

## Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči



**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 49

# **Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči**

**Jan Veselý**



NÁRODNÍ  
PAMÁTKOVÝ  
ÚSTAV

ÚZEMNÍ ODBORNÉ PRACOVISŤE  
STŘEDNÍCH ČECH V PRAZE

PRAHA 2014

## Certifikovaná metodika

(osvědčení č. 17 Ministerstva kultury ČR, odboru výzkumu a vývoje, č. j. MK 61900/2014 OVV, Sp. Zn. MK-S 13873/2014 OVV, ze dne 18. 11. 2014)

### Oponenti:

Prof. Dr. Ing. Karel Pavelka, ČVUT, Fakulta stavební, Katedra Geomatiky  
PhDr. Lubomír Procházka, CSc., Hornické muzeum Příbram

Metodika je výstupem plnění výzkumného cíle *Výzkum nemovitých památek v ČR. Aktuální metodické otázky průzkumu a dokumentace, ohrožené druhy památek a jejich vybrané exempláře* (garant PhDr. Vladislav Razím), financovaného z Podpory dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace (2012-2014).

Národní památkový ústav jako odborná a vědecko-výzkumná organizace státní památkové péče v České republice vydává tuto publikaci v zájmu zabezpečení jednoty metodických hledisek památkové péče, v souladu s ustanovením § 32 odst. 1 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů.

Hlavním cílem metodiky je přispět k nápravě dnešního problematického stavu pořizování měřické dokumentace v památkové péči. Metodika komplexně zasvěcuje do problematiky zaměřování, vysvětluje rozdíly plynoucí z určení dokumentace, seznamuje s vývojovými trendy a potřebami atp. Podává památkářům a profesionálním měřičům zevrubnou, strukturovanou informaci o tom, jak k měřické dokumentaci přistupovat, jaké jsou specifické potřeby zejména v průzkumné oblasti. Ve vztahu k památkářům jde zejména o posílení povědomí o smyslu a významu přesné měřické dokumentace a o schopnost zformulovat co nejlépe zadání.

Metodika je určena zejména odborným pracovníkům památkové péče, zároveň však může být využita všemi dalšími zainteresovanými osobami a institucemi působícími v oblasti péče o kulturní dědictví. Důležitou skupinu adresátů představují také samotní profesionální zeměměřiči, kteří působí v oblasti památkového fondu a jimž metodika přibližuje potřeby oboru a jejich specifika.

Metodika by se měla uplatňovat v každodenní praxi, stejně jako v rámci dlouhodobých, systematických projektů průzkumu a dokumentace historických staveb.

### Poděkování autora:

Metodika vznikala v průběhu tří let. Během této doby se na ní různou měrou podílela řada kolegů, kterým bych zde rád vyjádřil svoji vděčnost. Iniciátorem vzniku metodiky byl Vladislav Razím, kterému vděčím za podporu i kritickou zpětnou vazbu. Z přímých spolupracovníků děkuji zejména: Zvonimíru Dragounovi za nezištnou pomoc při hledání starší literatury a metodických publikací. Jindřichu Hodačovi za kontrolu správnosti užitých odborných termínů a za supervizi kapitol věnovaných fotogrammetrii a specializovanému softwarovému prostředí, Jiřímu Vidmanovi za seznámení s nejnovějšími metodami měřické dokumentace a poskytnutí bohaté obrazové přílohy z praxe. Jako poslednímu děkuji jmenovitě Janu Kypťovi za neustálý kritický dohled nad smyslností a jazykovou správností formulací i nad vyvážeností jednotlivých témat. Všem ostatním, kdo k tomuto dílu přispěli, děkuji za veškerou pomoc a podporu. Bez jejich laskavosti a znalostí by nedokázalo být dokončeno.

Spolupracovníci na textech: Jindřich Hodač, Jan Kypť, Matouš Semerád, Milan Sýkora, Jiří Vidman

Konzultace: Zvonimír Dragoun, Jakub Hlavatý, Ivan Peřina, Kamil Podroužek, Michael Rykl

Autoři obrazových příloh: Andreas Brusckhe, Jan Brož, Richard Biegel, Martin Černý, Bohuslava Kunftová, Aleš Florian, Pavel Hlavenka, Jindřich Hodač, Ivo Janovský, Ivan Král, Jan Kypť, Jiří Mrázek, Klement Neugebauer, Michael Rykl, Jan Řezníček, Milan Sýkora, Miloslav Šimana, Michal Trněný, Jan Uchytíl, Jan Veselý, Petr Veselý, Jiří Vidman, Jaroslav Zastoupil

© Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště středních Čech v Praze ve spolupráci s generálním ředitelstvím, 2014

© Ing. arch. Jan Veselý, 2014

ISBN 978-80-86516-79-0

*Titulní strana obálky: Analýza průhybu (deformaci) stropní konstrukce s omítnutým podhledem nesoucím cennou nástropní malbu. Zaměření bylo provedeno fotogrammetricky (Veltrusy – okres Mělník, zámek, strop barokní centrální kopule; zaměření a grafický výstup Zastoupil a Král zeměměřiči, P. Hlavenka, J. Vidman, 2009).*

*Zadní strana obálky: Pohledy do procesu zaměřování: nahoře – dokumentace složité struktury historického smíšeného zdiva ortogonální metodou pomocí čtvercové sítě v rámu přiloženém přímo na dokumentovanou plochu; vlevo dole – zaměřování portálu s tesaných kvádrů ortogonální metodou, za pomoci olovnice a zednické vodováhy ze žebříku; vpravo dole – zaměřování polární metodou pomocí totální stanice (foto J. Veselý, 2014; V. Tůtr, 2009; J. Kypť, 2014).*

## Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	5
<b>2. Účel měřické dokumentace, její uživatelé a zhotovitelé</b> .....	6
<b>3. Zaměřování historických staveb jako samostatný obor</b> .....	7
3.1 Přehled dějin měřické dokumentace historických staveb .....	7
3.2 Směrnice, předpisy a metodiky .....	10
3.3 Srovnání se zahraničím .....	11
3.4 Směřování současné měřické praxe .....	12
3.4.1 Automatizace měření .....	13
3.4.2 3D skenování .....	13
3.4.3 Kombinace metod .....	14
3.4.4 Digitální fotografie a video .....	14
3.4.5 Dálkově řízené létající zařízení (RPAS) .....	15
3.4.6 Trojrozměrné digitální modely .....	16
3.4.7 Státní mapové dílo .....	17
3.4.8 Problémy nových technologií .....	17
<b>4. Zaměřování historických staveb</b> .....	18
4.1 Principy měřické práce .....	18
4.1.1 Volba souřadnicového systému .....	18
4.1.2 Stabilizace a signalizace měřických bodů .....	20
4.1.3 Určování prostorové polohy podrobných bodů .....	20
4.2 Přesnost, tolerance, chyby a jejich kompenzace .....	21
4.3 Stupně podrobnosti a měřítko .....	22
4.4 Přehled používaných měřických metod .....	30
4.4.1 Geodetické metody .....	30
4.4.2 Fotogrammetrické metody .....	35
4.4.3 3D skenování .....	42
4.5 Pomůcky a přístroje pro měření .....	44
4.5.1 Základní pomůcky .....	44
4.5.2 Specializované pomůcky .....	44
4.5.3 Profesionální pomůcky a přístroje .....	44
4.5.4 Rizika chyb a nevýhody některých měřidel .....	47



4.6 Efektivní postup při zajišťování měřické dokumentace potřebné pro průzkumy a ostatní činnosti v rámci péče o stavební památky .....	48
4.6.1 Práce se starší dokumentací .....	48
4.6.2 Vytváření nové dokumentace .....	51
4.7 Výstupy .....	58
4.7.1 Jednotlivé druhy a jejich ustálená podoba .....	58
4.7.2 Zpracování dat z terénu do podoby základních výstupů .....	62
4.7.3 Pravidla zobrazování a kreslení .....	65
4.7.4 Adjustace .....	68
4.7.5 Archivace .....	69
<b>5. Specifika měřické dokumentace historických staveb .....</b>	<b>70</b>
5.1 Vybrané skupiny staveb a jejich části se zvláštními nároky na zaměřování a zobrazování .....	73
5.1.1 Zaměřování krovů .....	73
5.1.2 Zaměřování výplní otvorů .....	76
5.1.3 Zaměřování architektonických článků (složitěji tvarovaných) .....	83
5.1.4 Měřická dokumentace v archeologii .....	84
5.1.5 Letecká měřická dokumentace hradních zřícenin .....	89
5.1.6 Měřická dokumentace torzálně dochovaných staveb .....	89
5.2 Časté nedostatky běžných zaměření .....	95
5.2.1 Pravoúhlé versus nepravidelné .....	96
5.2.2 Vedení řezových rovin a snaha ušetřit .....	96
5.2.3 Otvory a jejich výplně .....	96
5.2.4 Klenby .....	98
5.2.5 Dřevěné konstrukce .....	102
5.2.6 Plastické prvky .....	104
5.2.7 Nepřístupné konstrukce .....	105
5.3 Určování ceny, časová a personální náročnost prací .....	107
5.4 Zadávání zakázek na měřickou dokumentaci (podmínky pro zadávání velkých měřických úkolů) .....	107
5.4.1 Příprava zadání .....	107
5.4.2 Obsah zadání .....	108
5.4.3 Převzetí zakázky a její kontrola .....	109
<b>6. Závěr .....</b>	<b>110</b>
<b>7. Názvosloví .....</b>	<b>111</b>
<b>8. Literatura .....</b>	<b>116</b>
<b>9. Summary .....</b>	<b>119</b>

## 1. Úvod

Jedním ze základních prostředků kvalifikované péče o nemovité kulturní dědictví, ale také jeho vědeckého výzkumu je věrná a dostatečně podrobná měřická dokumentace.<sup>1)</sup> V každodenní praxi se však setkáváme s kvalitativně velmi rozrůzněnými materiály. Často plánová dokumentace neexistuje, a vznikají velké potíže při jejím pořizování. Dlouhodobá absence metodického střediska a dostupných obecných standardů, stejně jako nezřídka čistě formalistní přístup k projektové dokumentaci způsobují, že věrné a přesné zaměření skutečného stavu stavby bývá pro své vyšší pořizovací náklady pokládáno za zbytečný přepych. Potřeba metodické publikace, která by jednak osvětlila význam kvalitní dokumentace, jednak nabídla referenční vzorek způsobů práce a standardních výstupů, tedy vychází přímo z každodenní praxe. Jedním z hlavních cílů autorského týmu bylo vytvoření obecně přijatelného standardu, navazujícího na starší zkušenosti a směrnice, zohledňujícího však zároveň také vývoj oboru v posledních dvaceti letech. Zvláště aktuální je zvýšení nároků na podrobnost, přesnost a dostupnost nových technologií pro terénní měřickou práci i pro zpracování výstupů a jejich následné užívání.

Metodická publikace se pokouší stanovit, jak by měla být měřická činnost na historických stavbách správně prováděna, s jakou kvalifikací, s jakým vybavením, a jak by měly vypadat optimální výstupy. Zaměření by měl provádět specializovaný geodet s použitím moderní geodetické techniky, a to v úzké spolupráci se stavebním historikem nebo památkovým architektem. Drahé profesionální vybavení a vysoce kvalifikovaní zpracovatelé však přirozeně znamenají vyšší náklady na pořízení takové dokumentace. V reálných podmínkách nedostatku finančních prostředků má proto často přednost jednodušší a nedokonalá dokumentace, zaměření nezřídka provádějí přímo pracovníci NPÚ nebo samostatní zpracovatelé stavebněhistorických průzkumů. Z těchto důvodů považujeme za užitečné věnovat se také postupům a metodám, které jsou již v profesionální měřické praxi komerčního charakteru překonané, ale jejich výhodou je dostupnost prostředků při zachování přijatelné přesnosti výstupu. Profesionální a „svěpomocné“ zaměřování budou nepochybně i nadále existovat vedle sebe a není důvod vnímat tento stav negativně. Poučený stavební historik či památkový architekt má oproti geodetovi vždy výhodu lepšího porozumění dokumentované materii a jasnější vlastní představy o smyslu a podobě výstupu práce. Každý způsob práce má své limity, jichž si musí být měřič vždy dopředu plně vědom.

Tato publikace přináší ucelený přehled principů a užívaných metod měřické dokumentace, seznamuje se základními pravidly terénní práce, zpracování i posuzování výsledných výstupů, poskytuje vzory základních forem dokumentace. Věnuje se však také zaměřování staveb v minulosti, používaným metodám a nástrojům. Klade si za cíl pomoci pracovníkům památkové péče kvalifikovaně formulovat požadavky na nově vznikající dokumentaci, posuzovat kvalitu odevzdávaných výstupů a v nezbytných případech také měřickou dokumentaci „svěpomocí“ provádět. Architektům, stavebním inženýrům, ale zejména geodetům chce metodika přiblížit, co je z hlediska dokumentování historických staveb důležité a čím se práce v tomto kontextu odlišuje od práce v prostředí dnešní stavební produkce.

---

1) Obecně jde stále nejčastěji o papírové výtisky klasické 2D plánové dokumentace. Pod tento souhrnný pojem však patří také výstupy fotogrammetrie nebo 3D skenování, jako jsou mračna bodů a jejich deriváty, fotoplány či skupiny fotografických snímků apod.

## 2. Účel měřické dokumentace, její uživatelé a zhotovitelé

Měřická dokumentace staveb patří mezi nepostradatelné složky praktické památkové péče i vědeckého výzkumu historické architektury. Bez věrných a dostatečně podrobných plánů stavby se neobejde památkový architekt NPÚ,<sup>2)</sup> projektant připravující obnovu, rekonstrukci nebo přestavbu, stavební historik provádějící SHP, ani vědecký pracovník zabývající se např. typologií staveb nebo srovnávacím studiem architektury.<sup>3)</sup> Pouze na základě kvalitní dokumentace lze dobře projektovat, relevantně posuzovat vhodnost či nevhodnost navrhovaných zásahů a samozřejmě také vědecky pracovat, ať při vyhodnocování stavebního vývoje konkrétního domu nebo při porovnávání společných znaků více staveb. V případě zániku stavby nebo její části je přirozeně hodnota jakékoli její měřické dokumentace nevýčíslitelná, neboť se stává jedinečným pramenem a může se případně stát podkladem pro rekonstrukci.

Zhotovování kvalitního zaměření existující stavby předpokládá přirozeně vždy kvalifikovanost zhotovitele, nemenší nároky však klade i na zadavatele. Zaměřování historické architektury, která bývá značně členitá, nepravidelná a často má velmi bohatou a složitou výzdobu, je však v tomto ohledu extrémně náročné. Zadavatel musí disponovat dostatečnými znalostmi ze stavitelství, z typologie a konstrukcí historických staveb, stejně jako z dějin architektury a umění. Ani měřič nevystačí pouze s geodetickým nebo stavebním vzděláním, ale musí se dobře orientovat také ve výše zmíněných oblastech. Nezanedbatelný význam má přirozeně dostatečná praxe. Aby byly efektivně využity odborné kapacity i finanční prostředky a zároveň naplněn účel dokumentace, musí být obzvláště pečlivě a racionálně zpracováno již zadání. Zadavatel měřické dokumentace musí mít naprosto jasnou představu, za jakým účelem ji pořizuje, co od ní očekává, případně jaké prostředky na její vyhotovení má smysl vynaložit. Musí být také schopen své požadavky srozumitelně formulovat a vysvětlit zpracovateli, zároveň však také posoudit míru jejich naplnění při přebírání hotového díla.

---

2) Též „garant území“.

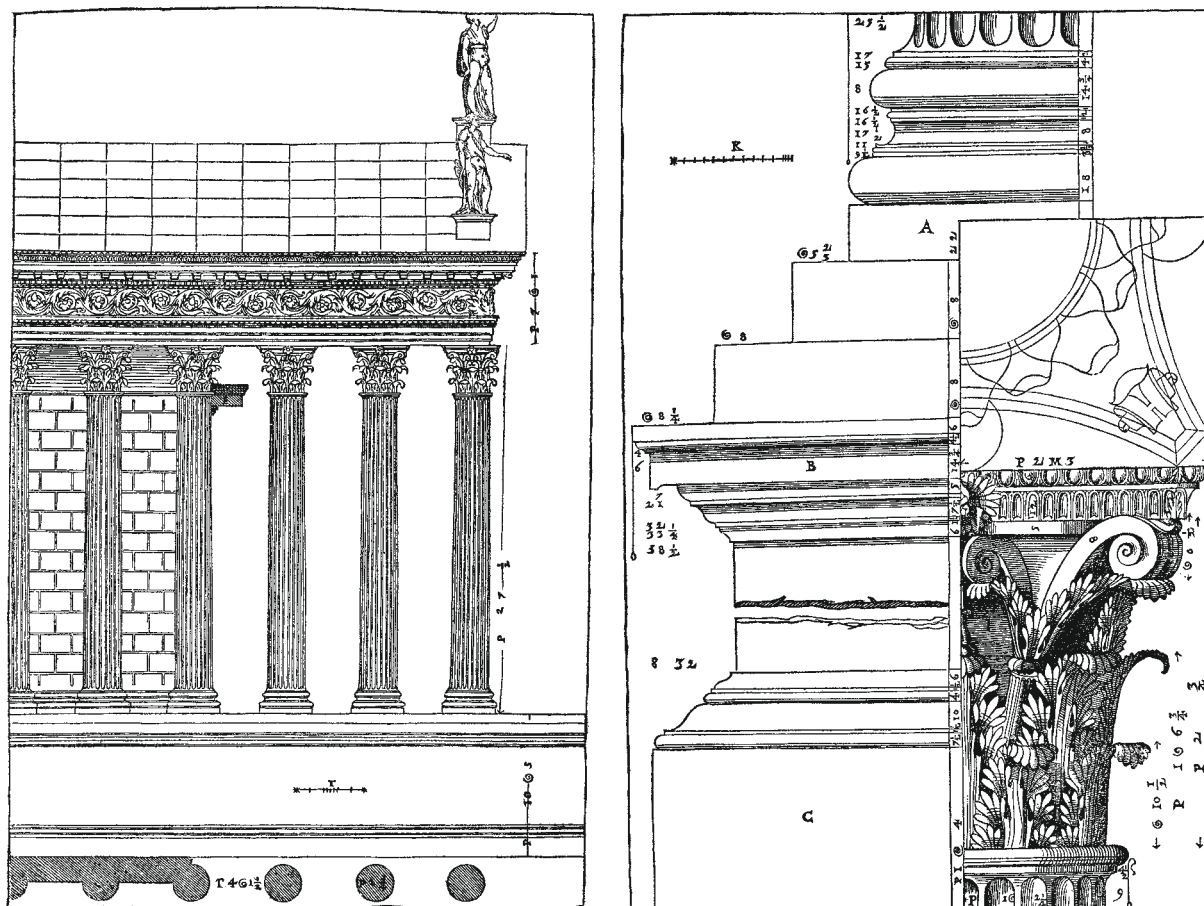
3) Srov. MACEK 2001; BLÁHA – JESENSKÝ – MACEK – RAZÍM – SOMMER – VESELÝ 2005; RAZÍM – MACEK edd. 2011; PAVLÍK a kol. 1998; HOLEČEK – GIRSA a kol. 2008.

## 3. Zaměřování historických staveb jako samostatný obor

### 3.1 Přehled dějin měřické dokumentace historických staveb

Počátky zaměřování památných staveb nacházíme v období raného novověku, kdy se s příchodem humanismu a zájmu o hmotný odkaz antiky řada významných architektů a umělců věnovala zaměřování ruin a zkoumání jejich proporcí a tvarosloví.<sup>4)</sup>

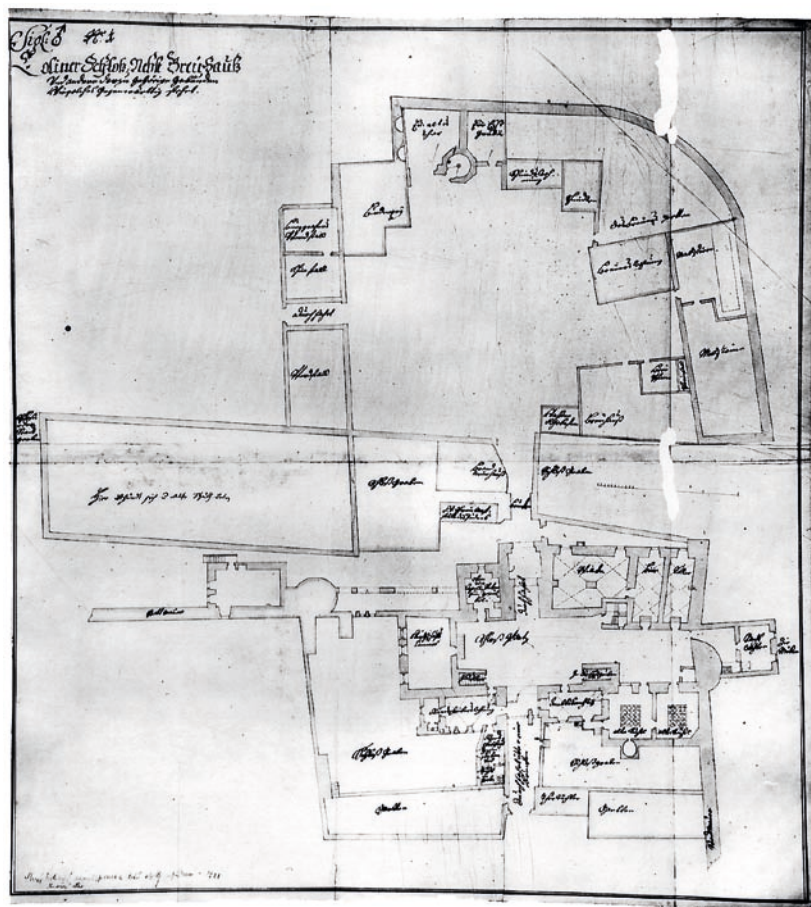
Tento zájem pak přetrval a dále se rozvíjel po celé 17. a 18. století. Patrně nejznámější prací z tohoto období jsou dokumentace antických zřícenin Giambattisty Piranesiho.<sup>5)</sup> Zejména po třicetileté válce, v souvislosti s obnovou a přestavbou v bojích poškozených staveb a stavebních komplexů, vznikala z pera stavitelů a architektů pracujících pro



Obr. 1: Již pro architektury italské renesance bylo zaměřování antických památek metodou studia jejich konstrukčních a proporčních vlastností. Zaměření a kresba antického chrámu, detaily a celkové rozměry kótooaány (Nîmes, Provence – Francie, Maison Carrée, podle PALLADIO 1958, s. 344–345).

4) ALBERTI 1956; PALLADIO 1958.

5) FICACCI 2000.



Obr. 2: Zaměření rozsáhlého areálu zámku v Kolíně z roku 1726, patrně z pera vrchního stavebního písaře J. H. Dienebiera, je obdivuhodné svojí detailností i velmi věrohodným zachycením řady nepravidelností (Kolín, zámek; plán z APH, Stará sbírka plánů, sign. 205/23).

významné šlechtické rody, církevní instituce nebo panovníka řada plánů (zaměření) starších staveb.<sup>6)</sup> Jako reprezentanta za všechny uvádíme sbírky plánů komorních panství České koruny, kde zejména ve 20. až 40. letech 18. století byly vyhotoveny pod vedením agilního vrchního stavebního písaře Johanna Heinricha Dienebiera desítky takových dokumentací.<sup>7)</sup> Nevíme sice, jakou technikou byla tato zaměření pořizována, u řady z nich je ale pozoruhodné, že se dosti úspěšně vyrovnávaly s nepravidelnostmi staveb, často středověkého původu.

Další výraznou vlnu zájmu o dokumentaci starších staveb přineslo v 19. století romantické zalíbení ve středověku a s ním spojené studium zejména sakrálních a fortifikačních staveb románského a gotického období. Od tohoto okamžiku se začíná víceméně systematicky rozvíjet ochrana vybraných památkových objektů a jejich dokumentace. Z dnešního pohledu bohužel byla striktně výběrová, omezující se zatím pouze na středověké části a středověkou architekturu. To se projevilo i v podobě zaměření, která byla většinou napůl rekonstrukcemi „originálního“ stavu, nezřídka ne zcela podloženými. Je třeba zdůraznit, že měřická činnost byla v této době po výtce realizována jednoduchými oměrnými způsoby, a výsledek byl často spíše uměleckým dílem než věrným obrazem skutečnosti. Podstatný je však rozsah provedené práce, stejně jako – alespoň v některých oblastech – systematická činnost a její přímá souvislost s celospolečenským děním, se zrozením obecného zájmu o architektonické dědictví i jeho ochranu.

Od 60. let 19. století začíná být dokumentace a poznávání historických staveb povinnou součástí studia architektury a stavitelství. Studenti akademických škol pod vedením profesorů, jako byli Friedrich Schmidt ve Vídni nebo Eugen

6) EBEL 2006.

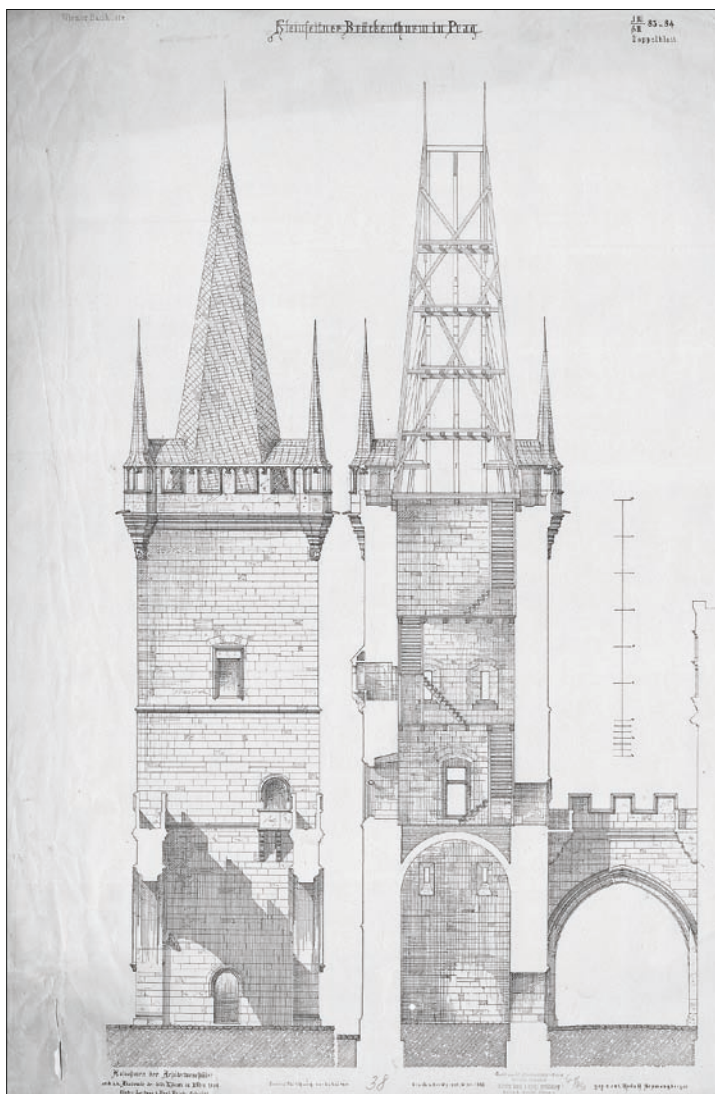
7) VILÍMKOVÁ 1986; KRUMMHOLZ 2011.



Emanuel Violet-le-Duc v Paříži, poznávají a dokumentují desítky staveb.

Architekti v rámci projektování „očistných“ úprav středověkých staveb věnují často velkou pozornost také dokumentaci skutečných nálezů; kromě zmíněných dvou profesorů uvedme z následujících dvou generací u nás později zatracovaného Josefa Mockera<sup>8)</sup> a jeho nástupce Kamila Hilberta. Stran techniky pořizované dokumentace se však ještě během celé první třetiny 20. století mnoho nezměnilo. Již v 60. letech 19. století se sice zrodila technika průsekové fotogrammetrie, k jejímu širšímu užití však došlo až po první světové válce – systematicky zejména v Německu.<sup>9)</sup> Užití přesných geodetických postupů, umožňujících polohově i výškově věrné zobrazení staveb, se začalo v našich zemích uplatňovat až těsně před druhou světovou válkou, zejména na půdě Projektového ústavu hlavního města Prahy a vzápětí na půdě Stavební fakulty ČVUT. Soustavnějšího použití se geodetickým metodám dostalo během válečných let, kdy byla takto dokumentována řada významných památek.

Jako specializovaná disciplína bylo v Československu zaměřování památkových objektů systematicky rozvíjeno až od konce 40. let 20. století.<sup>10)</sup> Nejprve na půdě Státního foto-měřického ústavu v Praze (SFÚ) a Projektového ústavu hlavního města Prahy. Zde je třeba zmínit vedoucí úlohu doc. Ing. arch. Miroslava Chalupníčka. Plně prosadit se ale dokázala až vlivem změněných poměrů a centralizačních tendencí po roce 1948. Od 50. let 20. století se pak objevují také první snahy o metodické podchytení a normativní úpravu měřických činností v rámci nově se konstituující státní památkové péče. Po její reformě a vydání památkového zákona v roce 1958 převzalo štafetu měřické oddělení Státního ústavu památkové péče a ochrany přírody (SÚPPPOP), do něhož se někdejší SFÚ transformoval. Od roku 1961 se okruh zpracovatelů rozšířil o Státní ústav pro rekonstrukce památkových měst a objektů (SÚRPMP), založený v roce 1954, a o některé ústavy geodezie a kartografie a krajské projektové ústavy. Všechna pracoviště, která se zaměřování památek systematicky věnovala, vychovávala zároveň nové odborníky. Ti se náročné práci učili v praxi, pod vedením zkušených měřičů.



Obr. 3: Dokumentace historických staveb zpracovávané studenty vídeňského profesora F. Schmidta jsou charakteristické především svou výtvarnou stránkou. Jejich typickým znakem je rekonstrukce středověkého stavu. V případě Malostranské mostecké věže je ale podíl rekonstrukce ještě poměrně omezený (Praha 1, Malá Strana, větší mostecká věž s bránou; Wiener Bauhütte 1864, archiv Ústavu dějin architektury FA ČVUT).

8) CHUDÁREK 2001, ZAHRADNÍK 2001.

9) JIŘINEC 1966.

10) Srov. pozn. 8.

SÚPPOP, ve spolupráci s Českým úřadem geodetickým a kartografickým (ČÚGK),<sup>11)</sup> hrál nadále metodickou úlohu, v níž setrval až do zániku měřického oddělení na počátku 90. let 20. století.

V období následujícím po změně politického systému v roce 1989 metodická činnost v podstatě zcela ustala. Se zánikem či transformací státních podniků a institucí (nebo jejich útvarů), které předtím víceméně centrálně garantovaly, zajišťovaly a také metodicky vedly měřické a projektové práce na památkových objektech, došlo k rozvolnění relativně pevné struktury oboru, jehož činnost se následně atomizovala. Takřka symbolickým krokem bylo v tomto směru právě zrušení měřického oddělení SÚPPOP. Přirozeným důsledkem privatizace měřických činností byla následná velká kvalitativní diference mezi výstupy jednotlivých zpracovatelů. Výše zmiňované metodické materiály a směrnice upadly se změnou systému takřka v zapomnění a jen omezený počet měřičů se jimi cítil i nadále vázán. Vývoj měřické činnosti se přitom rozhodně nezastavil. Právě naopak. V důsledku prudkého technologického rozvoje se v následujících letech výrazně proměnila, aniž by tyto změny byly metodicky uchopeny.

Klíčovou roli ve vývoji sehrály nové technologie pevně provázané s raketově se vyvíjející výpočetní technikou. Změny se odrazily jak v terénní části prací, tak v úrovni zpracování a ve tvorbě výstupů. Nástup laserové dálkoměrné techniky, následovaný propojením optickomechanických geodetických strojů s výpočetní technikou, vedl ke vzniku a rychlému rozšíření tzv. totálních stanic. Ty výrazně proměnily klasickou geodetickou práci. Následoval rozvoj digitální fotografické techniky a s ním spojený přerod fotogrammetrie. V krátké době se staly dostupnými i pro civilní sektor satelitní navigační systémy, které přirozeně našly své místo i v geodetické praxi. Za prozatímní vrchol vývoje terénní techniky můžeme považovat inteligentní 3D skenovací systémy, kombinující ve své nejrozvinutější formě schopnosti všech dříve jmenovaných zařízení. Zároveň existují také odolné přenosné počítače pro práci přímo v terénu, což umožňuje nejen bezprostřední kontrolu dat získaných měřickou technikou, ale také jejich další přímé zpracování a úpravy.

### 3.2 Směrnice, předpisy a metodiky

První *Metodické pokyny pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody* a pro sjednocení měřických prací byly v prostředí památkové péče vydány SÚPPOP roku 1959. V roce 1966 vydala Ústřední správa geodézie a kartografie – na základě návrhu zpracovaného SÚPPOP – závaznou *Směrnici pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody*.<sup>12)</sup> Nezůstalo však pouze u ní, neboť si jednotlivé instituce provozující systematicky tuto specializovanou činnost postupně vytvářely také různé vnitřní metodické materiály.<sup>13)</sup> Nadále byl přitom sledován cíl zdokonalování metodiky a garance jednotných pravidel. Klíčovou roli zde sehrál především Ing. Miloslav Jiřinec, který stál v letech 1968 a 1971 také za organizací dvou mezinárodních geodetických sympozií věnovaných právě této problematice.<sup>14)</sup> V roce 1976 vydal ČÚGK *Směrnici pro zaměřování nemovitých kulturních památek*, která je však ve srovnání se směrnicí z roku 1966 velmi stručná. Dílčí metodické pokyny byly v následujících letech vydávány jako součást materiálů širšího zaměření.<sup>15)</sup> Lze ale konstatovat, že v rozsahu ani kvalitě nebyla dosud překonána obsáhlá směrnice z roku 1966 a publikace *Geodézie v archeologické praxi* z roku 1971 od Ing. Miloslava Šimany.<sup>16)</sup>

Měřická činnost je pochopitelně od počátku ovlivňována a určována zákony a oborovými normami. Ze zákonů to je především *stavební zákon č. 183/2006, Sb.* (dříve *č. 50/1976, Sb.*), z norem pak *ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – kreslení výkresů stavební části*.<sup>17)</sup> Potřeba nově koncipované metodiky měřické dokumentace historických

11) Český úřad geodetický a kartografický (ČÚGK) byl předchůdcem dnešního Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK). V něktejším Československu měl ještě obdobu ve slovenském SÚGK.

12) Směrnice pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody. Ústřední správa geodézie a kartografie Praha 1966.

13) KAŠIČKA – VAJDIŠ 1965; BOUKAL – JIŘINEC 1966; ŠIMANA 1971; NOVÁK a kol. 1974.

14) JIŘINEC red. 1968; 1971.

15) Metodické pokyny pro provádění měřických a průzkumných prací. Projektová a inženýrská organizace ministerstva kultury ČSR, Praha 1987.

16) Srov. pozn. 13.

17) Další související zákony a normy: zákon o zeměměřictví č. 200/1994 Sb.; památkový zákon č. 20/1987Sb. (dříve č. 22/1958 Sb.) – oba ve znění

staveb, která by zohlednila současnou situaci, umožnila sjednotit způsoby práce i výstupy a zároveň poskytla oporu začínajícím měřičům i průzkumníkům, je tedy nasnadě. Starší směrnice a metodické pokyny jsou obtížně dostupné. Navíc je většina z nich více než 40 let stará, vznikala za výrazně odlišných společenských i technických podmínek a aktuální situaci a potřeby prostě nepostihuje. Jakkoli tedy považujeme některé metodické práce (zejména *Směrnici* z roku 1966, interní *Metodologické pokyny SÚRPMO* či Šimanovu *Geodezii v archeologické praxi*) za vysoce kvalitní a v podstatě nepřekonané, nemůžeme je dnes jednoduše použít, neboť potřebujeme zahrnout nejnovější technologie a postihnout změny v práci jimi vyvolané. Velký význam má přirozeně také reflexe stavu oboru v zahraničí, kde se rovněž rozvíjí nejen dokumentační technika, ale také metodika práce.

### 3.3 Srovnání se zahraničím

Systematický srovnávací přehled oboru bohužel zatím neexistuje, proto při rámcové komparaci vycházíme z výběru dostupných reprezentativních statí a zejména z řady publikovaných materiálů. Metodické texty byly vydány v Německu, Francii, Anglii a v severní Americe. Okruh dostupných publikovaných materiálů je přirozeně širší a umožňuje zahrnout řadu dalších bližších i vzdálenějších zemí – pro český kontext jsou kromě výše jmenovaných zemí nejdůležitější Slovensko, Polsko a Rakousko.

Přístup v jednotlivých zemích se vždy mírně liší, celkový trend je však – dá se říci – jednotný. Směřuje k větší věrnosti, přesnosti a detailu, zároveň ale k systematickosti a racionálnímu výběru objektů pro dokumentaci. V posledních letech pak všude získává na důležitosti především trojrozměrná dokumentace.

Očividný kontrast lze na úrovni metodických textů sledovat mezi pracemi americkými a evropskými. Texty americké činí dojem, že je největší důraz kladen na proces péče o stavební dědictví jako celek.<sup>18)</sup> S velkou podrobností je promýšlen a propracován systém koordinace činnosti profesí, které se na tomto procesu podílejí. Zaměřování staveb je zde v podstatě vždy součástí celkové dokumentace a zhodnocení stavby. Ani v USA není evidentně v oblasti dokumentace historického stavebního fondu přebytek finančních prostředků. Tím je ovlivněna volba měřických technik. Poněkud překvapivě je tak jako převládající dosud uváděna tradiční oměrná metoda a ruční kreslení. Ve všech publikacích jsou popsány hraniční případy, kdy se měření již neobejde bez alespoň základní podpory moderních měřických přístrojů (totální stanice).<sup>19)</sup> Obecné standardy pro zaměřování památek jsou zpracovány většinou pro oblast jednotlivých států, což je dáno územní působností a značnou autonomií památkových institutů. Jejich přístupy se značně liší.

Metodické texty ze zemí západní Evropy vycházejí buď z prostředí památkových úřadů/institutů, nebo z univerzit. Obdobně jako v Americe se jednotlivé práce liší. Lze vysledovat dvě základní linie: 1) systematická – měřická a dokumentační činnost jsou pojímány jako součásti celkového procesu poznávání stavební historie a procesu péče o památky, 2) technická – jde o práce pojaté jako popis základních měřických technik a jejich specifík ve vztahu k zaměřovaným objektům. Zatímco první linie se zabývá více smyslem provádění měřických prací a definováním výstupů vhodných pro jednotlivé disciplíny péče o památku, druhý proud se zabývá podrobností a přesností v závislosti na technikách, času a nákladech. Poměrně samostatnou skupinu tvoří texty věnované práci v digitálním prostředí (CAD) a 3D skenování. I v Evropě jsou však překvapivě stále pokládány tradiční „ruční“ jednoduché měřické techniky za plnohodnotné a běžně užívané. Preferována je maximální efektivita s minimálními náklady – jako optimum se uvádí ruční měření s dílčí podporou geodeta.

---

pozdějších novel a včetně prováděcích vyhlášek; norma ISO 4463-1:1989 zavedena v ČSN ISO 4463-1 (73 0411) Měřicí metody ve výstavbě – Vytyčování a měření - Část 1: Navrhování, organizace, postupy měření a přejímací podmínky; ČSN ISO 128-1 (01 3114) Technické výkresy – Pravidla zobrazování - Část 1: Úvod a přehled; ČSN ISO 128-30 (01 3114) Technické výkresy – Pravidla zobrazování – Část 30: Základní pravidla kreslení pohledů; ČSN ISO 128-40 (01 3114) Technické výkresy – Pravidla zobrazování – Část 40: Základní pravidla kreslení řezů a průřezů; ČSN 013489 (013489) Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy konstrukcí z kamene; ČSN 013487 (013487) Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy dřevěných stavebních konstrukcí.

18) LETELLIER 2007.

19) HALS 2004 (revised 2005); HABS 2008.

Metodické publikace z německy mluvících zemí užívají striktní rozdělení objektů podle „hodnoty“ a s ním související rozdělení dokumentací dle podrobnosti: nejhodnotnější stavby – nejpodrobnější dokumentace, běžné stavby – dokumentace povšechná. Zpravidla se uvádí škála podrobnosti o čtyřech stupních.<sup>20)</sup>

Velmi podstatný je důraz na systematické provádění měřické dokumentace i v průběhu pokročilých fází péče o památku, tedy v průběhu stavebních zásahů. Tento bod je zdůrazňován jak v německojazyčném prostředí, tak ve Francii a Velké Británii.

Publikovaná zaměření, zejména z německy mluvících zemí, vykazují vysokou míru nároků na věrnost a musejí být velmi nákladná. Charakteristický je důraz na zachycení všech detailů, deformací a nepravidelností. U převažující hrázdě architektury se to projevuje zachycováním křivosti trámů, průhybů stropních i stěnových konstrukcí, druhotných zásahů do všech prvků, vykreslováním spárořezu/skladby výplní atd. U kamenné architektury je samozřejmostí skladba zdiva včetně tloušťky spár, kapes lešení, důlků pro krepny, kamenických značek, poškození (prasklin, eroze apod.). V posledních letech se objevují stále častěji kompletní dokumentace staveb zpracované technologií 3D skenování, kdy je prvotním výstupem mračno bodů nebo tzv. mesh představující kompletní virtuální prostorový model dané stavby, ze kterého je dále možné abstrahovat prakticky jakoukoli výkresovou dokumentaci. Ani v západní Evropě však zatím k této technice v oblasti péče o architektonické památky zřejmě neexistuje souhrnná metodická práce.

### 3.4 Směřování současné měřické praxe

(Jiří Vidman)

Oproti období od 60. do 80. let 20. století, kdy byly formulovány výše zmiňované směrnice a metodické pokyny a kdy byly specializovanými státními institucemi geodeticky zaměřovány významné památky a památkové areály, došlo k zásadním posunům jak v měřické technice, tak v požadavcích na rozsah a podobu výstupů měřické dokumentace. Památková péče dospěla k větším nárokům na detailnost a realističnost (zohledňování deformací – přirozených, nebo přetvoření, větší porozumění konstrukcím a jejich věrné a poučené zachycení). Žádá se podrobné zaměřování stavebních prvků, které se dříve znázorňovaly jen schematicky (výplně a pevný mobiliář apod.). Tento nárůst nároků úzce souvisí mimo jiné s možnostmi vyspělých bezkontaktních měřických a dokumentačních technologií.

Již před rokem 2000 registrujeme rychlý nástup cenově dostupných laserových přístrojů – dálkoměrů, stavebních a vytyčovací laserů, totálních stanic s bezhranolovým měřením délek a laserových skenerů. Díky těmto přístrojům došlo k výraznému zefektivnění polární metody (srov. kap. 4.4.1.1.3) a zároveň



Obr. 4: Ukázka robotizované totální stanice (a), která je na dálku řízena operátorem s kontrolní jednotkou (b). Ilustrační obrázky z [www.geotronics.cz](http://www.geotronics.cz)

20) WANGERIN 1982; CRAMER 1984.





*Obr. 5: 3D skenování ručním skenerem reprezentuje v současnosti asi nejpodrobnější a nejpresnější možnou dokumentační metodu architektonického a uměleckého detailu (Hradec Králové, kostel sv. Ducha, královská předsíň; foto F. R. Václavík, 2007).*

útlumu dříve používaných metod, založených na ortogonálním měření – tj. především metody kolmicové/ortogonální (srov. kap. 4.4.1.1.2). V posledních letech pak dochází k dalšímu rozvoji nových technologií v oblasti geodézie a fotogrammetrie, které mohou v některých případech dále zjednodušit a zefektivnit dokumentační práce. Díky nim je dnes nejen možné, ale také daleko snazší věrné dokumentování nepravidelných útvarů, jako jsou křivky kleneb, záklenků i deformovaných dřevěných prvků. Jestliže dosud spočívala dokumentace především ve vytváření rovinných průmětů důležitých prvků a částí stavby, s rozvojem počítačové techniky se nyní těžiště přesouvá stále více k práci s prostorovými daty, tedy do prostředí virtuálních 3D modelů, ať již vybraných částí nebo celých staveb.

Následuje výběrová charakteristika nejdůležitějších technických inovací a perspektivních trendů:

### 3.4.1 Automatizace měření

Dnešní totální stanice mohou obsahovat řadu nových funkcí, díky kterým lze docílit větší efektivity měření, např. automatické cílení a ostření, automatizované sledování měřického hranolu, automatizované měření bodů v zadaném rastru, možnost vzdáleného ovládání totální stanice od hranolu nebo dokonce fotografické snímání měřených bodů pro zachycení barevné informace – tzv. robotizovaná totální stanice.

### 3.4.2 3D skenování

3D skener je výkonné automatizované zařízení, schopné v řádu vteřin změřit pomocí laserového paprsku až miliony podrobných bodů. Člení se na skenery statické (měřící z pevného stanoviště – stativu), skenery mobilní, umožňující měření z pohyblivého se stanoviště (např. jedoucího auta nebo letícího letadla) a skenery ruční, které jsou vhodné zejména pro detailnější dokumentaci menších předmětů, např. uměleckých artefaktů a architektonických článků. Primárním výstupem ze skenování je tzv. mračno bodů, tj. měřené body na povrchu objektu.



### 3.4.3 Kombinace metod

Dnešní geodetické přístroje také mohou kombinovat více měřických metod: např. moderní totální stanice kromě klasického polárního měření umožňuje plošné měření metodou laserového skenování, případně je spojena s digitální kamerou,<sup>21)</sup> která zachycuje na digitální fotografii měřený bod. Laserové skenery jsou často spřaženy s digitálním fotoaparátem vyšší kategorie, který zajistí texturaci 3D modelu, vytvořeného z naměřeného mráčka bodů. Hranice mezi jednotlivými kategoriemi měřících přístrojů se postupně stírají.

Kromě toho dochází také ke sdružování přístrojů do integrovaných měřických systémů, ve kterých mezi sebou komunikují např. totální stanice a GNSS aparatury.<sup>22)</sup>

### 3.4.4 Digitální fotografie a video

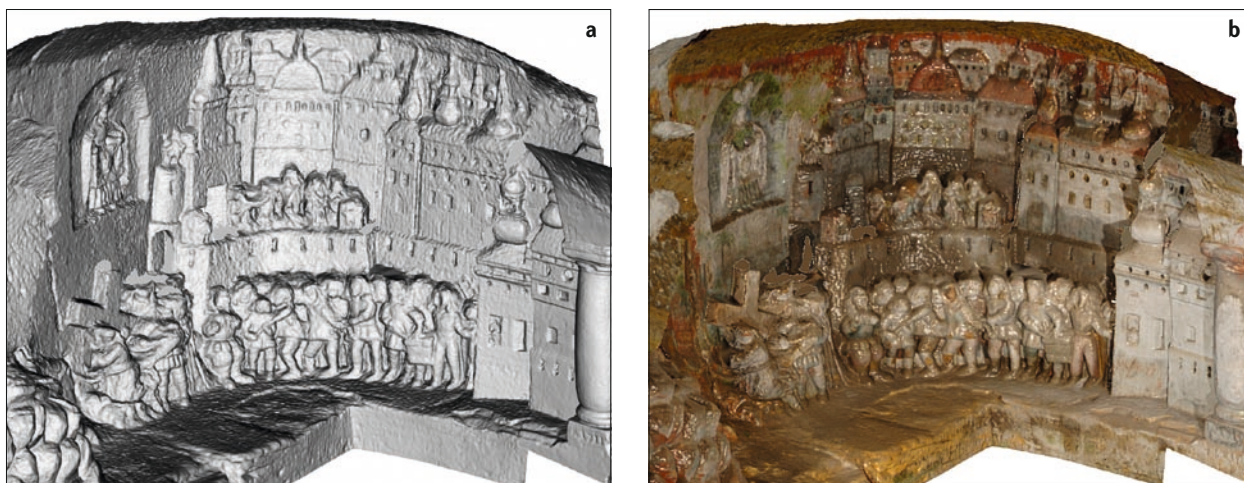
Prudký rozvoj digitální fotografie má také velký vliv na fotogrammetrické (fotoměřické) metody: kamery používající film byly dnes již většinou nahrazeny digitálními kamerami, a to i pro přesnější práce. Pro některé dokumentační práce lze dnes využít i digitálního videozáznamu ve vysokém rozlišení – HD (1280x720), FullHD (1920x1080) nebo 4 K (4096x2160).



Obr. 6: Fotoplán, věrně zachycující středověké malby, dobře dokumentuje špičkové možnosti současné digitální fotografie. Použit fotoaparát Nikon D800 s rozlišením 36Mpix (36 fotografií). Fotoplán zpracován pro měřítko 1 : 10, rozlišení 0,5 mm, přesnost do 1 cm (Bruck an der Mur – Rakousko, hrad, severní stěna hradní kaple; A. Bruschké, P. Hlavenka, J. Vidman, 2013).

21) V oblasti zeměměřičtví, a zejména fotogrammetrie, se pojmem kamera (komora) označuje fotoaparát určený pro získávání snímků.

22) GNSS – Global Navigation Satellite System (pod tento název spadá jako jeden konkrétní systém americký GPS).



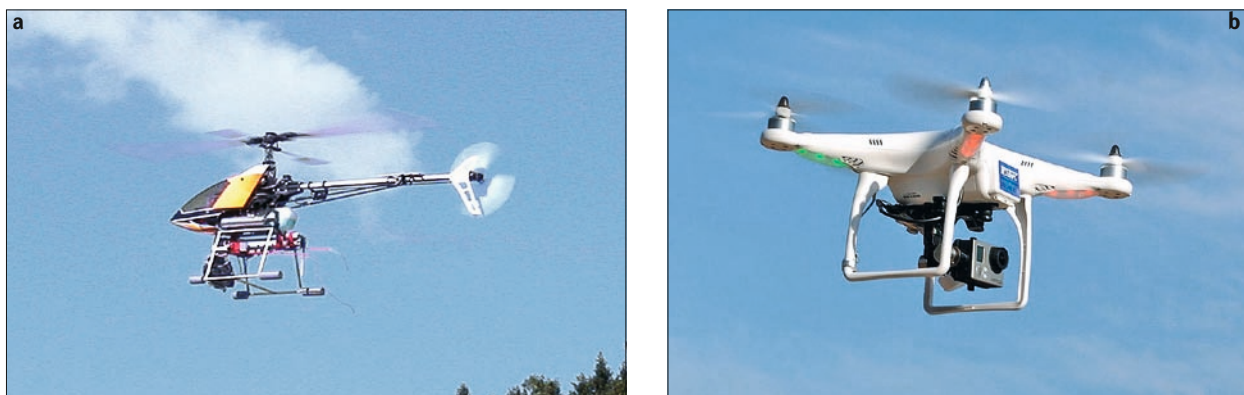
Obr. 7: 3D model pískovcových reliéfů, zpracovaný metodou optické korelace (tzv. fotoskenování): a – vlastní mračno bodů; b – otexturovaný 3D model (Velenice u Zákup – okres Česká Lípa, kaple Božího Hrobu; J. Řezníček, J. Vidman, 2008).

Digitální fotografie je dnes využívána dvěma základními způsoby – jednak jako metoda dokumentační, která podrobně zachycuje stav objektu (resp. jeho povrchu) v okamžiku snímkování, jednak jako zdroj snímků pro následné zpracování fotogrammetrickými metodami.

Z digitálních fotografií jako zdroje dat vychází i metoda obrazové korelace, někdy též označovaná jako systém tzv. fotoskenování. Tato metoda umožňuje ve speciálním programu vytvořit z digitálních snímků mračno bodů a z něj pak trojrozměrný a texturovaný model objektu.

### 3.4.5 Dálkově řízené létající zařízení (RPAS)<sup>23)</sup>

Poměrně novým trendem je využívání bezpilotních, tj. dálkově řízených létajících zařízení pro pořizování dokumentace (fotografií, videozáznamů, 3D skenů, termovizních nebo multispektrálních snímků apod.) z nepřístupných míst.



Obr. 8: Dálkově řízené modely se začaly pro památkovou dokumentaci využívat začátkem tohoto století – nejdříve se jednalo o spalovacím motorem poháněné modely vrtulníků (a). V současné době se pro snímkování používají zejména lehké, dobře ovladatelné vícerotorové elektrovrtulníky, tzv. koptéry (b) (foto a – Aerodata, s. r. o., J. Brož, 2003; foto b – kvadroptéra s outdoor kamerou GoPro, J. Vidman, 2013).

<sup>23)</sup> RPAS – remote piloted airborne system; běžně se užívají též zkratky UAV – unmanned aerial vehicle či UAS – unmanned aerial system nebo dron/drone.



Pro tyto účely se využívají zejména modely letadel, koptéry (vrtulníky s jedním nebo více rotory), výjimečně i modely vznášedel nebo balónů. Pořízené fotografie mohou sloužit jak pro dokumentační účely, tak i pro následné zpracování fotogrammetrickými metodami. Metoda se využívá zejména při dokumentaci nepřístupných částí staveb (střechy, věže, komíny, horní části fasád, koruny zdíva aj.) nebo při mapování terénu a staveb menšího rozsahu.

### 3.4.6 Trojrozměrné digitální modely

Současné metody měření, především pak laserové skenování a fotoskenování, pořizují automatizovaně velké množství měřených bodů (početně v řádu milionů až miliard) – tzv. mračno bodů. Z těchto dat pak je možné současnými programovými nástroji vytvořit podrobný trojrozměrný model (stavební objekt, památkový předmět, terén aj.), který je možné pomocí doplňkových dat (fotografie nebo přímé určení barvy měřeného bodu) otexturovat, a získat tak fotorealistický 3D model povrchu. Kromě vlastní 3D prezentace modelu je možné z těchto dat vytvářet další výstupy, zejména situační plány s vrstevnicemi nebo jinými izolinemi, vodorovné a svislé řezy, pohledy (obdoba fotoplánů nebo ortofotografií), provádět výpočty kubatur nebo ploch aj. Zásadním přínosem těchto prostorových modelů je pak možnost dalších prací a analýz – např. vyšetřování geometrie kleneb, zjišťování hloubky reliéfu plastické profilace, studium reliéfu povrchu při různém nasvícení, projevy otisků bednění na kápích kleneb, zjišťování nerovnosti stěn odrážející stavební vývoj apod.



*Obr. 9: Mračno bodů – základní výstup 3D skenování slouží pro sestavení texturovaného 3D modelu objektu (Kuřívody – okres Česká Lípa, presbytář kostela sv. Havla; P. Hlavenka, J. Vidman, 2014).*

### 3.4.7 Státní mapové dílo

Pro řadu dokumentačních prací lze s výhodou využít existujících digitálních datových sad, které pro území České republiky spravuje ČÚZK. Jedná se zejména o státní mapové dílo (katastrální mapa, státní mapa 1 : 5 000, základní mapa 1 : 10 000, ortofotomapa aj.) a archiválie (tzv. císařské otisky map stabilního katastru, data 3. vojenského mapování a skenované mapy a plány z archivu ÚAZK). Od roku 2012 jsou k dispozici také výškopisná data České republiky, pořízená metodou leteckého laserového skenování – digitální model reliéfu DMR 4G a DMR 5G, všeobecně známé pod pojmem LIDAR. Střední chyba těchto dat je kolem 20 cm, takže mohou sloužit jako výškopisný plán v okolí stavebních objektů a pro hledání zaniklých objektů – budov, zdí, valů a příkopů.



Obr. 10: Digitální model reliéfu terénu s průměrnou přesností kolem 0,2 m ve výšce existuje dnes pro území celé České republiky a je dostupný za poplatek u ČÚZK. Lze jej využít jako podklad zejména při dokumentaci rozsáhlých areálů, hradů, hradišť, zaniklých obcí nebo zámeckých parků. Ilustrační obrázek z internetových stránek [www.orientearing.cz](http://www.orientearing.cz) (lokality Hláska, Zlenice u Senohrab – okres Praha-východ; koordinace stínované mapy vygenerované na podkladě 4G DMR a státní mapy 1 : 5 000).

### 3.4.8 Problémy nových technologií

Popsané moderní trendy ale přinášejí i některé dílčí problémy:

- Výrazně vzrůstá objem dat, která je nutno zpracovávat a zejména archivovat – to se týká především digitálních fotografií a dat laserového skenování.
- Nové typy dat (3D modely, mračna bodů aj.) kladou vyšší nároky nejen na zpracování, ale i na pouhé prohlížení těchto dat, a to jak z hlediska výkonu počítače a potřebného programového vybavení, tak z hlediska kvalifikace zpracovatele i uživatele.



## 4. Zaměřování historických staveb

Na počátku měřických prací musí vždy stát důkladná rozvaha o hodnotě a kulturně-historickém (památkovém) potenciálu objektu, stejně jako o účelu, k němuž je dokumentace pořizována. Významnou roli hrají také časové a finanční podmínky. Základními požadavky jakékoli dokumentace památkových objektů jsou realizace v nevhodnějším okamžiku<sup>24)</sup> a v co nejlepší kvalitě (je poměrně velká pravděpodobnost, že v budoucnu už k dokumentaci nebude příležitost), zároveň ale není možné ignorovat finanční možnosti zadavatele, časové a jiné limity vyplývající z okolností akce. Výsledek bude vždy průsečíkem těchto nezřídká protichůdných podmínek. Ovlivněn jimi bude rozsah měření (celá stavba, jen její část, jednotlivost) a jeho podrobnost, na základě toho pak volba optimální měřické techniky.

### 4.1 Principy měřické práce

Historické stavby jsou většinou výrazně nepravidelné. Pro jejich věrné zaměření a zobrazení je zpravidla třeba použít na měřeném předmětu/objektu nezávislou a jasně určenou soustavu, ke které se lze v průběhu měření vztahovat.

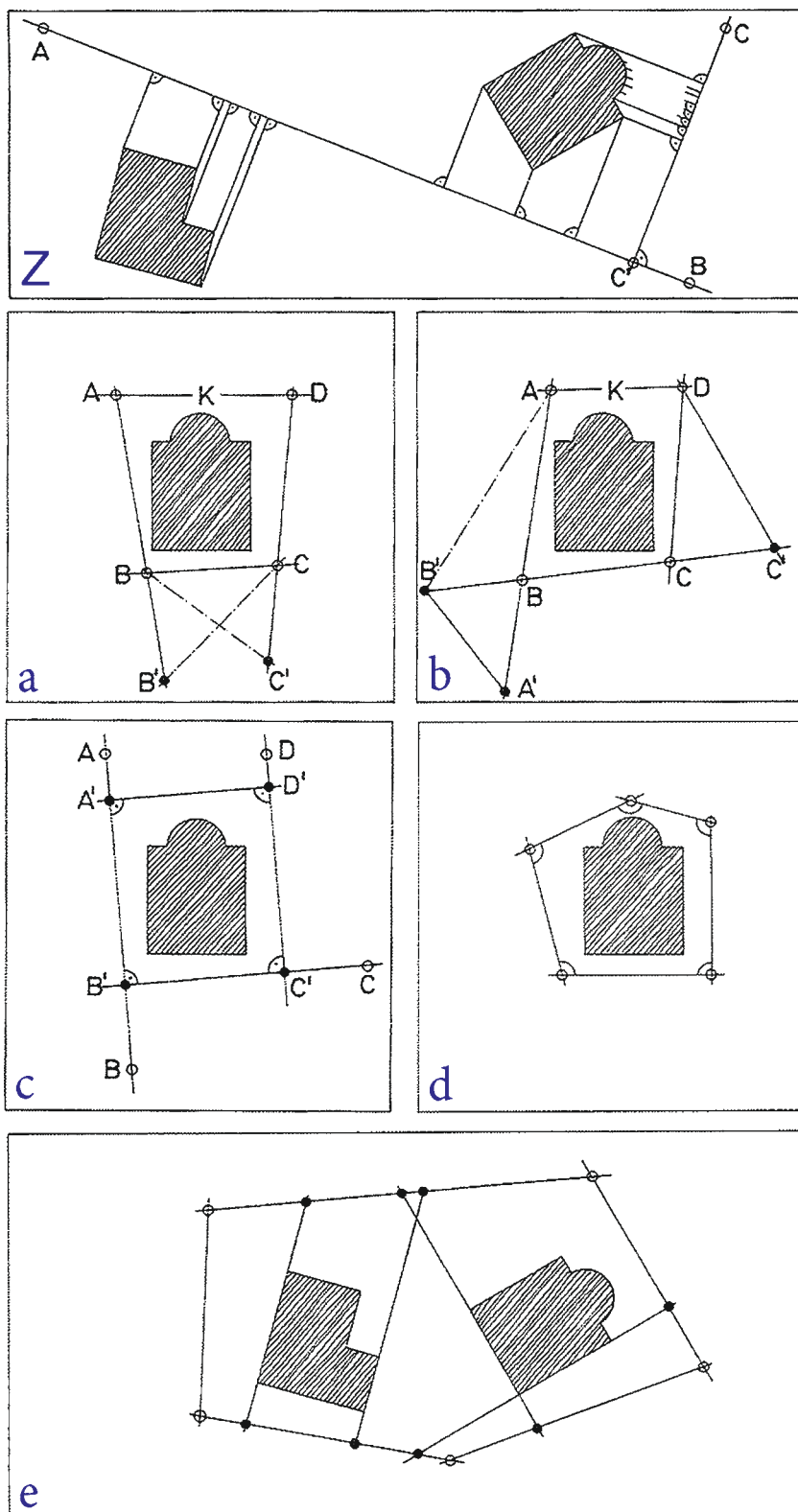
#### 4.1.1 Volba souřadnicového systému

Volba druhu užitě vztahné soustavy vychází z charakteru cíle práce, užitě měřické techniky a z požadované přesnosti. Zatímco profesionální geodet se bude většinou vztahovat k obecnému souřadnicovému systému – u nás S-JTSK pro polohové souřadnice a Balt po vyrovnání pro výškové souřadnice, nebo ke globálnímu souřadnicovému systému (prostorovému) – např. WGS 84, pro ostatní zpracovatele je nejsnazší vztahovat se k systému lokálnímu.<sup>25)</sup> Pro připojení na obecný souřadnicový systém musí být poblíž zaměřované stavby dostupný bod polohového či výškového bodového pole nebo musí geodet disponovat dostatečně přesným GNSS zařízením. Lokální souřadnicový systém se při práci s teodolitem nebo totální stanicí většinou volí prostřednictvím umístění počátku a orientace os tak, aby celá zaměřovaná stavba ležela v kladném kvadrantu. Při práci jednoduššími prostředky se běžně volí systém sestávající z vhodně rozmístěných vodorovných a svislých rovin nebo os (přímek). Podle rozsahu měřeného objektu může taková soustava být reprezentována zavěšenou olovnicí, šňůrou napjatou mezi dva hřebíky, horizontem vynesným po zednickém způsobu obarvenou šňůrou na stěny, *ad hoc* soustavou více měřických přímek s koncovými body signalizovanými výtyčkami apod. V případě rozsáhlejších a členitých objektů je vhodné i pro dokumentaci jednoduchými prostředky používat základní síť geodeticky přesně zaměřených a v terénu či na stavbě samé stabilizovaných bodů, většinou uspořádaných do tzv. polygonového pořadu. Při zaměřování větších území, s menšími nároky na absolutní přesnost s použitím GPS (dokumentace hradišť, reliktních polních vojenských objektů, sítě cest apod.), se vztahujeme opět většinou ke globálnímu nebo státnímu souřadnicovému systému.

