Archeologická mapa lokality Usli, Sudan[1]

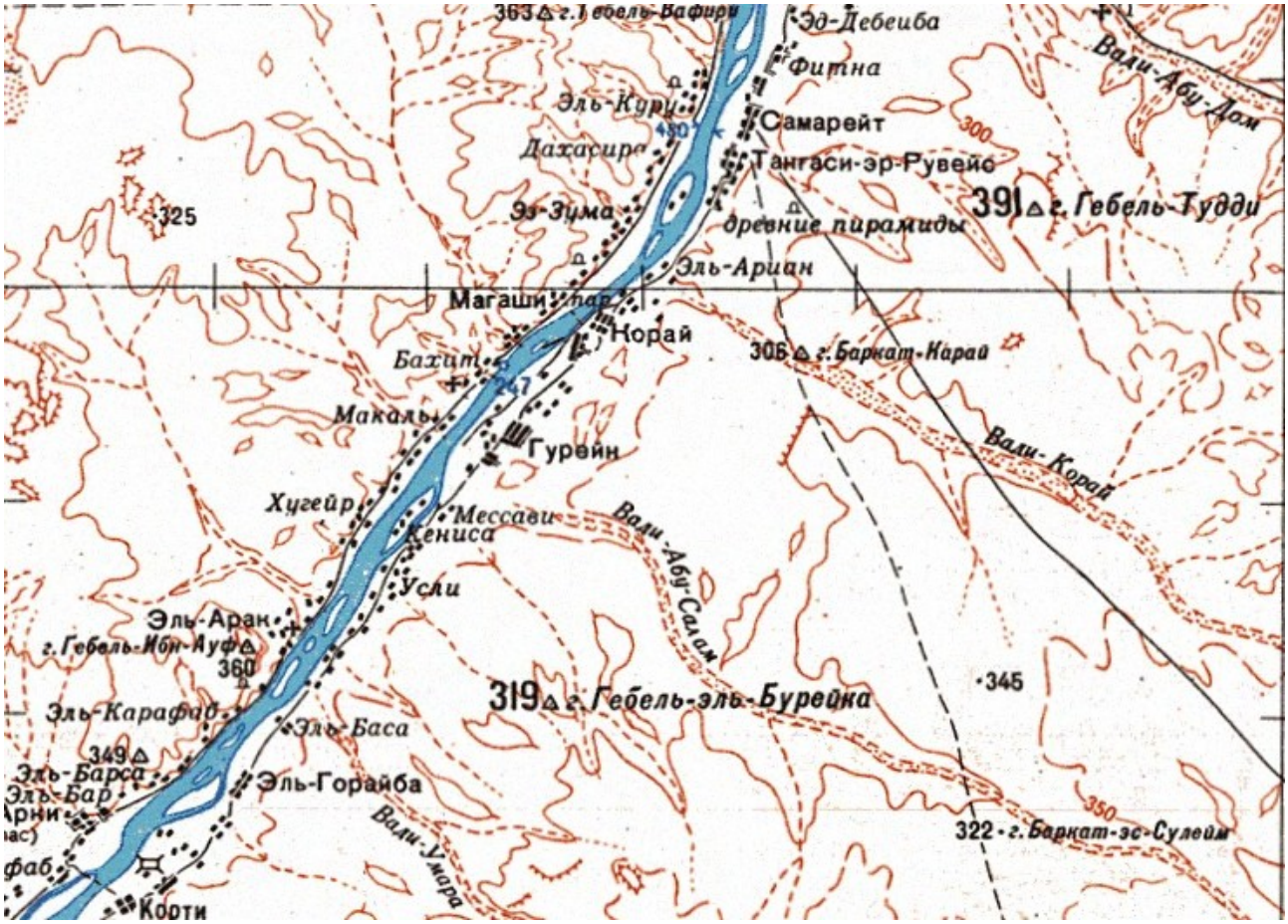
Vladimír Brůna

Fakulta životního prostředí Univerzity J.E. Purkyně v Ústí nad Labem
pracoviště Most, Dělnická 21, 434 01 Most

