

GEOFYZIKÁLNY VÝSKUM NA ARCHEOLOGICKEJ LOKALITE TELL-EL-RETABA

Vojtech Gajdoš¹, Kamil Rozimant¹

Abstract

On historical site in Lower Egypt, in area of Nile's delta was in the frame of archaeological exploration in 2007 realised an initial geophysical survey. The area was divided to square segments with 50m length for detailed prospecting. There were used DEMP and ERT methods for locating archaeological objects at investigated area. These works have added a significant amount of information to the knowledge about the position of structures not unknown before. The exact position of the northern defence wall was traced and probable places of gates in this wall were specified. Combining the areal results of used methods were retrieved knowledge about layout and integrity of former military fortress defence wall consisting of fine stony clay. There were also found the places of possible remains of architecture some internal fortress objects consisting of raw mud bricks with tiny stones.



Obr. 1: Situácia skúmanej lokality (prevzaté z práce Rzepka 2005). Mierka je v metroch.

Kľúčové slová

metóda DEMP, metóda ERT, geofyzikálne meranie, archeologický výskum, lokalita Tell-er-Retaba, Egypt

1. Úvod

V rámci úvodnej etapy archeologického výskumu na lokalite Tell-er-Retaba (Egypt) sa okrem podrobného topografického zamerania vykonalo aj geofyzikálne meranie za účelom posúdenia prítomnosti archeologických objektov na predmetnej ploche. Jej rozmery sú zhruba 700 x 400 m a leží v delte Nílu, západne od mesta Izmjailia (obr.1).

2. Metodika geofyzikálnych meraní

Pri výbere geofyzikálnych metód pre plánovaný výskum sa vychádzalo zo starších poznatkov o zložení horninového prostredia vo vrstve obsahujúcej očakávané archeologické objekty. Z práce M.J.Fullera (Fuller, 1978 in Rzepka, 2005) vyplýva, že horninové prostredie je tvorené striedaním subhorizontálnych, často sa vyklíňujúcich vrstiev piesku, popola a dreveného uhlia. Hrúbka vrstiev je malá, od niekoľko cm do cca 70 cm. V tomto prostredí sa lokálne nachádzajú zostatky architektúry tvorené nepálenou tehloou vyrobenou zo zmesi bahna s malým obsahom drobných kamienkov (do 1 cm). Najväčšia koncentrácia architektúry z uvedeného materiálu je v hĺbke 1 až 2.5 m, menšie akumulácie tohto materiálu boli zistené až do hĺbky 7 m. Hĺbka hladiny podzemnej vody sa pohybuje okolo 7 m v závislosti na lokálnej výške miesta v ktorom ju určujeme. Dá sa povedať, že hlavný objem archeologických objektov je umiestnený v nenasýtenej zóne horninového prostredia, nad hladinou podzemnej vody. Vzhľadom na charakter materiálu (piesok a popol) predpokladáme tenkú vrstvu kapilárnej obruby (cca 10 cm) nad hladinou podzemnej vody.

Podľa uvedených horninových pomerov na lokalite sme navrhli skúšobne realizovať v rámci geofyzikálneho prieskumu elektromagnetické, magnetické a geoelektrické meranie. Jednalo sa o metódu DEMP (dipólové elektromagnetické profilovanie), metódu konduktívneho merania merného elektrického odporu v modifikácii ERT (electrical resistivity tomography) a meranie veľkosti T zložky zemského magnetického poľa. Pred samotným zahájením meraní bolo vykonané testovacie meranie vedľa staršej archeologickej sondy, ktorou bola odkrytá časť obranného valu (obr.2).

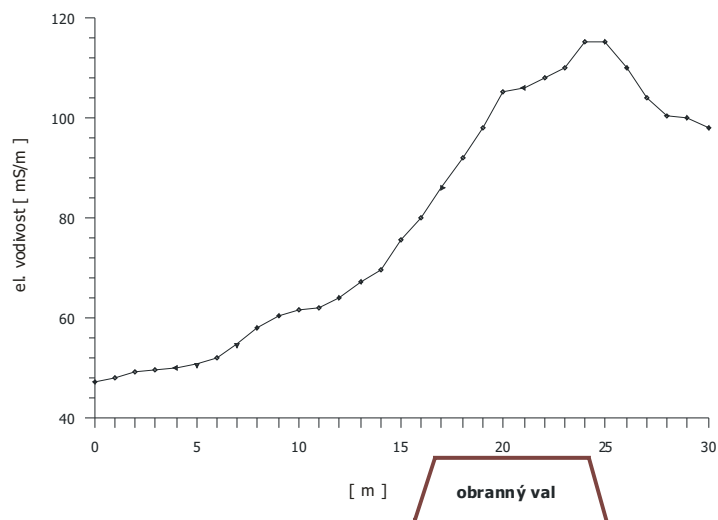
Magnetické meranie a meranie DEMP bolo realizované na niekoľkých testovacích profiloch, pričom najmä magnetikou na viacerých z nich nebola zistená anomálna odozva nad obranným valom. Na základe týchto výsledkov (obr.3) bolo rozhodnuté použiť pre pokrytie predmetnej plochy lokality sieťou meraní metódu DEMP. Táto metóda bola vybraná v dôsledku preukázaného vyššieho kontrastu elektrickej vodivosti zisteného nad valom, ako aj pre jej operačnú rýchlosť pri meraní na veľkej ploche.

