



Мр Гордана
ЈЕРЕМИЋ
Момир
ВУКАДИНОВИЋ

ДВОРИШТЕ НАРОДНОГ МУЗЕЈА У ЧАЧКУ – ГЕОФИЗИЧКА ИСТРАЖИВАЊА У 2006. ГОДИНИ

УДК: 902.2:550.8(497.11)(047.31)

АПСТРАКТ: Током августа 2006. године, у дворишту Народног музеја у Чачку извршена су геофизичка мерења у циљу детекције археолошких остатака испод површине терена. Радовима је обухваћена северна половина дворишта, на травнатој површини око господар Јовановог конака. Истраживања су извршена на 20 профила појединачних дужина до 50,00 m методом геоелектричног скенирања са дубинским захватом до 4,00 m. На основу прелиминарних резултата геофизичких истраживања издвојене су две зоне које упућују на постојање археолошких остатака на дубинама од 1,00-3,00 m. У циљу провере геофизичких резултата отворене су две археолошке сонде чији су резултати представљени у овом раду.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: Археогеофизика, геоелектрично скенирање, археолошке сонде, стратиграфија

Двориште Народног музеја у Чачку представља вишеслојни локалитет, формиран на уздигнутом лесном платоу у централном делу града. Локалитет се налази око 600 m јужно од данашњег корита Западне Мораве, између Јездинске реке и Лупњаче, односно на југозападу од цркве Светог Вазнесења, са којом чини јединствен археолошко-историјски комплекс. О дворишту Музеја као археолошком налазишту зна се захваљујући случајним налазима, пронађеним током земљаних радова, као и на основу сондажних археолошких истраживања, спроведених на простору северног и североисточног дела дворишта током 1977. и 1984. године.¹ Овим радовима добијени су непотпуни подаци о локалитету, али том приликом установљене су и основне етапе развоја насеља на овом простору, од римског доба до данашњих дана. Међутим, због потребе дефинисања археолошких остатака, нарочито из античког и средњовековног периода, неопходна су била обимнија археолошка истраживања, која би била изведена уз примену најсавременијих мултидисциплинарних метода, који подразумевају примену неструктивне детекције археолошких остатака, а потом и њиховог ископавања. У том смислу, у дворишту Музеја примењена

1 | Основне фазе развоја насеља у римско доба дате су у прегледном чланку: Милоје Васић, „Касноантичка налазишта у Чачку и околини”, *Богородица Градачка у историји српског народа*, Чачак, 1993, стр. 12-13; Обренија Вукадин, „Археолошка истраживања црквене порте у Чачку”, *Богородица Градачка у историји српског народа*, Чачак, 1993, стр. 99-105; Милка Чанак-Медић, „Нови подаци о архитектури и скулптури Богородице Градачке”, *Богородица Градачка у историји српског народа*, Чачак, 1993, стр. 81-97.

је комбинована методологија истраживања која је обухватила геофизичка истраживања и археолошка ископавања.

Геофизичка мерења у дворишту Народног музеја у Чачку обављена су током августа 2006. године. Истраживањем је обухваћена површина нешто већа од 50,00 x 50,00 m. Мерења су извршена методом геоелектричног скенирања по мрежи профила распоређених око господар Јовановог конака. Постављено је 20 профила дужине 50,00 m, са дубинским захватом до 4,00 m. Геоелектричним скенирањем добијени су дводимензионални (2D) пресеци терена по параметру специфичне електричне отпорности ρ . На основу 2D геоелектричних пресека издвојене су аномалијске зоне које указују на присуство археолошких остатака.

Основни принцип геоелектричног скенирања

Основни принцип геоелектричног скенирања заснива се на мерењу специфичне електричне отпорности ρ природних и осталих материјала који се налазе испод површине терена. Геоелектрично скенирање представља једну од најпопуларнијих геоелектричних метода која се највише користи у савременој геофизици. На површини терена где се врши истраживање у тло се уводи електрична једносмерна струја помоћу геометријски дефинисаних електродних система и при томе се мере ефекти протицања тих струја, тј. електрична отпорност. Електрична отпорност представља унутрашњи отпор – својство материјала који се супротставља кретању електричне струје. Физички параметар који одређује ово својство назива се специфична електрична отпорност – CEO, а мерна јединица електричне отпорности назива се Ohmm (ом-метар) или Ωm .

Под геоелектричним скенирањем подразумева се истраживање просторне расподеле специфичне електричне отпорности (CEO) разних материјала испод површине испитиваног терена вишеструким скенирањем, у циљу добијања 2D или 3D геоелектричних модела терена.

Истраживања геоелектричним скенирањем могу се изводити различитим варијантама укључивања електрода (електродним диспозитивима), као што су: Wenner, Schlumberger, Pol-Pol, Dipol-Dipol, Pol-Dipol, итд. Сваки од наведених електродних диспозитива има своје посебне карактеристике, погодне за решавање појединих случајева у пракси.

Примењена методологија

За истраживање геоелектричним скенирањем у дворишту Народног музеја у Чачку примењена је методологија која се заснива на електродном диспозитиву типа Wenner (сл. 1). Овај диспозитив је изабран због његових карактеристика чиме је обезбеђено квалитетно мерење, с обзиром на то да су истраживања извођена у урбаним условима где су разне електричне сметње биле врло изражене.