e-mail: vladimir.bruna@ujep.cz & http://bruna.geolab.cz

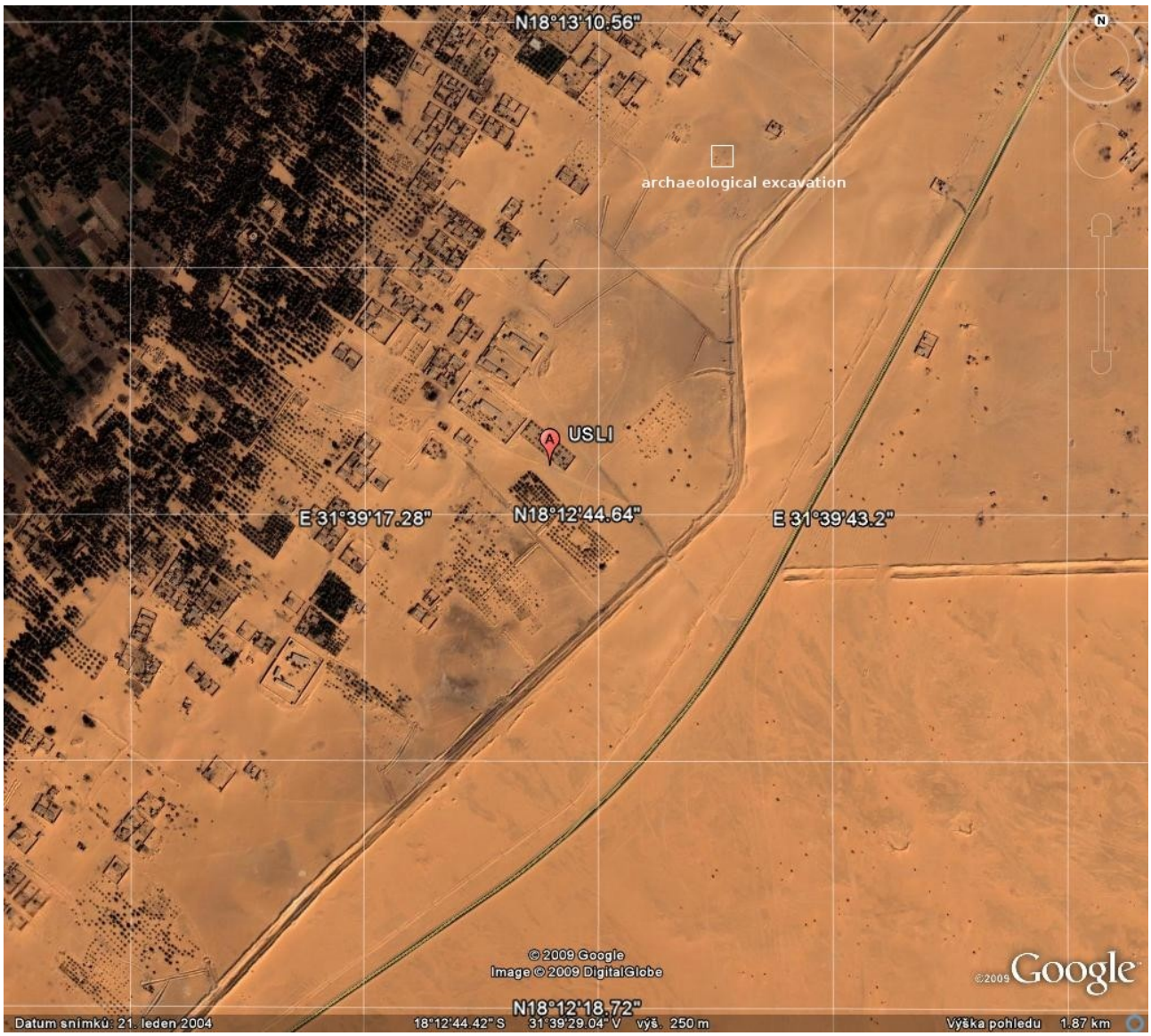
Archeologická lokalita Usli se nachází zhruba 350 km severozápadně od hlavního města Súdánu Chartúmu. Její levobřežní poloha na Nilu umožňuje přístup po hlavní silnici spojující města Dongolu a Karímu. Proti proudu je město Merowi, u kterého byla v místě 4 nilského kataraktu vybudována přehrada s vodní elektrárnou.

