

GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM V JIŽNÍM ABÚSÍRU, 2002

Roman Křivánek

1. Výchozí stav, terénní podmínky

Lokalita Abúsír se nachází cca 30 km jižně od Káhiry na ukloněném, až terasovitě vyvýšeném okraji pouštní krajiny západně až jihozápadně stejnojmenné vesnice a zemědělsky využívané nížinné oblasti podél levého břehu Nilu. Velice rozsáhlá plocha nové koncese českých egyptologů v Abúsíru (cca 2 km²) zahrnuje různě členité i ukloněné typy pouštních terénů, v nichž výrazně dominují především povrchově dochované části objektů pyramidového pole v Abúsíru v severní části území, mnohem méně povrchově rozlišitelné jsou pak již pravděpodobné úpravy terénu i antropogenního původu v rovinatější střední a více členité jižní části území. Primární zájem i terénní aktivity českých egyptologů (ale pravděpodobně i dřívějších archeologické práce a zásahy do terénu) byly proto od počátku šedesátých let 20. stol. soustředěny především do bezprostředního okolí abúsírských pyramid v severní části území koncese. Při postupném archeologickém průzkumu a výzkumu přilehlých zádušních chrámů, mastab i komunikací (stará říše, 5. dynastie, 25.–24. stol př. n. l.) bylo úspěšně využíváno také geofyzikálních metod. Geofyzikální průzkumy byly pod vedením dr. Haška realizovány v letech 1979–1980 a 1981–1982¹. V současné době je většina těchto geofyzikálních výsledků ověřena archeologickými výzkumy. Oblast pyramidového pole v Abúsíru můžeme dnes pokládat za oblast nejvíce prozkoumanou z celé české koncese a archeologické výzkumy zde budou pravděpodobně probíhat i v nejbližších letech. Z pohledu perspektiv dalších geofyzikálních průzkumů se jedná o oblast s nejvíce patrnými úpravami terénů a odkrytými situacemi, kde je již další efektivní uplatnění metod geofyzikálního průzkumu velmi omezené až nerentabilní. Za více perspektivní plochy pro případný geofyzikální průzkum v severní části území koncese pak můžeme pokládat spíše širší výzkumy nenarušeného okolí pyramidového pole, popř. okolí slunečních chrámů či plochy v okolí vzestupných cest z údolních chrámů.

Situace archeologické prozkoumanosti dalších jižnějších území koncese je odlišná. První výzkumy českých egyptologů v nejvíce rovinaté střed-

¹ Hašek – Verner (1981); Verner – Hašek (1981); Hašek – Verner – Obr (1983); Hašek – Obr – Přichystal – Verner (1986); Hašek – Obr – Verner (1988).

ní části území byly zahájeny na poč. osmdesátých let. Doposud byla výzkumy ověřena pouze menší část rozsáhlého území s odkrytím šachtových hrobů admirála Udžahorresneta a kněze Iufaa (Pozdní doba, 6.-5. stol. př. n. l.). Při průzkumu objektů a blízkého okolí bylo využito rovněž méně plošně rozsáhlých geofyzikálních měření². Rozsáhlé ukloněné pouštní terény bez povrchově bezpečně rozlišitelných archeologických situací mezi plochou výzkumu a okrajem vesnice Abúsír nebyly zkoumány. Mezi perspektivní území, kde byly první terénní aktivity českých egyptologů zahájeny až na poč. devadesátých let, patří oblast v jižní části koncese. Plošně omezené archeologické výzkumy hrobek, resp. šachtových hrobů proběhly na několika místech (Fetekti, Hetepi, Itej, Kaaper), v současné době pokračují výzkumné práce v areálu hrobového komplexu vezíra Kara a jeho rodiny a v hrobce Intiho (Stará říše, 3.-6. dynastie, 28.-22. stol. př. n. l.). První povrchové průzkumy doplněné fotogrammetrií byly v širším okolí výzkumů uskutečněny v roce 2001 (V. Brůna a P. Čech). V nápadně variabilně členitém a ukloněném terénu bylo povrchově rozlišitelnými relikty identifikováno více míst pravděpodobných hrobek. Na rozsáhlém území v jižní části koncese nebyly geofyzikální průzkumy aplikovány.

Díky možnosti nové spolupráce mezi nově zřízeným Českým národním egyptologickým centrem a Archeologickým ústavem AV ČR v Praze bylo možné na podzim roku 2002 uskutečnit v rámci archeologické expedice také nový geofyzikální průzkum vybraných území. Pro pionýrské plošné geofyzikální měření byly egyptology vybrány především rozsáhlé plochy v jižní části české koncese. Příslibem uspokojivých výsledků mohly být i zcela nové zkušenosti s geofyzikálními průzkumy National Monuments of Scotland (Mathieson 2001), jejichž plocha koncese v severní části Sakkáry bezprostředně sousedí s plochou české koncese v jižním Abúsíru.

2. Cíle a metody geofyzikálního průzkumu

Stejně jako volba ploch pro geofyzikální průzkum také předem vytyčené cíle jednotlivých průzkumů byly iniciovány požadavky a potřebami egyptologů. Mezi ty hlavní patřily:

1. přesná prostorová identifikace podpovrchově dochovaných objektů a dalších zjištěných situací,
2. prokázání pokračování objektů, popř. také sledování jejich rozměrů, tvaru a orientace v terénu,
3. vymezení rozsahu antropogenních aktivit popř. pohřebišť v okolí míst archeologických výzkumů - vymezení archeologicky perspektivních ploch resp.

² Srov. Hašek - Verner - Obr (1983).

4. rozlišení a vymezení ploch negativních či ploch bez rozlišitelných antropogenních aktivit.

Na základě dosavadních poznatků o dílčích územích pak mohly být tyto konkrétní archeologické cíle (které jsou připomenuty u výsledků průzkumů na jednotlivých plochách) rozšířeny o několik metodických otázek týkajících se možnosti a způsobu průzkumu objektů v aridním prostředí. Základním cílem bylo proto, vedle obecné identifikace podpovrchových pozůstatků archeologických situací, také:

5. nalezení optimálního způsobu průzkumu přítomného typu objektů (hrobek, popř. dalších zděných staveb složených z více stavebních materiálů) v daných pouštních podmínkách a

6. posouzení možností a omezení metod geofyzikálního průzkumu při sledování dalších terénů v rámci české koncese v Abúsíru.

