

Expedícia Madagaskar 2013

-

Odkaz Mórice Beňovského

**Záverečná správa z geofyzikálnych meraní pre
archeologické účely**

Mgr. Mariana Pašiaková

Obsah:

1. Úvod.....	3
2. Ciele prieskumných prác.....	4
3. Skúmané územie.....	5
3.1. Geografická a geomorfologická charakteristika skúmaného územia.....	5
3.2. Geologická stavba skúmaného územia.....	7
4. Prieskumné geofyzikálne práce.....	10
4.1. Metodika geofyzikálnych prieskumných prác.....	11
4.2. Realizácia terénnych prieskumných prác a výsledky.....	14
5. Záver.....	20
6. Zoznam použitej literatúry.....	22

1. Úvod

Metódy aplikovanej geofyziky patria medzi nedeštruktívne metódy prieskumu, preto majú nesporné široké uplatnenie v oblasti archeológie. Nedeštruktívne postupy v archeológií sú hlavným kritériom moderného prieskumu na lokalitách, pri ktorom nedochádza k žiadnemu rušivému zásahu do horninového prostredia. Geofyzikálne metódy sú preto často jedinou účinnou metódou prieskumu v rámci efektivity riešenia archeologických otázok.

Geofyzikálnymi metódami sa v archeológií sledujú fyzikálne vlastnosti horninového prostredia v pripovrchových podmienkach, s cieľom poskytnúť informácie o prítomnosti a charaktere skúmaných objektov. Odlišné fyzikálne vlastnosti horninového prostredia (merný odpor, hustota, magnetická susceptibilita, tepelná vodivosť, atď.) ovplyvňujú fyzikálne polia Zeme v skúmanej oblasti a poukazujú na kontrast meraných fyzikálnych polí. Lokálne sa prejavene geofyzikálne anomálie nám poukazujú na nehomogenity v zemskej kôre (napr. skúmané archeologické artefakty).

Geofyzikálne metódy pre archeologické účely môžu byť použité podľa charakteru riešenej úlohy v rôznych variantoch: letecké, pozemné, pod vodnou hladinou a iné. Realizácia terénnych geofyzikálnych prác v histórii archeológie potvrdila ich prednosti a efektívnosť pri lokalizácii a priestorovom vymedzení rozsahu nálezísk. V pozitívnych prípadoch dokáže zodpovedať aj široké spektrum otázok o štruktúre anomálnych objektov. Na základe týchto informácií je potom oveľa efektívnejšie možné vykonávať podrobny terénny archeologický výskum.

Predkladaná záverečná správa je súhrnným vyhodnotením geofyzikálnych prác pre archeologické účely vykonaných v súvislosti s akciou:

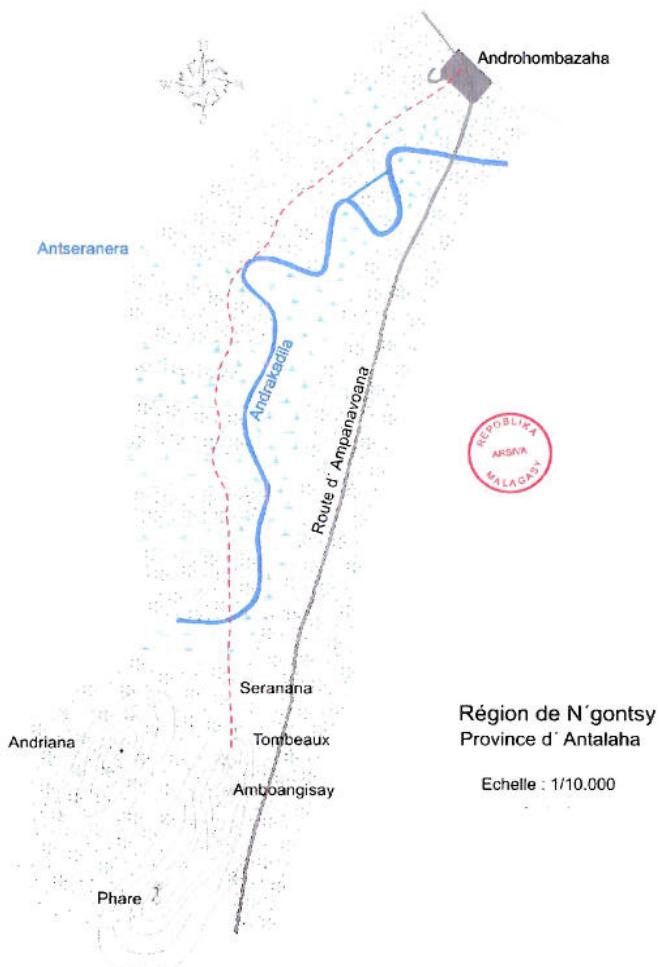
„Madagaskar 2013 - Odkaz Mórca Beňovského“

Geofyzikálne práce boli zamerané na posúdenie geologickej stavby vybranej časti územia s predpokladaným výskytom hrobu Mórca Beňovského. V oblasti sa majú vyskytovať hlinito - ílovité zeminy, v ktorých majú byť uložené pozostatky zosnulého Mórca Beňovského. Na ľudských pozostatkoch by mali byť, podľa archívnych informácií, poukladané bazaltové platne (kamene), ktoré tvoria ochrannú funkciu pred nepriaznivými vplyvmi počasia a fauny.

2. Ciele prieskumných prác

Ciele geofyzikálnych prieskumných prác pre archeologické účely boli na základe konzultácií s vedúcim expedície Ing. Vladimírom Dudlákom a ostatnými členmi expedície, o situácii predpokladaného miesta výskytu hrobu, geomorfológií, geológii prieskumného územia a dostupných mapových podkladov (historická mapa koloniálneho správcu Matteiho zo začiatku 20. stor.) (obr.1) stanovené nasledovne:

- stanoviť relativne vysokoodporové anomálie (bazaltové platne náhrobku)
v nízkoodporových hlinito - ilovitých lateritických zeminách



Obr. 1. Mapa príľahlej oblasti zhotovená koloniálnym správcom Matteim zo začiatku 20. storočia (prebraté z historického archívu ostrova Maurícius) franc. Phare - maják; Amboangisay a Andriana - vrcholy vulkanických kopcov; Andrakadila a Antseranera - rieky; Tombeaux - 3 zakreslené hroby = oblasť prieskumu; Seranana - už neexistujúca obec, malgašský preklad názvu Seranana = obec pri pevnosti.

