

Professional Paper  
 Received: 03-11-2008  
 Accepted: 15-12-2008

# *GIS of the Crikvenica – "Igralište" Archaeological Site*

**Iva MALARIĆ, Mateo GAŠPAROVIĆ**

*University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Zagreb, Croatia*

*e-mail: imalaric@geof.hr, mgasparovic@geof.hr*

72

**Abstract:** *In the last few years, archaeological excavations have been carried out in Crikvenica. Remains of ceramic kilns, walls and a large amount of residual ceramics were found at the site, by the auxiliary soccer field. These findings confirmed the assumptions of the existence of a large manufacture. Furthermore, it is also assumed that the Roman settlement Ad Turres, which is marked on the famous Tabula Peutingeriana was precisely at this location. The paper describes in detail the GIS of the archaeological site. First, the required data were collected. While the archaeologists were excavating (attribute data), the authors were surveying the field. Tacheometric and photogrammetric method (positional data) were applied in order to survey details. Data for about 400 archaeological findings can be found in the GIS database. There is a presentation of possibilities of analyzing special findings (artefacts) according to height and type.*

**Key words:** *archaeology, GIS, Crikvenica, Ad turres*

## 1. Introduction

The Crikvenica – "Igralište" archaeological site is located in Crikvenica, Croatia, on the former auxiliary football field. The research of the site is a joint project of the City of Crikvenica and the Institute for Archaeology from Zagreb. The research is led by Goranka Lipovac Vrkljan, PhD, associate researcher of the Institute for

Archaeology from Zagreb within the scientific project *North Croatian Coast in the Context of Antic Defense Wall*. The excavation on the Crikvenica – "Igralište" site has begun in 2004, although scattered pottery shreds, assumable antique pottery, were spotted in 1983. The excavations began in 2004 and continued in 2006, 2007 and 2008.

European, as well as Croatian cultural heritage is inherited from Roman antiquity. That is why the archaeological traces are a testimony and confirmation of Croatian historical and cultural identity. The history of Rome in the Croatian region is mostly known from the written sources of Roman authors whose records have been preserved. Exclusively archaeological researches confirm the correctness of their records (Lipovac Vrkljan, 2004).

On *Tabula Peutingeriana*, a very famous geographical map of the Roman Empire, created in the 3rd century and reproduced in the medieval in the 12th century, a station named *Ad turres* is noted. It is situated on the main road leading from Aquileia to Salona, between the oppidum of Tarsatica and the Roman colony of Senia, at equal distance of 20 Roman miles (30 kilometers) from those two settlements. Although the findings of a small Roman villa rustica in Selce and the Roman tomb architecture in Novi Vinodolski led some scholars to conclude *Ad turres* was in the territory of one of those towns, recent archaeological evidence concerning Crikvenica speaks strongly in favor of the hypothesis expressed by the archaeologist Josip Brunšmid, who assumed *Ad turres* was in the territory of Crikvenica (Lipovac Vrkljan, 2007).

An interesting feature of the toponym *Ad turres* is its plural form. Literally, it means "by the towers". The plural

Stručni rad  
 Primljeno: 03-11-2008.  
 Prihvaćeno: 15-12-2008.

# GIS arheološkog lokaliteta Crikvenica – "Igralište"

Iva MALARIĆ, Mateo GAŠPAROVIĆ

Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb  
 e-pošta: imalaric@geof.hr, mgasparovic@geof.hr

73

**Sažetak:** U proteklih nekoliko godina obavljaju se u Crikvenici arheološka istraživanja. Na lokalitetu uz pomoćno nogometno igralište pronađeni su ostaci keramičarskih peći te naznake zidova keramičarske radionice kao i velika količina ostataka uporabne i građevinske keramike. Time su potvrđene pretpostavke o postojanju većega radioničkog sklopa. Nadalje, učvršćuje se i pretpostavka da je upravo na tom mjestu bilo rimsko naselje *Ad turres*, koje je ucrtano na poznatoj *Tabuli Peutingeriani*. U radu je detaljno opisano kreiranje GIS-a tog arheološkog lokaliteta. Najprije su prikupljeni potrebni podaci. Dok su arheolozi obavljali iskopavanja (atributni podaci), autori su obavljali izmjeru terena. Za izmjeru detalja primijenjene su tahimetrijska i fotogrametrijska metoda (položajni podaci). U bazi podataka GIS-a nalaze se podaci za oko 400 arheoloških nalaza. Prikazane su mogućnosti analiziranja posebnih nalaza prema visini nalaza i prema vrsti nalaza.

**Gljučne riječi:** arheologija, GIS, Crikvenica, *Ad turres*

## 1. Uvod

Arheološki lokalitet Crikvenica – "Igralište", nalazi se u Crikvenici na prostoru nekadašnjega pomoćnog nogometnog igrališta. Istraživanje toga lokaliteta zajednički je projekt Grada Crikvenice i Instituta za arheologiju u Zagrebu. Istraživanja vodi znanstvena suradnica Instituta za arheologiju dr. sc. Goranka Lipovac Vrklijan u sklopu

znanstvenog projekta *Sjeverno Hrvatsko primorje u kontekstu antičkog obrambenog sustava*. Istraživanja na lokalitetu Crikvenica – "Igralište" započela su 2004. godine, iako su još 1983. uočeni rasuti ulomci, pretpostavljalo se, rimske keramike. Iskopavanja započeta 2004. godine, nastavljena su 2006, 2007. i 2008. godine.

