

Kole geoinformatiky při archeologickém výzkumu v Egyptě

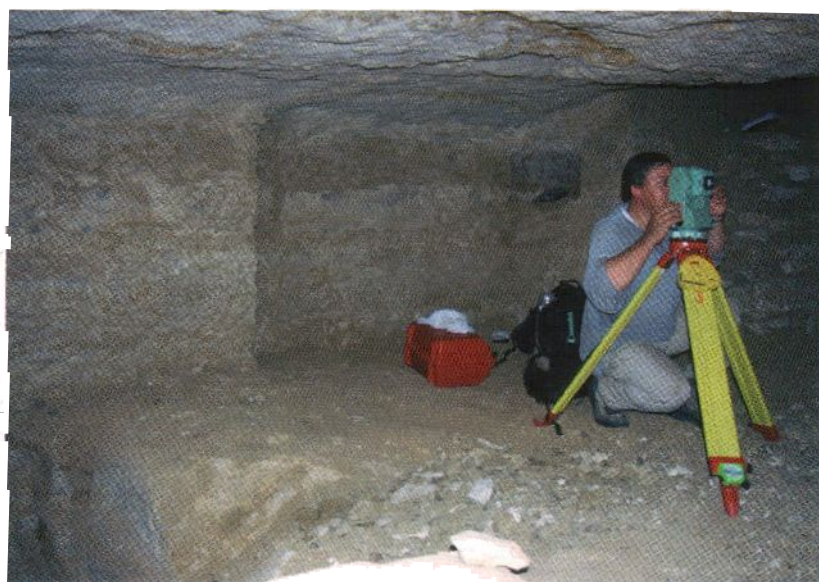
Česká egyptologie provádí rozsáhlý archeologický výzkum na koncesi v Abúsíru a od roku 2003 i v egyptské Západní poušti, oáze Baharíja – El-Hajéz. Již od počátku archeologických výzkumů se stali součástí expedic geodeti, kteří dokumentovali a mapovali odkryté archeologické objekty. S rozvojem nových metod a technologií se v posledních letech začala při výzkumech aplikovat geoinformatika. Příspěvek shrnuje nejdůležitější cíle, metody a první výsledky dosažené od roku 2001.

Česká archeologická koncese v Abúsíru

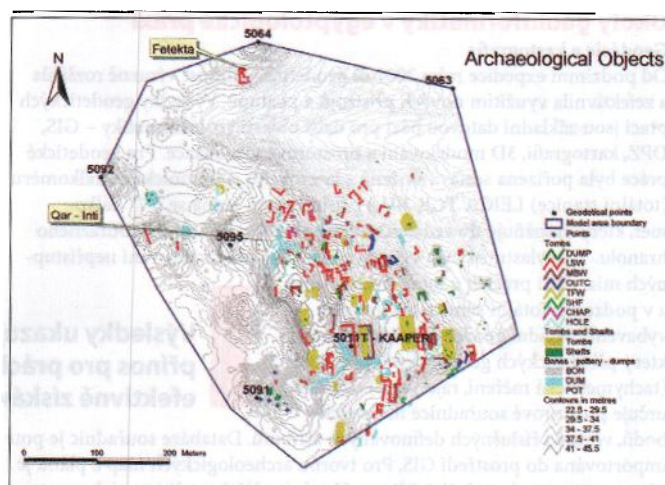
Přibližně 30 km jižně od Káhiry se nachází území české archeologické koncese – Abúsír. Lokalita je situována na západním břehu Nilu, v místě přechodu plosiny Západní pouště do úrodné nilské nivy. Zde byla vybudována místa posledního odpočinku, pyramidové komplexy, nejméně čtyř panovníků 5. dynastie. Kolem nich postupně vznikaly rozsáhlé nekropole členů jejich rodin a úředníků tehdejšího staroegyptského státu. Koncesi lze rozdělit na tři základní části, v nichž probíhá archeologický výzkum, a to: abúsírské pyramidové pole, šachtové hroby ležící v západní části koncese a oblast jižního Abúsíru, která navazuje na severní Sakkáru. Na pyramidovém poli probíhaly výzkumy již v 19. stol., ale teprve v 90. letech minulého století se výzkum rozšířil i na oblast šachtových hrodek a do jižního Abúsíru.

