Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Bakalářská práce

GEODÉZIE V ARCHEOLOGII

Jan Čibera

Plzeň 2011

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra archeologie

Studijní program Historické vědy

Studijní obor Archeologie

Bakalářská práce

GEODÉZIE V ARCHEOLOGII

Jan Čibera

Vedoucí práce:

Mgr. Jozef Koštial
Terra Verita s.r.o.

Plzeň 2011

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval samostatně a použil jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2011 ……

Na počátku této práce bych chtěl poděkovat především Ing. E. Trnkové, Ing. M. Veselé, Ing. A. Švecové, Mgr. L. Starkové, P. Káčerkové a dalším krásným ženám, které mě při psaní pomáhaly, motivovaly a inspirovaly. Poděkování patří bezesporu Mgr. V. Dudkové a Mgr. J. Ornovi za možnost zaměřování a vyzkoušení vlastní praxe při záchranném výzkumu ZČM v Plzni. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. M. Rakovi za seznámení s polními fortifikacemi u Úterý a svému vedoucímu práce Mgr. J. Koštialovi za vlídné přijetí a odborné usměrnění. Mezi lidmi, kterým jsem zavázán jsou dále mí kolegiální spolužáci, se kterými jsme se mohli při spolupráci vzájemně obohacovat. Velký hold bych chtěl vzdát svým blízkým, za to, že to se mnou vydrželi.

Obsah

1 ÚVOD.....8

1.1 Cíle práce.....8

2 VYUŽITÍ ZEMĚMĚŘICKÝCH PRACÍ ARCHEOLOGY.....9

2.1 Geodézie v archeologii 9

2.2 Standardizace a normy.....10

2.2.1 Mapy.....11

2.2.2 Kartografické značky.....12

2.2.3 Souřadnicové systémy.....13

2.3 Mezioborová spolupráce.....13

3 METODY GEODÉZIE.....14

3.1 Chyby při měření.....15

3.2 Ortogonální metoda.....15

3.3 Polární metoda.....16

3.4 Tachymetrická metoda.....17

3.4.1 Tachymetrická metoda pomocí totální stanice.....17

3.5 Volné stanovisko.....18

3.6 Protínání zpět.....19

3.7 Polygonové pořady.....19

3.7.1 Volný polygonový pořad.....20

3.7.2 Vetknutý polygonový pořad.....20

3.7.3 Vetknutý, orientovaný polygonový pořad.....20
3.7.4 Uzavřený polygonový pořad.....21

3.8 Nivelace.....21

3.9 Výpočty.....22

3.10 Zaměření lokality v místním systému.....22

3.11 Fotogrammetrie.....23

3.12 Zaměření pomocí GPS.....25

4 NEDESTRUKTIVNÍ ARCHEOLOGIE.....26

4.1 Tvary reliéfu.....28
4.1.1 Mohyly.....29
4.1.2 Zaniklé vesnice.....30
4.1.3 Casteollogie.....31
4.1.4 Montánní archeologie.....32
4.1.5 Opevnění, tábory.....32
4.1.6 Plužiny.....33

5 DESTRUKTIVNÍ ARCHEOLOGIE.....33

5.1 Předstihový geodeticko-topografický průzkum.....34

5.2 Stabilizace bodů.....34

5.3 Total single context recording.....35

5.4 Možnosti zpracování v CADu.....36

6 VÝSLEDKY, ZPRACOVÁNÍ DAT.....36

7 PRAKTICKÉ UKÁZKY:.....37

7.1 Tvrz Javor.....37

7.2 Zaměření polních fortifikací nedaleko Úterý.....38

7.3 Měření na výzkumu „U Zvonu“.....41

8 ZÁVĚR.....41

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ.....43

10 SUMMARY.....47

11 PŘÍLOHY.....47

1 ÚVOD

„Archeologie v posledních letech zdůraznila nutnost přesné a jednoznačné lokalizace každého nálezu, kterou může zajistit jen číselný údaj, vycházející z určité souřadnicové sítě“ (Kuna a kol. 2004, 380).

Potřeba základů geodézie, jež je naukou o měření, výpočtech a zobrazování části povrchu zemského, je pro archeologa jednou z disciplin, kterou musí pro svoji terénní a zpracovatelskou praxi zvládat. Zasazení plánů a map, zobrazujících konkrétní území archeologické situace do obecně uznávaných souřadnicových systémů, je pro moderní archeologii důležitou součástí práce, která umožňuje mnohem širší spektrum zpracování. Vznikají tak *účelové mapy* s tematickým obsahem, vyjadřující mimo vzájemných topologických vztahů objektů jedné lokality i mapy středních měřítek (viz. níže), díky kterým jsme schopni analyzovat vztah lokality k širšímu okolí krajiny. Vyjádření polohy v obecně platných systémech, ať už pravoúhlých (Y, X, Z) či zeměpisných (φ, λ, H) pak umožňují práci v geografických informačních systémech (GIS), kde je možné propojení s databázemi. To pak nabízí snazší práci při kladení specifických otázek výzkumu. (Hynie 1962, 5; Kuna 2004, 379; Novák 2006, 61)

1.1 Cíle práce

Cílem této práce je pokus o nastínění problematiky tvorby kartografických děl pro účely archeologie. Práce se bude zabývat vybranými tématy, jako jsou:

- potřeba přesnosti měřických prací pro účely archeologie
- nutnost znalosti metodologie a limitů obou zúčastněných oborů
- nutnost znalosti konvenčních zásad pro zpracování naměřených dat

- možnosti uplatnění geodézie pro nedestruktivní i destruktivní archeologii

Práce se bude opírat o praktické zkušenosti, které jsem získal při svém předchozím studiu a zaměstnání v oboru geodézie. Podstatná část práce je doložena výsledky vlastního měření (viz. přílohy na CD).

2 VYUŽITÍ ZEMĚMĚŘICKÝCH PRACÍ ARCHEOLOGY

Využití zeměměřických činností pro účely archeologie lze uplatnit jak v nedestruktivní, tak v destruktivní archeologii. Co se týče uplatnění v prvně jmenované, jedná se především o tzv. geodeticko – topografický průzkum (viz níže), zaměřování polygonů povrchových sběrů, geofyzikálního měření, dále podpory méně destruktivních metod jako jsou mikrosondáže, průzkumy detektorů aj. (Kuna 2004, 237- 274). Pro práce při destruktivní archeologii je samozřejmostí zajištění důkladné dokumentace jakýchkoliv exkavačních procesů. Jedná se především o vyjádření přesné polohy nalezených artefaktů, dokumentaci stratigrafických entit, měření profilů, příčných řezů a dalších (Przybilla-Staiger 2010, v textu).

2.1 Geodézie v archeologii

Neustálým vývojem a inovací archeologické metodologie posledních let ve spojení se stále širší integrací dalších vědních oborů do této oblasti jsme schopni vymezit specifický obor *geodézie v archeologii*. O jeho vznik se u nás zasloužil především Ing. Miloslav Šimana, jenž svým dodnes aktuálním dílem (Šimana 1971) popsal a vymezil úlohu jednotlivých měřických prací pro tento obor. Spoluprací se Z. Smetánkou pak byli průkopníky kvalitní dokumentace, především na lokalitách zaniklých středověkých osad. Jako první prováděli povrchový průzkum opatřený geodetickým zaměřením vyhledaných reliéfů pozůstatků lidské činnosti. Dalších kvalitních výsledků dosáhl i E. Černý při mapování středověkých vesnic a plužin v regionu Drahanské vrchoviny. Ve své době

byl průkopníkem i F. X. Franz, který vytvářel velice precizní plány některých mohylníků Západních Čech v letech 1878 – 1896 (Kuna 2004, 238-239).

Z dnes již zahraničních autorů lze jmenovat i obsáhlé dílo Ing. Karola Hynieho (Hynie 1962), který byl zároveň majitelem patentu na dokumentační pomůcku pro zakreslování kostrových pohřbů pomocí rámu s plexisklem (viz Hynie 1962, 71) Mezi současnými badateli nelze nezmínit Antonína Majera, jež se delší dobou prezentuje svými kvalitními výsledky (např. Majer 2002) technické podpory výzkumů. (Kuna 2004, 237–239 ; Majer v tisku, 1)

2.2 Standardizace a normy

Přestože jsou v dnešní době oproti minulému režimu, kdy byly podmínky zeměměřických prací ztížené potřebným povolením k těmto činnostem či utajováním map téměř ideální, chybí v archeologii nadefinovaný standard potřebné metodologie, zajišťující jednotnost vědeckých publikačních mapových výstupů. Jakási standardizace, zaručující kvalitu právě těchto výstupů, byl dříve závazný předpis pro všechna měření, stanovený vyhláškami provádějící zákon o geodezii a kartografii[1]. Ten byl sice v mnoha ohledech omezující a pro dnešní dobu neaplikovatelný, avšak směrnice, které ho prováděly, udávaly závazné metodologické postupy s vhodnými odchylkami pro jednotlivé práce[2] (Šimana 1971, 138 – 139).

Metodami a odchylkami uvedenými v instrukcích se řídí i veškeré geodetické práce v dnešní době[3]. Najme-li si archeolog pro dokumentaci profesionální geodety, je jisté, že se jimi budou řídit. Ústup samotných

[1] Vyhláška 156/57 zmiňovaná M. Šimanou (Šimana 1971, v textu)

[2] Směrnice pro technicko-hospodářské mapování zmiňovaná M. Šimanou (Šimana 1971, v textu)

[3] ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní ustanovení.

ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek.Kreslení a značky. (srov. Klír 2008, 118)
Směrnice ČÚGK č. 300/84 o účelových mapách velkých měřítek a směrnice pro vyhotovení jednotlivých map základního významu - převzato z http://www.gon.cz/cenik-praci/ucelove-mapy.htm

archeologů od nadefinovaných směrnic pro tvorbu tematických map je nejspíše zapříčiněn snadnou dostupností geodetických přístrojů a nezávazností odevzdávat své výsledky se znaky konvenčních náležitostí. Tím tedy mohou vznikat nepřesná díla amatérské úrovně, jejichž vypovídající hodnota bude sice pro badatele v daný okamžik dostačující, avšak z hlediska dlouhodobého mohou při pozdějším zpracovávání působit potíže. Rozhodne-li se archeolog měřit bez asistence geodeta a má-li mít výsledek jeho práce hodnotu i pro budoucí zpracování je nutné, aby se držel určitých pravidel zajišťující správnost jeho výsledků. Jedná se o jistá nadefinovaná pravidla pro tvorbu map a plánů. Jedině kvalitně získaná a zpracovaná data se pak dají považovat za důstojnou dokumentaci a podklad pro další studium, možno využitelné pro potřeby památkové péče a ochrany kulturního dědictví (John 2008, 252). Výsledky zaměřování lze pak díky patřičným náležitostem použít jako podklad pro tvorbu *plánu území s archeologickými nálezy*. Plány území s archeologickými nálezy pak vymezují prostor, kde se mohou, nebo již vyskytují archeologické nálezy a na požádání by měly být dodávány Archeologickým ústavem nebo odbornou organizací státní památkové péče např. jako podklad pro plnění oznamovací povinnosti stavebníka[4]

2.2.1 Mapy

Mapy se dají rozřadit do tří základních skupin. Jsou to mapy velkých (1: 500 – 1: 5000), středních (1: 10 000 – 200 000) a malých měřítek (menší než 1: 200 000). Mimo mapy se jedná i o plány, které zobrazují *zmenšený pravoúhlý průmět malé části zemského povrchu do roviny, které zanedbávají zakřivení Země.* Většinou neobsahují výškopis, polohopis se omezuje pouze na zájmové objekty a často bývají vyhotoveny v místním souřadnicovém systému[5]. Co se týče obsahu *map účelových*, vychází z map základních. Jejich polohopis i výškopis je však upraven pro potřeby dané tématiky. Archeologové nejčastěji používají

[4] § 23b zákona č.20/1987 Sb. o státní památkové péči (plány území s archeologickými nálezy)

[5] Jedná se o rozdělení z geodetického hlediska viz. http://gis.zcu.cz/studium/tka/Slides/uvod_do_kartografie.pdf

mapy velkých měřítek, které zobrazují potřebné komponenty, popř. jednotlivé areály (Neustupný 2007, 36). V případě speciálních map pro archeology se může jednat o zobrazování jevů jak fyzickogeografických, tak socioekonomických. Přestože je obsah účelových map individuální pro ten který daný obor a tématiku, pro které jsou vyhotovovány, lze zde uplatnit soubor konvenčních ustanovení, vztahujících se k vytváření a zobrazování kartografických značek podléhajících normám pro mapy, z jejichž podkladu vychází. Konkrétními schématickými značkami do kartografických děl archeologie se zabýval i M. Šimana, jehož směrnice k provádění měřické dokumentace mohylových pohřebišť vešla v platnost roku 1972 (Šimana 1999, 186).

2.2.2 Kartografické značky

V dnešní době, kdy je tvorba těchto kartografických děl mnohem zjednodušená snadným zobrazováním naměřených dat v GIS, kde se dají jako podklad použít jakékoliv dostupné mapové podklady[6], může tyto výstupy vytvářet prakticky každý. Při velikém množství tak vzniklých děl by bylo velice složité podchytit normy, které zároveň nejsou nijak závazné. A tak použití jednotlivých kartografických značek je pro badatele spíše otázkou vlastního rozhodnutí. Velice častou a zároveň dostačující alternativou pak bývá vytváření individuálních legend, vysvětlující význam použitých *bodových, liniových, vektorových* nebo *plošných značek*.

Konkrétní příklad často používaných specifických značek při tvorbě archeologických dokumentace lze uvést u zobrazení spádnic. Zatímco výstupy technických oborů používají k zobrazení nerovností terénu (konkávních a konvexních objektů) technické šrafy, archeologové používají svůj způsob, při kterém se používá na vyjádření svažitosti nepravidelných trojúhelníčků. Pro trojúhelníčky by mělo platit, že čím strmější spád zobrazují, tím je jejich výška větší. Přičemž svojí základnou leží na hraně objektu a protilehlým vrcholem určují směr svažitosti[7].

