sup> půl hodiny před začátkem (ad congregandum) všemi zvony, k začátku (ad inchoandum) menšími zvony.<sup>48)</sup>

Zvonilo se i při vycházení z kostela.

Při bohoslužbách samotných se zvonilo třikrát sanktusníkem při chvalozpěvu „Sanctus“ a při pozdvihování.<sup>49)</sup> Při slavnostním „Te Deum“<sup>50)</sup> se zvonilo všemi zvony.

- Zvonění v předvečer svátku.
- Zvonění v pátek ve 3 hodiny odpoledne na paměť smrti Pána Ježíše.
- Zvonění za duše v očistci po večerním klekání.

Dále to bylo pravidelné zvonění specifické pro danou lokalitu:

- Zvonění oznamující začátek a konec práce, trhu či školního vyučování.
- Zvonění oznamující policejní hodinu.
- Pravidelné zvonění výstražné.
- Zvonění děkovné na paměť historické události nebo např. za záchranu před morem.

Mezi pravidelné zvonění můžeme zařadit i odbíjení věžních hodin.

Do druhé skupiny řadíme:

- Zvonění „poslední hodinky“, které oznamovalo úmrtí. Zvonilo se hodinu malým zvonem nebo umíráčkem. Kněžím se poslední hodinka zvonila velkým zvonem. Dnes se toto zvonění zkracuje.
- „Hrany“. Zvonilo se od 12 do 1 hodiny jedním nebo více zvony, jak mohl kdo zaplatit. Zvonilo se ve dnech před

<sup>44)</sup> V současnosti ale často mlčí z důvodu špatného stavu anebo prostě není k dispozici nikdo, kdo by je rozeznával.

<sup>45)</sup> Zvony „odlétaly do Říma“. Umlkání zvonů v době od Zeleného čtvrtku do Bílé soboty se neuplatňuje v lutherské evangelické církvi. Velký pátek patří mezi nejvýznamnější svátky v roce a zvoní se velkým zvonem.

<sup>46)</sup> Klatba – církevní trest, podmíněčný zákaz bohoslužebných úkonů.

<sup>47)</sup> V některých lokalitách se toto zvonění posouvalo v předvečer svátku a klekání se zvonilo velkým zvonem nebo více zvony.

<sup>48)</sup> Trojí zvonění se dodnes užívá v divadlech.

<sup>49)</sup> Kdy kněz pozdvihuje hostii a kalich.

<sup>50)</sup> Chvalozpěv „Tebe Bože chválíme...“, latinsky „Te Deum laudamus...“. Užíván při slavnostních příležitostech.

pohřbem.

- Zvonění při pohřbech. To se řídilo místními zvyklostmi.
- Zvonění při slavnostech a průvodech.
- Zvonění poplašné při požárech a jiných nebezpečích.
- Zvonění proti mračnům, bouřce a povětrí. Toto zvonění bylo zapovězeno císařským patentem z 26. 11. 1783. Někde ale existovalo ještě do 20. století (např. na Slovensku).
- Zvonění, kterým se svolávali konšelé do rady.
- Zvonění při popravách.
- Zvonění oznamující výběr daní.

Zaznamenání místních zvyklostí je důležité z hlediska kulturně historického (kdy se kterým zvonem zvonilo, jak dlouho, jména zvonů a další informace, pokud je možné je zjistit).

## 9.1 Jména a funkce jednotlivých zvonů

Zvony měly i svá jména. Tato jména lze rozdělit do několika skupin:

- Jména svatých a Božských osob.
- Jména křesťanských ctností – „Víra“, „Naděje“, „Láska“ - typická jména zvonů evangelických.
- Jména slavných osob spojených s vírou jsou typická jména zvonů evangelických a církve československé: „Hus“, „Žižka“, „Luther“. „Komenský“, „Prokop Holý“, „Chelčický“, „Farský“ (první patriarcha církve československé).
- Jména podle dárců: „Knaur“ (Jindřichův Hradec), „Vůžan“ – od jména dárkyně Vožany – Ossiany (Kolín), „Ryba“ (Poděbrady), „Žebrák“ (Rakovník, Hradec Králové) - zvon pořízený sbírkou.
- Podle zvonaře: „Ptáček“, „Lochmar“.
- Jména na paměť událostí: „Zvon svobody“, „Zvon konstituční“ (lity na paměť ústavy z r. 1848), „Zvon padlých“, „Zvon míru“.
- Jména podle vlastností: „Velký“, „Líný“, „Křapáč“
- Podle velikosti (i významu) v rámci souboru: „Prima“ (první), „Secunda“ (druhý), „Medián“ (prostřední).

Pojmenování podle určení:

- „Poledníkem“ nebo „Poledňákem“ se zvonilo poledne.
- „Sanktusníkem“ se zvonilo při mši současně se zvoněním ministranta při chvalozpěvu „Sanctus“ a pozdvihování. (Ve starších pramenech „sanktusník“ označuje vždy zvon, nikoliv vížku. Vížka je jmenována „sanktuska“, „sanktus“, „sanktusová vížka“. Zvon je nazýván „zvonek sanktusový“, „sanktusák“, „sanktusáček“, „sanktus.“) Ryze český název pro tento zvon je „pozdvihováček“, „pozdvihovánek“.
- „Umíráčkem“ se zvonilo, když někdo zemřel. (Na menších kostelích býval totožný se sanktusníkem.)
- „Klekáníčkem“ nebo „klekáníkem“ se zvonilo klekání.
- „Pozvánek“ byl menší zvon, kterým se zvonilo po večerním klekání za duše v očistci.
- Zvonu, kterým se zvonily hrany, se též říkalo „Hraňák“.
- „Dominikál“ byl určen pro nedělní zvonění.

Zvon mohl být současně označován dvěma jmény, mohl být též přejmenován.

## 9.2 Zvonění

Ruční zvonění není pouhé tahání za provaz, ale uplatňuje se při něm zkušenost a cit zvoníka.<sup>51)</sup> Ten je rozhodujícím činitelem ovlivňujícím zvukový efekt zvonění i stav zvonu. Zkušený zvoník dokáže, pokud to vybavení zvonu dovoluje, upravovat během zvonění velikost výkyvu zvonu; v souzvuku více zvonů lze tak vytvářet proměny rytmu a sledu úderů.

Zvon, hlava, srdce tvoří jediný funkční celek. Proporce hlavy a srdce určují zvukové uplatnění zvonu a také rychlost vytloukání úhozového věnce. Dobré vyznění výkyvného zvonu souvisí s jeho výkyvem. Názory na způsob zvonění, a tedy i výkyv zvonů, se podle regionů v průběhu věků měnily nebo naopak byly tradičně dodržovány.

Staré hlavy z dubového dřeva vzhledem ke své výšce tvořily určitou protiváhu hmoty zvonu.

Rozhoupání zvon měl lepší setrvačnost a snáze se udržoval v kyvu. Zvonění bylo důstojnější. Novodobé ocelové hlavy z traverz mají pro usnadnění chodu instalována válečková nebo kuličková ložiska. Ta však zrychlují chod zvonu, což má vliv na plnost zvuku i na rychlost vytloukání. Je třeba dodat, že při zavěšení zvonu na železné hlavě je zpravidla užíváno srdce s jednou osou otáčení, které mívá při delší výпустce tvrdší úder.

Při normálním zvonění se dnes považuje za optimální rozkyv (výkyv na obě strany)<sup>52)</sup> 110–120°. Německé normy<sup>53)</sup> uvádějí pro velké zvonky výkyv nižší, pro malé vyšší. U velkých zvonů byl výkyv snižován kvůli snazšímu rozhoupání a současně se srdce opatřovalo dlouhou výпустkou. Větší zvonky zvoní v pomalejším rytmu, menší zvonky v rychlejším.

Zvonky na stojanech Patent Schwabe měly rozkyv 80°, mechanika více nedovolila. Zvon byl sice velmi šetřen, ale jeho zvuk se nemohl plně vyvinout. Proto byl při obnově po I. světové válce tento systém zpravidla nahrazován normálním způsobem zavěšení (a původní zvonky – bohužel – byly přelévány).

Srdce z 16. až počátku 18. století mají kuželovou či hruškovitou pěst a krátkou výпустku. To, spolu s vysokou dřevěnou hlavou, svědčí o tom, že výkyv zvonů byl větší. Zvonilo se běžně s rozkyvem 160°.

Tam, kde bylo více zvonů, měl každý zvon přesně vymezeno své určení. Kromě toho se zvonilo různým způsobem. Při šturmování (zvonění na poplach) se bilo srdcem rychle jdoucími úderými na tutéž stranu zvonu (1 – 1 – 1 – 1 ...). Umíráček (oznámení úmrtí) se zvonil malým zvonem s přitřháváním, takže srdce bilo na jednu stranu zvonu dvakrát za sebou (1 – 2 – 1 – 2 – 1 – 2 – 1 – 2 – 1 ...)<sup>54)</sup> Někde se zvonily hrany odrážením srdcem, při čemž zvon zůstával v klidu (1 – 1 – 1 ...). Podobného výsledku, kdy srdce bije jen na jednu stranu, lze dosáhnout i houpáním (nakláněním) zvonu v malém výkyvu.

Srdce s krátkou výпустkou a vysoká hlava umožňují zvonění s velkým výkyvem. Dodnes se zachovaly obrácené zvonky s vysokým točením ve dvou lokalitách: v Rovensku pod Troskami a Kouřimi; lokalit, kde se takto v minulosti zvonilo, bylo ale více. Zvonky jsou v klidové poloze obráceny otvorem vzhůru a zajištěny vzepřením vůči stolici. Při zvonění se udržují v rozkyvu 270 až 300°, na konci zvonění se vyhoupnou a opět zajistí ve svislé poloze. Při tomto způsobu zvonění zvoníci udržují rytmus, kdy jdou úderými zvonů v pravidelných odstupech po sobě.<sup>55)</sup>

51) Klasické zvonění má tři fáze: rozhoupání – vlastní zvonění – zastavení. Aby zvukový dojem byl patřičný, je nutno rozhoupat zvon plynule, aby úderými nevynechávaly, a při zastavení nenechávat zvon dohoupávat, ale uklidnit. Aby srdce zbytečně nebilo, zachytává se někdy při zastavení výпустka rukou (pakliže to zavěšení zvonu dovoluje).

52) Výkyv se udává dvěma způsoby: jako úhel vychýlení od svislé osy a jako úhel mezi mezními polohami (rozkyv).

53) Glockentürme, Berechnung und Ausführung. Deutsche Normen. DIN 4178. August 1978. Glockentürme. Deutsche Norm. DIN 4178. April 2005 (II. vydání). Druhé vydání nahradilo původní normu, jejíž platnost tím byla zrušena.

54) Umíráček se zvoní s přitřhem, aby byl odlišen od zvonění normálního. Zvoník prudce zatáhne za provaz a přidrží jej, srdce udeří na stranu, kde je páka, odrazí se a letí ke straně protější a ve chvíli, kdy udeří, zvoník provaz povolí. Srdce se vrací souhlasně se zvonem a jakmile udeří na první stranu, zvoník znovu prudce zatáhne, podrží, atd. Srdce tedy bije na první stranu dvakrát za sebou: 1 – 2 – 1 – 2 – 1 – 2 – 1 – 2 – 1... První z trojice úderů je silnější. Takto se dá zvonit pouze zvonem malým (do 50 kg). Zvon se vytlouká na jedné straně více.

55) Pověsti hovořící o „rebelantských“ zvonech, že takto byly obráceny za trest, nelze brát vážně. Setkáme se s označením „zavěšení po husitském způsobu“ – obrácené zvonky připomínaly kalich. Vysoké točení, kdy jsou zvonky v klidu obráceny vzhůru, je základním způsobem zvonění v Anglii, setkáme se s ním též v Itálii a v některých regionech Španělska.

Je ideální, když srdce se dotkne zvonu a hned se vzdálí. Při zvonění na padání, kdy srdce zvon nedobíhá, ale naopak zvon do něj narazí, mohou nastat tyto možnosti:

1. zvon narazí do srdce, a hned se vzdálí (stačí výkyv kolem 60°),
2. zvon narazí do srdce, to se odrazí a udeří do stejného místa zvonu (výkyv je o něco větší),
3. při velkém výkyvu narazí zvon do srdce, srdce zůstane na úhlovém věnci ležet a je vyneseno se zvonem.<sup>56)</sup>

Zdvojené úderý jsou nežádoucí – výsledný efekt zvonění není dobrý.

### 9.3 Slyšitelnost zvonů

Umístění zvonice (věže) v rámci lokality (reliéf terénu), její výška, velikost oken a jejich průchodnost ovlivňuje slyšitelnost zvonů. Z hlediska samotné stavby záleží na výškovém umístění zvonů vzhledem k oknům, způsobu zavěšení a výkyvu. Ve venkovním prostoru ovlivňují šíření zvuku překážky, které stíní nebo zvuk odrážejí a vytvářejí ozvěnu.

Slyšitelnost zvonů není vždy stejná, ale podle různých faktorů se mění v případě téhož stanoviště. Ovlivňuje ji počasí, zvláště směr větru a atmosférická vlhkost. Slyšitelnost se zlepšuje s vlhkostí: velmi dobře se zvuk šíří nad vodní hladinou, nejlepší slyšitelnost je za mlhy (proto se také používají zvonky či zvonce v lodní dopravě a při závodech lodí).

Významným faktorem ovlivňujícím slyšitelnost zvonů je celková hladina hluku v tu kterou denní dobu: velmi nepříznivě působí hlasitý hluk vydávaný motorovými dopravními prostředky.

Za zvláště dobrých podmínek (vyšší věž, terén bez překážek) byla slyšitelnost zvonů na několik kilometrů. V našich oblastech bylo možné zvonění velkých zvonů za zvláště příznivých povětrnostních podmínek zaslechnout údajně i přes 10 km. (V místních pověstech se setkáváme s tvrzeními, že zvuk zvonů byl – po přepočtu vzdálenosti – slyšitelný třeba sedm desítek kilometrů; takové údaje jsou zcela nereálné.)

### 9.4 Zvonohry

Zvonohra je soubor vzájemně sladěných zvonů, umožňující hrát melodie.<sup>57)</sup> Má-li zvonohra klávesnici, lze hrát ručně (hraje se nikoliv prsty, ale pěstmi), na větší zvonky pedály. Na zvonohře s automatikou je hrána předvolená melodie nastavená kolíky na otáčejícím se bubnu, moderní zvonohry jsou řízeny počítačem. Zvonky jsou rozeznívány zvenčí kladivky nebo zevnitř srdci pomocí táhel.

Soubor nepohybujících se zvonů může být rozezníván srdci s upevněnými provazy ručně, což je i pravoslavný způsob zvonění.

*Stará Boleslav, okr. Praha-východ, kostel Nanebevzetí P. Marie, zvonohra. Zvonky jsou rozeznívány kladivky s táhly napojenými na hodinový stroj. Některá kladiva jsou zdvojená, aby bylo možno docílit rychlé opakování téhož tónu (foto P. Vácha, 2016).*



<sup>56)</sup> Zcela extrémní způsob zvonění se provozuje ve Španělsku. Zvon se točí stále dokola (při pohonu motorem) nebo dlouho na jednu a pak na druhou stranu (při ručním zvonění). Při zvonění se ozývají dva úderý v rychlém sledu, jak vynesené srdce přepadne a zvon ho doběhne, následuje větší pauza, než se srdce dostane do polohy, kdy vlastní vahou opět padá.

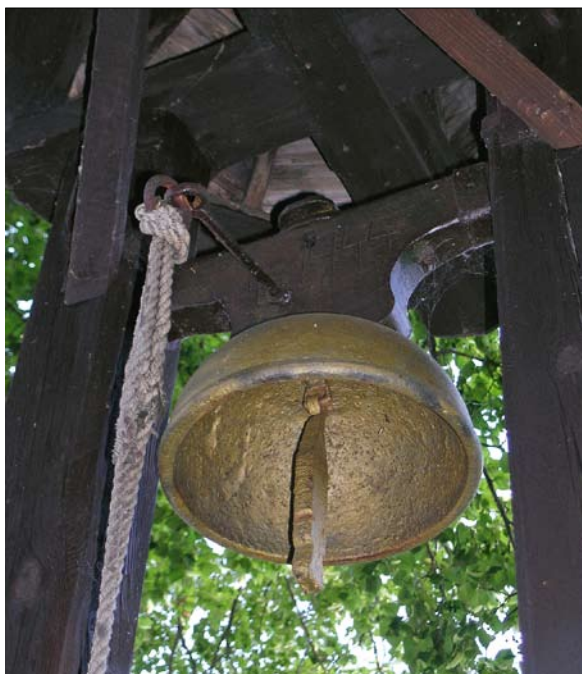
<sup>57)</sup> O zvonohrách podrobněji MANOUŠEK, Petr Rudolf. Zvonařství. Praha: Grada Publishing, 2006.

*Pražská mobilní zvonohra. Uunitř dolního zvonu je patrné doladování zvonu soustružením. Kromě toho vidíme jednu ze svislých drážek, které zkracují v tomto případě nechtěně dlouhé vyznívání (foto P. Vácha, 2007).*



## 9.5 Náhražky a atrapy

Zcela specifickou skupinou jsou **náhražky a atrapy** zvonů a hodinových cimbálů. Ty můžeme rozdělit do dvou skupin:



*Ostrov, okr. Příbram. Ocelový mísovitý cimbál zavěšený v překocené hlavě – funkční náhrada rekvirovaného zvonu (foto P. Vácha, 2007).*



*Močedník, okr. Kolín. Dřevěná atrapa zavěšená do zvoničky po krádeži kovového zvonu (foto P. Vácha, 2012).*



Smilovice, okr. Kutná Hora. Náhrada rekvirovaného zvonu hmoždířem, upevněným v překocené hlavě původního zvonu. Náhražka zvukově naprosto nevyhovující (foto P. Vácha, 2012).

1. funkční náhražky – vydávající zvuk a zvony nebo cimbály tak v různé kvalitě skutečně nahrazující, i když jejich podoba se od originálu někdy výrazně odlišuje (disky kol, strojní součásti, seřiznuté tlakové nádoby);
2. nefunkční atrapy – chybějící zvon je nahrazen předmětem, který sice tvarově odpovídá, ale zvonit jím nelze (zvony z umělé hmoty, pryskyřice, dřevěné atrapy).

## 9.6 Vanovické zvonění

Vanovické zvonění (tzv. Vanovická píra) v evangelickém kostele ve Vanovicích, okr. Blansko<sup>58)</sup> je v rámci České republiky unikátně dochovaná a funkční mechanická náhražka zvonů z roku 1843. Sestává z trojice obrovských železných ladiček (vidlic), vyrobených firmou Friedrich Krupp, Essen, zavěšených v dřevěné konstrukci, rozeznívaných dřevěnými kladivy pomocí otáčivého mechanismu. Kladiva jsou nadzvedávána kolíky na válci poháněném klikou s převodem ozubenými koly (na pomalo).

## 9.7 Velikonoční řehtačky a klapačky

Specifickou plně funkční náhradou zvonů jsou **velikonoční řehtačky a klapačky**, které nahrazují zvony na Velký pátek a Bílou sobotu. Mohou být přenosné i stacionární. Velikonoční řehtačky mají ozubený válec, na který dosedají napružená prkénka; otáčení válce způsobuje rachot. Klapačky jsou opatřeny kladivky, která dopadají na ozvučnou skříňku či desku, jsouce nadzvedávána kolíky vsazenými v otáčející se hřídeli. Existují i kombinované řehtačky a klapačky, kde jsou současně uplatněny oba způsoby.



Bělá pod Bezdězem, kostel Pouýšení sv. Kříže. Velikonoční klapačka (foto P. Vácha, 2009).

58) 2015. Evangelický kostel ve Vanovicích. Pamětní kalendář Farního sboru Českobratrské církve evangelické ve Vanovicích (2014). JURÁČKOVÁ, Michaela. Výstavba evangelického kostela ve Vanovicích v kontextu tradice křesťanské sakrální architektury Moravy a Slezska. Praha, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, fakulta humanitních studií.



*Třebonín, okr. Kutná Hora. Velikonoční řehačka s jedním širokým prkénkem (foto P. Vácha, 2009).*



*Nehvizdy, okr. Praha-východ. Velikonoční řehačka ve tvaru ondřejského kříže (foto P. Vácha, 2008).*



*Čelákovice, okr. Praha-východ. Velikonoční řehačka s prkénky ze dvou stran (foto P. Vácha, 2004).*



*Šarátice, okr. Vyškov. Kombinovaná velikonoční klapačka a řehačka s motorovým pohonem (foto P. Vácha, 2012).*

## 10. Evidence a dokumentace

### 10.1 Soupis zvonů

Cílem soupisu je získání co nejuplněnějšího přehledu reálií určitého druhu, v našem případě zvonů a hodinových cimbálů, na zvoleném území. Soupis může být prováděn komplexně (zahrnuje vymezené téma co nejuplněji) nebo výběrově (sleduje například určité období, či jiné kritérium). Příkladem velmi úzce pojatého výběrového soupisu jsou některé soupisy epigrafických památek, kdy je sledována obsahová a formální stránka nápisů, ale další informace jsou výrazně potlačeny, takže badatel jiného zaměření často nenalezne informace, které by ho zajímaly.

Při provádění soupisů zvonů čerpáme ze dvou rozdílných zdrojů:

1. z **pramenů a literatury** (tj. z informací převzatých),
2. z **terénního průzkumu a výzkumu** (tj. z informací získaných kontaktem s objekty a předměty a jejich prostředím). Oba tyto zdroje je nezbytné vzájemně konfrontovat. Při čerpání z pramenů a z literatury musíme umět rozpoznat věrohodnost informací a správně je interpretovat. V terénu hraje významnou roli metodika práce a především schopnost vnímat celek, detail a souvislosti. Na tom záleží kvalita a kvantita získávaných informací.

Na zvony můžeme pohlížet z různých hledisek: ze stránky hudební, technické, uměleckého a řemeslného ztvárnění (a to z hlediska formy i obsahu), z hlediska kulturně historického včetně sledování vazeb souvisejících s jejich užíváním a vztahu k nim samým.

Při plošném průzkumu respektive výzkumu je třeba zabývat se nejen zvony samotnými, ale i jednotlivými lokalitami a stanovišti. Jedině tak lze zachytit informace, které se z jiného hlediska jeví jako nepodstatné. Například při sledování produkce určitého období či dílenského okruhu je zcela nepodstatný směr kyvu zvonů na stanovišti, což však v místních podmínkách hraje významnou roli. Směr kyvu zvonů může ovlivňovat slyšitelnost, dynamické síly vznikající při zvonění mohou mít negativní vliv na stavbu.

Cílem komplexně pojatého soupisu je postihnoutí vývoje zvonového inventáře a jeho proměn.

V soupisech zvonů se setkáváme s různými přístupy seřazení zvonů v rámci stanoviště. Řazení chronologické je výhodné pro vědy historické, chronologický způsob řazení je také osvědčený v počítačových databázích. Při regionálním soupisu je v souvislém textu vhodnější řadit zvony podle velikosti a postupovat od největšího k nejmenšímu.

Při tom je třeba důsledně rozlišovat přelítí zvonu, někdy několikeré. V tom případě se zabýváme ne jedním zvonem, ale chronologickou řadou zvonů v rámci jedné pozice souboru. Tedy „zvon z r. 1622, přelítý 1831 a 1894“, není jeden zvon, ale tři různé zvony.

Při drastických změnách, kdy dochází k zničení souboru (požárem, rekvizicí) a následně k rozsáhlé obnově případně změně koncepce<sup>59)</sup> zvonového souboru, pokračujeme novou etapou ve struktuře, jako bychom se zabývali dalším stanovištěm.

Je nutno upozornit též na jednu okolnost, která zpravidla uniká: v rámci souboru může při obnově dojít k změně velikosti zvonu a tím k změně ladění; naopak při stejném ladění může být obnovený zvon ulit ve zcela jiném žeburu a tím dojde k změně velikosti. Tyto skutečnosti vyplnou někdy jedině při vyhodnocení rozměrů zvonové stolice a zachovaného zvonového vybavení.

<sup>59)</sup> Změní se velikost a počet jednotlivých zvonů, po stránce hudební vznikne soubor zcela odlišný od předchozího.

## 10.2 Terénní dokumentace

Informace z terénu získáváme podle podmínek a okolností v různém stupni podrobnosti.

Průzkum – základní informace o objektu nebo předmětu a jeho lokalizaci či umístění.

Částečná (bezkontaktní) dokumentace – rozšířená informace, která nepokrývá věc v úplnosti, zpravidla z důvodu nemožnosti přístupu.

Podrobná dokumentace (dochází k přímému kontaktu se zkoumaným předmětem) – důkladnější postižení objektu či předmětu z hlediska oborového, lépe však z hlediska mezioborového.

Žádná dokumentace nemůže nahradit plně originál. Cílem je originál co nejlépe postihnout a zprostředkovat. Kvalitní dokumentace by měla být prováděna takovým způsobem, aby poskytovala o každém jednotlivém zvonu co nejúplnější obraz. Spokojit se s konstatováním, že zvon je „nepřístupný“ a nápis „nečitelný“ není cílem práce v terénu. (I když nutno konstatovat, že některé malé zvony jsou skutečně dosažitelné pouze při generálních opravách objektu, v lepších případech za použití technických prostředků, které však nemusí být právě k dispozici.) I v případě nepřístupného zvonu je nutno pokusit se alespoň o nějaké upřesnění. Při použití dobrého dalekohledu či kvalitního fotoaparátu se zoomem lze docílit překvapivých výsledků. Předpokladem je ovšem určitá míra zkušeností, bez nichž často nelze viděné správně interpretovat.

### 10.2.1 Pomůcky pro práci v terénu

K práci v terénu potřebujeme mít takové vybavení, abychom byli schopni zareagovat na skutečnost, se kterou se setkáme a nebyli zaskočeni nečekanými situacemi.

Mezi nejdůležitější vybavení patří **zápisník** – sešit, do kterého zapisujeme svá zjištění.<sup>60)</sup> Pro zapsání je třeba mít **potřeby k psaní**, a to více kusů. Lze též informace zaznamenávat na zvukové médium – **diktafon, digitální záznamník**.

Dokumentovaný objekt je třeba důkladně prohlédnout. Některé zvony mohou být zavěšeny v krovu, některé jsou svěšeny a někde odloženy. Části odstaveného vybavení se mohou nalézat na nejrůznějších místech.

Naprostou nezbytností je **zdroj světla**. Bez svítilny nelze se někdy ani ke zvonu dostat – např. cesta do lucerny temnou částí bání věže.

Měřidla: **dřevěný dvoumetr, svinovací metr** – ideálně 5 m. Pro odečtení různých údajů je vhodné být vybaven obojím.

**Obkročné měřidlo (hmatadlo)** pro měření tloušťky úhohového věnce a jeho vytlučení.

Pro zaměřování zvonice, zvonové komory a zvonové stolice lze užít **laserový dálkoměr**.

Kartáče pro očištění zvonu: **rýžový kartáč („rejšák“)** – dřevěný s umělými štětinami je nejodolnější. **Kovový kartáč** – ideálně na semiš (s jemnějšími štětinami), který uvolní odolnější nečistoty.

**Fotoaparát s bleskem. Stativ** – umožňuje nejen delší expozici, ale případně i vyzvednutí fotoaparátu do míst, kam se nedostaneme.

Jemnější **papíry a práškový grafit** pro snímání nápisů (frotáž).

**Hliníková fólie** umožňuje otištění a přečtení reliéfu na nepřístupném místě.

Při provádění plošného průzkumu zvonových stanovišť potřebujeme podrobnější **mapu** a pro zaměření drobných objektů **přístroj GPS**.

Třeba zmínit i **vhodný pracovní oděv**.

Zabýváme-li se zvukovou stránkou, potřebujeme **speciální ladičky**. Jejich pořízení však představuje značnou finanční částku. Pořízení zvukového záznamu zvonění, nejlépe digitálního, lze použít pro počítačovou analýzu jednotlivých zvonů

<sup>60)</sup> Jelikož v lucernách věží bývá vítr, který komplikuje práci a není jednoduché psát do sešitu, je dobré mít připravený tvrdý papír, na který se dá zapisovat v obtížných podmínkách. Toto řešení využijeme zejména při obtížných výstupech, kde je nutno zredukovat objem dokumentačních pomůcek, které s sebou bereme.

(samostatné nahrávky) i pro zvukové posouzení souboru (souzvuk). Osvědčuje se **digitální záznamník**, s kterým je možné vystoupit i do luceren věží a sanktusových věžek.

### 10.2.2 Měření

Zvon měříme co možná nejpřesněji.<sup>61)</sup> Ne vždy je to z důvodů technických a bezpečnostních možné. U výsledků měření musí být tedy rozlišeno, jedná-li se o hodnotu přesnou, přibližnou nebo odhadovanou (při průzkumu). Odhad může být někdy dosti nespolehlivý. Odchylka měření při kontaktní dokumentaci by neměla být u průměru zvonu větší než 1 cm, u tloušťky věnce je třeba měřit s přesností cca 1 mm (to někdy znesnadňuje korozní křusta).

Měříme samostatně zvon, srdce, hlavu. Udání výšky zvonu včetně hlavy, případně i včetně srdce (jak se s tím někdy setkáváme při nahlášení krádeže), je pro identifikaci matoucí a nepoužitelné.