Današnja europska pa tako i hrvatska kulturna baština izravni je nasljednik i sljedbenik rimske antike. Stoga su tragovi, poglavito oni arheološki koji nam tome svjedoče, iznimna potvrda povijesno-kulturnog identiteta. O povijesti Rima na hrvatskim prostorima znamo većinom iz pisanih izvora rimskih autora čiji zapisi su se sačuvali do danas. Da su njihovi zapisi točni, potvrđuju nam isključivo arheološka istraživanja (Lipovac Vrklijan 2004).

Na *Tabuli Peutingeriani*, vrlo poznatoj geografskoj karti Rimskog Carstva, nastaloj u 3. st., a sačuvanoj u srednjovjekovnoj kopiji iz 12. st., zabilježeno je i jedno mjesto na sjevernom dijelu liburnske obale. Na magistralnom putu od Akvileje prema Saloni, između Tarsatike (Trsat) i Senije (Senj), na jednakoj udaljenosti od ta dva naselja (20 rimskih milja, odnosno 30 km), označeno je kao *Ad turres*. Premda su nalazi jedne manje rimske ladanjske vile (*villa rustica*) u Selcu i nalazi rimske grobne arhitekture u Novom Vinodolskom upućivali pojedine istraživače na pomisao da na nekom od tih položaja nalazi *Ad turres*, najnovija su istraživanja u Crikvenici potvrdila davno izrečenu pretpostavku arheologa Josipa Brunšmida da *Ad turres* s rimskim karata treba tražiti upravo na mjestu Crikvenice (Lipovac Vrklijan 2007).

Zanimljivost toponima *Ad turres* je da je u množini, a u doslovnom prijevodu znači Kod kula ili Kod tornjeva. Takav oblik toponima na rimskim kartama i itinerarima



Fig. 1. Brick with a stamp  
Slika 1. Opeka s pečatom

74

expression is rarely found in Roman maps and itineraries. The explanation of that toponym is given by Lipovac Vrkljan (2007), who took into consideration the late antique station Badanj, the site Godač and the Frankopan castle at the sea estuary of Dubračina River, on which another observation post could have been with the mission of controlling the sea pass to the antique settlement in the location of present Crikvenica.

## 2. Results of Archaeological Research

Until recently, no one tried to explain a lot of random findings from the Roman antiquity in the area of Crikvenica and connect them with some form of life organization known as *Ad turres*. Some of these random findings are: Roman urns, early imperial money, oil lamps and bricks, a Roman stone inscription, bricks with stamps, ceramics, as well as the architecture of the walls in several dredge excavations in the area of the auxiliary and the main football field of the Crikvenica Football Club during 1970s and 1980s.

In 2004, the Public Cultural Center "Dr. Ivan Kostrenčić" and the City of Crikvenica, led by Goranka Lipovac Vrkljan, conducted excavations by digging several trial trenches at the Crikvenica – "Igralište" site, near the city sport gym and football field. A Roman antique layer with antique ceramic and bricks from 1st and 2nd century A.D. was found at the depth of 1.7 m and in the area of 16 m<sup>2</sup> of the trial trench.

Before the archaeological excavations began, the area was surveyed. A geodetic network was created that

can be connected to the geodetic plan of Crikvenica directly by polygonal points. This enabled determination of the exact location of the site. Measuring absolute heights, as well as taking a geodetic network is necessary for the comprehension of the artifacts because their age is determined not only from their characteristics, but also from the depth at which they were found.

The excavations were also conducted during the years 2006, 2007 and 2008. The site was expanded to approximately 2000 m<sup>2</sup>. Remains of few ceramic kilns, an ancient ceramic manufacture (*figlina*) and a great amount of scattered ceramic was found during the excavations. This confirmed the existence of a large ceramic manufacture.

The entire material found was fragmented. Most findings were amphorae. In addition to amphorae, fragments of pottery were found. Those amphorae belong to the group of late republican or early cesar amphorea with flat bottom. They were in use from the 1st century BC till 2nd century. There are different for the form of the trough and the neck as well as the form of the handle with the body. This type was intended for transportation of wine – *amforae vinearie*. Particularly frequent were fragments of dishes, bowls, and little mugs called *oinohoa*. No less important are findings of thin-walled pottery. Bricks with stamps on them were also found. Those findings are especially important because they represent the specificity of the site, as well as the stamps found in a dredge excavation near the auxiliary football field in Crikvenica in 1980s. The two stamps belong to the same antique manufacture, whose owner was Sextus Metillius Maximus (Fig. 1).