Zeměpisné souřadnice lokality naměřené satelitním přijímačem Trimble Juno ST jsou 18º13´00" N, 31º 39´35" E a přibližná výška HAE 252 m n.m.



Obr. č. 1 – Výřez z mapy 1 : 200 000, КАРЕЙМА, stav k roku 1971, souřadnicový systém 1942

1 internetové stránky expedice **http://sudan.geolab.cz**



Obr. č. 2 – Výřez z aplikace Google Earth – území archeologického výzkumu Usli

Geodetické měření na archeologické lokalitě Usli

Úvodem

Cílem geodetického měření na archeologické lokalitě Usli v Súdánu byla tvorba archeologické mapy jmenované lokality. Při standardní rekognoskaci terénu byly určeny pevné body, na které se umístily značky pevných geodetických bodů (křížky na ploše pevně zapuštěných pískovcových bloků). Stávající síť pevných geodetických bodů, včetně znalosti jejich souřadnic nebyla identifikována, proto se definovala lokální souřadnicová soustava s posunutým počátkem do bodu 5001 (X=500,00 m, Y=500,00 m) a ve směru na sever do bodu 5002, jehož poloha byla určena pomocí přijímače GPS.
Následně byla pomocí totální stanice zaměřena vodorovná vzdálenost, zenitová vzdálenost a výpočtem určeny tak souřadnice bodu 5002, tabulka č. 1.

Tabulka č. 1

5001	N 18º13´00.10"	E 31º 39´34.74"	Plochý kámen ve středu chrámu - křížek	HAE 252 m [2]
	Y = 500,00 m	X = 500,00 m		
5002	N 18º 13´04.46"	E 31º 39´34.72"	Zbytek základu hliněné zdi – ocelový hřeb	
	Y = 632,08 m	X = 500,00 m		252,33 m [3]

Použité přístroje a pomůcky

Pro zaměření zeměpisných souřadnic vybraných bodů v terénu, resp. objektů a terénních útvarů byl používán satelitní přijímač TRIMBLE JUNO ST. Protože v dosahu nejsou korekční stanice pro DGPS úpravu dat, byly souřadnice odečítány z displeje přijímače. Na každém bodě probíhalo vlastní měření zhruba 5 – 8 minut. V přijímači je instalována aplikace TerraSync, program však nešel spustit. Proto bylo vybráno náhradní řešení pomocí programu Control GPS, ve kterém byly odečítány souřadnice.

Pro vlastní mapování byla použita totální stanice Leica TCR 303 s měřením na minihranol, s dosahem maximálně 2 500 m. Stanice je vybavena vnitřním programem pro výpočet volného stanoviska, pro měření podrobných bodů a nepřímé vzdálenosti.

Naměřená data se pomocí USB kabelu přenesla do přenosného netbooku ASUS EeePC o parametrech: Intel Atom, CPU N270, 1,60 Ghz, 0,99 GB RAM, Microsoft Windows XP, Home Edition verze 2002, Service Pack 3, 12 GB SSD HD (rozdělen na 4 GB systém a 8 GB datové úložiště).
Součástí totální stanice je i program Leica Geo Office Tools (LGO) do kterého je importována data z totální stanice a tento program má několik modulů na zpracování dat, přenos dat mezi PC a totální stanicí, pro tvorbu bodové databáze, atd.

Nedílnou součástí pro dokumentaci jsou i jednoduché měřící pomůcky, které se používají při archeologickém výzkumu a účelně doplňují geodetické přístroje. Jedná se o lehká pásma na kruhu, většinou o délce 20 m a 50 m. Dále o svinovací metry (2 nebo 5 m dlouhé), skládací *dvoumetry*, olovnice pro vytyčení svislého směru, geodetické jehly, provázek pro ohraničení zkoumaného čtverce, ad.

Pro orientační určení magnetického severu se používá magnetický kompas, pro určení sklonu terénu, stěny, apod. Je možno použít sklonoměr.