Historie geodetických prací

Spolupráce geodetů a egyptologů má již více než čtyřicetiletou tradici. Začala v roce 1962 při záchranných výzkumech v Núbii a poté pokračovala v oblasti československé (dnes české) koncese v Abúsíru. Geodetické práce probíhaly do roku 2001 vždy v pravidelných několikaletých intervalech. Zahrnovaly zejména budování a údržbu bodového pole v místním souřadnicovém systému, polohopisné zaměření odkrytých archeologických objektů a struktur, včetně postupného polohopisného a výškopisného zaměření území Abúsíru. Výsledkem je výškopisný plán v měřítku 1:2 000 se základním intervalem vrstevnic 1 metr. Součástí geodetických prací bylo i využití pozemní fotogrammetrie při výzkumu v Núbii a při zaměření komplexu mastaby Ptahšepse.



Obr. 1: Měření s totální stanicí v pohřební komoře Iteje



Obr. 2: Mapa vrstevnic a archeologických objektů v jižním Abúsíru

Archeologie a geoinformatika

Rozvoj geoinformačních technologií vstupuje v posledním desetiletí i do jinak celkem tradiční a konzervativní archeologie. Spolu s osvědčenými geodetickými metodami jsou využívány nové přístupy jako například digitální kartografie, geografické informační systémy (GIS), počítačové modelování, metody dálkového průzkumu Země (DPZ) a použití satelitních přijímačů GPS k určení topografické polohy na zemském povrchu. Logické je doplnění výše uvedeného výčtu o využití internetových technologií (prezentace výsledků v prostředí mapového serveru apod.).

Unikátní úhel pohledu, který data DPZ poskytují, pomáhá již několik desetiletí archeologům na celém světě – hovoříme o tzv. nedestruktivní archeologii

V prostředí české archeologie je možné jmenovat aplikace GIS a metod DPZ při výzkumech Archeologického ústavu AV ČR v Praze a také aktivity na akademické půdě (FF MU Brno, FF ZČU Plzeň, FF UK Praha), kde se archeologické obory studují.

Autor spolupracoval od 90. let především s Expoziturou ArÚ AV ČR, později s Ústavem archeologické památkové péče SZ Čech v Mostě, kde mezi hlavní výsledky patří převod databáze lokalit nálezů ze severozápadních Čech do prostředí GIS v rámci grantu MK ČR a nasazení nových metod geodetického zaměření při záchranných archeologických výzkumech. V roce 2000 začala spolupráce s Českým egyptologickým ústavem FF UK Praha (ČEgÚ), resp. se vzniklým Českým národním egyptologickým centrem (ČNEC).

Zkušenosti z několikaleté spolupráce s archeology v českém prostředí s sebou přinesly potřebu koncipovat plán, jakým způsobem přistoupit ke zkoumání archeologických lokalit v Egyptě jako celku tak, aby bylo možno zdokumentovat hlavní povrchové rysy lokality, než zaniknou vlivem archeologické činnosti. Další imanentní potřebou byl sběr dat takové povahy, která by umožnila ekonomické a maximálně efektivní zaměření archeologických výzkumů v budoucnosti.

Postupně tak byl vypracován plán povrchového průzkumu lokality včetně podrobného geodetického zaměření, tvorby detailního vrstevnicového plánu, zhotovení fotogramů (fotografické dokumentování jednotlivých archeologických objektů pomocí tzv. švédské věže), geofyzikálního průzkumu, nasazení metod dálkového průzkumu Země a tvorby GIS. To vše v kombinaci s probíhajícími archeologickými pracemi.

Tyto metody nebyly vybírány náhodně – pokaždé šlo o to, aby byly schopny přispívat k analýze otázek, které byly stanoveny jako dlouhodobé cíle projektu. Z nich lze v tomto kontextu jmenovat tyto:

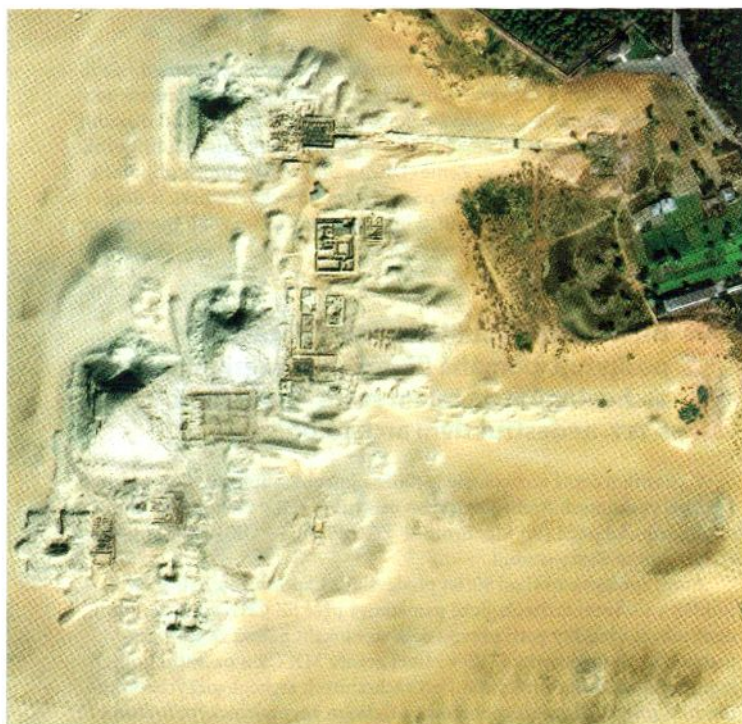
1. jakým způsobem se pohřebiště vyvíjelo v čase,
2. jaké bylo prostorové členění pohřebiště v závislosti na čase a sociálním postavení staroegyptských hodnostářů zde pohřbených,
3. jak souvisí pohřebiště v jižním Abúsíru s obdobnými pohřebišti v Abúsíru a Sakkáre (pokud jde o vývoj jak v čase, tak zejména v prostoru),
4. vazba archeologického výzkumu k současnosti – přílehlým intravilánům, činnosti člověka na okraji pouště.

Úkoly geoinformatiky v egyptologické praxi

Geodézie a kartografie

Od podzimní expedice roku 2001 se geodetická činnost výrazně rozšířila a zefektivnila využitím nových přístrojů a postupů. Výsledky geodetických prací jsou základní datovouází pro další oblasti geoinformatiky – GIS, DPZ, kartografii, 3D modelování a prostorové vizualizace. Pro geodetické práce byla pořízena sestava složená z laserového elektronického dálkoměru (totální stanice) LEICA TCR 307 a příslušenství. Jedná se o 7^m dálkoměr, který umožňuje do vzdálenosti 80 m měření bez použití odrazného hranolu. Tato vlastnost byla využita především při zaměřování nepřístupných míst a při pracích v interiérech hrobek a v podzemí. Totální stanice má ve svém vybavení základní geodetický software, který při klasických geodetických postupech (tachymetrická měření, rajon atd.) okamžitě určuje prostorové souřadnice měřených bodů, včetně příslušných definovaných atributů. Databáze souřadnic je poté importována do prostředí GIS. Pro tvorbu archeologických map a plánů je přesnost stanice dostačující. Při zaměřování zvláště nepřístupných prostor

Výsledky ukazují jednoznačný přínos pro práci archeologů, kteří efektivně získávají souhrnné údaje



Obr. 4: Pyramidové pole v Abúsíru – základní barevná syntéza po převzorkování



Obr. 3: Fotogram vstupu do Hetepiho mastaby (modré značky – vliovací body)

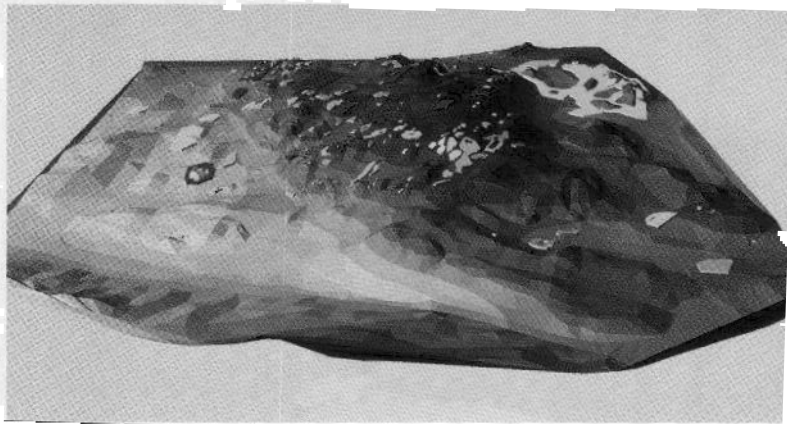
je používán ruční laserový dálkoměr Disto. V prostředí GIS se vytváří základní geodatabáze, včetně kartografických výstupů.

Geografický informační systém

Projekt GIS Abúsír je realizován v prostředí programu ArcView 3.2 a ArcGIS 8.2 firmy ESRI Corp. Jde o uživatelsky jednoduchý program, který obsahuje i základní extenze – ArcView Spatial Analyst, ArcView 3D Analyst a ArcView Image Analysis. Do prostředí tohoto programu jsou importována data z geodetického měření a zde jsou dále zpracována, uložena do datové struktury a připravena pro analytické a syntetické úlohy.