Wenner-ов електродни диспозитив чине четири електроде: C1, P1, P2 и C2. Преко струјних електрода C1 и C2 простор испод површине терена напајао се електричном струјом, а на потенцијалним електродама P1 и P2 мерио се изазвани потенцијал. На основу измерених података струје и потенцијала, по *Омовом закону* познатом из електротехнике $U = I \cdot R$, израчунавала се електрична отпорност за сваку позицију примењеног електродног диспозитива, односно за сваку тачку на оствареним дубинским нивоима.

Теренска испитивања методом геоелектричног скенирања извођена су помоћу линијског низа металних електрода укуцаних у тло и повезаних са вишежилним каблом. При томе су се током поступка прикупљања података електродама стално мењале улоге (или су биле струјне или су биле потенцијалне). Шематски принцип геоелектричног скенирања Wenner-овим електродним диспозитивом приказан је на *сл. 2*.

Мерења су обављена на дубинским нивоима $n=1, n=2, n=3, \dots, n=8$, а распоред мерних података има трапезоидну форму због смањивања броја мерних тачака.

Дабидобили информације о присутним геолошким формацијама и њиховим електричним отпорностима, о геометрији или грађи подземних структура, резултати мерења су анализирани специјалним поступком, такозваном интерпретацијом рачунарским програмом у варијанти 2D (дводимензионалан модел), како би добили вертикалне геоелектричне 2D пресеке терена по сваком профилу. При томе је коришћен софтвер RES2Dinv аутора М. Х. Лока из 1998. године. Резултати обраде података приказују се тзв. инверзијом у виду финалне секције – вертикалног геоелектричног пресека. Финална 2D секција представља се изабраним бојама у опсегу од најмање до максималне измерене вредности електричне отпорности. Веза отпорности и одговарајуће боје дата је у легенди. То практично значи да се посредно идентификују присутни материјали, односно геолошке средине и њихова просторна позиција (дебљина, дубина).

Вредности електричне отпорности у омима (Ωmm), за неке геолошке творевине, дате су у следећој табели:

гранит	1000 – 10000
шкриљци	200 – 3000
пешчар	300 – 10000
кречњак	300 – 1000
лапоровити кречњак	30 – 60
лапори и лапорци	20 – 100
глиновити пешчар	50 – 300
глина	10 – 25
песак сув	100 – 200
песак мокар	40 – 60
шљунак сув	800 – 1000
шљунак са водом	80 – 120
шумски хумус	50 – 60
речна чиста вода	око 45
речни нанос	30 – 100

Као што се види, електрична отпорност појединих геолошких творевина може варирати (што сигурно важи и за остатке археолошких објеката), тако

да је за правилно тумачење добијених података потребно и извесно искуство, геолошко познавање присутних материјала на месту истраживања и добра сарадња са археолозима.

Обим изведених геофизичких истраживања

У дворишту Музеја постављено је двадесет геоелектричних профила (од RES-1 до RES-20) (Т. I). Мерење је обављено на свим профилима, осим на RES-18, јер на датом профилу није било могуће поставити минималан број електрода неопходних за покретање софтверске обраде података. Дужине профила биле су до 50,00 m, а дубински захват је износио 4,00 m. Минимално електродно растојање је износило 1,00 m.

На основу резултата истраживања, може се рећи да индициране аномалије са отпорностима преко 100 Ohmm-а представљају потенцијална места где треба тражити археолошке остатке. Веће вредности отпорности, које су индициране при површини терена, највероватније су последица присуства развог шута и шљунка различите гранулације, којима је површина дворишта Музеја раније нивелисана. Наравно, то не искључује могућу проверу неких при-површинских аномалија од стране археолога, уколико за то постоје одговарајући разлози.

Геофизичко-археолошка интерпретација профила

Након изведених геофизичких мерења, одлучено је да се отворе две археолошке сонде, са циљем испитивања карактеристичних аномалијских зона. За анализу и ископавање лоциране су археолошка сонда 1 (у зони профила RES-8 и RES-9) и сонда 2 (на профилима RES-15 и RES-16).

Геоелектрични профили RES-8 и RES-9 (сонда 1)

На геоелектричном профилу 8 (Т. II а) издваја се неколико аномалијских зона. На стациоณาма од 2–12 m и 40–50 m, при површини тла, појављују се зоне веће електричне отпорности (преко 100 Ohmm-а), које индицирају остатке рецентног грађевинског шута или рецентни насип. Отпорност околног простора је нижа, са доминацијом глиновитих зона, док се од 18–37 m, на дубинама 2,00/2,50–3,00 m, појављује правилна вештачка формација у облику дугачке платформе, фланкиране формацијом са повећаном отпорношћу на северној страни (остатак зида?).

Идентична ситуација је забележена и на геоелектричном профилу 9 (Т. III а): приповршинске зоне високе електричне отпорности на стациоณาма 1–16 m и 40–47 m на профилу 9 индицирају, највероватније, шут или насип. У средишњем делу су зоне ниже електричне отпорности (у тоновима плаве и зелене боје), док се у распону од 25–39 m јавља правилна формација са отпорношћу од 100 Ohmm-а,

идентичног облика, каква је регистрована на профилу 8, а која упућује на постајање вештачке формације (остаи камене архитектуре?), на дубинама од 2,00 m.