Základním rozměrem zvonu je průměr při spodním okraji; při měření nesmíme zapomenout odklonit překážející srdce (rukou, ramenem, pomocí provazu). Průměr by měl mít ideálně jednu hodnotu, ve skutečnosti některé zvony vykazují v různých směrech hodnoty různé. Tyto odchylky mohou být způsobeny nepřesností při výrobě, ale i například tím, že rozžhavený zvon při požáru spadl a deformoval se.<sup>62)</sup>

Starší badatelé měřili obvod (tehdy označovaný jako „objem“ – od slova „obejmouti“); z něj lze (ideální) průměr vypočítat. Zvon (jmenovitě korpus zvonu) jakožto těleso formované vytáčením by teoreticky měl mít ve všech horizontálních úrovních půdorys kruhový, není tomu však vždy, a tak průměr měříme několikrát v různých směrech, abychom případnou odchylku odhalili a zdokumentovali.

Výšku lze měřit různým způsobem: celkovou výšku (u zvonů, u nichž je část koruny zapuštěna v hlavě, nelze tedy přesně změřit), výšku bez koruny (zde někdy nebývá jasné, co bylo měřeno, nejasnosti mohou nastat u zvonů, kde základ je klenutý), „šikmou výšku“ od spodního okraje po horní, nejpřesněji lze změřit vnitřní výšku čili hloubku zvonu. Měření „šikmé výšky“ souvisí s konstrukcí zvonového žebra; tato spojnice byla jmenovitě v 18. a 19. století základem konstrukce, na ní a kolmo k ní byly odměřovány příslušné míry.

U koruny lze měřit celkovou výšku, šířku, výšku uch, jejich šířku, případně i mezery mezi uchy. Tyto míry mají význam při opravách a výrobě nového vybavení zvonu, spolehlivě je lze získat až po demontáži zvonu.



*Změření průměru nedostupného zvonu pomocí latě s dílkou, vyzvednuté do potřebné výšky na nastavitelných stanových tyčích. (foto P. Vácha, 2018).*

**61)** Např. při nákupu skládacího dvoumetru je nutno věnovat náležitou pozornost tomu, zda je dobře složen a díly na sebe přesně navazují.

**62)** Velký zvon z r. 1605 v Lázních Bohdaneč.

Pro určení typu zvonového žebra měříme tloušťku úhozového věnce na nevytlučeném místě. Tuto míru zjišťujeme na několika místech, protože nemusí být všude stejná. Tloušťku úhozového věnce měříme v místě bez výzdoby obkročným měřidlem (hmatadlem). Lze náhradně užít i náhradního způsobu, že věnec sevřeme např. 2 laťkami, které udržujeme v rovnoběžné poloze a změříme šířku mezery. Použití obkročného měřidla je způsob nejpresnější, ostatní jsou ne vždy přesné (ilustrace viz památkový postup Určování hmotnosti zvonů a jejich zvukového obrazu, s. 7).

Pro posouzení stavu zvonu se měří též tloušťka věnce v místě vytlučení – jak v nynějších místech úderu, tak i ve všech místech úderu před otočením zvonu.<sup>63)</sup> Také šířka vytlučeného místa vypovídá o správném či nesprávném seřízení srdce.

Jestliže bychom chtěli vyhodnotit parametry zvonu, je třeba věnovat větší pozornost žeburu. K tomu by bylo ideální měřit nejen průměr zvonu a tloušťku věnce, ale i průměr zvonu při horním okraji, a to vnější (průměr čepce) i vnitřní. (Vnější průměr u větších zvonů vypočítáváme z obvodu.) Z rozdílu průměrů pod horním okrajem (na krku zvonu) zjistíme tloušťku stěny v tomto místě. Poměr mezi nejsilnější a nejslabší tloušťkou stěny může poskytnout obraz o způsobu konstrukce zvonových žebur v různých obdobích a dílnách – ovšem pouze za podmínky maximální přesnosti měření.

Tvar zvonového žebra má zásadní význam pro zvuk zvonu. Přesto překreslení zvonového žebra je výjimkou. U zvonů v terénu je tato práce velmi náročná, někdy prakticky zcela nemožná. Ale ani u zvonů svěšených (např. v muzeích) není prováděno.<sup>64)</sup> Existuje způsob zjednodušení zakreslování profilů pomocí hřebenů s posuvnými lamelami. Profil se tímto způsobem zakresluje po částech, které je pak nutno přesně sesadit. Požadované přesnosti vyhovuje metoda prostorového skenování; potřebné přesnosti vyhovuje metoda laserového skenování,<sup>65)</sup> kombinovaná s digitální fotogrammetrií.

Jelikož při dokumentaci v terénu není zpravidla z důvodu obtížného přístupu a časové náročnosti reálné brát všechny možné míry, doporučuje se měřit **průměr, hloubku, tloušťku věnce** (u mísovitých hodinových cimbálů tloušťku na dolním okraji). Právě tyto míry lze měřit s maximální přesností i v obtížných podmínkách a ve většině případů jsou dostatečně reprezentativní. Při odchylkách tvaru zvonu je vhodné vzít ještě další míry, postihující jeho specifiku.

Pro účely zhotovení nového vybavení zvonu je třeba vzít další míry. Například v případě, že u zvonu chybí srdce, je nutné změřit vzdálenost od oka uvnitř zvonu k nejlustšímu místu věnce, též rozměry oka uvnitř zvonu, aby byla zvolena správná šíře řemenu, na kterém bude srdce zavěšeno.

U srdce by měla být měřena celková délka a délka výpustky (ocasu). Z těchto rozměrů získáváme informaci, jakým výkyvem lze na zvon zvonit. Dalšími důležitými rozměry srdce jsou rozměry pěsti – zpravidla z časových důvodů je měříme ve vybraných případech a snažíme se je postihnout obrazovou dokumentací. Měříme-li srdce překlápěcí zhotovené z jediného kusu, pak je třeba změřit délku celkovou a délku směrem dolů od osy, na které se pohybuje.

U hlavy je nejdůležitějším rozměrem šířka (rozpětí) bez čepů. U odložených hlav lze tak vysledovat, kde mohly být původně umístěny. U dřevěných hlav měříme výšku hlavy, z ní a z rozměrů srdce získáváme představu o kyvu zvonu. Tloušťka dřevěné hlavy může být v celém profilu stejná, může být také různá v dolní a horní části, případně i uprostřed. Těmito rozdíly bylo regulováno vyvážení zvonu (zvonové soustavy).

Porovnání rozměrů zachovaného původního vybavení s vybavením současným (spolu s měřením tvrdosti srdcí) umožňuje pochopit aktuální stav zvonu a vysvětlit rychlost vytloukání úhozového věnce.

Ve starších dobách byly míry uváděny v stopách a palcích (3' 11" = 3 stopy a 11 palců = cca 124 cm). V soupisové literatuře nalezneme údaje někdy v metrech, nejvíce v centimetrech – údaje v centimetrech jsou nejpřijatelnější. Firemní zprávy často uvádějí údaje v mm. To vzbuzuje dojem větší přesnosti, nelze se ale na to spolehnout.

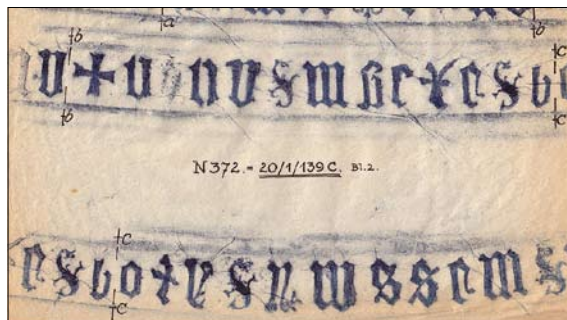
63) Otočení zvonu je opatřením, aby nedošlo k velkému zeslabení úhozového věnce v místě úderu, neboť by mohlo dojít k puknutí zvonu. Můžeme se setkat i s tím, že zvon byl otočen dříve, než bylo třeba, a když došlo k velkému vytlučení v druhé poloze, byl otočen znovu do polohy původní.

64) Srovnej například s archeologickou literaturou, kde kreslení profilů nádob a dalších nálezů je samozřejmé.

65) Laserové skenování je progresivní metoda sběru informací o prostorových objektech. Velmi přesný a podrobný obraz slouží k měření libovolných údajů, zhotovení řezů a profilů, moderování ploch či těles a výpočtů objemů. Porovnáním etapových měření lze určit posuny a deformace. ([http://www.inset.com/images/Prospekty\\_CZ/prostorove\\_skenovani.pdf](http://www.inset.com/images/Prospekty_CZ/prostorove_skenovani.pdf))



Vašim, okr. Benešov, zvon z r. 1533 (nápis odpovídá stylu mistra Bartoloměje v Praze na Novém Městě), datovaný ale 1433. Frotáž provedená práškovým grafitem (foto P. Vácha, 2015).



Tuchomyšl (Schönfeld), zaniklá obec v okr. Ústí nad Labem, zvon z 15.–16. století. Kontrastní frotáž zhotovená s použitím razítkové barvy. Dokumentace z rekoizic v II. světové válce. (Archiv autora).

### 10.2.3 Snímání nápisů a reliéfů

U nápisů nás zajímá nejen jejich obsah, ale i forma. Forma má zásadní důležitost pro datování a dílenské zařazení. Nápis lze dokumentovat několikerým způsobem: přímým přepisem (překreslením), pořízením obtahů či otisků nebo odlitků, fotograficky. Nápis lze nadiktovat na magnetofon nebo digitální záznamník, při tom je nutno pečlivě zmínit zvětšená písmena, převrácení písmen a číslic, jejich prohození, absenci mezer mezi slovy nebo naopak jejich nestandardní vložení, ligatury, zkratky a dělicí znaménka.<sup>66)</sup> Je nutné zkontrolovat úplnost, nemělo by dojít k tomu, že vypadne slovo nebo část nápisu. Při kreslení nápisu se autor snaží o zachycení tvaru jednotlivých písmen, ale výsledek přece jen nemusí být dokonalý. Zcela přesné zachycení podoby nápisu umožňuje jeho odlití do sádry. To je však náročnější časově i technicky a získané matrice a odlitky jsou poměrně dosti objemné. Proto je výhodnější používat pro dokumentaci papír. Lze pořídit otisk nápisu tak, že nápis na zvonu je natřen barvou a přitlačením papíru se nápis na něj přenesl v zrcadlové podobě. Výhodnější je pořizování obtahů, které zachycují podobu nápisu ve věrné podobě a velikosti:

Na nápis se přiloží tenký papír a přejíždí se prstem s práškovým grafitem nebo rudkou či tužkou, případně polštářkem nasyceným (ne však čerstvě) razítkovou barvou. Tímto způsobem (obtahem neboli frotáží) lze dokumentovat i ostatní reliéfy, pokud nemají příliš vysokou plasticitu – pak se papír protrhne.<sup>67)</sup> Jemně provedené reliéfy (mince, pečeti) a nápisy do hloubky se překryjí papírem a přejíždějí se tužkou vhodné tvrdosti (nejlépe 2), která zachytí nejmenší detaily.

Reliéfy a nápisy lze dokumentovat též **otištěním do hliníkové fólie** (staniolu, alobalu).<sup>68)</sup>



Plešnice, okr. Plzeň-sever, kaplička, zvon z r. 1872 se zvonářskou značkou Roberta Pernera v Plzni. Reliéf, u otočeného zvonu zcela nepřístupný, byl přečten po otištění do hliníkové fólie (foto P. Vácha, 2011).

<sup>66)</sup> Pro dobrou identifikaci jednotlivých zvonů není dostatečné uvést, že „slova jsou oddělována liliemi“ nebo „jako rozdělovacích znamének je užito lilií, konvic a zvonečků“, ale je třeba zaznamenat konkrétní dělicí znaménko na konkrétním místě. Pro přehlednost textu lze slovní vyjádření nahradit velkými písmeny nebo čísly, takovým způsobem, aby jejich význam byl zřejmý (viz Přílohy).

<sup>67)</sup> Z frotáží lze dobře měřit velikost písma, která se uvádí v soupisech epigrafických památek.

<sup>68)</sup> Staniol byl původně zhotovován z cínu, lat. stannum, který mu dal jméno používané dodnes, ač současný staniol je vyráběn z hliníku.

Získané otisky jsou však poměrně choulostivé na poškození (nutno je transportovat a uchovávat v krabicích), a tak se používají někdy jen krátkodobě v případech získání informací z nepřístupných míst, např. visí-li zvon v okně a není možno ho zhlédnout z druhé strany, nebo když se výzdoba po otočení zvonu dostala do polohy, která neumožňuje přístup. Kvalitní otisky ofotografujeme a tak nemusíme řešit jejich transport a uchování. Hliníková fólie se při pořizování otisku přikládá matnou stranou nahoru, formuje se prsty, hadrem nebo v případě jemné modelace reliéfu měkkou gumou; poslední způsob umožňuje sejmutí jemných detailů (např. při použití mincí, medailí a pečetí při výzdobě zvonu). Tato metoda není vyhovující pro reliéfy vysoké plasticity – fólie se protrhne.

Sejmuté nápisy přepíšeme a včleníme do textového zpracování (popisu). Pořízené otisky slouží jako výborná kontrola správnosti. Při uvádění znění nápisu v popisech, aby nevznikal zmatek, by neměly být užívány uvozovky, vyjma nápisů, kde uvozovky jsou skutečně jejich součástí. Jedná-li se o citaci z pramenů a literatury, měla by být odlišena od pořízené dokumentace.

#### 10.2.4 Pořizování odlitků

Sádrové odlitky částí výzdoby i celých zvonů byly pořizovány při rekvizicích; v I. světové válce byly stěžejním výsledkem dokumentace. V dnešní době digitální fotografie je pořizování odlitků záležitostí okrajovou a používá se ve speciálních případech.

První fází odlévání je sejmutí reliéfu, čili zhotovení formy, z které pak odlévají pozitivy. Reliéf lze sejmut pomocí sádry, otisknutím do modelářské hlíny, nahřáté voskové či parafínové desky, do modelíny (plastelíny), lukoprénové formy – ta má výhodu, že je pružná a lze do ní odlévat vysoké reliéfy a poloreliéfy. V případě odlévání do sádry je třeba provést separaci, aby sádrový otisk šlo dobře oddělit od povrchu předmětu. Je-li snímán reliéf na svislé ploše, lije se sádra do kapsy, která zabraňuje stékání. Lze také nanášet hustší sádru, kterou zpevníme gázou (spotřeba sádry je tak i nižší). Separaci provádíme znovu při odlévání pozitivu, používá se emulze mýdlové vody s olejem. K odlévání je vhodná kvalitní bílá sádra modelářská či alabastrová.

Při otiskování výzdoby do parafínových plátů se setkáváme s tím, že byly záměrně vyrovnávány na plocho; odlitky z takto rovných matric snižují kvalitu reliéfů, proto tento postup se nedoporučuje.

#### 10.2.5 Fotodokumentace

Při fotografování zvonů hrají základní roli dva faktory: jejich umístění a světelné podmínky.<sup>69)</sup> Je podstatný rozdíl, je-li zvon postaven na zemi či zavěšen nevysoko nad podlahou a lze jej obcházet nebo je-li zavěšen vysoko či v těsném a špatně osvětleném prostoru.

Zabíráme-li celkový pohled na zvon, je ideální umístění fotoaparátu ve výši základu koruny. Z tohoto pohledu získáváme nejlepší zobrazení se zachycením horizontálního členění, nejméně zkreslený tvar a při osvitu bleskem zhruba stejnoměrného nasvícení zvonového korpusu. Fotografujeme-li zvon zespoda šikmo vzhůru, jsou při použití blesku spodní partie přesvětleny a v zaostření horní nebo dolní části zvonu jsou značné rozdíly.

Zvon zavěšený ve zvonici bývá nutno před fotografováním **očistit**. I ve zvonici poměrně čisté bývá zvon zaprášen a mezi uchy koruny nalezneme pavučiny. V tomto případě čistíme zvon kartáčem na sucho. Zvony v sanktusových vížkách a sloupových zvoničkách bývají čistší, díky neustálému ofukování větrem.

V případě, že zvon je značněji znečištěn, lze použít kovového kartáčku na semiš, někdy je však nutno vydrhnout jej rýžovým kartáčem a vodou.<sup>70)</sup> Používání tvrdého ocelového kartáče může způsobit drápance na patině, které se na fotografii negativně projeví. Obtížně přístupný prostor mezi uch koruny lze vyfoukat hadičkou.

<sup>69)</sup> Nepřístupné zvony ve vížkách kaplí a sanktusových vížkách lze přisvětlovat za vhodných podmínek zrcadlem (odrazem slunečních paprsků, případně světla reflektoru automobilu).

<sup>70)</sup> Důkladné očištění zvonů je někdy časově velmi náročné. Očištění dvou zvonů (průměr 80 až 120 cm) za sucha, před započítáním vlastní dokumentace, může v některých případech trvat až 3/4 hodiny! Jsme-li nuceni vynášet za účelem vydrhnutí zvonů na věž vodu v kýblich, musíme počítat ještě s větší časovou náročností.



Lošany, okr. Kolín, zvon z r. 1580. Znečištění holubím trusem zcela znemožňuje čitelnost reliéfů. Zvon před očištěním a po očištění (foto P. Vácha, 2012).



Zborovy, okr. Klatovy, zvon z r. 1671. Signatura a zvonařská značka před a po lokálním vyčištění kartáčkem na semiš (foto P. Vácha, 2015).



Jirny, okr. Praha-východ, zvon z r. 1562. Pro zvýraznění čitelnosti je možno reliéf lehce potříť práškovým grafitem (foto P. Vácha, 2009).

Jedním z faktorů velmi znesnadňujícím fotografování je nedostatečný odstup. Ten se projevuje zejména u zvonů otočených o 90°, kdy výzdoba určená pro čelní pohled se dostává do těsné blízkosti trámů zvonové stolice, nebo v prostorově stísněných vízkách. V druhém případě lze díky malým rozměrům a hmotnosti těchto zvonů docílit odstupu odkláněním zvonu buď pomocí provazu, nebo vzepřením latí či jednou rukou, přičemž fotoaparát držíme v druhé.



Keblou, okr. Benešov, zvon z r. 1900. Zvon znečištěný netopýřími výkaly. Na suchu je takový zvon nemožné očistit (foto P. Vácha, 2015).



Měňany, okr. Beroun, zvon z r. 1772. Pro zvýraznění reliéfu stačí někdy několikrát přetření holou rukou (foto P. Vácha, 2013).

V prostorných zvonících lze fotografovat na dlouhé časy buď ze stativu, nebo pevným opřením fotoaparátu o trám nebo o zeď. Fotografování s reflektory je v daných podmínkách značně náročné. Dobré výsledky jsou s použitím blesku. Při použití blesku se často podaří zvýraznit nápisy z rekvizic a přečíst je tak z fotografie lépe než v terénu.

Vydrhneme-li však zvon rýžovým kartáčem vodou a nenecháme-li zvon oschnout, objevují se na fotografiích odlesky mokrého povrchu a výsledek je značně vzdálen ideálu. U zvonu se silnou a hrubou patinou (krustou) fotografování s bleskem nepřináší dobré výsledky a je třeba volit způsob bez blesku s delším časem. Obtížně fotografovateľný reliéf lze zvýraznit někdy jen přetřením holou rukou, jindy potřením práškovým grafitem.

Díky digitálním fotoaparátům je dnes možné výsledky ihned zkontrolovat a nekvalitní záběry smazat. Při fotografování zvonů na venkovských zvoníčkách se osvědčilo používání digitálního fotoaparátu se sklápěným displejem upevněného na tyči, který tak bylo možno vyzvednout až do výše 4 metrů, a přitom sledovat fotografovaný předmět. Zvony je tak možno fotografovat z blízkosti bez použití žebříku. Desetisekundový interval samospouště je dostatečný na to, aby byl nastaven vhodný záběr. Fotoaparát s kvalitním zoomem je možné pořídit (za příznivých podmínek) ze země dobrou fotografii zvonu v sanktusové vížce nebo lucerně věže.<sup>71)</sup>

Je nutné pořídit více záběrů, aby zvon byl postižen jako celek, tedy i záběry vnitřku a vybavení. Z kvalitní fotografie lze vyčíst řadu detailů, jejichž důležitost si při práci v terénu nemusíme uvědomit.

Fotografujeme prostor zvonice, zachované součásti zaniklých zvonů, kladky a průchodky usměrňující vedení provazu.

Pořízení kvalitní fotodokumentace má mimořádnou důležitost. Na základě dobré fotodokumentace lze mnohé problémy konzultovat s odborníkem. Pořízené digitální fotografie upravujeme výhradně v kopii, abychom se vždy mohli vrátit ke zdrojové podobě.



*Havlíčkův Brod, kostel Nanebevzetí P. Marie. Dřevěný hever, kterým byl zvedán zvon z ložisek, aby mohla být provedena kontrola a údržba (pravděpodobně 18. stol.). Do válců v postranních dílech byly napříč zasazeny trámy s čepy a tím vznikla pevná konstrukce. Pomocí páky vsunuté do otvorů ve válcích se závoity v dolní části byly otáčením válců příčné trámy vyzvednuty, dosedly na dolní okraj zvonu a pak zvedly i zvon.*

## 10.2.6 Zvukový záznam

Zvukový záznam je pořizován s různým cílem: jednak jako pomocný záznam pro operativní zachycení informací, které diktujeme pro další zpracování (je nutné diktovat tak, abychom v zápisech postihli dobře jejich formu), jednak jako nahrávka určená k archivaci zvuku zvonu a jeho případnou analýzu. Záznam pro zachycení informací má výhodu, že zkracuje dobu práce v terénu, doba přepisu ale pak tuto úsporu vyváží.

Zvuk zvonu pro archivaci lze nahrávat přímo ve zvonici, nesmí však dojít k přehlcení mikrofonu.<sup>72)</sup> Při nahrávkách vyzvánění zvenčí záleží na výběru vhodného místa, kde zachytíme zvuk zvonu, respektive souzvuk zvonů v nejlepší kvalitě. Osvědčuje se nahrávat z místa, které je orientováno šikmo vůči kyvu zvonů. Je třeba volit vhodný mikrofon se schopností zachytit široké zvukové spektrum.

<sup>71)</sup> Fotodokumentaci je dnes možné provádět i pomocí nejnovější techniky: dalekohledem s fotoaparátlem nebo kamerou nebo dronem s kamerou, které umožňují nahlédnout do míst nepřístupných.

<sup>72)</sup> Mikrofon lze nastavit softwarově, lze ho též izolovat obalem či ukryt v kapse.

## 11. Stav

### 11.1 Stanoviště

Dokumentujeme stav objektů nebo jejich částí, kde jsou zvony či hodinové cimbály umístěny. Zatekání děravou střechou nebo okny způsobuje vyhnívání dřeva. Holubí trus znečišťuje prostor i zvony a cimbály, kromě toho zadržuje vlhkost a ve větších vrstvách zatěžuje konstrukce. Napadané nečistoty do ložisek činí zvonění obtížným a dochází k jejich rychlejšímu opotřebení. Dřevokazný hmyz ohrožuje dřevěné konstrukce. Může docházet k statickým poruchám staveb.

Zvonová stolice musí splňovat požadavky na pevnost a únosnost zavěšených zvonů, přičemž nutno brát na zřetel dynamické síly vzniklé rozhoupáním zvonů.

Můžeme se např. setkat s vykloněním zvonové stolice, případně i celé zvonice. Tím vzniká výškový rozdíl mezi ložisky, zvon visí nakřivo a zvonění se stává obtížným; dochází k nerovnoměrnému opotřebení čepů a ložisek.

### 11.2 Zvon

Zjišťujeme stav zvonu: **vytlučení** věnce srdcem na vnitřní straně a kladivem hodin na straně vnější, **poškození**, jako olámání dolní hrany, vylomení okraje, mohou chybět ucha koruny, zvon může být puklý. Poškození je třeba lokalizovat a fotograficky zdokumentovat. Puklinu je třeba dokumentovat z vnější i vnitřní strany a uvést její délku. Naopak někdy byl zvon označen jako puklý, jednalo se ale jen o litécké kazy nebo dokonce jen nečistoty, které na fotografii mohou prasklinu připomínat. Zmiňujeme **opravy**: nahrazení chybějících uch koruny, instalaci náhradního oka pro zavěšení srdce, svaření zvonu. Pakliže zvon pukl a byl **svařen**, jedná se o významnou skutečnost, která musí být zdokumentována.



Lažánky, okr. Brno-venkov, zvon z r. 1534. Puklina opravená svařením v polovině 20. století. (Foto P. Vácha, 2015).

Strašín, okr. Klatovy, zvon z r. 1507. Uražená ucha koruny byla nahrazena železnými, přišroubovanými skrz čepce. Historická oprava, asi z 19. stol (foto P. Vácha, 2013).



Mohelnice, okr. Mladá Boleslav. Historická oprava puklého zvonu (pravděpodobně v 19. stol.). Propilovaná puklina byla stažena zasekanými železnými motýlovitými sponami (zvenčí třemi, zevnitř dvěma) a zalita olovem. Zvon byl uveden do funkčního stavu, objevila se ale puklina na i protější straně (foto P. Vácha, 2016).



Košic, okr. Kutná Hora. Zvon z r. 1475, restaurovaný na přelomu roků 2010 a 2011. Puklina byla svařena, nápis v místě opravy obnoven, vytlučení ořence navařeno. Od r. 2012 opět vyzvání (foto P. Vácha, 2011).

*Velké Albrechtice, okr. Nový Jičín, zvon z r. 1508. Vylomení dolního okraje způsobené úderem podvěšeného srdce (foto P. Vácha, 2015).*



### 11.3 Srdce

Při podezření na vysokou tvrdost srdce je nutno ji ověřit měřením. To lze Brinellovou metodou pomocí tvrdoměru zjistit přímo ve věži. Brinellova metoda spočívá v porovnání průměru otisku kuličky ve zkoušeném materiálu s otiskem ve zkušební tyčince. Do mechanického tvrdoměru je vložena zkušební tyčinka, úderem na úderník se kulička na protilehlé straně otiskne ve zkoušeném materiálu a zároveň ve zkušební tyčince. Podle přiložených tabulek pro různé materiály a koeficientu, vyraženého na zkušební tyčince, určíme tvrdost materiálu. Tvrdost je možné měřit též (dražším) digitálním tvrdoměrem.

Řemen, na kterém je srdce zavěšeno, má určitou životnost. Používáním se vytahuje, dochází k poklesu srdce, které bije-li nesprávně, může způsobit puknutí zvonu. Délka řemenu musí být včas upravena. Řemen se také opotřebovává, ztenčí se a nakonec praskne a srdce se utrhne.

V některých lokalitách řešili vytahání řemenu srdce, které pak bilo ve velkém rozptylu, že do řemenu byl vsunut špalík; pokles srdce tím ale většinou řešen nebyl.



*Lštění-Hradiště, okr. Benešov, zvon z r. 1601. Značně podvěšené srdce a utřžený třmen páky (foto P. Vácha, 2015).*



Malín, okr. Kutná Hora, zvonice u kostela sv. Štěpána, zvon z r. 1502. Špalík vsazený do řemenu srdce, aby srdce chodilo v rovině (foto P. Vácha, 2010).



Košice, okr. Kutná Hora, zvon z r. 1475. Podvěšené srdce, které dopadalo na věnec maximální možnou plochou, zapříčinilo puknutí zvonu (foto P. Vácha, 2007).

## 11.4 Zavěšení

Zvon musí být v hlavě řádně upevněn. Nesmí se viklat, natož být více uvolněn. Uvolnění zjišťujeme, že zvonem začloubáme. K postupnému uvolňování zvonu dochází zpravidla z důvodu seschnutí dřeva hlavy nebo podložky koruny. Nedostatečnou kontrolou a neprováděním údržby se stav zhoršuje.

Je-li zvon s korunou s uchy v hlavě uvolněn, ucha koruny se vymačkávají, a uvolnění se progresivně zvětšuje; může dojít až k vyvlečení skoby ve třmenech a následně k pádu zvonu.

Rovněž páka musí být řádně upevněna.



Nová Ves pod Pleší, okr. Příbram. Zvon z 18. století nebezpečně uvolněný v hlavě, srdce je značně podvěšeno (foto P. Vácha, 2005).



*Bystře u Poličky, okr. Svitavy, zvon z r. 1520. Dlouhodobým uvolněním zvonu v závěsu způsobené oymačkání uch koruny (foto P. Vácha, 2007).*



*Příčice nad Sázkou, okr. Benešov. Zvon z r. 1673. Přetočení závěsných pásů způsobené násilným dotahováním matic spečených korozí (foto P. Vácha, 2015).*

Nemazáním ložisek a jejich zanášením prachem, holubím trusem, někdy i napadanou maltou, se ložiska i čepy zvonové hlavy obroušují. Známé případy, kdy čepy byly obroušeny tak, že ztratily přes polovinu objemu a získaly na průřezu tvar sférického dvojúhelníku. Posouzení stavu čepů a ložisek je někdy obtížné a bez vyzvednutí či svěšení zvonu nereálné, jelikož při běžné prohlídce nejsme schopni zjistit jejich opotřebení.

Při zjišťování technického stavu zvonů se také provádí zkušební zvonění, při kterém se projeví problémy, které jinak odhalit nelze. Z toho vyplývá, že osoba, která stav posuzuje, musí umět na zvon zazvonit.

Je-li zvon viditelně v tak špatném stavu, že zkušební zvonění by mohlo být již nebezpečné, je nutné od něj upustit.