Při výběru vhodných geofyzikálních metod a metodik průzkumu bylo možné využít také několika praktických zkušeností s aplikací geofyziky v Egyptě či v podobných klimatických podmínkách aridního prostředí. Poslední geofyzikální měření na území české koncese proběhlo již v roce 1981, tedy před více jak 20ti lety. Přesto některé publikované závěry týkající se fyzikálních vlastností stavebních materiálů objektů i okolního prostředí³ či shrnutí možností aplikace geofyzikálních metod⁴ (Hašek - Obr - Verner 1988) zůstávají platná a jsou využitelná i pro práce budoucí. Kromě zkušeností v Abúsíru však bylo možné využít i dalších poznatků získaných především v posledních letech při terénních geofyzikálních průzkumech v rámci zahraničních archeologických expedic působících v Egyptě nebo i na širším území Blízkého Východu⁵. Novými průzkumy v Egyptě byly opakovaně prokázány kvalitativně nové možnosti velkoplošného využití moderních geofyzikálních aparatur v aridních oblastech, prokázala se jejich vysoká rentabilita i nové perspektivy počítačového zpracování a prezentace naměřených dat⁶. Velice kvalitní a přesvědčivé výsledky novodobých geofyzikálních průzkumů podpořené ve více případech i pozitivními výsledky ověřovacích archeologických výzkumů se staly cenným vodítkem i při volbě metodiky terénního měření.

Pro geofyzikální průzkumy v jižní části české koncese v Abúsíru v roce 2002 byly vybrány tyto geofyzikální přístroje ARÚ Praha:

1. Dvojice cesiových magnetometrů Smartmag SM-4g, Scintrex, Kanada. Tato moderní aparatura sestavená pro gradientový způsob spojitého mag-

³ Hašek - Verner (1981); Hašek - Obr - Přichystal - Verner (1986); Hašek - Obr - Verner (1988).

⁴ Hašek - Obr - Verner (1988).

⁵ Viz Křivánek (1997); Becker - Fassbinder (1999c); Schmidt-Colinet - Plattner (2001).

⁶ Becker - Fassbinder (1999a;b); Fassbinder - Becker - Herbich (1999); Kamei - Atya - Abdallatif - Mori - Hemthavy (2001); Mousa - Abdallatif - Hussain - El Bassiony (2001); Herbich (2002); Pavlish - D'Andrea - Weeks (2002).

netometrického měření umožnila rychlý, dostatečně podrobný a plošně rozsáhlý průzkum vybraných území v jižním Abúsíru. Podobné typy aparatur byly již úspěšně využity i při dalších geofyzikálních průzkumech v Egyptě⁷. Princip metody byl stejně (jako u dříve na lokalitě používaných protonových magnetometrů) založen na sledování lokálních změn intenzity magnetického pole, resp. jeho gradientu. Vzhledem k již dříve prokázaným odlišnostem magnetických vlastností některých přítomných stavebních materiálů oproti okolnímu prostředí⁸ bylo možné předpokládat při použití této metody úspěšnou detekci všech podpovrchových pozůstatků sušených nepálených cihel z nilského bahna, popř. také žul či vulkanických hornin. Běžný magnetometrický průzkum byl realizován v síti cca $1 \times 0,25$ m, podrobný průzkum pak také v síti až cca $0,5 \times 0,2$ m, během jediného dne tak bylo nashromážděno několik desítek tisíc měřených bodů a prozkoumána plocha až 1 ha.

2. Přístroj pro bezkontaktní elektromagnetické měření zdánlivé měrné vodivosti (popř. také magn. susceptibility) EM-38B, Geonics, Kanada. Aparatury DEMP bez nutnosti kontaktního elektrického měření a silnějších zdrojů (s omezeným hloubkovým dosahem max. 1m) bylo využito pro prověření možnosti detekce a rozlišení málo/velmi vodivých resp. vysoce/nízko odporových materiálů. Na vybraných menších plochách s předpokladem více druhů stavebních materiálů byla testována možnost rozlišení kamenného nejčastěji vápencového zdiva či kamenných bloků od sušených nepálených cihel a písčitého prostředí. Doplnkový elektromagnetický průzkum byl realizován v síti 1×1 m, další dílčí testovací profilová měření pak také s nepravidelným krokem i podrobněji.

3. Kappametr pro měření magnetické susceptibility in situ KT-5c, Geofyzika Brno, ČR. Jednoduchý přístroj pro kontaktní podrobné měření změn zdánlivé magn. susceptibility zejména v odkrytých archeologických situacích (měření povrchu s velice omezeným hloubkovým dosahem X cm) byl testován v různých podmínkách terénního využití. Stejně jako již při dřívějších úspěšných měřeních kappametrem v Abúsíru⁹ bylo podrobných měření využito pro rozlišení různě magnetických materiálů v rámci odkrytých situací a získání představy o perspektivách plánovaného plošného magnetometrického průzkumu. Dále bylo kappametru využito také pro sledování změn magn. vlastností u zdiva z nepálených cihel více odkrytých hrodek, vertikální měření na řezech v odkrytých situacích a podrobné plošné povrchové průzkumy nad vybranými částmi hrodek. Doplnková detailní plošná měření kappametrem byla realizována v síti $0,2 \times 0,2$ m až $0,5 \times 0,5$ m, profilová a testovací měření pak s krokem nepravidelným.

⁷ Becker - Fassbinder (1999a; b).

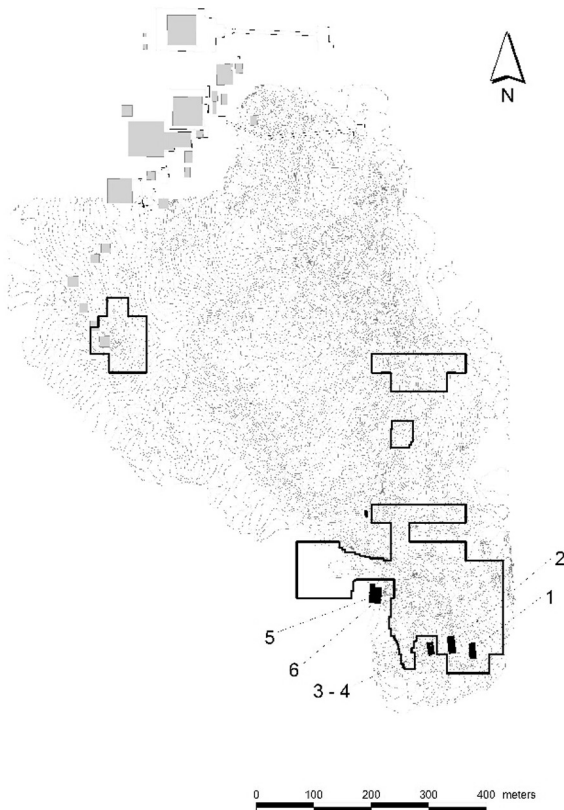
⁸ Hašek - Verner (1981); Hašek - Obr - Přichystal - Verner (1986).