[6] Např. díky severu geoportal.cenia.cz

[7] Viz. http://dobo.sk/cadzone/2008/spadnice-v-cadu/

2.2.3 Souřadnicové systémy

Na území České republiky je pro výsledky měřických prací závazný pravoúhlý souřadnicový systém S-JTSK (Jednotná trigonometrická síť katastrální neboli Křovákův systém)[8]. Pro tu platí, že osa X nabývá kladných hodnot na východ a osa Y na jih. Počátek os je volen tak, aby území někdejšího Československa, pro které tento systém byl vytvořen v 50. letech minulého století Ing. Josefem Křovákem, náleželo kladným hodnotám. Tato specifikace může při zpracování v GIS působit problémy, jelikož většina světových souřadnicových systémů je založena na orientaci osy X a Y podle klasické kartézské soustavy. Proto je pro zpracování v některých programech nutné převézt souřadnice do záporných hodnot a zaměnit osy Y a X. Pro vyjádření výšky (osa Z) je na našem území určen výškový systém Balt po vyrovnání (Bpv), jehož stabilizace je zajištěna Státní nivelační sítí I. - III. řádu. Body pro JTSK jsou stabilizovány jako Trigonometrické, Zhušťovací, nebo body Podrobného polohového pole. Informace včetně místopisů k jednotlivým bodům jsou dostupné na portále Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (Novák 2007, 61-65).

2.3 Mezioborová spolupráce

Určitý problém by mohl vzniknout při nedostatečném vyjasnění problematiky a spolupráce obou zúčastněných oborů, tedy geodézie a archeologie. Zde je nutné, aby byly obě strany seznámeny s limity a nároky požadovaných úkolů. Geodetické zaměřování archeologických situací tak vyžaduje základní znalosti a vědomosti archeologa o možnostech zeměměřických prací, aby mohl vytvářet teoretické modely potřebné pro vedení celé práce.

Rezignace na detailnější poznání pak omezuje perspektivní myšlení a může mít negativní dopad na celý výzkum (Neustupný 2007, 102–103). Jedná–li se o spolupráci geodeta s archeologem, v praxi to znamená, že

[8] Viz. § 4 zákona 430/ 2006 sb., odst. C) Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S- JTSK); týž zákon, odst F) Výškový systém baltský – po vyrovnání (Bpv)

archeolog nese *zodpovědnost za vypovídající hodnotu výsledku*. Je tedy žádoucí, aby si v případě zaměřování pomocí totální stanice nosil odrazný hranol, a tím pádem se dopouštěl primární interpretace objektů v terénu sám, tzn. byl vedoucím činitelem celé práce. Co se týče postavení geodeta při této práci, slouží pouze jako vhodný nástroj teoretického modelu ke zprostředkování výsledku. Odpovědnost nese výlučně za *formální hodnotu výstupu*, se kterým již archeolog pracuje dál.

V současné době, kdy se již potřebné měřicí přístroje (totální stanice, GPS) dají pořídit v relativně finančně dostupné relaci, se nabízí mnoho příležitostí a možností jak získat základní znalosti k tomu, aby si archeolog dokázal jednodušší práce obstarat sám, bez přítomnosti geodeta. Důležité je však vyvarovat se diletantismu a vytváření vlastních hypotéz, které by se mohly octnout v rozporu se základy geodézie (Majer v tisku, 1-2).

3 METODY GEODÉZIE

Před jakoukoliv prací v terénu je potřeba, aby se archeolog rozhodl jaký výsledek od zaměřování očekává, jaké jsou možnosti vypovídající hodnoty požadovaného výsledku a jakým přístrojem (s následným zpracováváním) je třeba měřit. Při plánování je nutné brát zřetel na:

- potřeba přesnosti měřických prací pro účely archeologie
- nutnost znalosti metodologie a limitů obou zúčastněných oborů
- nutnost znalosti konvenčních zásad pro zpracování naměřených dat
- možnosti uplatnění geodézie pro nedestruktivní i destruktivní archeologii

Důležitým aspektem je též povaha výzkumu. Jedná-li se o zaměřování pro účely terénního průzkumu velkých objektů v krajině, kde výstupem bude mapa středního nebo menšího měřítka, není nutno

pracovat s precizně přesnými metodologickými postupy zajišťující přesnost nutnou pro mapy měřítka velkého. Při zaměřování detailních situací, např. jednotlivých sond, kde chyba v řádech decimetrů bude působit rušivě, je však třeba dbát pečlivosti (Kuna 1999, 239; tab. 1). Domnívám se, že pro případ standartní přesnosti pro účely archeologie by pro mapy velkých měřítek byl vhodný buď kód kvality 3 nebo 4[9]

3.1 Chyby při měření

Při každém měření je potřeba počítat s chybami, z nichž některé se dají odstranit opakovaným měřením a některé vhodně aplikovanou metodou. Základní dělení chyb je na *chyby hrubé* a *chyby nevyhnutelné*. Chyby hrubé vznikají většinou z nepozornosti a jejich hodnoty jsou velké a nápadné. Ve výpočtech se dají často pečlivou kontrolou poznat a vyloučit. Vznikne-li hrubá chyba při měření v terénu, musí se měření provést znovu. Chyby nevyhnutelné se dále rozdělují na *nahodilé* a *systematické*. Chyby nahodilé se dají eliminovat též opakováním, jejich předpokládaná velikost je však malá. Systematické chyby mají vždy stejnou velikost a jejich zapříčinění je např. chybou v konstrukci přístroje (indexová chyba, chyba z nesprávného dělení vodorovného kruhu). Z měření se dají vyloučit použitím vhodné metody (polygonového pořadu) nebo matematickými postupy (Čada 2007, kap. 7.5). Zjištěné nevyhnutelné chyby se porovnají s maximální přípustnou odchylkou a matematicky se rozdělí do naměřených hodnot.

3.2 Ortogonální metoda

Vyjádření přesné lokace pomocí číselného údaje docílíme mapováním buď pomocí *ortogonální* či *polární metody* (Šimana 1972, 90). Metoda ortogonální spočívá v měření staničení a kolmic na měřické

[9] Kód kvality je určen střední souřadnicovou chybou m(x,y) udanou mezní dopustnou odchylkou, kterou je při měření potřeba dodržet. Pro kód kvality 3 je určena odchylka m(x,y)= 0, 28 m a pro kód kvality 4 m(x,y)= 0,52 m (viz. Příloha č.1 k Návodu pro obnovu katastrálního operátu.)
Kódy kvality svojí přesností odpovídají přesnosti určené ve směrnicích pro tvorbu THM zmiňované M. Šimanou (Šimana 1971, v textu

přímce mezi dvěma známými body. Ty bývají zahrnuty do polygonového pořadu, nebo jsou jejich souřadnice (Y, X, popř. Z) určeny jako vedlejší přímky pomocí polární metody. K této metodě je zapotřebí jednoduchých měřících pomůcek, jako je pásmo a pravoúhlý hranol (pentagon). Mezi dva známé body se natáhne pásmo a od výchozího bodu se měří staničení až ke kolmici na určovaný bod. Kolmice se určuje pentagonem a její vzdálenost pásmem. Délka kolmice by neměla překročit 25–30 m a při záměrách delších než 2 m by se měla provádět kontrolní oměrná míra s dalším určovaným bodem. Naměřené hodnoty se přímo v terénu vyrýsují do milimetrového papíru v daném poměru zmenšení od měřítka 1: 10 až po 1: 200, čímž vzniká originální polní náčrt (Šimana 1971, 47–48). Při destruktivních výzkumech se tato metoda v dnešní době používá především na měření profilů k zaznamenání vertikálních údajů o jednotlivých stratigrafických vrstvách. Měřická přímka je často realizována okrajovými body sondy a zároveň tak může představovat niveletu určité výšky, od které se měří kolmice ve svislém směru.

3.3 Polární metoda

Princip polární metody spočívá v měření úhlů a vzdáleností mezi dvěma body ze známého stanoviska. Počáteční směr je měřen na bod o známých souřadnicích (= orientace) a druhý směr je měřen na určovaný bod. Přičtením měřeného úhlu na určovaný bod ke směrníku (jižníku) stanoviska k orientaci, lze získat směrník na určovaný bod, a za pomocí měřených vzdáleností tak lze díky goniometrickým funkcím vypočítat souřadnice určovaného bodu (Čada 2007, kap 8.5.1). Vzdálenosti se dají měřit buď přímo (pásmem) nebo opticky (nitkovou tachymetrií). V dnešní době se na měření úhlů místo klasického teodolitu používá většinou totálních stanic se zabudovanými dálkoměry. Totální stanice neboli elektronické teodolity měří najednou jak úhly horizontální a vertikální, tak i vzdálenosti.

3.4 Tachymetrická metoda

Tachymetrická metoda je způsob měření polohopisu a výškopisu zároveň, na rozdíl od metody ortogonální a polární, kde se výškopis získává pomocí technické (plošné) nivelace. Výškopis je v tomto případě určován trigonometricky, kdy se k nadmořské výšce stanoviska pro přístroj přičte výška osy dalekohledu nad bodem a odečte se vypočtené převýšení a laťový úsek (nebo výška hranolu) na měřeném bodě. Polohopisné určení vychází z metody polární (Šimana 1971, 55).

3.4.1 Tachymetrická metoda pomocí totální stanice

Většina moderních totálních stanic (na katedře archeologie ZČU používané přístroje Leica TCR 307, TCR 407 a TCR 1201) dokáže z naměřených údajů (Hz, Vz, s)[10] počítat okamžitě souřadnice, jedná se však především o funkci primárně určenou pro vytyčování již známých souřadnic ze známého bodu. Vytyčovaná data se před terénní prací musí načíst do přístroje a z vhodně vzdáleného stanoviska určeného polygonovým pořadem je vytýčit. Okamžitým měřením v souřadnicích a vycházením z nich by ale mohlo způsobit problémy především díky nevyrovnání měřených úhlů a nemožnosti zpětné kontroly chyb měření. Vedení polygonového pořadu, či soustavy na sebe navazujících rajónů o více než dvou stanoviscích by pak bylo v rozporu s geodetickými zásadami. Využití možnosti měření rovnou v souřadnicích je vhodné například během výzkumu, okolo jehož obvodu jsou stabilizovány body použitelné jako stanoviska pro jednotlivá měření (srov. níže). Výjimkou mezi zmíněnými přístroji je Leica TCR 1201, který má funkci polygonového pořadu a po zaměření na konečný bod o známých souřadnicích Y, X, Z (dále jen známý bod) polygonového pořadu dokáže zpětně měření přepočítat s vyrovnáním[11].

Během zaměřování totální stanicí tachymetrickou metodou se projeví jak zkušenosti měřiče u přístroje, tak zkušenosti hranoláře. Během

[10] Horizontální,vertikální úhel a vzdálenost
[11] Osobní konzultace s P. Bozděchem z firmy GEFOS.

vlastní praxe bylo zjištěno, že zaměřením podrobného plošného gridu[12] bodů zájmové plochy lze dosáhnout za použití dvou odrazných hranolů produktivity až kolem necelých 500 bodů za hodinu. Zkušenosti měřiče závisí především na rychlosti přesného zacílení na hranol, zatímco nositel hranolu musí projevit schopnost prostorové orientace o již zaměřené ploše. Hustota bodů by měla být koncipována v závislosti na morfologii terénu a je třeba dbát na to, aby nevznikla hluchá místa nebo naopak místa s přebytečnou hustotou bodů, kdy by se již měřené body překrývaly. Pro tvorbu trojrozměrného modelu je vhodné vycházet z myšlenky nepravidelné trojúhelníkové sítě (TIN[13]), ze kterého se ve většině grafických softwarů později generuje pomocí různých druhů interpolace plocha terénu. Při pouhém měření nápadně viditelných hran objektu se archeolog dopouští primární interpretace již při sběru dat[14]. To znemožní jakoukoliv variabilitu dalšího možného objektivního zkoumání. Aby vyjádření jednotlivých objektů co nejvýstižněji zobrazovalo terénní skutečnost jako podklad pro interpretaci, je velice vhodné zaměřit podrobně i jejich blízké okolí. Tím lze sledovat zasazení do okolního terénu, ze kterého mohou lépe vyniknout, a dále je možné rozeznat detaily pro lidské oko v členitém terénu nenápadné. Nesoustředěným měřením pouze znatelných hran se tak archeolog vyhne možnému omylu špatné interpretace, jejíž výpovědní hodnota by se mohla od skutečnosti lišit. Výsledky různých měření téhož objektu by se tedy mohly lišit např. podle změny ročního období (Klír 2008). Při zaměření tedy platí, že čím víc bodů se naměří, tím víc je plocha objektu matematicky vyjádřitelnější a míra subjektivity při interpretaci je zmenšována.

3.5 Volné stanovisko

Během vlastního měření se velice často dá využít tzv. volného stanoviska. Tato metoda vychází z určení stanoviska na neznámém bodě,

[12] Tímto termínem je myšlena nepravidelná síť podrobně měřené plochy terénu.
[13] Triangulated irregular network (např. John 2008, 254)
[14] Oproštění se od interpretací v primární fázi výzkumu je záležitostí i výzkumu destruktivního (viz. Gál 2008, v textu).

kdy je pro výpočet potřeba zaměřit nejméně dvě orientace (horizontální úhel i vzdálenosti) na známé body. Zaměřením více než dvou orientací je možné získat kontrolu výpočtu, který lze provést již v terénu, má-li na to daný přístroj funkci, tak při kancelářském zpracování. Vytváří-li nějaký bod pro orientaci větší chybu, lze jej dodatečně z výpočtu vyškrtnout. Pro zaměřování z volného stanoviska platí, že vzdálenost na určované podrobné body by neměla být delší než vzdálenost měřená na orientaci a úhel měřený mezi orientacemi by neměl být menší než 30° (Šimana 1971, 49; Čada 2007, kap 8.5.1).

3.6 Protínání zpět

Metodou pro určení souřadnic stanoviska a jeho orientaci potřebné pro zaměřování podrobných bodů je i protínání zpět, kdy se neměří vzdálenosti, ale pouze úhly, a to nejméně na 3 známé body. Pro tuto metodu se často používá orientace na vzdálené body o známých souřadnicích. Pro úhel mezi orientacemi platí $30° < \omega i < 270°$ (Čada 2007, kap 7.3.4). Často to tak bývají věže kostelů, vysílačů, či dominantních jednoznačných prvků v terénu určených jako trigonometrické body katastrální sítě. Výpočet pro tuto metodu je poměrně složitý a je velice vhodné mít co největší počet naměřených orientací. Z vlastní praxe se často projevila jako nepřesná a bylo ji třeba pro kontrolu kombinovat s metodou další.