Geodetické bodové pole

Vytyčení a proměření základní geodetické bodové sítě tvoří první etapu tvorby mapy. Vedle základních geodetických bodů (5001 a 5002) byly na lokalitě definovány a stabilizovány další pevné geodetické body (5003, 5004, 5005 a 5006). Toto bodové pole slouží jak pro vlastní mapování lokality a jejího nejbližšího okolí, tak i pro lokalní měření na archeologické

2 výška byla odečtena při měření GPS (hodnoty oscilovaly od 250 m do 254 m, proto byla definována průměrná hodnota a ta byla použita jako výchozí výška základního bodu geodetické sítě

3 výška druhého bodu geodetické sítě byla vypočtena z měření totální stanicí (převýšení)

lokalitě. Jak pro polohopis, tak i pro výškopis.

Metody geodetického měření

Pro geodetické měření byly použity dva základní programy totální stanice a to *volné stanovisko* a *měření*. Principem volného stanoviska je postavení stativu s totální stanicí na libovolné místo na terénu a viditelnost minimálně na dva body o známých souřadnicích. Po postupném měření na známé body vypočítá program v totální stanici souřadnice volného stanoviska, určí střední chybu výpočtu a pokud ta nepřekračuje definovaný rozptyl, jsou souřadnice stanoviska uloženy do databáze a je možno začít vlastní měření podrobných bodů.
Program měření je podmíněn znalostí minimálně dvou pevných bodů o známých souřadnicích, z toho na jeden bod se centruje a horizontuje totální stanice. Měření probíhá po zadání stanoviska, výšky stroje, souřadnic bodu, na který je prováděna orientace a typ, včetně výšky cíle (hranolu). Po zaměření na orientační bod provede program výpočet orientace s určením střední chyby. Pokud tato nepřesahuje limitní hodnoty, je uložena orinetace totální stanice a může se přistoupit k vlastnímu měření podrobných bodů.

Měření podrobných bodů

Pro tvorbu archeologické mapy lokality dělíme zaměřované podrobné body do následujících kategorií.

Výškopis

První je měření podrobných bodů terénu s cílem získat databázi podrobných bodů, které bude sloužit k vytvoření TIN modelu a vrstevnicové mapy lokality.
Dle charakteru terénu se lokalita rozdělila na jednotlivé sektory, ve kterých se postupně provádělo podrobné měření. Cílem bylo získat souřadnice (x,y, a z) terénu, jeho základních a doplňkových bodů (hřbetnice, údolnice, vrcholy vyvýšenin, dna sníženin a dalších důležitých terénních bodů). Součástí měření je i schematický polní náčrt, který slouží při vlastní tvorbě vrstevnicového plánu v příslušném programu.

Polohopis

Součástí polohopisného měření je nejprve identifikace podrobných polohopisných bodů a jejich postupné zaměření. Jedná se např. o osu kanálu, krajnic komunikace, půdorysy budov, osy nezpevněných cest v okolí lokality a další výrazné polohopisné body. Nedílnou součástí mapy jsou i pevné geodetické body, které byly za účelem mapování na lokalitě stabilizovány a zeměřeny.
Všechny tyto polohopisné body doplňují vrstevnicovou mapu a spolu s ní tvoří polohopisný a výškopisný základ archeologické mapy.

Měření tématických (archeologických) dat

Data, která netvoří základní topografické prvky mapy (polohopis a výškopis a popis) se nazývají data tématická. V kartografické praxi existují desítky tématických map, kdy je tzv. tématický obsah (územní plán, památková dokumentace, lesnické mapy, geologické mapy, výukové mapy, atd.) vložen do prostředí základní topografické mapy. Obsah je limitován měřítkem mapy a tím i stupněn generalizace obsahu.

V našem případě vytváříme archeologickou mapu lokality Usli a výše byly uvedeny postupy získání topografického obsahu mapy (polohopis a výškopis). Už z názvu vyplývá druh obsahu mapy, jedná se o zaměření objektů archeologických, resp. těch, které mají s archeologickým výzkumem vazbu.

Postupně byly zaměřeny identifikovatelné pískovcové bloky (většinou na 4 – 5 bodů), areály keramiky, areály rozptýlených pískovcových částí bloků. Součástí mapy je i čtvercová síť, která byla pomocí totální stanice vytyčena na lokalitě a má rozměry 10 x 10 metrů. Jednotlivé čtverce se pomocí pásma, skládacích metrů a výsuvných měřítek dále zhušťují a v nich poté probíhá detalní dokumentace odkrytých a začištěných archeologických struktru, včetně zákresu prostorové polohy keramiky.