⁹ Hašek - Obr - Přichystal - Verner (1986); Hašek - Obr - Verner (1988).

3. Výsledky

Geofyzikální průzkumy v jižní části Abúsíru proběhly ve dnech 30. 10. až 30. 11. 2002. Pro první nedestruktivní průzkum bylo vybráno 5 ploch v jižní, jihovýchodní a také střední části české koncese především v bezprostředním okolí dříve již identifikovaných a archeologicky zkoumaných hrobek (obr. 1, tab. 1). Pro současnou i budoucí možnou provázanost více druhů terénních dat bylo při geofyzikálních průzkumech všech území vy-

Obr. 1 Přehled ploch geofyzikálních průzkumů realizovaných v roce 2002 vynesných do vrstevnicové mapy území, 1 - nově povrchově odkrytá hrobka, 2 - Hetepiho hrobka, 3-4 Kaaperova a Itejova hrobka, 5-6 - Karův hrobový komplex a Intiho hrobka (Brůna 2003).



užito nově vytvořeného souřadnicového systému s jednotnou orientací souřadnic ve směru světových stran a s praktickým rozčleněním plochy na pracovní čtverce 50×50 m. V průběhu 23 dní terénních měření (střídání dnů průběžného zpracovávání dat na počítači) se podařilo prozkoumat plochu cca 17,5 ha (745 961 plošně měřených bodů). Celá plocha byla proměřena cesiovými magnetometry za 18 dní magnetometrických měření. V rámci sledované plochy pak bylo v průběhu tří dnů terénních elektromagnetických měření prozkoumáno cca 0,35 ha (3518 plošně měřených bodů + profilová měření). Během cca 2 dní

Tab. 1 Přehled vybraných ploch pro geofyzikální průzkum v jižním Abusíru v roce 2002

Sledovaná plocha	Geofyzikální metoda	Prozkoumaná plocha	Počet měřených bodů	Hustota magn. průzkumu
Okolí plochy výzkumu hrobek Kara a Intiho	M+K+E	11,5 ha + 289 m ²	480 514 + 3 416	4–5 b./m ²
Východní okolí hrobky Fetektiho	M	+ 0,35 ha 1,25 ha	+ 3 518 48 955	cca 4 b./m ²
Plocha starého egyptského výzkumu	M+K	0,5 ha + b. m.	34 352	6–7 b./m ²
Plocha nad zaniklým abusířským rybníkem	M+K	2 ha + b/p. m.	76 506	cca 4 b./m ²
JV okolí hrobek ze Sajsko-perské doby	M+K	2,25 ha + b. m.	87 634	cca 4 b./m ²

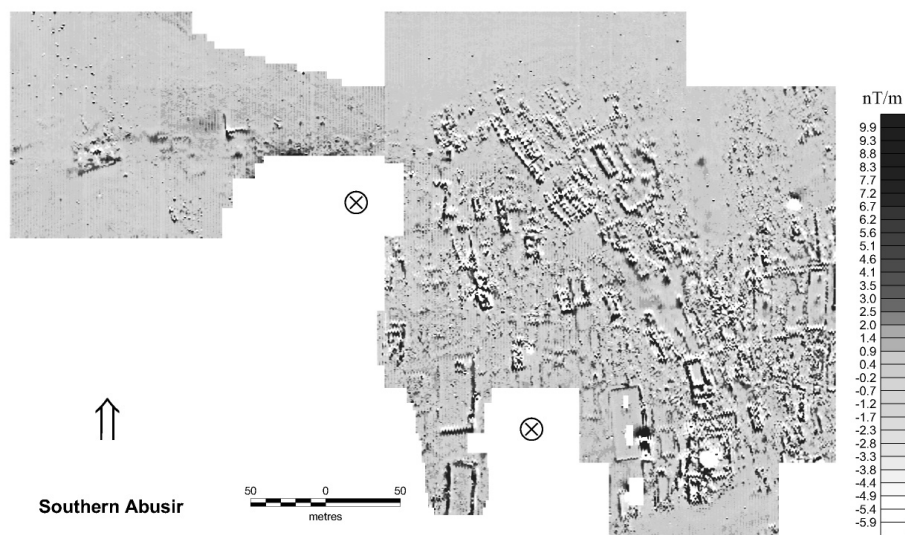
podrobných měření kappametrem bylo dále detailně sledováno 289 m² (3395 plošně měřených bodů + profilová a bodová měření). Protože ani otázky řešené geofyzikou na jednotlivých zkoumaných plochách, ani charakter reliéfu terénu, stav prostředí či podmínky geofyzikálních měření nebyly zdaleka stejné, nejvhodnějším způsobem bude samostatné vyhodnocení průzkumů jednotlivých dílčích ploch.

1. Jižní Abúsír, severní, východní až jihovýchodní okolí plochy výzkumu hrobového komplexu vezíra Kara, jeho rodiny a soudce Intiho (3.–6. dynastie Staré říše, 28.–23. stol. př. n. l.).

Plošným magnetometrickým průzkumem zde byla ve velice variabilních a nelehkých terénních podmínkách (v několika místech téměř až na hranici rentabilní aplikace aparatury) prozkoumána rozsáhlá plocha cca 11,5 ha. Protože se však jednalo o plochy velice archeologicky perspektivní v bezprostředním sousedství již odkrytých hrobek významných hodnostářů a úředníků Staré říše, z plošného magnetometrického průzkumu byly vynechány pouze plochy s evidentními novodobými úpravami terénu (plochy archeologických výzkumů, haldy, výsypky nebo stavba gafirny) a místa v nejbližším okolí silně magneticky rušivých recentních kovů (oplocení výzkumů nebo hrobek, stožár osvětlení, kovový odpad aj.). Prioritním cílem celého geofyzikálního průzkumu v roce 2002 byla prostorová identifikace jednotlivých hrobek, popř. také vymezení rozsahu pohřebiště. Mezi důležité metodické cíle patřilo také prověření vhodných způsobů geofyzikálního průzkumu rozsáhlých a neznámých pouštních terénů i jednotlivých objektů (hrobek). Přes lokální členitost a proměnlivost sklonů kopcovitého terénu není ve výsledcích díky poměrně homogennímu písčitému pouze slabě magnetickému prostředí většina změn reliéfu rozlišitelná a neovlivnila identifikaci archeologických situací. Ve výsledcích plošného magnetometrického měření naopak