Појава ове формације захтевала је потребу археолошког испитивања, па је у том циљу отворена сонда 1, на заједничким стациоณาма од 35–39 m код геоелектричних профила 8 и 9. Археолошким истраживањима добијени су следећи подаци (Т. II б, Т. III б):

1. Први слој чини закоровљени хумус, дебљине до 0,10 m, који геоелектричним скенирањем није индициран;
2. Следи рецентни набој од шљунка и ломљеног црепа, у северној половини сонде, дебљине до 0,30 m. На геоелектричном профилу 8 читава се као завршетак приповршинске аномалијске зоне (тонови светлоселене боје), док на геоелектричном профилу 9 на овим стациоณาма није јасно дефинисан, јер је у питању развучени шут;
3. Испод набоја пута налази се слој мрке земље са шупом (слој А), релативне дебљине око 0,60 m, који је на геоелектричном профилу 8 приказан као плава / зелена зона. Овој зони припада савремени укоп (вредности отпорности око 45-50 Ohm-m), лоциран на стационажи 36–37 m геоелектричног профила 9. Укоп прелази из слоја А у дубину, благо је левкастог облика, дубине 1,85 m и само мањим делом залази у сонду 1. Други укоп, различите отпорности, констатован је на западном профилу сонде, односно на 36–37 m профила 8. Реч је о савременом укопу за струјне инсталације;
4. Археолошким ископавањима очишћен је ниво калдрме (релативне дубине 0,80 m, односно ▼239,41 m), која је начињена од већих комада плочастог камена, римских тегула и опека, притесаног камена, испод које се налазила субструкција од квадера од пешчара, облутака, опеке и тегула, са тамном масном земљом;
5. Следећи археолошки слој је танак слој мркожуте земље (слој В), дебљине око 0,15 m, са траговима горења дрвене архитектуре и лепа – средњовековни период;
6. Танак слој (дебљине 0,07 m) веома уситњених римских тегула, имбрицес и опека (слој С), са интензивним траговима горења, вероватно је остатак неког античког објекта (▼239,71–239,78 m);
7. Слој стерилне жуте глиновите земље, дебљине 1,05 m (▼239,78–238,20 m);
8. Копањем у дубину, због откривања претпостављених трагова античких зидова, ушло се у слој чистог песка, који је дао исте вредности отпорности као остаи камене архитектуре. У овом слоју су завршена ископавања у сонди 1.

Геоелектрични профили RES-15 и RES-16 (сонда 2)

На геоелектричним профилима 15 и 16 индициране су различите аномалијске зоне, које упућују на постојање остатака камене архитектуре, негатива зидова или укопа.

На геоелектричном профилу 15 (Т. IV а) јасно се уочавају две аномалијске зоне, на стациоณาма 22–24 и 28–30 m профила и на дубини 0,80 m, које

упућују на постојање паралелних зидова, могуће једне грађевине, између које је поремећен рушевински слој (укоп). На геоелектричном профилу 16 (Т. V а), на 22–24 m, читава се зона са укопом (негативом зида?), док се зона са потенцијалним остацима зида налази на позицији 28–30 m овог профила. Сви ови параметри индикују на постојање различито очуваних остатака чврсте, камене архитектуре. У циљу њихове провере, отворена је сонда 2, на стациоณาма 22–26 m профила 15 и 16. Археолошким истраживањима добијени су следећи подаци (Т. IV б, Т. V б):

1. Први слој је закоровљени хумус, и није обухваћен геоелектричним скенирањем;
2. Следи слој мрке земље са шутом (слој А);
3. Остаци зида од плочастог камена, дебљине 0,75 m, на дубинама 0,70 m (круна зида) – 3,00 m (дно темеља), како је констатовано на геоелектричном профилу 15. На профилу 16, на овој стационажи констатован је негатив зида, археолошки потврђен (упореди северни профил сонде 16). Зид је у време формирања слоја А повађен до темеља;
4. Вађењем зида оштећен је и део слоја који је формиран у време разградње објекта, мрке земље са опеком (слој В);
5. Ниво малтерне поднице објекта, дебљине до 0,20 m, на релативној дубини 1,90 m;
6. Испод је жутомрка земља, са местимичним траговима горења (слој С);
7. Здравница, жута глиновита земља, потврђена у рову приликом испитивања дубине укопавања темеља објекта.

Закључак

Сумирајући резултате истраживања на простору дворишта Народног музеја у Чачку, дошло се до закључка да су геофизичка мерења оправдала очекивања. Указано је на потенцијалне зоне са остацима архитектуре на већим дубинама, које на површини тла није било могуће уочити, а које у будућности треба систематски испитивати због положаја самог локалитета и његове близине са портом цркве Светог Вазнесења и терми. Приликом сагледавања резултата геофизичких истраживања, у обзир треба узети и чињеницу да поједине структуре имају сличне вредности отпорности, али у комбинацији са археолошким истраживањима, могуће је добити чвршће параметре за тумачење резултата геоелектричног скенирања. Велику добит за археологију представљају наменски постављене сонде на местима са индицираним остацима објекта, а праћење стратиграфске ситуације је такође знатно олакшано на основу слике добијене овом врстом неструктивног мерења.

National Museum Yard in Cacak - Geophysical Researches in 2006

Geophysics researches in the yard of the National Museum in Cacak, carried out during August in 2006, included the area of about 50, 00 x 50, 00 m. Investigations were carried out by methodology of geo electrical scanning or tomography over the net profile, assorted around the Konak of Master Jovan. 20 profiles were placed, 50, 00 m long and 4, 00 m deep.