*Vlčkov u Čakova, okr. Benešov, zvon z r. 1801. Mimořádně opotřeбенý čep zvonové hlavy. Skutečný stav lze zjistit po svěšení zvonu (foto P. Vácha, 2012).*

## 12. Bezpečnost práce

Terénní dokumentace je práce někdy vysoce náročná. Nejenže předpokládá určité zkušenosti odborné, ale je náročná i po stránce fyzické a rovněž je třeba dbát na bezpečnost. Ne každý zvon je zavěšen tak, aby umožňoval pohodlnou práci, ale velmi často tomu bývá právě naopak. Zde je třeba varovat před snahami normovat výkon pracovníka památkové péče nereálnými počty zdokumentovaných zvonů a časovými odhady.

Terénní pracovníci památkové péče pravidelně absolvují školení bezpečnosti práce ve výškách a nad otevřenou hloubkou; dokumentace zvonů má ale řadu specifických rysů.

Již sám přístup ke zvonům nemusí být jednoduchý. Přístup po přímých dřevěných schodištích, neseme-li všechny potřebné pomůcky, vyžaduje ostražitost. Doporučuje se (zvláště při sestupu) přidržovat se zábradlí a jít bokem, máme tak pod kontrolou větší úsek a víme, kam šlapeme. Strmá dřevěná schodiště v úzkých věžích mohou končit až u zdi a při přestupu na podesty v patrech je nutné velmi pozorně sledovat, kam třeba šlápnout.

Vstup do sanktusových vížek je ještě náročnější. V některých případech je třeba nejdříve prolézt otvorem ve stropě na půdu. Do vížky se zpravidla leze po přibitých latích, můžeme se ale setkat s žebříkem tvořeným jedním trámem, jímž jsou prostrkány příčky trčící na obě strany. Někdy jsou příčky volné či dokonce chybí.

Část podlahy ve zvonovém patře může být prohnílá nebo prožraná červotočem. Je třeba vědět, kde pod prkny je trám a kde není a pohybovat se tam, kde nehrozí prolomení.

Cílem práce v terénu je samozřejmě získat maximum kvalitních informací. Zároveň je nutné dbát na vlastní bezpečnost, vyhnout se úrazu, nepoškodit potřebné vybavení pro dokumentaci. Je tedy nutné odhadnout reálné možnosti a nepřeceňovat své síly. Dokumentátor by měl pracovat v přítomnosti další osoby.

V případě automaticky nastaveného elektrického pohonu zvonů je třeba zjistit, kdy se zvoní a včas opustit prostor, kde by mohlo dojít k úrazu, nebo během práce na věži automatiku vypnout.

## 13. Zpracování informací

### 13.1 Texty

Při zpracování výstupů je třeba dodržovat jejich jednotnou strukturu. Řazení informací musí mít určitou logiku, řád. Byly-li informace v terénu diktovány a nahrávány, je třeba, aby byly zpracovány samotným autorem. V terénu je nutno se přizpůsobit možnostem přístupu, takže při přepisu je nutno informace logicky poskládat. Informace je nutno konfrontovat s další dokumentací, zejména fotografickou, aby byly opraveny chyby (přepsání se a přeréknutí se, záměna světových stran, problematická místa v nápisích atd.).

Zpracováváme-li komplexně určité stanoviště, zabýváme se umístěním zvonů či cimbálů, popisem zvonové stolice a jejím stavem, pak popisujeme jednotlivé zvony, jejich vybavení a stav, teprve na základě zpracování těchto údajů můžeme v případě potřeby navrhnout opatření a řešení. Jedná-li se o doplnění zvonového souboru, je třeba se zabývat i zvukovou stránkou.

### 13.2 Databáze

Databázové zpracování údajů (vytváření strukturovaných dat) umožňuje řazení záznamů, rychlé vyhledávání, filtrování a výběry podle zadaných kritérií; provázání dat s digitální a digitalizovanou dokumentací. Pro databázové zpracování vyhovuje lépe sevřenější katalogový popis.

Specifickým problémem je finální přepis nápisů. Zatímco ve volném textu lze velmi poměrně věrně zachytit podobu a formátování nápisů, v databázových počítačových programech toto formátování buď možné není nebo sice je (formátované memopole), ale při převodu dat z jednoho prostředí do jiného nebude zachováno! Tučné zvýraznění textu, zvětšení písmen apod. zmizí. Tak například se ztratí zvýraznění chronogramu v nápisu a je tak nutno na něj upozornit jinak. Problémy mohou činit některé znaky, které textový editor používá, ale databázový program je odmítne. Například zlomky tvořící ve Wordu jediný znak  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  nutno psát pro úspěšný převod třemi znaky: 1/4, 1/2, 3/4.

Existuje standard přepisu nápisů v soupisech epigrafických památek, kdy je specifická podoba komentována s použitím značek a indexů.<sup>73)</sup> Tento systém umožňuje jednotným způsobem zachytit formální podobu nápisů. Pro zjištění reálné podoby nápisu, jmenovitě za účelem určování autorství, je pak ale nutné provést vlastní přepis a rekonstrukci skutečné podoby.

### 13.3 Digitální mapa

Při zpracování digitální mapy v prostředí GIS se můžeme setkat s nepřesností některých katastrálních map, kdy dochází k posunu kresby. Určitý objekt tak reálně leží jinde, než katastrální mapa ukazuje. Digitální katastrální mapa (DKM) je spolehlivá, naopak skenovaná mapa a i katastrální mapa digitalizovaná (KM-D) může být někdy značně nepřesná. Listy analogových map na sebe navenazují, tvar pozemků a jejich částí neodpovídá skutečnosti. Dojde-li k výměně podkladové mapy, zjištujeme, že poloha objektů nesouhlasí.<sup>74)</sup>

Významnou pomoc při zpracování podkladů do digitální mapy představuje připojená ortofotomapa (letecká mapa). Je ale třeba upozornit na skutečnost, že zobrazení objektů se mění podle toho, v jakém úhlu jsou objekty zachyceny. Letecké snímkování je složeno z čtverců, jejichž střed je snímán kolmo a půdorys objektů odpovídá, na okrajích čtverců jsou objekty snímány v šikmém úhlu a zde je nutno pochopit, jak vypadá půdorys konkrétního objektu.

73) ROHÁČEK Jiří. Epigrafika v památkové péči. Praha 2007

74) Obecně lze říci, že odchylka 3 m je v rámci přijatelné tolerance.

### 13.4 Práce s literaturou a prameny – konfrontace s realitou

Při práci v terénu a zpracování výsledků zjišťujeme, že informace v literatuře a pramenech zdaleka nemají takovou kvalitu, jakou bychom očekávali. Tak například bývala a je pozornost věnována nápisům a jednotlivým reliéfům, ne však profilaci členící zvon horizontálně, zvláště pak ztvárnění čepce. Ačkoliv se na nápisy soustředil hlavní zájem, při konfrontaci s originálem zjišťujeme rozdíly zásadního charakteru: Bývá věnována pozornost obsahu, nikoliv však formě. Chyby zvonařské dílny v nápisech jsou opravovány. Nápisy v minuskuli jsou přepisovány velkými písmeny. V nápisech provedených kapitálou je naopak užito písmen malé abecedy. Tím se zcela ztrácí vypovídací hodnota nápisů. Důležitý je nejen obsah nápisu, ale také jeho forma, která odpovídá době vzniku a vyjadřuje osobitost tvůrce. Je-li rozpor mezi obsahem a formou nápisu, je třeba přistupovat k němu velmi kriticky.

Letopočty v minuskuli bývají přepsány majuskulí (zřejmě pro zvýraznění), ač nápis je proveden minuskulí celý. Přitom skutečně některé dílny způsobu provedení letopočtu písmeny majuskulními užívaly, což je významné pro autorské, resp. dílenské určení. Není ojedinělé, že při sestavování letopočtu římskými číslicemi na gotických zvonech bylo ztraceno písmeno „c“ (v nápisu skutečně chybí) a zvon je pak pokládán za o století starší. Minuskulní písmeno „l“ může být chybně čteno jako „i“; spojení lx je pak čteno jako ix, což činí rozdíl 51 let; xl čtené jako xi činí rozdíl 29 let. Setkáme se i s tím, že neobvyklá podoba některého písmene v dataci je považována za dělicí znaménko a není při čtení do letopočtu zahrnuta.



*Slaný, okr. Kladno, Velvarská brána, zvon z r. 1543. Letopočet byl do nedávna chybně čten jako 1514. Na čepci nad letopočtem zával (zavalenina), koruna je usazena nakřivo (foto P. Vácha, 2016).*

Někdy není rozpoznán začátek obíhajících pásových nápisů. Nápisy jsou uváděny v překladu bez citace originálního znění. Nápisy jsou označeny za nečitelné, aniž je učiněn pokus o přečtení. Nápis je přečten částečně a je doplněn podle analogií nebo podle fantazie.<sup>75)</sup>

**75)** Tak na zvonu z r. 1552 v Dymokurech (okr. Nymburk) uvádí sborník Poděbradsko – Obraz minulosti i přítomnosti. III.1. Místopis okresu Králové Městceckého.1909, s. 115, toto znění nápisu: „Tento zvon udělán jest ke cti a chvále Boží a k spasení vašemu. Já hlas volajícího na poušti: Spravte cestu Páně. Není žádného jiného jména kromě jména Pán Ježíš. Tento zvon udělal Tomáš z Hory 1556.“ Nápis, který je proveden gotickou minuskulí a renesanční kapitálou, však zní v originále následovně: (1. řádek) I55Z (Z převráceno) /růžice/ tento /lilie/ zwon /růžice/ opytan /lilie/ gest /růžice/ abi /lilie/ gsy /lilie/ nasowo /růžice/ dozy /růžice/ schazely /růžice/ ya /lilie/ hlas /lilie/ wolagyczyho /růžice/ napavssty; (2. řádek) /lilie/ sprawte /lilie/ czestv /lilie/ panv /lilie/ NENY ZIADNEHO GVNEHO GMENA KROMVE GMEŇO PAN GEZVS TOMAS TENTO ZWON DVELAL VHoRY (. abi gsy nasowo dozy. =. aby se na slovo boží.).

I v případech, kdy je publikován překreslený nápis, o jehož věrohodnosti by nás nenapadlo pochybovat, můžeme při srovnání s originálem zjistit různé odchylky, drobné i zásadního charakteru.

V nápisu na zvonu z Nezabudic (okr. Rakovník), publikovaném v Soupisu památek historických a uměleckých XXXIX, 1913, s. 77, který působí

Rozměry zvonů v některých případech neodpovídají. Někdy se jedná pouze o překlep, či prohození údajů dvou zvonů. Jindy naprosto nechápeme, odkud se uváděné hodnoty vzaly. Ve střehu je například třeba být, když je výška zvonu uvedena výrazně větší než průměr (u zvonu z 12.–13. století to možné je, ne ale u zvonů mladšího data).

Zvony dávno rekvírované se uvádějí jako existující. U zvonů po rekvizicích vrácených není uvedeno, že existují. Uvádění neexistujících, respektive zaniklých zvonů bývá běžné v různých publikacích, které bez ověření přejímají starší údaje. Rovněž přemístění zvonů na jiné stanoviště není zmiňováno.<sup>76)</sup>

Zvony přelité bývají datovány ne skutečnou dobou odlití, ale figuruje zde datace jejich zaniklého předchůdce. U přelévání zvonů se v literatuře nezřídka hovoří o prakticky jednom zvonu, s informací že byl, někdy i vícekrát, přelit. Fakticky se jedná o různé zvony a je třeba údaje o nich jasně rozlišit. Zvon mohl být přelit tak, že vzniklo zcela nové dílo, které ničím nepřipomínalo svého předchůdce, jindy se na zvonu uvedlo pouze, že byl přelit, někdy je uchováno znění původního nápisu (většinou jen po stránce obsahu, vzácně i formy), bývají přeneseny i některé reliéfy. Můžeme se však setkat i se snahami uchovat celkovou podobu přelitých zvonů.

Udávaná hmotnost je někdy nereálná. Časté je nepochopení historického údaje. Tak např. staré centy dělené na libry jsou interpretovány jako metrické centy, což vede ve výsledku k značným rozdílům. Někdy údaj o hmotnost zahrnuje i hmotnost vybavení (hlavy, srdce a u nových zvonů i ložisek.) Ani údaje o zvukové stránce nejsou vždy spolehlivé.

Poznatky z terénu mají větší důležitost než informace z pramenů a literatury. U zvonů neexistujících jsme však odkázáni právě na tyto informace. Jak s nimi nakládat?

Existuje-li původní stanoviště, je možné zkontrolovat nebo alespoň přibližně stanovit velikost jednotlivých zvonů a jejich původní umístění. Dochovalo-li se původní zvonové vybavení, lze údaje o zaniklých zvonech zpřesnit.

Starší badatelé měli do poloviny 20. století k dispozici i celé farní archivy v místě, dnes je to vzácné; setkáme se s tím u nekatolíků. Z katolických far byly původní archivy převezeny do státních archivů, byly ponechávány rozepsané kroniky, někde byly odvezeny i ty. Zatímco do poloviny 20. století byly farní kroniky pravidelně psány, v pozdějších desetiletích do mnohých nebylo zapisováno vůbec. Dalším významným zdrojem informací jsou obecní kroniky. V současné době je již také umožněna dostupnost mnohých kronik, které byly digitalizovány.

Významným pramenem pro poznání zvonového inventáře jsou seznamy pořízené v souvislosti s rekvizicemi. Kvalita informací je opět velmi různá. Některé údaje jsou bez kontroly opsány ze starších zdrojů, mnohé jsou zkomoleny – to se týká také jmen zvonů.

Z uvedeného vyplývá, že je třeba kriticky posuzovat informace uváděné v pramenech, literatuře a firemních materiálech a vyhýbat se nekritickému přejímání údajů.

---

jako věrný přepis, nalézáme v 11 řádcích celkem 47 odchylek (!): většinou se to týká znamének v textu nebo nad písmeny, v sedmi případech mají písmena jinou podobu, ve dvou slovech chybí jedno písmeno, místo Leta je uvedeno L., a zcela překvapivě je název jedné ze jmenovaných lokalit uveden celý na posledním řádku, ač začíná již na řádku předešlém.

**76)** Tato skutečnost není zaznamenána někdy ani ve farních nebo obecních kronikách.

## 14. Evidence kulturních památek a předmětů kulturní hodnoty<sup>77)</sup>

V evidenci Národního památkového ústavu se v některých regionech (jmenovitě ve východních Čechách) můžeme setkat s tím, že ve státních seznamech byly evidovány jako kulturní památky již dávno neexistující zvony, což bylo způsobeno převzetím údajů z literatury bez ověření skutečného stavu.

Na starších evidenčních listech movitých kulturních památek se můžeme setkat s prohozením údajů a zejména fotografií u dvojice zvonů v téže lokalitě, použití fotografií téhož zvonu na evidenčních listech dvou různých zvonů, dokonce i s použitím fotografie zvonu z jiného stanoviště.

Můžeme se setkat i s tím, že zvon je chybně datován letopočtem, který je uveden na zvonové hlavě.

Shledáváme, že při obnově identifikace movitých památek,<sup>78)</sup> nebyly tyto chyby odhaleny a opraveny.

---

**77)** Zatímco podle zákona č. 20/1958 Sb. byly za kulturní památky považovány věci vykazující znaky památky, a to i tehdy nebyly-li zapsány ve státních seznamech, podle zákona č. 22/1987 Sb. musí být věc za kulturní památku prohlášena Ministerstvem kultury ČR. Památky již zapsané ve státních seznamech kulturních památek, jsou automaticky považovány za památky chráněné podle zákona č. 22/1987 Sb. Názor, který považuje některé movitosti, v našem případě zvony, za součást nemovitosti a tudíž se stavbou automaticky chráněné, někteří zastávají, jiní odmítají. Předměty kulturní hodnoty mohou vykazovat památkovou hodnotu, z hlediska zákona ale nejsou za kulturní památky považovány.

**78)** Obnova identifikace (neboli reidentifikace) movitých památek byla zahájena v r. 2005.

## 15. Přílohy

### 15.1 Textové zpracování výsledků terénní dokumentace (z psané, diktované a fotografické dokumentace) pro další využití. (Po doplnění návrhů na opatření či posouzení záměru oprav respektive restaurování lze využít pro zpracování odborného vyjádření.)

[1]

**Březina u Mnichova Hradiště**  
**kostel sv. Vavřince**  
**26.7.2011**

Zvony ve věži. Zvonové patro obedněné, s trémovou konstrukcí, která je do výše prsou zpevněna ondřejskými kříži. Na tři strany prosklená okna. Na východní straně mezi ondřejskými kříži vyzdění – konstrukce hrázděná.

Zvonová stolice pro tři zvony s kyvem kolmo k ose kostela (tj. sever – jih), založená pod zvonovým patrem. Mohutné dubové trámy, bez překladového trámu. Dvojí vzpěry ve vazbách, jednoduché boční vzpěry. Šíře polí od Z: 122 cm >> rozšíření na 131 cm – 144 cm – 102 až 103 cm (trám zkroucen). Ložiska kluzná ve stojnách – lité pánvice, všechna zachována. Zvony spouštěny do ložisek drážkami.

**Zvon I** byl rekvírován.

Zachována hlava – jen spodek, 142 cm × zachovaná část 35 cm × 20 cm. Zvon byl upevněn třmeny tvaru „U“ a třmeny se skobami.

Páka dřevěná s kladkou, shora nad břevnem.

**Zvon II z r. 1607** od Jakuba Mělnického v Mladé Boleslavi.

Zvonovina, průměr 100,7 × 101,4 cm, hloubka 76,2 cm, tloušťka věnce 8,6–8,9 cm.

Koruna se 6 uchy, čtyřbokými, boční s patkami. Na čelních uchách zpředu hlavička, rostlinná výzdoba. Na bočních uchách rostlinný ornament sevřený linkami. Od středního sloupku krátké výběhy. Základ koruny mírně konkávní, vsazený do širší základny, 1,5–2 cm od kraje, s patrným švem. Základna po obvodu kolmá s fabionkem.

Na horním okraji oblounek na prožlabené liště. Vlys rámovaný úzkými lištami, s draperií provlékanou kroužky, ptáci, v dolní části ovoce. Oblounek na prožlabené liště.

Na jižní straně erb v oválném vavřínovém věnci převazovaném stuhou. Vykrajovaný štít kosmo dělený (dolní pole naznačeno tečkami jako zlaté), turnajský helm s korunou a složenými křídly, která vyčnívají z věnce, akantové fafrnochy. Po stranách erbu sv. Vojtěch a sv. Zikmund, mezi nimi a věncem šalvějové listy (2 vztyčené, 1 dolů). Nad erbem nápis:

VROZENA,PANI,PANI,ANNA.KATE

RZINA.WARTVMBERGSKA.ZSMIRZICZ

A.SWIGANECH. NA,ROWNI, /položený list šalvěje/

Na straně protější ozdobný rámeček s laloky, v rozích hlavičky, uvnitř nápis v předrytých linkách:

ABY,ZWVKEM,ZWONV.TOHOTO.WIERNIM  
KRZESTIANVM.SCHVZE.GICH.SPOLECNNE  
KSLOWV.BOV MV.AKSCHWALENI.GMENA  
GEHO.SWATEHO.WZNAMEST.SE. WOZOWALI  
TEZ,PROPOTRZEBV AKVPOCZTIWOSTY.OBCI  
BRZEZINSEK NAKLADEM.GEGICH.SLYTT  
GEST.ZA.KNYEZE.ADAMA.BYLSKIHO.TOHO  
CZIASV.SPRAWCZE.WELIKEHO.LAVKOWA.OD  
YAKVB AMELNICZSKEHO,WMIESTIE.MLADEHO  
BOLESLAWA.NAD.GYZERAV, LETA, 1607

(E v AKSCHWALENI sklouzále mezi řádky, G ve slově GEST výše). Při pravém kraji 4 listy šalvěje.

Věnc oddělen profilací: nahoru zvedlá linka, s lištičkou shora, oblounek na prožlabené liště – nahoru zvedlá linka, s lištičkou zespoda (de facto seříznutí oblounku na liště).

Na věnci 2x medaile Jakuba z Granova (na Z a V) a 2 medailony s ženskou hlavou (na S a J – J medailon otlučen kladivem hodin).

Na dolním okraji ornament (hrubé rozviliny, ptáci) sevřený linkami.

Na věnci zevnitř zlom.

Zvenci dobře litý, pouze na jihu na dolním okraji pod ornamentem promáčknutí. Uvnitř litécké kazy – zálupy, osekávané dlátem, a závaly.

Vytlučen na 8–7,9 cm. Hlava dubová, 130 cm × 69 cm × 16,2 cm dole / 13 ¼ cm nahoře. Nástavec šikmo odsazen, probrán oblouky a rozšířen oboustranně odsazenými oblouky. Zvon upevněn třmeny tvaru „U“ a třmeny se skobami. Dvojí přepásání obloukové. Spony s konci dolů ohnutými a zaoblenými do žlábků. Páka dřevěná, původně s kladkou. Srdce s okem pro zavěšení na řemenu, 86 cm / výpusťka 8 cm, s kuželovou pěstí, upravenou na plochou, výpusťka (ocas) osmiboká. Na pěsti na jedné straně datace .1854., na druhé straně monogram .W.?

**Zvon III** byl rekvírován.

Srdce rekvírovaného zvonu s okem pro zavěšení na řemenu, 77 cm / 8,5 cm. Pěst hruškovitá, výpusťka (ocas) čtyřboká.

V sanktusové vížce zavěšen zvon s kyvem kolmo k ose kostela:

**Zvon z r. 1511** od Jiřího.

Zvonovina, průměr 35,5 cm, tloušťka věnce 24 mm.

Koruna s uchy. Na uchách esovitý rostlinný ornament sevřený provazci. Základ trychtýřovitý. Na horním okraji nápisová páska v minuskuli sevřená linkami (začíná na V): /lilie/ leta /lilie/ tisyc /lilie/ piet /lilie/ set /lilie/ gedenacteho /lilie/ girzi (c ve slově „tisyc“ a d ve slově „gedenacteho“ vzhůru nohama). Na J reliéf světce (neidentifikován pro nepřístupnost). Věnc oddělen obloučkem. Nad dolním okrajem linka.

Na středním sloupku koruny kazy lití: bubliny, nedolito z boku (na Z).

Na S při horním okraji tzv. zelená známka z rekvizice. Hlava dubová. Nástavec se zvedá fabiony s okosenými hranami. Zvon upevněn pouze za čelní ucha 2 třmeny ve tvaru „U“, původně ještě 2 dalšími třmeny. Třmeny přibíjené.

Zvon v hlavě uvolněn. Páka chybí, S třmen páky přetržený, J ohnutý. Srdce chybí.

Zpracoval: Petr Vácha

*Poznámka:*

*Zvon z r. 1511 byl mimořádně obtížně přístupný. Do sanktusové vížky se dalo lézt pouze po trámech krovu, otvorem ke zvonu se nedalo prolézt. Zvon bylo možno dokumentovat jen částečně, celý nápis se podařilo přečíst ze snímků pořízených fotoaparátem se zoomem.*

[2]

**Keblov****kostel Nanebevzetí P. Marie****prohlídka zvonů dne 16. 10. 2015**

Ve věži stolice pro 3 zvony vedle sebe, s kyvem kolmo k ose kostela. Stolice borová vzpěradlové konstrukce: velikost polí – mezi trámy s ložisky / mezi stojnami:

Západní pole: 122 cm / 135,5 cm.

Střední pole: 97 cm / 110 cm.

Východní pole: 78 cm, u čepů 80 cm / 93 cm.

**Zvon z r. 1551.** Ulil Jiřík Klabal v Kutné Hoře.

Přenesen ze zatopených Dolních Kralovic.

Zvonovina, průměr 127,5 (až 127,7) cm, hloubka cca 90 cm, tloušťka věnce 10,7 cm; hmotnost odhadována na 1450 až 1500 kg.

Koruna se 6 uchy. Ucha zdobena trojpramenným pletencem, vně linka a provazec. U 3 uch (východní a jižní došlo k poškození formy – horní část uch vystupuje dopředu. Základ nízký, trychtýřovitý, mezi uchy 6 žebérek až k okraji základu. Posazen na základně se zaoblením.

Na horním okraji dvouřádkový nápis; horní řádek v minuskuli (20 mm), sevřený dvojicemi vytáčených linek, spodní řádek provedený humanistickou kapitálou (18 a 16 mm), vespod lemovaný šňůrou, svázanou na čelní (východní) straně, volné konce s kličkami: (1) I 5 5 I /lilie/ slyss /lilie/ yzdraely /lilie/ ga gsem /lilie/ pan /lilie/ bvoh /lilie/ twvg /lilie/ ktereyp /lilie/ sem tye /lilie/ wywedl /lilie/ zemye /lilie/ egipske /lilie/ z domv /lilie/ slvzebnosty /lilie/ nebvdess /lilie/ mity /lilie/ bohvw /lilie/ gyneich neme; (2) /křížek/ **NENY ZADNEHO GYNEHO GMENA PODEWSSYM NEBEM SKRZENIEZBY KDO MOHL SKPASENY PRZIGYTY KROMIE GMENO PAN GEZYSS GYZRIK ZWONARZ OD HORY KVTNY AMEN FYVIS [= FYNIS]** (všechna **N** zrcadlově – retrográdní, **D** otevřené – jako zrcadlové **G**, **Z** ve tvaru trojky).

Na východě sv. Jan (16 cm) s kalichem v levici, pravice ho žehná. Vpravo tolar (42 mm), vlevo půltolar (cca 35 mm), nad světcem peníz (15 mm)

Na západě reliéfy 2 světců (14,5 cm): (1) sv. Petr s vztyčeným klíčem v pravici a knihou v levici, (2) sv. Pavel s dlouhými vousy, pravici se opírá o dlouhý meč, levice zahalená pláštěm drží otevřenou knihu.

Mezi světci nápis drobným písmem (7 mm):

YA HLAS WOLAGYCI  
HO NPAVSSTY SP  
RAWTE CZESTV P  
§ ANIE §  
§ § § §  
§ §  
§

(tučně zvýrazněná písmena zrcadlově převrácená, § nahrazuje esíčka).

Nad nápisem půltolar (cca 35 mm) a pod nápisem tolar (42 mm).

Věnc oddělen 2 linkami. Na dolním okraji hladká obruba, její spodek asi 1 cm nad hranou kolem ústí.

Litecké kazy v základu koruny – dolíky. Uvnitř velké zálupe v čepci. Pod čepcem na SZ zával a zálupec vedle sebe.

Uvnitř zvonu mnoho nápisů křídou.

Zvon otočen o 90°. Věnc vytlučten v I. poloze na 10 cm, v II. poloze na 10,3 cm na severu, na 10,5 cm na jihu (nestejná tloušťka věnce).

Hlava ocelová s níže položenými čepy. Pohon elektromotorem, hnací kolo na západě. Srdce jednoosé, 127,5 cm / výpustka 40 cm. Pěst kosočtvercová našíř. Zavěšeno na šarnýru. Špatně vypnutý řetěz.

Zachovány hlavy rekvírovaných zvonů z r. 1900 od Arnošta Diepolda.

Zvony měly korunu s 6 uchy do hvězdice.

I

Hlava dubová, 118 cm x 62 cm x 16 cm.

II

Hlava dubová, 91 cm x 55 cm x 15 cm.

III

Hlava dubová, 80 cm x 45,5 cm x 10 3/4 cm.

Ve věži odložena též meziválečná hlava ocelová přímá o šíři 117 cm.

V jižním okně zavěšeny **dva hodinové cimbály**.

Cimbál mísovitý.

Ocel, průměr 58,5 cm, tloušťka na dolním okraji 2 cm.

Základna s fabionem. Nad dolní hladkou obrubou linka – mezera – linka.

Cimbál mísovitý.

Ocel, průměr 44 3/4 cm, tloušťka na dolním okraji 2,5 cm.

Základna s fabionkem. Nad dolní hladkou obrubou linka – mezera – linka.

V krovu věže zavěšen u vikýře na jižní straně umíráček. Konstrukce pro zvon borová, prostor pro zvon 38 cm.

**Zvon z r. 1900 – umíráček.** Ulil Arnošt Diepold v Praze.

Zvonovina, průměr 36 cm, hloubka 27,5 cm, tloušťka věnce 2,3 cm; hmotnost asi 25 kg.

Koruna s 4 uchy zalamovanými. Základ s fabionem na stupínku. Na horním okraji hrana, pod ní pás se srdcovitým ornamentem, shora obloun, vespod linka.

Na severní straně reliéf světlé s palmou v pravici, levicí drží meč špičkou dolů, u levé nohy kolo. Níže nápis: SV. KATEŘINO ORODUJ ZA NÁS. Na protější straně v téže úrovni nápis: ULIL ARNOŠT DIEPOLD V PRAZE 1900. Věnc oddělen 2 oblouny. Na věnci zlom.

Hlava dubová, 36 cm x 20,5 cm x 8 cm dole / 7,5 cm nahoře. Nástavec probrán oblouky a rozšířen oboustranně odsazenými oblouky. Zvon upevněn 2 třmeny se skobami. Spony s konci dolů ohnutými ve tvaru protáhlých srdcovitých listů. Přepásání.

Železná páka, snížená na držácích, s protizávažím. Ložiska kluzná.

Srdce s okem pro zavěšení řemenu, 29,5 cm / výpustka 7 cm.

Zvon znečištěn od netopýřů. Třeba dotáhnout matice třmenů.