Je nutno podotknout na nutnost číslování jednotlivých zaměřovaných podrobných bodů, vytvoření jednoduchých nákresů měřených objektů a vyznačení nebo slovní popis jednotlivých zaměřených bodů. Například body 4 – 7 půdorys kamenného bloku, bod číslo 12 střed shluku keramiky, apod. Pravidelná kontrola zápisu měřených bodů je důležitá pro kancelářské zpracování naměřených dat.

Metoda zpracování naměřených dat a jejich import do prostředí GIS a CAD

Výpočet souřadnic jednotlivých měřených podrobných bodů probíhá přímo v programu totální stanice. Při připojení k PC jsou do programu LGO Tools naměřená data přenášena v několika volitelných formátech (*.gsi, *.idx, *.asc, ad.). Program umožňuje úpravu databáze souřadnic pro využití v jiných programech, ať už se jedná o geografický informační systém (GIS)[4] nebo o program na bázi CAD[5].

V našem případě jsme naměřené podrobné body importovali ve formátu *.dbf nejprve do prostředí GIS – ArcView GIS, ESRI Corp. Jedná se o jednoduchý a uživatelsky přívětiví GIS program, který umožňuje zobrazení grafické části a zároveň vytváření atributových záznamů u jednotlivých grafických prvků. Vektorová data (bod, linie, polygon) lze doplnit daty v rastrovém formátu (*.jpg, *.tif, ad.). V našem případě budeme doplňovat vektorovou databázi satelitním snímkem v rastrovém formátu, viz. dále.
V GIS se podrobné body z geodetického měření zkontrolují, vytvoří se datová topologie[6] a provede se kontrola atributových dat, případně se atributová data doplní o poznámky z terénu.
Jednotlivé vrstvy (shape files) se mohou roztřídit dle tvaru značky a barvy. Pomocí atributových dat se vytváří různé kombinace geodat, nová rozdělení a legendy.

Digitální model terénu

Z naměřených dat terénu (podklad pro výškopisnou mapu) se vytváří digitální model terénu. Podmínkou je databáze podrobných bodů terénu (viz. kapitola Měření podrobných bodů - výškopis), tzn. znalost nejen rovinných souřadnic podrobných bodů, ale i jejich výška, která může být absolutní nebo relativní, v každém případě všechny body musí byt

4 Geografický informační systém (GIS) pracuje s prostorovými daty (geodaty) a prioritou je vzájemné propojení grafické části dat (bod, linie, polygon) s databázovými záznamy, vztahujícími se k jednotlivým grafickým prvkům. Např.. jako bod zobrazená koncentrace keramiky a v databázi charakteristika keramiky.