24) Většinou je nejlepší provést dokumentaci co nejdříve kvůli nebezpečí ztráty informací či zániku stavby. Často je však vhodné provedení více etap terénního měření – např. v průběhu postupného vyklízení stavby, v průběhu stavebních prací apod.

25) Základem všech souřadnicových systémů je kartézská soustava, kde osy X a Y definují základní vodorovnou rovinu a osa Z udává výškovou polohu bodu nad/pod touto rovinou. Základní souřadnicový systém je v České republice rozdělen na polohový (S-JTSK) a výškový (Balt po vyrovnání), ke kterým je možné se připojit prostřednictvím tzv. bodových polí. Připojuje se polohově a výškově, nebo jen výškově, méně často jen polohově.





Obr. 11: Pevná měřická struktura umožňující přesné polohové i výškové zaměření stavby může mít v terénu různé podoby a její vlastní geometrie se rovněž určuje různými prostředky. Z – prostá měřická přímka vytyčená dvěma trasírkami, body staveb jsou určeny kolmicemi; a, b – toar základního polygonu je určen na základě délek stran trojúhelníků v prodloužení polygonových stran; c – polygon ABCD je pravoúhlý, vytyčovaný s pomocí hranolu a prodlužovaných polygonových stran; d – polygon je vytyčen a změřen s pomocí teodolitu nebo totální stanice na základě měřených vodorovných délek stran a úhlů mezi nimi; e – poloha staveb uvnitř polygonu zaměřeného geodeticky určena opticky směrovým prodloužením přímek obrysu stavby na polygonové strany (podle WANGERIN 1982, upraven J. Veselý).



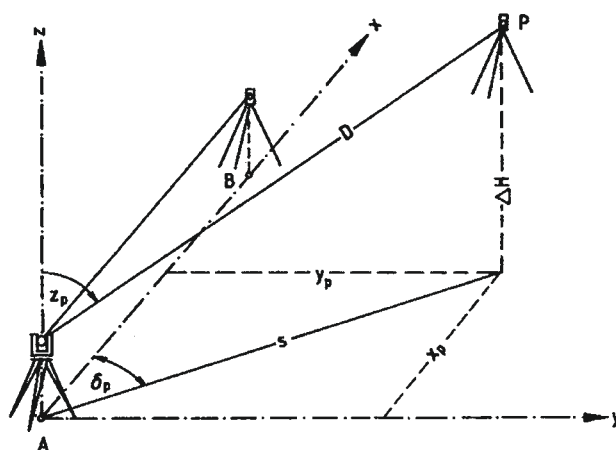
Obr. 12: Stabilizace měřických bodů, typicky vrcholů polygonového pořadu nebo koncových bodů rajónů se provádí podle potřeby řadou způsobů: a – dřevěný kolík s hřebíkem označujícím měřický bod; b – profesionální měřický hřeb; c – stabilnější profesionální plastový mezník (J. Veselý, 2014).

#### 4.1.2 Stabilizace a signalizace měřických bodů

Na počátku je vždy nutné zvolit a vyznačit v terénu výchozí prvky vztažné soustavy. Z nich se následně na základě přímého měření délek a úhlů určuje prostorová poloha jednotlivých zaměřovaných bodů stavby – tzv. podrobných bodů. Prvky vztažné soustavy, tedy měřické body, měřické přímký – osy (určené dvojicí měřických bodů na koncích) nebo měřické roviny (zpravidla vodorovné – tzv. vágrysy či nivelety) je vhodné vyznačit tak, aby bylo v případě potřeby možné se k nim vícekrát vracet. Tomuto opatření se říká stabilizace a provádí se s ohledem na prostředí a požadovanou trvanlivost pomocí obyčejných nebo nastřelovacích hřebíků, dřevěných kolíků, železných trubek, speciálních měřických hřebů nebo mezníků, vyseknutím křížku do dlažby či skály, případně nálepkou nebo jenom tužkou na omítku, podlahu apod. Vágrys je možné stabilizovat buď bodovým vyznačením úrovně na omítce, zdivu či jiných konstrukcích tužkou, nebo nalepením připravené značky, případně se vynese v celém potřebném rozsahu jako přímka tužkou či křídou podle vhodného pravítka (latě), nebo šňořením malířskou „brnkačkou“. Pro všechny stabilizované prvky se vyhotovuje tzv. místopis: jejich poloha se zajišťuje kontrolními mírami vůči blízkým trvalým objektům (stavbám, stromům atp.), aby byla i po delší době snadno dohledatelná a – při případném poškození stabilizace – rekonstruovatelná. Drobné a hůře viditelné stabilizované prvky se navíc signalizují (jejich poloha se zvýrazní vhodným, dobře viditelným prostředkem), většinou po dobu měření (výtyčkou, terčem apod.), někdy však i trvale (patníkem, kovovou dvoubarevnou tyčí apod.).

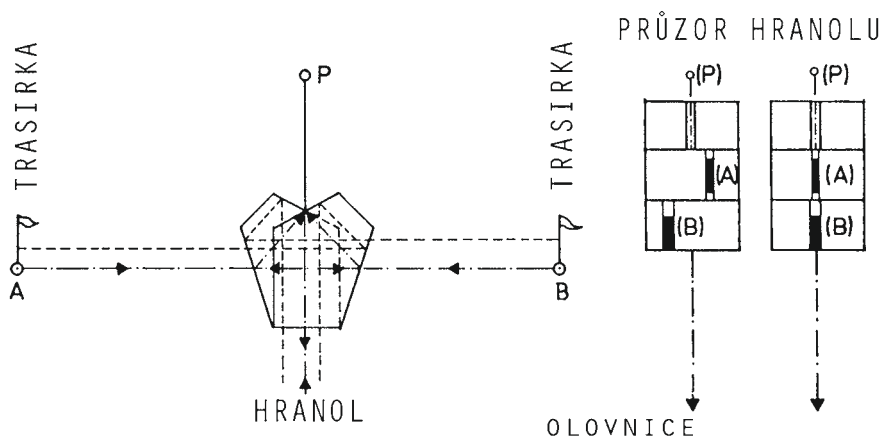
#### 4.1.3 Určování prostorové polohy podrobných bodů

Vlastní zaměřování spočívá v určování polohy podrobných bodů (charakteristických bodů dokumentované stavby) vůči vztažné soustavě. Rozlišujeme měření polohové, tedy ve vodorovné rovině rovnoběžné s rovinou os  $X$  a  $Y$ , a měření výškové, ve směru osy  $Z$ . V klasické měřické praxi se tato dvě měření prováděla většinou odděleně. Moderní měřické stroje však umožňují přímé určení všech tří souřadnic bodu zároveň.



Obr. 13: Určování polohy podrobného bodu  $P$  polární metodou. Poloha bodu se zaměřuje strojem ze stanoviště  $A$ . Stroj se orientuje vůči stanovišti  $B$  o známých souřadnicích. Měří se levostranný horizontální úhel od směru orientace, vertikální úhel od zenitového směru a šikmá vzdálenost středu dalekohledu stroje a záměrného terče na bodu  $P$  (podle WANGERIN, 1982).

Obr. 14: Určování polohy podrobného bodu P kolmicovou (ortogonální) metodou pomocí pentagonálního hranolu s olovnicí. Hranolem se vytyčí pata kolmice spuštěné z bodu P na měřickou přímku definovanou koncovými body A a B. Pohybem dopředu a dozadu hledá měřič nejprve polohu na měřické přímce, pohybem do stran pak patu kolmice. V momentě, kdy v průzoru hranolu koincidují nad sebou průměty trasírek na bodech A a B a průmět bodu P, vyznačí se pata kolmice spuštěním olovnice, jež je součástí hranolu (podle WANGERIN, 1982).



Nejběžnější metody pro určování polohy bodů jsou polární metoda (dnes převážně s použitím totální stanice, tedy pro polohová i výšková měření zároveň), ortogonální metoda a prostá oměrná metoda, kombinované s metodou trojúhelníkovou pro polohové měření a s nivelací pro měření výškové (podrobnější popis jednotlivých metod srov. v kapitole 5.6).

Při polohovém měření se určuje nejčastěji poloha podrobných bodů vůči některému měřickému bodu (polárně), nebo nejkratší vodorovná vzdálenost od měřické přímky (ortogonálně), případně se určují vzájemné vzdálenosti podrobných bodů (metoda oměrná). Při měření výškovém se určuje svislá vzdálenost podrobného bodu od srovnávací roviny – horizontu. Leží-li bod pod horizontem, bere se vzdálenost jako záporná, nad horizontem jako kladná. Velikost vzdáleností se určuje buď přímo, porovnáním s obecně uznaným standardem (pásmo, lať apod.), nebo nepřímo (viz dále).

K nejdůležitějším úlohám patřilo donedávna určení nepřístupné vzdálenosti. Ve stavební měřické praxi jde o běžný úkol, např. při dokumentaci fasád vysokých budov. Dnešní totální stanice si s řadou úloh, které dříve reprezentovaly několik kroků měření a následné zdlouhavé výpočty, poradí během několika vteřin. Laserový paprsek dokáže v daném rozsahu měřit nepřístupné vzdálenosti poměrně jednoduše, rychle a přesně.

## 4.2 Přesnost, tolerance, chyby a jejich kompenzace

Důležitým východiskem pro kvalitní a efektivní měřické výkony je pečlivost, důsledné dodržování pravidel měřické práce a periodická kontrola kompletnosti a správnosti měření, stejně jako jeho výsledků. Každá měřická pomůcka je náchylná k jiným chybám, a jejich nejvýhodnější užití se tak liší. Rovněž každá měřická metoda má jiná úskalí a je optimální pro jiné výkony. Všechny mají také danou maximální dosažitelnou přesnost, jejíž absolutní hodnoty jsou zpravidla závislé na vzdálenosti a přístupnosti měřených bodů.

Nauka o chybách, jejich četnosti a závažnosti, jejich vyhledávání, eliminaci, případně vyrovnávání a o parametrech přesnosti díla tvoří důležitou součást geodetické teorie. Tolerance se výrazně liší podle stupně měřických prací, účelu a měřítka výsledného výstupu. Na největší přesnost je třeba samozřejmě dbát při zakládání sítí měřických bodů, připojování na výškové a polohové body státních sítí,<sup>26)</sup> při vytyčování pevných bodů, os, vágrysů a jejich stabilizaci. Čím podrobnější má být výstup, tím menší je tolerance. Nejspolehlivější eliminace chyb se dosáhne správnou volbou podmínek měření a jeho opakováním, kdy se již tak minimalizované chyby aritmeticky rozdělí počtem měření.

<sup>26)</sup> Body sítě mají však podle své třídy určenou přesnost, která se u bodů nižší kategorie může pohybovat i kolem 5 cm. To přirozeně limituje také celkovou vnější přesnost výstupů měření, které na daný bod připojujeme. Vnitřní přesnost měřického díla vyplývá většinou z přesnosti použitého stroje a je výrazně vyšší.

Chyby v měření se dělí na nahodilé a systematické. Nahodilé chyby jsou většinou důsledkem lidské nepozornosti nebo omylu. Spočívají často ve špatném umístění počátku měřidla, v jeho posunu během měření, ve špatném čtení hodnot apod. U laserových dálkoměrů je častým důvodem nahodilé chyby přítomnost špatně viditelných překážek v cestě paprsku (pavučiny, listí na stromech a keřích atp.). Nahodilé chyby se projeví většinou až při zpracování a odstranit se dají pouze novým měřením. Systematické chyby jsou většinou dány vlastnostmi měřicího vybavení nebo klimatickými podmínkami; při vhodné volbě ověřování výsledků měření se dají i zpětně poměrně snadno odhalit a odstranit (například násobením naměřených hodnot korekčním koeficientem).

Zcela bezchybné měření v praxi neexistuje. Chyby, lépe řečeno odchylky mezi více pokusy o zaměření téže vzdálenosti nebo téhož úhlu, však musí být menší, než je rozsah tolerance (tzv. přípustné střední chyby nebo směrodatné odchylky) daný pro jednotlivé měřické techniky a pro zvolenou podrobnost měření. Vyšší přesnosti lze dosáhnout opakovaným měřením a nadbytečným počtem měření s následným tzv. vyrovnáním.<sup>27)</sup>

### 4.3 Stupně podrobnosti a měřítka

Náležitou pozornost je třeba věnovat správné volbě podrobnosti, která musí odpovídat významu dokumentovaného objektu, účelu, pro který se daná dokumentace zpracovává, a prostředkům, které jsou k dispozici. Podrobná a přesná měřická dokumentace je totiž časově velmi náročná, a tím pádem také nákladná. Je třeba vždy pečlivě zvažovat efektivitu činnosti. V zásadě platí pravidlo, že práce v terénu by měly být vždy prováděny tak, aby umožňovaly zhotovení výstupu o jeden stupeň podrobnějšího, než k jakému daná dokumentace primárně cílí. Tento na první pohled přemrštěný požadavek je, jak potvrzuje praxe, nanejvýš ekonomický, neboť zpravidla uspoří velké množství práce při zpracování, zejména opětovné cesty do terénu. Přirozeně ale není realizovatelný za všech okolností. Jeho limity také souvisejí s rozhodováním o druhu užitých měřických metod a s cenou práce.

Každá konkrétní stavba a situace vyžadují pochopitelně odlišný přístup, a výsledky měřických prací tak málokdy přesně zapadnou do abstraktních, předem vytčených kategorií. Je nicméně účelné rozčlenit druhy zpracovávaných dokumentací podle podrobnosti a přesnosti do základních kategorií (jsou řazeny od nejjednodušší k nejsložitější, od nejméně podrobné k nejpodrobnější). Obdobný systém je aplikován např. v Německu, Velké Británii nebo v USA. Základní kategorie podrobnosti jsou čtyři: orientační, základní, podrobná a tvarově věrná. Každá z nich může mít samozřejmě několik podstupňů. Kategorizace se vztahuje jak na terénní část, tak na výstupy dokumentace. Zejména u moderních měřických technologií, jako je 3D skenování, však rozdíl v časové náročnosti mezi jednoduchou a nejpodrobnější terénní dokumentací nemusí být veliký (jde-li jen o nastavení rozlišení na témže přístroji), proto je možné provést terénní práci v nejvyšší kvalitě a nižší stupeň podrobnosti uplatnit až při zpracování, které se tím zjednoduší a zlevní, aniž by byla dotčena kvalita a hodnota informací primárních, které zůstávají zachovány jako informační konzerva.

#### I. Orientační dokumentace:

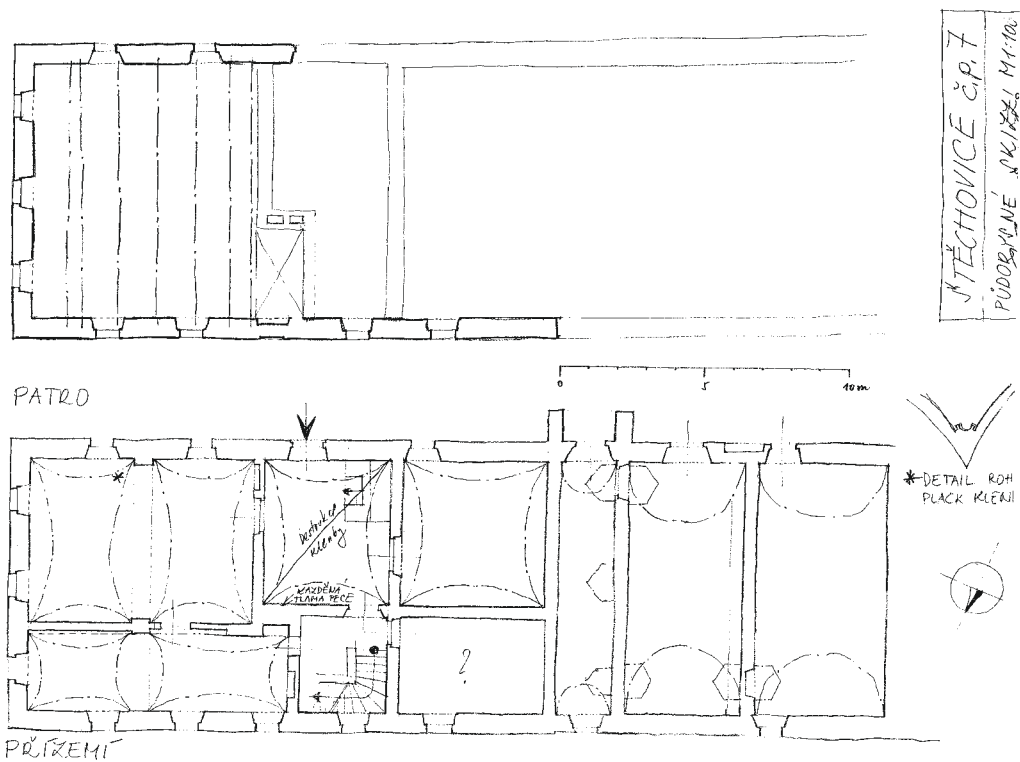
Tato nejnižší úroveň dokumentace má nejmenší výpovědní hodnotu, její náklady jsou však minimální. Aplikována je všude tam, kde na provedení podrobnější dokumentace nejsou čas a prostředky. Tento typ dokumentace mohou pořizovat i jen poučené, nekvalifikované osoby.

Nejnižším stupněm orientační dokumentace je náčrt bez měřítka, se zachováním základních proporčních vztahů dokumentovaného objektu a s orientačními rozměry např. v krocích či metrech. V extrémním případě může do této kategorie spadat i čárové schéma objektu v přibližném měřítku na čtverečkovaném či milimetrovém papíře apod. Často se využívá katastrální mapa pro stanovení celkového obrysu a velikosti stavby, jejíž detaily pak mohou být vykresleny podle fotografií a poznámek psaných v terénu.<sup>28)</sup>

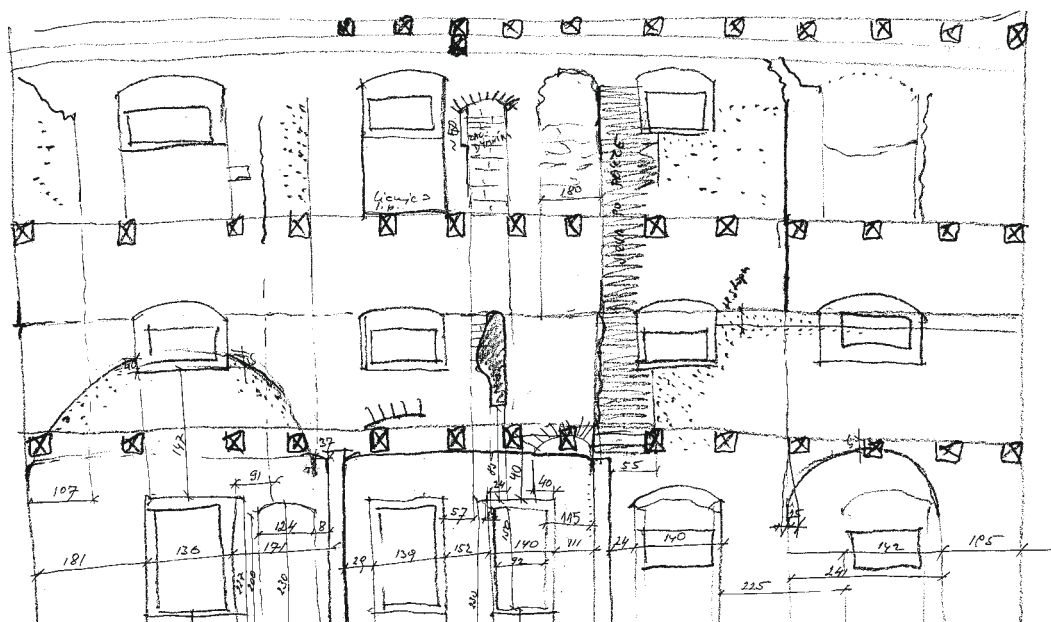
<sup>27)</sup> Nadbytečným měřením se rozumí měření rozměrů a vzdáleností, které nejsou pro určení polohy zaměřovaného bodu nezbytné, jako je např. druhá diagonála v obdélníku, více bodů na zdánlivě rovném úseku stěny apod.

<sup>28)</sup> Pro určování rozměrů otvorů, tloušťky konstrukcí apod. – zvláště u rozpadajících se staveb, kde je bezpečný přístup dokumentátora omezen – se využívají známé ustálené velikosti cihel a dalších prvků.

Obr. 15: Půdorysy zanikající stauby, kreslené od ruky, v přibližném měřítku (obrys podle katastrální mapy a krokováni, základní rozměry konstrukcí, prostor a otvorů přibližně zaměřeny skládacím dvoumetrem, pokud byly přístupné) reprezentují nejnižší úroveň, u které se ještě dá hovořit o měřické dokumentaci (Štěchovice – okres Praha-východ, čp. 7; dokumentace J. Veselý, R. Biegel, 2000).



Obr. 16: Zejména pro nepřístupnost nebo nebezpečí úrazu je třeba často extrapolovat odhadem rozměry z přístupných částí stauby do částí nepřístupných – zde do horních podlaží sýpky/torze (Tlustec, Velký Valtínov – okres Česká Lípa, torz; zaměření a kresba M. Rykl, 1986).





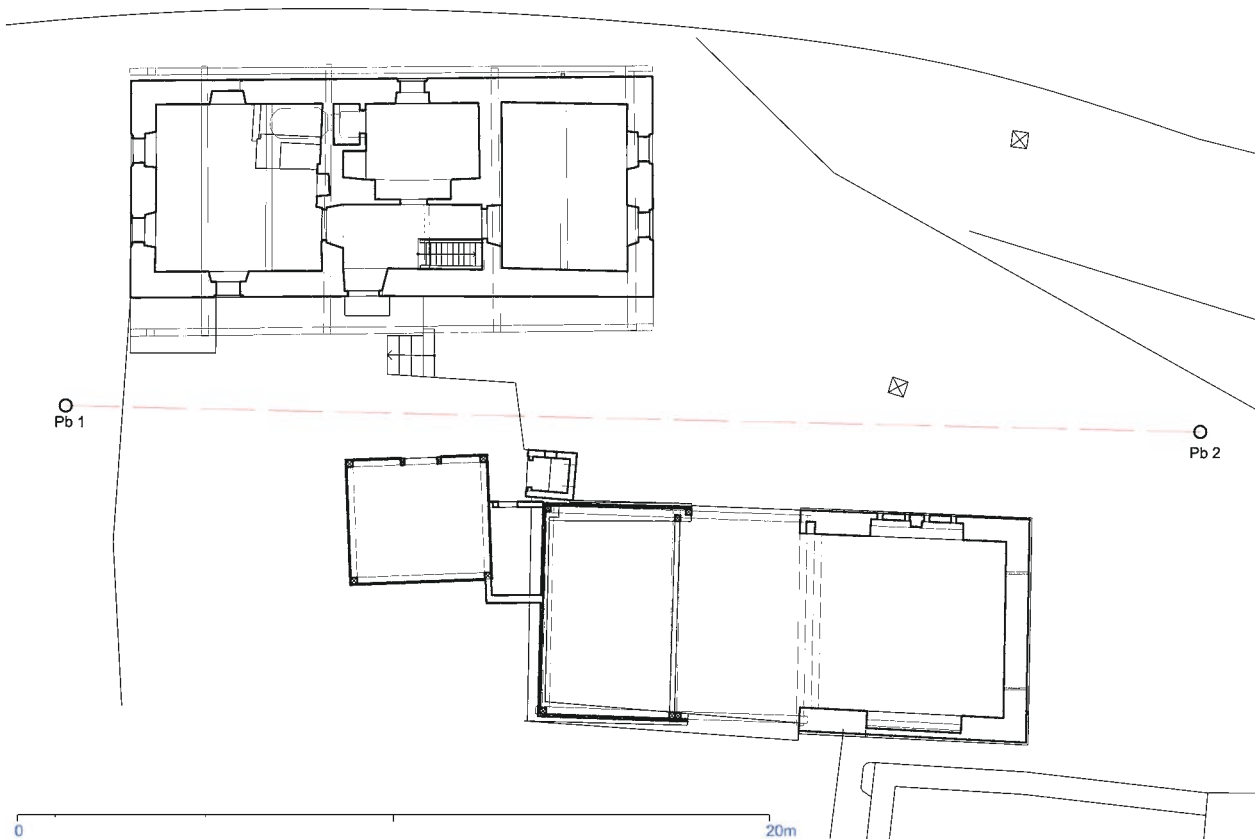
Do stejné kategorie však spadají také měřené plány, u kterých zanedbáváme nevelké odchylky od pravého úhlu. Většinou jde o v terénu vynášené půdorysy, pohledy i řezy v měřítku 1 : 200 nebo 1 : 100, nebo jakákoli měření obdobné podrobnosti a přesnosti pořizovaná oměrnou metodou se zanedbáním drobných odchylek od svislé a vodorovné roviny.

Z moderních metod lze do této kategorie, zvláště u drobnějších staveb, jejich částí nebo architektonických článků, řadit běžnou digitální fotodokumentaci s přiloženým měřidlem, případně nejjednodušší formu obrazové korelace ze série běžných fotografií s využitím automatického zpracování na vzdáleném serveru přes internet.<sup>29)</sup>

## II. Základní dokumentace:

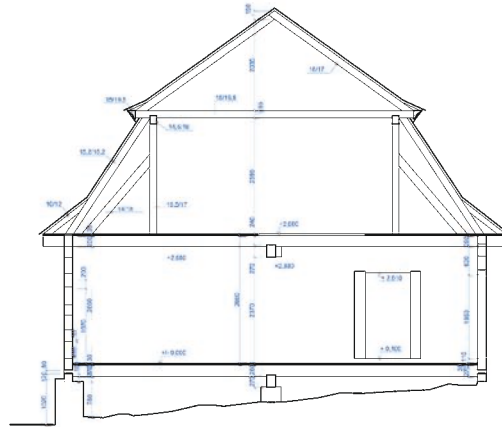
První kategorie, která odpovídá běžným požadavkům na plánovou dokumentaci staveb dle požadavků zákona č.183/2006 a ČSN. Předpokládá se již provádění osobou kvalifikovanou, s použitím jednoduchých měřických metod. Z běžné stavební a projektové praxe spadá do této kategorie plánová dokumentace v měřítkách 1 : 100 a 1 : 50. U menších objektů a dílčích částí lze užívat jednoduchou oměrnou metodu s doplňujícími křížovými měřeními. Odchylky od

29) Např. aplikace 123D Catch společnosti Autodesk.

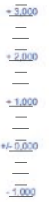


Obr. 17: Pro II. kategorii podrobnosti je charakteristická zejména základní úroveň věrohodného polohového určení obrysů staveb a místností. Z prosté, vhodně položené měřické přímky o dvou měřických bodech lze s pomocí pásma, lépe pak hranolem či strojem určit správně alespoň základní vnější obrysy staveb i v členitém a sevrženém terénu (Vilasova Lhota – okres Příbram, usedlost čp. 16; zaměření a kresba J. a P. Veselých, 2008).

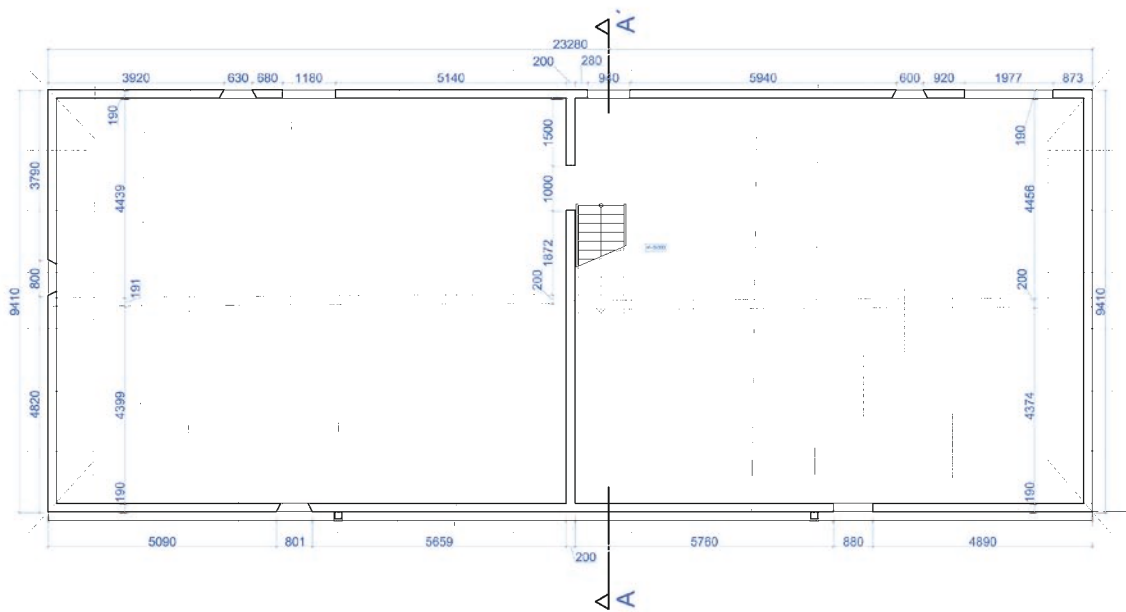
► Obr. 18: Podstatné je pro druhý stupeň podrobnosti také věrohodné zachycení výškových poměrů, zvláště pokud je staoba nepravidelná nebo vykazuje zjevné deformace. Výškové měření s pomocí laserové bodové vodováhy na stavbu pro tuto úroveň bohatě postačí. S úvahou lze aplikovat jednoduchou jednosnímkovou fotogrammetrii (Bělá pod Bezdězem – okres Mladá Boleslav, Panin dvůr, špýchar; zaměření a kresba J. Veselý, 2005).

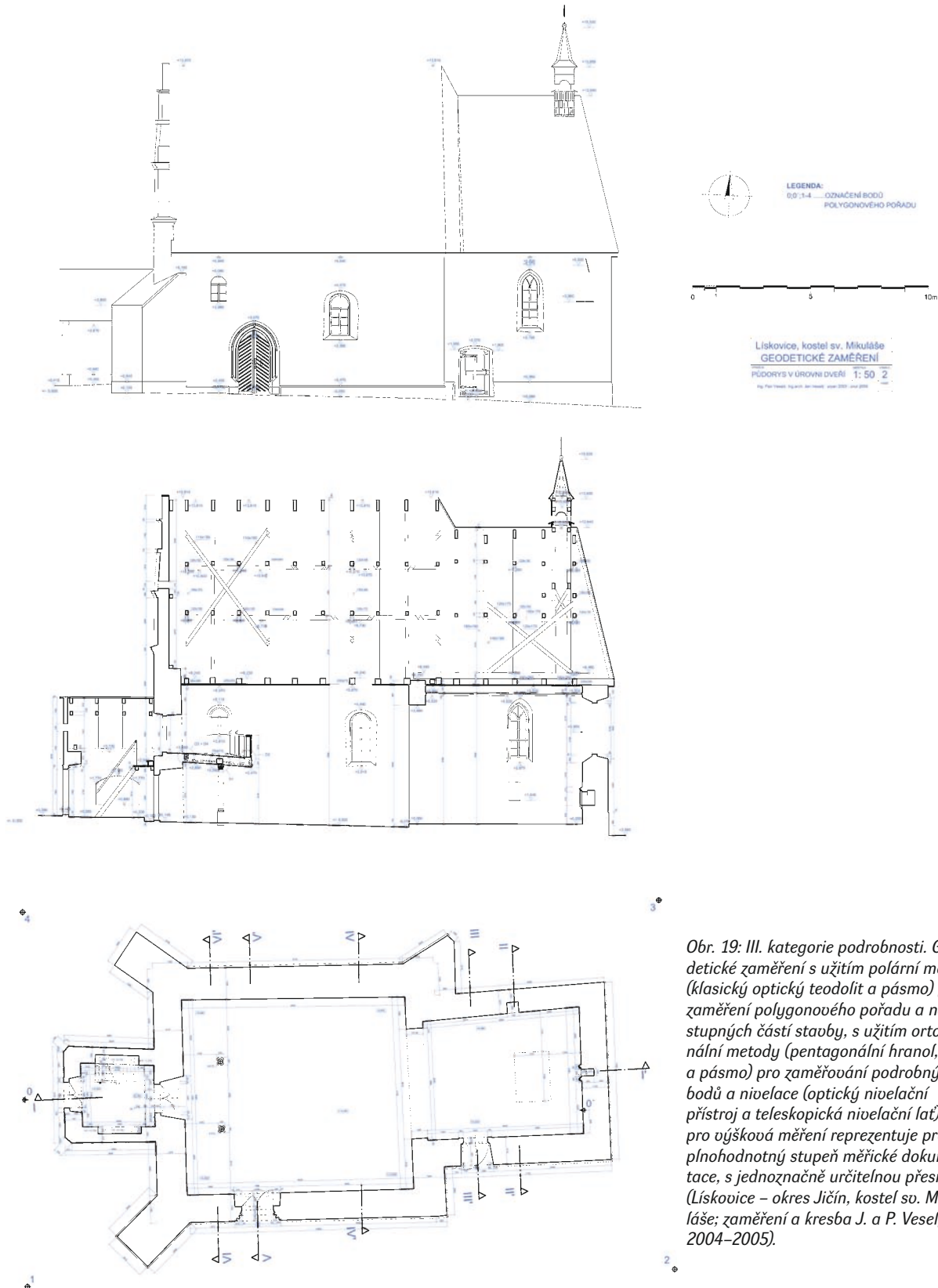


POHLED JIHOVÝCHODNÍ



POHLED SEVEROZÁPADNÍ





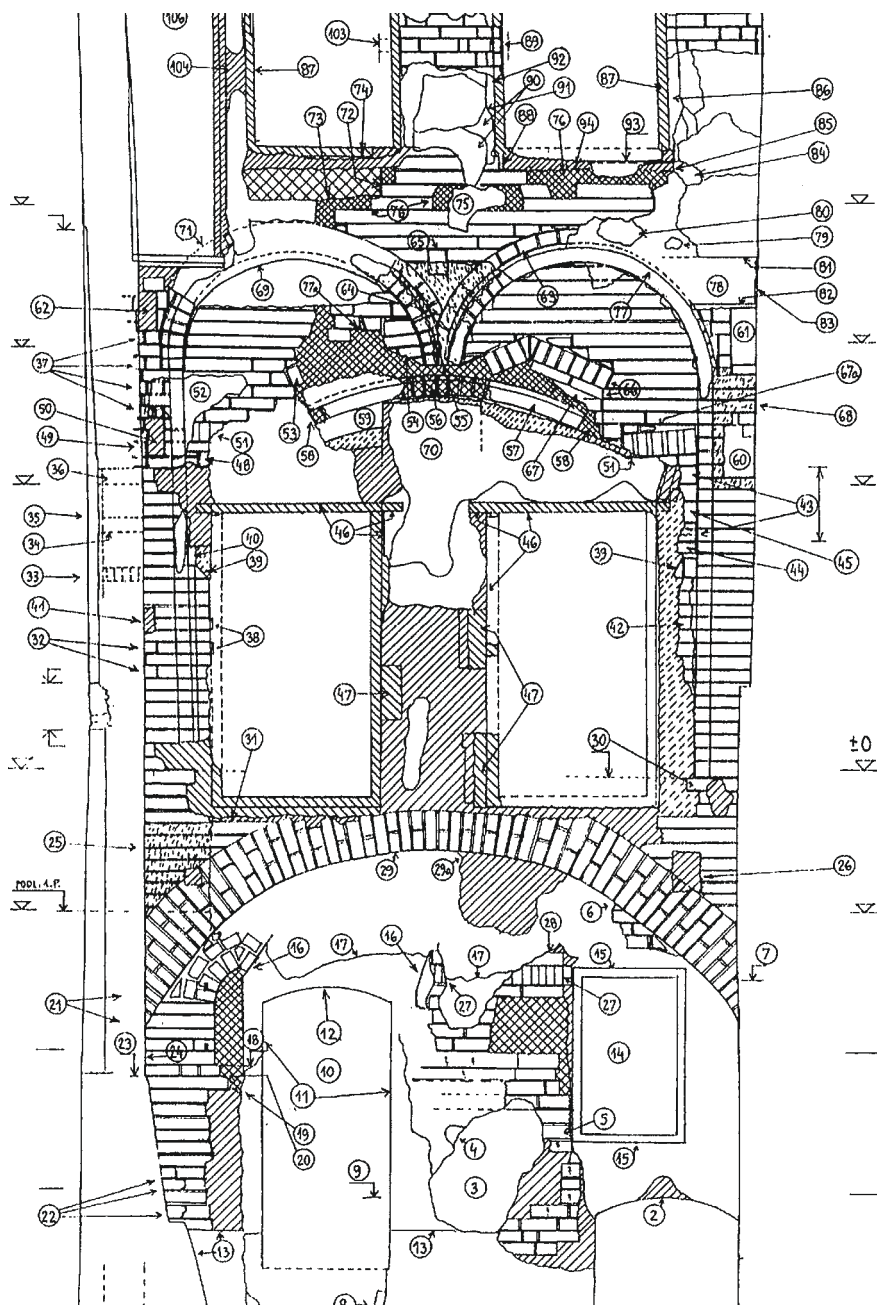
Obr. 19: III. kategorie podrobnosti. Geodetické zaměření s užitím polární metody (klasický optický teodolit a pásmo) pro zaměření polygonového pořadu a nepřístupných částí stavby, s užitím ortogonální metody (pentagonální hranol, jehly a pásmo) pro zaměření podrobných bodů a nivelace (optický nivelační přístroj a teleskopická nivelační lať) pro výšková měření reprezentuje první plnohodnotný stupeň měřické dokumentace, s jednoznačně určitelnou přesností (Liskovice – okres Jičín, kostel sv. Mikuláše; zaměření a kresba J. a P. Veselých, 2004–2005).

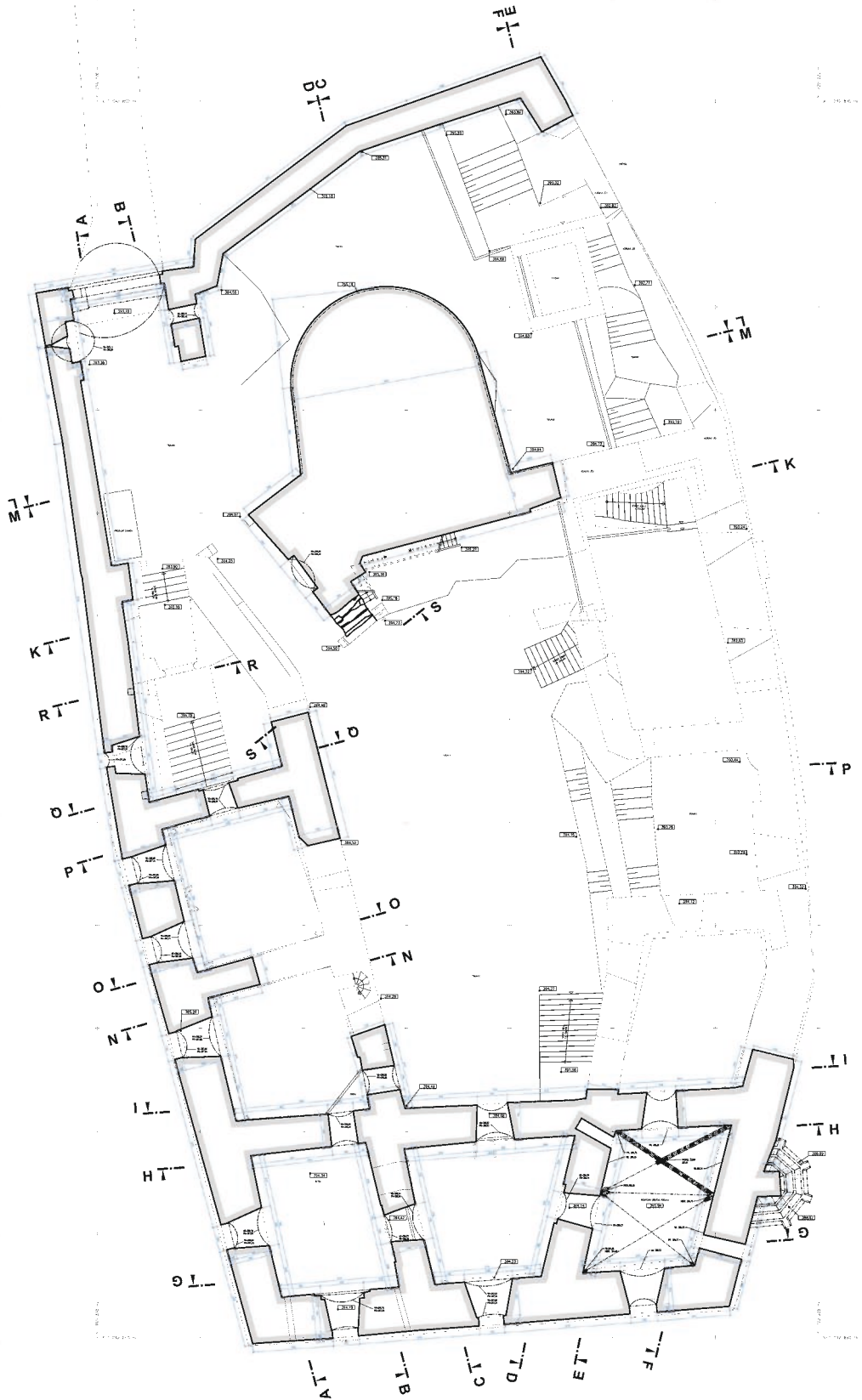
vodorovné a svislé roviny se již vztahují k vertikálním a horizontálním osám vynesným v terénu s pomocí olovnice, vodováhy, případně křížového laseru nebo nivelačního přístroje. Spadají sem také jednoduché fotoplány, vytvářené negeodety, pomocí volně dostupného softwaru. U rozsáhlejších a členitějších staveb a areálů je nutné zaměřit alespoň základní prostorovou strukturu geodeticky, strojem. Při vynášení a konstruování plánů se však počítá se značnou mírou zaokrouhlování a zjednodušování v detailech a s poměrně velkou tolerancí přesnosti v rozměrech i v poloze (5–10 cm u celkových plánů, 1–3 cm u detailních plánů).

### III. Podrobná dokumentace:

Měřická dokumentace staveb stojící již plně na geodetické bázi s poměrně vysokou přesností v rozměrech i v poloze. Je zpracovávána profesionálem s potřebným technickým vybavením. Odpovídá klasické stavební dokumentaci minimálně v měřítku 1:50. Je dostatečným podkladem pro většinu průzkumných i projektových prací až do stupně jednodušší prováděcí dokumentace. Dnes je jako součást měřických prací odpovídajících této kategorii běžně užívána klasická polární metoda s použitím totální stanice v kombinaci s dalšími metodami jako je fotogrammetrie, či dokonce dílčí nebo celkové 3D laserové skenování. I v tomto stupni dokumentace mají své místo jednoduché měřické metody, a to pro doměřování detailů, kontrolu rozměrů odvozených nepřímo apod.

*Obr. 20: U nejvyšší kategorie podrobnosti a přesnosti měřické dokumentace je často charakteristické, že vzniká jako vedlejší produkt hloubkové průzkumné činnosti při provádění SHP. Tradiční a jednoduché měřické techniky přitom mohou přinést stejně kvalitní výsledek jako moderní dokumentační techniky. Výhodou jednoduchých metod je, že se na nich může přímo podílet i stavební historik (Praha 1, Staré Město, Karlova ulice, čp. 150, dvorní gotická fasáda; zaměření a kresba M. Rykl, 2001–2003).*



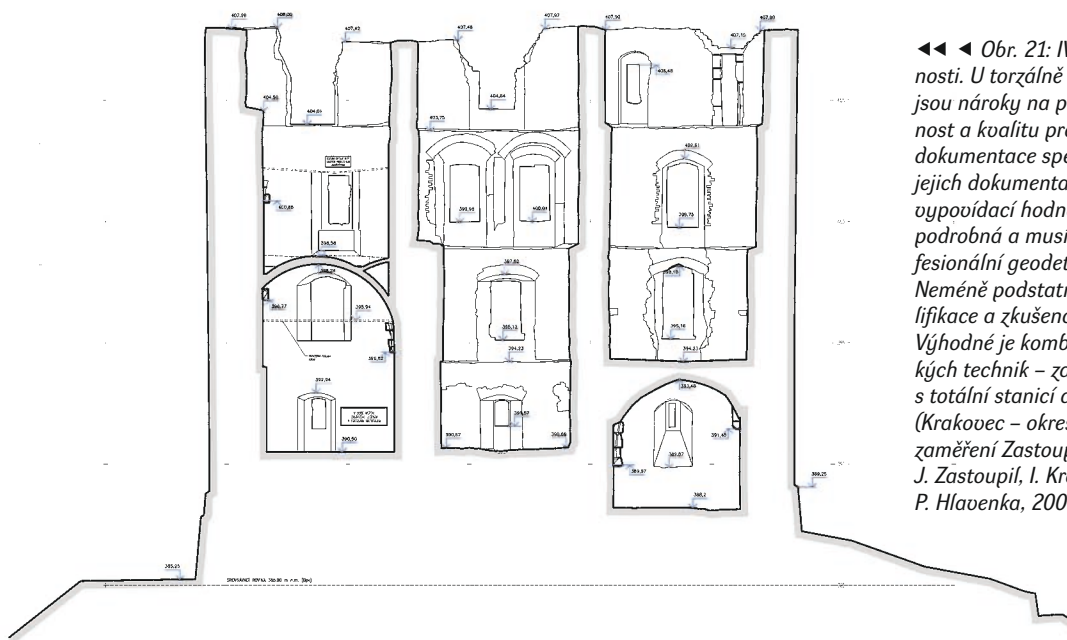




#### IV. Tvarově věrná dokumentace:<sup>30)</sup>

Jde o nejpokročilejší a nejpodrobnější dokumentaci, u klasických 2D výstupů zpravidla v měřítkách 1 : 20 a podrobnějších, stále častěji však v podobě 3D modelů apod. Zajišťuje kromě polohové a rozměrové přesnosti rovněž zachycení skutečného tvaru prvků, konstrukcí a detailů, včetně jejich nepravidelností, druhotných deformací či poškození. V oblasti 3D skenování je navíc běžné i zachycení barevné informace. Výstupy tohoto typu lze považovat za vrchol dosavadní praxe. Uchovávají věrný obraz dokumentované stavby. Jsou ideálním podkladem pro průzkumy, pro zpracování restaurátorských záměrů, ale i pro další vědeckou činnost. Často však vznikají ve více fázích a jejich definitivní podoba zachycuje i skutečnosti odhalené stavebním zásahem či rozpoznané při průzkumu.

30) Název vychází z německého označení „verformungstreue“.



◀◀ Obr. 21: IV. kategorie podrobnosti. U torzálně dochované stavby jsou nároky na podrobnost, přesnost a kvalitu provedení měřické dokumentace specifické. Má-li mít jejich dokumentace vůbec nějakou vyhovídací hodnotu, musí být velmi podrobná a musí se provádět profesionální geodetickou technikou. Neméně podstatná je však také kvalifikace a zkušenost zpracovatele. Výhodné je kombinovat více měřických technik – zde polární metoda s totální stanicí a fotogrammetrie (Krakovec – okres Rakovník, hrad; zaměření Zastoupil a Král – geodeti, J. Zastoupil, I. Král, J. Vidman, P. Hlavěnka, 2007).

## 4.4 Přehled používaných měřických metod

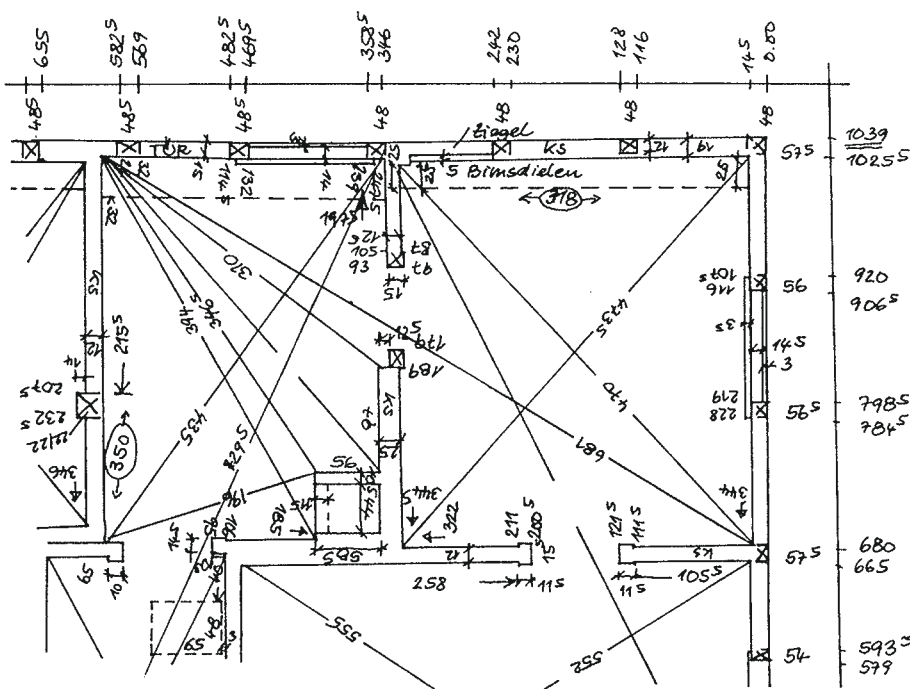
### 4.4.1 Geodetické metody

V následujícím textu jsou jednotlivé měřické metody pro přehlednost pojaty samostatně. V měřické praxi se však v drtivé většině případů při zaměřování kombinuje více metod. <sup>31)</sup>

#### 4.4.1.1 Polohové měření

##### 4.4.1.1.1 Metoda oměrná

**princip:** Přímé měření vzdáleností mezi charakteristickými body stavby. Je-li to možné, spojuje se zaměřování co největšího počtu charakteristických bodů na jedné poloze měřidla – pásma (srov. kapitolu 4.6.2.7.2 Měření prováděná oměrně). Charakteristické body nad nebo pod úrovní pásma se provažují olovnicí. Je-li oměrná metoda hlavní měřickou metodou práce, jsou jednotlivé záměry (přímky proložené pásmem) zároveň měřickými přímkami a vytváří se z nich pevná struktura, ke které se vztahují drobné doměrky a z níž se vychází při vynášení. Nepravidelnosti v půdoryse je možné zachytit prostřednictvím tzv. křížových měř neboli diagonál. V principu to znamená, že se půdorysný útvar rozdělí na řadu trojúhelníků se společnými stranami, z nichž se pak může teoreticky poskládat jakkoli složitý tvar. V praxi je však pro celkové zaměření tato metoda značně nepřesná, časově náročná a velmi citlivá na technologickou kázeň a důslednost při provádění měření. <sup>32)</sup>



Obr. 22: Pro udržení přijatelné přesnosti při užívání klasické oměrné metody, kdy je polohová a tvarová věrnost zajišťována pomocí diagonálních měř, je třeba dodržovat disciplínu. Polohy jednotlivých podrobných bodů na stěnách zaměřovat v jedné úrovni a průběžně – staničením, změřit i nadbytečný počet diagonálních měř pro možnou kontrolu a korekci a měřit i napříč více prostory, aby bylo možné alespoň přibližně ověřovat vzájemnou polohu líc stěn v sousedících místnostech (podle WANGERIN, 1982).

31) Nejběžněji se polární metoda jako základ kombinuje s oměrnou metodou, případně s nivelací.

32) Na všech stěnách se musí měření provádět ve stejné úrovni. Je třeba dbát na správné napnutí pásma, v případě užití laserového dálkoměru pak na volný průchod paprsku a měření pro kontrolu opakovat.

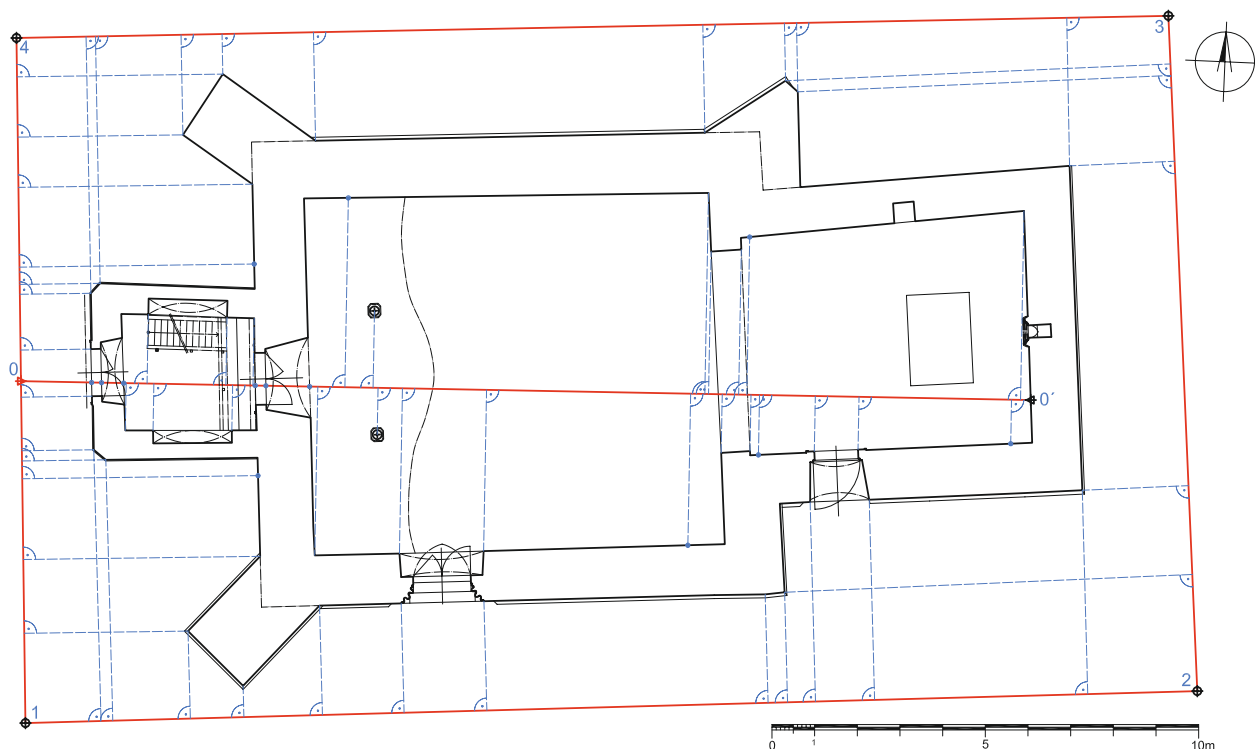
**potřebné vybavení:** Svinovací kovové pásmo (různé délky, od 2 do 50 m), skládací dřevěný dvoumetr, laserový dálkoměr, nivelační lať, olovnice, trojúhelník nebo tvrdá kartička cca rozměru A6.

**oblast vhodného použití:** Oměrná metoda je jako základní postup vhodná pro zaměrování menších a spíše pravidelných staveb, primárně tedy spíše pro I. a II. stupeň podrobnosti. Při práci na vyšší úrovni má doplňkovou úlohu a používá se především na doměrky a kontrolní míry.

**přesnost a časová náročnost:** Podle rozsahu a nepravidelnosti měřeného objektu se přesnost (chyba) oměrné metody pohybuje od 0 do 5 cm u přímo měřených vzdáleností. V celkovém měřítku vynášené stavby, konstruuje-li se prostorová struktura na základě diagonál, mohou být odchylky polohy konstruovaných bodů až 15 cm. Časová náročnost je přímo úměrná složitosti objektu a stupni podrobnosti. U složitějších, rozměrných a nepravidelných staveb efektivita práce i přesnost rychle klesají.

#### 4.4.1.1.2 Metoda kolmicová<sup>33)</sup>

**princip:** Stará a jednoduchá geodetická metoda, operující již s nezávislou soustavou položenou v zaměřované stavbě. Jejím základem jsou měřické přímky, vytyčené různými způsoby. Poloha podrobných, charakteristických bodů zaměřované stavby se určuje spuštěním kolmice z daného bodu na měřickou přímku, přičemž se měří poloha paty kolmice vůči počátku měřické přímky a délka kolmice. Pro určování (vytyčování) pat kolmic se používá zpravidla pentagonální hranol, do 2 m délky se ale může kolmice vytyčovat od oka. Není-li k dispozici hranol, zajišťuje se kolmice delší než 2 m diagonální mírou. Doporučená největší délka kolmice je 30 m. V praxi je limit dán jednak požadovanou přesností, jednak délkou nebo dosahem užívaného měřidla.



Obr. 23: Kolmicová metoda má tu nevýhodu, že z některých bodů kolmice na dané měřické přímky vytyčit nedokážeme. Jedná se o strany vnějšího polygonu, zejména ale rajónů promítnutých do interiéru stavby. Tyto body jsou pak doměřeny vůči nejbližším ortogonálně zaměřeným bodům oměrně (Lískovice – okres Jičín, kostel sv. Mikuláše; zaměření a kresba J. a P. Veselých, 2004–2005).

33) Tato metoda bývá uváděna též pod dalšími názvy, např. metoda pravoúhlých souřadnic, ortogonální metoda.

Kolmicová metoda se používá také při zaměřování členitých ploch fasád a stěn, kdy využíváme pravého úhlu mezi svislým a vodorovným směrem a jejich snadného vytyčení. Měřické přímky jsou zde nahrazeny soustavou svislic (šňůra s olovnicí) a horizontů (vágrysů) vynesenech různým způsobem přímo na zaměřovanou část stavby. Tímto způsobem je též možné zaměřovat křivky čel kleneb, záklenků apod. Zvláštním případem kolmicové metody je i měření složitých nepravidelných struktur s pomocí pravidelného pravouhlého rastru – měřické sítě.

**potřebné vybavení:** Svinovací kovové pásmo (různé délky, od 2 do 50 m), skládací dřevěný dvoumetr, laserový dálkoměr, nivelační lať, olovnice, pentagonální hranol, 2 výtyčky se stojánky, stavební šňůra, kovové měřické hřeby, jehly nebo dřevěné kolíky, případně trojúhelník nebo úhelník.