For the research in the National Museum Yard in Cacak, applied methodology is based on electrode disparities of Wenner type which enables quality measurement in spite of the fact that it is an area where there are numerous strong electrical interferences. By geo electrical scanning vertical two dimensional (2D) sections of the terrain per parameter of specific electrical resistance were obtained. According to 2D geo electrical sections/ anomaly zones were selected as they show the presence of archeological remains at the depth of 1,00 -3,00 m.

During the research, two archeological sondages were opened at the stations of 35-39 m of geo electrical profiles 8 and 9 (sondage 1) and 22-25 m of geo electrical profiles 15 and 16 (sondage 2).

Sondage 1 was placed at the spot where anomaly zones with resistance of over 100 Ohms were registered at the depth of 2, 00 m in a shape of a big platform with regular edges which could indicate building remains of the oldest cultural horizon (Roman time). By researches in this excavation (sondage), the results of geo electrical scanning were partly confirmed: modern burial for electrical installations was identified (station 37-38 m of geo electrical profile 8), burial of the youngest archeological layer (layer A – Turkish time) (section 36-37, 5 m of geo electrical profile 9). However, negative result was obtained in the sense of detection of archeological remains at depths of 2, 00 m at the mentioned spot of regular formation. Stone remains have not been confirmed archeologically, it is confirmed that it is sand which has electric resistance like a stone wall and formation was probably created by natural causes and not men.

By archeological investigations in excavation 2 (sondage 2) the results of geophysical measurement were completely confirmed: there were remains of the wall and a burial (indicated at geo electrical profile 15), i.e. negative of the mentioned wall and burial recorded at geo electrical profile 16.

Thanks to the application of geo physical investigations in the area of the National Museum Yard in Cacak precious data have been collected, especially about the existence of architect remains at greater depths which could not be spotted on the surface of the terrain. Archeological excavations enabled correct understanding of geo electrical profiles and conditions for correct reading of geo profiles and planning of future research of this space was created.

Momir VUKADINOVIC, Gordana JEREMIC, M. A.

La cour du Musée national à Cacak – recherches géophysiques durant l'année 2006

Les recherches géophysiques dans la cour du Musée national à Cacak, effectuées pendant le mois d'août de l'année 2006, englobèrent une superficie d'environ 50,00 x 50,00 m. Les recherches furent effectuées par la méthode de scannérisation géo-électrique ou de tomographie sur le réseau des profilés, disposés autour du konak du maître Jovan. 20 profilés d'une longueur de 50,00 m, de prise de profondeur jusqu'à 4,00 m, furent disposés.

Pour l'exploration dans la cour du musée à Cacak fut appliquée la méthodologie qui se base sur le dispositif d'électrode de type Wenner, qui rendit possible un mesurage qualitatif, étant donné que les recherches furent exécutées dans des conditions où divers inconvénients électriques furent tout à fait mis en relief. Par la scannérisation géo-électrique furent obtenues des coupes verticales bi-dimensionnelles (2D) du terrain selon le paramètre de la résistance électrique spécifique. D'après les coupes géo-électriques 2D furent isolées les zones d'anomalie qui firent ressortir la présence de restes archéologiques dans les profondeurs de 1,00 - 3,00 m.

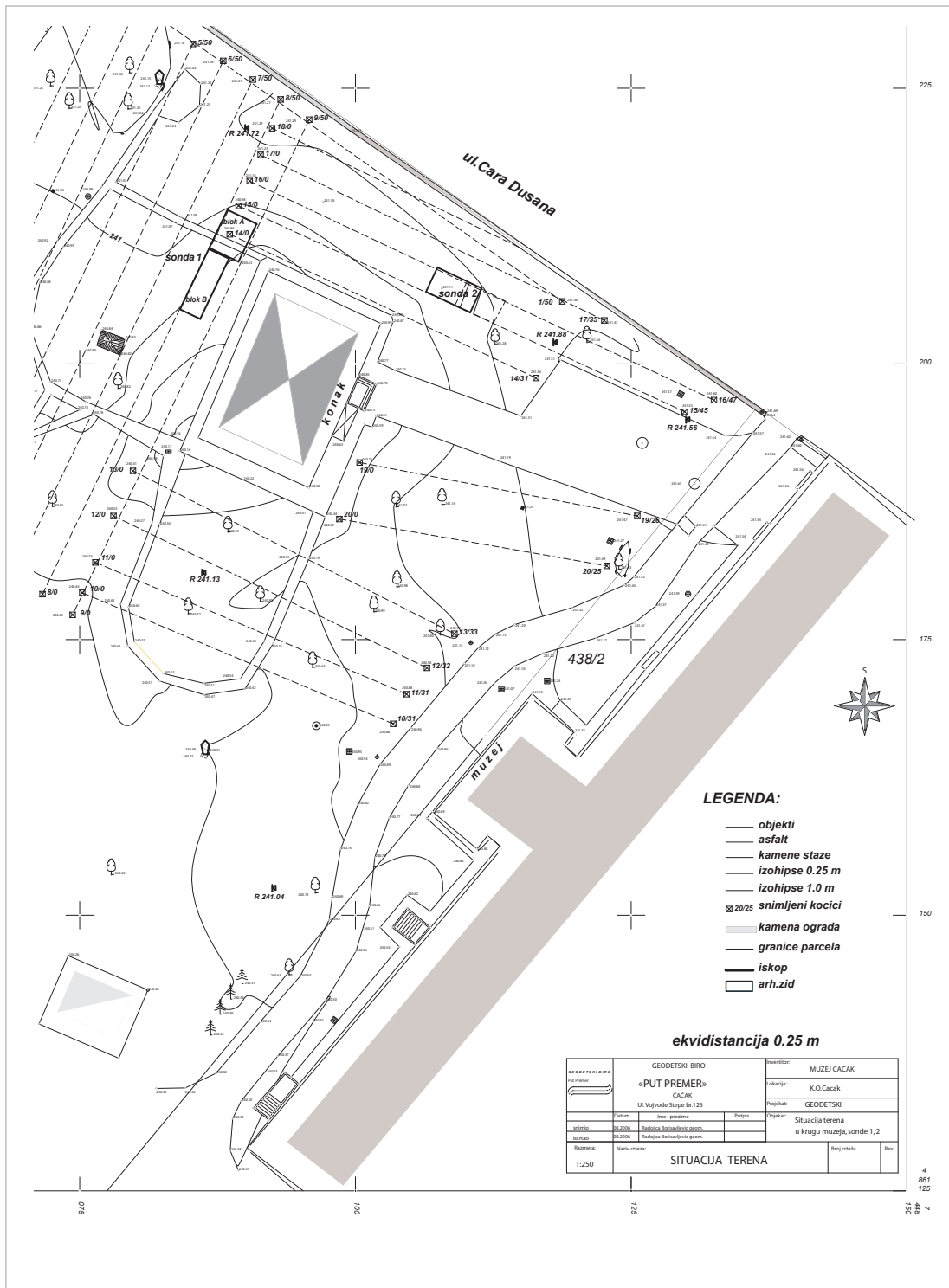
Au cours des recherches qui suivirent, deux sondes archéologiques furent ouvertes, sur les stations 35 - 39 m des profilés géo-électriques 8 et 9 (sonde 1) et 22 -25 m des profilés géo-électriques 15 et 16 (sonde 2).