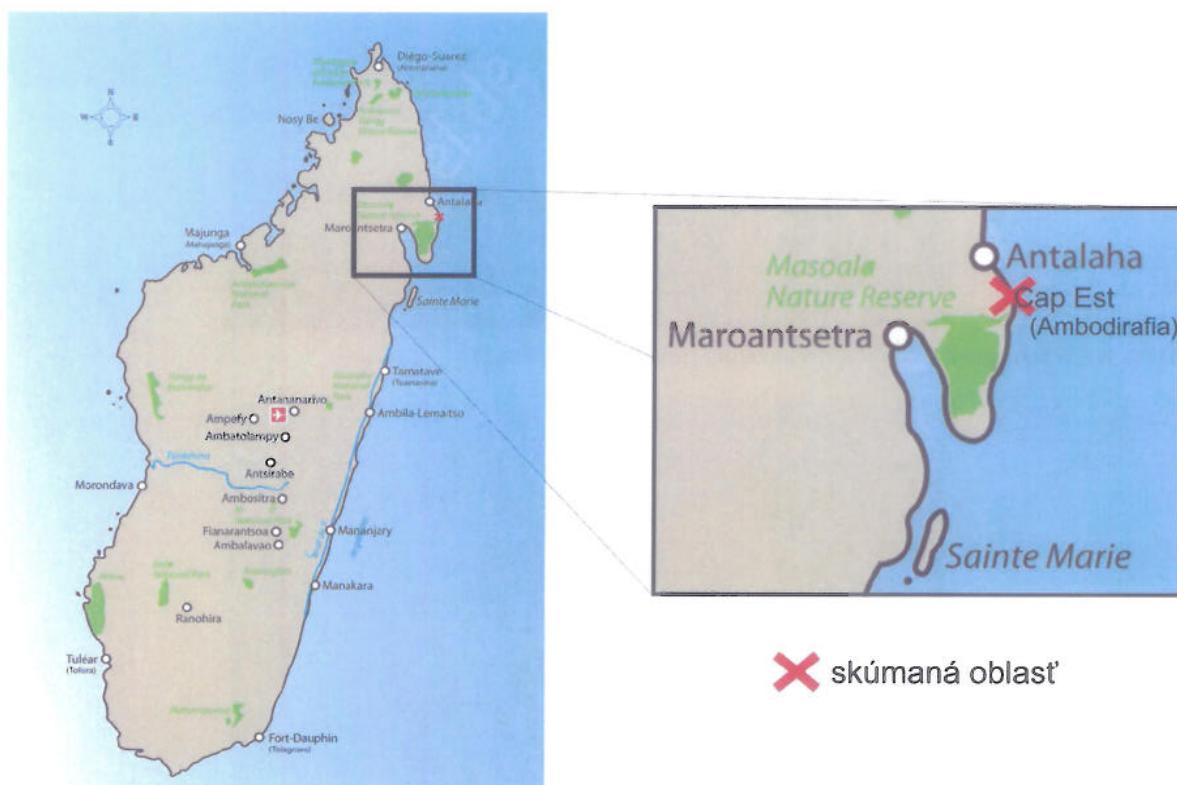
3. Skúmané územie

3.1. Geografická a geomorfologická charakteristika skúmaného územia

Prieskumné geofyzikálne práce boli realizované v severovýchodnej časti ostrova Madagaskar (Madagasikara, malg.), presnejšie v najvýchodnejšej časti Masoalského

polostrova, v autonómnej provincii Antsiranana, región Sáva, provincia (okres) Antalaha, oblasť Cap Est, obec Ambodirafia. Situácia územia je znázornená na obrázku č.2

Zo širšieho geomorfologického hľadiska môžeme reliéf oblasti rozčleniť na dve samostatné časti. Prvá časť (severnejšia) je tvorená príbrežnou rovinou s nadmorskou výškou do 5 m n. m. (obr.3), pretkanou hustou sieťou vodných tokov a brackických močiarov, ktorá zasahuje do vnútrozemia približne 1,5 km. Ide zrejme o fosílnu prílivovú plošinu (watty). Územím preteká výrazne meandrujúci tok Andrakadila (obr.4). Morské pobrežie je tu málo členité a je chránené koralovou bariérou (obr.5).



Obr. 2. Situácia skúmaného územia - širšie vzťahy.



Obr. 3. Pobrežná rovina zasahujúca 1,5 km do vnútrozemia s nadmorskou výškou do 5 m n.m (v pozadí) (foto: Dermek, 2013).



Obr. 4. Meandrujúci vodný tok Andrakadila (foto: Škultéty, 2013)



Obr. 5. Morské pobrežie je málo členité, je chránené korálovou bariérou (foto: Musil, 2013).



Obr. 6. Južná časť územia tvorená pahorkatinou vulkanického pôvodu s nadm. výškou do 70 m n.m. (foto: Dermek, 2013)

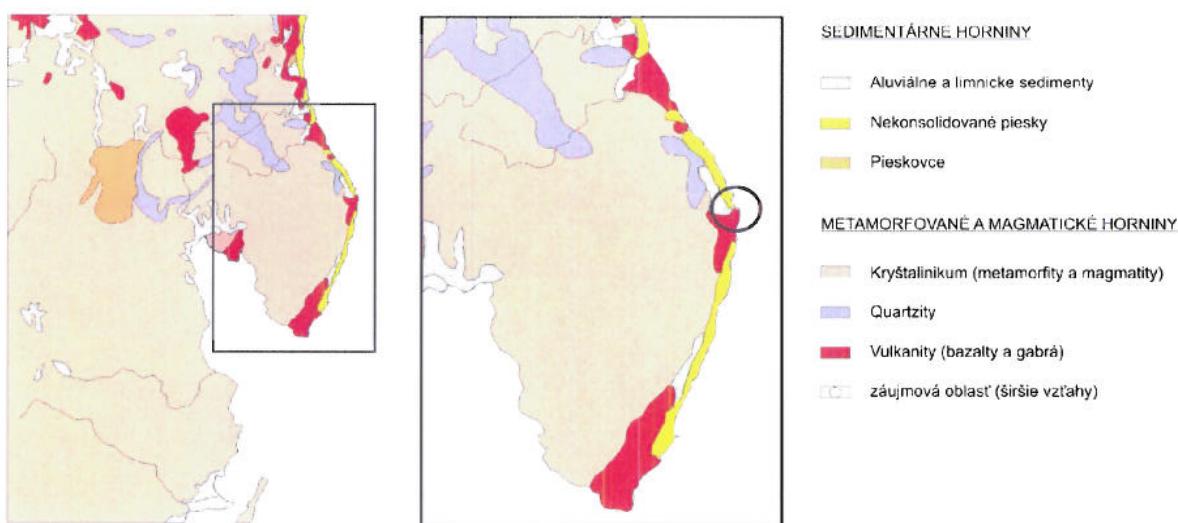
Druhá časť (južnejšia) je tvorená pahorkatinou vulkanického pôvodu s nadmorskou výškou do 70 m n. m. Ide o dynamicky vyvíjajúci sa reliéf. Územie je výrazne tektonicky porušené, väčšina výrazných tektonických línii je SV - JZ smeru. V oblasti sa vyskytujú pramene len sporadicky. Svaly sú pokryté hustou vegetáciou tropických dažďových pralesov, ktorá je na niektorých miestach narušená holorubmi. V posledných rokoch dochádza závratným tempom k devastácii krajiny, kvôli výrobe dreveného uhlia a nelegálnemu výrubu vzácnych drevín ako sú eben, palisander a ružové drevo.