3.7 Polygonové pořady

Základem pro zaměření lokality je vybudování bodového pole stabilizovaného trvalým způsobem tak, aby se jednotlivých bodů dalo využívat během (popř. po něm, pro možné doměření) výzkumu jako stanovisek či orientací. Souřadnice těchto bodů se většinou určují jejich zahrnutím do polygonových pořadů či rajónů, které zajišťují správné připojení na souřadnicovou síť (JTSK). Polygonové pořady se dělí podle

druhu a přesnosti. Rozdělujeme je na pořady volné, vetknuté, vetknuté orientované nebo uzavřené (srov. Čada 2007).

3.7.1 Volný polygonový pořad

Vedení volného polygonového pořadu vychází z podstaty polární metody na sebe navazujících rajónů[15]. Měření začíná na bodě o známých souřadnicích (Y, X, Z) s orientací na známý bod pro vypočtení připojovacího směrníku. Pro účely polygonů se měří vždy levostranné úhly od známého bodu na bod určovaný. Při použití tohoto typu polygonového pořadu není možná kontrola nahromaděných chyb a jejich vyrovnání, jelikož nekončí na dalším známém bodě. Proto lze takto pro dodržení zásad potřebných k zaručení 3. třídy přesnosti[16] počítat pouze dva rajóny (Čada 2007, kap. 7.4.1.; Klír 2008, 118; Trnková 2011, ústní sdělení)

3.7.2 Vetknutý polygonový pořad

Použití vetknutého polygonového pořadu se provádí, jestliže není z počátečního známého bodu vidět na orientaci na bod vedlejší a není možné spočítat připojovací směrník. Zároveň je ukončen na známém bodě (jiném než počátečním), a tím je ho možné nejdříve spočítat jako pořad v relativních souřadnicích a za pomocí lineární transformace později na známé (tedy počáteční a koncový) body dosadit a souřadnicově vyrovnat.

3.7.3 Vetknutý, orientovaný polygonový pořad

Je-li možné vést polygonový pořad ze známého bodu přes lokalitu a ukončit ho na jiném známém bodě s možností zaměření orientace pro připojení na směrník, nazýváme ho pořadem orientovaným. Pokud je

[15] Rajón, neboli 2. geodetická úloha je převedení polárních souřadnic (úhel, délka) do souřadnic kartézské (pravoúhlé) soustavy Y, X . Jedná se o úhel a vzdálenost mezi daným a určovaným bodem. (podle Čada 2007, kap. 7.2.2.)

[16] Viz ČSN 730415 a ČSN 013410

orientaci možné změřit jak na počátečním, tak na koncovém bodě, jedná se o *vetknutý, oboustranně orientovaný polygonový pořad*. Tento případ pořadu zajišťuje největší možnost dosažené přesnosti díky souřadnicovému i úhlovému vyrovnání. Má-li pořad orientaci pouze na začátku či konci, jedná se o *vetknutý, jednostranně orientovaný pořad* a vyrovnání je možné pouze v souřadnicích.

3.7.4 Uzavřený polygonový pořad

Další metodou zajišťující možnost vysoké přesnosti výsledků při dodržení správných postupů zajišťuje uzavřený polygonový pořad. Ten je zvláštním druhem vetknutého, oboustranně orientovaného pořadu, s výjimkou toho, že končí opět na počátečním bodě, ze kterého je třeba zároveň zajistit orientaci na připojovací směrník. Úhlové vyrovnání je počítáno jako rozdělení chyby zjištěné porovnáním součtu vnitřních nebo vnějších úhlů nepravidelného n-úhelníku. (Čada 2007, kap. 7.4.2.; Majer v tisku, 37) Použití tohoto druhu pořadu je pro účely archeologie nejčastější a nejvýhodnější, jelikož díky němu lze stabilizovat a určit měřické body po obvodě zájmové plochy, ze kterých se pak dají zaměřovat podrobné body, rajóny nebo je lze použít pro orientaci při volných stanoviscích.

3.8 Nivelace

Pro určení nadmořských výšek nebo převýšení jednotlivých bodů na lokalitě, máme-li již získaný polohopis (nebo pouze do náčrtu), slouží většinou metoda nivelace. Tento způsob je založen na odečítání úseků hodnot na nivelační lati z jednoduchého nivelačního přístroje postaveného do vodorovné polohy. Čtení na lati při záměře vzad na známý bod se přičte k jeho nadmořské výšce a od této hodnoty se odečte čtení záměry vpřed na určovaný bod, čímž se získá jeho nadmořská výška. Známým bodem se rozumí body České státní nivelační sítě, popř. trigonometrické nebo zhušťovací body s určenou výškou. Pokud je bod se známou výškou od lokality vzdálen, je nutné přivést výšku nivelačním pořadem za použití

metod a postupů pro nivelaci. Pro potřeby různých oborů a prací rozlišujeme nivelaci na *technickou*, *přesnou* a *velmi přesnou*. Pro potřeby archeologie je dostačující právě technická nivelace. Je na rozhodnutí každého archeologa, zdali svůj výzkum potřebuje výškopisně vztáhnout k souřadnicím s absolutní výškou (v obecně platném systému Bpv), nebo se spokojí s výsledky relativních výškových rozdílů, což je mnohdy snadnější. Při výzkumech se pak nejčastěji používá *plošné nivelace,* kdy se výšky jednotlivých měření vztahují k pevně stabilizovanému bodu buď s nadmořskou, nebo relativní výškou. (Čada 2007, kap. 11.5; Šimana 1971, 51- 54 ; Majer v tisku 23- 26)

3.9 Výpočty

Všechny výpočty spojené se zde vyjmenovanými metodami lze provádět při zpracování buď ručně, za pomocí kalkulačky a formalizovaných měřických zápisníků[17], nebo s použitím specializovaných softwarů. Pro geodetickou praxi se v naší zemi využívá nejčastěji programů Groma nebo Kokeš. Při vlastních ukázkách měření bylo využito Gromy v.8, která po propojení s programem Microstation V.8 umožňuje výsledky okamžitě graficky zpracovávat a vizualizovat. Ovládání Gromy je pro tento účel snadné, pokud uživatel zvládá základní terminologii z geodézie a možnou výhodou je, že k veškerým početním operacím lze vytvořit protokol dokládající správnost výsledku.

3.10 Zaměření lokality v místním systému

Zaměření lokality je možné v místním (relativním) souřadnicovém systému bez napojení na obecně uznávanou síť (polohově S-JTSK, výškově Bpv). Tento způsob nese výhody usnadnění práce, jelikož odpadá povinnost přivedení polygonového pořadu až na lokalitu, tudíž nemusí mít archeolog takové znalosti z oboru geodézie. Vzniklý *plán* zachovává přesné vztahy jednotlivých komponent vůči sobě a má dostatečnou výpovědní hodnotu pro archeologické zkoumání v rámci

[17] Všechny tyto zápisníky lze pořídit na http://archaikum.cz/skola/zapisniky.php?info=presun .

jedné lokality. Jedná se tak o vznik přesné dokumentace velkého měřítka zanedbávající zakřivení Země[18], ačkoliv bez možnosti využití mapového podkladu. Zobrazení do mapového podkladu by pak umožňovalo zkoumat komplexnější vztahy v rámci širšího kontextu krajiny, zobrazené často v (pro tento účel) mapách středních měřítek[19]. Jistou alternativou by pak mohlo být rychlé a snadné zaměření obvodu lokality pomocí GPS přijímače a celou podrobně měřenou situaci v místním systému graficky zasadit do potřebné mapy. Zde se však nachází nevýhoda nepočetního georeferencování při kterých může vzniknout množství chyb a například orientace vzniklého situačního plánu k severu by byla spíše deduktivní. Co se týče zasazení do určité nadmořské výšky, pro podklad mapy středního měřítka by byla pro zkoumání dostatečná. Tento způsob dokumentace je i přes nedostatky spojené s georeferencí do absolutních souřadnic relativně často praktikován, jelikož nabízí nejsnadnější a nejrychlejší práci v terénu (srov.obr.č.;viz příl. na CD). Mnohdy nemusí vyhotovovaný plán vznikat pomocí totální stanice nebo ortogonální metodou doplněnou plošnou nivelací, ale pro znázornění vztahů komponent mezi sebou lze provést i jednoduchý krokovaný plánek od ruky, kde lze zaměřit každý objekt GPS, případně doměřit pásmem. Vypovídající hodnota by však odpovídala kvalitě pečlivosti přístupu a byla spíš orientační, jelikož znázornění objektů by muselo být schematické a přesnost GPS střední kvality 5 - 10 m by pro menší prvky byla nedostatečná (Kuna 1999).

3.11 Fotogrammetrie

Příkladem nutného uplatnění přesného měření lze uvést archeology nejčastěji využívanou metodu jednosnímkové (terestické) fotogrammetrie. Pomocí této metody lze vytvářet díky digitálnímu překreslování rovinných

[18] Při měření se zakřivení Země projevuje na 300 metrech

[19] Především ZM 10 (Základní mapě středního měřítka 1: 10 000) dostupné v digitalizované podobě ze ZABAGED viz. http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_zmsm ; mapový portál: cenia.geoportal.cz

útvarů 2D fotoplány (Obr.1,2) lokality (Walter 2009, 37). Princip této metody vychází ze vztahu mezi rovinou fotografického snímku a určenou rovinou fotografovaného objektu, na níž by měl být snímek kolmý a tím zajistit ideální středové promítání. Rovina fotografovaného objektu by měla být minimálně výškově členitá. Pro výškově členitější situace, ze kterých se dají později vytvářet 3D výstupy lze uplatnit metodu vícesnímkové průsekové fotogrammetrie, nebo použití stereografické dvojice měřických snímků pro stereofotogrammetrii. Pro tvorbu fotoplánů pomocí jednosnímkové fotogrammetrie je třeba mít na snímku nejméně 4 (v jedné rovině ležící) vlícovací body, které je pro rektifikaci nutné geodeticky zaměřit v souřadnicích Y, X, Z. Pro rozmístění vlícovacích bodů platí pravidlo, že tři body by z těchto minimálních čtyřech neměly ležet v jedné přímce. Body by měly být dobře viditelné v terénu i na snímku (Walter 2009, 31).

Pro názornou ukázku bylo použito snímků a měření z archeologického výzkumu zaniklého hřbitova při špitálním kostele na plzeňské lokalitě

„U Zvonu“, který provádělo Západočeské muzeum v Plzni. Jelikož byla pro dokumentaci vybraných kosterních ostatků dodržena kolmost snímku k terénu, je předpoklad, že zkreslení způsobené perspektivou je minimální. Pro transformaci snímku tedy nebyla použita projektivní transformace, nýbrž transformace afinní, jež je pro konečný výsledek georeference do naměřených souřadnic se svou přesností dostačující (Švejnoha 2009, 19).

Dokumentace[20] byla vytvářena v programu Microstation V 8.1, kde byly snímky pomocí nástroje Raster Manager transformovány na zaměřené vlícovací body. Díky možnosti 3D vizualizace tohoto programu lze sklopit perspektivu pohledu tak, že je možné sledovat jednotlivé fotoplány navrstvené nad sebou přesně podle terénní skutečnosti. Tím lze vyjádřit vztah mezi jednotlivými hrobovými úrovněmi včetně lokalizace jednotlivých nálezů (kosterní pozůstatky, hrobová výbava) a umožňuje

[20] Viz. příloha na CD

zkoumat důsledky tafonomických procesů. Sledováním takto vzniklých hiearchizovaných a uspořádaných dat lze později rychle a efektivně zkoumat jednotlivé celky, hrající klíčovou roli při rekonstrukci a pochopení pohřebních zvyklostí (Sládek a kol. 2008, 217). Díky podrobné dokumentaci všech odkrytých vrstev a hrobových úrovní lze později přesunout zkoumání mimo terénní výzkum a utvářet výběry zkoumaných vztahů. Odvozovat logické celky - například objekty náležící ke končetinám apod. (Sládek a kol. 2008, 222–226).

3.12 Zaměření pomocí GPS

Mimo klasické metody zaměřování lze pro lokalizaci archeologických nálezů zmínit i metodu GPS (Globální poziční systém). Metody měření a zpracování jsou z geodetického hlediska stále ve vývoji a jejich detailní popis není cílem této práce. Samotné měření vychází z poznatků vyšší geodézie, kdy se za pomocí radiových signálů vysílaných družicemi GPS počítají zeměpisné souřadnice na referenčním elipsoidu (WGS 84). Přijímače signálů lze rozřadit do vyšších a nižších cenových kategorií, které je zároveň rozdělují kvalitativně. Do nižší cenové relace lze zařadit přijímače pro využití v turistice, autonavigace apod. Jejich přesnost se pohybuje v rozmezí 5 – 10 metrů a v dnešní době se dají pořídit za cenu pohybující se v řádech několika tisíc korun. Daleko kvalitnější přijímače spadající do vyšší cenové kategorie se však pohybují v řádech několika statisíců. Jedná se o přístroje využitelné pro geodetická měření, dosahující přesnosti až do 2-3 cm polohově a 5 cm výškově. Pro měření s předpokladem takto kvalitních výsledků se používá nejčastěji metody RTK (Real time kynematics) při které se používá zpřesňovacích výpočtů s připojením na síť referenčních stanic CZEPOS. Při zpracování měřených výsledků je nutné naměřená data transformovat do potřebného souřadnicového systému[21]. Tento krok je od počátku roku 2011 usnadněn tím, že Český úřad zeměměřický a katastrální poskytuje globální transformační klíč na převod do S-JTSK. Obrovskou výhodou je spojení

[21] Pro zpracování v GIS není potřeba transformací, jelikož umí pracovat s mnoha národními i mezinárodniní souřadnicovými systémy.

těchto přijímačů s totálními stanicemi v jednom přístroji[22]. Odpadá tak problematika zdlouhavého vedení polygonových pořadů a dá se měřit rovnou na lokalitě. Problémem však u přijímačů bývá zarostlý nebo zastavěný terén, kde je příjem signálu rušen a vznikají tak chyby. Tato nevýhoda by mohla při zaměřování situací v lesním prostředí působit problémy (Kuna 1999).