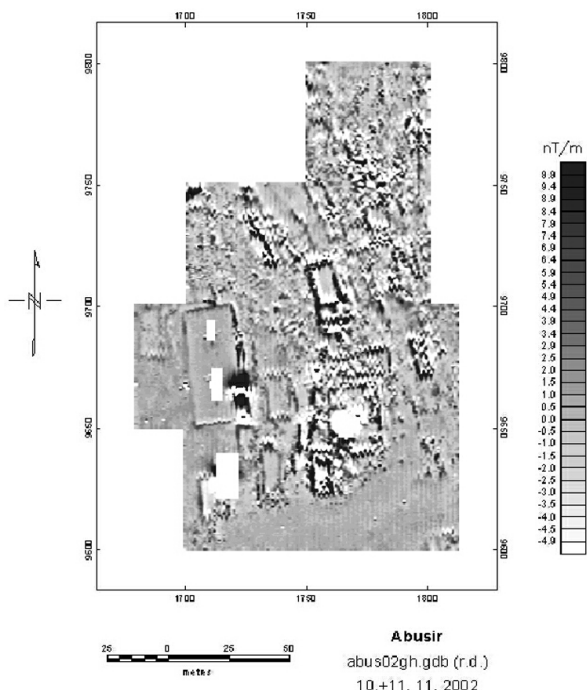
můžeme rozlišit velký počet lineárních i tvarově charakteristických magnetických anomálií, jejichž výrazné a přitom plošně rozsáhlé koncentrace svědčí o intenzivní antropogenní činnosti a využití vyvýšené členité planiny východně Karova hrobového komplexu, ale i východnější nižší části jižního Abúsíru (obr. 2). Výsledky geofyzikálního průzkumu nepochybně prokázaly koncentrovaný výskyt mělce podpovrchových pozůstatků objektů resp. pokračování pohřebiště na dalších 7–8 ha. Protože lze u většiny identifikovaných kladných lineárních magnetických anomálií předpokládat, že jejich zdrojem bude především zdivo ze sušených nepálených cihel, ve výsledcích je na první pohled nápadné nerovnoměrné rozložení více pravoúhlých magn. anomálií, které se liší jak rozměry, tvary, amplitudami i nestejnou orientací. Lze se předběžně domnívat, že na prozkoumaném území je soustředěno několik různých typů hrobek z různých období Staré říše, hrobky jsou v různém stavu podpovrchového dochování, rozložení jednotlivých typů hrobek patrně také není náhodné, vyloučit se rovněž nedá opakované využívání resp. úpravy některých ploch.

Největší S-J protažené obdélné magn. anomálie bez patrného vnitřního členění plochy jsou soustředěny v nejvyšší části terénu v západním i východním okolí archeologicky zkoumaných hrobek velitele armády a úředníka Kaopera, správce sýpek Iteje a kněze Hetepiho. Pouze zasypané části hrobky kněze Hetepiho (mimo 2 vnitřní otevřené vstupy) byly zahrnuty



Obr. 2 Celkový magnetogram prozkoumaného území (cca 11,5 ha) JV plochy archeologických výzkumů s hrobovým komplexem vezíra Kara, jeho rodiny a soudce Intiho nejlépe dokumentuje rozsah a variabilitu identifikovaných objektů (Křivánek 2002).

jako srovnávací plocha do plošného průzkumu. Podle rozlišené pouze tenké linie obvodového zdiva z nepálených cihel můžeme předpokládat, že podobné úzké magnetické linie po obvodu velkých i menších obdélných objektů budou představovat pouze zdiva ze sušených cihel z nilského bahna, homogenní vnitřní části objektů pak budou pravděpodobně svědčit o přítomnosti nemagnetických materiálů (vápenců, jílovců,...). Plocha nad identifikovanou velkou obdélnou hrobkou v JZ cípu plochy západně vyvýšené hrobky velitele armády a úředníka Kaopera proto byla zkoumána rovněž elektromagnetickým průzkumem. Jeho výsledky prokázaly nestejnou výplň ve dvou místech ve vnitřní části hrobky a prověřily jeden ze způsobů možného geofyzikálního dohledání i nevodivých (kamenných) struktur v rámci hrobek. Jiným typem velké mírně obdélné a vnitřně členěné magn. anomálie resp. hrobky pravděpodobně bude objekt východně hrobky Hetepiho (obr. 3). Lepší celoplošný magnetometrický průzkum objektu však v této poloze nebyl možný díky pevně instalovanému železnému stožáru osvětlení. Následné odkrytí půdorysu objektu potvrdilo, že při výstavbě této hrobky s obvodovým cihlovým zdívem bylo stejného materiálu využíváno také mnohem více pro vícenásobné rozčlenění vnitřní plochy hrobky. Před skrytím plochy bylo na menší části rozsáhlého objektu také realizováno testovací podrobné ploš-



Obr. 3 Různými tvary, rozměry, orientací i amplitudami magnetických anomálií bylo rozlišeno více typů hrobek, zobrazená JV část území (cca 1,7 ha) ve výřezu plošného magnetometrického průzkumu zahrnuje i dříve archeologicky zkoumanou Hetepiho hrobku (Křivánek 2002).