La sonde 1 fut placée à l'endroit où furent enregistrées des zones d'anomalies avec des résistances au-delà de 100 Ohm, dans des profondeurs de 2,00 m, en forme de grande plate-forme à bords réguliers, qui purent indiquer des restes architecturaux de l'horizon culturel le plus ancien (l'époque romaine). Par des recherches dans cette sonde furent partiellement confirmés les résultats de scannérisation géo-électrique: on constata un enterrement contemporain pour les installations électriques (station 37 – 38 m du profilé géo-électrique 8), un enterrement de la couche archéologique la plus jeune (couche A – époque turque) (section 36 – 37,5 du profilé géo-électrique 9). Cependant, un résultat négatif fut obtenu dans le sens de la détection des restes archéologiques dans les profondeurs au-delà de 2,00 m, à l'emplacement de la formation régulière mentionnée. De manière archéologique on ne confirma pas de restes en pierre, il fut déterminé qu'il s'agit de sable, qui possède une résistance électrique telle qu'un mur en pierre, mais la formation provint selon toute probabilité de l'action des facteurs naturels, et non de l'homme.

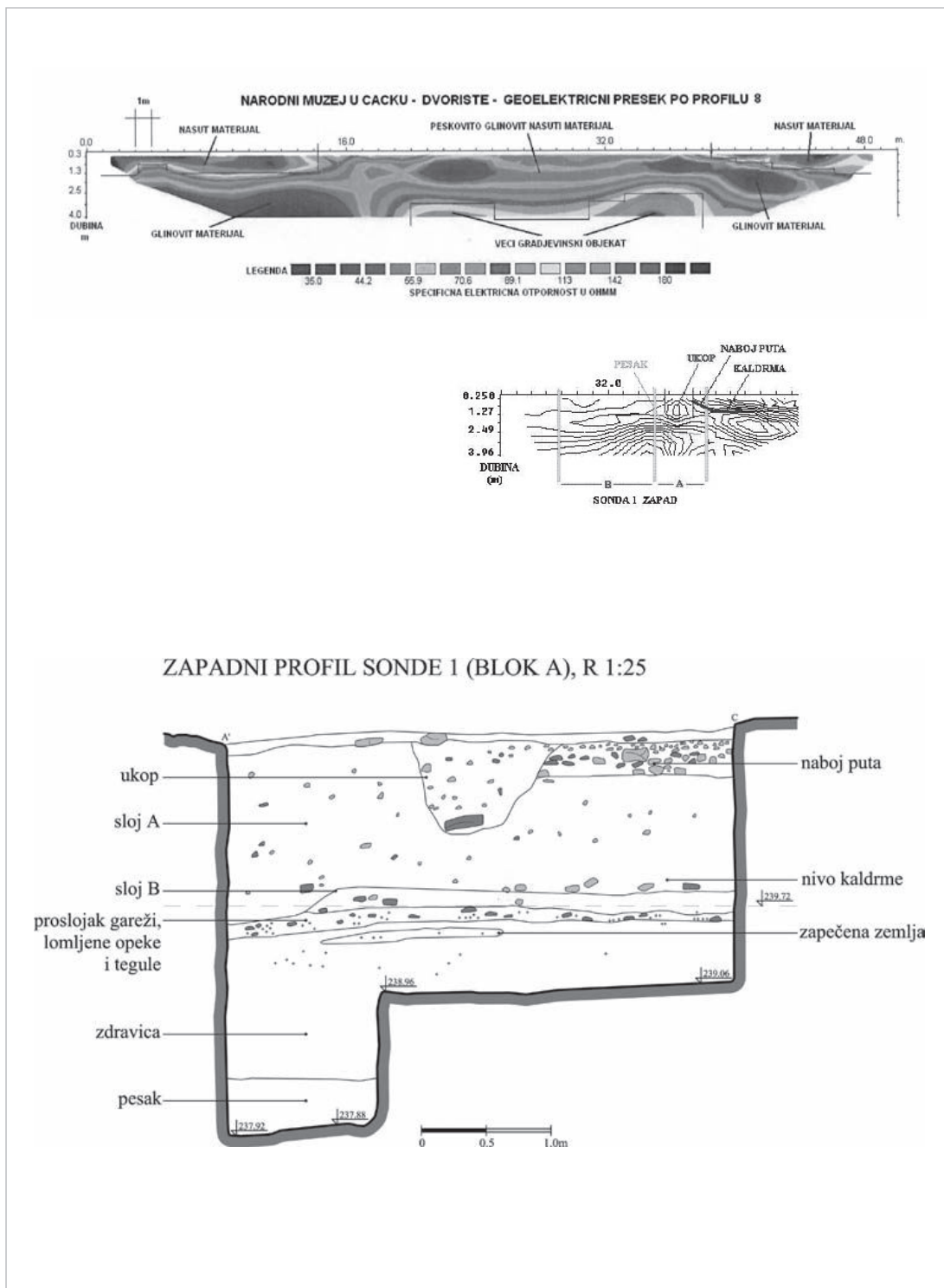
Par les recherches archéologiques dans la sonde 2 furent confirmés, en totalité, les résultats des mesurages géophysiques: on constata des restes de mur et un enterrement (indiqués sur le profilé géo-électrique 15), c'est-à-dire le négatif du mur mentionné et l'enterrement, enregistrés sur le profilé géo-électrique 16.

