

DOKUMENTACE TORZÁLNÍCH FEUDÁLNÍCH SÍDEL

**Miroslav Dejmal – Miroslav Plaček a kol.
(Vojtěch Nosek — Michaela Prišťáková – Michal Vágner)**

Metodický materiál zpracovaný v rámci projektu programu aplikovaného výzkumu a vývoje
národní kulturní identity NAKI (DF13P01OVV005)

**Archaia Brno o.p.s.
Masarykova Univerzita
2015**

ÚVOD

Členění a účel metodiky

1. POPIS LOKALITY

1.1. Historická a archivní rešerše

1.1.1 Literatura

1.1.2 Písemné prameny

1.1.3 Mapy

1.1.4 Plány

1.1.5 Ikonografie

1.1.6 Fotografie a jiné audiovizuální záznamy

1.2. Terénní a stavební průzkum

1.2.1 Příprava průzkumu lokality

1.2.2 Terénní průzkum lokality

1.2.3. Stavební průzkum lokality

2. GEODETICKÁ DOKUMENTACE

2.1 Principy geodetické práce

2.1.2 Souřadnicové systémy a zdroje orientačních bodů

2.1.3 Stabilizace a signalizace bodů

2.1.4 Číslování a kódování bodů

2.1.5 Přesnost měření, povolené odchylky, chyby a jejich oprava

2.1.6 Časová náročnost

2.2 Přístroje a pomůcky na měření

2.2.1 Základní pomůcky

2.2.2 Specializované pomůcky

2.2.3 Geodetické přístroje a pomůcky

2.2.3.1 Nivelační přístroj

2.2.3.2 Teodolit

2.2.3.3 Totální stanice

2.2.3.4 Zařízení GNSS (GPS)

2.3 Geodetické postupy

2.3.1 Ortogonální metoda

2.3.2 Polární metoda

2.3.3 Tachymetrická metoda

2.3.4 Volné stanoviště

2.3.5 Polygonový tah

2.3.6 Nivelace

2.4 Ostatní postupy

2.4.1 Krokování

2.5 Terénní měření

2.5.1 Příprava měření

2.5.2 Vlastní měření

2.5.3 Zpracování měření

2.6 Výstupy

2.7 Význam geodetického zaměřování lokalit

- [2.7.1 Holoubek \(Taubstein; okr. Třebíč\)](#)
- [3. OBRAZOVÁ DOKUMENTACE](#)
 - [3.1. Fotografická dokumentace](#)
 - [3.1.1. Potřebné vybavení](#)
 - [3.1.3. Režimy digitálního fotoaparátu](#)
 - [3.1.4. Nastavení digitálního fotoaparátu a obecné zásady](#)
 - [3.1.5. Terénní dokumentace](#)
 - [3.1.6. Časová náročnost](#)
 - [3.1.7. Zpracování dat](#)
 - [3.1.8 Výstupy a archivace dat](#)
 - [3.2 3D fotogrammetrická dokumentace](#)
 - [3.2.1. Princip 3D fotogrammetrie](#)
 - [3.2.2. Potřebné vybavení](#)
 - [3.2.2.1. Záznamové zařízení](#)
 - [3.2.2.2. Softwarové vybavení](#)
 - [3.2.3. Oblast vhodného použití](#)
 - [3.2.4. Časová náročnost](#)
 - [3.2.5. Postup dokumentace v terénu](#)
 - [3.2.6. Zpracování a archivace dat](#)
 - [3.2.7. Výstupy](#)
 - [3.3 3D skenování](#)
- [4. GEOFYZIKÁLNÍ PROSPEKCE TORZÁLNÍCH FEUDÁLNÍCH SÍDEL](#)
 - [4.1. Obecně k terénnímu měření](#)
 - [4.2. Pozemní georadar](#)
 - [4.3. Dipólové elektromagnetické profilování](#)
 - [4.4. Geoelektrické odporové metody](#)
 - [4.5. Magnetometrie](#)
 - [4.6. Časová náročnost](#)
 - [4.7. Zpracování dat](#)
 - [4.7.1. Výstupy a archivace dat](#)
 - [4.7.2 Využití geofyzikálních výsledků](#)
- [5. DOKUMENTACE TORZÁLNÍCH PAMÁTEK V ZAHRANIČÍ](#)
- [6. ZÁVĚR](#)
- [7. LITERATURA A ZDROJE](#)
- [8. SLOVNÍČEK POJMŮ](#)

ÚVOD

Četná feudální sídla (hrady, tvrze, zámky) jsou neodmyslitelnou součástí našeho kulturního dědictví a spoluvytvářejí historickou paměť a přirozenou estetiku krajiny. Kromě kontinuálně fungujících sídel, která nebyla nikdy opuštěna a jsou dnes často zpřístupňována široké veřejnosti, tvoří podstatnou část našich feudálních sídel torzální lokality nacházející se mimo intravilán obcí. Tyto lokality od nejmenších hrádků až po mohutné zříceniny stále připomínají pestrost a složitost středověkého světa. V první polovině 19. století, v rámci romantismu, začala být vyhledávána tajemná atmosféra opuštěných hradních zřícenin. Brzy se připojil i odborný zájem o tyto lokality. Počáteční zaměření pouze na historii jednotlivých objektů se posléze rozrostlo i o snahy poznat vnitřní členění a vývoj celých staveb. Přestože bylo na tomto poli už mnohé vykonáno, není poznání těchto lokalit úplné a z podstaty věci ani být nemůže. S rozvojem moderní techniky dnes přichází znovu možnost rozšířit naše znalosti k jednotlivým lokalitám, ověřit starší poznatky a v neposlední řadě zdokumentovat a zachytit stávající stav jednotlivých objektů, které stále podléhají rozpadu a archeologizaci. I když dnes není možné všechny torzální lokality, které jsou rozesety skoro po celé republice, účinně chránit a zabránit jejich rozpadu, mělo by být prioritou alespoň pomocí moderní techniky zachytit maximálně jejich současný stav a podobu, aby aspoň ta zůstala co nejvíce uchována pro budoucí generace. Tato metodika si klade za cíl představit možné postupy dokumentace torzálních lokalit.

Členění a účel metodiky

Tato metodika vychází z praktických i teoretických znalostí autorů, kteří se dlouhodobě zabývají dokumentací feudálních sídel a dokumentací a prospekci samotnou. Metodika je členěna na osm částí. První část popisuje samotnou přípravu dokumentace. Provádění rešerší a vlastní terénní a stavební průzkum lokality. Druhá část se zaměřuje na geodetickou stránku dokumentace, přičemž zde považujeme za žádoucí představit a podrobně rozebrat různé metody a aspekty geodetické dokumentace. Přestože v rámci dokumentace historických staveb jsou často využívány geodetické firmy či specializovaní pracovníci, v našem pojetí dokumentaci provádí sám zpracovatel s pomocníky. Proto považujeme za nutné podrobně se zabírat geodetickou stránkou věci. Měřičská práce na historických lokalitách se totiž od

komerční geodezie neliší principy, ale praktickým provedením. Třetí část se věnuje obrazové dokumentaci – a to jak dnes již standardním fotografiím, tak 3D fotogrammetrii a 3D skenováním. Čtvrtá část se zabývá možnostmi a aplikací geofyzikálních metod. Ty stále nejsou, přes jejich již poměrně dlouhou tradici použití, u nás běžně zapojovány do průzkumů historických staveb. Pátá kapitola přináší krátké zahraniční srovnání. Metodiku uzavírá šestou částí závěr. Sedmá část představuje seznam základní literatury a na konec je připojen slovníček méně známých pojmů.

Účelem metodiky je představit některé z možných postupů při dokumentaci torzálních feudálních sídel, zvláště multidisciplinární pojetí dokumentace za využití i těch nejmodernějších metod. Metodika se snaží o jejich představení a standartizaci při jejich aplikaci. Neusiluje ovšem o nahrazení ostatních již zavedených forem dokumentace a průzkumu, jakými jsou OPD, SHP či destruktivní nebo nedestruktivní archeologický průzkum. Již z povahy věci je jasné, že všechny tyto formy průzkumů se částečně překrývají. Metodika je převážně určená studentům a amatérským zájemcům o obor, kteří hodlají prohloubit své znalosti, a má vést k základní orientaci v problematice. Využitelná je pro studenty archeologie, uměnovědných oborů, architektury či geodezie. Může také posloužit již v oboru působícím pracovníkům. Hlavně pracovníkům pohybujícím se v památkové oblasti, případně úředníkům památkovou péčí vykonávajícím. Uplatnitelná je také pro pracovníky organizací a firem zabývajících se archeologií, stavební historií, geodezií a dokumentací, kdy je může obohatit o některé nové metody či nové možnosti aplikace již stávajících postupů.

1. POPIS LOKALITY

1.1. Historická a archivní rešerše

Základním předpokladem pro kvalitní dokumentaci lokality je provedení historické a archivní rešerše. Ta by měla obsáhnout jak samotné prameny, tak přehled dosud publikovaných prací k vlastní lokalitě. Přičemž podstatné informace mohou obsahovat i kvalitativně podprůměrné či neodborné publikace. Provedení kvalitní rešerše je ovšem časově a odborně velice náročnou prací. Zvláště vytěžení písemných pramenů a archiválií často vyžaduje speciálně vyškoleného pracovníka. Nicméně před každou plánovanou dokumentací by mělo dojít k provedení alespoň základní rešerše. Kvalitně provedená rešerše může význačným způsobem usnadnit a obohatit vlastní průzkum.

1.1.1 Literatura

V dnešní době již existuje bohatá literatura věnována feudálním sídlům u nás. Každý průzkum by mělo předcházet shromáždění veškeré relevantní literatury k lokalitě. Význam mají často i práce dnes již antikvované či neodborné a produkty regionální vlastivědy.

Specializované práce zabývající se feudálními sídly začaly u nás vznikat v druhé polovině 19. století. První soupisové práce se většinou zaměřovaly buď na celou habsburskou monarchii či na jejich části (např. Sartori 1819–1820, Heber 1843–1849, Heber 1848, Peter 1879–1894). Pro Čechy představuje určitý milník počátek vydávání monumentálních Sedláčkových Hradů, zámků a tvrzí království českého (1892–1927), které na dlouhou dobu představovaly nejucelenější soupis zdejších lokalit. Moravský pokus V. Pinkavy (1927) se s Sedláčkovou prací nemůže měřit. Pouze několik lokalit se pak dostává do práce O. Pipera (1912).

Kromě specializovaných prací si feudálních sídel všimaly i soupisové, vlastivědné či topografické práce (např. Wolný 1855–1866, Prokop 1904, Vlastivěda moravská či Soupis památek historických a uměleckých v království českém).

Prospekci moravských hradů, hrádků a tvrzí se také zabýval I. L. Červinka. Bohužel své výsledky publikoval pouze částečně a jeho souhrnné dílo zůstalo pouze v rukopise (Červinka 1942). V oblasti českého Slezska jsou v meziválečném období podstatné práce H. Weinelta, i přes své nacionální zabarvení.

V druhé polovině 20. století došlo k dalšímu rozvoji bádání o feudálních sídlech. Silně se tehdy prosazoval umělecko-historický přístup. Tehdy začaly vznikat četné pasportizace objektů. Čelnou představitelkou tohoto směru byla D. Menclová, která své závěry rozpracovala do podoby syntéz (pro Moravu pouze částečně 1971; pro Čechy 1972; 1972a), některé její stavebně-historické průzkumy následně vyšly ve zkrácené verzi jako průvodce.

Zájem o drobná feudální sídla vedl v 80. letech 20. století ke vzniku publikace o hrádcích a tvrzích na Moravě (Nekuda–Unger 1981), která shrnula starší výsledky a určila další směr bádání. Pro české lokality vzniklo obdobné dílo, ovšem mnohem většího rozsahu, až na přelomu 20. a 21. století (Svoboda a kol. 1997; 2000; Úlovec a kol. 2005). Nahrazením původních Sedláčkových hradů se měla stát kolektivní monografie Hradů, zámek a tvrzí v Čechách, na Moravě a ve Slezsku (1981–1989), která je bohužel plná faktických chyb a nepřesností a jejíž informační potenciál je omezený.

V devadesátých letech začala vznikat velká encyklopedická díla zabývající se českými a moravskými hrady, která si kladla za cíl popsat a shrnout poznatky o co nejvíce lokalitách (Durdík 1996; 2000; Plaček 1996; 2001). Soupis moravských lokalit od M. Plačka zahrnuje i hrady a tvrze. Tato díla jsou pravidelně vydávanými dodatky stále rozšiřována (Durdík 2002; 2005; 2008; Plaček 2007). Tyto encyklopedie lze použít i jako základní odrazový můstek pro rychlou orientaci v literatuře k jednotlivým lokalitám. Četné informace obsahují také větší všeobecná kompendia jako např. Umělecké památky Moravy a Slezska (Samek 1999; 2003), či Umělecké památky Čech (Poche a kol. 1977; 1978; 1980; 1982) nebo katalog Od gotiky po renesanci (1999) pro Moravu a Slezsko.

Kromě samotných monografií a soupisových prací obsahují nejvíce informací časopisecké statě a kratší články. Pro značnou šíři uvedme pouze vybraná periodika, jelikož jednotlivá feudální sídla si našla cestu do leckterého periodika od místních vlastivědných sborníků až po význačná vědecká periodika. Přímo specializovaným periodikem je *Castellologica Bohemica*. Četné příspěvky můžeme také nalézt v *Archeologia historica*, *Průzkumy památek*, *Dějiny Staveb*, *Svorník*, *Hláska* – dříve ročenka klubu Augusta Sedláčka.

Rychlý rozvoj různých historických disciplín zabývajících se feudálními sídly dnes produkuje velké množství jednotlivých časopiseckých studií a kratších článků. K rychlé orientaci v nich v mnohém napomáhají digitální bibliografické databáze. K těm nejobjemnějším a nejpraktičtějším patří databáze Historického ústavu AV ČR (<http://portaro.eu/huav/>) či Bibliografie české, moravské a slezské archeologie Archeologického ústavu AV ČR Praha (<http://arup.cas.cz/?cat=332>). Tyto a jiné bibliografické databáze umožňují rychlou orientaci a vyhledávání potřebné literatury pomocí zadávání klíčových slov či autorů.

1.1.2 Písemné prameny

Jedním ze základních informačních zdrojů ke každé lokalitě jsou, kromě samotné památky, středověké a novověké písemné prameny. Nicméně studium těchto pramenů v originále vyžaduje od příslušného pracovníka specializované školení. Bez znalosti historie, pomocných věd historických a základů latiny a němčiny nelze většinou provést potřebnou kritiku a vytěžení daného pramene. Práci mohou velice ulehčit jednotlivé edice pramenů a při jejich vyhledávání různé archivní pomůcky.

Většina písemných pramenů, ale i dalších archiválií je dnes uložena v Národním archivu, Moravském zemském archivu, Zemském archivu v Opavě či v ostatních okresních archivech. Toto obrovské množství archiválií rozšiřují další odborné archivy a archivy různých specializovaných institucí. Seznam fondů většiny veřejných institucí vytváří MV ČR (<http://aplikace.mvcr.cz/archivni-fondy-cr/default.aspx>). Jak bylo řečeno výše, práce přímo s primárními prameny vyžaduje specializovaného pracovníka, který kromě znalosti práce s prameny má také povědomí o jejich uložení. Pro samotný průzkum lokality se většinou využívají již publikované výtahy a informace z dříve provedených archivních průzkumů. Tato praxe ovšem může vést k přebírání chyb učiněných dřívějšími badateli.

Poněkud snáze se pro neškoleného pracovníka dá pracovat s edicemi pramenů, které jsou stále základem při přípravě historické rešerše. Dnes již velké množství pramenů publikovaných v edicích umožňuje přístup k jinak těžko přístupným archiváliím. Z široké palety pramenů jen zmiňme např. edice listin: pro Čechy CDB – Codex diplomaticus et epistolaris regni Bohemiae I–VI 1904–2006, pro Moravu CDM – Codex diplomaticus et epistolaris Moraviae I–XV 1836–1903, či pro část českého Slezska Codex diplomaticus Ducatus Tassinensis I–VII 1955–1986. Kromě nich existuje ještě řada dalších edic písemných pramenů jako např. Archiv český I–XL, 1840–2004 nebo Fontes rerum Bohemicarum I–VIII 1873–1932.

Pro samotná feudální sídla mají značný význam zemské desky. A to jak desky trhové (knihy zadní ve Slezsku), kde můžeme sledovat majetkové přesuny jednotlivých lokalit, tak i desky půhonné (knihy přední ve Slezsku), kde často narazíme na podrobné informace k jednotlivým lokalitám na pozadí tehdejších právních sporů. Bohužel české středověké zemské desky byly skoro všechny zničeny při požáru Hradčan a Malé Strany v roce 1541. Mnoho hlavně starších

edicí je dnes dostupných na stránkách Centra mediavistických studií (<http://147.231.53.91/src/index.php>).

Důležitým zdrojem informací jsou i urbáře jednotlivých panství a statků, které často obsahují důležité informace např. o zániku jednotlivých lokalit. Velký počet urbářů dnes již vyšel v edicích. Přehled existujících moravských a slezských urbářů je dostupný na stránkách Moravského zemského archivu (<http://mza.cz/a8web/a8apps1/URB01/A8SL4DD2Bad3URB01.htm>).

Jak již bylo řečeno výše, práce s písemnými prameny a jejich edicemi vyžaduje speciálně školeného pracovníka s širokým povědomím o možnostech a uložení příslušných archiválií. Není tedy smyslem této metodiky vypočítávat široký seznam fondů a edic, jejichž známost patří k základním znalostem každé historicky školené osoby.

Závěry starších průzkumů různého zaměření jsou dostupné, kromě publikovaných statí, také ve specializovaných archivech. Pro archeologické nálezové zprávy a hlášení to je v jednotlivých archeologických ústavech AV ČR v Praze a Brně. Také archivy jednotlivých územních odborných pracovišť NPÚ poskytují mnohé informace. Bohužel dodnes nevznikl centrální archiv pro stavebně-historické průzkumy, což platí i pro starší pasporty SÚRPMO.

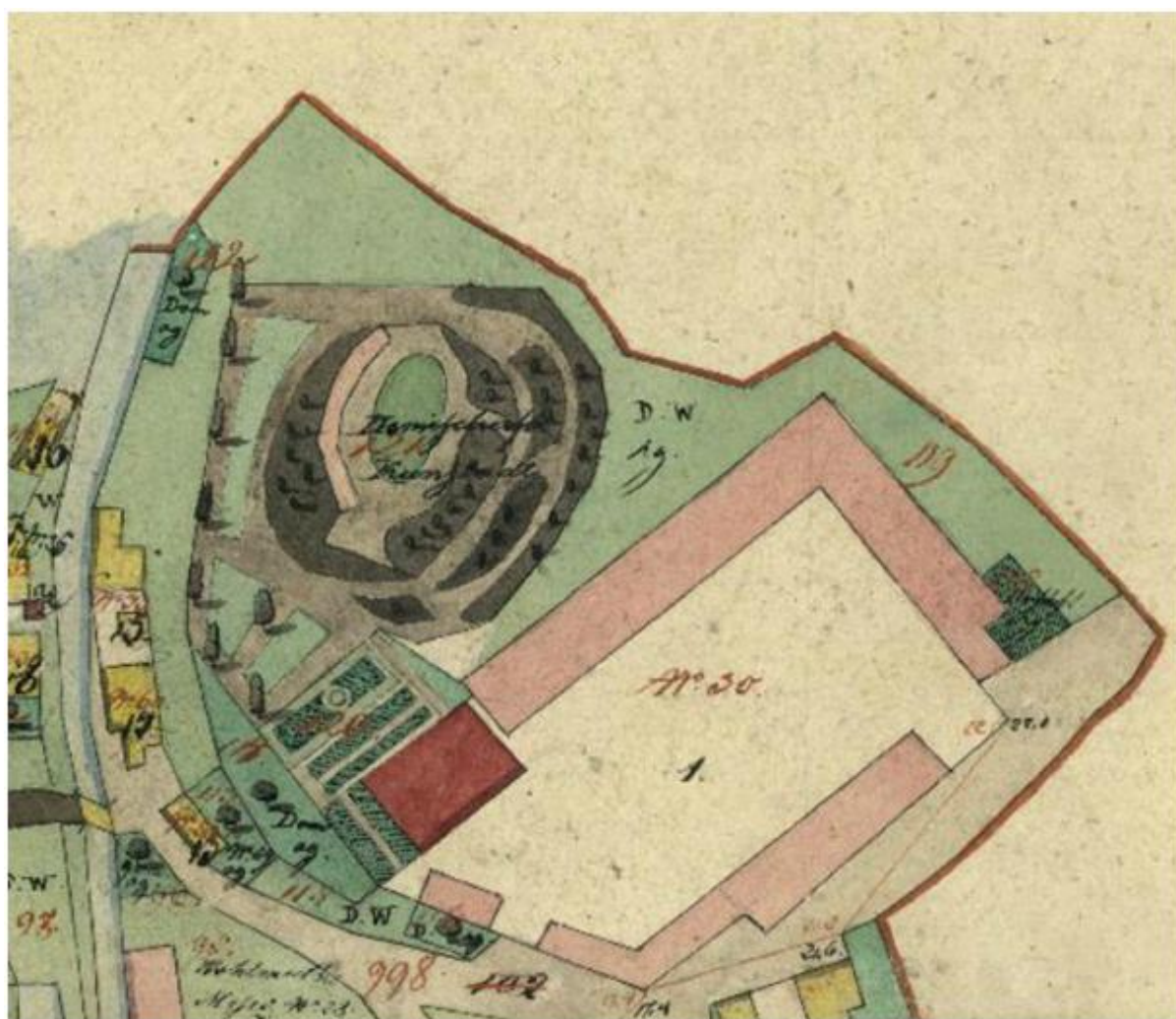
1.1.3 Mapy

Staré mapy představují důležitý pramen, který může posloužit jak k lokalizaci jednotlivých lokalit, tak k jejich bližšímu poznání a zasazení do kontextu historické krajiny. Zvláště důležité jsou mapy vzniklé v předindustriálním období, které ještě částečně reflektují středověký ráz kulturní krajiny. Využitelná mohou být ovšem i mnohem mladší mapová díla, která např. zachycují dnes již neexistující části krajiny, které byly zničeny v 2. polovině 20. století (těžbou, zatopením apod.).

Kromě různých starších map, jako např. Klaudiánova mapa Čech, Fabriciova mapa Moravy, Komenského mapa Moravy či Müllerovy mapy Čech a Moravy, představuje první potřeby průzkumu staveb a jejich okolí široce použitelné dílo tzv. josefské mapování či I. vojenské mapování z let 1764–1768, rektifikované v letech 1780–1783. Přestože jde ještě o značně nepřesné dílo, míra podrobností (je zpracována v měřítku 1 : 28 800) a časté zachycení zaniklých fortifikací umožňuje vyvodit potřebné informace. Stejně využitelné jsou i pozdější mapování z let 1836–1852 (II. či Františkovo) či případně ještě z let 1876–1880

(III. či Františko-josefské). Tyto mapy jsou dnes v digitální podobě dostupné i online (<http://oldmaps.geolab.cz/>).

Důležitým pramenem při studiu předindustriální krajiny je také takzvaný stabilní katastr (Čechy 1826–1830; 1837–1843 a Morava 1824–1830; 1833–1836), a to jak tzv. povinné císařské otisky, tak indikační skici. Přestože mapy stabilního katastru dopodrobna zachycují hlavně stavby v rámci intravilánu obcí, jsou důležitým pramenem i pro extravilány (obr. 1). Zde jsou hlavně využitelné při studiu místních názvů, které jsou důležité pro lokalizaci sídla. Stabilní katastr je dnes dostupný v digitální podobě na stránkách ČÚZK (císařské otisky ČR a skici pro Čechy, <http://archivnimapy.cuzk.cz/>) a MZA (<http://www.mza.cz/indikacniskici/>).



Obr. 1: Indikační skica stabilního katastru z roku 1826 obce Dalečín. Na skice je zachycena dochovaná část zdiva hradu a přiléhající hospodářský dvůr se zámečkem (MZA).

Kromě těchto velkých souhrnných mapových děl jsou důležitým pramenem mapy velkých a středních měřítek. Jde např. o různé mapy panství, lesních pozemků či rybníčních soustav.

Mnohé staré mapy jsou dnes již k dispozici online v digitální podobě (<http://www.starelesnimapy.cz/>; <http://archivnimapy.cuzk.cz/>; <http://www.mapovasbirka.cz/>; <https://www.natur.cuni.cz/geografie/mapova-sbirka/digitalizace-map>; <http://chartae-antiquae.cz/cs>; <http://mapy.mzk.cz/>; <http://mapy.geogr.muni.cz/>; <http://mapy.vkol.cz/>; <http://www.zcm.cz/mapy/>; <http://www.hiu.cas.cz/cs/mapova-sbirka>).

K orientaci v ostatních mapových sbírkách a fondech pak slouží lexikon mapových archivů a sbírek v ČR (Semotanová–Šimunek 2000). Mnohé informace, hlavně o okolním reliéfu, lze vyčíst i z dnešních mapových podkladů. Samostatnou kapitolou jsou pak různé formy dálkového průzkumu krajiny a jejich výstupy (viz kap. 2).

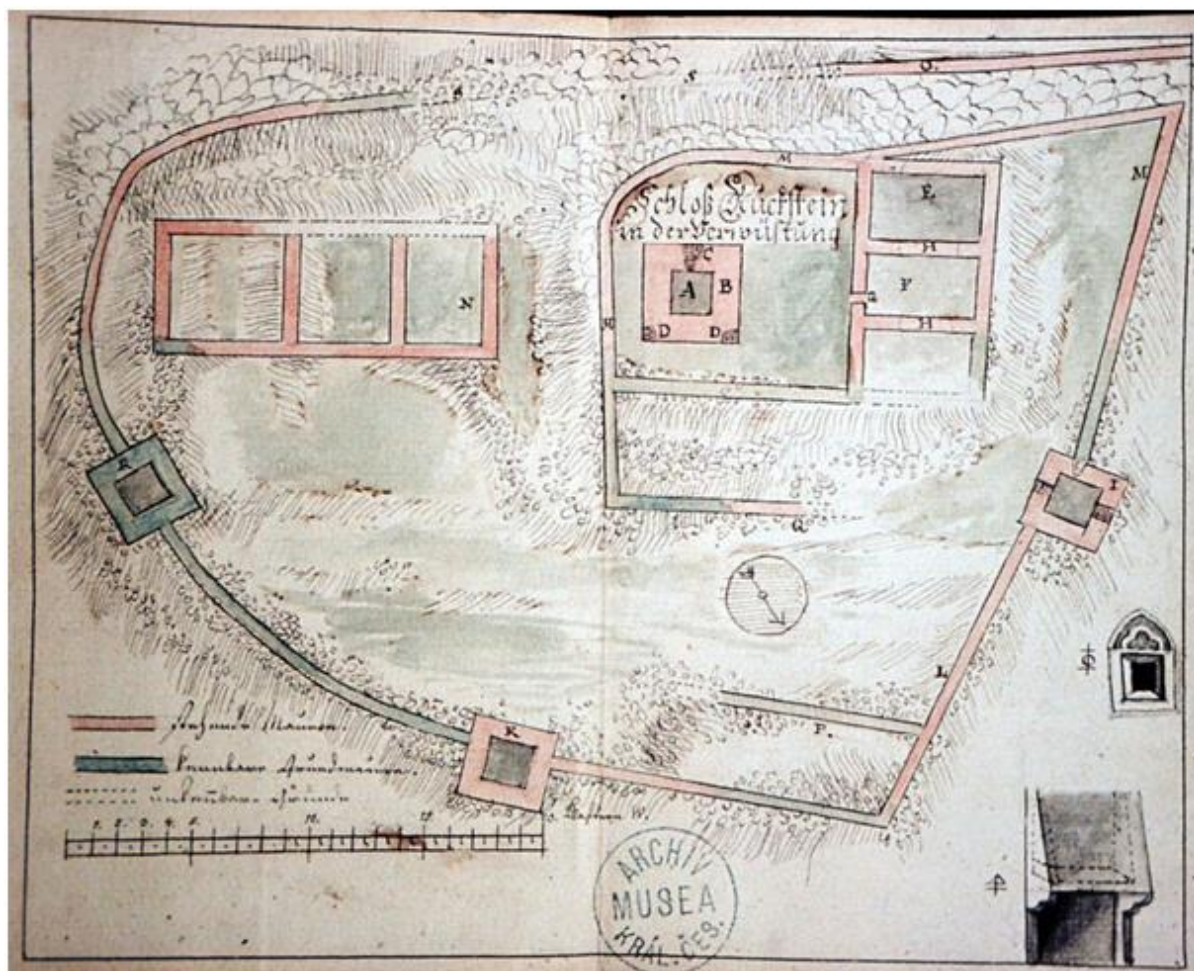
1.1.4 Plány

Podobný význam jako historické mapy má historická plánová dokumentace. Místa uložení se částečně překrývají s místy uložení historických map, navíc můžeme mladší plány nalézt v archivech příslušných stavebních úřadů. Plány na rozdíl od map zachycují mnohem větší detaily, které již mohou přinést pro průzkum mnohem podstatnější informace (obr. 2).

Přes nepřesnost starších plánů mají zásadní význam hlavně díla pořízená v 19. století a dříve, která zachycují mnohé lokality ještě v mnohem zachovalejším stavu. A to ať už jsou to plány samotných lokalit či širších celků, v rámci kterých jsou torzálně dochovaná sídla zachycena (parky, zahrady atd.). Důležitou skupinou jsou také plány pořízené při příležitosti vestaveb či přestaveb jednotlivých areálů. Zde zachycené detaily mnohdy představují kromě půdorysu i řezy objektem. U objektů, kde došlo k nějakým romantickým či puristickým úpravám, můžeme na základě těchto plánů odhadnout hranici mezi původní středověkou konstrukcí a pozdější úpravou.

Význam ovšem mají i mnohem mladší plány, ať již jde o různé náčrty a skici, které jsou dnes často uloženy v pozůstalostech po jednotlivých badatelích, či o starší odborné skici a plány lokalit. Půdorysy, případně řezy středověkými hrady začaly být za odborným účelem pořizovány v druhé polovině 19. století. Také plány a skici staré 30 let mohou obsahovat části stavby či areálu, které dnes již neexistují. I přes svoji nepřesnost mohou být tyto plány využity při tvorbě nového celkového plánu lokality, do kterého mohou být zaneseny dnes již

neexistující konstrukce. Stejně jako u každého historického pramene je nutno i plány podrobit náležité kritice. Zvláště když jejich přesnost nemusí být velká a informace v nich mohou být zkreslující či zavádějící.



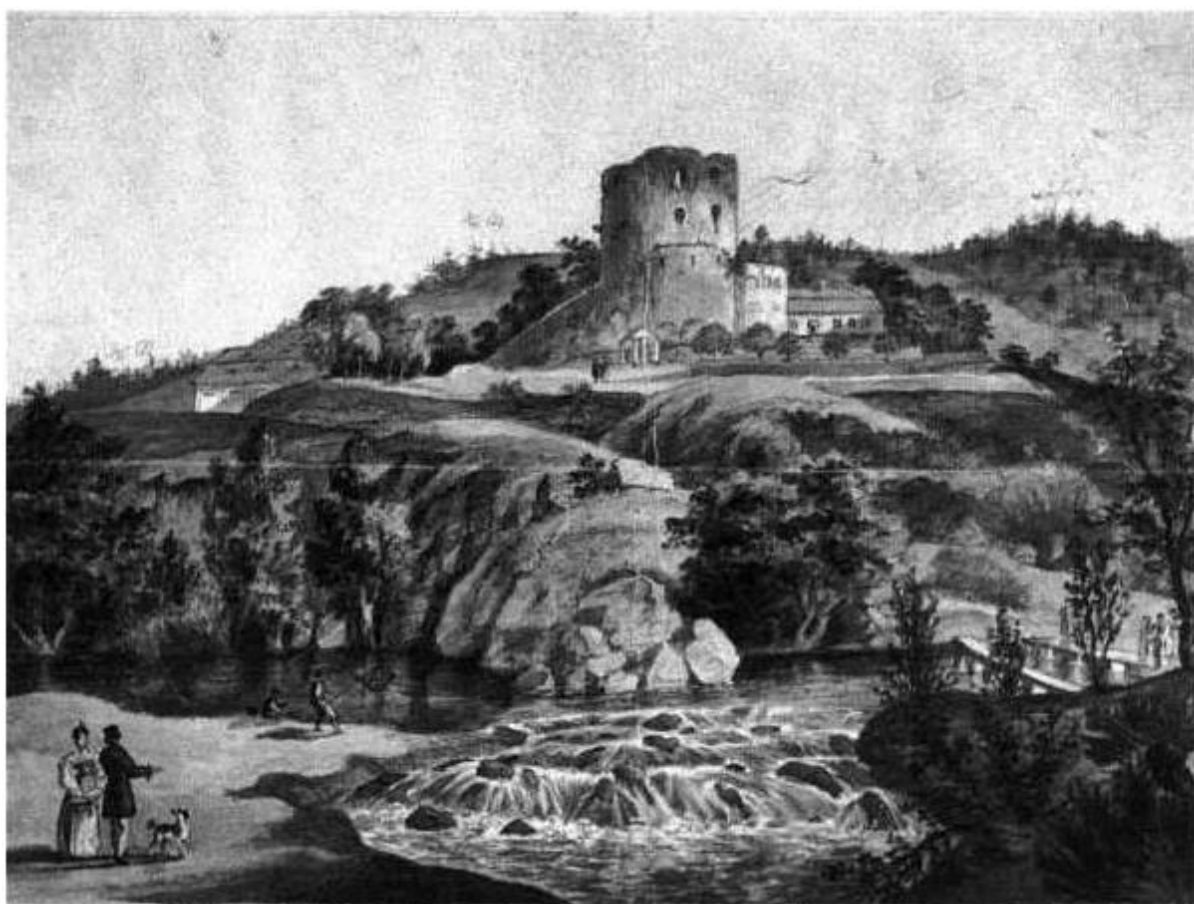
Obr. 2: Plán hradu Rokštejna pravděpodobně z roku 1788. Červeně stávající zdivo, zeleně hypotetický proběh zdiva (Archiv ÚAM FF MU).

1.1.5 Ikonografie

K neméně důležitým pramenům patří historické vyobrazení torzálních lokalit. Jedná se hlavně o grafiky, kresby a malířská vyobrazení (obr. 3). Ty všechny nám můžou přinést podstatné informace o vzhledu a hlavně detailech jednotlivých staveb. S historickými vyobrazeními jednotlivých staveb se můžeme setkat již poměrně brzo. Kromě zachycení samotných lokalit se může jednat např. o detaily v rámci větších vyobrazení – v rámci freskové výzdoby či na okraji obrazů či kostelních oltářů. Také na okraji vedut a vyobrazení některých měst lze nalézt pro nás zajímavé vyobrazení (soupis vedut je dostupný na <http://veduty.bach.cz/veduty/>). Rozmach dochovaných vyobrazení začíná na konci 18. a hlavně v 19. století. Zvláště v období romantismu se staly torzální lokality námětem četných

grafik a malířských vyobrazení. Kromě archivů jsou tato díla i pro svou uměleckou hodnotu často ve sbírkách uměnovědných institucí jako je např. Národní galerie, Moravská galerie či různé oblastní instituce. Některá malířská vyobrazení se nacházejí přímo na památkových objektech. Známe také mnoho skic (např. notoricky známé Máchovy Hradky spatřené – Mácha 1988). S rozvojem turismu souvisí i vznik četných pohlednic zachycujících zvláště zříceniny hradů.

Při využívání ikonografických pramenů je nutno důsledně posoudit, nakolik je autorovo zobrazení hodnověrné. Žádoucí je stav, kdy jsou ty samé pasáže lokality znázorněny na více vyobrazeních či pokud lze porovnávat tehdejší vzhled alespoň z části s dnešním stavem. Pouze vyobrazení doprovázející první odborné práce se snažily o věrné zachycení lokality. Ostatní často trpí jistou schématicností či autorskou licencí.



Obr. 3: Dalečín celkový pohled na hrad od řeky Svratky. Mědirytina z 19. století.

1.1.6 Fotografie a jiné audiovizuální záznamy

Nejmladším, ale dnes asi nejpočetnějším pramenem k samotným lokalitám jsou fotografie. Ty se začaly pořizovat již na konci 19. století. Již od počátku vycházely tiskem různé obrazové publikace či alba, která mnohdy zachytila historické lokality. Takovéto práce vznikají dodnes. Lokality byly samozřejmě i častým objektem pro jednotlivé snímky fotografů. Takovéto snímky můžeme často nalézt v pozůstatostech různých muzeí, uměnovědných institucí či v knihovnách (obr. 4).

Samostatnou kapitolou jsou pak snímky pořizované pro dokumentační potřeby (k jejich pořizování viz kap. 3.1). Ty se na rozdíl od žánrových snímků, které lokality využívají pouze jako kulisy či zachycují jejich atmosféru, věnují jednotlivým detailům i podstatným částem stavby. Tyto fotografie jsou dnes povětšinou uloženy v archívech odborných institucí, jako např. bývalý archív Státního památkového úřadu pro Moravu a Slezsko je dnes uložen na NPÚ v Brně. Fotografie některých lokalit se také nacházejí v archívech jednotlivých Archeologických ústavů AV ČR a jiných institucích. V rámci rešerše by měl být shromážděn dostatečně vypovídající soubor dokumentačních fotografií či fotografických příloh starších výzkumů.

S technickým rozvojem začaly být fotoaparáty dostupné i pro širokou veřejnost. Tím samozřejmě enormně vzrostl počet fotografií, na nichž se jako němí svědkové četných výletů a vycházek objevují torza středověkých hradů. Zvláště starší fotografie či jejich kopie si již mnohdy našly cestu do našich paměťových institucí a jsou k dispozici k odbornému bádání. Většina je ovšem roztroušena v soukromých rukou. Tyto fotografie mohou být výborným doplňkem tam, kde scházejí historické dokumentační fotografie, či mohou upřesňovat špatně čitelné detaily památek. Nově mohou být využity moderními technologiemi, kdy jsou staré snímky zpracovány pomocí softwaru, a pokud je jich dostatečný počet, mohou být využity pro vytvoření 3D modelu (viz kap. 3.2, aplikaci této metody můžeme nyní sledovat na památkách v Sýrii). Problémem této skupiny fotografií je, že často zachycují opakovaně tytéž „fotogenické“ části lokalit a že jejich cílem není prvotně dokumentovat památku. I tak mohou představovat cenný zdroj. A to i fotografie z posledních let, kdy lze např. sledovat postupný rozpad zdiva, stav před mnohdy neodbornými či nedostatečně dokumentovanými opravami či reliéf před poškozením lesní technikou. Jelikož se často tyto fotografie vyskytují v soukromých sbírkách, je těžké se k nim dostat. Poměrně úspěšnou formou získání je oslovení občanů obcí přilehlých k památce veřejnou výzvou. Tato forma je účinná hlavně v menších obcích.



Obr. 4: Zubštejn, hradní jádro v roce 1944 (Muzeum Bystřice nad Pernštejnem).

Jelikož středověké hrady a hrádky se vždy těšily hojnému zájmu amatérských badatelů, existuje početná kolekce fotografií pořízených právě jimi. Mnohdy jejich neutuchající zápal a zájem o jednotlivé lokality daly vzniknout početným kolekcím dokumentačních fotografií. Ty v některých případech i předčí dokumentaci pořízenou profesionálními pracovníky. Tyto fotografie jsou stejně jako předešlá skupina v soukromém držení. Nicméně zvláště v poslední době ji jednotliví zájemci sdílejí veřejně pomocí internetu.

Specifickým pramenem jsou letecké fotografie. Ty jsou u nás pořizovány od meziválečného období. Jejich přínos je pro stavební podobu silně omezený, mohou ale mnohé poodhalit v případě terénních reliktnů. Převážně kolmé vojenské letecké snímky jsou uloženy v archivu VGHMÚř v Dobrušce. Částečně jsou i spolu s jinými zveřejněny na stránkách ČÚZK (<http://lms.cuzk.cz/lms/>). Převážně šikmé fotografie pak byly pořízeny a dnes jsou uloženy v pracovištích zabývajících se leteckou archeologií – na Archeologickém ústavu AV ČR Praha pro Čechy a v Ústavu archeologické památkové péče Brno pro Moravu.

Specifickým typem záznamu jsou různé video sekvence či video dokumentace jednotlivých objektů. Tato méně častá forma dokumentace může obsahovat také podmětné informace. Forma záznamu videem je vhodná rovněž při dokumentaci stavby, kdy autor může do záznamu přímo komentovat jednotlivé situace. Dokumentace pomocí videa je dnes o to

snazší, že kvalitní fotoaparáty s dostatečně velkou pamětí dokážou pořizovat kvalitní a dlouhé video sekvence.

1.2. Terénní a stavební průzkum

Terénní a stavební průzkum je spolu s rešerší a geodetickou a obrazovou dokumentací hlavní složkou dokumentace torzálních památek. Průzkumy by měl provádět speciálně školený, dostatečně zkušený pracovník, který dokáže adekvátně rozpoznat a popsat jednotlivé dochované relikt památky a správně je interpretovat. Již samotná dokumentace v sobě nese jistou míru interpretace, proto nelze nikdy dokumentační a interpretační část od sebe zcela oddělit. I tak by se měl pracovník o to pokusit. Samotný průzkum lokality členíme na tři fáze. A to na přípravu průzkumu, terénní průzkum, stavební průzkum a vyhodnocení.

1.2.1 Příprava průzkumu lokality

Příprava průzkumu by měla proběhnout po rešerši či souběžně s ní. Po vytipování lokality a její přesné lokalizaci je žádoucí místo navštívit. Při prvotní návštěvě by mělo dojít k dohledání všech známých komponent areálu, posouzení časové a technické náročnosti dokumentace, zvolení vhodných metod budoucí dokumentace a vytipování možných rizik při dokumentaci (špatně přístupné úseky apod.). Zvolen by měl být i vhodný čas na dokumentaci, který je závislý od rostlinného krytu lokality, jejím reliéfu či statickém stavu. Zarostlé lokality je nutno dokumentovat v období vegetačního klidu, tedy na podzim či časném jaře, případně v zimě. Naopak lokality na skalních bradlech jsou zvláště v mrazu nebezpečné. Odhadnuta by měly být i nutnost využití speciálních pomůcek pro průzkum, jako např. horolezecké vybavení, vysokozdvížené plošiny či lešení nebo nutnost použití dronu do nedostupných partií. Po prvotním průzkumu a před započítím dokumentace by měl být kontaktován vlastník pozemku. Ten by měl být seznámen s povahou průzkumu, dobou jeho průběhu a možnými riziky, které by hrozily jeho vlastnickým právům. Pokud majitel pozemku, případně stavby pokud je definována zvlášť, souhlasí, nic nebrání průzkumu. Pokud je nutné na lokalitě pro účely dokumentace odstraňovat částečně rostlinný kryt či je počítáno s mikrovrypy nebo s průzkumem detektorem kovů, měl by s tímto být majitel pozemku řádně seznámen. K tomu by použití detektoru a provedení mikrovrypů mělo být nahlášeno a schváleno příslušným archeologickým ústavem a orgány státní památkové péče jako badatelský výzkum.