V letošním roce bude dokončena archeologická mapa Abúsíru, která obsahuje základní polohopis a výškopis, včetně zaměřených archeologických objektů. V oblasti jižní části koncese byl vytvořen podrobný 3D model terénu a databáze identifikovaných archeologických struktur – objektů. Samotný povrchový průzkum byl prováděn postupnou subjektivní rekognoskací terénu, při které probíhala interpretace – identifikace archeologických struktur – objektů. Každý identifikovaný objekt (struktura) byl geodeticky zaměřen, a to buď ve formě bodové, liniové nebo plošné – polygonové. Vedle geodetického zaměření proběhla fotografická dokumentace objektu a zápis dalších charakteristických informací, které se staly součástí databáze v GIS.

Byla identifikována a zaznamenána celá řada archeologických informací a objektů, jedná se nejen o půdorysy a zdiva hrobek (z vápence, cihel z nilského bahna ap.) ale i o výsypky, koncentrace keramiky, lidských a zvířecích kostí, částečně vylázané artefakty (např. koncentrace zlomků kamenných nádob). Celkem tak bylo zdokumentováno asi 150 objektů s různou výpovědní hodnotou.



Obr. 5: 3D model jižního Abúsíru s archeologickými objekty

Například půdorysy hrobek s liniemi kaplí a odhadovanou velikostí zastavěného půdorysu, v kombinaci s již odkrytými objekty, umožňují predikci vývoje pohřebiště v čase, a to zejména na základě typologických změn v architektuře hrobek během 3.–6. dynastie (přibližně 2700–2200 př. n. l.). Výsypky a akumulace keramiky zase označují místa, kde zřejmě probíhala intenzivní zlodějská činnost. V některých případech máme doloženy výsypky, ale samotné archeologické objekty nejsou zřetelné, výsypka se tak stává nepřímým dokladem existence povrchové bezpříznakového objektu. Výsledná sestava tematických vrstev archeologických objektů byla importována do databáze GIS a jedním z výstupů je i lokalizace archeologických objektů na 3D modelu terénu.

Poušť a oáza ze satelitu

Ve výčtu metod má své místo i dálkový průzkum Země. Unikátní úhel pohledu, který data DPZ poskytují, pomáhá již několik desetiletí archeologům na celém světě; hovoříme o tzv. nedestruktivní archeologii. V egyptologii se využívají především satelitní záznamy vysokého stupně rozlišení z důvodu obtížné dostupnosti leteckých snímků.

Od podzimní expedice roku 2001 se geodetická činnost výrazně rozšířila a zefektivnila využitím nových přístrojů a postupů

Snímky ukazují vzájemné vztahy a souvislosti mezi současnými a archeologickými objekty, jsou přínosem pro predikci objemu záchranných výzkumů, jejich topografické lokalizace a struktury území s archeologickými objekty. Interpretaci lze zjistit struktury, které jdou obtížně nebo vůbec nejdou identifikovat při terénním průzkumu.

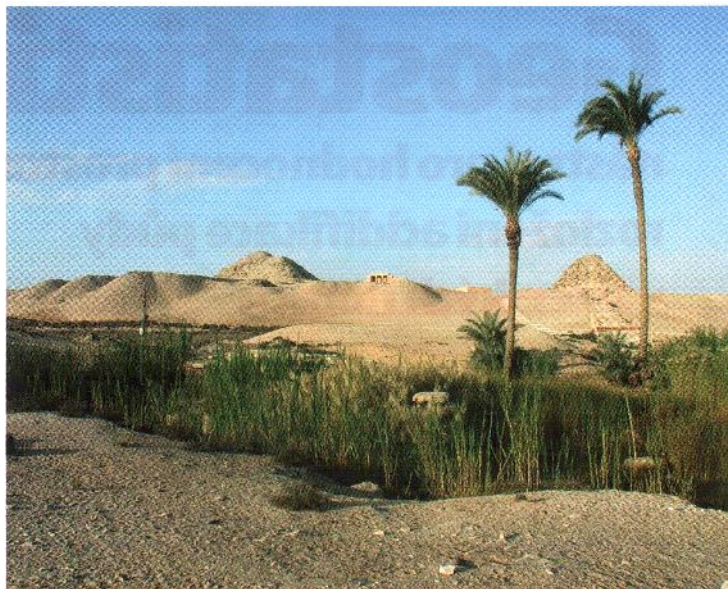
Na území Abúsíru je metoda DPZ postupně aplikována ve dvou měřítkových úrovních. Tou základní je fotografické snímkování z tzv. švédské věže. Z ní jsou pořizovány analogové a digitální fotografické záznamy z výšky přibližně 7–8 m nad úrovní terénu a výsledky jsou součástí dokumentace geodetické a fotografické.