**oblast vhodného použití:** Vhodná pro méně náročné zaměřování nepravidelných objektů. V kombinaci s polygonovým pořadem vytyčeným/zaměřeným polárně může být užívána i pro zaměřování rozsáhlých objektů. Obzvláště vhodná je pro dokumentaci dlouhých liniových objektů. V detailu na jakékoli nepravidelné struktury, jejichž tvary je třeba věrně zachytit.

**přesnost a časová náročnost:** Podle použitých nástrojů a rozsahu se přesnost kolmicové metody pohybuje v rozsahu 1–5 cm do 30 m délky kolmice. Časová náročnost je středně velká. Jde ale o metodu nenáročnou na vybavení pro měření i vynášení, zaručující zároveň poměrně velkou věrnost.

#### 4.4.1.1.3 Metoda polární

**princip:** Geodetická metoda vázaná na užívání vysoce přesných přístrojů, teodolitů a totálních stanic (dále strojů), umožňujících zaměřování horizontálních i vertikálních úhlů a vzdáleností. Vychází ze znalosti souřadnic stanoviště stroje. Měří se vodorovný levostranný úhel od dané orientace k podrobnému bodu (tzv. směrník) a vodorovná vzdálenost stanoviště stroje a měřeného bodu. Vodorovná vzdálenost se měří buď přímo, nebo přepočtem ze šikmé vzdálenosti a vertikálního úhlu. Naměřené hodnoty se zapisují do zápisníku, nebo ukládají do paměti stroje, a následně se z nich vypočítají souřadnice podrobných bodů. Dříve bylo užívání polární metody komplikované pro zdoluhavost výpočtů, především ale pro omezenou schopnost měřit nepřístupné délky. S příchodem laserové dálkoměrné techniky a zejména totálních stanic, s automatickým záznamem naměřených hodnot a schopností přímého měření délek, se stala polární metoda nejproduktivnější z klasických měřických technik. Mimo jiné proto, že získáváme naráz všechny tři souřadnice každého bodu.

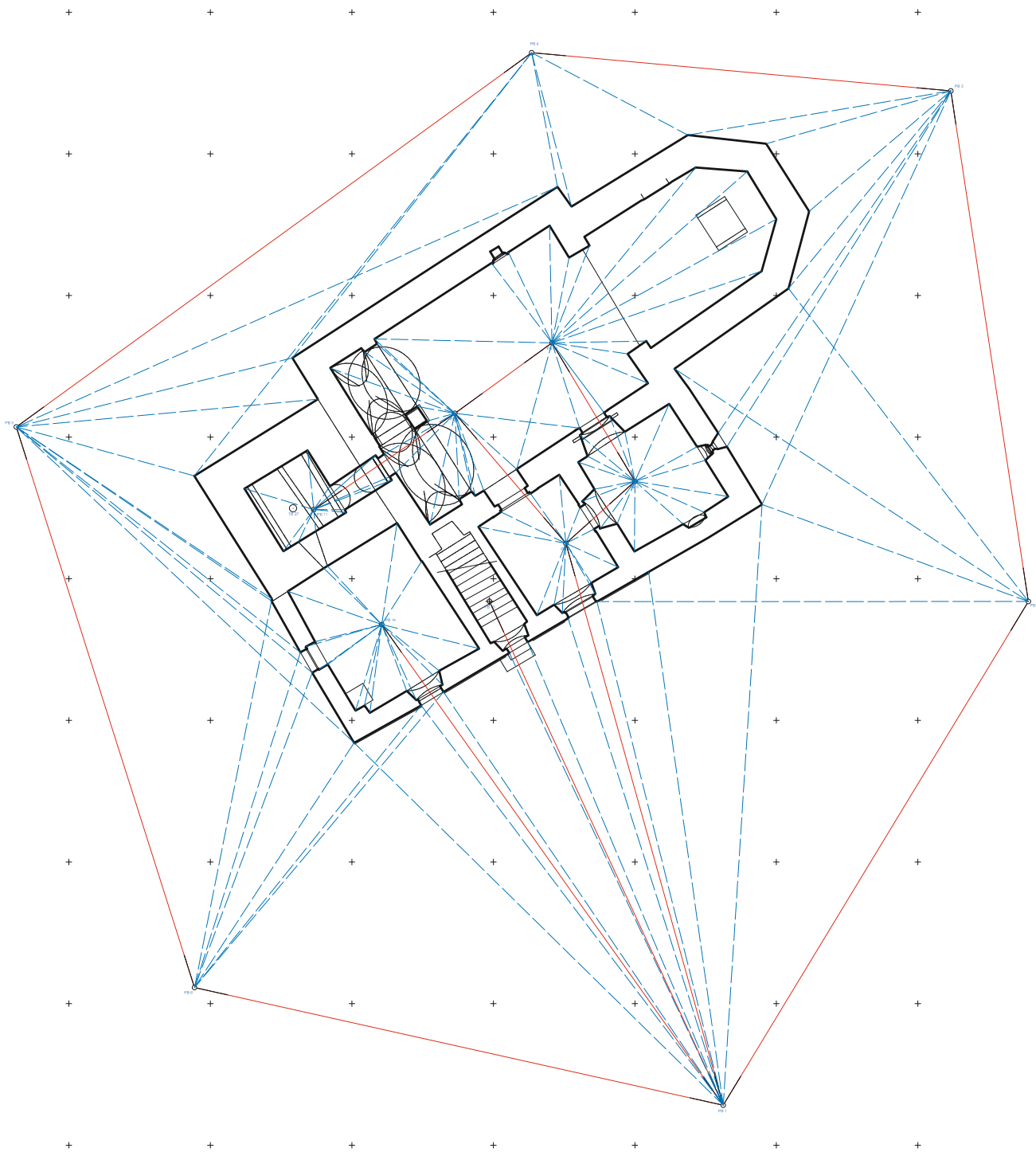
**potřebné vybavení:** Totální stanice nebo teodolit se stativem a výtyčkou s odrazným hranolem, kovové svinovací pásmo nebo laserový dálkoměr pro lokalizaci stanoviště, pro zpracování dat výpočetní geodetický software.

**oblast vhodného použití:** Jako základní měřická metoda vhodná pro všechny druhy úloh s bodovým měřením a jako základ také pro fotogrammetrické nebo 3D skenovací měřické práce. Efektivita i přesnost metody klesá při velkém množství bodů v malé vzdálenosti od stanoviště stroje, zejména při strmých záměrech.

Specifickým případem užití polární metody je určování souřadnic nového bodu tzv. protínáním. Rozlišují se dva druhy protínání podle měřených veličin (protínání z úhlů a protínání z délek) a dva druhy podle polohy stroje (protínání vpřed a zpět). Při protínání vpřed se určuje poloha nového, většinou nepřístupného bodu ze dvou a více bodů o známých souřadnicích, na které se postupně staví stroj (protínání z úhlů); při protínání zpět stroj stojí na bodě, jehož souřadnice se zjišťují, a provádějí se záměry na tři a více bodů o známých souřadnicích.

**přesnost a časová náročnost:** Podle použitého vybavení a pečlivosti zejména při centraci a horizontaci stroje na stanoviště se přesnost může pohybovat až v řádu milimetrů. Obvyklá střední chyba při zaměřování z více stanoviště se pohybuje v rozmezí 0,5–2 cm. Ustavení stroje na stanoviště může být podle podmínek časově náročnější, vlastní měření však probíhá velmi rychle – z jednoho stanoviště i stovky bodů za hodinu.



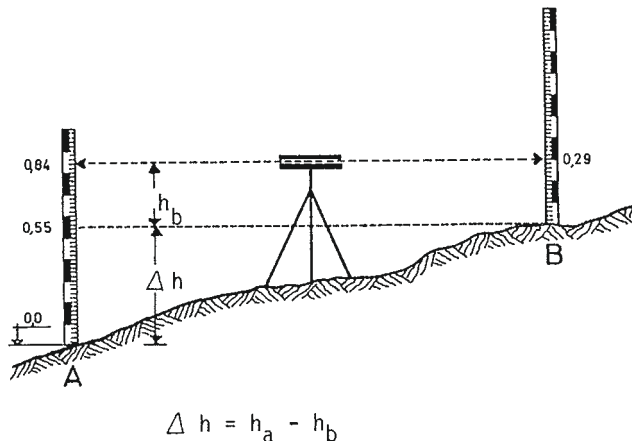


Obr. 24: Polární metoda umožňuje (až na výjimky u velmi malých odstupů a příliš strmých záměr) zaměřit prakticky všechny podrobné body. Pro výsledné vyrovnání naměřených hodnot je přirozeně výhodné provádět nadbytečná měření – některé body zaměřit z více stanic (Obděnice – okres Příbram, kostel Nanebevzetí Panny Marie; zaměření J. Veselý a J. Kypta, 2013).

### 4.4.1.2 Výškové měření

#### 4.4.1.2.1 Nivelace

**princip:** Cílem je získání Z souřadnice měřeného podrobného bodu, buď v místním systému, nebo ve výškovém systému státním (u nás dnes výškový systém baltský – po vyrovnání dříve výškový systém jadranský)<sup>34)</sup> Měří se převýšení – relativní nejkratší svislá vzdálenost bodu od horizontu nivelačního přístroje, jehož výška v daném souřadnicovém systému je známa. K měření se užívá nivelační latě, případně jiného vhodného standardního měřidla, které se přikládá nulou na měřený bod. Hodnota převýšení se odečítá většinou v dalekohledu nivelačního přístroje na středu nitkového kříže; nabývá kladných hodnot, nachází-li se bod nad horizontem, a záporných hodnot, nachází-li se bod pod horizontem přístroje. Naměřené hodnoty se zapisují do nivelačního zápisníku a nakonec se z nich vypočítá absolutní výšková souřadnice bodů v daném souřadnicovém systému.<sup>35)</sup> Pro méně přesnou, lokální, běžnou stavební či stavebněhis-



Obr. 25: Princip nivelace – vytyčení vodorovné roviny s pomocí přesného dalekohledu, ve kterém se odečítají rozdíly vzdálenosti na nivelační lati stavěné na body, jejichž výšku zjišťujeme (podle WANGERIN, 1982).

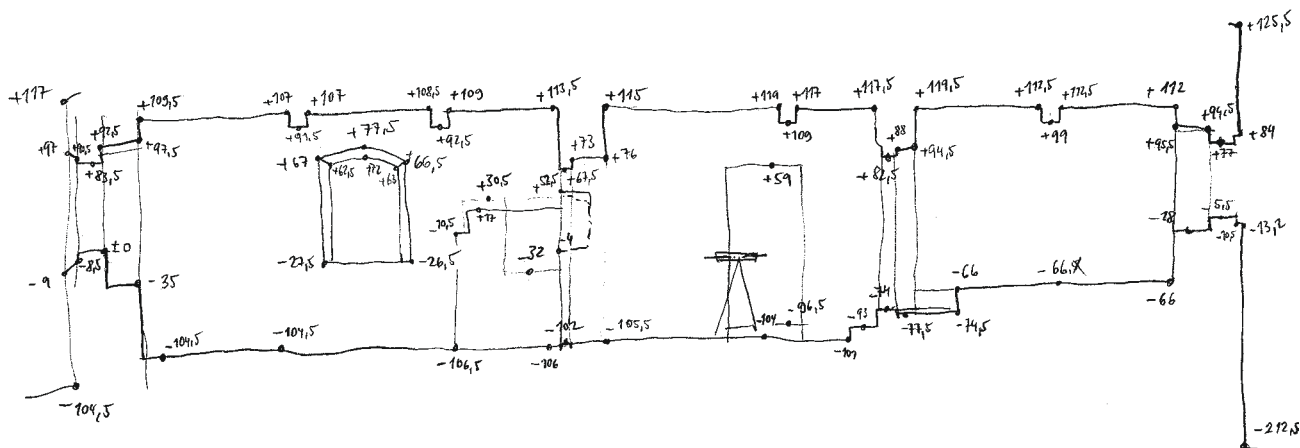
34) Do roku 1939 byl na našem území používán výškový systém vztahovaný ke střední hladině Jaderského moře v Terstu (zjednodušené systém Jadran). Od roku 1945 byl zahájen postupný přechod na systém vztahovaný k hladině Baltského moře v Kronštadu, od roku 1957 je pak jako obecný používán systém Balt po vyrovnání (Bpv). K 1. 1. 2000 bylo definitivně na celém našem území ukončeno používání systému Jadran. Vztah mezi oběma systémy je složitý a nedá se vyjádřit jedinou konstantní hodnotou pro celé území. Rozpětí výškového rozdílu činí u jednotlivých nivelačních bodů 350–420 mm. Jako průměrný rozdíl se udává 400 mm, přičemž nulová úroveň Baltského systému se proti systému Jaderskému nachází níž.

35) Pro připojení do státního systému je potřeba mít připojovací bod – bod nivelační sítě, nejlépe předem ověřený.

### Zápisník pro plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Číslo bodu	Nadmoř. výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu	Poznámka
	Přestavy		Body střed vpřed				
	vzad +	vpřed –					
23	1123					196,523	čp.zn.dům čp.18
		1462					stroj: Meopta NK 30x
	1641			197,825			počasí: oblačno
			152	24		196,30	meřil: 3.8.1970 Král
			198	25		195,84	roh sondy nahoře
			199	26		195,83	— * — dole
			190	27		195,92	kostra – hlava terén
			198	28		195,84	" lebka
			191	29		195,91	" pánev
			184	30		195,98	" nohy
	1362						kámen u hlavy

Obr. 26: Nivelací zápisník technické a plošné nivelace (podle ŠIMANA, 1971).



Míry od H<sub>0</sub> 4

Obr. 27: Polní náčrt výškového měření, při němž byl použit křížový laser – do náčrtu se nezaznamenávají čísla nivelovaných bodů, ale rovnou úrovně jednotlivých podrobných bodů vůči horizontu laseru (Vilasova Lhota – okres Příbram, dům čp. 16; kresba J. Veselý, 2009).

torickou nivelaci v interiérech lze použít místo nivelačního přístroje vodováhu, ať již klasickou, hadicovou, laserovou či ve formě liniového nebo rotačního laseru.

**potřebné vybavení:** Nivelační přístroj se stativem nebo vodováha, nivelační lať, nivelační podložka, svinovací ocelové pásmo různých délek, skládací dřevěný dvoumetr, nivelační zápisník.

**oblast vhodného použití:** Základní měřická metoda užívaná prakticky ve všech případech, kdy se provádí nejen polohopisné, ale též výškopisné měření.<sup>36)</sup> Zejména pro věrohodné postizení vnitřních prostorových vztahů složitě utvářených historických staveb je nepostradatelná. Užívá se častěji již od druhého stupně podrobnosti měřické dokumentace.

**přesnost a časová náročnost:** V běžné praxi při elementární pracovní kázni se všemi výše jmenovanými prostředky přesnost do 0,5 % na délce do 10 m, při užití kompenzačního nivelačního přístroje a pečlivé práci ve stejném rozsahu až 1 %. Časově náročnější je ustavení stroje a jeho přestavy a připojení na výškové bodové pole. Běžná práce probíhá velmi rychle.

#### 4.4.2 Fotogrammetrické metody

(Jindřich Hodač)

Jsou založené na zpracování obrazového (nejčastěji fotografického) záznamu. Oproti klasickým geodetickým metodám mají výrazně rychlejší terénní část práce a umožňují celkové zachycení reliéfu povrchu snímaných staveb i barevné informace. Podle způsobu snímkování se člení na pozemní fotogrammetrii<sup>37)</sup> (snímky jsou pořizovány ze země, z plošiny, jeřábu apod.) a leteckou fotogrammetrii (snímky jsou pořizovány z letadla, vrtulníku, případně z dálkově ovládaných bezpilotních létajících strojů).

Podle počtu snímků rozlišujeme fotogrammetrii na jednosnímkovou (vhodnou pouze pro dokumentaci rovinných objektů) a vícenímkovou. Donedávna byla nejčastěji užívanou vícenímkovou metodou tzv. stereofotogrammetrie, založená na principu prostorového vnímání zprostředkovaného lidským zrakem. V současnosti jsou však nejvíce užívány

<sup>36)</sup> Dnes se zhušta pro výšková měření používá trigonometrické určení. K tomu potřebujeme při polární metodě měřit svíslé úhly.

<sup>37)</sup> V aplikacích památkové péče hovoříme spíše o blízké pozemní fotogrammetrii.

metody prostorového protínání (průseková fotogrammetrie) a obrazové korelace, umožňující vyhodnocování většího počtu snímků. V rozvinutém softwarovém prostředí je pak možné ze série vhodně rozložených snímků automaticky vygenerovat velmi přesný 3D model dokumentovaného objektu.

Informace získané fotogrammetrickými metodami mohou mít trojí povahu:

- grafická (čarová, vektorová) kresba např. situace, plánu nebo řezu (obdobně jako u geodetických metod).
- obrazová (rastrová, bitmapa), tj. ortofotomapa nebo zkráceně „ortofoto“. Jde vlastně o ortogonální překreslení jednoho nebo více snímků se zohledněním hloubkové členitosti měřeného objektu (pro letecký snímek se hloubková členitost získává z digitálního modelu terénu DMT, pro fasády a další objekty pozemní fotogrammetrie z 3D modelu nebo z měřených podrobných bodů). Obvykle se hloubková členitost určuje s jistou mírou generalizace (tj. u leteckých snímků se zanedbává zástavba a vegetace, u pozemních snímků okna, dveře a menší výstupky), pokud je ale digitální model povrchu určen/zaměřen včetně všech těchto detailních částí, nazýváme výsledný produkt „true ortofoto“ – pravé, přesné ortofoto.
- číselná (3D souřadnice vyhodnocených podrobných bodů). Tyto body mohou sloužit jako podklad pro zhotovení grafických a obrazových výstupů, nebo pro přímé sestrojení trojrozměrného modelu objektu (tzv. mračno bodů).

Fotogrammetrie má oproti geodetickým metodám jednu přednost. Tím, že vlastní měření se provádí nikoli přímo na objektu, ale na jeho obrazu (snímku nebo snímcích), lze docílit výrazného zkrácení terénních prací. Zároveň je při stejné časové náročnosti zaměření podrobnější. Proto se také fotogrammetrie více využívá při dokumentaci složitějších objektů s rozsáhlejší kresbou (barokní fasády, sochy, architektonické detaily, neomítané zdivo aj.).

#### 4.4.2.2 Jednosnímková fotogrammetrie

**princip:** Nejjednodušší fotogrammetrická metoda umožňující dokumentaci rovinných nebo rovině se blízcích objektů.

Je založena na možnosti upravit „běžný“ fotografický snímek na základě znalosti průběhu distorze objektivu tak, že se minimalizují obrazové deformace vyplývající z vad objektivu kamery a z vlastností středového promítání; fotografický snímek se co nejvíce přiblíží pravouhému průmětu – nárysu zvolené rovinné plochy. Výsledkem je zjednodušená varianta „ortofota“, tzv. fotoplán.

**potřebné vybavení:** Fotografická kamera (fotoaparát) s vhodným objektivem, který je zkalibrováný (tj. známe prvky vnitřní orientace tohoto konkrétního objektivu – mezi jinými i parametry jeho distorze pro kalibrovanou ohniskovou vzdálenost), vřícovací značky, totální stanice, měřidla (svinovací kovové pásmo, skládací metr nebo nivelační lať), případně vodováha či olovnice, vhodný software pro následné zpracování snímků a vytvoření výstupu.

**oblast vhodného použití:** Protože fotoplán zachycuje nezakresleně pouze informace ležící v rovině, je jednosnímková fotogrammetrie vhodná zejména pro dokumentaci fasád, líců zdí (stěn), spárořezů kamenného nebo cihelného zdiva a podlah, nástěnných maleb, iluzivního architektonického členění apod. Výhodou této metody je možnost provádění také zaškoleným laikem s běžným vybavením.<sup>38)</sup>

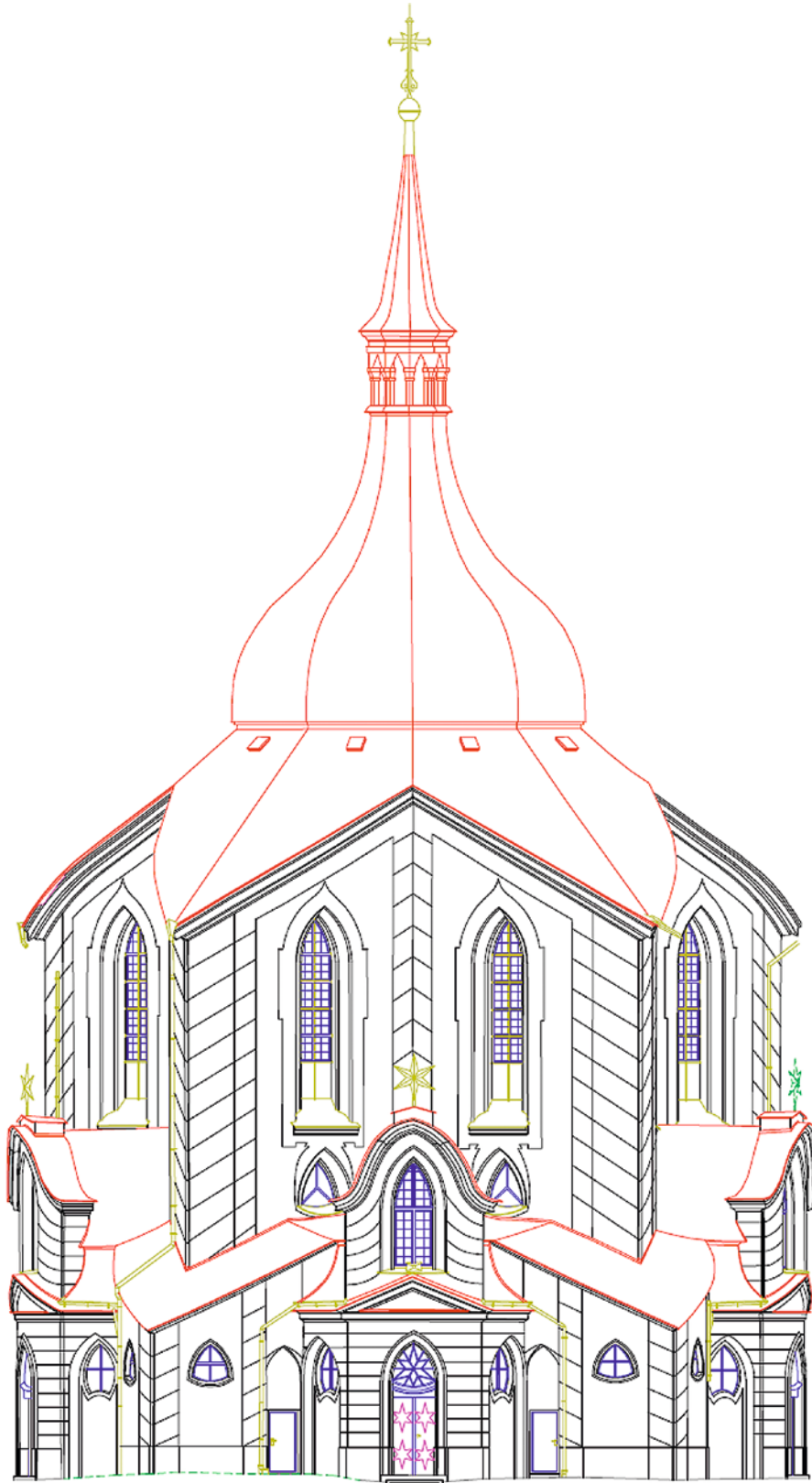
**přesnost a časová náročnost:** Přesnost výsledného plánu závisí na mnoha faktorech, od odchylky skutečné plochy od roviny, přes pečlivost práce, kvalitu fotografické kamery a vlastního snímku, přes vlastnosti softwaru pro zpracování až po možnost odstupů od dokumentovaného objektu a přesnost měření vřícovacího podkladu (délkově čtyřúhelník nebo totální stanicí minimálně 4 vřícovací body). Časová náročnost je přímo úměrná rozsahu dokumentovaného objektu a míře pečlivosti a přesnosti práce.

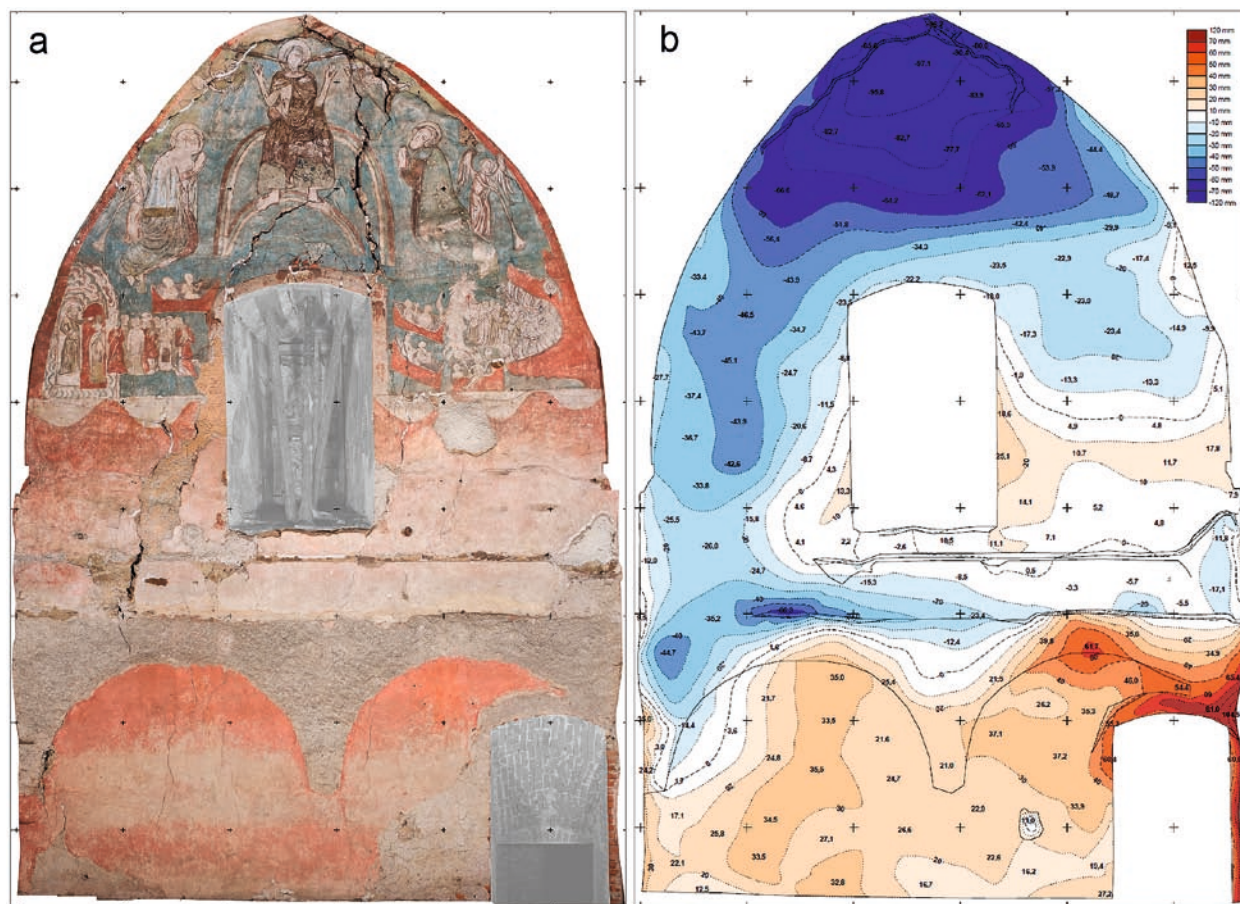
<sup>38)</sup> Kvalifikovanost zpracovatele, použité vybavení a software mají přirozeně vždy vliv na kvalitu a přesnost výstupu. Rozsah dokumentované plochy, kterou může s přijatelným výsledkem zpracovat poučený laik, je proto přirozeně omezený.





Obr. 28: Fotoplány vzniklé metodou jednosnímkové fotogrammetrie mají zaručenou přesnost pouze v dané rovině – zde lic zdiva cihelné fasády. Často se následně převádějí do podoby čárové kresby – zde bez vykreslení jednotlivých cihel, pouze v hmotových obrysech. Překresleny jsou jen základní linie, což je zejména u záklenků otvorů z hlediska samostatné sdělnosti čárové kresby problematické. Jde totiž de facto již o částečnou interpretaci nálezové situace (podle GROSS, 2002).





Obr. 30: Z digitálních stereosnímků lze kromě klasické čarové kresby také vyhotovit fotoplán (a) a výkres hloubkové členitosti stěny (b), znázorněný pomocí izočar a barevné hypsometrie (Bečov nad Teplou – okres Karlovy Vary, hrad, jižní stěna kaple; A. Florian, P. Hlavenka, J. Vidman, 2010).

#### 4.4.2.3 Stereofotogrammetrie

**princip:** Ze sdružené dvojice snímků se na základě umělého stereoskopického vjemu na speciálním zařízení (digitální fotogrammetrické stanici = dostatečně výkonný počítač s potřebným softwarovým vybavením, s jedním nebo dvěma speciálními monitory a s brýlemi pro stereoskopické vidění) získává přímo grafická (čarová) kresba výkresu. Kromě toho je možné z původních měřických snímků získat „ortofoto“, a to jak standardní, tak i „true ortofoto“.

**potřebné vybavení:** Vhodný fotografický přístroj, eventuálně s pevnou základnou a stativem, vřícovací značky, teodolit nebo totální stanice pro jejich přesné zaměření, digitální fotogrammetrická stanice, vhodný software pro následné vytvoření výstupu (CAD). Stereofotogrammetrii může zpracovávat výhradně profesionál. Vybavení pro ni je velmi nákladné.

**oblast vhodného použití:** Letecká i pozemní dokumentace, zejména pro terén, terénní relikt, torzální stavby, pro složité členěnou architekturu nebo výrazně nepravidelné objekty (sochy apod.).

**přesnost a časová náročnost:** Z fotogrammetrických metod jde o metodu nejpřesnější, časově středně náročnou.

◀ Obr. 29: Stereofotogrammetrie dokáže s velkou přesností vytvořit pohled i na velmi členitou fasádu (Žďár nad Sázavou / Zelená Hora, kostel sv. Jana Nepomuckého; J. Zastoupil, B. Kunftová, P. Hlavenka, 2009).



#### 4.4.2.4 Průseková metoda

**princip:** Ze série dvou a více snímků, jejichž osy záběru se protínají a jejichž záběry se částečně překrývají, získáváme 3D souřadnice charakteristických bodů zaměřovaného objektu na základě jejich postupné identifikace v jednotlivých snímcích. Výstupem tedy může být seznam souřadnic bodů, nebo 3D model, který se ale již vytváří v CAD prostředí na základě bodů, linií, křivek, případně ploch získaných fotogrammetrickým způsobem.<sup>39)</sup>

**potřebné vybavení:** Fotografická kamera (fotoaparát) s vhodným objektivem, který je zkalibrovaný (tzn., že známe vlastnosti/chyby tohoto konkrétního objektivu a prvky vnitřní orientace), vřícovací značky, měřidla (svinovací kovové pásmo, skládací metr nebo nivelační lať), vodováha, olovnice, případně teodolit nebo totální stanice, vhodný software pro následné zpracování snímků a vytvoření výstupu.

**oblast vhodného použití:** Zejména složité členěná architektura,<sup>40)</sup> jejíž podrobné geodetické zaměření by si vyžádalo v terénu neúnosné množství času.

**přesnost a časová náročnost:** Přesnost této metody závisí především na kvalitě snímků, jejich vhodné prostorové konfiguraci a identifikovatelnosti zaměřovaných bodů na nich (min. na dvou). Dále se projevuje vliv správné kalibrace objektivu kamery, vliv rozmístění bodů vřícovacího podkladu a přesnosti jejich zaměření. Svou roli hrají také rozměry a členitost objektu. Za vhodných podmínek je při dokumentaci památek možné dosáhnout poměrně vysoké přesnosti – v řádu jednotek centimetrů.

Z fotogrammetrických metod je časově náročnější. Zhruba 40 % času zabere vytvoření výstupu v CAD.

#### 4.4.2.5 Metoda obrazové korelace<sup>41)</sup>

**princip:** Automatické získávání 3D mračna bodů ze série dvou a více snímků. Pro dokumentaci objektu se většinou snímá série více snímků s konvergentními osami, případně více dvojic snímků s rovnoběžnými osami. Snímky se zpracovávají buď naráz, nebo po dvojicích, přičemž se výstupy z jednotlivých dvojic následně spojí, v závislosti na používaném softwaru.<sup>42)</sup> Kromě 3D mračna bodů je možné přímo z měřických snímků získat také „true ortofoto“. Metoda je levnější alternativou laserového 3D skenování.

**potřebné vybavení:** Fotografická kamera (fotoaparát) s vhodným objektivem, vřícovací značky, měřidla (svinovací kovové pásmo, skládací metr nebo nivelační lať), vodováha, olovnice, případně teodolit nebo totální stanice; vhodný software pro následné zpracování mračna bodů a vytvoření výstupu.

**oblast vhodného použití:** Zejména dokumentace složité členěné nebo nepravidelné architektury – torzální, skulptivní apod., jejíž podrobné geodetické zaměření není možné nebo by zabralo v terénu neúnosné množství času. Obecně vhodná všude tam, kde chceme dokumentaci získat detailní model vytvořený z mračna bodů.

**přesnost a časová náročnost:** Klíčová pro přesnost je obrazová kvalita snímků a jejich konfigurace. Zpracování mračna bodů ve specializovaném softwaru (např. Geomagic Studio) může být značně časově náročné. Obecně je zpracování dat z obrazové korelace znalostně náročnější než u laserového skenování.

39) HODAČ 2011.

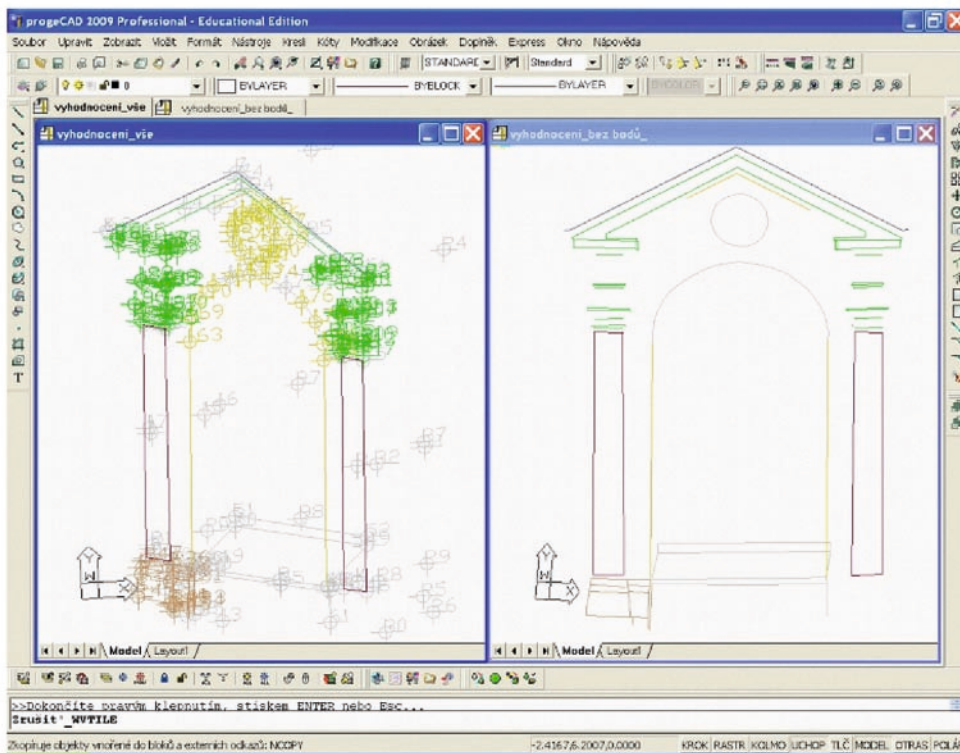
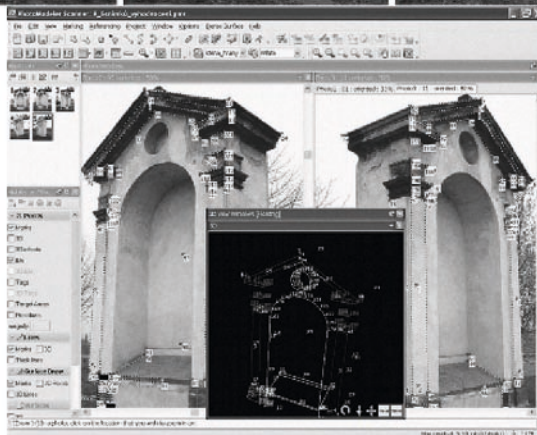
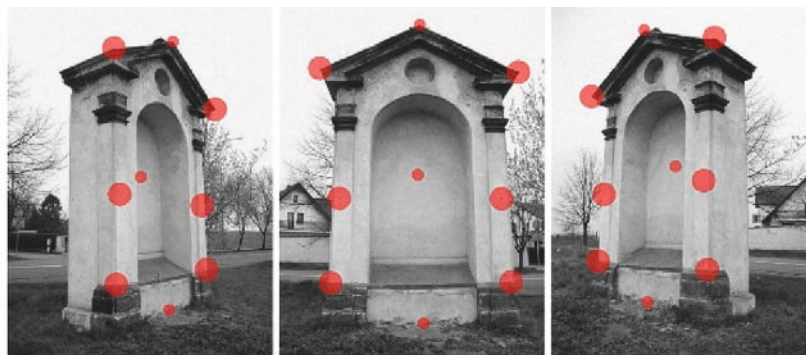
40) Ovšem s jasně identifikovatelnými body zájmu – tj. charakteristickými body, které se zaměří.

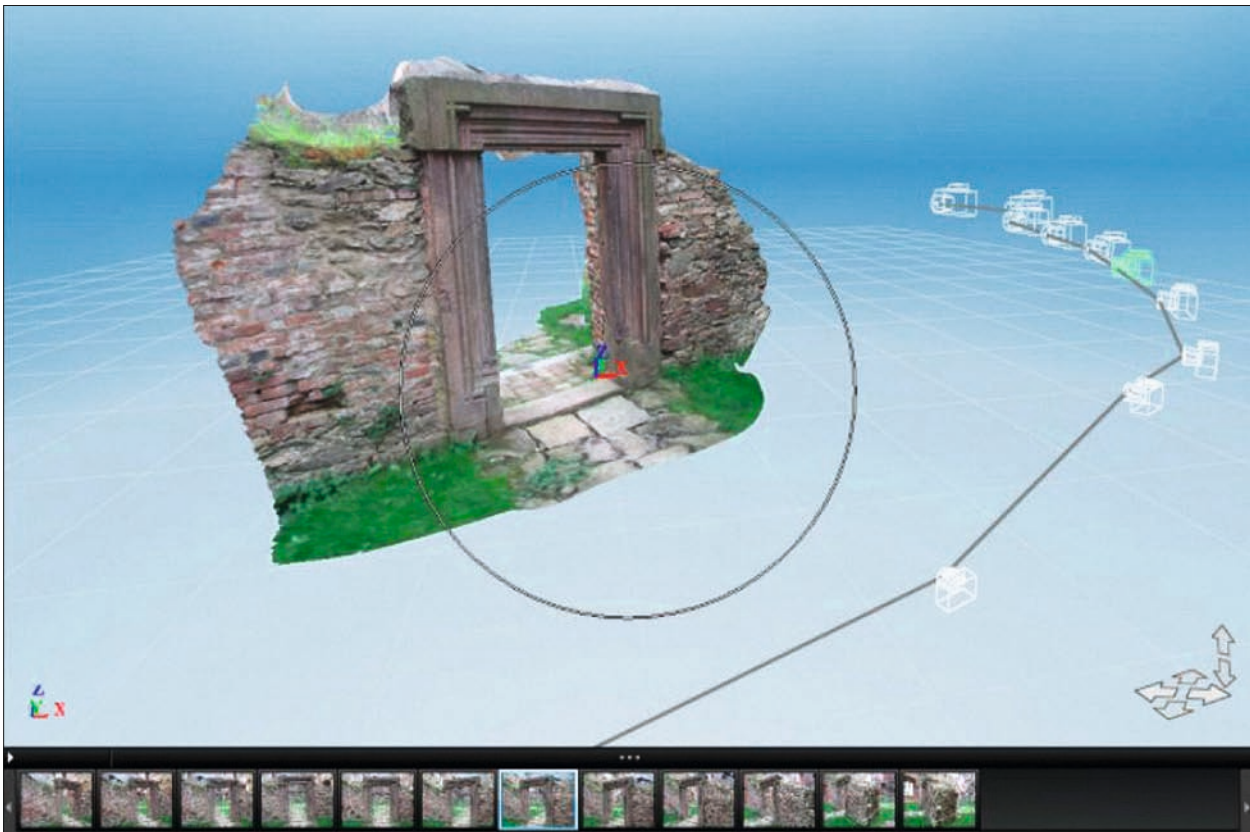
41) Tato metoda je anglicky nazývána *image based modeling*. Někdy se hovorově nazývá též „fotosenování“.

42) Dá se říci, že převažuje řešení, které zpracovává celou sadu snímků naráz, tedy řadu, více řad, snímky cikcak. S dvojicí pracoval hlavně program PhotoModeler. Budoucnost má řešení s více snímky, které by mělo být i přesnější.

► Obr. 31: Průseková fotogrammetrie umožňuje ze série snímků objektu s identifikovatelnými vřícovacími body, jejichž prostorové souřadnice známe, vygenerovat souřadnice dalších jednoznačně identifikovatelných podrobných bodů a vytvořit vektorový 3D model dokumentované stavby (Brandýs nad Labem – okres Praha-východ, kaple křížové cesty; J. Hodač jako supervizor studentské práce, 2012).







Obr. 32: Metoda tzv. fotoskenování umožňuje získat mračno bodů na povrchu dokumentovaného objektu ze série běžných snímků. V podstatě stačí znát parametry objektivu použité kamery a vzájemnou polohu 2–4 bodů na daném objektu, pro určení správné velikosti a orientace (Lipnice nad Sázavou – okres Havlíčkův Brod, hrad, portál v proním patře Trčkovského paláce; dokumentace J. Hodač, 2011).

### 4.4.3 3D skenování

**princip:** 3D skenování je bezkontaktní, nevýběrové automatické zaměřování polohy velkého množství bodů v pravidelném rastru<sup>43)</sup>, pomocí speciálního přístroje – 3D skeneru. Skenery užívají pro měření buď laserového paprsku (ToF – time of flight technology), nebo optické korelace. Skener zaměřuje hustou síť bodů na povrchu všech objektů viditelných ze stanoviska. Primárním výstupem je soubor prostorových souřadnic (X, Y, Z) velkého množství bodů, tzv. mračna bodů, ke každému bodu může být také uložena informace o jeho barvě (v R, G, B). Rozsah snímání se u jednotlivých druhů skenerů liší.

Skenery se z hlediska pozice dělí na statické, mobilní a ruční. V dokumentaci historických staveb se nejčastěji používají skenery statické, které během měření u každého bodu zaznamenávají vzdálenost od stanoviska stroje a horizontální a vertikální úhel, jež svírá paprsek se směrem nulové orientace stroje.

Statický skener je umístěn na stativu nad stanoviskem. Jeho rozsah se pohybuje od desítek až po stovky metrů, v horizontálním směru pak 360° a ve vertikálním směru obvykle mezi 270° a 310°. Aby byly členitější objekty rovnoměrně pokryty body a ve výsledném mračnu byl minimální počet „děr“, je obvykle nutné provést skenování z více stanovisek a jednotlivá dílčí mračna následně spojit. Obvykle se k tomu používá vlíčovacích bodů – např. speciálních kulových terčů o průměru kolem 17 cm. Ty musí být jasně signalizované, případně i geodeticky zaměřené.

43) Z nevýběrovosti snímání vyplývá někdy problém s kvalitou zachycení hran, které mohou být na výsledném výstupu neostré.





Obr. 33: Metodou optické korelace lze zpracovat i prostorově velmi členité objekty (a). výsledkem pak může být i ortofoto nebo výkres rozvinuté válcové plochy věže (b) (Trier – Německo, Porýní – Falc, Porta Nigra, spodní patro válcové východní věže; A. Brusckke, P. Hlavenka, J. Vidman, 2013).

Mobilní skenery mohou být buď pozemní nebo letecké. Vlastní skenovací zařízení je neseno automobilem nebo jiným strojem, v případě leteckého skenování pak klasickým letadlem, nebo dálkově říditelným létajícím zařízením (RPAS). S ohledem na to, že se poloha skeneru během snímání proměňuje, musí být v pravidelných intervalech určována. K tomuto účelu se využívají speciální GNSS a IMU zařízení. Vyhodnocování nasnímaných dat je z tohoto důvodu také náročnější. Podstatné je, že skener je schopen zachytit i více odrazů jednoho vyslaného paprsku. V praxi to znamená, že dokáže zaměřit jak povrch vegetačního pokryvu, tak vlastní povrch terénu, které je možné při zpracování dat filtrací podle vlastností odlišit.

Ruční skener je určen ke snímání/zaměřování plastických prvků omezené velikosti. Funguje na triangulačním principu, tedy odlišně od výše popisovaných laserových 3D skenerů. Snímání je opět prováděno v pohybu, skener je veden ručně. Orientace a návaznost zaměřovaných dat je zajišťována mnohonásobným překryvem měření a vzájemnou identifikací vlíčovacích bodů – obvykle drobných reflexních terčů rozmístěných na povrchu skenovaného objektu. Existují však i ruční skenery, které využívají pro vlíčování přirozeně signalizované body.

**potřebné vybavení:** Metody laserového skenování jsou vysoce náročné na odbornost i vybavení, a proto prakticky zcela vyhrazené profesionálním zpracovatelům. Kromě vlastního skeneru a jeho nosiče je zpravidla nutné disponovat i konvenční geodetickou výbavou (totální stanice) a zejména sadou vysoce výkonného hardwaru a specializovaného softwaru.

**oblast vhodného použití:** 3D skenování se ukazuje jako vhodný nástroj zejména pro dokumentaci rozlehlých území či rozsáhlých objektů s členitým reliéfem povrchu, stejně jako pro objekty špatně přístupné. Statické skenery a ruční skenery jsou pak vhodné zejména pro dokumentaci složitých a nepravidelných struktur architektury, jako jsou síťové klenby, plasticky a sochařsky pojednané fasády, kamenické a další detaily. Jako optimální prostředek dokumentace se 3D skener ukazuje také pro prostory a stavby ve skalním masivu.

**přesnost a časová náročnost:** Výstupy 3D skenování se mohou podle užití technologie v přesnosti vzájemně odlišovat. Zatímco skenování „zblízka“ pomocí statického skeneru může dosahovat přesnosti v řádu milimetrů (v závislosti na vzdálenosti a úhlu snímání apod., u ručního skeneru se může pohybovat i v řádech 0,1–0,01 mm), pohybuje se přesnost výstupů z mobilního skenování většinou v řádu jednotek, nebo desítek centimetrů.

Časová náročnost rovněž kolísá v závislosti na rozsahu a požadované podrobnosti a přesnosti výstupu. Oproti klasickým geodetickým metodám je však v poměru k počtu zaměřených bodů a k vypovídací schopnosti získaných dat mnohonásobně produktivnější.

## 4.5 Pomůcky a přístroje pro měření

### 4.5.1 Základní pomůcky

skládací měřidlo, svinovací měřické pásmo (nejlépe na vidlici), olovnice, vodováha (pevná nebo hadicová), šňůra, hřebíky, kladivo, kleště, papír, milimetrový papír, tužky, guma, pravítko nebo trojúhelník, pevná podložka (nejlépe desky se sponou)

### 4.5.2 Specializované pomůcky

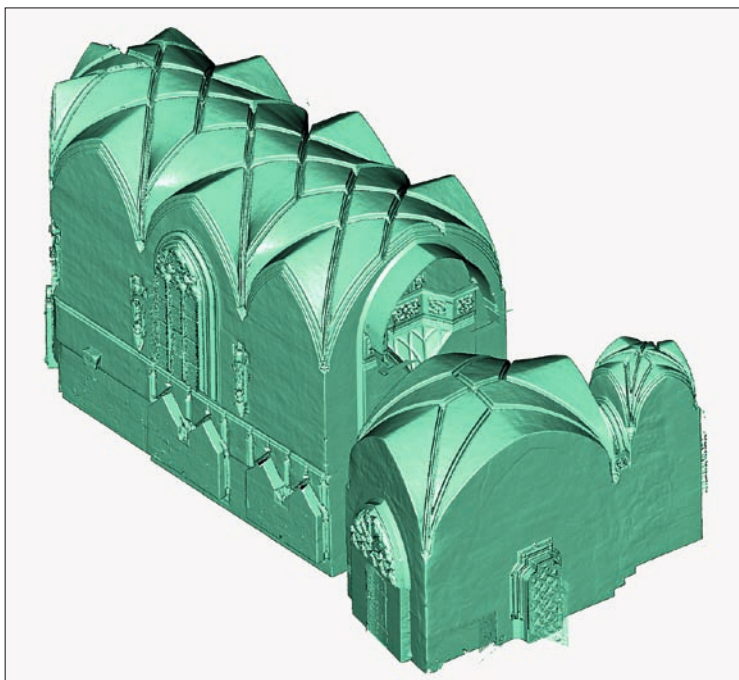
laserový dálkoměr, digitální úhloměr, laserová vodováha nebo křížový laser se stativem, hřeben na snímání profilů, úhelník, nivelační lať, výtyčky, malířská „brnkačka“, fotoaparát s kalibrovaným objektivem a vlčovací značky

### 4.5.3 Profesionální pomůcky a přístroje

vytyčovací hranol, nivelační přístroj, teodolit, totální stanice, laserový 3D skener, příslušenství – stativ nebo stroj nesoucí skener, odrazný hranol, výtyčky se stojánky, vlčovací terče, měřické kolíky, měřické jehly, profesionální fotografická komora či souprava s pevnou (tyčovou) základnou

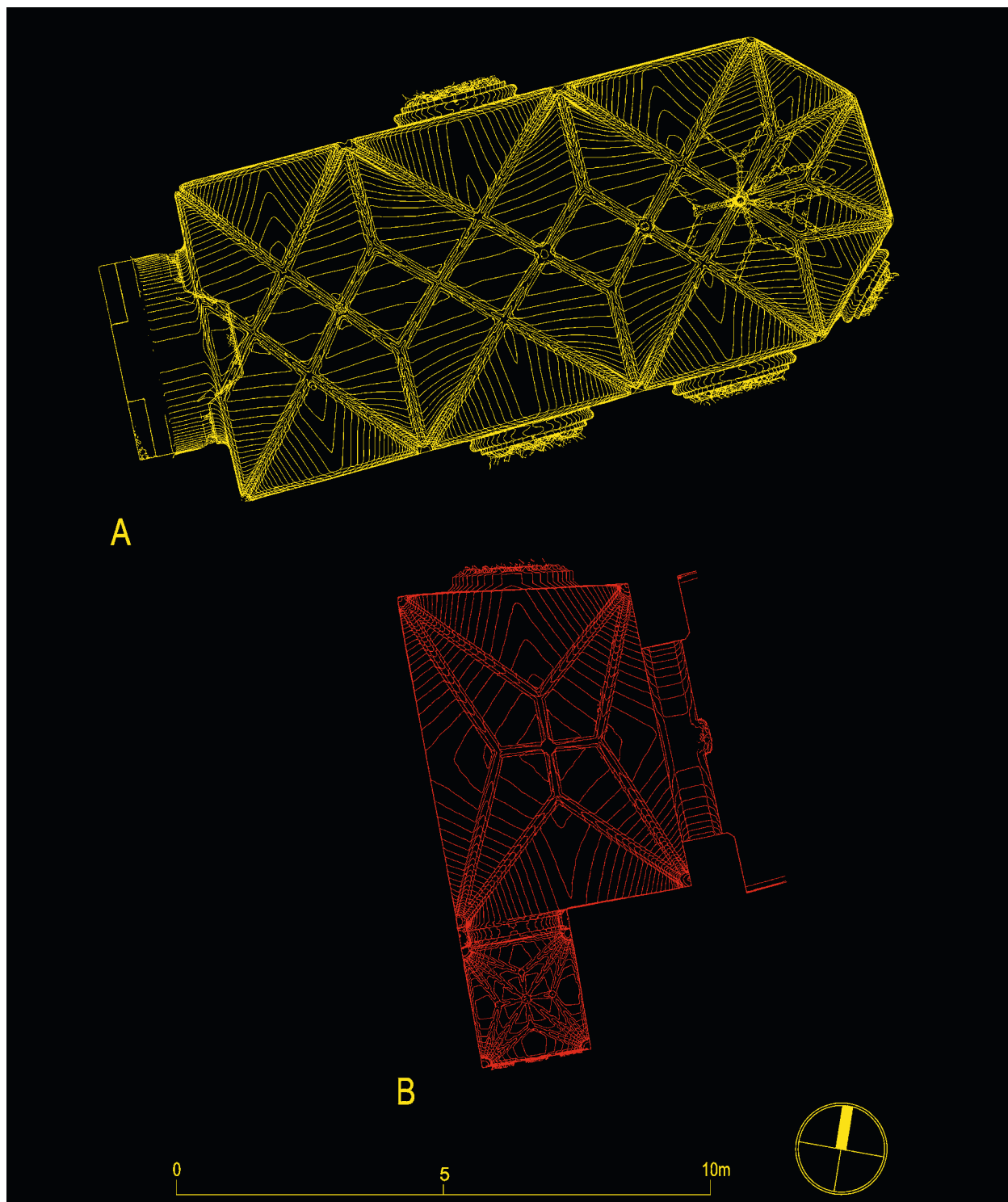


Obr. 34: Statický laserový skener Leica vhodný pro dokumentaci architektury (ilustrační obrázek z [www.gefos.cz](http://www.gefos.cz)).



Obr. 35: Dokumentace staveb nebo jejich částí metodou 3D skenování přináší výhodu rychlého sběru dat ve vysokém rozlišení, umožňujících jak generování dalších měřických výstupů, tak přímé vědecké využití (Křivoklát – okres Rakovník, hrad, kaple; dokumentace Gefos, a. s., 2011, obrázek J. Řezníček, 2014).





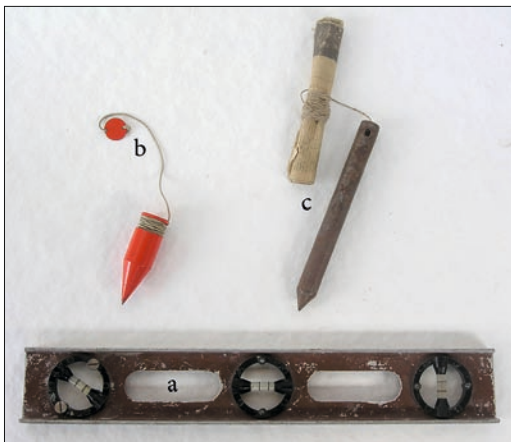
Obr. 36: Jedním z nejjednodušších druhotných výstupů, k nimž 3D skenování architektonických památek směřuje, je např. automaticky generovaný vektorový orsteoniový plán kleneb (Křivoklát – okres Rakovník, hrad, kaple; A – klenba vlastního prostoru kaple, B – klenba předsíně s arkýřem; dokumentace Gefos, a. s., 2011, obrázek J. Veselý, 2014).



Obr. 37: Tuhá skládací měřidla jsou jedním ze základních nástrojů oměrné metody. Skládací nivelační latě délky 3 m je víceúčelová a s výhodou se používá jako dobře čitelné měřítko na měřických snímcích pro jednoduchou fotogrammetrii (foto J. Veselý, 2014).



Obr. 39: Velké posuvné měřítko neboli průměrka je velmi praktické při zaměřování krovů a jiných dřevěných konstrukcí, konkrétně pro zjišťování maximálních rozměrů profilů proků, zejména trámů s oblinami (foto J. Veselý, 2014).



Obr. 40: Pro přesnější měření, polohové i výškové, jsou nezbytné jednoduché nástroje pro vytyčování svislého a vodorovného směru: a – vodorovná umožňující vytyčení směru svislého i vodorovného a sklonu pod určitým úhlem; b – geodetická olovnice se strunou a stavební olovnice (foto J. Veselý, 2014).

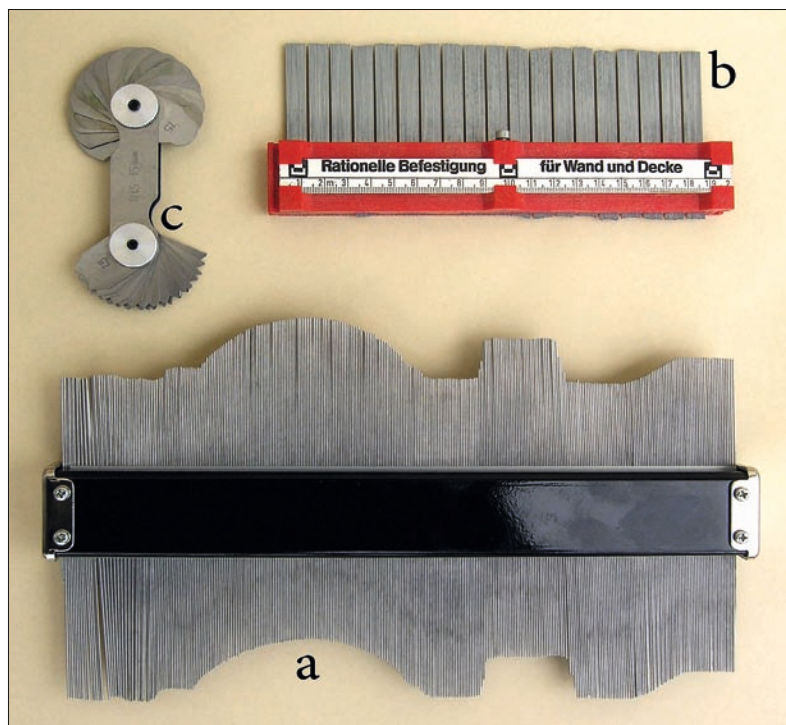


Obr. 38: Teleskopická nivelační latě (foto J. Veselý, 2014).



Obr. 41: Vytyčovací dvojitý pentagonální hranol s olovnicí pro vytyčování pravého a přímého úhlu (foto J. Veselý, 2014).





Obr. 42: Pro dokumentaci složitěji tvarovaných a profilovaných částí staveb slouží tzv. hřebeny různé velikosti a jemnosti (a, b) a měrky pro určování vnitřních nebo vnějších průměrů profilace proků malé velikosti (c) (foto J. Veselý, 2014).

Obr. 43: Výtyčky neboli trasírky se stojánky slouží především k signalizaci měřických bodů při zaměřování polygonálních pořadů a při měření podrobných bodů kolmicovou metodou. S výhodou se ale užívají také jako okládané měřtko u měřických snímků archeologických sond (foto J. Veselý, 2014).