né měření kappametrem in situ. Výsledky měření nad přítomnými cihlovými i vápencovými částmi objektu pomohly posoudit míru odlišnosti magnetických i nemagnetických materiálů od okolního prostředí a možnosti plošného magnetometrického měření. V okolí této (na celé ploše průzkumu) atypické hrobky pak můžeme rozlišit třetí typ menších protažených a vnitřně členěných obdélných magn. anomálií. Dobře vymežitelných je pouze několik menších hrodek, které jsou patrně lépe zachovalé a jsou tvořeny velice magnetickým cihlovým zdívem po obvodu. Další hrobky pak mají linie obvodového zdíva jen slabě magnetické až nerozlišitelné a jsou identifikovatelné pouze torzovitě. Při východním okraji zkoumané plochy pak byl rozlišen pravděpodobně další typ velkých protažených S-J orientovaných obdélných až lichoběžníkovitých magn. anomálií s identifikovanými magnetickými (cihlovými) materiály uvnitř hrodek. Objekty se již nacházejí mimo terasovitě vyvýšené území na mírněji ukloněném terénu svažujícím se severním směrem ku předpokládanému okraji zaniklého abúsírského rybníka, kde již další náznaky obdélných či liniových staveb nejsou patrné. Jiné velice úzké a velmi protažené obdélné magn. anomálie můžeme pak identifikovat koncentrované podél okraje zvýšeného území východně hrobového komplexu vezíra Kara a severně hrodek Kappera či Iteje. Tyto objekty (hrobky) mají silně magnetické až nespojitě obvodové zdívo s odlišnou orientací objektů SZ-JV. Posledním rozlišitelným typem obdélných objektů jsou pak jednotlivé nejmenší vnitřně členěné obdélné magn. anomálie rozptýlené ve střední části kopcovitě plochy. Obdélné objekty resp. hrobky jsou orientovány SSZ-JJV a vyznačují se silně magnetickým obvodovým cihlovým zdívem. Ve vyvýšeném členitém terénu i pod terasami na ukloněném svazích se dále vyskytuje větší počet blíže již nevymežitelných lineárních útvarů – magnetických částí dalších možných objektů. Pripustíme-li, že na celém území jižního Abúsíru bylo běžné používat při stavbě hrodek více stavebních materiálů (sušené nepálené cihly, vápenec, jílovec), pak velká koncentrace různých objektů ve výsledcích magnetometrického průzkumu rozsáhlé plochy reprezentuje pouze část objektů ve skutečnosti skrytých pod povrchem terénu! Podstatně méně magn. anomálií, resp. podpovrchových pozůstatků archeologických situací bylo identifikováno uprostřed otevřené planiny pod pahorky na nižším terasovitém stupni SZ ploch dnešních výzkumů. Obdélná a vnitřně vícenásobně členěná magnetická anomálie patrně vymezuje pouze magnetické části objektu zbudovaného nesporně z více stavebních materiálů, což je patrné jak z povrchového průzkumu, tak i z výsledků doplňkového elektromagnetického měření. Za oblast bez zcela patrných relikvů staveb či další antropogenní činnosti můžeme pak považovat nejnižší údolní oblast V-Z protaženého vádí vycházejícího od předpokládaného okraje zaniklého abúsírského rybníka SV hrobového komplexu vezíra Kara.

2. Východní okolí hrobky úředníka a kněze Fetektiho (5. dynastie Staré říše, 24. stol. př. n. l.).

Plocha magnetometrického průzkumu 1,25 ha se nachází severně prvního zkoumaného území, na které částečně navazuje. Sledovaný 200 m dlouhý a 50 m široký pás východně od hrobky kněze Fetektiho, zkoumané v roce 1991, se nachází na ukloněném jižním protisvahu nad V-Z protaženým wádlím. Ze západní rovnoměrně ukloněné plochy bylo nutné vynechat pouze místo kovového ukotvení odstraněné orientační tabule, ve východní části pak bylo měření ztíženo pouze více členitým terénem s několika pahorky. Cílem geofyzikálního průzkumu bylo identifikovat další pozůstatky hrobek předpokládaného rozsáhlejšího pohřebiště patrně nižších úředníků. Z výsledků plošného magnetometrického průzkumu vyplývá, že právě nejvyšší místa jednotlivých vyvýšených pahorků skrývají relikty magnetických částí objektů (hrobek). Výskyt liniových magn. anomálií na celé sledované ploše je však spíše ojedinělý a místa, tvary či orientace (možných silněji narušených) hrobek již nelze podrobněji vymezit. Malý výskyt magn. anomálií můžeme také hledat v tom, že při stavbě hrobek tohoto pohřebiště bylo mnohem méně využito sušených nepálených cihel a více jiných méně magnetických stavebních materiálů (vápence, jílovce, eventuelně také méně magnetické a kvalitní sušené cihly s menší příměsí bahna a větší příměsí písku). Každopádně výsledky magnetometrického průzkumu naznačily, že plocha východně hrobky kněze Fetekti neobsahuje výrazné koncentrace objektů, pravděpodobně hrobky jsou spíše rozptýlené, částečně s vazbou na vyvýšené polohy, jejich stavební materiál a patrně i stav dochování je ve srovnání s identifikovanými hrobkami kolem návrší v jižním Abúsíru odlišný.

3. Plocha starého výzkumu egyptských archeologů, západně dochovaných hald (Stará říše).

Podrobný magnetometrický průzkum byl realizován na ploše 0,5 ha, která byla vybrána egyptologem na základě dostupných informací o přibližné poloze archeologického výzkumu egyptských archeologů z 50. let. Mírně ukloněná plocha se nachází ve svahu při západním úpatí dvou dochovaných odpadních hald nad údolní částí se zaniklým abúsírským rybníkem. Cílem průzkumu bylo pokusit se identifikovat místo výzkumu a dochované části zkoumaných objektů. Ve výsledcích podrobného magnetometrického měření nejsou patrné spojitě obdélné či pravouhle lomené magnetické liniové anomálie, kterými bychom mohli spolehlivě vyčlenit půdorys či větší části objektů ze sušených nepálených cihel. Četné nespojitě magnetické anomálie jsou však koncentrovány jak v místě nápadné deprese terénu s navátými písky, tak především ve vyšších partiích při severním okraji plochy mimo evidentně narušený reliéf terénu. Pouze zde magn. anomálie vytváří náznak členěné či lomené linie (na ploše rozlišený relik

nezkoumaného objektu?). Na základě přítomných četných, ale velmi rozptýlených magnetických reliktnů pravděpodobných cihlových materiálů nemůžeme bezpečně vymezit přesné místo ani objekt starého archeologického výzkumu. V kombinaci se sledováním shody depresí terénu také s nápadnými paralelními nemagnetickými liniovými anomáliemi v severní polovině plochy pak můžeme předpokládat i přítomnost masivního obvodového vápencového zdiva většího členěného objektu či komplexu více objektů na ploše min. 20 × 20 m. Při patrném narušení pouze části této plochy bychom se mohli domnívat, že starým a zcela jistě plošně i časově omezeným archeologickým výzkumem byla odkryta (a možná také narušena a rozptýlena) pouze část objektu (resp. objektů) složených z více stavebních materiálů, ty mohou pokračovat i severněji, SZ až západněji v nenarušeném okolním terénu. Při neznalosti podrobnějších okolností či alespoň rámcových výsledků starého výzkumu i stavu, v jakém byly odkryté objekty objeveny a ponechány, jsou také možnosti geofyzikálního průzkumu a interpretace měření jen velmi omezené.