## 15.2 Různé způsoby přepisu nápisů

### I.

**Kaňk, kostel sv. Vavřince, zvon z r. 1506 od Ondřeje Žáčka v Hradci Králové**

[1]

(ROHÁČEK, Jiří. Nápis města Kutné Hory. Kutná Hora, Kaňk, Malín a Sedlec včetně bývalého cisterciáckého kláštera. Fontes historiae artium III. Praha : Artefactum, nakladatelství Ústavu dějin umění AV ČR, 1996. s. 94)

pr. 139 cm, v. 112 cm, p. 3,5 cm – gotická minuskula

**hoc. opus. co(n)flatu(m). est. per. a<sup>a</sup>ndrea<sup>a</sup>(m). zaczek. nominatum. sub. vrbe. hradecensis<sup>1</sup>. <sup>b</sup> pro. gloria. <sup>c</sup>et laude<sup>c</sup>. o(mn)ipote(n)tis. dei. genit(ri)cis. q(vam). v(ir)ginis. marie. / coap<sup>d</sup>catis. loci. p(ro)nomi(n)ati. eius. q(vam). i(n)colaru(m). Anno. chr(ist)i. I<sup>o</sup>. 5<sup>o</sup>. 6. civitatis. pro. ecc(lesi)a. S(ancti). laurency i(n) kank. prope. civitate(m). monc<sup>d</sup>ib(us). cutnarv(m). impensis.**

Oddělovací znaménka ve tvaru dvojité lilie, i není označováno tečkou.

- Vyšší.
- Trojnásobná dvojité lilie.
- Skriptura continua
- Chybně místo litery t.

1. Hradec Králové.

[2]

(Dokumentace Petr Vácha, 2.4.2016)

Průměr 138,7–138,3 cm, hloubka 106–107 cm, tloušťka věnce 11–11,3 cm.

Koruna s 6 uchy. Ucha zdobena 3 provazci (2 + 1) mezi 4 linkami. Základ mírně klenutý, vsazený do základny, po obvodu strmé šikmé. Na horním okraji nápis v minuskuli, sevřený a dělený dvojicemi linek (začátek na severu):

(1. řádek) /3 lilie do pyramidy/ pro /lilie/ gloria~ /lilie/ etlaude /lilie/ o~ipote~tis /lilie/ dei /lilie/ genit~cis /lilie/ qz /lilie/ v'ginis /lilie/ marie /lilie/ hoc /lilie/ opus /lilie/ co~flatu~ /lilie/ est /lilie/ per /lilie/ andrea~ /lilie/ zaczek /lilie/ nominatum /lilie/ sub /lilie/ vrbe /lilie/ hradecensis; (2. řádek) civitatis /lilie/ pro /lilie/ ecc~a /lilie/ s /lilie/ laurencij /lilie/ i~=kank /lilie/ prope /lilie/ civitate~ /lilie/ monciv~ /lilie/ cutnarv~ /lilie/ impensis /lilie/ coaptatis /lilie/ loci /lilie/ p~nom~iati /lilie/ eivs /lilie/ qz /lilie/ i~colaru~ /lilie/ Anno /lilie/ xri~ /lilie/ J<sup>o</sup> /lilie/ 5<sup>o</sup> /lilie/ 6 /lilie/ (s = dlouhé s, přes letopočet litecké kazy, 5 v letopočtu převrácená).

Věnc oddělen 2 linkami. Na dolním okraji hladká obruba.

Tři lilie označují začátek; qz = que.

Překlad: Pro slávu a chválu všemohoucího Boha, rodičky a Panny Marie toto dílo slito jest skrze Ondřeje, Žáčka jmenovaného, na předměstí města Hradce (Králové), pro kostel sv. Vavřince v Kaňku poblíž města Kutné Hory nákladem společným místa jmenovaného a jeho obyvatel léta Páně 1506.

**II.****Slaný, kostel sv. Gotharda,  
zvon z r. 1508 od mistra Bartoloměje v Praze na Novém Městě**

[1]

Nápis s různými dělicími znaménky (dokumentace Petr Vácha, 1. 4. 1997)

Nápis minuskulí sevřený a dělený dvojicemi linek: (1. řádek) /lilie/ Anno /lilie/ domini /zvon/ millecimo /konvice/ Qvincentezimo /lilie/ octavo /konvice/ en /konvice/ ego /lilie/ Campana /zvon/ nvnqvam /lilie/ pronvnccio /lilie/ vana /lilie/ ignem /zvon/ vel /zvon/ fectvm /lilie/ bellvm /lilie/; (2. řádek) /lilie/ avt /lilie/ fvnvs /konvice/ honectvm /zvon/ qvi /lilie/ me /zvon/ fecit /lilie/ magicter /konvice/ bartholomevs /lilie/ nomen /zvon/ habet /zvon/ in /lilie/ nova /lilie/ civitate /konvice/ pragenci /lilie/ ex /konvice/ lavs /konvice/ deo /lilie/ patri /lilie/.

[2]

Přepis téhož nápisu s dělicími znaménky nahrazenými čísly:

(1) Anno (1) domini (2) millecimo (3) Qvincentezimo (1) octavo (3) en (3) ego (1) Campana (2) nvnqvam (1) pronvnccio (1) vana (1) ignem (2) vel (2) fectvm (1) bellvm (1) / (1) avt (1) fvnvs (3) honectvm (2) qvi (1) me (2) fecit (1) magicter (3) bartholomevs (1) nomen (2) habet (2) in (1) nova (1) civitate (3) pragenci (1) ex (3) lavs (3) deo (1) patri (1).

(1) lilie, (2) zvon, (3) konvice

**III.****Stará Boleslav, kostel Panny Marie.  
zvon I z r. 1725 od Zachariáše Dietricha v Praze na Novém Městě  
(dokumentace Petr Vácha, 4.2.2016)**

Nápis na horním okraji (písmena 25 mm):

A FVLVRE ET TEMPESTATE LIBERA NOS DOMINE IESV CHRISTE

Nápis na boku (písmena 25 mm a 20 mm):

CAMPANAE HVIC IN HONOREM DEI OMNIPOTENTIS.  
ET AuGMENTuM CuLTu^S B.V.MARIAE VETERO BOLESLAV  
EXPENSIS BENEFACTOR: ANNO DOMINI MDCCXXV. FuSAE  
NOTABILIS PARTICuLA CAMAPANA A^ SANCTO THEODuLO BENEDICTAE  
IMPOSITA EST

(nad I tečky, AE spojené, u ve slově „FuSAE“ hranaté – vypadá jako LI)

Nápis s chronogramem nad dolní hladkou obrubou (písmena 20 mm, 12 mm a 25 mm):

EA ADIVVANTE OPVS ZACHARIAS DIETRICH  
FVDIT PRAGAE

(nad I tečky)

**Ztráta formátování při přenosu do jiného softwarového prostředí:**

A FVLVRE ET TEMPESTATE LIBERA NOS DOMINE IESV CHRISTE

CAMPANAE HVIC IN HONOREM DEI OMNIPOTENTIS.  
ET AUGMENTUM CULTUS B.V. MARIAE VETERO BOLESLAV  
EXPENSIS BENEFACITOR: ANNO DOMINI MDCCXXV. FUSAE  
NOTABILIS PARTICULA CAMPANAE A SANCTO THEODOLO BENEDICTAE  
IMPOSITA EST

EA ADIVVANTE OPVS ZACHARIAS DIETRICH  
FVDIT PRAGAE

## 16. Slovník vybraných pojmů

- akant** – Ornament ze stylizovaných členitých listů rostliny z rodu *Acanthus* (paznehtník).
- armatura** (latinsky „výzbroj“) – Označení pro vybavení zvonu umožňující jeho užívání; též kování.
- bandalír** – Ve vojenské terminologii řemen se zavěšeným střelivem nebo svinutá celta připevněná po obvodu torny – ne zcela vhodně použitý výraz označující řemen pro zavěšení srdce.
- bílý bronz** – Náhražkový materiál, slitina zinku a antimonu (ZnSb) šedé barvy.
- cent, centnýř** – Hmotnostní jednotka. Vídeňský cent měl 100 liber a odpovídal 56 kg, staročeský centnýř měl 120 liber a odpovídal 61,6 kg. Nutno odlišovat od **metrického centu** rovnajícího se 100 kg.
- carillon** – Zvonohra.
- carillonér** – Hráč na zvonohru.
- cimbál, cymbál** (starší způsob psaní) – Bicí nástroj sloužící k odbíjení hodin. Hodinové cimbály mají tvar nízkého zvonu nebo mísy a jsou rozeznívány kladivem ovládaným hodinovým strojem.
- čep** – Na koncích zvonové hlavy vyčnívající válcové části kování (armatury), které jsou vloženy do ložisek.  
– Koruna zvonu v podobě sloupku.  
– Železný svorník prostrčený otvorem v ose hodinového cimbálu, kterým je upevněn.
- čepec** – Horní část zvonu, tvořící „strop“ vnitřního prostoru.
- dělicí znaménka** – Znaménka nebo drobné reliéfy členící nápisy.
- dělovina** – Slitina mědi a cínu, bronz obsahující cca 8 až 10 procent cínu.
- erb** – Dědičný znak.
- fabion** – Oblý konkávní přechod mezi plochami.
- falešný zvon** – Hliněný model zvonu vytvořený při výrobě formy, na který je aplikována vosková výzdoba. Odpovídá dutině, kterou vyplní roztavený kov.
- fafrnochy** – Přikryvadla, spadající z helmu a lemující štít.
- fraktura** – Lomené novogotické písmo. Na zvonech se vyskytuje v 2. polovině 16. a 1. polovině 17. století, u zvonů německých výrobců též v 19. a 20. století.
- gryf** – Mytologické zvíře se lvím trupem a orlí hlavou, křídly a pařáty, bývá štítonošem.
- hlas zvonu** – viz zvuk zvonu. Ve zvuku zvonu je obsaženo větší množství tónů, dávajících mu charakteristické zabarvení, proto se hovoří o hlasu.
- hlava, hlavice** – Součást vybavení zvonu umožňující jeho kyv. Též **hřidel, jařmo**.
- hranice** – Dřevěná zvonová stolice.
- hrany, též hrana** (jednotné číslo ženského rodu i podstatné jméno pomnožné) – Zvonění za zemřelého velkým(i) zvonem (zvony) před pohřbem.
- chronogram** – Datace v rámci nápisu daná součtem zvýrazněných písmen s číselnou hodnotou. Může být zdvojený i ztrojený.
- kampanologie** – Obor zabývající se zvony (z latinského „campana“ – zvon) včetně širších souvislostí.
- kapitála** – Písmo vzniklé z latinské abecedy (velká abeceda). (**Raně humanistická kapitála** – písmo velké abecedy z počátečního období renesance s některými specifickými tvary písmen.
- kartuše** – Ozdobné, členité orámování.
- kladivo** – Odbíjí na zvon či hodinový cimbál, který zůstává v klidu. Osa pohybu ramene kladiva může být dole (dopadá ze strany) nebo nahoře (dopadá shora).
- klekání** – Pravidelné denní zvonění ráno, v poledne a večer. Jeho délka má odpovídat trvání modlitby Anděl Páně (Ave).
- konkávní** – Tvar prohloubený, vydutý, opakem je **konvexní** – vypouklý.
- korpus zvonu** – Tělo zvonu, nositel zvuku.

- koruna** – Horní část zvonu, za kterou je zvon upevněn. Koruna s uchy připomíná panovnickou korunu. Můžeme se setkat s nesprávným použitím, kdy takto bývá označována hlava nebo horní část zvonového korpusu (nápis „na koruně“).
- krk** – Část zvonového korpusu pod horním okrajem korpusu, kde je stěna nejstrmější a její tloušťka nejslabší.
- kryptogram** – Text skrytý v nápisu, sestavený ze zvýrazněných písmen.
- ladění zvonu** – Tónová výška zvonu, určená hlavním tónem. Při sestavování souboru zvonů se vychází z linie hlavních tónů.
- libra** – Váhová jednotka většinou o hmotnosti kolem 0,5 kg (liší se podle míst).
- linka** – Úzký liniový útvar provedený plasticky jako výzdobný prvek, případně do hloubky. Může sloužit jako pomocný prvek při kompozici výzdoby (nápisu). Linky mohou být vytáčeny výřezem v šabloně při formování falešného zvonu.
- lišta** – Plastický liniový útvar v podobě hladké ploché, případně profilované pásky.
- lomená hřidel** – Hlava (hlavice) zvonu se zalomením, kdy čepy jsou umístěny níže než koruna zvonu.
- ložiska** – u výkyvného zvonu uložení čepů umožňující jejich otáčivý pohyb. U většiny ložisek se čepy otáčejí na místě, u ložisek převalovacích se čepy (a tím celá zvonová soustava) pohybují ve směru kyvu.
- lucerna** – Část věže, většinou nástřešní, s otvory (okny) po obvodu. V ní mohou být umístěny zvony či hodinové cimbály.
- majuskule** – Písmo velké abecedy. **Gotická majuskule** užívána v období gotiky, na zvonech užívána do 15. století.
- maskaron** – Ozdobný motiv v podobě lidské či zvířecí tváře, často kombinovaný s rostlinnými prvky.
- medaile** – Upomínkový kovový předmět odvozený z mince, neslouží jako platidlo. Na zvonech užíváno medailí zejména v době renesance.
- medailon** – Kruhový nebo oválný reliéf různé velikosti, volnějšího ztvárnění.
- minuskule** – Písmo malé abecedy. **Gotická minuskule** užívána hlavně v období pozdní gotiky, přetrvává i v renesanci.
- mitra** – Obřadní pokrývka hlavy s dvěma hroty nošená biskupy a opaty.
- obloun** – Plastický liniový útvar oblého průřezu.
- ocel** – Tvrzené železo. V obchodní terminologii jsou jako ocel označeny všechny železné materiály, které se dělí na ocel měkkou, tvrdou a speciální.
- ornament** – Ozdoba, ozdobný pás.
- ostrve** – Heraldické znamení – osekané kmeny s ponechanými kousky větví používané jako primitivní žebříky.
- otočení zvonu** – Opatření, které se provádí při velkém vytlučení úhozového věnce, kdy je zvon ohrožen puknutím. Aby k tomu nedošlo, je nutné zvon pootočit, aby srdce bilo do nevytlučeného místa.
- otřep** – Ostré hrany vznikající mechanicky. Otřep může vznikat v místech úderu srdce jak na srdci, tak i na zvonu. Setkáme se i s tím, že takto je nazván neopracovaný šev.
- páka** – Zvonící tyč pro ruční zvonění, kolmo k hřideli výkyvného zvonu s provazem upevněným na konci, uvádí zvon do kyvu příčně působící silou souhlasnou s kyvem zvonu. Zvonící užívají též výraz **ráhno**. Nesprávně bývá užíván výraz *táhlo*, to převádí sílu ve směru pohybu.
- perlovec** – Pás kuliček (perel). Perlovec může být složen z perel kulatých a podlouhlých, sekané perly jsou zploštělé na šířku.
- pěst** – Rozšířená část srdce, která bije do úhozového věnce zvonu.
- plaketa** – Reliéf na geometricky vymezené ploše.
- plášť** – Vnější povrch zvonu.  
– Vnější díl zvonové licí formy.
- pletenec** – Výzdobný motiv připomínající cop, užíván zejména v 15.–16. století na uchách koruny.
- poledník** – Zvon určený pro zvonění poledne.
- profilace** – Tvarování obrysu, plastické členění povrchu.
- provaz** – Pomocí provazu (lana) rozhoupává zvoník zvon při ručním zvonění. Provaz může být nahrazen řetízkem, ocelovým lankem, pruhem kůže – opratí.
- průchodka** – Vložení otvoru, kterým prochází skrz strop provaz od zvonu, snižuje jeho opotřebení.
- průměr zvonu** – Horizontální rozměr zvonu. Dolní průměr na spodním okraji zvonu je základním rozměrem zvonu. Průměr a síla profilu stěny zvonu (typ žebra) ovlivňuje hlavní tón zvonu – čím je průměr větší, tím je základní tón hlubší, čím je stěna tlustší, tím je tón vyšší. Horní průměr zvonu se měří pod horním okrajem korpusu – na krku zvonu. Z rozdílu

- vnějšího a vnitřního horního průměru lze zjistit nejmenší tloušťku stěny zvonu. Průměr lze též vypočítat z obvodu.
- přelití** – Nové odlití poškozeného zvonu s použitím původního materiálu.
- příslušenství** – viz vybavení
- ráhno** – viz páka
- rána** – Místo dopadu srdce, úhozový věnec.
- rekvírování, rekvizice** – Povinné odevzdání věcí pro válečné potřeby. V případě zvonů ze zvonoviny jde o získání kovu jako suroviny.
- rekviziční seznamy** – Rekvizicím zvonů předcházely jejich soupisy. Tyto seznamy jsou významným pramenem pro poznání zvonového inventáře, zároveň obsahují mnoho chyb.
- reliéf** – Plastická výzdoba, vystupující v ploše, základní typ výzdoby zvonu. Plastická výzdoba se při formování zvonu zhotovuje z vosku, který se po vypálení formy rozteče a zanechá dutiny ve formě.
- rohatiny, zavěšení na rohatinách** – Typ uložení čepů zvonové hlavy na složení sestávajícím z hlavice na svislém trnu, a čelistí, které podpírají a svírají čep a při zvonění se pohybují; umožňují tak valivý pohyb.
- rozvilina** – Větvící a zavíjející se rostlinný motiv.
- sanktusník** – Původně tak nazýván malý zvon, kterým se vyzvánělo 3× během mše, při chvalozpěvu „Sanctus“ (odtud název) a proměňování – **sanktusový zvon**. Sanktusník býval užíván též jako umíráček. Počátkem 20. století bylo pojmenování přeneseno na sanktusovou vížku.
- sanktusová vížka, věžička** – Věžička, ve které je zavěšen sanktusový zvon, případně další malý zvon. Sanktusovou vížku má katolický kostel (viz sanktusník).
- signatura** – Samostatný nápis určující výrobce (autora).
- srdce** – Slouží k rozeznání zvonu, je zavěšeno uvnitř zvonu, chová se jako kyvadlo.
- srdceční štítek** – Menší štítek umístěný uprostřed štítu erbu.
- šarnýr** – (francouzsky „charnière“, německy „Scharnier“ = závěs.) K oku uvnitř zvonu upevněný závěs, který mívá pohyblivé oko. Umožňuje správný pohyb srdce po otočení zvonu. U velkých zvonů (neotáčených) byl instalován pro usnadnění pohybu srdce.
- šev** – Plastické rozhraní či vystupující ostrá hrana v napojení ploch na styku dílů licí formy.
- šlak** – Z německého „Schlag“ = úder, rána. Poměrová jednotka odpovídající tloušťce věnce, užívaná při konstrukci zvonového žebra a srdce.
- špice** – Hrana kolem ústí zvonu (výraz užívaný zvonaři).
- štít** – Hlavní plocha znaku či erbu nesoucí heraldická znamení.
- štítonoši** – Figury lidí nebo zvířat držící štít se znakem.
- štíťová zvonička** – Nástavba nebo otvor prolomený v (převýšené části) zděného štítu stavby, kde je zavěšen zvon.
- šturmování** – Zvonění na poplach.
- táhlo** – Tyčovitá část mechanického zařízení přenášející sílu ve směru pohybu. Táhlo je součástí zachycovačů srdce, zachycuje a uvolňuje srdce v závislosti na velikosti výkyvu zvonu. Nevhodně bývá někdy takto nazývána páka, kterou se zvon rozhoupává. Táhlo může být ale připojeno k páce při rozhoupávání zvonu (ruční domovní zvonky, elektromagnetické zvonění).
- třmen** – Kování spojující součásti po jejich obvodu.
- umíráček** – Zvon, kterým se oznamovalo úmrtí.
- unciála** – Majuskulní latinská abeceda zaoblených tvarů. Na zvonech se objevuje v období románském (v ČR zvony nedochované) a gotickém. Užívána i na zvonech v 20. století.
- věnec, úhozový věnec** – Část zvonu, kde je profil stěny nejtlustší a do kterého bije srdce.
- vybavení** – Hlava (včetně kování) a srdce zvonu umožňující jeho užívání. Do vybavení bývají zahrnována i domková ložiska, dodávaná spolu s hlavou.
- výfuky** – Úzké otvory v sesazené licí formě, kudy odcházejí plyny a po dokončení lití je zaplní roztavený kov. U historických zvonů nacházíme na koruně výčnělky či stopy zbylé po odseknutí kovu, kterým byly výfuky zaplněny.
- vyšoké točení** – Způsob zvonění s mimořádně velkým výkyvem, kdy se zvon obrací ústím vzhůru.

**vyzváněč** – Elektrický pohon zvonu.

**zálupek, zálupec** – Litecký kaz v podobě strupu, způsobený odloupenutím tenké vrstvy licí formy a zatečením roztaveného kovu.

**základ, základna** – Rovná nebo klenutá plocha pod korunou zvonu. U některých (historických) zvonů můžeme rozlišit základ konstrukčně patřící ke koruně od základny patřící k zvonovému korpusu.

**zával, zavalenina** – Litecký kaz, projevující se propadnutím stěny odlitku, kdy roztavený kov tuhne dříve, než důkladně vyplní licí formu.

**závěs** – Díl kování, kterým se připevňuje zvon k hlavě.

– Též užíváno pro hlavu zvonu.

**závěs srdce** – Prvek umožňující zavěšení srdce.

**Zlaté rouno** – Řád Zlatého rouna je rytířský řád, jehož odznakem je zlatá beráncí kůže zavěšená na řetězu. V erbech jeho nositelů ohraničuje štít.

**znak** – Symbol státu, města, rodu či osoby, je umístěn na štítu nebo v kartuši.

**zvon** – Bicí nástroj, zhotovený z tvrdého nepružného materiálu. Nejvhodnějším materiálem je zvonovina – bronz o vysokém podílu cínu. Zvon se rozeznívá srdcem zevnitř, slouží-li k odbíjení hodin, rozeznívá se kladivem ovládaným hodinovým strojem.

**zvonař** – Specializovaný výrobce zvonů.

**zvonařská značka** – Symbol, doplněný zpravidla nápisem, určující výrobce („firemní logo“).

**zvonařství** – Specializovaná činnost, která se zabývá výrobou zvonů.

**zvonice** – Samostatná stavba či konstrukce určená pro zavěšení zvonů.

– Prostor v rámci stavby, kde jsou umístěny zvony (zvonové patro, zvonová komora).

**zvonička** – Drobný objekt určený pro zavěšení zvonu.

– Menší stavba s malým zvonem.

– Část stavby s malým zvonem.

**zvoník** – osoba obsluhující zvon vlastní silou.

**zvonkařství** – Specializovaná činnost, která se zabývá výrobou zvonců, zvonků a zvonečků, které se zavěšují na krk zvířatům vypouštěným na pastvu nebo se uplatňují na postrojích tažných zvířat.

**zvonohra** – Soubor zvonů, na který lze zahrát melodii, ovládaný strojem, lidskou silou nebo počítačem.

**zvonová soustava** – Zvon s hlavou a srdcem tvořící celek zásadním způsobem ovlivňující zvonění po stránce provozní i zvukové.

**zvonová stolice** – Konstrukce, v níž jsou zavěšeny zvony. Zvonová stolice je samostatná (samostojná, samonosná) konstrukce umístěná ve věži (zvonici), v případě některých dřevěných zvonice je nosnou konstrukcí stavby, která je následně opláštěna. V kronikách se lze setkat s výrazem „lešení“ (něm. „Gerüst“).

**zvonové stanoviště** – Objekt, v němž jsou nebo byly umístěny zvony či hodinové cimbály, plnící svoji funkci.

**zvonovina** – Slitina mědi a cínu, bronz obsahující 20 a více procent cínu, ideální poměr je 78 % mědi (Cu) a 22 % cínu (Sn).

**zvonový inventář** – Zvony na konkrétním stanovišti.

**zvuk zvonu** – Je tvořen škálou harmonicky sladěných tónů. Základní, hlavní tón vnímáme při úderu. Další důležité tóny (aliquotní tóny) v hlasu zvonu, ovlivňující jeho barvu, jsou spodní tón, prima, tercie, kvinta, oktáva, decima, duodecima, dvojitá oktáva.

**žebro** – Profil stěny zvonu, určuje jeho zvukovou stránku.

**železo** – Magnetický kov, z něhož se zhotovuje srdce zvonu, spojovací prvky a další kování.

## 17. Literatura (výběr)

2015. Evangelický kostel ve Vanovicích. Pamětní kalendář Farního sboru Českobratrské církve evangelické ve Vanovicích (2014).
- BAŤKOVÁ Růžena a kolektiv. Umělecké památky Prahy. Nové Město, Vyšehrad, Vinohrady (Praha 1). Praha: Academia, 1998
- BELCREDI, Jiřina. Zvonařské hutě Schröttrů. Krkonoše–Podkrkonoší. Vlastivědný sborník, sv. 7. Muzeum Podkrkonoší v Turnově, 1983, s. 109–159
- BRANIŠ, Josef. Zvon. České Budějovice, 1892
- DOMEČKA, Ludvík. Zvonařská rodina Schröttrů. Památky archeologické, XXXIII, 1922, s. 172–175
- FEHN, Theo (herausgegeben von Gertrud Fehn). Der Glockenexperte. Band 1. Vom Neuaufbau des deutschen Glockenwesens aus der Sicht von Theo Fehn. Karlsruhe: Badenia Verlag, 1990
- FEHN, Theo (herausgegeben von Gertrud Fehn). Der Glockenexperte. Band 2. Blick hinter die Kulissen. Karlsruhe: Badenia Verlag, 1992
- FLODR, Miroslav. Dějiny zvonařství a kampanologická charakteristika zvonů. Časopis matice moravské XCIX, 1980, č. 3–4, s. 318–328
- FLODR, Miroslav. Výprava zvonu a podmínky její tvorby. Časopis matice moravské 100, 1981, č. 3–4, s. 308–321
- FLODR, Miroslav. Technologie středověkého zvonařství. Brno: Univerzita J. E. Purkyně, Spisy filozofické fakulty č. 242, 1983
- GEMBICKÝ, Juraj, LUNGA Radek. Pamiatková ochrana zvonov na Slovensku. Metodika. Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, 2014
- Glocken in Geschichte und Gegenwart. Beiträge zur Glockenkunde. Band 1. Herausgegeben vom Beratungsausschuß für das Deutsche Glockenwesen. Bearbeitet von Kurt Kramer. Karlsruhe: Badenia Verlag, 1986
- Glocken in Geschichte und Gegenwart. Beiträge zur Glockenkunde. Band 2. Herausgegeben vom Beratungsausschuß für das Deutsche Glockenwesen. Bearbeitet von Kurt Kramer. Karlsruhe: Badenia Verlag, 1997
- GNIRS, Anton. Topographie der historischen und kunstgeschichtlichen Denkmale in Bezirken Tepl und Marienbad. Topographie der historischen und kunstgeschichtlichen Denkmale in der Tschechoslowakischen Republik. A. Land Böhmen. L. Augsburg, 1932
- GNIRS, Anton. Topographie der historischen und kunstgeschichtlichen Denkmale in dem Bezirke Karlsbad. Oldenbourg, München, 1996
- HANUŠ, Josef. Zvony na Přeloučsku a jejich osud ve světové válce. Věstník musejního spolku v Přelouči. Přelouč, 1923, s. 5–16
- HEJNIC, Josef. Nápisy na českých zvonech ve 14. až 16. století. Časopis NM – společenské vědy, CXXIX. 1960. č. 1. Národní muzeum, Praha, 1960, s. 1–33
- HELLICH, Jan. Zpráva o soupisu zvonů na Poděbradsku a Nymbursku. Památky archeologické XXVIII, 1916, s. 259–260
- HRUŠKA, Antonín. Kutnohorské kovlijevtví 15.–17. století. Sborník Oblastního muzea v Kutné Hoře, A, č. 8–9. Kutná Hora, 1967
- CHVÁTAL, Tomáš, KRČMÁŘ Luděk. Obrazy z dějin českého zvonařství. Rekviziční fotografie z první světové války ze sbírek Západočeského muzea v Plzni. Domažlice: Nakladatelství Českého lesa, 2006
- JIRÍK, František Xaver. Zpráva o zvonech ve sběrně na nádraží ve Veselí-Mezimostí. Památky archeologické, XXX, 1918, s. 191–192
- JURAČKOVÁ, Michaela. Výstavba evangelického kostela ve Vanovicích v kontextu tradice křesťanské sakrální architektury Moravy a Slezska. Praha, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, fakulta humanitních studií.