Podnebie je teplé a vlhké, ide o oblasť tropických dažďových pralesov. V období monzúnov tu spadne veľké množstvo zrážok, od 250 - 400 mm za mesiac.

3.2. Geologická stavba skúmaného územia

Rovinatá severná časť územia je z geologického hľadiska charakterizovaná hlavne jemnozrnnými nespevnenými sedimentárnymi horninami. Jedná sa o sedimenty aluviálneho (sedimenty riečneho pôvodu - štrky a piesky), limnického pôvodu (jazerného pôvodu - hliny a īly) a o morské sedimenty (plážové a dunové piesky).

Dobre vytriedené jemnozrnné plážové piesky sú tvorené hlavne kremeňom, akcesoricky obsahujú magnetit a oxidy železa. Sedimenty obsahujú málo úlomkov vápnitých schránok organizmov (obr.3 a 7).



Obr. 7. Zjednodušená geologická mapa mysu Cap Est (upravené podľa Besairie, 1972).

V príbrežných častiach roviny sa jedná o oblasti s brakickými vodami (sladká voda sa mieša so slanou), kde rastú rozsiahle spoločenstvá mangrovníkov, ktoré chránia pobrežie pred eróziou. Celé pobrežie mysu Cap Est je chránené pred nepriaznivými morskými vplyvmi súvislou koralovou bariérou, prerušenou len na niekoľkých miestach, ktorá je vzdialená od pevniny od 2 do 4 km. Medzi koralovou bariérou a pevninou sa vytvorili rozsiahle plytkovodné piesčité plošiny zaliate morom (lagúny) (obr.5).

Okraj pobrežia smerom na juh je tvorený pahorkatinou budovanou vulkanickými horninami. Ide o pozostatky lávových prúdov a lávových príkrovov. Tvorená je komplexom rozrušených výlevných a vyvretých hornín tvorených prevažne bazaltmi (čadičmi) a gabrami (obr.6, 7 a 8). V oblasti sa vyskytujú bazaltové lávové prúdy končiace miestami až v oceáne, čo nám potvrdzuje značnú pohyblivosť bazaltovej lávy.

Na vulkanických horninách spočíva vrstva zvetralín, premenlivej mocnosti, zastúpená lateritickými ílmi. Laterity sú zeminy (pôdy), ktoré vznikajú lateritizáciou (intenzívnym chemickým zvetrávaním) všetkých typov hornín (okrem vápencov), tvorených predovšetkým silikátovými minerálmi, v oblastiach s vlhkým tropickým a subtropickým podnebím. Dochádza k postupnému vylúhovaniu alkálií (hydroxidy alkalických kovov, hlavne draslík (K) a sodík (Na)), čo znamená, že dochádza k úplnému rozpusteniu živcov. V pokročilých štádiách lateritizácie môže dochádzať aj k úplnému rozpusteniu SiO₂ (oxidu kremičitého). Laterity potom obsahujú veľké množstvo oxidov a hydroxidov železa, hliníka, titánu, mangánu, z ílových minerálov kaolín. Obsahujú málo humusu (obr.8).



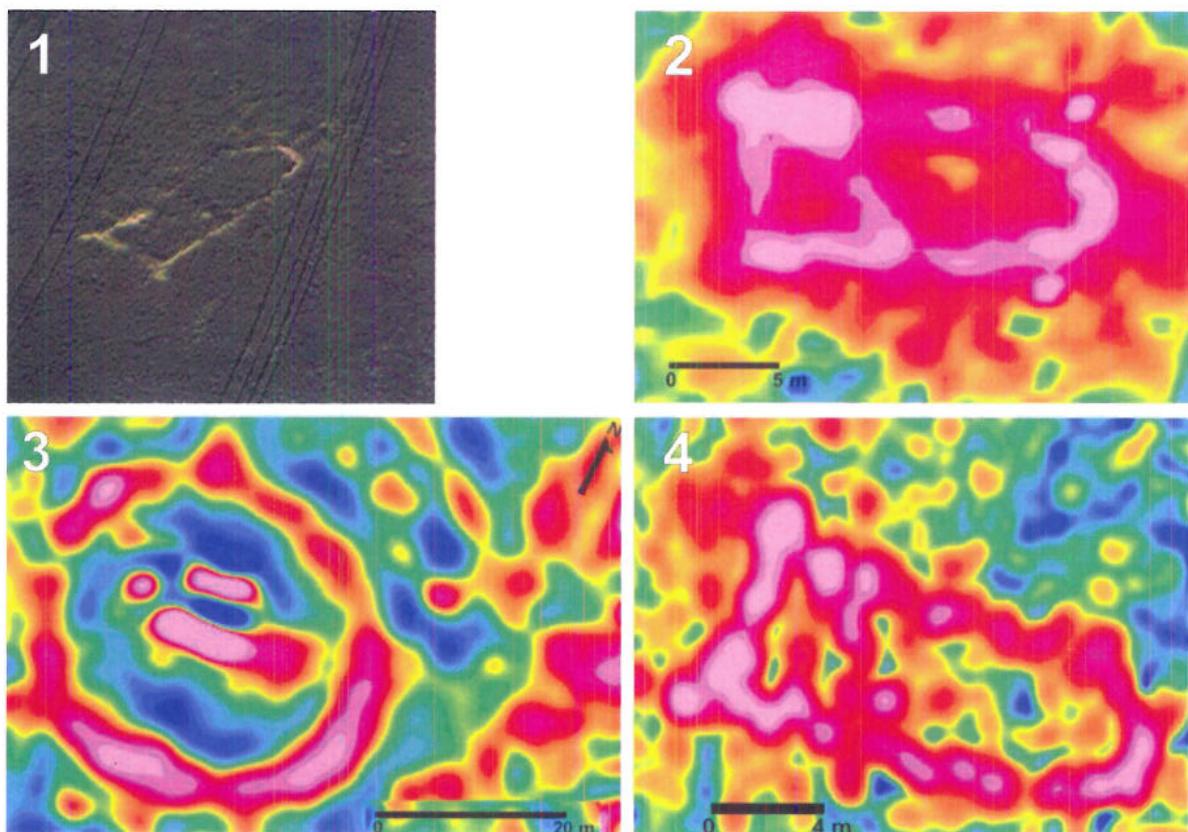
Obr. 8. Svahové sedimenty - vľavo kolúvium tvorené lateritickými ílmi väčších mocností v porovnaní s deluviálnymi svahmi; vpravo - suť vulkanického materiálu (foto: Pašiaková, 2013).