Metóda DEMP bola aplikovaná na meracej sieti 2 x 2 m v blokoch štvorcov o strane 50 m (obr.4). Zmeraných bolo celkom 26 štvorcov, niektoré na západnom a severnom okraji lokality boli pre prítomnosť



Obr. 2: Poloha testovacieho profilu voči odkrytému valu

komunikácie a iné prekážky neúplné a zhruba v jej strede, kde vedie vodovodné potrubie, bol vynechaný pás štvorcov. Orientácia strán štvorcov bola S – J a Z – V. Meranie bolo realizované aparátúrou GEONICS EM-31. Výsledky merania boli prenesené do počítača a ďalej spracované v počítači tak, aby bolo možné zobrazit' namerané dáta vo forme mapy izolínií elektrickej vodivosti, resp. elektrickej rezistivity (analýzou dát sa zistilo, že dáta z jednotlivých štvorcov na seba nadväzujú bez potreby ich vyrovnania na spoločnú hladinu; pri gridovaní bola použitá metóda kriging). Táto mapa je zobrazená na obr.5 a slúži na interpretáciu prítomnosti a polohy archeologických objektov ako aj na ich charakterizáciu.



Obr. 3: Priebeh elektrickej vodivosti na profile prechádzajúcom naprieč valom. Horný okraj valu je v hĺbke cca 0,7 m.

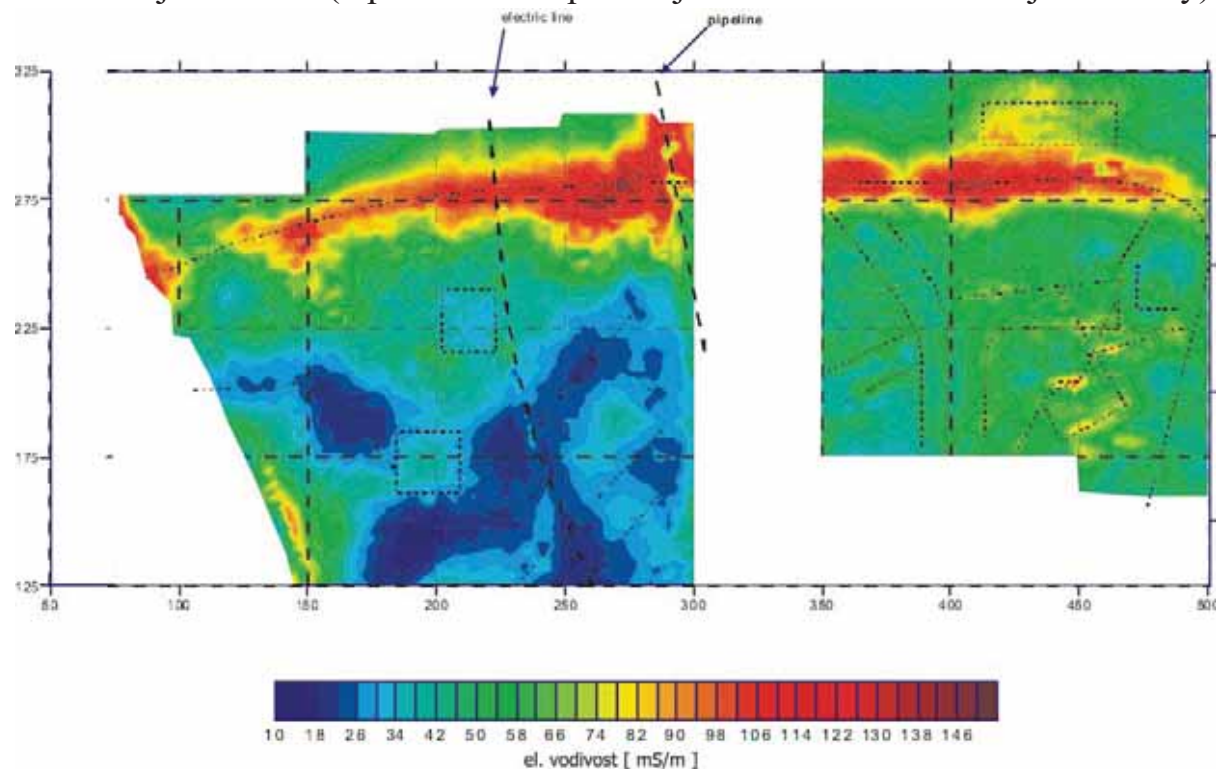


Obr. 4: Schéma meracej siete DEMP (vybodkované štvorce a ich časti).