1.2.2 Terénní průzkum lokality

Samotným terénním průzkumem rozumíme vyhledávání terénních útvarů antropogenního původu. Záměrně ho oddělujeme od stavebního průzkumu případných reliktních zástavby, i když funkčně spolu souvisí. Před samotným terénním průzkumem je nutno lokalitu krátce popsat s geomorfologického hlediska – tedy jestli jde o lokalitu výšinou, ostrožnou či nížinou, jakého tvaru je staveniště, zda zde vystupuje skalní podloží apod.

Následuje samotný terénní popis antropogenních reliéfních tvarů. Samotné vyhledávání těchto tvarů je postup, při kterém lze jen omezeně využít analytických metod a postupů. Rozeznávání jednotlivých tvarů je závislé na zkušenosti pracovníka a na jeho schopnosti rozeznat specifický reliéfní příznak v terénu. Při dokumentaci útvaru je nutné zvažovat kromě tvaru reliéfu také jeho prostorový kontext, povrchový vzhled či případně vazbu na zděnou zástavbu.

Jednotlivé tvary je možno popisovat pouze na základě průkazných znaků, bez zatěžování interpretacemi. Pak mluvíme o tvarech konvexních, konkávních, zrcadlech atd. (viz obr. 5). Nicméně běžný způsob klasifikace reliéfních tvarů vede k komplexnímu posouzení zjištěných objektů a k jejich interpretaci (Kuna–Tomášek 2004, 237–242; Smetánka–Klápště 1979, 614–628).

KOMPLEXITA	VELIKOST	TVAR	
jednotlivé	velké	konvexní	
		konkávní	
		zrcadla	
		plochy s neklidným povrchem	
	malé	plošné	konvexní
			konkávní
			zrcadla
		liniové	konvexní
konkávní			
terasové hrany			
komplexy			

Obr. 5: Terminologie reliéfních tvarů jak ji definovali Smetánka–Klápště 1979 (podle Kuna–Tomášek 2004, 240, Tab. 7.1).

V námi zhotovovaném popisu se tedy bude spíše než konvexní liniový objekt vyskytovat slovo příkop apod. Obecně při popisu feudálních sídel vycházíme z pojmů architektury a

archeologie (k pojmosloví např. Plaček 2001, 739–745; případně Durdík 2000 či Kupk a kol. 2002; uměnovědné názvosloví pak např. Blažíček a kol. 1962; Herout 1961; 1980).

Terénní průzkum by měl tedy vystihnout jak samotné přírodní poměry na lokalitě, tak veškeré terénní antropogenní relikty. Ty by měl náležitě slovně, geodeticky (viz kap. 2) a fotograficky (viz kap. 3) zdokumentovat. Při popisu by se mělo postupovat areálem logicky od jedné strany, či od předhradí k jádru apod. Při samotném popisu by měla být držena jednotná forma a jednotlivé relikty by měly být popsány i přibližnými rozměry. Zvláště by měla být zaznamenána jejich vazba na jiné relikty či stavby a konstrukce. V rámci popisu je možné uvést případnou interpretaci či diskuzi o původním účelu v reliktu dochované struktury. Terénní průzkum není často uveden zvlášť, ale je součástí stavebního průzkumu a obě části památky jsou popisovány současně podle funkčních celků. Nicméně i v tomto případě platí výše zmíněné zásady. Naopak některé lokality, které neobsahují žádné viditelné nadzemní konstrukce, a jsou patrný např. pouze v podobě valů a příkopů, budou mít pouze terénní popis.

1.2.3. Stavební průzkum lokality

Samotný stavební průzkum památky se soustředí pouze na dochované části staveb a ostatních konstrukcí. Průzkum opět může provádět jen zkušený pracovník, který vizuálním průzkumem musí odhalit všechny podstatné části objektu, jejich vazbu a následnost. K tomu musí být schopen rozlišit veškeré detaily stavby nebo konstrukce a následně je popsat, případně interpretovat. Stavební popis vychází z obecně platných metodických postupů (SHP a OPD, případně starších pasportů SÚRPMO), které byly již částečně podrobně zpracovány (Bláha a kol. 2005; Macek 1997; 2001), proto není nutné zacházet do detailů, když podrobnosti nabízejí výše uvedené metodiky zpracované předními znalci oboru.

Samotný stavební průzkum by si měl mimo jiné všimnout: dispozice objektu, konstrukčního systému a provedení jednotlivých staveb a konstrukcí, architektonické kompozice a možných komunikačních schémat. Detailně by měl popsat vztahy a vazby jednotlivých objektů včetně detailů. Popsány by měly být veškeré zjištěné konstrukce a vše by mělo být doplněno o popis užitých stavebních materiálů (Macek 1997, 13–14).

Při popisu staveb či konstrukcí by se mělo začít stručnou charakteristikou objektu, následovat by měl popis vnějších líců a částí stavby. Případnou vnitřní část – interiér popisujeme od zdola nahoru, tedy např. od sklepa po půdu. Při popisu by měl být kladen důraz jak na celkové situace, tak na jednotlivé detaily.

Stavební konstrukce							Strat. jednotka č.:		
Výzkum:		Plocha:		Sonda:		Sektor:			
Kategorie: dřevěná, zděná, hliněná, smíšená		Dochování: v ploše:		ano ne %		v prostoru: ano ne %			
Rozměry: (interval)		délka:		šířka:		síla:		průměr:	
		výška:		úhel:		plocha:		objem:	
Orientace:									
Niv. povrchu: max. n.v.:		min. n.v.:		Niv. základu: max. n.v.:		min. n.v.:			
Dochování materiálu: dochován - transformován -									
Současný stav materiálu:									
Druh a zastoupení materiálu:									
Konstrukční prvky: samostatně popsané prvky č. (informativně):									
druh a zastoupení/ počet/ velikost:									
Stavební hmota:									
Typ konstrukce :									
Konstrukční detaily:									
Lic/povrch:									
Základová spára: hloubka sklon									
Spojovací materiál:									
Vazba prvků:									
Vazba s jinými konstrukcemi:									
Jiná pozorování/ další popis konstrukce:									
Strat. nad: je totožný s: strat. současný s:									
Strat. pod:									
Stavební forma:									
Diskuse:									
Svazek s.j.:		Skupina s.s.j.:		Nálezy: ☐		Vzorky: ☐		Architektonické články: ☐	
Vykopal:		Zapsal:		List terénní dokumentace:		Řezy:			
Datum:		Datum:							

18

Některé detaily se dokumentují vlastními formalizovanými metodami (obr. 8) – např. architektonické prvky již mají zpracovánu svou vlastní podrobnou metodu dokumentace (Václavík 2014). Pouze shrňme, že kromě slovního popisu lze prvky dokumentovat ještě kresebně (obr. 7), fotograficky nebo tzv. fotoskenováním (viz kap. 3.2).



Obr. 7: Při kresebné dokumentaci může být použit speciální hřeben. Sejmутý tvar je následně obkreslen (foto: Archaia Brno o. p. s.).

Kámen, pálená hlína - konstrukční prvek				Prvek č.:
Výzkum:	Plocha:	Sonda:	Sektor:	
Stratigrafická jednotka č.:	Nález z vrstvy: ☐	Skartace: ☐	Kategorie: KÁMEN, PÁLENÁ HLÍNA	
Typ: KÁMEN: bankál, dílek, hlavice, konzola, kružba, kvádr, kvádřík, ostění, patka, polosoupek, prstenec, prut, přípora, římsa, schod, sloup, soupek, supraporta, svorník, špaleta, vimperk, znak, žebro; PÁLENÁ HLÍNA: cihla, konzola, tvarovka atp. ...				
Varianta: Kvádr: nárožní; Konzola: antropomorfní, jehlanová, ostruhová, antropomorfní atp. ...				
Dochován celý: ☐ Současný stav:				
Rozměry:				
Průřez:				
Orientace/ sklon: sklon - mírný (0 – 15°), prudký (15° – 45°), strmý (větší než 45°), svislý (90°)				
Stopy nástrojů:				
Spoje: ☐				
Značky: ☐				
Povrch: ☐				
Znovu použit: ☐				
Povrch: min. nadm. v. - max. nadm. v. - Báze: min. nadm. v. - max. nadm. v. -				
Matice (do polí se napíšou prvky stratigraficky mladší a starší a podrobně se popíše jejich vzájemný stratigrafický vztah):				
Další popis:				
Nákras v měřítku 1 : 10 nebo 1 : 20 (nárys, bokorys, řez apod.), případně nákras značky. Nákras umístěte zde nebo na rubu formuláře.				
Funkce (uveďte se, jakou funkci měl prvek v rámci konstrukce, nepostihuje-li to již jeho pojmenování v poli „t“)				
Slohové zařazení/ abs. datace:				
Vzorek.: ☐ Výsledek analýzy:				
Vykopal:	Zapsal:	List terénní dokumentace:	Řezy:	
Datum:	Datum:			

Dřevo - konstrukční prvek				Prvek č.:
Výzkum:	Plocha:	Sonda:	Sektor:	
Stratigrafická jednotka č.:	Nález z vrstvy: ☐	Skartace: ☐	Kategorie: DŘEVO	
Typ: deska (sila do 4 cm), fošna (sila nad 4cm), kuláč (průměr větší než 8 cm), prut (průměr do 2,9 cm), půlkuláč, šíp, trám, tyč (průměr 3 – 7,9 cm).				
Varianta: krajinka, fošna (deska) krajová, fošna (deska) jádrová				
Dochován celý: ☐ Současný stav:				
Rozměry:				
Průřez:				
Orientace/ sklon: sklon - mírný (0 – 15°), prudký (15° – 45°), strmý (větší než 45°), svislý (90°)				
Stopy nástrojů:				
Spoje: ☐				
Značky: ☐				
Povrch: ☐				
Znovu použit: ☐				
Povrch: min. nadm. v. - max. nadm. v. - Báze: min. nadm. v. - max. nadm. v. -				
Matice (do polí se napíšou prvky stratigraficky mladší a starší a podrobně se popíše jejich vzájemný stratigrafický vztah):				
Další popis:				
Nákras v měřítku 1 : 10 nebo 1 : 20 (nárys, bokorys, řez apod.), případně nákras značky. Nákras umístěte zde nebo na rubu formuláře.				
Funkce: kolík, pažník, práh, sloupek, vzpěra, socha, výplň pole kráče, krokev, pozednice, vaznice				
Slohové zařazení/ abs. datace:				
Vzorek.: ☐ Dendro vzorek.: ☐ Výsledek analýzy:				
Vykopal:	Zapsal:	List terénní dokumentace:	Řezy:	
Datum:	Datum:			

Obr. 8: Příklad formulářů pro popis kamenných (cihelných a hliněných) prvků – vlevo. Vpravo formulář pro popis dřevěných prvků (Archagia Brno o. p. s.)

Součástí průzkumu mohou být různé více či méně destruktivní postupy – např. pro dataci dřevěných prvků stavby se využívá dendrochronologie. Ta pomocí šířky přírůstku letokruhů dokáže přibližně datovat čas smýcení daného dřeva (ve stručnosti Bláha 2011, 77–79). Odběr vzorku se provádí buď uříznutím části prvku či odvrtáním pomocí dutého vrtáku. Datace může být provedena i z zuhelnatělého dřeva, či měřen může být přímo vzorek in situ. Za dobrých podmínek je možné dataci provést z vhodně pořízené fotografie (k dendrochronologii podrobně <http://www.dendrochronologie.cz/>). Další destruktivní formou průzkumu jsou různé sondáže, a to ať už se jedná o archeologické sondy či různé zásahy do stávajícího zdiva či jeho omítek. Takovéto zásahy by ovšem měly být prováděny pouze při regulérním archeologickém či stavebně-historickém průzkumu.

2. GEODETICKÁ DOKUMENTACE

Povrchový průzkum a výzkum antropogenních tvarů reliéfu zahrnuje vyhledávání, zaměřování, třídění a interpretaci tvarů reliéfu, které jsou pozůstatkem někdejší lidské činnosti (Kuna–Tomášek 2004, 237). V případě, že je do tohoto procesu zahrnuto geodetické zaměřování, můžeme hovořit o geodeticko-topografickém průzkumu (Smetánka–Klápště 1979; 1981, Smetánka–Klápště–Richterová 1979). Terénní tvary se nejlépe zachovávají v trvalo zalesněných anebo zatravněných územích. V otevřené, polnohospodářsky obhospodařované půdě dochází k jejich destrukci (Kuna–Tomášek 2004, 237). Geodézie není v archeologii žádnou novinkou. Spolupráce s tímto oborem je dlouhodobá a doposud vyšlo několik prací, které se věnují specifickým využití geodézie v geodetické praxi (Čibera 2011, Janšák 1955, Šimana 1971, Tkadlečková 2008). V minulosti bylo přesné geodetické zaměření lokality sice přínosné, ale časově a odborně velmi náročné (Šimana 1999, 184–186). V dnešní době představuje geodetické zaměření lokality neoddělitelnou součást archeologického výzkumu a prospekce. Nároky kladené na přesnou dokumentaci situací se s neustále vyvíjející technikou sice zvyšují, ale zároveň se vlastní práce zjednodušuje a zrychluje. Přesné zaměřování a vytváření plánů je důležitou součástí dokumentace a hlavně následné ochrany památek. Vznik nových metodik (Veselý 2014) a článků (Hložek a kol. 2013; Kudrnovský a kol. 2011) tomu jen nasvědčuje.

Nejužitečnějšími přístroji pro terénní měření jsou v současné době totální stanice a přístroje RTK-GNSS. Pomocí nich dokážeme rychle a přesně vytyčit orientační body na lokalitě a dále ji celou geodeticky zaměřit. Práce s totálními stanicemi je poměrně jednoduchá a s ní naměřené body se poměrně rychle vyhodnotí a transformují na digitální modely terénu či na vrstevnicové plány lokality. I když totální stanice a přesné GNSS přístroje nejsou vždy samozřejmostí, je stále možné použít na dokumentaci torzálních feudálních sídel i některý z dalších geodetických postupů.

2.1 Principy geodetické práce

Před vlastním terénním měřením je nutné se napřed zamyslet nad tím, jaké výstupy jsou z měření požadované, jaké přístrojové vybavení máme k dispozici, zda se bude měření a jeho výstupy zpracovávat jen v prostorovém kontextu České republiky, v jakém terénu se lokalita nachází a jak daleko od lokality leží nejbližší body bodového pole. Z těchto informací

vyplývá volba přístrojů, vybavení a případné vyhledání potřebných informací o blízkých orientačních bodech. Důležité je správné načasování měření – ideálně v období vegetačního klidu, kdy je lokalita nejpřehlednější. Na rovných anebo jen svažitých plochách může být hustota bodů menší, na zachycení složitějších útvarů je potřeba bodů více (Hložek a kol. 2013, 402). Ve všeobecnosti se využívá hustota sítě 0,5–1 m (Kudrnovský a kol. 2011, 245).

2.1.2 Souřadnicové systémy a zdroje orientačních bodů

Na území České republiky se pro výsledky geodetických měření používá buď obecný souřadnicový systém – S-JTSK (systém jednotné trigonometrické sítě katastrální), anebo globální souřadnicový systém – WGS 84 pro měření polohové a systém Balt po vyrovnání pro měření výškové. Volba souřadnicového systému závisí na cíli měření, využití měřické technice a požadované přesnosti. Nevýhodou S-JTSK je, že jde o lokální zobrazení pro území bývalého Československa (Pick 1998, 33). Napojení výstupů na zahraniční mapy vyžaduje transformaci. Při většině projektů je však volba S-JTSK úplně postačující a nejjednodušší.

Připojení měření na obecný souřadnicový systém je možné pomocí bodů podrobného polohového bodového pole (PPBP) a základního polohového bodového pole (ZPBP). Jejich souřadnice a bližší informace o nich jsou volně dostupné na stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (<http://bodovapole.cuzk.cz/>; obr. 9). Vytyčení orientačních bodů na lokalitě vykonáme následným polygonovým tahem (kap. 2.3.5). Druhou možností je použití dostatečně přesného GNSS zařízení. Jejich výhodou je možnost vytyčení orientačních bodů napojených na obecný anebo globální souřadnicový systém přímo na lokalitě – tím odpadá někdy zdoluhavý proces polygonového tahu. Přesnost těchto bodů závisí na podmínkách měření a zvoleném přístroji. Volba způsobu připojení měření na obecný systém je závislá na požadavcích zadavatele a ve velké míře na terénních podmínkách (vzdálenost bodového pole od lokality, hustota lesního porostu apod.).

Pokud není možné připojení na některý souřadnicový systém, lze vztahovat měření k lokálnímu systému. Jeho výhodou je značné ulehčení práce, protože není nutné vykonávat polygonový tah. Lokální systém zachovává vztahy mezi jednotlivými komponentami a má dostatečnou výpovědní hodnotu v rámci jedné lokality. Měření nezohledňuje zakřivení Země, které se projevuje od 300 m vzdálenosti a taktéž jich není možné podložit podkladovou mapou a tak zkoumat komplexnější vztahy v rámci širšího kontextu krajiny (Čibera 2011, 23). Lokální systém je však možné zpětně připojit na obecný (resp. globální) souřadnicový systém přeměřením známých bodů pomocí GNSS přijímačů anebo s pomocí totální stanice.

Při georeferencování však může dojít k nežádoucím odchylkám. Proto, když jde o zaměřování větších území anebo se předpokládá komplexnější zkoumání lokality, je vhodné od začátku připojit měření na obecný anebo globální souřadnicový systém.

GEODETICKÉ ÚDAJE
zhušřovacého bodu

Kraj: Kraj Vysočina
Okres: Pelhřimov
Obec: Vojslavice

Ust. č.: 1/1
Stav k: 1995

Vytvořeno pro web 14.10.2015

Číslo a název bodu		231		Vojslavice –kostel		231																																				
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška																																						
				Bpv	vztahuje se na																																					
231	ZHB	692448.35	1105151.15	460.59	střed makovice																																					
231.3	ZB1	692152.41	1104707.86	455.47	hranol																																					
231.4	ZB2	692121.99	1105035.18	439.78	hranol																																					
Orientace na body (v grádech) :																																										
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany																																					
231.3	237.4744	533.000	231.3–231.4		328.730																																					
231.4	278.2643	346.350	203	Orientace z 231.3 215.64918	1797.340	Bod určen : geodetickou metodou																																				
Místopisný popis : Bodem je střed krčku pod makovicí věže kostela Nanebevzetí Panny Marie ve Vojslavicích. Bod je přečíslován, původní číslo 26. Bod určen :																																										
Bod	231		231.3		231.4																																					
Stab. údaje	0.00	věž kostela	0.00	žula 16x16x70	0.00	žula 16x16x67	0.00																																			
Ochranný znak: (druh,rok)			.89																																							
Kat.území Parc.čís.	Vojslavice nad Želivkou st.5		Vojslavice nad Želivkou 1000/10		Vojslavice nad Želivkou 956/1																																					
231.3		231.4		Poznámky :																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Bod</td> <td>231</td> <td>231.3</td> <td>231.4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Organizace, rok</td> <td>Zřízen 1958 VTOP</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Určení YX 1997</td> <td>2003</td> <td>2003</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Určení výšky 1997</td> <td>2003</td> <td>2003</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>[Pře]Stabilizace 1958</td> <td>2002</td> <td>2002</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rok</td> <td>Údržba 1995</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Obnova</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> Poznámka : Body 231.3 a 231.4 určeny metodou GPS.								Bod	231	231.3	231.4		Organizace, rok	Zřízen 1958 VTOP					Určení YX 1997	2003	2003			Určení výšky 1997	2003	2003			[Pře]Stabilizace 1958	2002	2002		Rok	Údržba 1995					Obnova			
Bod	231	231.3	231.4																																							
Organizace, rok	Zřízen 1958 VTOP																																									
	Určení YX 1997	2003	2003																																							
	Určení výšky 1997	2003	2003																																							
	[Pře]Stabilizace 1958	2002	2002																																							
Rok	Údržba 1995																																									
	Obnova																																									

Obr. 9: Příklad výpisu informací o geodetickém bodě z databáze bodových polí. Výpis obsahuje souřadnice bodu, jeho místopisný popis a informace o dalších blízkých bodech (zdroj: <http://bodovapole.cuzk.cz/>).

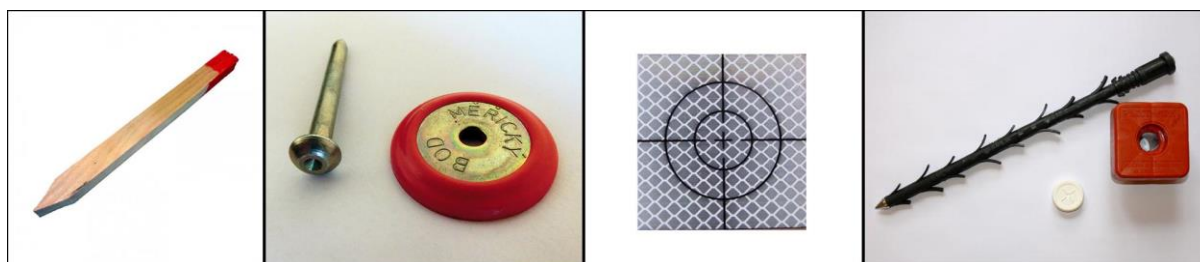
2.1.3 Stabilizace a signalizace bodů

Na začátku každého měření je nutné vytvořit síť orientačních bodů. Body, které budeme chtít použít opakovaně anebo v nejbližší budoucnosti, je nutné stabilizovat (trvale označit) a signalizovat (zviditelnit; Šimana 1971, 4).

Stabilizace bodů se vykonává s ohledem na požadovanou trvanlivost a prostředí, ve kterém měření probíhá. Nejčastěji jsou využívány štítky, geodetické hřeby, dřevěné kolíky, kovové trubky, mezníky, popřípadě vysekané značky do skály anebo do stromu (Veselý 2014, 20) (obr. 10). Nový bod vždy nejprve stabilizujeme a až následně zaměříme. V případě opačného postupu by mohlo dojít k nežádoucím odchylkám a nepřesnostem.

Stabilizované body jsou obvykle viditelné jen ze svého bezprostředního okolí, proto je nutné je kvůli lehčímu dohledání signalizovat (Šimana 1971, 5). Signalizace bodů se také vykonává podle potřeby s ohledem na požadovanou trvanlivost a prostředí (Veselý 2014, 20). Na krátkodobé označení je možné použít značkovací sprej, v případě použití mezníků anebo hřebů můžeme umístění signalizovat dobře viditelným kolíkem, výtyčkou anebo štítkem. V případě potřeby trvalé signalizace bodu se využívá např. patník, kovový pruhovaný sloupek či tyčové signály, viditelné i na větší vzdálenost.

Umístění orientačních bodů v terénu je vhodné volit tak, aby nám umožňovali orientaci z co největšího množství pozic. Problematické to může být v případě lesního porostu. To se dá vyřešit vynesemím většího počtu orientačních bodů na lokalitě.



Obr. 10: Vybrané druhy pomůcek umožňujících stabilizaci geodetických bodů.

2.1.4 Číslování a kódování bodů

Volba číslování a kódování měřených bodů je velmi důležitá součást geodetické práce v terénu. Bez toho, abychom bodům přiřadili příslušné označení, dostáváme na konci měření mračno bodů, které je náročné na další zpracování. Pokud přístrojem zaměřujeme jen jednu komponentu, tak lze kódování opomenout (např. když vykonáváme jen měření terénu). Horší situace nastane v tom případě, kdy zaměřujeme více druhů komponent či artefaktů (zachované stěny, terén, lokalizaci nálezů z detektoru kovů apod.). Číslování a kódování měřených bodů je vhodné využívat při všech měření totální stanicí a GNSS zařízeními, abychom v případě, že se k měřením budeme v budoucnosti vracet, nemuseli složitě dohledávat, čeho se naše staré měření týkalo. Číselnou řadu bodů a jejich kódy je vhodné promyslet dopředu s ohledem na charakter měření. Na dopředu vytvořený logický systém kódů a čísel se v terénu lehký navazuje kódy novými, a to podle aktuální situace.

Každé číslo představuje jedinečnou hodnotu (primární klíč), která se v rámci měření na lokalitě nemůže zopakovat dvakrát (ani v případě měření s více přístroji). Běžné je do čísla bodu vkládat údaj o roce, čísle akce a pořadové číslo bodu. V případě využívání vícero přístrojů je třeba stanovit samostatnou číselnou řadu pro každý z nich, např. přiřazením čísla přístroje tak, aby nedošlo k duplikaci čísel a aby se v případě objevení chyby v měření dalo zpětně dohledat, o který přístroj šlo, jaká byla jeho orientace a jakou měl nadefinovanou výšku hranolu. Při komplexnějších úlohách je možné v čísle vyjádřit typ měření (např. v případě párování fotografií s geodetickými měřeními). Délka čísla by měla být jednotná pro všechny body, aby byla jejich následná filtrace jednoduchá a přehledná. Možností, jak řešit číslo bodu, je poměrně mnoho a přizpůsobuje se specifikům jednotlivých měření a jejich požadavkům. Vlastní číslo má i stanoviště přístroje. Je vhodné, když má samostatnou číselnou řadu (např. ve formátu RRMMDDHHMM; R – rok, M – měsíc, D – den, H – hodina, M – minuta). V případě používání více přístrojů je potřeba k číslu stanoviště přidat informaci o čísle přístroje.

Pomocí kódu vyjadřujeme, jaký objekt anebo předmět je daným bodem zaměřený. Může jít o předměty (FE pro železo, KER pro keramiku apod.), struktury (např. LIC_V pro vnitřní stranu stěny, TEP pro terénní příznak zaniklé stěny), měření terénu (TEREN anebo POVRCH) anebo zaměření umístění sondy či vrtů. Zavedením kódů se značně zrychluje a ulehčuje filtrace bodů a jejich zpracování. Filtrování měřených bodů je možné i na základě čísel bodů, kódy se však ukázali jako praktičtější řešení.

2.1.5 Přesnost měření, povolené odchylky, chyby a jejich oprava

Důležitým východiskem pro kvalitní a efektivní měření je obezřetnost, důsledné dodržování pravidel měřičské práce a pravidelná kontrola kompletnosti a správnosti měření a výsledků. Je třeba si uvědomit, že chyby se vyskytují při každém měření a nedá se jim zcela vyhnout. Každá měřičská pomůcka je náchylná k jiným chybám a oblast jejich vhodného využití se liší. Rovněž každá měřičská metoda má svoje výhody a omezení a je vhodná na jiné typy úloh. Každá má taktéž maximální dosažitelnou přesnost, kterou je třeba mít v paměti při plánování měření a výstupů (Veselý 2014, 21).

Pokud odmyslíme lidský faktor, přesnost měření ve velké míře závisí na zvoleném postupu a technickém vybavení. Za méně přesné lze považovat systémy GPS. Ve velké míře ale závisí na kvalitě přijímače a oblasti, v jaké chceme měření provádět. Přístroje dostupné pro širokou veřejnost v podobě GPS navigací v autech či v mobilních zařízeních se vyznačují přesností do 10 metrů. Přesnější jsou přístroje RTK-GNSS, které v ideálních podmínkách dosahují centimetrovou nebo milimetrovou přesnost, což je při vytváření většiny plánů víc než dostačující. Tyto přístroje však vyžadují vyšší vstupní náklady, dostupnost mobilního signálu, připojení na internet a dobitý kredit na mobilní internetová data. Moderní přístroje tohoto druhu však kromě samotného měření provádějí i korekce naměřených bodů, což značně usnadňuje a urychluje jejich zpracování. Jsou však citlivé na okolní prostředí, signál a aktuální pozici družic (viz kap. 2.2.3.4).

Nejpřesnější přístroje jsou totální stanice. Přestože tyto přístroje samy o sobě dosahují vysoké přesnosti, může se odchylka měření lišit od cíle, na který se zaměřujeme. Nejpřesnější měření je na reflexní štitky, které přikládáme ke hraně měřeného objektu. Menší přesnost dosahuje měření na hranol, přičemž platí, že čím je hranol vyšší, tím se odchylka zvětšuje.

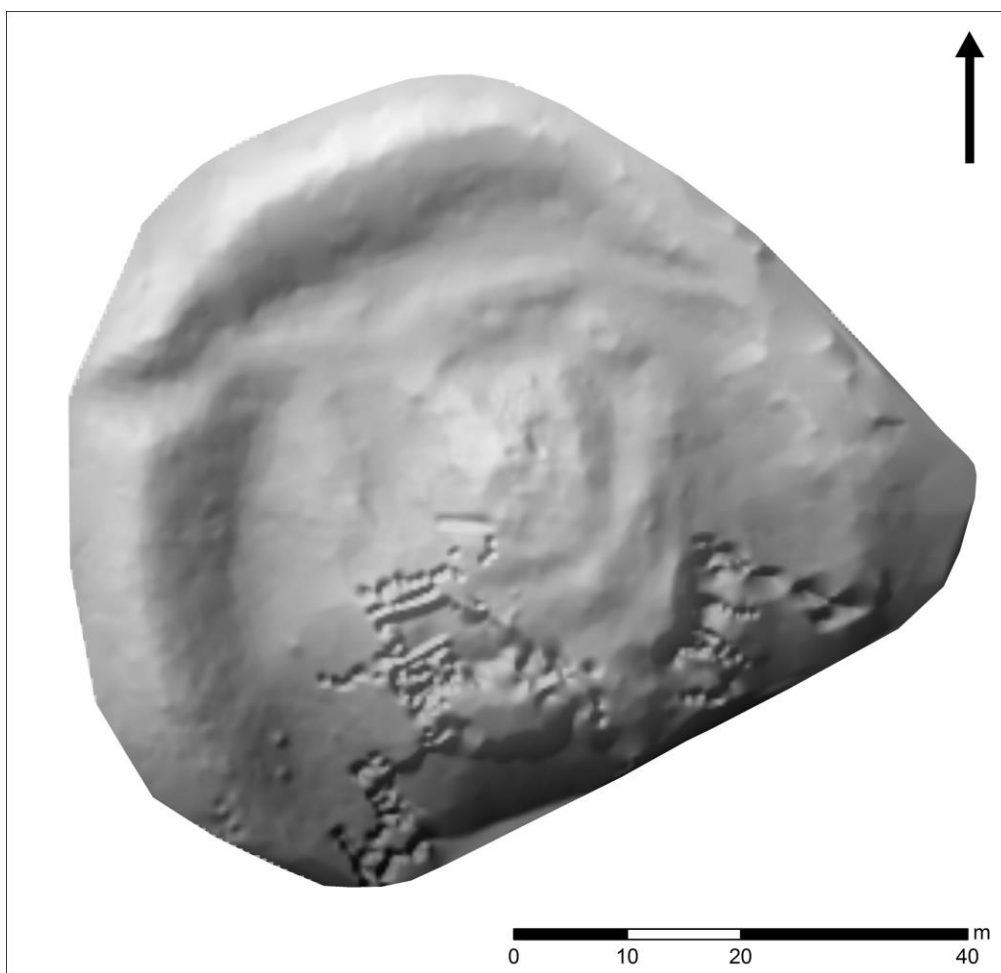
Volba geodetického postupu a vybavení závisí na požadovaných výstupech. Při volbě přesnosti nelze zapomínat i na přesnost přístrojů a jejich komponent. Dnešní totální stanice jsou kromě krabicové libely vybaveny i zabudovanou digitální libelou, pomocí které lze přístroj urovnat velmi přesně. Kromě toho bývá součástí přístrojů stabilizátor a kompenzátor, který si s malými nepřesnostmi v důsledku nevycentrování libely dokáže poradit. Zvláště výhodné je to v případě měření v lesní oblasti, kde je měkká půda a přístroj navzdory dobrému počátečnímu postavení během měření „sedá“ a vodováha se vychyluje. Krabicovou libelou jsou vybaveny i geodetické hranoly a nivelační latě. Velmi citlivé libely jsou drahé a pomalu se urovnávají, méně citlivé libely se naopak urovnávají poměrně rychle, snižují ale přesnost měření. Citlivost libel běžně používaných na hranolech se pohybuje v rozmezí 2' až 5' (Gál 1978, 26). Při dostatečně precizním přístupu jsou však odchylky i s běžnými

pomůckami jen minimální a pro účely dokumentace archeologických situací, prospekci či k vytváření plánů více než dostačující.

Výraznější odchylky vznikají v důsledku lidské chyby. Častá chyba je opomenutí přenastavení změny výšky hranolu v přístroji. Zde může dojít k chybě řádově o 10–100 cm, v závislosti od změny výšky hranolu. Méně častá je chyba při samotném zadávání výšky do přístroje. Zde se odchylka pohybuje v závislosti na povaze chyby, v případě posunutí desetinné čárky při vpisování se však jedná o výrazné a nepřehlédnutelné hodnoty. Odhalování a oprava výškových chyb je poměrně jednoduchá, i když časově náročná záležitost. Při počítání výškového modelu v prostředí GIS se chybné výšky při vybraných druzích výpočtů projeví jako neobvyklé anomálie v terénu (obr. 11). Postup oprav pak závisí na charakteru chyby. Pokud jde pouze o ojedinělé body, mohou se jednoduše vymazat. Pokud jde o výraznější úsek, je vhodnější výšky přepočítat. Výhodou nových přístrojů je ukládání záznamu o výšce hranolu. Tento údaj nám usnadňuje opravu chyb.

Další chybou může být špatné nastavení typu zaměřování hranolu. Každý hranol má svou konstantu, kterou totální stanice zohledňuje při svých výpočtech. Tato konstanta (nebo výchozí typ hranolu v přístroji) musí být nastavena správně, jinak dochází k posunu bodu po linii měření. Řádově jde o chyby v rozmezí centimetrů. Tyto chyby lze opravit v prostředí GIS, potřebujeme k tomu znát prostorové umístění stroje, od kterého pak vytváříme pomocné linie k jednotlivým bodům, které prodloužíme nebo zkrátíme podle velikosti posunutí. Konce linií představují správnou polohu bodu.

Moderní totální stanice poskytují poměrně hodně funkcí a jsou proto náchylnější na chybu ze strany uživatele. Je proto nezbytné, aby byl uživatel před měřením dostatečně zaškolený.



Obr. 11: Vojslavice. Příklad toho, jak se projeví chyby v měření na výpočtu modelu funkcí Natural neighbour. Chyba bodů spočívala ve špatném nastavení výšky hranolu v totální stanici. Když šlo o větší úseky měření, byly výšky opravené na základě informací z totální stanice (autor: M. Prišťáková).

2.1.6 Časová náročnost

Časová náročnost měření archeologických terénních reliktnů závisí na podrobnosti měření, zkušenostech měřického týmu a hustotě vegetace. Podle J. Johna je možné během 1 dne v prostoru s nepříliš hustou vegetací změřit více než 1000 bodů za den. Plošně se dá za den změřit zhruba 1 ha (John 2008, 253). Závisí to ale také na dalších faktorech. Je rozdíl měřit během dne pouze plochu, kde není třeba měnit kódování bodů, a měřit plochu, kde je třeba operativně reagovat na potřeby zaměření – např. nález detektoru kovů, či geofyzikální prospekce. Velikost změřené plochy závisí i na zvolené hustotě měřené sítě, členění terénu, či druhu přístroje, který používáme.

V praxi se ukázala jednomužná robotická totální stanice (TS) jako rychlejší varianta měření. V případě současného měření s dalšími přístroji a hranoly je ale třeba dávat pozor na její orientaci na správný hranol. Během vyhledávání hranolu v terénu se totiž může stát, že se zorientuje na jiný hranol, který má v dohledu. Kombinací jedné robotické TS s klasickou dvoumužnou TS bylo na lokalitě Zňátky (okr. Třebíč) během 3 dnů zaměřeno více než 4100 bodů. Jde o lokalitu uprostřed lesa, proto musely být přístroje několikrát přestavovány.

Rychlost měření závisí také na zkušenosti a sebranosti geodetické dvojice, v případě robotické totální stanice jednotlivce. Zkušený terénní technik dokáže během 1 dne změřit kolem 1000 bodů v závislosti na terénu a hustoty lesního porostu. Pracovník s menší praxí změří zhruba 800 bodů za den, nezkušený uživatel jen kolem 600 bodů za den.

Velikost změřené plochy za 1 den je relativní. Během geodetického zaměření tvrze Ústrašín bylo získaných 700 bodů, které byly následně použity k výpočtu modelu terénu. Velikost měřené plochy byla zhruba 0,8 ha (John 2008, 253, 255). Zaniklá tvrz ve Vojslavicích (okr. Pelhřimov) má sice mnohem menší plochu (zhruba 0,45 ha), je však velmi členitá a naším záměrem byl podrobný model terénu. Výsledkem je zhruba 6200 změřených bodů za 5 dní měření (s více totálními stanicemi).

2.2 Přístroje a pomůcky na měření

Volba druhu pomůcek záleží na jedné straně na důvodu měření, typu a podrobnosti požadovaných výstupů, na druhé na cenové, časové a personální náročnosti.

2.2.1 Základní pomůcky

Mezi základní pomůcky při dokumentaci torzálních feudálních sídel můžeme zařadit svinovací pásmo, skládací metr, olovnici, vodováhu, šňůru, hřebíky, kladivo, papír, milimetrový papír, psací potřeby, gumu, pravítko nebo trojúhelník, pevnou podložku, sáčky a popisovače (Veselý 2014, 44).

2.2.2 Specializované pomůcky

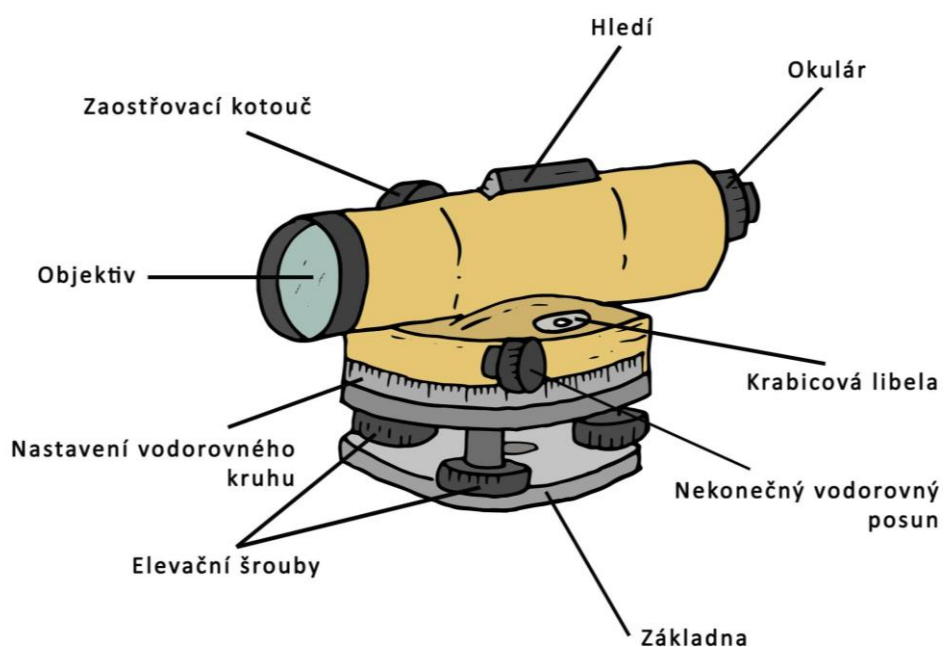
Ke specializovaným pomůckám řadíme laserový dálkoměr, digitální úhloměr, laserovou vodováhu nebo křížový laser se stativem, nivelační lať, výtyčky, vlíčovací značky (Veselý 2014, 44).

2.2.3 Geodetické přístroje a pomůcky

Patří sem totální stanice, teodolit, nivelační přístroj, odrazový hranol (klasický nebo 360°), vytyčovací (pentagonální) hranol, stativ, výtyčky, vřícovací terče, mezníky, měřické kolíky, měřické jehly, vřícovací terče (Veselý 2014, 44) .

2.2.3.1 Nivelační přístroj

Princip: Nivelační přístroj („nivelák“) slouží ke zjištění výškové hodnoty bodu. Umožňuje měření v lokálním nebo obecném státním výškovém systému (Balt po vyrovnání). Nivelační přístroje dělíme na optické a digitální, které na rozdíl od optických měří a vypočítávají nadmořskou výšku automaticky. Aby bylo možné odečítat úhel mezi jednotlivými body, jsou nivelační přístroje vybaveny otočnou podložkou, která je rozdělena na 360 ° (nebo 400g; [obr. 12](#)). Součástí přístrojů je kompenzátor, který slouží k eliminaci sklonu vertikální osy a zaručuje přesnou horizontaci přístroje. Nezbytným příslušenstvím k nivelačnímu přístroji je nivelační lať, která má na přední straně klasickou éčkovou stupnici a na straně zadní milimetrovou stupnici. U některých moderních digitálních přístrojů se používají speciální latě, které mají místo milimetrové stupnice EAN kód (čárový kód), pomocí kterého přístroj určí výšku a zobrazí ji na displeji nebo ji automaticky uloží do paměti přístroje ([obr. 13](#)).