#### 4.5.4 Rizika chyb a nevýhody některých měřidel

**Skládací metr** – čtení omylem na špatné straně; chyba čtení v důsledku nerozložení některého dílu; délkové omezení, chyba z nastavování měřidla; prostorové omezení pevnou délkou dílků

**Svinovací pásmo** – chyba čtení v důsledku prověšení; změna délky měřidla průtahem (u textilního pásma používaného často archeology); tvarová nestálost; chyby ze špatné stabilizace nuly; při větší délce velká hmotnost

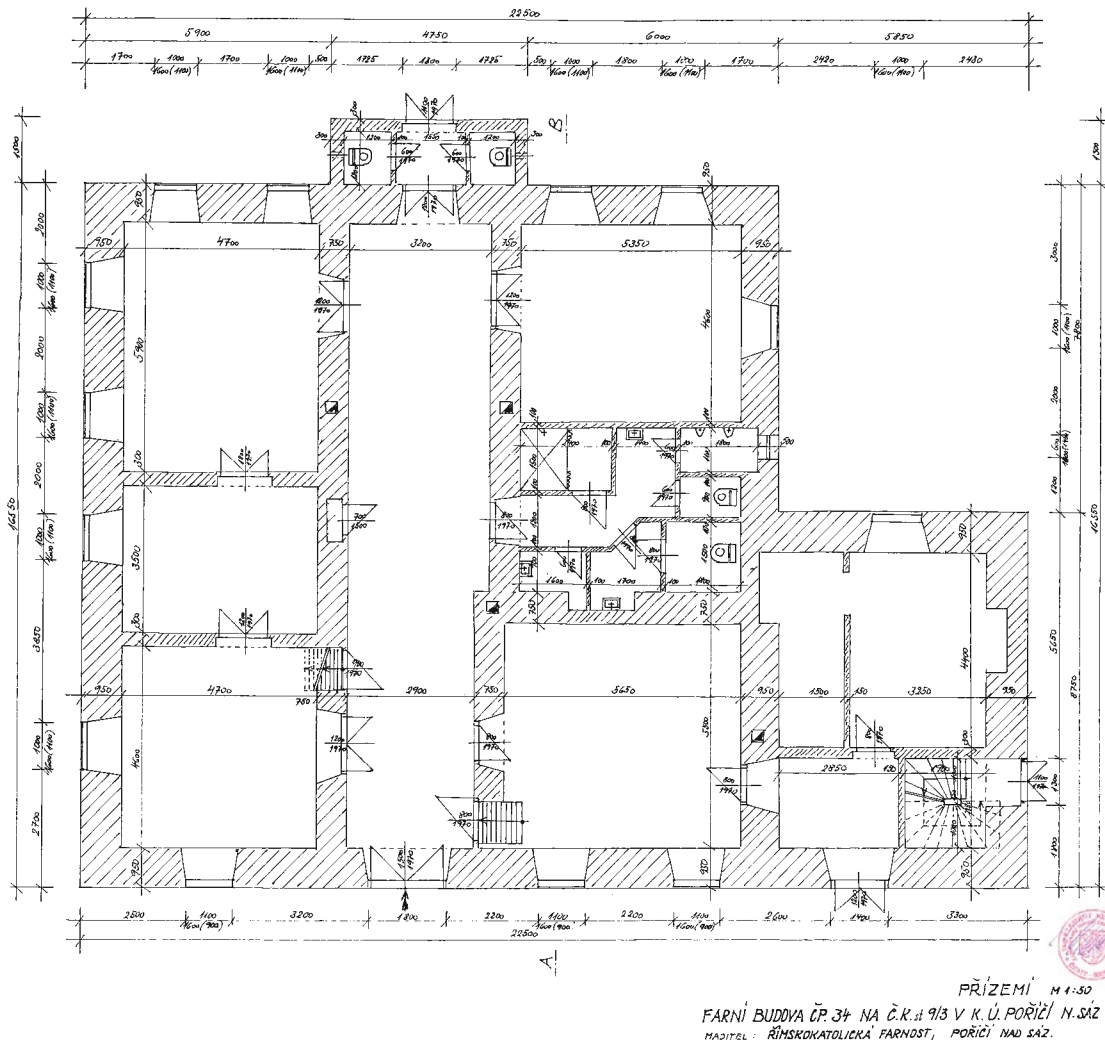
**Nivelační latě** – špatné čtení v důsledku nedokonalého zapadnutí zámku mezi jednotlivými díly, případně neroztažení některého dílu; neohrabanost v důsledku větší tloušťky a délky, omezená možnost přikládání

**Laserové dálkoměry** – budí dojem naprosté exaktnosti a neomylnosti, jsou ale na pečlivost práce a kontrolu náročnější než nástroje tradiční, chyba je špatně dohledatelná a zpětně neopravitelná; nejběžnější chyba plyne ze špatně viditelné překážky v dráze paprsku (pavučiny, stébla trávy a drobné větvičky), ve skutečnosti dojde ke změření jiné vzdálenosti, než myslíme; chyba ze špatně nastaveného počátku; chyba z nepevného držení měřidla (z pohybu cíle); v exteriéru je na denním světle často problém s viditelností paprsku

## 4.6 Efektivní postup při zajišťování měřické dokumentace potřebné pro průzkumy a ostatní činnosti v rámci péče o stavební památku

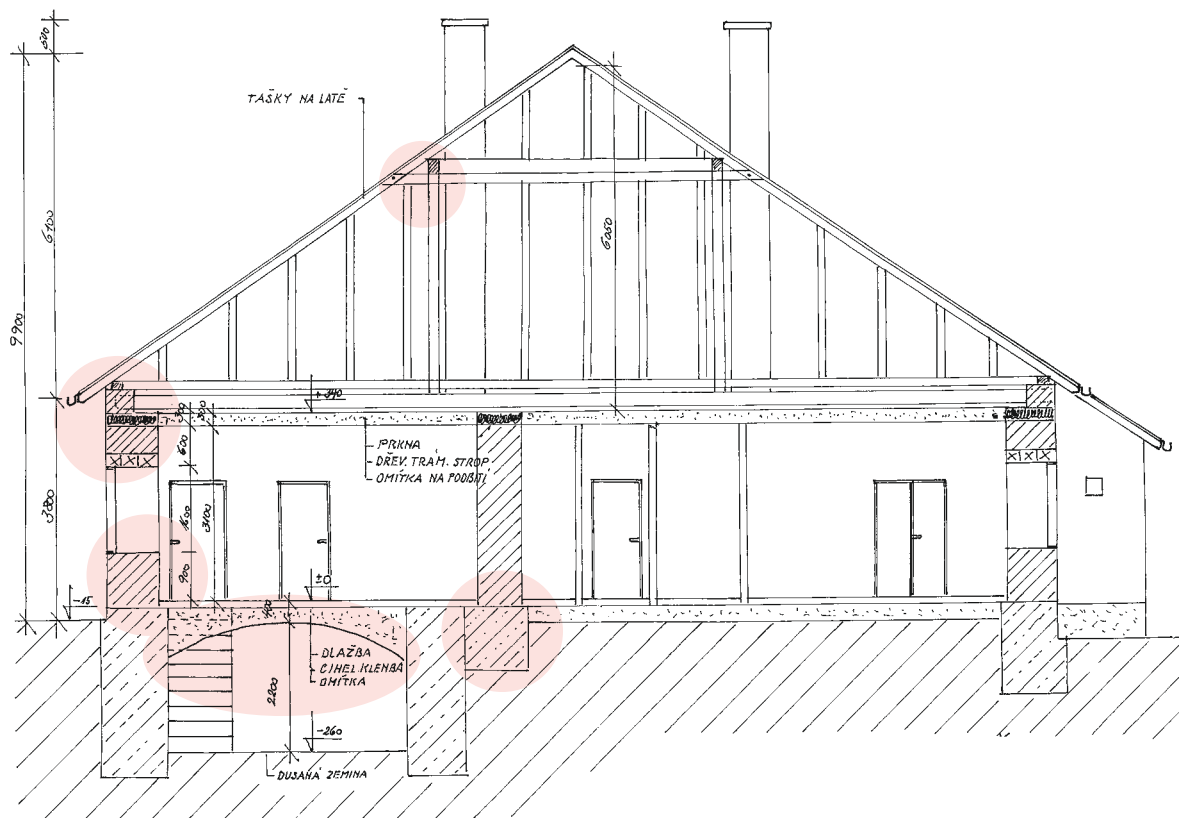
### 4.6.1 Práce se starší dokumentací

Na počátku průzkumných prací, předprojektové přípravy nebo projektových prací stojí vždy otázka, existuje-li k předmětné stavbě nějaká plánová dokumentace. Starší dokumentace staveb bývá většinou uložena na místě příslušném stavebním úřadě, ve stavebním spise vedeném pro konkrétní číslo popisné. Ke spisu má přístup pracovník stavebního úřadu. Oprávnění k nahlížení mají také pracovníci dalších složek státní správy, včetně památkové péče, a majitel nemovitosti. Třetí osoby mohou do spisu nahlížet, případně z něj pořizovat „výpis“, pouze s písemným



Obr. 44: U většiny existujících plánů je pro posouzení kvality a použitelnosti třeba konfrontovat plán se stavbou přímo na místě. U některých plánů je však nízká úroveň, identifikovatelná zejména na základě pravoúhlosti a způsobu zobrazení otvorů, zřejmá na proní pohled (Poříčí nad Sázavou – okres Benešov, stará fara čp. 34, půdorys; zaměření a kresba K. Neugebauer, 2008).





Obr. 45: Řada konstrukčních uzlů staveb, zejména na styku různých částí, je pro určování kvality dokumentace klíčová. Jejich věrohodností lze poměřovat věrohodnost celku (Poříčí nad Sázavou – okres Benešov, stará fara čp. 34, sovislý řez; zaměření a kresba K. Neugebauer, 2008; upravitel J. Veselý, 2012).

souhlasem majitele stavby.<sup>44)</sup> Dalšími místy, kde lze starší plány staveb nalézt, jsou archivy Národního památkového ústavu (spisový a plánový archiv jsou oddělené), archivy správců technických sítí a přirozeně též archivy současných nebo bývalých majitelů stavby (zejména větších státních institucí či podniků, např. Armády České republiky, jednotlivých ministerstev apod.).

Mají-li být prostředky určené pro péči o historické stavby využívány opravdu účelně, je třeba se vyhnout duplicitnímu provádění měřických prací. Existuje-li kvalitní starší dokumentace, je rozumné ji využít, a v případě, že neobsahuje vše, co je pro plánované práce třeba, pouze ji doplnit. V případě, že nějaká dokumentace existuje a je dostupná, musíme tedy nejprve určit, do jaké míry je věrná, přesná a dále využitelná. Důležitým hlediskem jsou při tomto hodnocení měřítko a podrobnost jak staršího plánu, tak výsledku, ke kterému směřujeme při současné práci.<sup>45)</sup>

Tohoto základního posouzení musí být schopen zadavatel. Není-li k tomu odborně vybavený, musí práci zadat osobě pro tento úkol způsobilé. Je rovněž možné definovat posouzení využitelnosti starší dokumentace jako součást zadání zakázky na opatření potřebné dokumentace pro daný účel. Posouzení pak provádí dostatečně kvalifikovaný zástupce zpracovatele.

44) Výjimku tvoří výkresová dokumentace schválená ve stavebním řízení, která je veřejnou listinou a měla by být na základě písemné žádosti o poskytnutí informací přístupná každému občanu.

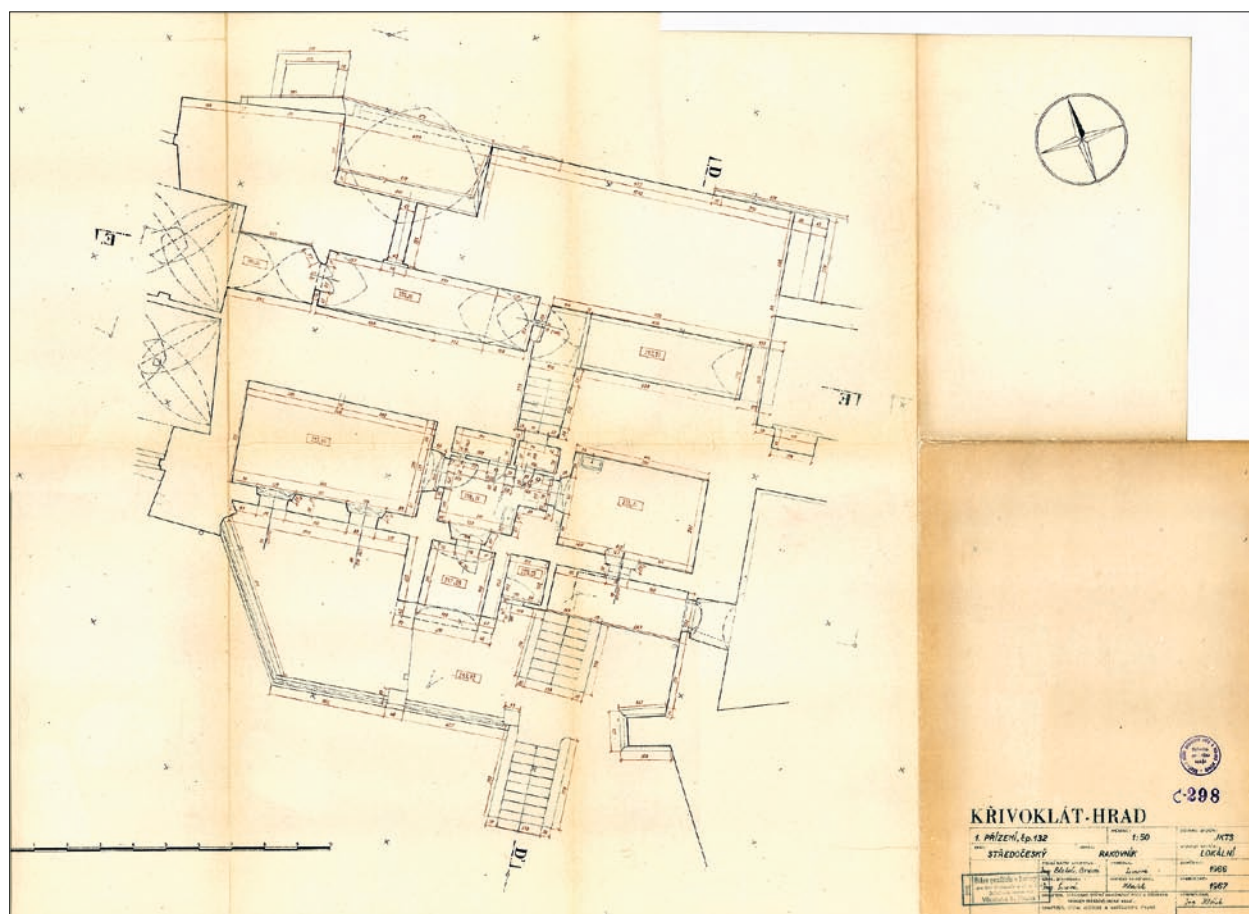
45) Otázkou je účel užití starších plánů – jako pramen a sdělení o starším stavu, nebo jako východisko něčeho nového, co může být případnou nepřesností negativně ovlivněno?

#### 4.6.1.1 Ověřování věrnosti a kvality existující výkresové dokumentace

Prvním krokem je vždy základní tvarové porovnání se skutečností. Následuje kontrola reálného měřítka plánu, porovnání poměru celkových rozměrů a vybraných částí na výkrese se skutečností. Teprve splňuje-li plán stanovená kritéria tolerance<sup>46)</sup> v těchto obecných úrovních, věnujeme pozornost detailům zobrazení. Je-li celková struktura v pořádku, ale v detailech zobrazení jsou chyby, je plán většinou použitelný jako podklad pro vytvoření nového korigovaného výkresu. Není-li v pořádku ani celková struktura, není většinou plán použitelný ani jako podklad pro terénní práci, a je méně pracné začít zcela znovu.

Posuzuje se vždy každý výkres zvlášť, neboť není výjimkou, že je půdorys hlavního podlaží zpracován kvalitně, ale ostatní výkresy již tak kvalitní nejsou.

Kromě věrohodnosti samotné práce měřiče a kresliče a míry zjednodušení detailů vyvolané užitým měřítkem výkresů se musíme zabývat též sekundárními vadami plánů, vyplývajícími z opakovaného reprodukování, ze sražení



Obr. 46: Plány kvalitních zaměření SÚRPMO nebo GEODESIE z 60. a 70. let 20. století jsou pro opravu deformací při digitalizaci vybaveny ideálně. Většinou obsahují jak křížky čtvercové souřadnicové sítě po 5 m, tak separátní grafické měřítko (Křivoklát – okres Rakovník, hrad, čp. 132, půdorys přízemí; ÚGaK, 1967).

46) Každý prvek či jeho nepravidelnost musí mít na výkrese svůj odraz, zobrazený pokud možno v reálném poměru. Absolutní délková odchylka by se podle měřítka měla pohybovat zhruba v limitech odpovídajících tloušťce nejsilnější čáry na výkrese, tedy v měřítku 1:100 do 10 cm, v měřítku 1:50 do 5 cm. Pro každý konkrétní případ pak platí zvláštní kritéria vázaná na účel, pro nějž má být dokumentace využita. Ta je třeba před započátkem práce promyslet a formulovat/stanovit.

materiálu, případně jeho poškození, i dalšími projevy stárnutí, degradujícími plánový materiál. Snadnou identifikaci rozměrových změn podložky výkresu umožňují připojená grafická měřítká, ideálně čtvercová souřadnicová síť nebo jiný pravidelný rastr, který je součástí výkresu. Nezřetelnou (vybledlou) kresbu je dnes možné do určité míry oživit cestou digitalizace výkresu a jeho úpravou ve vhodném softwarovém prostředí. Celkové obousměrné změny velikosti výkresu v důsledku stárnutí materiálu lze rovněž za pomoci speciálních funkcí běžného grafického softwaru poměrně snadno odstranit.

#### 4.6.1.2 Digitalizace starších plánů

V současné době je již většina měřických i grafických prací prováděna v digitální podobě. Existující papírová plánová dokumentace se proto pro účely další práce většinou digitalizuje. Digitalizace má dvě možné podoby. Papírový dokument – plán je s pomocí snímacího zařízení (skeneru) převeden v požadovaném rozlišení do podoby rastrového obrazového souboru. Možnosti práce s rastrovým souborem jsou však omezené. Plány jsou proto většinou ještě vektorizovány – jednotlivé čáry, šrafy či kóty jsou převedeny na grafické objekty v prostředí některého z vhodných počítačových programů. Tato transformace umožňuje snazší provádění zásahů a úprav, jako jsou opravy chyb, změny měřítká, odstraňování částí či celků starší kresby nebo doplňování částí nových. Vektorizace se provádí buď ručně, nebo automaticky, s následnou ruční kontrolou a případnou korekcí. Ve vektorovém i rastrovém grafickém prostředí je přitom možné zachovat jako součást výsledného souboru také nezměněný původní dokument.

#### 4.6.1.3 Rozměry na starší papírové dokumentaci a jejich změny

Každý papírový dokument může být postižen jistou degradací či deformací oproti stavu v době jeho vzniku, které je třeba brát v úvahu. V oblasti geodézie existuje řada postupů, jak těmto změnám předcházet i jak jejich dopad korigovat.<sup>47)</sup> Jde např. o zjišťování rozměrových a polohových údajů ze starých katastrálních map nebo o korekci rozměrů nových objektů při jejich zanášení do staršího mapového díla. Principy této práce lze samozřejmě aplikovat také na stavební plány. Podmínkou je existence vodítek a znalost původních rozměrů na výkresech.<sup>48)</sup> Pro výkresy, u kterých obzvláště záleželo na tvarové a rozměrové stálosti, se používaly speciální rýsovací kartony s protisrážlivou kovovou nebo plastovou vložkou.

Tvarová i délková deformace obrazu může však vzniknout také při digitalizaci papírových dokumentů vlivem zahřátí papíru, případně vlivem deformace v podavači nebo pod přítlačnou deskou skeneru. K posunům také dochází při skládání celku výkresu z více dílčích skenů. Na tyto jevy je třeba dávat pozor a při další práci s digitalizovaným podkladem je brát v potaz.

### 4.6.2 Vytváření nové dokumentace

#### 4.6.2.1 Prohlídka dokumentované stavby nebo její části

Na samém počátku jakéhokoli měřického výkonu je základní prohlídka (rekognoskace) předmětu dokumentace. Měřič si musí vytvořit jasnou a ucelenou představu o rozsahu a uspořádání stavby či její části, o prostorové i konstrukční struktuře, o charakteru a zvláštěnostech předmětu měření. Průběh a podrobnost prohlídky samozřejmě záleží na řadě okolností – na účelu připravované dokumentace a prostředcích, které jsou pro ni k dispozici, na stavu a přístupnosti

47) V principu se jedná o různé formy geometrické transformace obrazových dat.

48) Na listech starých katastrálních map byly těmito vodítky sekční čáry po obvodě a případné číselné souřadnicové údaje z pozdějších doplňků katastrálního mapování k některým bodům. U stavebních plánů mohou jako vodítka sloužit formátovací značky nebo pravidelná síť křížků souřadného systému. V nouzovém případě lze korekci provést samozřejmě také na základě grafických měřítek, kót apod., míra dosažitelné přesnosti je tím ale výrazně limitována.

vlastního objektu, na existenci či absenci starší dokumentace. Kopie existujících starších plánů nebo fotodokumentace mohou být již v rámci prvotní prohlídky použity jako pracovní podklad pro zaznamenání důležitých a limitujících skutečností. Zároveň může být provedena kontrola jejich kvality a věrohodnosti. Zpravidla se také pořizuje základní pracovní fotodokumentace objektu. Fotografie mohou pak, zvláště u fasád, sloužit po vytištění jako plní náčrt při vlastní terénní měřické práci.

#### 4.6.2.2 Upřesnění počtu a podoby výstupů

Na základě ucelené představy o dokumentovaném objektu získané prohlídkou a na základě požadavků směřujících k využitelnosti se provede základní rozvržení výstupů. Rozhoduje se, v jakém rozsahu a podrobnosti bude dokumentace provedena a zda bude prováděna jako 2D nebo 3D. U klasické dvourozměrné dokumentace se dohodne měřítko výstupu, počet a charakter výkresů (počet vodorovných a svislých řezů a poloha, ve které budou vedeny, počet a uspořádání pohledů, počet a lokalizace detailů a jejich měřítko). Totéž platí pro dokumentaci fotogrammetrickou. U moderní trojrozměrné dokumentace se stanoví rozlišení nebo konkrétní počet bodů, podoba základního výstupu a dále počet a podoba derivátů, které z něj budou vytvořeny.

#### 4.6.2.3 Volba měřické metody

Charakter a rozsah dokumentovaného objektu, množství prostředků (finančních, technických i časových), které jsou k dispozici, a požadovaná podrobnost výstupů jsou kritéria, která do značné míry předurčují nejvhodnější měřickou metodu pro konkrétní úkol. Jednotlivá kritéria jsou přitom často protichůdná – rozsáhlý, složitý a velmi hodnotný středověký objekt vyžaduje podrobné zaměření na profesionální geodetické bázi, které je však dosti nákladné a časově náročné. Přitom je lepší méně podrobná a přesná dokumentace, než žádná.

Platí, že bez geodetického zaměření alespoň základní struktury nelze u rozsáhlejších objektů a areálů dosáhnout dostatečné přesnosti. Zároveň ale zaměření vyspělou a přesnou měřickou technikou profesionálním geodetem, který však nemá bližší povědomí o specifikách dokumentace historické architektury, může být rovněž nedostatečné. Zpravidla je takové zaměření věrné a přesné v základní struktuře, a detaily je pak možné doplnit a korigovat na základě měření některou z jednodušších metod.

Ideálem je pochopitelně spolupráce geodeta a stavebního historika nebo památkového architekta, kteří rozhodují společně o postupu práce a vzájemně se doplňují a korigují.

Rozsáhlejší měřická dokumentace bývá vztažena k obecnému souřadnicovému a výškovému systému (S-JTSK a Balt po vyrovnání), ke kterému se připojuje pomocí nejbližších dostupných bodů polohového nebo výškového bodového pole.<sup>49)</sup> U dílčích měřických úkolů nebo v odlehlých lokalitách s obtížným připojováním se většinou volí systém místní.

#### 4.6.2.4 Rozmyšlení a vytvoření základní měřické struktury

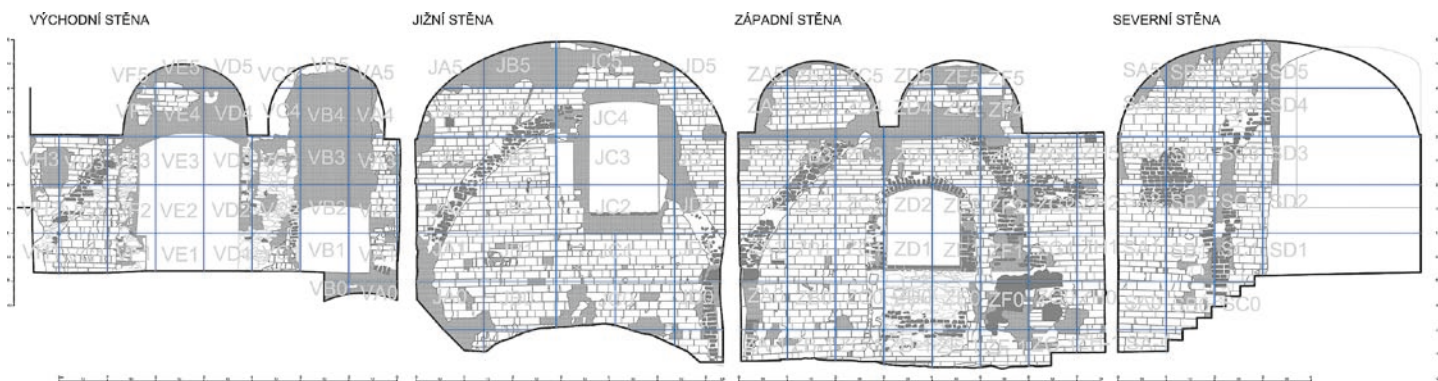
Základní kostru měřických prvků při pořizování zaměření stavby tvoří obvykle jedna nebo více měřických přímek. Při geodetickém zaměřování celé stavby nebo areálu s větším počtem staveb tvoří základní strukturu většinou tzv. polygonový pořad, tedy soustava více měřických přímek se společnými koncovými body (polygonové body, vrcholy polygonu). Na základní polygon může navazovat řada dalších měřických přímek, tzv. rajónů, promítnutých do jednotlivých prostorů zaměřované stavby. K měřickým přímkám, respektive k jejich počátečním a koncovým bodům, nebo k vrcholům polygonového pořadu vztahujeme všechna základní polohová, případně i výšková měření.

<sup>49)</sup> Pro polohové připojení se využívají trigonometrické body a zhušťovací body podrobného bodového pole. Trigonometrickými body jsou často např. makovice na věžích kostelů. Pro výškové připojení se užívají body České státní nivelační sítě. Rozmístění těchto bodů najdeme na základních mapách 1 : 10000 nebo v databázi bodových polí ČÚZK, přístupné na jeho webových stránkách.





Obr. 47: Zoláště u složitých a rozsáhlých objektů je rozvržení základní měřické sítě, tedy polygonového pořadu, velmi náročné. Vrcholy pořadu by měly být rozmístěny pravidelně a tak, aby každý důležitý podrobný bod byl viditelný nejméně z jednoho vrcholu. Volných rájónů má být co nejméně. Dosáhnout optimální vzájemné viditelnosti stanovisek a vyvarovat se příliš strmých záměr i nevhodných úhlů může být ve stísněných prostorech historické architektury neřešitelným úkolem. Část základní měřické struktury (Křivooklát – okres Rakovník, horní hrad, na základě zaměření ÚGaK z roku 1965; upravil J. Veselý, 2014).



Obr. 48: Rozvržení měřické sítě pro zaměření spárořezu kvádkového zdiva stěn. Použit byl pravidelný pravoúhlý rastr o straně základního čtverce 1 m. Umístění základních svislic a horizontů může vycházet z více kritérií. Ovlivňuje je hlavně umístění otvorů, tvary a polohy stropů a podlah. Zde vychází horizonty z parapetu dochovaného románského okna na jižní stěně, svislice pak většinou z koutů. Každý kvadrant je označen kódem vyjadřujícím jeho polohu. ZA1 = západní stěna, sloupec A, řádek 1 (Praha 1, Malá Strana, Juditina věž Karlova mostu, síň v přízemí; zaměření a kresba J. Veselý, 2007).

Volba polohy koncových bodů měřických přímek a polygonových bodů se provádí jednak s ohledem na co nejlepší vzájemnou viditelnost, jednak s ohledem na eliminaci nevhodných (extrémních) úhlů záměr.

Body se v terénu stabilizují, tj. vyznačí dostatečně trvanlivým způsobem.<sup>50)</sup> Následně se tyto body zaměří. Zaměřování polygonových bodů – stanovisek vyžaduje obzvláštní přesnost a pečlivost. Případné chyby v této fázi se totiž promítají do celého dalšího měření. Polygonový pořad se v klasické měřické praxi zaměřoval zvláště a před vlastním zaměřováním objektu se provedl výpočet a vyrovnání odchylek. Pro další měření se pak již pracovalo s korigovanými souřadnicemi stanovisek – polygonových bodů. V dnešní praxi se polygonové a podrobné body zaměřují zároveň a geodetický výpočet s vyrovnáním probíhá hromadně, víceméně automaticky, na konci měření.

V případě dílčích měření se volí jednodušší vztažné soustavy, nejčastěji jednoduché měřické přímkové či rastrů, stabilizované po dobu měření např. natažením šňůry mezi dva hřebíky. Nejsnazší je vytyčování svislic a horizontál pomocí vodováhy, olovnice, případně křížového laseru. V případě dokumentace nálezových situací na stěnách se často volí hustý pravidelný rastr pomocných měřických přímek – měřická síť. Ta může být buď samostatná – např. ze strun napnutých v pevném obvodovém rámu, nebo se vynáší přímo na stavbu, ať již zavěšováním olovnic nebo šňořením pomocí malířské šňůry (tzv. brnkačky) s inertním pigmentem (mletý vápenec, plavená křída, mletý grafit apod.) mezi značky vytyčené po obvodě zaměřovaného pole. Svislé měřické přímkové mohou probíhat ve schodištním prostoru nebo na fasádě přes více podlaží a umožňují kromě vlastního měření také koordinaci plánů jednotlivých podlaží i tam, kde není k dispozici profesionální měřická technika.

#### 4.6.2.5 Polní náčrt

Bezprostředně před vlastním měřením si měřič vyhotovuje tzv. polní náčrt nebo skicu. Náčrt je jednak nástrojem mentálního uchopení objektu (zachycujeme-li cokoli kresebně, jsme zároveň nuceni to detailněji poznat, uvědomit si vzájemné vztahy částí kresleného, jejich proporce, tvarové deformace apod.), jednak je podkladem pro zaznamenávání naměřených hodnot. K tvorbě polního náčrtu jsou dnes běžné zhruba tři různé přístupy.

<sup>50)</sup> Stabilizace se provede měřickými hřeby, dřevěnými kolíky délky min. 25 cm se zatlučeným hřebíkem, prostým hřebíkem se širokou podložkou (např. barevné víčko od piva nebo od plastové lahve), nebo vysekáním křížku do kamene, betonu apod., případně nakreslením křížku tužkou nebo nalepením vlíčovacího terčíku podle požadované trvanlivosti značky.

Tradiční polní náčrt se vyhotovuje tužkou střední tvrdosti (HB, F) na bílý papír formátu A4 – A2, nejlépe vyšší gramáže (120–210 g/m<sup>2</sup>). Kreslí se lehce, přibližně v předpokládaném měřítku výstupu, nebo v měřítku větším. Řezové linie se mohou následně vytáhnout silněji. Na jednom listu náčrtu by měl být vždy zachycen logický celek, např. jedno podlaží menšího objektu nebo jedno křídlo rozsáhlejší budovy, svislý řez budovou, jedna nebo více navazujících fasád apod. Každý polní náčrt musí být opatřen identifikačními údaji (lokality, objekt, část, datum, číslo listu/celkový počet listů z daného dne, případně jméno autora). Je-li celek, např. půdorys jednoho podlaží, rozdělen na více listech, musí být vhodně vyznačena jejich návaznost. Součástí kresby je přirozeně i záznam polohy odpovídajících prvků pevné měřické struktury či sítě. Naměřené údaje se do polního náčrtu zanášejí drobnými, ale dobře čitelnými číslicemi nebo písmeny tak, aby nevedly k nečitelnosti kresby. Vhodné je jejich barevné odlišení, případně i ve více barvách podle druhu měř (např. modře délkové míry, zeleně výškové údaje).<sup>51)</sup>

Převážně v prostředí archeologie se používá vynášení zaměřovaného v definitivním měřítku na milimetrový papír přímo v terénu. Do takového polního záznamu se pak již většinou nezanášejí naměřené hodnoty číselně, i když, zvláště v případě významných výškových údajů, zde existují výjimky. Takováto polní kresba je pak přímo podkladem pro čistopis, který se většinou vytváří překreslením na průsvitku (pauzák), dnes však ještě častěji překreslením naskenovaného polního záznamu v některém z grafických programů v počítači. Také kresba na milimetrovém papíře musí být označena identifikačními údaji a značkami udávajícími návaznost na jiné náčrty.

S rozvojem digitální fotografie a rozšířením kvalitního digitálního tisku se zejména pro zaměřování drobných objektů a fasád ujalou používání pracovních fotografií vytištěných na obyčejný kancelářský papír. Do těchto výtisků se pak obdobně jako do klasických náčrtů zanášejí změřené hodnoty nebo čísla bodů zaměřených geodeticky, polohy vlíčovacích bodů apod. Každý list musí být opět opatřen identifikačními údaji.

I pro automatizované zaměřování laserovými 3D skenery se vyhotovují polní náčrty, byť většinou oproti klasickým metodám zjednodušené. Zaznamenává se zde poloha stanovisek skeneru a poloha vlíčovacích bodů, případně poloha kontrolních bodů zaměřovaných jinou metodou (polárně totální stanicí). Také tyto jednoduché náčrty musí být opatřeny identifikačními údaji.

#### 4.6.2.6 Podrobné měření

*(platí pro geodetické metody podle kapitoly 5.6.1)*

Postup tzv. podrobného měření závisí na zvolené měřické metodě. Pro všechny techniky však v zásadě platí rozdělení postupu na měření celkové struktury dokumentovaného celku nebo jeho jednotlivých logických částí a na měření doplňkové, tj. měření detailů nejružnějšího charakteru a velikosti, které celkovou strukturu doplňuje a rozvíjí.

#### 4.6.2.7 Celková podrobná měření

##### 4.6.2.7.1 Měření prováděná geodeticky (s pomocí totální stanice)

Z jednotlivých stanovisek stroje (stroj se staví buď na body polygonového pořadu nebo na volná stanoviska orientovaná vůči polygonovým bodům) se zaměřují charakteristické podrobné body (kouty a rohy/nároží, hrany špalet apod.) v množství odpovídajícím složitosti zaměřovaného objektu a zvolené kategorii podrobnosti. Na základě těchto charakteristických bodů musí být měřič schopen vykreslit základní obrysy konstrukcí a prostorů. I při zaměřování totální stanicí se vyplatí uskutečnit určitý počet nadbytečných měření, umožňující zpětnou kontrolu a korekci případných chyb bez nutnosti návratu do terénu. Měření polohové a výškové probíhá najednou. Průběh konstrukcí a detaily nacházející se mezi podrobnými body zaměřenými totální stanicí se zaměřují oměrnou metodou, případně jinými vhodnými metodami.

<sup>51)</sup> Problematika trvanlivosti užívaných psacích potřeb je podstatná, avšak přesahuje rozsah této práce. Cílem by přirozeně měla být co největší stálost a trvanlivost záznamu.





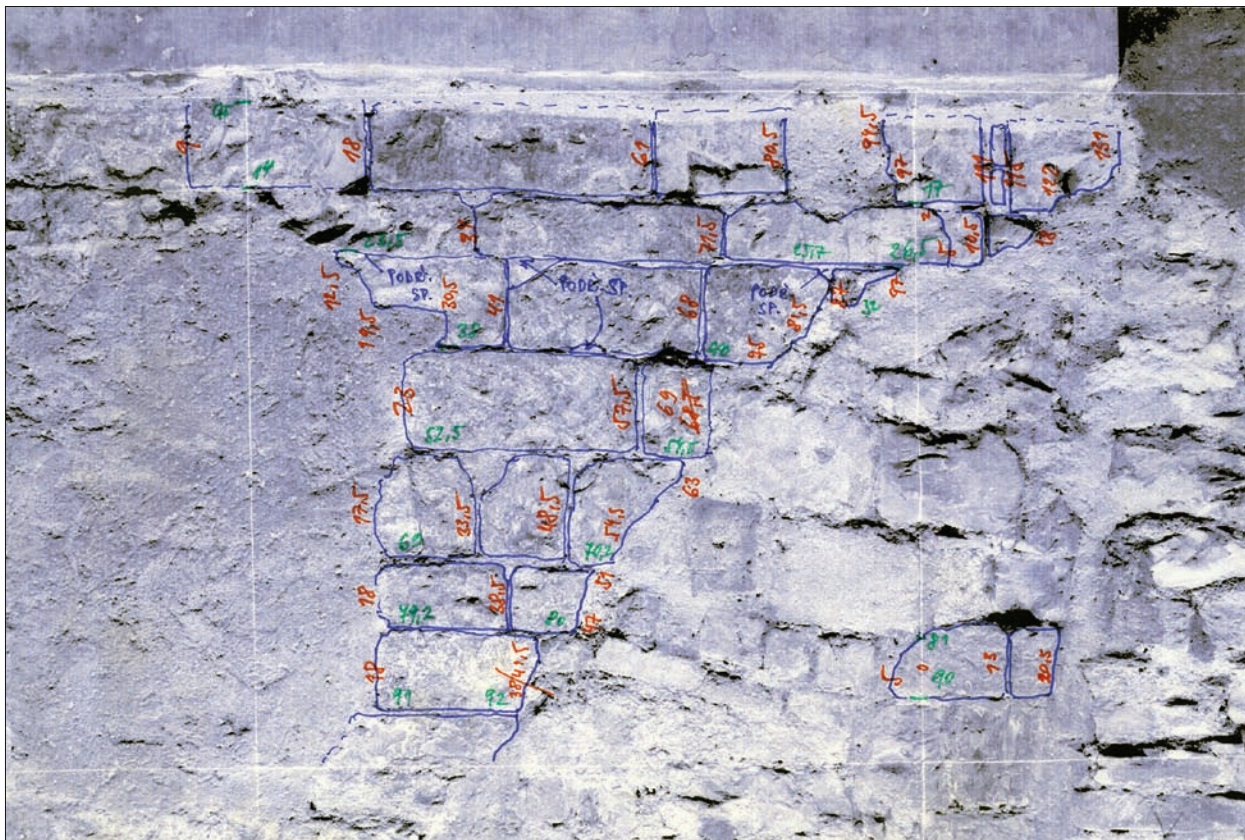
Obr. 49: Díky leonému a dostupnému tisku je dnes zejména pro podrobné měření možné používat místo klasického kresleného náčrtu velké útyisky fotografií. Záznam do nich lze provádět barevnými mikrofixami. Zejména při polárním zaměřování totální stanicí umožňuje tento postup rychlou práci a jednoznačnější identifikaci bodu na náčrtu s reálným bodem na stavbě (Praha 1, Malá Strana, Juditina věž Karlova mostu, východní fasáda; kresba M. Černý, 2011).

#### 4.6.2.7.2 Měření prováděná oměrně

Charakteristické podrobné body se vztahují vůči zaměřené a stabilizované pevné struktuře – polygonovým bodům, měřickým přímkám, horizontům apod. Zpravidla se provádí nejprve polohové měření a následně měření výškové. Při užití ortogonální metody se zaměří minimální nutný počet charakteristických bodů kolmicemi s užitím pentagonálního hranolu, čímž se zajistí pevná a polohově věrná struktura, pro větší část je následně užita běžná oměrná metoda trojúhelníková (metoda křížových měr). Při nejběžnějším jednoduchém měření realizovaném projektanty nebo stavebními historiky se používá přímo oměrná metoda kombinovaná s trojúhelníkovou metodou (zajišťování polohové věrnosti s pomocí diagonálních/křížových měr). Měření v jednotlivých prostorech se vztahuje k měřické přímce (přímkám), nebo ke dvěma a více měřickým bodům.<sup>52)</sup> Při měření se používá zásadně průběžného čtení (staničení). Místnost se zaměřuje tak, že se postupně zaměří všechny stěny a následně patřičný počet diagonálních měr (mezi kouty, nárožími apod.) Stěny se měří postupně od jednoho kouta ke druhému. Na nataženém pásmu se postupně čtou všechny mezilehlé polohy (ústupky, praskliny, hrany otvorů, hrany členících prvků apod.). Čtení se zaznamenává do polního náčrtu, přičemž se číslice zapisují kolmo k měřené přímce proti zaměřovaným bodům. Počátek měření se označí nulou

<sup>52)</sup> Vztahováním se rozumí měření vzdáleností potřebného počtu charakteristických podrobných bodů k alespoň dvěma měřickým bodům, případně se staničí průsečíky měřených přímek (např. líců stěn) s měřickými přímkami apod.





Obr. 50: Použití vytištěné fotografie je praktické také při detailní oměrné ortogonální dokumentaci spojené s průzkumem. Vhodné je snímek zesvětlit a převést do stupňů šedé. Při vlastní práci se dokumentátor nemusí zdržovat vyhotovováním základní kresby, ale rovnou se zabývá nejasnostmi, rozlišováním prasklin a technologických spár, vztahy jednotlivých proků a dalšími důležitými skutečnostmi (Praha 1, Malá Strana, Juditina věž Karlova mostu, síň v přízemí, spárořez koádríkového zdiva severní stěny; kresba J. Veselý, 2007).

se šipkou naznačující směr čtení, hodnota koncového čtení se dvakrát podtrhne. Body neležící přímo v trase staničení se mohou shlížet nebo provažovat olovnicí. Dnes se zaměřuje většinou laserovým dálkoměrem, což umožňuje měření přes nepřístupný prázdný prostor a práci může vykonávat jeden člověk. Klasické zaměřování pásmem však má výhodu lepší kontroly naměřených údajů a snazšího odečítání polohy bodů, které neleží přímo v linii staničení.

Výškové měření se provádí většinou odděleně od polohového, najednou, po dokončení polohového měření celého podlaží. Zaznamenává se obvykle do zvláštního polního náčrtu (čísla nivelovaných bodů) a do nivelačního zápisníku (hodnoty čtení). To platí pro výšková měření prováděná formou nivelace, ať už s pomocí klasického nivelačního přístroje nebo s pomocí moderních laserových nivelačních pomůcek. V případě jednoduššího měření, např. u I. kategorie podrobnosti, se měření výšek provádí současně s měřením polohovým a vztahuje se ke vhodné rovině, u níž předpokládáme, že je vodorovná (např. podlaha nebo strop zaměřovaného prostoru). Rovněž při zaměřování částí stavby s pomocí pravoúhlého měřického rastru (nejčastěji líců zdiva, stop výmalby apod.), kdy se měřené podrobné body vztahují k jeho horizontálním i vertikálním liniím, se zaměřování vodorovných a svislých vzdáleností provádí najednou (platí i pro vyšší kategorie podrobnosti). V obou těchto případech se zaznamenává polohové i výškové měření do stejného polního náčrtu.

#### 4.6.2.7.3 Doplnková měření

Jde většinou o zaměřování tvarových detailů otvorů, architektonických článků a dalších prvků nepříliš velkých rozměrů. Provádí se oměrně, s pomocí skládacího nebo svinovacího měřidla, případně za použití dalších jednoduchých pomůcek, jako jsou pravítka, vodováhy, olovnice, úhelníky, úhlooměry nebo profilové hřebeny, posuvná měřítka apod. Měření se vždy vztahuje k charakteristickým bodům zaměřeným v rámci celkového podrobného měření. Je-li zaměřovaný prvek výrazně nepravidelný, je třeba vytvořit pro jeho správné zachycení jakousi pevnou strukturu nižšího řádu, jejímiž východisky bývají jednak zaměřené podrobné body, jednak líce stěn, svislice a horizontály vytyčené rychle olovnici nebo vodováhou. Pro zaměření každého takového prvku se pořizuje samostatný polní náčrt na zvláštním listu. Detail se označí příslušným velkým písmenem s číselným indexem a jeho poloha se zanesse do celkového polního náčrtu.

## 4.7 Výstupy

### 4.7.1 Jednotlivé druhy a jejich ustálená podoba

Měřickou dokumentaci v památkové péči můžeme rámcově rozdělit na dvě skupiny – celkovou (komplexní) a dílčí. Pro první skupinu lze stanovit poměrně jednoznačně obvyklý obsah a rozsah (povinné součásti, základní části a doplňkové části), u dílčí dokumentace lze stanovit pouze rozsah minimální (povinné součásti). Skutečná podoba i rozsah pak vyplývají ze samotného účelu pořizované dokumentace.

Pro obě kategorie jsou povinné tyto součásti: identifikační údaje, průvodní či technická zpráva, pracovní dokumentace (polní náčrty) nebo její kopie, čistopis výsledných „výkresů“.<sup>53)</sup>

Komplexní dokumentace by měla zajistit přehledné a dostatečně podrobné zobrazení celého dokumentovaného objektu.

Pro dílčí dokumentaci platí obdobně, že by měla přehledně a dostatečně podrobně zachytit dokumentovaný dílčí výsek stavby. Dílčí dokumentace by měla vždy obsahovat alespoň schematický celkový půdorysný plán stavby s lokalizační dokumentovanou/zaměřovanou částí a příslušný počet dalších výkresů či jiných výstupů, podle konkrétního zadání.

#### 4.7.1.1 Identifikační údaje

Každá odevzdávaná dokumentace musí být opatřena přehledně uspořádanými identifikačními údaji dokumentované stavby, zadavatele a zpracovatele. Identifikačními údaji se rozumí název objektu nebo subjektu, přesná poštovní adresa (dnes může být např. doplněná globálními souřadnicemi), popisné číslo (čísla), parcelní číslo (čísla) v katastru nemovitostí, rejstříkové číslo (u památkově chráněných objektů), identifikační číslo (IČO) a kontakt (telefon, e-mailová adresa) u osob a institucí. Důležité jsou také časové údaje – měsíc a rok provádění terénních měřických prací a celé datum vyhotovení a odevzdání výsledné dokumentace.

#### 4.7.1.2 Průvodní nebo technická zpráva

Účelem průvodní nebo technické zprávy je poskytnout dostatek informací o důvodech a okolnostech vzniku měřické dokumentace, o použité technice a metodě měření a zpracování výstupů, o podmínkách a okolnostech provádění měřických prací a o přesnosti a úplnosti dokumentace (případně o důvodech omezení jejího rozsahu). Zejména pak o všech zvláštnostech, odchylkách od norem a dalších skutečnostech, které mohou mít vliv na srozumitelnost nebo

<sup>53)</sup> Vychází z tradiční papírové formy dokumentace. U trojrozměrných digitálních výstupů se jedná pochopitelně o hotový datový výstup na datovém nosiči, doprovobený dohodnutým počtem tištěných dvourozměrných derivátů – výkresů, perspektivních pohledů apod.

využitelnost dokumentace. Může být také zmíněno místo uložení originálních polních záznamů, případně archivního paré dokumentace apod.

Struktura ani rozsah nejsou pevně stanoveny. Délka průvodní zprávy se pohybuje od 1 do cca 5 stran textu, podle rozsahu a komplikovanosti zaměřovaného objektu. Zpráva by měla být jasně strukturovaná a přehledná, označená datem vyhotovení a podpisem zpracovatele nebo vedoucího autorského kolektivu.

*Struktura:*

- okolnosti vzniku dokumentace (účel, výše prostředků, stav a přístupnost dokumentované stavby)
- stanovený rozsah a podrobnost dokumentace
- použité metody dokumentace (případně s odůvodněním jejich volby)
- přesnost terénní části i výstupů (důležité jsou limitní údaje)
- odchylky od norem a ustálených pravidel
- upozornění na nepřístupná, komplikovaná či jinak atypická místa stavby/dokumentace
- časové údaje

### 4.7.1.3 Vlastní výstupy – výkresy nebo data

#### 4.7.1.3.1 Klasická 2D dokumentace

Skladba celkové měřické dokumentace stavby nebo souboru více staveb (např. zámecké či hospodářské nebo průmyslové areály) je ustálená a mění se pouze požadovaný počet některých výkresů (svislé řezy, pohledy na průčelí, dílčí řezy a detaily) v závislosti na požadované podrobnosti.

Obvykle se dokumentace skládá z těchto částí:

- 1) širší situace – M 1 : 2 880 – 1 : 500<sup>54)</sup>
- 2) celkový situační plán, případně s vrstevnicemi M 1 : 200 (u rozsáhlých areálů)

ke každé budově pak zvlášť:

- 3) půdorysy všech podlaží (pro každou úroveň alespoň jeden), včetně krovu a pohledu na střešní plášť
- 4) svislé řezy (minimálně jeden příčný a jeden podélný)
- 5) ortogonální nebo rozvinuté pohledy na všechna průčelí a fasády
- 6) dílčí půdorysy, řezy, pohledy nebo detaily

Skladbu výstupů určuje charakter dokumentovaného objektu. U archeologických lokalit (archeologizovaných staveb) bude tak např. komplexní dokumentace nejspíše obsahovat jeden celkový půdorysný plán a řadu podrobných tzv. profilů, tedy pohledů na začištěné stěny výkopů/sond.

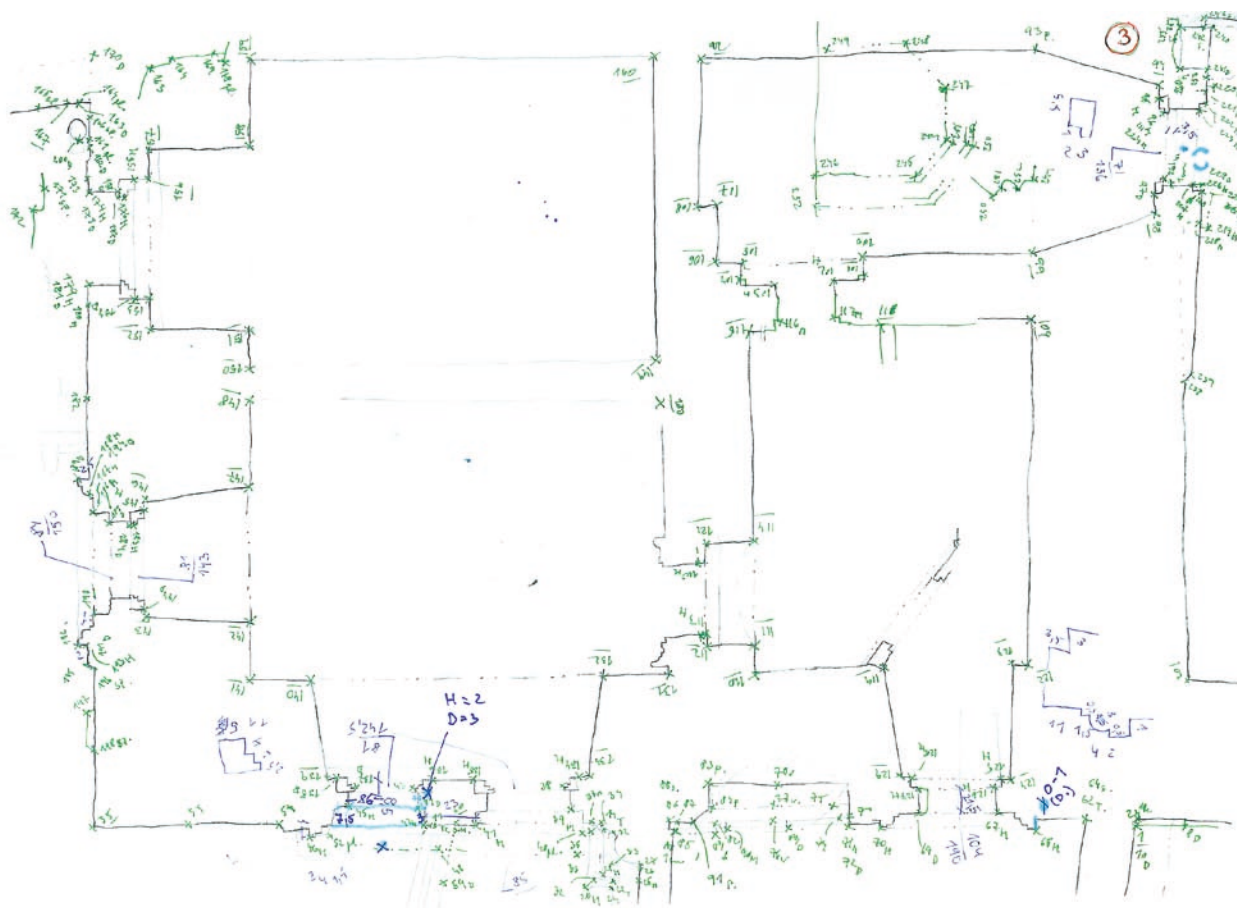
Součástí dokumentace musí být jednoznačná identifikace kladu listů, respektive polohy řezů – řezových rovin. Obvykle se vyznačuje do půdorysů průběh svislých řezů. Ideální jsou však samostatné identifikační výkresy, kde jsou vyznačeny též polohy vodorovných řezů a geometrie ortogonálních pohledů.

Vodorovné řezy se označí názvem příslušného podlaží, podle historické nomenklatury: přízemí; sklepy (mají-li více úrovní, pak v pořadí od nejmělkčí k nejhlubší); jednotlivá patra v pořadí od nejnižšího k nejvyššímu, případná mezipatra vždy v prostorově odpovídající poloze mezi celými patry; půda/krov (v případě víceúrovňové konstrukce od nejnižší k nejvyšší úrovni, u krovů s půdními vestavbami dispozice a konstrukce zvlášť); střešní plášť. Fasády se obvykle značí podle orientace ke světovým stranám a řadí se podle důležitosti.

V případě obzvláště složitých, členitých a nepravidelných staveb mohou být základní celkové výkresy doplněny více půdorysy i řezy dílčími a detaily konstrukcí, vybavení nebo výzdoby v podrobnějším měřítku. Ty jsou v základních

<sup>54)</sup> Vycházející v zásadě z platné katastrální mapy pro dané katastrální území.





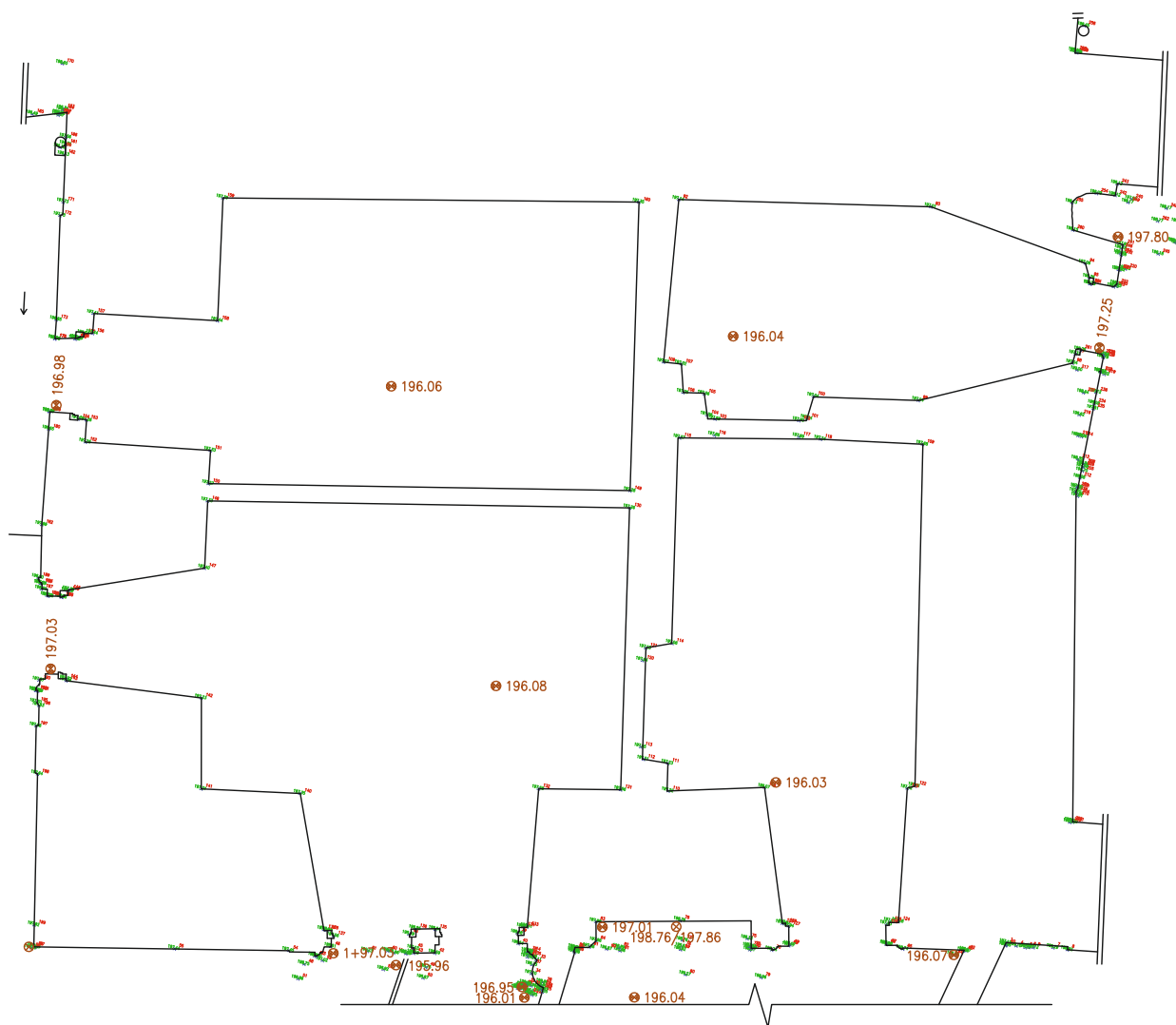
Obr. 51: Polní náčrt pro polární zaměřování totální stanic se od klasického polního náčrtu liší. Kreslí se slepý obrys půdorysného řezu, podrobné body se značí křížkem a pořadovým číslem bodu, nejlépe odlišnou barvou (Praha 1, Malá Strana, Juditina věž Karlova mostu, první patro; M. Černý, 2011).

výkresech vždy lokalizovány a značí se velkým tiskacím písmenem s číselným indexem (např. P1 – půdorysný výřez; Ř1 – výřez svislého řezu; F1 – výřez ortogonálního pohledu na fasádu; D1 – detail).

Obvykle se ve výkresech opatřují kvůli jednoznačné identifikaci značkami i jednotlivé prostory/místnosti. Označení místností je zpravidla slovní, logické – podle účelu místnosti. V projektové a průzkumné praxi se často uplatňuje numerické nebo alfanumerické značení, zahrnující kromě vlastního čísla místnosti též údaj o podlaží, ve kterém se nachází. Obvykle se číslují místnosti v každém podlaží zvlášť, přičemž čísla jsou podle celkového počtu číslovaných prostor na podlaží dvoj- nebo trojmístná ve formátu 01 až XX, nebo 001 až XXX. Před číslo místnosti se pak předřazuje znak podlaží, a to buď písmenný, nebo numerický. Obě části označení je možné oddělit tečkou. U historických staveb je záhodno zohlednit i ve značení místností historickou nomenklaturu podlaží. U číselného značení tedy přízemí označovat nulou (pak je třeba důsledně oddělovat tečkou: 0.01), sklepy zápornými čísly (-1.01, -2.01) a horní podlaží kladnými (1.01). Mezaniny či jiná mezipodlaží odlišit malým písmenem přidaným k číslu předchozího podlaží (1a.01). U písmenného značení podlaží se zpravidla užívá P pro přízemí, S pro sklepy (při více úrovních 1S–XS), M pro mezanin a 1P–XP pro jednotlivá patra. Pro podkroví a krovy/půdu není značení ustálené, ale lze použít KP nebo K. Pro značení pater používáme také římské číslice (I.01).<sup>55)</sup> Značení místností může v praxi vytvořit měřič, průzkumník i projektant.

55) Podrobněji bude tato problematika pojednána v připravované metodice M. Rykla věnované průzkumu městských domů.





Obr. 52: Zaměřené podrobné body se po přepočtení automaticky načtou do vektorového výkresového souboru, kde se z nich následně vytvoří základní kresba. S jejím výtiskem se pak měřič vrací do terénu, aby oměrnou metodou doplnil detaily, které se neměří totální stanicí – ostění oken a dveří apod. (Praha 1, Malá Strana, Juditina věž Karlova mostu, proní patro; na základě zaměření M. Černého z roku 2011 nakreslil J. Veselý, 2014).

Je však třeba dbát na to, aby se pro danou stavbu užívalo jednotně. Z tohoto hlediska je praktické, když je již součástí dokumentace skutečného stavu – tedy zaměření.

Výstupy z fotogrammetrické dokumentace mohou být v závislosti na použité metodě buď přímo geometricky transformované snímky s odstraněnou distorzí (nepravá fotogrammetrie, jednosnímková fotogrammetrie, ortofoto) nebo grafické vyhodnocení – průmět fasády, vrstevnicový plán klenby, terénu apod. Pro všechny tyto dvourozměrné výstupy platí ustálená pravidla<sup>56)</sup> stran volby formátů a jejich skladby, stran rozpisky obsahující identifikační údaje a stran měřítka výstupu (jak reálného, tak grafického), které musí být vždy součástí výkresu či fotoplánu.

56) Viz kapitolu 5.9.2.3 Adjustace.