5 CAD upřednostňuje grafické vyjádření jednotlivých prvků kresby bez přímé návaznosti na atributy

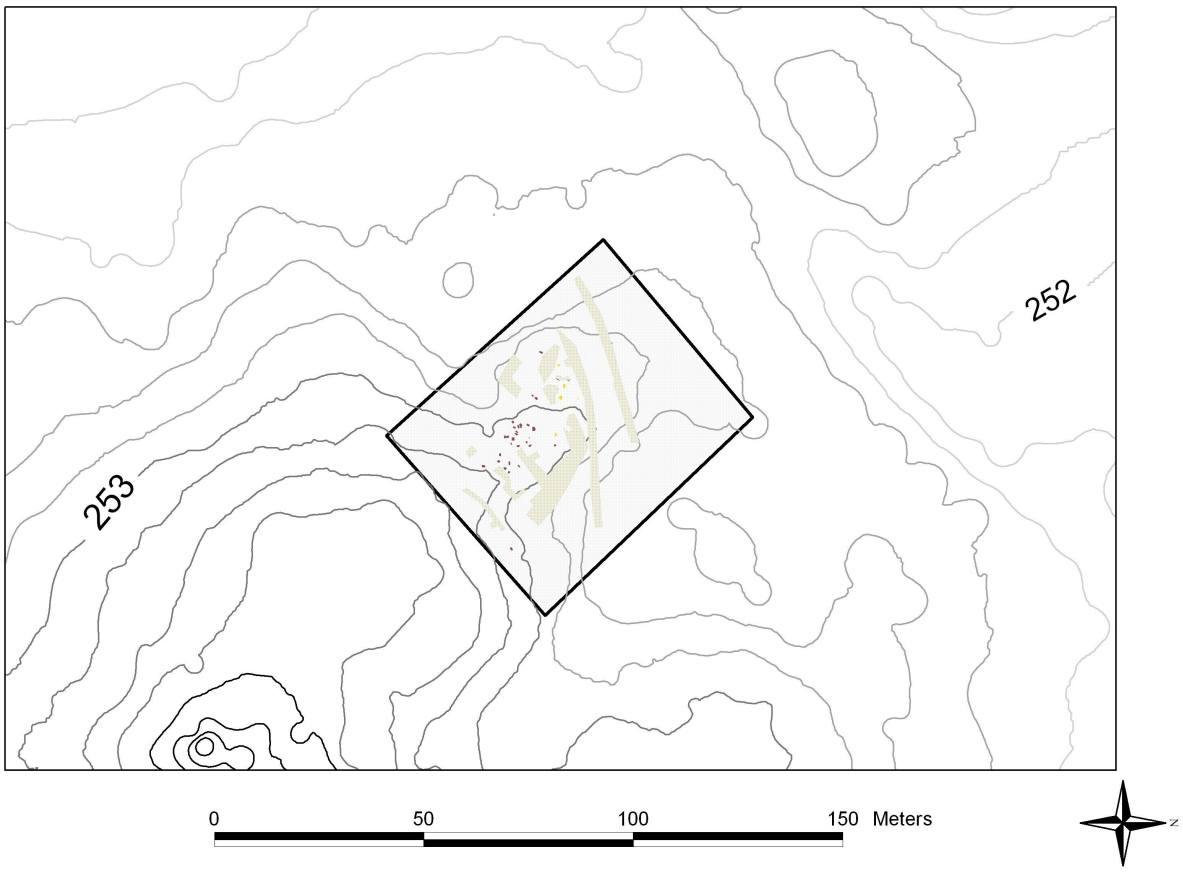
6 topologie se zabývá prostorovými vztahy mezi geodaty

ve stejném souřadnicovém a výškovém systému.
Program ArcView GIS má jako jeden z mnoha modul 3D Analyst, umožňující z databáze terénních bodů (x,y,z nebo h) vytvořit tzn. TIN model. Na základě tohoto modelu lze extrahovat vrstevnice o různě definovaném výškovém intervalu.
Vedle vrstevnic umožňuje 3D Analyst i základní analýzu terénu a tvorbu map sklonitosti či orientace.
Vrstevnice vzniklé pomocí modulu 3D Analyst nelze přímo převzít, ale vždy je nutná subjektivní úprava a kontrola na základě znalosti terénu a z informací získaných z polního zápisníku.

Po základní úpravě dat v GISu a vytvoření tzv. shape files, lze pomocí modulu SHAPEDXF[7]. Tento modul převede formát shape file na formát DXF, se kterým pracuje např. AutoCAD.