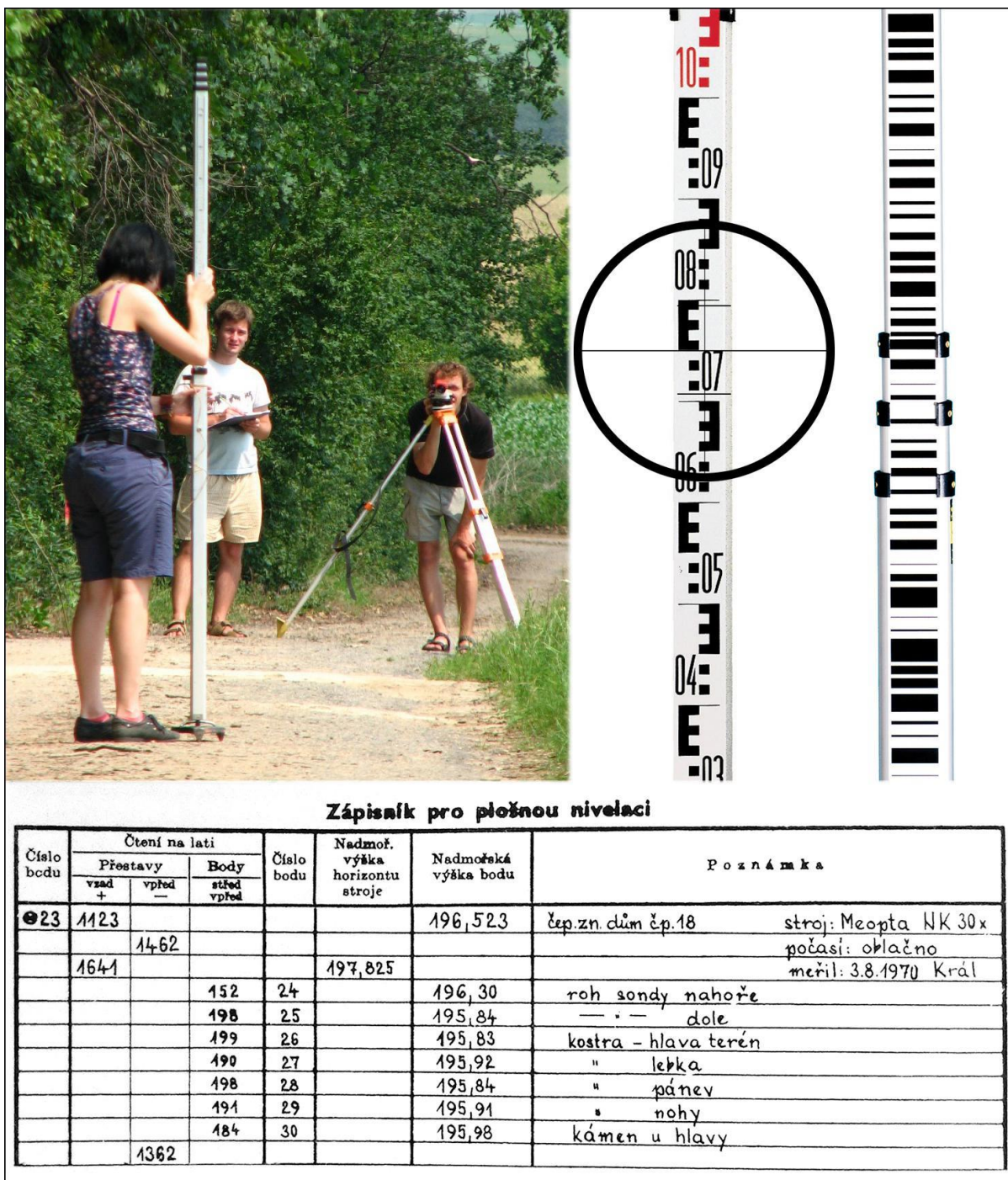
Obr. 12: Součásti nivelačního přístroje (autor ilustrace: M. Vágner).

Oblast vhodného využití:

- Určení výšky jednotlivých bodů v terénu nebo jejich vzájemného převýšení.
- Digitální nivelační přístroje dokáží automaticky vypočítat vzdálenost od bodu, čímž eliminují možnost lidského faktoru chyby.
- Jednoduché a rychlé vytyčení roviny.
- Nivelačním přístrojem je možné provést i tachymetrické měření k určení polohy bodů (pomocí Hz úhlu a vzdálenosti) nebo vytyčit body se známou polohou (pomocí Hz úhlu, délky a známé polohy). Primárně se na tyto úkoly ale používá totální stanice nebo teodolit.

Terénní měření:

- V terénu spolupracují na měření 2–3 osoby: geodet, pomocník a zapisovatel (není nezbytný, zápis může provádět i geodet).
- Na měřické stanoviště postavíme stativ. Deska stativu by měla být co nejvodorovnější. Stativ stavíme s ohledem na terén, v jakém měříme, a na směr měření (abychom většinu měření nemuseli stát nad nohou stativu ale mezi nimi). V šikmém terénu postavíme stativ dvěma nohama po svahu a třetí opřeme proti svahu.
- Následně připojíme na hlavu stativu nivelační přístroj. Pomocí nohou stativu a elevačních šroubů provedeme horizontaci a pomocí posunu základny po desce stativu centraci přístroje.
- Na známý bod se postaví pomocník s nivelační latí a drží ji ve svislé poloze pomocí libely. Dalekohledem zacílíme na nivelační lať tak, aby svislá ryska nitkového (záměrného) kříže byla uprostřed latě.
- Odečteme hodnotu z latě. V závislosti na typu nivelační latě hodnotu buď odhadujeme, přesně odečteme ze zadní části latě a zapíšeme do formuláře nebo si přístroj hodnotu načte a uloží do paměti (obr. 13).



Obr. 13: Nahoře vlevo – ukázka nivelace v terénu. Při nivelaci je ideální práce ve 3 lidech: geodet, pomocník s nivelační latí a zapisovatel (foto: M. Prišťáková). Nahoře uprostřed – čtení hodnot z éčkové nivelační latě, v tomto případě by šlo o hodnotu 75 cm. Nahoře vpravo – nivelační lat' s EAN kódem na zadní straně. Dole – ukázka zápisu naměřených hodnot do zápisníku plošné nivelace (zdroj: Šimana 1971).

2.2.3.2 Teodolit

Princip: Teodolit je přístroj pro měření a vytyčování vodorovných a svislých úhlů. Představuje předchůdce dnešních totálních stanic (obr. 14). Kromě klasických optických teodolitů jsou dnes dostupné i digitální teodolity. Měření probíhá obvykle polární metodou (kap. 2.3.2). Použití teodolitu na vytváření podrobných výškopisných map rozsáhlých reliktů je nepříjemně pracné i pro profesionální geodety (Šimana 1999, 184–186). Z hlediska dokumentace torzálních feudálních sídel se v současné době téměř nevyužívají, protože využívání totální stanice je mnohem rychlejší a uživatelsky méně náročné.

Oblast vhodného využití:

- V geodetickém průzkumu zaniklých feudálních sídel se kvůli zdlouhavé práci se zpracováním výsledků už téměř nepoužívá a nahradila ho totální stanice. V případě potřeby je ale možné provést s teodolitem všechny druhy geodetických měření.

Terénní měření:

Měření délek:

- V terénu spolupracují na měření 2–3 osoby: geodet, pomocník a zapisovatel (není nezbytný, zápis může provádět i geodet).
- Na měřické stanoviště postavíme stativ. Deska stativu by měla být co nejvodorovnější. Výška stativu by měla být zhruba uprostřed hrudní kosti nad prsy. Stativ stavíme s ohledem na terén, v jakém měříme, a s ohledem na směr měření (abychom většinu měření nemuseli stát nad nohou stativu, ale mezi nimi). V šikmém terénu postavíme stativ dvěma nohama po svahu a třetí opřeme proti svahu.
- Následně připojíme teodolit na hlavu stativu. Přístroj při přenášení držíme vždy ve 2 rukách a to tak, aby se nedopatřením nespádl na zem. Pomocí nohou stativu a elevačních šroubů provedeme horizontaci a pomocí posunu základny po desce stativu centraci přístroje.
- Na druhý bod postavíme pomocníka s nivelační latí, kterou drží v svislé poloze pomocí krabicové libely.
- Při měření vodorovných úhlů máme pevný kruh a točí se indexy, při výškových úhlech máme indexy ve vodorovné poloze a točí se kruh.
- Dalekohledem zacílíme na lať tak, aby svislá ryska nitkového (záměrného) kříže byla uprostřed latě. Spodním dálkoměrem rysku nastavíme na latě na hodnotu celého

metru, popřípadě dvou nebo tří. Mezi těmito hodnotami zvolíme tu, při které se záměrně nejvíce blíží vodorovné.

- Přečteme hodnotu horní dálkoměrné rysky v centimetrech s přesností na milimetry (milimetry je třeba odhadovat podle pozice na lati). Od této hodnoty odečteme hodnotu spodní dálkoměrné rysky a rozdíl zahlásí zapisovač. Toto je hodnota laťového úseku (I). Pokud není možné přečíst horní a dolní rysku, můžeme jako druhou brát hodnotu střední rysky. Tím získáme ½ laťového úseku. Při tomto postupu je však poloviční přesnost měření.
- V mikroskopu u teodolitu přečteme hodnotu svislého (zenitového) úhlu (z), kterou také zapíšeme.
- Vodorovnou vzdálenost (D) mezi středem teodolitu a latí získáme pomocí vzorce:

$$D = k \cdot l \cdot \sin^2 z \quad (k = 100)$$

(Chamout–Skála 2003, 9–10)

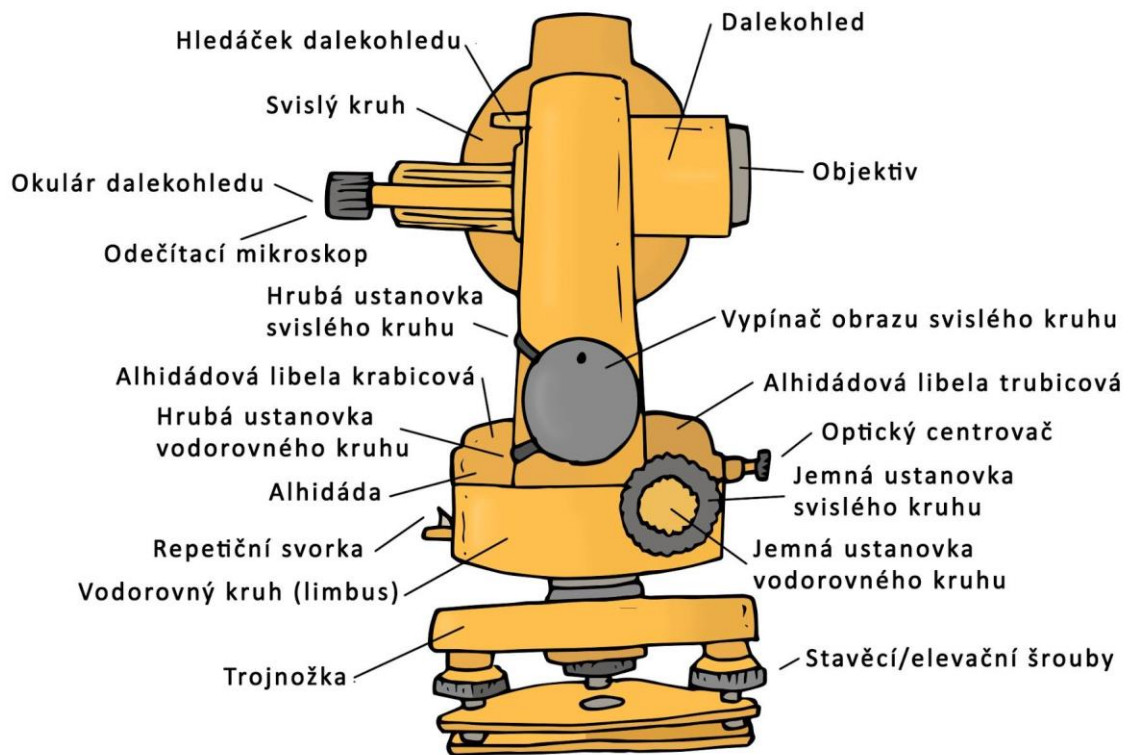
Měření vodorovných úhlů:

- Zvolíme základní směr (počátek). Vybíráme jednoznačný, ostře viditelný směr, zpravidla na sever, na který nastavíme čtení blízké nule.
- Pokračujeme v měření na další zvolené směry. Postupujeme ve směru hodinových ručiček. V případě, že je směrů více než dva, zapíšeme nakonec opět základní směr.
- Přeložíme dalekohled do II. polohy, zacílíme na základní směr a pokračujeme v měření v protisměru hodinových ručiček. Úhlové hodnoty na stejný směr by se v I. a II. poloze měly lišit o zhruba 200g.
- Po ukončení měření uděláme vystředění zápisníku a výpočet přímé hodnoty směrů (Chamout–Skála 2003, 24–25).

Měření svislých úhlů:

- Na rozdíl od měření vodorovných úhlů, při kterém limbus zůstává nehybný a otáčí se alhidáda s odečítacími pomůckami, se při měření svislých úhlů při sklápění dalekohledu otáčí svislý kruh současně s vodorovnou točnou osou dalekohledu. S ní je totiž pevně spojen, zatímco odečítací pomůcky spojené s indexovou libelou nebo kompenzátozem zůstávají pevné.
- Odečtení svislých úhlů probíhá ve stejném mikroskopu a stejnými odečítacími pomůckami jako při měření vodorovných úhlů.

- Nejjednodušší způsob, jak získat svislý úhel, je zacílit dalekohledem v I. poloze na daný bod. Následně odečteme hodnotu svislého úhlu. Při měřeních s vyšší přesností měříme i v II. poloze dalekohledu.
- Pro zpřesnění měření musíme vypočítat hodnotu indexové chyby (Chamout–Skála 2003, 26–27).



Obr. 14: Části teodolitu (autor ilustrace: M. Vágner).

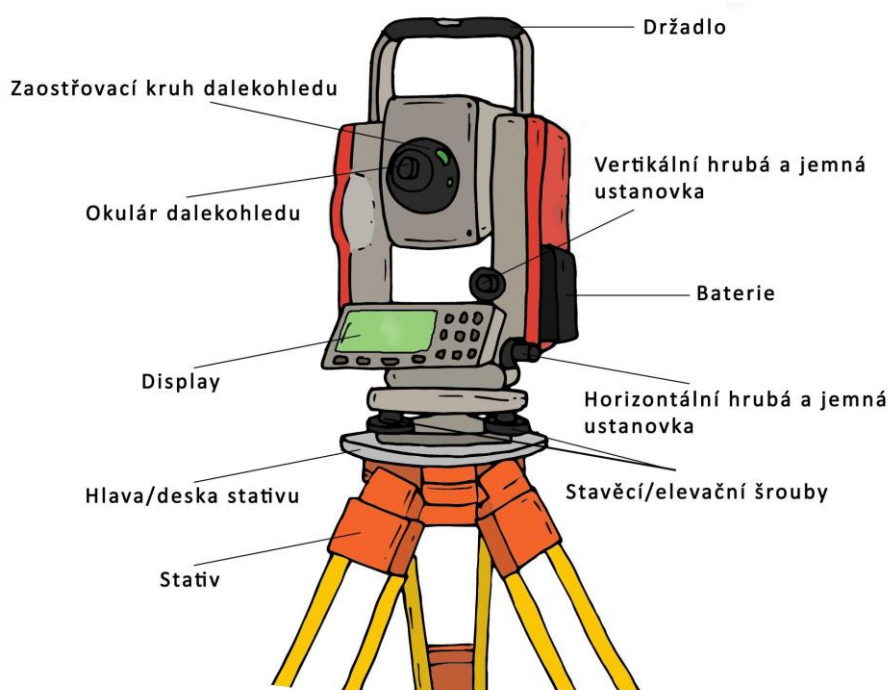
2.2.3.3 Totální stanice

Princip: V podstatě jde o elektronický teodolit, vybavený dálkoměrem (obr. 15). Slouží k měření nebo vytyčování vodorovných a svislých úhlů, vzdáleností a k registraci naměřených hodnot (XYZ). Typickým výstupem je bod, moderní totální stanice (dále TS) však umožňují kromě bodů i měření linií nebo polygonů. Měření obvykle probíhá pomocí odrazového hranolu, ale je možná měřit také v tzv. bezhranolovém módu, čili přímým odrazem od povrchu měřeného objektu. Tato vlastnost je velmi užitečná v případě měření nedostupných bodů (Říha 2014, 3). Přesnost obou postupů je srovnatelná.

Na rozdíl od teodolitu je princip měření s TS pro uživatele jednodušší a dá se zvládnout po krátkém zácviku. Důležitou součástí měření je číslování a kódování naměřených bodů (kap.

2.1.3) V závislosti na zvolené měřické metodě můžeme měřit v obecném nebo lokálním systému. Přesnost měření klesá pokud je bod příliš blízko (vzdálenosti pod 1 m nám TS obvykle ani nedovolí změřit), anebo jde o velmi strmou záměru.

Kromě běžných totálních stanic, u nichž je na měření potřeba 2 pracovníků, jsou dnes dostupné motorizované a robotizované modely (obr. 16; tab. 1). Tyto samočinně vyhledávají cíl měření (obvykle odrazový hranol). Tato technologie je označována jako „Autopointing“ a automatizované sledování měřeného cíle jako „Autotracking“ (Říha 2014, 4). Takovou totální stanicí ovládá pracovník pomocí ovladače (kontroleru) s bezdrátovým spojením s vlastní TS. Výhodou těchto přístrojů je značné urychlení práce a menší personální náročnost. Vstupní náklady jsou však poměrně vysoké.



Obr. 15: Části totální stanice. Nové modely nemají hrubou a jemnou ustanovku, ale místo nich mají tzv. nekonečné ustanovky. Na některých modelech je držadlo odnímatelné, proto při vytahování, odkládání a přenášení přístroje držíme přístroj oběma rukama, a to jednou rukou pod podložkou a druhou za držadlo (autor ilustrace: M. Vágner).

Oblast vhodného využití:

- Vhodné na všechny druhy měřických prací, včetně tvorby základu pro fotogrammetrické a 3D skenovací práce.

- Vytyčování známých bodů v terénu (např. vytyčení plochy geofyzikálního průzkumu).
- Zaměření nálezů detektorového průzkumu.
- Vhodné pro měření v lokálním i obecném souřadnicovém systému.
- Vhodné pro měření velkého počtu bodů.
- Možné měření nepřístupných nebo těžko dostupných bodů.
- Navzdory výrazně vyšším vstupním nákladům se robotizovaná totální stanice prokázala jako časově a personálně méně nákladná, protože ji dokáže obsluhovat 1 osoba a práce s ní jde citelně rychleji.

Terénní měření:

- V terénu spolupracují na měření 1–2 osoby: geodet a pomocník s výtyčkou a odrazovým hranolem. Pokud pracujeme s robotizovanou totální stanicí, zvládne všechna měření provést geodet sám.
- Na měřičské stanoviště postavíme stativ. Deska stativu by měla být co nejvodorovněji. Výška stativu by měla být zhruba uprostřed hrudní kosti nad prsy. Stativ stavíme s ohledem na terén, v jakém měříme, a s ohledem na směr měření (abychom většinu měření nemuseli stát nad nohou stativu ale mezi nimi). V šikmém terénu postavíme stativ dvěma nohama po svahu a třetí opřeme proti svahu.
- Následně připojíme na hlavu stativu totální stanici. Při přenášení držíme přístroj vždy ve dvou rukách a to tak, aby nedopatřením nespadl na zem. Pokud vybíráme přístroj z krabice poprvé, zapamatujeme si, jak byl uložen. Následně pomocí nohou stativu a elevačních šroubů provedeme horizontaci a centraci přístroje.
- Přístroj zorientujeme dle zvolené metody měření, a to buď metodou volného stanoviska (kap. 2.3.4) nebo stavěním na známý bod. Při stavěním na volné stanovisko stojí přístroj na neznámém bodě a svou polohu určuje na základě 3 a více bodů se známými souřadnicemi, které jsou zadány v TS. V případě, že se z nějakého důvodu orientujeme jen na 2 známé body, tak by úhel mezi těmito body neměl být příliš ostrý nebo příliš tupý, jinak je orientace přístroje méně přesná. V případě stavění na bod je přístroj postaven přímo na známém bodě a zaměřujeme se na druhý známý bod (směrník). **Při provádění polygonového tahu neorientujeme přístroj metodou volného stanoviska, ale vždy stavíme na známý bod!**

- Tolerance odchylek při orientaci závisí na požadované přesnosti měření a kvalitě orientačních bodů. V samotné orientaci bychom však neměli překračovat hranici 2 cm. Na co nejvyšší přesnost je však třeba dbát při vynášení nových orientačních bodů!
- Vlastní měření pak probíhá rychle, je však třeba dohlížet na správnou výšku odrazového hranolu, typ měřeného cíle, správné číslování a kódování bodů.
- Během měření si je vhodné vést terénní deník, do kterého si zapisujeme dodatečné poznámky k měření. Tyto poznámky jsou důležité, a to pokud výstupy zpracovává osoba, která nebyla na měření přítomna.

+	-		+	-
rychlost	rychlost závisí na zkušenosti měřického týmu		rychlost	měření v 1 osobě se po čase stává monotónní
lehčí měření v lesním porostu	méně bodů za den		za den naměří více bodů než dvoumužná TS	v lesním porostu snadno ztrácí přístroj výhled na hranol
při vzájemné pomoci zvládnou měření i méně zkušení měřiči	personálně náročnější (2 osoby)		personálně méně náročná (1 osoba)	při měření 1 osobou musí jít o zkušeného měřiče
vzájemná kontrola během měření	častější přestavování stroje při ostrých zaměrách		zvládá ostřejší záměry než dvoumužná TS	o něco větší náchylnost k chybám při měření

Tab. 1: Výhody a nevýhody využití běžné dvoumužné totální stanice (vlevo) a robotizované jednomužné totální stanice (vpravo).



Obr. 16: Vlevo – ukázka práce s dvoumužnou totální stanicí Pentax V-325N. Vpravo – příklad jednomužné robotické totální stanice Leica Viva TS15 s controllerem CS15 a 360° hranolem (foto: M. Vágner).

2.2.3.4 Zařízení GNSS (GPS)

Princip: Určování polohy bodů pomocí zařízení GPS je oproti klasickým geodetickým metodám poměrně úsporné a efektivní. Při tomto měření totiž nezávisí na vzájemné viditelnosti bodů a ani na světelných podmínkách a viditelnosti. Základním principem určení polohy všech GPS zařízení je měření vzdáleností. Poloha měřeného bodu se určuje protínáním vzdáleností od družic a přesnost je dána poznáním okamžité polohy družic. K přesnému určení polohy bodu potřebujeme vědět tranzitní čas (tedy časový úsek, za který se dostane signál ze satelitu do přijímače) a jeho korekce. Pro určení 3D polohy (XYZ) je nutné mít k dispozici alespoň 4 družice, vyšší počet družic umožňuje eliminovat chyby (Chamout–Skála 2003, 94–95). Polohopisná odchylka je zpravidla menší než výškopisná (Kuna 2004, 402). Určování vzdálenosti přijímače od družic lze pomocí kódových měření, fázových měření nebo dopplerovského měření. V praxi se využívají jen první dvě, třetí slouží ke stanovení rychlosti pohybu přijímače (Rapant 2002, 31).

Nejjednodušším a nejzákladnějším postupem je **kódové měření**. Družice vysílají signál s určitým kódem, který se opakuje každou milisekundu. Na základě tohoto kódu je vypočtena

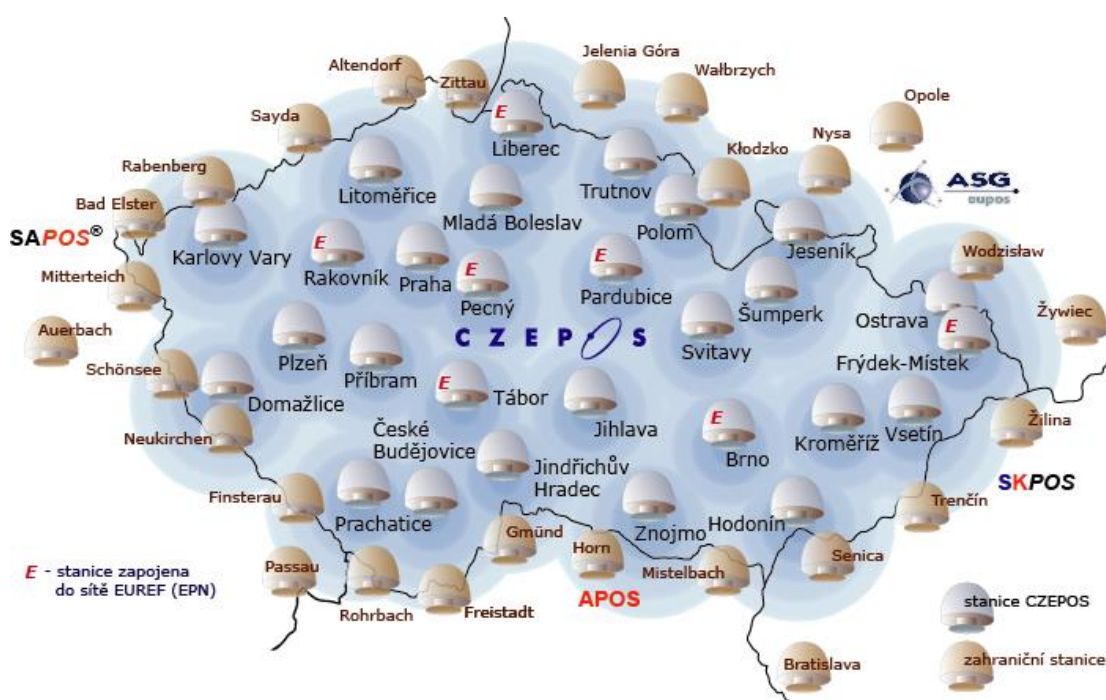
vzdálenost přístroje od několika družic a z ní se určuje poloha stanoviště. Potřebná je znalost vzdálenosti z 3 družic, v praxi však systém vyžaduje vzdálenost 4 a více družic (Rapant 2002, 31–32).

Druhým postupem je **fázové měření**. Princip je v tomto případě odlišný, vůbec se nepracuje s dálkoměrnými kódy, ale zpracovávají se vlastní nosné vlny. Zjednodušeně řečeno, tak při fázovém měření přijímač počítá počet vlnových délek nosné vlny nacházející se mezi přijímačem a družicí (Rapant 2002, 32–33). Tento druh měření je kvůli problémům smysluplný pouze v kombinaci s korekcemi. Musí se měřit pomocí dvojice GPS stanic nebo v blízkosti stálé referenční stanice (Kuna 2004, 400).

Pro zpřesnění měřených bodů existuje několik postupů: průměrování, diferenční GPS (DGPS) nebo tzv. pseudodružice. **Průměrování** má výhodu v tom, že není závislé na diferenčních korekcích a můžeme proto měřit 1 přijímačem. Princip je velmi jednoduchý. Na bodu, jehož polohu zjišťujeme, uskutečneme měření s frekvencí vzorkování 1 sekunda a z naměřených dat přijímač vypočte průměrnou hodnotu (Rapant 2002, 75). Nevýhodou je nutnost dlouhého měření na 1 bodě, obzvláště v lesním prostředí. Systémy **diferenční GPS (DGPS)** využívají předpoklad, že chyby v měřeních v pseudovzdálenostech ke stejným družicím dvěma nepříliš vzdálenými přijímači jsou silně korelovány. Tuto skutečnost využívají k výraznému zpřesnění měření. Základ DGPS tvoří referenční stanice umístěná na bodu se známou polohou, která vypočítává korekce měření (Rapant 2002, 76–78). Rozdíl mezi DGPS a **RTK (real time kinematic)** je poměrně malý. Obě využívají kódové i fázové měření a v obou případech se spolu s měřeními pro určování bodu používají měření na jednom, anebo více bodech referenčních. V případě RTK se používají přímo měření z blízkého referenčního bodu, v případě DGPS se namísto vlastních měření používají častěji stále referenční stanice. Cílem těchto metod je dosažení co nejvyšší přesnosti měření. Korekce jsou poskytovány ČÚZK službou CZEPOS (obr. 17). K získání korekcí v reálném čase je nutné připojení k internetu. Korekce je možné provést i postprocesně na základě dat z ČÚZK. Pseudodružice byly vytvořeny za účelem vytvoření globálního družicového systému s celosvětovou působností a nevojenským charakterem. Zmínit můžeme systémy WAAS / EGNOS, které fungují na stejném principu. První jmenovaná je v americkém systému a druhá v systému evropském. Obě dělají korekce v reálném čase a korekční signál je distribuován signálem z družic. Za ideálních podmínek je přesnost cca 3 m. Jejich výhodou je, že jde o bezplatné systémy (Rapant 2002, 105–106). Další je systém SBAS, který představuje pozemní monitorovací segment GNSS, který v reálném čase vyhodnocuje aktuální stav kosmického segmentu GNSS a stav ionosféry. Vypočtené korekce se odesílají uživatelům po

geostaciální dráze. Nevýhodou systému je umístění družic nad rovníkem, nízko nad jižním horizontem (Rapant 2002, 105–107).

Systémy GPS umožňují určovat polohu bodů s přesností od stovek metrů po milimetry. Faktorů, které ovlivňují přesnost měření je velké množství: stav, počet a uspořádání družic, typ přijímače, způsob měření, řízení přístupu k signálům družic a mnohé další (Rapant 2002, 62). Dopad na měření mají např. i silné erupce na slunci, které mohou vyvolat geomagnetické bouře. Pokud se následky této bouře setkají se Zemí, způsobují narušení nebo dokonce výpadek signálu GPS zařízení. S popisovanou situací jsme se setkali na terénních měřeních 17. 3. 2015 a ani pomocí dlouhodobého měření na bodě pomocí trojfrekvenčního GNSS / RTK přijímače Leica Viva GS15 jsme nebyli schopni dosáhnout potřebné přesnosti.



Obr. 17: Rozmístění referenčních stanic CZEPOS. Nejlepší přesnost se dosahuje v jejich blízkosti, s rostoucí vzdáleností se odchylky zvětšují (zdroj: <http://czeapos.cuzk.cz/>)

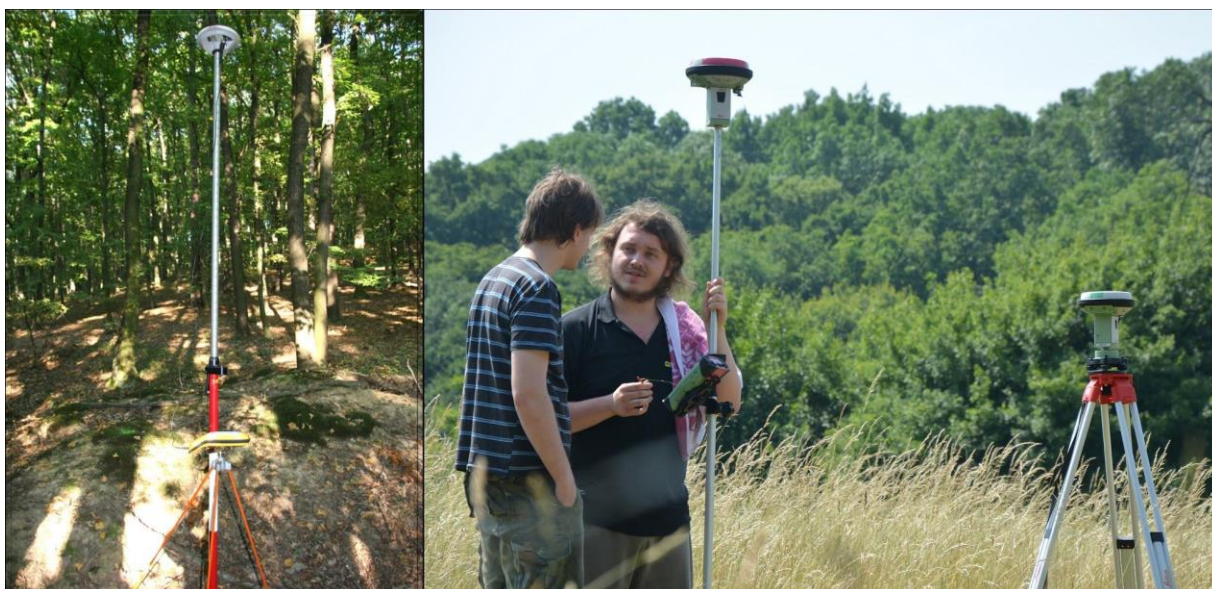
Oblast vhodného využití:

- Obsluha GPS zařízení je obvykle poměrně jednoduchá a práci s nimi zvládne i zaškolený laik bez geodetického vzdělání.
- Otevřená prostranství s výhledem na oblohu.
- Řídký lesní porost nebo období vegetačního klidu (v případě slabého signálu lze dosáhnout potřebnou přesnost průměrováním).

- Vytyčení orientačních bodů na lokalitě.
- Zaměření nálezů detektorového průzkumu.
- Zaměření nebo vytyčení plochy geofyzikálního průzkumu.
- Obecně vhodné na zaměření menšího počtu bodů.

Terénní měření:

- Vlastní měření s GPS přístroji je nenáročné a nevyžaduje větší geodetické znalosti. Obecně zvládne měření i zaškolený neodborník.
- Postup celého měření nebo vytyčování bodů spočívá v zapnutí přístroje a přijímače. Zařízení si automaticky vyhledá dostupné družice. Pro vyšší přesnost je potřeba spustit RTK proud (pokud zařízení umožňuje tuto funkci). Jediné, na co je třeba dohlédnout, je správné nastavení souřadnicového systému a výšky antény (přijímače).
- Podobně jako u TS je vhodné mít zavedeno jednotné číslování a kódování měřených bodů.
- Nevýhodou GPS přístrojů je jejich náchylnost ke ztrátě signálu. Problémem je hustý lesní porost a polohy se zakrytým výhledem na oblohu či bezprostřední blízkost stojících budov, které svojí masou zakrývají výhled na družice. V případě měření v hornaté oblasti může docházet v důsledku špatné konstelace družic k jejich zakrytí za viditelným horizontem.
- Použití zařízení využívajících připojení na referenční stanice je primárně možné pouze v rámci ČR, pro měření v zahraničí je třeba předplatit si přístup k referenčním stanicím dané země.
- V případě měření v lesním prostředí je možné nedostatečný výhled na družice kompenzovat dlouhodobým měřením jedné pozice. Přijímač upevníme na stativ a necháme ho dlouhodobým měřením postupně zpřesňovat svou pozici. Druhou možností je použití 2 GPS zařízení. Jedno umístíme na volnou plochu, aby přijímalo informace o pozici (base) a druhým provádíme měření (rover; [obr. 18](#)).



Obr. 18: Vlevo – dlouhodobé měření na bodu v lesním prostředí z důvodu nedostatečného výhledu na družice (foto: B. Machová). Vpravo – ukázka použití 2 GNSS přijímačů, v tomto případě trojfrekvenčního přijímače Leica Viva GS 15. Pravé zařízení tvoří základnu (base), která neustále přijímá informace o pozici a korektury z CZEPOS. Levý přijímač, se kterým provádíme měření, je s pravým spojen pomocí radiového signálu. Toto řešení umožňuje i měření pod blízkým lesním porostem, který by v případě využití pouze 1 GNSS přijímače způsoboval problém s výhledem na družice (foto: M. Prišťáková).

2.3 Geodetické postupy

Volba geodetického postupu závisí na dostupném vybavení, cílech měření a požadovaných výstupech. Každý z nich má různé oblasti vhodného využití, výhody a nevýhody.

2.3.1 Ortogonální metoda

Princip: Nazývaná i kolmicová. Ortogonální metoda se při vytyčování používá kvůli své jednoduchosti a běžně dostupným levným pomůckám. Mezi 2 známé body se natáhne pásmo. Z výchozího bodu postupujeme po přímce až na místo, kde spustíme kolmici na námi měřený bod. Odečteme si vzdálenost na přímce od počátečního bodu a druhým pásmem délku kolmice (Veselý 2014, 31; obr. 19, 20).

Kolmice se určuje Pentagonem a její vzdálenost pásmem. Maximální délka kolmice je 30 m.

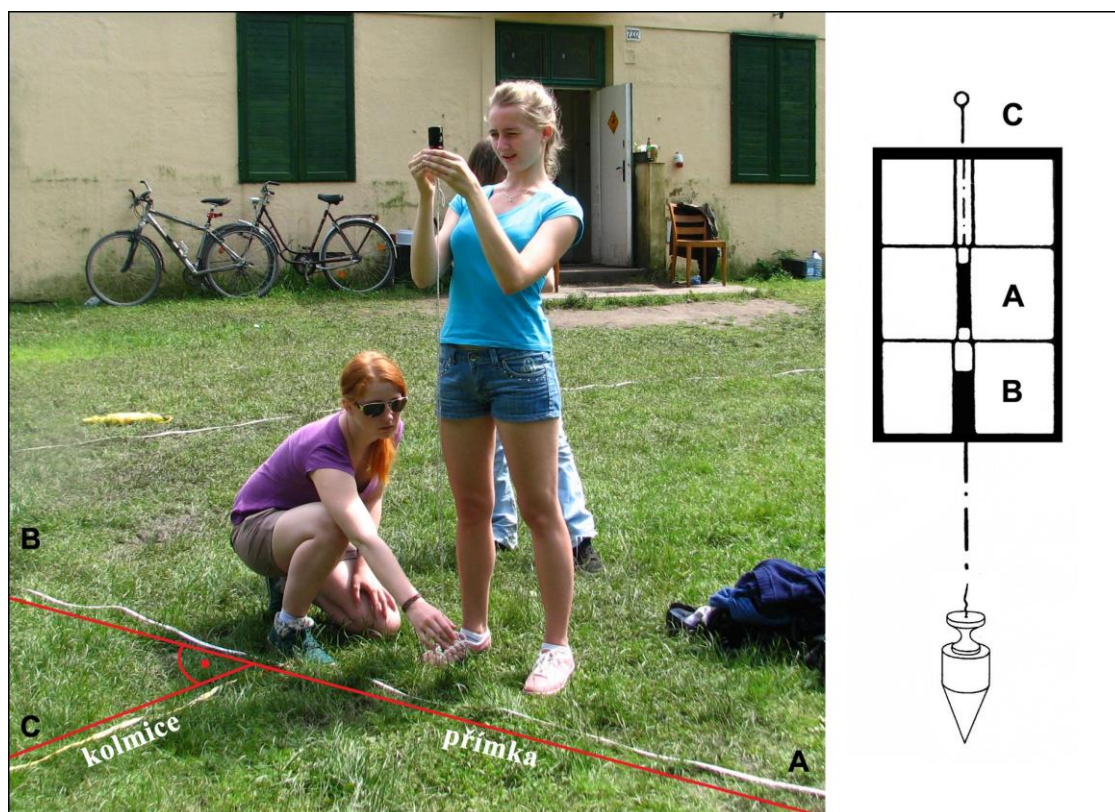
Potřebné vybavení: svinovací pásma, skládací metr, laserový dálkoměr, nivelační lať, stojáky, 2 výtyčky, geodetické hřebíky, měřické jehly nebo dřevěné kolíky, pentagonální hranol, olovnice (Veselý 2014, 32).

Oblast vhodného využití:

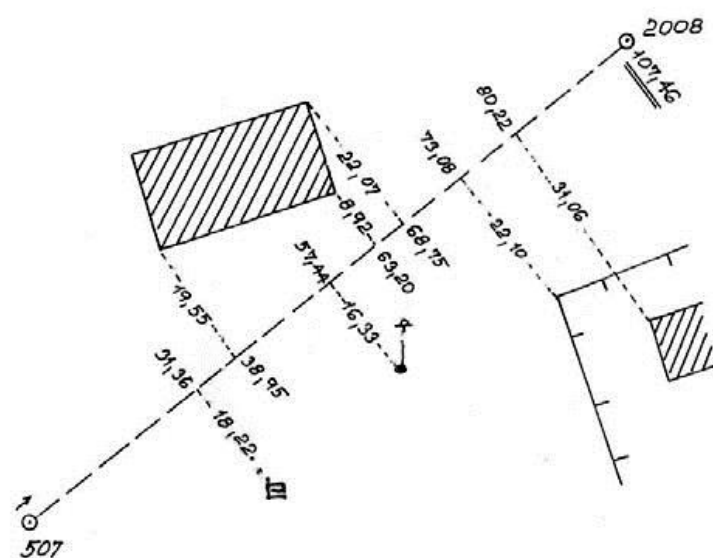
- Velmi vhodná na dokumentaci liniových objektů.
- Méně náročné zaměřování nepravidelných objektů.
- Možné měřit i komplikovanější útvary vytvořením soustavy linií pomocí polygonového tahu (Veselý 2014, 32).

Terénní měření:

- Mezi 2 známé body natáhneme pásmo, které nám vytvoří přímku a na koncové body umístíme výtyčky.
- Z výchozího bodu postupujeme po přímce až na místo, ze kterého spustíme kolmici na námi měřený bod. Zda je měrný bod kolmo k pásmu, zjistíme pomocí pentagonální hranolu. Pokud je bod kolmo, budeme v jeho průzoru vidět obě výtyčky a měřený bod v linii nad sebou, jak to vidíme na obr. 19.
- Od tohoto místa na pásmu měříme pomocí druhého pásma vzdálenost k měřenému bodu. Přesné umístění konce druhého pásma na přímce nám pomůže určit olovnice, kterou máme připevněnou na pentagonu.
- Do náčrtu zapíšeme hodnotu z přímky a vzdálenost od přímky k měřenému bodu (obr. 20).
- Pokračujeme po přímce a stejným způsobem měříme a zapisujeme další body.



Obr. 19: Ukázka práce s pentagonálním hranolem v terénu. Body A a B představují koncové body přímky, na kterých jsou postaveny výtyčky (na fotce nejsou viditelné). Bod C je bod, který měříme. Odečteme hodnotu na přímce a délku kolmice k bodu C (foto: M. Prišťáková; obr.: Wangerin 1982, upravené).



Obr. 20: Příklad zápisu měření ortogonální metodou (zdroj: Chamout–Skála 2003, 60).

2.3.2 Polární metoda

Princip: Metoda slouží k polohovému určení bodů. Spočívá v měření úhlů a vzdáleností mezi 2 body ze známého stanoviště. Počáteční směr je měřen na bod se známými souřadnicemi (= orientace) a druhý směr je měřen na určovaný bod. Podstatou je určování vodorovného úhlu a vodorovné délky od měřického bodu k určovanému bodu (Čibera 2011, 16; Chamout–Skála 2003, 63; [obr. 21](#)). Metoda je vázána na využívání vysoce přesných přístrojů, teodolitů a totálních stanic. V minulosti bylo používání polární metody komplikované a zdouhavé. Situace se změnila příchodem laserových dálkoměrů a totálních stanic, které celý proces měření značně urychlily a zjednodušily (Veselý 2014, 32).

Potřebné vybavení: teodolit nebo totální stanice, stativ, výtyčky s odrazovým hranolem, nivelační lať, olovnice, pásma, laserový dálkoměr, software pro zpracování naměřených dat (Veselý 2014, 32).