- KAMARÝT, Jan. Kolínské zvony. Historie, věže, věžáci. Kolín: Ladislav Kamarýt, 1995
- Klangdenkmale. Glocken und Orgeln. Denkmalpflege in Niederösterreich – Band 40, 2008
- (Kolektiv autorů.) Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. I až IV. Praha: Nakladatelství Libri. I. díl A–G, 2001. II. díl H–O, 2002. III. díl P–S, 2003. IV. díl Š–Ž. Slovníky. Dodatky. 2004.
- KONEČNÝ, Stanislav. Zvony v Poličce a na Poličsku. Edice MONOGRAFIE. Polička: Městské muzeum a galerie, 1999
- KOUKAL, Petr a kolektiv. Péče o varhany a zvony, jejich památková ochrana. Praha: Národní památkový ústav, ústřední pracoviště, 2006
- KUČA, Karel, České, moravské a slezské zvonice. Praha: Nakladatelství Libri, 2001. 2. vydání.
- KÜHN, Karl Friedrich. Topographie der historischen und kunstgeschichtlichen Denkmale im Bezirke Reichenberg. Topographie der historischen und kunstgeschichtlichen Denkmale in der Tschechoslowakischen Republik. A. Land Böhmen. II. Brünn – Prag – Leipzig, 1934
- KÜHN, Karl Friedrich. Verzeichnis der kunstgeschichtlichen und historischen Denkmale im Landkreis Friedland. Praha: Artefactum, 2013 (Fontes historiae artium; sv. XV.)
- KYBALOVÁ, Ludmila. Pražské zvony. Praha: Nakladatelství čs. výtvarných umělců, 1959
- KYBALOVÁ, Ludmila, LUNGA, Radek, VÁCHA, Petr. Pražské zvony. Praha: Rybka Publishers, 2005
- Limburské směrnice pro posuzování zvuku nových zvonů (1951). Z němčiny přeložil a komentářem opatřil Radek Lunga. Zprávy památkové péče č. 1/2009, s. 51–53
- LUKSCH, Vinzenz. Soupis historických a uměleckých památek v politickém okrese Litoměřice. Díl I. Město Litoměřice. Praha: Artefactum, 2015. (Fontes historiae artium; sv. XVI.)
- LUNGA, Radek, VÁCHA, Petr. Snahy o uchování původní podoby zvonů přeléváných pražskou hutí Diepoldů jako výraz zvonařské tradice. Staletá Praha XXIII. Pražský ústav památkové péče, 1997, s. 39–59
- LUNGA, Radek. Průběh a charakter rekvizice českých zvonů za druhé světové války. In: „Nepřichází-li práce k Tobě“. Různé podoby nucené práce ve studiích a dokumentech. Praha: Kancelář pro oběti nacismu, 2003, s. 123–130 a 398–405
- LUNGA Radek, SOLAŘ Jaroslav. Kostelní věže a zvonice. Kampanologie, navrhování, poruchy, rekonstrukce a sanace. Praha: Grada Publishing, 2010.
- LUNGA, Radek. Zvony na jihu Čech. Památky jižních Čech 6, 2015, s. 143–175
- MÁDL, Karel Boromejský. Velký zvon u sv. Víta v Praze. Památky archaeologické a místopisné XVI, 1895, s. 689–718
- MACHÁČEK, Fridolín. Zpráva o soupisné akci zvonové na Plzeňsku. Památky archaeologické, XXX, 1918, s. 192
- MANOUŠEK, Petr Rudolf. Zvonařství. Praha: Grada Publishing, 2006
- METZGER, O. Heinrich. Die Glocken im Friedländischen. Eine Wanderung durch deutsche Türme und Glockenstuben. Friedland in Böhmen, 1912
- MLČÁK, Leoš, SLUNÉČKO, Jaroslav. K výrobě ocelových zvonů na Ostravsku. (Z dějin Vítkovických železáren.). Zpravodaj, IV, č. 3, 1982. Klub genealogů a heraldiků Ostrava. s. 5–11
- MLČÁK, Leoš. Zvony olomouckého okresu (Katalog). Umělecké památky olomoucké oblasti I. Olomouc: Okr. středisko SPPOP, 1986
- MLČÁK, Leoš. Zvony na Moravě a ve Slezsku. Olomouc: Nakladatelství Kaligram (Studio Trinity, s. r. o.), 2014
- NAČERADSKÁ, Petra. Nápis okrese Kutná Hora. Fontes historiae artium X. Praha: Praha: Artefactum, nakladatelství Ústavu dějin umění AV ČR, 2002.
- PETER, Claus, BUND, Konrad. Einführung in die Glockeninventarisierung. Ein Arbeitsmanual. 2005, 2. vyd.
- PODLAHA, Antonín, HILBERT, Kamil. Soupis památek historických a uměleckých... Král. hlavní město Praha: Hradčany, I. Metropolitní chrám sv. Víta v Praze. Praha, 1906
- PODLAHA, Antonín. Zvony odevzdané k účelům válečným v soudním okr. Sedlčanském. Památky archaeologické XXIX, 1917, s. 44–46
- PODLAHA, Antonín. Zvony odvedené k účelům válečným z okresů Blatenského, Milevského a Příbramského. Památky archaeologické XXIX, 1917, s. 135–136
- PODLAHA, Antonín. Zvony odvedené k účelům válečným z okresů Mladoboleslavského, Mnichovohradištského, Jičínského, Poděbradského a Novobydžovského. Památky archaeologické XXIX, 1917, s. 192–194

- PRÁŠEK, Justin Václav. Okres Brandejsský nad Labem. Nástin historicko-archaeologický. Bibliotéka místních dějepisův pro školu a dům, IV. Praha: Fr. A. Urbánek, 1875
- ROHÁČEK, Jiří. Nápis města Kutné Hory. Kutná Hora, Kaňk, Malín a Sedlec včetně bývalého cisterciáckého kláštera. *Fontes historiae artium* III. Praha: Artefactum, nakladatelství Ústavu dějin umění AV ČR, 1996
- ROHÁČEK, Jiří. Epigrafika v památkové péči. Praha: Národní památkový ústav, ústřední pracoviště, 2007
- ROSŮLEK, František Karel. Zvony a zvonice na Pardubicku. Studie archaeologická. Sborník Městského prům. musea v Pardubicích III. Pardubice, 1919
- RYBIČKA, Antonín. O českém zvonařství. Praha, 1885
- SAMEK, Bohumil. Umělecké památky Moravy a Slezska 1. (A–I). Praha: Academia, 1994
- SAMEK, Bohumil. Umělecké památky Moravy a Slezska 2. (J–N). Praha: Academia, 1999
- SCHAD, Carl-Rainer. Wörterbuch der Glockenkunde. Stichwörter zur Campanologie mit Erläuterungen und Literaturhinweisen. Bern und Stuttgart: Hallwag Verlag, 1996
- SCHILLING, Margarete. Glocken. Gestalt, Klang und Zier. Dresden: VEB Verlag der Kunst, 1988
- SMUTNÁ, Kateřina. Zvony okresu Pardubice. Příspěvek k epigrafickému bádání. Zpravodaj KMVČ, ročník VII, č. 4. Krajské muzeum východních Čech, Hradec Králové, 1980, s. 27–41
- SOUKUP, Josef, VALCHÁŘ, Jan. Soupis památek historických a uměleckých v politickém okresu ledečském. Edice nedokončeného rukopisu. Praha: Artefactum, 2010. (*Fontes historiae artium*; sv. XIV.)
- Soupis památek historických a uměleckých..., I až XLVIII. Praha, 1897–1937
- SPIRITZA, Juraj. Spišské zvony. Bratislava: Osveta, 1972
- STRÁNSKÝ, Karel, USTOHAL, Vladimír, BLAŽÍKOVÁ, Jarmila, MALEC, Silvestr. Zvony Českomoravské vysočiny. Sborník statí z časopisu Slévárenství. Brno: Vysoké učení technické, 2002
- ŠIMÁK, Josef Vítězslav. Zpráva o zvonech rekvirovaných r. 1917 ve vikariátě turnovském. Památky archeologické, XXXII, 1921, s. 252–256, tab. XX–XXXI
- ŠRÁMEK, Pavel. K výrobě ocelových zvonů na Ostravsku. (Doplněk k článku L. Mlčáka a J. Slunéčka.) Zpravodaj, č. 1 (13), 1983. Klub genealogů a heraldiků Ostrava. s. 19
- TEYSSLER [Vladimír], KOTYŠKA [Václav], ed. Technický slovník naučný. Díl XV. Praha: Borský a Šulc, 1939 (hesla: Zvon, Zvonařství, Zvonice, Zvonková hra, Zvonová stolice)
- VÁCHA, Petr. Zvon Rafaela Klabala. Památky středních Čech 5. 1990, s. 149–152, obr. 71–73
- VÁCHA, Petr. Ochrana a údržba zvonařských památek. Zprávy památkové péče č. 10/1992, s. 13–20
- VÁCHA, Petr. Anonymní zvony z 18. a 19. stol. Památky středních Čech 6, 1993, s. 30–37, obr. 16–24
- VÁCHA, Petr. Zvon v Brozánkách, okres Mělník. Zprávy památkové péče č. 9/1993, s. 358
- VÁCHA, Petr. Zvony okresu Nymburk. Informace o současném stavu zvonového inventáře. Památky středních Čech 7/3, 1993, s. 30–40
- VÁCHA, Petr. Hellichova dokumentace zvonů z let 1916–1918 (k 70. výročí úmrtí Jana Hellicha). VZ Polabí 2000, 34. Polabské muzeum v Poděbradech, 2000, s. 88–116
- VÁCHA, Petr. Zvony, jejich příslušenství a údržba. Konference s mezinárodní účastí Moderní sakrální stavby 13. listopadu 2002 Aula Rektorátu VUT v Brně, Antonínská 1, Brno, s. 46–48.
- VÁCHA, Petr. Zvony ve Žlebech a Markovicích. Zprávy památkové péče, č. 1/ 2012, s. 333–337
- VÁCHA, Petr. Zvony a hodinové cimbály Katedrály sv. Víta, Václava a Vojtěcha. Praha, 2013.
- VÁCHA, Petr. Rekvizice zvonů v Čechách v 1. světové válce. Zprávy památkové péče č. 4/2014, s. 310–313
- Vavřince Křičky z Bítvyšky Návod k lití a přípravě děl, kulí, hmoždířů, zvonů, konví ke zvedání vody, k vodotryskům a p. četnými kresbami opatřený (*Mathesis Bohemica*). Praha: Technické knihkupectví a nakladatelství, 1947. VIII, 47 s., [53] obr. příl.
- VENDL, Václav Karel. Edice nedokončeného soupisu uměleckých památek politického okresu pardubicko-holicko-přeloučského. Praha: Artefactum, 2007. (*Fontes historiae artium*; sv. XIII.)
- VLČEK, Pavel a kolektiv. Umělecké památky Prahy. Staré Město, Josefov. Praha: Academia, 1996
- VLČEK, Pavel a kolektiv. Umělecké památky Prahy. Malá Strana. Praha: Academia, 1999
- VLČEK, Pavel a kolektiv. Umělecké památky Prahy. Pražský hrad a Hradčany. Praha: Academia, 2000

---

VLČEK, Pavel a kolektiv. Umělecké památky Prahy. Velká Praha A–L. Praha: Academia, 2012

Základní směrnice pro kolaudaci zvonu (Vydal Státní ústav památkové péče a ochrany přírody v Praze pod č. 4491/1959).

Komentářem opatřili Radek Lunga, Petr Vácha. Zprávy památkové péče č. 1/2009, s. 53–55

Z cyklu přednášek „Kruhu“. O českém zvonařství. Ročenka Kruhu pro pěstování dějin umění za r. 1917. Praha, 1918

Zvony. Odborný seminář. Společnost pro technologie ochrany památek, Praha 17. června 1999



**Určování hmotnosti zvonů  
a jejich zvukového obrazu  
památkový postup**

**Petr Vácha**

## Certifikovaný památkový postup

(Osvědčení č. 22 Ministerstva kultury ČR, Odboru výzkumu a vývoje, Č. j. MK 66008/2016 OVV, Sp. Zn. MK-S 12920/2016 OVV ze dne 27. 10. 2016)

Následující památkový postup reaguje na nedostatečnou orientaci pracovníků památkové péče v oblasti kampanologické problematiky. Poskytuje návod k získávání údajů o hmotnosti a zvukové stránce zvonů včetně popisu úskalí, s kterými je možné se setkat. Vysvětluje různé metody v určování zvukového obrazu zvonu; umožňuje tak kriticky posuzovat v pramenech a literatuře uváděné údaje. Cílovou skupinou uživatelů jsou pracovníci památkové péče, restaurátoři, projektanti, pracovníci muzeí, badatelé a zájemci o kampanologickou problematiku.

Cílovou skupinou uživatelů jsou pracovníci památkové péče, restaurátoři, pracovníci muzeí, projektanti, badatelé a zájemci o kampanologickou problematiku.

Památkový postup vznikl v rámci výzkumného cíle „Výzkum, dokumentace a prezentace movitého kulturního dědictví“, financovaného z institucionální podpory dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace (DKRVO) v roce 2014.

Čerpá též z terénní dokumentace prováděné v rámci výzkumných záměrů v letech 1999–2004 (MK0CEZ99F0401) a 2005–2011 (MK07503233302), dále z terénní dokumentace prováděné v rámci výzkumného cíle „Výzkum, dokumentace a prezentace movitého kulturního dědictví“, financovaného z institucionální podpory dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace (DKRVO) v letech 2012–2014.

### Oponenti:

Mgr. Petr Janda, Katedra dechových nástrojů, JAMU v Brně

Mgr. Radek Lunga, diecézní kampanolog pro Biskupství českobudějovické

© 2018, Národní památkový ústav

Text © 2018, Petr Vácha

Ilustrace © 2018, Petr Vácha

Památkový postup je publikován jako příloha metodiky Dokumentace kampanologických památek

# Obsah

<b>1. Úvodem</b> .....	5
<b>2. Určení hmotnosti zvonu</b> .....	6
2.1 Určující rozměry zvonu .....	6
2.2 Hmotnost zvonu .....	8
2.3 Zvonová žebra .....	8
2.4 Korekce výpočtu hmotnosti .....	9
2.5 Zvony z jiných materiálů .....	10
2.6 Hodinové cimbály .....	11
2.7 Vyznačená a uváděná hmotnost .....	12
2.8 Údaje o hmotnosti z pramenů a literatury .....	12
<b>3. Zjišťování zvukového obrazu, zvuková analýza zvonů</b> .....	13
3.1 Tóny obsažené ve zvukovém spektru .....	13
3.2 Hudební stupnice a typy ladění .....	15
3.3 Matematicko-fyzikální vyjádření hodnot tónů .....	18
3.4 Variabilita zvukového obrazu zvonů .....	19
3.5 Zjišťování zvukového obrazu zvonů .....	19
3.6 Metody zjišťování zvukového obrazu (zvukové analýzy zvonů) .....	21
3.6.1 Mechanické ladičky .....	21
3.6.2 Elektronické metody .....	23
3.6.3 Měření vyznívání zvonů .....	24
3.6.4 Faktory a postupy ovlivňující výsledek .....	26
<b>Závěr</b> .....	28
<b>Literatura</b> .....	29
<b>Přílohy</b> .....	31
Návod k používání programu Wavanal .....	28
Průměr a hmotnost zvonu ze zvonoviny ve vztahu k základnímu tónu .....	44



# 1. Úvodem

Znalost hmotnosti zvonu má praktický význam pro určení statického a dynamického zatížení konstrukcí resp. staveb, v nichž jsou zvony zavěšeny, a má tudíž zásadní význam z hlediska bezpečnosti provozu.

Znalost zvukového obrazu má význam pro posouzení zvukové kvality jednotlivých zvonů i zvonových souborů a zároveň vypovídá o kvalitě jednotlivých odlitků. Podrobná zvuková analýza může signalizovat litécké vady prostým okem nezjistitelné. Kvalitně provedená zvuková analýza či pořízená nahrávka zvuku má i zásadní význam pro identifikaci odcizeného zvonu, bude-li nalezen.

Zvuková stránka je důležitá při přemístění zvonu na jiné stanoviště. Nemělo by se stát, aby vznikl soubor, v němž zvony nebudou spolu ladit.

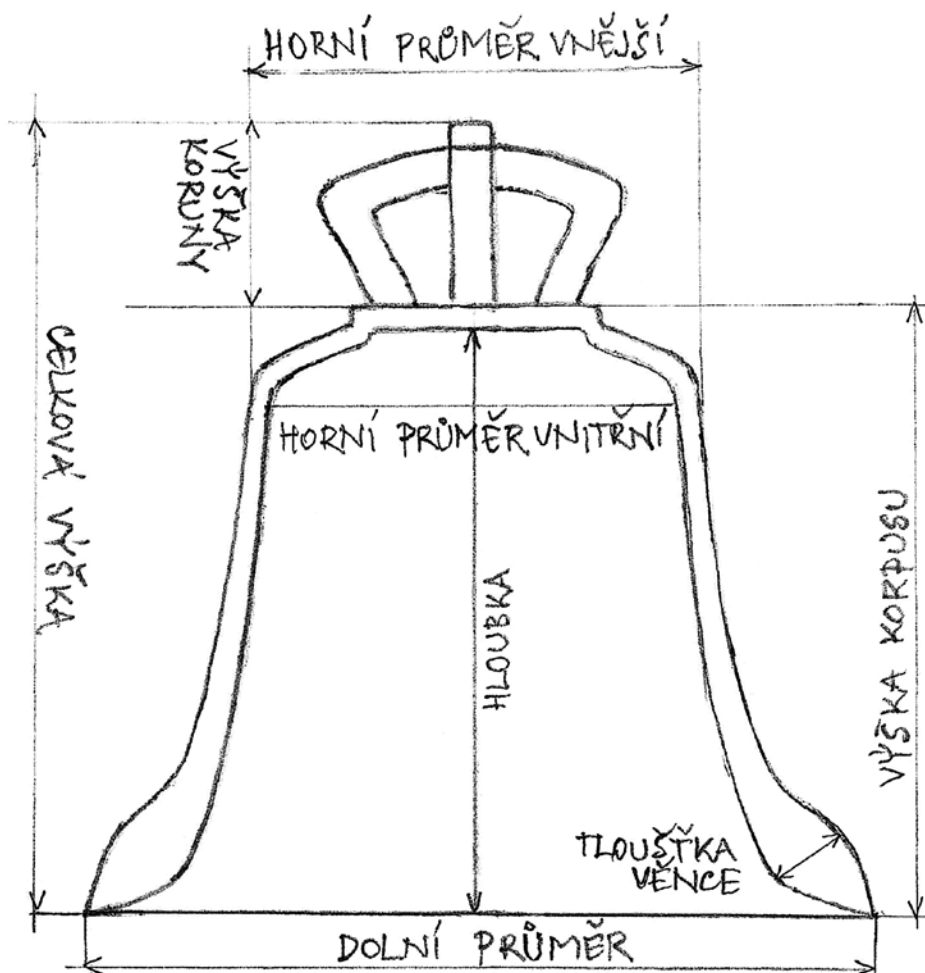
Míry zvonu, hmotnost a zvuk spolu vzájemně souvisí, a tak na základě znalosti zvukového obrazu zvonu můžeme do jisté míry provést korekci odhadu hmotnosti.

Předkládané informace jsou určeny pro praktické využití v památkové péči při budování a rekonstrukcích zvonových stolic a posouzení vlivu pohybu zvonů na stavbu, pro komplexnější pochopení kampanologické problematiky a v neposlední řadě lze tyto informace využít pro konfrontaci s údaji v pramenech a literatuře, které někdy neodpovídají skutečnosti, nebo mohou být vzhledem k různým přístupům v různých dobách špatně pochopeny a mylně interpretovány.

## 2. Určení hmotnosti zvonu

### 2.1 Určující rozměry zvonu

**Průměrný zvon středního žebra** má (v našich krajinách) v úrovni horního okraje korpusu vnitřní průměr rovnající se asi  $\frac{1}{2}$  spodního (největšího) průměru (nebo o něco málo více), vnější průměr na horním okraji činí cca 54–56 % průměru. Tloušťka věnce se vejde do největšího průměru 13 až 14 krát.<sup>1)</sup> Celková výška včetně koruny odpovídá spodnímu průměru (v dalším textu jen „průměr“). Hloubka zvonu (vnitřní výška)<sup>2)</sup> činí cca  $\frac{3}{4}$  t.j. 75 % průměru, s tolerancí  $\pm 5$  %.



Obr. 1: Rozměry zvonu

- 1) Tloušťka úhozového věnce (zesílení stěny zvonu při dolním okraji) se nejpřesněji měří obkročným měřidlem (hmatadlem). Nutno měřit na nevytlučeném místě.
- 2) Hloubku lze v terénu měřit s velkou přesností, což o výšce často říci nelze.



*Obr. 2: Obkročná měřidla vlastní výroby pro měření tloušťky věnce pro běžné a velké vozy. Čelisti jsou zhotoveny z pozinkovaného plechu a jsou mírně profilovány, aby držely tvar. Spojení je provedeno šroubkem s maticí, mezi čelisti jsou uloženy podložky.*



*Obr. 3: Měření tloušťky věnce. Rozměr přeneseme a odečteme.*

## 2.2 Hmotnost zvonu

Zvon zpravidla nemáme možnost zvážit. Přesný výpočet hmotnosti zvonu je složitý. Pro zjištění hmotnosti lze užít způsob jednodušší, který vychází z **podobnosti těles**. Vzroste-li nebo zmenší-li se průměr zvonu v určitém poměru, zvětší nebo zmenší se jeho hmotnost s třetí mocninou: změní-li se průměr v poměru 1 : 2, zvětší nebo zmenší se hmotnost v poměru 1 : 23, t.j. 1 : 8. Z tohoto vztahu můžeme odvodit hmotnost libovolného zvonu středního žebra s tolerancí cca 3%. Modelový zvon středního žebra má tloušťku věnce rovnající se 1/14 průměru, tloušťka stěny v nejslabším místě pod horním okrajem korpusu (pod čepcem) odpovídá 1/3 tloušťky věnce.

Vzorec pro výpočet **hmotnosti zvonu středního žebra ze zvonoviny** pak je:

$$m \text{ [hmotnost v kg]} = d^3 \text{ [průměr vyjádřený v metrech]} \times 598 \text{ [hmotnost zvonu o průměru 1 m v kg]}^3$$

## 2.3 Zvonová žebra

Zvony jsou lity v různých žebrech. Typ zvonového žebra označuje odlišnost konstrukce profilu zvonu, která má vliv na hmotnost a ladění zvonu. Při stejné velikosti má zvon těžšího žebra vyšší ladění (základní, nárazový tón<sup>4)</sup>) než zvon lehčího žebra. Zvon téhož průměru může tedy mít – podle typu žebra – rozdílnou hmotnost a ladění. Zvony těžšího žebra jsou zvučnější než zvony lehčího žebra.

Zvonové žebro lze označit jako velmi lehké, lehké, střední, středně těžké, těžké, velmi těžké, přetěžké.<sup>5)</sup> Použijeme-li k vyjádření typu žebra reálných poměrů, kolikrát se tloušťka věnce vejde do spodního průměru – tj. podílu průměru a tloušťky věnce, dále „indexu věnce“ – zjistíme, že ve skutečnosti je přechod mezi jednotlivými typy zcela plynulý. U měřených zvonů byla hodnota indexu věnce zjištěna v rozmezí cca 9,95 až 17,57, v podstatě v plynulém sledu, ale s výrazně zvýšeným výskytem případů v rozmezí hodnot 13 až 14 (střední žebro) a kolem 12,5 (středně těžké žebro).

Základní tón zvonu je dán velikostí (průměrem) a hmotností (typem žebra) zvonu. Zvonům středního žebra odpovídají hodnoty:

základní tón	průměr v cm
c <sup>1</sup>	150 – 155,5
d <sup>1</sup>	135 – 139
e <sup>1</sup>	120 – 123,5
f <sup>1</sup>	113 – 116,5
g <sup>1</sup>	100 – 104
a <sup>1</sup>	90 – 92,5
h <sup>1</sup>	80 – 82

3) Konstanta 598 je vypočtena z rukopisného návodu sadského historika Františka Adolfa Paroubka; původní vzorec z pol. 19. stol. užívá míry v rakouských palcích a hmotnost v librách. Paroubek mohl získat informace nejspíše z pražské dílny Bellmannovy.

4) Viz kapitola 3.1.

5) Různé zdroje v různých obdobích používají k označení téhož typu žebra odlišného pojmenování a navíc mohou být jednotlivé kategorie posunuty.

Zvětšením či zmenšením průměru zvonu v poměru 1 : 2 dochází k zvýšení nebo snížení základního tónu o oktávu. Tedy např.:

základní tón	průměr v cm
$g^0$	200 – 208
$g^2$	50 – 51

Podle typu žebra může zvon o stejném základním tónu mít rozdílnou velikost a hmotnost. Například pro zvon  $a^1$  jsou to uzlové hodnoty:<sup>6)</sup>

žebro	průměr v cm	hmotnost v kg
velmi lehké	86	289
	87	315
lehké	87,5	345
	90	436
střední	92,5	511
	95,5	599
středně těžké	98,5	686
	103	817
těžké	107	952
	112	1176

Parametr, který umožní orientovat se, o jaký typ žebra jde, je podíl, kolikrát se vejde tloušťka věnce do spodního průměru:

Žebro	podíl průměru zvonu a tloušťky věnce
velmi lehké	17,5 – 18,5
lehké	15,5 – 16,5
střední	13 – 14
středně těžké	12 – 12,4
těžké	11,1 – 11,8
velmi těžké	10,5 – 10,8
přetěžké	10

V tabulce jsou uvedeny nejčastější hodnoty. Extrémní odlišnosti nejsou vyloučeny.

6) Šest z osmi uvedených průměrů (včetně pojmenování typů žeber) koresponduje s tabulkou obsaženou v německé normě DIN 4178 (Glockentürme. Berechnung and Ausführung) ze srpna 1978. Údaj pro střední žebro – průměr 90 cm a hmotnost 436 kg – přesně odpovídající vzorci  $m$  [kg] =  $d^3$  [m] × 598 ale v normě DIN 4178 nefiguruje. 2. vydání normy DIN4178 z r. 2005 pro náš účel nevyhovuje. Výčet a částečně i pojmenování typů žeber se liší!

## 2.4 Korekce výpočtu hmotnosti

Jestliže náš vzorec pro výpočet hmotnosti zvonu ( $m \text{ [kg]} = d^3 \text{ [m]} \times 598$ ) bere za základ zvon o tloušťce věnce, která činí 1/14 průměru (což skutečně odpovídá měřeným hodnotám), pak ideálně matematicky se hmotnost zvonu mění nepřímo úměrně podílu průměru a tloušťky věnce. Vzorec pro výpočet hmotnosti lze tedy zpřesnit doplněním o parametr tloušťky věnce:

$$m \text{ [kg]} = d^3 \text{ [m]} \times 598 \times 14 / \text{index věnce},$$

kde **14 / index věnce** vyjadřuje poměr indexů věnce zvonu ideálního středního žebra a skutečně naměřené hodnoty podílu průměru a tloušťky věnce.

Poměr indexů věnce je nepřímo úměrný indexům hmotnosti, t.j. v jakém poměru je hmotnost zkoumaného zvonu k modelovému zvonu středního žebra:

<b>index hmotnosti</b>	0,8	0,86	<b>1</b>	1,08	1,15	1,2	1,25	1,3	1,4
<b>index věnce</b>	17,5	16,28	<b>14</b>	12,96	12,17	11,67	11,2	10,77	10

Je zajímavé, že většina literatury údaj o tloušťce věnce postrádá.

Tento výpočet lze v mezích tolerance uplatnit u asi 85 % zvonů.<sup>7)</sup> U zbývajících počtu je nutno zohlednit specifiku daného zvonového žebra a provést další korekci.<sup>8)</sup>

Ke korekci hmotnosti zvonů lze též užít údaje o průměru a hmotnosti zvonu vzhledem k základnímu tónu. Tabulka (v příloze)<sup>9)</sup> je odvozena z německé normy DIN 4178 (vydání z r. 1978) a upravena na naše podmínky. Odchylku v hodnotě půltónu je třeba považovat za normální v rámci tolerance.

## 2.5 Zvony z jiných materiálů

Zvony kromě zvonoviny (bronzové) jsou nejčastěji lity z oceli. Pro ocelové (železné) zvony lze použít výše uvedený výpočet, který vynásobíme konstantou **0,9** zohledňující rozdíl v hustotě (měrné hmotnosti) železa a zvonoviny.

Pro zvony z tzv. bílého bronzu (slitiny zinku a antimonu) použijeme konstantu **0,8**.

7) K významnějším odchylkám může dojít u zvonů těžkých žebor.

8) Hloubka zvonu se může reálně pohybovat od 60 až přes 100 % spodního průměru. Na rozdíl 5 % hloubky se mění vypočtená hmotnost o cca 2 až 3 %. Je možné použít i pro hodinové cimbály zvonovitého tvaru.

Podstatně výrazněji se mění hmotnost při změně horního průměru, kdy dochází ke změnám objemu, a tím i hmotnosti jak v čepci tak bocích současně. Naznačené korekce je nutno brát jako orientační.

1. řádek přehledu udává % horního vnějšího průměru vzhledem k spodnímu průměru; 2. řádek odchylku hmotnosti [%]; 3. řádek toleranci [%].

40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
-7	-4,9	-2,5	0	2,6	5,4	8,4	11,6	15	18,6
1			0		0,8	1,4	2	2,5	3

Ke změnám hloubky zvonu a horního průměru může docházet současně.

Zesílení stěny pod horním okrajem korpusu ovlivňuje hmotnost výrazněji než zeslabení. Přesné měření tloušťky stěny pod horním okrajem (na krku) je ale v terénu dost náročné.

9) Tabulka Průměr a hmotnost zvonu ve vztahu k základnímu tónu (**Příloha Zvony – průměr, hmotnost, základní tón**). V normě DIN4178 byly uváděné rozměry přepočítány a k nim přiřazena hmotnost.



Obr. 4: Hodinový cimbál zvonovitý.



Obr. 5: Hodinový cimbál mísovitý

## 2.6 Hodinové cimbály

Hodinové cimbály zvonovitého tvaru mají hloubku pod 60 % spodního průměru, nejmenší zjištěná hloubka činí 28 % spodního průměru. Při určování hmotnosti lze použít podobný postup jako u zvonů, s korekcemi uvedenými v poznámce 8.