Metóda ERT bola vzhľadom na jej detailizačný charakter (je určená na podrobný popis vertikálneho, prípadne 3D zobrazenia skúmaných objektov) možné aplikovať iba po zistení situácie meraním metódu DEMP, prípadne metódou magnetometrickou. Na základe výsledkov uvedených metód je možné stanoviť polohu a orientáciu profilov na zmeranie spomínaných vertikálnych rezov. Pre posúdenie detekčných možností metódy ERT na tejto lokalite, boli vybrané profily podľa výsledkov meraní DEMP. Meranie metódou ERT bolo urobené prístrojom RESISTAR, krok elektród bol 1 m, usporiadanie bolo Wenner – Schlumberger.

3. Výsledky merania

Výsledkom merania metódou DEMP je plošná mapa izolínií elektrickej vodivosti na meranej ploche lokality (obr.5). Zobrazenie elektrickej vodivosti (v praxi sa skôr preferuje zobrazenie elektrickej rezistivity) bolo zvolené z vizualizačných dôvodov.



Obr. 5: Mapa elektrickej vodivosti zostavená z meraní metódou DEMP.

elektrickej vodivosti a predpokladáme, že sú to konštrukcie budované z hlinitého materiálu, podobné aké boli odkryté starším výskumom v súvislosti s budovaním vodovodného potrubia (obr.6). Západná časť meranej plochy je voči východnej výškou povrchu vyššia a teda je možné predpokladať, že samotná pevnosť bola v západnej časti (pevnejšie konštrukcie) a vo východnej boli hospodárske objekty.

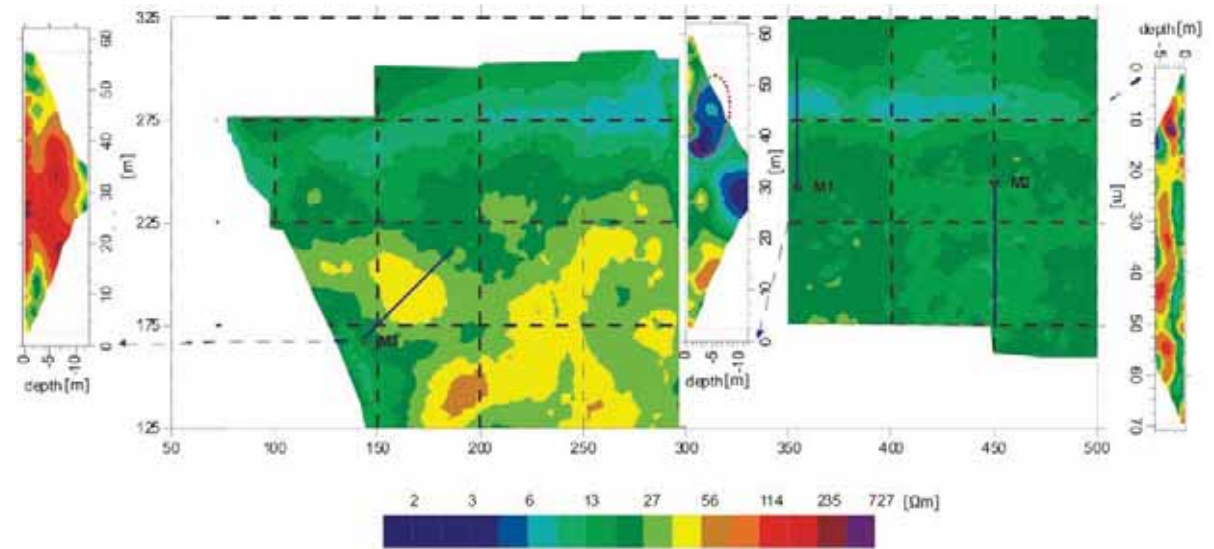
Výsledky merania metódou DEMP ukazujú celkové rozloženie anomálnych rezistivných telies v ploche meranej lokality. Na posúdenie vertikálnych rozmerov zistených anomálnych telies a ich materiálového zloženia sme použili výsledky merania metódou ERT, ktoré boli realizované na troch vybraných profiloch. Poloha týchto profilov a výsledky výpočtu 2D inverzie nameraných údajov (programom Res2DInv) sú vo forme vertikálnych rezov uvedené na obr.7.