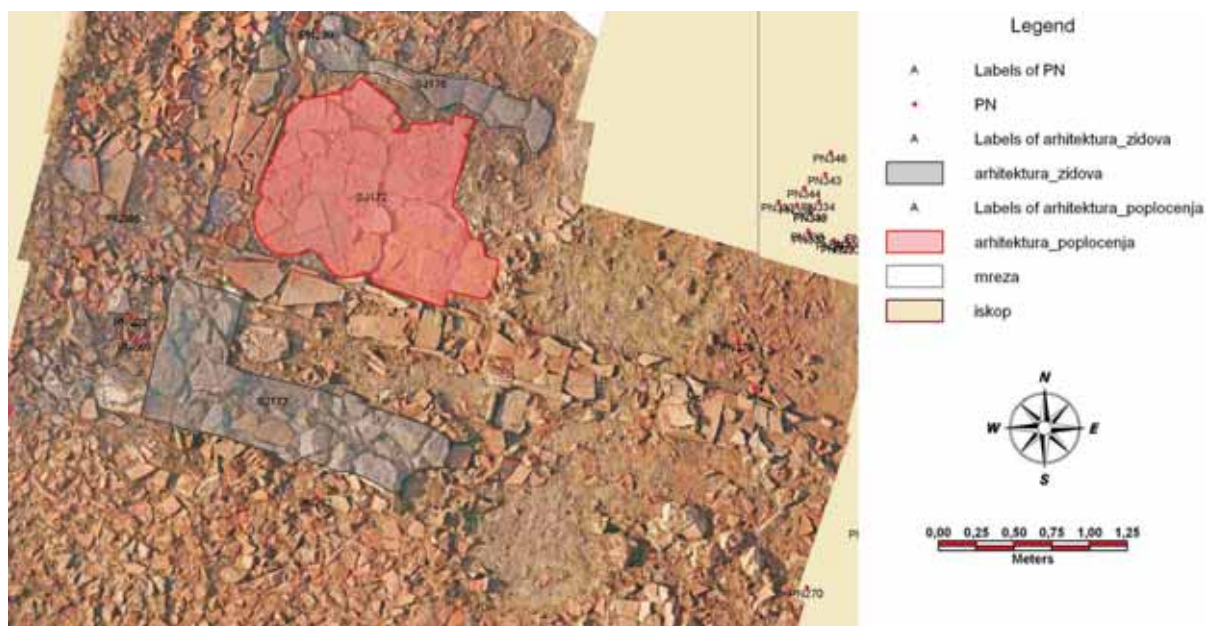


Fig. 2. Display of the site with a photo plan in GeoMedia  
Slika 2. Prikaz dijela terena s fotoskicom u programu Geomedia

75

pojavljuje se relativno rijetko. Objašnjenje toga toponima daje Lipovac Vrkljan (2007) uzimajući u obzir utvrdu Badanj, lokalitet Godač i Frankopanski kaštel na utoku Dubračine, na kojem se mogla nalaziti još jedna utvrđena promatračnica sa zadatkom kontrole morskoga prilaza antičkom naselju na mjestu današnje Crikvenice.

## 2. Nalazi arheoloških istraživanja

Do prije nekoliko godina nitko se nije posve ozbiljno zapitao kako protumačiti mnoštvo slučajnih nalaza iz doba rimske antike na prostoru Crikvenice i povezati ih s određenim oblikom životne organizacije znanim pod pojmom *Ad turres*. Tu prije svega navodimo: rimske urne, ranocarski novac, svjetiljke – uljanice i opeku, rimski natpis u kamenu, mnoštvo opeke sa žigovima i keramike kao i arhitekture zidova prilikom nekoliko bagerskih iskopa na prostoru nogometnog igrališta i pomoćnog nogometnog igrališta NK Crikvenice tijekom 1970-tih i 1980-tih.

Godine 2004. je na lokalitetu pokraj gradske sportske dvorane, nedaleko od nogometnog igrališta, obavljeno sondažno istraživanje koje je u organizaciji Ustanove u kulturi dr. Ivan Kostrenčić i Grada Crikvenice provodila znanstvena suradnica Instituta za arheologiju iz Zagreba dr. sc. Goranka Lipovac Vrkljan. Na dubini od 1,7 m i površini 16 m<sup>2</sup> probne sonde otkriven je rimski antički sloj u kojemu je pronađeno puno antičke keramike i cigle iz 1. i 2. stoljeća poslije Krista.

Prije arheološkog istraživanja, prostor sondažnog iskopa geodetski je izmjereno. Urcrtana je geodetska mreža koja se izravno preko novo uzetih poligonskih točaka može povezati na geodetski plana Grada Crikvenice. Time

je omogućeno točno lociranje nalazišta. Nadalje, uzimanje geodetskih apsolutnih visina, kao i geodetske položajne mreže, neophodno je za potpuno razumijevanje nalaza unutar konteksta njihovog položaja prema razini mora, budući da se starost nalaza, osim prema njihovim karakteristikama određuje i visinskim položajima (stratigrafski slojevi) unutar kojih su nađeni.

Istraživanja su nastavljena tijekom 2006, 2007. i 2008. godine. Područje lokaliteta prošireno je na cca 2000 m<sup>2</sup>. Na tom su lokalitetu tijekom daljnjih istraživanja pronađeni ostaci keramičarskih peći te naznake zidova keramičarske radionice kao i velika količina ostataka uporabne i građevinske keramike. Time su potvrđene pretpostavke o postojanju većega radioničkog sklopa.