4 NEDESTRUKTIVNÍ ARCHEOLOGIE

Mapování a dokumentace antropogenních tvarů terénního reliéfu je dynamickou složkou a jednou z hlavních metod povrchového průzkumu. Jedná se o zachycení archeologických situací rozpoznatelných na úrovni současného terénu, které se jeví buď jako objekty vystupující z terénu (konvexní) nebo objekty do něj zapuštěné (konkávní). Tyto relikty se v současnosti od svého původního stavu liší díky složitým procesům, jež se nazývají archeologické transformace (Neustupný 2007, 46). Právě porovnání stavu *povrchově dochované části archeologického pramene s původními, je prvořadým cílem geodeticko-topografického průzkumu* (Smetánka 1988, 81).

Přestože na jeho základě nelze určit přesné míry a původní rozsah, lze na základě empirických poznatků vytvořit typologii daných objektů a nalézaných kontextů. Pro rozpoznání jednotlivých objektů v terénu je však zapotřebí určitých zkušeností archeologa (Kuna 2004, 240-242). U každého objektu se popisují vlastnosti postihující *strukturující znaky archeologického kontextu* (Neustupný 2007, Vařeka 2006, 58). Jedná se o vlastnosti formální a prostorové, z nichž lze popisovat:

- Vazbu na reliéf – umístění v terénu (plochý, svažitý terén, hrana terasy apod.)
- Tvar – sledujeme tvarové vlastnosti v půdorysu (v úrovni terénu, v horní části nebo u dna), tvar stěn, vrcholové části nebo dna

[22] Největšími průkopníky v těchto přístrojích je firma Leica, s jejichž přístrojem Leica TCR 1205 jsem se setkal při vlastní geodetické praxi

- Rozměry – velikosti objektu v půdorysu (v úrovni terénu, v horní části nebo u dna) a ve vertikálním řezu (výška, hloubka)
- Složení objektu – popisujeme zeminu tvořící objekt (někdy je nutné provést mikrosondáž) a další složky (kameny, viditelné zdivo apod.)
- Geobotanická indikace – výskyt geobotanických indikátorů
- Dochování/současný stav - sledujeme případné narušení objektu a současný vegetační pokryv
- Nálezy – zaznamenáváme nálezy artefaktů a ekofaktů (podle Vařeka 2006, 58).

Jedná-li se o podrobnou dokumentaci jednotlivých objektů, pro jejíž znázornění nedostačují kartografické značky je třeba objekty geometricky znázornit generalizovaným způsobem. Znázornění terénu tímto způsobem se vytváří liniovo-šrafovaným zobrazením zjednodušených terénních tvarů. Složité dílčí plochy jsou zjednodušovány a jejich spádnice se vyjadřují šrafami (Klír 2008, 119). Výsledný plán je tedy nejčastěji tvořen *čárami*, *šrafami* a *výškovými kótami*. *Čáry* mohou značit terénní kostru určující půdorys povrchových tvarů nebo průběh styku dílčích ploch – tedy hřbetnice nebo údolnice. Dále se pomocí čar určuje tvar vrcholových částí povrchových tvarů nebo vyznačují zvláštní objekty, jako jsou cesty, poruchy nebo neměřené plochy.

Pro znázornění směru největšího spádu a na první pohled odlišitelných povrchových tvarů se používá nejčastěji *technických šraf,* které spojují horní charakteristickou hranu s dolní, pomocí střídavě dlouhých a krátkých čar. V mnoha archeologických publikacích se však můžeme setkat se šrafy *klínovými* nebo *trnovými* (Klír 2008, kap. 36 v textu). Výškové kóty udávají hodnotu určené nadmořské výšky nebo převýšení (Klír 2008, 119 ;srov obr. příl. na CD).

4.1 Tvary reliéfu

Areál	Objekt	Popis
pravěká a raně středověká opevnění	opevnění	valy, příkopy vč. bran atd.
	vnitřní zástavba	cisterny, obytné budovy, kultovní stavby
pravěká a raně středověká pohřebiště	mohyla	konvexní, zpravidla kruhový útvar
zaniklé středověké vesnice	usedlost	shluk objektů v souvislosti s vodním tokem, rybníkem apod.
	rybník	hráz v místech (někdejší) vodoteče
	mlýn	skupina objektů v souvislosti s vodním tokem, rybníkem apod.
rezidenční sídla	panský dvůr	zbytky mohutnější architektury, někdy ve strategické poloze, často doprovázené vsí, interpretace možná z celkového pohledu
	tvrz	
	hrad	
zaniklé plužiny	mezní pás	liniový nebo schodovitý, hlinitý nebo kamenitý útvar, rozčleňující plužinu
	záhon	konvexní liniový, 5-10m široký a několik desítek až stovek m dlouhý útvar uvnitř plužiny, vzniklý orbou
	terasa	umělá schodovitá úprava svahu, související s obděláváním polí
těžba surovin	lom	vytěžený prostor, často doprovází zaniklé vsi či jiná sídla
	sejp	halda prorýžovaného materiálu, vyskytuje se podél vodních toků, tvarem připomíná mohylu
	kutací objekt	rýha nebo jáma, související s vyhledáváním ložiska
	šachtice (šachta)	hlubší kolmý či šikmý vytěžený prostor, umožňující přístup k hlubinnému ložisku
	obval	skládá se ze šachtice (vklesliny) a odvalu (vyházená hlušina), souvisí s přípovrchovou těžbou
	dědičná štola	štola zajišťující odvodnění

Areál	Objekt	Popis
		hlubinného dolu
	propadlina-pinka	sníženina vzniklá propadem vytěžených podpovrchových prostor
zpracování surovin	sklárna	tavící pece, chladící pece, haldy
	dehtářská pec	kupovitý útvar, 2-4m v průměru, zpravidla s vnitřní kamennou konstrukcí
	milíř	okrouhlá plošina, někdy na okrajích zvýšená, 4-20m v průměru
vojenská zařízení	středověké obléhací tábory	větší útvary s valy a příkopy
	novověká polní opevnění	(otevřené) linie s redany, lunetami apod.), uzavřené (reduty)
komunikace	cesta	úvozy, terasy
falešné příznaky (přírodní a moderní antropogenní útvary)	vývrat	mělká vkleslina, často doprovázená konvexním útvarem
	snos kamenů	kruhová až nepravidelná hromada kamenů vynesených z pole
	jáma po vybuchlé bombě	nepravidelně kruhová vkleslina do cca 5m v průměru
	vojenský okop[1]	pro osoby nebo vozidla

(tab.1 podle: Kuna 2004, 241)

4.1.1 Mohyly

Mezi archeology velice často dokumentované tvary reliéfu patří bezesporu po několik generací zkoumané mohyly. Ty jsou svou formou a rozměry velice charakteristickým druhem antropogenních útvarů, jež dokládají pohřební zvyklosti jak v pravěku, tak v raném středověku. Jejich půdorys je zpravidla kruhový a průměr se pohybuje od několika metrů až po cca 20m a jejich výška může dosáhnout až dvou metrů. U raně

1

[1]Přestože je v tabulce tento druh objektu považován do rámce falešných příznaků, měření polních fortifikací nedaleko Úterý pro archeologické účely je bráno jako progres ražený katedrou archeologie ZČU v rámci archeologie konfliktu (srov. Rak 2011).

středověkých mohyl byly občas pozorovány zbytky příkopů či žlabu po obvodu a jsou na rozdíl od pravěkých mohyl menší a klenutější. Mohyly se nachází často na charakteristických místech v krajině, většinou dobře viditelných jako jsou vrcholky kopců, okraje teras a horní partie svahů. Jednotlivé mohyly se většinou vyskytují v tzv. *mohylnících,* kde se může vyskytovat až několik stovek mohyl najednou. Dokumentace památek tohoto typu může probíhat dvěma způsoby. Buď se mohyla může určit středem, který se zaměří pomocí GPS a pásmem se doměří její průměr, přičemž výška se odhaduje nebo se podrobně zaměří pro výškopisný plán (Kuna 2004, 254). První způsob dokumentace umožňuje rychlou a snadnou dokumentaci, která má charakter spíše informativní o počtu a poloze mohyl v rámci jednoho mohylníku. Druhým způsobem lze dokumentovat stávající stav mohyly včetně zaznamenání recentních zásahů do jejího pláště, zasazení mohyly do okolního terénu, zjištění libovolných řezů, profilů apod. Na rozdíl od metody první lze z dostatečně kvalitně nasbíraných dat interpretovat přesný vztah mohyly k okolnímu terénu, a tak určit půdorys až při kancelářském zpracování. Tím se lze vyhnout chybné dezinterpretaci způsobené lidským faktorem přímo v terénu na základě nedostatečné viditelnosti způsobené např. hustým porostem[23].

4.1.2 Zaniklé vesnice

Ideálním prostorem pro aplikaci geodeticko-topografického průzkumu je výzkum zaniklého osídlení stabilizovaných vsí vrcholného a pozdního středověku. Zde se díky použití trvanlivých materiálů na stavbu dají zkoumat mimo jednotlivých dispozic usedlostí i vnitřní členění celé vsi včetně hospodářského zázemí (Kuna 2004, 257). Mnoho takovýchto lokalit se nachází v trvale zalesněných prostorách nebo loukách, kde jsou chráněny před narušením způsobeným zemědělskými pracemi. Jejich vyhledávání se provádí na základě historických nebo kartografických

[23] Nedostatkem důkladné dokumentace potřebné kvality utrpěl např. mohylník u Velké Dobré, okr. Kladno. Zde byla přes mohylník vybudována za pomoci těžké techniky cyklostezka, kterou byla lokalita výrazně poničena. Kdyby byla lokalita zaměřena a zdokumentována ještě před výstavbou, bylo by možné tuto kulturní památku lépe chránit. Srov. Šnobl 2011

pramenů, často také na základě reliktů cest či vazby na vodní zdroje. V rámci těchto lokalit jsou nalézány destrukce čtvercových či obdélníkových konvexních tvarů s konkávními středovými vkleslinami, z nichž lze rámcově posuzovat vnitřní členění usedlostí, ze kterého lze určit charakter staveb (Kuna 2004, 257). Metodice těchto specifických výzkumů byla věnována řada odborných publikací již od 70. let minulého století až dodnes (např. Smetánka - Klápště 1979; Smetánka – Klápště 1981; Smetánka a kol. 1988; Vařeka 2006; Klír 2008, 115-117)

4.1.3 Casteollogie

Velice důležitou roli hraje dokumentace na poli kastelologie, kde lze uplatnit veškeré metody od klasického zaměření, přes fotogrammetrickou dokumentaci až po 3D scannery - ať již pozemní nebo letecké. Hrady jako stavby, jež jsou stavěny na dominantních polohách v reliéfu krajiny, lze zkoumat z několika úhlů pohledu, přičemž prezentace výsledků bádání lze velice často vyjádřit právě díky zeměměřickým pracím a jejich kartografickému zpracování. Mimo dokumentace samotného zdiva, ze kterých jsou hrady postaveny, se dále mapuje jejich opevnění složené ze systémů příkopů, sypaných valových těles (včetně zaznamenávání komunikací s hospodářským zázemím), vazba na ostatní podobné stavby apod. (Kuna 2004, 261). Z geodetického hlediska je poloha hradů pro zaměřování výhodná tím, že se nalézají na výrazných polohách, kde jsou velice často stabilizovány i trigonometrické body. Nevýhodou však mohou být jejich strategické polohy na skalních ostrožnách, útesech a jiných nepřístupných místech. Důležité je mimo samotný hrad věnovat pozornost i jeho předhradí, jelikož by se mohlo leckdy jednat o jedinou dokumentaci vymezení samotné plochy hradu, na kterém bychom mohli detekovat cenné archeologické nálezy (Šimana 1971, 137).

4.1.4 Montánní archeologie

Základní metodou výzkumu pozůstatků staré těžby je povrchový průzkum, jelikož terénní odkryv by byl technicky velice náročný. Proto je využití geodetického zaměření jedním z výchozích výsledků průzkumu, ze kterého lze zkoumat a interpretovat odpovědi na základní otázky této problematiky. Tou se u nás nejkomplexněji zabýval K. Nováček, který zároveň rozdělil řešení průzkumu do tří základních okruhů. Tedy (a) podle typu a tvaru ložiska, druhu zájmové suroviny a její kvality, (b) určení typu otvírkových a dobývacích metod, rozsahu a produktivity těžby a (c) datování prací, širší ekonomicko - sociální souvislosti včetně vztahu k osídlení. Průzkum tohoto typu je spojen s řadou specifických problémů, z nichž největší tvoří stanovení rozsahu a techniky těžby. Pro určení je velice důležité co nejpřesněji klasifikovat jednotlivé objekty, které je třeba rozlišit na primární a sekundární relikty těžby a dále rozřazení podle příslušnosti k jednotlivým fázím a typům hornických prací na ložisku (Nováček 1993, v textu). V terénu lze tak průzkumem zachytit charakteristické terénní tvary, jež jsou důsledkem montánní činnosti viditelné jako sejpy, obvaly, propadliny apod., v čisté podobě jen zřídka. Proto je pro interpretaci jednotlivých komponent zapotřebí znalostí funkčních rozdílů mezi objekty, dále poznatků archeologických, montanistických a ložiskově-geologických. Přestože je spousta objektů a areálů již značně transformována a přetvořena do nynější skutečnosti, je možné např. z pozůstatků povrchových dolů pomocí podrobného měření zjistit alespoň přibližnou kubaturu odtěženého materiálu a získat tak další relevantní údaj pro zpracování k vytváření potřebných závěrů či hypotéz (Nováček 1993, v textu; Kuna 2004, 266-271).

4.1.5 Opevnění, tábory

Mezi areály, které lze povrchovým průzkumem zaznamenat patří i polní opevnění a obléhací tábory. Ty se otiskly do reliéfu krajiny především díky ,,*pozůstatkům provizorních obydlí či staveb nutných pro*

provoz zázemí obléhatelů “ (Kuna 2004, 271) především jako konkávní objekty různých tvarů s valy a příkopy.