Z časových dôvodov sme sa zamerali na objekt severného valu, na jeden objekt v západnej časti lokality a jeden objekt vo východnej časti lokality. Zo získaných rezov vyplýva, že na profile vedenom naprieč severným obranným valom (profil M1) sa teleso

Nájdenie priebehu valu bolo pri prieskume prioritné a keďže jeho materiál (jemne kamenitá hlina) je vodivejší ako materiál prostredia v jeho okolí (prevažne piesčitý), v mape izolínií vodivosti sú nad valom pozitívne maximá. Na mape (obr.5) je možné aplikovať kvalitatívnu interpretáciu, t.j. analyzovať plošné rozloženie hodnôt elektrickej vodivosti. Z analýzy vyplýva, že v severnej časti lokality sa výrazne vyčleňuje konštrukcia ochranného valu, ktorej generálny smer je západ – východ. V oblasti metráže $x = 100 - 130$ m je možné očakávať prítomnosť brány, podobne je to aj v oblasti metráže $x = 380$ m. Ostatné časti valu (t.j. západný, južný a východný) v meranej ploche zachytené nie sú. Ostatná časť mapy vykazuje dva odlišné charakterystiky: v západnej časti prevládajú lokálne štruktúry líniového charakteru s nízkymi hodnotami elektrickej vodivosti a predpokladáme, že sú to konštrukcie budované z kamenného materiálu. Vo východnej časti meranej plochy zase prevládajú lokálne štruktúry líniového charakteru s vyššími hodnotami



Obr. 6: Časť odkrytých stavebných konštrukcií budovaných z hlinitého materiálu.



Obr. 7: Výsledky merania metódou ERT.

valu vyčleňuje ako vodivé teleso na metrácii 36 až 48 m a zasahujúce do hĺbky asi 4 m (označené je červenou elipsou). Južnejšie je možné identifikovať ďalšie vodivé teleso, ktorého horný okraj je v hĺbke asi 6 m. Pôvod a charakter tohto telesa je potrebné overiť výkopom (vo výsledkoch merania DEMP sa jeho účinok pre jeho hĺbku už prejavil nemohol).

Na profile M2 vo východnom sektore lokality prechádza profil M2 cez niekoľko anomálnych objektov z vodivejšieho materiálu, zistených z výsledkov merania DEMP. Podľa získaného rezu sú to telesá na metrácii 23 až 33 m a metrácii 40 až 48 m, obe v hĺbke od 0,5 do 2 m a ležiace na takmer horizontálnej vrstve s vyššou hodnotou elektrickej rezistivity (kamenitý materiál ?) v hĺbke 2,5 až 5 m.

Tretí profil M3 bol zmeraný v západnom sektore lokality a vedený bol naprieč telesom s anomálne vyššou hodnotou elektrickej rezistivity. Z rezu je vidieť, že hodnoty rezistivity telesa dosahujú 500 i viac Ωm a je tvorené dvomi horizontálnymi štruktúrami. Prvá zasahuje do hĺbky zhruba 2 m a druhá do hĺbky asi 7 m. Podrobnejšie vyšetrenie povahy telies si vyžaduje následný archeologický výskum.

4. Záver

Z výsledkov geofyzikálnych meraní na lokalite Tell-El-Retaba (Egypt) bolo možné vytvoriť si celkovú predstavu o možnom rozložení potenciálnych archeologických objektov na ploche lokality, zmapovať severný priebeh ochranného valu, vytvoriť si predstavu o rozložení archeologických objektov vo vnútri skúmaného areálu a rozčleniť archeologické objekty podľa materiálu z ktorého boli

budované. Objekty v západnom sektore interpretujeme ako kompaktnjšie (zrejme kamenný materiál) a objekty vo východnom sektore skôr zložené z ílového materiálu (tehly z jemne piesčitej tmavej hlíny - mudbrick).

Získané geofyzikálne výsledky boli použité na plánovanie a realizáciu následného archeologického výskumu (Wodzinska, 2007; Hudec, 2008) Zostavenie korelačnej schémy vzťahu medzi geofyzikálnymi anomáliami a antropogénnou povahou vyšetřovaného horninového prostredia však zatiaľ nebolo možné urobiť, pretože podrobné archeologické údaje ešte nie sú k dispozícii.

Literatúra

HUDEC, J.: *New research in Tell er-Retaba*, In Abstract of Papers, Tenth International Congress of Egyptologists, University of the Aegean Rhodes, 22-29 May 2008.

WODZINSKA, A.: *Tell er-Retaba 2007: ceramic survey*, In Abstract of Papers, Tenth International Congress of Egyptologists, University of the Aegean Rhodes, 22-29 May 2008.

¹Autori:

Doc. RNDr. Vojtech Gajdoš, CSc - Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky PriF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, tel. 421 02 60 296 363, gajdos@fns.uniba.sk

RNDr. Kamil Rozimant, PhD - Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky PriF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, tel. 421 02 60 296 364, rozimant@fns.uniba.sk