

Stručni rad
Professional paper
UDC: 550.8: 621.311.003.1
DOI: 10.5825/afts.2011.0305.027N

ГЕОЕЛЕКТРИЧНА ИСПИТИВАЊА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТЕНЦИЈАЛНОСТИ АРХЕОЛОШКИХ САДРЖАЈА НА ПРОСТОРУ ЗА ИЗГРАДЊУ ВИЗИТОРСКОГ ЦЕНТРА БЛИЗУ „ГРАДА СТАРИ ГОЛУБАЦ“

Недељковић Слободан¹, Поповић Миодраг¹

¹ *Гео Ин - Интернационал, Устаничка 187, Београд, Србија*

РЕЗИМЕ

Аутори у раду, указују на корисност да се као претходница при археолошким истраживањима неког простора користе полазишта палео инжењерско-геолошке и хидрогеолошке генезе датог простора. У даљем поступку корисно је спровести одговарајуће методе геофизичких истраживања, пре свега геоелектрично сондирање чије резултате треба верификовати истражним бушењем (копањем), које треба да омогуће геолошку интерпретацију резултата геофизичких мерења. На овај начин доприноси се смањењу археолошког ризика при одлуци о ископавању археолошких транше на одабраним местима на прихварљив ниво.

Кључне речи: *Визиторски центар, археолошки остаци, инжењерско-геолошка и хидрогеолошка својства терена, геоелектрична испитивања*

GEOELECTRIC TESTS FOR DETERMINING THE CONTENT OF ARCHAEOLOGICAL POTENTIALITY SPACE FOR BUILDING THE VISITORS' CENTER NEAR "OLD TOWN GOLUBAC"

ABSTRACT

The authors of this paper, indicate the utility as a precursor to the archaeological excavations of a space using benchmarks paleo geological and hydrogeological genesis of a given space. In the following procedure is useful to implement the appropriate methods of geophysical research, primarily geoelectrical sounding whose results should be verified by exploration drilling (mining), which should enable the geological interpretation of the results of geophysical measurements. In this way it contributes to reducing the risk of archaeological excavations, the decision on the selected tranches of archaeological sites on prihvarljiv level.

Keywords: *Visitors' Center, archeological, engineering-geological and hydrogeological properties of the field, geoelectric investigation*

УВОД

Изградња „Визиторског центра“, који се налази на локацији удаљеној око стотинак метара узводно од зидина средњевековног Града Голубца, тражила је, због специфичности положаја, спровеђење испитивања чији је задаток био откривање остатака зиданих објеката старог насеља са археолошком вредношћу.

Решавање постављеног задатка имало је временско ограничење али и ограничена буџетска средства. Из ових разлога. Имајући у виду наведена ограничења, задатак је био решаван кроз процену повољности инжењерско – геолошких услова изградње зиданих објеката на испитиваној локацији кроз време и спровођењем геофизичких мерења геоелектричним сондирањем са струјним диспозитивим АБ/2=40 м. Мерне тачке су биле распоређене по профилима и њихово међусобно растојање дуж профила је било 10 м а растојање између профила такође је износило 10 м. На овај начин могао је да се сагледа и просторни распоред грађе терена испитиване површине до потребних дубина.

Наведени приступ у решавању археолошких задатка који је доминантно заснован на сагледавању палео инжењерско – геолошких и хидрогеолошких услова изградње насеља није уобичајен у археолошкој пракси и сматрамо, собзиром на добијене резултате, да може да јој допринесе.

Савремена изградња створене средине условила је развој специјалне геолошке дисциплине, инжењерске геологије са хидрогеологијом, са специфичном методологијом инжењерско-геолошких, односно геотехничких истраживања. То подразумева одговарајућа истраживања како у фази урбанистичког планирања и пројектовања, тако и при пројектовању и изградњи појединачних објеката. Свака фаза има своје специфичности. Мада у прошлости, нису постојала теоретска сазнања, нити је била развијена методологија истраживања, локације за изградњу утврђења, бирале су интуитивно и искуствено. Но, и тако одабране локације углавном могу, и према садашњим критеријумима бити валоризоване као повољне за изградњу. Наиме, стари градитељи бирали су локације, тако да буду на стабилном и слабо деформабилном терену и да у својој близини имају изворе за водоснабдевање.