Dalšími zachytitelnými objekty jsou komunikace. Ty lze rozřadit mezi komunikace vyššího a nižšího řádu. Bývají většinou zkoumány v rámci jednotlivých sídelních celků, které navzájem propojují. Studium komunikací se zaměřuje především na komunikace vyššího řádu, jako jsou dálkové *cesty či zemské stezky*. Tím se však zabývá i více oborů, např. historie a jazykověda. Je právě na archeologii, aby tyto relikty dostatečně zdokumentovala a tím vytvořila podklad pro další zkoumání i ostatním. Jelikož se jedná o liniové objekty větší velikosti, bývá většinou výstupem zobrazení v mapách větších měřítek a pro zaměření je vhodnější a dostatečné využití GPS. Jinou situací je ovšem je-li třeba vytvořit podrobnější plán, kde se včetně komunikace dokumentují i objekty s ní spojené (strážnice, menší opevnění atp.) popřípadě pro tvorbu profilů. Zde by se již uplatnilo mnohem více využití totální stanice i pro zaměření náhodných povrchových nálezů či artefaktů nalezených pomocí detektoru kovů (Kuna 2004, 271 – 274).

4.1.6 Plužiny

Nedílnou součástí extravilánu, které jsou analyzovány v rámci středověkých vsí pro pochopení charakteru hospodářského zázemí jsou plužiny. Ty charakterizuje především členění do parcel, skládající se z lánů o velikostech od 18 po 27 ha. Mezi parcelami se objevují dělící mezní pásy různých forem v závislosti na podobě krajiny. Mezními pásy jsou většinou konvexní valy složených z vyoraných kamenů. V terénu jsou většinou ve směru vrstevnic a bývají zřetelným indikátorem zaniklých plužin (podle Kuna 2004, 265).

5 DESTRUKTIVNÍ ARCHEOLOGIE

Aplikace geodetických měření je pro dokumentaci destruktivních výzkumů odkryvem již běžnou praxí. Jedná se především o přesné

vymezení zkoumané plochy a následně podrobnou dokumentaci prostorových vztahů jednotlivých sond. Pro popis stratigrafických jednotek, jejichž základní jednotkou je entita se používá formalizovaných heslářů a v případě prostorových vlastností tzv. Harrisovy matice. Tyto popisované entity jsou tvořeny vrstvami, konstrukcemi, výkopy a stykovými plochami (Procházka - Vařeka 2005, 2).

5.1 Předstihový geodeticko-topografický průzkum

Před samotným započetím odkrývacích prací se lokalita podrobně zaměří v rámci geodeticko-topografického průzkumu (Šimana 1971, 137). Toto předchozí zaměření nám umožňuje lépe pochopit transformace, kterými objekt prošel po svém zániku. Tyto poznatky pak můžeme uplatnit při interpretaci ostatních neodkrytých objektů. Díky podrobnému zaměření situace před započetím i po dokončení exkavace, lze snadno i s časovým odstupem vypočítat kubaturu výzkumem vytěženého materiálu. Možnost zaměření lokality před provedením exkavace během záchranných výzkumů je z časových důvodů často nereálná. Domnívám se však, že by měla být z výše naznačených důvodů běžnou součástí předběžných a systematických výzkumů.

5.2 Stabilizace bodů

V praxi se při destruktivních výzkumech jedná především o práce vytyčovací a zaměřování v rámci celé lokality, při které jsou stabilizovány okraje sond a podrobných měřických bodů zahrnuté v přivedeném polygonovém pořadu. Podrobné měřické body je třeba volit při obvodu zájmové (zkoumané) plochy tak, aby je bylo možné využít jako stanoviska pro postavení totální stanice, popřípadě aby z jakéhokoliv místa odkud by se dalo měřit pomocí *volného stanoviska* bylo vidět na minimálně dva z nich (viz. výše). Volných stanovisek bylo použito i na vlastním praktickém měření na výzkumu „U Zvonu“ v Plzni, kde zaměřování fotogrammetrických vlícovacích bodů bylo provedeno právě touto

metodou. Jednalo se o postavení totální stanice (Leica 307) na okraje sond, ve kterých bylo třeba měřit s orientací na měřické body stabilizované firmou TerraVerita, která zde zajišťovala geodetickou dokumentaci primárně. Pro následné zpracování měření mi byly dodány souřadnice použitých bodů pro orientaci[24], čímž bylo navázáno na přesnost, se kterou byly dané body zmíněnou firmou na lokalitu přivedeny. Vznikla tak dokumentace několika hrobů, kterou je možno v CADových programech propojit s dokumentací TerryVerity v jednotný celek.

5.3 Total single context recording

Během exkavačních prací je možné dokumentovat každou fázi odkryvu s tím, že kontexty mezi stratigrafickými jednotkami jsou rovnocenné. Jejich popis by měl být prováděn v rámci celého výzkumu formalizovaně, přičemž v primární fázi výzkumu je vhodné vyhnout se interpretačním konstruktům. Na této bázi staví metoda *Total single context recordingu,* díky níž lze za použití moderních dokumentačních technologií věrně popisovat kontexty ve velkých množstvích a hodnověrně rekonstruovat jejich vzhled“ (Gál 2008, v textu). Pro sběr dat se využívá již osvědčených metod jako je měření profilů, fotogrammetrie a oměřování pomocí totální stanice. Jejich následnou vektorizací je možné data vizualizovat v prostředí CAD[25]. Složitost vektorových, na sebe navrstvených vizualizovaných stratigrafií se projeví ve změti čar, ze které by se dalo velice těžce interpretovat vzniklé situace. Však díky vygenerování harrisovské matice výzkumu je možné vytvářet logické souvislosti mezi určitými kontexty a za použití formalizovaných výsledků evidence stratigrafických posloupností lze zobrazit jen ty výkresové vrstvy, jež jsou již srozumitelnější (Gál 2008, v textu).

[24] Za poskytnutí dat děkuji J. Ornovi

[25] CAD = computer-aided design

5.4 Možnosti zpracování v CADu

Jak již bylo výše zmíněno, v prostředí CADových programů lze vizualizovat a zpracovávat naměřená data a to nejen v rámci klasické dvojrozměrné prezentace dat, ale je zde možnost 3D modelování. Trojrozměrný model je pak reálnou prezentací zobrazované skutečnosti, který nemusí být pouhým náhražkovým symbolem. Jeho výhodou je možnost zobrazení v jakémkoliv měřítku či pohledu v jednotném souboru a je georeferencovaný v daném souřadnicovém systému (Koštial, 2010) Výkres se dá rozdělit do několika vrstev a pro zobrazení jednotlivých podrobností je lze podle potřeby vypínat a zapínat.

6 VÝSLEDKY, ZPRACOVÁNÍ DAT

Zpracování dat z měření lze rozlišovat podle podoby výsledku. Jedná-li se o data pořízená pro trojrozměrnou dokumentaci či jen zaměření za účelem lokalizace a vymezení prostor dané památky, je nutné archivovat mimo seznamu vypočtených dat (souřadnic) i data, ze kterých se výpočet prováděl (data surová – tedy měřické zápisníky[26]). Ke každému měření by se měla vyhotovit technická zpráva s údaji o podmínkách, za jakých bylo měřeno, popis pracovního postupu a použité metody (Šimana 1979, 637-639). Tyto údaje mohou do budoucna usnadnit další možné zpracování[27], kdy lze data implementovat do stále vyvíjejících se softwarů již s informací o kvalitě dokumentace pořízené v určitém časovém období. Archivací co nejvíce informací o dokumentačních pracích by se pak dalo docílit komplexní databáze o jednotlivých lokalitách, jejichž vývoj včetně změn by tím pádem mohl být lépe sledován. Vznikla by tak možnost revize starších výzkumů či v

[26] Např. pro program Groma pro účel této bakalářské práce vytvořená vyhrávací maska pro přístroje Leica ve formátu MAPA 2. Za pomoc při jejím vytváření jsem velice vděčný ing. E. Trnkové a ing. M. Veselé.

[27] Za tímto účelem jsem osobně v prosinci 2010 navštívil archiv ARÚP pro nahlédnutí do měřických elaborátů z výzkumu ZSV Svídna, k.ú. Drnek, pořízené měřickou skupinou pod vedením M. Šimany. Elaboráty obsahovaly mimo zvětšených náčrtů do velkého měřítka se zobrazením např. polygonů pro magnetometrii pořízené r. 1973 také měřické zápisníky, díky kterým by se daly výstupy digitalizovat a zobrazit např. v GIS, popř. porovnat s dnešním stavem lokality

případě geodeticko-topografického průzkumu by se dala vytvořit elementární základna pro rozeznávání jednotlivých antropogenních reliktů. (Smetánka a kol. 1988, 81; Vařeka 2007; Klír 2008)

7 PRAKTICKÉ UKÁZKY:

7.1 Tvrz Javor

Zaniklá tvrz Javor se nachází ve Šťáhlavském polesí na katastrálním území Kornatice, okresu Rokycany (Veselá 2008a). Roku 1888 prokopal F. X. Franz její středový pahorek a pořídil její nákres včetně nejvýraznějších objektů přilehlé zaniklé vsi. Další popis vytvořili roku 1979 a 1981 V. Švábek a J. Anderle. V roce 1984 byla tvrzi pořízena fotodokumentace P. Rožmberským. V roce 1986 vytvořila dvojice Švábek–Anderle plán a rekonstrukci tvrze (Veselá 2008b). V letech 2003-2004 byla zkoumány relikty zaniklé vsi katedrou archeologie v Plzni (Veselá 2008a).

Z časových a ekonomických důvodů byla tvrz zaměřena pouze v místním souřadnicovém systému (srov. výše). Objekt byl zaměřen ze tří stanovisek na 1050 podrobných bodů včetně nedalekého konkávního objektu a blízkého okolí pro vyjádření vztahu na okolní terénní reliéf. Pro grafické zasazení na mapový podklad ZM 10 bylo využito původního polohopisného zaměření hran objektu této mapy. Vzhledem k velikosti objektu je předpoklad, že umístění lze vyhodnotit jako PIAN 1[28] (srov. Šimana 1970). I když by bylo možné jednotlivé kolíky, kterými byla stabilizována stanoviska, zaměřit pomocí GPS s přesností cca na 2m, přesnosti, které bylo v tomto případě dosaženo je dostačující. Pro správné natočení měřeného území bylo využito vizuálního porovnání s výsledkem letecké prospekce LIDARu (srov. příl. na CD).

[28] PIAN 1 (1- 2 m) (viz.Šimana – Vencl 1970; Procházka – Vařeka 2005)

7.2 Zaměření polních fortifikací nedaleko Úterý

V říjnu a listopadu 2010 byly zaměřeny polní fortifikace z podzimu roku 1938 nedaleko městečka Úterý (okr. Plzeň – sever). Archeologie je v případě těchto objektů jedinou vědou, která může přinést detailní informace o výstavbě, složení a místění linie opevnění v terénu (Rak 2011, v textu). Jedná se o polní fortifikace, které byly odkryty v rámci výzkumu plzeňské katedry archeologie v létě 2010. Zkoumané objekty měly doplňovat nebo nahrazovat systém betonových bunkrů a po odkryvu bylo zjištěno, že některé z nich byly ponechány ve fázi výstavby. Většina zaměřovaných objektů se nachází na ostrožné vyvýšenině nad Úterským potokem severně od městečka Úterý, zvané Huska II., kde výzkum probíhal (Rak 2011, v textu).

Pro potřeby zaměření byly k dispozici přístroje Leica TCR 307 a Leica TCR 407, které byly podle dostupnosti používány střídavě. Vlastní měření vycházelo ze Zhušťovacího trigonometrického bodu 7.2, ke kterému se díky hustému porostu, bránícímu možné orientaci na další známý bod muselo provést excentrické stanovisko 4001, které bylo zahrnuto do polygonového pořadu jako počáteční připojovací bod. Výpočtem excentrického stanoviska při kancelářském zpracování byl zjištěn orientační připojovací směrník na kostel v Krsích, který je určen jako Trigonometrický bod č. 22. Vedený polygonový pořad směrem k lokalitě byl ukončen na poli, kde bylo možné dohlédnout na věže kostelů v Olešovicích (bod 230), Bezdružicích (bod 258) a Křivcích (bod 225). Tím bylo možné spočítat souřadnice posledního stanoviska pořadu 4004 pomocí protínání zpět a vyřešit polygon jako vetknutý, oboustranně orientovaný. Stanovisko 4004, tedy tak mohlo být využito jako počáteční bod druhého polygonu, jenž vedl přímo na lokalitu, kde se pomocí 4 rajónů a 3 volných stanovisek provádělo měření podrobných bodů tachymetrického zaměřování jednotlivých objektů včetně jejich blízkého okolí. Z rajónu 4011 pak byla pro kontrolu zaměřena věž kostela v Úterý (bod 228). I přes využití jmenovaných metod nelze dosáhnout dostatečné kontroly tak, jako kdyby bylo měření zakončeno opět na známém bodě a

mohl se tak spočítat vetknutý polygon s vyrovnáním. Během transformace ortofota lokality pořízené roku 1938 tak byla zpozorována chyba, o které tedy nelze rozhodnout, vznikla-li transformací, nebo měřením (srov. příl. na CD).

Z naměřených dat byla vytvořena dokumentace jednotlivých objektů, které byly odkryty při již zmíněném výzkumu. Výsledkem je možnost porovnání interpretace povrchového nedestruktivního průzkumu provedeného J. Karasem v rámci bakalářské práce na téma možnosti nedestruktivního výzkumu polního opevnění s výsledkem a interpretacemi po destruktivním výzkumu.

Číselné označení objektů bylo převzato z Karasova zobrazení zaměření objektů pomocí GPS na podklad ZM 10. Jedná se především o objekty 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 a 21.

Objekt 4

Tento objekt byl jak při povrchovém průzkumu, tak po odkryvu neinterpretován. I přes rozměry standardního krytu (4 x 5m) lze stěží určit o jaký typ objektu se jedná. Předpokládá se, že měl zajišťovat velitelské nebo skladovací zázemí (Rak, ústně). Dispozice tohoto objektu je rozdělena na dvě konkávní části, které jsou spojeny propojovacím okopem. Objekt se nachází na menším návrší před menším paloučkem.

Objekt 5

Tento objekt leží ve svahu a je interpretován jako zákop pro klečícího střelce. Během odkryvu zkoumán nebyl. Na přední stěně orientované ve směru údolí Úterského potoka lze rozeznat násyp určený k podepření pušky a zároveň ochraně střelce před čelní palbou (Karas 2010, 25). Objekt je velký cca 2m a hluboký asi 70 cm.