Cimbály mísovitého tvaru mají tvar kulového vrchlíku nebo stlačeného kulového vrchlíku se strmějšími stěnami. Po cimbály ze zvonoviny lze orientačně použít upravený vzorec pro výpočet hmotnosti zvonu na základě podobnosti, a sice:

$$m \text{ [kg]} = d^3 \text{ [m]} \times 440 \times 22 / \text{index tloušťky stěny při dolním okraji}$$

Index tloušťky stěny při dolním okraji vyjadřuje, kolikrát se tato hodnota vejde do průměru.

Tolerance běžné produkce bude podle specifického provedení jednotlivých výrobců až 10 %. Jelikož u hodinových cimbálů jde o statické zatížení, je tento hrubý odhad pro běžnou potřebu dostačující.

## 2.7 Vyznačená a uváděná hmotnost

Hmotnost může být přímo na zvonu či hodinovém cimbálu uvedena. Setkáváme se s tím nejčastěji u barokních zvonů a cimbálů, kdy může být udání hmotnosti v librách vyryto na čepci. Hmotnost je rovněž uváděna ve firemních materiálech – nabídkách a účtech, kolaudačních protokolech. Kupodivu se firemní údaje někdy liší o několik kilogramů od zjištěné hmotnosti při rekvizici. Výsledek vážení při rekvizici může být barvou napsán přímo na zvonu.

## 2.8 Údaje o hmotnosti z pramenů a literatury

Nejen z hlediska provozně technického, ale i badatelského je třeba mít představu o reálné hmotnosti. V pramenech a literatuře se někdy setkáváme s chybnou interpretací údajů čerpaných ze starších zdrojů. Nejčastěji se setkáme s tím, že údaj ve starých centech je mylně pochopen jako v centech metrických. Jestliže tedy byla ve staré farní kronice v 1. polovině 19. století udána hmotnost 10 centů, rozumí se vídeňských po 100 librách, není možné tento údaj převést na  $10 \text{ q} = 1000 \text{ kg}$ , ale skutečná hmotnost je jen 560 kg (vídeňská libra = 0,56 kg). Rovněž se můžeme setkat i s udáním hmotnosti zvonu včetně jeho vybavení (hlavy, někdy i s ložisky, a srdce).

## 3. Zjišťování zvukového obrazu, zvuková analýza zvonů<sup>10)</sup>

Základním důvodem pořízení a užívání zvonů je jejich zvuk. Zvon je současně sdělovací prostředek a bicí hudební nástroj. Zvuk klasického zvonu není tvořen jedním tónem, ale obsahuje škálu tónů, které mají být harmonicky uspořádány. Při kvalifikovaném posuzování zvukové stránky je nutno zjistit s dostatečnou přesností výšku určitých tónů a sestavit zvukový obraz zvonu. Harmonické uspořádání tónů je dáno profilem zvonu – žebrem s proměňující se tloušťkou stěny, která je na krku zvonu nejslabší, na úhozovém věnci největší. Tento profil o různé tloušťce určité tóny zvýrazňuje a jiné potlačuje. Zvukový obraz jednotlivých zvonů je tak ovlivněn proměňujícími se tloušťkou stěny zvonu, horním průměrem, výškou a zakřivením žebra.

### 3.1 Tóny obsažené ve zvukovém spektru

U zvonů lze zjistit následující tóny:

**A** **nárazový (základní) tón**, případně vedlejší nárazový tón<sup>11)</sup>

**B** **aliquotní (parciální) tóny**<sup>12)</sup> **znějící současně s tónem základním**

**spodní tón** – ideálně spodní oktáva (-VIII), prakticky více možností: sexta (-VI), septima (-VII), nona (-IX), decima (-X)<sup>13)</sup>

**I** **prima** (může být posunutá)

**II** sekunda

**III** **tercie** (většinou mollová)

**V** **kvinta** (může být posunutá)

**VI** sexta

**VII** septima

**VIII** **oktáva**

**IX** nona

**X** **decima**

**XI** undecima

**XII** **duodecima**

**XIII** tredecima

**XV** **dvojitá oktáva**

**XVII** superdecima

**XVIII** kvarta nad dvojitou oktávou

**XX** sexta nad dvojitou oktávou

**XXII** trojitá oktáva

Tučně jsou označeny významné tóny, kterým je třeba věnovat pozornost. Mohou se objevit i další tóny, některé naopak nenalezneme.

Oblast tónů od spodního tónu do oktávy včetně se označuje jako **principály**, oblast nad oktávou jako **mixtury**.

<sup>10)</sup> Cílem akustické analýzy je zjištění tónů v rámci slyšitelného spektra.

<sup>11)</sup> Česká campanologie se vedlejším nárazovým tónem nezabývá.

<sup>12)</sup> Technická literatura uvádí jako aliquotní tóny vyšší tóny harmonické (viz níže), jejichž kmitočet odpovídá násobkům kmitočtu tónu základního a vytvářejí barvu zvuku hudebního nástroje. Hlas zvonu je však zcela specifický.

<sup>13)</sup> Velmi vzácně i kvinta (-V) a kvarta (-IV). Autor se s kvartovým zvonek nikdy nesetkal.

**Nárazový tón** se ozývá při úderu na úhozový věnec. Je ideálně tónem **hlavním**, ke kterému se ostatní tóny vztahují (tj. tónem základním). Nárazový tón ale může být ve výjimečných případech zastíněn tónem jiným, který se pak projeví jako tón určující.

Při sestavování souboru zvonů se vychází z linie hlavních tónů.

Pozor! Ve starších pramenech bývá jako tón hlavní (nesprávně) označována prima.

Nárazový tón není reálný (měřitelný) tón, ale je dán subjektivně vnímáním člověka. Výraz „subjektivní“ nevyjadřuje, že každý člověk slyší něco jiného, ale specifikou slyšení lidského ucha v součinnosti s mozkem (způsob slyšení člověka). (Analogicky lze připomenout splývání rozfázovaných políček filmu v plynulý pohyb.) Nárazový tón (v německé kampanologii nahrazovaný též výrazem nominál) nelze vyvolat rezonancí.<sup>14)</sup>

U některých zvonů může existovat ještě vedlejší nárazový tón (v intervalech kvarty – IV, tercie – III, sekundy – II), který může působit nepříznivě.

Ve zvukovém spektru zvonu se objevují tóny, které jsou násobky základního tónu (přesněji násobky jeho frekvence) – tzv. **vyšší harmonické tóny**.<sup>15)</sup> (To platí i u vedlejšího nárazového tónu.)

Násobek	tónový interval	tón	
1	1	I	(základní)
2	8	VIII	oktáva
3	12	XII	duodecima
4	15	XV	dvojitá oktáva
5	17	XVII	superdecima
6	19	XIX	
7	21	XXI	
8	22	XXII	trojitá oktáva
9	23	XXIII	
10	24	XXIV	
11	25,5	XXV ½	
12	26	XXVI	

Při počítačové analýze se vyšší harmonické tóny projevují ve spektru v pravidelných odstupech frekvencí s vyšší intenzitou. Ve skutečnosti bývá často 4. vyšší harmonický tón posunut na tónový interval XVIII a 5. vyšší harmonický tón posunut na interval XX.

Z těchto násobků frekvencí lze zpětně usuzovat s určitou tolerancí na polohu (výšku) nárazového tónu (vedlejšího nárazového tónu):

součet frekvencí [Hz] vyšších harmonických tónů se dělí součtem násobků odpovídajících jednotlivým harmonickým tónům (výpočet podle Schoutena<sup>16)</sup>).

**14)** S pojmem nominál se můžeme setkat v různém významu: 1. např. ve Velké Británii či Francii je jako nominál označována oktáva (VIII); nárazový tón = VIII/2 = „půlnominál“. 2. německá kampanologie se snažila pojmem nominál nahradit výraz „nárazový tón“, který má poloviční frekvenci (horní) oktávy = VIII/2 (s tím se můžeme setkat i u nás ve firemních nabídkách a zprávách).

**15)** Je nutné rozlišovat fyzikální kategorii „vyšší harmonické tóny“ od širšího významu „harmonické tóny“ užívaného v hudbě.

**16)** Jan Frederik Schouten (1910–1980), nizozemský fyzik, profesor university v Eindhovenu. Výpočet vychází z teorie tzv. reziduálního tónu, která se pokoušela vysvětlit vznik nárazového tónu.

Příklad:

$$(VIII [Hz] + XII [Hz] + XV [Hz] + \dots + XXII [Hz]) / (2 + 3 + 4 + \dots + 8) = \text{nárazový tón [Hz]}$$

Výpočet se někdy výrazněji liší od reality.

### 3.2 Hudební stupnice a typy ladění

Stupnice diatonická je tvořena ze sedmi tónů (5 celých tónů a 2 půltónů).<sup>17)</sup> Osmý tón odpovídá prvnímu, který je o oktávu zvýšen. Stupnice chromatická je tvořena z 12 půltónů. Třináctý odpovídá prvnímu, který je o oktávu zvýšen.

Jednotlivé tóny jsou určeny matematickými poměry jejich výšek (t.j. jejich frekvencí).

U ladění přirozeného jsou intervaly vyjádřeny poměrem celých čísel:

Interval		Poměr	desetinné číslo
prima	I	1 : 1	1
zvětšená prima (malý půltón)		25 : 24	1,0416667
malá sekunda (velký půltón)		16 : 15	1,0666667
sekunda – malý celý tón	II	10 : 9	1,1111111
sekunda – velký celý tón	II	9 : 8	1,125
zvětšená sekunda		75 : 64	1,171875
malá tercie (mollová)	III	6 : 5	1,2
velká tercie (durová)	III	5 : 4	1,25
kvarta	IV	4 : 3	1,3333333
zvětšená kvarta		25 : 18	1,3888889
<i>tritonus (3 celé tóny = 6 půltónů)</i>		$1 : \sqrt{2}$	1,4142136
kvinta	V	3 : 2	1,5
malá sexta	VI	8 : 5	1,6
velká sexta	VI	5 : 3	1,6666667
zmenšená septima		128 : 75	1,7066667
přirozená septima		7 : 4	1,75
septima	VII	9 : 5	1,8
velká septima	VII	15 : 8	1,875
<b>oktáva</b>	<b>VIII</b>	<b>2 : 1</b>	<b>2</b>
nona	IX	9 : 4	2,25
malá decima (mollová)	X	12 : 5	2,4
necima	X	5 : 2	2,5
undecima	XI	8 : 3	2,6666667
<b>duodecima (superkvinta)</b>	<b>XII</b>	<b>3 : 1</b>	<b>3</b>
malá tredecima	XIII	16 : 5	3,2
velká tredecima	XIII	10 : 3	3,3333333

<sup>17)</sup> Podle umístění půltónů v diatonické stupnici, existují různé tóniny, tzv. mody, které jsou nazvány podle starověkých řeckých oblastí. Odtud se odvozuji: **stupnice durová** s intervaly půltónu mezi 3. a 4. tónem a mezi 6. a 7. tónem (modus iónský); **stupnice mollová** s intervaly půltónu mezi 2. a 3. tónem a mezi 5. a 6. tónem. (modus aiolský).

Interval		Poměr	desetinné číslo
kvatuordecima (mollová)	XIV	18 : 5	3,6
kvatuordecima (durová)	XIV	15 : 4	3,75
<b>dvojitá oktáva (superoktáva)</b>	<b>XV</b>	<b>4 : 1</b>	<b>4</b>
	XVI	9 : 2	4,5
malá septdecima		24 : 5	4,8
<b>septdecima (superdecima)</b>	<b>XVII</b>	<b>5 : 1</b>	<b>5</b>
dvojitá oktáva + kvarta	XVIII	16 : 3	5,3333333
	<b>XIX</b>	<b>6 : 1</b>	<b>6</b>
dvojitá oktáva + sexta	XX	20 : 3	6,6666667
	XXI	36 : 5	7,2
<b>trojitá oktáva</b>	<b>XXII</b>	<b>8 : 1</b>	<b>8</b>

(Tučně jsou zvýrazněny tzv. vyšší harmonické tóny. Tritonus, který není v poměru celých čísel, je interval nepříjemný, vyvolávající až napětí.)

V hudbě se tóny označují slabikami (do – re – mi – fa – sol – la – si; ve starší době “do” označováno jako “ut”) nebo písmeny (ve střední Evropě c – d – e – f – g – a – h, v západní Evropě C – D – E – F – G – A – B); ve střední Evropě s příponami vyjadřujícími zvýšení (-is) nebo snížení (-es, -s; výjimku tvoří snížené h = hes označované „b“ – středoevropský způsob), v jižní a západní Evropě připojenou značkou # nebo b.<sup>18)</sup>

18) Pojmenování tónů v různých zemích:

stř. Evropa	Itálie	Francie	GB/USA
c	do	DO	C
ces	do Bemolle	DO <sub>b</sub> Bémol	C <sub>b</sub>
his	si Diesis	SI <sub>#</sub> Diese	B <sub>#</sub>
h	si	SI	B
b=hes	si Bemolle	SI <sub>b</sub> Bémol	B <sub>b</sub>
ais	la Diesis	LA <sub>#</sub> Diese	A <sub>#</sub>
a	la	LA	A
as	la Bemolle	LA <sub>b</sub> Bémol	A <sub>b</sub>
gis	sol Diesis	SOL <sub>#</sub> Diese	G <sub>#</sub>
g	sol	SOL	G
ges	sol Bemolle	SOL <sub>b</sub> Bémol	G <sub>b</sub>
fis	fa Diesis	FA <sub>#</sub> Diese	F <sub>#</sub>
f	fa	FA	F
fes	fa Bemolle	FA <sub>b</sub> Bémol	F <sub>b</sub>
eis	mi Diesis	MI <sub>#</sub> Diese	E <sub>#</sub>
e	mi	MI	E
es	mi Bemolle	MI <sub>b</sub> Bémol	E <sub>b</sub>
dis	re Diesis	RE <sub>#</sub> Diese	D <sub>#</sub>
d	re	RE	D
des	re Bemolle	RE <sub>b</sub> Bémol	D <sub>b</sub>
cis	do Diesis	DO <sub>#</sub> Diese	C <sub>#</sub>
c	do	DO	C

Tóny v jednotlivých stupnicích v **přirozeném ladění** mají proměnlivou absolutní hodnotu (rozdílný kmitočet), neboť jsou vztahovány k základnímu (prvnímu) tónu.

**Ladění temperované** dělí oktávu na naprosto stejné intervaly. Dochází k „zprůměrování“ hodnot jednotlivých tónů. Přirozenému ladění odpovídá prima a oktáva, s minimální odchylkou sekunda, kvarta, kvinta. Hodnoty ostatních tónů jsou upraveny více. Toto ladění je typické pro klávesové nástroje a umožňuje zahrát jakoukoli stupnici bez přeladění.

Ve firemních nabídkách a popisech ladění souborů se můžeme setkat s řadou tónů, která obsahuje zároveň půltóny zvýšené (durové) a snížené (mollové). V temperovaném ladění, kdy půltóny jsou ve stupnicích stejně veliké, má půltón zvýšený stejnou výšku jako půltón snížený, tedy například  $gis = as$ . Jsou to tóny „**enharmonické**“, stejně znějící, jinak pojmenované. Při zpracování zvukové analýzy zvonů a jejich souborů je proto vhodné zamýšlet se nad jednotným přístupem, který bude vyhovující jak z hlediska technického, tak hudebního.

Jednotlivé oktávy jsou rozlišeny pojmenováním a označením, ve střední Evropě takto:

$c^5=c''''''$	pětičárkovaná oktáva
$c^4=c''''$	čtyřčárkovaná oktáva
$c^3=c'''$	trojčárkovaná oktáva
$c^2=c''$	dvojčárkovaná oktáva
$c^1=c'$	jednočárkovaná oktáva
$c (c^0)$	malá oktáva
$C$	velká oktáva
$C_1$	kontraoktáva
$C_2$	subkontraoktáva
$C_3$	subsubkontraoktáva

Číslování oktáv bývá také od jednočárkované oktávy výše v horním indexu a od kontraoktávy níže v dolním indexu.<sup>19)</sup>

Běžně se ale setkáváme s tím, že jsou tóny označovány (v kronikách, firemních materiálech) velkými písmeny a bez udání oktávy, ač by měly být správně označeny písmeny malými a tak, aby oktávy byly jednoznačně rozlišeny.

19) Podobně jako označení tónů, ani pojmenování oktáv není všude stejné, např.:

Evropa		Francie		Itálie	
$c^5=c''''''$	pětičárkovaná oktáva	do7	la septième octave	do7	la nona ottava
$c^4=c''''$	čtyřčárkovaná oktáva	do6	la sixième octave	do6	l' ottava ottava
$c^3=c'''$	trojčárkovaná oktáva	do5	la cinquième octave	do5	la septima ottava
$c^2=c''$	dvojčárkovaná oktáva	do4	la quatrième octave	do4	la sesta ottava
$c^1=c'$	jednočárkovaná oktáva	do3	la troisième octave	do3	la quinta ottava
$c (c^0)$	malá oktáva	do2	la deuxième octave	do2	la quarta ottava
$C$	velká oktáva	do1	la première octave	do1	la terza ottava
$C_1$	kontraoktáva	do01	la contre-octave	Do	la seconda ottava
$C_2$	subkontraoktáva	do02	la double contre-octave	Do-1	la prima ottava
$C_3$	subsubkontraoktáva		la double double contre-octave		

Při čerpání ze zahraničních pramenů a literatury je tedy nutné umět údaje správně převést.

### 3.3 Matematicko-fyzikální vyjádření hodnot tónů

Každý tón je určen kmitočtem – frekvencí vlnění. Kmitočty se vyjadřuje v Hz (hertzech). Matematicko-fyzikální vyjádření tónu v Hz je nejpřesnější a umožňuje další matematické zpracování.<sup>20)</sup>

Základním tónem ladění je  $a^1 = a^1$ . Výška tohoto  $a^1$  (komorní  $a$ ) byla stanovena v roce 1858 v Paříži a 1885 ve Vídni kmitočtem 435 Hz, v roce 1939 v Londýně byla stanovena kmitočtem 440 Hz.

Pro zvony se u nás, a také v Německu, Rakousku, Švýcarsku, Francii, stále užívá  $a^1 = 435$  Hz. U zvonů se tóny (respektive půltóny) dělí podle staršího způsobu na zlomky –  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  (=  $\frac{2}{8}$ ),  $\frac{1}{8}$  půltónu, podle Limburských směrnic na šestnáctiny půltónu (což se uvádí jako nejmenší interval, který lidské ucho rozliší).<sup>21)</sup> Oktáva se dělí v temperovaném ladění na 12 (stejných) půltónů rozdělených na šestnáctiny (oktáva =  $\frac{192}{16}$  půltónů). V anglosaských zemích se užívá  $a^1 = 440$  Hz. Tóny se dělí na centy (oktáva = 1200 centů, půltón = 100 centů). I u  $a^1 = 435$  Hz se při počítačovém zpracování užívá dělení na centy. V zápisu výsledku měření je tedy nutné uvádět, jakého systému bylo užito.

Chromatická stupnice temperovaného ladění je v rozsahu oktávy tvořena 12 půltóny s naprosto pravidelnými intervaly, které lze vyjádřit poměrem kmitočtů:  $1 : 2^{(1/12)} = 1,059463094$ . (Poměr  $1 : 2$  vyjadřuje rozdíl oktávy, mocnitel ji dělí na 12 stejných dílů).

Odchylku  $\frac{1}{16}$  půltónu lze pak vyjádřit poměrem kmitočtů:  $1 : 2^{(1/12)(1/16)} = 1 : 2^{(1/196)} = 1,003616666$ .

Při počítání v centech, kdy se oktáva dělí na 12 půltónů po 100 centech, lze interval 1 centu vyjádřit poměrem kmitočtů  $1 : 2^{(1/1200)} = 1,0005777895$ .

Interval  $\frac{1}{16}$  půltónu odpovídá 6,25 centům.

$a^1 = 440$  Hz je zvýšeno o **3,1657** půltónových šestnáctin proti  $a^1 = 435$  Hz.

$a^1 = 435$  Hz je sníženo o **19,7857** centů proti  $a^1 = 440$  Hz.<sup>22)</sup>

Dělení tónů na menší části vyjadřuje zvýšení či snížení základní hodnoty jednotlivých tónů.

To má význam pro:

1. posouzení kvality jednotlivých zvonů – zda tón hlavní a alikvotní (parciální) tóny jsou vzájemně dobře sladěny,
2. posouzení souboru zvonů – odchylku od hlavního tónu by pak měl respektovat celý soubor.

V souborech nutno přizpůsobit nové zvony ke starým. Vykazuje-li starý zvon zvýšení nebo snížení základního tónu, měly by tuto odchylku vykazovat i k němu pořizované zvony nové. V širších souvislostech se posuzuje souzvuk se zvony na stanovištích v blízkém okolí.

Posuzuje-li se zvon, který bude zvonit jako solitér, je možno hodnotit ho shovívavěji než když bude zvonit v souboru. Čím větší je soubor zvonů, tím přísněji je třeba zvon posuzovat.

**20)** Pozor: zpětný přepočítání hodnot z mechanických ladiček na Hz je značně nepřesný, jeho použitelnost je značně omezena pro příliš velkou toleranci.

**21)** Překlad Limburských směrnic s komentářem vyšel v Zprávách památkové péče č. 1/2009 (viz seznam literatury).

**22)** Přepočítání hodnot mezi systémy, které berou za základ  $a^1 = 435$  Hz nebo  $a^1 = 440$  Hz, je následující:

Interval mezi  $a^1=435$  Hz a  $a^1=440$  Hz =  $440/435 = 1,01149425287356321839080459770115 \approx 1,01149425287$

Do tohoto intervalu se pak vejde  $x$ -tá mocnina hodnoty vyjadřující interval buď 1 půltónové šestnáctiny nebo 1 centu;  $x$  se rovná hledané hodnotě.

Platí:  $\mathbf{ax = b}$  nebo v prohození stran  $\mathbf{b = ax}$ , kde  $\mathbf{a}$  je interval buď 1/16 nebo 1/100 půltónu (viz níže) a  $\mathbf{b}$  interval mezi hodnotami 435 a 440 Hz.

Hledané  $x$  vypočítáme:  $x = \log b / \log a$ .

Odchylka vyjádřená v šestnáctinách půltónu:

$a = 1,003616666$  (interval 1/16 půltónu)

$b = 1,01149425287$

$\log b = 0,00496341953002020074774374826907281 \approx 0,00496341953$

$\log a = 0,00156786457136782186166597348060886 \approx 0,00156786457$

$x = 3,16571955573943481610787339878469 \approx \mathbf{3,1657195557}$

Odchylka vyjádřená v centech:

$a = 1,0005777895$  (interval 1 centu)

$b = 1,01149425287$

$\log b = 0,00496341953002020074774374826907281 \approx 0,00496341953$

$\log a = 2,50858326874888973328066923576752e-4$

$x = 19,7857475645024739053872583635312 \approx \mathbf{19,7857475645}$

### 3.4 Variabilita zvukového obrazu zvonů

Za zvukový ideál zvonu je v současnosti pokládán oktávový zvon, kde prima odpovídá nárazovému tónu, spodní tón (spodní oktáva) a oktáva tvoří s nárazovým tónem přesně intervaly oktávy; mollový oktávový zvon je charakterizován mollovou tercií.

Podle polohy spodního tónu se rozlišují typy zvonů: oktávový – nonový – septimový – sextový – decimový. (Decimový zvon je v horní části velmi široký, např. románské zvonky, také nonový zvon bývá v horní části širší.)

U mísovitých hodinových cimbálů bývá spodní tón v intervalu undecimy nebo decimy.

Různou polohu může mít prima, která může být zvýšená o půltón<sup>23)</sup> či snížena až o tercii (a vyjimečně i více). Tercie je většinou mollová, může být i durová. Kvinta může mít odchylku půltónu nahoru i dolů.<sup>24)</sup> Decima je mollová či durová a mohou se vyskytovat společně. Některé tóny mohou zcela chybět, naopak se mohou vyskytnout jiné jako např. sexta, septima (charakteristické např. u ocelových zvonů<sup>25)</sup>), nona, undecima, tredecima. Z toho je patrné, že realita je daleko pestřejší než ideální zvukový obraz.

Charakteristický zvukový obraz mísovitého hodinového cimbálu se výrazně liší od zvukového obrazu zvonu; jsou zastoupeny: spodní tón -XI (undecima) nebo -X (decima); dále I (prima, která je zde tónem hlavním), VII (septima) nebo VI (sexta), XI (undecima), XV (dvojitá oktáva).

I když se forma zvonu zhotovuje vytáčením podle jeho svislé osy, ve skutečnosti nemusí být půdorys vždy přesně kruhový a rovněž síla stěny díky nepřesnému sesazení formy může být na jedné straně větší a na protilehlé menší. V takovém případě se mohou ozývat odlišné nebo zdvojené tóny.<sup>26)</sup> Zdvojené tóny mohou být způsobeny i nevhodným rozložením výzdoby.

Zvukovou analýzou lze zjistit anomálie, které signalizují vady či poškození zběžným pohledem nezjistitelné nebo obtížně postižitelné.<sup>27)</sup>

### 3.5 Zjišťování zvukového obrazu zvonů

Při zvukové analýze se sleduje:

1. Nárazový, respektive hlavní tón.
2. Alikvotní (parciální) tóny.
3. Vyznívání zvonu, a sice primy (I), tercií (III), spodního tónu. Nárazový tón zní krátce (do 2 sekund) a přechází pak v primu. Je-li udávána delší doba trvání nárazového tónu (více než 3 sekundy), nejedná se o nárazový tón, ale o primu (která souhlasí s nárazovým tónem).
4. Vyšší harmonické tóny v jednotlivých zvonech i v rámci souboru (získáváme-li přesné údaje v Hz).

Zjišťování tónů se provádí: subjektivně – poslechem (A), objektivně – měřením (B, C):

A Poslechem

1. Osoba vybavená absolutním sluchem rozeznává a dokáže pojmenovat výšku tónu.
2. Osoba s hudebním sluchem (relativním) porovnává poslechem tón s předmětem vydávajícím tón přesně určené

<sup>23)</sup> Lze se setkat i s primou zvýšenou na úroveň velké sekundy, takové zvonky bývají zvukově problematické.

<sup>24)</sup> U primy a kvinty s větší odchylkou, kdy se fakticky často jedná již o jiný interval, se v německé kampanologii můžeme setkat s přidáním označením „-V“ (Vertreter = zástupce).

<sup>25)</sup> Zvonky ocelové mají vyšší základní tón než zvonky stejných rozměrů ze zvonoviny (přibližně o tercii či kvartu). Vyšší tón mají i zvonky z bílého bronzu.

<sup>26)</sup> Starověké čínské zvonky byly záměrně konstruovány na půdorysu elipsy či kosočtverce, takže vydávaly při úderu ve směru kratší či delší osy tóny různé výšky.

<sup>27)</sup> U zvonu z r. 1498 ve Zdětině (okr. Mladá Boleslav) bylo zjištěno nezvykle krátké trvání spodní oktávy, která po odejmutí ladičky umlká. Tato výrazná anomálie signalizuje skrytou vadu, pohledem nezjistitelnou. (Podle dnešních kritérií by takový zvon byl zamítnut.)

výšky. V dřívějších dobách se užívalo píšťal. V moderní době se užívá přesných mechanických ladiček, které dělí tóny (půltóny) na menší části.

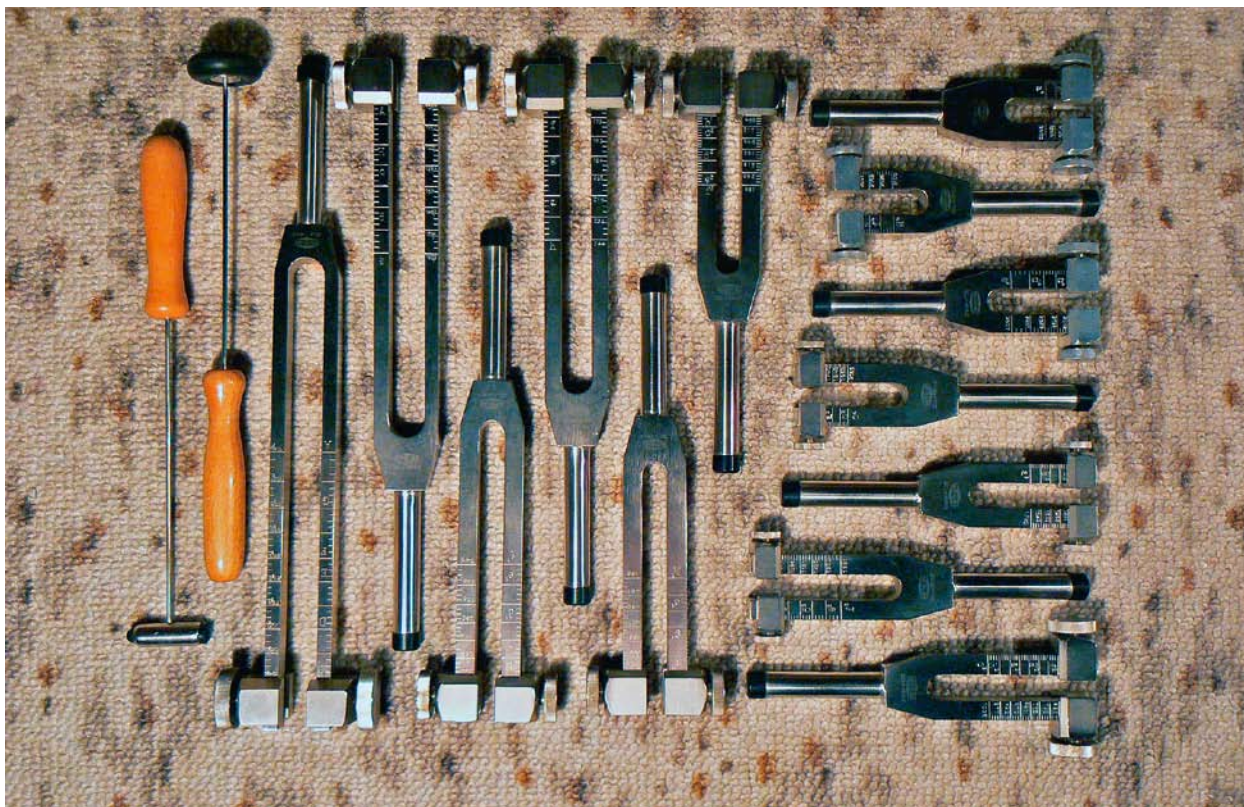
#### B Vyvoláním rezonance

Příkladáním předmětu vyvolávajícím kmity o známé frekvenci na určitá místa zvonového žebra se při shodě frekvence s tónem obsaženým ve zvonu tento tón jasně a zřetelně ozve. K tomu se užívá již zmíněných přesných „dotykových“ ladiček, které tóny dělí na stejné díly. Rovněž lze použít generátor elektromagnetických kmitů, a tyto kmity pomocí kmitajícího elektromagnetu do zvonu přenášet.