### 4.7.1.3.2 3D dokumentace

Výstupy z 3D dokumentace skenováním, případně obrazovou korelací, mohou být daleko víc rozrůzněné. Může se jednat o prosté mračno bodů, zříděné a polygonované mračno (tzv. mesh), zaplochovaný, vyčištěný a doplněný 3D virtuální model nebo sérii průřezů. Podoba, resp. formát výstupu samozřejmě velmi závisí na tom, jakým vybavením pro práci s daty disponuje zadavatel a jaké má s výstupy další záměry. Za minimum se považuje odevzdání originálních dat, základního výstupu (např. spojené a vyčištěné mračno bodů) a odvozeného (konečného) výstupu – komplexní 3D model objektu v některém z formátů pro popis trojrozměrných dat (např. X3D, VRML, OBJ, PLY, STD, 3DS, 3D PDF a další).

## 4.7.2 Zpracování dat z terénu do podoby základních výstupů

### 4.7.2.1 Postup vynášení zaměřeného

Při tradičním zpracování na papíře se začíná vnesením pevné měřické struktury (souřadného systému, os apod.), pokračuje se přes vnesení hlavních bodů obrysů, tvarů a končí se vynášením detailů. Zatímco v případě oměrného měření a úkolů menšího rozsahu se vynášejí přímo délky (případně úhly) naměřené v terénu, u rozsáhlých měření prováděných geodeticky se terénní měřená data před vynášením přepočtou a rozdělí, a vynášejí se logické skupiny bodů pomocí číselných souřadnic. Každý bod je jasně identifikován číslem, které mu bylo přiřazeno již při terénním měření. V digitálním prostředí probíhá přenos a zobrazení zaměřených bodů automaticky. Terénní měřická síť se nezobrazuje (srov. kapitolu 4.7.2.3.1).

### 4.7.2.2 Volba techniky

V závislosti na velikosti objektu, rozsahu dokumentace, ale především na měřické metodě a technologii použité pro terénní práce je volena i technika vynášení. Klasické ruční rýsování se již dnes používá spíše výjimečně, příležitostnými měřiči. Profesionální výstupy jsou zhotovovány prakticky výlučně v digitálním prostředí. Základní hierarchie pracovních kroků však zůstává stejná, i když se provádí jinými prostředky.

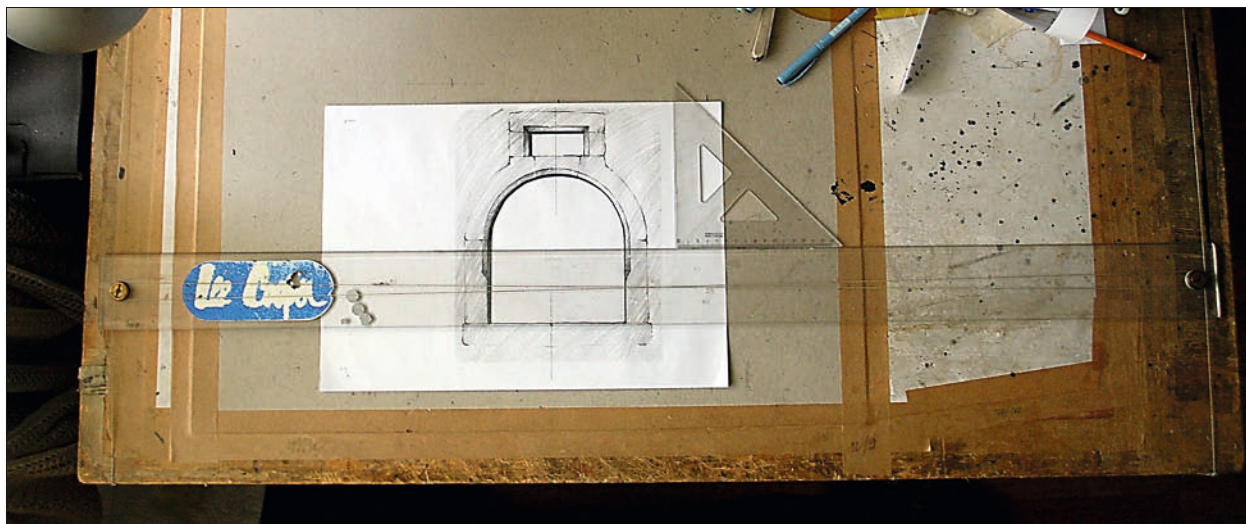
### 4.7.2.3 Tradiční rýsovací a kreslicí techniky

I když je ruční rýsování na ústupu, zůstává stále důležitou a potřebnou součástí dovedností zpracovatelů měřické dokumentace. Důvodem je především přístupnost této techniky daleko širšímu spektru zpracovatelů pro své nízké náklady a jednoduché a univerzální nástroje. Ruční kreslení a rýsování však zároveň funguje jako nezanedbatelný prostředek myšlenkového (mentálního) uchopení a zpracování matérie dokumentovaného objektu, samozřejmě také jako způsob svébytného výtvarného vyjádření.

Pro vynášení rozsahem nevelkých staveb nebo jejich částí postačí samozřejmě běžné školní rýsovací potřeby – dvojice trojúhelníků, pravítko a kružítko. Pro vynášení rozsáhlejších staveb se již neobejdeme bez rýsovacího prkna a vedeného pravítka pro vynášení paralelních linií (přezdívaného „korbík“ či „koziplaz“).

Ideální je pak samozřejmě velké rýsovací prkno s dvojicí vedených pravítek s úhloměrem a geodetická vynášecí souprava pro přesné vynášení zlomkových měř.

Způsob vynášení souvisí s technikou zaměřování. Objekty zaměřené prostou oměrnou metodou s křížovými mírami se vynášejí pomocí pravítka a kružítko, přímým vykreslováním zaměřovaných přímek kombinovaným s grafickou konstrukcí úhlů, nejčastěji s pomocí kružítko, méně často s použitím úhloměru. Pro vynášení objektů zaměřených ortogonální nebo polární metodou se nejprve vyrýsují měřické, většinou polygonové body a přímky a od nich se vynášejí podrobné body pomocí kolmic nebo polárních paprsků. Nebo se měřená data z terénu před vynášením přepočítají na



Obr. 53: Při pravidelném ručním rýsování se zvláště u rozsáhlejších výkresů neobejdeme bez vedených pravítek. Skladnější a levnější alternativou k rozměrným rýsovacím prkům se stavitelnou polohou a pevným vedením pravítek je tzv. korbík, dlouhé pravítko s dvoudrážkovými kládkami, vedené křížem napnutými strunami, připečenými na přední a zadní hranu stolu (foto J. Mrázek, 2014).

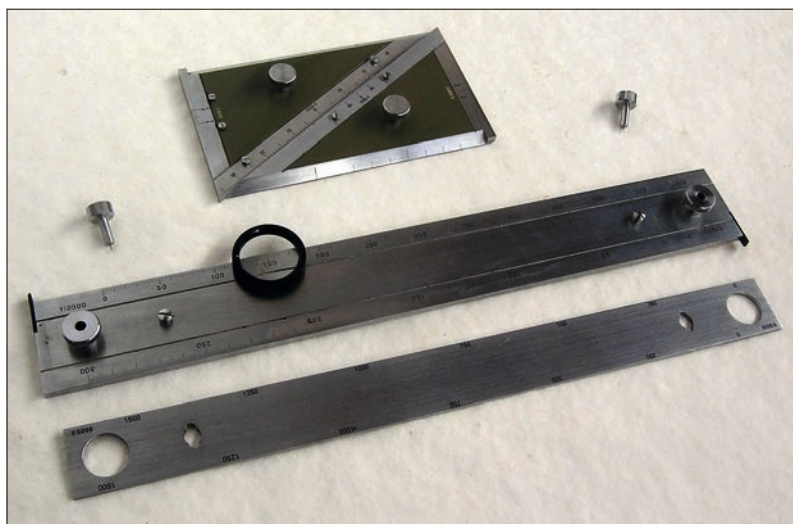
pravoúhlé souřadnice v jednotném systému a vynášejí se např. na podkladě milimetrového papíru v souřadnicích X a Y. Následně se vynesené body spojí do konečné kresby, která se nakonec doplní oměrným způsobem dokumentovanými detaily, vynášenými přímo graficky.

Kreslí se většinou na hladký bílý karton (kladívková čtvrtka) nebo na průsvitku (pauzovací papír). Vynáší se tužkami velké tvrdosti, výsledná kresba se vytáhne tužkou střední tvrdosti. Následně se většinou provede na novou průsvitku položenou přes původní kresbu čistopis tuší. Tomuto čistopisu se říká matrice.

Na zvláštní průsvitku se pak většinou kreslí kóty. Vzájemná poloha hlavní a kótovací matrice se zajistí vličovými značkami – křížky v rozích, mimo čistý rozměr výsledného formátu. Z matic se nakonec vyhotoví fotokopie výsledných výkresů.

#### 4.7.2.3.1 Práce v digitálním prostředí.

Princip vytváření klasických 2D plánů staveb se ani přechodem do virtuálního prostředí počítačových CAD<sup>57)</sup> programů příliš nezměnil. Geodeticky zaměřené body se do výkresového prostředí vkládají sice automaticky, ale zadáváním dvojice souřadnic. Doplnkové části a prvky zaměřené přímo – oměrně se vkládají a editují graficky



Obr. 54: Pro velmi přesné rýsování, zejména pak pro vynášení zlomkových měř při rýsování map a plánů v malých měřítkách, je nezbytná přesná kovová vynášecí souprava s desetinovým dělením – noniem (foto J. Veselý, 2014).

57) Computer-Aided Drafting – počítačem podporované rýsování.

(počátek a směr přímký či křivky) a číselně (délka, poloměr, průměr...). Výsledky oměrného měření můžeme v digitálním prostředí rovněž vynášet jednoduše, graficky. Místo pravítek a kružítků zde jen používáme ekvivalentní příkazy, většinou z menu **kreslí a modifikace**, jako *kreslí* (úsečku, přímkou, kružnici), *vytvoř roonoběžku* ve vzdálenosti, případně *orež*, *prodluž* apod. Namísto přes sebe kladených průsvitek používáme ve vektorovém i v rastrovém grafickém prostředí tzv. hladiny. Základní uspořádání výkresového souboru v CAD programech upravuje norma ČSN ISO 13567-1 (01 3104) ČSN EN ISO 13567-1 (013104) Technická dokumentace – Uspořádání a pojmenování hladin v CAD – Část 1: Přehled a základní pravidla. Přesto většina zpracovatelů obvykle volí vlastní systém, odpovídající nejlépe jejich specifickým nárokům. Hladiny by však měly být pojmenovány tak, aby uspořádání bez obtíží pochopil i každý další uživatel souboru. Vhodné je rovněž omezení počtu hladin, aby byla orientace v nich snadná. Při tvorbě vlastního prostředí je výhodné z obecných pravidel vytčených normou vycházet.

Jednou ze zásadních výhod digitálního zpracování je prakticky neomezená možnost úprav (editace) prvků a jejich vlastností a možnost vkládat prvky do různých hladin, které lze vypínat, zapínat, tisknout nebo netisknout. Zároveň umožňuje prostředí vektorových programů připojovat k aktuálnímu souboru (výkresu) formou tzv. externí reference jiné výkresy nebo například fotografie či naskenované obrázky.<sup>58)</sup> Výraznou výhodou oproti klasické papírové technice je možnost práce v prostoru (ve 3D).

2D výkresy i 3D modely jsou v prostředí CAD systémů vytvářeny ve formě vektorových dat. To znamená, že jsou složeny z jednotlivých bodů, linií, polygonů a ploch. Informace typu souřadnice, barva, hladina, způsob spojení apod. jsou uloženy pouze k těmto prvkům. Vektorová prezentace skutečnosti je tedy jejím generalizovaným obrazem. Mezi výhody patří mimo jiné malá velikost výkresových souborů a velké možnosti editací. Kromě vektorových dat je možné pracovat i s daty rastrovými, tj. s obrazovým záznamem typu fotografie, skenovaný dokument (např. historický výkres, skica) apod. Tato forma prezentace však v CAD slouží především pro kontrolu dat vektorových nebo přímo pro jejich tvorbu (proces vektorizace). Rastrová data obsahují velké množství nadbytečných informací, a to má vliv na velikost jejich souborů. Zároveň jsou určena pro jediné, konkrétní měřítko (rozlišení) a při použití výřezu detailu již kvalita zobrazení nemusí být dostatečná. Možnost jejich pozdější editace je omezená a má negativní vliv na kvalitu.

#### 4.7.2.4 Software používaný pro tvorbu výstupů měřické dokumentace

(Matouš Semerád, Jindřich Hodač)

CAD softwary jsou základním nástrojem pro zpracování měřených dat. Na trhu je těchto programů dostupná celá řada. V prostředí navrhování nových staveb či projektování rekonstrukcí se ve velké míře uplatňují produkty firmy AutoDesk. Jejich obecný CAD – AutoCAD – a jeho specializované nadstavby (např. AutoCAD Architecture) patří mezi nejvíce rozšířená komerční řešení. V geodetické praxi je často používán program MicroStation s nadstavbami, vše od firmy Bentley. Oba zmíněné programy pracují jak ve 2D, tak ve 3D.

Existují i levnější varianty výše zmíněných, jako např. TurboCAD, ProgeCAD aj. Některé z nich umožňují jen práci v prostředí 2D.

Volba pracovního prostředí, tedy to, zda budeme pracovat pouze ve 2D nebo ve 3D, do značné míry závisí na formě zpracovávaných dat. Jedná-li se o body ve 3D souřadnicích, musíme použít aplikaci, která s tímto formátem umí pracovat. U profesionálního zaměřování se bez něj neobejdeme. Jiná věc je vynášení polních náčrtků nebo přepočítaných 2D souřadnic bodů, kde vystačíme s 2D prostředím. K tomuto účelu jsou nabízeny příslušné aplikace (např. ve formě odlehčených verzí programů), podporující pouze toto rozhraní, jiné vyšší verze s 3D rozhraním umožňují přepnutí do 2D režimu.

Poslední dobou vzrůstá význam 3D skenů celých objektů, a to jak interiéru, tak exteriéru (srov. kapitoly 4.4.3 a 5.6.3, věnované laserovému skenování). Z nich jsou následně získávány ortogonální pohledy, řezy a půdorysy.

Podobných výsledků můžeme dosáhnout použitím metody stereofotogrammetrie (resp. metody optické korelace, srov. kapitolu 5.6.2.4), umožňující generovat prostorové body objektů z rovinných snímků, které pořídíme běžným fotoaparátem. Tuto metodu využijí ti, kteří chtějí s relativně přijatelnými náklady získat požadované zaměření objektu formou

58) Provedeme-li v souboru změny, projeví se automaticky i tam, kde je externě připojen.



mračna bodů. Ze získaných bodů je následně možné generovat síťový model včetně textur povrchu. Ke zpracování pořízených snímků se používají komerční aplikace (PhotoModeler, PhotoScan aj.), které jsou ovšem poměrně náročné na hardware počítače. Alternativou je využití služeb internetových portálů, které umožňují zpracování pořízených snímků na podobném principu (např. projekty – AutoDesk 123D Catch, Cubify Capture aj.). Nevýhodou tohoto řešení je princip „černé skříňky“ (proces zpracování nemáme pod kontrolou, a stejně tak ani přesnost výstupu). Využití získaných modelů je obdobné jako v prvním případě.

Ačkoliv CAD softwary dnes umožňují i práci s mračny bodů (síťování, editace, export apod.), je s ohledem na funkcionalitu často potřebné využít specializovaný software (např. Geomagic Studio, MeshLab aj.). Práce s těmito systémy ovšem vyžaduje specializované znalosti a velmi výkonný počítač.

Běžnou součástí měřické dokumentace jsou výstupy jednosnímkové fotogrammetrie – fotoplány (2D rastrová data). Kvalita fotoplánů je odvislá mj. od obrazové kvality vstupních snímků. Pro jejich úpravu je možné využít v podstatě jakýkoliv nástroj pro úpravu fotografií (např. Zoner Photo Studio, Adobe Photoshop, GIMP). K vytvoření fotoplánu je nutné mít k dispozici také speciální software pro kolineární transformaci (např. SIMphoto, TopoL aj., srov. kapitulu 5.6.2.1). Konečné úpravy fotoplánů a příprava tiskových výstupů se většinou provádí v CADu (vlození grafického měřítko, popisky).

Některé programy kombinují možnosti vektorové i rastrové grafiky. Přední místo mezi nimi zaujímá skupina grafických programů CorelDraw, Adobe Illustrator, Xara Designer, Inkscape. Využit lze také aplikace, které jsou součástí kancelářských balíčků, např. Publisher od Microsoftu, Draw ze skupiny programů OpenOffice, LibreOffice atd. Jejich využití pro měřickou dokumentaci je ale spíše okrajové a omezuje se na adjustaci grafických dat pro tisk.

Jednotlivé společnosti pracují s vlastními formáty ukládání dat, které se mohou mírně lišit verzemi programu. Prakticky nelze dosáhnout toho, aby se používal jeden univerzální formát, protože každý z nich je bezprostředně svázán s vývojem konkrétního software. Jisté univerzálnosti se dosahuje vzájemnou podporou ostatních formátů (tj. import + export dat). Vždy ale musíme počítat s určitou mírou přetvoření původního obsahu, takže některé prvky výkresu nejsou zobrazeny v původní podobě (v některých případech jsou i vynechány). Díky masovému rozšíření programů od společnosti Autodesk jsou nejčastěji podporovány formáty DWG, méně pak DGN od společnosti Bentley. Jako zcela univerzální, v době, kdy ještě nebyla vzájemná podpora formátů tak rozšířena, byl vyvinut formát DXF, jenž je pro svou univerzálnost využíván dosud. S ohledem na výše uvedené je vhodné k výstupním souborům přikládat také odpovídající prohlížečku dat, nejlépe přímo od výrobce CADu, ve kterém byly zpracovány (DWG True View, Bentley View aj.).

K předávání dat, bez rozdílu, zda jde o rastrové/vektorové, 2D/3D, či i textové nebo jakékoliv jiné formy dat, slouží formát PDF (Portable Document Format – formát pro přenos dokumentů), který je pro svou univerzálnost jedním z nejrozšířenějších formátů. Podle nastavení při jeho tvorbě umožňuje PDF na výkresech/modelech také měřit, pracovat s hladinami, vytvářet řezy, vizualizace, tisknout výstupy v měřítku, poznámkovat apod. Možnosti zpětné editace primárních dat přímo v něm jsou však velmi omezené.

Pro úplnost je potřeba zmínit také problematiku geografických informačních systémů – GIS. Ty nemají přímý význam při zpracování výstupů měřické dokumentace (plánů/modelů). Jejich hlavní přínos tkví v tom, že umožňují připojit ke stávajícím datům atributy typu text, obrázků, video apod., to vše uložené ve formě databáze. Takto upravená/obohacená dokumentace pak umožňuje prostřednictvím atributů hlubší zkoumání a analýzy objektu, zanášení změn prvků, odkazy na restaurátorské zásahy na prvcích apod. – je tedy především vynikajícím nástrojem pro správu historické stavby.

### 4.7.3 Pravidla zobrazování a kreslení

Zobrazování a kreslení u klasických 2D stavebních výkresů vychází z ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – kreslení výkresů stavební části a dalších (srov. kapitulu 4.2). Charakter převážně většiny historických staveb, které vyžadují větší podrobnost, realistické zobrazení detailů a větší rozpětí pásma prvků zobrazených v rámci jedné řezové úrovně, vyvolává potřebu širší škály čar a dalších ustálených znaků. Jedná se zejména o užívání různých měřítek typu

čáry – čárkované, čerchované a tečkované čáry s různou hustotou mezer a různou velikostí plných úseků, rozšíření tloušťkové řady o velmi tenkou čáru, rozšíření typů čerchovaných čar o čáry se třemi nebo čtyřmi tečkami a o užívání různých barev čar, např. pro odlišení materiálů či více úrovní nad rovinou řezu nebo pod ní.<sup>59)</sup>

### 4.7.3.1 Odchytky od normy vyvolané potřebami oboru

Pro plánovou dokumentaci historických staveb je často nevhodné striktní dodržování normy. Její ustanovení jsou totiž většinou uzpůsobena pro zobrazování moderních typových konstrukcí,<sup>60)</sup> a pro vyjádření atypických a nepravdělných historických konstrukcí nepostačují. Při zobrazování historických stavebních konstrukcí je zpravidla zapotřebí vyššího rozlišení a detaily stavby musejí být zobrazovány realisticky, nikoli schematicky. Nevhodné jsou zjednodušené zobrazování nosníků nad rovinou řezu (trámy a průvlaky stropu, krokve a další šikmé prvky krovů apod.) pouze osou, přílišné zjednodušování výplní otvorů a oddělení jejich pevných ráků od nosné konstrukce v řezu<sup>61)</sup> apod.

#### ZÁKLADNÍ ŠKÁLA TLOUŠŤEK A TYPŮ ČAR

VELMI TENKÁ	—————	PŘEDPOKLÁDANÝ PRŮBĚH, REKONSTRUKCE
TENKÁ	—————	VIDITELNÉ HRANY POD I NAD ROVINOU ŘEZU
TLUSTÁ	—————	ŘEZ KONSTRUKCEMI STAVBY
VELMI TLUSTÁ	—————	VYZNAČENÍ PRŮBĚHU ŘEZŮ, HŘEBENY STŘECH
	—————	ŘEZ KONSTRUKCEMI STAVBY (PRŮNIK ŘEZOVÉ ROVINY A STĚN, TRÁMŮ A POD.)
	—————	VIDITELNÉ HRANY A OBRYSY POD ROVINOU ŘEZU
	-----	SKRYTÉ HRANY A OBRYSY POD ROVINOU ŘEZU
	.....	PŘEDPOKLÁDANÝ PRŮBĚH, REKONSTRUKCE TVARŮ A PRŮBĚHU
	— · — · — · —	HRANY NAD ROVINOU ŘEZU
	— · — · — · —	SKLOPENÁ ČELA KLENEB
	— · — · — · —	OSY TRÁMŮ, NOSNÍKŮ APOD.
	— · — · — · —	OSY ZÁMĚR, POLYGONOVÉ STRANY
	— · — · — · —	VYZNAČENÍ PRŮBĚHU ŘEZŮ
	— · — · — · —	HŘEBENY A HRANY STŘECH

Obr. 55: Základní škála tlouštěk a typů čar užívaných ve stavebních výkresech památkových objektů. Vychází z ČSN 013420, je ale rozšířena. U obzvláště složitých objektů a při velkém měřítku je možné při potřebě rozlišení více vodorovných úrovní v jednom plánu podle nutnosti přidat ještě čerchovanou čáru se třemi tečkami, případně škálu více hustot u kterékoli z přerušovaných čar.

Stávající normou definovaná škála tlouštěk čar (tenká – tlustá – velmi tlustá/1 : 2 : 4) se jeví jako nepostačující, nevhodné je rovněž majoritní užívání tlusté čáry. Pro účely, které sleduje tento metodický text, se jeví jako vhodné užití škály 4 tlouštěk (velmi tenká – tenká – tlustá – velmi tlustá/1 : 2 : 3 : 4), s majoritním užitím tenkých čar (ve většině případů, kde norma předepisuje užití čáry tlusté). Tlusté čáry jsou vyhrazeny zobrazení průniku řezové roviny s konstrukcí.

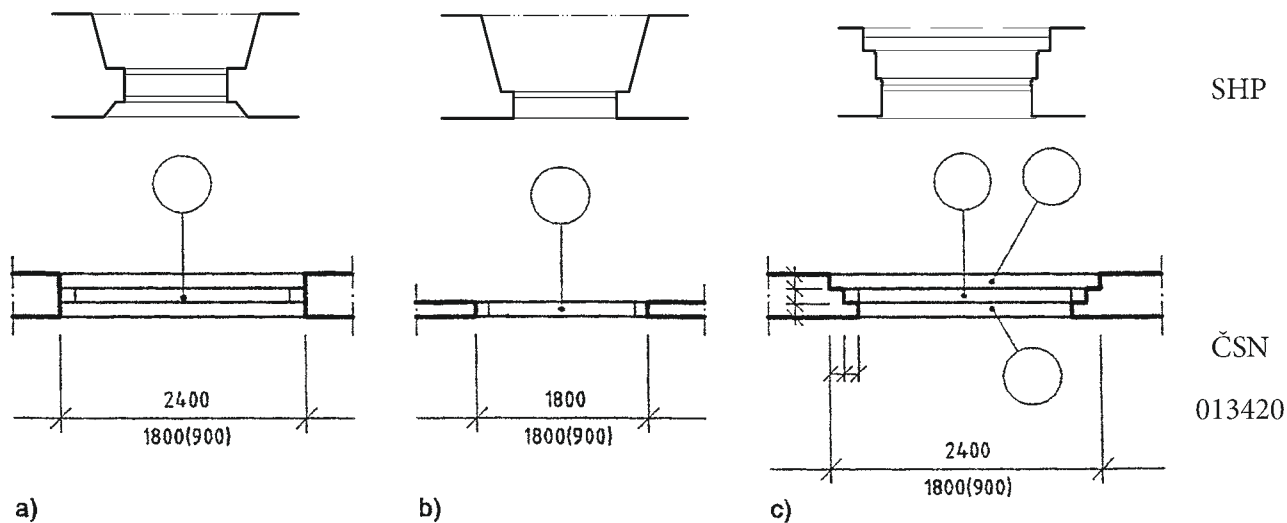
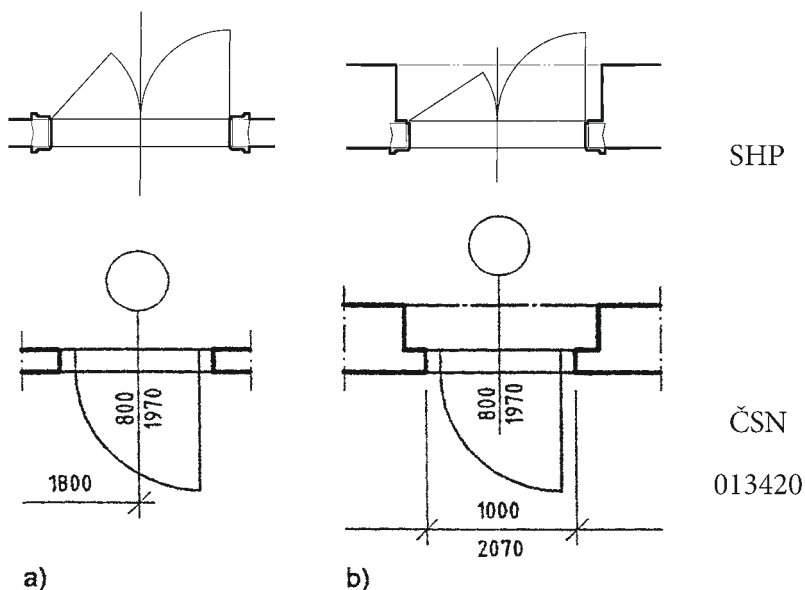
Obzvláště choulostivou oblastí je zobrazování kleneb, komínů, schodišť a dalších prvků ležících mezi dvěma a více zobrazovacími (řezovými) rovinami.

59) Užívání tmavě modré barvy (kov), hnědé barvy (dřevo), zelené barvy (dřeviny) a červené nebo světle modré barvy pro kóty bylo zavedeno již Směrnicí pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody z roku 1966.

60) Zobrazení striktně podle normy funguje především jako společný jazyk pro komunikaci mezi projektantem a stavbou v rámci nyní obvyklých konstrukcí. U z dnešního pohledu atypických historických staveb a jejich konstrukcí bude vždy třeba počítat s určitými komplikacemi v této komunikaci. Je zjevné, že práce s historickým stavebním fondem vyžaduje zvláštní kvalifikaci.

61) U historických staveb jsou pevné, neboli osazovací ráky často integrální součástí zdiva.

Obr. 56: Konfrontace správného kreslení zárubní dveří v historických stavbách s velmi zjednodušenou formou prezentovanou v ČSN 013420 pro měřítko 1 : 50 (kresba J. Veselý, 2014).



Obr. 57: Konfrontace správného kreslení ostění oken v historických stavbách s velmi zjednodušenou formou prezentovanou v ČSN 013420 pro měřítko 1 : 50 (kresba J. Veselý, 2014).

Norma vůbec nezmiňuje zobrazování kleneb. Zde je tedy třeba pravidla doplnit. Podle ustálených zvyklostí se klenby zobrazují v půdorysech jednak viditelnými hranami (hrany výsečí a pasů, hřebínky, žebra apod.) tenkou čerchovanou čarou se dvěma tečkami, jednak sklopenými čely oblouků v reálném tvaru tenkou čerchovanou čarou s jednou tečkou. Nosníky a trámy stropů a jiných vodorovných konstrukcí se v půdoryse zobrazují průmětem hran, tenkou čerchovanou čarou se dvěma tečkami. Zobrazují se vždycky v celém rozsahu (norma uvádí zobrazení trámů a průvlaků jen nad částí místnosti).

Rovněž zobrazování schodišť, u historických staveb většinou atypických, vyžaduje odchýlení od normou stanovených pravidel. To se týká zejména vedení řezové roviny, zobrazování prostor a konstrukcí pod schodištěm a míry promítání částí schodiště nad rovinou řezu do půdorysu. Primární je pochopitelně maximální sdělnost a optimální srozumitelnost. Podle aktuálně platné normy se dvouramenná schodiště řezou v půdoryse až za mezipedestou, tedy druhým ramenem. To může být v některých případech přehlednější, většinou je však lepší tradiční vedení vodorovného řezu nástupním ramenem v úrovni kolem 1,3 m nad podlahou. Je tak možné zachytit i komory či technické prostory pod schodištěm. Zejména tam, kde schodiště spojuje pouze dvě sousedící podlaží a v půdoryse horního podlaží se objeví téměř celé v pohledu, je maximální omezení rozsahu zobrazení schodiště ve spodním podlaží žádoucí. Vede ke zpřehlednění výkresu. Velmi opatrně je třeba přistupovat ke kreslení průmětů částí schodišť nad rovinou řezu. Někdy je žádoucí, neboť je důležité pro pochopení konstrukčních i komunikačních vztahů. Většinou ale pro množství čar vede k velké nepřehlednosti. Lze je však omezit třeba jen na výstupní čáru a obrys prostupu nebo vnějších hran ramen apod. Volba vhodného přístupu musí vycházet z primárního cíle dokumentace. V principu je třeba postupovat tak, aby každá část schodiště byla zachycena alespoň v jednom výkresu.

U výplní otvorů se pevné (osazovací) rámy kreslí jako součást zdiva (tj. tlustá řezová čára je obíhá). Vlastní výplně (křídla) se kreslí jen v pohledu (v měřítkách do 1 : 100 schematicky, v měřítkách větších věrně), u měřítka 1 : 20 a podrobnějších je možné již zobrazovat realisticky i křídla. Zobrazují se tvarově správně – poměr rámu a kazet, velikost, tvar a charakter kování.

Kótování a popisování výkresů může být přizpůsobeno smyslu a přesnosti dokumentace. Obecně je vhodnější užívání centimetrů než milimetrů a omezení užití plných kótovacích čar. Při kótování v milimetrech se obvykle zaokrouhluje na 5–10 mm. Je třeba zdůraznit, že zejména v prostředí digitálních vektorových výkresů spočívá význam kót především v uvedení skutečně v terénu naměřených hodnot, nikoli v automatickém generování čísel z výkresu, který je již interpretací skutečnosti. U kót je vhodné odlišit, např. barevně nebo typem písma, které hodnoty byly generovány z výkresu, a které jsou uvedeny přímo podle terénního měření. Zejména výškové údaje je zapotřebí vztahovat vždy k tomu místu, kde byly změřeny – to se týká především úrovní podlah, pat a vrcholů kleneb apod. Ustálený zvyk uvádět u kótovaného otvoru pod kótovací čarou rovněž jeho výšku a u oken v závorce též výšku parapetu je třeba u složitěji členěných historických otvorů s hlubokými nikami, stoupajícími záklenky a často několika úrovněmi parapetů modifikovat tak, aby bylo jasné, k čemu se vlastně takto uvedené údaje vztahují. U výkresů větších měřítek lze tento problém nejnázat vyřešit umístěním výškových značek s relativními údaji v rámci výškového systému. Jako neopodstatněné se u historických staveb jeví tradiční (projektanty používané) kótování dveří v nenosné zdi na osu otvoru.

Všechny odchylky od doporučení normy však musí být uvedeny v průvodní zprávě dokumentace a nejlépe také přímo v poznámce u popisového pole na výkrese, aby byly výkresy jednoznačné a srozumitelné také pro techniky všech profesí, které je budou používat.

#### 4.7.4 Adjustace

Problematiku adjustace stavebních výkresů řeší poměrně uceleně skupina technických norem:

ČSN EN 5457 (01 3110) Technická dokumentace – Rozměry a úprava výkresových listů

ČSN 01 3111 Technické výkresy – Skládání výkresů

ČSN ISO 5455 (01 3112) Technické výkresy – Měřítka

ČSN ISO 7200 (01 3113) Technické výkresy – Popisová pole

Praktické otázky, které zpracovatel při adjustaci řeší, jsou v následujícím pořadí tyto:

- a) volba formátu – souvisí s měřítkem, umístěním a orientací objektu na listu
- b) skladba
- c) volba materiálu a technologie tisku, volba obalu, vazby apod.



## 4.7.5 Archivace

Otázky archivace dokumentů jsou po formální stránce do značné míry řešeny archivním zákonem a dalšími souvisejícími předpisy.<sup>62)</sup> Dosud však neexistuje funkční jednotný systém ukládání a evidence vznikajících dokumentací památkových objektů.<sup>63)</sup> Jeho zárodkem mohou být databázové aplikace (Tritius, Castis a MIS) v posledních letech centrálně zaváděné v Národním památkovém ústavu. Zatím jsou však poměrně složité a uživatelsky nepřívětivé „přívětivé“.

Problematika archivace výstupů měřické dokumentace se dnes rozpadá na archivaci digitálních dat a archivaci papírové dokumentace. Archivovat je nutné nejen výstupy, ale také pracovní data – polní náčrty, pracovní fotodokumentaci, seznamy souřadnic či naměřených hodnot (úhly, vzdálenosti) bodů změřených totální stanicí, hrubá data z laserového skenování, neupravené fotografie – základní výstup fotogrammetrických prací apod.

### 4.7.5.1 Digitální data

Jde o velmi složitou problematiku s ohledem na rychlý vývoj počítačové techniky i softwarového vybavení a vzhledem k omezené trvanlivosti zápisu dat a jejich nosičů. Protože dosud neexistuje žádná obecná metodika pro archivaci digitálních dat a údaje týkající se životnosti, oficiálně zveřejňované výrobci médií i hardwaru, jsou těžko ověřitelné, je třeba vycházet z dosavadní uživatelské zkušenosti. Ta je však z pohledu archivnictví zatím jen velice krátká.

Data by měla být archivována na více místech a více způsoby. Kromě zadavatele a zpracovatele by jedno paré mělo být uloženo k archivaci v některé z institucí disponujících profesionálním archivem, s patřičným technickým zázemím.

Pro zálohování dat by měla být užitá k tomu určená média, tedy kvalitnější nosiče se zaručenou trvanlivostí alespoň 10 let (CD-R, DVD-R se zlatou zapisovatelnou vrstvou), uložená odpovídajícím způsobem, nebo by mělo být využito služby některé společnosti zabývající se profesionální péčí o cenná data.

Data by měla být ukládána ve více formátech nebo formou umožňující emulaci.

Rastrová obrazová data se doporučuje ukládat ve formátu TIFF, a to buď nekomprimovaném, nebo v jeho bezztrátových komprimacích. Formát TIFF je obecně použitelný pro širokou škálu běžných softwarů včetně CAD programů. Formát JPG je vhodné využívat pouze tam, kde je nezbytné mít velmi malé soubory (např. při internetovém užití nebo při archivaci velkého množství snímků) a dbát přitom na používání relativně nízké úrovně komprese tak, aby nedošlo k viditelnému zhoršení obrazové kvality obrazových dat.

Vektorové grafické výstupy – doporučuje se ukládat ve více formátech, výstupy pak paralelně v obecném formátu PDF nebo PDF/A.

### 4.7.5.2 Papírové dokumenty

Problematika upravená poměrně podrobně archivním zákonem<sup>64)</sup> a vyhláškou č. 191/2009 Sb. MV ČR. Je třeba dbát zejména na užití trvanlivého papíru, u kterého výrobce garantuje vlastnosti odpovídající normě ČSN ISO 9706 a kvalitní a trvanlivé tiskové technologie.<sup>65)</sup> Nároky na dlouhou trvanlivost a stálost platí nejen pro samotné výkresy/tisky, ale i na pomocný materiál (desky apod.). Materiál má být uložen v odpovídajícím prostředí (teplota +5 až +25 °C, temno, relativní vlhkost vzduchu kolem 30 %, svisle, aby nedocházelo ke spojování jednotlivých listů nebo vrstev v důsledku zatížení (proležení).

62) Zákon č. 499/2004 Sb. o archivnictví a spisové službě a o změně některých zákonů, ve znění zákona č. 190/2009 Sb.; vyhláška č. 191/2009 Sb. MV ČR.

63) Výrazem „památkový objekt“ zde rozumíme jakoukoli stavbu či umělecké dílo vykazující památkové hodnoty, tedy nikoli pouze objekty zapsané v Ústředním seznamu kulturních památek, vedeném Generálním ředitelstvím NPÚ.

64) Viz pozn. 41.

65) Vhodnější k archivaci jsou kvalitní černobílé tisky z profesionálních inkoustových tiskáren – plotrů; barevné tisky budou vždy náchylnější k degradaci.

## 5. Specifika měřické dokumentace historických staveb

Vzhledem k tomu, že v rámci zkoumání vývoje stavby, ale i v rámci specializovaného výzkumu historických stavebních řemesel a jejich technologií může být každá nepravidelnost, každý výstupek a každá tvarová deformace nositelem důležité informace a může mít zásadní interpretační význam, jde především o požadavek maximální věrnosti a měřické i zobrazovací poctivosti.<sup>66)</sup> S tím souvisí přirozeně vyšší nároky na podrobnost vlastního měření a volba větších (podrobnějších) měřítek výstupů.

Základy zobrazování staveb – jejich výkresové dokumentace – upravují příslušné oborové předpisy.<sup>67)</sup> Všechny existující normy však vycházejí především z potřeb projektové přípravy novostaveb, případně úprav nejčtenější stavební produkce, tj. staveb vzniklých po roce 1900, které jsou charakteristické užitím průmyslově vyráběného materiálu pravidelných tvarů a ustálených rozměrů a konstrukcí, jejichž tvar se limitně blíží některému ze základních geometrických útvarů (hranol, válec atp.). Líce stěn u těchto staveb jsou svislé a vzájemně rovnoběžné, podlahy vodorovné, místnosti ve většině případů pravoúhlé. Charakteristické vlastnosti většiny staršího stavebního fondu jsou s těmito východiskami v zásadním rozporu. Odchytky od pravidelnosti nebývají náhodné, ale jsou odrazem nejrůznějších vlivů na výstavbu. Mívají velký význam pro interpretaci funkčního schématu konstrukce i stavebního vývoje dokumentované budovy, proto je musíme zachytit věrně. Stavební plány pro obnovu památkových objektů z pera běžných měřičů a projektantů však tyto odchytky dosud namnoze ignorují. Je tedy běžné, že plánová dokumentace stavby existující nebo pořízená projektantem je shledána jako naprosto nedostatečná pro kvalifikovaný výkon péče o památkový fond. Kvalitní zaměření skutečného stavu stavby vypracované pro účely stavebněhistorického či restaurátorského průzkumu, případně archeologického výzkumu, jsou naopak z hlediska přesnosti a podrobnosti v 90 % případů naprosto dostačujícím podkladem pro všechny ostatní profese.

Při zaměřování i vynášení plánů historických staveb je třeba dbát na zachycení všech nepravidelností, ústupků, křivostí, vpadlin i poruch. Je třeba vždy počítat s nepravidelným průběhem konstrukcí (líce nejsou přímé, nejsou svislé, oba líce zdí nejsou vždy souběžné), důležité je zachytit i minimální rozdíly zdánlivě stejných prvků. V půdorysech je třeba dbát na vedení řezové roviny v jedné úrovni.

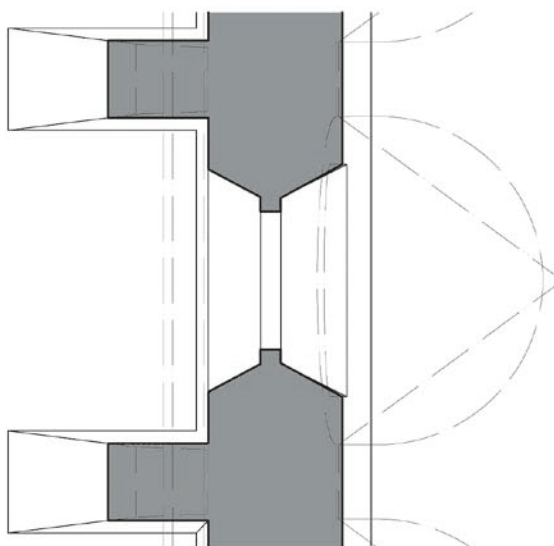
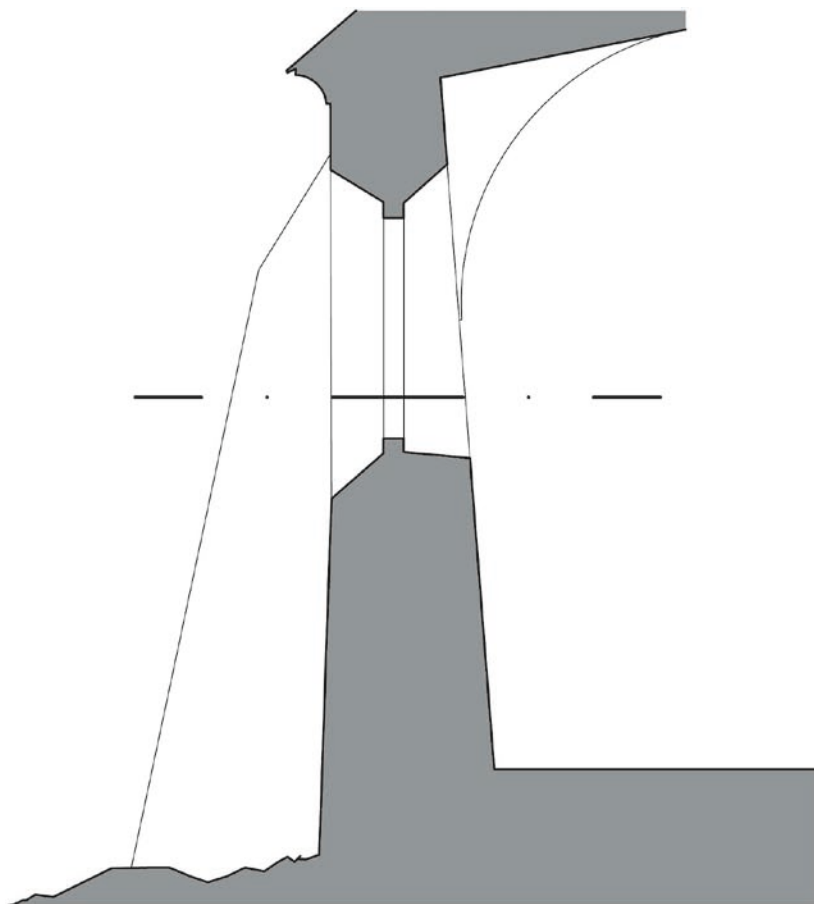
Je-li to účelné a nezpůsobí to zmatek nebo nejasnosti při čtení plánů, je možné dílčí zalomení úrovně řezu. Průběh řezu se však v takovém případě musí důsledně vyznačit do svislých řezů, případně do řezového schématu na okraji půdorysného plánu. U IV. kategorie podrobnosti (viz výše) je vhodné zachycení rozdílu polohy líce stěn při podlaze a stropu (v extrémních případech je tak v půdorysném plánu místnosti její obrys zachycen třikrát – v rovině řezu, v rovině průniku stěn a podlahy a v rovině průniku stěn a stropní konstrukce).

Konstrukční detaily se od měřítko 1 : 50 zobrazují realisticky. Na rozdíl od dřívějších zvyklostí je dnes preferován přímý průběh řezů před jejich zalamováním (které vede ke zkreslení) a preferuje se zhotovení více dílčích řezů před jediným deformovaným řezem generálním.<sup>68)</sup> Vedení řezů musí být vždy vyznačeno – svislé řezy v půdorysech, vodorovné řezy ve svislých řezech a pohledech, nebo každý řez zvlášť na schématech po straně jednotlivých výkresů, všechny společně pak na souhrnných schématech majících charakter zvláštního výkresu. Jelikož výkresy mají být odrazem

<sup>66)</sup> V běžné stavební praxi se řada nepravidelností nebo odchylek od roviny, pravého úhlu apod. z úsporných důvodů zanedbává. Zároveň se většinou zobrazení upravuje tak, aby byly linie pokud možno plynulé a vypadaly ladně. To může ale v případě nepravidelných historických konstrukcí vést k nepřipustnému zkreslení skutečnosti. Tvary a proporce detailů deformací a nepravidelností po vynesení v měřítku často působí nepravděpodobně. Nezřídka přimějí měřiče k návratu do terénu a k ověřování. O to důležitější však jsou, a generalizace, uhlazování a estetizace výkresu jdou zde vyložené na úkor jeho vypovídací schopnosti.

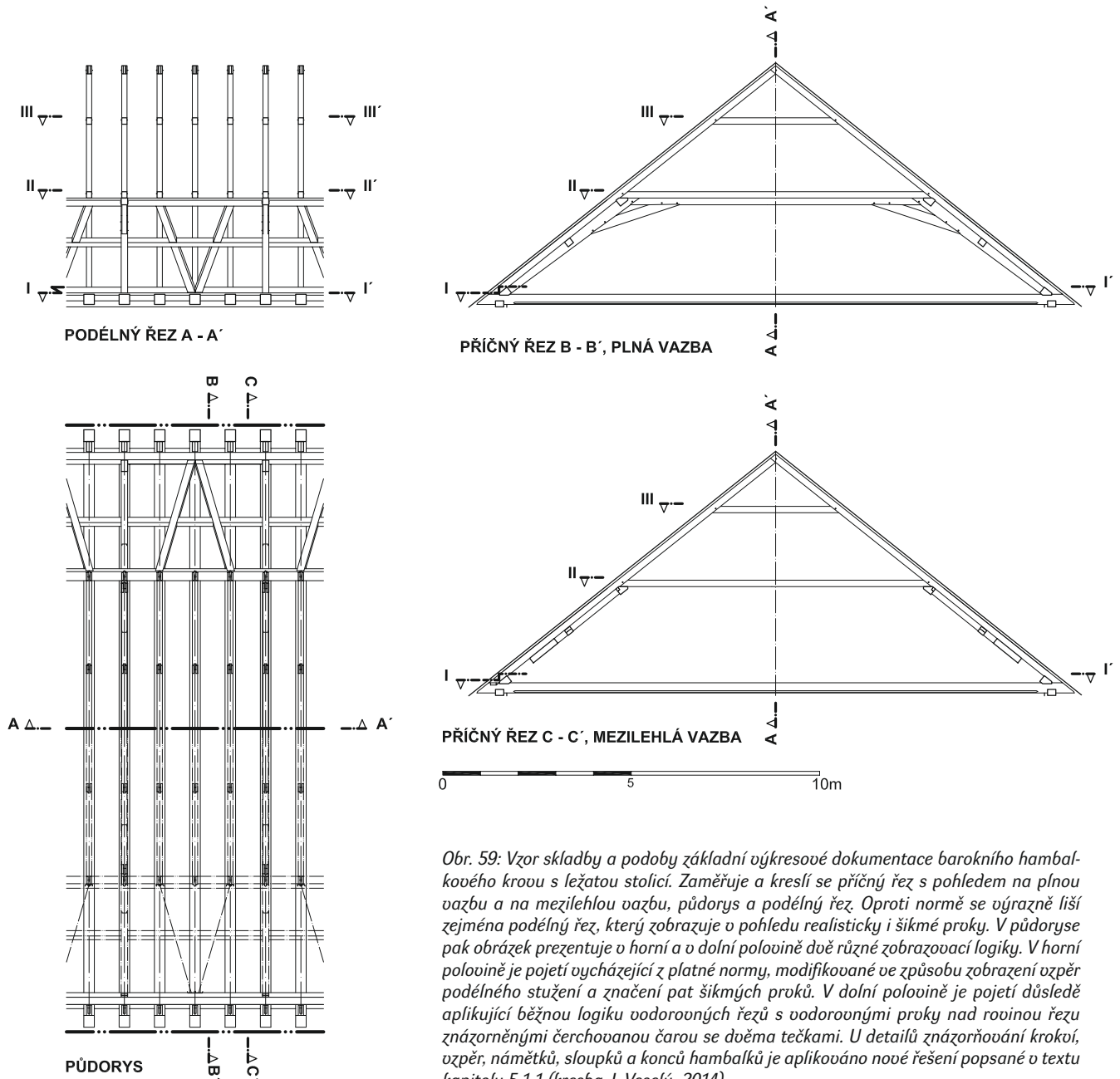
<sup>67)</sup> Srov. kapitolu 4.2.

<sup>68)</sup> Určitou újmu z hlediska přehledu o vzájemných výškových vztazích ve vzdálenějších částech budovy je možné kompenzovat umístěním více dílčích řezů na jeden výkres ve vzájemně výškově koordinované pozici.



Obr. 58: Ukázkový příklad složité tvarové a polohové situace vykloněné obvodové stěny se vzhůru sbíhavými líci a návazností klenby. Pro jednoznačné a správné znázornění ve vodorovném průmětu je třeba lokalizovat polohu řezové roviny a znázornit průběh líce stěny ve více úrovních – průnik s podlahou, průnik s řezovou rovinou, průnik se stropní/klenební konstrukcí. Obzvlášť citlivé na správnost zobrazení je zde samozřejmě znázornění klenby, jejíž průmět zasahuje do řezové části průmětu zdiva (kresba J. Veselý, 2014).

skutečnosti, nikoli schématem, vyžaduje se důsledné, realitě co nejbližší zaměření a také zobrazení nepravidelností, např. u sklopených oblouků čel kleneb, nestejných rozměrů na opačných koncích u vodorovného průřezu stropních trámů apod. Množství zobrazovaných detailů a podrobností se samozřejmě musí řídit únosností daného měřítka výstupu, jakkoli virtuální „bezrozměrné“ prostředí CAD programů, s nimiž se dnes většinou pracuje, svádí k realistické práci v měřítku de facto 1 : 1.



Obr. 59: Vzor skladby a podoby základní výkresové dokumentace barokního hambalkového krovu s ležatou stolicí. Zaměřuje a kreslí se příčný řez s pohledem na plnou vazbu a na mezilehlou vazbu, půdorys a podélný řez. Oproti normě se výrazně liší zejména podélný řez, který zobrazuje v pohledu realisticky i šikmé prky. V půdoryse pak obrázek prezentuje v horní a v dolní polovině dvě různé zobrazovací logiky. V horní polovině je pojetí vycházející z platné normy, modifikované ve způsobu zobrazení ozpěr podélného stužení a značení pat šikmých prků. V dolní polovině je pojetí důsledně aplikující běžnou logiku vodorovných řezů s vodorovnými prky nad rovinou řezu znázorněnými čerchovanou čarou se dvěma tečkami. U detailů znázorňování kroků, vzpěr, námětků, sloupků a konců hambalků je aplikováno nové řešení popsané v textu kapitoly 5.1.1 (kresba J. Veselý, 2014).



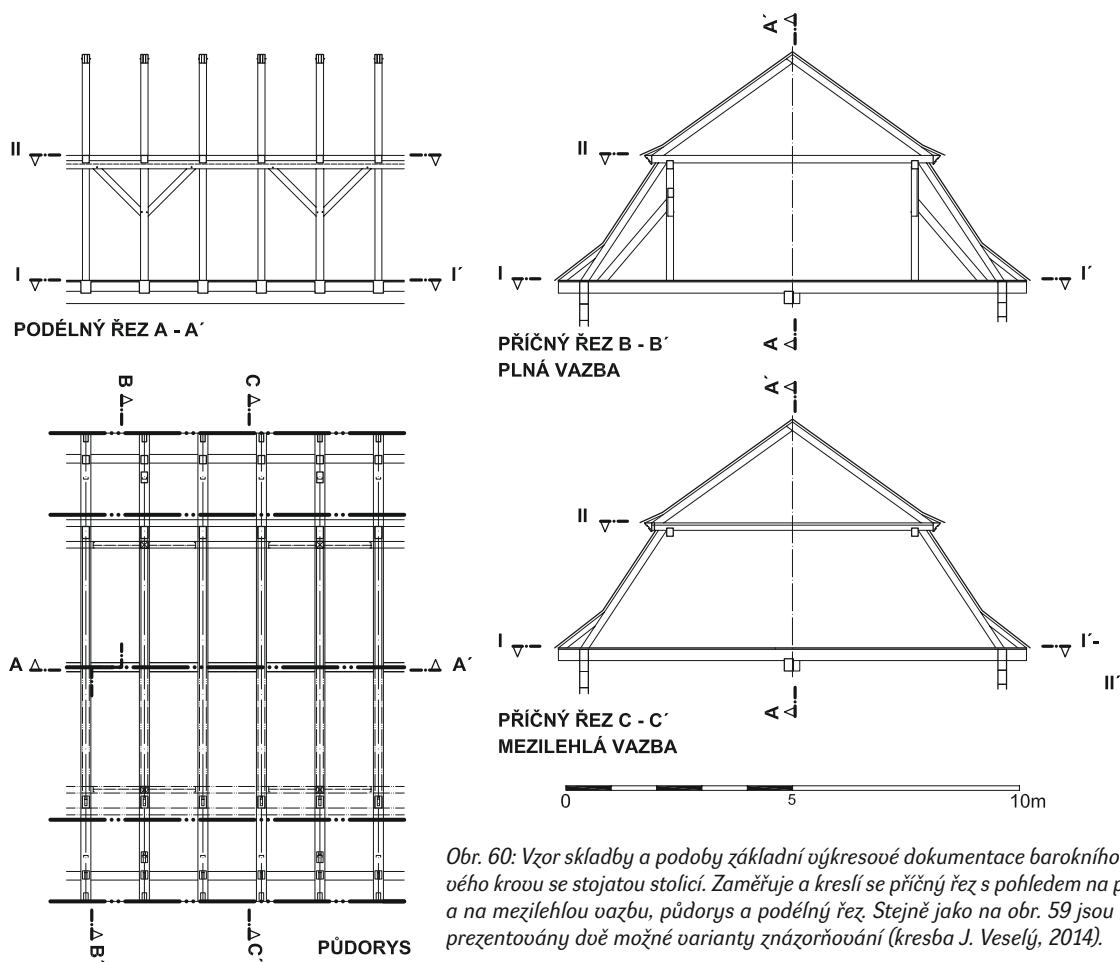
## 5.1 Vybrané skupiny staveb a jejich části se zvláštními nároky na zaměřování a zobrazování

### 5.1.1 Zaměřování krovů

Historické krovky jsou složité prostorové konstrukce, často v průběhu své existence vícekrát upravované. Jejich zaměřování a zobrazování má svá specifika. Z hlediska utváření základní představy o charakteru krovové konstrukce je nejpodstatnějším výkresem vždy příčný řez s pohledem na plnou vazbu, lépe dvojice příčných řezů s pohledy na plnou a mezilehlou vazbu. K ucelené představě o struktuře krovové konstrukce je však vždy zapotřebí kromě příčných řezů také půdorys a alespoň jeden podélný řez. Pro zaměřování se mohou používat různé metody a různá technika, což má přirozeně vliv na konkrétní postup.

Následující odstavce popisují práci oměrnou metodou, kombinovanou místy s metodou ortogonální, protože nejlépe vyhovuje analytickému myšlenkovému postupu založenému na poznání konstrukce, nutnému ke správné volbě zaměřovaných bodů.

Půdorys: Podle zvoleného stupně podrobnosti a charakteru konstrukce se poloha vazeb krovu zaměřuje staničením na průběžném pásmu. U I. a II. kategorie podrobnosti se zaměřují osy vazeb, ale u III. a IV. kategorie se čtou (zaměřují) v daném směru vždy oba líce všech prvků (vazné trámy, krokve, námětky, sloupky, vzpěry). Poloha prvků nad rovinou řezu se na pásmo provažuje olovnicí. Pro měření pásmem je většinou zapotřebí více osob.



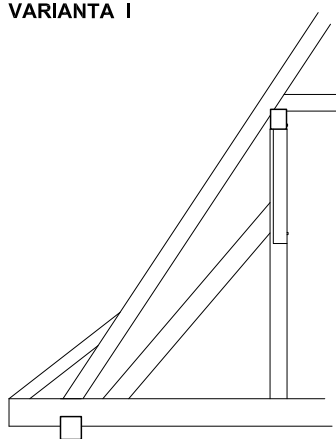
Obr. 60: Vzor skladby a podoby základní výkresové dokumentace barokního mansardového krovu se stojatou stolicí. Zaměřuje a kreslí se příčný řez s pohledem na plnou vazbu a na mezilehlou vazbu, půdorys a podélný řez. Stejně jako na obr. 59 jsou v půdoryse prezentovány dvě možné varianty znázorňování (kresba J. Veselý, 2014).

Při zaměřování patního roštu krovu je třeba zaznamenat také jeho vztah ke stropní konstrukci nad posledním podlažím, je-li přístupná. V komplikovanějších případech – např. tam, kde stropní konstrukci tvoří soustava rákosníků a stropních trámů (původních vazných trámů krovu) a krov je založen na mladším patním roštu uloženém nad podlahou půdy – je kvůli přehlednosti vhodné vytvořit další samostatný půdorysný výkres zachycující vzájemnou polohu jednotlivých úrovní trámů.

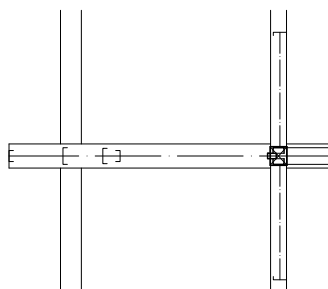
Řezy: Měřický postup do značné míry závisí na podrobnosti a věrnosti výstupu. Pro první dvě kategorie se zaměřuje délka základny (v rovině horního líce vazného trámu od paty horního líce jedné krokve k patě horního líce druhé krokve), výšky hřebene a spodního líce všech vodorovných prvků (od horního líce vazného trámu) a profily všech prvků. Při vynášení se většinou předpokládá přímost a vodorovnost základny (vazného trámu) a geometrická pravidelnost vazeb. U III. a IV. kategorie se vazný trám niveluje – na koncích a uprostřed a u všech důležitých bodů vazby se jejich poloha zvláště zaměřuje polohově provážením a výškově nivelací. Poloha se provažuje ve dvou směrech, aby bylo možné zachytit i případné vyklonění či jinou deformaci vazby. Měří se vždy na přední straně vazby tam, kde jsou tesařské značky a viditelné konce spojů. U IV. kategorie se profily prvků měří na obou koncích a u delších prvků se zaměřují též body na jejich středu pro zachycení průhybu.

Výkresová dokumentace krovu musí nutně sestávat minimálně z jednoho půdorysu,<sup>69)</sup> podle druhu konstrukce minimálně z jednoho nebo dvou příčných řezů (plná a mezilehlá vazba) a alespoň jednoho podélného řezu.