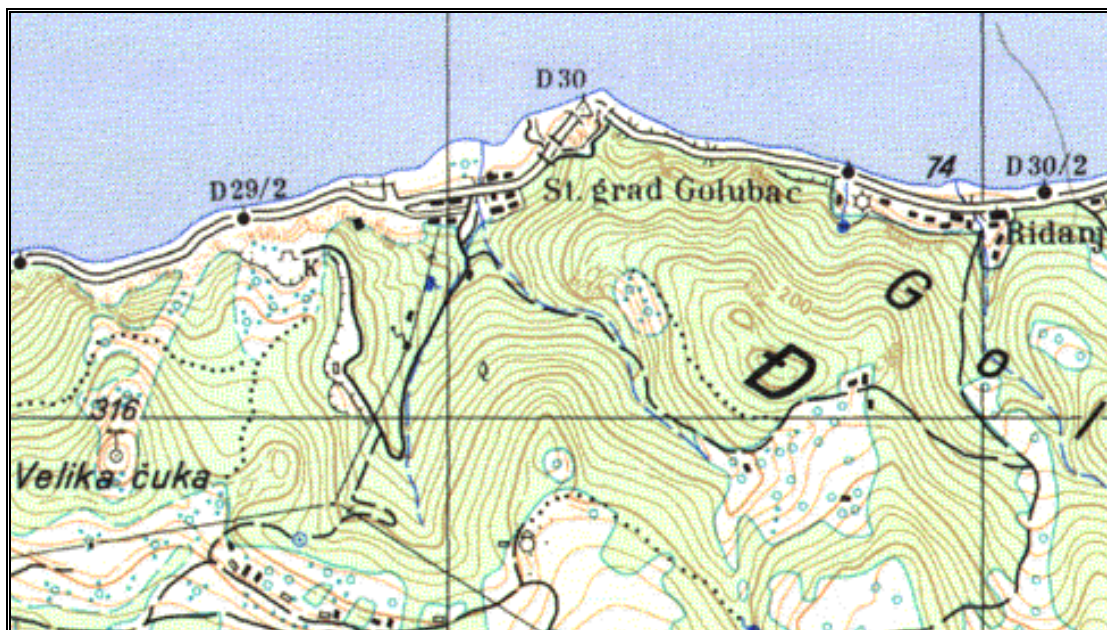
При избору концепције истраживања за решавање постављеног задатка имали смо у виду наведене критерије и водили смо рачуна о технологији грађења у време оснивања града. Поред тога, уважили смо и критериј економичности па је стога одабрано извођење геофизичког – геоелектричног сондирања. Тежња је била, да се оконтуре потенцијалне зоне са остацима зиданих грађевина, односно темеља тих грађевина, а у следећој фази по констатацији њихове присутности, да се изврши ископ на местима њихове потенцијалне присутности.

ПОЛОЖАЈ ИСПИТИВАНОГ ПРОСТОРА

Простор од неколико километара узводно од улаза у Ђердапску клисуру на десној обали Дунава био је насељаван и у далекој прошлости, па тако постоје подаци о тој насељености и у римско доба. Но, треба истаћи, да се ти подаци не односе и на простор од који је узводно од улаза у Ђердапску клисуру од 1км до 2км. На слици 1 приказали смо положај испитиване локалности на њеном ширем простору. Локација се налази непосредно, на десној обали Дунава, и је удаљена неколико стотина метара узводно од куле старог града Голубаца која је најближе обали.

Изградња „старог града Голубац“ (Тврђаве), везана је за средњи век, и то превасходно, за крај српске државе и турско доба. Наиме, у том временском интервалу Град је био дограђиван и поправљан.

Стенска маса на којој је подигнута тврђава представља део падине Ридана, која се изразито стрмо спушта у корито Дунава и представља стеновиту пречагу, коју је ова река пробила. На средини Дунава у правцу румунског села Карошне налази се остењак који је висок око 5м и носи назив „Бабакој“. Стари град Голубац“ (Тврђава) подигнут је на неприступачној стенској маси, која се високим литицама спушта у корито Дунава. Високи гребен Ридана на истоку и југу спушта се окомито, а на северној је Дунав. Сам данашњи град Голубац налази се око 4км узводно од старог града Голубац.