Deluviálne (svahové) sedimenty pohoria sú tvorené suťami vulkanického materiálu rôznej veľkosti so zmesou lateritických ílov premenlivej mocnosti na povrchu. Pri výdatných zrážkach je väčšina lateritického materiálu gravitačne odplavovaná do podsvahových častí (kolúvium) (obr.8).

4. Prieskumné geofyzikálne práce

Na vyhľadávanie archeologických artefaktov je možné použiť široké spektrum nedeštruktívnych geofyzikálnych metód. Predpokladom úspešnosti aplikácie geofyzikálnych metód je, aby sa archeologické objekty líšili svojimi fyzikálnymi vlastnosťami (ako je napr. elektrická vodivosť, hustota, magnetizmus, teplota a iné) od okolitého horninového prostredia. Tento kontrast fyzikálnych polí musí byť natoľko výrazný, aby ho bolo možné detektovať geofyzikálnymi aparáturami. Takto je možné vyčleniť z relatívne veľkej neznámej plochy oblasť menšiu a sústrediť sa na podrobnejší prieskum danej archeologickej anomálie.

Každá geofyzikálna metóda podáva po fyzikálnej stránke odlišný typ informácií o skúmanom prostredí. Pri geofyzikálnom prieskume sa zvyčajne kombinuje niekoľko metód s meraním odlišných fyzikálnych polí skúmaného prostredia a vzájomnou koreláciou výsledkov z jednotlivých metód možno získať komplexnejšiu predstavu o stavbe skúmaného územia a výskyti alebo absencii anomálnych objektov (napr. stôp po antropogénnej činnosti)



Obr. 9. Príklad použitia rôznych geofyzikálnych metód na lokalite Poľný Kesov (1-porastové príznaky na leteckých snímkach; 2-geoelektrické merania, mapa izoohm; 3-mapa magnetických anomálií; 4-horizontálny georadarový rez pre hĺbku 60 cm) (upravené podľa Tirpák, 2004).

Je nutné uvedomiť si aj hranice možností geofyzikálnych metód, najmä v prostredí s výskytom zvýšenej úrovne porúch alebo nedostatočným kontrastom fyzikálnych vlastností archeologických objektov v okolitej pedologicko-geologickom prostredí (Tirpák, 2010).

Úspešnosť aplikácie geofyzikálnych metód je, aby archeologické objekty vykazovali odlišné fyzikálne vlastnosti voči okolitému horninovému prostrediu a dochádzalo ku kontrastu fyzikálnej podstaty polí.

Pre účely nedeštruktívnej archeológie sa najčastejšie používajú magnetické a geoelektrické metódy, ktoré sú aj veľmi operatívne a rýchle. Príklad použitia rôznych geofyzikálnych metód na lokalite Poľný Kesov je znázornený na obrázku č. 9 (Tirpák, 2004).

Za priaznivých podmienok zaznamenané anomálie môžu odhaliť široký okruh pochovaných archeologických objektov, akými sú na sídliskách - jamy, zruby, kolové jamy, priekopy, ohradenia, valy, žľaby, cesty, pece, hrobové jamy, mohyly, haldy, trosky, kultové objekty (rondely), základy pôdorysov z tehlového a sopečného materiálu, vojenské tábory a iné (Tirpák, 2011).

4.1. Metodika geofyzikálnych prieskumných prác

Pre posúdenie lokálnej geologickej stavby v blízkosti predpokladaného miesta hrobu Mórice Beňovského boli s prihľadnutím na riešení problematiku zvolené ako nosné metódy prieskumu do hĺbky cca 2 m, geoelektrické odporové metódy a georadar (GPR). Obe tieto metódy by priniesli dobré výsledky, ak by sa pozostatky nachádzali v ílovitých zeminách a zakryté by boli bazaltovými blokmi horniny.

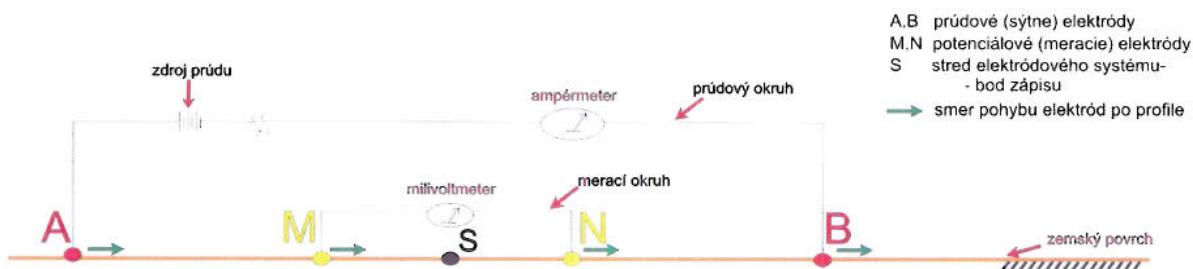
Z náročných finančných a logistických dôvodov sa nepodarilo na Madagaskar vziať veľmi citlivé prístrojové vybavenie GPR a realizácia GPR prieskumu sa neuskutočnila. Realizoval sa iba prieskum geoelektrickými odporovými metódami, ktorý je z finančných a logistických dôvodov nenáročný.