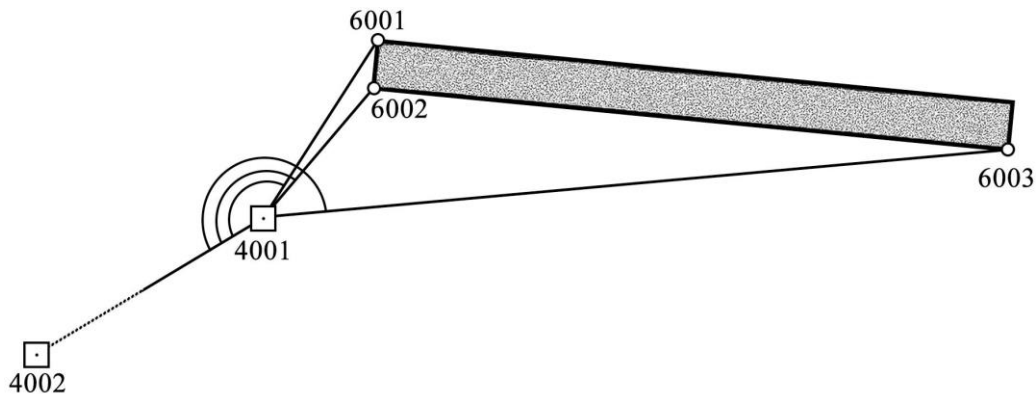
Oblast vhodného využití:

- Určení souřadnic nového bodu tzv. křížením.
- Vhodné na všechny druhy měřických prací, včetně tvorby základu pro fotogrammetrické a 3D skenovací práce (Veselý 2014, 32).

Terénní měření:

- Na měřické stanoviště postavíme stativ a nohy stativu pořádně zašlápneme tak, aby během měření nedocházelo k „sedání“ přístroje. Pokud máme přístroj postavený na dlažbě, umístíme nohy stativu do spár. Deska stativu by měla být co nejvodorovněji. Výška stativu je zhruba uprostřed hrudní kosti nad prsy. Následně na hlavu stativu připojíme totální stanici nebo teodolit a provedeme horizontaci a centraci přístroje.
- Přístroj zorientujeme na druhý známý bod. Na něj nastavíme tzv. počáteční směr.
- Postupně zaměřujeme požadované body. Zapisujeme jejich úhel od počátečního směru a vzdálenost od stanoviště. Vzdálenost měříme pomocí pásma (pokud je do 30 m) nebo laserovým dálkoměrem.

- Totální stanice provádí veškeré výpočty automaticky, při měření teodolitem třeba po ukončení měření provést potřebné výpočty.



Obr. 21: Schéma polární metody. Body 4001 a 4002 jsou body se známými souřadnicemi. Měření probíhá z bodu 4001 a počáteční směr je nastaven z bodu 4001 na bod 4002. Úhel měřených bodů 6001–6003 počítáme jako levostranný úhel z počátečního směru (autor: M. Prišťáková).

2.3.3 Tachymetrická metoda

Princip: Jde o způsob měření polohopisu a výškopisu zároveň na rozdíl od metody ortogonální a polární, kde se výškopis získává technickou (plošnou) nivelací. Výškopis se v tomto případě získává trigonometricky, kdy se k nadmořské výšce stanoviště přístroje připočte výška osy dalekohledu nad bodem a odečte se vypočtené převýšení a laťový úsek (nebo výška hranolu) na měřeném bodě. Polohopisné určení vychází z polární metody (Šimana 1971, 55). Vzhledem k velkému počtu naměřených bodů doporučujeme používat totální stanici, která si údaje automaticky ukládá do paměti.

Potřebné vybavení: totální stanice nebo teodolit, stativ, laserový dálkoměr, nivelační lať, výtyčky s odrazovým hranolem, metr na změření výšky stroje.

Oblast vhodného využití:

- Vhodné na všechny druhy měřičských prací, včetně tvorby základu pro fotogrammetrické a 3D skenovací práce.
- Měření bodů s okamžitým výpočtem všech souřadnic (XYZ).
- Podrobné zaměření plochy velkým počtem bodů.

- Vytyčování známých bodů v terénu (např. vytyčení plochy geofyzikálního průzkumu apod.).
- Zaměření nálezů z detektorového průzkumu.

Terénní měření:

- Na měřické stanoviště postavíme stativ a nohy stativu pořádně zašlápneme tak, aby během měření nedocházelo k „sedání“ přístroje. Pokud máme přístroj postavený na dlažbě, umísťujeme nohy stativu do spár. Deska stativu by měla být co nejvodorověji. Výška stativu by měla být zhruba uprostřed hrudní kosti nad prsy. Následně na hlavu stativu připojíme totální stanici a provedeme horizontaci a centraci přístroje.
- Přístroj zorientujeme podle zvoleného stanoviště (stavění na bod nebo metodou volného stanoviště).
- Jelikož všechny výpočty probíhají v totální stanici, je měření v podstatě jednoduché a třeba jen dbát na správnost měření a nastavení přístroje.

2.3.4 Volné stanoviště

Princip: Tato metoda vychází z určení stanoviště na neznámém bodě, kde je třeba pro výpočet stanoviště zaměřit nejméně dvě orientace na známé body. Kvůli přesnosti se doporučují tři stanoviště a více. Zaměřením více než dvou bodů získáváme kontrolu výpočtu a obvykle se zpřesní i úhlová odchylka. Pokud by některý z bodů vykazoval větší chybu, je možné jej z výpočtu dodatečně vyškrtnout. Pro zaměřování z volného stanoviště platí, že vzdálenost na určené podrobné body by neměla být větší než vzdálenost měřená na orientaci. Úhel mezi orientacemi by neměl být menší než 30° (Čibera 2011, 18–19; Šimana 1971, 49), ale zároveň by neměl být příliš tupý. Může totiž dojít k odchylkám při výpočtu souřadnic stanoviště.

Potřebné vybavení: totální stanice nebo teodolit, stativ, výtyčky s odrazovým hranolem nebo nivelační lať, laserový dálkoměr, pásmo.

Oblast vhodného využití:

- Nejběžněji používaná metoda pro měření v terénu. Je ale nutné mít vytvořenou síť orientačních bodů.

- Vhodné na všechny druhy měření včetně členitých a složitých terénů, protože umožňuje postavení přístroje na kterékoliv vhodné místo.
- **Nepoužíváme na metodu polygonového tahu!**
- Při velkých výškových rozdílech mezi zaměřovanými orientačními body a jejich velkou vzdáleností může dojít k vyšším odchylkám.

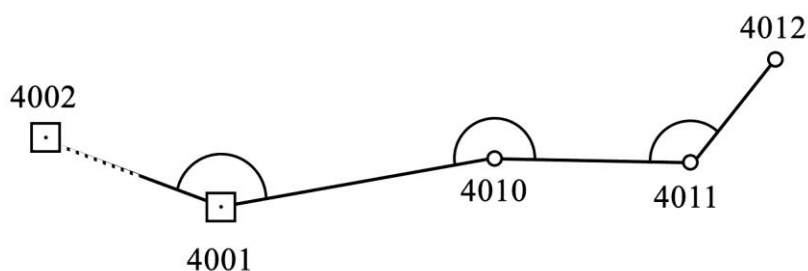
Terénní měření:

- Při výběru umístění stanoviště se musíme přesvědčit, že z něj vidíme alespoň na dva, ideálně alespoň na tři orientační body.
- Na měřičské stanoviště postavíme stativ a nohy stativu pořádně zašlápneme tak, aby během měření nedocházelo k „sedání“ přístroje. Pokud máme přístroj postavený na dlažbě, umístíme nohy stativu do spár. Deska stativu by měla být co nejvodorovněji. Výška stativu je zhruba uprostřed hrudní kosti nad prsy. Následně na hlavu stativu připojíme totální stanici nebo teodolit a provedeme horizontaci přístroje.
- Postupně provedeme zaměření orientačních bodů. Totální stanice si podle těchto bodů automaticky vypočte své stanoviště a odchylky. Následně můžeme začít měřit nové body.

2.3.5 Polygonový tah

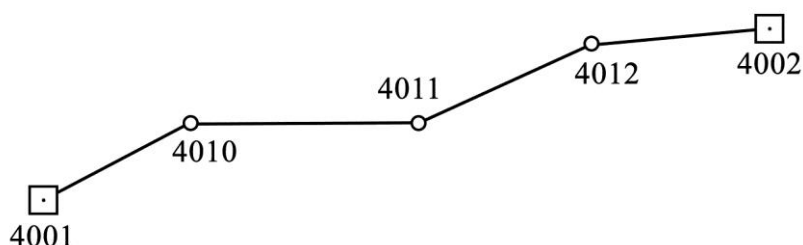
Princip: Tato metoda je základem pro vytvoření a stabilizování bodového pole na měřené lokalitě. Body vytyčené polygonovým tahem se díky své přesnosti mohou využívat na stanoviště nebo orientace. Souřadnice těchto bodů jsou pomocí polygonového tahu správně připojeny na souřadnicovou síť (S-JTSK). Polygonové tahy dělíme podle druhu a přesnosti na volné, vetknuté, vetknuté orientované nebo uzavřené (Čibera 2011, 19–20).

Měření **volného polygonového tahu** začíná postavením přístroje na bod se známými souřadnicemi (XYZ) a orientací na druhý známý bod pro výpočet tzv. směrníku (obr. 22). Pro účely polygonů se určuje levostranný úhel od známého bodu na bod určovaný. Při tomto typu polygonového tahu není možná kontrola nahromaděných chyb (Čibera 2011, 20). Tato metoda se však s oblibou využívá kvůli své rychlosti a nízké náročnosti.



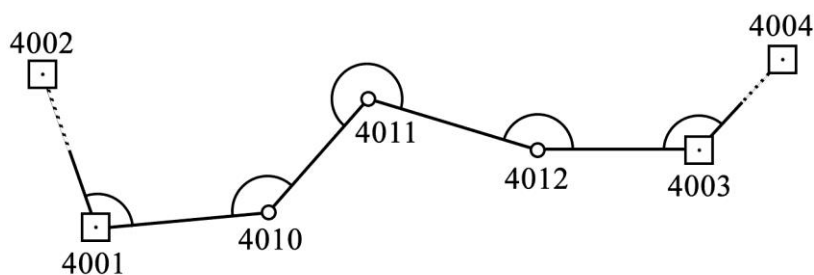
Obr. 22: Schéma volného polygonového tahu. Body 4001 a 4002 představují body se známými souřadnicemi, přičemž 4001 je zároveň počáteční stanoviště přístroje. 4010–4012 jsou nové, postupně vytyčené body (autor: M. Prišťáková).

Vetknutý polygonový tah provádíme, pokud z počátečního známého bodu nevidíme na žádný další bod a nemůžeme vypočítat přípojovací směr. Zároveň však polygonový tah končí na jiném známém bodu (obr. 23). Nejdříve tedy počítáme v relativních souřadnicích, které můžeme pomocí lineární transformace později napojit na známé body a souřadnicově vyrovnat (Čibera 2011, 20). Výpočet souřadnic je náročnější než v případě volného tahu.

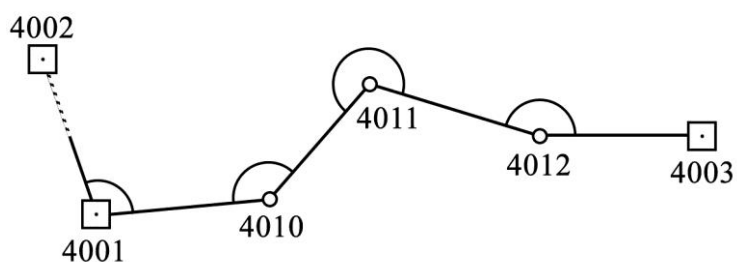


Obr. 23: Schéma vetknutého polygonového tahu. Body 4001 a 4002 představují body se známými souřadnicemi, bod 4001 je bod počáteční a 4002 bod koncový (autor: M. Prišťáková).

O **vetknutém orientovaném polygonovém tahu** hovoříme v případě, že je možné vést polygonový tah přes lokalitu a ukončujeme ho na jiném známém bodě s možností zaměření orientace pro připojení na směr. Pokud je orientaci možné změřit na počátečním i koncovém bodě měření, jde o vetknutý, oboustranně orientovaný tah (obr. 24). Tento postup poskytuje nejvyšší přesnost díky souřadnicovému a zároveň úhlovému vyrovnání. Pokud má tah orientaci pouze na začátku nebo na konci, označujeme ho jako vetknutý, jednostranně orientovaný tah (obr. 25) a vyrovnání je možné pouze v souřadnicích (Čibera 2011, 20–21).

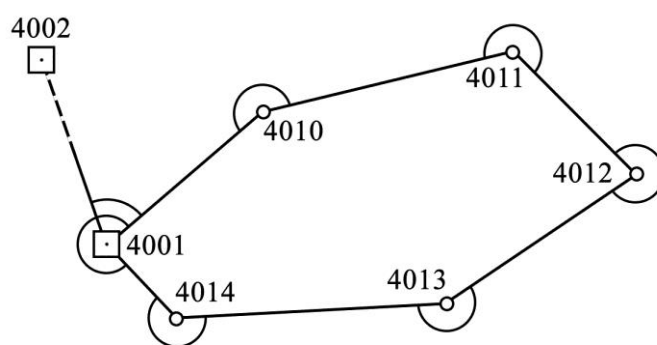


Obr. 24: Schéma vetknutého, oboustranně orientovaného polygonového tahu. Body 4001–4004 představují body se známými souřadnicemi, bod 4001 je bod počáteční a 4003 bod koncový (autor: M. Prišťáková).



Obr. 25: Schéma vetknutého, jednostranně orientovaného polygonového tahu. Body 4001–4003 představují body se známými souřadnicemi, bod 4001 je bod počáteční a 4003 bod koncový (autor: M. Prišťáková).

Uzavřený polygonový tah je vysoce přesná metoda polygonového tahu. Jde o zvláštní druh vetknutého, oboustranně orientovaného tahu, s výjimkou toho, že končí opět na počátečním bodu, ze kterého musíme zjistit orientaci na připojovací směrnik. Úhlové vyrovnání je počítáno jako rozdělení chyby zjištěné porovnáním součtu vnitřních či vnějších úhlů nepravidelného n -úhelníku. Tato metoda je pro archeologii poměrně častá a výhodná, protože umožňuje stabilizaci bodů po obvodu zájmové plochy (Čibera 2011, 21; obr. 26).



Obr. 26: Schéma uzavřeného polygonového tahu. Body 4001 a 4002 představují body se známými souřadnicemi, 4001 je počáteční bod. Posloupnost tahu je 4010–4014, pokud by byla posloupnost opačná, úhly by se nacházely na opačné straně (protože vždy určujeme levostranný úhel; autor: M. Prišťáková).

Potřebné vybavení: totální stanice nebo teodolit, stativ, nivelační lať, výtyčky s odrazovým hranolem, laserový dálkoměr, olovnice, pásmo, pomůcky umožňující stabilizaci a signalizaci bodů.

Oblast vhodného využití:

- Vytyčení orientačních bodů na zájmové lokalitě pomocí totální stanice nebo teodolitu.

Terénní měření:

- Na měřické stanoviště postavíme stativ tak, aby byl střed stativu přibližně nad vybraným bodem. Nohy stativu pořádně zašlápneme tak, aby během měření nedocházelo k „sedání“ přístroje. Pokud máme stativ postavený na dlažbě, umístíme nohy stativu do spár. Deska stativu by měla být co nejvodorovněji. Výška stativu je zhruba uprostřed hrudní kosti nad prsy. Následně na hlavu stativu připojíme totální stanici nebo teodolit a provedeme horizontaci a centraci přístroje pomocí laserové nebo obyčejné olovnice.
- Orientaci přístroje v případě totální stanice provedeme pomocí funkce určené na stavění přístroje na známý bod a podle typu prováděného polygonového tahu (tyto funkce mají v různých přístrojích odlišné názvy, proto není uveden konkrétní název).
- Po provedení orientace přístroje vytyčíme nový bod.
- Následně se s přístrojem přesuneme na nový vytyčený bod, opět provedeme horizontaci, centraci a orientaci přístroje stojícího na známém bodě. Po vypočítání stanoviště opět vytyčíme další bod v požadovaném směru a přístroj přesuneme na nový vytyčený bod a opakujeme výše uvedené postupy.

2.3.6 Nivelace

Princip: Nivelace je způsob měření, při kterém výškový rozdíl dvou bodů určíme pomocí vodorovné přímky (záměry), od které na svisle postavených latích odměřujeme výšky k

měřeným bodům (Bitterer 2003, 170). Cílem nivelace je určení výše (Z) měřeného bodu a to buď v obecním státním systému (Balt po vyrovnání) nebo v systému lokálním. Čtení na nivelační lati (čili hodnota, kterou na nivelační lati přečteme) při záměru vzad na známý bod se připočte k známé nadmořské výšce tohoto bodu. Od této hodnoty se odečte čtení na lati záměry vpřed pro určování bodu, čímž získáme nadmořskou výšku určování bodu (Šimana 1971, 28–35; obr. 27).

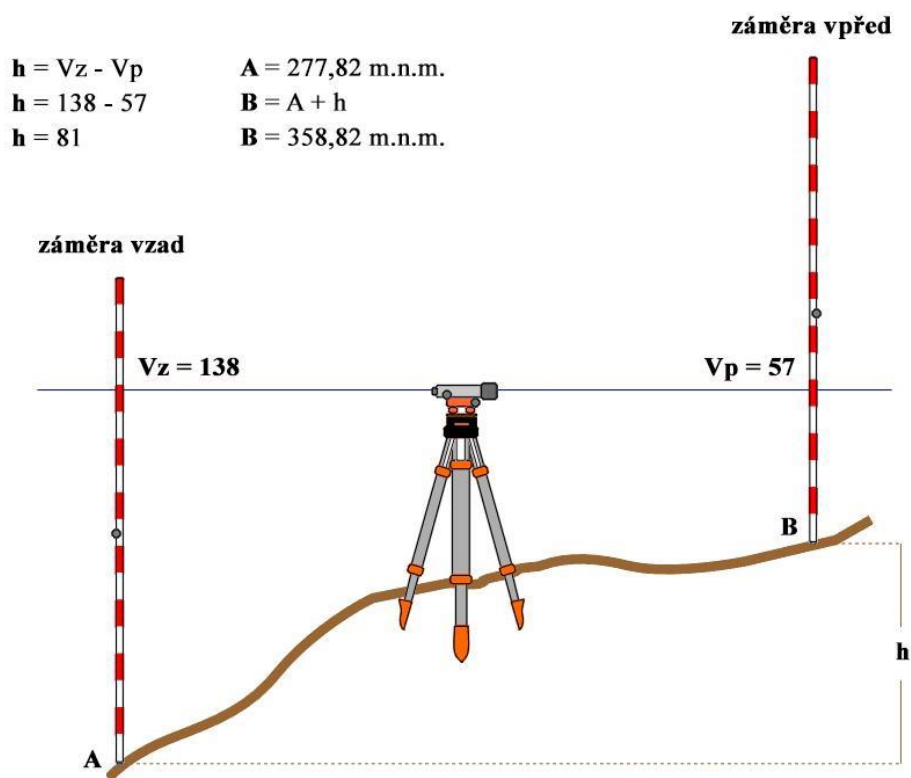
Potřebné vybavení: nivelační přístroj se stativem, vodováha, nivelační lať, nivelační podložka, svinovací pásmo různých délek, skládací dřevěný dvoumetr, nivelační zápisník (Veselý 2014, 35).

Oblast vhodného využití:

- Určení převýšení jednotlivých bodů na lokalitě, pokud již máme vytvořený polohopis nebo náčrt.

Terénní měření:

- Na měřické stanoviště postavíme stativ a nohy stativu pořádně zašlápneme tak, aby během měření nedocházelo k „sedání“ přístroje. Pokud máme přístroj postavený na dlažbě, umístíme nohy stativu do spár. Deska stativu by měla být co nejvodorovněji. Na hlavu stativu připojíme nivelační přístroj a provedeme horizontaci a centraci přístroje pomocí laserové nebo obyčejné olovnice.
- Na bod se známou nadmořskou výškou (A) umístíme nivelační lať a držíme ji kolmo. Záměrou vzad přečteme hodnotu na lati (V_z).
- Následně provedeme záměru vpřed na zjišťování bod (B) a z kolmé nivelační latě odečteme výšku (V_p).
- Odečtením hodnoty ze záměry vpřed od hodnoty ze záměry vzad vypočítáme převýšení (h) mezi oběma body. Výsledné převýšení je kladné, pokud je měřen bod vyšší než bod známý, a záporné, pokud je nižší.
- Výsledné převýšení připočteme k známé nadmořské výšce bodu A , čímž získáme nadmořskou výšku bodu B .



Obr. 27: Ukázka měření a výpočtu převýšení mezi body A a B. Bod A představuje známý bod, na který stavíme nivelační lať. Bod B představuje bod, jehož výši zjišťujeme. Převýšení mezi těmito body získáváme vzorcem $h = V_z - V_p$. Výsledné převýšení jen připočteme (odečteme) ze známé nadmořské výšky bodu A (podle J. Baecker; upraveno).

2.4 Ostatní postupy

Kromě přesných geodetických metod je možné vytvořit základní plán lokality i jinými jednoduchými metodami. Jejich přesnost je sice relativní, ale zkušený člověk s dlouholetou praxí dokáže i pomocí nich věrně zachytit základní rysy lokality.

2.4.1 Krokování

Princip: Krokování je užitečná metoda pro určování krátkých vzdáleností. Základním principem je určení délky jednoho kroku. Délka kroku se určuje opakovaným procházením známé vzdálenosti, počítáním kroků a následným vydělením vzdálenosti počtem kroků. Získáme tak délku jednoho kroku. Při krokování je třeba chodit stejně, jako chodíme za běžných okolností, netřeba uměle natahovat nebo prodlužovat krok. Tato metoda může být těžší pro lidi s nepravidelnou chůzí, v důsledku které vznikají větší odchylky. Odlišnou délku

kroku máme také, pokud stoupáme do kopce nebo klesáme. V obou případech se délka kroku zkracuje. Krokování se dodnes ve velké míře využívá např. v USA.

Potřebné vybavení: pásmo, kompas.

Oblast vhodného využití:

- Vytvoření základního jednoduchého plánu lokality.
- Rovné, nepříliš členité plochy.

Terénní měření:

- Na začátku měření určíme délku kroku. Natáhneme si 10 m pásmo (nebo jinou známou délku), projdeme po něm a počítáme kroky. Délku kroku zjistíme vydělením délky pásma počtem kroků. Tento postup opakujeme několikrát, dokud se nám délka kroku neustálí.
- Vlastní měření probíhá již jen pomocí kompasu a zápisníku. Postupně procházíme lokalitu, pomocí kompasu se držíme stejného směru.

2.5 Terénní měření

Jelikož nejběžnější a nejpraktičtější využití v terénu má totální stanice a zařízení GPS, bude následující text orientován hlavně na tyto přístroje a práci s nimi. Práce s teodolitem a nivelačním přístrojem je oproti výše uvedeným pracná a při zpracovávání dat časově velmi náročná. Uvedené kroky a rady jsou však použitelné i při měření s těmito přístroji.

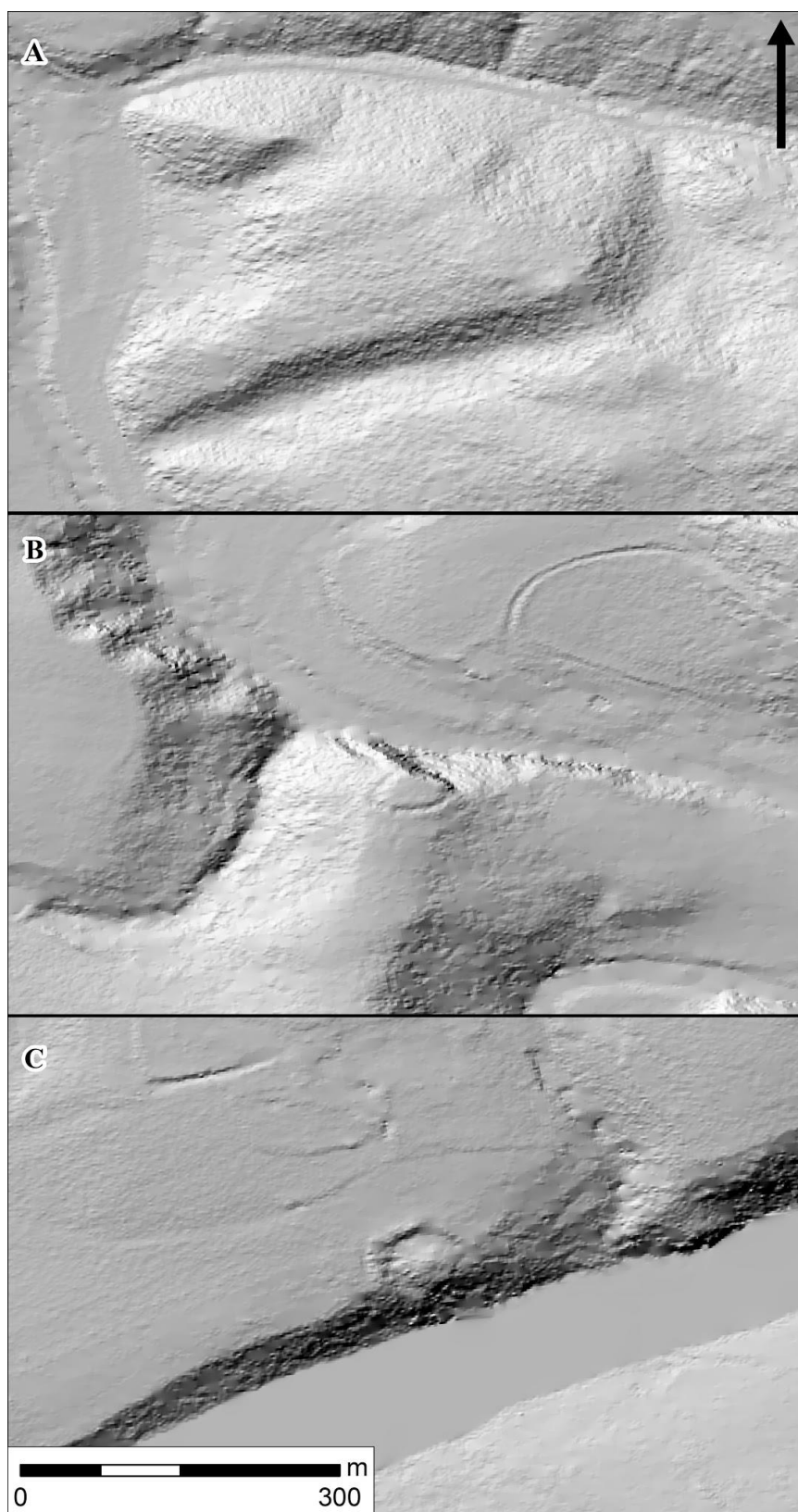
2.5.1 Příprava měření

- Vyjasnění si cílů měření, požadovaných výstupů a jejich podrobnost.
- Promyšlení časové náročnosti měření a potřebného počtu pracovníků.
- Vyřízení povolení pro vstup na pozemek nebo vjezd autem.
- Příprava v podobě zjištění prostředí, v jakém se bude měření provádět (les, louka apod.). V rámci seznámení se s lokalitou je vhodné nahlédnout do online dostupných WMS dat digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G). Na jedné straně nám to pomáhá lépe se zorientovat v neznámém terénu a v některých případech dokonce najít

námi požadovanou lokalitu. Dobrá viditelnost lokality v DMR 5G závisí na její lokalizaci (obr. 28).

- V závislosti na předešlém zvolíme vhodný souřadnicový systém a postup vytyčení orientačních bodů na síti (polygonovým tahem ze známých bodů nebo pomocí GNSS).
- Volba a příprava přístrojů na měření (nahrání potřebných dat do paměti TS nebo GNSS zařízení, nabití baterií, kontrola stavu kreditu GNSS zařízení, pokud využívá mobilní připojení na komunikaci s referenčními stanicemi).
- Příprava pomůcek pro měření, stabilizaci a signalizaci bodů (kolíky, patníky, geodetické hřebíky, reflexní sprej, pásma apod.).

Promyšlení číselné řady bodů ze základního kódování. Z tohoto základu pak můžeme v terénu operativně vytvářet nové kódy podle jednotné logiky.



Obr. 28: Vybrané, geodeticky zaměřené lokality:

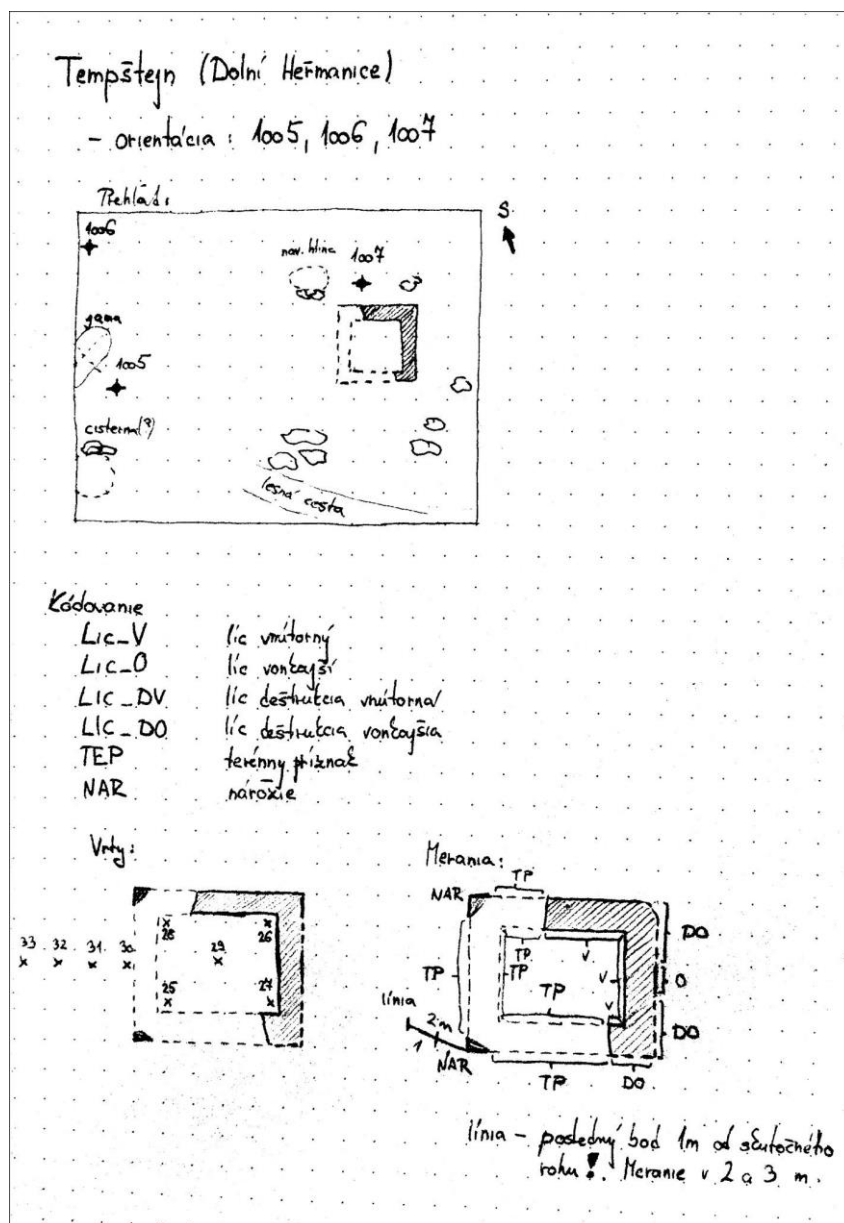
A: Dolní Heřmanice – lokalita se nachází v hustém lesním porostu. Přesto, že se na ní nachází zachované části zdi věže s mocností 1,5 m a maximální výškou 2,2 m, není na mapě dobře viditelná.

B: Zňátky – lokalita je díky svému výraznému reliéfnímu zachování navzdory svému umístění v lesní oblasti dodnes dobře viditelná na mapách DMR 5G.

C: Vojslavice – lokalita situovaná v lesním porostu je podobně jako Zňátky dobře viditelná díky výraznému zachování reliéfních tvarů. Na mapě však není dobře viditelná poškozená část valu, kudy vedla lesní cesta (zdroj dát: WMS služba ČÚZK; zpracovala: M. Prišťáková).

2.5.2 Vlastní měření

- Seznámíme se s charakterem terénu.
- Vytvoříme síť orientačních bodů (pomocí GPS nebo polygonovým tahem z některého známého bodu, resp. kombinací obou postupů), a to s ohledem na charakter měřené plochy (les, otevřené prostranství). Body je vhodné vynést na ta místa, na která je vidět z co největšího počtu pozic. V prostředí lesa je vhodné umístit několik bodů.
- Zvolíme vhodné umístění přístroje tak, aby bylo z jedné pozice možné naměřit co nejvíce bodů a nebylo nutné časté přestavování stanoviska. V případě měření s více přístroji zároveň dohlédneme na to, aby si při práci nepřekážely, ale zároveň dokázaly ze své pozice změřit co největší plochu a místa, kam ostatní přístroje nevidí (zvláště vhodné při měření ve výrazně členitém terénu a v oblasti s lesním porostem).
- Rozdělíme úkoly a měřené úseky v závislosti na prostředí, ve kterém měříme, počtu přístrojů (v případě měření s více přístroji zároveň) a důvodu měření.
- Provedeme postavení, centraci, horizontaci a orientaci přístrojů.
- Zavedeme číselnou řadu a kódy bodů.
- Hustotu měřených bodů volíme podle požadované podrobnosti výstupu.
- Během měření je důležitá pravidelná komunikace a vzájemná kontrola mezi pracovníkem stojícím za přístrojem a člověkem s hranolem (nebo s nivelační latí). Hranolář musí vždy hlásit změnu výšky hranolu a změnu typu měřeného objektu (například při zaměřování nálezů detektorového průzkumu).
- V případě chyby v měření bodu (nebo skupiny bodů) je nutné buď provést opravu přeměřením, anebo přepsáním výšky hranolu přímo v přístroji (vhodné pouze při malém počtu bodů, protože tento proces může být zdlouhavý), nebo v případě časové tísně si jen poznačit čísla bodů a typ chyby, oprava nebo vymazání chybných bodů se může provést až při zpracovávání výsledků.
- Užitečné je vést si terénní deník, do kterého si zapisujete poznámky k měřením a k bodům, a vytvořit si polní náčrt. Obzvlášť potřebné je to v případě, je-li měření složitější, nebo musíme řešit několik úloh zároveň. Pokud potřebujeme zavést nové kódy, je také třeba poznačit si je (obr. 29).



Obr. 29: Ukázka zápisu v terénnom deníku. Tyto poznámky jsou důležité hlavně v případě, pokud by se na zpracovávání výsledků podílela osoba, která se měření v terénu nezúčastnila. (autor: M. Prišťáková).

2.5.3 Zpracování měření

- Výsledkem měření jsou seznamy a souřadnice naměřených bodů. Ty je možné exportovat z paměti totální stanice přímo do počítače nebo na USB flash disk v textovém výměnném kódu ASCII, který je velmi úsporný z hlediska datové velikosti a dobře se s ním pracuje v dalších programech. Textový výstup se skládá minimálně

ze 4 sloupců dat: identifikátoru (číslo bodu) a souřadnic XYZ. Vhodné je však mít sloupců 5 a v posledním exportovat kód bodu.

- Stahování dat ze všech přístrojů je vhodné v případě několikadenního měření provádět po každém dni měření. Průběžně tak můžeme kontrolovat správnost dat a zároveň i to, zda nám nevznikají hluchá místa bez bodů. Podle toho pak můžeme plánovat postup dalších měření. V neposlední řadě je tento krok dobrý i kvůli případné záloze dat.
- Příprava bodů na další zpracování v prostředí softwaru GIS.
- Kontrola správnosti bodů a jejich případná oprava.
- Vytvoření výstupů.

2.6 Výstupy

Výstupem geodeticko-topografického průzkumu jsou body, které dále interpolujeme na digitální modely terénu, z nichž vytváříme vrstevnicové plány, anebo digitální řezy reliéfu. Pomocí podrobného zaměření lokality lze prozkoumat její charakter a zjistit, zda se v terénu nacházejí povrchové útvary, které nelze rozpoznat pouhým lidským okem.

V současné době máme k dispozici velké množství programů, které dokážou různými způsoby interpolovat jednotlivé body do podoby kontinuálního povrchu terénu. Z běžně dostupných lze zmínit např. ArcGIS, QGIS, GRASS či Surfer.

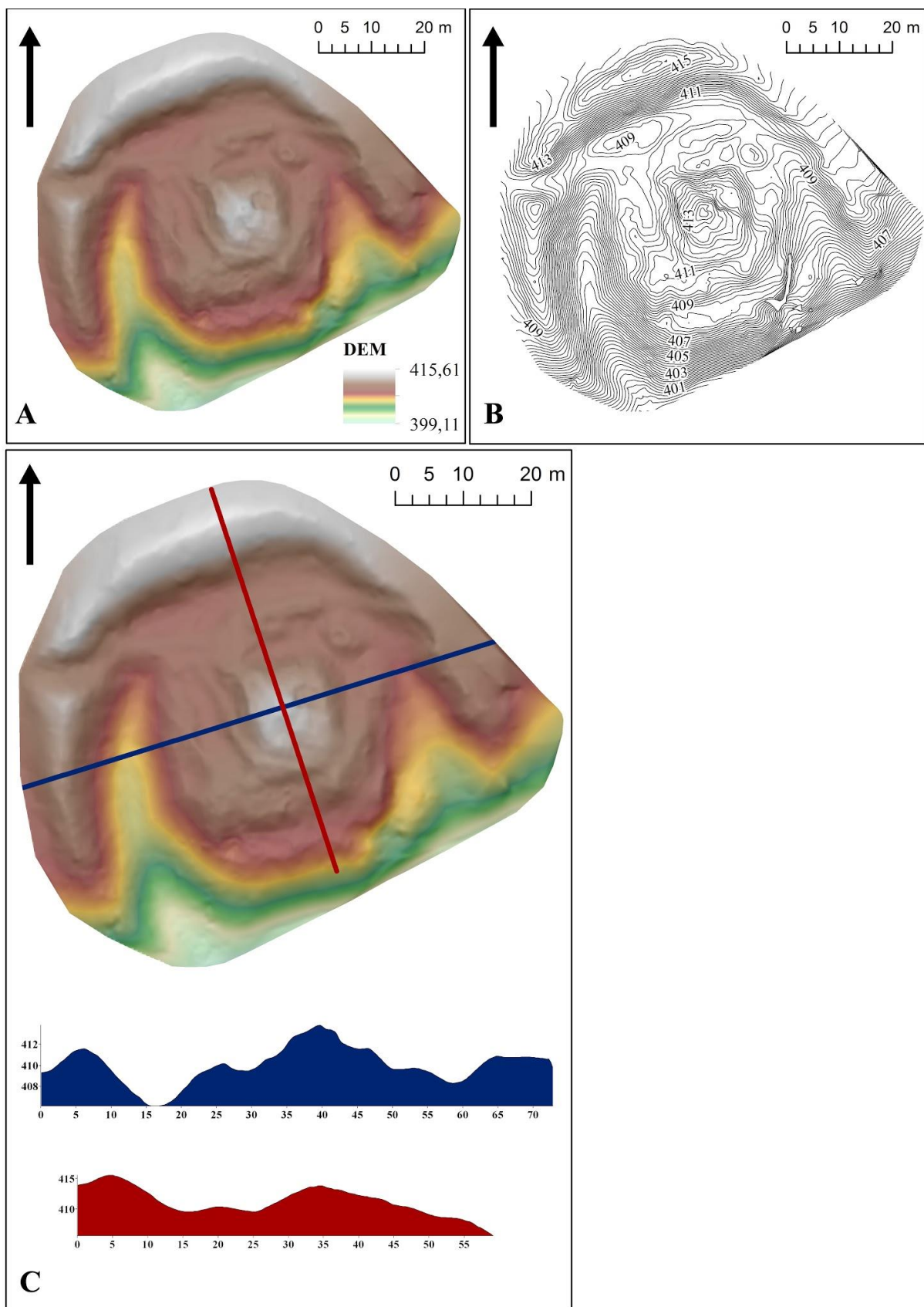
Volba metody výpočtu závisí na tom, zda je měřená síť pravidelná nebo nepravidelná. Rozšířenou interpolační metodou je **TIN** (Triangulated Irregular Network – nepravidelná trojúhelníková síť), která povrch reprezentuje trojúhelníky, jejichž vrcholy tvoří naměřené body. Pro naše účely však není vždy vhodná, protože často produkuje ostré hrany, které neodpovídají pozvolnému průběhu terénu. Na nepravidelně rozmístěné body v terénu jsou asi nejvyužívanější metody **Kriging** a **Natural neighbour**. Zatímco algoritmus Kriging se snaží postihnout hlavní trendy s využitím různých typů variogramů, v Natural neighbour probíhá výpočet vážené vzdálenosti, přičemž vychází z thiessenových polygonů. To znamená, že model nejde za hranice naměřených bodů, což je pro nás výhodné, protože nejsou extrapolovány okrajové části plánu, na kterých chybí data (John 2008).

Kvůli lepší přehlednosti výstupů je vhodné podkládat digitální model reliéfu (DMR, angl. DEM) stínovaný reliéfem (hillshade) a modelem svažitosti terénu (slope). V případě

stínovaného reliéfu je vhodné použít více podkladů s různým azimutem (multidirectional hillshade). Pokud bychom DMR podkládali pouze jedním stínovaným reliéfem, liniové relikty rovnoběžné s azimutem by nebyly viditelné. Univerzálním výstupem jsou vrstevnicové plány, které jsou poměrně jednoduché a přehledné. Pro lepší vykreslení situace na lokalitě je vhodné změřit a následně zdigitalizovat zachované části stěn a objektů, pokud se nacházíme na skále, tak i vyznačit hranice skalnatých úseků (obr. 30, 31). Vizualizace může probíhat i v 3D prostoru nebo pomocí 3D analytických nástrojů.

Ať už zvolíme kterýkoliv algoritmus, existuje několik atributů, které by měla obsahovat každá mapa. Základ tvoří měřítko, severka a legenda. Kvůli lokalizaci je vhodné uvést buď koordináty nebo alespoň slovně popsat, kde se lokalita nachází. Vhodné je také uvést, o jakou mapu se jedná, a případně uvést bližší popis nebo interpretaci výstupů. Podrobnost výstupů závisí na požadavcích zadavatele.

Kromě základních výstupů můžeme z vytvořeného DMR provádět další komplexnější analýzy pomocí nástrojů (Toolbox) v prostředí GIS.