Cjelokupan materijal pronađen je u fragmentiranom stanju. Prevladavaju ulomci amfora sačuvanih vratova s ručkama. Pronađeno je nekoliko vrsta amfora kao i novi podtip amfore nazvan crikvenička amfora. Ta amfora pripada u grupu kasnorepublikanskih/ranocarskih amfora ravnoga dna. U uporabi su od pol. 1. st. pr. Kr. do 2. st. Posebnosti crikveničke amfore su u obliku grla i vrata, te odnos ručki prema trbuhu. Taj je tip amfora bio namijenjen prijevozu vina – *amforae vineariae*. Uz nalaze amfora pronađeni su ulomci stolne keramike poput dna tanjura, zdjela kao i prekrasan primjer vrčića – *oinohoe*, kao i nalazi keramike tankih stijenki. Pronađeni su i ulomci s pečatom. Ti su nalazi izuzetno značajni jer donose natpis pečata koji predstavlja posebnost za ovaj prostor, kao i pečati koji su otkriveni 1980-tih godina u slučajnom bagerском iskopu na prostoru pomoćnog nogometnog igrališta u Crikvenici. Radi se o pečatu koji pripada istoj antičkoj radioničkoj proizvodnji čiji je zakupnik bio Sekst Metilije Maksim (slika 1).

### 3. Data Collecting

The data necessary for the creation of GIS of the Crikvenica – "Igralište" archaeological site were collected during the excavation in 2007. The site was surveyed at the same time when the Institute for Archaeology from Zagreb gathered information about the artifacts. The survey and collecting of spatial data was done from July to September of 2007 by a team consisting of three students of the Faculty of Geodesy from the University of Zagreb: Mateo Gašparović, Marin Jurčić and Iva Malarić.

Data collecting began at the Cadastral office in Crikvenica. There we obtained the cadastral plan of the area on which the site is located, as well as location descriptions and coordinates of the nearest polygonal points. Polygonal points of the existing geodetic base were found in the field and further observations were made, and their coordinates verified (Lipovac-Vrkljan, 2007).

After the review of the geodetic base in the field, the direction of the travers was planned. During the planning, certain points had to be considered: mutual visibility of points, usage of the points, avoiding short side in the travers and the way of stabilization.

Stabilization of new points of the geodetic base is very important. In this case, stabilization was made with iron bars approximately 50 cm long and 12 mm wide.

After determining new points of the geodetic base, photogrammetric and tacheometric survey of the site was done.

Coordinates of all points were determined in the 5th zone of the Gauss-Krüger projection. Heights of those points were determined using the Height System of the Republic of Croatia.

The results of the geodetic survey at the Crikvenica – "Igralište" archaeological site were as follows:

- Photo plan
- Photo profiles
- Cross-sections of the site
- Ground plan of the site.

Photographs of the site were taken with the camera Canon EOS 350D. The pictures were taken from the height of 2.5 m and with the resolution of 3456x2304. The size of a pixel on the ground or the *ground sample distance* was 1 mm. 5 ground points which were used for geocoding, were set for each photograph. Every photo