Z geoelektrických odporových metód, ako najvhodnejšia metóda prieskumu, bolo zvolené odporové profilovanie. Konkrétnie išlo o symetrické odporové profilovanie (SOP) s dvoma rozostupmi elektród (pre dve hĺbkové úrovne prieskumu), pre $a=1,5$ m (A1,5M1,5N1,5B) a pre $a=0,75$ m (A0,75M0,75N0,75B).

Odporové profilovanie (OP) je pohyb určitého usporiadania elektród po profile, najčastejšie s pravidelným krokom, pomocou ktorej zistujeme zmeny odporových vlastností

horninového prostredia v horizontálnom smere. Meraná veličina, zdanlivý merný odpor ρ_z , je ovplyvnený celým polpriestorom rozloženého elektrického poľa, čiže odporovými podmienkami geologického prostredia a usporiadáním elektródového systému (Karous et al., 1989; Mareš et al., 1990; Everett, 2013).

Pri SOP využívame zvyčajne klasický štvorelektródový systém vo Wennerovom usporiadaní, kde sú štyri elektródy zapojené v jednej líni. Vzdialenosť medzi elektródami je konštantná a sú symetricky usporiadane podľa stredu zostavy, ktorý sa pohybuje po profile a predstavuje bod zápisu merania (S) (obr.10).



Obr. 10. Schéma terénnnej meracej zostavy pri Wennerovom usporiadaní elektród.

AB sú prúdové elektródy, zapojené v prúdovom (sýtnom alebo zdrojovom) okruhu, ktorými zavádzame do horninového prostredia prúd (I), čiže uzemňujeme zdroj prúdu. MN sú potenciálkové elektródy, zapojené v meracom (potenciálkovom) okruhu, na ktorých zaznamenávame rozdiel potenciálov, čiže napätie (ΔV) vytvorené prúdovým okruhom (obr.10).

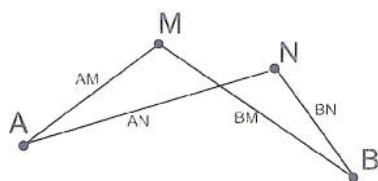
Prúdový a merací okruh pozostáva nielen z kálov (v našom prípade sme použili jednožilový poľný vojenský kábel PK-1) a medených elektród A,B,M a N, ale obsahuje aj zdroj jednosmerného (striedavého) prúdu a meraciu aparáturu na meranie prúdu a napäťia.

Na meranie napäťia a prúdu sme použili automatický geoelektrický systém PU 193. Prístroj je napájaný vstavaným oloveným akumulátorom 12V/1,3 Ah a automaticky zaznamenáva pomer $\Delta V/I$ (napätie/prúd), pretože aparátura obsahuje zapojený stabilizátor prúdu. Prístroj umožňuje používať striedavý prúd s rôznymi frekvenciami, 59, 95, 128 a 140 Hz. Zvolili sme preto najnižšiu možnú frekvenciu, aby sme čo najviac znížili vplyv skinefektu, ktorý sa najviac prejavuje hlavne vo vodivom prostredí (Karous et al., 1989).

Vo všeobecnosti, v odporovo homogénnom prostredí, zo vzájomnej vzdialenosťi elektród (k), zmeraného prúdu I a napäťia ΔV môžeme vypočítať merný odpor ρ prostredia pomocou vzťahu (1).

$$\rho = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}} \cdot \frac{\Delta V}{I} = k \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

Súbor vzájomných vzdialenosí jednotlivých elektród nazívame konštantu usporiadania (k). Konštantu usporiadania vypočítame podľa vzťahu (2).

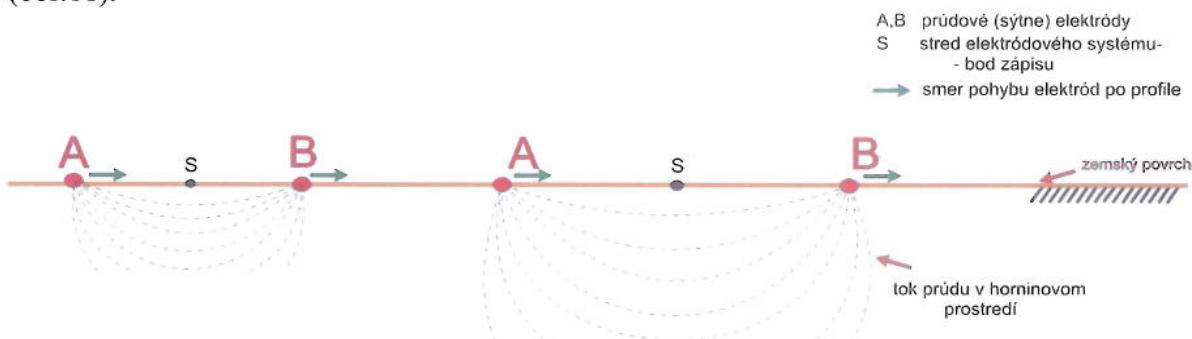


$$k = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}} \quad (2)$$

V odporovo nehomogennom prostredí (reálne geologické prostredie), z podielu zmeraného napäcia ΔV a prúdu I môžeme vypočítať tzv. stredný merný odpor prostredia ρ_z (zdanlivý merný odpor) prostredia pomocou vzťahu (3).

$$\rho_z = k \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

Zdanlivý merný odpor je základným interpretačným parametrom odporových metód. Generálny princíp odporového sondovania je lineárna závislosť rastu hĺbkového dosahu (r) metódy s rastom vzdialenosí medzi meracími a prúdovými elektródami, teda so zmenou geometrie usporiadania elektródového systému. Hĺbkový dosah metódy odporového profilovania pre zvolený rozostup sa pohybuje medzi $r = AB/4$ až $AB/3$, kde najväčšia hustota elektrického prúdu je zhruba v priestore gule preloženou bodmi A a B (Karous, 1989) (obr.11).



Obr. 11. Závislosť hĺbkového dosahu na vzdialenosí prúdových elektród (upravené podľa Karous, 1989).

4.2. Realizácia terénnych prieskumných prác a výsledky

Terénne prieskumné práce boli vykonávané v dňoch od 8.11. do 18.11.2013. Po príchode na Madagaskar do obce Ambodirafia sme vykonali obhliadku predpokladaného miesta hrobu Mórca Beňovského. Miesto bolo vytypované na základe historickej Matteiho mapy (obr.1). Vytýčili sme prieskumné územie veľkosti 30 x 10m, ktoré bolo potrebné vyklčovať, keďže sme sa nachádzali v tropickom dažďovom pralese. Čistiace práce vykonali mačetéri pod vedením miestneho sprievodcu p. Puléna.