Слика 1. Положај испитиване локалности
Figure 1 The position of the localities studied

Куле старог града Голубаца зидане су од камена (кречњака), који је вађен из мајдана, удаљеног неколико стотина метара, узводно од њих. Испитивана локалност, на којој се планира изградња „Визиторског центра“ налази се преко пута овог мајдана, између магистралног пута и Дунава. Експлоатација из наведеног мајдана почела је интензивније још у 13 веку односно са почетком изградње кула старог града, које су пак грађене у четири односно пет фаза. Мајдан је био активиран између 1950 и 1960 године, али је данас конзервиран. Локација на којој се планира изградња Визиторског центра била је у непосредној вези са мајданом јер му је служила као одлагалиште одбаченог материјала.

Данашњи „Голубачки стари Град“ је културно историски споменик и има третман строгог природног резервата површине око 23 хектара. Магистрални пут кроз бедеме и кречњачки масив, пробијен је 1939. године.

ГЕОЕЛЕКТРИЧНА СОНДИРАЊА ТЕРЕНА

При геоелектричним испитивањем терена тражио се је геоелектрични одзив геолошке средине, на основу кога је констатована геометријска грађа терена, али и евентуално присуство археолошки значајних садржаја у терену. Као што је раније истакнуто, одабрана концепција истраживања и интерпретација резултата мерења у заједници са инжењерскогеолошком генезом терена предметне локалности, омогућује детекцију археолошких садржаја типа зидарије.

Геоелектрично сондирање је изведено стандардним Шлумбергеровим симетричним распоредом електрода А МН Б. Правци развлачења електродног система увек су били у истом правцу, тако

да су по профилима омогућавали трансформацију резултата геоелектричног сондирања у елементе геоелектричног картирања.

Постављени задатак тражио је детекцију присутности археолошке зидарије и реконструкције простора грађе терена испитиваног простора и задовољавајући баланс између ових захтева и трошкова истраживања изнађен је извођењем геоелектричног сондирања на укупно 65 мерних тачака са међусобним растојањима од 10 метара. Потребни дубински захват обезбеђен је извођењем мерења на мерним местима са максималним струјним диспозитивом $AB/2=40m$.

Интерпретација мерених кривих геоелектричног сондирања извршена је применом провереног програма за интерпретацију теренских кривих геоелектричног сондирања "РЕСИСТ верзија 1.0", поступком итерације, који омогућава "поклапање" мерених и теоретских криви. На основу претходно дефинисаног модела, мерене криве геоелектричног сондирања, поступком итерације, су усаглашене са теоретским кривама и најчешће постигнута су одступања – грешке од 1,2 до 5,0%, што је оцењено као сасвим задовољавајуће за постављени задатак.

Како су мерења спроведена на мерним тачкама шаховског распореда то је било могуће оформити геоелектричне пресеке терена по различито оријентисаним профилима и практично извршити неку врсту просторног „скенирања“ испитиваног простора, односно израдити 3Д модел терена. Због ограниченог простора овог саопштења, резултати ће бити приказани само текстуално.

Интерпретацијом резултата истраживања констатовано је присуство следећих средина:

1. Вештачке (техногене) творевине у оквиру којих би се налазили и зидани остаци старих грађевина. Настале су током експлоатације камена у оближњем каменолому. Јалови материјал састоји се од блокова, дробине и ситнежи (земљаста материјал), и он је насипан на истражном подручју. Он је по гранулометријском саставу хетероген, али је, према привидној специфичној електричној отпорности сличан делувијалним депозитима, тако да на профилима није могао бити издвојен као посебна средина. Одликује се слабом електропроводљивошћу, сем у зонама са већим садржајем глиновитог материјала и у водозасићеној средини
2. Делувијалних депозита, који представљају продукте површинског распадања и они су еродовани и транспортовани низ падину формирајући делувијум. Резултати геоелектричног сондирања констатовали су његову промењиву дебљину, и у зависности од минералног, гранулометријског састава и влажности варира привидна специфична електрична отпорност у широким границама. Постоји могућност да су на истражном подручју, у локалним јаругама које су затрпане шупом присутни и остаци пролувијалних депозита, али они нису могли бити, овом методом детектовани.
3. Елувијум – зона измењених основних стенских маса: кречњака, пешчара и лапораца. Елувијум представља зону измењене основне стенске масе (бедрока) Присутне основне стенске масе: кречњаци, пешчари, лапорци и глинци подложни су, када се налазе изложени утицајима атмосфериле, физичким и хемијским изменама, и оне доводе, по правилу до смањења параметра (својстава) стенске масе, формирајући ослабљену зону – елувијум. Њена дебљина је промењива и условљена је бројним факторима (литолошки састав, старост, тектоником, утицајем воде и др.), и ова средина је на пресецима јасно издвојена.
4. Основне стенске масе (субстрат – бедрок). У оквиру основне стенске масе (бедрока) постоје две литолошке средине:
 - кречњаци, пешчари, лапорци глинци, који су у принципу нижих вредности СЕО због слабијег везива, присуства подземних вода и хемијских измена и

- масивни до банковити кречњаци, који су, у приповршинским зонама, деградирани и хемијски измењени па су као релативно добри проводници нижих специфичних отпора, поготово ако су водозасићени, а свежије зоне су карактеристичне са повећаним вредностима СЕО.

ЗАКЉУЧАК

Спроведена истраживања показала су, да је у прошлости, испитивани простор представљао јаружни систем, који је дренирао атмосферске и подземне воде у Дунав. Непосредна близина каменолома утицала је да се јаловина из каменолома депоновала у тај простор и да га је временом потпуно запунила. На тај начин је депресија заравњена, а протеком времена је и консолидована, тако да га је трансформисала у привлачан за коришћење, у данашњим условима.

У прошлости, испитивани простор није био повољан за изградњу и на то указују и резултати спроведених геоелектричних истраживања, при којима, на испитиваном простору, није констатована индикација геометријски распоређених археолошких садржаја, типа зидарије.

Инжењерска геологија са хидрогеологијом посебну пажњу посвећује проучавању промена терена, које су резултат стално присутних инжењерско геолошких процеса у њему. Дунав је моћна река и веома много утиче на ове процесе, нарочито на свој непосредни обалски део. Отуда је при проучавању археолошких остатака у близини његових обала неопходно уважити и инжењерско геолошку генезу простора у коме ова налазишта егзистирају.

На основу резултата истраживања, физичко механички услови литолошких чланова, који су депоновани током дугог временског периода су консолидовани и оцењени су као повољни за изградњу, односно за урбанизацију. Но, у земљотресним условима су ограничено повољни. Наиме, сеизмички hazard за повратни период земљотреса од 500 година, износи девет степени са вероватноћом догађања од 63%. Ова констатација има у виду просторни утицај високог интензитета и висок ниво подземне воде, као и чињеницу да је исти интензитет и на олеати сеизмолошке карте за повратни период земљотреса од 200 година. На тај начин се повећава земљотресни ризик, који захтевају прописи Еврокода ЕЦ8 и који износи 10% уз обавезу да се разматрани "објекат не сруши".

LITERATURA

1. Правилник о техничком нормативима за изградњу објеката високоградње у сеизмичким подручјима (сл.лист СФРЈ 31/81) и његове измене и допуне Сл. лист СФРЈ 49/82, 29/84, 21/88 и 52/90. Београд: Службени лист Републике Србије.
2. Sunarić, D., Nedeljković, S. (2009a). Seismodeformations of land and their calibration with macroseismic tests – Sismology and Engineering seismology. Ванја Лука: (pp. 159-171) *Institute for Construction* pp. 157 – 171.
3. Сунарић, Д., Недељковић, С. (2009б). Неки аспекти примене Evrocoda EC 8 при пројектовању савремених објеката. Бања Лука: Зборник радова „Савремена теорија и пракса у градитељству“ (стр.353-371).
4. Сунарић, Д. Недељковић, С. (2010). Терен и сеизмички hazard у Evrocodu EC-8 EN 1998. Дивчибаре: Зборник радова „Земљотресно инжењерство и инжењерска сеизмологија“ (стр. 363-368).