#### C Snímáním zvuku mikrofonem a jeho rozložení pomocí analyzátoru

Analyzátor umožňuje identifikovat frekvence jednotlivých tónů a jejich intenzitu. Ty pak lze dále vyhodnocovat pomocí speciálního softwaru. (Nárazový tón, případně vedlejší nárazový tón nelze měřit, lze jej však odvodit výpočtem. Viz kapitola 3.1.)

Celkové posouzení zvuku zvonů a jejich souborů souvisí s provozní stránkou (kterou se na tomto místě nezabýváme). Tu podmiňuje vybavení, které ovlivňuje správnou funkci zvonové soustavy (zvon + hlava + srdce). Je třeba zajistit rytmus zvonění jak zvonu jednotlivého (souvisí s velikostí zvonu a úhlem jeho výkyvu), aby se jeho zvuk dostatečně rozvinul, tak v rámci souboru (výkyvných) zvonů, aby nevznikly mezi jednotlivými zvony výrazné rozdíly, které by působily rušivě.



Obr. 6: Soubor ladiček s kladičky

## 3.6 Metody zjišťování zvukového obrazu (zvukové analýzy zvonů)

### 3.6.1 Mechanické ladičky

Výška tónu se zjišťuje:

1. porovnáváním tónu a rozezněné ladičky sluchem,
2. vyvoláním odezvy rezonancí pomocí přikládání rozezvučených ladiček.

Standardní zjištění zvukového obrazu se provádí odzkoušením speciálními mechanickými ladičkami, které se rozeznívají údery speciálních kladívek (měkkí a tvrdší úder). Užívá se přesných ladiček Barthelmes-Edelmannových resp. Barthelmesových s posuvnými stavítky, jimiž lze tón dělit. Ladičky, které tvoří sadu v maximálním rozsahu od C (64,7 Hz) do a<sup>4</sup> (3480 Hz), jsou zhotoveny z kvalitní oceli, mají tvar „Y“ (vidlice).<sup>28)</sup> Nožička, která je zakončena nekovovou koncovkou, nebo je vsazena do dřevěné rukojeti, se přikládá na zvon. Tím se kmity rozezněné ladičky přenášejí do zvonu. Na ramenech, dělených ryskami na půltóny a dále na menší díly, jsou navlečena posuvná stavítka, jejichž poloha je fixována šrouby. U ladiček a<sup>1</sup> = 435 Hz je půltón dělen na osminy (po 4 dílcích na obou ramenech). Posouváním stavítek nahoru se tón snižuje, posouváním dolů se zvyšuje. Odchylka se odečítá na spodní hraně stavítek. Součet dílků na obou ramenech vyjadřující odchylku (+ nebo -) od základní hodnoty dává výslednou odchylku v osminách (=  $\frac{2}{16}$ ) půltónu, nastavením mezipolohy dostáváme šestnáctiny. Vyjádření odchylek v šestnáctinách se považuje za standard a mělo by být preferováno. Extrémní možný rozdíl polohy stavítek (aby nedošlo ke zkreslení) může být 4 dílky (tj. čtvrttón).



Obr. 7: Ladička přiložená na zvon (určení primy).

<sup>28)</sup> <http://stimmgabeln.org/>

Poloha stavítek a převod na šestnáctiny půltónu (vyjádření v šestnáctinách půltónu stanovují t.zv. Limburské směrnice) - 4/16 odpovídají 1/4 (=2/8) půltónu (=1/8 celého tónu) podle starého způsobu:

polohy stavítek					součet dílků	šestnáctiny	čtvrtiny
0 0					0	0	0
						1	
0 1	1 0				1	2	0,5
						3	
0 2	1 1	2 0			2	4	1
						5	
0 3	1 2	2 1	3 0		3	6	1,5
						7	
0 4	1 3	2 2	3 1	4 0	4	8	2
						9	
	1 4	2 3	3 2	4 1	5	10	2,5
						11	
		2 4	3 3	4 2	6	12	3
						13	
			3 4	4 3	7	14	3,5
						15	
				4 4	8	16	4

Požadovaná přesnost měření je  $\frac{1}{16}$  půltónu (t.j.  $\frac{1}{2}$  dílku), což se bere jako nejmenší odchylka rozeznatelná poslechem. (Při vyvolání odezvy rezonancí lze se s ladičkami dostat u hlubších tónů někdy až na hodnotu  $0,5\frac{1}{16}$ .) Subjektivní vnímání tónů je ovlivněné okamžitými podmínkami – tolerance  $\frac{3}{16}$  je přijatelná.

Výhody použití ladiček:

1. stabilita zvuku (lze využít i pro kontrolu elektronického měřicího přístroje nebo nahrávacího zařízení),
2. možnost použití kdekoli – nezávislost na zdroji elektřiny.

Nevýhody:

1. nedostatečná energie při iniciování vyšších tónů, které pak není možno nad určitou hranici zjistit ozevem (částečně lze řešit opakovaným rozezníváním na zvon přiložené ladičky),
2. zdlouhavější nastavování – povolování a utahování stavítek při posouvání.

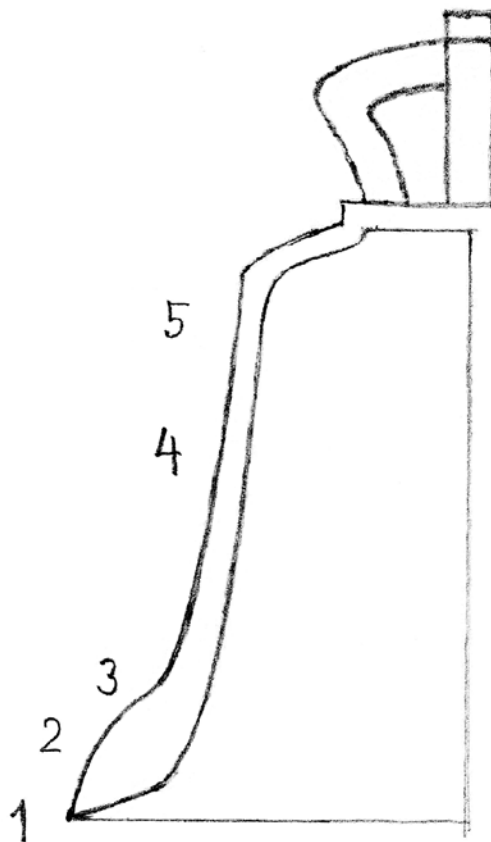
### 3.6.1.1 Ozev tónů

Místa na zvonu, kde se jednotlivé tóny zjišťují rezonancí

1. na spodním okraji zvonu (při ústí)
2. na (úderovém) věnci
3. na horní části věnce
4. nad polovinou výšky korpusu
5. pod horním okrajem (na krku)

Pro konkrétní tóny odpovídají určitá místa:

spodní tón	2, 3	
I prima	2, 5	
III tercie	2, 3	
V kvinta	4	
VIII oktáva	1	
X decima	5, 4	
XI undecima	5	
XII duodecima	5, 1	
XIII tredecima	5	
XV dvojitá oktáva	1	
principály -VIII, I, III těž	4	
vyšší harmonické tóny	1	
(Měření lze provádět na vnější i vnitřní straně zvonu.)		
Nárazový tón (rezonancí vyvolat nelze)	2	úderem



Obr. 8: Místa na zvonu, kde zjišťujeme ozev

## 3.6.2 Elektronické metody

### 3.6.2.1 Počítačová analýza

Odečet hodnot z rozezvučeného zvonu – zvuk je snímán kvalitním externím mikrofonem z optimální vzdálenosti. Zvuk je rozložen analyzátozem – zařízením umožňujícím identifikaci jednotlivých tónových frekvencí. Software vyhodnotí zvukové spektrum, provede grafické zobrazení. Výsledek závisí na kvalitě zvukové karty počítače.<sup>29)</sup>

Pro počítačovou analýzu lze využít buď jednotlivé údery (zvon lze rozeznít jedním nebo více údery), nebo souvislé zvonění.<sup>30)</sup> Nahrávku lze speciálním softwarem rozdělit na části a analyzovat každou zvlášť; větším počtem výstupů jsou výsledky objektivizovány. Srdce zvonu je možné rozhoupat pomocí šňůry, což umožňuje současně ovládat počítač.

Zvuk úderem (údery) rozezněného zvonu snímáme mikrofonem. Zvuk nahráváme buď přímo do počítače, respektive notebooku, nebo digitálního nahrávače (záznamníku). Použití počítače má tu výhodu, že můžeme okamžitě ověřit kvalitu výsledku (jeho využitelnost). Použití digitálního záznamníku má tu výhodu, že se používá přístroje výrazně menšího a lze ho užít i v podmínkách obtížného přístupu. Počítačový program analyzuje frekvence a intenzitu jednotlivých tónů.

<sup>29)</sup> Při počítačové analýze zvonů se bere za základ oktáva a ostatní tóny se k ní vztahují.

<sup>30)</sup> Návod k freewarovému programu Wavanal připojen v příloze.

Mezi různými porízeními nahrávkami mohou existovat rozdíly, které ovlivňují výsledek analýzy. Tyto rozdíly jsou zapříčiněny sníženou kvalitou použité techniky (hardwaru)<sup>31)</sup>, v případě starších magnetofonových nahrávek stavem nabití baterií.

K získání dobrých výsledků je třeba kvalitní externí mikrofon s dostatečnou citlivostí, který je schopen zachytit široké tónové spektrum bez zkreslení. V počítači zabudovaný mikrofon není vhodný; je rušen motorkem větráčku. Mikrofon musí být umístěn v optimální vzdálenosti od měřeného zvonu (řídí se místními podmínkami), to lze řešit i prodlužovacím kabelem, který umožní umístění mikrofonu na vhodné místo, aniž je nutno přemístit notebook. Umístění mikrofonu nad zvonem nebo v jeho úrovni dává kvalitnější výsledky než umístění pod zvonem. Nutno nastavit vstup do počítače a seřadit mikrofon: zeslabit, aby nebyl přehlacen při nahrávání v interiéru a naopak zesílit při nahrávání zdáli.

Při nahrávkách můžeme mikrofon odstínit proti rušivým vlivům; například hluk dopravy lze odstínit umístěním v koutě zvonice či pod okenním parapetem. Ve stíněných prostorách můžeme odstínit sílu zvuku zvonu umístěním mikrofonu za trámem nebo za zády.

### 3.6.2.2 Elektromagnetický oscilátor

Vyvoláváme rezonanci měnitelným elektromagnetickým vlněním známé hodnoty. Od vyvolání odezvy na ladičku se liší de facto pouze použitím jiného prostředku. Oscilátor vydává kmitočet známé hodnoty, který je přenášen do zvonu přikládáním oscilačního tělíška – elektromagnetu, jehož jádro kmitá v nastavené frekvenci. Při shodě tónu obsaženého ve zvonu rozezní se zvon jasně a hlasitě. Hodnoty jsou odčítány na displeji – přesnost 0,1 Hz. (Plynulé rychlejší měnění frekvence umožňuje orientační zjištění, plynulé pomalé měnění frekvence umožňuje doladění přesné hodnoty, která je odečítána z displeje.) Digitální vyjádření hodnot snižuje možnost chyb zápisu. Tento způsob umožňuje přesné zjištění alikvotních tónů v rozsahu větším než při použití mechanických ladiček, jelikož lze dodávat energii pro vyvolání rezonance podstatně delší dobu. Je využíván ve zvonářských dílnách pro přesné doladování zvonů.<sup>32)</sup>

### 3.6.3 Měření vyznívání zvonů

Dobu vyznívání lze zjišťovat poslechem, též měřit pomocí přístrojů. Výsledky obou postupů nebudou ale shodné.

Měření délky vyznívání poslechem:

A: Rozeznění zvonu jedním úderem nebo více údery (doporučují se 3 údery) srdcem do zvonu. Měříme trvání tónu (tónů) v sekundách. Rozezvučíme-li zvon úderem (úderem), po krátké době umlkají vyšší tóny a nejdéle zní prima, tercie a spodní tón. Vycvičený posluchač, stojící přímo u zvonu, zaslechne, jak prima a tercie umlkne a zůstává znít pouze spodní tón. Prima a tercie přitom mohou mít stejnou nebo rozdílnou délku vyznívání.

Celkové vyznívání je také možné měřit po plném rozeznění od posledního úderu zvonění.

B: Rozezvučíme měřený tón rezonancí; od okamžiku, kdy přerušíme působení ladičky nebo oscilačního tělíška oddálením, měříme trvání tónu. Tímto způsobem měříme vždy jeden konkrétní tón. Tento způsob se osvědčuje při zjišťování vyznívání primy a tercie.

Měření délky vyznívání speciálními měřicími přístroji nebo počítačově: Jsou analyzovány jak jednotlivé frekvence a jejich intenzita, tak i délka trvání (dozvuk). Lze využít současně i dotykový mikrofon, který snímá odezvu přímo na těle zvonu.<sup>33)</sup>

<sup>31)</sup> Byla odhalena chyba vstupu zvukové karty integrované v základní desce notebooku, kdy nahrávka vykazovala posun frekvencí. Tato nepředpokládaná závada byla vyřešena instalací externí zvukové karty.

<sup>32)</sup> Zvuk zvonu lze po odlití ještě upravovat soustružením (broušením) vnitřku zvonu.

<sup>33)</sup> Při použití dotykového mikrofonu je třeba zvon rozeznávat jen jemnějšími údery.

Srovnáme-li tzv. Limburské směrnice a Základní směrnice pro kolaudaci zvonu vydané SÚPPOP pod č.j. 4491/1959, zjistíme, že tyto materiály stanovují (pro nové zvony) rozdílné požadavky. Zatímco Limburské směrnice požadují pro bronzové zvony (t.j. ze zvonoviny) delší vyznívání spodní oktávy, naše směrnice se spokojují s kratším vyzníváním spodního tónu, požadují však delší vyznívání primy a tercie. Tato odlišnost vychází z historického specifika německé a české produkce.

Hodnoty pro zvon ze zvonoviny:

			Limburské směrnice		směrnice SÚPPOP	
			-VIII	I,III	-VIII	I,III
c	1	c		25	120	30
cis	1	des	150			
d	1	d				
dis	1	es				
e	1	e	120	20		
f	1	f	110		95	25
fis	1	ges				
g	1	g				
gis	1	as				
a	1	a	85	17	80	22
ais	1	b	80			
h	1	ces				
c	2	c				
cis	2	des	65	12	60	17
d	2	d	60			
dis	2	es				
e	2	e				
f	2	f	50	10	55	12
fis	2	ges				
g	2	g				
gis	2	as				
a	2	a			40	10

U některých historických zvonů (ale i některých nových) však budeme překvapeni mnohem kratším vyzníváním, které může být u spodního tónu i výrazně méně než poloviční proti současným požadavkům.

### 3.6.4 Faktory a postupy ovlivňující výsledek

Zjišťování akustického obrazu zvonu ladičkami je náročná a zodpovědná práce, která vyžaduje určité předpoklady: nelze nemít hudební sluch, nelze nemít určité znalosti hudební teorie. Vlastní měření je nutné provádět co nejpřesněji a výsledky je třeba umět správně interpretovat.

#### 3.6.4.1 Určení nárazového tónu

Nárazový tón = NT – vzniká úderem na úhozový věnec zvonu a zjišťuje se poslechem. Podle moderních kampanologických názorů má poloviční frekvenci horní oktávy, t.j. leží o oktávu níže než horní oktáva (VIII). Nárazový tón by měl být tónem hlavním. Hlavní tón však ve výjimečných případech<sup>34)</sup> nemusí být totožný s nárazovým tónem, může jím být prima (I), ale také vzácně tón jiný.

V případě, že při úderu slyšíme jiný tón, než se očekává, je nutno poslechnout zvon při plném rozeznění z dálky (nebo konfrontovat s nahrávkou zvuku). Jedině tak si lze vytvořit správný názor. Například při úderu kladívkem na zvon můžeme slyšet silnou tercii a považovat ji za tón hlavní, ale při poslechu delšího zvonění z dálky, kdy hlavní tón lépe vynikne, provedeme korekci a dospějeme k jinému názoru.<sup>35)</sup>

Vyskytne-li se zdvojená oktáva, pak nárazový tón bude odpovídat poloviční frekvenci jedné z možností.

Někdy je obtížné pochopit zvukový obraz zkoumaného zvonu (například při výrazně snížené primě), pak je dobré určit nejprve kvintu a oktávu, pak postupovat k dalším tónům.

#### 3.6.4.2 Odchyly měření

Různé metody měření mohou dát odchylné výsledky. Činí-li odchylka 2/16 půltónu, je v rámci tolerance; je-li větší, je třeba provést kontrolu.

Vliv teploty – přesnost měřidel je cejchována při +20 °C. Zaručená přesnost je při teplotě +20 °C s tolerancí ± 5 °C. Posun hodnoty tónů v závislosti na teplotě činí (podle německé literatury) odchylku v rozsahu 0,5/16 půltónu na 10 °C. (Je vhodné zaznamenání teploty, při které byla zvuková analýza prováděna. V běžných podmínkách jsou odchylky v rámci běžné tolerance.)

Zaručeně spolehlivé výsledky postižení individuality zvonu lze zajistit

- souběžným prováděním analýzy mechanickými ladičkami a elektroakustické analýzy (viz 3.6.2.2.)
- opakovanou analýzou
- konfrontací různých výsledků a opakovaného měření.

#### 3.6.4.3 Chyby při provádění analýzy ladičkami

A: Vady měření

Hledání alikvotních tónů podle ideálního uspořádání, přičemž skutečnost může být jiná.

Nepochopení zvukového obrazu nestandardního (problematického) zvonu.

Nerozpoznání zdvojených tónů.

Nedostatečné využití možnosti opakování měření (zpravidla z časových důvodů).

B: Vady zápisu (změřeno správně, ale napsáno špatně)<sup>36)</sup>

Udání tónu o oktávu rozdílně – chyba je rozpoznatelná.

Udání tónu o půltón vedle – chyba je nerozpoznatelná bez revizního měření.

Záměna zvýšení (+) a snížení (–) – chyba je nerozpoznatelná bez revizního měření.

<sup>34)</sup> Jedná se asi o 2 % zvonů.

<sup>35)</sup> V této souvislosti je nutné zmínit elektronickou ladičku, která při úderu na zvon ukáže určitý tón. Je ale vybírán tón o největší intenzitě, který však vůbec nemusí být tím tónem, který hledáme.

<sup>36)</sup> S nimi se lze setkat v některých zprávách a protokolech o prohlídkách zvonů.

C: Momentální dispozice jedince.

Výsledek měření je negativně ovlivněn subjektivními faktory, jako jsou spěch, únava.

Doporučuje se získané hodnoty ještě na místě zkontrolovat, a tak chyby objevit a opravit.

#### 3.6.4.4 Rozdílné výsledky při provádění analýzy počítačem

Slabou kvintu nelze někdy počítačově spolehlivě určit, ač při poklepu na zvon je slyšet. Měření nutno ověřit ladičkami respektive vyvoláním rezonance (výsledek ovlivňují tóny IX, XII, XIII). Lze však postupovat i jiným způsobem, kdy v rychlém sledu rozezníváme zvon rychlými jemnějšími údery nad polovinou výšky (t.j. v oblasti kvinty) a tak kvintu zvýrazníme. Též se osvědčilo rozeznít zvon v oblasti kvinty, a pak pokračovat údery na věnec, přičemž zvuk je snímán až ve druhé fázi.

Při interpretaci výsledků je nutno zohlednit některé faktory: Intenzita jednotlivých frekvencí je proměnlivá vzhledem k místu a síle úderu do zvonu. U některých měření se setkáváme s výslednou variabilitou získaných hodnot: Např. může být zjištěn rozdíl při úderu na věnec z vnitřní a vnější strany; rozdíly vznikají při špatně zavěšeném srdci, které bije výš nebo níž.

V případě, že při snímání úderů na protilehlé strany zvonu je získán jiný výsledek, může se jednat o objektivně danou odchylku způsobenou nepravidelností korpusu. To potvrdí opakované měření.

#### 3.6.4.5 Vnější (objektivní) rušivé vlivy

Při práci v některých lokalitách se musíme vyrovnávat s nepříznivými faktory stěžujícími práci.

Nejčastěji je to doprava v blízkosti zvonového stanoviště: Silniční doprava při velkém provozu způsobuje stálou hladinu hluku. To například znemožňuje změřit vyznívání. Letecká doprava způsobuje obrovský hluk (jmenovitě start či přelet letadla) a nutí zcela přerušovat práci.

Hluk z výrobních podniků vytváří stálou hladinu hluku způsobenou běžícími stroji a působí velmi rušivě.

Silný vítr – zvláště v lucernách věží – strhává tón ladiček a znemožňuje práci.

Rušivě mohou působit při počítačové analýze antény mobilních telefonů a bezprostřední blízkost elektrického vedení.

#### 3.6.4.6 Význam praxe

Ke zvládnutí akustické analýzy zvonů standardních typů je třeba ji provést u několika desítek kusů. Nejčinnější poznatky ale přinášejí zvony s nestandardním uspořádáním alikvotních tónů. Takové zvony jsou nenahraditelným zdrojem poučení. Zásadní význam mají tedy zkušenosti nabyté praxí, které umožňují vypořádat se s nejrůznějšími překvapeními.

## Závěr

Zájemce o kampanologickou problematiku dostává praktický návod opírající se o dvanáctiletou praxi. Může pomoci při řešení významných otázek týkajících se zvonů, přinejmenším pak pomoci pochopit důležité vztahy, které v této oblasti existují.

## Literatura

- FEHN, Theo (herausgegeben von Gertrud Fehn). *Der Glockenexperte. Band I. Vom Neuaufbau des deutschen Glockenwesens aus der Sicht von Theo Fehn*. Karlsruhe: Badenia Verlag, 1990
- FEHN, Theo (herausgegeben von Gertrud Fehn). *Der Glockenexperte. Band II. Blick hinter die Kulissen*. Karlsruhe: Badenia Verlag, 1992
- FLODR, Miroslav. *Dějiny zvonařství a kampanologická charakteristika zvonů*. Časopis matice moravské XCIX, 1980, č. 3–4, s. 318–328
- FLODR, Miroslav. *Technologie středověkého zvonařství*. Brno: Univerzita J. E. Purkyně, Spisy filozofické fakulty č. 242, 1983
- GEIST, Bohumil. *Akustika. Jevy a souvislosti v hudební teorii a praxi*. Praha: Muzikus, 2005.
- Glocken in Geschichte und Gegenwart. Beiträge zur Glockenkunde. Band 1. Herausgegeben vom Beratungsausschuß für das Deutsche Glockenwesen. Bearbeitet von Kurt Kramer*. Badenia Verlag Karlsruhe, 1986, 272 stran.
- Glocken in Geschichte und Gegenwart. Beiträge zur Glockenkunde. Band 2. Herausgegeben vom Beratungsausschuß für das Deutsche Glockenwesen. Bearbeitet von Kurt Kramer*. Badenia Verlag Karlsruhe, 1997, 624 stran.
- Glockentürme, Berechnung und Ausführung. Deutsche Normen. DIN 4178*. August 1978.
- Glockentürme. Deutsche Norm. DIN 4178*. April 2005.
- HOFFS, Gerhard. *Glockenmusik katholischer Kirchen Kölns*. 2004
- LUNGA, Radek. *Limbské směrnice pro posuzování zvuku nových zvonů (1951)*. Zprávy památkové péče č. 1/2009, s. 51–53.
- LUNGA, Radek, SOLAŘ, Jaroslav. *Kostelní věže a zvonice. Kampanologie, navrhování, poruchy, rekonstrukce a sanace*. Praha: Grada Publishing, 2010, 176 stran.
- LUNGA, Radek, VÁCHA, Petr. *Základní směrnice pro kolaudaci zvonu (Vydal Státní ústav památkové péče a ochrany přírody v Praze pod č. 4491/1959)*. Zprávy památkové péče č. 1/2009, s. 53–55.
- MANOUŠEK, Petr Rudolf. *Zvonařství*. Praha: Grada Publishing, 2006, 188 stran.
- SCHAD, Carl-Rainer. *Wörterbuch der Glockenkunde. Stichwörter zur Campanologie mit Erläuterungen und Literaturhinweisen*. Bern und Stuttgart: Hallwag Verlag, 1996.
- SCHILLING, Margarete. *Glocken. Gestalt, Klang und Zier*. Dresden: VEB Verlag der Kunst, 1988, 372 stran.
- SMIT, Johan, PFEIFFER-RUPP, Rüdiger. *Interlinguale Konversionsprobleme bei fremdsprachigen Tonhöhenbenennungen*. Jahrbuch für Glockenkunde, sv. 13–14, 2001–2002, s. 471–480.
- VÁCHA, Petr. *Zvony, jejich příslušenství a údržba. Konference s mezinárodní účastí Moderní sakrální stavby 13. listopadu 2002 Aula Rektorátu VUT v Brně, Antonínská 1*. Brno, s. 46–48.
- Vavřínce Kříčky z Bítvyšky Návod k lití a přípravě děl, kulí, hmoždířů, zvonů, konví ke zvedání vody, k vodotryskům a p. četnými kresbami opatřený (Mathesis Bohemica)*. Praha: Technické knihkupectví a nakladatelství, 1947. VIII, 47 s., [53] obr. příl.
- Zvony. Odborný seminář*. Společnost pro technologie ochrany památek, Praha 17. června 1999

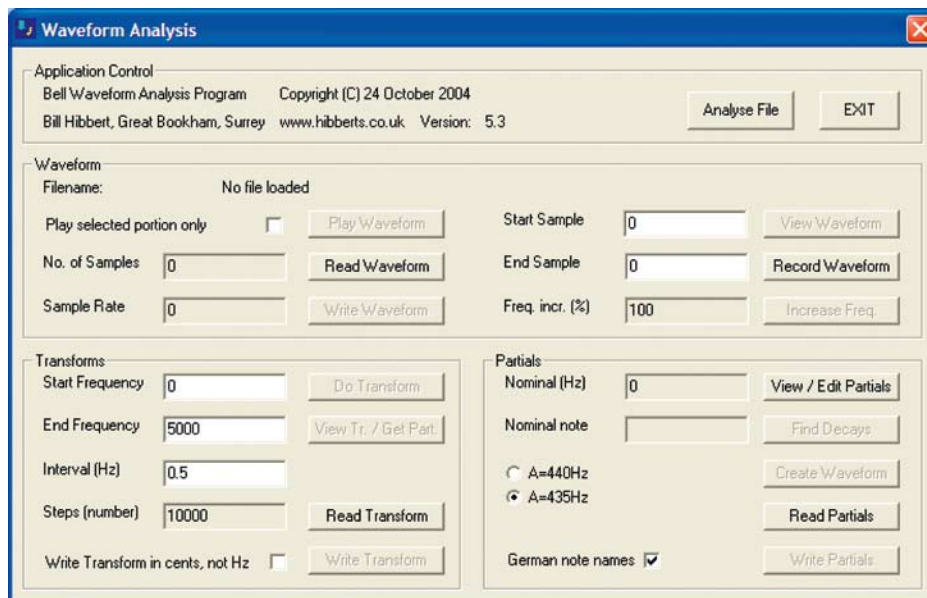


# Přílohy

## Návod k používání programu Wavanal<sup>37)</sup>

### Pořízení nahrávky

1. Připojíme k notebooku externí mikrofon. Mikrofon musí mít potřebnou citlivost a rozsah.
2. Spustíme program Wavanal (Wavanal.exe).  
Otevře se okno Waveform Analysis.



3. Zvolíme A=435Hz, a zaškrtneme German note names.
4. Pro nahrávání spustíme Record Waveform. Objeví se okno Recording...
5. Políčko Wait for trigger nesmí být zaškrtnuto.  
Je-li zaškrtnuto, nahrávka není pořízena.