Po vyčistení prieskumného územia bolo na lokalite vytýčených 11 profilov (označené 0 až 10) s dĺžkou 30 m (obr.12). Priebeh profilov bol SVV - JZZ smeru. Vzdialenosť medzi profilmi bola navrhnutá na 1 m a krok merania na profile bol 0,5 m. Takáto hustá siet merania (671 bodov) bola potrebná na rovnomerné pokrytie skúmaného územia a na zachytenie anomálie hrobových miest, keďže sa jednalo o objekty s veľkosťou maximálne 1 x 2 m.



Obr.12. Prípravné geofyzikálne práce a vytýčovanie profilov na vytypovanom mieste podľa Matteiho mapy
(foto: Škultéty, 2013, vľavo; Musil, 2013, vpravo)

Po vytýčení profilov bola vykonaná detailná obhliadka širšieho okolia skúmanej lokality z geomorfologického a geologického hľadiska. Veľmi podrobne sa na mieste preštudovali aj všetky dostupné mapové podklady (Mattei, Google Earth) a zistilo sa, že historická mapa nakreslená správcom Matteim (obr.1) nekorešponduje s miestnou situáciou.

Historická mapa zaznamenáva tri vrcholy kopcov, jeden za nazýva Andriana, druhý Amboangisay a tretí je označený ako maják (Phare, franc.). Hroby (tombeaux, franc.) sú zakreslené na najsevernejšom kopci s názvom Amboangisay, ktorý by mal byť podľa tvaru a poštu vrstevníc na mape najvyšší so všetkých troch kopcov a mal by mať so všetkých

z geomorfologického hľadiska najstrmšie svahy (obr.1). Približne 150 m od úpäťia svahu smerom na sever je zakreslená historická osada Seranana a približne 30 m na sever od zakreslenej obce začína hrana riečnej terasy, ktorá sa nachádza 2 m nad rovinatou močiarnou oblasťou.

Po obhliadke terénu sme zistili, že v oblasti sa nenachádzajú tri ale štyri vyvýšeniny. Kopce s názvami Andriana (č.4) a maják (č.3) korešpondujú s historickou mapou (obr.13). V oblasti sa však nachádzajú ďalšie dve vyvýšeniny, z ktorých jedna sa má nazývať Amboangisay, ide buď o kopec č.1 alebo č.2. Ani po porade s domorodým obyvateľstvom sme nedokázali vypátrať informáciu, o ktorý z tých dvoch by sa malo jednáť. Dôležité však je, že jedna vyvýšenina v historickej mape zakreslená nie je.

Ďalšou spornou informáciou je, že nadmorské výšky kopcov č.3 (69 m n. m.), č.2 (40 m n. m.) a č.1 (23 m n.m.) postupne klesajú v smere na sever. Na historickej mape je to zdokumentované opačne.



Obr. 13. Situácia prieskumného územia - bližšie vzťahy; 1 - 4 vrcholy vulkanických kopcov, žltá prerušovaná línia označuje predpokladané miesto výskytu starej osady Seranana - ide o pozostatok starej terasy; červený obdĺžnik - prieskumné územie, na ktorom sa vykonával geofyzikálny prieskum; čierne obdĺžníky označujú nové vyklčované oblasti, na ktorých sa vykonala podrobnejšia obhliadka terénu z hľadiska antropogénnych zásahov do geomorfológie terénu (mapový podklad prebratý z google earth, 2013).

Prieskumné geofyzikálne územie (červený obdĺžnik na obr.13) bolo vytýčené na úpäti svahu č.2. Historická mapa však dokumentuje hroby na severnom úpäti svahu kopca, ktorý priamo susedí s príbrežnou rovinou, a preto toto prieskumné územie kvalitatívne nespĺňalo podmienky.

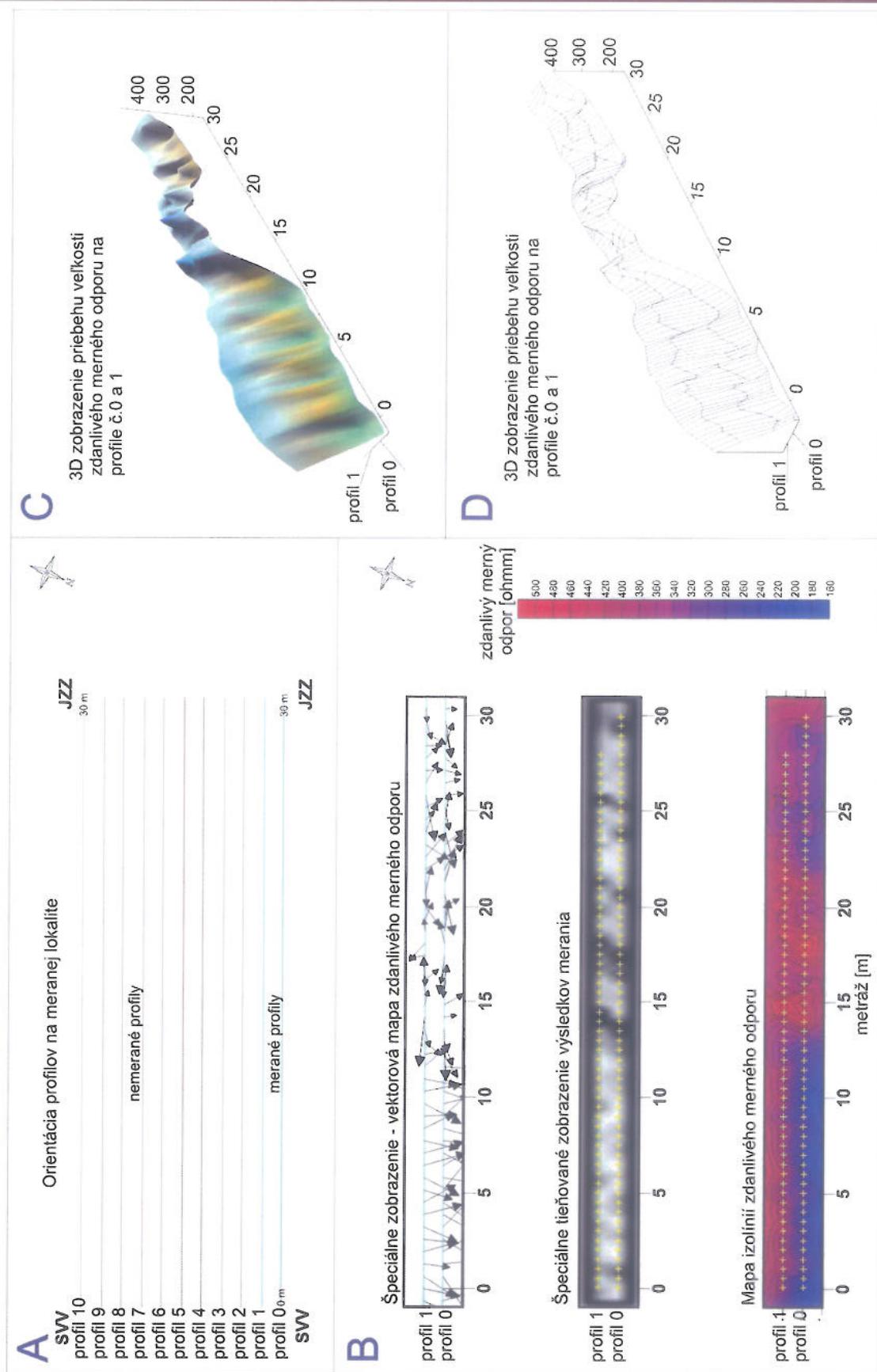
Vytýčili sme nové prieskumné územie, označené ako čierne obdĺžniky na obr. 13, ktoré s väčšou pravdepodobnosťou zodpovedá historickej mape.