#### VARIANTA I

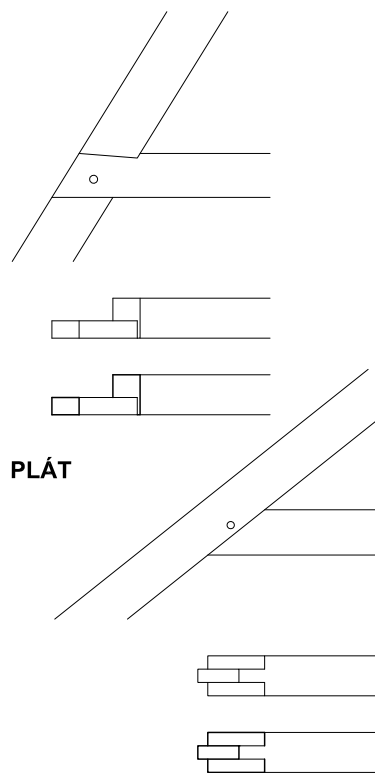
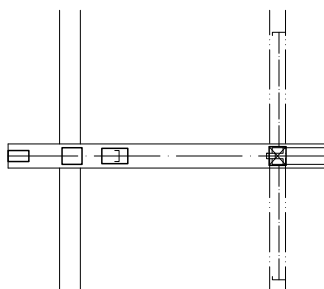
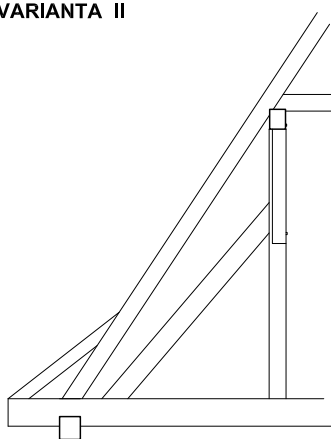


PŘÍČNÝ ŘEZ - PLNÁ VAZBA



PŮDORYS

#### VARIANTA II



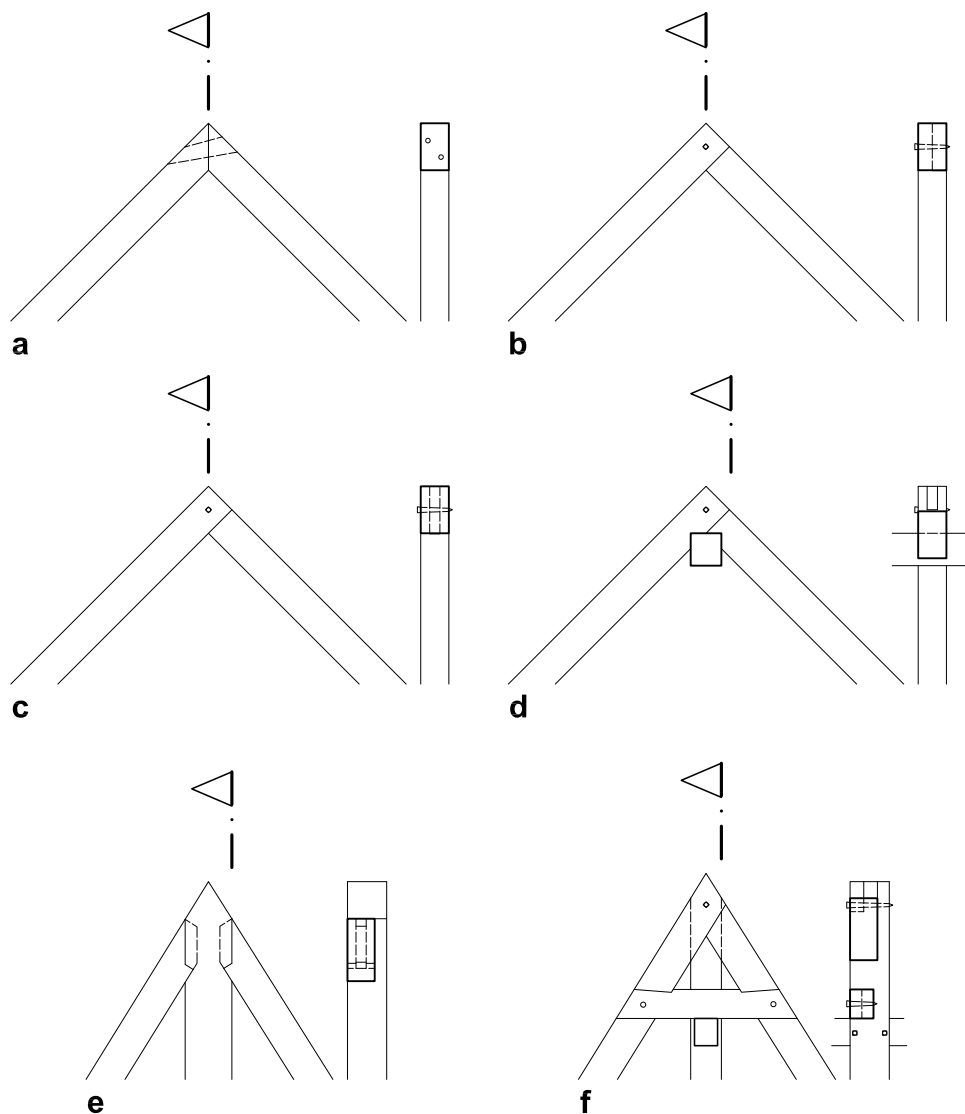
PLÁT

ČEP

Obr. 61: Detail paty plné vazby s více šikmými proky, které se v půdoryse překrývají, se dvěma příklady možného zobrazování (kresba J. Veselý, 2014).

Obr. 62: Detaily zobrazování konců hambalků podle druhu spoje hambalku a krokve. V obou případech uvedeny vždy varianty s vytažením šikmých čel proku silněji a bez něj (kresba J. Veselý, 2014).

69) V případě složitějších krovů s více úrovněmi podélného vázání je nezbytný větší počet půdorysů.



Obr. 63: Detaily zobrazování vrcholu vazeb v podélném řezu podle konstrukčního uspořádání. Zobrazen vždy čelní pohled na vrchol vazby a odpovídající řez. Poloha řezu vyznačena v pohledu: a – styk krokve na tupo spojený dvojicí dřevěných hřebů; b – spojení krokve na poloplát; c – spojení krokve na ostříh; d – spojení krokve na ostříh, pod vrcholem probíhá vaznice; e – vrcholem vazby probíhá vేశadlový sloupek, krokve jsou do něj čepovány se zadrápnutím; f – vrcholem vazby probíhá vేశadlový sloupek, krokve jsou spojeny vzájemně i se sloupkem plátem a probity dřevěným hřebem (kresba J. Veselý, 2014).

S ohledem na vzrůstající nároky na věrnost, informační potenciál, ale také na změnu výkresového prostředí, tedy užívání CAD, směřuje dnes také tvorba výkresové dokumentace krovů k realistickému zobrazování. Schematizaci, spočívající v redukci počtu zobrazovaných prvků nebo v jejich převodu na osy, nelze sice zcela vyloučit, měla by však být vyhrazena spíše pro zjednodušenou dokumentaci (čárová schémata, skici apod.) a v omezené míře pro půdorysy. Zde je situace vždy složitější, neboť se podle zažitých konvencí do jedné roviny promítají prvky z více rovin a různě se překrývají. Zůstaneme-li u zvyku věnovat krovu jediný půdorysný výkres, přestože má konstrukce více úrovní, je

schematizace i nadále nevyhnutelná.<sup>70)</sup> Změna konvence je ale nezbytná zejména u staveb s vícepatrovými krovovými konstrukcemi, kde se výrazně liší konstrukční typy podélného vázání v jednotlivých úrovních.

Na základě zkušeností se zdá změna přístupu a zobrazovacího úzu jako účelná zejména v následujících bodech:

- a) v půdorysech zachovat zobrazování jako redukované, po odmyšlení krokví, nahrazených tradičně jen tenkou čerchovanou čarou s jednou tečkou a dlouhými rozestupy mezi tečkami, v patě krokví kreslit buď prázdný dlab, nebo řez plným profilem krokve těsně nad patou (a nad horním lícem vazného trámu nebo patní vaznice)
- b) prvky ve sklonu, pokud nebudou zobrazeny realisticky, ale nahrazeny čerchovanou čarou, označovat kolmou úsečkou v šířce prvku nejen v patě, ale i ve vrcholu, k těmto kolmým úsečkám přidat krátké čárky ve směru průběhu prvku (tím se do značné míry vyřeší problém nesnadné identifikace příslušnosti úseček, je-li jich více blízko sebe)
- c) hambalky zobrazovat realisticky, včetně tvaru spoje, nicméně spíše rezignovat na vytahování jejich čel tlustou čarou<sup>71)</sup>

Zobrazení krovových konstrukcí v řezech by měla být plně realistická, tj. všechny prvky by měly být zobrazeny svým skutečným průmětem, případně průřezem – protínají-li řezovou rovinu.

Zobrazení vrcholu vazby v podélném řezu řešit s ohledem na charakter konstrukce. V prostých případech, kdy pod koutem styku krokví není žádný další prvek, se řez vede skutečně osou vazby a uvnitř tlustého řezového obdélníka se vyznačí velmi tenkými čarami struktura spoje (nejasnosti stran orientace spoje se dají, zvláště v CADu, vyřešit zvýrazněním reálné situace, kdy dlab vždy bývá na spodní straně o něco delší). U krovů, kde běží pod vrcholem vazeb hřebenová vaznice nebo v plných vazbách probíhají sloupky/věšadla až do vrcholu, a tyto prvky mají být zobrazeny v pohledu, je nutné posunout rovinu řezu až před líc těchto prvků na straně pozorovatele. Tak dostaneme plný průřez bližší krokví, o něco níže posazený a bez struktury spoje. Vrchol vazby je pak ale nad tímto řezem vidět v pohledu, a zde se tvar i orientace spoje přirozeně a jednoznačně projeví.

Pásky v řezech se vykreslují skutečným řezem profilu, s uvažovanou polohou řezu cca 50 cm od líce prvků, do kterých jsou začepovány. Je tak vidět, kde má prvek patu, a tím je zároveň zřejmé, kam směřuje. Přidávání šipek nebo jiných značek je vhodné omezit na případy, kdy z nějakého objektivního důvodu nemůže být součástí dokumentace ani výřez řezu v druhém směru, který by případně nejasnosti objasnil.

Otázkou je, zda v řezech zobrazovat čárkovaně průběh skrytých hran prvků v křížení a tvary spojů (známe-li je) a spojovacích prvků. Zobrazují-li se dřevěné hřeby, kolíky nebo kovové svorníky ve spojích v čelním pohledu, měly by se vyznačovat také v pohledech bočních. V dokumentaci III. a IV. kategorie podrobnosti by pak měly být spojovací prostředky zobrazeny skutečně realisticky, tj. se čtvercovou nebo šestihrannou hlavou a na zadní straně vyčnívající špicí nebo matkou.

## 5.1.2 Zaměřování výplní otvorů<sup>72)</sup>

Měřická dokumentace oken, okenic, dveří, vrat, dvířek, mříží a dalších doplňkových prvků staveb sloužících k uzavírání nebo přehrazování stavebních otvorů patří mezi výkony náležící k III. a IV. kategorii podrobnosti. Je prováděna většinou jednoduchým oměrným způsobem, případně v kombinaci s fotogrammetrií, výjimečně pak s využitím ručního 3D skeneru pro věrné zachycení obzvláště bohatých plastických detailů.

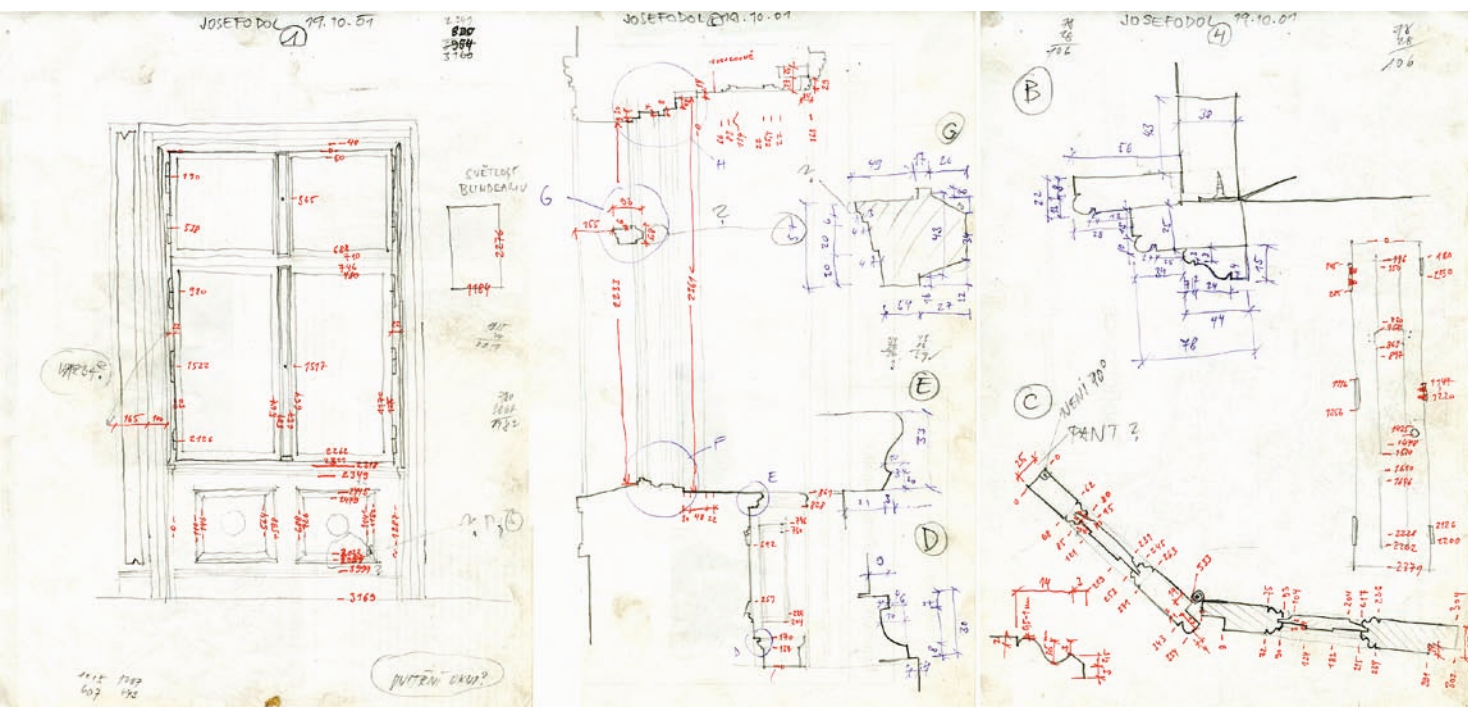
Elaborát měřické dokumentace výplňového prvku či skupiny takových prvků (pokud není součástí celkové měřické dokumentace stavby) se svou základní skladbou neliší od jiných měřických výstupů. Obsahuje povinné části (identifikační údaje, průvodní/technickou zprávu, celkový půdorys stavby s identifikací dokumentovaných výplní), pro

70) Změnu zažitých konvencí komplikuje fakt, že projektanti, kteří výkresy používají, odmítají často dokumentaci neodpovídající striktně normám používat a špatně se v ní orientují. Do značné míry jde o psychologický problém.

71) V opačném případě by se musela v zájmu dodržení logiky vytahovat tlustě i šikmá čela vazných trámů a krátčat, rozpěr stolic a dalších vodorovných prvků.

72) K této kapitole srov. též metodiku SCHUBERT 2014.





Obr. 64: Polní náčrt z měřické dokumentace okenní výplně odhaluje použité měřické techniky a postupy. Patrné je, kde bylo užito staničení, kde celkové světlostní kóty a kde skládané oměrky (Josefů Důl – okres Mladá Boleslav, vila čp. 4 továrníka Leitenbergera; zaměření J. Veselý, 2001).

každý zaměřovaný prvek pak alespoň jeden vodorovný řez v měřítku 1 : 10 a jeden svislý řez v měřítku 1 : 10, celkové ortogonální pohledy v měřítku 1 : 10 z obou stran prvku (u dvojitých oken a dveří jsou pohledy zvláště pro vnitřní a vnější křídla) a sérii charakteristických detailů v měřítku 1 : 1 (výjimečně jiném – 1 : 2, 1 : 5, 2 : 1 atp.), většinou řezy (profily) vlysů křídel a rámu, pohledy na kování apod. Podrobná měřická dokumentace má mít v podstatě charakter dokumentace výroby.

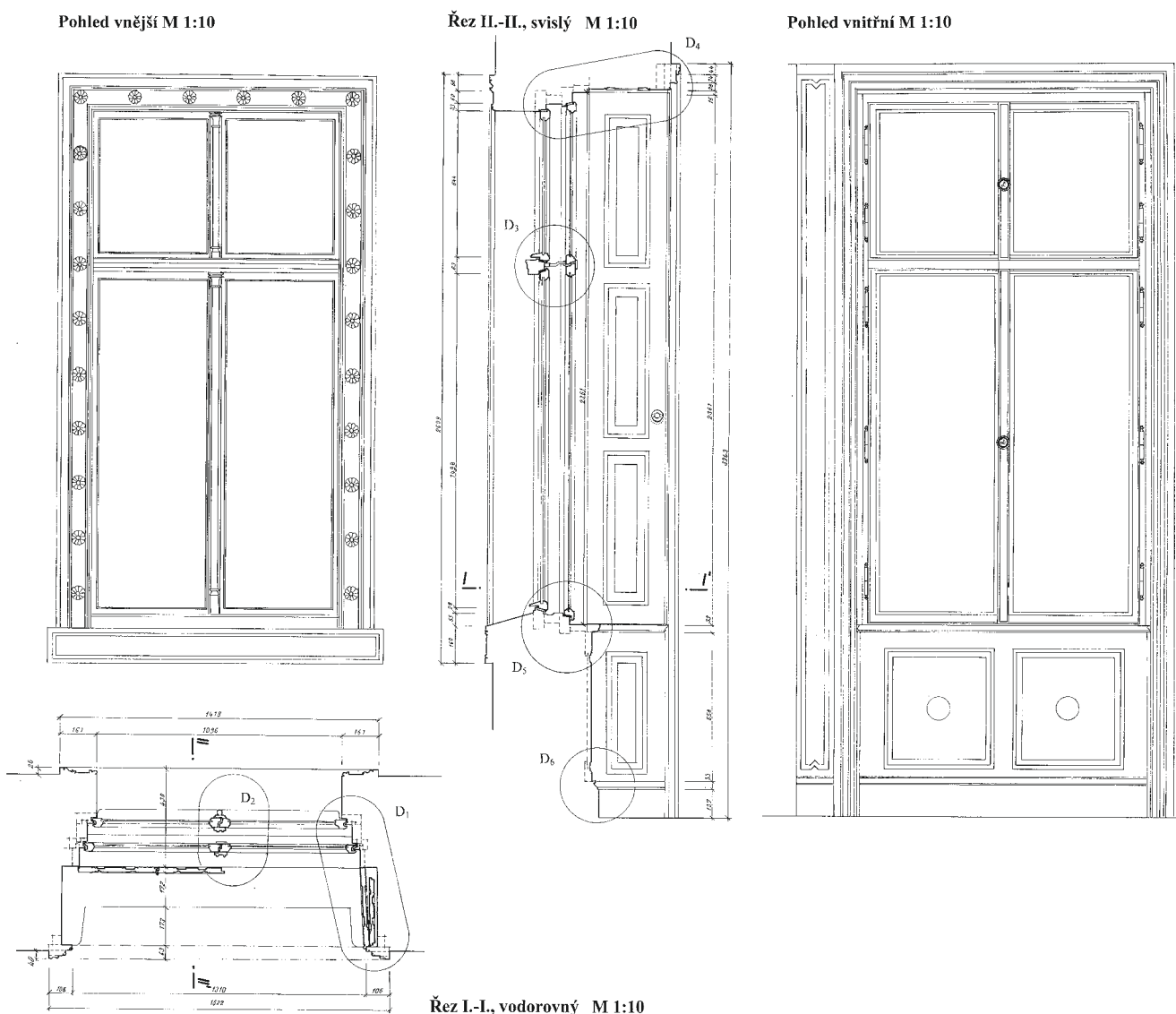
V jednodušších kategoriích dokumentace je přirozeně možné, úměrně smyslu a nárokům akce, redukovat počet výkresů pouze na celkové pohledy (výjimečně je možné užít měřítko 1 : 20) a kótované skici charakteristických detailů. Rozdíl je však v takovém případě pouze ve výstupu, protože pro věrohodné zobrazení musí být provedeno měření prakticky ve stejném rozsahu jako pro dokumentaci podrobnou.

Pokud jde o postup zaměřování, nejprve se provede celkové tvarové a polohové měření, následně se zaměřují detaily, profilace a kování. Měří se zvláště osazovací (pevné, slepé) rámy a zvláště křídla výplně. Základními a nejdůležitějšími rozměry jsou světlost otvoru a vnější obrys křídel. Všechny ostatní rozměry jsou teoreticky odvoditelné ze zaměřených detailů (celkové rozměry a detaily profilace vlysů a příčlí, způsob jejich spojování).

V praxi se ale pro celkové výkresy zaměřuje i výplň jako celek v zavřené poloze. Obvykle se tak děje staničením hlavních hran na nataženém pásmu či skládacím měřidle. Pro správné čtení polohy hran si vypomáháme např. plastovým trojúhelníkem, pravítkem nebo úhelníkem, které přikládáme k lícům a hranám, a protahujeme tak linie nedobíhající až k měřidlu. Většinou je možné provádět čtení také prostým shlížením přes hrany.

Detaily vlysů a příčlí se měří posuvným měřítkem, v nouzovém případě lze použít kombinaci pevného měřítko (pravítko, skládací metr) a trojúhelníku nebo úhelníku. Čtou se nejprve maximální vnější rozměry profilu,<sup>73)</sup> následně se zaměřují tvary jednotlivých prvků profilace. Prosté drážky, polodrážky, zkosení hran (případně vyžlabená zkosení)

73) Odpovídají průřezu výrobního polotovaru před hoblováním nebo frézováním profilace.

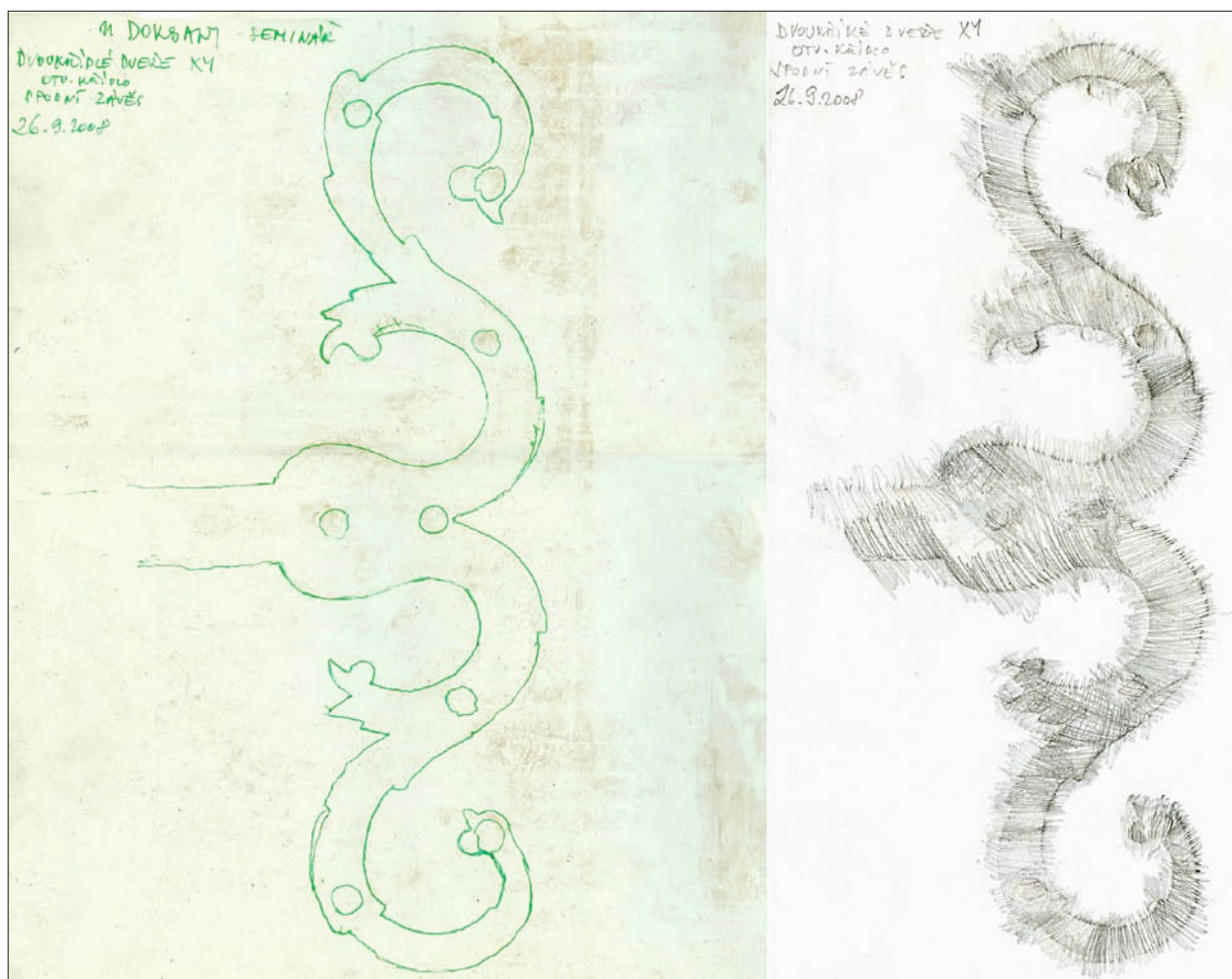


Obr. 65: Ustálená podoba základního výstupu z podrobné měřické dokumentace okenních výplní – pohledy, svislý a vodorovný řez v měřítku 1:10 s vyznačením detailů dokumentovaných ve větším měřítku (Josefův Důl – okres Mladá Boleslav, vila čp. 4 továrníka Leitenberga; zaměření J. Veselý, kresba P. Veselý, 2001).

se měří hloubkoměrnou jehlou posuvného měřítka (šuplery). Složitější profilace se mohou měřit různými způsoby, od kolmicového měření s pomocí dvou pravítek či pravítka a šuplery přes užití profilových měrek či hřebenu až po snímání pomocí měkkého drátu apod. Obdobným způsobem se zaměřuje kování. Zde lze u některých plochých zdobených typů s výhodou využít též překreslování permanentním fixem na průhlednou fólii nebo frotáže.

Pro zaměřování kování je podstatné, že některé rozměry jsou z hlediska fungování důležitější a jiné naopak podružné. Již v rámci celkového zaměřování výplně je třeba zaměřovat polohu kování podle charakteristických funkčních detailů.<sup>74)</sup>

<sup>74)</sup> U závěsů je třeba vždy v rámci celkového zaměřování výplně staničit ložnou/klužnou plochu mezi skobou a okem (samčím a samičím dílem), u rozvor, otočných závor a obrtlíků je podstatná poloha osy olivy, u zámků s klikami osa otáčení kliky, u zástrčí a západkových zámků poloha západky/střelky a závorčky.



Obr. 66: Srovnání dvou technik dokumentace plochého kování – kresba líhovým fixem na průhlednou fólii a frotáž (Doksany – okres Lito-  
měřice, klášter; J. Veselý, 2008).

K sofistikovanějším metodám pak patří využití digitální fotografie pro tvorbu fotoplánů nebo pro tvorbu 3D modelu pomocí obrazové korelace.

Při kreslení výstupů patří ke zvláštnostem detailní měřické dokumentace výplní také zachycení a vykreslení spár spojů a styku mezi jednotlivými díly, spojovacích prostředků (kolíčky, klínky, hlavy či zahnuté špičky hřebíků a šroubů, případně nýtů). Tyto detaily je možné odlišit menší tloušťkou čáry, případně změnou jejího typu či barevností. V detailech se pak schematicky vyznačuje též struktura materiálu – u dřevěných vlýsů se značí průběh let dřeva, u profilů složených z více dílů (lamel) se jejich rozhraní zvýrazní odlišnou orientací let. To je velmi podstatné např. u detailů zasklení do polodrážky s dřevěnou lištou (odlišení od konstrukčního zasklívání do drážky). Rozdílné užití materiály se odlišují šrafi, barvou nebo indexovaným odkazem k legendě výkresu.

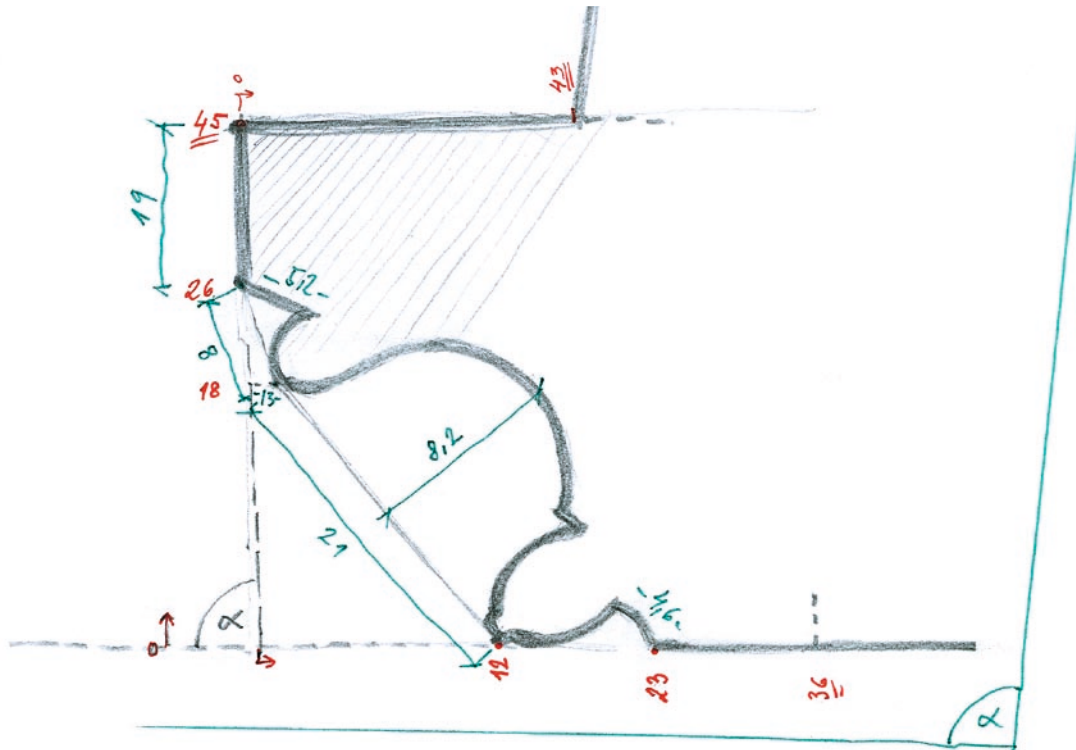








Obr. 68: Příklad výstupu z dokumentace zdobného kování dveří pomocí ručního 3D skeneru. Prostorový pohled na mračno bodů (Vižňov – okres Náchod, kostel sv. Anny, hlavní vstupní dveře; M. Trněný, 2014).



Obr. 69: Zaměření základní geometrie kamenického prvku se provádí kombinací ortogonálního a případně úhlového měření. Následně se vůči hlavním lícům oměrkami zajistí poloha klíčových bodů profilu, který se nakonec sejme hřebenem. Snímání profilu probíhá několikrát, přičemž je nutné vyznačit na překreslených segmentech body napojení a polohu klíčových bodů profilu, které byly vztaženy k hlavním lícům (Točnick – okres Beroun, hrad, velký palác, východní portál přízemí; zaměření a kresba J. Veselý, 2012).



Obr. 71: Čistopis vynesného profilu pruku zpracovaný ve vektorovém prostředí v počítači /AutoCAD/ (Točnick – okres Beroun, hrad, velký palác, východní portál přízemí; kresba J. Veselý, 2012).

Obr. 70: Jednotlivé segmenty profilu sejmutého hřebenem se opatrně obtáhnou na papír. Následně se po vynesení základní geometrické struktury pruku a klíčových bodů profilu vzájemně navážou a sjednotí. Při digitalizaci sejmutých křivek je nutné na papír vyznačit měřítko – obvykle 10 cm (Točnick – okres Beroun, hrad, velký palác, východní portál přízemí; zaměření a kresba J. Veselý, 2012).

### 5.1.3 Zaměřování architektonických článků (složitěji tvarovaných)<sup>75)</sup>

Obdobně jako měřická dokumentace výplní otvorů patří zaměřování architektonických článků mezi výkony III. a IV. kategorie podrobnosti. Provádí se většinou jednoduchým oměrným způsobem s využitím nástrojů na snímání profilací, v poslední době však čím dál častěji také metodou 3D skenování nebo metodou obrazové korelace.

Elaborát měřické dokumentace architektonického článku nebo skupiny článků (není-li součástí celkové měřické dokumentace stavby) se svou základní skladbou neliší od jiných měřických výstupů. Obsahuje povinné části (identifikační údaje, průvodní/technickou zprávu, v případě, že se článek nachází *in situ* nebo alespoň v rámci stavby, ze které pochází, celkový půdorys stavby s identifikací polohy všech dokumentovaných prvků), pro každý zaměřovaný

<sup>75)</sup> Srov. též metodiku VÁCLAVÍK 2014.

prvek pak potřebný počet celkových ortogonálních pohledů, případně i charakteristických řezů v měřítku 1 : 10 – 1 : 1; detaily profilací – obvykle v měřítku 1 : 1.

V jednodušších kategoriích dokumentace je přirozeně možné, úměrně smyslu a nárokům akce, redukovat typ a počet výkresů, někdy je postačující formou prostá axonometrická skica s připojenými základními rozměry nebo okótovaná fotografie.

Při zaměřování se nejprve provede celkové tvarové měření, následně se zaměřují detaily, profilace atd. U prvků *in situ* se vhodným způsobem zaměří též poloha prvku k nějaké blízké a výrazné pevné části stavby. Zejména u nepravidelných a výrazně plastických prvků je nejlepší, vztahuje-li se tvarové zaměřování k nějaké nezávislé pravidelné struktuře (souřadnicové osy, pomocná rovina apod.). Z hlediska smyslu dokumentace je ale také možné vycházet z vlastní geometrie prvku. Při zaměřování detailů profilace je třeba dbát právě na zachycení a zachování celkové geometrie prvku i profilu a jejich vzájemného vztahu. Toho se při snímání profilů tzv. hřebenem docílí vhodnou volbou kontrolních nebo spojovacích bodů (většinou volených na hranách či v koutech), které se zároveň zaměří oměrně kolmicovou metodou vůči rovinám líců prvku navazujících na konec profilace.

Pro dokumentaci architektonických článků jsou pak obzvlášť vhodné moderní bezkontaktní metody 3D dokumentace, zejména obrazová korelace se základním výstupem v podobě mračna bodů. Prostorový model povrchu dokumentovaného prvku, který je výstupem této technologie, zachycuje věrně tvary, nepravidelnosti i poškození. Zároveň je z něj možné poměrně snadno vygenerovat běžné 2D pohledy nebo řezy.

#### 5.1.4 Měřická dokumentace v archeologii

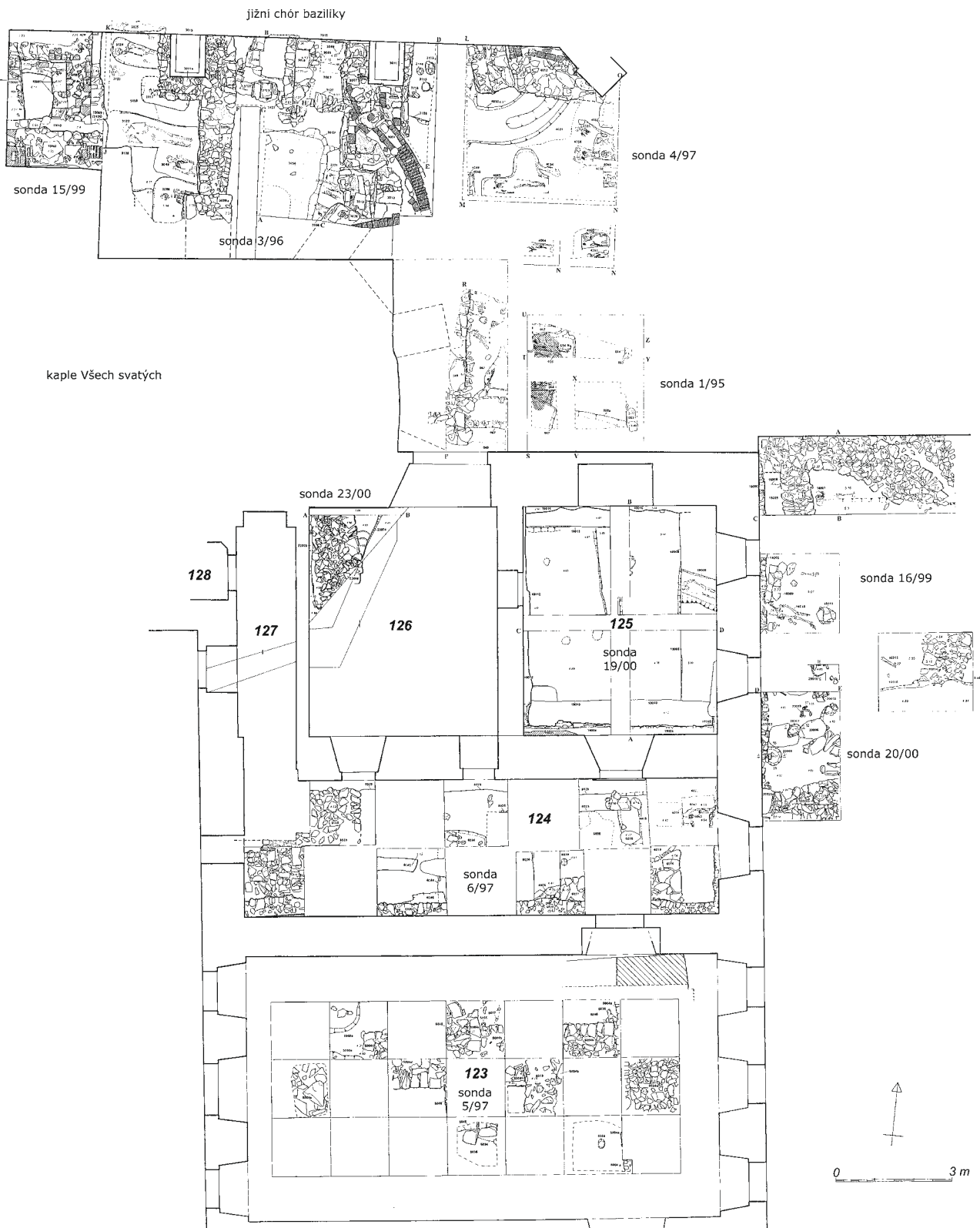
(Jan Kypta)

Obecně platí, že zaměřování stavebních konstrukcí v rámci archeologického výzkumu by se mělo řídit stejnými zásadami jako u kteréhokoli objektu pro účely stavebněhistorického průzkumu. Důraz by měl být kladen na přesné polohové i výškové zaměření celku a detailní dokumentaci důležitých dílčích náleзовých situací. Jediný, ovšem podstatný rozdíl tkví v povaze předmětu dokumentace: archeologicky zkoumané stavební konstrukce (přesněji řečeno torza konstrukcí) jsou zpravidla součástí takové náleзовé situace, jejíž výraznou složku představují různé historické zásypy a geologické podloží. Obnažovaná zdiva a další konstrukce je tedy nutné dokumentovat tak, aby se pokud možno co nejnázorněji podařilo zachytit jejich stratigrafický vztah vůči historickému souvrství, resp. vztah k někdejšímu a současnému povrchu terénu.

Základem je pořízení celkového půdorysného plánu zkoumané plochy, výkopu, objektu apod. Poloha zaměřovaného úseku musí být zároveň lokalizována v katastrální mapě či v dostupném stavebním výkresu budovy nebo většího stavebního komplexu (celkový půdorys či řez). Zde je vhodné znázornit nebo v poznámce uvést polohové i výškové relace – tj. znázornit připojovací body, včetně jejich souřadnic. Vlastní měření má být ideálně prováděno geodeticky, s přesností v jednotkách centimetrů. Namnoze však postačí mnohem prostší a dostupnější metody. Jejich volba by měla být průsečíkem několika faktorů, které lze názorně popsat na příkladu krajních situací. Příklad od případu je nutné poměřovat závažnost náleзовé situace vůči vnějším okolnostem výzkumu (zejména poměr časové lhůty pro provedení dokumentace a rozsahu odkrývané plochy). Těmto podmínkám se metody dokumentace uzpůsobí. Na straně jedné se nacházejí rozsáhlé, plánované, často několik měsíců trvající archeologické výzkumy (např. v městských jádrech), jejichž nutnou podmínkou je tým zkušených pracovníků, z nichž alespoň jeden je schopen rutinně geodeticky zaměřovat. Strategie výzkumu je v takových případech předem daná a zpravidla se postupuje tak, že těžení historických terénů od počátku provádějí pracovníci archeologického výzkumu a průběžně je pořizována též měřická dokumentace.

► Obr. 72: Výřez z celkového půdorysného plánu archeologického výzkumu s vyznačenou sítí víceméně pravidelně uspořádaných čtvercových a obdélných sektorů, která v průběhu výzkumu sloužila mj. k průběžnému zakreslování odkrývaných situací (jednotlivé náleзовé situace byly v prostoru fixovány obrysem konkrétního sektoru). V plánu je kromě archeologických náleзовých situací znázorněno i stávající zdivo objektu, což je nezbytné pro prostorovou orientaci (Kladruby – okres Tachov, klášter; podle NOVÁČEK a kol., 2010).





Opačný pól škály nejrůznějších archeologických výzkumů zastupují třeba dohledy při liniových výkopech v extravilánech i intravilánech, kdy těžení provádí většinou stavební firma. Archeolog je pak časově velmi limitován a po stránce dokumentační je odkázán většinou sám na sebe. Proto by měl být schopen operativně zachytit danou náleзовou situaci s potřebnou přesností – někdy se musí spokojit s odchylkou (postačující) i v řádu desítek centimetrů. Mezi těmito dvěma krajními situacemi existuje množství nejrůznějších výzkumů, které mají větší či menší ráz operativnosti a různý stupeň nároku na přesnost zaměřování.

Volba techniky polohového záznamu vychází především z rozsahu výzkumu a charakteru prostředí, kde je prováděn. Pro výzkumy uvnitř staveb, pro které je k dispozici plánová dokumentace, a pro výzkumy menšího rozsahu v plenéru je nejsnazší použití jednoduché oměrné metody, kdy se charakteristické body sond či odhalených konstrukcí vztahují k již existujícím pevným bodům či liniím, i později snadno dohledatelným. Jsou to například parcelní hranice, líce, nároží či kouty zdí stojící budovy, v terénu pak skalní výchozy, mezníky apod. Poloha podrobných bodů se určuje oměrně se zajištěním křížovými mírami, nebo ortogonálně.

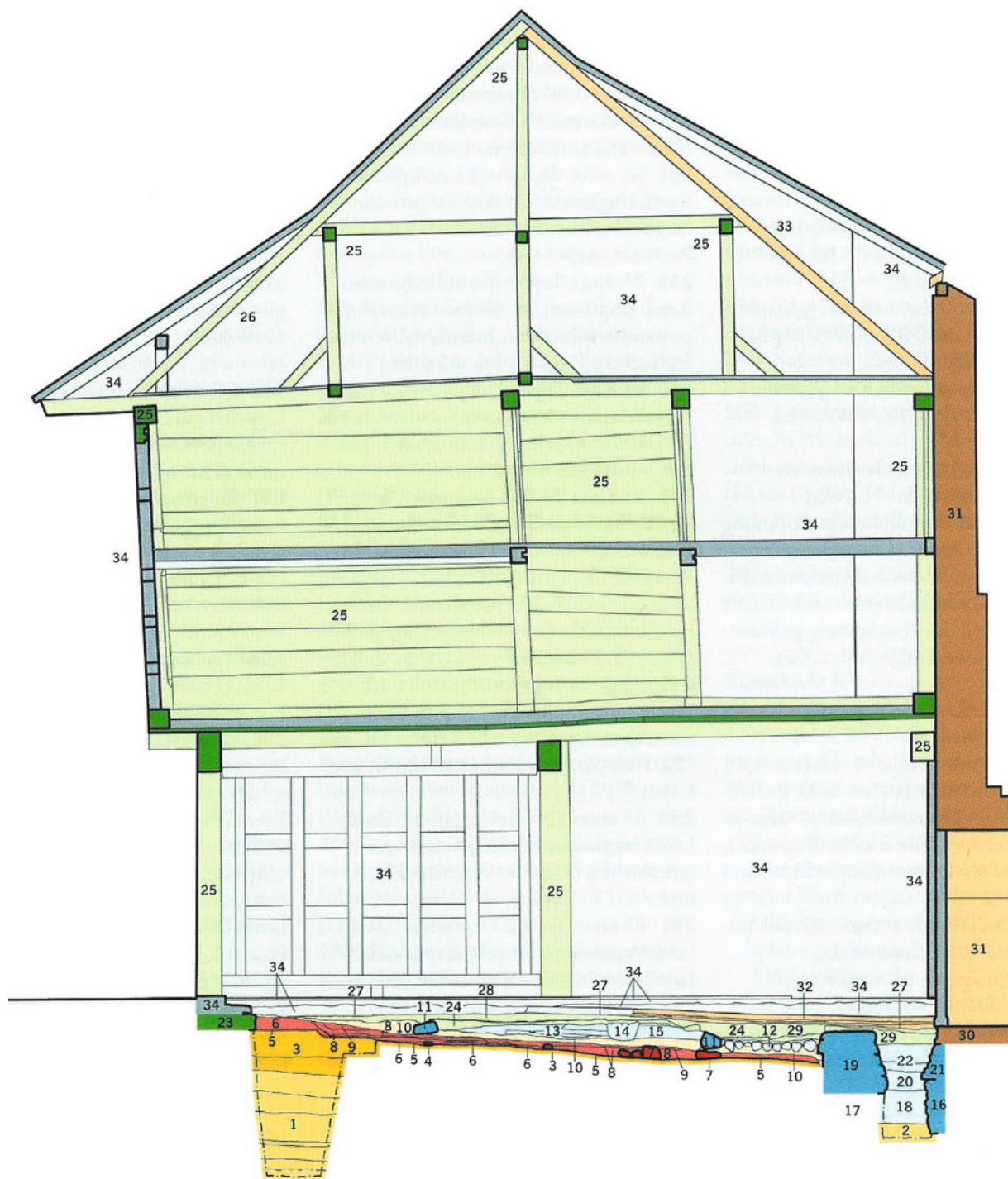
Při rozsáhlých, plánovaných, dlouhodobých a dobře zorganizovaných výzkumech je měřická dokumentace vždy na profesionální geodetické bázi. Na počátku je geodeticky vytyčena základní měřická síť – měřické body, osy nebo přímo pravouhlý rastr, ke které se všechna následující měření v průběhu výzkumu vztahují. Pro vlastní zaměřování profilů, objektů a zbytků konstrukcí se však již s výhodou používá jednodušší oměrné metody, takže geodet nemusí být přítomen neustále.

Z hlediska přesnosti a efektivity je vždy výhodné kombinovat klasické oměrné postupy při detailním měření s postupy geodetickými při měření celků, a zejména při vytyčování základní měřické sítě.

Výšková měření jsou při dokumentaci archeologických náleзовých situací stejně důležitá jako měření polohová. Relativní výškové vztahy dílčích náleзовých situací, terénů a konstrukcí na odkrývané ploše mají mnohdy sěžejní význam pro celkové zhodnocení výsledků výzkumu. Podle situace se volí buď výškový systém lokální, nebo absolutní (nadmořská výška). Lokální systém vychází zpravidla z nějakého pevného a dlouhodobě stabilního bodu na zkoumané lokalitě (kamenný práh vstupního portálu, první stupeň kamenného schodiště, skalní výchoz apod.), pro užití absolutního systému musí být v přijatelné vzdálenosti od dokumentované lokality přístupný bod výškového bodového pole. Vztahovat výškové měření k absolutnímu systému (zjišťovat nadmořskou výšku) není vždy bezpodmínečně nutné. V mnoha případech je to ale žádoucí. To platí zvláště pro výzkumy v složitějších stavebních komplexech (např. v jádrech historických měst), aby bylo vůbec možné v delším časovém horizontu porovnávat výsledky jednotlivých výzkumů, mnohdy časově i prostorově vzájemně značně vzdálených. Obecně lze říci, že připojení dokumentace na nadmořskou výšku nabývá na důležitosti tam, kde lze po skončení výzkumu předpokládat velké proměny prostředí.

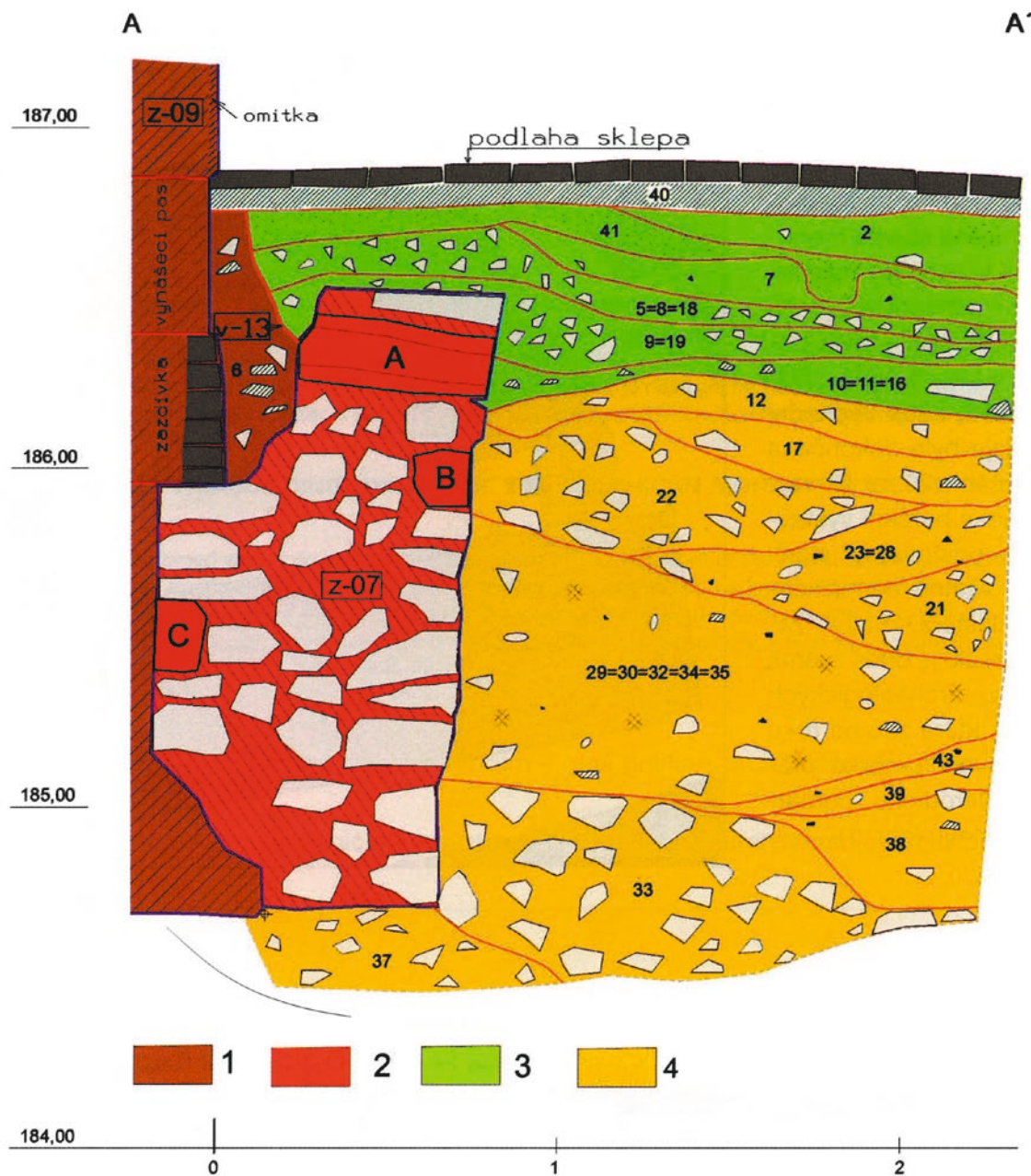
Výkresová dokumentace vzešlá z měřických činností provázejících archeologické výzkumy je typická důsledným užíváním měřítka 1 : 20 (výjimečně 1 : 10) a častým zakreslováním na milimetrový papír přímo v terénu. Slabinou tradiční archeologické dokumentace jsou většinou půdorysné plány. Archeologové nejsou zvyklí vést vodorovný řez přibližně v jedné rovině a odlišovat v plánu silnou čarou rovinu řezu určitými konstrukcemi a terény. Důsledné vedení a vyznačování řezových rovin často ani není možné, protože dokumentované konstrukce bývají příliš narušené a úrovně příliš rozkolísané. Výkres má proto charakter pohledu shora a často z něj není zřejmé, zda konkrétní čára vyznačuje hranici sondy, anebo obrys objektu apod. Grafické odlišování různých typů konstrukcí, hranic sond apod. je vůbec častým nedostatkem dokumentace archeologů. V tomto směru neexistuje dosud žádný úzus. Návyky jednotlivých dokumentátorů a archeologů se vzájemně dosti liší. Grafickou nejednoznačnost půdorysných plánů je proto důležité osvětlit důsledným zanesením výškových kót. U zbytků zdí se často vykrešlují všechny identifikovatelné zdící prvky (kameny, cihly). Možné je též, analogicky k označování vrstev v profilech (pohledech na stěny sond), opatřit jednotlivé charakteristické celky číselným indexem a identifikaci převést do legendy výkresu. Zásadní význam má pro srozumitelnost záznamu také jasná identifikace polohy – trasy vedení profilů.

Na rozsahu odkrývané plochy a složitosti náleзовých situací závisí potřebné množství generálních a dílčích svislých řezů. U plošně rozsáhlých výzkumů se dokumentace řídí pravouhlo sítí dílčích sond. Z pohledů na stěny jednotlivých sond se pak sestavují generální plány – pokud je to možné, jejich sestavování by mělo probíhat přímo v terénu, aby



Obr. 73: Celkový podélný řez domu s vyznačenými nálezoými situacemi stavebněhistorického průzkumu a archeologického úzkumu, stratigrafické celky jsou znázorněny v jednotné barevné škále. Způsob vynesení a grafického pojednání výstupů z detailního zaměření dochovaných konstrukcí a násypů pod podlahou přízemí dovoluje na první pohled zorientovat se ve složitém stavebním úvoji domu (Zug – Švýcarsko, měšťanský dům; podle BOSCHETTI-MARADI, 2012).





Obr. 74: Profil archeologické sondy se zakreslenými jednotlivými vrstvami historických i novodobých násypů a zděných konstrukcí, přičemž středověké zdivo (červeně) bylo natolik narušeno, že umožňovalo znázornit příčný řez, novověké zdivo (hnědě) je pak zachyceno obrysově. Důkladné znázornění zděných konstrukcí a archeologických terénů je nezbytným předpokladem interpretace stratigrafických vztahů (Praha 1, Staré Město, Klementinum; podle HAVRDA – KOVÁŘ, 2011).

se předešlo nesrovnalostem při ztotožňování konkrétních vrstev a konstrukcí napříč sondami. U složitých nálezových situací je třeba volit v průběhu výzkumu dílčí (pomocné) řezy, které mohou být nezávislé na základní síti vyměřených sond. Je však třeba každý řez napojit na jednotný výškový systém a důsledně vyznačovat jeho polohu v celkovém plánu.



Při měřické dokumentaci archeologicky zkoumaných stavebních konstrukcí a jejich částí se často používá fotogrammetrie. Aplikuje se jak pro vodorovné, tak pro svislé pohledy obzvláště členitých a složitých situací – odhalené půdorysy zaniklých částí staveb se zachovanými dlažbami, dochované úseky líců zdiva, často se zbytky omítek, začištěné profily archeologických sond s barevně výrazně odlišnými vrstvami apod. Je však třeba si uvědomit, že ani fotogrammetrická dokumentace není univerzální a rychlost jejího pořízení s sebou nese i nevýhody. Mnohdy je z hlediska poznání a porozumění nálezové situaci vhodnější, a tím také efektivnější, ruční zakreslování přímo v terénu do milimetrového papíru. Nepostradatelná je fotogrammetrie zejména při záchranných výzkumech, kdy je archeolog v časové tísní.

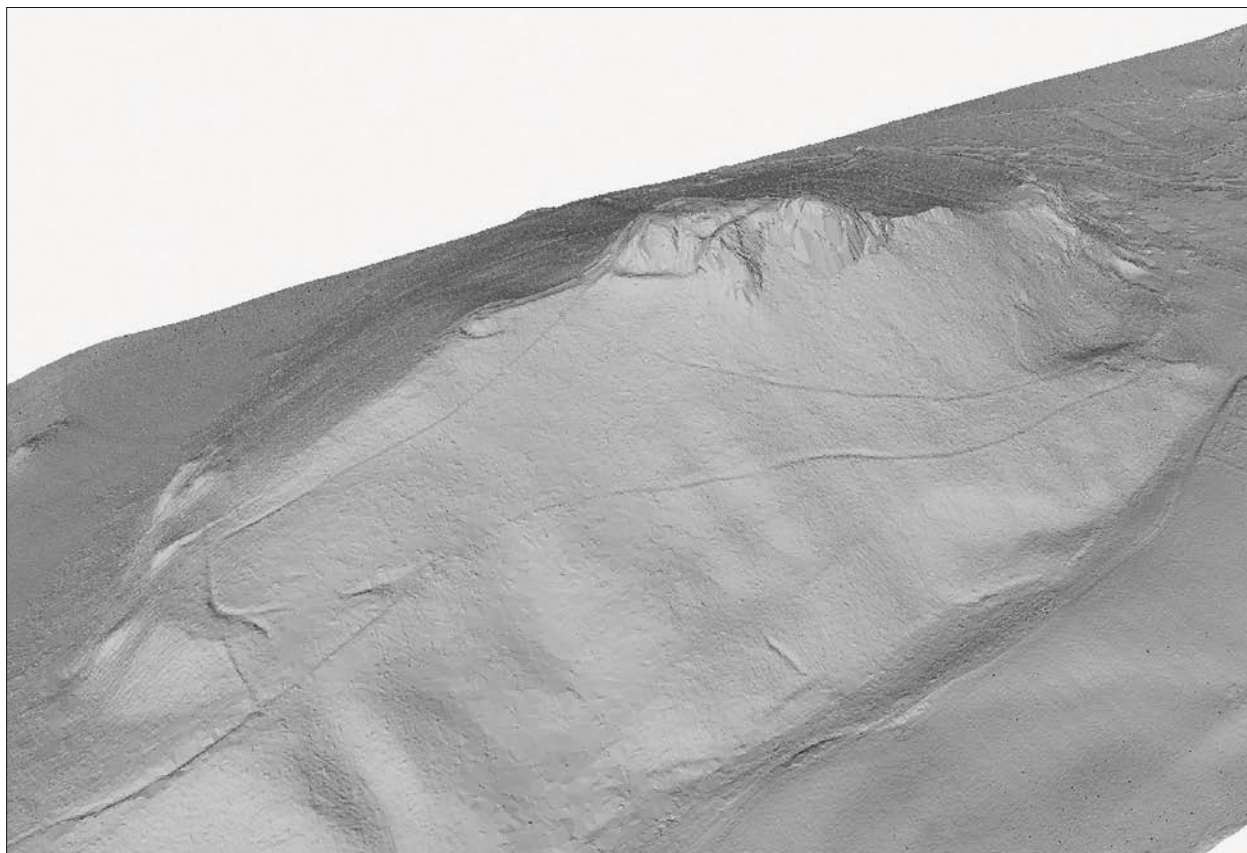
V poslední době se také v archeologii stále častěji uplatňují moderní metody 3D dokumentace, umožňující zachycení celkového tvaru odhalených objektů i barevné informace o snímaných bodech na povrchu objektu. Nejčastěji se používá metoda obrazové korelace (viz kapitolu 5.4.2.4) nebo skenování statickým 3D skenerem. Pro dokumentaci artefaktů odhalených při výzkumu se pak může s výhodou využít ruční 3D skener (viz kapitolu 5.4.3)

### 5.1.5 Letecká měřická dokumentace hradních zřícenin

*(Milan Sýkora)*

Pro kvalitní poznání stavební historie hradních sídel je velmi důležité důkladné polohové a výškové zaměření všech jejich reliktnů, stejně jako dokumentace ploch nadzemních zdív. V současné době existuje vedle klasického pozemního geodetického měření několik dalších metod, které tuto náročnou práci usnadňují. Rozdíl mezi nimi je velmi podstatný. Klasické geodetické měření je časově náročné, přičemž doba je přímo úměrná složitosti terénního reliéfu a míře narušení architektury. Jistě neopomenutelný problém představuje i přístupnost objektů a dosažitelnost jednotlivých reliktnů. Další nevýhodou pozemního geodetického zaměřování je fakt, že již od počátku dochází k interpretaci terénního reliéfu na základě konkrétních znalostí a představ osob, provádějících jeho průzkum. Každý badatel bude zaměřovat jednotlivé méně výrazné terénní hrany do jisté míry odlišně. Tento nepříjemný fakt je možno eliminovat vysokou hustotou naměřených bodů, které pak umožňují tvorbu plánů s podrobnějším intervalem vrstevnic. Časové nároky jsou ale v takových případech neúměrně vysoké. Alternativu k pozemnímu geodetickému měření představují dvě v poslední době stále intenzivněji aplikované metody zaměřování. Obě využívají snímání zemského povrchu z letadla, rogalu nebo dálkově ovládaného menšího létajícího zařízení, navzájem se ale liší prostředky a výstupy. Zatímco letecká fotogrammetrie využívá množství překrývajících se fotografií a stereoskopického vjemu, letecké laserové skenování (LIDAR) pracuje s různě hustým spektrem bodů změřených pomocí laserových paprsků. K určení polohy snímacího zařízení (skeneru) na palubě letadla slouží stanice GNSS, která se kombinuje se zařízeními IMU pro určení naklonění skeneru (jehož osa není během letu v přesně svislé poloze).