Obr. 7: výzkum hrobek v oáze El-Hajéz

Druhou úroveň je využití satelitních záznamů. Cílem bylo pořízení dat s vysokou rozlišovací schopností, a z toho důvodu byl objednan záznam ze systému QUICK BIRD společnosti Digital Globe Corp. Družice byla naprogramována na základě námi dodaných parametrů na snímání území od severu k jihu: Abúsír, Sakkára a Dahšúr. Záznam byl pořízen v 8.45 ráno dne 23. 2. 2003 ve vysoké kvalitě. Rozlišovací schopnost v nadiru v panchromatickém pásmu je 0,64 m a 2,56 m v multispektrálním pásmu (Catalog ID 1010010001A99901). Území má rozlohu 65 km².

Výsledky všech typů snímkování jsou analyzovány v programu pro digitální zpracování obrazu PCI a nebo pomocí extenze AV Image Analysis v programu ArcView 3.2. Po základní úpravě dat je proveden import do prostředí GIS, kde jsou ve spojení s dalšími topografickými a tematickými tématy prováděny analytické a syntetické úlohy.



Obr. 6: abúsírské pyramidy od východu

Mapování pomocí GPS

Globální poziční systémy (GPS) umožňují na základě příjmu signálu z družic určit souřadnice pozorovatele na zemském povrchu. Laborať geoinformatiky UJEP vlastní přijímač firmy Trimble GeoXT, který je při archeologickém výzkumu využíván tam, kde není požadována geodetická přesnost. Je to v případě zaměření vřícovacích bodů pro georeferenci satelitních snímků, při potřebě rychlého určení polohy objektů a jednou z posledních úloh bylo využití GPS při mapování – zaměřování topografických a tematických objektů v oblasti oázy Baharija na jaře 2003 a 2004. Přijímač umožňuje zaměřování bodů, linií nebo polygonů, včetně definice atributů k jednotlivým objektům. Naměřená data se předzpracovávají v programu GPS Pathfinder Office 2.7, následně se provádí korekce pomocí služby Trimble GPS Pathfinder Express (viz www.gpspathfinderexpress.com) a korigovaná data jsou exportována do formátu shape file programu ArcView GIS.

Budoucnost aplikace geoinformačních technologií v egyptologické praxi

Již první výsledky ukazují jednoznačný přínos pro práci archeologů, kteří efektivně získávají souhrnné údaje, ať už ve formě tabelární nebo grafické. Ve velmi krátkém časovém období bylo aplikováno několik metod a postupů (většina poprvé v egyptologickém výzkumu), jejichž výsledky a výstupy jsou již neoddelitelnou součástí archeologické dokumentace.

V rámci expedice jak v Abúsíru, tak i v Západní poušti bylo shromážděno velké množství dat v digitálním či analogovém tvaru a nyní se data postupně třídí a analyzují, vytvářejí se mapové výstupy, v prostředí GIS se provádějí první analýzy a připravují se hodnocení dílčích částí projektu aplikace.

Vladimír Brůna

Laborať geoinformatiky UJEP, Most (www.geolab.cz)

Literatura

- BÁRTA, M., BRŮNA, V. (2005): *Satellite imaging in the pyramid fields*. *Egyptian Archaeology* No. 26 Spring 2005. *The Bulletin of the Egypt Exploration Society*, s. 3–6, London.
- PROCHÁZKA, J., BRŮNA, V. (2004): *Výškopisná archeologická mapa 1:2 000 území české koncese v Abúsíru*. In.: *Pražské egyptologické studie. Český egyptologický ústav FF UK Praha*, s. 121–125.
- BÁRTA, M., BRŮNA, V., ČERNÝ, V., MUSIL, J., SVOBODA, J. A., VERNER, M. (2004): *Průzkum oázy El-Hajez, Oáza Baharija (březen 2004)*. In.: *Pražské egyptologické studie. Český egyptologický ústav FF UK Praha*, s. 183–202.
- BÁRTA, M., BRŮNA, V., KRIVÁNEK, R. (2003): *Research at South Abusir in 2001–2002 – methods and results*. In: *Památky Archeologické XCIV 2003*, s. 49–82.
- BRŮNA, V. (2002): *Úloha geoinformatiky při archeologickém výzkumu v Abúsíru*. *Pražské egyptologické studie. Český egyptologický ústav FF UK Praha*, s. 43–47.