76

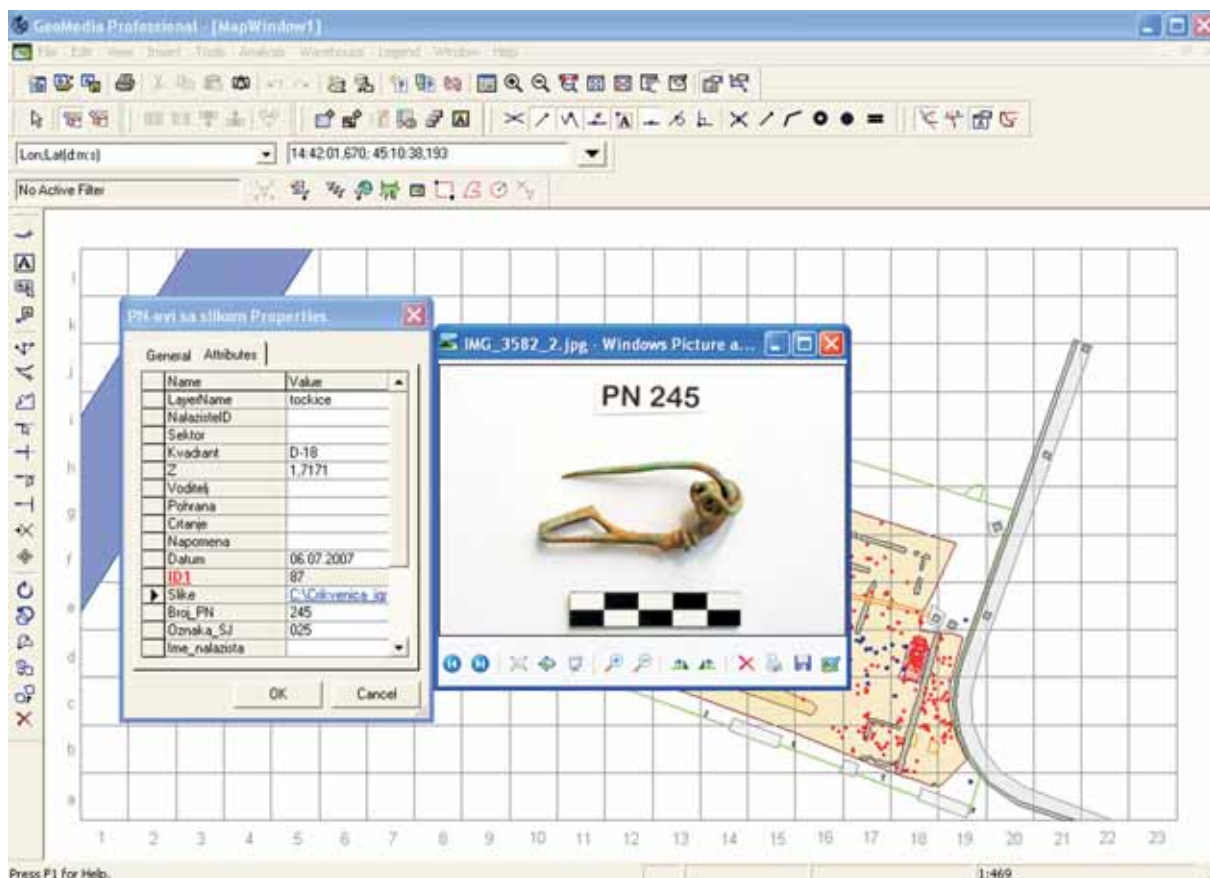


Fig. 3. Possibilities of GIS of the Crikvenica – "Igralište" archaeological site  
Slika 3. Prikaz mogućnosti GIS-a arheološkog lokaliteta Crikvenica – "Igralište"

### 3. Prikupljanje podataka za GIS

Podaci potrebni za izradu GIS-a arheološkog lokaliteta Crikvenica – "Igralište" prikupljeni su tijekom iskopavanja 2007. godine. Istodobno s provođenjem istraživanja na lokalitetu od strane Instituta za arheologiju provedeno je i prikupljanje položajnih i visinskih podataka o posebnim nalazima te je obavljena izmjera terena za potrebe izrade fotoskica. Izmjeru terena i prikupljanje ostalih položajnih podataka provela je od srpnja do sredine rujna 2007. ekipa sastavljena od troje studenata geodezije. To su bili Mateo Gašparović, Marin Jurčić i Iva Malarić.

Prikupljanje podataka započelo je u Katastarskoj ispostavi Crikvenica Područnog ureda za katastar Rijeka. Katastarska ispostava ustupila je katastarski plan traženog područja unutar kojeg se nalazi lokalitet, kao i položajne opise te koordinate najbližih poligonskih točaka. Na terenu su pronađeni poligoni već postojeće geodetske osnove pa je samo preostalo obaviti daljnja opažanja i provjeriti njihove koordinate (Lipovac-Vrkljan G., 2007.).

Nakon rekognosciranja geodetske osnove planiran je, odnosno osmišljen smjer poligonskoga vlaka koji će služiti za progušćivanje geodetske osnove. Pritom se vodilo se računa o: međusobnom dogledanju točaka, iskoristivosti samih točaka, izbjegavanju kratke stranice u poligonskom vlaku i načinu stabilizacije.

Stabilizacija je vrlo važna kod postavljanja novih točaka geodetske osnove. U ovom slučaju stabilizacija je izvršena čeličnom šipkom dužine cca 50cm, promjera 12mm.

Nakon progušćivanja geodetske osnove izvršena je izmjera detalja fotogrametrijskom i tahimetrijskom metodom.

Koordinate svih točaka detalja određene su u 5. zoni Gauss-Krügerove projekcije, a njihove visine određene u visinskom datumu Republike Hrvatske.

Proizvodi geodetske izmjere na arheološkom lokalitetu Crikvenica – "Igralište" 2007. godine bili su:

- fotoskice
- fotoprofil
- presjeci terena
- tlocrtni prikaz cijelog lokaliteta.

S pomoću fotoaparata Canon EOS 350D snimljene su fotografije terena. Snimanje je izvedeno s visine od 2,5 m, rezolucijom od 3456x2304. Dakle, veličina piksela na tlu (*Ground sample distance*) iznosi 1 mm. Za svaku fotografiju na terenu je postavljeno pet fotočaka koje su služile za njihovo georeferenciranje. Pritom je fotografija zahvaćala područje od 1 m<sup>2</sup>. Fotografije su naknadno obrađivane u programskom paketu Adobe Photoshop, gdje su uklonjeni nepotrebni sadržaji i izrezani nepotrebni dijelovi fotografije. Nakon obrade, fotografije su georeferencirane u programu MicroStation Descartes i spajane u cjelinu. Za postupak georeferenciranja bile su potrebne apsolutne koordinate točaka koje smo dobili

izmjerom s pomoću totalnih stanica Sokkia i Leica TCR405power.

### 4. Potreba za geoinformacijskim sustavom

Uočeno je da se podaci o posebnim nalazima zapisuju u analognom obliku, pa se naknadno skeniraju ili ručno prepisuju u neuniformne tablice ili obrasce unutar nekog programa. S obzirom na to da se arheološka istraživanja provode najčešće kroz duži vremenski period, može se dogoditi da nekoliko osoba provodi upisivanje podataka i to, naravno, upotrebom različitih obrazaca i programa. U navedenom postupku često se javlja redundancija, ali i potreba za naknadnim usklađivanjem podataka, odnosno obrazaca kao i prijenos podataka iz jednog programa u drugi. Zbog toga se uvidjela potreba za geoinformacijskim sustavom koji će zamijeniti spomenute obrasce, olakšati i ubrzati analiziranje prikupljenih podataka te njihovu vizualizaciju.

Geoinformacijski sustav pruža sljedeće mogućnosti:

- lociranje prostornih podataka
- učinkovitiju vizualizaciju informacija
- prostorne analize informacija prikupljenih iz više izvora
- grafičku navigaciju skupom podataka
- odgovore na pitanja
- učinkovitiju strukturu posla i aktivnosti.