Obr. 30: Příklady běžných výstupů z geodetického zaměření lokality Vojslavice (okr. Pelhřimov). A: Digitální model terénu podložený mapou svažitosti terénu (slope) a vícenásobným stínovaným reliéfem (multi-directional hillshade). Na výsledném modelu

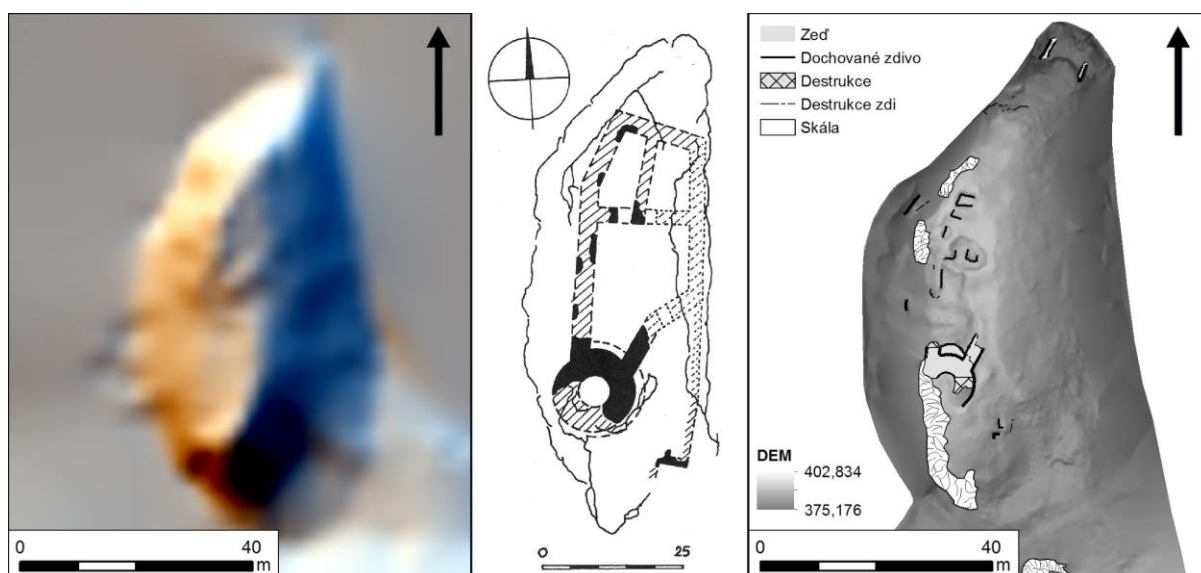
zřetelně vidíme narušení valu lesní cestou v Z části, vytvořený chodník v centrální části tvrže a v SV části opevnění. B: Vrstevnicový model (contour). Interval vrstevnic je 0,25 m. C: Digitální model terénu a virtuální řezy lokalitou. Virtuální řezy lze provádět pomocí nástrojů 3D Analysis v prostředí GIS z vypočteného DEM-u (autor: M. Prišťáková).

2.7 Význam geodetického zaměřování lokalit

Navzdory stále se rozšiřující moderní technice má geodetické zaměření lokality své neodmyslitelné místo při dokumentaci lokalit a vytváření modelů. K dispozici jsou sice volně dostupné digitální modely reliéfu (DMR), ale ne vždy zachytí lokalitu tak podrobně, jak bychom potřebovali. V případě nepříznivých podmínek (např. hustý jehličnatý les, nízká vegetace) se samotnou lokalitu nebo na ní zachované struktury nemusí podařit zachytit. V zalesněném terénu, kde se nachází množství zaniklých feudálních sídel, dosahuje střední odchylka výšky 0,3 m (zdroj: ČÚZK). Volně dostupný digitální model reliéfu 5. generace (DRM 5G) nemá velmi vysoký detail rozlišení a může sloužit pouze jako přehled. Originální data, která lze sehnat na portále ČÚZK mají mnohem vyšší detail a je z nich možné, kromě stínovaného reliéfu, vytvořit např. vrstevnicový plán, virtuální profily či různé pokročilé prostorové analýzy. Kvalitu a podrobnost těchto dat však ovlivňuje kvalita a přesnost skenovacího zařízení, charakter lesního porostu, roční období, ve kterém skenování probíhalo a filtry, které byly aplikovány na odstranění např. lesního porostu. Rozhodnutí o koupi dat z ČÚZK by proto měla předcházet jako kontrola dat na online prohlížeči, tak osobní návštěva lokality. Podrobný technický popis k DMR 5G je volně dostupný na stránkách ČÚZK (http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMR_5G.pdf).

Dalším významným přínosem geodetického zaměření zaniklých feudálních sídel je revize starších publikovaných plánů, které nemusí být zcela přesné, protože nebyly vytvořeny podrobným zaměřením, anebo došlo ke změnám v terénu, které odkryli nové struktury (pokles hladiny vody, změna konfigurace terénu, neodborné zásahy atd.). Všechny zmíněné přínosy geodetické prospekce se nám projeví na lokalitě Holoubek (obr. 31).

2.7.1 Holoubek (Taubstein; okr. Třebíč)



Obr. 31: Holoubek. Vlevo – multidirectional hillshade vytvořen z předplacených dat DRM5G od ČÚZK (autor: M. Prišťáková). Uprostřed – půdorysný plán vytvořen M. Plačkem (Plaček 2001, 224). Vpravo – DMR s vyznačenými zachovalými strukturami, částmi stěn a skal, vytvořený podrobným geodetickým zaměřením lokality (autoři plánu: M. Prišťáková a J. Šimík).

Zaniklý sídelní komplex na konci ostrožny nedaleko obce Chroustov byl již v minulosti zmapován a existuje k němu půdorysný plán (obr. 31, uprostřed). Na takto podrobnou analýzu terénu je volně dostupná mapa DMR5G nevhodná, protože na webu nejsou viditelné žádné stopy struktur (obr. 31, vlevo). Podrobnost zakoupených dat bude v případě této lokality ve velké míře záviset na období, ve kterém probíhalo skenování, protože mimo období vegetačního klidu je lokalita pokryta nízkým porostem (obr. 32, 33). Střední výšková odchylka 0,3 m nemusí zachytit všechny prvky. Pomocí geodetického zaměření lokality jsme ověřili předešlý plán lokality. Díky nízkému stavu vodní hladiny se podařilo objevit a zaměřit nové části stěn v S části lokality. Některé stěny v Z části jsou na současném kamenném svahu a nebylo by je možné odlišit ani pomocí podrobného modelu reliéfu z ČÚZK. Totéž platí pro část stěny, která se nachází pod malým skalním převísem v S části (obr. 31, vpravo). Oba zmíněné případy jsou jen těžko přístupné, proto musela být k jejich průzkumu použita slaňovací technika.



Obr. 32: Holoubek mimo období vegetačního klidu. Vegetace v celé oblasti je poměrně hustá (zdroj: <http://www.region-vysocina.cz/zricenina-hradu-holoubek-cx38>).



Obr. 33: Holoubek v období vegetačního klidu. (zdroj: http://www.hrady-zriceniny.cz/hrad_holoubek.htm).

3. OBRAZOVÁ DOKUMENTACE

Obrazová dokumentace je spolu s kvalitním zaměřením objektu nejdůležitější složkou dokumentace každé stavby. Kvalitně provedená obrazová dokumentace, zvláště pak fotografická, je sama o sobě důležitým pramenem využitelným nezávisle na výsledcích samotného výzkumu i v budoucnu. Obrazovou dokumentaci můžeme rozdělit na kresby, fotografie, 3D fotogrammetrii, 3D skenování a video záznam. I přes bouřlivý rozvoj techniky zůstane patrně navždy nedílnou součástí každého průzkumu kresebná dokumentace. Jelikož jsou metody dokumentační kresby již dobře popsány nebudeme je zde již opakovat (Bláha a kol. 2005, 20). Stejně je tak tomu u dokumentačního videa. Vzhledem k problémům s jeho archivací a zpracováním a rychlému technologickému rozvoji této oblasti je vhodné videozáznam využívat pouze jako možnou pomůcku při samotném průzkumu a ne jako výstup (Bláha a kol. 2005, 21).

3.1. Fotografická dokumentace

Již dlouhou dobu je fotografie v památkové péči jedním ze základních prostředků evidence a dokumentace movitých i nemovitých kulturně historických památek. Tato dokumentační metoda poskytuje přesný, co do časové náročnosti rychlý a objektivní obrazový záznam daného nálezového celku či dokumentované situace, a to dnes bez větších nároků na technickou zdatnost samotného dokumentátora.

S rozvojem techniky a přechodem z fotografie analogové do digitální sféry se také objevila celá řada optických dokumentačních metod, které umožňují digitalizaci a další zpracování dat, včetně pokročilých prostorových analýz.

3.1.1. Potřebné vybavení

K fotografické dokumentaci se dnes standardně používají digitální fotoaparáty, a to jak digitální zrcadlovky, tak i digitální kompaktní fotoaparáty tzv. kompakty. Častěji se ale můžeme setkat se zrcadlovkami, které mají oproti kompaktním lepší kvalitu obrazu a umožňují pořízení kvalitních fotografií i za velmi špatných světelných podmínek. Navíc mají robustnější tělo samotného fotoaparátu, umožňují výměnu objektivů a celkově se lépe drží v ruce. Na druhou stranu kompakty se co do kvality snímků stále zlepšují a navíc mají oproti zrcadlovkám dvě nesporné výhody – váhu a velikost. Pro dokumentaci je vhodné zvolit

model s výklopným displejem, který se hodí při dokumentaci např. těžko dostupných situací či k fotogrammetrii. Podle charakteru lokality je dobré měnit typy objektivu tak, aby mohly být zachyceny všechny podrobnosti bez patřičného zkreslení (např. širokoúhlé objektivy pro záběry rozměrných ploch, teleskopické objektivy pro dokumentaci detailů ve výškách).

Druhou možností jsou klasické fotoaparáty. Jejich výhodou je to, že stále produkují velice kvalitní snímky. Navíc umožňují lepší archivaci pořízené fotodokumentace. Výsledkem digitálních fotoaparátů je digitální soubor – snímek, který ale může být omylem smazán již v samotném fotoaparátu či může být nenávratně ztracen při poškození paměťového disku, vypáleného DVD apod., kde je finálně archivován. U klasických fotoaparátů, ale máme finální výstupy dva, a to navíc hmotné – negativ a vyvolaný snímek. Nevýhodou je, že s těmito snímky se v dnešním digitálním světě ne hůře, ale pomaleji pracuje.

3.1.3. Režimy digitálního fotoaparátu

V archeologii, památkové péči apod. se povětšinou setkáme s focením statických záběrů. Z tohoto důvodu budeme méně využívat expoziční režimy s prioritou času (TV anebo S), anebo clony (AV anebo A).

Lidem, kteří nemají s fotografováním žádné zkušenosti, nelze jinak než doporučit režim plně automatického nastavení (AUTO). V tomto režimu přístroj sám nastaví veškeré parametry (clona, rychlost závěrky, vyvážení bílé atd.) a dokumentátor se tak nemusí z technického hlediska o nic starat.

Zkušenější jedinci mohou využít klasický režim manuálního nastavení (M). Tento režim lze ale doporučit pouze zkušenějším fotografům, protože veškeré nastavení přístroje se provádí ručně.

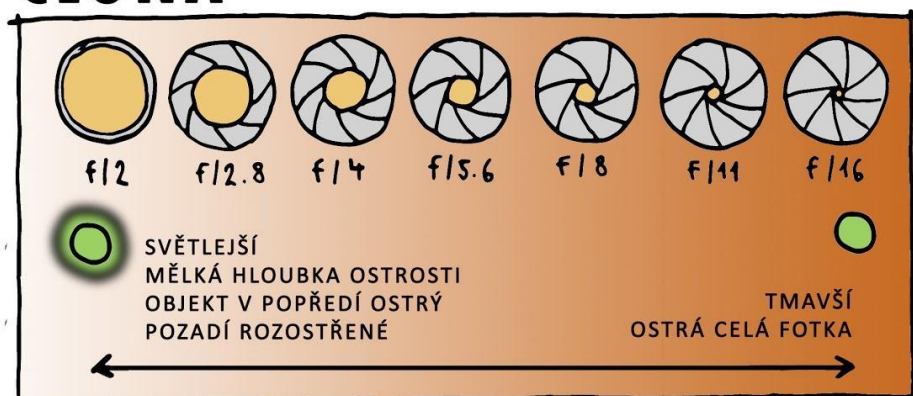
Pro rychlou dokumentaci archeologických situací je nejlepším kompromisem poloautomatický režim (P). Podle vlastního uvážení zde můžeme manuálně nastavit citlivost snímače (ISO), vyvážení bílé (AW) a úpravu expozičního času, podle kterého se automaticky nastavuje pouze clonové číslo. Režim umožňuje i nastavení blesku, jehož použití v exteriérech je ve většině případů nesmysl, ale při focení v tmavých interiérech je někdy nezbytnou nutností.

Obecně platí, že by se měl každý dokumentátor podrobně seznámit s manuálem a možnostmi jeho přístroje. Pouze praktické zkušenosti mohou vést ke kvalitním fotografiím.

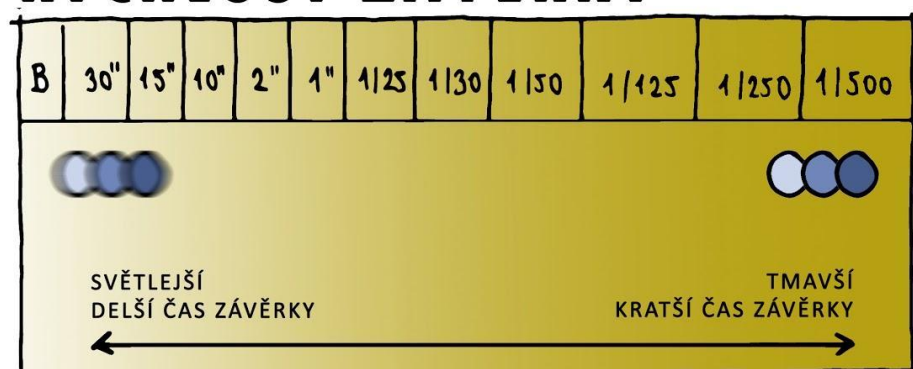
3.1.4. Nastavení digitálního fotoaparátu a obecné zásady

- Fotíme vždy na nejlepší kvalitu snímku, tedy na nejlepší obrazové rozlišení. Fotku lze pokaždé v počítači zmenšit, ne naopak. Pokud dokumentujeme nějakou opravdu důležitou situaci, tak můžeme využít formát „.raw“ (surová data ze snímače digitálního fotoaparátu, které lze v počítači posléze upravit), který poskytuje nejlepší možnou kvalitu obrazu.
- Pokud jsme středně pokročilí fotografové, tak na fotoaparátu nastavíme expoziční režim na P.
- Za dobrých světelných podmínek nastavíme ISO na nejnižší hodnotu.
- Expoziční čas/rychlost závěrky nastavujeme na hodnotu od 250 až 1000. Vše ale záleží na světelných podmínkách.
- Režim ostření můžeme nastavit buď na Autofocus (automatické) anebo ostřit manuálně. Druhá možnost je určena spíše pro pokročilejší fotografie.
- K fotografování využíváme stativ či případně monopod. Monopod umožňuje i dokumentaci detailů v nepřístupných výše položených místech.
- Při dokumentaci je nutné použít vhodné měřítko – pro detailní snímek např. metr, či trasírky, pro celkovější snímky např. nivelační lať či lidskou postavu. Měřítka by měla být vždy dostatečně patrná.
- Vždy dbát na to, zda je zvolen vhodný objektiv či fotoaparát, aby nedocházelo k obrazovému zkreslování fotografovaných objektů.
- Dokumentace by se měla provádět ve vhodných světelných a klimatických podmínkách. Lokality v lesním prostředí by měly být např. fotografovány v období vegetačního klidu. Tedy za pozdního podzimu či ještě lépe v časném jaru, výjimečně i v zimě. Obecně by se měly fotografie pořizovat ve chvílích, kdy je pod mrakem a rozptýlené světlo. Fotografie značně devaluje ostré slunce a stíny, či naopak slabé světlo.

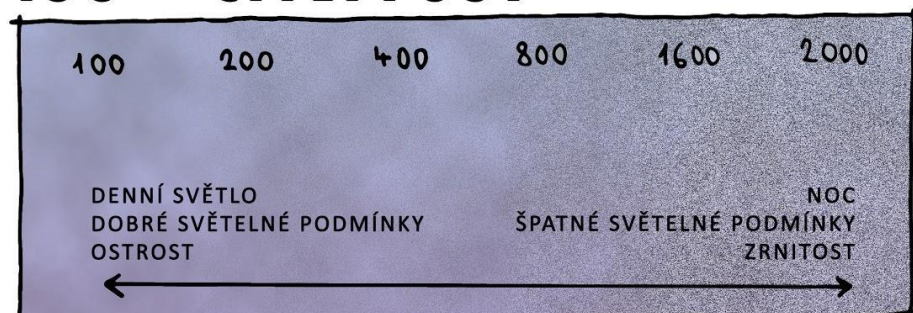
CLONA



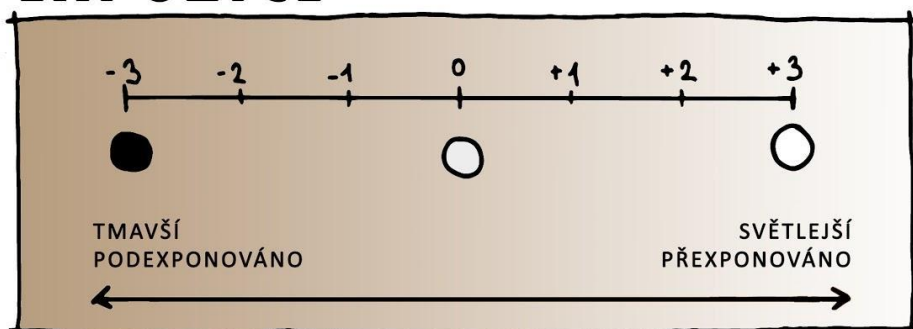
RYCHLOST ZÁVĚRKY



ISO - CITLIVOST



EXPOZICE



Obr. 34: Možnosti nastavení digitálního fotoaparátu (autor: M. Vágner).

3.1.5. Terénní dokumentace

Při fotografické dokumentaci je často nutné pořizovat přímo terénní záznam o každém snímku. A to např. do předem připraveného formuláře či deníku. Záznam by měl obsahovat identifikátor fotografie, jméno fotografa, popis toho, co je na snímku, odkud byl snímek focen a datum pořízení snímku. Ostatní technické detaily o nastavení fotoaparátu jsou u digitálních fotografií součástí metadat souboru fotografie. Terénní dokumentaci je nutno vést zvláště u detailních snímků, kde je následně při zpracování těžké identifikovat jednotlivé snímky a situace na nich. Některé fotoaparáty v dnešní době jsou vybaveny funkcí GPS, která umožňuje zaznamenání místa pořízení snímku. S touto funkcí odpadá nutnost zaznamenávat místo pořízení. Nicméně je důležité si uvědomit, že tato funkce nemusí být vždy v provozu (interiér, hustý les apod.).

3.1.6. Časová náročnost

Doba potřebná k dokumentaci je závislá na velikosti/komplexnosti dokumentovaného objektu, popřípadě situace. Dalším faktorem může být i vliv okolního prostředí (nutnost vysekávání vegetačního pokryvu na lokalitě, světelné podmínky apod.). Obecně se dá ale říci, že fotografická dokumentace patří k nejrychlejším metodám obrazové dokumentace.

3.1.7. Zpracování dat

Při zpracování fotografií by výsledné digitální snímky neměly procházet nějakou výraznější editační úpravou (např. ořezávání, úprava jasu). V podstatě bychom se měli snažit zachovat originální fotografii. Tím pádem musíme brát větší ohledy na kompozici, světlo apod. při pořizování snímku v terénu. Toto samosebou platí v tom případě, že fotíme např. do konečného formátu „.jpeg“ a ne do formátu „.raw“, u kterého je úprava snímku na počítači nutností, protože snímek není doposud nijak zpracován. Při úpravě tohoto formátu je tak potřeba nastavit správné vyvážení bílé, kontrast, barevnou sytost, ostrost apod.

Fotografie by měly být pro lepší orientaci roztrženy do jednotlivých složek dle fotografovaných lokalit/situací, popřípadě by měly být v hlavičce pojmenovány dle předem stanoveného jednotného kódu (např. LOKALITA_DATUM_POPIS_ORIGINÁLNÍ_ČÍSLO_SNÍMKU) či přejmenována pořadovým inventárním číslem (152123-2015 apod.).

DALEČÍN_07112014_POHLEDODSV_4437

lokality	datum	fotografovaná situace	originální číselná
	den/měsíc/rok	(pohled od severovýchodu)	řada

Obr. 35: Příklad kódování názvů digitálních fotografií.

3.1.8 Výstupy a archivace dat

Digitální fotoaparáty: U digitálních fotoaparátů je výstupem tzv. digitální fotografie, jejímž nejčastějším formátem pro ukládání je tzv. „jpeg“. Velikost digitální fotografie je pak dána nastavením rozměrů/rozlišení, nastavením komprese snímku, ale i obsahem samotné fotografie. Tento fakt pak úzce souvisí i s problematikou archivace fotografií. S vývojem stále lepších digitálních fotoaparátů roste i finální velikost jednotlivých snímků, a tím pádem jsou kladeny stále větší požadavky na kapacitu úložišť. Těmi pak mohou být externí či interní harddisky, cloudová úložiště apod. Jednou z dalších možností je i archivace snímků na CD/DVD nosiče. V tomto případě může být problémem časová trvanlivost těchto nosičů, popřípadě riziko ztráty dat například při smazání disků apod. Řešením pak může být kvalitní tisk digitálních fotografií, Zde zase může být problémem množství takto tisknutých fotografií.

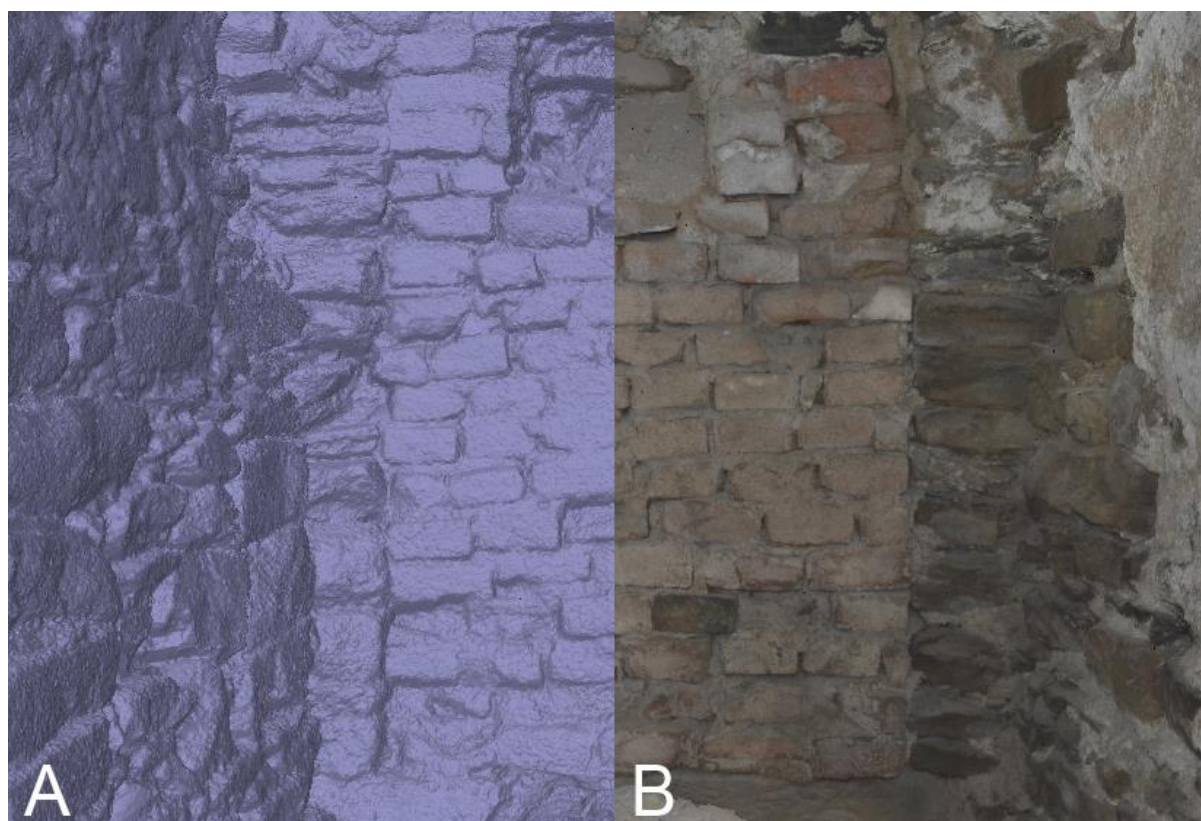
Klasické fotoaparáty: U klasických fotoaparátů existují dva finální výstupy – negativ a vyvolaná fotografie, popřípadě kopie v podobě oskenovaného snímku.

3.2 3D fotogrammetrická dokumentace

V poslední době se v oblasti dokumentace movitých i nemovitých památek začíná objevovat zcela nová, digitální metoda tzv. pozemní 3D fotogrammetrie. Jedná se o získání prostorových dat z digitálních fotografií, a to za pomoci speciálních softwarů, které jsou buď komerční (PhotoModeler, Agisoft PhotoScan), volně stažitelné z internetu, nebo fungují na webových bázích (AutoDesk 123D Catch). Tato data mohou být následně vizualizována jako 3D modely a dále upravována cestou rekonstrukcí celých staveb a prostorových simulací, nebo je možné použít naměřené hodnoty pro další vyhodnocování dokumentovaných situací a jejich další analýzu (propojením s GIS, komplexní sekční řezy celou stavbou, nebo jen některými prvky, apod.).

Výhodou této metody je její relativní časová nenáročnost v terénu a také to, že oproti klasickým pozemním 3D skenerům jsou její pořizovací i provozní náklady téměř zanedbatelné a navíc také přímo dostupné pro sféru památkové ochrany. K její aplikaci potřebujeme pouze standartní digitální fotoaparát, výpočetní stanici (PC či notebook) a jeden z výše popsaných programů. Nevýhodou může být, že oproti klasickým 3D skenerům, je zatím méně přesnější. I tak se při dodržení všech pravidel pořizování snímků, správnému nastavení a dobrých podmínkách odchylka pohybuje pouze v řádech několik milimetrů, což k dokumentaci archeologických či památkově-historických situací v naprosté většině případů bohatě stačí.

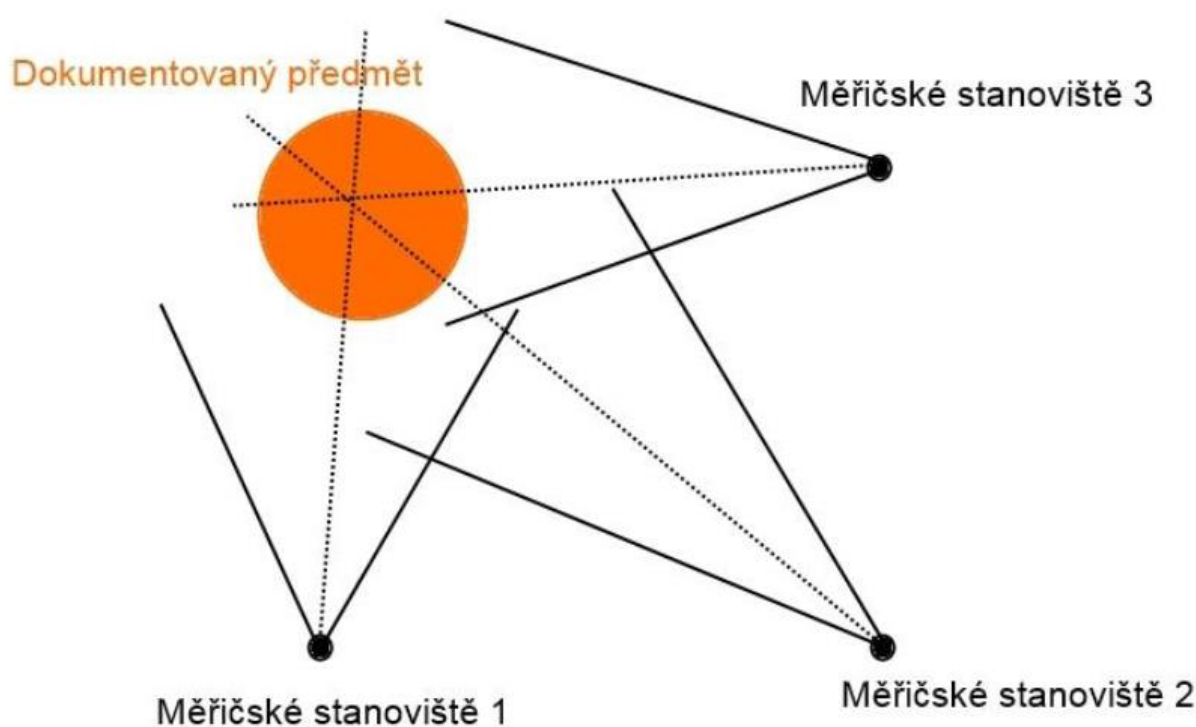
Ohromnou devízou této metody je také oproti 3D skenerům velmi přesně a věrně zachycená textura 3D modelu, která poskytuje další velké pole pro interpretaci a vyhodnocení naměřených dat. Pouhý prostorový model dokumentované situace totiž nemusí plnou měrou postihovat vše potřebné pro její další zkoumání.



Obr. 36: A: Stínovaný reliéf 3D modelu, který nedovoluje bližší rozlišení použitého stavebního materiálu. B: Texturovaný 3D model, dodávající prostorovým datům další rozměr optických dat (autor: V. Nosek).

3.2.1. Princip 3D fotogrammetrie

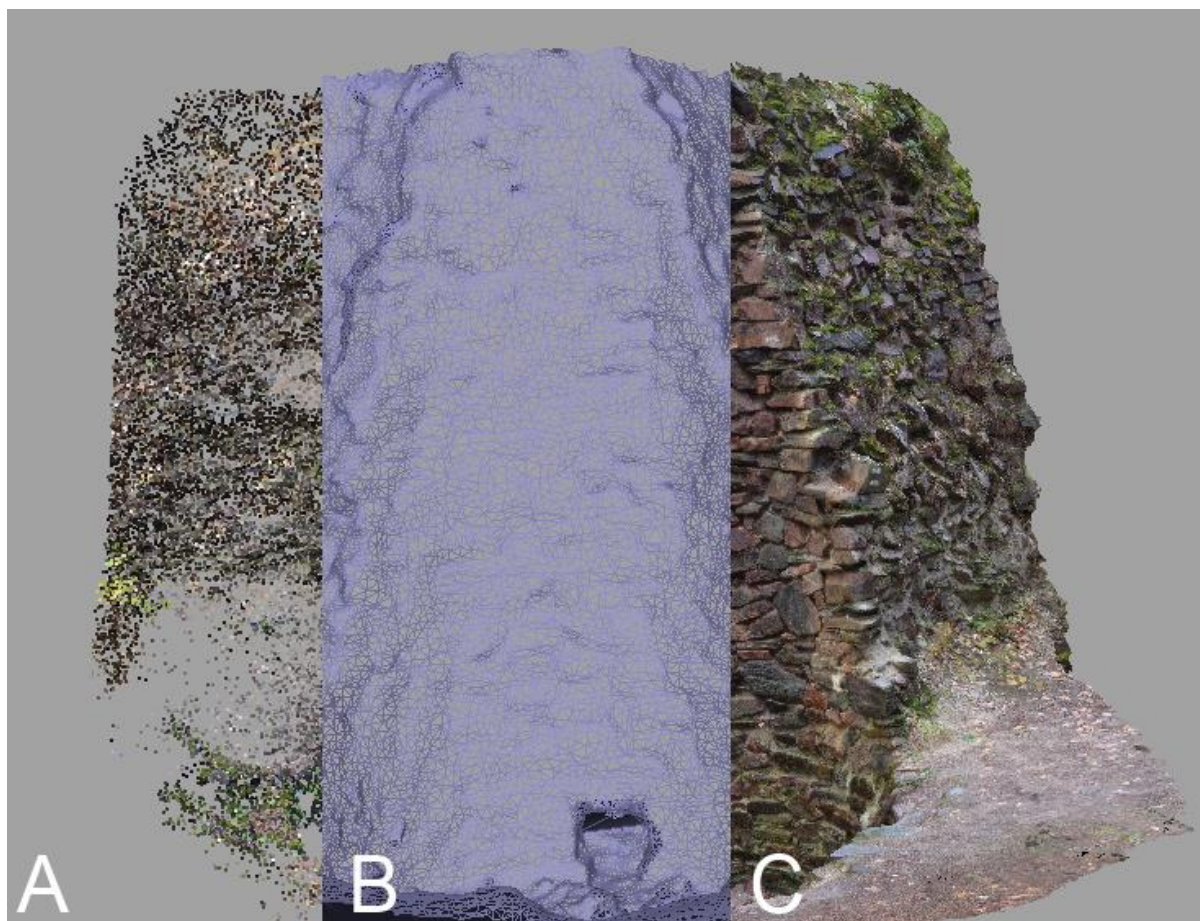
Dokumentovaná situace je snímána digitálním fotoaparátem z různých pozic v prostoru. Speciální algoritmus, který funguje na bázi triangulace, nalezne na jednotlivých fotografiích společné body a pomocí průmětu vypočte jednotlivé pozice fotoaparátů/snímků okolo snímaného objektu. Tyto referenční body, definující pozici měřického stanoviště (tedy místa pořízení snímku), jsou vyhodnocovány na základě unikátních a nenáhodných kvalit jednotlivých pixelů a jejich shluků, které se opakují na více snímcích.



Obr. 37: Triangulace pozice měřických stanovišť a vzájemný překryv záběru jejich snímků (autor: V. Nosek).

Následně je za pomoci triangulace měřických stanovišť a dat na nich získaných vypočítáno tzv. mračno bodů (každý bod má v prostoru své XYZ souřadnice). Z mračna bodů může následně být vypočtena polygonální síť, tzv. mesh, který reprezentuje vztahy mezi prostorovými body a tím pádem tedy základní geometrii a povrch dokumentovaného objektu. Poté je možné povrch modelu pokrýt fotorealistickou vrstvou – texturou. Ta reprezentuje další vrstvu dat, která nesou informaci o další části vizuální stránky dokumentované situace,

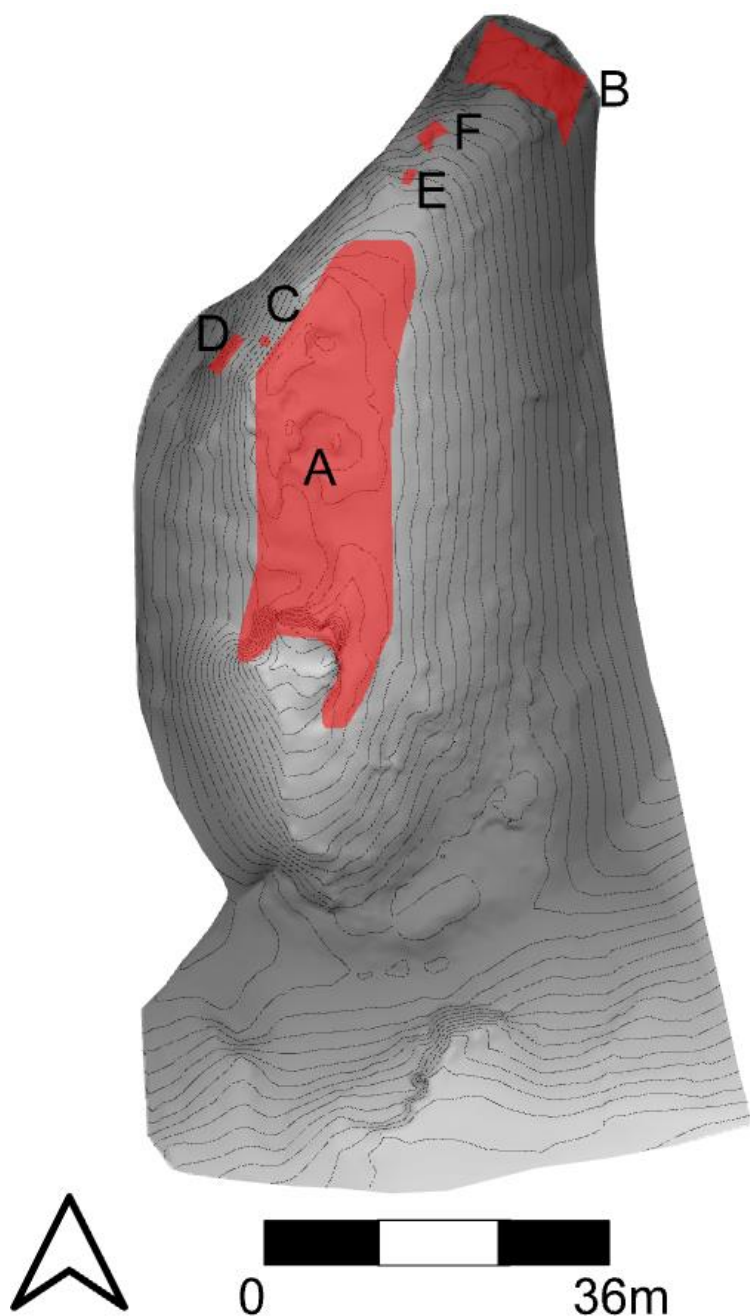
ze které lze vyčíst dodatečné skutečnosti nepostihnutelné pouhým vyjádřením dispozic 3D modelu v prostoru.



Obr. 38: Tři vrstvy 3D modelu. A: Mračno bodů (point cloud) B: Drátěný 3D model (wireframe mesh) C: Texturou potažený 3D model (textured mesh). Fragment jádra věže na Aueršperku (autor: V. Nosek).

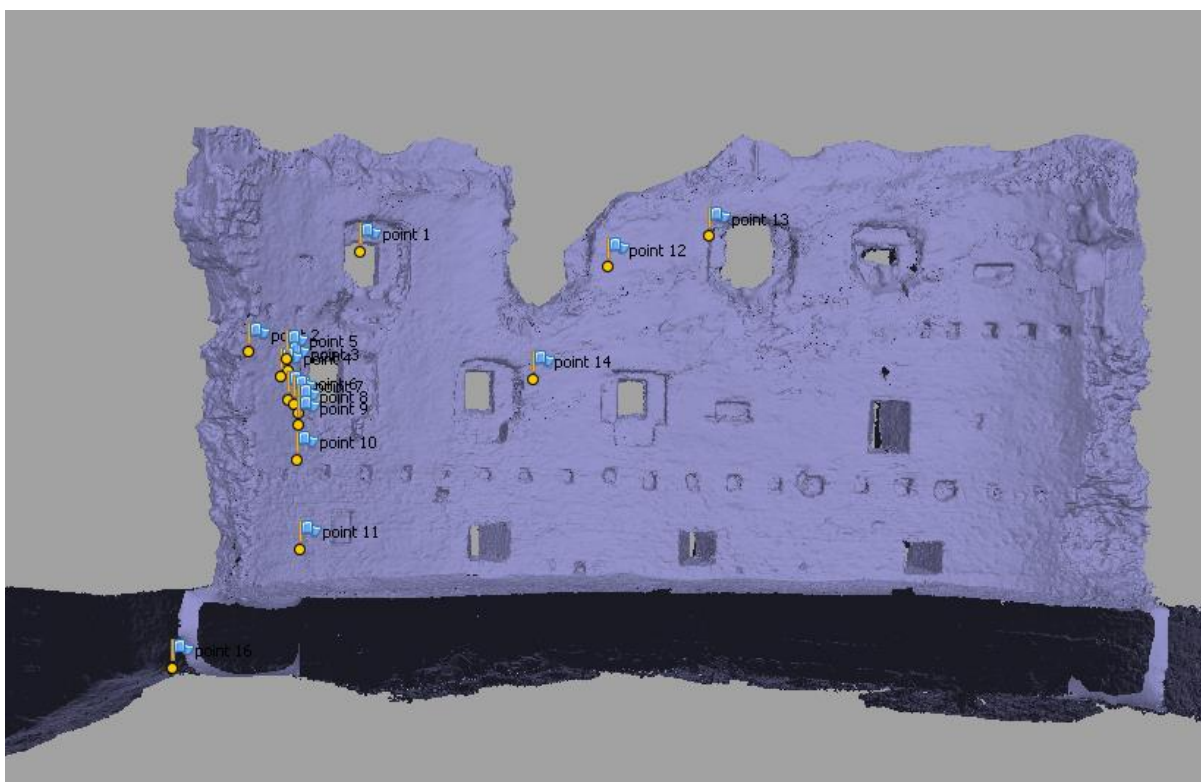
3.2.2. Potřebné vybavení

V naprostém základu je možné pracovat pouze s digitálním fotoaparátem a následně data vyhodnotit na výpočetním zařízení prostřednictvím výše uvedených softwarů. Daleko lepších výsledků ovšem lze dosáhnout se zapojením dalších nástrojů, nenáročných na pořízení i zapojení do celého procesu dokumentace. Podobně jako při geodetickém zaměřování je např. optimální vedle samotných snímků pořídit také náčrt dokumentované situace, který následně při vyhodnocení dat umožňuje zpětnou reflexi a správné zapojení komponenty do prostoru.