Grâce à l'exécution des recherches sur l'emplacement de la cour du Musée national à Cacak, on parvint à des données précieuses, notamment sur l'existence de vestiges architectoniques dans les plus grandes profondeurs, qu'il n'eut pas été possible de remarquer sur la surface du terrain. Par les fouilles archéologiques, l'interprétation correcte des profilés géo-électriques fut rendue possible et les conditions pour l'interprétation correcte des géo-profilés et la planification des futures recherches sur cet emplacement furent créées.

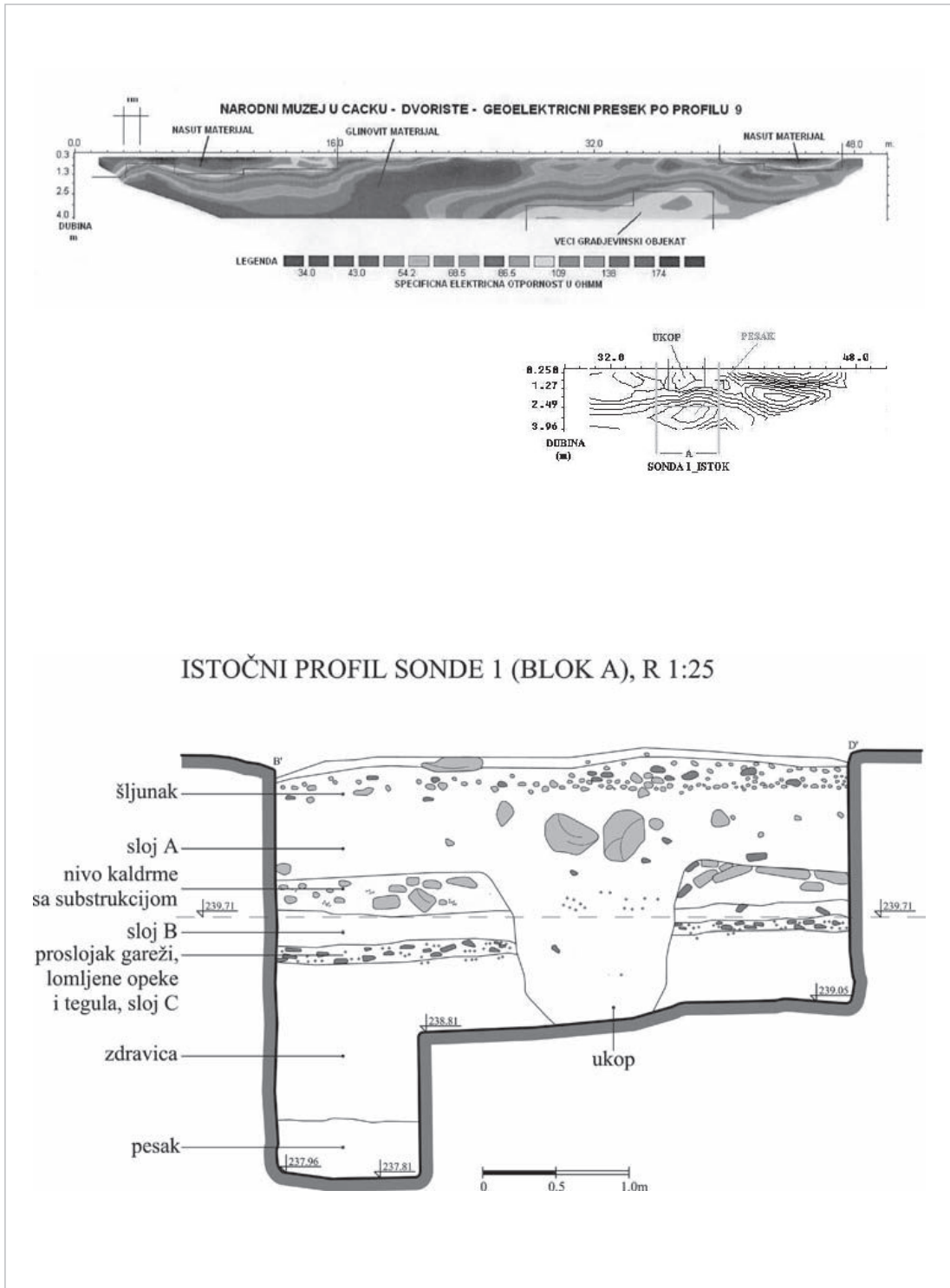
Momir VUKADINOVIC, Gordana JEREMIC, titulaire d'un magistère