Velika prednost geoinformacijskog sustava je grafički prikaz geometrijskih podataka. Položajne i visinske koordinate posebnih nalaza iznimno su važne za razumijevanje arheoloških lokaliteta. Na temelju visine između ostalog određuje se i razdoblje iz kojeg nalaz datira.

### 5. Izrada GIS-a lokaliteta Crikvenica – "Igralište"

Početak izrade GIS-a arheološkog lokaliteta Crikvenica – "Igralište" krenuo je prikupljanjem potrebnih podataka. Geometrijski podaci o području lokaliteta i posebnim nalazima prikazanim unutar istog prikupljeni su geodetskom izmjerom opisanom u poglavlju 3, a atributne podatke ustupio je Institut za arheologiju iz Zagreba.

Izrada GIS-a provedena je s pomoću studentske verzije programskog paketa Geomedia Professional 6.0 tvrtke Intergraph Corporation dobivene za potrebe kolegija Geoinformacijski sustavi na Geodetskom fakultetu. Geoinformacijski sustav izrađen je na istoimenom kolegiju pod mentorstvom asistenta mr. sc. Tomislava Cicelija. Kao alat za pregled i analizu, taj paket nudi kombiniranje geografskih podataka iz različitih izvora, njihov prijenos u drugačije formate i u druge projekcije, a sve u jednom okruženju. Služeći se tim softverom mogu se izvoditi kompleksni upiti na prostornim i atributnim podacima iz različitih izvora i s njima izrađivati odgovarajuće vizualizacije.

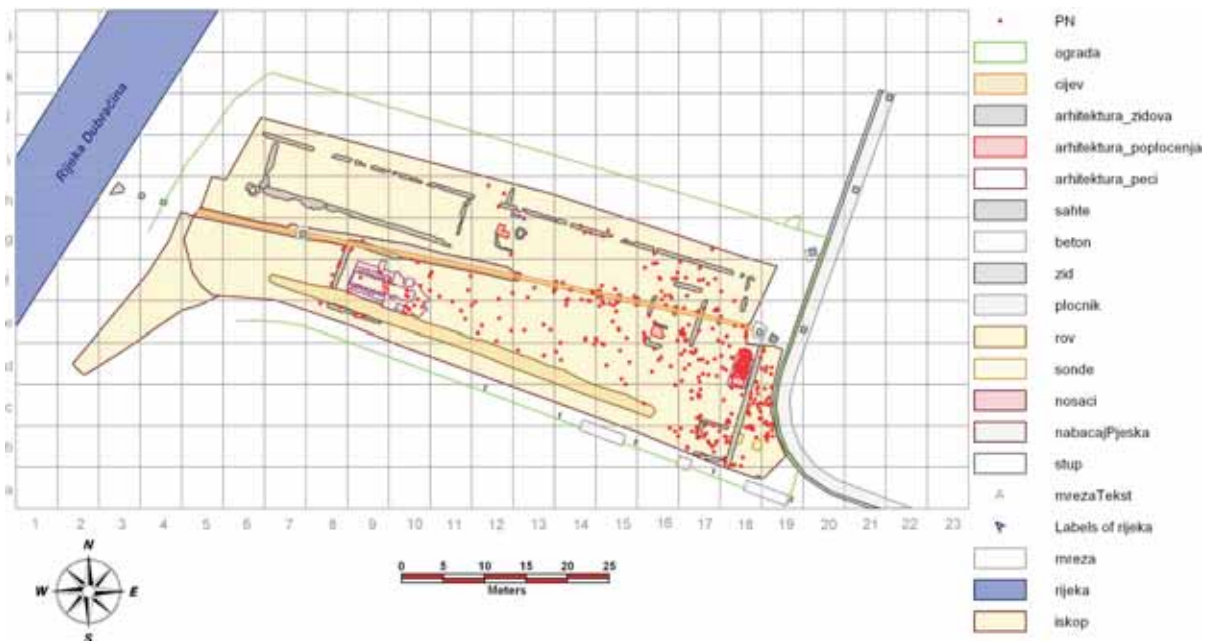


Fig. 4. The ground plan of the site in GeoMedia  
Slika 4. Prikaz terena u programu Geomedia

78

covered an area of 1 m<sup>2</sup>. After they were taken, the photographs were edited using Adobe Photoshop, and unnecessary parts were removed. Finally, the photos were geocoded and merged by using MicroStation Descartes. For that procedure, absolute coordinates were needed of the ground points measured with total stations Sokkia and Leica TCR405power.

#### 4. The Need for GIS

It was noticed that the information about findings are written in the analog form, and are subsequently scanned or manually copied into unequal tables or forms within an application. Given that archaeological research is mostly carried out during a long period of time, it may happen that different people enter the data and, of course, use various forms and applications. Redundancy often occurs during such a procedure, but there is also a need for subsequent harmonization of information, forms and data from one program to another. Therefore, there was a need for a geographical information system that would replace the above-mentioned forms, to facilitate and accelerate analyses of the collected data and their visualization.

GIS offers the following possibilities:

- Locating spatial data
- Efficient visualization of data
- Spatial analysis
- Graphic navigation through data
- Query responses
- Efficient structure of work and activities.

Graphical representation of geometric data is a great advantage of a geoinformation system. Position and height coordinates of findings are extremely important in order to understand archaeological sites. On the basis of height, among other things, the period from which a finding dates is determined.