Před provedením letecké fotogrammetrie je potřeba si ujasnit, co všechno chceme zachytit a jak má vypadat výstup, a tomu podřídit průběh snímkování. Méně náročné budou objekty dochované v podobě terénních reliktnů, více pak ty s dochovanými konstrukcemi či s členitým terénním reliéfem. V prvním případě postačí snímkování v jedné či dvou náletových osách, v druhém je potřeba zvolit těchto os více, aby jednotlivé snímky umožňovaly zachycení všech pat zdí a jiných partií. Ty někdy bývají skryty v „mrtvém“ úhlu daném optikou fotogrammetrické kamery (problém radiálních posunů průmětu korun zdiva nad jejich patami). Před samotným provedením snímání je také vhodné na dokumentované ploše umístit několik vlícovacích bodů (kontrastně nabarvené či z plastu vystřižené kříže s rameny o délce 0,5 m a šířce 0,1–0,2 m), klasickými geodetickými metodami je zaměřit a tato data použít pro orientaci snímků letecké fotogrammetrie. Každý snímek je pomocí GNSS a IMU georeferencován. Tímto způsobem můžeme eliminovat případnou chybu a výsledné fotogrammetrické plány zpřesnit. Před provedením náletu je také nutné ujasnit si měřítka snímků, čemuž musí být přizpůsobena výška letové hladiny. Kvalita výstupu se odvíjí nejenom od výšky snímání a hodnoty rozlišení snímku, ale také od velikosti podélného a příčného překryvu jednotlivých snímků. Základním výstupem je klasické 3D vektorové zaměření lokality. Toto zaměření slouží k vyhotovení polohopisných plánů a tvorbě digitálního modelu terénu (dále DMT).



Obr. 75: 3D digitální model terénu v šedé škále získaný metodou leteckého laserového skenování (hrad Kalich – okres Litoměřice; realizovala firma ARGUS GEO SYSTÉM, s. r. o., úprava dat P. Hlaavenka a J. Vidman, 2009–2010).

Samotné zpracování je velmi náročné na počítačové a softwarové vybavení.<sup>76)</sup> Velkou výhodou je, když jej provádí osoba obeznámená se zkoumanou lokalitou, schopná její interpretace. V takovém případě jsou výsledné výstupy plnohodnotné a jen v mimořádných případech potřebují další doplnění. Přesnost takto získaných výstupů je relativně velmi vysoká a může se pohybovat mezi 5–10 cm v závislosti na měřítku snímkování a stavu vegetace na lokalitě. Vedle digitálního modelu terénu, umožňujícího tvorbu vrstevnicových plánů, je nejen možné, ale i žádoucí vyhodnotit také veškeré terénní hrany, zdiva, skály, komunikace či vodní toky. Interval vrstevnic může být poměrně hustý, jako ideální se pro prezentaci výstupů ukazuje 1 m pro celkové plány, 0,25 m pro detailní situace.

Fotogrammetrické snímkování a laserové skenování je nejvhodnější provádět v období vegetačního klidu, kdy je vidět pod koruny listnatých stromů. Ideální období je časně jaro pro jeho kvalitnější světelné podmínky. Nejvíce komplikací přinášejí neproniknutelné porosty jehličnanů, husté křoviny či oblasti se špatnými světelnými podmínkami. V takových případech je nutné provést doplňovací pozemní geodetické měření nebo je možné použít jiná data (laserové skenování, starší letecká snímkování apod.), vždy je však nutné dbát na možnost jejich vzájemné kombinace (identický souřadnicový systém, stejné body pro provázání jednotlivých souborů dat).

Fotogrammetrickou metodu lze také uplatnit u starších leteckých snímků, ale je nutné zvažovat měřítko, výšku letové hladiny a dobu jejich pořízení, i to, že často nedosahují obrazových kvalit těch novějších. V případě, že objekt byl výrazně poničen nebo je zakryt neprostupnou vegetací, má jejich využití svůj smysl.

76) Náročnost přímo závisí na zvolené podrobnosti dokumentace a na velikosti dokumentované lokality.





Obr. 76: Vrstevicový plán jádra hradu s intervalem orsteonic po 1 m, získaný metodou leteckého laserového skenování. Všechna zdiava bylo potřeba geodeticky doměřit, práce však trvala pouhé tři dny (hrad Kalich – okres Litoměřice; laserové skenování firma ARGUS GEO SYSTÉM, s. r. o., úprava dat P. Hlavenka a J. Vidman; geodetické měření M. Sýkora, J. Šály; tvorba a úprava plánu P. Hlavenka, M. Sýkora, 2010–2011).

Letecké laserové skenování má tři zásadní výhody – možnost volby různě vysoké hustoty naměřených bodů,<sup>77)</sup> relativně velkou přesnost a schopnost laserového paprsku proniknout i do míst, která jsou pro leteckou fotogrammetrii skrytá.<sup>78)</sup> Prvotním výstupem je tzv. mračno bodů, které je dále možné manuálně, poloautomaticky či plně automaticky filtrovat a klasifikovat. Právě v tom ale také spočívá největší nebezpečí. Filtrace bodů může někdy odstranit různé terénní nerovnosti. Další podstatnou nevýhodou je, že výstupy mnohdy neumožňují rozlišení jednotlivých komponent terénu, zejména skalních bloků splývajících s terénem či nízkých zdív. Tuto nevýhodu je však možné výrazně eliminovat kombinací skenování s fotografickým záznamem. Další problém představuje nutnost vyhlazení DMT, jinak bude průběh vrstevnic nepřírozený (namísto oblých vzniknou zalamující se linie). Od všech těchto výhod i nevýhod se pochopitelně odvíjí i přesnost DMT, kterou je potřeba ověřovat v terénu.

Obě metody představují ideální podklad pro tvorbu 3D modelů a následných vizualizací. Zvláště laserové skenování v kombinaci se snímáním foto- či videokamerou a letecká fotogrammetrie v kombinaci s pozemní fotogrammetrií přinášejí pozoruhodné výsledky.

V obou případech je pro ověření správnosti výstupů vhodné provést revizní měření – většinou postačí zaměřit jen několik identických bodů. Dosavadní zkušenosti však ukazují, že kvalita dat získaných leteckou fotogrammetrií

77) Hustotu skenování obecně je možné volit. Ovlivňuje se např. výškou náletu. Dnes je celé území České republiky pokryto skenem s hustotou min. 1 bod na 1 m<sup>2</sup>.

78) Např. produkt ČÚZK – DMR 5G má udávanou tzv. střední chybu ve výšce 18 cm v odkrytém terénu a 30 cm v lesích.



Obr. 77: Vrsteonicoý plán hradu a jeho okolí s relikty obléhacího tábora s intervalem vrsteonic po 1 m představuje dobrý příklad integrace několika různých měření do jednoho výstupu. Základním prvkem je plán vyhotovený z leteckého fotogrammetrického snímkování (firma ARGUS GEO SYSTÉM, s. r. o., úprava dat P. Hlavenka). Do něj byla pomocí identických ulicovacích bodů integrována pozemní geodetická měření (M. Červenka, M. Sýkora, J. Šály), zejména pak hůře viditelné partie pod jehličnany a v tmavém údolí řeky Vrchlice. Posledním krokem je zaměření reliktní obléhacího tábora realizované P. Koscelníkem a kol. (hrad Sion – okres Kutná Hora; zaměření 2011–2013, celková úprava M. Sýkora, 2013).



a laserovým skenováním je zcela mimořádná. Obě dvě metody představují zatím nejpodrobnější a nejpřesnější možnost dálkové dokumentace objektů. Jejich jedinou, avšak pouze zdánlivou nevýhodou jsou finanční nároky. Neoddiskutovatelným faktem zůstává, že pozemní měření stejné lokality je mnohdy časově, a tedy i finančně náročnější než letecké laserové skenování a fotogrammetrie. V menším měřítku jsou dnes navíc vhodnou alternativou tzv. drony, létající modely nesoucí záznamové zařízení, jejichž provoz je v porovnání s klasickým letadlem levnější. Při použití metody obrazové korelace je pak možné získávat touto cestou velmi kvalitní výstupy na pomezí skenování a fotogrammetrie (viz kapitoly 3.4.6 a 4.4.2.4).

### 5.1.6 Měřická dokumentace torzálně dochovaných staveb

Stavby, které se dochovaly v torzálním stavu, jsou z hlediska pořizování měřické dokumentace velmi specifickou skupinou. Jednak je předmět dokumentace zpravidla velmi těžko přístupný až nepřístupný, jednak jsou částečně dochované konstrukce hůře uchopitelné a správná volba zaměřovaných bodů vyžaduje velké zkušenosti. Zároveň je u torzálních konstrukcí většinou viditelné řádově větší množství detailů než u konstrukcí zachovaných a užívaných staveb, což činí jejich dokumentaci výrazně náročnější.

Všechny výše uvedené charakteristiky vedou k nutnosti používat pro zaměřování techniky bezkontaktního měření a techniky umožňující hromadné zaměření velkého počtu bodů během krátkého času. Jedná se ve valné většině případů o plně profesionální geodetickou práci. Kromě metod dálkové, letecké dokumentace popsanych v předešlé kapitole se tedy nejčastěji využívá polárního měření totální stanicí s bezhranolovým dálkoměrem, různých fotogrammetrických technik a pozemního laserového 3D skenování.

Zadávání měřických prací geodetům předpokládá přirozeně velmi pečlivou přípravu zakázky ze strany zadavatele, zejména podrobnou specifikaci nároků, případně přímo vyznačení důležitých bodů nebo skutečností a vztahů, např. do pracovní fotodokumentace. Ideální je samozřejmě přímá spolupráce stavebního historika a geodeta, a to jak během terénních měřických prací, tak při zpracování výstupů.

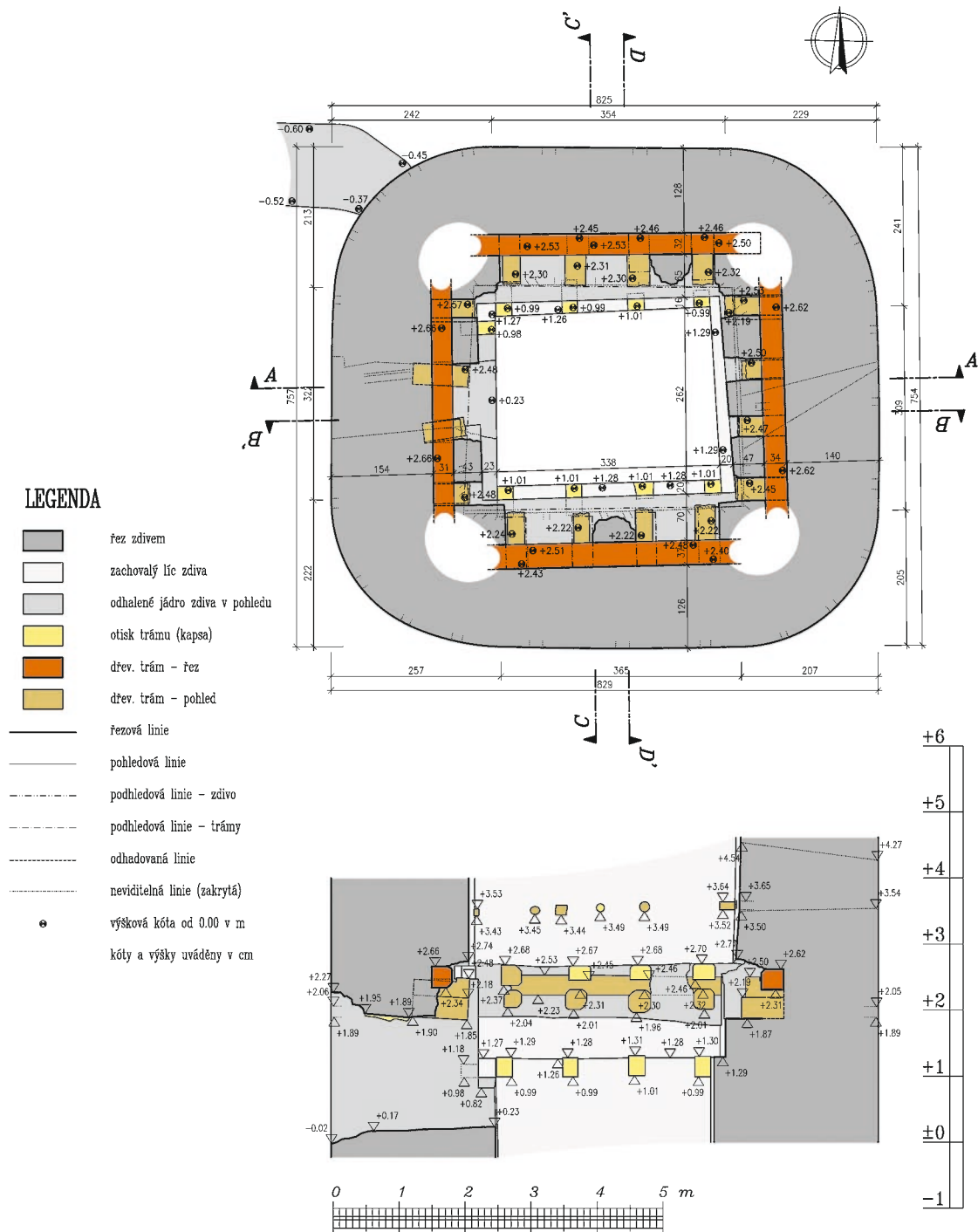
Velké množství detailů – nálezových situací, které je třeba během terénní části dokumentace torzálních staveb zaznamenat,<sup>79)</sup> vylučuje v praxi většinou jednostrannou aplikaci běžného bodového měření totální stanicí. Tou se nejčastěji provádí především celková polohová měření a následně zaměření omezeného počtu charakteristických podrobných bodů a vličovacích bodů na jednotlivých střepech zdiva. Podrobná dokumentace každého střepu zdiva se pak provádí často fotogrammetricky.

Role klasického polního náčrtu nebo jako polní náčrt využitých výtisků pracovní fotodokumentace v celkovém měřickém procesu se přitom neumenšuje. Právě naopak. Význam poznámek ke všem v terénu postřehnutelným morfologickým, konstrukčním i typologickým detailům je při zpracování výstupů tím důležitější, čím méně času stráví měřič vlastním zaměřováním.

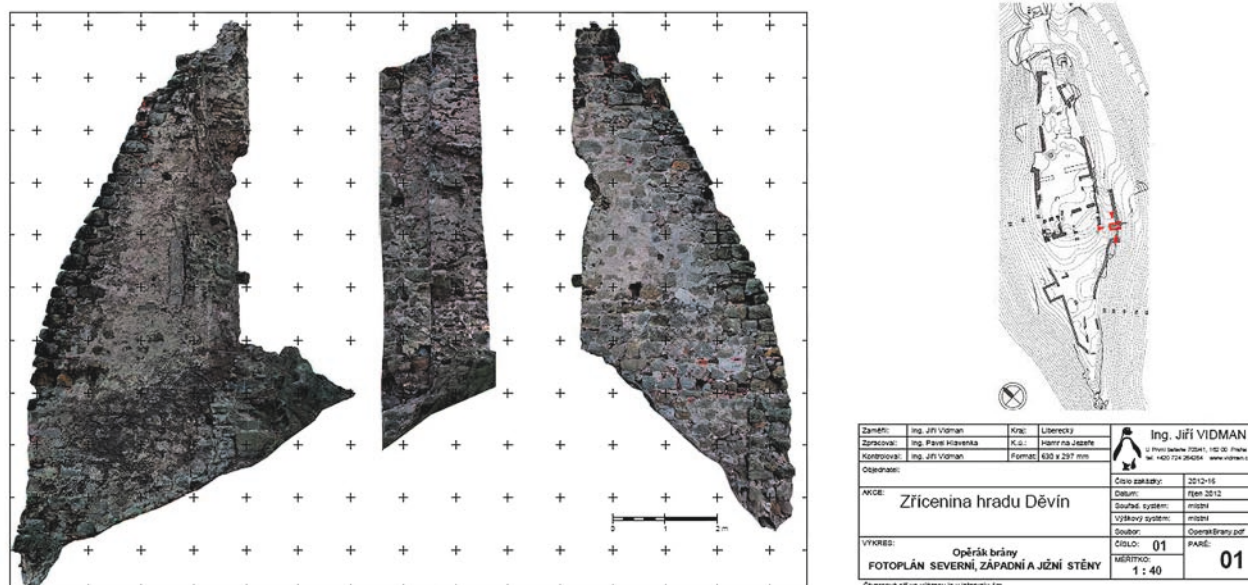
Pro výstupy měřické dokumentace torzálně dochovaných staveb je typické, že mají-li být srozumitelné, musí obsahovat výrazně vyšší množství odkazů a rozlišovacích prvků (popisek, šraf, barev apod.), než je tomu u dokumentace běžných staveb. Náročné je již určování řezových úrovní. Někdy je lepší rezignovat na klasické celkové vodorovné řezy a nahradit je generálním pohledem na lokalitu shora, přičemž vlastní vodorovné řezy v potřebném počtu úrovní se vztahují až k jednotlivým samostatným „objektům“ – střepům zdí, torzům jednotlivých budov areálu apod. Také problematika celkových svislých řezů a svislých řezů kombinovaných s pohledy je výrazně složitější. Zvláštní pozornost je třeba věnovat rozlišení linií původních líců a hran od linií, hran a ploch vzniklých destrukcí. Významnou roli hrají také linie, jimiž se rekonstruují zaniklé (nebo z větší části zaniklé) prvky. Zde je třeba často rozvinout celou škálu šraf, typů čar přerušovaných a čar, jejichž výraznost je potlačena. Všechny tyto prostředky je samozřejmě nutné přehledně prezentovat v legendě, která by měla být součástí každého výkresu.

U výkresové dokumentace torzálně dochovaných staveb je také velmi důležité zobrazení prvků pevné měřické sítě

<sup>79)</sup> Často jsou navíc ohroženy bezprostředním zánikem.



Obr. 78: Měřická dokumentace hradních zřícenin je disciplína kladoucí vysoké nároky na porozumění dokumentované situaci a na pracnost, neboť v částečně narušených konstrukcích je zachytitelné násobně větší množství informací než v uzavřených konstrukcích staveb, jež jsou v dobrém technickém stavu. V tomto případě jsou nároky navíc stupňovány faktem, že jde o pozůstatky složité utvářené prostorové dřevěné konstrukce ve stísněném a běžně nepřístupném interiéru věže. Náročný je i formální aparát výkresu odlišující původní líce zdiva, narušené jádro zdiva, dochovaná torza dřev, otisky dřevěných proků, původní hrany a líce a druhotně vzniklé hrany a líce (Gutštejn – okres Tachov, hrad; zaměření a kresba M. Černý a kol., odborné zadání a konzultace V. Razím a J. Veselý, 2011).



Obr. 79: Jako optimální forma měřické dokumentace u rozsáhlých torzálních staveb se ukazuje užití odlišných metod pro celkové a detailní měření. Pro jednotlivé střepy zdiva je optimální kombinace základního zaměření totální stanicí a fotogrammetrické dokumentace líců zdiva (hrad Děvín – okres Česká Lípa; zaměření J. Vidman, 2012).

(rastr křížků celých hodnot souřadnicového systému, měřické body stabilizované v terénu, vlíčovací body na konstrukcích i na terénu apod.). Stejný význam má samozřejmě také dlouhodobá fyzická stabilizace hlavních měřických bodů přímo v terénu, umožňující pozdější přesné navázání na realizované měřické a dokumentační práce, případně kontrolní měření.

## 5.2 Časté nedostatky běžných zaměření

Spektrum vznikajících dokumentací historických staveb je velmi široké a stejně široká je také skupina osob, která se jejich zpracování dlouhodobě věnuje. Přestože v naší zemi byla od konce 50. let věnována této specializaci poměrně velká systematická pozornost a byly formulovány i dosud nepřekonané metodické zásady, objevuje se v praxi velmi vysoké procento dokumentací, které nesplňují ani základní požadavky na věrnost, přesnost a kvalitu. Důvodů je řada. K těm nejdůležitějším donedávna patřila absence specializovaného pracoviště v rámci vysokých škol odpovídajícího zaměření.<sup>80)</sup> V celkové geodetické a projekční produkci budou činnosti směřované k historickému stavebnímu fondu vždy minoritní. S tím souvisí problém nekompatibility platných technických normativů s povětšinou atypickou stavební podstatou historických staveb, respektive problém nesouladu jejich řemeslného světa s majoritním světem dnešního stavebnictví. Je-li zobrazovací úzus zhmotněním společného jazyka projektantů a stavebních firem, je pochopitelné jeho uzpůsobení především konstrukcím, prvkům a materiálům, které jsou v současnosti běžné. Jsou-li však zobrazování a záznam historických staveb natolik odlišné, měla by pro tuto skupinu staveb existovat zvláštní norma. Legitimní je také uvažovat o nutnosti zvláštní autorizace pro práci s takto specifickým materiálem, obzvláště je-li jeho odlišnost tak úzce spjata s tím, co jej činí hodnotným (ceněným).

<sup>80)</sup> Od roku 2008 funguje v rámci Filozofické fakulty Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem Centrum pro dokumentaci a digitalizaci kulturního dědictví. Profesionální přípravě budoucích geodetů a architektů pro tuto specializaci je od roku 2008 věnován též společný projekt Laboratoře fotogrammetrie Fakulty stavební a Ústavu teorie a dějin architektury a Ústavu památkové péče a rekonstrukcí Fakulty architektury ČVUT v Praze.

Dosti často jsou však důvodem nekvality zpracovávané dokumentace čistě osobní vlastnosti konkrétního zpracovatele, jako je nepečlivost a přímočará orientace na maximální zisk z minimálního pracovního výkonu. Stejně výsledky má ale také podcenění významu kvality zaměření ze strany zadavatelů a jejich neochota kvalitní práci dostatečně finančně odměnit.

I v dokumentacích, jejichž kvalitu můžeme charakterizovat jako přijatelný průměr a které jsou alespoň v hrubých rysech věrné, však často nacházíme elementární chyby. Řada z nich se pravidelně opakuje. Pokládáme proto za nutné na ně upozornit.

### 5.2.1 Pravoúhlé versus nepravidelné

K základním prohřeškům, které jsou však typické především pro nejnižší kvalitativní kategorie, je zanedbávání odchylek od pravého úhlu. Tento projev, který je společný nejširší skupině stavařských a inženýrských zaměření, lze snad akceptovat u jednoduchých staveb v I. kategorii podrobnosti. Měl by však být vyhrazen jen dokumentaci pořizované v časové nouzi nebo velmi omezenými prostředky. Často se s ním ale setkáváme také u výkresové dokumentace větších objektů. Nezřídká se objevuje situace, kdy celková struktura – vnější obrys stavby, průběh zdí, základní tvary místností – je relativně správná, neboť byly hlavní charakteristické body zaměřeny geodeticky, pravoúhlé schéma je však aplikováno na všechny stavební „detaily“, jako jsou otvory a jejich špalety, průběh vodorovných konstrukcí apod., bez sebemenšího ohledu na skutečnost. V této souvislosti je třeba zopakovat zásadu, že zaměření historické stavby má respektovat maximum odchylek a nepravidelností. I nepatrný rozdíl v šikmosti špalet jednoho otvoru nebo v průběhu stropních trámů má většinou svůj význam. Zásadní je proto nejen celkové respektování tvaru prostorů, ale i směrů a tvarů drobných prvků a konstrukcí. Je proto třeba se snažit všechny tyto skutečnosti zachytit realisticky, přirozeně v mezích rozlišení zvoleného měřítka.

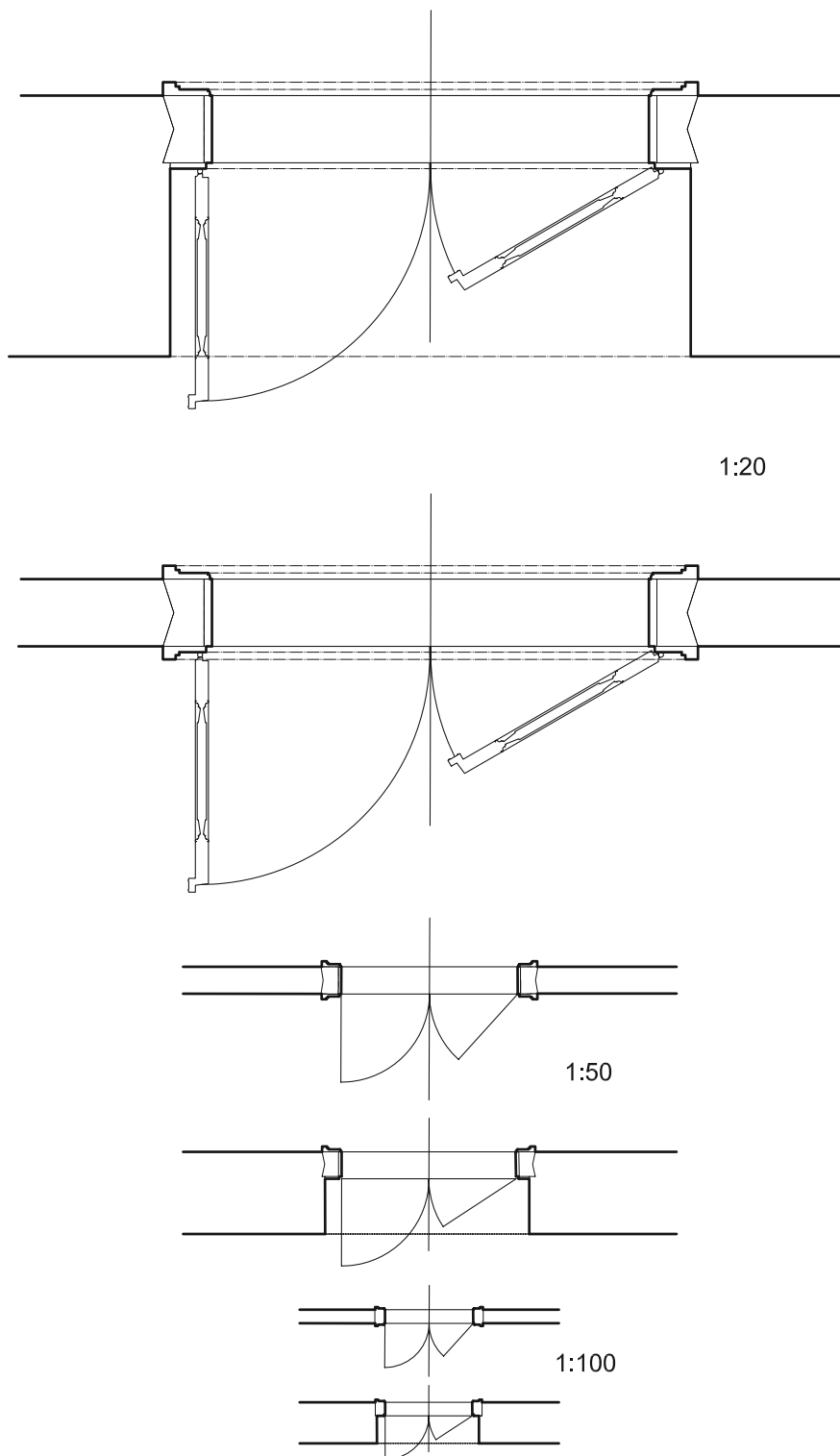
### 5.2.2 Vedení řezových rovin a snaha ušetřit

Historické stavby mívají velmi často v rozsahu jednoho podlaží více úrovní podlah. Nezřídká se dokonce stává, že i poměrně malé stavby mají v rámci sousedících dispozičních dílů výrazně odlišné výškové členění (patrování). To přirozeně přináší komplikace při jejich zobrazování. Nejsnáze se tento problém řeší větším počtem vodorovných i svislých řezů. Nejspíše s cílem uspořit se však běžně objevuje snaha sloučit v takovém případě více úrovní do jediného vodorovného řezu. Nejčastějším příkladem tohoto postupu jsou kostely, kde bývá do jediného půdorysu slučována úroveň vstupu a okenních otvorů, ačkoliv je mezi nimi výškový rozdíl několika metrů. Ve výjimečných případech se dá takovýto problém řešit užitím čárkovaných nebo čerchovaných čar pro zachycení polohy nezobrazitelné úrovně do stejného výkresu. Lepším řešením je však užívání dílčích řezů (i vodorovných), vždy s jasně vyjádřenou návazností na zbytek dispozice. Toto řešení je také optimální v případě konstrukcí procházejících mezi více řezovými úrovněmi, typicky u složitějších schodišť. U svislých řezů je situace obdobná, i když o poznání jednodušší. V platné normě, ale i ve většině metodických pokynů jsou vyjmenovány důležité polohy, kterými mají svislé řezy vést (hlavní vstup, schodiště, otvory, vrcholy kleneb, záklopy před stropním trámem), nezřídká se však jednotlivé požadavky navzájem vylučují (viz např. kapitolu 6.1.1). Svislé řezy je možné snadno zalamovat, také u nich se však preferuje přímé a jasné vedení a jen případné doplnění řezy dílčími tam, kde je situace složitější.

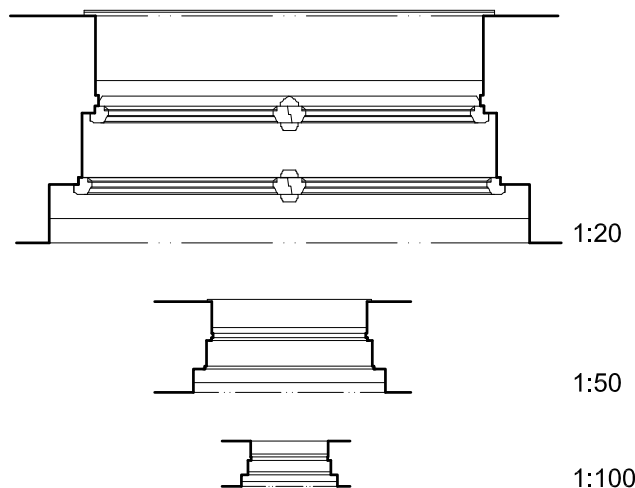
### 5.2.3 Otvory a jejich výplně

Okenní a dveřní otvory a jejich výplně patří k nejčastěji nesprávně zaměřovaným i zobrazovaným detailům. Tento stav je často přímým důsledkem proměny stavební praxe. Historicky jsou pevné rámy a zárubně otvorů většinou integrální součástí tzv. hrubé stavby. Byly osazovány již při zdění, nejpozději však před omítáním. Proto musí být zobrazeny jako součást zdiva uvnitř plochy ohraničené silnou řezovou čarou, nikoli zvlášť a tence. Jsme-li schopni určit





Obr. 80: Škála podrobnosti vykreslení dveří a jejich vztahu ke zdiu a otvoru v něm, odpovídající měřítkům 1:100, 1:50 a 1:20. Uvedeny jsou vždy varianty dveří v příčce a v nosné zdi (kresba J. Veselý, 2014).



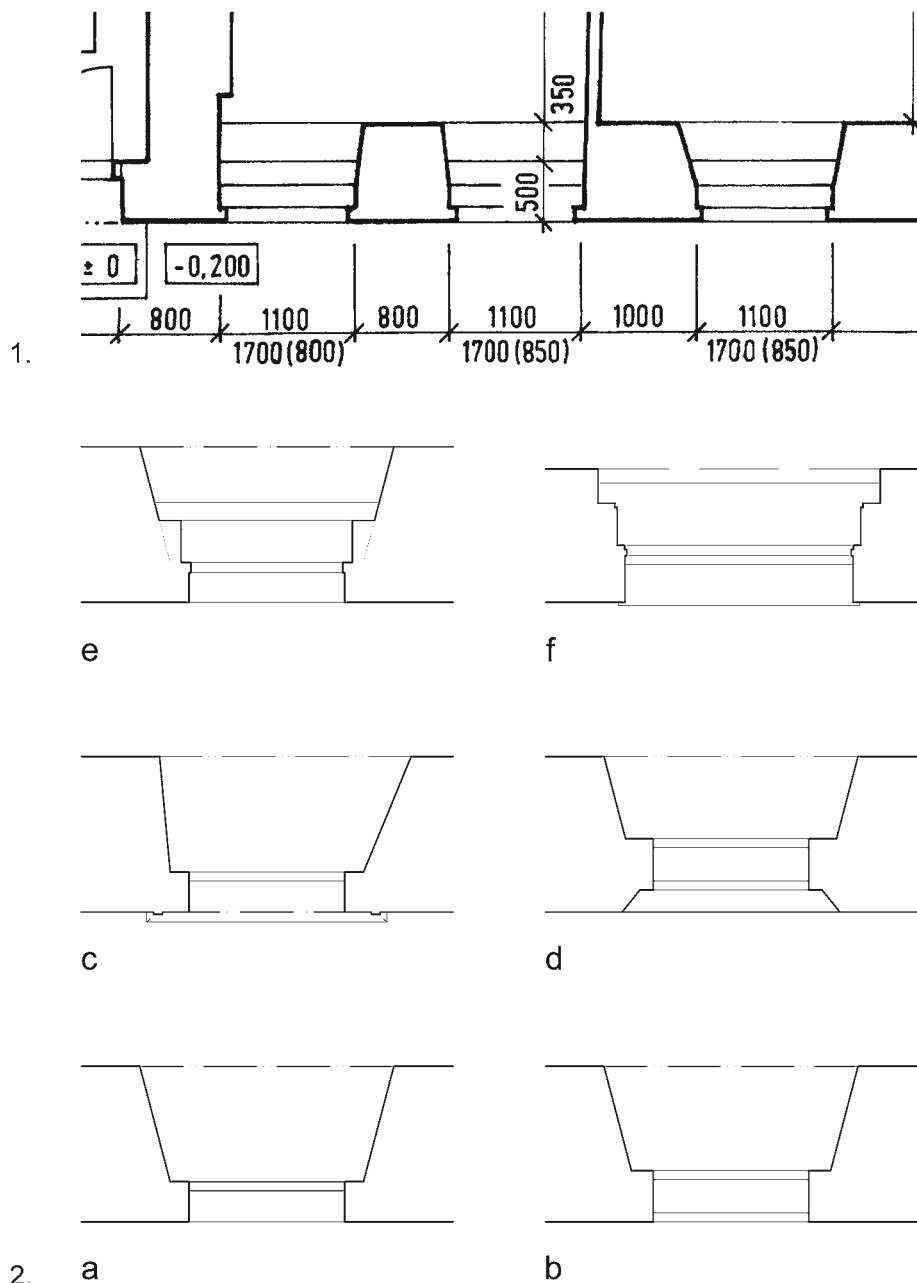
Obr. 81: Škála podrobnosti vykreslení oken a tvaru niky a ostění, odpovídající měřítkům 1 : 100, 1 : 50 a 1 : 20 (kresba J. Veselý, 2014).

polohu styčné spáry mezi materiály zdivo/dřevo nebo zdivo/tesaný kámen, naznačíme ji tenkou čárkovanou čarou. V oněch výjimečných případech, kdy byl prvek osazován později (např. při přestavbách nebo výměnách), byla pro něj vždy připravena drážka ve zdivu. Současná praxe je naopak většinou taková, že se do hotového a čistého otvoru bez drážek a ústupků vkládá výplň. Právě z této praxe vyplývá způsob znázorňování výplní podle normy. Zdivo historických staveb má výrazně větší tloušťku než zdivo staveb novodobých. Vlastní otvory jsou proto na interiérové, respektive rubové straně, výrazně rozšířeny do tzv. niky otvoru. Tyto niky mají většinou šikmé špalety a překlad či záklenek se stoupající vrcholnicí. Zešikmení špalet přitom bývá nezřídka asymetrické. To se samozřejmě musí odrazit i v zaměření, ale často je to zanedbáváno. Nepřesnost v zachycení tvaru otvoru a jeho niky si pak často při konstrukci půdorysu vynucuje deformace tvaru a průběhu zdiva.

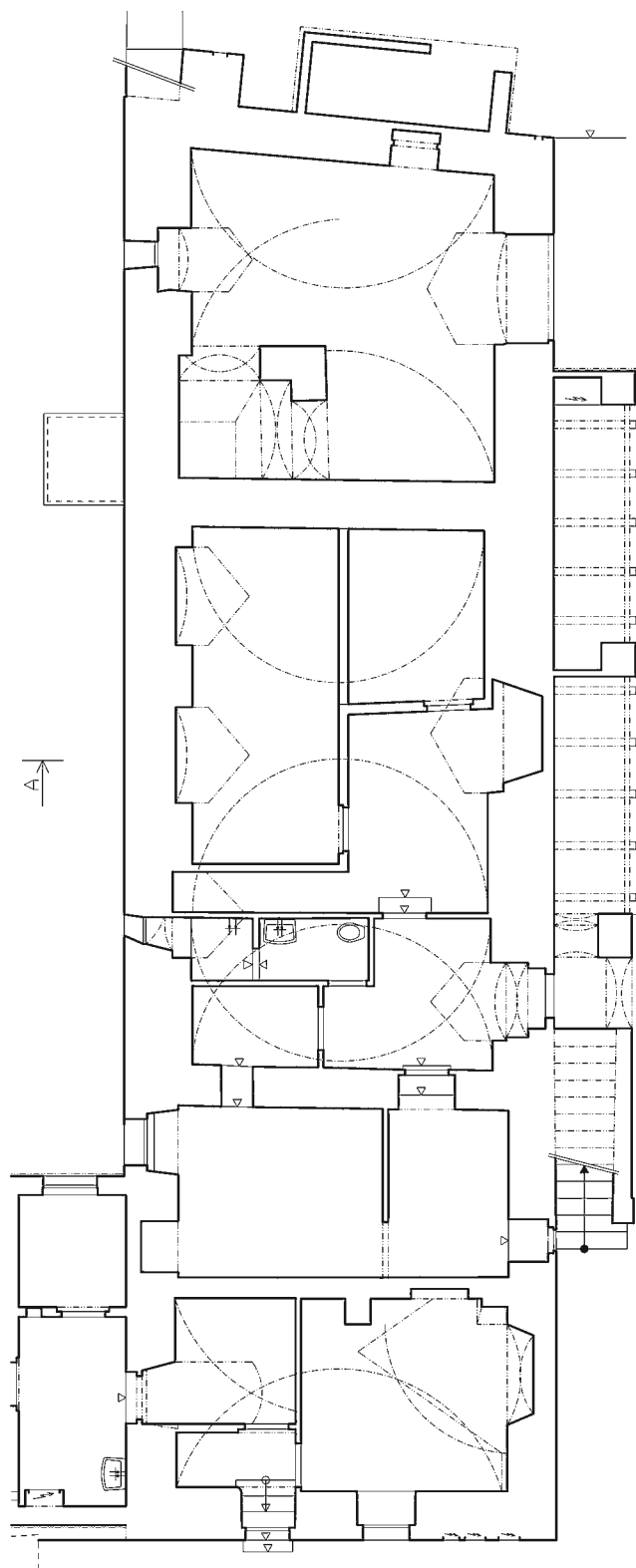
## 5.2.4 Klenby

Samostatnou kapitolu představují klenby, zejména v půdorysech.<sup>81)</sup> Norma problematiku kleneb explicitně neřeší. Při jejich zobrazování se tedy vychází z obecnějších pravidel. Viditelné hrany – tj. hrany na styku kápí, hrany výsečí, případně hřebínky, žebra apod. – se v půdorysu zobrazují svislým průmětem, tenkou čerchovanou čarou se dvěma tečkami. Tento bod bývá v praxi ještě poměrně obstojně naplňován, ačkoliv se často setkáváme s opomíjením rozdílů, např. mezi různými typy výsečí, a se schematizováním, tedy nikoli se skutečným průmětem, ale s přibližným, jednodušším znázorněním. Pro správné zobrazení kleneb je však obzvlášť důležité druhé pravidlo – zobrazování tzv. sklopených čel kleneb. V půdoryse se mají objevit sklopená křivková čela všech kápí a výsečí kleneb, a to v rozsahu od jedné paty kleneb ke druhé. Zde se opět často setkáváme se schematizací. Místo reálných křivek – ve skutečnosti často paraboly, části oválů a elips, ale také půlkruhy, kruhové segmenty a někdy též geometricky nedefinovatelné křivky – se často setkáváme s plošným užitím segmentů nebo půlkruhů, bez ohledu na reálné tvary čel. U I. a II. kategorie podrobnosti je samozřejmě možné určité zjednodušení, tvary sklopených čel by však i zde měly vycházet z reálné situace a skutečně naměřených hodnot – nejčastěji z rozdílů výšky pat a vrcholu křivky nad podlahou prostoru. U III., ale především IV. kategorie je pak nezbytné zachytit skutečný tvar klenebního čela včetně všech nepravidlostí, jako jsou rozdílné výšky pat, odchylky od ideálního geometrického tvaru apod. To vyžaduje zaměřit v terénu více než tři nezbytné body na profilu nebo čelech kleneb. Nejčastěji se zaměřuje řada pravidelně rozmístěných bodů po celém průběhu křivky,

81) Nezřídka však i ve svislých řezech.

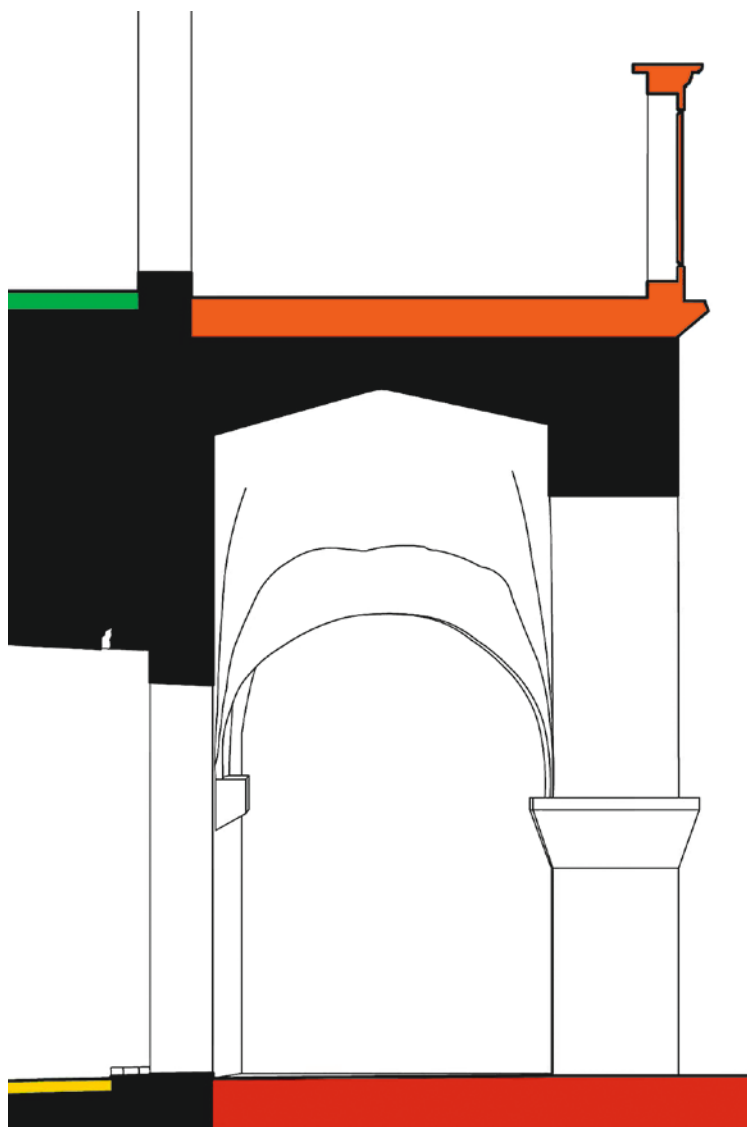


Obr. 82: 1. Typický příklad špatného a zavádějícího znázornění niky okenního otvoru a výplně v silné obvodové zdi historické stavby. 2. Škála nejběžnějších typů tvaru okenních nik a uspořádání výplní, v podrobnosti pro měřítko 1:50. a – symetrická nika se šikmými špaletami a jednoduchým dovnitř otvíravým oknem na vnitřní straně ostění; b – symetrická nika se šikmými špaletami a dvojitým, dovnitř a ven otvíravým oknem s omítanou vnitřní špaletou, vnější výplň je osazena v líci fasády; c – asymetrická nika se šikmými špaletami a jednoduchým dovnitř otvíravým oknem na vnitřní straně ostění, které má v líci fasády profilaci a plastickou parapetní římsu; d – symetrická nika se šikmými špaletami a dvojitým, dovnitř a ven otvíravým oknem s omítanou vnitřní špaletou, vnější výplň je odsazena do mělkého ústupku se šikmými špaletami; e – symetrická nika se šikmými špaletami a dvojitým, dovnitř otvíravým špaletovým (kastlovým) oknem, osazeným za vnější ostění (výplň mladší než nika); f – symetrická nika s kolmými špaletami a dvojitým, dovnitř otvíravým špaletovým (kastlovým) oknem, osazeným za vnější ostění (výplň současná s nikou) (kresba J. Veselý, 2014).



Obr. 83: Znázorňování kleneb v půdoryse je složité, zvláště u jejich komplikovanějších typů. Problém nepředstavují ani tak průměty viditelných hran, jako sklopená čela kápí nebo výsečí. Zejména tehdy, kdy byl zaklenutý prostor v průběhu vývoje stavby dále dělen příčkami. Zatímco v prostorách, kde při dělení nedošlo k zásahům do vlastní klenební konstrukce, lze při jejím znázorňování mladší konstrukce ignorovat (prostory uprostřed). Tam, kde došlo ke změnám tvarů klenby (prostor nahoře), je již zobrazení komplikovanější. V místech, kde došlo k odstranění části klenby a drobnému dělení silnějšími příčkami, je nutné někdy na vykreslení části sklopených čel rezignovat (prostory dole) (Komorní Hrádek – okres Benešov, areál zámku, budova purkrabství, přízemí; zaměření a kresba I. Janoušký, 2006).



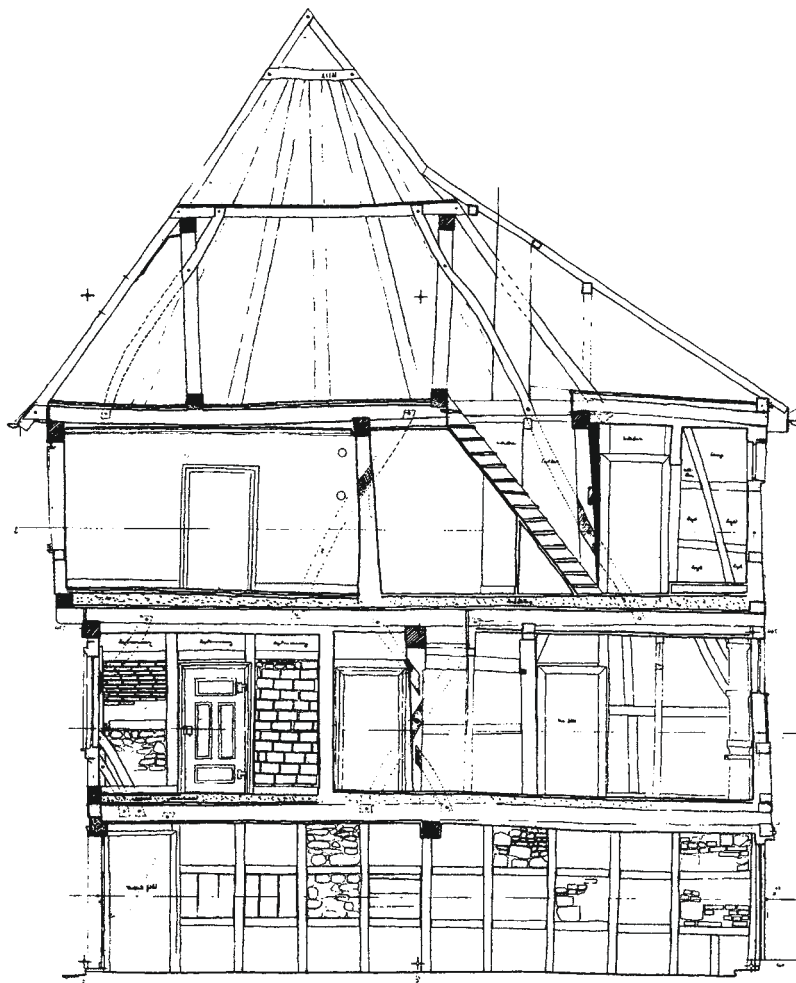


*Obr: 84: Čela kleneb středověkých staveb jsou často nepravidelná. Můžeme-li v případě sklopných čel v půdoryse výjimečně sáhnout pro přehlednost ke geometrizaci a jistému zjednodušení, v příčných řezech a v pohledech je nutné skutečně exaktní zobrazení jejich tvaru (Obděnice – okres Příbram, kostel Nanebevzetí Panny Marie, výřez podkruchtí z podélného řezu stavbou; zaměření a kresba J. Veselý a J. Kypta, 2013).*

v případě zvláštních nepravidelostí je ale třeba volit charakteristické body na okrajích, vrcholech či inflexních bodech křivky. Komplikovaná situace při zobrazování nastává, je-li např. dříve jednotný klenutý prostor rozdělen a následně jsou jeho díly samostatně upravovány. Při zobrazování jsme pak postaveni před volbu, zda zobrazovat samostatně čela jednotlivých úseků klenby po prostorech, nebo rekonstruovat někdejší tvar a průběh klenby napříč mladšími dělicími stěnami. Obdobně komplikovaná je pro zobrazování situace kleneb nad nepravidelnými prostory, jejichž paty se nezdídká nalézají v různých úrovních, a sklopná čela pak na pohled nelogicky končí volně a bez zřetelné návaznosti, nebo výrazně zasahují do průmětu zdiva apod. Pro tento typ případů neexistuje obecné řešení, a je třeba je volit v souvislostech a s ohledem na srozumitelnost zobrazení.

### 5.2.5 Dřevěné konstrukce

Zobrazování konstrukcí ze dřeva je sice věnována samostatná norma,<sup>82)</sup> ta je však opět orientovaná na moderní tesařské konstrukce a její ustanovení nejsou dostatečným vodítkem pro věrné zachycení složitějších tesařsky vázaných krovových, hrázděných či roubených konstrukcí historických staveb.

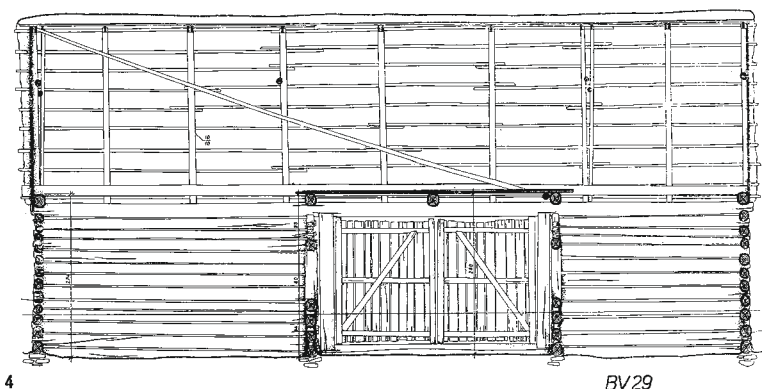
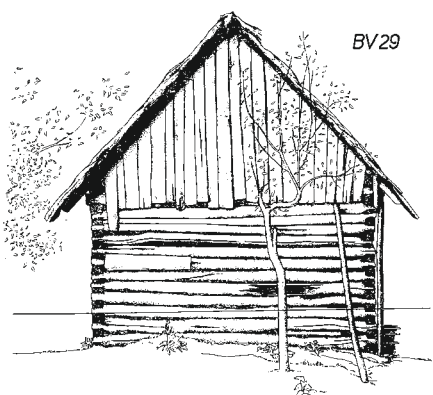
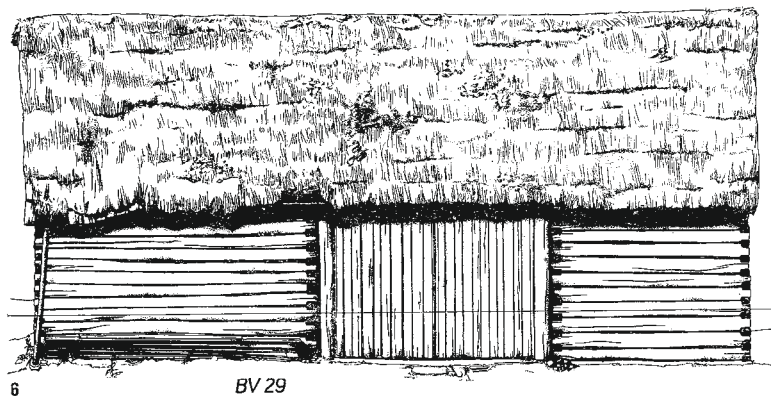
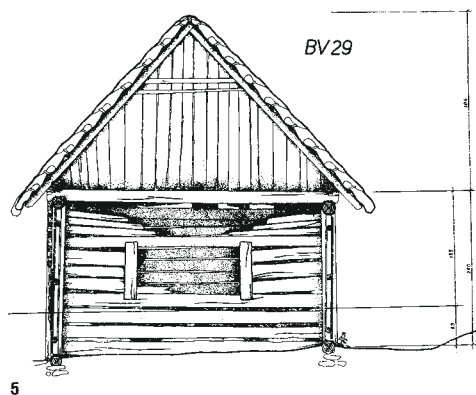


Obr. 85: Staoby, jejichž konstrukce jsou z větší části dřevěné, vyžadují při zaměrování specifický přístup. Přeoládající hrázděný charakter zástavby v západní Evropě měl nepochybně vliv i na podrobnost a charakter běžné měřické dokumentace. Proti našim zvyklostem je zejména v německém prostředí míra schematizace, zjednodušování a geometrizace průřezu prvků minimální (zaměření neznámého objektu, IV. kategorie podrobnosti; podle CRAMER, 1984).

Základním neduhem tuzemských zvyklostí je vysoká míra schematizace zobrazení (promítá se přirozeně již do vlastního měřického terénního výkonu). To se projevuje především u půdorysů krovů i roubených staveb, i ve svislých řezech je však schematizace běžná (srov. kapitolu 6.1.1.).

Mezi nejčastější chyby patří špatná orientace řezů, respektive řezů s pohledy na hlavní konstrukční celky, tj. příčné vazby krovů nebo stolice podélného vázání, případně rámy hrázděných konstrukcí. Řezy mají být vždy vedeny tak, aby

82) ČSN 01 3487 Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy dřevěných stavebních konstrukcí (v platnosti od července 1987).



Vyměřil Vladimír Blíženeč 1947 v měřítku 1:25

2 – přízemí, 4 – podélný řez, 5 – štítové průčelí, 6 – přední průčelí.

Roubená stodola, nejrázovitější z posledních tří v obci a stará asi sto osmdesát let, má běžnou dispozici průjezdného mlatu s oboustrannými pernými – párníky – nestejně velikosti. Prkenné patro pod úrovní okapu omazané hlínou je položeno na vazné trámy podvlečené pod pozednice. Jednoduchost a konstrukční čistota stěn roubených „na zámek“ a prolomených jen širokými otvory do mlatu, lehkého hambalkového krovu s prkennými štíty a doškovou krytinou i veřejových vrat vsazených mezi mohutné sloupy ostění, vyjadřují v rezné hmotě dřeva a slámy výrazovou účinnost nejušpurnějších stavebních prostředků.

Obr. 86: V Československu se detailní realistický měřický a grafický záznam uplatňoval ve 40. letech 20. století v etnograficky orientované systematické dokumentaci tzv. lidové architektury (převážně roubené) ve vybraných regionech. Pro tento typ dokumentace je charakteristická romantická výtvarná stránka výkresů (podle KURIAL, 1979, s. 57).

hleděly na lícovou stranu konstrukcí, tj. na tu stranu, kde jsou viditelné tesařské spoje a značení. Pokud je v rozporu žádoucí orientace řezu pro běžná zděná podlaží a krov, je třeba doplnit celkový řez řezem dílčím, s odpovídajícím pohledem na lícovou stranu dřevěné konstrukce, případně spoje alespoň čárkovaně naznačit.

Běžná, ale i kvalitnější měřická produkce u nás dosahuje maximálně kvality II. kategorie podrobnosti. Srovnáme-li tuzemská zaměření dřevěných (převážně krovových konstrukcí) s měřickou dokumentací ze zemí s převahou hrázděné architektury, nemůžeme nevidět propastný rozdíl v podrobnosti. V těchto oblastech je zvykem zobrazovat nejen spoje, ale také skutečné průřezy prvků (včetně oblin), nepravidelnosti, deformace a poškození. Zachycení výrobních stop a stop druhotných úprav je již pro III. kategorii podrobnosti samozřejmé.

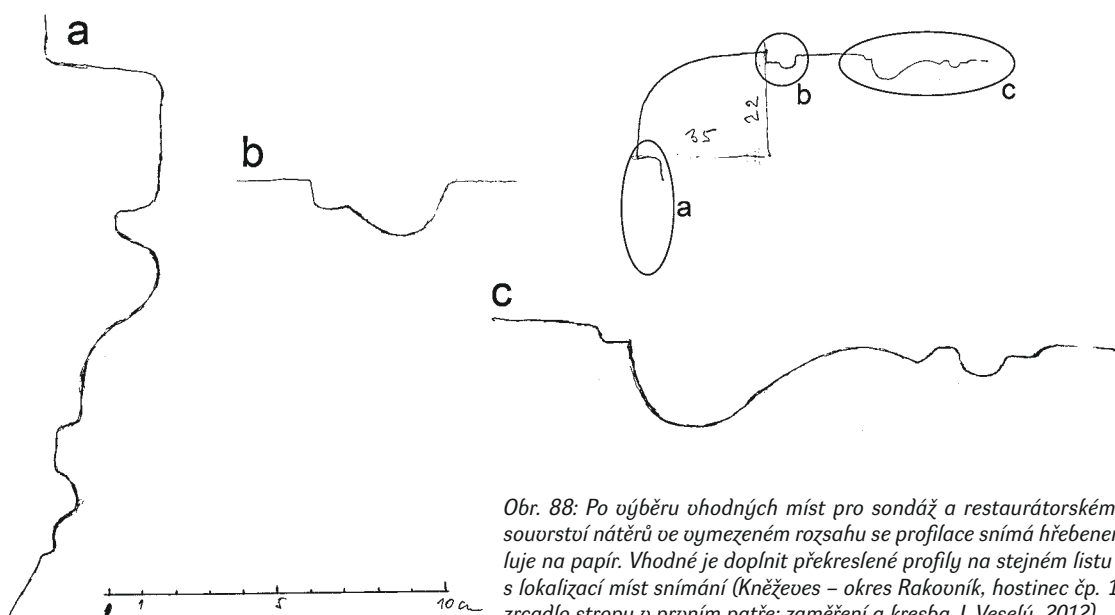
Upozornit je také třeba na notoricky špatně zachycované detaily, jako jsou místa styku dřevěných a zděných konstrukcí, tedy zejména uložení stropních trámů ve zdivu a na zdivu, uložení krovových konstrukcí na zdivu, ale též patní partie krovů, tedy styk vazných trámů, krokví a pozednic či patních vaznic, případně sloupků podélného vázání.

## 5.2.6 Plastické prvky

Mezi složité úlohy patří správné zaměření i zobrazení plastických prvků architektonického aparátu a výzdoby staveb. Pro jejich správné uchopení, měření i výsledné zobrazení je třeba disponovat alespoň základními znalostmi jejich skladby a proporcí. Často jsou ale tyto prvky tak složité, že jejich věrné uchopení není v rámci prvních dvou kategorií měřické dokumentace reálné. Plastické prvky jsou nadto více než často deformovány a znejasněny silnými souvrstvími historických nátěrů, nebo dokonce nepoučených a špatně provedených oprav. Zásadní je proto správná volba míst, která jsou vhodná pro měření. Správné zaměření profilace namnoze není možné bez přímého zpřístupnění a sondáže. Většinou je třeba původní profil skládat z více měření na různých místech, kdy na každém je dobře zachována jiná část profilu. Přitom je třeba počítat i s poměrně velkými výrobními (tedy původními) rozdíly profilu. Místa a způsob dokumentace detailů profilace plastických článků je třeba pečlivě evidovat a zmínit buď v poznámce přímo na výsledném výkrese nebo v průvodní zprávě.