Objekt 8, 9

Jedná se o sousední objekty, z nichž jeden (8) je interpretován jako okop pro střelce z těžkého kulometu vz.27 (Rak, ústní sdělení) a druhý (9) jako úkryt pro kanon proti útočné vozbě – protitankové dělo, který ze své polohy pokrýval cca 1,5 km dlouhou část silnice na trase Teplá- Úterý- Plzeň (Karas 2010, 45). Silnice je od pozice okopu vzdálena přes údolí Úterského potoka cca 0.7 km. Okop byl nejspíše budovaný pro dělo vz. 34 nebo vz. 37, oba s dostřelem okolo 5000m (Karas 2010, 45) Oba objekty byly před i po destruktivním výzkumu určeny stejně. Objekt 9 má velikosti 3 x 3m a hloubku 0,5 až 0,9 m. Objekt 8 má velikosti cca 2,3 x 3 m s hloubkou 1 m a 70 cm velkým střeleckým stupněm.

Objekt 10, 11, 12

Navzájem si blízké objekty na relativně rovné ploše bez hustšího porostu byly při povrchovém průzkumu interpretovány jako pravděpodobné skladiště munice pro zbraně z objektu 9. Během odkryvu byly však díky svým charakteristickým rozložením a dispozicím určeny jako první stavební fázi postavení pro minomet a jeho obsluhu čítající 4 lidi. Objekt 10 je rozdělen na dvě zahloubenější části menší plošinkou, která má představovat místo pro postavení minometu (Rak, ústní sdělení). Největší z objektů má na délku cca 7 m s hloubkou asi 80 cm.

Objekt 13, 14

Oba tyto objekty byly před odkryvem interpretovány jako okopy pro kulomet a jejich stav byl silně narušen recentními zásahy. Během začišťovacích prací a odkryvu se však zjistilo, že jsou oba větší než bylo zpočátku předpokládáno. Jejich rozměry jsou 3,5 x 3,5 m a hloubky cca 1,8m. Do objektu 13 (Obr. 11,12,13) jsou do skály vlámány přístupové schůdky a výzkumem bylo zjištěno, že je dokončen zhruba do tří čtvrtin (Rak 2011, v textu).

Objekt 15

Tento objekt ležící ve svahu s orientací směrem na městečko Úterý se nepodařilo interpretovat nejspíše pro svoji nedodělanost.

Objet 16

Objekt ležící na západní straně ostrožny se podařilo interpretovat jako okop pro těžký kulomet zaměřený na Úterý a pokrývá cestu na Plzeň přes Olešovice (Rak 2011,v textu). Objekt má velikosti 3,7 x 2,5m s cca 30 cm vysokým stupněm.

Objekt 17

Tento objekt byl zprvu předpokládán jako okop pro ležícího střelce, ale odkryv prokázal jeho větší rozměry. Hypoteticky by se dal považovat za rozdělaný okop pro kulomet, nebo se jedná o klamný okop. Jeho poloha je přímo na nejnápadnější špici ostrožny. Rozměry objektu jsou 2,7 x 2,1 m.

Objekt 18, 21

Tyto dva objekty byly v obou částech zkoumání interpretovány jako okopy pro ležící nebo klečící střelce.

7.3 Měření na výzkumu „U Zvonu“

viz.kap.3.10. ;obr. 1,2; dále příl. na CD

8 ZÁVĚR

V práci byly popsány možnosti využití geodetických prací pro archeologické účely včetně metod k tomu vhodných. Věřím, že po jejím přečtení je problematika uplatnění mezioborových znalostí pro pochopení zřejmější. Jedná se především o tyto body:

- při vyhotovování terénní dokumentace geodetickými metodami je nutné dodržovat metodologická pravidla v souladu s geodetickými instrukcemi

- po ujasnění rozsahu měřických prací a potřeby přesnosti je třeba dbát na kontrolu a zjištění přípustných odchylek, které je třeba zmínit v technické zprávě o zaměření, kvůli doložení správnosti výsledků (či možnosti na ně navázat při pozdějších výzkumech)

- při zpracování naměřených dat používat formalizovaných postupů, jejichž kroky lze v budoucnu rekonstruovat (přepočítání, implementace do dalších softwarů...)

- při tvorbě kartografických děl dbát na obsah s potřebnými náležitostmi (měřítko, severka, legenda, vysvětlivky, kartografické značky)

Vybrané problémy jsou demonstrovány na konkrétních praktických ukázkách, doložené potřebnými výpočty a metodami. Podstatnou část práce tvoří obrazová příloha na přiloženém CD, kde jsou zároveň vyhotovené technické zprávy o zaměření všech uvedených příkladů včetně výpočetních protokolů z programu Groma v.8. Během psaní této práce jsem rozšířil své praktické znalosti jak v oblasti terénní, tak především oblasti zpracovatelské.

Problematika implementace naměřených dat do různých softwarů a kombinace přidružených metod, které v této práci byly zmíněny jen okrajově (fotogrammetrie, 3D skenery) nechť jsou dalším cílem mého bádání pro osvětu a přínos archeologické obci.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

Hynie, K. 1962: Terénna teória a praxe 1, Geodetické meranie v archeológii. Bratislava.

John, J. 2008: Počítačová podpora dokumentace terénních reliktů v archeologii. In : Macháček, J. (ed) 2008: Počítačová podpora v archeologii II. Brno - Praha - Plzeň, 252-259.

Klír, T. 2008: Osídlení zemědělsky marginálních půd v mladším středověku a raném novověku. Disertationes archaeologicae brunenses / Pragensesque. FF UK Praha

Kuna, M. 1999 : Využití GPS při zaměřování archeologických nemovitých památek, in: Beneš, A. - Michálek, J. - Zavřel, P. (eds.), Archeologické nemovité památky okresu České Budějovice I, Praha, 193-195.

Kuna, M. a kol 2004: Nedestruktivní archeologie. Praha. Academia.

Majer, A. (v tisku), Základy praktické geometrie pro

archeology. In: Vařeka, P. (ed.), Terénní archeologický výzjkum

odkryvem. Plzeň.

Majer, A. 2003: Měření síly zdiva a promítání směru normály elektromagnetickou goniometrií. In : Dějiny staveb 2002. Plzeň.

Neustupný, E. 2007: Metoda archeologie. Plzeň.

Novák, R. 2006: Zaměřování a vizualizace antropogenních reliéfních tvarů, in: Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Rokycansku I, Plzeň, 61- 65.

Procházka, R. – Vařeka, P. 2005: Manuál terénního výzkumu odkryvem: popis stratigrafických jednotek. Katedra archeologie FF ZČU v Plzni, Plzeň.

Rak, M. 2011 : Možnosti archeologického poznání novodobých polních fortifikací na příkladu lokality z 30. let 20. století. Rukopis.

Sládek, V. a kol 2008: Metody terénní antropologie a dokumentace kosterních nálezu: příklad hřbitova u kostela sv. Ducha ve Všerubech, in: Macháček, J. (ed) 2008: Počítačová podpora v archeologii II. Brno - Praha - Plzen, 217- 236.

Smetánka, Z. – Klápště, J. 1979: Geodeticko – topografický průzkum zaniklých středověkých osad, Archeologické rozhledy 31, 614 – 639.

Smetánka, Z. - Klápště, J. 1981: Geodeticko – topografický průzkum zaniklých středověkých vsí na Černokostelecku, Památky archeologické, 72, 416-458.

Smetánka, Z. - Škabrada, J. - Krajíc, R. 1988: Příspěvek ke kritice vypovídací hodnoty geodeticko - topografického průzkumu. In: Rodná země. Brno, 81 - 98.

Šimana, M. - Vencl, S. 1970: Návrh na jednotné polohové určování archeologických nalezišt, AR 22, 574- 585.

Šimana, M. 1971: Geodesie v archeologické praxi, Zprávy ČSSA, Supplement 9 (Praha).

Šimana, M. 1973: Geodeticko- topografický průzkum archeologické lokality a dokumentace výzkumu, in: Zaniklé středověké vesnice v ČSSR ve světle archeologických výzkumů II, Uherské Hradiště, 137-152

Šimana, M. 1979: Provádění geodeticko- opografického průzkumu na zaniklých střdověkých osadách, AR 31, 631- 639.

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.

Švejnoha, J. 2009.. Fotogrametrická dokumentace archeologických výzkumů. Nepublikovaná diplomová práce. Plzeň

Vařeka, P. 2006: Dokumentace reliéfních antropogenních tvarů, in :Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Rokycansku I, Plzeň, 57-59.

Veselá, R. 2008: Zaniklá ves Javor. In: Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Rokycansku II. KAR/ ZČU Plzeň. 27- 51.

Walter, M. 2009.. Využití fotogrammetrie v české archeologii. Nepublikovaná bakalářská práce. Plzeň

Příloha č.1 návodu pro obnovu katastrálního operátu ve vyhlášce č. 26/2007 sb., dostupné také na cuzk.cz

ČSN 01 3411 (013411) Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky

ČSN 73 0415 (730415) Geodetické body

Internetové zdroje:

http://geoportal.cenia.cz

http://www.gon.cz/cenik-praci/ucelove-mapy.html

http://gis.zcu.cz/studium/tka/Slides/uvod_do_kartografie.pdf

http://www.cuzk.cz/Dokument.aspxPRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_zmsm

Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy ČSN 01 3410 <http://nahledy.normy.biz/nahled.php?i=24118> (citováno 13.3.2010)

Čada, V. 2007: Přednáškové texty z geodézie. ZČU. Plzeň. < http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html > (citováno 13.3.2010)

Gál, L. 2008: Jedli jsme buchty a buchty snědly nás aneb hledání cesty z bludiště stratigrafií, dostpné na < http://terraverita.cz/clanek-jedli-jsme-buchty-a-buchty-snedli-nas >(citováno 13.3.2010)

Przybilla,J. - Staiger, R. 2010: Messen und Dokumentieren in der Archäologie : Ein aktuelles Tätigkeitsfeld für den Geodäten? [Měření a dokumentování : aktuální pole působnosti pro geodety?] dostupné na < http://www.hochschule-bochum.de/fileadmin/media/fb_v/labore/photogrammetrie/Artikel/Veroeffentlichungen/Przybilla/Messen_und_Dokumentieren_in_der_Archaeologie.pdf > (citováno 11.2. 2011)

Koštial, J. 2010: CAD v archeológii II. – základné pravidlá modelovania, dostupné na < http://dobo.sk/cadzone/lang/sk/2010/cad-v-archeologii-ii-zakladne-pravidla-kreslenia/#identifier_0_186 > (citováno 13.3.2010)

Koštial, J. 2008: Spádnice v CADu, dostupné na < http://dobo.sk/cadzone/2008/spadnice-v-cadu/ > (citováno 13.3.2010)

Nováček, K. 1993 : Klasifikace povrchových stop po zaniklé těžbě surovin (Příspěvek k metodice povrchového průzkumu). < http://kar.zcu.cz/texty/Novacek1993.htm > (citováno 13.3.2010)

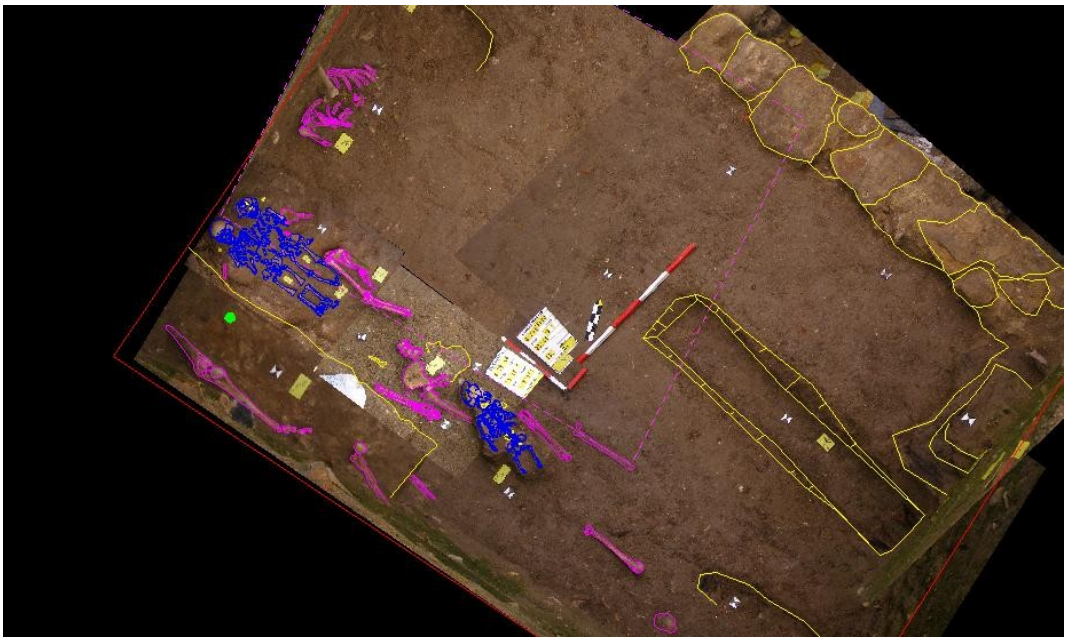
10 SUMMARY

This bachelor work deals with surveying and geodesy in archaeological science. There can we find description of principles of making thematic maps for the usage of archaelogists. Individual parts of this work are focused on the application of survey for destructive research and non-destructive research, especially surface survey of antropogenetic relief formations. At the begining of the first chapter, there is an introduction to history of exploration in interdisciplinary incorporation. This corporation define a specific branch of geodesy in archaeology. In the second chapter, there are descriptions of methods of geodesy, that could be used for individual works of documentation. Part of work engaging in instructions, norms and rules for surveys, to be passable accuracy. Chief part of work is made by examples from my own results of surveys and it creates appendix containing from pictures of maps and plans.