4. Vzorek plochy nad zaniklým abúsířským rybníkem, včetně dřívě prozkoumané hrobky (Stará říše).

Z rozsáhlých vcelku rovnoměrně k východu ukloněných ploch severně výše zmíněné zkoumané plochy starého výzkumu byla plošným magnetometrickým měřením prozkoumána plocha 2 ha. Do území mezi vyššími partiemi pouštní planiny české koncese a okrajem vesnice Abúsír s předpokládaným okrajem zaniklého abúsířského rybníka byla záměrně zahrnuta také obdélná hrobka archeologicky zkoumaná na poč. devadesátých let. Primárním cílem průzkumů bylo zjistit, kam až pokračují objekty směrem ku zaniklému abúsířskému rybníku v údolí. Po ukončení výzkumu opět zasypaný objekt je povrchově stále dobře vymezenitelný tmavým širokým pásem obvodového cihlového zdiva, které se na základě měření kapapametrem vyznačuje velice vysokými hodnotami magnetické susceptibilitaty. To bylo také důvodem, proč právě tento objekt můžeme rozlišit nejvýraznější obdélnou liniovou magnetickou anomálií na celé ploše průzkumu, u hrobky rozměrů 26 × 14 m orientované S-J lze rozlišit rovněž vnitřní cihlovou příčku i místo kaple. Na sledované ploše pak byly identifikovány také další méně výrazné magnetické anomálie, které prokazují, že menší stavební aktivity v oblasti (s alespoň částečným zastoupením i nepálených cihel) probíhaly pravděpodobně výše i níže po svahu až po nejnížší mírnou terasu nad údolím s novodobou vesnicí a zaniklým abúsířským rybníkem. Protože výsledky měření v partiích nejbližší vesnici již byly ovlivněny také velkým povrchovým i podpovrchovým výskytem recentního kovového odpadu, další magnetometrický průzkum údolní (pravděpodobně negativní) plochy v sousedství vesnice již nebyl rentabilní. Druhým cílem magnetometrického průzkumu bylo prokázat předpoklá-

dané pokračování pohřebiště výše po svahu od zkoumané hrobky, kde byly při povrchovém průzkumu na vlhkostní příznaky rozlišeny početné porány vlhčí a tmavší linie až rohy předpokládaných cihlových objektů. Na nejbližší ploše západně známé a zkoumané hrobky se však tyto linie předpokládaného cihlového zdiva neprojevují zdaleka tak výrazně jako u zkoumané hrobky, ale jsou pouze torzovitě vymezené několika slabě magnetickými kratšími liniemi. Rozložení těchto paralelních linií rovnoběžných s delší stranou zkoumané hrobky zcela jistě není náhodné a můžeme zde předpokládat pokračování objektů (pohřebiště), avšak oproti povrchovému průzkumu půdorysy těchto objektů z magnetometrického měření vymezit nelze. Příčinu velmi nízkých magnetických liniových anomálií objasnily srovnávací měření kappamentrem. Oproti vysokým hodnotám magn. susceptibility u cihlového zdiva zkoumané hrobky, zde jsou hodnoty magn. susceptibility pravděpodobně opět cihlového zdiva jen velice málo zvýšené až identické s okolním písčitém prostředím. Z učiněných zjištění můžeme předběžně předpokládat, že stavební materiál těchto částí pohřebiště není identický s materiálem odkryté hrobky, díky pravděpodobně větší písčité příměsi v sušených cihlách je stavební materiál patrně i podstatně méně magnetický a objekty budou zřejmě i v horším stavu podpovrchového dochování.

5. Východní až jihovýchodní okolí hrobky kněze Iufaa a admirála a lékaře Udžahorresneta (Sajsko-perské období, Pozdní doba, 6.–5. stol. př. n. l.)

Plošným magnetometrickým měřením v západní části české koncese byla prozkoumána plocha cca 2,25 ha. Pro měření byl zvolen rovinatý terén s kamenitopísčitém povrchem pouště, kde v nejbližším JV okolí mezi zkoumanými hrobkami z Pozdní doby a výrazným terénním hřbetem bylo možno povrchově rozlišit i několik depresí indikujících další předpokládané hrobky. Tu nejhlubší bylo nutno z magnetometrického průzkumu eliminovat, stejně jako pás nejbližší obvodovému oplocení kolem hrobky kněze Iufaa. Cílem magnetometrického měření bylo pokusit se blíže identifikovat podoby hrodek v místech terénních depresí (geodeticky zaměřených již při předchozích povrchových průzkumech) a průzkum jejich širšího okolí. Jestliže výskyt drobných magnetických anomálií v místech označených depresí je spíše ojedinělý (pravděpodobně užíván převážně nemagnetický stavební materiál, pouze menší části z nepálených cihel), rozšířeným průzkumem rovinatého území (bez nápadných změn reliéfu) při vzdálenějším východním a jižním úpatí výrazného terénního hřbetu se podařilo identifikovat nové situace s větším počtem výrazně magnetických lineárních anomálií. Úzké paralelní až vějířovitě se sbíhající magn. anomálie jsou koncentrovány na ploše cca 50 × 50m, na západním konci mají počátek při východním úpatí výrazného kopce a dále pokraču-

jí v rovinatém terénu VJV směrem. Původ magn. anomálií můžeme předpokládat ve zdivu z nepálených cihel. Podobného původu bude také nepravidelná až zalomená liniová magn. anomálie v rovinatém terénu při jižním úpatí kopce. Protože však tyto všechny nově objevené situace nemají jakýkoli charakteristický tvar, orientaci či vnitřní členění (jako jiné hrobky), jejich bližší předběžná interpretace bez archeologického ověření místa by byla pouze velmi odvážnou spekulací. Výsledky magnetometrického průzkumu ve střední části území české koncese v Abúsíru ukazují, že pozůstatky archeologických situací resp. antropogenních aktivit mohou být skryty pod nánosy písku i v rovinatých terénech mimo rozlišitelné změny reliéfu terénu.

4. Možnosti interpretace

Plochy pro nové geofyzikální průzkumy v roce 2002 byly vybrány v jižní části koncese českých egyptologů, která z hlediska současné archeologické prozkoumanosti stále patří k pouze částečně povrchově prozkoumaným a zmapovaným územím, kde pod písčným povrchem nepochybně stále ještě zůstává mnoho skryto před zraky egyptologů. První archeologické výzkumy realizované v oblasti jižního Abúsíru od poč. devadesátých let poskytly mnoho nových podrobných informací o jednotlivých hrobkách, jejich majitelích, způsobech pohřbívání apod. Přes více jak desetileté nové archeologické výzkumy v oblasti pohřebišť však existuje stále jen omezené množství podkladů a plošných informací o charakteru či možném rozsahu antropogenních aktivit, resp. o využívání a proměnách krajiny na širším území. První systematická sledování větších územních celků v jižním Abúsíru pomocí moderních metod archeologického průzkumu (podrobné povrchové průzkumy, fotogrammetrie, detailní výškopisná geodetická měření), jejichž výsledky mohou být provázatelné přes GIS, proběhla v roce 2001 (V. Brůna a P. Čech). Vedle detailních poznatků z plošně omezených archeologických výzkumů by mohly právě tyto nově vytvářené plošné podklady napomoci i lepší interpretaci výsledků nových plošných geofyzikálních měření. Na geofyzikálně sledovaných plochách bylo zjištěno více rozličných typů objektů, pouze menší část z nich jsme patrně schopni jednoznačně interpretovat na základě předchozích výzkumů a známých analogických situací z jiných lokalit. Na plochách byly rovněž identifikovány objekty či situace méně typické - bez možného bližšího zařazení. Nejvíce však bylo na plochách patrně rozlišeno blíže neurčitelných reliktních podpovrchových situací, u kterých nejsme schopni ani jednoznačné interpretace původu anomálií, ani jednoznačného určení, zda se jedná o část objektu, objekt celý, více objektů či zdroj jiného původu. Aplikace všech geofyzikálních metod je vždy spojena s nejednoznačnou interpretací výsledků, v případě aplikace v archeologii definitivní odpověď na vyslo-