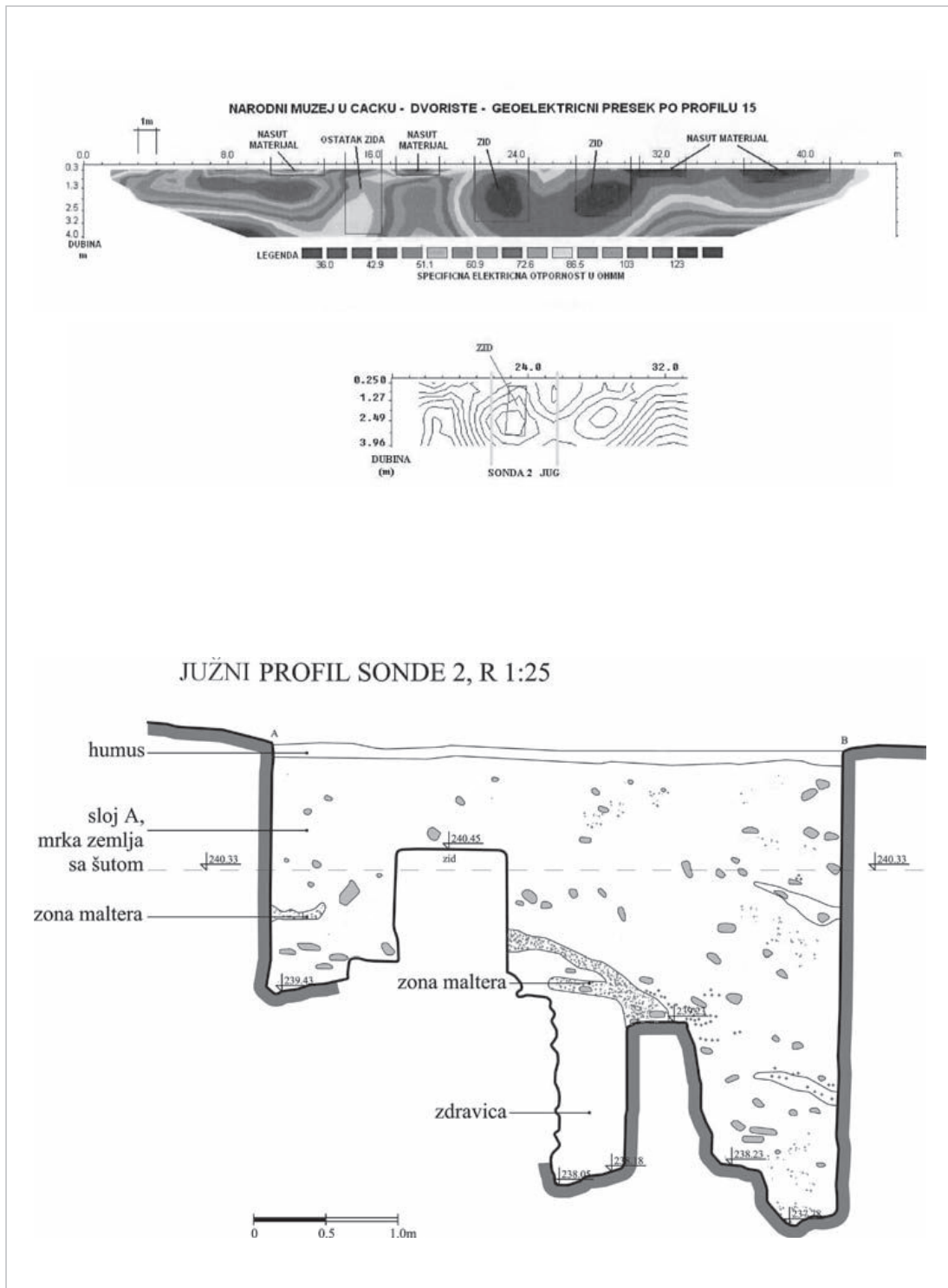
Табла I
Двориште Народног музеја у Чаčku, ситуациони план