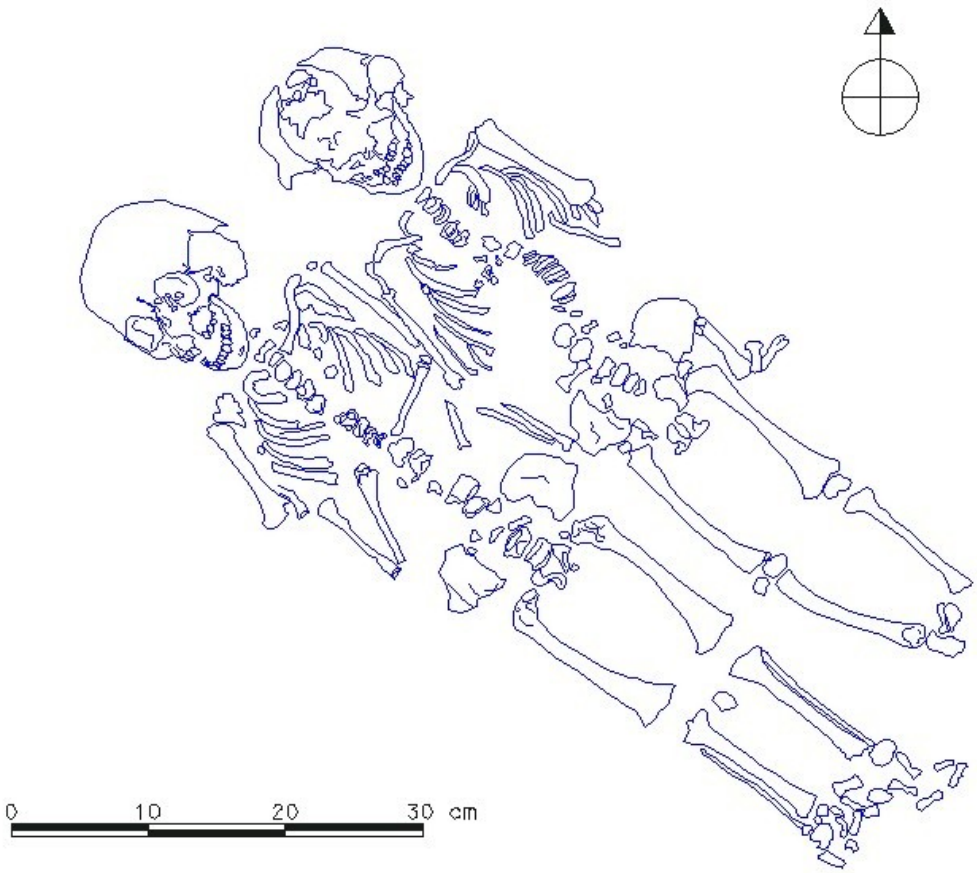
11 PŘÍLOHY

Mapa v měřítku	Kartografická přesnost	
	0,2 mm	0,5 mm
	Znamená ve skutečnosti	
1: 500	0, 10 m	0, 25 m
1: 1 000	0, 2 m	0, 5 m
1: 2 000	0, 4 m	1, 0 m
1: 2 880	0, 6 m	1, 4 m
1: 5 000	1, 0 m	2, 5 m
1: 10 000	2, 0 m	5, 0 m
1: 25 000	5, 0 m	12, 5 m
1: 50 000	10, 0 m	25, 0 m
1: 100 000	20, 0 m	50, 0 m
1: 200 000	40, 0 m	100, 0 m

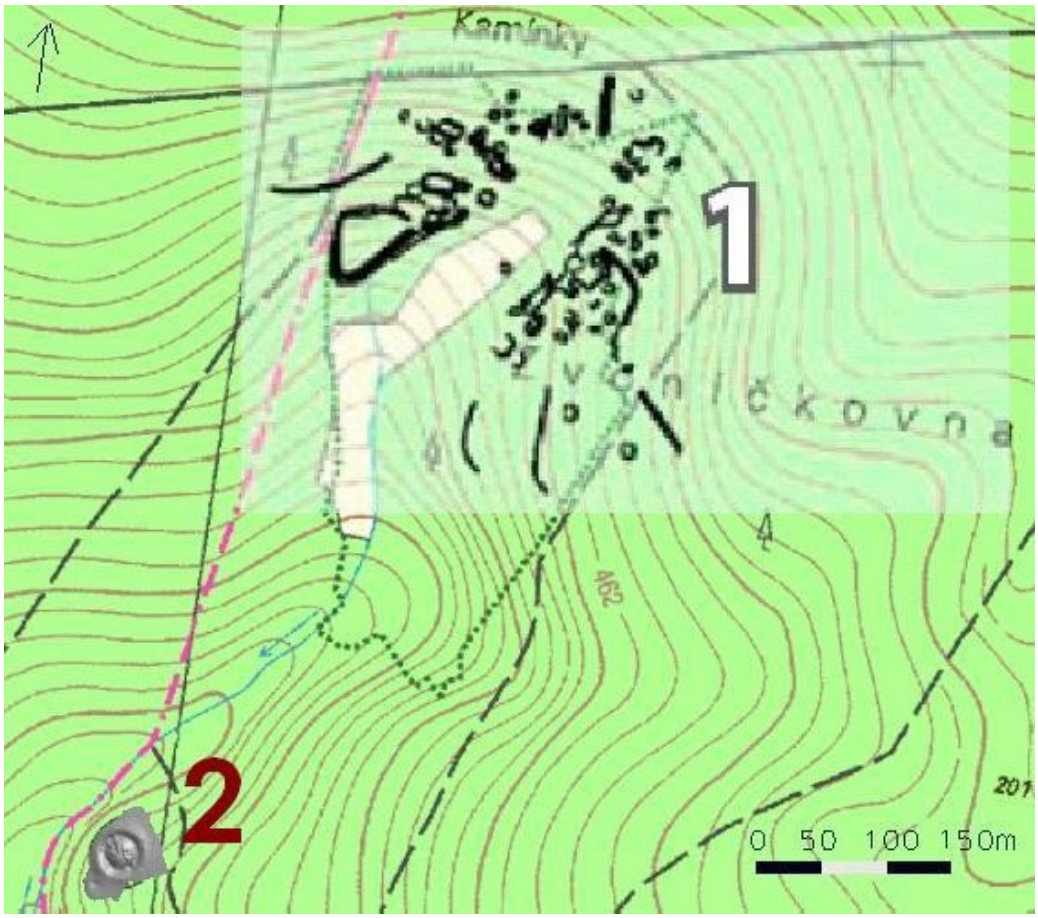
Tab. 2 Z tabulky je zřejmé, že pro mapy velkých měřítek musíme pečlivěji měřit, zatímco v mapách středních a malých měřítek pečlivě zobrazovat, chceme-li dosáhnout předpokládaných přesností (podle Šimana 1971, 96).



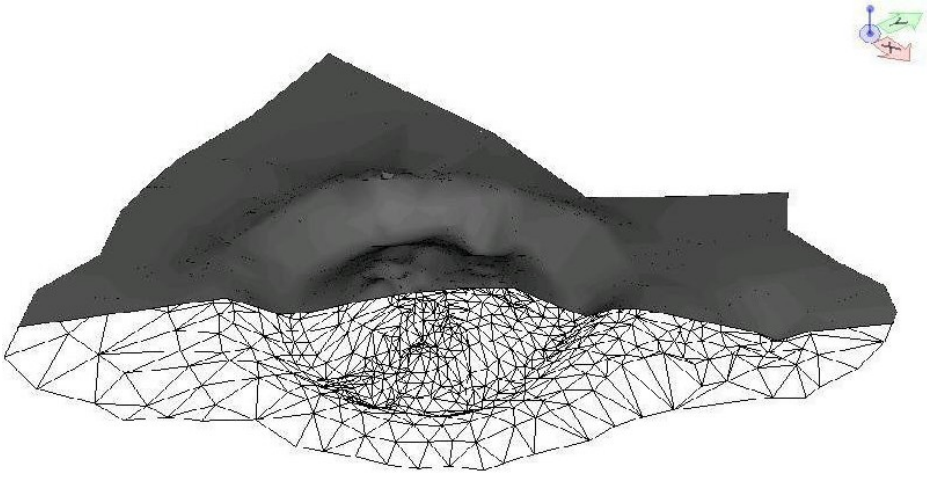
Obr. 1 : Fotoplán sondy 4 na záchranném výzkumu „U Zvonu“. Zpracováno v programu Microstation V.8.



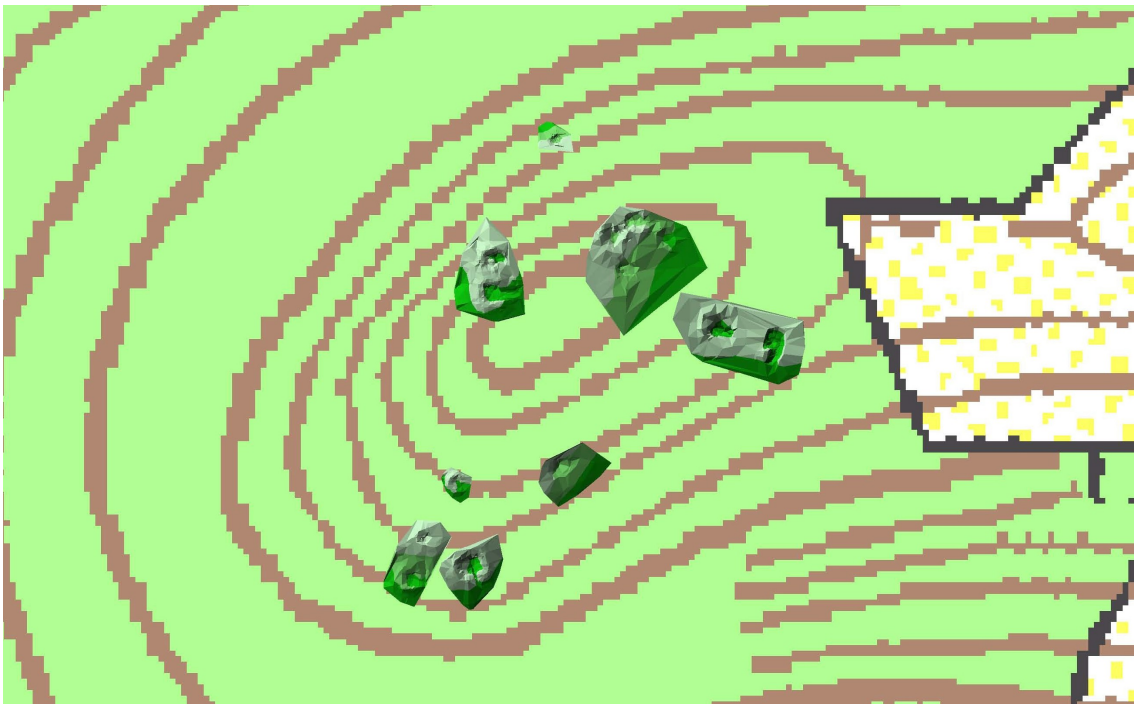
Obr.2: Dokumentace kosterních pozůstatků dvou nedospělých jedinců z lokality „U Zvonu.“ Zpracováno v programu Microstation V.8.



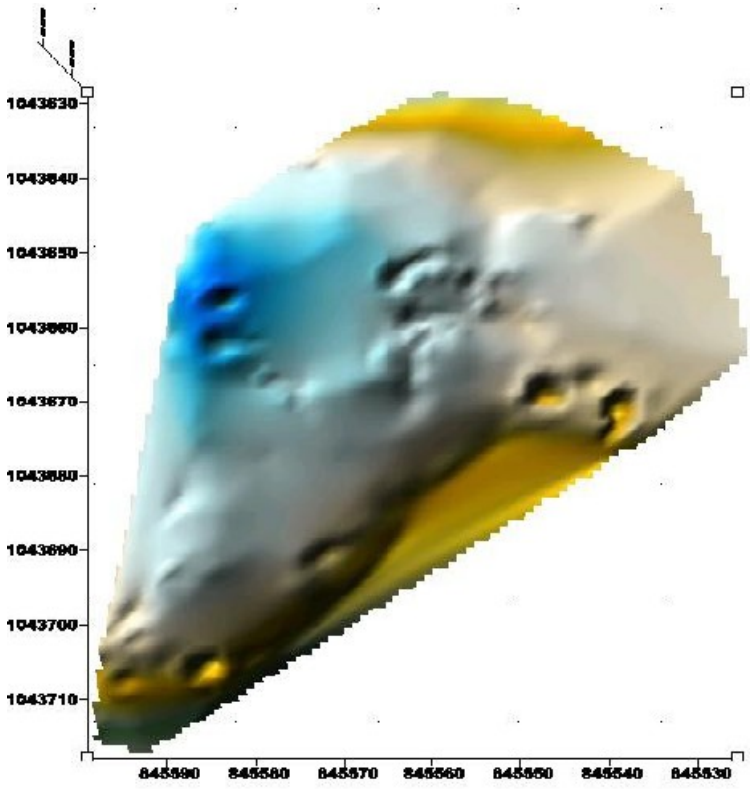
Obr.3:Půdorysný pohled na trojrozměrný model zaměření tvrze Javor (1) na podkladě ZM 10, s natransformovaným georeferencovaným plánem zaměření přilehlé vesnice (2) (podle: Veselá 2008).Mapový zdroj: geoportal.cenia.cz.



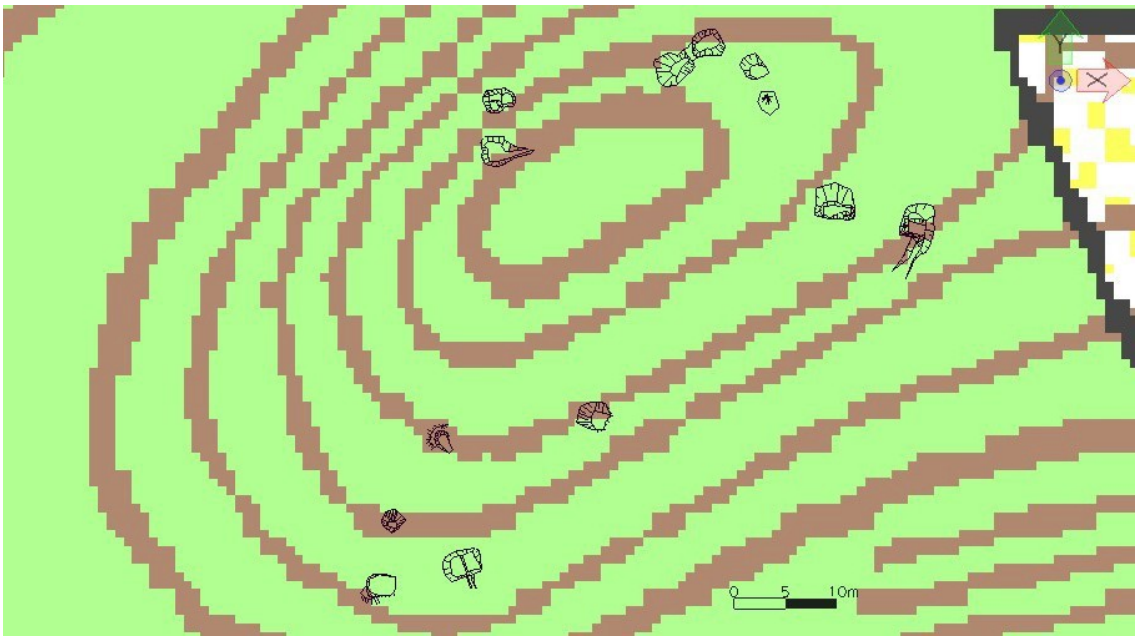
Obr.4 : Izometrický pohled na napůl drátový a napůl renderovaný 3D model tvrze Javor. Zpracováno v programu Microstaton V.8.