vené předpoklady na základě nedestruktivní metody dává až metoda destruktivní. Postupný vývoj interpretace geofyzikálních výsledků je vždy odvislý od stavu, rozsahu či omezených možnostech ověřovacích výzkumů, které jsou zpravidla dlouhodobou (víceletou) záležitostí. Nejinak tomu bylo při postupném získávání archeologických výsledků ku geofyzikálně sledovaným plochách v letech 1978–1981 v areálu pyramidového pole v Abúsíru¹⁰, nejinak tomu pravděpodobně bude i v případě ověřování nových geofyzikálních výsledků v jižním Abúsíru. Ku zvětšení pravděpodobnosti určité interpretace v komplikované situaci či eliminaci interpretací nepravděpodobných mohou ale výrazně přispět i výsledky dalších nedestruktivních metod a průzkumů. Detailní znalosti místa (kupř. z fotogrammetrie a fotodokumentace), povrchového výskytu artefaktů (kupř. z evidence nálezu a situací), terénní dispozice (kupř. z podrobného vrstevnicového plánu, modelu či leteckého snímkování), ale také kupř. znalost geologických poměrů, procesů i novodobých aktivit v regionu takovými pomocnými metodami pro interpretaci geofyzikálních měření zcela jistě jsou.

5. Závěrečné shrnutí výsledků

Geofyzikální průzkum v jižním Abúsíru v roce 2002 navázal na poslední geofyzikální průzkumy na území české koncese z roku 1981 a přinesl kvantitativně i kvalitativně nové poznatky o množství pozůstatků archeologických situací pod povrchem. Ačkoli se za 21 let podmínky geofyzikálních průzkumů i možnosti výběrů vhodných metod průzkumu příliš nezměnily, s vývojem elektroniky nových geofyzikálních aparatur i počítačového vybavení se podstatně změnily možnosti vhodných geofyzikálních metod i možnosti zpracování a prezentace jejich výsledků. Na protonové magnetometry s možností bodového sledování změn magn. pole menších vybraných území navázaly cesiové magnetometry s rychlým, přitom ale podrobným spojitým způsobem získávání dat a možností sledování i rozsáhlých celků území. Výsledky nového extenzivního i intenzivního geofyzikálního průzkumu v jižním Abúsíru ukazují minimálně dvě roviny jejich velice efektivního použití. Magnetometrický průzkum Cs-magnetometry, jako jednu z mála nenákladných geofyzikálních metod využitelných v aridním prostředí, můžeme velice rychle a efektivně realizovat při první geofyzikální prospekci archeologicky neznámých a plošně rozsáhlých území. Přístrojů pak lze rovněž použít pro více podrobné a cílené průzkumy magnetických částí jednotlivých archeologických situací nebo objektů. Cenným pomocníkem pro posouzení magnetických vlastností různých stavebních materiálů přímo v terénu nadále zůstávají kappametry. Nová

¹⁰ Hašek - Obr - Přichystal - Verner (1986); Hašek - Obr - Verner (1988).

testovací měření ukázala, že by se jich dalo s úspěchem využít nejen v odkrytých archeologických situacích in situ, ale také při podrobném povrchovém průzkumu jednotlivých velice mělce podpovrchových částí objektů. Náznaky nových možností můžeme najít i u dalších známých geofyzikálních metod. Vedle úspěšně prověřené možnosti aplikace terénně i pracovní náročnějších geoelektrických odporových metod (se silnějšími zdroji a vhodným uzemněním) při průzkumu objektů z kamenného zdiva na menších územích¹¹ můžeme podobné části objektů sledovat také bezkontaktními elektromagnetickými měřeními pomocí aparatur DEMP. Kombinované výsledky magnetometrických a geoelektrických resp. elektromagnetických měření pak poskytují komplexnější informace o výskytu a rozložení magnetických i nemagnetických kamenných stavebních materiálů v rámci objektů. Jinou perspektivní elektromagnetickou metodou při detekci kamenných relikvů v rovinatějším a méně členitém terénu je patrně i použití radaru. Při podrobném vyhledávání částečně nezaplněných hrobových komor, šachtových hrobů a dalších dutin by mohlo být nadějně také využití mikrogravimetrie.

První archeologické práce v oblasti jižního Abúsíru byly zahájeny na počátku devadesátých let. Z hlediska omezení možností plošného nedestruktivního průzkumu všechny tyto dosavadní výzkumy egyptologů můžeme (v případě jižního Abúsíru, nikoli v případě severnějšího pyramidového pole v Abúsíru) pokládat za jednotlivé, zpravidla víceleté výzkumy plošně poměrně velmi omezeného charakteru. Při současných možnostech některých geofyzikálních přístrojů jsme však schopni v mnohem kratším časovém úseku (několika dnů až týdnů) vytvořit základní mapový podklad více jak řádově plošně rozsáhlejšího území (X ha). Kupříkladu na základě pouhých dvanácti dnů nových plošných magnetometrických průzkumů dnes můžeme říci, že většina doposud nezkoumané plochy jižního Abúsíru kolem stávajících výzkumů je ve skutečnosti plošně velice rozsáhlým, strukturovaným pohřebištem s více typy objektů (hrobkami a zřejmě i objekty dalšími). Nové situace i některé dříve známé objekty byly identifikovány také na dalších sledovaných plochách nad zaniklým abúsírským rybníkem a v okolí hrobky Iufaa jihozápadně abúsírských pyramid. Z množství nashromážděných geofyzikálních dat budou postupně sestaveny přehledné geofyzikální mapy (i detaily), které se stanou součástí nové vrstvy nedestruktivně a velkoplošně získaných a zpracovatelných informací v rámci vytvářeného GIS. Abychom však dokázali většinu v nich zanesených informací správně interpretovat, bude nezbytné na více místech v terénu provést ověřovací archeologické výzkumy. Geofyzikální podklady s možností přesné identifikace takových míst jsou připravené, nyní je řada na samotných archeoložích.