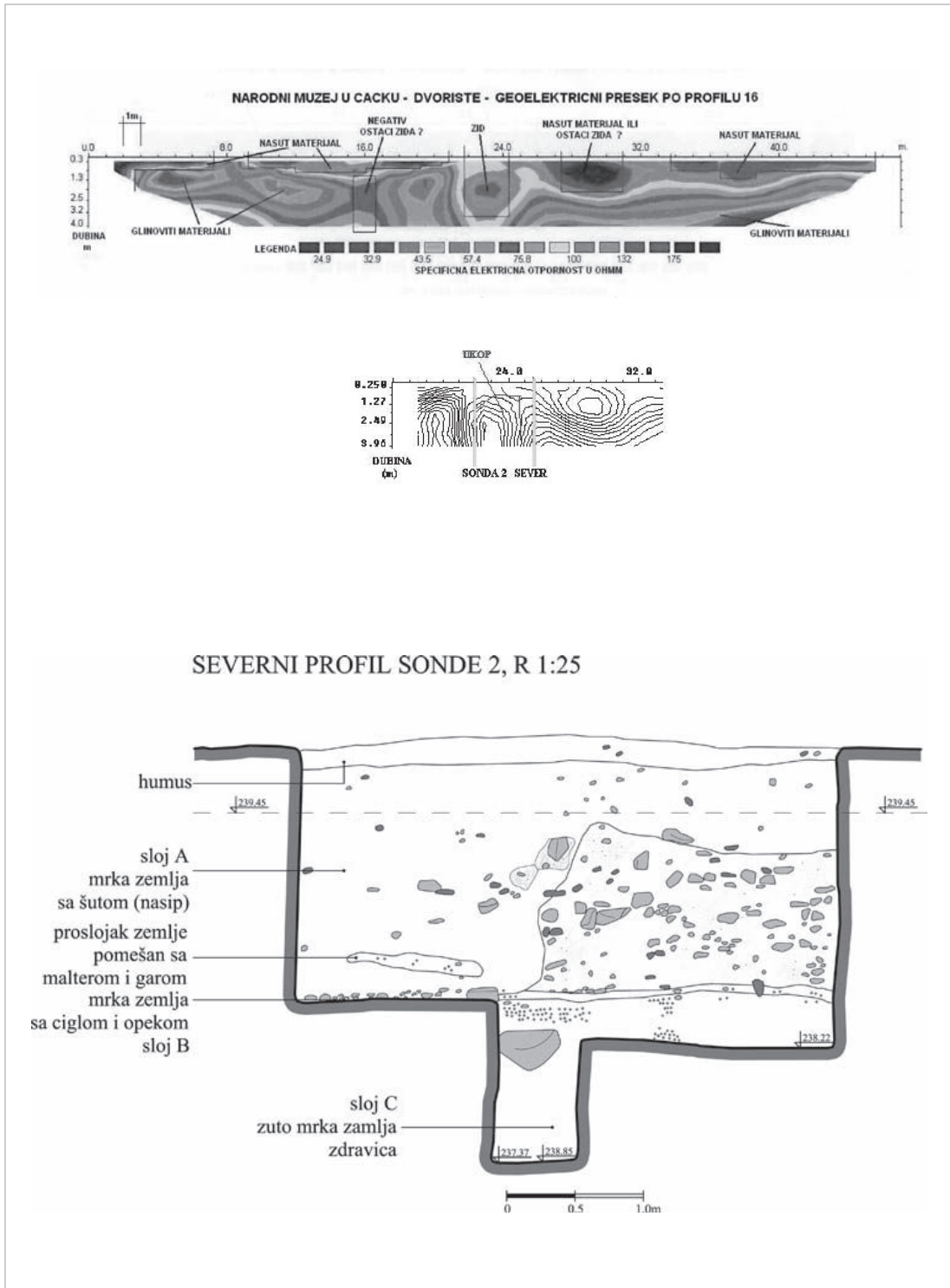
Табла II а
 Геоелектрични 2D пресек по профилу 8; б. западни профил сонде 1



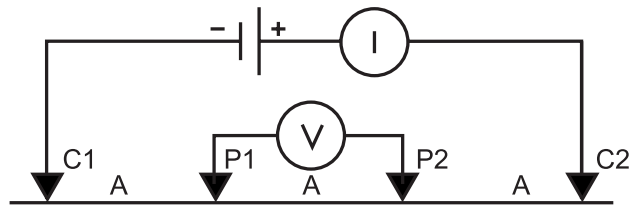
Табла III а
 Геоелектрични 2D пресека по профилу 9; б. источни профил сонде 1 (поглед са истока)



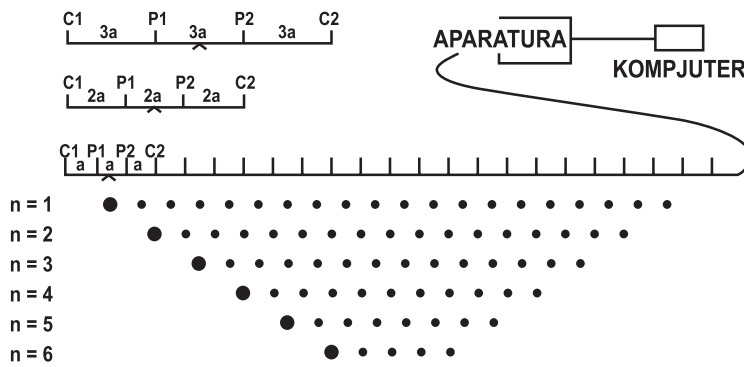
Табла IV а
 Геоелектрични 2D пресека по профилу 15; б. јужни профил сонде 2 (поглед са југа)



Табла V а
 Геоелектрични 2D пресек по профилу 16; б. северни профил сонде 2



Сл. 1. Електродни диспозитив типа Wenner



Сл. 2. Принцип геоелектричног скенирања