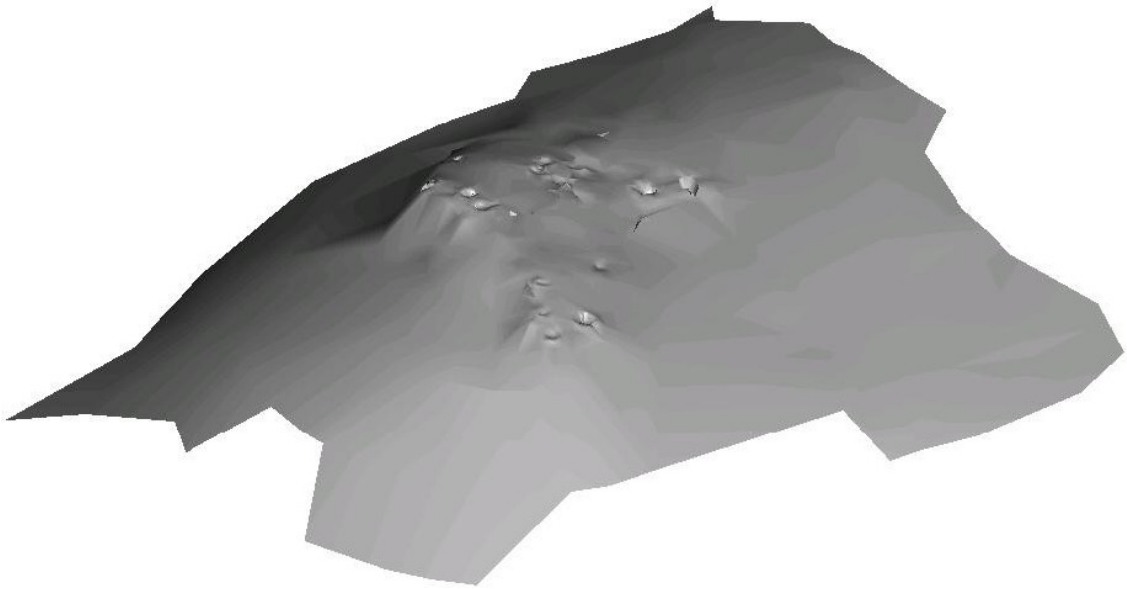
Obr. 5: TIN měřených objektů na ostrožně Huska II nedaleko Úterý. Zpracováno v programu ArcGIS, Mapový podklad ZM 10 ze zdroje geoportal.cenia.cz.



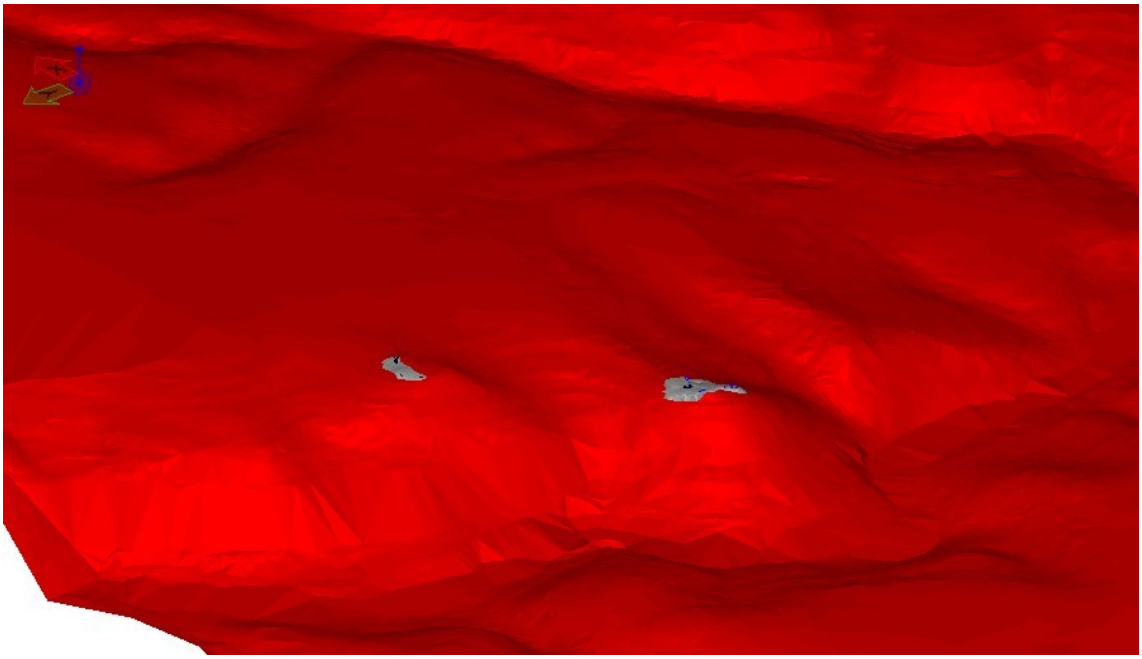
Obr. 6: Půdorysný pohled na 3D model měřené plochy na ostrožně Huska II nedaleko Úterý. Zpracováno v programu Surfer 8.



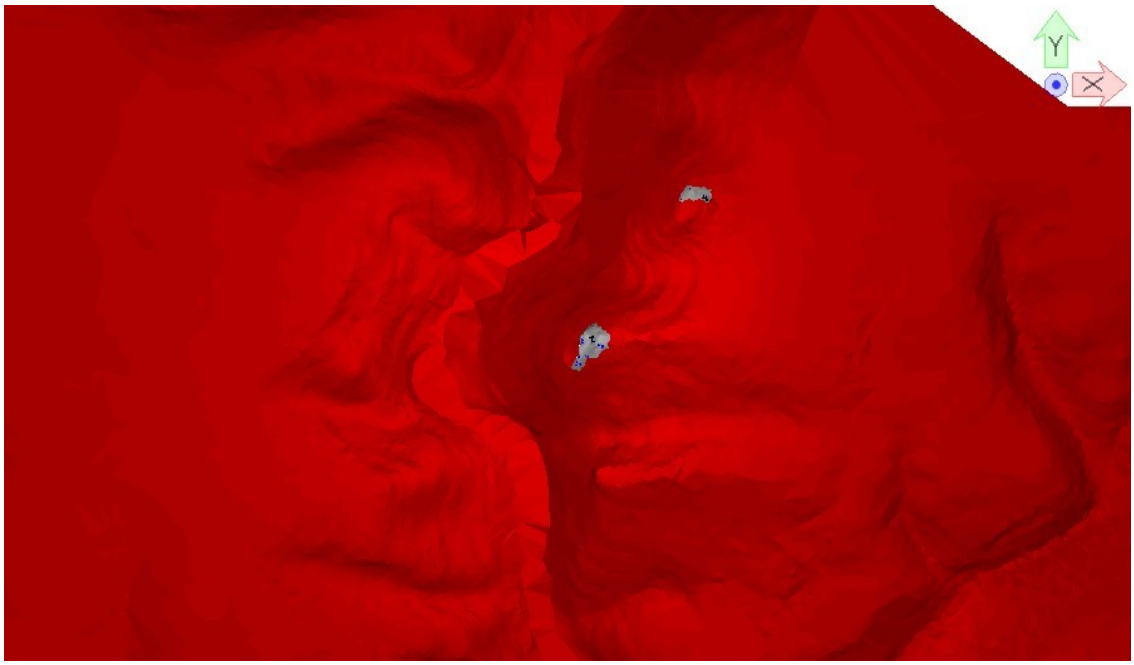
Obr. 7: Schématické znázornění objektů na lokalitě Huska II nedaleko Úterý. Zpracováno v programu Microstaton V.8.



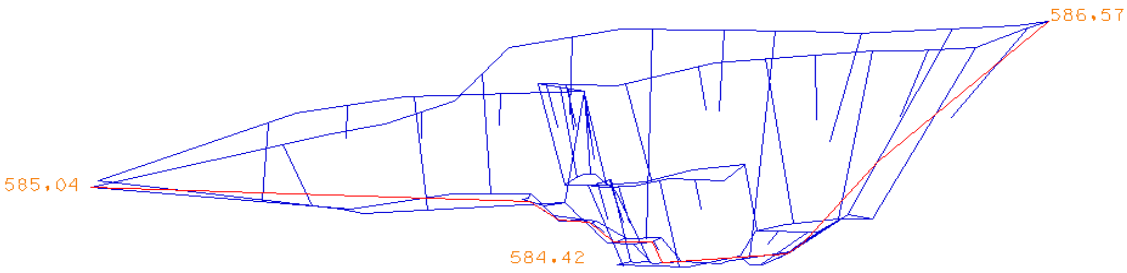
Obr.8: Digitální model terénu lokality Huska II nedaleko Úterý. Pracováno v programu Microstation V.8.



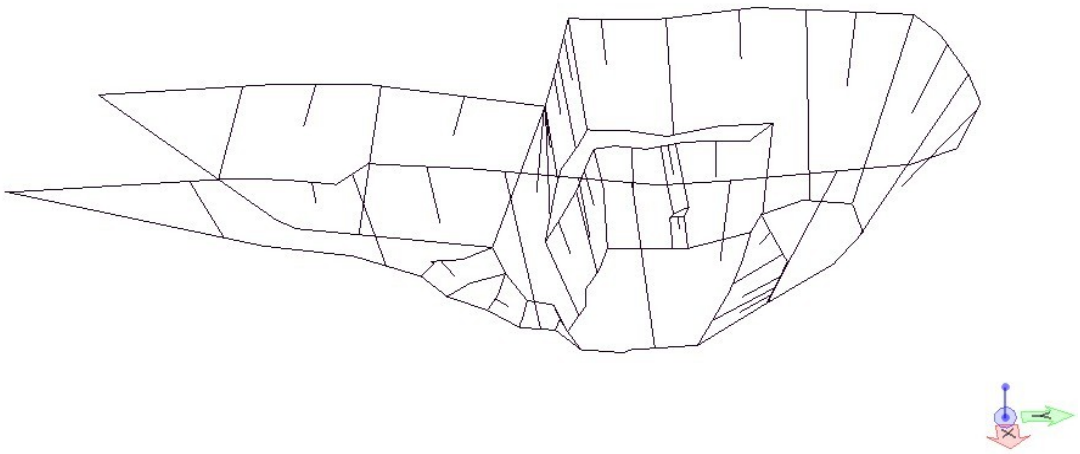
Obr. 9: Severozápadní pohled na zaměřené plochy s objekty polních fortifikací.



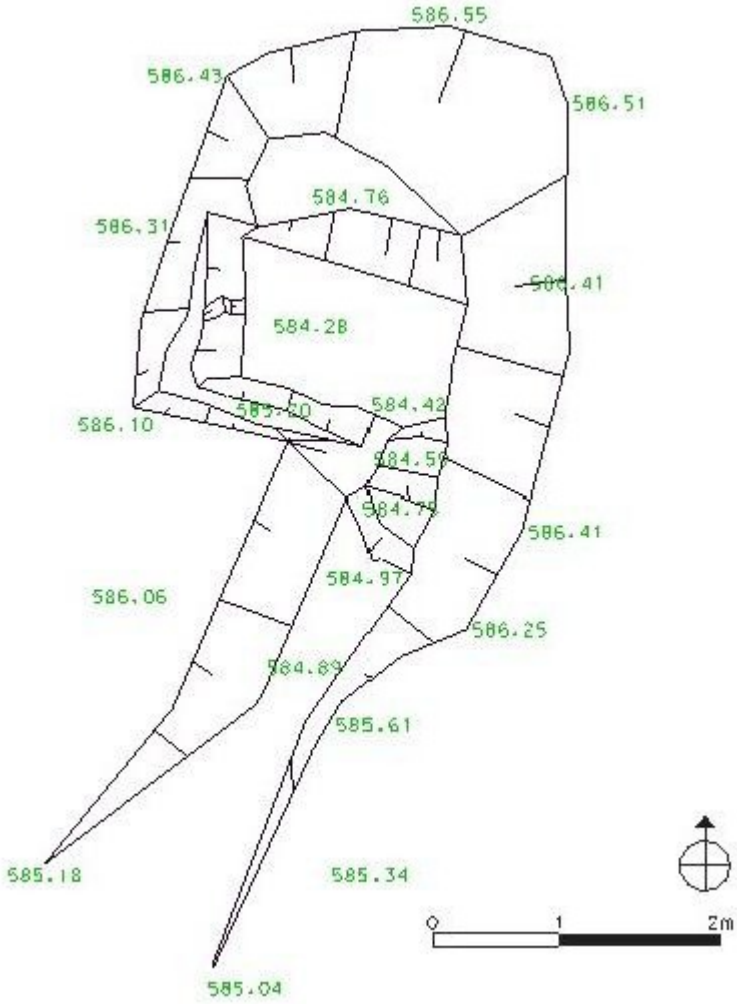
Obr. 10: Půdorysný pohled na na zaměřené plochy s objekty polních fortifikací.



Obr. 11: Schématický model objektu č.13 se zvýrazněným okótovaným profilem.



Obr.12: Izometrický pohled na schématický model objektu č.13.



Obr.13 Půdorysný pohled na kótované schématické zobrazení objektu č. 13 .