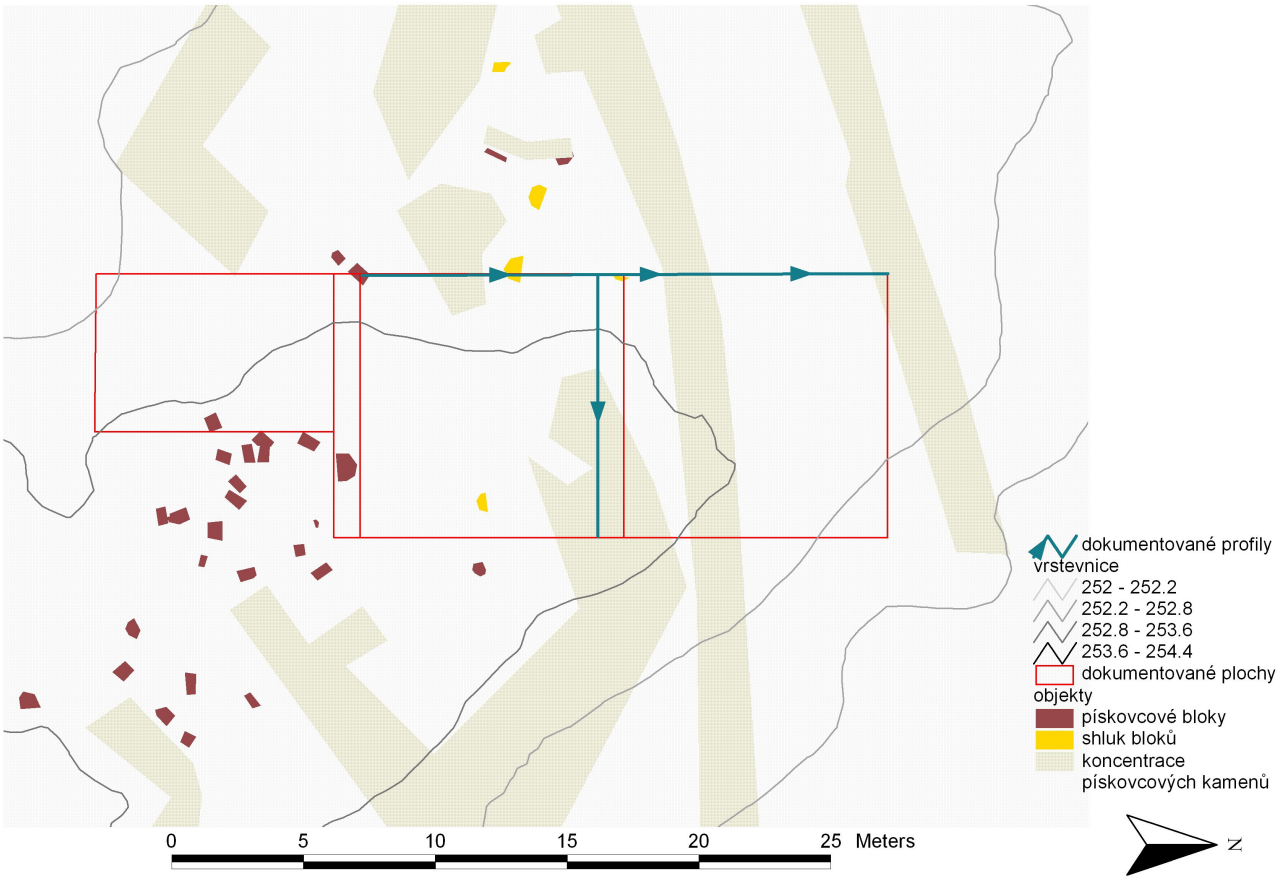
Kompletace archeologické mapy lokality napatského chrámu v Usli

Ze získaných geodetických měření a po úpravách ve výše uvedených programech byla vytvořena základní polohopisná a výškopisná archeologická mapa. Programové vybavení na expedici nedovolovalo kompletní zpracování naměřených dat, to bude dokončeno až po návratu do ČR.



Obr. č. 3 – Přehledná mapa archeologické lokality USLI

7 This format of the command will convert an ArcView shapefile into an AutoCAD ASCII Drawing Interchange (DXF) file. SHAPEDXF [shapefile] [dxf_file] [decimals]



Obr. 4. - Detail z archeologické mapy

Závěr

V průběhu 14-ti denního archeologického výzkumu napatského chrámu v Usli byl proveden sběr dat pomocí geodetických metod s cílem vytvoření archeologické mapy. Absence geodetických bodů základního bodového pole byla nahrazena definováním lokální sítě tak, aby rovinné souřadnice byly v rámci zájmového území pouze kladné a byla definována výška podle měření přijímačem GPS. Tato výška není v absolutních hodnotách, ale je zaměřena s chybou řádově 20 m. S tímto faktem je nutno počítat při dalším měření a dokumentaci.

Jako pozitivní se ukázalo použití totální stanice, která umožnila rychlé a přesné měření, včetně vlastního zpracování naměřených hodnot. V případě pokračování archeologického výzkumu v Usli, resp. na jiných lokalitách v Súdánu, se nabízí otázka, zda nepoužít menší a lehčí totální stanici.

Výsledná archeologická mapa splňuje požadavky dané ze strany archeologů a je základem pro vyhodnocení dokumentace a i pro pokračování dalšího výzkumu v uvedené oblasti.