Prieskumné geofyzikálne územie (červený obdĺžnik na obr. 13) sa nachádza v spodných partiách svahu vulkanického kopca. Ide o deluviálnu časť svahu, ktorá je z geologického hľadiska charakterizovaná prítomnosťou bazaltových hornín, na povrchu s prímesou lateritických hlín a ílov rôznej mocnosti. Vulkanický materiál na svahu je rôznej zrnitostnej frakcie, od jemnozrnných až po bloky hornín do veľkosti 1-2 m.

Z geofyzikálneho hľadiska sa jedná o oblasť, kde nedochádza k dostatočnému kontrastu medzi nízkoodporovými (vodivými) horninami - lateritickými hlinami a ílmi a vysokoodporovým (nevodivými) vulkanickým materiálom. Je to zmes materiálu, v ktorom sa nedajú jednoznačne vyčleniť vysokoodporové anomálie, ktoré by mali zodpovedať hrobovým miestam. Túto teóriu sme potvrdili odporovým meraním na profile č. 0 a č. 1. Premeralo sa 118 bodov s Wennerovým rozostupom elektród a=1 m a priamo v teréne sa vykonala na zmeraných dátach kvalitatívna interpretácia. Výsledky merania sú zobrazené na obrázku č. 14.

V časti 14 A je vykreslená situácia a orientácia profilov v teréne. V 14 B sú znázornené tri zobrazenia kvalitatívne zinterpretovaných výsledkov odporového profilovania. V najspodnejšej časti je mapa izoohm (izolínií) zdanlivého merného odporu (izolínie - sú línie, ktoré nám spájajú miesta s rovnakým zdanlivým merným odporom). Na mape môžeme registrovať odpory od 160 ohmm do 600 ohmm. Obe premerané línie vykazujú relatívne vysoké zdanlivé merné odpory, ktoré potvrdzujú, že ide o oblasť s prevahou bazaltového horninového materiálu s variabilnou prímesou hlinito - ílovitého lateritického sedimentu. Na profile č. 0 sú od metráže 0 do 14 m mierne znížené odpory. Ide o priestor s mierne zvýšenou prímesou hlineného a ílovitého materiálu alebo bloky bazaltového materiálu sú menších rozmerov. V 14 B sú výsledky zobrazené aj v dvoch špeciálnych formách, ako tieňovaná mapa a vektorová mapa zdanlivých merných odporov. V časti 14 C a 14 D sú výsledky, pre lepšiu vizualizáciu spracované v 3D forme.

Testované merné odpory hlín a ílov sa pohybujú v rozsahu od 10^{-1} ohmm do 10^2 ohmm, bazalty (čadiče) a gabrá od 10^2 ohmm do 10^5 ohmm (Mareš et. al., 1979).



Obr.14. Výsledky odporového profilovania na profiloch č. 0 a č. 1.

V ďalších geofyzikálnych meraniach na lokalite (červený obdĺžnik) sa po potvrdení teórie geológa nepokračovalo, merania by nepriniesli očakávané výsledky.

Nasledujúce prieskumné práce pokračovali už v oblasti označenej ako nové prieskumné územie (čierne obdĺžníky) (obr.13). Pri prvotnej obhliadke geomorfológie terénu boli objavené vo vrcholovej časti kopca č.1 jamy, ktoré vykazovali líniový trend po vrstevnici. Mohlo sa jednáť o staré pozostatky po kolovej konštrukcii opevnenia, ktoré tam mal mať Beňovský, podľa historických informácií, postavenú (ústna informácia p. M. Musila, historik a bádateľ).

Po vyčistení celej novej vytýčenej oblasti od vegetácie a po detailnom preskúmaní pozostatkov dier sme dospeli k skonštatovaniu, že diery nevykazujú líniový trend, ale sa nachádzajú v celej vrcholovej oblasti kopca č.1. V dierach neboli zdokumentované nijaké pozostatky drevených kolových častí, ani prípadné pozostatky ohorených častí driev, po spálení pevnosti. Jednalo sa o pozostatky antropogénnej činnosti domorodého obyvateľstva.

Po detailnom preskúmaní celej severnej a vrcholovej časti kopca č.1 z geomorfologického hľadiska neboli nájdené žiadne pozostatky, ani indície po zakreslených hrobových miestach. Neboli nájdené žiadne pozostatky ani po pevnosti a ani žiadne pozostatky po akejkoľvek antropogénnej činnosti, ktorá mohla prebiehať v oblasti pri budovaní a osídlení pevnosti.

Obidve prieskumné lokality, stará (červený obdĺžnik), aj nová (čierne obdĺžníky) a východná časť územia s predpokladaným výskytom starej osady Seranana boli preskúmané aj detektorom kovov. Na prieskum sme použili jednoduchý detektor kovov Teknetics Delta 4000.