¹¹ Hašek - Verner (1981).

Literatura

- Bárta, M. – Brůna, V. – Křivánek, R.
2003 „Průzkum jižního Abúsíru v letech 2001–2002, přehled užitých metod a dosažených výsledků“, *Památky archeologické LV (v tisku)*.
- Becker, H. – Fassbinder, J. et al.
1999a „Methods and Equipment used by the Department Archaeological Prospection and Aerial Archaeology at the Bavarian State Conservation Office, Munich“, in: Fassbinder, J. – Irlinger, W. (eds.), *Archaeological Prospection – Third International Conference on Archaeological Prospection Munich 9.-11. September 1999*, München [Arbeitshefte des Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege 108], s. 93–105.
- Becker, H. – Fassbinder, J.
1999b „In Search for Piramesses – the Lost Capital of Ramesse II. In the Nile delta (Egypt) by Caesium Magnetometry“, in: Fassbinder, J. – Irlinger, W. (eds.), *Archaeological Prospection – Third International Conference on Archaeological Prospection Munich 9.-11. September 1999*, München [Arbeitshefte des Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege 108], s. 146–150.
1999c „Combined Caesium Magnetometry and Resistivity Survey in Palmyra (Syria) 1997 and 1998“, in: Fassbinder, J. – Irlinger, W. (eds.), *Archaeological Prospection – Third International Conference on Archaeological Prospection Munich 9.-11. September 1999*, München [Arbeitshefte des Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege 108], s. 156–160.
- Fassbinder, J. – Becker, H. – Herbich, T.
1999 „Magnetometry in the Desert Area West of the Zoser's Pyramid, Saqqara, Egypt“, in: Fassbinder, J. – Irlinger, W. (eds.), *Archaeological Prospection – Third International Conference on Archaeological Prospection Munich 9.-11. September 1999*, München [Arbeitshefte des Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege 108], s. 144–145.
- Hašek, V. – Verner, M.
1981 „Uplatnění geofyziky při archeologickém výzkumu aridního území u Abúsíru“, *Archeologické rozhledy* 33, s. 306–316, s. 358–360.
- Hašek, V. – Verner, M. – Obr, F.
1983 „II. etapa archeologických výzkumů u Abúsíru“, in: *Sborník IV. celostátní symposium Geofyzika a archeologie*, Liblice, s. 187–199.
- Hašek, V. – Obr, F. – Přichystal, A. – Verner, M.
1986 „Application of Geological and Geophysical Methods in Archaeological Research at Abusir“, in: *Sborník geologických věd, rada hydrogeologie – inženýrská geologie* 18, Praha: NČSAV, s. 149–187.
- Hašek, V. – Obr, F. – Verner, M.
1988 „Application of geological and geophysical methods in archaeological investigations of ancient egyptian remnants at Abusir“, *Przeglad Archeologiczny* 35, s. 5–47.
- Herbich, T.
2002 „Archaeological geophysics in Egypt: recent results“, in: Doneus, M. Eder-Hinterleitner, A. – Neubauer, W. (eds.), *Archaeological prospection – 4th International Conference on Archaeological Prospection, Vienna 19.-23. 9. 2001*, Wien: Austrian Academy of Sciences, s. 112–113.
- Kamei, H. – Atya, M.A. – Abdallatif, T.F. – Mori, M. – Hemthavy, P.
2001 „GPR and magnetic survey around Al-Zayaan temple, Al Wadi Al Gadeed, Egypt“, in: Doneus, M. Eder-Hinterleitner, A. – Neubauer, W. (eds.), *Archaeological prospection – 4th Inter-*

national Conference on Archaeological Prospection, Vienna 19.-23. 9. 2001, Wien: Austrian Academy of Sciences, s. 119.

Křivánek, R.

1997 „Geophysical survey on archaeological sites on Sir Bani Yas island, Abú Dhabi (UAE) – Geofyzikální průzkum na archeologických lokalitách na ostrově Sir Bani Yas (Spojené Arabské Emiráty)“, *Památky archeologické* 88/1, s. 142–150.

Křivánek, R. – Bárta, M.

2003 „Geophysical prospection in South Abusir, Egypt, 2002“, *Archaeologica Polona* 41 [= Herbich, T. (ed.), *Archaeological prospection – 5th International Conference on Archaeological Prospection, Cracow 10.-14. 9. 2003*], Warsaw, s. 220–223.

2003 „Geophysical prospection in South Abusir, Egypt, 2002“, in: *Abstract book, CIPA 2003 XIXth International Symposium, Antalya 30. 9.-4. 10. 2003*, webové stránky <http://www:cipa2003-antalya.org>

Mathieson, I. J. et al.

2001 „Saqqara Project, Preliminary Report 2001. National Museum of Scotland, Edinburgh“, *závěrečná zpráva pro NMS*.

Mousa, S. E. – Abdallatif, T. F. – Hussain, A. G. – El Bassiony, A.

2001 „Application of geophysical tools for mapping the archaeological features at Saqqara, Giza, Egypt“, in: Doneus, M. Eder-Hinterleitner, A. – Neubauer, W. (eds): *Archaeological prospection – 4th International Conference on Archaeological Prospection, Vienna 19.-23.9.2001*, Wien: Austrian Academy of Sciences, s. 149.

Pavlish, L. A. – D'Andrea, A. C. – Weeks, K. R.

2002 „Results of a Magnetometer Survey over the Environs of the Mortuary Temple of Amenophis I, Luxor, Egypt“, in: *33rd International Symposium on Archaeometry, April 22-26, 2002 Amsterdam, Netherlands – Abstract book*, Amsterdam: Vrije Universiteit, s. 18–19.

Schmidt-Colinet, A. – Plattner, G. A.

2001 „Geophysical survey and excavation in the „Hellenistic Town“ of Palmyra“, in: Doneus, M. Eder-Hinterleitner, A. – Neubauer, W. (eds): *Archaeological prospection – 4th International Conference on Archaeological Prospection, Vienna 19.-23.9.2001*, Wien: Austrian Academy of Sciences, s. 175–177.

Verner, M. – Hašek, V.

1981 „Die Anwendung geophysikalischer Methoden bei der archäologischen Forschung in Abusir“, *ZÄS* 108, s. 68–84.