Obr. 87: Správné zaměření není u plastických architektonických prvků překrytých silným souvrstvím nátěrů leckdy vůbec možné. Polohové i tvarové rozdíly se zde mohou pohybovat v řádu centimetrů. Správné zaměření umožní pouze přímé zpřístupnění a sondáž (Kněževes – okres Rakovník, hostinec čp. 102, štukové zrcadlo stropu v proním patře; foto J. Veselý, 2012).

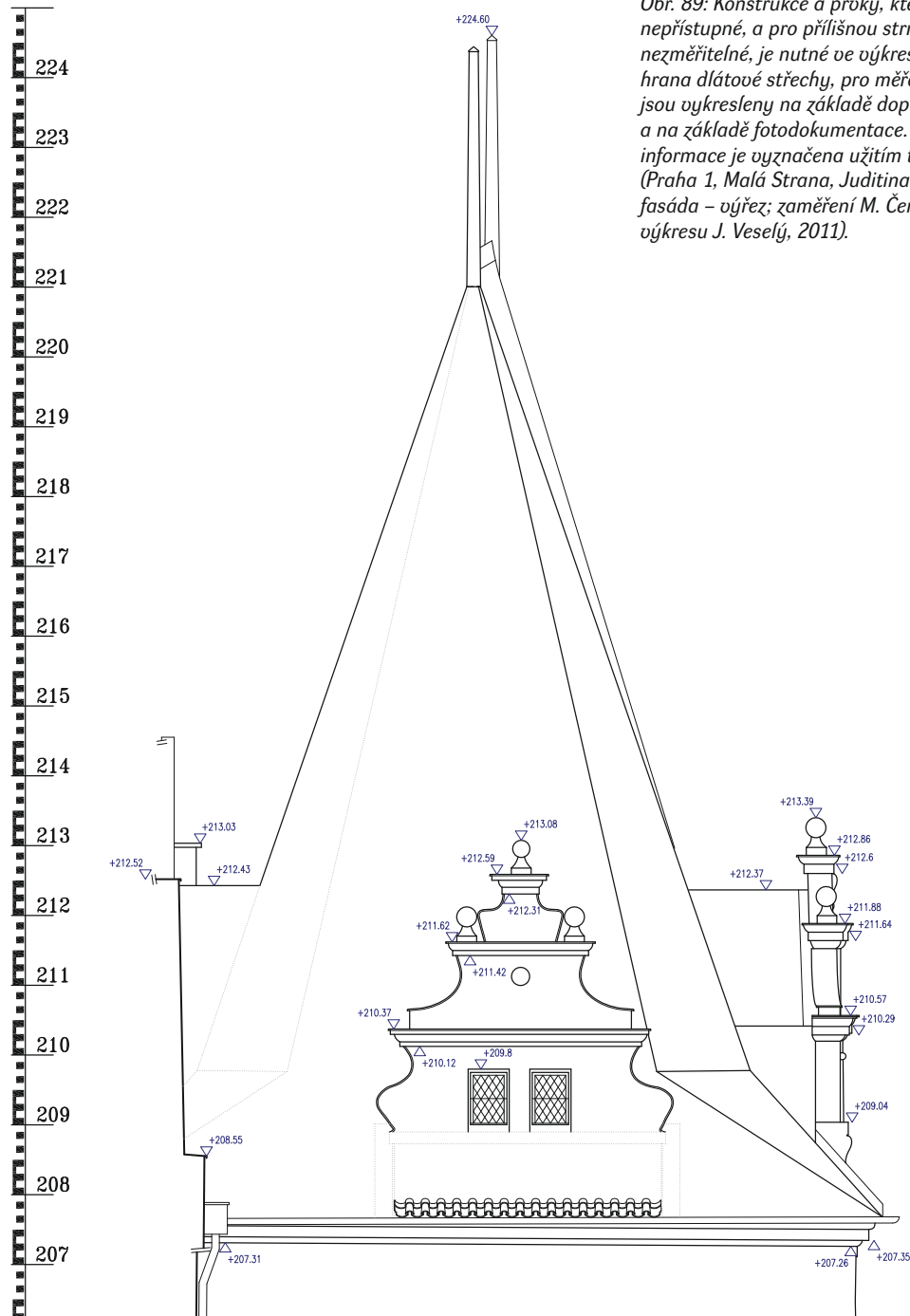


Obr. 88: Po výběru vhodných míst pro sondáž a restaurátorském odstranění souvrství nátěrů ve vymezeném rozsahu se profilace snímá hříbenem a překresluje na papír. Vhodné je doplnit překreslené profily na stejném listu schématem s lokalizací míst snímání (Kněževes – okres Rakovník, hostinec čp. 102, štukové zrcadlo stropu v proním patře; zaměření a kresba J. Veselý, 2012).

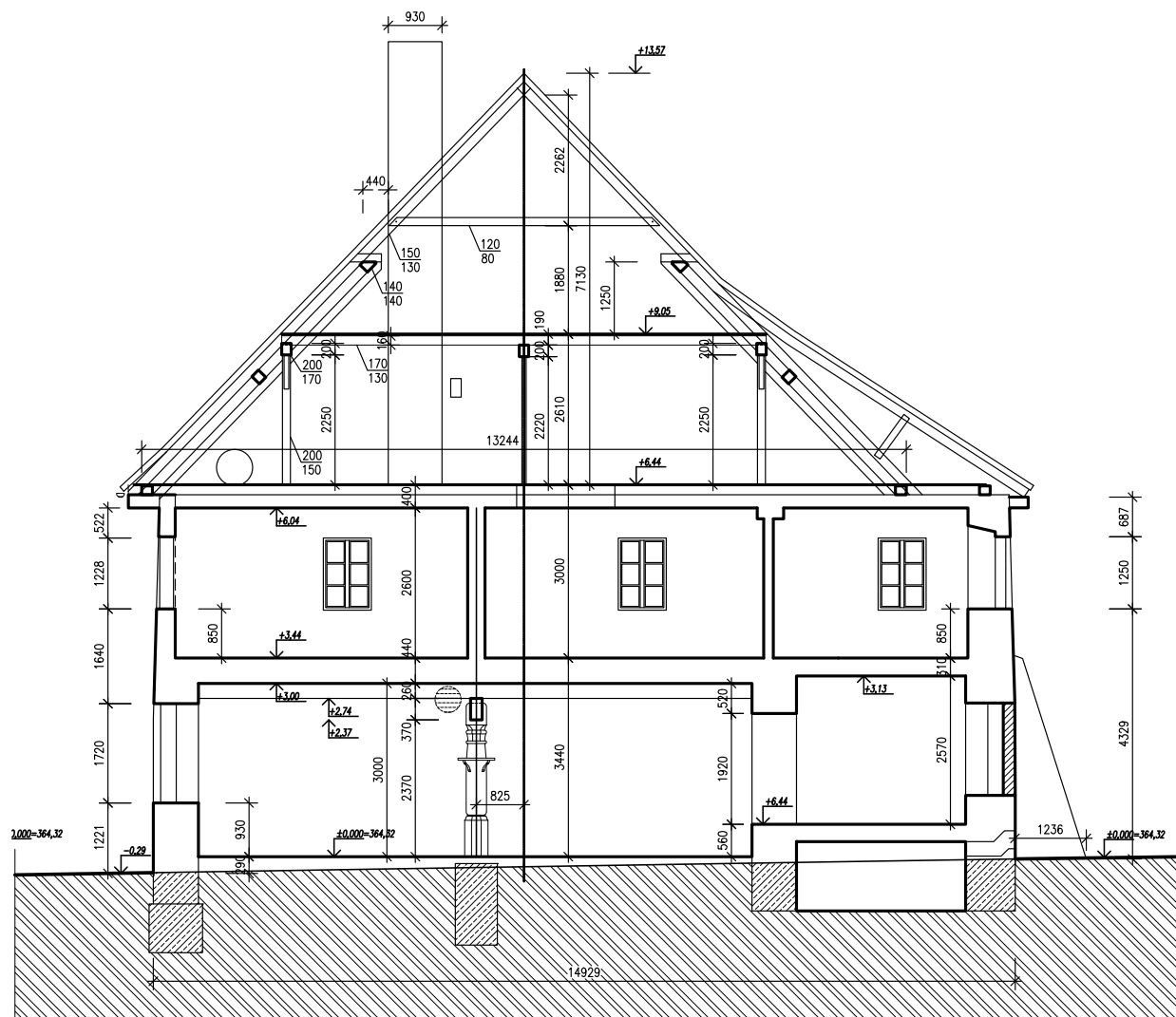


### 5.2.7 Nepřístupné konstrukce

S otázkou „pochvostnosti“ měřické dokumentace úzce souvisí problematika zobrazování skrytých, případně nepřístupných částí stavby a jejích konstrukcí.



Obr. 89: Konstrukce a proky, které jsou sice viditelné, ale nepřístupné, a pro přílišnou strmost záměr ani totální stanici nezměřitelné, je nutné ve výkresech odlišit. Pata vikýře a zadní hrana dřátové střechy, pro měření z pohledu zakryté římsou, jsou vykresleny na základě doplňkových oměrek z interiéru a na základě fotodokumentace. Odlišná hodnota polohové informace je vyznačena užitím tečkované tmavě šedé čáry (Praha 1, Malá Strana, Juditina věž Karlova mostu, jižní fasáda – výřez; zaměření M. Černý, spolupráce a úprava výkresu J. Veselý, 2011).



Obr. 90: K největším chybám, které se pravidelně vyskytují v výkresové dokumentaci staveb zpracovávané přímo projektanty, patří vykreslování detailů konstrukcí, ke kterým měřič nemohl mít přístup. Inženýrská invence, kterou zde projevují, navíc v naprosté většině případů vychází z typologie moderních konstrukcí. K typickým příkladům tohoto jevu patří kreslení mohutných, pravidelných a hlubokých základů. Obvyklé je rovněž uplatňování bohaté „vaznicové“ fantazie v patě vazeb krovů i tam, kde jsou krokve nejspíše jen tradičně čepovány do zhlaví stropních trámů. V uvedeném příkladu je navíc polozasypaný a jen částečně přístupný sklepní prostor vykreslen v rozporu s viditelnou skutečností (Kněževos – okres Rakovník, hostinec čp. 102; zaměření a kresba J. Uchytíl, TaU, 2011).

Ve výkresové dokumentaci projektů pro úpravy staveb, ale často také v dokumentaci současného stavu se běžně setkáváme s jednoznačně vykreslenými detaily založení, pat krovů nad korunními římsami nebo s vykresleným souvrstvím podlah apod. Tyto skutečnosti jsou přitom většinou zjistitelné pouze sondáží, která i v lepším případě probíhá až v rámci zpracování prováděcího stupně projektové dokumentace. Zkušený zpracovatel měřické i projektové dokumentace přirozeně může s velkou mírou pravděpodobnosti podobu skrytých konstrukcí odhadnout. Musí však odhadované důsledně a jednoznačně odlišit od opravdu zaměřeného. I při sondážním ověřování podoby konstrukcí je nutné jednoznačně identifikovat místo, kde byla daná konstrukce dokumentována. Správně zvolené místo pro sondáž jistě může poskytnout informace o konstrukci jako celku, zejména u staveb vzniklých do poloviny 19. století se na to však nelze zcela spolehnout. Obecně platí zásada zobrazovat jen to, co opravdu vidíme.

## 5.3 Určování ceny, časová a personální náročnost prací<sup>83)</sup>

Náročnost terénních měřických prací i jejich vyhodnocení závisí jednak na zvoleném rozsahu a podrobnosti, jednak na složitosti zaměřovaného objektu. Rovněž kalkulace ceny zaměření, postavená na sazbách za měrnou jednotku, rozlišuje 3–5 kategorií složitosti zaměřovaného objektu. Sazby se mírně proměňují v závislosti na rozsahu práce (celkovém počtu měrných jednotek). Jako měrné jednotky jsou v případě situačních polohopisných a výškopisných měření areálů a území užitá hektary, u stavebních objektů pak metry čtvereční. Cena za metr čtvereční se u vodorovných řezů, svislých řezů a pohledů (fasád) mírně liší. Nejvyšší sazba se většinou počítá u vodorovných řezů (půdorysů).

Rozdíly v podrobnosti měřítek výstupu se promítají násobením základní ceny pomocnými koeficienty, přičemž jako základ je brána cena zaměření v měřítku 1 : 50. Práce, které nejsou zatříděny v systému běžné klasifikace, se účtují hodinovou sazbou v závislosti na kvalifikaci osob, které je provádějí. K hodinové sazbě se také většinou přikročí u zakázek, které jsou výrazně atypické, což bývá u historických objektů dosti časté.

Personální náročnost prací je přímo závislá na charakteru měřeného objektu a požadované podrobnosti. Většina profesionálně prováděných měřických prací vyžaduje přítomnost dvou, případně tří osob – geodeta a 1 až 2 figurantů.

Časová náročnost měřických prací je přímo úměrná zvolené podrobnosti a rozsahu zaměřované stavby. Úzce souvisí se zvolenou měřickou technikou, přičemž produktivita jednotlivých metod se proměňuje v závislosti na velikosti a složitosti stavby. Ustálený je poměr časové náročnosti terénní části práce a zpracování výstupů zhruba 1 : 2–3.

## 5.4 Zadávání zakázek na měřickou dokumentaci (podmínky pro zadávání velkých měřických úkolů)

### 5.4.1 Příprava zadání

Připravujeme-li zadání velkého měřického výkonu externímu dodavateli, typicky např. zaměření současného stavu areálu zámku nebo zaměření celé budovy se všemi půdorysy a fasádami, postupujeme obdobně jako při přípravě vlastního měřického výkonu (srov. str. 70).

Zadavatel musí mít před oslovením potenciálních dodavatelů ujasněny tyto otázky:

1. Jaký druh dokumentace potřebuje a k jakému účelu? Pokud se dokumentace provádí před rekonstrukcí nebo stavebními úpravami, je nanejvýš vhodné konzultovat zadání i se zástupci dalších profesí (architekti, projektanti, stavaři, restaurátoři aj.). Tím se sníží riziko nutnosti zadat zaměření v průběhu rekonstrukce znovu (z důvodu např. vyšších požadavků na kvalitu zaměření).
2. Existuje nějaká starší dokumentace? Jakou má kvalitu a jaká je její dostupnost a využitelnost? Často bývá vhodné práci se starší dokumentací zařadit do zadání – např. její naskenování, transformaci do stávajících souřadnic, popř. vektorizaci (tj. převod skenu do vektorové podoby), a zhodnocení její kvality v porovnání se současným zaměřením. Pod starší dokumentací si lze představit např. historické mapy a plány, starší geodetická zaměření, architektonické plány a nákresy, výsledky dokumentace archeologických výzkumů a sond apod.
3. Jaké budou podmínky prováděných prací (čas na provedení terénních prací, přístup do objektu, prázdné nebo obývané a využívané prostory, elektřina, voda, toalety k dispozici, či nikoliv apod.)?

<sup>83)</sup> Tato kapitola vychází z metodických materiálů SÚRPMO, MK ČR, z praxe několika geodetů dlouhodobě pracujících pro NPÚ i pro projektanty specializující se na obnovu historických staveb a z *Orientačního ceníku geodetických prací* vydaného Českým svazem geodetů a kartografů v roce 2001.

4. Jaké prostředky jsou pro plánovanou akci k dispozici? Pokud bude zaměření sloužit i pro další profese, je možné sdružit prostředky pro přesnější zaměření, které bude sloužit všem?

Na základě ujasnění těchto východisek se pak zformuluje zadání pro poptávku. To by mělo být co nejkonkrétnější a postavené tak, abychom mohli splnění jeho podmínek snadno a jednoznačně zkontrolovat. Přípravu zakázky, stejně jako přesné formulování zadání, musí provádět osoba k tomu odborně způsobilá, případně musí být přizván alespoň dostatečně kvalifikovaný poradce či konzultant.<sup>84)</sup>

### 5.4.2 Obsah zadání

Součástí zadání musí být:

1. Přesné stanovení předmětu prací a rozsahu zaměření – jednoznačné vymezení dokumentovaných objektů lze udělat např. výčtem budov/stěn/podlaží, seznamem parcel, zákresem v mapě, vymezením hranice ve starších plánech apod.
2. Souřadnicový a výškový systém – je nezbytné stanovit, zda má být zaměření provedeno v místním (izolovaném) systému nebo v geodetickém souřadnicovém a výškovém systému (S-JTSK, Bpv).
3. Požadovaná podrobnost – tu lze definovat pomocí měřítko dokumentace (zhotovení konkrétního výkresu pro měřítko 1 : 20/50/100), nebo určením úrovně detailů, které musí být obsahem zaměření (např. všechny prvky větší než 20 cm), nebo výčtem dokumentovaných prvků (všechny hrany a otvory, architektonické články, kame-nořez aj.), popř. kombinací uvedených možností.
4. Požadovaná přesnost – tu lze stanovit pomocí kódu kvality bodů (dříve tzv. třída přesnosti), nebo přímo stanovením maximální střední souřadnicové chyby podrobných bodů mxy.
5. Požadované výstupy – nejlépe taxativně vyjmenovat, co má být odevzdáno a v jaké formě. Výstupy lze rozdělit na několik základních typů:
  - technická zpráva s popisem prací a uvedením jejich přesnosti (měla by být vždy)
  - stabilizované body měřické sítě, je-li to nutné pro návaznost dalších prací
  - vektorové (čarové) výkresy (situace/půdorysy/vrstevnicové plány/pohledy/řezy/detaily) – určit obsah výkresů, požadované měřítko, formát (např. DXF, DGN, PDF), popř. stanovit členění kresby do hladin
  - rastrové výstupy (fotoplány, ortofotomapy) – určit formát (např. TIFF, JPG) a rozlišení neboli maximální velikost obrazového bodu
  - seznamy souřadnic bodů (mračna bodů, seznamy souřadnic podrobných bodů)
  - speciální 3D data (trojrozměrné modely objektů) – je nezbytné podrobně specifikovat formát a strukturu dat nebo alespoň určit, pro jaký program a kterou jeho verzi budou určena
  - pracovní a archivní data (plní náčrty, pracovní data, slepé výkresy, matrice, fotodokumentace, skeny aj.)
  - počet vyhotovení – je třeba určit počet a formu (CD/DVD/BR/flashdisk, cloud) vyhotovení v digitální formě a počet a rozsah tištěných výstupů
6. Způsob kalkulace ceny a podmínky jejich pozdějších úprav.
7. Stanovení termínu odevzdání prací, příp. členění na etapy a definování rozsahu a časového trvání jednotlivých etap.
8. Podmínky převzetí hotové práce, záruční podmínky na vady zjištěné později atp.

Součástí zadání by naopak (až na výjimky) nemělo být stanovení technologie – v současné době lze většinu geode-

<sup>84)</sup> Za způsobilou nebo dostatečně kvalifikovanou osobu může být považována buď osoba s odborným (nejlépe vysokoškolským) vzděláním stavebního směru a s dostatečnou praxí v oblasti dokumentace, obnovy a ochrany nemovitých památek, nebo výjimečně osoba s odborným (nejlépe vysokoškolským) vzděláním příbuzného směru (dějiny umění, památková péče) a s dostatečnou praxí v oblasti dokumentace, obnovy a ochrany nemovitých památek.



tických prací provést několika způsoby. Striktním určením technologie měření se zbytečně zužuje prostor pro výběr té optimální (a levnější).

Je třeba si uvědomit, že čím jasnější a přesnější bude zadání, tím snadněji je pak možné reklamovat špatně provedené dokumentační práce.

### 5.4.3 Převzetí zakázky a její kontrola

Převzetí hotové zakázky od externího dodavatele musí být provedeno za přítomnosti zástupců zadavatele i dodavatele, nejlépe protokolární formou, přičemž se definitivní převzetí a proplacení práce doporučuje vázat až na potvrzení o dodržení dohodnuté kvality výstupu.

Při vlastním fyzickém přebírání musí být současně provedena kontrola kompletnosti podle zadávací dokumentace (zejména počty výkresů a dalších výstupů) a zběžná kontrola podoby a kvality (dodržení podrobnosti a měřítko, vyzkoušení čitelnosti digitálních dat – nutné zejména pro 3D modely a fotoplány).

Podle rozsahu a typu zakázky pak musí být neprodleně provedena kontrola a přezkoušení kvality terénní práce. V jednodušších případech může kontrolu provést poučený zástupce zadavatele. Kontrola se provádí nejlépe přímo v terénu – jednak lze posoudit vizuálně soulad obsahu a podrobnosti výkresů s realitou (např. najít chybějící nebo příliš zjednodušené prvky), jednak lze přímo zkontrolovat důležité rozměry a délky pomocí pásma nebo ručního laserového dálkoměru. U 3D modelů je pak nutné posoudit množství „děr“ a „stínů“, míru generalizace a vyhlazení dat.

V případě zaměření velkých a složitých celků je nezbytné, aby kontrolu provedl profesionál – geodet, proto je zapotřebí počítat v celkových nákladech také s částkou na jeho honorář (cca 5 % ceny díla). Kromě optické kontroly se pak provádí přezkoušení a kontrolní měření (bodová, profilová a/nebo plošná zkouška ve vybraných oblastech), popř. kontrola kvality bodového pole a kontrola výpočetních protokolů a rozborů přesnosti. V případě výhrad ke kvalitě odevzdávané práce by pak tento profesionál měl rovněž posoudit, zda lze chyby opravit, nebo zda je nutné provést práci znovu a v jakém rozsahu.

## 6. Závěr

Hlavním cílem této publikace je poskytnout ucelený přehled o specifických nárocích zpracování měřické dokumentace historických staveb a o metodách, které se v dnešní době k tomuto účelu používají. Na závěr je však třeba zdůraznit, že jde jen o nástroj vyššího cíle – poznávání historických stavebních děl a poučené péče o ně. Tato oblast je často výrazně podfinancovaná, a tím spíše by dostupné prostředky měly být využívány skutečně efektivně. Jako klíčová se z tohoto hlediska jeví schopnost odpovědných osob definovat skutečné potřeby a formulovat na jejich zásadě jednoznačné zadání pro měřické výkony. Důležitá je také schopnost předjímat další postup prací a potřeby i ve vzdálenější budoucnosti. Z dlouhodobých zkušeností vyplývá, že při pořizování měřické dokumentace se vyplatí určitá velkorysost, neboť kvalitní dokumentace nezřídka vede k nezanedbatelným úsporám při projektování a následně i při samotných stavebních pracích na památce. Podcenění role kvalitní dokumentace naopak většinou vede ke zbytečnému duplikování měřických činností, a tím i k jejich prodražování. Jako obzvláště důležitá se také jeví otevřená a kvalifikovaná komunikace mezi zadavatelem a zpracovatelem dokumentace.

Jak jsme se snažili na více místech v textu zdůraznit, je asi stěží představitelné, že by veškerou měřickou a dokumentační činnost v památkové péči zajišťovali profesionální geodeti s nákladným nejmodernějším vybavením. Zvláště pro práce menšího rozsahu, prováděné v rámci operativních průzkumů a dokumentace, jsou a také nadále budou postačovat tradiční měřické metody využívající jednoduchých prostředků. Národní památkový ústav by však v rámci rozvoje své odborné a vědeckovýzkumné činnosti měl směřovat k budování dokumentačních pracovišť profesionální úrovně, vybavených základní geodetickou technikou a zajištěných rovněž personálně tak, aby byl schopen v nejnaléhavějších případech zajistit dostatečně kvalitní měřické práce ve vlastní režii. Komplexně vybavený SÚRPMO, s pracovními týmy všech potřebných specializací, nepřestává ani po 25 letech od sametové revoluce být, alespoň z koncepčního hlediska, naším vzorem.

## 7. Názvosloví

Tato kapitola představuje výběr nejužívanějších termínů. Výklad se snaží být přístupný čtenáři, který není technicky vzdělaný. Hesla jsou řazena abecedně, bez tematického rozdělení.

**bodové pole** – Soubor bodů základního bodového pole, zhušťovacích bodů a bodů podrobného bodového pole, tedy stabilizovaných bodů o známých souřadnicích, které slouží jako východiska pro další měření. Podle účelu se bodová pole dělí na polohová, výšková a tíhová. Bodová pole jsou tvořena body různých kategorií (tříd přesnosti) – jde např. o body základního BP (trigonometrické body), podrobného BP, zhušťovací body a nivelační body různých řádů. Body BP slouží jako východiska pro podrobná měření. Souřadnice bodů BP je dnes možné získat na webu ČÚZK.

**centrace** – Vystředění stroje (teodolitu, totální stanice, výjimečně skeneru) nad stanoviskem – měřickým bodem. Provádí se současně s horizontací. Jejím výsledkem je ideálně stav, kdy svislá osa urovnaného přístroje prochází měřickým bodem, tedy středem značky bodu.

**čtení** – Hodnota odpovídající konkrétnímu podrobnému bodu, odečtená na přiloženém/nataženém měřidle nebo v hledáčku stroje.

– Odečítání hodnot odpovídajících zaměřovaným bodům na přiloženém/nataženém měřidle nebo v hledáčku, případně na displeji přístroje. Může se dělit na hrubé čtení na základní stupnici, které je třeba doplnit jemným čtením na stupnici doplňkové (zlomkové). Hodnotou čtení může být délka (šikmá/vodorovná) nebo úhel (vodorovný/svislý tzv. zenitová vzdálenost). V totálních stanicích se čtení stiskem tlačítka registruje do paměti přístroje.

**digitalizace** – Převod analogového dokumentu (na papíru, filmu aj.) – plánu, fotografického snímku, seznamu souřadnic apod. – do digitální podoby. Digitalizace probíhá např. skenováním. Výsledkem mohou být data v různých formátech, podle jejich charakteru (PDF, TXT, JPG, TIFF aj.).

**distorze objektivu** – Jde o deformaci průmětu skutečnosti na matnici fotografické kamery (a následně i na snímku), vyplývající jak z vlastností středového promítání a z obecných vlastností daného typu objektivu, tak z vlastností a vad charakteristických pro každý jednotlivý kus objektivu a konkrétní ohniskovou vzdálenost (souhrn zbytkových vad objektivu projevující se posunem obrazu bodu od jeho správné polohy v rovině snímku; distorze má radiální a tangenciální složku a výrazně se uplatňuje u objektivů, které nebyly primárně určeny pro fotogrammetrii). Průběh distorze je možné zjistit kalibrací kamery.

**externí reference** – V CAD programech jde o funkci umožňující při práci s výkresovým souborem načíst jiný soubor (výkres, rastr) a používat jej jako podklad, aniž by bylo možno do něj zasahovat. Dojde-li ke změnám ve vlastním souboru, jenž je předmětem reference, tyto změny se při následujícím otevření souboru, ke kterému je připojen, automaticky objeví.

**fotogrammetrie** – Obor/činnost zabývající se rekonstrukcí tvarů, rozměrů a polohy objektů na podkladě obrazových záznamů, např. snímků.

**fotoplán** – Fotogrammetricky zpracovaný fotografický snímek rovinného objektu. Při zpracování je snímek zbaven deformací způsobených distorzí objektivu a perspektivním zkreslením vyplývajícím z polohy osy objektivu vůči snímané ploše a doplněn formálními náležitostmi plánů (popiska, grafické měřítko, síť křížků apod.). Jádrem zpracování fotoplánu je kolineární transformace obrazových dat.

**GPS (Global positioning systém)** – Vojenský globální družicový polohový systém provozovaný Ministerstvem obrany USA, s jehož pomocí je možno určit polohu a přesný čas kdekoli na Zemi nebo nad Zemí s přesností do deseti metrů. Přesnost GPS lze s použitím dalších metod ještě zvýšit až na jednotky centimetrů. Část služeb tohoto systému s omezenou přesností je volně k dispozici i civilním uživatelům.

**GNSS (Global Navigation Satellite Systém)** – Služba umožňující za pomoci družic autonomní prostorové určování polohy

s celosvětovým pokrytím. Jde o širší pojem než GPS. Kromě GPS systému sem spadají další obdobné systémy, např. ruský GLONASS, evropský Galileo a čínský Compass. Přijímače GNSS umožňují příjem z družic různých systémů.

**hladina/orstva** – V grafickém softwaru (rastrovém i vektorovém) oddíl pracovního prostoru, který je možné samostatně spravovat – vypínat/zapínat, editovat a objektům v něm umístěným přiřazovat hromadně různé vlastnosti, odlišující je od předmětů v jiných hladinách. Hladiny umožňují systematické třídění prvků a hromadné (a tedy rychlé) zacházení s nimi.

**horizont** – Vodorovná rovina procházející osou dalekohledu nivelačního přístroje.

**horizontace** – Urovnání měřického přístroje do vodorovné polohy. Rozlišujeme hrubou a jemnou horizontaci. Hrubá horizontace se provádí většinou pomocí úpravy délky noh stativu nebo posunem stroje po kulové hlavě stativu a kontroluje se pomocí krabicové libely. Jemná horizontace se provádí obvykle pomocí stavěcích šroubů na trojnožce přístroje a kontroluje se pomocí přesnější libely, většinou trubicové.

**IMU (inertial measurement unit)** – Elektronické navigační zařízení určující pomocí rychloměru, gyroskopu, případně též magnetometru rychlost, orientaci a působení gravitačních sil u pohybujícího se objektu.

**kalibrace objektivu** – Určení prvků vnitřní orientace kamery, mezi něž patří: přesná hodnota kalibrované konstanty kamery (tj. ohniskové vzdálenosti), parametry průběhu distorze objektivu, posun hlavního bodu snímku a další. Ke kalibraci se používají různé postupy s různými typy kalibračních polí (rovinné, prostorové apod.). Pro každé nastavení objektivu (zoom) je potřeba provést vlastní kalibraci.

**klenební výseč (dříve též luneta)** – Jedná se o klenební útvar, kterým se většinou řeší konflikt paty valené klenby a okenního, dveřního nebo jiného otvoru, jehož překlad nebo záklenek se nachází nad její úrovní. Výseče se rozlišují podle tvaru na trojboké, pětiboké a atypických tvarů. Při měření se charakterizují patami, vrcholy, sklonem vrcholnice a tvarem čelního oblouku.

**kolimátor** – Jednoduché optické zařízení pro hrubé zacílení stroje.

**křížový laser (někdy též čárový laser)** – Elektronický přístroj sloužící pro vytyčení vodorovné a svislé roviny pomocí laserového paprsku. Většina křížových laserů je samonivelačních – tj. v rozmezí cca 4° jsou schopny samy vyrovnat případné rozdíly vůči vodorovné poloze.

**libela** – Vodováha, tedy zařízení sloužící k určení vodorovné polohy. Rozlišují se podle tvaru na krabicové (fungují všesměrně) a trubicové (fungují pouze v jednom směru). Trubicové libely jsou výrazně citlivější, a tedy přesnější. Libely jsou součástí všech geodetických přístrojů a slouží k jejich urovnání (horizontaci).

**LIDAR (Light Detection And Ranging, také LADAR)** – Metoda založená na měření vzdálenosti na základě výpočtu rychlosti odraženého pulsu laserového paprsku od snímaného objektu, viz také letecké laserové skenování. Výsledkem je mračno bodů, jehož zpracováním můžeme vytvořit digitální model povrchu (obsahuje i 3D modely budov, vegetace a jiných objektů). Po aplikaci filtrů je možné z mračna bodů získat digitální model reliéfu (tj. obsahuje pouze terén).

**malířská „brnkačka“** – Nástroj na vynášení dlouhých přímek na stěny, podlahy, trámy, případně další prvky staveb. Technicky je to cívka s tenkou šňůrou uzavřená v nádobce s práškovým pigmentem. Šňůra na sebe při navíjení i odvíjení nabírá částičky pigmentu. Napneme-li šňůru mezi dva body, které chceme přímkou propojit, a pak šňůru zhruba uprostřed mezi nimi chytíme, natáhneme a pustíme, vrátí se díky své pružnosti prudce do původní polohy, a odrazem přenesení pigment na podklad.

**mesh (anglicky síť)** – V kontextu měřické dokumentace (viz metoda laserového skenování a metoda optické korelace) se pod tímto termínem rozumí zasíťované mračno bodů, tedy plošný útvar složený z velkého množství sousedících trojúhelníkových plošek s vrcholy v bodech mračna. Síť může být pokryta barevnou texturou velmi blízkou realitě. Pro práci se sítí je možné použít jak CAD software, tak specializované programy.

**měřický bod** – Bod kteréhokoliv z bodových polí, který tvoří podklad pro další měření; pokud splňuje podmínky stanovené ČSN 73 0415, nazývá se geodetický bod. V kontextu měřické dokumentace jde o bod měřické sítě vybudované v rámci zaměřovaného objektu.

**měřická síť** – Síť bodů vybudovaná v objektu sloužící pro účely podrobného měření. Body měřické sítě jsou určeny v souřadnicích v místním nebo státním souřadnicovém systému (např. S-JTSK, Bpv). Body měřické sítě jsou zaměřeny



geodetickými metodami – např. polygonovým pořadem, rajónem, protínáním.

**měřická dokumentace** – Činnost směřující k vytvoření zmenšeného obrazu stavebního objektu, většinou pro účely projektování jeho opravy nebo úprav nebo pro jeho vědecké poznání a současně péči o něj. Přeneseně se výraz používá i pro výstupy této činnosti. Dnes dělíme dokumentaci podle typu dat na analogovou a digitální a na 2D nebo 3D.

**měřická přímka (někdy též osa)** – Spojnice dvou měřických bodů, popř. jiných jednoznačně určených bodů, nebo volná přímka připojená na dva nebo více takových bodů, k níž se zaměřují podrobné polohové body.

**měřický rastr** – Soustava pravidelně rozmístěných měřických bodů nebo přímek, nejčastěji čtvercová síť o straně 1–10 m pro polohové měření a 10–20 cm pro měření detailů.

**měřická rovina** – Vodorovná nebo svislá rovina, ke které se vztahuje poloha podrobných bodů.

**mračno bodů** – Mračno bodů je sada vrcholů v trojrozměrném souřadnicovém systému, která je definována souřadnicemi X, Y a Z (případně informací o barevnosti). Vrcholy obvykle představují vnější povrch objektu. Mračno bodů je primárním výstupem laserového 3D skenování, lze jej však získat také zpracováním fotografických snímků (viz metoda optické korelace).

**nadpraží** – Rovná horní část zárubně dveřního otvoru.

**nitkový kříž (též záměrný kříž)** – Záměrné zařízení dalekohledu geodetického přístroje, které umožňuje jeho zacílení; v nejjednodušší podobě má tvar kříže, jehož jedna ryska je svislá a slouží pro měření vodorovných směrů a druhá, vodorovná pro měření zenitových úhlů; nitkový kříž je zpravidla doplněn dvěma krátkými ryskami, které slouží k měření vzdáleností; pro nivelační měření může být doplněn klínkem, pro posun na nejbližší dílek na invarové stupnici; pro astronomická měření může být též doplněn kružnicí.

**nivelace** – Určování výšek bodů měřením převýšení mezi sousedními body s využitím nivelačního přístroje. Pro určení absolutních výšek (nadmořských) je nutné při nivelaci vyjít ze známých bodů nivelační sítě – nivelačních bodů viz „bodové pole“.

**nivelační lať** – Pomůcka, na kterou je měřeno při nivelačních měřeních; latě jsou různé délky od 1,70 do 7 m. Pro přesné práce jsou předepsány celistvé latě, pro technickou nivelaci může být lať též skládací, zásuvná nebo sklopná; dělení stupnice na latích je různé podle toho, k jakému účelu se používají; pro technickou nivelaci mají centimetrové dělení, pro přesnou a velmi přesnou nivelaci mají půlcentimetrové dělení, které je nanášeno na invarový pásek; nivelační latě pro digitální nivelační přístroje mají stupnici ve formě čárového kódu; svislost latě je kontrolována krabicovou libelou; pevné a svislé postavení latě po dobu měření u přesných nivelací zajišťují speciální patky a opěrné tyče.

**orientace** – Při úhlových měřeních jde o určení výchozího směru záměrou na sousední stanoviska. Slouží k „usměrnění“ přístroje (např. totální stanice) nebo osnovy směru do určité souřadnicové soustavy. Po ustavení přístroje na stanovisku zadáváme polohu stanoviska a následně orientaci – volíme buď nulovou, nebo orientaci na jiný bod o známých souřadnicích.

**osa** – Viz měřická přímka.

**osazovací rám** – Nepohyblivý rám okenní nebo dveřní výplně, který je pevně spojen se stavbou, u historických objektů je její nedílnou součástí. Světlost otvoru se zaměřuje většinou právě na vnitřním líci tohoto rámu.

**pásma (měřické)** – Svinovací měřítka ve tvaru pásky, dlouhé 5 až 50 m, výjimečně 100 m, s různě provedeným dělením a různým způsobem zakončení a navíjení (na uzavřenou cívku, nebo na vidlici); je vyrobeno z oceli, invaru, umělé hmoty nebo tkaniny. Pro měřické práce se používá nejčastěji tvarově stálé kovové pásmo bílé nebo žluté barvy s výraznou a dobře čitelnou stupnicí. Pro přesné práce je vyžadována kalibrace měřidla.

**pentagonální hranol** – Jednoduchá geodetická pomůcka pro vytyčování příměho nebo pravého úhlu. Sestává z jednoho nebo více nad sebou umístěných skleněných pětibokých hranolů a olovnice. V souvislosti s útlumem užívání ortogonální metody jde v současné profesionální geodetické praxi o pomůcku používanou již jen velmi okrajově.

**pevný bod (zpravidla označovaný FIX)** – Bod, jehož poloha se nemění (je dlouhodobě stabilní) a jehož souřadnice známe, dokážeme je snadno určit, nebo je stanovíme jako vhodnou zaokrouhlenou hodnotou (relativní souřadnice – místní souřadnicový systém). Vycházejí z něj všechna dílčí měření.

**plán** – Výraz používaný jako synonymum pro stavební výkres ve smyslu ČSN řady 01 311.

**podrobný bod** – Bod na stavbě zaměřovaný při podrobném měření.

**polohopis** – Obraz předmětů šetření a měření ukazující jejich polohu, rozměr a tvar bez závislosti na terénním reliéfu; je to soubor zobrazených bodů, čar a mapových značek na mapě nebo plánu rozsáhlého areálu. Měření polohopisu je obsahem mapovacích prací (tvorba map). Při měřické dokumentaci v objektu mluvíme o polohovém měření.

**polygonový bod** – Jeden z vrcholů polygonového pořadu.

**polygonový pořad** – Lomená čára, která tvoří liniiovou síť bodů. Je určen délkami jednotlivých stran a vrcholovými (levostrannými) úhly. Dělí se na pořady otevřené a uzavřené, nepřipojené nebo připojené (jednostranně či oboustranně), pořady s dlouhými nebo krátkými stranami. Používají se k určování souřadnic bodů podrobného polohového bodového pole, tj. základní měřické sítě pro podrobné geodetické zaměření objektu.

**profilový hřeben** – Nástroj sestávající z řady drobných rovných pohyblivých jehlic nebo lamel v seřizovatelném držáku či pouzdře, umožňující přenášet složité tvary ze stavby, sochařského díla apod. na papír. Slouží ke snímání profilací architektonických článků.

**protínání** – Určení polohy bodů (tj. souřadnic  $X$ ,  $Y$ ) z měřených úhlů, směrů nebo délek.

**protínání upřed** – Trigonometrické určování polohy nového bodu měřením ze dvou stanovisek, jejichž souřadnice známe. Měříme úhly a délky.

**protínání zpět** – Trigonometrické určování polohy nového bodu zaměřováním z tohoto bodu na minimálně tři jiné body, jejichž souřadnice známe. Měříme úhly a délky.

**provažování** – Přenášení polohy zaměřovaných podrobných bodů, nacházejících se pod úrovní nebo nad úrovní, ve které zaměřujeme, na měřidlo pomocí olovnice, vodováhy, křížového laseru, případně nitkového kříže v dalekohledu teodolitu. Provažováním olovnicí se může rovněž hledat vodorovná poloha pásma při měření ve svažitém terénu.

**proky vnější orientace** – Údaje, které definují polohu středu promítání a směr osy záběru (tj. poloha snímku v prostoru v okamžiku expozice). Jedná se o tři souřadnice středu vstupní pupily objektivu a tři úhly rotace osy záběru vzhledem k definovanému souřadnicovému systému. Prvky vnější orientace je potřeba určit při fotogrammetrickém zpracování snímků (stereofotogrammetrie, metoda optické korelace, průseková metoda).

**proky vnitřní orientace** – Údaje, které charakterizují geometrii paprsků uvnitř komory. Jedná se o konstantu komory, polohu hlavního bodu a znalost průběhu distorze objektivu.

**shlížení** – Odečítání polohy špatně přístupného podrobného bodu (např. zaobleného nároží, stěny za ústupkem apod.) optickým prodloužením linie bočního líce prvku (konstrukce, stavby) až na měřidlo (pásmo). Optické prodloužení se provádí pozorováním zaměřovaného bodu přes měřidlo za současného pohybu okem ve směru měřidla tak, až se zaměřovaná hrana kryje se vzdálenější hranou prvku nebo konstrukce (osa čočky je totožná se shlíženou linií).

**souřadnicový systém** – Udává referenční rámec pro provádění měření. Rozlišujeme místní souřadnicový systém a státní souřadnicový systém. Místní souřadnicový systém si vhodně volíme s ohledem na zaměřovaný objekt. Jde o souřadnicovou soustavu relativních souřadnic (většinou značíme  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Státní souřadnicový systém je definován body bodových polí, na něž se při budování měřické sítě v objektu připojujeme. V ČR se používají souřadnicový systém polohový – S-JTSK (souř.  $X$ ,  $Y$ ) a souřadnicový systém výškový Balt po vyrovnání (Bpv) (souř.  $Z$ ). Volba, zda budeme pracovat v místních nebo absolutních souřadnicích, závisí na účelu a zadání dokumentace a na přístupnosti některého z bodů bodových polí.

**spároveň** – Uspořádání nebo obrazec spár mezi jednotlivými prvky u skládané konstrukce, jejíž struktura se pohledově uplatňuje (typicky rezné zdivo cihelné či kamenné, zdivo z opracovaného kamene, dlažby, obklady). V kontextu měřické dokumentace je myšleno zobrazení sítě spár. Může být buď schematické (spára je znázorněna jednoduchou čarou), nebo realistické (spára se znázorňuje svým obrysem, včetně nepravidlostí).

**stabilizace** – Trvanlivé označení měřického bodu. U bodů bodových polí jsou způsoby stabilizace závazně určené příslušným předpisem. Body měřických sítí budovaných pro podrobné měření se stabilizují hřebíky, hřeby, kolíky, železnými trubkami apod. Tento typ bodů se stabilizuje buď trvale, nebo dočasně (tj. jen po dobu měření). Některé typy bodů se případně ani nestabilizují, jde např. o tzv. volná stanoviska, viz protínání zpět.

**staničení** – Průběžné odečítání polohy (vzdálenosti) více podrobných bodů od jednoho počátku. Typicky postupné čtení

vzdálenosti pat kolmic z podrobných bodů na měřickou přímkou od jejího počátku na nataženém pásnu.

**stanovisko** – Měřický bod, nad kterým je postaven stroj (teodolit, totální stanice). Svislá osa ustaveného stroje prochází tímto bodem. U nivelace se stanovisko nazývá přestavou.

**světlost** – Volný profil otvoru nebo prostoru. Udává se jako zlomek šířka/výška u obdélného otvoru, nebo jako průměr u kulatého otvoru. U nepravidelných otvorů se zpravidla udává nejmenší a největší rozměr.

**světlá výška** – Převýšení mezi spodní a horní plochou, vymežující prostor, nebo otvor.

**šňoření** – Vynášení osy nebo polohy horizontu na stavbu nebo její část pomocí malířské „brnkačky“.

**střední chyba** – Charakteristika přesnosti měření, definovaná jako druhá odmocnina čtverců všech chyb. Někdy se též uvádí pod názvem *směrodatná odchylka*.

**textura** – Technika, která umožňuje dodat realistický vzhled povrchu virtuálního trojrozměrného modelu. U plošných 3D modelů (mesh) vygenerovaných z mračna bodů které obsahuje i barevnou informaci se texturou rozumí právě aplikování barevných informací o jednotlivých bodech mračna na vygenerovanou zaplochovanou síť.

**vlíčovací bod** – **1:** bod sloužící jako identický bod pro geometrickou transformaci nejčastěji obrazových dat do jiného (např. referenčního) souřadnicového systému, viz např. jednosnímková fotogrammetrie. Jeho souřadnice jsou většinou určeny vhodnou geodetickou metodou.

– **2:** bod stanovené přesnosti, vhodně umístěný v terénu/na objektu, případně uměle signalizovaný a na snímku dobře identifikovatelný. Skupina vlíčovacích bodů slouží k určení měřítka, polohy a orientace výsledného fotogrammetrického vyhodnocení v daném souřadnicovém a výškovém systému (tj. k transformaci souřadnic), viz stereofotogrammetrie, průseková fotogrammetrie apod. Počet zaměřovaných vlíčovacích bodů závisí na použité fotogrammetrické metodě.

**výškopis** – Obraz terénního reliéfu na mapě či výkresu areálu nebo území v menším měřítku. Je to soubor vrstevnic, výškových bodů s jejich výškovými kótami, výškopisných značek, popř. další prostorově působící způsob znázornění reliéfu, např. stínováním nebo šrafováním terénu. Měření výškopisu se týká mapovacích prací (tvorba map). Při měřické dokumentaci většinou mluvíme o výškovém měření.

**záklenek** – Drobná valená klenba, většinou segmentového profilu, vynášející zdivo nad otvory a výklenky. Rozlišují se různé druhy záklenků podle tvaru čelního oblouku (půlkruhové, stlačené, segmentové, přímé, přečnělkové) a podle sklonu vrcholnice (s rovnou, stoupavou nebo klesavou vrcholnicí). Na druhu záleží také počet zaměřovaných bodů. U záklenků se stoupavou nebo klesavou vrcholnicí nebo s nestejně vysoko položenými patami či asymetricky umístěným vrcholem se zaměřují 4x paty a 2x vrchol.

**záměra** – Záměrná přímka směřující ze stanoviska geodetického přístroje na cíl – např. polygonový nebo podrobný bod.

## 8. Literatura

- ALBERTI, Leone Battista 1956: Deset knih o stavitelství. Praha.
- ANDREWS, David – BEDFORD, Jon edd. 2010: Measured and Drawn: Techniques and Practice for the Metric Survey of Historic Buildings. Swindon.
- BEDAL, Konrad 1993: Historische Hausforschung: eine Einführung in Arbeitsweise, Begriffe und Literatur. Bad Windsheim.
- BLÁHA, Jiří – JESENSKÝ, Vít – MACEK, Petr – RAZÍM, Vladislav – SOMMER, Jan – VESELÝ, Jan 2005: Operativní průzkum a dokumentace historických staveb. Odborné a metodické publikace, sv. 31. Praha: NPÚ ÚOP středních Čech.
- BOSCHETTI-MARADI, Adriano 2012: Archäologie der Stadt Zug. Bd. 1. Stand der Forschung: Baugeschichte der Altstadt und Fundkomplexe bis 1600; Ausgrabung und Bauuntersuchung im Haus Oberaltstadt 13. Zug.
- BOUKAL, Jiří – JIŘINEC, Miloslav 1966: Zaměřování památkových a jiných stavebních objektů. Praha: Ústav geodézie a kartografie v Praze.
- CRAMER, Johannes 1984: Handbuch der Bauaufnahme: Aufmaß und Befund. Stuttgart.
- DOSEDĚL, Antonín – KUBÁT, Petr – SOUKUP, Jiří – STUDENÝ, Miroslav 1985: Čítanka výkresů ve stavebnictví. Praha.
- EBEL, Martin 2006: Dokumentace staveb v minulosti, in: Svorník 4 – Poznávání a dokumentace historických staveb, Praha, 63–69.
- ECKSTEIN, Günter ed. 1999: Empfehlungen für Baudokumentationen. Bauaufnahme – Bauuntersuchung. Stuttgart.
- FICACCI, Luigi 2000: Giovanni Battista Piranesi: The Complete Etchings. Köln – London – Paris.
- GELHAUS, Rolf – KOLOUCH, Dieter 1997: Vermessungskunde für Architekten und Bauingenieure: mit baupraktischen Anwendungen. Düsseldorf (2. Aufl.).
- GERNER, Manfred ed. 1999: Reihe Altbaumodernisierung. Stuttgart.
- GROSS, Wera ed. 2002: Anforderungen an eine Bestandsdokumentation in der Baudenkmalpflege. Petersberg.
- GROSSMANN, Georg Ulrich 1993: Einführung in die historische Bauforschung. Darmstadt.
- [HABS 2008]: Historic American Buildings Survey guidelines: recording historic structures and sites with measured drawings. United States Department of the Interior, National Park Service, Heritage Documentation Programs, HABS – Historic American Buildings Survey 1849 C Street NW (2270) Washington DC 20240 202-354-2135 [http://www.nps.gov/history/hdp/December 2008](http://www.nps.gov/history/hdp/December%202008).
- [HALS 2004]: Historic American Landscapes Survey Guidelines for Drawings, prepared for United States Department of the Interior, National Park Service, Heritage Documentation Programs, Historic American Buildings Survey 1849 C Street NW (2270) Washington DC by The Jaeger Company, May 18, 2004 (revised July 2005).
- HÁNEK, Pavel – LÍNKOVÁ, Lenka – MIKA, Karel – POSPÍŠIL, Jiří – SUCHÁ, Jitka – ŠTORNER, Martin 2007: Stavební geodézie. Praha: ČVUT, Fakulta stavební.
- HAVRDA, Jan – KOVÁŘ, Miroslav 2011: Příspěvek k diskusi o stavebních počátcích dominikánského kláštera u sv. Klimenta v Praze na Starém Městě, Staletá Praha 27, č. 2, 74–88.
- HEILIGER, Ralph 2000: Architektur-Vermessung. Wiesbaden-Nordenstadt.
- HODAČ, Jindřich 2011: Pozemní fotogrammetrie. Filozofická fakulta Univerzity Jana Evangelisty Purkyně. Ústí nad Labem (skripta).
- HOLEČEK, Josef – GIRSA, Václav a kol. 2008: Projektování obnovy stavebních památek. Odborné a metodické publikace, sv. 35. Praha: NPÚ ÚP.
- HUSE, Norbert ed. 1984: Denkmalpflege. Deutsche Texte aus drei Jahrhunderten. München.
- CHUDÁREK, Zdeněk 2001: Josef Mocker a restaurace hradu Karlštejna, Zprávy památkové péče 61, č. 2, 28–34.



- JIŘINEC, Miloslav 1966: Měřická dokumentace v památkové péči, in: Monumentorum Tutela 1, Bratislava, 113–133.
- JIŘINEC, Miloslav red. 1968: I. geodetické symposium o zaměřování památek. Státní ústav památkové péče a ochrany přírody v Praze. Praha.
- JIŘINEC, Miloslav red. 1971: II. geodetické symposium o zaměřování památek. Státní ústav památkové péče a ochrany přírody v Praze. Praha.
- KAŠIČKA, František – VAJDIŠ, Jaroslav 1965 (revid. 1990): Dispozice pro zaměření současného stavu objektů do měřítko 1 : 200 pro stavebně-historický průzkum a komplexní architektonické hodnocení prostorů a konstrukcí. Rkp.
- KIESOW, Gottfried 1982: Einführung in die Denkmalpflege. Darmstadt.
- KIRSCHBAUM, Juliane red. 1982: Erfassen und Dokumentieren im Denkmalschutz. Serie: Deutsches Nationalkomitee für Denkmalschutz: Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz 16. Bonn.
- KLEINMANN, Joachim – WENZEL, Fritz edd. 2000: Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke. Empfehlungen für die Praxis. Denkmalpflege und Bauforschung. Aufgaben, Ziele, Methoden. Karlsruhe.
- KRUMMHOLZ, Martin 2011: Gallasovský hofmistr Johann Heinrich Dienebier (1677–1748), in: Theatrum historiae 9, 375–395.
- KUBELÍK, Martin 1995: Richtlinien für Bauaufnahmen. Wien: Technische Universität Wien.
- KURIAL, Antonín 1979: Katalog lidové architektury. Okres Brno-venkov. Brno.
- LETELLIER, Robin 2007: Recording, documentation and information management for conservation of heritage places. Los Angeles.
- MACEK, Petr 2001: Standardní nedestruktivní stavebně-historický průzkum. Odborné a metodické publikace, sv. 23. Příloha časopisu Zprávy památkové péče 61. Praha: NPÚ ÚP (2., doplněné vydání).
- NOVÁČEK, Karel a kol. 2010: Kladrubský klášter 1115–1421. Osídlení – architektura – artefakty. Plzeň.
- NOVÁK, Čestmír a kol. 1974: Návrh metodologických pokynů ke směrnícím pro zaměřování památkových objektů. SÚRPMO Praha.
- PALLADIO, Andrea 1958: Čtyři knihy o architektuře. Praha (italský originál 1570).
- PAVLÍK, Milan a kol. 1998: Regenerace historických budov, sídel a krajiny, ochrana památek. Praha: ČVUT.
- PETZET, Michael 1992: Grundsätze der Denkmalpflege. Internationaler Rat für Denkmäler und Schutzgebiete (ICOMOS): Hefte des Deutschen Nationalkomitees 10. München.
- PETZET, Michael – MADER, Gert Thomas 1993: Praktische Denkmalpflege. Stuttgart – Berlin – Köln.
- RAZÍM, Vladislav – MACEK, Petr edd. 2011: Zkoumání historických staveb. Praha.
- REUL, Horst 2001: Handbuch Bautenschutz und Bausanierung: Schadensursachen, Diagnoseverfahren, Sanierungsmöglichkeiten. Köln (4. überarb. Aufl.).
- SCHMIDT, Hartwig 1986: Bauaufnahme, die Entwicklung der Methoden im 19. Jahrhundert, in: Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke: Bauefuge, Konstruktionen, Werkstoffe, Karlsruhe, 22–69.
- SCHMIDT, Wolf 1989: Das Raumbuch als Instrument denkmalpflegerischer Bestandsaufnahme und Sanierungsplanung. München.
- SCHUBERT, Alfréd 2014: Průzkum, dokumentace a inventarizace výplní okenních a dveřních otvorů. Odborné a metodické publikace NPÚ, sv. 48. Praha.
- SWALLOW, Peter – WATT, David – ASHTON, Robert 1993: Measurement and Recording of Historic Buildings. London.
- ŠIMANA, Miloslav 1971: Geodesie v archeologické praxi. Zprávy Československé společnosti archeologické při ČSAV, sv. 9. Praha.
- THOMAS, Horst ed. 1998: Denkmalpflege für Architekten. Vom Grundwissen zur Gesamtleitung. Köln.
- TOMAN, Josef 1986: Normy výkresů pozemních staveb. Praha: Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření.
- VÁCLAVÍK, František 2014: Průzkum, dokumentace a inventarizace architektonických prvků. Odborné a metodické publikace NPÚ, sv. 47. Praha.
- VILÍMKOVÁ, Milada 1986: Stavitelé paláců a chrámů. Praha.
- WANGERIN, Gerda 1982: Einführung in die Bauaufnahme. Hannover.

WEFERLING, Ulrich – HEINE, Katja – WULF, Ulrike edd. 2001: Von Handaufmaß bis High-Tech 1: Messen, modellieren, darstellen : Aufnahmeverfahren in der historischen Bauforschung; interdisziplinäres Kolloquium vom 23.–26. Februar 2000. Mainz am Rhein.

WENZEL, Fritz ed.1988: Bauaufnahme: Befunderhebung und Schadensanalyse an historischen Bauwerken. Karlsruhe.

ZAHRADNÍK, Pavel 2001: Na okraj působení Josefa Mockera na svatovítské katedrále (ke vzájemným vztahům Josefa Mockera a Friedricha von Schmidta), Zprávy památkové péče 61, č. 2, 24–27.

Směrnice pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody. Ústřední správa geodézie a kartografie Praha 1966.

Metodické pokyny pro provádění měřických a průzkumných prací. Projektová a inženýrská organizace ministerstva kultury ČSR, Praha 1987.

Terminologický slovník Výzkumného ústavu geodetického, typografického a kartografického – [www.vugtk.cz/slovník](http://www.vugtk.cz/slovník)

## Summary

### Metric survey documentation of historic buildings for use in heritage management

The methodological guidelines being published by the National Heritage Institute are intended to serve primarily as a manual for its own specialists. They will provide basic recommendations that have until now not existed for the assignment, evaluation and implementation of metric survey documentation to a quality satisfying the demands of historic building research and specialised design. While they are intended to clarify the issue of geodetic recording to heritage conservationists, they should in addition help surveyors and project architects understand the specific nature of the work in the field of heritage conservation.

The methodological guidelines follow on from two older guidelines published in 1966 and 1974 respectively, which still satisfy the requirements of traditional measuring techniques. However, geodetics and historic building research have changed beyond recognition with the advent of digital technology, and it was felt necessary to reflect the significant developments that have taken place over the last 30 years.

At the core of the manual are two blocks. The first is devoted to measurement methods, their application and results, and the archiving of data. The second examines the specific character of working with historical buildings and frequent errors that show up in the results submitted. The manual presents both traditional measuring methods (direct measurement method with diagonal sizes and orthogonal measurements, manual drawing and drafting), which these days professional surveyors use sparingly, as well as modern methods using more complex technology (total stations, 3D scanning, digital photogrammetry, computer processing, etc.). The aim has been to present simpler methods that can be used for the implementation of metric survey documentation by researchers and documentalists on their own, as well as professional methods. In practice these methods will continue to be used in parallel during both the surveying stage and the subsequent processing of outcomes. The manual offers a basic description of individual methods, specifies the equipment needed, where it can be applied, its accuracy, and the demands it makes on time. Separate sub-chapters are devoted to accuracy, errors and the elimination thereof, and a detailed examination of measuring and results. The manual also specifies the typical situations for which selected measurement equipment is used. Particularly important is the classification of metric survey documentation into four levels depending on detail: 1. The less detailed “simple documentation”, suitable for capturing the basic features of a building quickly and efficiently; 2. “basic documentation”, which includes the majority of the plans used in regular construction work; 3. “detailed documentation”; and 4. “shape accurate documentation”. The last two levels of detail represent an optimum, above-standard level and are required for work with complex historical buildings. The clearly defined gradation of levels should eradicate misunderstandings between the information user (client) and the information supplier (surveyor), and ensure that money is spent more efficiently. This last point is important given the lack of funding in the sphere of the preservation of historic buildings. Furthermore, at present a situation might arise in which a new metric survey is ordered, even though older documentation exists on the building. This approach can be legitimate if the existing materials are of poor quality and it would be more complicated to correct them than to draw up new documentation. However, there exist good quality plans which, for the purpose of research or design, need only minor corrections or additions. For this reason an ability to evaluate the quality of documentation is one of the basic skills of the building heritage managers, specialist researchers, architects and architectural designers.

Following the chapters on methods there is a section devoted to groups of buildings or constructions requiring a special approach. This section describes not only individual requirements and differences in documentation, but also

suitable measuring methods. Separate chapters dealing with construction and fittings examine trusses, aperture panes and architectonic links. A separate chapter is given over to metric survey documentation in the sphere of archaeology, since this is a highly specific area that has made great advances over the years and might offer inspiration to other spheres. Archaeology also features in the chapters devoted to buildings of which only the torso remains, and the aerial metric survey documentation of castles (as well as of other large buildings and terrain).

The last section of the manual highlights unavoidable deviations from the norm made necessary by the specific character of the historic building heritage, as well as certain serious measurement and display errors that regularly appear in metric survey reports that the building historian or heritage sponsor come into contact with (especially a negligent approach to accuracy, the incorrect depiction of apertures and arches, and the detailed depiction of features and constructions to which the surveyor could not have had access).

The two final chapters examine the way that contracts for metric survey documentation of historical buildings are awarded, and the subsequent acceptance and evaluation of the quality of the outcomes. These chapters are in direct response to poor experiences in practice. The building owner or manager and the surveyor are unable to communicate intelligibly their requirements and possibilities to their partners. It is essential that a client's requirements are formulated clearly and unambiguously if the outputs of the measuring work are to be subject to a good quality, appropriate evaluation. The manual ends with a glossary of terms.

*translated by Dan Morgan*



















# **Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči**

**Jan Veselý**

Vydal Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště středních Čech v Praze  
ve spolupráci s Národním památkovým ústavem, generálním ředitelstvím  
v roce 2014 jako 49. svazek edice Odborné a metodické publikace  
1. vydání

Adresa redakce: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště středních Čech v Praze  
Sabinova 375/5, 130 11 Praha 3 - Žižkov

Odborný redaktor: PhDr. Vladislav Razím, PhDr. Olga Klapetková

Grafické zpracování a tisková příprava: MgA. Radek Medal

Tisk: Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

ISBN 978-80-86516-79-0



ISBN 978-80-86516-78-3



9 788086 516783 >

03  
17,3 qm