Detektory kovov pracujú na indukčnom princípe. Vysielajú primárne magnetické pole a následne registrujú zmeny v sekundárnom poli, ktoré je vyvolané prítomnosťou magnetických alebo elektricky vodivých predmetov. Presnosť, citlosť a hĺbkový dosah detekcie závisí od vybavenia detektora (pracovné frekvencie) a vhodne zvolenej cievky. Jedným s najdôležitejších parametrov detektorov kovov pri vyhľadávaní predmetov je ich hĺbkový dosah. S väčšinou detektorov s cievkou s priemerom 20 cm je možné lokalizovať napríklad drobné mince a náušnice do 10 - 25 cm, veľké mince a kovové predmety strednej veľkosti do 15 - 35 cm, predmety o veľkosti 7 x 7 cm do 20 - 45 cm a veľké predmety ako truhlice do hĺbky 30 - 90 cm (Tirpák, 2011).

Okrem drobných kovových predmetov súvisiacich s recentnou antropogénou činnosťou sme neobjavili v skúmanom území nič čo by mohlo nasvedčovať, že sa jedná o historické artefakty alebo ich pozostatky.

5. Záver

Predkladaná záverečná správa je súhrnným vyhodnotením geofyzikálnych prác pre archeologické účely vykonaných v súvislosti s akciou Madagaskar 2013 - Odkaz Mórca Beňovského.

Geofyzikálne práce boli zamerané na posúdenie geologickej stavby vybranej časti územia s predpokladaným výskytom hrobu Mórca Beňovského. V oblasti sa mali vyskytovať hlinito - ílovité zeminy, v ktorých majú byť uložené pozostatky zosnulého Mórca Beňovského. Na ľudských pozostatkoch by mali byť, podľa archívnych informácií, poukladané bazaltové kamene.

Pre posúdenie lokálnej geologickej stavby v blízkosti predpokladaného miesta hrobu Mórca Beňovského boli s prihliadnutím na riešenú problematiku zvolené ako nosné metódy prieskumu do hĺbky cca 2 m, geoelektrické metódy, ktoré boli z finančných a logistických dôvodov nenáročné.

Nasadenie odporových metód sa opieralo o odlišné odporové vlastnosti lateritov a bazaltov. Bolo vytýčené prieskumné územie veľkosti 30 x 10m, na ktorom bolo natiahnutých 11 profilov (označené 0 až 10) s dĺžkou 30 m. Priebeh profilov bol SVV - JZZ smeru. Vzdialenosť medzi profilmami bola 1 m a krok merania na profile bol 0,5 m.

Prieskumné územie sa nachádzalo v spodných partiach svahu vulkanického kopca. Išlo o deluviálnu časť svahu a z geofyzikálneho hľadiska sa jednalo o oblasť, kde nedochádza k dostatočnému kontrastu medzi nizkoodporovými (vodivými) horninami - lateritickými hlinami a ílmi a vysokoodporovým (nevodivými) vulkanickým materiálom. Je to zmes materiálu, v ktorom sa nedajú jednoznačne vyčleniť vysokoodporové anomálie, ktoré by mali zodpovedať hrobovým miestam. Túto teóriu sme potvrdili odporovým meraním na profile č. 0 a č. 1.

Z výsledkov merania môžeme registrovať odpory od 160 ohmm do 600 ohmm. Obe premerané línie vykazujú relatívne vysoké zdanlivé merné odpory, ktoré potvrdzujú, že ide o oblasť s prevahou bazaltového horninového materiálu s variabilnou prímesou hlinito - ílovitého lateritického sedimentu. Na profile č. 0 sú od metráže 0 do 14 m mierne znižené odpory. Ide o priestor s mierne zvýšenou prímesou hlineného a ílovitého materiálu alebo bloky bazaltového materiálu sú menších rozmerov. V ďalších geofyzikálnych meraniach na lokalite sa nepokračovalo.

Následný prieskum sa sústredil na detailnú obhliadku širšieho okolia skúmanej lokality z geomorfologického a geologického hľadiska a zistilo sa, že historická mapa nakreslená správcom Matteim nekorešponduje s miestnou situáciou.

Po vzájomnej dohode všetkých členov expedície bolo vytýčené nove prieskumné územie, na ktorom boli objavené pozostatky dier, ktoré mohli svedčiť o pozostatkoch bývalého opevnenia. Po preskúmaní dier neboli nájdené žiadne pozostatky ani po pevnosti a ani žiadne artefakty po akejkoľvek antropogénnej činnosti, ktorá mohla prebiehať na území pri budovaní a osídlení pevnosti.

Obidve prieskumné lokality, stará (červený obdĺžnik), aj nová (čierne obdĺžniky) a východná časť územia s predpokladaným výskytom starej osady Seranana boli preskúmané aj detektorom kovov. Prieskum nepotvrdil historické artefakty alebo ich pozostatky.

Vzhľadom na predpokladaný charakter budúceho prieskumu, ked'že sa jedná o veľ'mi nádejnú lokalitu z historického hľadiska, odporúčam, aby bol v prvej fáze kladený dôraz na podrobné geomorfologické a geologické zmapovanie oblasti. Odporúčam prieskum rozšíriť aj na oblasť vyvýšeniny Andriana, kde by sa mohli nachádzat pozostatky historického opevnenia, a podrobne preskúmať oblasť starej osady Seranana. V ďalšom kroku je dôležité sústredit sa na etapovitosť geofyzikálnych prác.



Tanákor -

6. Zoznam použitej literatúry

- Besairie H., 1972: Géologie de Madagascar, les terrains sédimentaires. *Annales géologiques de Madagascar*. Fasc.XXXV. Tananarive., s. 463.
- Everett M., 2013: Near-surface applied geophysics. Cambridge University Press, s. 70-103.
- Karous M., 1989: Geoelektrické metódy průzkumu. SNTL Praha, ISBN 80- 03-0035-1, s. 16 - 85.
- Mareš S., Gruntorád J., Hrách S., Karous M., Marek F., Matolín M., Skopec J & Válek R., 1979: Úvod do užité geofyziky., 1. vyd., SNTL Praha, s. 251.
- Mareš S., Gruntorád J., Hrách S., Karous M., Marek F., Matolín M. & Skopec J., 1990: Úvod do užité geofyziky., 2. vyd., SNTL Praha, s. 328-340.
- Tirpák J., 2004: Poľný Kesov
- Tirpák, J., 2010: Geofyzikálne metódy v archeológii. Metódy nedeštruktívneho prieskumu. Nitra, ISBN 978-80-89315-19-2, s. 102.
- Tirpák, J., 2011: Aplikovaná geofyzika v nedeštruktívnej archeológii. UKF v Nitre, edd: Prírodovedec č. 472, ISBN 978-80-8094-914-3, s. 19 - 21.

Internetové zdroje:

<<http://www.googleearth.com>> [cit. 6.1.2014]