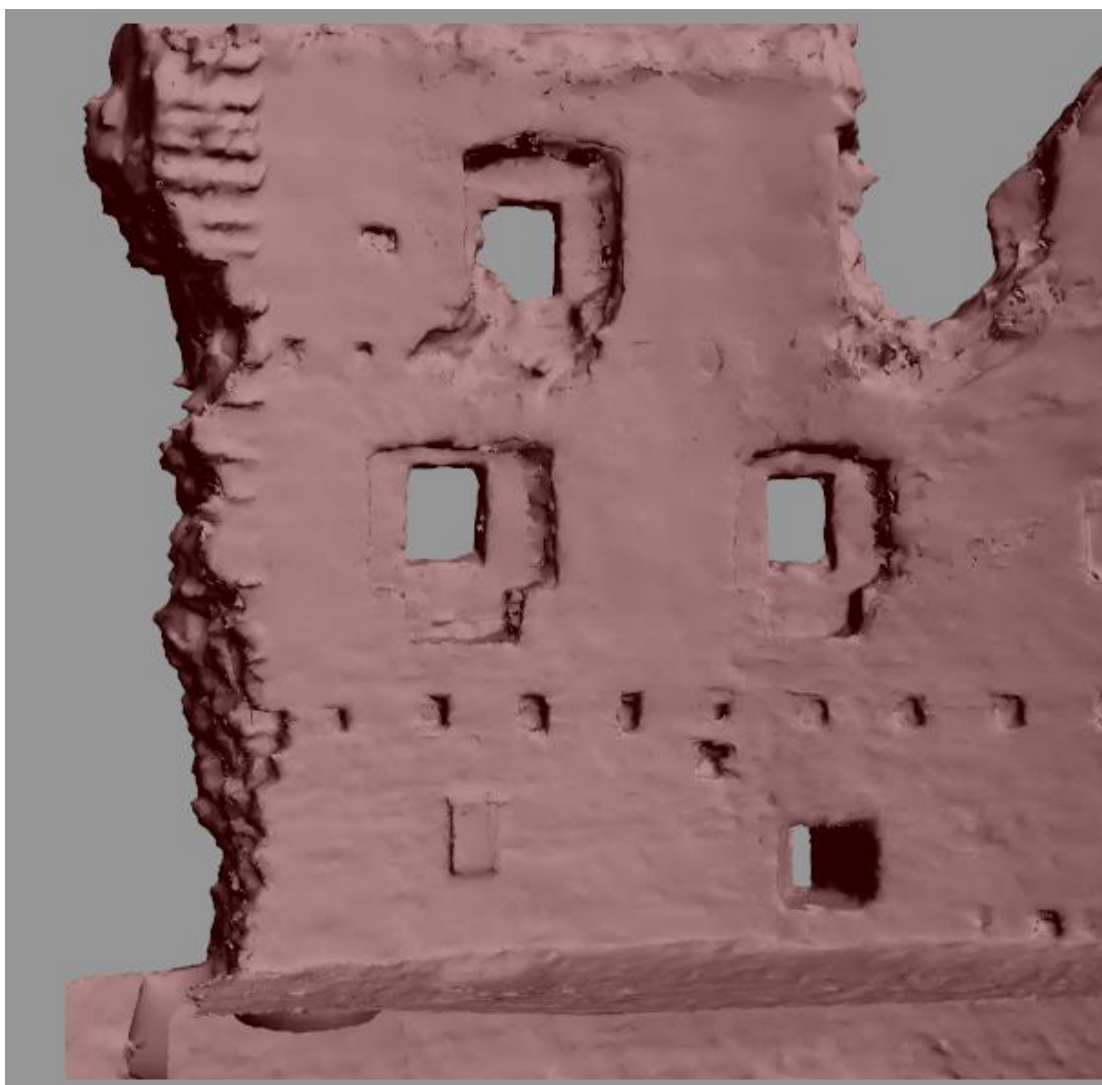
Obr. 39: Digitalizovaný náčrtek lokality zasazený do geodetického plánu, ukazující polohu jednotlivých dokumentovaných komponent (červeně) v prostoru. Ostrožní poloha hradu Holoubek (autoři: V. Nosek a M. Prištáková).

Další možností, jak zefektivnit prostorovou dokumentaci, je zapojení geodetických bodů a propojení získaných dat s GIS. Výsledkem je ještě větší přesnost prostorových hodnot 3D modelu. Tohoto je možné dosáhnout např. referencováním modelu k zaměřeným bodům v prostoru, které jsou při akvizici měřičských snímků viditelně označeny v prostoru (vlícovací kotoučky, kolíky, nebo v případě situací větších rozměrů v řádech desítek metrů je nutné použít úměrně velké označení geodetických bodů apod.).



Obr. 40: Referenční body lokalizované na povrchu 3D modelu. Vnitřní stěna paláce hradu Dalečín (autor: V. Nosek).

Protože lze obecně říci, že většina softwarů dosahuje lepších výsledků a přesnějšího vyhodnocení dat po poskytnutí kvalitních snímků s větším polem ostrosti, je dobré tyto fotografie pořizovat s delším časem expozice. Pokud je to tedy vzhledem k prostoru a dispozici dokumentovaného objektu možné, je vhodné použít pro fotoaparát robustní stativ, nebo alespoň využít monopod. Poslední jmenovaný je také vhodný k rychlému dosažení snímkování vyšších, nebo naopak zahloubených poloh, které by byly při fotografování „z ruky“ nedostupné. V kombinaci s funkcí redukce otřesů při expozici a zejména samospouští, která v ideálním případě zachytí postupně více snímků, se jedná o velmi užitečný nástroj při pořizování většího množství dat z jinak nedostupných prostor. Obdobnou funkci může vykonávat UAV – dron, nesoucí záznamové zařízení. Jeho použití však často limituje vegetace okolo dokumentovaného objektu a při profesionálním využití částečně také současná legislativa.



Obr. 41: Části vyšších pater by byly bez použití monopodu a dalších elevačních prostředků pro dokumentaci nedostupné. Vnitřní stěna paláce hradu Dalečín (autor: V. Nosek).

3.2.2.1. Záznamové zařízení

Daty získanými v terénu se rozumí digitální fotografie v běžném formátu (např. JPEG), pořízené s co nejvyšším rozlišením, protože čím více pixelů na snímku je, tím větší je teoreticky šance automaticky určit měřicí stanoviště a také získat více dat. I když se snímky dají pořídit a úspěšně vyhodnotit např. integrovaným fotoaparátem mobilního telefonu, logickým řešením je použít co nejkvalitnější fotoaparát, s velkou škálou možných nastavení – digitální zrcadlovku apod. V manuálním módu lze upravit veškeré nastavení tak, aby bylo co nejvhodnější pro každou dokumentovanou situaci se všemi jejími individualitami.

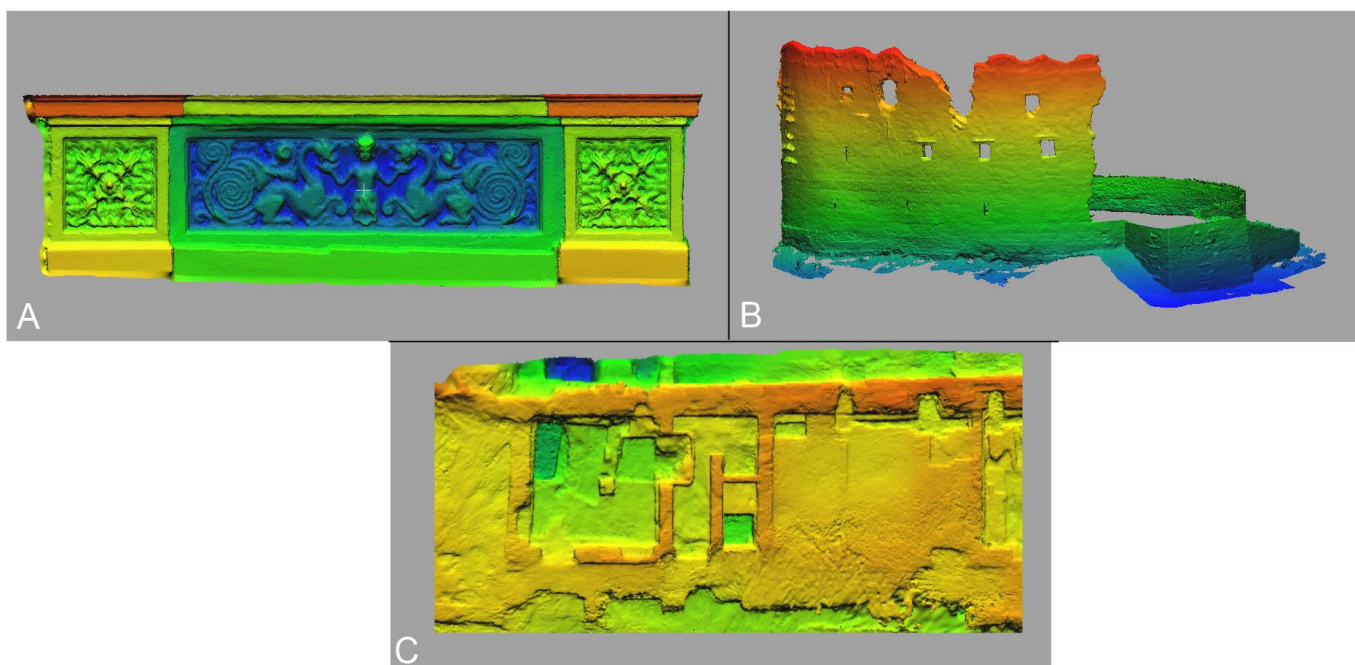
3.2.2.2. Softwarové vybavení

V zásadě lze programy na tvorbu 3D fotogrammetrických modelů rozdělit dle přístupu k výpočtu modelů na dva základní okruhy. Tím prvním jsou tzv. programy na bázi tzv. **cloud computingu** (např. Autodesk 123D Catch). Ty fungují tak, že se pořízené fotografie odešlou na vzdálený server a zde dojde k výpočtu požadovaného 3D modelu. Díky tomu, že se tento výpočetně náročný proces odehrává vzdáleně, nejsou kladeny velké hardwarové nároky na počítač uživatele. Poměrně velkou nevýhodou je nemožnost téměř jakkoliv ovlivnit tvorbu modelu (později lze model pouze v malé míře editovat – ořezávání apod.). Další nevýhodou je nutnost rychlého internetového připojení. V neposlední řadě může být do budoucna problém s autorskými právy.

Do druhého okruhu spadají ty programy, které pro vyhodnocení dat využívají pouze výpočetní kapacitu počítače samotného uživatele (např. PhotoModeler, Agisoft PhotoScan). Jejich výhodou je ten fakt, že uživatel přes různá nastavení přímo ovlivňuje tvorbu samotného 3D modelu. Navíc může při pozdější úpravě modelu vybírat ze širší škály editačních možností. Nevýhodou je velká náročnost na hardwarovou výbavu počítače a zároveň i potřeba větší technické gramotnosti samotného uživatele. V některých případech je také integrovaná možnost propojení vyhodnocených dat s GIS softwary a dalšími externími daty, což přináší nové možnosti prostorových analýz i zpřesnění rekonstrukce 3D modelu.

3.2.3. Oblast vhodného použití

Jednou z největších devíz prostorové 3D fotogrammetrie je široká škála možností a tím pádem také oblast aplikace. Digitálně rekonstruovat lze objekty od centimetrových po kilometrové velikosti s velkou přesností. Společně s možností záznamu kvalitní textury se jedná o rozsáhle použitelný a zejména flexibilní prostředek dokumentace. Získaná data lze dále analyzovat a provádět prostorové úvahy i např. vynášet z 3D modelů sekční řezy.

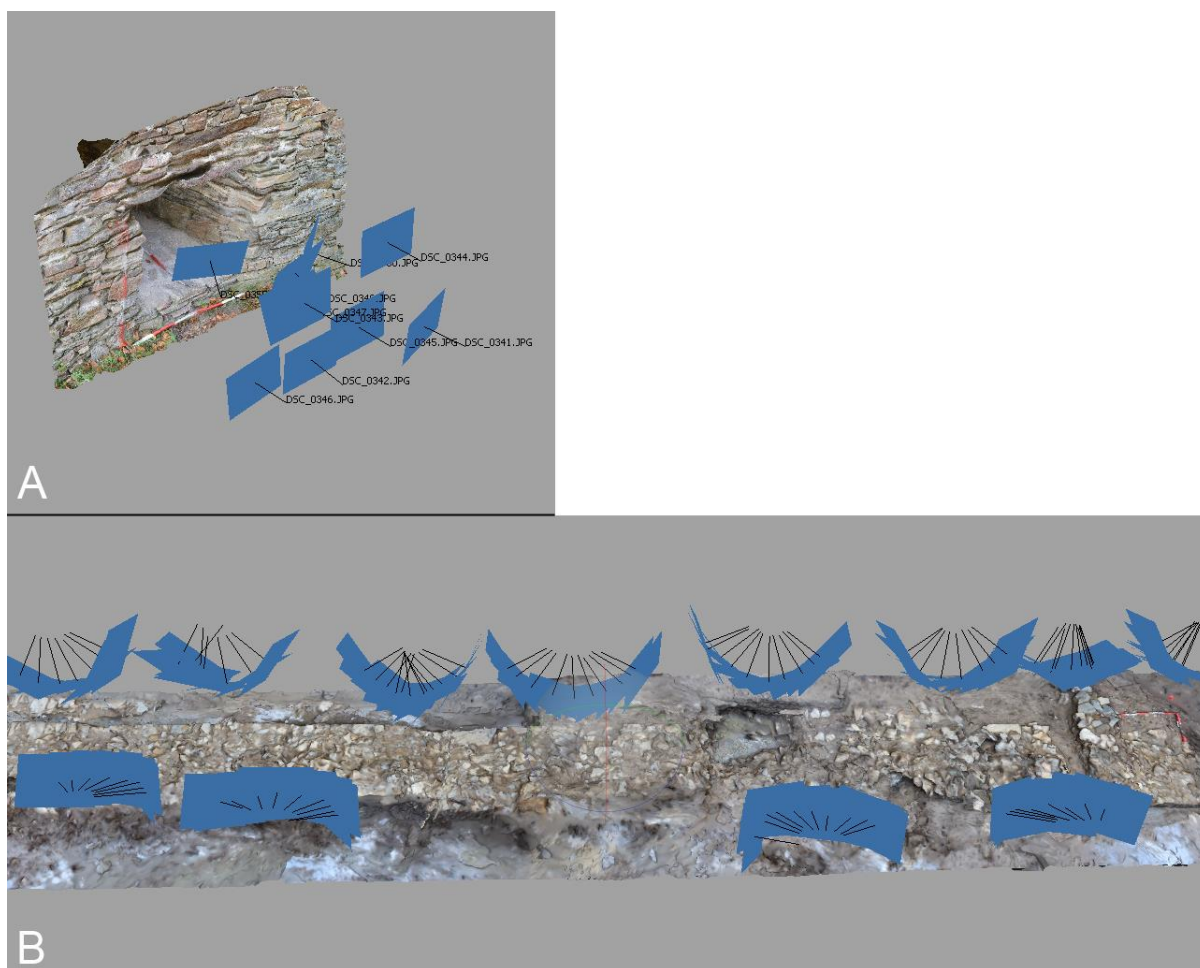


Obr. 42: Mezi velikostí dokumentovaných komponent mohou být až extrémní rozdíly velikostí. A: Dekorační vlys na stěně. B: Nadzemní relikty paláce hradu Dalečín. C: Část odkryté plochy záchranného archeologického výzkumu v intravilánu města Brna.

3.2.4. Časová náročnost

Množství času věnovaného sběru dat v terénu je přímo úměrné velikosti a komplexitě tvaru dokumentovaného objektu. Zatímco např. jednoduchou kamennou zeď lze obsáhnout pomocí několika fotografií, na dokumentaci hradního jádra včetně interiéru je třeba pořídit i několik tisíc fotografií.

Do času potřebného ke zhotovení 3D modelu není možné počítat pouze akvizici dat v terénu, ale také jejich zpracování později v počítači. Zde se doba výpočtu pohybuje v různých časových rozmezích v závislosti na tom, kolik dat je do procesu vloženo, jakým softwarem a hardwarem jsou vyhodnocovány a v neposlední řadě je také důležité, jak přesný a kvalitní výsledek má být konečným produktem procesu. Obecně lze říci, že se velikost této fáze pohybuje v rozmezí desítek minut až hodin.



Obr. 43: A: Dokumentace střílny prostřednictvím několika fotografií (měřická stanoviště v prostoru vyznačeno modře). Palác hradu Dalečín. B: Dokumentace odhaleného torza hradební zdi prostřednictvím více měřických stanovišť ze kterých bylo pořízeno více snímků.

3.2.5. Postup dokumentace v terénu

Akvizice dat probíhá v několika fázích. První z nich je možné nazvat predokumentační, během které proběhne ohledání terénu, lokalizování objektu dokumentace a následně rozvaha ohledně koordinace 3D fotogrammetrie s dalšími prostorovými metodami dokumentace (geodetickým zaměřením, SHP apod.). Druhou fází je definování dokumentované plochy se všemi jejími komponenty a případné vytyčení geodetických, nebo alespoň referenčních bodů v okolí digitalizovaného objektu. Během této činnosti je vhodné také zvolit vhodný postup pro snímkování artefaktu a také připravit umístění měřících stanovišť, jsou-li třeba. Poslední, třetí fází se rozumí samotný sběr dat, během kterého jsou podle předem zvolené metodiky a postupu získávány fotografie zájmové oblasti v

dostatečném množství a správné kompozici. Během tohoto postupu je vhodné pořídit také náčrt dokumentované situace včetně komentáře, aby při pozdějším zpracování dat nevznikaly chyby.

I. Predokumentace

- Najít v terénu objekt pro digitalizaci.
- Odstranit nežádoucí elementy v okolí (vegetaci, spadlé větve, odpadky, apod.), pokud je to možné.
- Sladit postup sběru dat s dalšími metodami dokumentace, jsou-li zároveň prováděny, případně určit, zda je 3D dokumentace skutečně namístě a nejvhodnější metodou.
- Pořízení náčrtku digitalizované situace a jejího okolí (pro pozdější orientaci).

II. Příprava okolí

- Definování digitalizované oblasti (vyhranění prostoru, ve kterém bude probírat sběr dat. Je vhodné zvolit jeho rozměry tak, aby nebyly ani příliš malé, ale ani příliš vzdálené od hlavního objektu zájmu, aby nedošlo k hromadění zbytečných dat).
- Umístění referenčních, nebo geodetických bodů do cílové plochy a doplnění jejich polohy do náčrtu. Tyto body (tzv. markers) se snažíme umístit na viditelná místa a zároveň i tak, aby byly vidět v co největší možné míře na všech fotografiích. Velikost bodů volíme dle velikosti dokumentovaného objektu (klasické geodetické body budou velice špatně vidět na objektu velikosti hradu apod.). Tyto body pak můžeme následně zaměřit totální stanicí a výsledný model georeferencovat v GIS (např. v ArcGIS).
- Zvolení nejvhodnějšího postupu snímkování objektu, aby nedošlo ke zbytečným časovým prodávám a data mohla být sbírána jak prakticky, tak efektivně (kupříkladu pokud je dokumentovaná delší zeď), není vhodné přebíhat od jednoho konce na druhý, ale metodicky postupovat se snímkováním v jednom směru. Stejně tak pokud je nutné sbírat data v různých výškách, je dobré vždy prvně dokončit stávající řadu snímkování a až poté začít novou řadu v jiné elevaci.
- Pokud je také dokumentován objekt, který by na některé své straně nemusel poskytnout dostatek bodů k automatickému zorientování snímků, je dobré doplnit do terénu okolo problematického území několik různých výraznějších prvků (např. různobarevné míčky či alespoň značky reflexním sprejem). To proto, aby mohly být případně fotografie následně doorientovány manuálně.

III. Akvizice dat

- Fotografování celé zájmové oblasti předem zvolenou metodou. Obecně lze říci, že více snímků není na škodu, nezařadit některé z nich do zpracování dat je možné vždy. Během sběru dat by mělo být stále na zřeteli, že všechny části povrchu dokumentovaného objektu by měly být pokryty dvěma a více fotografiemi. Vyšší procento překryvu snímků (60 % a více) je rozhodně doporučené. Co neviděl objektiv fotoaparátu, nebude obsaženo ani ve vyhotoveném modelu. Fotografie by měly obsahovat minimum stínů, tedy je vhodné fotit za konstantního světla, nejlépe pod mrakem či za použití stínítka. Ideální je také sbírat data během období minimální vegetace (brzké jaro, zima či podzim), kdy nedochází k tak výrazné ztrátě dat, jako v obdobích růstu zeleně.
- Při snímkování větších oblastí je vhodné vyhnout se zachycení dočasných jevů, jako jsou pohybující se spolupracovníci či dopravní prostředky. Při vyhodnocení dat jsou tyto elementy někdy algoritmem zařazeny do modelu a působí na něm chyby.
- Pokud není možné vyhnout se dokumentaci v prostorách, kde je třeba použít umělé osvětlení (interiéry, místa pokrytá hustou vegetací apod.), je vhodné, aby se zdroj světla nepohyboval a nevznikaly putující stíny snižující výslednou kvalitu modelu.

apod.).

ZDI, FASÁDY apod.

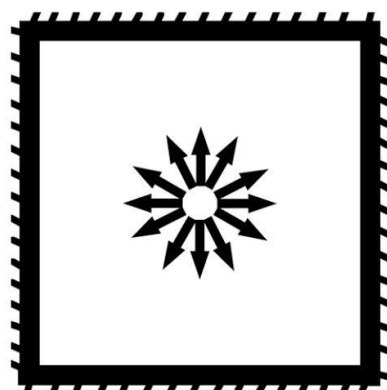


ŠPATNĚ

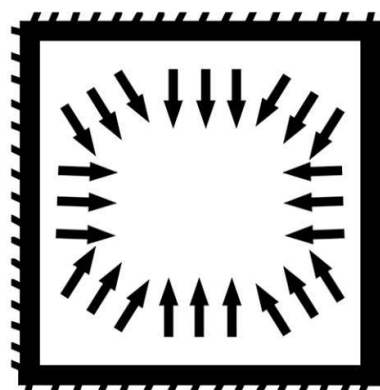


SPRÁVNĚ

INTERIÉRY

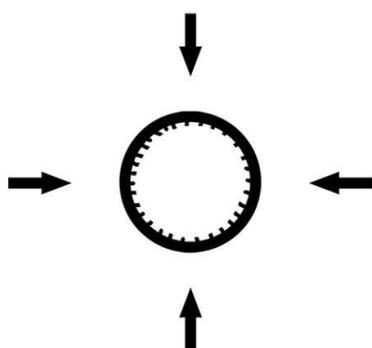


ŠPATNĚ

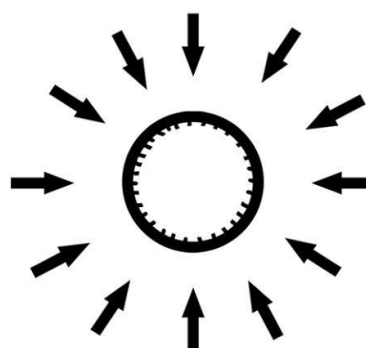


SPRÁVNĚ

IZOLOVANÉ OBJEKTY



ŠPATNĚ



SPRÁVNĚ

Obr. 44: Příklady postupů při pořizování snímků na 3D fotogrammetrický model.

3.2.6. Zpracování a archivace dat

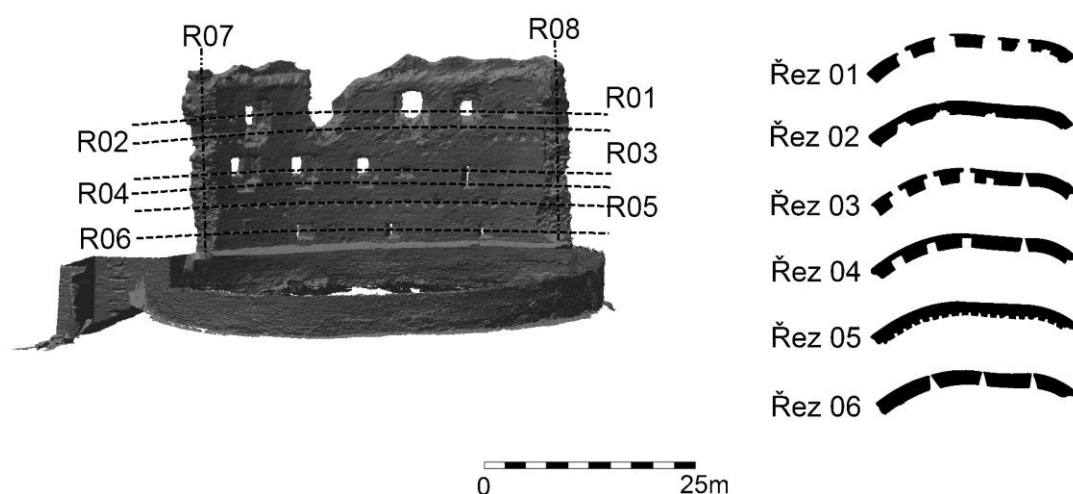
Při prostorové dokumentaci vzniká velké množství primárních (fotografie) i sekundárních dat (samotná 3D data, mračna bodů, jednotlivé mezikroky 3D rekonstrukce apod.). Tato data se mnohdy počítají na stovky a tisíce souborů, často o mnoha GB velikosti, takže je naprosto nezbytné zacházet s nimi obezřetně a mít zavedenou ucelenou strukturu jejich archivace (podobně jako je tomu u fotografií, viz podkapitola 3.1.7.). Vzhledem k více druhům datových typů je doporučeno také evidovat svůj postup např. přes referenční databázi (vytvořenou např. v MS Access), ve které lze poté přehledně pomocí dotazů a filtrů vyhledávat i ve velkém množství dat. Zároveň předem definovaná struktura databázových tabulek a formulářů vede dokumentátora k užívání stále stejného názvosloví a nevznikají neustále novotvary a balast, které při nahromadění větší masy dat a informací vedou k naprostému znehodnocení možností databáze a jejímu zneprehlednění.

Při samotné akvizici i zpracování měřičských snímků je třeba mít na zřeteli leckdy specifické nároky konkrétních programů na vyhodnocení dat. Některé softwary např. požadují u jednoho souboru fotografií neměnnou ohniskovou vzdálenost, nebo požadují konkrétní datový formát (např. nepřijímají .raw). Obecně je možné říci, že by používané snímky neměly před nahráním do vyhodnocovacího programu být jakkoliv upravené či editované (ořezy, úpravy geometrií či posuny barevného spektra).

Nabízí se také stále aktuálnější otázka, která data vznikající při procesu rekonstrukce 3D modelu z fotografií archivovat. Zda jen surová data a finální produkt, či zda také některé z mezikroků (např. pracovní soubor softwaru, ukládající metadata o jednotlivých krocích procesu, většinou v nativním formátu pro konkrétní program). Mohlo by se zdát, že se jedná o banální záležitost, ovšem velikost dat, se kterými se takto při archivaci operuje, si vynucuje pozornost. Při nakládání s prostorovými daty je totiž častokrát jejich velikost obrovská, ať již se vztahují k metrovému kamenickému článku, či rozsáhlému skalnímu hradu. Velikost 3D modelu je sice vždy možné měnit (decimací, nebo naopak interpolací bodového pole), ovšem každou takovou změnou může dojít k informačnímu znehodnocení virtuálního artefaktu. Pokud je tomu tedy díky dispozicím archivačních datových skladů možné, doporučujeme uchovávat i mezikroky tvorby modelu s jejich metadaty.

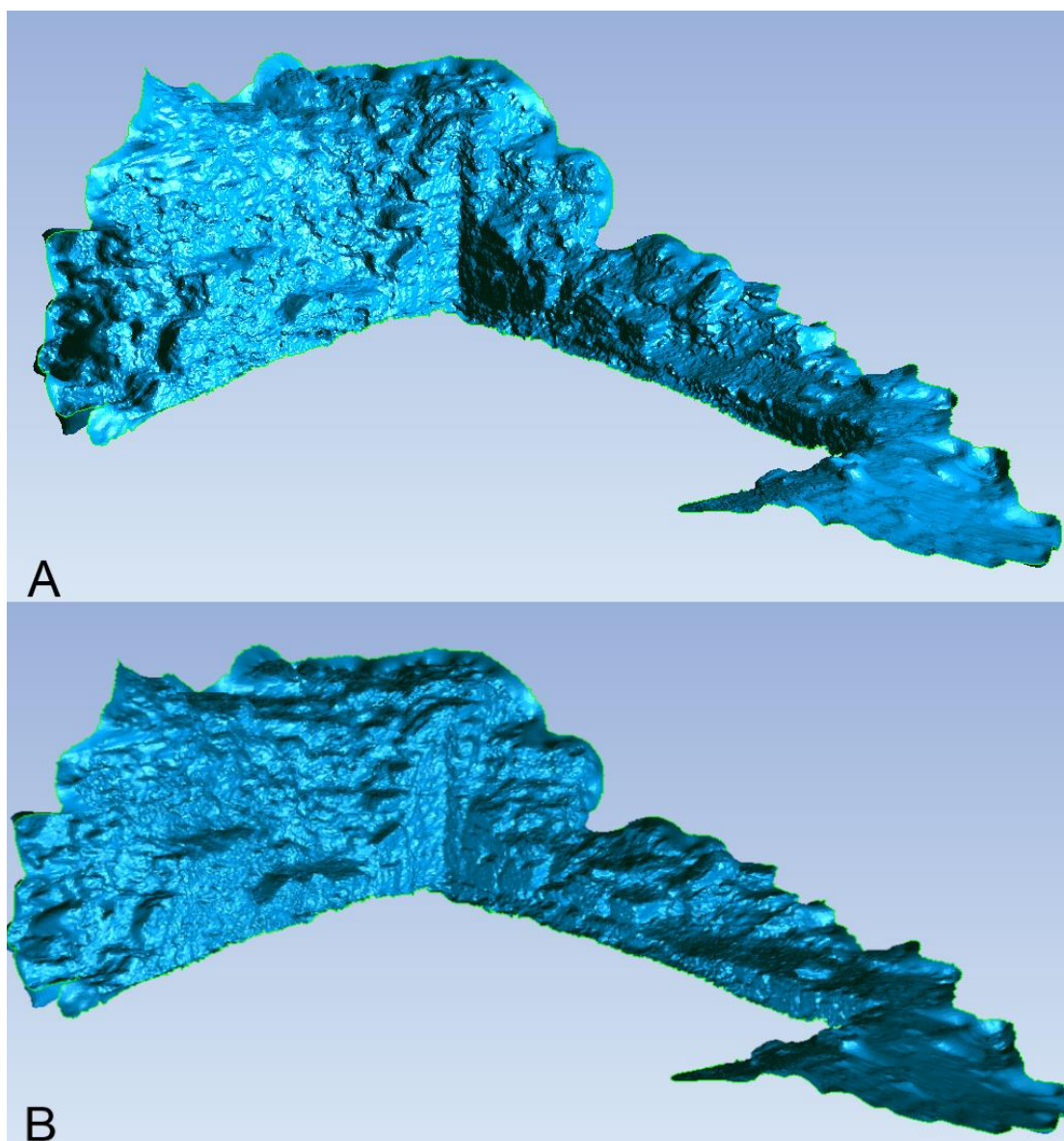
3.2.7. Výstupy

Vytvořené modely se dají exportovat do různých formátů, a to jak s texturou, tak i bez ní. Nejznámější a nejpoužívanější formáty jsou „obj“ a „ply“. Příkladem populárního výstupu který dobře vizualizuje dokumentovanou situaci může být např. 3D PDF či video v některém ze standardních formátů. Výhodou PDF je, že umožňuje vlastní orientování modelu, volbu zobrazení textury, změnu světelných podmínek, vlastní měření v rámci rekonstrukce nebo také připojení metadat formou QR kódu, či dalších poznámek.



Obr. 45: Sekční virtuální řezy masou zdiva paláce. Hrad Dalečín (autor V. Nosek).

Další vynikající vlastností 3D modelů je také skutečnost, že je velmi rychlé a snadné zvolit jejich orientaci a velikost a následně pořídit jejich snímek z námi zvolené polohy, který by standartní dokumentační fotografií nebylo možné získat – např. stavbu zbavenou okolní vegetace, či pohled z jinak nedostupné polohy (z výšky, z vodní hladiny apod.).



Obr. 46: Různé možnosti nastavení světelných podmínek odhalujících pokaždé jiné skutečnosti. Vnitřní stěny fragmentu hranolové věže, Dolní Heřmanice (autor V. Nosek).

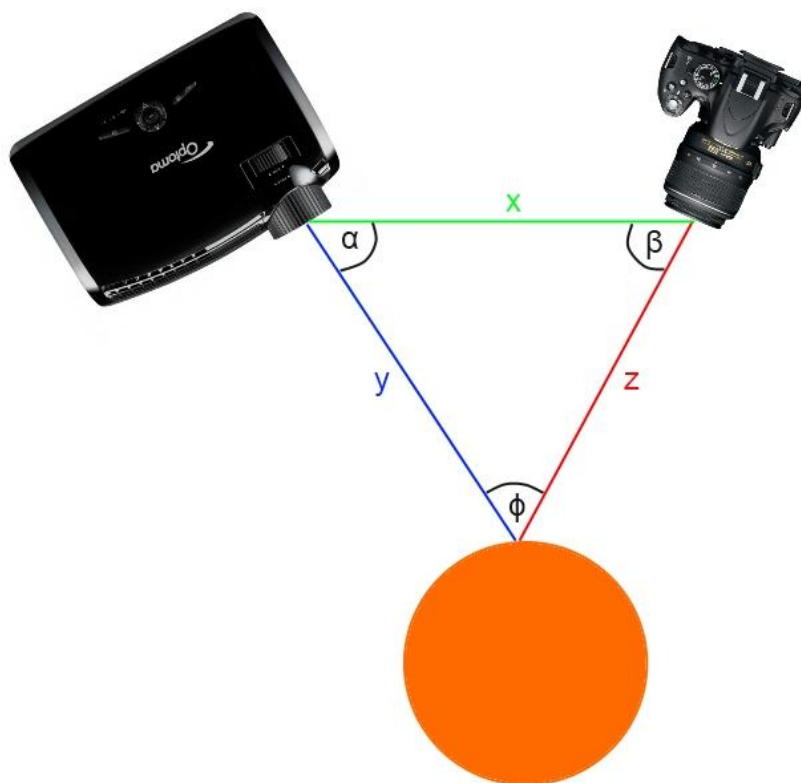
Za výstup je možné považovat také analytické vizualizace digitálního modelu reliéfu, nebo řezy. Sekční řezy jsou nesmírně užitečnou pomůckou, protože je možné je vytvořit během několika kliknutí na mnoha místech artefaktu pod různými úhly, a zároveň co do rychlosti značně předhánějí klasickou analogovou dokumentaci, přičemž jsou minimálně stejně přesné.

3.3 3D skenování

Po roce 2000 začaly 3D dokumentační metody pronikat významnější měrou i do památkové péče. Ve spojení s prostředky grantových záměrů se tak navázalo na rychlý rozvoj hardwaru i softwaru v oblasti prostorové terénní dokumentace i v tomto odvětví. Trojrozměrné skenování je metoda, jejíž teoretické fungování je poměrně dlouho známo, ovšem teprve s dostatečnou hardwarovou a výpočetní kapacitou je možné ho v posledních dekáдах převést do praxe.

3.3.1. Princip

Podobně jako mnoho dalších optických prostorově-dokumentačních metod je 3D skenování založeno na principu triangulování vzdáleností a bodů v prostoru. Existuje několik možných technických principů zpracování akvizice dat, např. pomocí laserového skenování (dodnes asi nejznámější z 3D skenovacích metod i v archeologii a památkové péči). Mezi další metody patří např. použití strukturovaného světla, či přímo dotykových senzorů. Princip je v zásadě vždy relativně podobný. Na povrch artefaktu je vrháno světlo (strukturovaný binární kód, laserový paprsek apod.), které je nerovnostmi deformováno. Tuto skutečnost snímá kamera, která získaná data přenáší dále do PC či notebooku. Prostřednictvím pokročilých algoritmů a jejich variací je následně z dat vyhodnocena jejich prostorová složka a obdobně jako u 3D fotogrammetrie je dále rekonstruován trojrozměrný model dokumentované situace.



Obr. 47: Princip triangulace u 3D skeneru EOSScan Mephisto na bázi strukturovaného světla. Od laserového skeneru se soustava liší pouze druhem vysílače světelné radiace, kdy je na artefakt vrhán místo binárního kódu laserový vzorek (autor: V. Nosek).

Každá z uvedených metod disponuje svými přednostmi i nedostatky, které přímo i nepřímo ovlivňují její použití v terénu i aplikaci na poměrně nestandardní artefakty, se kterými památková péče pracuje. Situaci poněkud znepráhledňuje také fakt, že na jednu metodu připadá mnoho různých přístrojů, které byť při zdánlivě shodných a garantovaných dispozicích poskytují různé výsledky. Obecně je však možné říci, že 3D skenování nalézá své uplatnění, byť se v posledních letech zdá být poněkud zastíněno rychlým nástupem stále kvalitnějších výsledků fotoskenovacích softwarů.

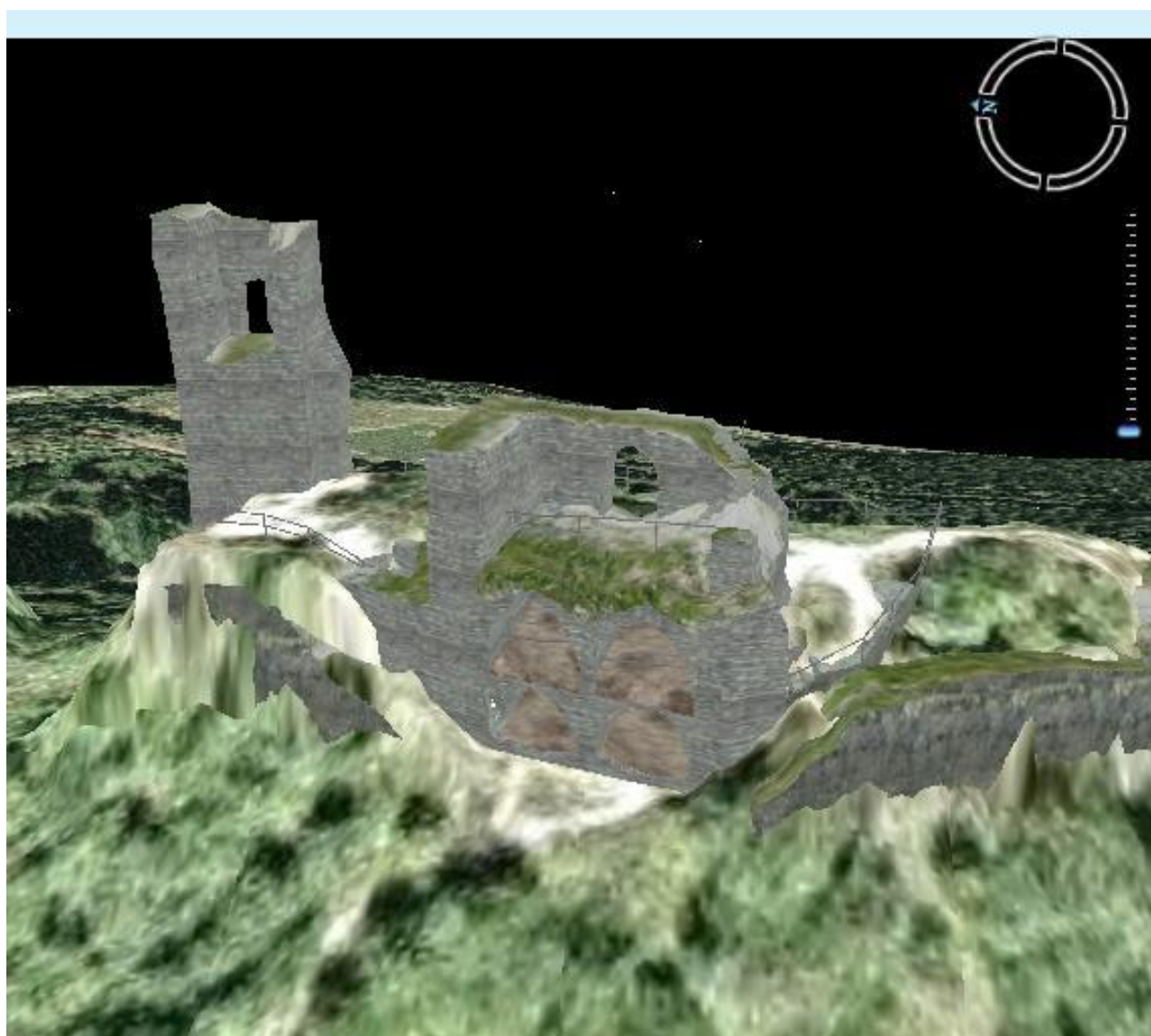
Pro terénní využití je možné doporučit dva typy 3D skenerů – pohyblivé a stacionární, bez rozdílu technik, které využívají pro záznam reality. Obě varianty jsou schopné zachycovat stovky tisíc až miliony bodů za neuvěřitelně krátký časový úsek. Tato schopnost je v některých případech bohužel vykoupěna nízkou kvalitou záznamu textury, nebo její úplnou absencí.

3.3.2. Potřebné vybavení

Trojrozměrný záznam reality prostřednictvím laserového, či jiného skenování si klade poměrně vysoké nároky na vybavení, podmínky i uživatelskou zručnost při práci v terénu i

při vyhodnocení dat. Primární je 3D skener, výpočetní stanice, na které jsou získaná data ukládána, a software, kterým jsou vyhodnocena. Počáteční nevýhodou a překážkou pro oblast památkové péče je pořizovací cena tohoto vybavení, která se pohybuje ve stovkách tisíc až milionech korun. Také požadavky na technickou úroveň obsluhy poněkud přesahují běžný standard. Je zapotřebí jak výborné prostorové orientace, tak aplikace geodetických postupů a znalostí, zároveň také výborné ovládnutí vyhodnocovacích a editačních softwarů pro úspěšné dokončení 3D rekonstrukce. Proto mnohá instituce místo vynaložení značných finančních prostředků na pořízení přístrojů raději v potřebných specifických případech sáhne po službách externí firmy.

Užitečnými pomůckami jsou např. terénní referenční body, pomocí kterých se získaná data orientují a kompilují dohromady. Je také záhodno spojit tento způsob dokumentace s geodetickým zaměřením alespoň těchto bodů, které umožní zpětnou reflexi a referenci dat.



Obr. 48: Zubštejn, základní náhled na data získána 3D skenováním (Archaia Brno o. p. s.)

3.3.3. Oblast vhodného použití

Prostřednictvím 3D pozemního skenování je možné ve velkém detailu v rozlišení i několika milimetrů dokumentovat jak artefakty přímo v prostoru (od dekoru, stavebních článků, ale i celých staveb včetně interiéru), ale také celý okolní terén (k této činnosti výborně slouží tzv. pozemní skenery – „terestriály“), podobně jako je třeba schopný LIDAR. Nevýhodou těchto přístrojů je v drtivé většině případů nutnost externího napájení, nebo alespoň stálého napojení na PC, což v některých komplikovanějších terénních podmínkách znamená absolutní komplikace, nebo rovnou zamezení dokumentace. U stacionárních skenerů je k tomuto nutné připočítat také jejich větší rozměry (obdobně jako totální stanice). V případě dokumentace stísněných prostor, či výrazně strmých nebo podobně exponovaných terénů se může také jednat o závažnější problém se situováním či obsluhováním skeneru. S ručními skenery tato negativa odpadají, ale u některých typů přístrojů je stále potřebné propojení s výpočetní stanicí. Podobně jako další optické metody záznamu prostoru je 3D skenování také poměrně citlivé na externí světelné podmínky, čímž na přímém světle opět jako u fotoskenování vzniká nutnost stínění a při umělém osvětlení platí tytéž zásady jako u výše zmiňovaných technik (nevrhání stínů apod.).