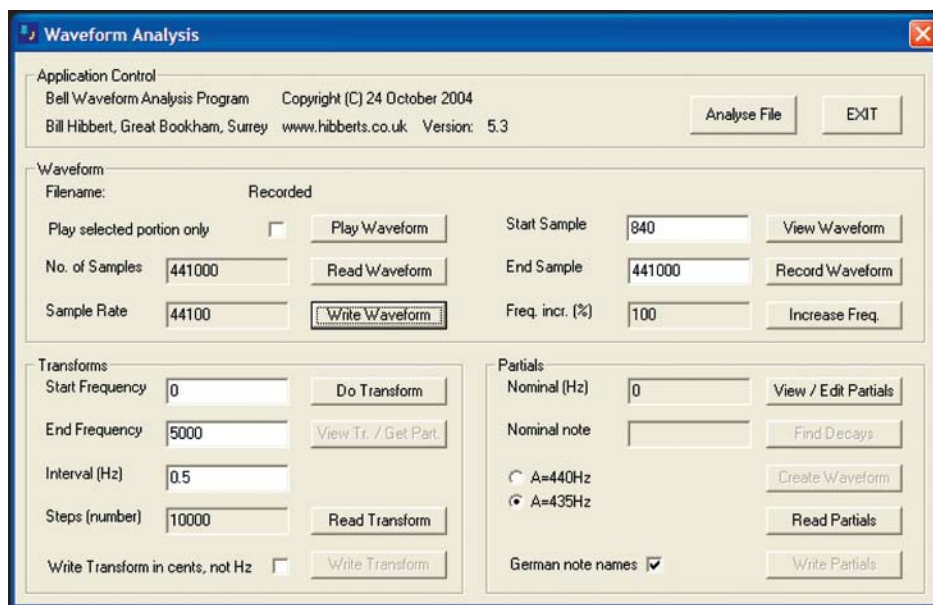
6. Hlasitost (Volume) je nutné nastavit, aby mikrofon nebyl přehlcen.



7. Spustíme Start record. Zvon rozeznáme jedním nebo více údery.  
Nahrávání trvá standardně 10 s a je ukončeno, když hodnota v políčku Samples dosáhne 441000.  
Před spuštěním lze nastavit hodnotu dvojnásobnou (20 s – Samples dosáhne 882000).



8. Ukončíme tlačítkem Exit. > Návrat do Waveform Analysis.

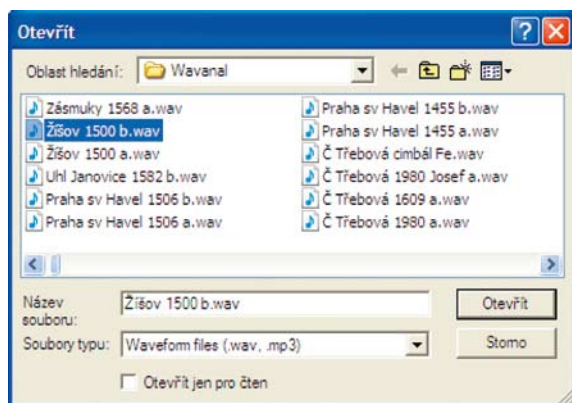


9. Zvolíme Write Waveform.

10. V dialogovém okně Uložit jako vybereme cílový adresář a pojmenujeme soubor, který má formát \*.wav. Tlačítkem Play Waveform můžeme nahrávku před tím zkontrolovat.

## Zpracování nahrávky

1. Volba Analyse File.
2. V dialogovém okně Otevřít vybereme příslušný soubor \*.wav. Verze 5.3 umí zpracovat i soubory.mp3.



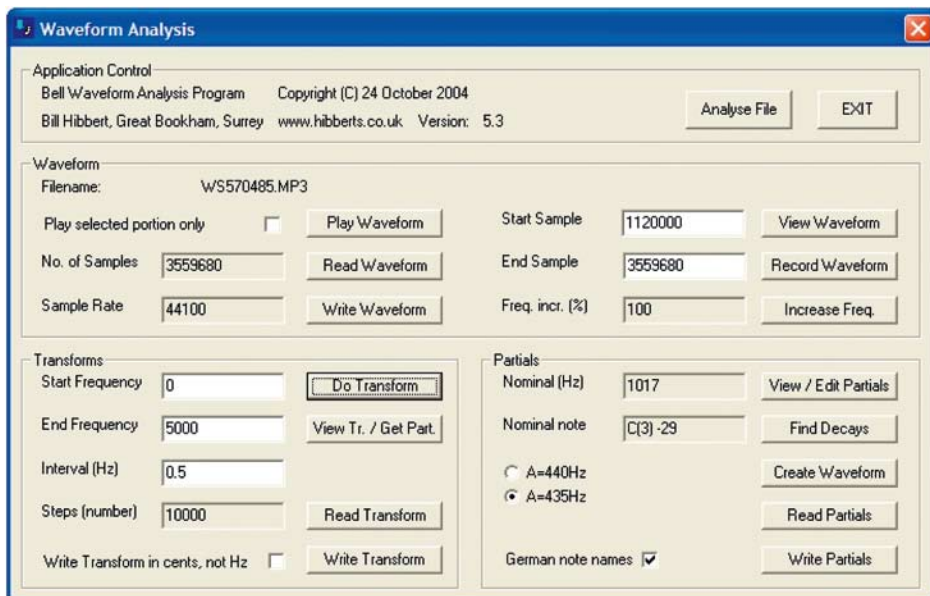








7. Ukončení tlačítkem Back to main screen se vrátíme do Waveform Analysis.  
 Nazpět se lze vrátit tlačítkem Do Transform.
8. V případě, že při spuštění analýzy v poli s vyobrazením jednotlivých frekvencí se očekávané zvukové spektrum nezobrazuje, vracíme se do Waveform Analysis a zkusíme měnit hodnotu v políčku Start Sample, dokud po návratu příkazem Do Transform nedocílíme optimálního výsledku.  
 Stejným způsobem postupujeme například při analýze nahrávky v .mp3, kdy nahrávka obsahuje komentář nebo zachycuje postupně jednotlivé zvony v objektu. Při tom je nutné dbát na to, abychom se nám do analýzy jednoho zvonu nepromítlý doznívající tóny zvonu předchozího.



8. Tlačítkem Write Partials (stane se aktivním po výběru parciálních tónů) lze uložit tabulku označených parciálních tónů jako textový soubor \*.par. V souboru \*.par jsou zaznamenány frekvence (Freq.), intenzita (Tail Amp.), odchylka od oktávy v centech (Cents) (je-li ji program v daném případě schopen určit), pojmenování parciálního tónu (Partial) a pojmenování tónu s odchylkou v centech (Note).  
 Soubor \*.par lze při příštím zobrazení tónového spektra propojit pomocí volby Read Partials a toto propojení zobrazit volbou Do Transform.

Ukázka souboru \*.par (vybrané frekvence):

Partials

wave file is WS570485, nominal: 1017.000000, A=435.0, German names

Freq., Splash Amp., Tail Amp., Attack, Decay, Cents, Partial, Note

**259.500000,0.000000,14.965294,0.000000,0.000000,-2364.600000,hum, C(1) +5**  
**545.500000,0.000000,15.695676,0.000000,0.000000,-1078.400000,prime, Db(2) -8**  
**630.000000,0.000000,48.602526,0.000000,0.000000,-829.000000,tierce, Eb(2) +41**  
**768.500000,0.000000,5.201650,0.000000,0.000000,-485.000000,quint, G(2) -14**  
**1017.000000,0.000000,12.956687,0.000000,0.000000,0.000000,nominal, C(3) -29**  
**1334.000000,0.000000,2.593684,0.000000,0.000000,469.700000,E(3) +40**  
**1367.500000,0.000000,1.888869,0.000000,0.000000,512.600000,F(3) -17**  
**1483.000000,0.000000,22.986718,0.000000,0.000000,653.000000,superquint, F#(3) +23**  
1718.000000,0.000000,0.846121,0.000000,0.000000,907.600000,A(3) -22  
1782.000000,0.000000,1.196680,0.000000,0.000000,971.000000,A(3) +41  
**2004.500000,0.000000,7.160726,0.000000,0.000000,1174.700000,oct. nom.,H(3) +44**  
2180.500000,0.000000,0.582392,0.000000,0.000000,1320.400000,Db(4) -9  
2288.000000,0.000000,0.481851,0.000000,0.000000,1403.700000,D(4) -26  
2570.000000,0.000000,5.620213,0.000000,0.000000,1604.900000,E(4) -24  
2932.500000,0.000000,0.665319,0.000000,0.000000,1833.300000,F#(4) +3  
3168.500000,0.000000,0.564450,0.000000,0.000000,1967.300000,G(4) +37

Tučně jsou označeny významné tóny.

Abychom nemuseli pracně znovu hledat nejlepší zobrazení hledaných frekvencí, můžeme doplnit na konec textu hodnoty Start Sample / End Sample:

1120000/3559680

9. Jestliže při zpracování zvukové analýzy chceme vyhodnotit širší spektrum tónů, než počítačem nabízené možnosti umožňují, je nutno postupovat tak, že vyhodnocujeme soubor \*.wav na několikrát a údaje uložené v souborech \*.par pak poskládáme dohromady. Aby byly zachovány vazby mezi tóny, je vždy v každé várce nutno označit spodní tón (hum), primu, tercii a oktávu (nominal) – pak lze vztáhnout intervaly jednotlivých tónů ke stejnému základu (oktávě).
10. Tlačítkem Scale lze přepínat podrobnost zobrazení frekvencí. Standardně existují možnosti 1, 2, 5, 10, 20. Nejnižší číslo umožňuje volbu nejpodrobnějšího zobrazení, a tak zjistit a označovat frekvence s velkou přesností.
11. Standardní nastavení frekvenčního (kmitočtového) rozsahu Start Frequency a End Frequency je 0 až 5000 Hz. Horní hranici je možné zvýšit – to lze využít u malých zvonů. (Při změně rozsahu přibývají i možnosti Scale.)
12. Ukončení celého programu tlačítkem EXIT.

## Zpracování výstupů

### 1. Textový výstup – převedení údajů ze souboru .par.

Údaje je nutné převést do srozumitelné podoby: provést výběr, pojmenovat tóny, odchylky v centech přepočítat na šestnáctiny půltónu (viz následující tabulky):

#### Žišov, zvon z r. 1500

spodní tón	259,5 Hz	c1+1
prima (I)	545,5 Hz	des2-1,5 = c2+14,5 (zvýšená)
tercie (III)	630 Hz	es2+6,5
kvinta (V)	768,5 Hz	g2-2,5
oktáva (VIII)	1017 Hz	c3-4,5
undecima (XI)	1334 Hz	e3+6,5 = f3-9,5
undecima (XI)	1367 Hz	f3-3
duodecima (XII)	1483 Hz	ges3 + 4
dvojitá oktáva (XV)	2004,5 Hz	h3+7 = c4+9

Hodnoty zaokrouhlené na  $\frac{0,5}{16}$  půltónu odpovídají lépe vyjádření v centech než celé šestnáctiny. Dvojí pojmenování tónu odráží dva různé přístupy – technický a hudební.

## 2. Převod vyjádření odchylek tónů v centech na půltónové šestnáctiny

centy		/16	zaokr.	centy		/16	zaokr.	centy		/16	zaokr.	centy		/16	zaokr.
<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>												
1	C	0,16	<b>0</b>	26	C	4,16	<b>4</b>	51	C	8,16	<b>8</b>	76	C	12,16	<b>12</b>
2	C	0,32	<b>0,5</b>	27	C	4,32	<b>4,5</b>	52	C	8,32	<b>8,5</b>	77	C	12,32	<b>12,5</b>
3	C	0,48	<b>0,5</b>	28	C	4,48	<b>4,5</b>	53	C	8,48	<b>8,5</b>	78	C	12,48	<b>12,5</b>
<b>3,125</b>	<b>16</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>28,125</b>	<b>16</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>53,125</b>	<b>16</b>	<b>8,5</b>	<b>8,5</b>	<b>78,125</b>	<b>16</b>	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>
4	C	0,64	<b>0,5</b>	29	C	4,64	<b>4,5</b>	54	C	8,64	<b>8,5</b>	79	C	12,64	<b>12,5</b>
5	C	0,8	<b>1</b>	30	C	4,8	<b>5</b>	55	C	8,8	<b>9</b>	80	C	12,8	<b>13</b>
6	C	0,96	<b>1</b>	31	C	4,96	<b>5</b>	56	C	8,96	<b>9</b>	81	C	12,96	<b>13</b>
<b>6,25</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>31,25</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>56,25</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>81,25</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>13</b>
7	C	1,12	<b>1</b>	32	C	5,12	<b>5</b>	57	C	9,12	<b>9</b>	82	C	13,12	<b>13</b>
8	C	1,28	<b>1,5</b>	33	C	5,28	<b>5,5</b>	58	C	9,28	<b>9,5</b>	83	C	13,28	<b>13,5</b>
9	C	1,44	<b>1,5</b>	34	C	5,44	<b>5,5</b>	59	C	9,44	<b>9,5</b>	84	C	13,44	<b>13,5</b>
<b>9,375</b>	<b>16</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>34,375</b>	<b>16</b>	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>	<b>59,375</b>	<b>16</b>	<b>9,5</b>	<b>9,5</b>	<b>84,375</b>	<b>16</b>	<b>13,5</b>	<b>13,5</b>
10	C	1,6	<b>1,5</b>	35	C	5,6	<b>5,5</b>	60	C	9,6	<b>9,5</b>	85	C	13,6	<b>13,5</b>
11	C	1,76	<b>2</b>	36	C	5,76	<b>6</b>	61	C	9,76	<b>10</b>	86	C	13,76	<b>14</b>
12	C	1,92	<b>2</b>	37	C	5,92	<b>6</b>	62	C	9,92	<b>10</b>	87	C	13,92	<b>14</b>
<b>12,5</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>37,5</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>62,5</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>87,5</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
13	C	2,08	<b>2</b>	38	C	6,08	<b>6</b>	63	C	10,08	<b>10</b>	88	C	14,08	<b>14</b>
14	C	2,24	<b>2</b>	39	C	6,24	<b>6</b>	64	C	10,24	<b>10</b>	89	C	14,24	<b>14</b>
15	C	2,4	<b>2,5</b>	40	C	6,4	<b>6,5</b>	65	C	10,4	<b>10,5</b>	90	C	14,4	<b>14,5</b>
<b>15,625</b>	<b>16</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>40,625</b>	<b>16</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>65,625</b>	<b>16</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>90,625</b>	<b>16</b>	<b>14,5</b>	<b>14,5</b>
16	C	2,56	<b>2,5</b>	41	C	6,56	<b>6,5</b>	66	C	10,56	<b>10,5</b>	91	C	14,56	<b>14,5</b>
17	C	2,72	<b>2,5</b>	42	C	6,72	<b>6,5</b>	67	C	10,72	<b>10,5</b>	92	C	14,72	<b>15</b>
18	C	2,88	<b>3</b>	43	C	6,88	<b>7</b>	68	C	10,88	<b>11</b>	93	C	14,88	<b>15</b>
<b>18,75</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>43,75</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>68,75</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>93,75</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
19	C	3,04	<b>3</b>	44	C	7,04	<b>7</b>	69	C	11,04	<b>11</b>	94	C	15,04	<b>15</b>
20	C	3,2	<b>3</b>	45	C	7,2	<b>7</b>	70	C	11,2	<b>11</b>	95	C	15,2	<b>15</b>
21	C	3,36	<b>3,5</b>	46	C	7,36	<b>7,5</b>	71	C	11,36	<b>11,5</b>	96	C	15,36	<b>15,5</b>
<b>21,875</b>	<b>16</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>46,875</b>	<b>16</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>71,875</b>	<b>16</b>	<b>11,5</b>	<b>11,5</b>	<b>96,875</b>	<b>16</b>	<b>15,5</b>	<b>15,5</b>
22	C	3,52	<b>3,5</b>	47	C	7,52	<b>7,5</b>	72	C	11,52	<b>11,5</b>	97	C	15,52	<b>15,5</b>
23	C	3,68	<b>3,5</b>	48	C	7,68	<b>7,5</b>	73	C	11,68	<b>11,5</b>	98	C	15,68	<b>15,5</b>
24	C	3,84	<b>4</b>	49	C	7,84	<b>8</b>	74	C	11,84	<b>12</b>	99	C	15,84	<b>16</b>
<b>25</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>50</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>75</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>

**3. Tónové intervaly vyjádřené v centech:**

centy	interval	název	centy	interval	název
0	VIII	Oktáva	2400	XXII	trojitá oktáva
-100	VII		2300		
-200	VII	Septima	2200	XXI	
-300	VI		2100		
-400	VI	Sexta	2000	XX	
-500	V	Kvinta	1900	XIX	
-600		Tritonus	1800		
-700	IV	Kvarta	1700	XVIII	
-800	III	tercie durová	1600	XVII	superdecima
-900	III	tercie mollová	1500		
-1000	II	Sekunda	1400	XVI	
-1100			1300		
-1200	I	Prima	1200	XV	dvojitá oktáva
-1300			1100	XIV	
-1400	-II		1000	XIV	kvatuordecima
-1500			900	XIII	
-1600	-III		800	XIII	tredecima
-1700	-IV		700	XII	duodecima (superkvinta)
-1800			600		
-1900	-V	Kvinta	500	XI	undecima
-2000	-VI	Sexta	400	X	decima durová
-2100	-VI	Sexta	300	X	decima mollová
-2200	-VII	Septima	200	IX	nona
-2300			100		
-2400	-VIII	spodní oktáva	0	VIII	oktáva
-2500	-IX				
-2600	-IX	Nona			variabilita kvinty
-2700	-X				variabilita primy
-2800	-X	Decima			variabilita spodního tónu

**4. Grafický výstup**

Pomocí klávesy PrintScreen lze sejmut obrazovku (Transform and partials Selection) a pomocí grafického programu zpracovat z výřezu obrazový výstup.



## Průměr a hmotnost zvonu ze zvonoviny ve vztahu k základnímu tónu

tón	kmitočet Hz	průměr [mm]										
		velmi lehké	lehké	střední	středně těžké	těžké	velmi těžké	přetěžké				
c 0 c	129,33	2893	2926	2943	3027	3111	3212	3313	3464	3599	3767	
cis 0 des	137,02	2730	2762	2778	2857	2937	3032	3127	3270	3397	3556	
d 0 d	145,16	2577	2607	2622	2697	2772	2862	2952	3087	3206	3356	
dis 0 es	153,80	2432	2461	2475	2546	2616	2701	2786	2913	3026	3168	
e 0 e	162,94	2296	2323	2336	2403	2469	2550	2630	2750	2857	2990	
f 0 f	172,63	2167	2192	2205	2268	2331	2406	2482	2595	2696	2822	
fis 0 ges	182,89	2045	2069	2081	2141	2200	2271	2343	2450	2545	2664	
g 0 g	193,77	1931	1953	1964	2020	2077	2144	2211	2312	2402	2514	
gis 0 as	205,29	1822	1843	1854	1907	1960	2024	2087	2182	2267	2373	
a 0 a	217,50	1720	1740	1750	1800	1850	1910	1970	2060	2140	2240	
ais 0 b	230,43	1623	1642	1652	1699	1746	1803	1859	1944	2020	2114	
h 0 ces	244,14	1532	1550	1559	1604	1648	1702	1755	1835	1907	1996	
c 1 c	258,65	1446	1463	1472	1514	1556	1606	1657	1732	1800	1884	
cis 1 des	274,03	1365	1381	1389	1429	1468	1516	1564	1635	1699	1778	
d 1 d	290,33	1289	1304	1311	1348	1386	1431	1476	1543	1603	1678	
dis 1 es	307,59	1216	1230	1237	1273	1308	1351	1393	1457	1513	1584	
e 1 e	325,88	1148	1161	1168	1201	1235	1275	1315	1375	1428	1495	
f 1 f	345,26	1084	1096	1102	1134	1165	1203	1241	1298	1348	1411	
fis 1 ges	365,79	1023	1035	1041	1070	1100	1136	1171	1225	1272	1332	
g 1 g	387,54	965	977	982	1010	1038	1072	1106	1156	1201	1257	
gis 1 as	410,59	911	922	927	954	980	1012	1044	1091	1134	1187	
a 1 a	435,00	860	870	875	900	925	955	985	1030	1070	1120	
ais 1 b	460,87	812	821	826	849	873	901	930	972	1010	1057	
h 1 ces	488,27	766	775	780	802	824	851	878	918	953	998	
c 2 c	517,31	723	732	736	757	778	803	828	866	900	942	
cis 2 des	548,07	683	691	694	714	734	758	782	818	849	889	
d 2 d	580,66	644	652	656	674	693	715	738	772	802	839	
dis 2 es	615,18	608	615	619	636	654	675	697	728	757	792	

tón			hmotnost [kg]									
			velmi lehké		lehké	střední		středně těžké	těžké		velmi těžké	přetěžké
c	0	c	11001,3	11988,3	13110,9	16589,6	19451,7	22793,8	26097,5	31083,5	36241,3	44760,1
cis	0	des	9250,9	10080,9	11024,9	13950,1	16356,9	19167,2	21945,3	26138,0	30475,1	37638,6
d	0	d	7779,1	8477,0	9270,8	11730,6	13754,4	16117,6	18453,7	21979,4	25626,4	31650,1
dis	0	es	6541,4	7128,3	7795,8	9864,2	11566,1	13553,3	15517,7	18482,4	21549,2	26614,5
e	0	e	5500,6	5994,1	6555,4	8294,8	9725,9	11396,9	13048,7	15541,8	18120,6	22380,0
f	0	f	4625,5	5040,4	5512,4	6975,1	8178,4	9583,6	10972,6	13069,0	15237,6	18819,3
fis	0	ges	3889,5	4238,5	4635,4	5865,3	6877,2	8058,8	9226,9	10989,7	12813,2	15825,1
g	0	g	3270,7	3564,1	3897,9	4932,1	5783,0	6776,6	7758,8	9241,2	10774,6	13307,2
gis	0	as	2750,3	2997,1	3277,7	4147,4	4862,9	5698,4	6524,4	7770,9	9060,3	11190,0
a	0	a	2312,7	2520,2	2756,2	3487,5	4089,2	4791,8	5486,3	6534,5	7618,8	9409,6
ais	0	b	1944,8	2119,2	2317,7	2932,7	3438,6	4029,4	4613,4	5494,8	6406,6	7912,5
h	0	ces	1635,3	1782,1	1948,9	2466,1	2891,5	3388,3	3879,4	4620,6	5387,3	6653,6
c	1	c	1375,2	1498,5	1638,9	2073,7	2431,5	2849,2	3262,2	3885,4	4530,2	5595,0
cis	1	des	1156,4	1260,1	1378,1	1743,8	2044,6	2395,9	2743,2	3267,3	3809,4	4704,8
d	1	d	972,4	1059,6	1158,8	1466,3	1719,3	2014,7	2306,7	2747,4	3203,3	3956,3
dis	1	es	817,7	891,0	974,5	1233,0	1445,8	1694,2	1939,7	2310,3	2693,6	3326,8
e	1	e	687,6	749,3	819,4	1036,9	1215,7	1424,6	1631,1	1942,7	2265,1	2797,5
f	1	f	578,2	630,1	689,1	871,9	1022,3	1198,0	1371,6	1633,6	1904,7	2352,4
fis	1	ges	486,2	529,8	579,4	733,2	859,7	1007,4	1153,4	1373,7	1601,7	1978,1
g	1	g	408,8	445,5	487,2	616,5	722,9	847,1	969,9	1155,1	1346,8	1663,4
gis	1	as	343,8	374,6	409,7	518,4	607,9	712,3	815,5	971,4	1132,5	1398,8
a	1	a	289,1	315,0	344,5	435,9	511,2	599,0	685,8	816,8	952,3	1176,2
ais	1	b	243,1	264,9	289,7	366,6	429,8	503,7	576,7	686,9	800,8	989,1
h	1	ces	204,4	222,8	243,6	308,3	361,4	423,5	484,9	577,6	673,4	831,7
c	2	c	171,9	187,3	204,9	259,2	303,9	356,2	407,8	485,7	566,3	699,4
cis	2	des	144,5	157,5	172,3	218,0	255,6	299,5	342,9	408,4	476,2	588,1
d	2	d	121,5	132,5	144,9	183,3	214,9	251,8	288,3	343,4	400,4	494,5
dis	2	es	102,2	111,4	121,8	154,1	180,7	211,8	242,5	288,8	336,7	415,9

tón	kmitočet Hz	průměr [mm]										
		velmi lehké	lehké	střední		středně těžké	těžké	velmi těžké	přetěžké			
e 2 e	651,76	574	581	584	601	617	637	657	687	714	748	
f 2 f	690,52	542	548	551	567	583	602	621	649	674	706	
fis 2 ges	731,58	511	517	520	535	550	568	586	612	636	666	
g 2 g	775,08	483	488	491	505	519	536	553	578	601	629	
gis 2 as	821,17	456	461	464	477	490	506	522	546	567	593	
a 2 a	870,00	430	435	438	450	463	478	493	515	535	560	
ais 2 b	921,73	406	411	413	425	437	451	465	486	505	529	
h 2 ces	976,54	383	388	390	401	412	425	439	459	477	499	
c 3 c	1034,61	362	366	368	378	389	402	414	433	450	471	
cis 3 des	1096,13	341	345	347	357	367	379	391	409	425	444	
d 3 d	1161,31	322	326	328	337	346	358	369	386	401	420	
dis 3 es	1230,37	304	308	309	318	327	338	348	364	378	396	
e 3 e	1303,53	287	290	292	300	309	319	329	344	357	374	
f 3 f	1381,04	271	274	276	283	291	301	310	324	337	353	
fis 3 ges	1463,16	256	259	260	268	275	284	293	306	318	333	
g 3 g	1550,16	241	244	246	253	260	268	276	289	300	314	
gis 3 as	1642,34	228	230	232	238	245	253	261	273	283	297	
a 3 a	1740,00	215	218	219	225	231	239	246	258	268	280	
ais 3 b	1843,47	203	205	206	212	218	225	232	243	252	264	
h 3 ces	1953,08	192	194	195	200	206	213	219	229	238	249	
c 4 c	2069,22	181	183	184	189	194	201	207	217	225	235	
<b>index věnce</b>		18,42	17,50	16,28	14,00	12,96	12,17	11,67	11,20	10,77	10,00	

tón	hmotnost [kg]										
	velmi lehké		lehké	střední		středně těžké	těžké		velmi těžké	přetěžké	
e 2 e	85,9	93,7	102,4	129,6	152,0	178,1	203,9	242,8	283,1	349,7	
f 2 f	72,3	78,8	86,1	109,0	127,8	149,7	171,4	204,2	238,1	294,1	
fis 2 ges	60,8	66,2	72,4	91,6	107,5	125,9	144,2	171,7	200,2	247,3	
g 2 g	51,1	55,7	60,9	77,1	90,4	105,9	121,2	144,4	168,4	207,9	
gis 2 as	43,0	46,8	51,2	64,8	76,0	89,0	101,9	121,4	141,6	174,8	
a 2 a	36,1	39,4	43,1	54,5	63,9	74,9	85,7	102,1	119,0	147,0	
ais 2 b	30,4	33,1	36,2	45,8	53,7	63,0	72,1	85,9	100,1	123,6	
h 2 ces	25,6	27,8	30,5	38,5	45,2	52,9	60,6	72,2	84,2	104,0	
c 3 c	21,5	23,4	25,6	32,4	38,0	44,5	51,0	60,7	70,8	87,4	
cis 3 des	18,1	19,7	21,5	27,2	31,9	37,4	42,9	51,1	59,5	73,5	
d 3 d	15,2	16,6	18,1	22,9	26,9	31,5	36,0	42,9	50,1	61,8	
dis 3 es	12,8	13,9	15,2	19,3	22,6	26,5	30,3	36,1	42,1	52,0	
e 3 e	10,7	11,7	12,8	16,2	19,0	22,3	25,5	30,4	35,4	43,7	
f 3 f	9,0	9,8	10,8	13,6	16,0	18,7	21,4	25,5	29,8	36,8	
fis 3 ges	7,6	8,3	9,1	11,5	13,4	15,7	18,0	21,5	25,0	30,9	
g 3 g	6,4	7,0	7,6	9,6	11,3	13,2	15,2	18,0	21,0	26,0	
gis 3 as	5,4	5,9	6,4	8,1	9,5	11,1	12,7	15,2	17,7	21,9	
a 3 a	4,5	4,9	5,4	6,8	8,0	9,4	10,7	12,8	14,9	18,4	
ais 3 b	3,8	4,1	4,5	5,7	6,7	7,9	9,0	10,7	12,5	15,5	
h 3 ces	3,2	3,5	3,8	4,8	5,6	6,6	7,6	9,0	10,5	13,0	
c 4 c	2,7	2,9	3,2	4,1	4,7	5,6	6,4	7,6	8,8	10,9	
<b>index věnce</b>	18,42	17,50	16,28	14,00	12,96	12,17	11,67	11,20	10,77	10,00	





# **Dokumentace kampanologických památek metodika**

## **Určování hmotnosti zvonů a jejich zvukového obrazu památkový postup**

**Petr Vácha**

Vydal Národní památkový ústav, Valdštejnské nám 3/162, 118 01 Praha 1  
v roce 2018 jako 92. svazek edice Odborné a metodické publikace  
1. vydání

Ilustrace a fotografie: Petr Vácha  
Odpovědný redaktor: Lukáš Hytša  
Tisk: Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

ISBN 978-80-7480-100-6





ISBN 978-80-7480-100-6



9 788074 801006 >