#### 5. The Development of GIS of the Crikvenica – “Igralište” Archaeological Site

The development of GIS began with gathering data at the Crikvenica – “Igralište” archaeological site. Geometric data of the site and the artifacts found were collected by geodetic survey described in the Chapter 3. Non-spatial data were obtained from the Institute for Archaeology from Zagreb.

GIS was developed by using the educational version of GeoMedia Professional 6.0 created by Intergraph Corporation and obtained for the course Geoinformation Systems at the Faculty of Geodesy, University of Zagreb. GIS was developed during that course with a big help from assistant Tomislav Ciceli, MSc. As a tool for displaying and analyzing, it offers a combination of data required from different sources, their transformation into different formats and projections and all of that in the same surrounding. With the use of this software, complex queries on spatial and non-spatial data can be made, as well as data visualizations.

Coordinates of the artifacts, their names and other measured data relevant for the representation of the site

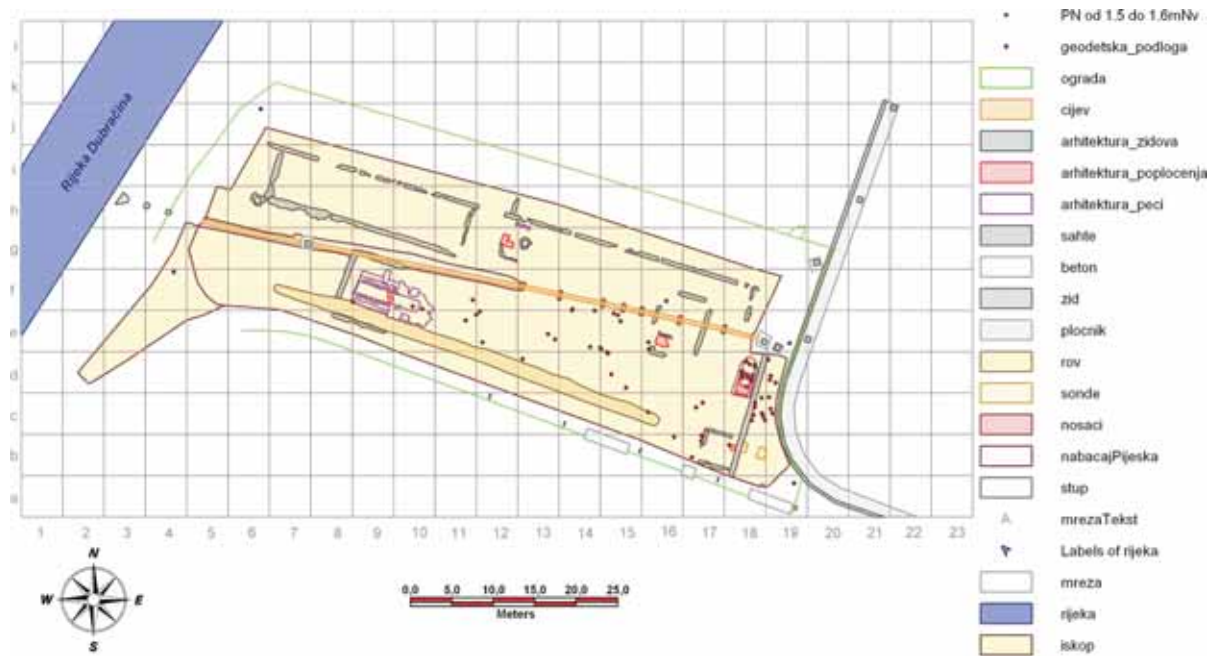


Fig. 5. Analysis of artifacts at the height of 1.5-1.6 m  
Slika 5. Analiza posebnih nalaza na visini 1,5-1,6 m