3.3.4. Časová náročnost

Délka i náročnost samotného sběru dat je určena potřebným výsledným rozlišením a celkovou kvalitou modelu. Dalšími faktory může být komplexnost dokumentované situace, neboť spolu s ní se přímo úměrně zvyšuje počet měřičských stanovišť, ze kterých je třeba získávat data. Délku měření v terénu je tedy možné odhadovat v řádech desítek minut až desítek hodin, přičemž je třeba počítat ještě také s editační a kompilační fází na výpočetní stanici. Zde mohou být data refinována a editována po mnoho dalších hodin. Ovšem vzhledem k tomu, že se dnešní dobou ovládací a vyhodnocovací software dodávaný k 3D skenerům stává stále více uživatelsky příjemnější, existují také automatizované funkce, umožňující bez větších zásahů získat víceméně dostačující 3D model v relativně krátkém čase. Toto se však ale téměř vždy negativně podepíše na kvalitě výsledného modelu, neboť zpracování dat je fáze kritická a na individuálním nastavení každého kroku záleží.

3.3.5. Postup dokumentace v terénu

Před započítím dokumentace je dobré získat celkovou představu o dokumentované situaci, artefaktech i jejich okolí. Pro maximální efektivnost prospekce a kvalitu dat je dobré zároveň navrhnout správný kolektivní postup s dalšími dokumentačními metodami – např. zvolit, co je a co není nutné dokumentovat 3D skenerem, vynést do terénu referenční body, které budou geodeticky zaměřeny, a také zvážit případné zapojení dalších prospekčních metod, analogových i digitálních. Doporučeným krokem je také pořízení přehledového terénního náčrtu, do kterého je při měření možné zapisovat poznámky k pozdějšímu vyhodnocení dat.

Během samotného měření je třeba pečlivě evidovat všechny měřicí stanoviště, v ideálním případě je geodeticky zaměřit a vyznačit do náčrtu. Protože data na těchto pozicích naměřená jsou poté při fázi zpracování kompilována a je z nich počítán výsledný model, měla by se z poměrné části překrývat, aby bylo možné tyto datové sety sjednotit a referencovat.

Pokud by některou část nebylo možné zdokumentovat pomocí 3D skeneru, je možné se pokusit tento fragment zachytit např. prostřednictvím 3D fotoskenování a výsledné modely zkompilovat. Při sběru dat obecně je třeba klást největší důraz na získání co nejkvalitnějších dat, protože při pozdějším vyhodnocování v případě výskytu chyb či virtuálních anomálií již není mnoho cest, jak situaci napravit.

3.3.6. Zpracování a archivace dat

Vyhodnocovací fáze, během které jsou data zpracovávána, probíhá na výpočetní stanici prostřednictvím softwarů dodaných k 3D skeneru, které zároveň často při sběru dat samotný přístroj také řídí. Tyto programy rekonstruují z nahraných dat výsledný 3D model. Během tohoto procesu je někdy třeba dalších zásahů uživatele, které vedou k upravení nastavení filtrů, algoritmů a výpočetních procesů přímo na míru dokumentované situaci, aby byla výsledná data co nejkvalitnější.

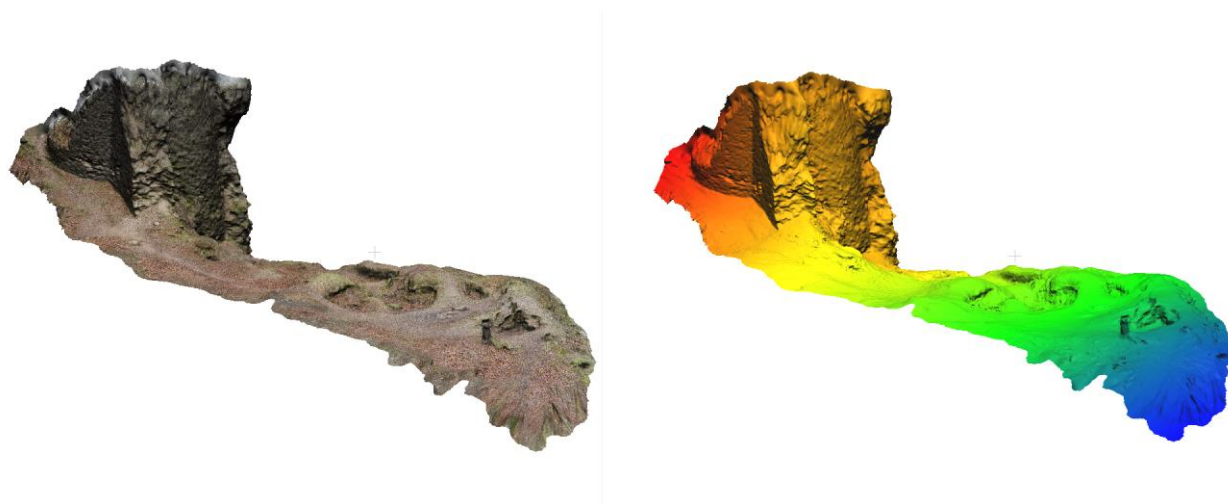
Vzhledem k extrémním velikostem datových souborů, s nimiž je nakládáno, je zapotřebí aby v archivačních prostorech panoval pořádek a bylo vždy možné dohledat potřebná data pro novou rekonstrukci či pro analýzu stávající. Doporučený postup je popsán např. v subkapitole 3.2.6.

Poté, co byl získán ze základního programu výsledný 3D model, je vhodné tento produkt ještě dále upravit a optimalizovat – např. decimací jeho bodové velikosti (která často bývá automaticky předimenzovaná a neskýtá oproti mnohonásobně menším hodnotám žádné výhody), nebo také automatickou opravou chyb modelu v některém z externích programů (např. Geomagic Studio, Rhinoceros, nebo z freewarových Meshlab). Většina zdánlivě

hotových 3D modelů totiž v sobě skrývá množství chyb (dvojité povrchy, díry v hmotě modelu, či drobné virtuální artefakty nijak nesouvisející s modelem, vzniklé chybou algoritmu). Stále je však doporučeno uchovávat metadata, dokumentující vznik a vývoj celého modelu i jeho rekonstruování.

3.3.7. Výstupy

Možnosti jsou prakticky totožné jak pro 3D modely získané prostřednictvím fotoskenování, tak pro trojrozměrné rekonstrukce prostorových situací dokumentované 3D skenováním. Ať již se jedná o téměř totožné datové formáty, nebo softwary umožňující další nakládání s nimi. Je tedy možné aplikovat totožné přístupy vizualizací i analýz.



Obr. 49: Trojrozměrná vizualizace torza věže a navazující hradby včetně okolního terénu s relikty dalších staveb. Hrad Holoubek (autor: V. Nosek).

4. GEOFYZIKÁLNÍ PROSPEKCE TORZÁLNÍCH FEUDÁLNÍCH SÍDEL

Metody geofyzikální prospekce se v průběhu minulých desetiletí staly nedílnou součástí moderní archeologické praxe. Jejich cílem je nedestruktivní identifikace potencionálních objektů a situací archeologického významu (Křivánek 2004, 117; Witten 2006), a proto lze jejich využití nalézt i při výzkumu, respektive dokumentaci torzálních feudálních sídel. Bohužel ne všechny geofyzikální metody jsou k těmto účelům vhodné. K tomu, abychom zvolili ty správné metody prospekce si musíme prvně uvědomit dvě základní věci – jak mohla tato sídla v minulosti vypadat a co se z nich mohlo dochovat do dnešních dnů. Pokud při pohledu do minulosti nepůjdeme moc do detailů, jednalo se nejprve o dřevo-hlinité, později

kamenné stavby, které buď byly anebo nebyly nějakým způsobem opevněny. Pokud ano, můžeme fortifikační systémy obecně rozdělit na dvě základní kategorie, a to buď na zahloubené (např. příkopy) anebo nadzemní (palisády, valy, zděné konstrukce apod.). Vně anebo uvnitř těchto sídel se pak nacházely i další objekty, a to jak sídelního, hospodářského, tak i např. výrobního charakteru. Z širší skupiny metod užitých geofyziky se tak k průzkumu, identifikaci a lokalizaci těchto struktur nabízí pozemní georadar, dipólové elektromagnetické profilování, geoelektrické odporové metody a magnetometrie. Zároveň je nutné podotknout, že každá z těchto metod má samozřejmě své výhody, nevýhody i omezení a jejich aplikace v praxi vždy závisí na terénních podmínkách a na konkrétních cílech samotného průzkumu.

+	-
nedestruktivnost	nutnost zkušeného personálu k provedení a vyhodnocení měření
rychlost	cena přístrojového vybavení
cenová výhodnost	je vhodná k řešení pouze některých otázek
velké plochy	výsledky měření mohou být ovlivněny mnoha vnějšími faktory
mnohostraně využitelná	po čase se terénní měření může zdát monotónní

Tab. 2: Výhody a nevýhody geofyzikální prospekce.

4.1. Obecně k terénnímu měření

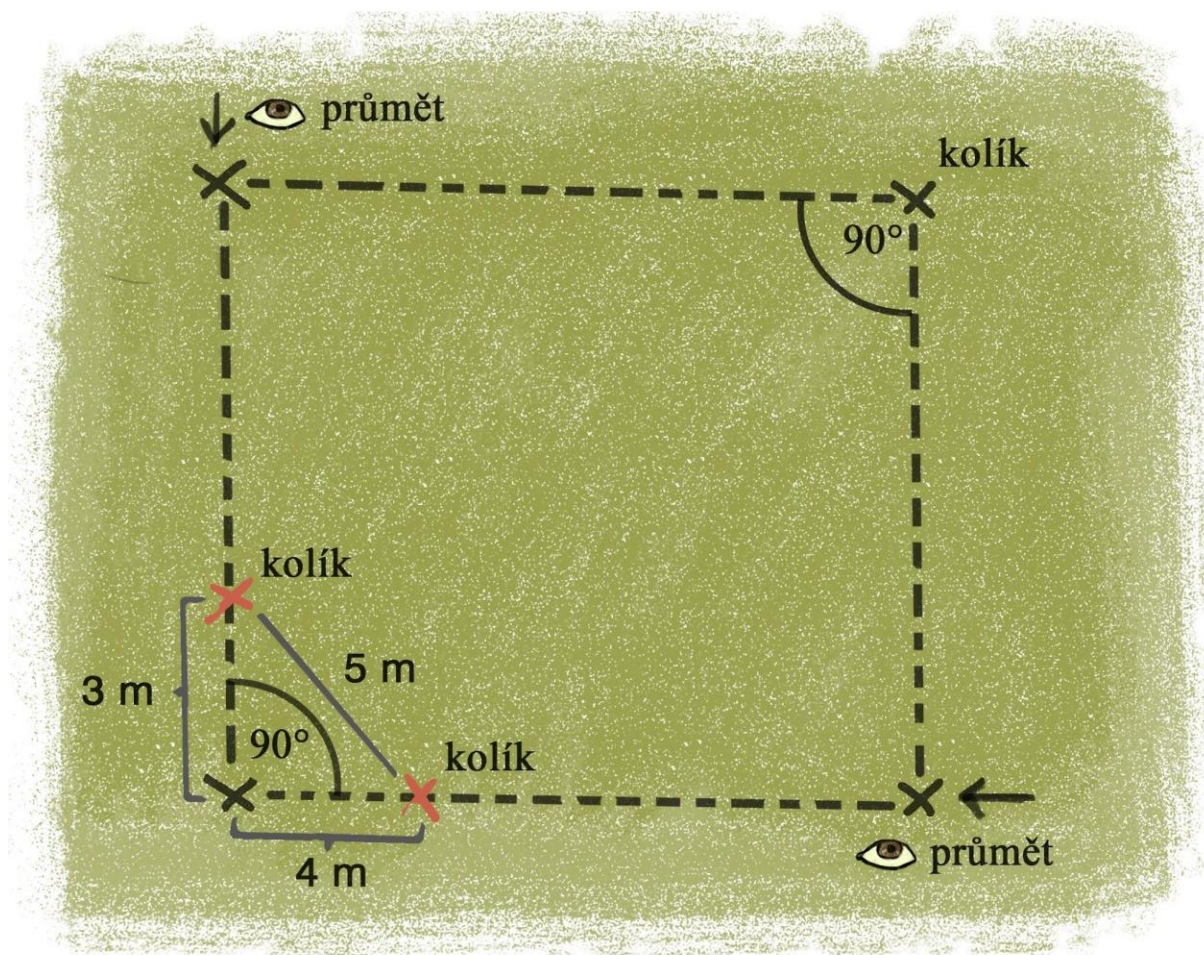
Před prospekci: Abychom zvolili vhodnou metodu/metody geofyzikální prospekce, musí být před samotným terénním měřením jasně definován cíl/cíle průzkumu, popřípadě se musíme zamyslet nad tím, co od geofyzikální prospekce můžeme na dané lokalitě očekávat.

Zároveň je dobré si předem o zkoumané lokalitě zjistit archeologicky či historicky relevantní informace (historické písemné prameny a mapy, předchozí archeologické výzkumy a průzkumy, SHP, letecké snímky, LIDARová data apod.), informace o přírodním prostředí lokality (geologické poměry, pedologické složení, současný reliéf), ale i informace o současném stavu na lokalitě a v jejím blízkém okolí (rušivé vlivy, novodobé aktivity apod.).

Na lokalitě: Na lokalitě si musíme stanovit vhodnou metodiku geofyzikálního průzkumu, která se povětšinou odvíjí od stanovených cílů geofyzikální prospekce, zvolené metody a mnohdy i od stavu okolního prostředí (různé překážky apod.). Zamyslet se tak musíme např. nad prostorovým rozvržením měřené plochy/ploch, samotnou orientací měřených profilů, hustotě měřených bodů, v jaké hloubce můžeme hledané struktury očekávat.

Vytyčení měřené plochy: K definování, respektive k prostorovému vyměření zkoumaných ploch/plochy/profilů (vše závisí na cílech průzkumu, překážkách apod.) může dojít hned několika způsoby. Buď prvně vytyčíme plochy průzkumu za pomoci totální stanice či např. RTK-GNSS (Real Time Kinematic – Global Navigation Satellite System), a to z předem připravených souřadnicových bodů v GIS, anebo využijeme geodetická pásma, dřevěné kolíky a s pomocí Pythagorovi věty, pravých úhlů a průmětů vytyčíme plochu prospekce nejprve sami a až poté zpětně geodeticky zaměříme rohy takto vytyčených ploch. V tomto případě ale musíme počítat s menší mírovou odchylkou. Také je dobré si v průběhu měření dělat terénní náčrt (jednotlivé plochy, překážky, starty měření apod.).

Potřebné vybavení: geodetická pásma (v případě magnetometrie nemagnetická), dřevěné kolíky, kladivo, měřické jehly, provázky, terénní deník.



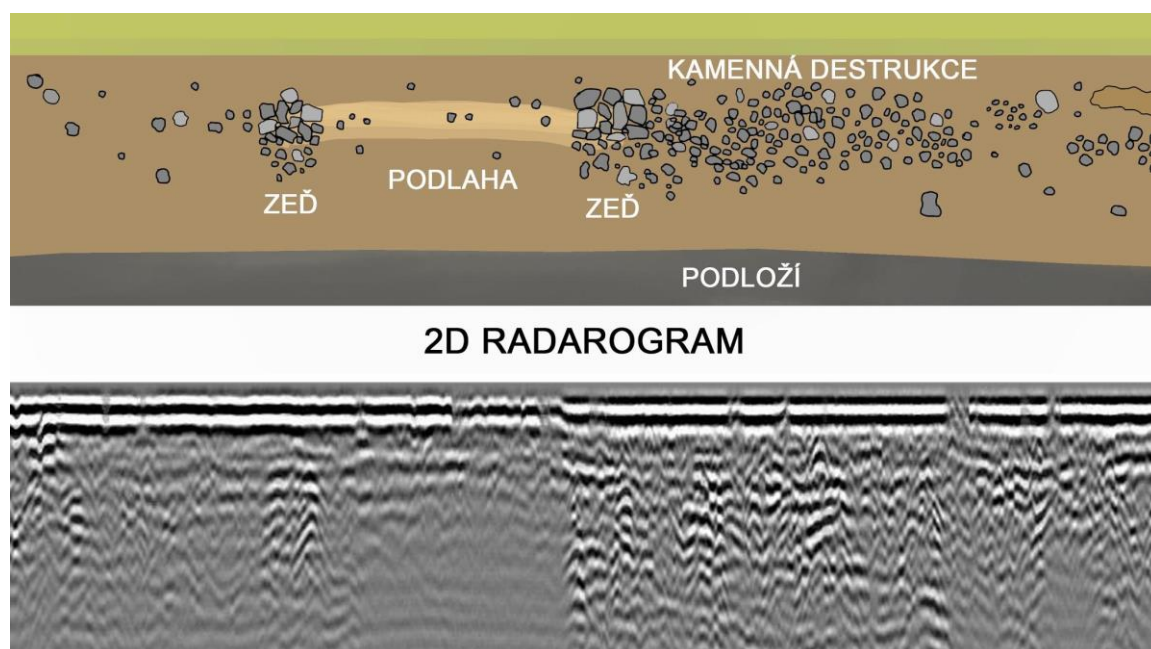
Obr. 50: Příklad využití Pythagorovi věty při vytyčování pravoúhlého polygonu – plochy měření za pomoci geodetických pásem (autor ilustrace: M. Vágner).

4.2. Pozemní georadar

Princip: Metoda pozemního georadaru (dále jen GPR) funguje na principu sledování změn fyzikálních veličin v prostoru měřeného prostředí, tzn. materiální rozdílnosti podloží (permitivit) a měrných odporů jednotlivých vrstev (nehomogenit). Je založena na principu opakovaného vysílání elektromagnetických impulsů (až 100 000/s) vysoké frekvence (od 10 MHz do 4 GHz) do zkoumaného prostředí a na zpětném příjmu jejich odezvy (Conyers–Goodman 2012; Jol–Bristow eds. 2003).

Při georadarovém průzkumu v archeologii je nejčastěji využívána metoda plošné prospekce. Ta s sebou přináší možnost interpretace naměřených dat nejen za pomoci jednotlivých 2D časových řezů (radarogramů), ale i trojrozměrně, kdy se z radarogramů vytvoří prostorový

3D model zkoumané plochy. Tento 3D model je následně možné horizontálně a vertikálně analyzovat v časových/hloubkových řezech (po osách XYZ).



Obr. 51: Příklady některých struktur a jejich odraz na GPR 2D radarogramu (autor ilustrace: M. Vágner).

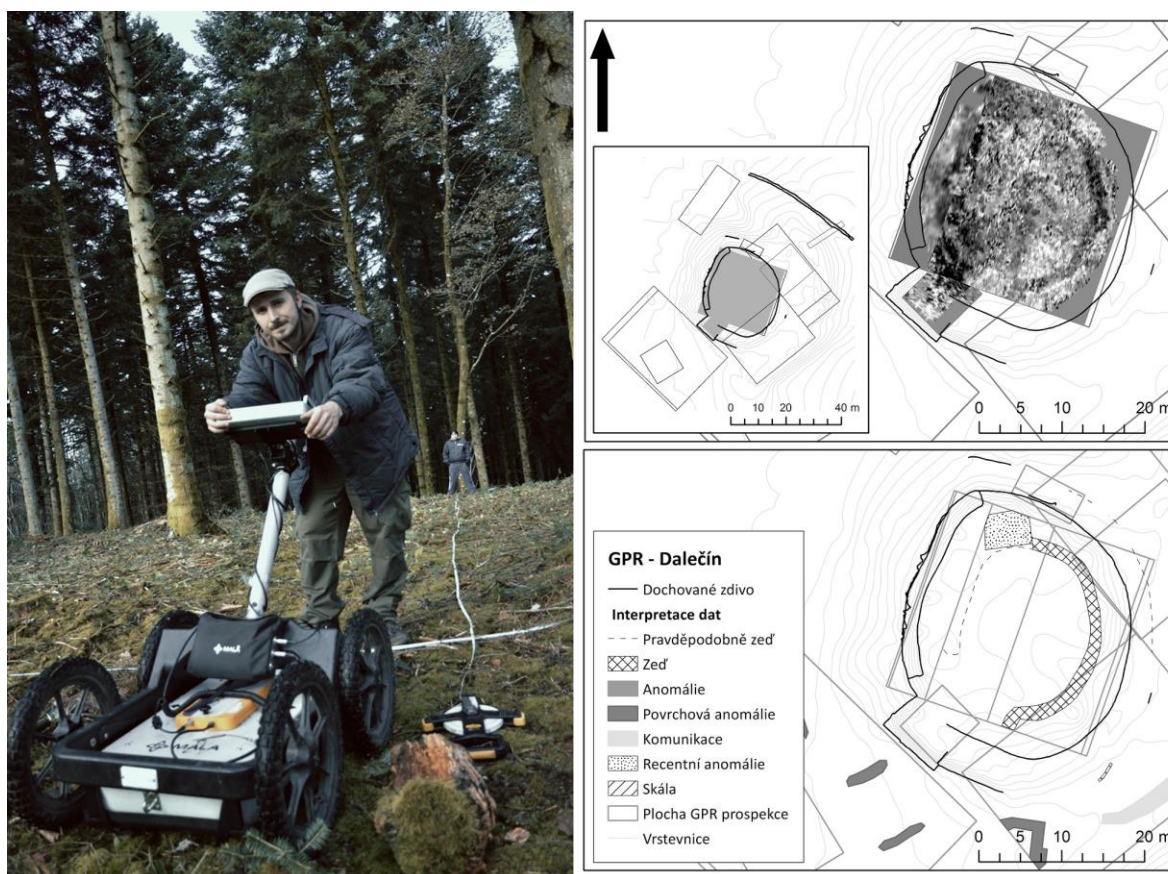
Oblast vhodného využití:

- Lokalizace a identifikace zděných objektů a objektů s kamennou konstrukcí.
- Lokalizace a identifikace dutých prostor, nezaplněných či částečně zaplněných objektů.
- Lokalizace a identifikace sídlištních objektů, popřípadě objektů ve složitějších stratigrafických situacích.
- Průzkum fortifikačních prvků s dochovanou nadzemní částí, lokalizace a identifikace jejich konstrukčních prvků, popřípadě destrukčních horizontů.
- Lokalizace a identifikace destrukčních horizontů (kamenné destrukce apod.).



Obr. 52: Ukázka GPR techniky od švédské společnosti GEOSCIENCE MALÅ: 1 – konzole pro vizualizaci a předběžnou práci s naměřenými daty; 2 – vozík na umístění antény; 3 – GPR antény (vlevo anténa o frekvenci 500 MHz s připojenou centrální jednotkou, vpravo anténa o frekvenci 800 MHz; autor fotografie: M. Vágner).

Terénní měření: V rámci plošné terénní prospekce se GPR aparatura pohybuje po trase měřených profilů, a to na předem vytyčeném polygonu, jehož rozměry jsou definovány okolními podmínkami a samotnými cíli průzkumu. Můžeme ovšem měřit i po jednotlivých profilech. Před prospekcí natáhneme v protějších stranách polygonu geodetická pásma, která nám budou sloužit k definování jednotlivých linií měření. Zároveň natáhneme ve směru měření pomocné pásmo, po kterém se GPR aparatura bude pohybovat. Vzdálenost mezi jednotlivými liniemi měření závisí na předpokládané hloubce očekávaných těles, jejich rozměrech, umístění v prostoru a na zvolené frekvenci použité antény. Pokud alespoň trochu tušíme orientaci hledaných struktur (např. reliktní zdiva), snažíme se orientovat profily měření tak, abychom přes ně v průběhu měření přejížděli co možná nejkolměji.



Obr. 53: Vlevo: Ukázka terénního měření s odstíněnou anténou GEOSCIENCE MALÅ o centrální frekvenci 500 MHz. Vpravo: Horizontální časový/hloubkový řez a interpretace výsledků naměřených při GPR prospekci jádra hradu Dalečín (autor fotografie vlevo: P. Milo; vpravo: M. Vágner).

4.3. Dipólové elektromagnetické profilování

Princip: Dipólové elektromagnetické profilování (dále jen DEMP) je metoda, při které se měří zdánlivá vodivost země přístrojem zvaným konduktometr. Oproti jiným přístrojům pro měření elektrických vlastností země využívá konduktometr tzv. jevu elektromagnetické indukce. Z tohoto důvodu nepotřebuje vodivý kontakt s měřeným povrchem a nevádí mu tak vysoký odpor povrchové vrstvy.

Metoda DEMP je založena na primárním elektromagnetickém poli, jehož zdrojem je magnetický dipól, který je vytvářen cívkou malých rozměrů. Tímto systémem pak protéká střídavý proud (Mareš a kol. 1990). Primární elektromagnetické pole indukuje v zemi malé vířivé proudy. Intenzita těchto proudů závisí na vodivosti materiálu a předmětů v místě měření. Měří se pak magnetické pole, tzv. sekundární pole, které tyto vířivé proudy

způsobují. Kvadratická složka indukovaného magnetického pole je přímo úměrná vodivosti prostředí (Křížová 1998).

Oblast vhodného využití:

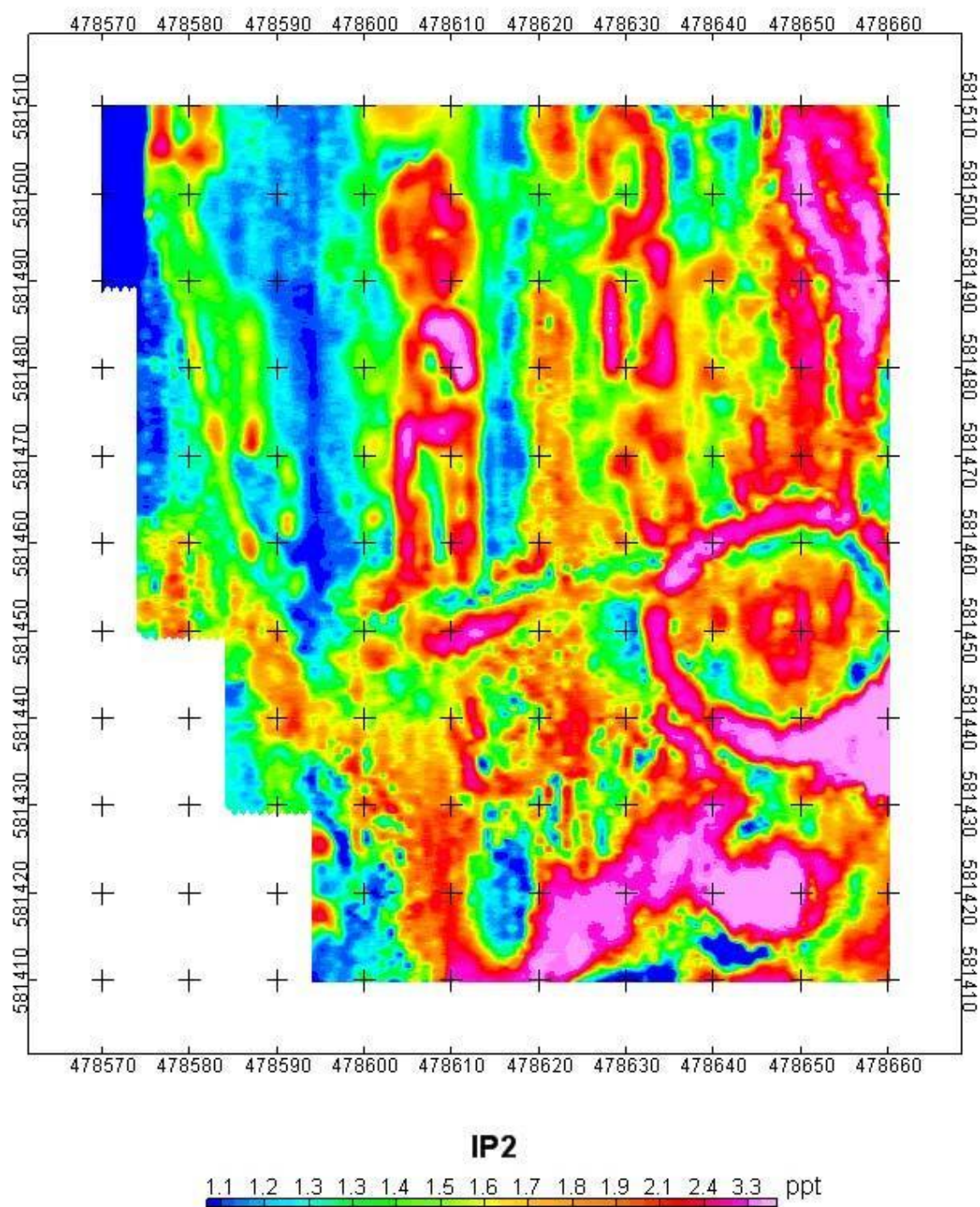
- Lokalizace a identifikace zděných objektů a objektů s kamennou konstrukcí.
- Lokalizace a identifikace sídlištních objektů ve složitějších stratigrafických situacích.
- Lokalizace a identifikace dutých prostor, nezaplněných či částečně zaplněných objektů.



Obr. 54: Ukázka terénního měření s konduktometrem CMD Explorer (zdroj: <http://blogs.umb.edu/sass/>).

Terénní měření: Metoda DEMP je časově nenáročná a zároveň poskytuje výbornou prostorovou rozlišovací schopnost. Hloubkový dosah přístroje pak závisí na vzdálenosti vysílacího a přijímacího dipólu (Křížová 1998). Opět měříme na předem vytyčeném polygonu. V rámci měření máme na protějších stranách sledovaného polygonu natažené dvě geodetická pásma, které nám pomáhají hlídat rozestupy mezi jednotlivými liniemi měření.

Mezi nimi natáhneme pomocné lanko, popřípadě další geodetické pásmo, které definuje linii měřeného profilu.



Obr. 55: Ukázka zpracovaných výsledků z měření s konduktometrem CMD Explorer. Vpravo uprostřed jsou patrné zbytky kruhové sakrální stavby (zdroj: <http://blogs.umb.edu/sass/>).

4.4. Geoelektrické odporové metody

Princip: Jako stejnosměrné metody označujeme ty geoelektrické metody, které zkoumají rozložení elektrického potenciálu nebo gradientu potenciálu stejnosměrného proudu. Nejrozšířenější metodou je metoda odporová. Při terénním měření zavádíme proudovými elektrodami „C1“ a „C2“ do země proud „I“, mezi měřicími elektrodami „P1“ a „P1“ měříme potenciálový rozdíl „ ΔV “. Pokud se nemění rozestupy elektrod a s uspořádáním se pohybuje po profilu, hovoříme o odporovém profilování. Zůstává-li střed uspořádání elektrod na místě a mění se rozstup elektrod, hovoříme o vertikálním elektrickém sondování. Slouží zejména ke studiu horizontálně zvrstveného prostředí.

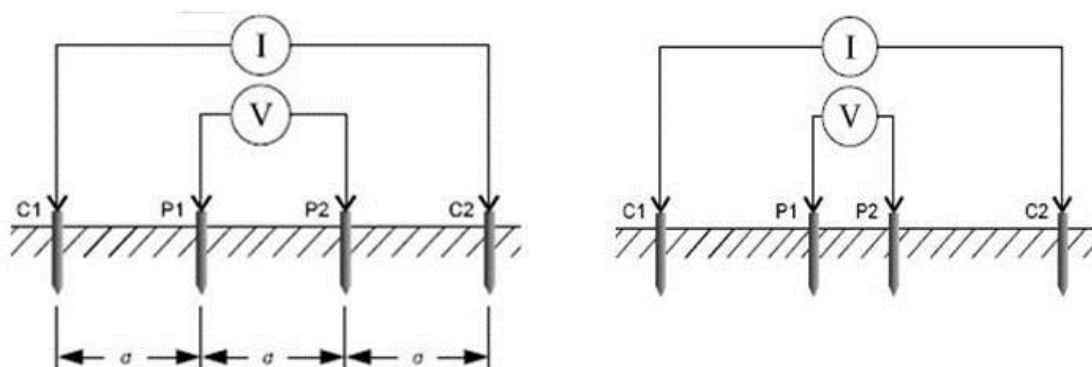
Oblast vhodného využití:

- Lokalizace a identifikace zděných objektů a objektů s kamennou konstrukcí.
- Průzkum fortifikačních prvků s dochovanou nadzemní částí, lokalizace a identifikace jejich konstrukčních prvků, popřípadě destrukčních horizontů.
- Lokalizace a identifikace dutých prostor, nezaplněných či částečně zaplněných objektů.
- Lokalizace a identifikace zahloubených objektů větších rozměrů.



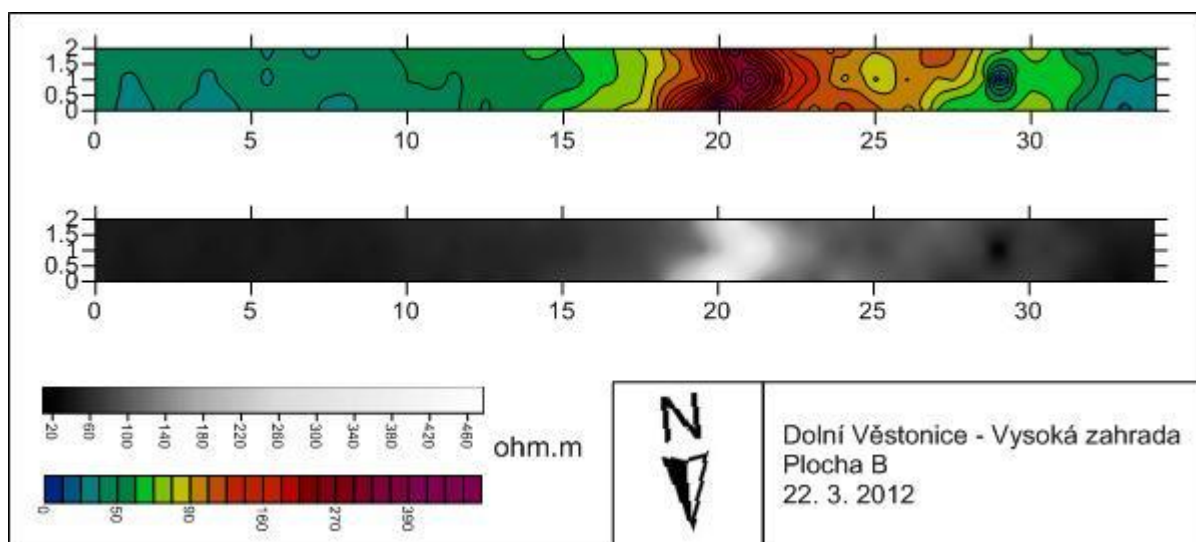
Obr. 56: Odporová aparatura SAS 1000 (zdroj: ABEM Instrument, Švédsko, 2011).

Terénní měření: K měření se používají 4 elektrody (ocelkové trny), které se zapichují do měrného prostředí. Při zapojení je pak vytvořeno napětové pole ve tvaru polokoule. Jedno z nejběžnějších zapojení je tzv. Wennerovo uspořádání (proudová elektroda „C1“, měřící elektroda „P1“, měřící elektroda „P2“, proudová elektroda „C2“). V tomto zapojení jsou všechny elektrody ve stejné vzdálenosti a uspořádání je symetrické. Bod zápisu se nachází uprostřed mezi měřícími elektrodami „M“ a „N“ (Mareš a kol. 1990; Hašek–Měřinský 1991).



Obr. 57: Vlevo: Wennerovo uspořádání elektrod. Vpravo: Schlumbergerovo uspořádání elektrod (Müller 2012, 15–16).

V rámci prospekce archeologických památek je výhodnější tzv. Schlumbergerovo uspořádání (dle Hašek–Měřinský 1991), které je ovšem podobné uspořádání Wennerovu. Odlišuje se pouze malou vzdáleností měřících elektrod „P1“ a „P2“, a tím pádem se jedná o uspořádání gradientové (Mareš a kol. 1990). Vzdálenost proudových elektrod „C1“ a „C2“ pak ovlivňuje hloubkový dosah, který je zpravidla pětkrát větší než hloubka sledovaného rozhraní. Změna vzdálenosti se používá při již v úvodu zmíněné metodě vertikálního elektrického sondování (Hašek–Měřinský 1991).



Obr. 58: Příklad výsledků odporového měření fortifikace na lokalitě Dolní Věstonice – Vysoká zahrada. Mapa izolinií ukazuje dvě anomálie, v obou případech se jedná o anomálie zvýšených odporů. První vystupuje mezi patnáctým a třicátým prvním metrem. Tato anomálie představuje zhruba rozsah celé destrukce opevnění. Druhou anomálií je anomálie výrazně zvýšených odporů v místech mezi osmnáctým a dvacátým druhým metrem. Naměřené hodnoty dosahují vysokých hodnot, a tak lze v těchto místech téměř s jistotou potvrdit přítomnost kamenné plenty či čelní kamenné zdi v tělese destrukce opevnění (dle Müller 2012, 29, 42).

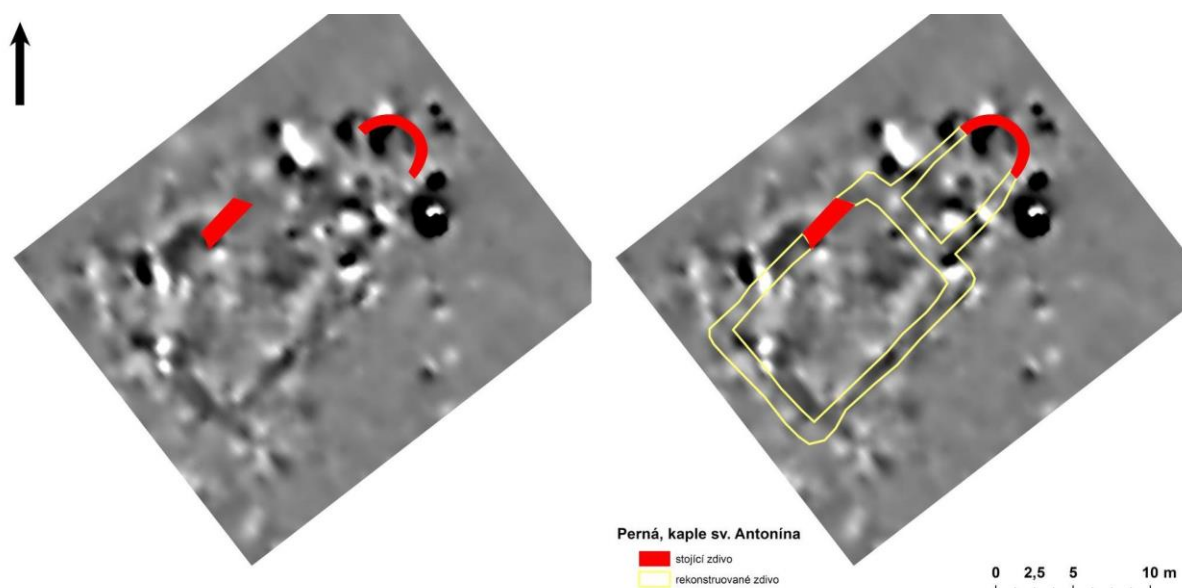
4.5. Magnetometrie

Princip: Metoda magnetometrie je založena na měření magnetické indukce zemského magnetického pole, tedy na sledování regionálních nebo lokálních poruch (magnetických anomálií), které jsou způsobeny odlišným zastoupením feromagnetických minerálů ve

sledovaných objektech a strukturách. Konfigurace anomálií je ovlivněna parametry nehomogenit – tedy jejich tvarem, rozměry, polohou, hloubkou uložení, petrografickým složením apod.

Oblast vhodného využití:

- Lokalizace a identifikace zahloubených objektů různých rozměrů, liniových zahloubených objektů (např. příkopů, ohrazení, celých systémů opevnění vč. přerušení a bran).
- Lokalizace a identifikace objektů s teplotně namáhanými (vypálenými) materiály (pece apod.).
- Lokalizace a identifikace zděných objektů a objektů s kamennou konstrukcí.
- Lokalizace a identifikace destrukčních horizontů (např. kamenné destrukce, žárové horizonty).



Obr. 59: Příklad výsledku magnetometrické prospekce. Magnetogram (-20/20 nT, černá/bílá) (dle Milo–Vágner 2014).

Terénní měření: Magnetometrický průzkum se provádí v ploše, a to na předem vytyčeném polygonu (dřevěnými kolíky), jehož rozměry jsou definovány okolními podmínkami a samotnými cíli průzkumu. Před samotnou prospekci natáhneme v protějších stranách polygonu geodetická pásma (bez kovových součástí), která nám budou sloužit k definování jednotlivých linií měření. Ve směru měření pak natáhneme pomocná lanka, které definují

měřený úsek. Rozestup jednotlivých linií měření závisí na typu magnetometru a počtu sond. Magnetometry na vozíku mohou mít i zabudovaný krokoměr. U nošených magnetometrů se úsekem prochází konstantní rychlostí. V případě měření s magnetometrem nesmíme zapomenout, že operátor s přístrojem u sebe nesmí mít žádné kovové předměty (kovové přezky, cvočky na obuvi apod.). Je třeba dbát i na magnetické objekty (např. mobily, kreditní karty). Přítomnost takových předmětů může znehodnotit celé měření.



Obr. 60: Ukázka terénního měření s fluxgate magnetometrem Förster Ferex od německé společnosti Dr. Förster Reutlingen (foto: M. Vágner).

4.6. Časová náročnost

Čas potřebný k terénnímu měření se odvíjí jednak od použité geofyzikální metody, řešených cílů průzkumu, zvolené metodiky, velikosti měřené plochy/ploch, popřípadě může být ovlivněn i okolním prostředím. Z těchto důvodů nelze přesně stanovit časovou náročnost u jednotlivých geofyzikálních metod, protože samotnou dobu terénního měření ovlivňuje hned několik výše popsanych faktorů. Obecně se dá ale říci, že geofyzikální prospekce se řadí k rychlým metodám nedestruktivní prospekce.

4.7. Zpracování dat

- Přehrávání dat (zálohování, třídění a úpravy dat před zpracováním).
- Postprocessing (zpracování dat ve specializovaných softwarech).
- Zapojení geografických informačních systémů.
- Interpretace naměřených výsledků.
- Výstupy.

4.7.1. Výstupy a archivace dat

Pokud pomineme publikování geofyzikálních výsledků v odborných periodikách apod., tak hlavním výstupem z geofyzikální prospekce je stále tištěná závěrečná zpráva. V té by ale nemělo chybět pár základních věcí:

- hlavička zprávy (kdo, kdy, kde),
- proč a za jakým účelem byla geofyzikální prospekce provedena,
- ve zkratce informace o měřené lokalitě (historie, dosavadní průzkumy či výzkumy apod., přírodní prostředí),
- metoda/metody geofyzikální prospekce použité na dané lokalitě ,
- faktory, které mohly ovlivnit měření,
- metodika a organizace průzkumu,
- zpracování dat (jaký software, GIS apod.),
- interpretace dat (komparace výsledků s dosud známými informacemi),
- závěr (zhodnocení měření, potažmo návrh dalšího postupu).

Co se archivace tzv. „surových“ dat týče, tak ty jsou dnes již z většiny geofyzikálních přístrojů v digitální podobě. Tím pádem se k jejich archivaci nabízí hned několik možností, a to jak od prostého vypálení na digitální nosiče v podobě CD a DVD disků, tak uložení na interních a externích harddiscích či v tzv. cloudu, tedy např. na vzdáleném serveru.

4.7.2 Využití geofyzikálních výsledků

- Prezentace naměřených výsledků (archeologie, památková péče apod.).

- Propojení výsledků s dalšími metodami archeologického průzkumu i výzkumu.
- Návrh dalšího postupu na dané lokalitě dle naměřených výsledků (doplňková měření, jiné metody a metodiky průzkumu apod.).

5. DOKUMENTACE TORZÁLNÍCH PAMÁTEK V ZAHRANIČÍ

Podat přehled úrovně dokumentace torzálních sídel v Evropě není v silách této práce. Nicméně z celkového pohledu je dnes přístup k těmto stavbám podobný. Projevuje se hlavně multidisciplinaritou a prací ve větších kolektivech, kde jednotliví pracovníci aplikují své do velké míry specializované disciplíny a metody. I tak jsou v jednotlivých státech patrné i starší tradice, které souvisí s odlišným přístupem k torzálním stavbám. Svou roli hraje i poněkud odlišná podoba torzálních lokalit v různých státech. Specifickou oblastí je pak středomoří a přední východ, kde působí řada zahraničních expedic. Technologicky a metodicky jsou na špici vyspělé státy, kde mnohé postupy a přístroje, které se u nás teprve začínají prosazovat patří k běžnému vybavení. Je to spojeno s mnohem větší ekonomickou a lidskou silou tamějších pracovišť.

Na velice dobré úrovni jsou metodické práce ve Velké Británii, kde je toto téma soustavně řešeno (např. King ed. 2006; Letellier ed. 2007; Swallow et al. 2004; Watt 2011). V německy hovořících oblastech se dá sledovat vysoká úroveň dokumentace na nově publikovaných výzkumech, a to jak na jednotlivých monografiích (např. Murgg 2009), tak kratších časopiseckých statích (např. časopis *Burgen und Schlösser* či *Mittelalter–Moyen Age–Medioevo–Temp medieval*). Obecně se dá konstatovat, že po metodické stránce vyspělé státy pouze doháníme v jejich technologickém náskoku. Nicméně po odborné stránce a výsledky jsou české práce na špičkové úrovni a mohou se směle srovnávat s Evropou. Problémem je často jen místní dopad zjištěných výsledků, který je pochopitelný, a publikace povětšinou pouze v národním jazyce.

Souhrnná práce, která by se zaměřila na geodetickou dokumentaci zaniklých feudálních sídel dosud chybí. Nejbližší prací je v našem prostředí metodika od J. Veselého (2014). V Americe je překvapivě kladen důraz na ruční kreslení, fotografickou dokumentaci a slovní popis. Obecní standardy se v jednotlivých amerických státech liší (Habs 2008; Hals 2004). Ze zahraničních projektů, které se věnují geodetické dokumentaci v archeologii, můžeme jmenovat projekt dokumentace zaniklých pevností z Ottomanského období v Turecku (Guney

et al. 2003) či zaměření a dokumentace zaniklého města Merv v Turkmenistánu (Dare 2001). Pro nás blíže jsou však projekty z Rakouska, Slovenska či Polska. Ve Vídni působí instituty VIAS a Ludwig Boltzmann Institute, které se zaměřují na archeologickou prospekci a virtuální archeologii. Zabývají se moderními postupy, proto ve velké míře využívají LIDAR a ALS při dokumentaci a prospekci v zemi. Před pár lety ukončili projekt laserového skenování oblasti nedaleko Mannersdorf am Leithagebirge (Dolní Rakousko). I přes hustý lesní porost se jim podařilo zdokumentovat ruiny hradu, se zaniklým okolním osídlením, zaniklé cesty, zachovaný klášter a mnohé další komponenty (Doneus–Bries 2010; Doneus–Briese–Kühntreiber 2008). LIDARovou prospekci můžeme sledovat i v Polsku. Konkrétně jde o skenování středověkých fortifikací (Legut-Pintal 2012) a hradů (Ostrowski –Bakula–Zapłata 2014). Na Slovensku lze v oblasti dokumentace zaniklých sídel zmínit archeologicko-historický průzkum Živánské věže při Jedľových Kostol'anoch, při kterém byla zaměřena a zachycena jednotlivá podlaží zřícené strážní věže (Bóna–Barta 2012). V oblasti vizualizace archeologických dat sledujeme v zahraničí vývoj od statických map k interaktivním, které jsou veřejně prezentovány na internetu (Poslončec-Petric–Frangeš–Triplat 2007, 202). Tento trend se u nás rozvíjí pouze pomalu.

Moderní metody obrazové dokumentace jsou nejvíce rozvíjeny institucemi z vyspělých evropských států, které mají nejlepší přístup k modernímu vybavení. Z dnes již velice početné literatury pouze zmiňme základní metodické práce a příručky (Andrews et al. 2009; Barber–Mills 2011; Remondino 2003).

Problematika geofyzikální prospekce v archeologii, využití jednotlivých metod a jejich aplikace na příkladech v terénní praxi byla nejlépe obecně shrnuta ve Velké Británii (např. Campana–Piro 2009; Conyers–Goodman 2012; David–Linford eds. 2008; Witten 2006).

Z nejbližších zahraničních institucí, které se pak dlouhodobě zabývají geofyzikální prospekci a dokumentací archeologických nemovitých památek je dále nutné zmínit Ludwig Boltzmann Institute für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie (např. Trinks–Neubauer–Hinterleitner 2014).

6. ZÁVĚR

Po provedení a vyhodnocení veškerých průzkumů a všech forem dokumentace by mělo být přikročeno k vypracování závěrečné zprávy. Ta by měla svou strukturou odrážet jednotlivé dosažené výsledky.

- Úvod.
- Výsledky archivní a historické rešerše.
- Popis přírodního prostřední lokality.
- Popis dochovaných částí areálu a jejich značení.
- Výsledky terénního průzkumu.
- Výsledky stavebního průzkumu.
- Výsledky geofyzikálního průzkumu.
- Závěr.
- Přílohy.

V rámci úvodu by měl být zmíněn důvod a čas dokumentace, přesná lokalizace a to jak slovní (katastr, trať atd.) tak pomocí souřadnic. V úvodu by měly být nastíněné i veškeré použité metody a provedené práce. Také by měla být uvedena provádějící instituce a uložení primárních dat a zprávy.

Ve výsledcích archivní a historické rešerše by měla být představena historie lokality a nejbližšího okolí. Vyzvednuty by měly být historické situace, které mají podstatný vliv na podobu stavby. Představeny by měly být relevantní písemné, mapové, plánové, ikonografické a fotografické zdroje. Shrnuty by měly být i všechny na lokalitě dříve proběhlé výzkumy a průzkumy.

Popis přírodního prostřední by se měl zaměřit na přirozený reliéf lokality, její zasazení do okolní krajiny (doplněné o obrázek), vztah k vodnímu zdroji, možné zdroje stavebního materiálu atd.

Následný popis areálu by měl vhodně představit samotné relikty lokality, lokalizovat a označit. Vše by mělo být doplněno přehledným plánkem.

Výsledky terénního průzkumu mohou být prezentovány spolu se stavebním průzkumem. Dosažené výsledky by měly být prezentovány jasně a srozumitelně a to buď podle jednotlivých časových etap či po logických dílčích celcích. Součástí výsledků stavebního

průzkumu by měl být analytický plán stavebního vývoje a prezentovány by měly být jednotlivé objekty a technicky či datačně zajímavé detaily.

V části o geofyzikálním průzkumu by měly být uvedeny otázky, na které měl průzkum odpovědět, zvolená metoda a rozsah zkoumané plochy. Představeny by měly být dosažené výsledky a to s diskuzí zahrnující případné negativní vlivy na měření.

V samotném závěru by mělo dojít k celkovému pokusu o rekonstrukci areálu na základě komparace dosažených výsledků.

Přílohy by měly obsahovat jak plány a mapy týkající se lokalizace, tak všechny dohledané obrazové prameny. Představena by měla být dokumentace z předchozích průzkumů. Součástí příloh by měl být podrobný analytický a výškopisný plán zachycující celou lokalitu. Nejlépe v měřítku 1 : 200. Jednotlivé detaily bývají zobrazeny v měřítku 1 : 50. Pořízená fotografická příloha musí být dostatečně popsána. Žádoucí je do fotografií digitálně umístit popisky a značky upozorňující na jednotlivé detaily. Součástí příloh by měly být i výsledky specializovaných průzkumů, pokud byly provedeny (např. dendrochronologie).

Obecnou zásadou by mělo vždy být, aby závěrečná zpráva obsahovala veškeré podstatné zjištění, která byla na lokalitě učiněna.

Kromě vypracování závěrečné zprávy je více než žádoucí, aby byly závěry průzkumu a dokumentace publikovány pro odbornou veřejnost. Bohužel častý nešvar, kdy např. jednotlivé OPD, SHP a nálezové zprávy z archeologických výzkumů nejsou řádně publikovány, vede ke značnému ochuzování našich znalostí o vrcholně středověkých feudálních sídlech. Morální povinností autora každého průzkumu či výzkumu by měla být snaha o odbornou, případně i laickou publikaci zjištěných závěrů, aby investovaná snaha a píle neskončily pouze rukopisem ležícím bez povšimnutí v archivu.

Na závěr pouze konstatujeme, že i přes fakt, že degradace a rozpad torzálně dochovaných feudálních sídel je nezastavitelný proces, každý provedený výzkum a průzkum spojený s odpovídající dokumentací je věc nejen záslužná, ale i mimořádně prospěšná. Těžko jednou budeme nastávajícím generacím vysvětlovat proč, když už jsme nedokázali jednotlivé lokality zachránit, jsme alespoň nevyužili našich současných možností k jejich náležité dokumentaci.

7. LITERATURA A ZDROJE

Literatura je členěna tématicky k jednotlivým kapitolám. Zahraniční případy jsou taktéž pro přehlednost tématicky přiřazeny k jednotlivým kapitolám.

KAPITOLA 1

- BLÁHA, J. – JESENSKÝ, V. – MACEK, P. – RAZÍM, V. – SOMMER, J. – VESELÝ, J. 2005: Operativní průzkum a dokumentace historických staveb, Praha.
- BLAŽÍČEK, O. J. a kol. 1962: Slovník památkové péče, Praha.
- ČERVINKA, I. L. 1942: Zapomenuté hrady, hrádky a tvrze moravské, rukopis.
- DURDÍK, T. 1996: Encyklopedie českých hradů, Praha.
- DURDÍK, T. 2000: Ilustrovaná encyklopedie českých hradů, Praha.
- DURDÍK, T. 2002: Ilustrovaná encyklopedie českých hradů. Dodatky I, Praha.
- DURDÍK, T. 2005: Ilustrovaná encyklopedie českých hradů. Dodatky II, Praha.
- DURDÍK, T. 2008: Ilustrovaná encyklopedie českých hradů. Dodatky III, Praha.
- DURDÍK, T. – BOLINA, P. 2001: Středověké hrady v Čechách a na Moravě, Praha.
- HEBER, F. A. 1843–1849: Böhmens Burgen, Vesten und Bergschlösser 1–7, Prag.
- HEBER, F. A. 1848: Mährens Burgen und ihre Sagen, Prag.
- HEROUT, J. 1961: Staletí kolem nás, Praha.
- HEROUT, J. 1980 Slabikář návštěvníků památek, Praha.
- CHOROVSKA, M. – DUDZIAK, T. – JAWORSKI, K. – KWASNIEWSKI, A. 2009: Zamki i dwory obronne w Sudetach, Tom II Ksiestwo Jaworskie, Wroclav.
- KING, J. eds. 2006: Understanding Historic Buildings, A guide to good recording practice, Hawthores.
- LETELLIER, R. eds. 2007: Recording, documentation, and Information Management for Conservation of Heritage Places, Guiding principles, Los Angeles.
- KING, J. ed. 2006: Understanding Historic Buildings, A guide to good recording practice, Swindon.
- KOLEKTIV AUTORŮ 1981–1989: Hrady, zámky a tvrze v Čechách, na Moravě a ve Slezsku.
- KUNA, M. – TOMAŠEK, M. 2004: Povrchový výzkum reliéfních tvarů, In: Kuna, M. a kol., Nedestruktivní archeologie, 237–296.
- KUPKA V. – ČTVERÁK, V. – DURDÍK, T. – LUTOVSKÝ, M. – STEHLÍK, E. 2002: Pevnosti a opevnění v Čechách, na Moravě a ve Slezsku, Praha.
- MACEK, P. 1997: Standardní nedestruktivní stavebně-historický průzkum, Praha.
- MACEK, P. 2001: Standardní nedestruktivní stavebně-historický průzkum, Praha.
- MÁCHA, K. H. 1988: Hrady spatřené, Praha.
- MENCLOVÁ, D. 1971: Beitrag zur Typologie der mährischen Burgen, Sborník prací filozofické fakulty brněnské univerzity, řada F, číslo 14–15, 97–127.

- MENCLOVÁ, D. 1972: České hrady 1, Praha.
- MENCLOVÁ, D. 1972a: České hrady 2, Praha.
- MURGG, W. 2009: Burgruinen der Steiermark. Fundberichte aus Österreich materialhefte B 2, Wien.
- NEKUDA, V. – UNGER, J. 1981: Hrádky a tvrze na Moravě, Brno.
- PETER, A. 1879–1894: Burgen und Schlösser im Herzogthum Schlesien 1–2, Teschen.
- PINKAVA, V. 1927: Hrady zámky a tvrze moravské I. Severní Morava, Brno.
- PIPER, O. 1912:
- PLAČEK, M. 1991: Hrady v povodí Jihlavy a Rokytne, Vlastivědný věstník moravský 43, 145–157.
- PLAČEK, M. 1996: Hrady a zámky na Moravě a ve Slezsku, Praha.
- PLAČEK, M. 1999: Formy feudálního sídla moravského venkova, Archaeologia historica 24/99, 291–300.
- PLAČEK, M. 2001: Ilustrovaná encyklopedie moravských hradů, hrádků a tvrzí, Praha.
- PLAČEK, M. 2007: Ilustrovaná encyklopedie moravských hradů, hrádků a tvrzí. Dodatky, Praha.
- POCHE, a kol. 1977, 1978, 1980, 1982: Umělecké památky Čech, Praha.
- PROKOP, A. 1904: Die Markgrafschaft Mähren in kunstgeschichtlicher Beziehung 1–4, Wien.
- RAZÍM, V. – MACEK, P. eds. 2011: Zkoumání historických staveb, Praha.
- SAMEK, B. 1999: Umělecké památky Moravy a Slezska 2 (J/N), Praha.
- SAMEK, B. 2003: Umělecké památky Moravy a Slezska 1 (A/I), Praha.
- SARTORI, F. 1819–1820: Die Burgvesten und Ritterschlösser der österreichischen Monarchie 1–4, Brünn.
- SEDLÁČEK, A. 1882–1927: Hrady, zámky a tvrze Království českého 1–15, Praha.
- SEMOTANOVÁ, E. 2001: Mapy Čech, Moravy a Slezska v zrcadle staletí, Praha.
- SEMOTANOVÁ, E. – ŠIMUNEK, R. 2000: Lexikon mapových archivů a sbírek České republiky, Praha.
- SMETÁNKA, Z. – Klapště, J. 1979: Geodeticko-topografický průzkum zaniklých středověkých osad, Archeologické rozhledy 31, 614–628.
- SOKOL, J. – DURDÍK, T. – ŠTULC, J. 1998: Ochrana, údržba a stavební úpravy zřícenin hradů, Praha.
- SVOBODA, L. – ÚLOVEC, J. – CHOTĚBOR P. – PROCHÁZKA, Z. – FIŠERA, Z. – ANDERLE, J. – SLAVÍK, J. – RYKL, M. – DURDÍK, T. – BRYCH, V. 1997: Encyklopedie českých tvrzí, I. díl, A–J, Praha.
- SVOBODA, L. – ÚLOVEC, J. – CHOTĚBOR, P. – PROCHÁZKA, Z. – FIŠERA, Z. – ANDERLE, J. – SLAVÍK, J. – RYKL, M. – DURDÍK, T. 2000: Encyklopedie českých tvrzí, II. díl, K–R, Praha.
- ÚLOVEC, J. – FIŠERA, Z. – CHOTĚBOR, P. – SLAVÍK, J. – PROCHÁZKA, Z. – RYKL, M. – DURDÍK, T. 2005: Encyklopedie českých tvrzí, III. díl, S–Ž, Praha.
- SWALLOW, P. – DALLAS, R. – JACKSON, S. – WATT, D. 2004: Measurement and recording of historic building, Dorset.

VÁCLAVÍK, R. F. 2014: Průzkum, dokumentace a inventarizace architektonických prvků, Praha.

WATT, D. 2011: Surveying Historic Building, second edition, Shaftesbury.

WOLNÝ, G. 1855–1866: Kirchliche Topographie von Mähren, meist nach Urkunden und Handschriften I. 1–5, II. 1–4, Brünn.

KAPITOLA 2

Doporučená a použitá literatura všeobecně ke geodézii:

BAECKER, J. 2007: File:NivellementExample.jpg. In: Wikipedia Commons. Online dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NivellementExample.jpg>.

BROWDEN, M. ed. 2002: With Alidade and Tape, Graphical and plane table survey of archaeological earthworks, Swindon.

BITTERER, L. 2003: Geodézia, Interný učebný text katedry geodézie pre študentov bakalárskeho štúdia odboru geodézia a kartografia a študentov stavebných odborov, Žilina. Online dostupné z: <http://svf.uniza.sk/kgd/skripta/g1/>.

ČIBERA, J. 2011: Geodézie v archeologii, Plzeň: Západočeská univerzita. Bakalárska diplomová práca. Online dostupné z: <http://cadzone.dobo.sk/wp-content/Cibera-Jan-2011-Geodezie-v-archeologii.pdf>.

GÁL, P. 1978: Geodézia : Základy meračských a mapovacích prác, Bratislava.

HABS, 2008: Historic American Buildings Survey guidelines: Recording Historic Structures and Sites with HABS Measured Drawings, Washington DC. Online dostupný z: <http://www.nps.gov/hdp/standards/HABS/HABSDrawings.pdf>.

HALS 2004: Historic American Landscapes Survey Guidelines for Drawings, Washington. Online dostupný z: <http://www.nps.gov/hdp/standards/HALS/HALSDrawingsGuidelines.pdf>.

CHAMOUT, L. – SKÁLA, P. 2003: Základy geodezie 1, Praha.

JANŠÁK, Š, 1955: Základy archeologického výskumu v teréne, Bratislava.

KUNA, M. – TOMÁŠEK, M. 2004: Povrchový výzkum reliéfních tvarů. In: Kuna, M. a kol., Nedestrutivní archeologie, Teorie, metody a cíle, Praha, 237–296.

PICK, M. 1998: Geodézie Souřadnicové systémy a zobrazení, Bratislava.

SMETÁNKA, Z. – KLÁPŠTĚ, J. 1979: Geodeticko-topografický průzkum zaniklých středověkých osad, Archeologické rozhledy 31, 614–631.

SMETÁNKA, Z. – KLÁPŠTĚ, J. 1981: Geodeticko-topografický průzkum zaniklých středověkých vsí na Černokostelecku, Památky archeologické LXXII, 416–458.

SMETÁNKA, Z. – KLÁPŠTĚ, J. – RICHTEROVÁ, J. 1979: Geodeticko-topografický průzkum zaniklé středověké vsi Ostrov (k. o. Jedomělice), Archeologické rozhledy 31, 420–430.

ŠIMANA, M. 1971: Geodesie v archeologické praxi. Zprávy Československé společnosti archeologické při Čs. akademii věd. Supplément 9.

ŠIMANA, M. 1999: Geodetická dokumentace mohylových pohřebišť. In: Beneš, A. – Michálek, J. – Zavřel, P. eds., Archeologické nemovité památky okresu České Budějovice I, Praha, 193-195.

TKADLEČKOVÁ, E. 2008: Využití geodézie v grafickom zobrazení archeologickej lokality Strážovice, Brno: Masarykova univerzita. Diplomová práce. Online dostupné z: <http://is.muni.cz/th/145504/ff_b/>.

VESELÝ, J. 2014: Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči, Praha.

WANGERIN, G. 1982: Einführung in die Bauaufnahme, Hannover.

<http://geomatika.kma.zcu.cz/studium/gen1/html/ch07s04.html> – výpočty polygonového tahu

Doporučená a použitá literatura k souřadnicovým systémům:

ČADA, V. 1999: Závazné souřadnicové systémy v ČR. In: Sborník konference Aktuální problémy inženýrské geodézie 1999, Brno.

<http://bodovapole.cuzk.cz/>.

Doporučená a použitá literatura ke kódování a číslování bodů:

DRESLER, P. – MACHÁČEK, J. 2008: Digitální dokumentace archeologického výzkumu opevnění, In: MACHÁČEK, J. ed., Počítačová podpora v archeologii, Brno–Praha–Plzeň, 237–251.

Doporučená a použitá literatura k totální stanicí:

BEDFORD, J. – PEARSON, T. – THOMASON, B. 2011: Treversing the past, The total station theodolite in archaeological landscape survey, Swindon.

ŘÍHA, J. 2014: Moderní přístrojová technika. Praha. Online dostupné z: <<http://spszem.cz/storage/files/1364/Moderni-pristrojova-technika-TS-Niv-LS.pdf>>.

Doporučená a použitá literatura k problematice GNSS:

DARE, P. 2001: The Potential for Archaeological Mapping Using GPS and Satellite Imagery, Proceedings of the 2001, National Technical Meeting of The Institute of Navigation, 281–287. Online dostupné z: <<http://www2.unb.ca/gge/Personnel/Dare/ION2001NTM.pdf>>.

CHAMOUT, L. – SKÁLA, P. 2003: Základy geodézie 1, Praha.

KUNA, M. 1999: Využití GPS při zaměřování archeologických nemovitých památek, In: Beneš, A. – Michálek, J. – Zavřel, P. ed., Archeologické nemovité památky okresu České Budějovice. Díl 1. Soupis a studie, Praha, 193–196.

MACHOVÁ, B. 2012: Mohylová pohřebiště z oblasti Chřibů, Kyjovské pahorkatiny a Ždánického lesa, Brno: Masarykova univerzita. Diplomová práce. Online dostupné z: <https://is.muni.cz/auth/th/181150/ff_m/DIPLOMKA.pdf>.

PEARSON, T. ed. 2003: Where on Earth Are We?, The Role of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) in Archaeological Field Survey, Swindon.

RAPANT, P. 2002: Družicové polohové systémy, Vysoká škola báňská. Technická univerzita. Ostrava. Online dostupné z: <http://gis.vsb.cz/vojtek/content/gnps/files/_source/RAP02.pdf>.

Doporučená literatura k výstupům:

ANDREWS, D. – BLAKE, B. – FRADGLEY, N. – LUNNON, S. – ROBERTS, P. 2005: The Presentation of Historic Building Survey in CAD, Swindon.

ANDREWS, D. – BEDFORD, J. – BRYAN, P. 2015: Metric survey specifications for cultural heritage, Swindon.

JOHN, J. 2008: Počítačová podpora dokumentace terénních reliktů v archeologii. In: Macháček, J. ed., Počítačová podpora v archeologii 2. Brno–Praha–Plzeň, 252–259.

KUNA, M. 2004: Práce s prostorovými daty. In: Kuna, M. a kol., Nedestruktivní archeologie, Teorie, metody a cíle, Praha, 379–443.

POSLONČEC-PETRIĆ, V. – FRANGEŠ, S. – TRIPLAT, M. 2007: Connection of Geodesy and Archaeology in Modern Geovisualisation, Kartografija i geoinformacije, Kartografija i geoinformacije, Vol. 6, 198–207. Online dostupné z: http://hrcak.srce.hr/index.php?id_clanak_jezik=20119&show=clanak.

Doporučená a použitá literatura k LiDARu:

DOLANSKÝ, T. 2004: Lidary a letecké laserové skenování, Ústí nad Labem.

DONEUS, M. – BRIESE, CH. 2010: Airborne Laser Scanning in forested areas – potential and limitations of an archaeological prospection technique. In: Cowley, D. (eds.) Remote Sensing for Archaeological Heritage Management, 59–76. Online dostupné z: https://www.academia.edu/667367/Airborne_Laser_Scanning_in_Forested_Areas_-_Potential_and_Limitations_of_an_Archaeological_Prospedition_Technique.

DONEUS, M. – BRIESE, CH. – KÜHTREIBER, T. 2008: Flugzeuggetragenes Laserscanning als Werkzeug der archäologischen Kulturlandschaftsforschung. Das Fallbeispiel »Wüste« bei Mannersdorf am Leithagebirge, Niederösterreich. Archäologisches Korrespondenzblatt 38/1, 137–156. Online dostupné z: https://www.academia.edu/15648180/Michael_Doneus_Christian_Briese_Thomas_K%C3%BChtreiber_Flugzeuggetragenes_Laserscanning_als_Werkzeug_der_arch%C3%A4ologischen_Kulturlandschaftsforschung._Das_Fallbeispiel_W%C3%BCste_bei_Mannersdorf_am_Leithagebirge_Nieder%C3%B6sterreich._Arch%C3%A4ologisches_Korrespondenzblatt_38_1_2008_137-156.

CRUTCHLEY, S. 2010: The Light Fantastic, Using airborne lidar in archaeological survey, Swindon.

GOJDA, M. 2005: Lidar a jeho možnosti ve výzkumu historické krajiny, Archeologické rozhledy LVII, 806–810.

GOJDA, M. – JOHN, J. – STARKOVÁ, L. 2011: Archeologický průzkum krajiny pomocí leteckého laserového skenování. Dosavadní průběh a výsledky prvního českého projektu, Archeologické rozhledy LXIII, 680–698.

GOJDA, M. – JOHN, J. a kol. 2013: Archeologie a letecké laserové skenování krajiny, Plzeň.

LEGUT-PINTAL, M. 2012: LIDAR w badaniach nad średniowiecznymi fortyfikacjami i siedzibami obronnymi, Przykład założeń obronnych księstwa biskupów wrocławskich, III Forum Architecturae Poloniae Medievalis. Online dostupné z:

<https://www.academia.edu/3102476/LiDAR_w_badaniach_nad_%C5%9Bredniowiecznymi_fortyfikacjami_i_siedzibami_obronnymi._Przyk%C5%82ad_za%C5%82o%C5%BCe%C5%84_obronnych_ksi%C4%99stwa_biskup%C3%B3w_wroc%C5%82awskich>.

OSTROWSKI, W. – BAKULA, K. – ZAPŁATA, R. 2014: A new look at historic fortifications – medieval castles and airborne laser scanning, Anthropology, archaeology, history, philosophy. Conference proceedings, – SGEM, International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM – Bułgaria, Albena, 307–314. Online dostupné z: <https://www.academia.edu/12416836/A_new_look_at_historic_fortifications_-_medieval_castles_and_airborne_laser_scanning>.

Doporučená a použitá literatura geodetického zaměření hradů, hrádků a tvrzí:

BÓNA, M. – BARTA, P. 2012: Výsledky architektonicko-historického a dendrochronologického výskumu Živánskej veže při Jedľových Kostolňanoch, Archaeologia historica 37/2, 391–399. Online dostupné z:

<https://digilib.phil.muni.cz/bitstream/handle/11222.digilib/128266/2_ArchaeologiaHistorica_37-2012-2_5.pdf>.

CEJPOVÁ, M. 2006: Povrchový průzkum hradu Komárka, okr. Chrudim, Archaeologia Historica 31, 209–214.

GUNEY, C. – CELIK, R.N. – THYS-ŞENOCAK, L. – OZSAVASCI, A. 2003: The utility of geodetic survey techniques and equipments in architectural heritage documentation – an assessment of recent approaches in Turkey: The documentation project of the Ottoman fortresses of Seddulbahir and Kumkale. Online dostupné z:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.116.7135&rep=rep1&type=pdf>>.

HLOŽEK, J. – BAIERL, P. – KASL, F. – MENŠÍK, P. – PROCHÁZKA, M. 2013: Liškův hrad, okr. Plzeň-jih, Nové geodetické zaměření lokality a její hodnocení v kontextu soudobé hradní produkce, Archaeologia Historica 38/2, 399–414.

KUDRNOVSKÝ, M. – ŠVEJNOHA, J. – TIŠEROVÁ, R. – VESELÁ, R. 2011: Geodetické zaměření stávajícího stavu a projekt obnovy zříceniny hradu Hamrštejna, Archaeologia Historica 36/1, 343–351.

TIŠEROVÁ, R. ed. 2010: Hamrštejn, Minulost, přítomnost a budoucnost zříceniny hradu, Liberec.

KAPITOLA 3

ANDREWS, D. – BEDFORD, J. – BLAKE, B. – BRYAN, P. – CROMWEL, T. – LEA, R. 2009: Measured and Drawn, Techniques and practice for metric survey of historic buildings, second edition, Swindon.

BARBER, D. – MILLS, J. 2011: 3D Laser Scanning for Heritage, second edition, Swindon.

BOROVÍČKA, V. – MACEK, P. – VÁCLAVÍK, F. R. 2007: Klenba kostela Nanebevzetí panny Marie v Nové Pace – možnosti laserového skenování pro analýzu kleneb, Svorník 5, 349–354.

- HODAČ, J. – PAVELKA, K. 2008: Fotogrammetrie 3. Digitální metody a laserové skenování, Praha.
- KAŠPAR, M. – KŘEMEN, T. – POSPÍŠIL, J. – TEJKAL, M. – ŠTRONER, M. 2003: Laserové skenovací systémy ve stavebnictví, Praha.
- MALINA, O. 2008: Poznámky k možnostem 3D rekonstrukcí v archeologii, In: Macháček, J. ed., Počítačová podpora v archeologii 2, Brno–Praha–Plzeň, 212–216.
- PAVELKA, K. 2011: Fotogrammetrie 2, Praha.
- RAZÍM, V. 2011: Fotografická dokumentace. In: Razím, V. – Macel, P. eds., Zkoumání historických staveb, Praha, 49–51.
- REMONDINO, F. 2003: From point cloud to surface: the modeling and visualization problem. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXIV–5/W10.
- STABRAVA, P. – VACHŮT, P. – VAVŘÍN, P. 2003: ODAN, Obrazová dokumentace archeologických nalezišť, fotografie v archeologické památkové péči, Brno–Opava.
- VÁCLAVÍK, F. R. 2011: 3D laserové skenování. In: Razím, V. – Macel, P. eds., Zkoumání historických staveb, Praha 2011, 57–59.
- VESELÝ, J. 2011: Fotogrammetrické zaměřování. In: Razím, V. – Macel, P. eds., Zkoumání historických staveb, Praha 2011, 56–57.
- VESELÝ, J. 2014: Měřičská dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči, Praha. Slovník fotografických pojmů. Online dostupné z: <<http://www.megapixel.cz/slovník>>.
- Příručka k programu Agisoft Photoscan. Online dostupné z: <http://downloads.agisoft.ru/pdf/photoscan-pro_1_0_0_en.pdf>.

KAPITOLA 4

- BÁRTA, V. 1993: Možnosti metod užitých geofyziky při výzkumu feudálních sídel, Castellologica bohémica 3, 321–324.
- CAMPANA, S. – PIRO, S. 2009: Geophysics and Landscape Archaeology, London.
- CONYERS, L. B. – GOODMAN, D. 2012: Ground-Penetrating Radar, An Introduction for Archaeologist, London.
- DAVID, A. – LINFORD, N. eds. 2008: Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation, Swindon.
- HAŠEK, V. – MĚŘÍNSKÝ, Z. 1991: Geofyzikální metody v archeologii na Moravě, Brno.
- JOL, H. M. – BRISTOW, C. S. (eds) 2003: Ground Penetrating Radar in Sediments. Geological Society, Special Publications 211, London.
- JOL, H. M. – BRISTOW, C. S. 2003: GPR in sediments: advice on data collection, Basic processing and interpretation. A good practice guide. In: Jol, H. M. – Bristow, C. S. eds., Ground Penetrating Radar in Sediments, 9–27.

- KŘIVÁNEK, R. 2004: Geofyzikální metody. In: Kuna, M. a kol., Nedestruktivní archeologie, Teorie, metody a cíle, Praha, 117–183.
- KŘÍŽOVÁ, J. 1998: Použití některých geofyzikálních přístrojů při archeologickém výzkumu. In: Kouřil, P. – Nekuda, R. – Unger, J. ed., Ve službách archeologie, Brno.
- KUNA, M. a kol. 2004: Nedestruktivní archeologie, Praha.
- MAREŠ, S. a kol. 1990: Úvod do využití geofyziky, 2. přepracované vydání, Praha.
- MILO, P. – VÁGNER, M. 2014: Závěrečná zpráva z geofyzikálního průzkumu: Perná, Kaple sv. Antonína, Brno.
- MÜLLER, J. 2012: Geoelektrické metody aplikované na vybraných fortifikovaných lokalitách na Moravě, Bakalářská práce, Brno.
- TRINKS, I. – NEUBAUER, W. – HINTERLEITNER, A. 2014: First High-resolution GPR and Magnetic Archaeological Prospection at the Viking Age Settlement of Birka in Sweden, Archaeological Prospection 21/3, 185–199.
- WITTEN, A. J. 2006: Handbook of Geophysics and Archeology, Equinox, London.
- Skagafjordur Archaeological Settlement Survey. Webový blog SASS. Online dostupný z: <<http://blogs.umb.edu/sass/>>.

8. SLOVNÍČEK POJMŮ

Stejně jako literatura je slovníček méně známých pojmů rozdělen podle tématických kapitol.

KAPITOLA 1

SHP – Stavebně-historický průzkum. Komplexní metoda zkoumání historických stavebních objektů, kombinující různé zdroje informací (stavební průzkum, archivní výzkum...) s cílem co nejpřesněji rozpoznat stavební vývoj a identifikovat památkovou hodnotu objektů. Cílem je vytvořit co nejobjektivnější základ pro stanovení koncepce obnovy památek. Výstupem SHP je závěrečný elaborát.

SÚRPMO – Bývalý Státní ústav pro rekonstrukci památkových měst a objektů. V rámci něho byla vytvořena metodika pasportů historických objektů, která se postupně vyvinula do SHP.

OPD – Operativní průzkum a dokumentace historických staveb je kombinace metod primárně sloužících k maximálně objektivnímu a podrobnému záznamu nálezových

odhalovaných v průběhu oprav, konzervačních zásahů, demolice apod. Cílem je uchovat maximum informací pro budoucnost, pokud je to možné, přispět i k zachování dosud nedostatečně oceňovaných památek. Výstupem OPD je nálezová správa.

Základní pojmosloví k stavebnímu průzkumu např. Herout 1961; 1980; Blažíček a kol. 1962. K terminologii hradních staveb Durdík 2000; Plaček 2001.

KAPITOLA 2

I. a II. poloha dalekohledu – I. poloha dalekohledu je při pohledu do okuláru tehdy, když se svislý kruh nachází na levé straně. Po přeložení dalekohledu a otočení alidády o 180 ° je dalekohled v II. poloze, čili svislý kruh bude vpravo.

Centrace – dostředění přístroje nad měřickým bodem, provádí se současně s horizontací přístroje.

Digitalizace – převedení analogového dokumentu – plánu, fotografického snímku, seznamu souřadnic apod., do digitální podoby. Digitalizace může probíhat např. skenováním ale i v prostředí GIS.

DMT (angl. DEM) – digitální model terénu. Představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru, který se skládá z dat a interpolačního algoritmu, který umožňuje např. odvozovat výšky mezilehlých bodů (zdroj: ČÚZK).

DMR – digitální model reliéfu, viz DMT.

GPS (Global Positioning System) – globální družicový navigační systém. Slouží na přesné určení polohy a času kdekoli a kdykoli na Zemi. Jde o vojenský systém spravovaný Ministerstvem obrany USA.

GNSS (Global Navigation Satellite System) – služba umožňující pomocí družic autonomní prostorové určování polohy s celosvětovým pokrytím. Jde o širší pojem než GPS, protože do něj spadají i systémy jako GLONASS, Galileo a Compass. Přijímače GNSS umožňují příjem družic z různých systémů.

Horizontace – urovnání měřického přístroje do vodorovné polohy pomocí libely.

Libela – vodováha, slouží k určení vodorovné polohy přístroje. Je součástí geodetických přístrojů a jejich pomůcek a slouží k jejich horizontaci.

LIDAR (Light Detection and Ranging) – přístroj nebo metoda sloužící k detekci objektů a k měření vzdáleností na základě výpočtu rychlosti odraženého pulsu laserového paprsku od

snímaného povrchu. Výstupem měření je mračno bodů, které můžeme dále zpracovat na digitální model povrchu. Po aplikování filtrů je možné vytvořit digitální model reliéfu bez rušivých prvků jako jsou stromy a lesní porost.

Nitkový (záměrný) kříž – zaměřovací zařízení dalekohledu geodetického přístroje, které umožňuje jeho cílení. V nejjednodušší podobě má tvar kříže, zpravidla však bývá doplněn dvěma krátkými ryskami, které slouží k měření vzdálenosti.

Orientace – obecně znamená určit polohu nebo určit vzhledem ke světovým stranám. V geodézii jde o pokyny přístroje nebo osnovy směrů do určité souřadnicové soustavy.

Pentagonální hranol – jednoduchá geodetická pomůcka sloužící na vytyčování pravých a přímých úhlů. Nejčastěji se využívá dvojité pentagon.

RTK (Real Time Kinematic) – metoda přesného měření pomocí GNSS přijímačů. Využívá se kódové a fázové měření a spolu s měřeními pro určování bodu se používají měření z blízkého referenčního bodu. Pro toto měření je možné využívat online korekce ze služby CZEPOS.

Signalizace – zviditelnění geodetického bodu tak, aby byl viditelný z větší vzdálenosti, nejen z jeho bezprostředního okolí.

Směrník – je orientovaný úhel, který svírá spojnice bodů s kladným směrem osy X.

Stabilizace – trvalé nebo dočasné označení geodetického bodu.

Stanoviště – bod, nad kterým je postaven geodetický přístroj. Svislá osa přístroje prochází tímto bodem.

WMS (Web Map Service) – webová mapová služba. Tato služba byla vyvinuta jako standard pro sdílení GIS dat v prostředí internetu.

Záměra – záměrná přímka směřující ze stanoviště geodetického přístroje na cíl.

KAPITOLA 3

3D model – soubor dat a prostorových informací vyjadřujících svou polohu ve třech rozměrech, což definuje velikost a polohu dokumentovaného objektu pro další badatelské účely. Může být vizualizován mnoha různými způsoby, často se používá např. *stínovaný*, nebo *texturovaný*.

Clona – pohyblivá přepážka s kruhovým otvorem nastavitelného průměru, která je umístěna v objektivu před obrazovým snímačem. Nastavením velikosti otvoru se reguluje množství světla, které dopadá na snímač fotoaparátu a zároveň má toto nastavení vliv i na hloubku

ostrosti. Průměr clony se značí písmenem „f“ a clonovým číslem (f/2,8; f/4, f/8 atd.). Čím je clonové číslo menší, tím větší je otvor v přepážce.

Expoziční čas / rychlost závěrky – definuje čas, po který je otevřená závěrka fotoaparátu, tedy dobu, na kterou je vystaven snímač fotoaparátu světlu – např. nastavení 1/1000 znamená, že závěrka se otevře na jednu tisícinu vteřinu. Společně se clonou ovlivňuje expoziční čas celkové množství světla dopadajícího na snímač fotoaparátu.

Expozice / EV (Exposition Value) – definuje stupeň osvětlení snímáče. Na většině digitálních fotoaparátů lze hodnotu expozice upravovat v 1/3 krocích. Nastavením tohoto parametru tak můžeme fotografovanou scénu buď zesvětlit, anebo naopak ztmavit.

Hloubka ostrosti – definuje prostor, který bude na fotce zaostřený. To co se nachází před a za tímto prostorem bude nezaostřené. Hloubka ostrosti je závislá na velikosti otvoru v cloně. Čím je otvor menší, tím je hloubka ostrosti větší a naopak. Jednoduše – menší clonové číslo znamená, že objekt v popředí bude ostrý a jeho pozadí rozostřené (vhodné pro portréty apod.). Čím větší clonové číslo, tím ostřejší celý záběr.

ISO citlivost – jedná se o citlivost snímáče na světlo. Čím větší citlivost nastavíme, tím v horších světelných podmínkách můžete fotit. Nevýhodou je to, že čím větší ISO nastavíme, tím více bude na fotografii elektronického šumu, což rapidně zhorší i výslednou kvalitu obrazu. Pokud fotíme za dobrých světelných podmínek, tak je nejlepší na fotoaparátu nastavit ISO na co nejnižší možnou hodnotu (200, popřípadě 400) či ponechat nastavení na automatiku.

Mesh – forma souborného uchovávání prostorové informace o bodech, hranách a plochách 3D modelu. Jeho velikost a složitost je přímo odvozená od komplexity uložených dat, které do značné míry souvisí s prostorovou dispozicí dokumentovaného objektu.

Mračno bodů (point cloud) – soubor několika pevně daných bodů s XYZ souřadnicemi v konkrétní koordinátové síti. Může být získán např. fotoskenováním, či použitím 3D skeneru. Jeho interpolací a výpočtem z něj může být rekonstruován 3D model.

Rozlišení obrazu / snímku – označení počtu bodů (pixelů) digitální fotografie. Buď celkovým počtem (megapixely – Mpx) nebo v počtech pixelů na šířku a délku (např. 1600 x 1200 px). Čím větší je rozlišení, tím lepší je kvalita a větší rozměr pořízeného snímku.

Sekční řez – protnutí trojrozměrných dat uměle orientovanou rovinou – sekcí, jejímž výsledkem je 2D polygon/linie zobrazující řez objektem z kolmého pohledu ke zvolené rovině.

UAV (Unmanned aerial vehicle, také dron) – bezpilotní letoun nesoucí záznamové zařízení (kameru, LIDAR, fotoaparát apod.), který může být ovládán dálkově či

automatickým systémem. Představuje neocenitelný prostředek, jak dokumentovat jinak nedostupné či obtížně dokumentovatelné objekty, či celé segmenty krajiny.

Vyvážení bílé (AW) – korekcí vlivů různých barev světla (prudké sluneční světlo, žárovka, pod mrakem apod.) zajišťuje reálné podání barev. Pověšinou stačí ponechat nastavení vyvážení bílé na samotném přístroji, tedy automaticky. Či v případě zkreslení (např. umělým osvětlením) ji vyvážit dle manuálu fotoaparátu.

Závěrka – Mechanická přepážka v objektivu, která po zmáčknutí spouště propustí na dobu určenou expozičním časem světlo na obrazový snímač.

Další pojmy např. dostupné online z: <<http://www.vugtk.cz/slovník/>>.