79

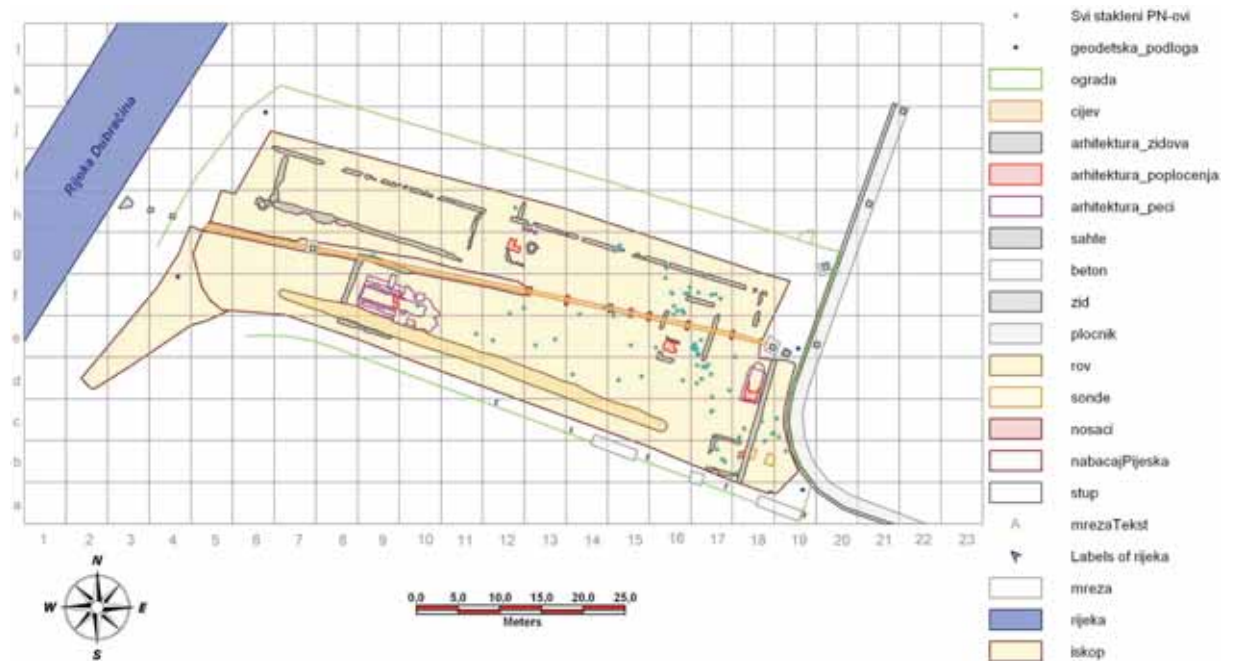


Fig. 6. Analysis of artifacts by material  
Slika 6. Analiza posebnih nalaza prema vrsti nalaza



were loaded into the GeoMedia software. A name and attribute was assigned to every point representing an artifact. Thus, further changes and analysis of the data were enabled. Other details located within the site or in its vicinity, which are shown in the Fig. 4, were also updated. Newer versions of GeoMedia, including the one used to create the GIS of this site (Egomania Professional 6.0) offer the possibility of editing and changing geometric data.

The database, in which the geometric data were stored, was joined with the database created in Microsoft Access which stored non-spatial data. The database which contained non-spatial data was created by Bartul Šiljeg, PhD and Juraj Belaj, PhD from the Institute for Archaeology. When they created the database, it was not planned to be used for GIS. This is why some of the attributes were not written in an adequate data type. Most of the fields had *Text* as data type. Since data like height or number of artifact are numbers, it was necessary to present them correctly. Data types of those fields were changed by using Microsoft Office Access.

Artifact photographs were introduced as another artifact attribute. When the artifacts were found, they were photographed where they were found. After they were dug out and washed, they were photographed again.

Several geocoded photographs were loaded into GeoMedia at the end of GIS development. These geocoded photographs are just a part of one photo plan of the field (Fig. 2). A problem emerged when the photographs were loaded into the program because of their size. Therefore, the number of photographs had to be reduced and the option of showing only at specified scale was enabled. In the future, the goal is going to be to include all photographs, so that site presentation is more realistic and true.

## 6. The GIS of the Crikvenica – “Igralište” site

The GIS developed enables searching and analyzing (Fig. 3). Information about 398 artifacts found during the excavations were loaded into the database. The whole site is shown on the ground plan below (Fig. 4). The display shows the site area with the artifacts found (point objects), the quadrant network, the architecture of the walls, kilns and other details. The following display is very useful to an archaeologist because it clearly shows mass artifact concentration. On that basis, it is possible to make further assumptions on the site.

## 7. Analyses

After the GIS was developed, it was necessary to show its application. The purpose of GIS is not only to create a map because it represents the same thing as the database. The map, as all the data in the GIS, gets its meaning through analyses. The answers obtained by analyses are as true as the data entered into the GIS.

### Analysis of artifacts by height

In archaeological excavations, it is necessary to know the absolute height at which the artifact was found because the period from which the artifact is dated is determined by it. Therefore, the following analysis by height was created. The query was set to search for all artifacts found at the height of 1.5–1.6 m (Fig. 5).

### Analysis of glass artifacts

Another query useful for the archaeological science is the analysis by material artifacts are made of. Thus, all glass artifacts were extracted (Fig. 6). Similar queries can be made to find out, for example: artifacts made out of ceramics, bronze, iron, etc. This type of search is very interesting because of frequent grouping of such findings. If many findings classified as utility ceramics are found in a small area, it may mean the area was used for living. An example of glass artifacts is shown, because a large group of glass in an area, which is believed to be a ceramic manufacture, may indicate the area was also used for glass production.

The advantage of GIS is a quick way of searching the collected data. Through data analysis, we can find answers to questions that would otherwise be very difficult to obtain.

## 8. Conclusion

The geoinformation system of the Crikvenica - “Igralište” archaeological site is intended to replace the obsolete method of storing and displaying data about specific findings. Such a system simplifies the process of saving and storing data, analyzing, and visualizing area.

For GIS to keep its purpose and functionality, a constant upgrade of the system is required, as well as the update of data at the same time further research at the site is being performed. The system can be used by professionals (archaeologists) to edit, extract and analyze the data. However, when the system is put on the Internet, multiple users will be able to access it. Furthermore, the system could then also be used for tourist and other purposes.

## References / Literatura

- Intergraph Corporation (2005): *Working with GeoMedia Professional*, Huntsville, Alabama, SAD.
- Lipovac Vrkljan, G. (2004): *Izvešće o arheološkom istraživanju nalazišta Crikvenica – “Igralište”*, Institut za arheologiju, Zagreb.
- Lipovac Vrkljan, G. (2007): *Izvešće o arheološkom istraživanju nalazišta Crikvenica – “Igralište”*, Institut za arheologiju, Zagreb.
- Lipovac Vrkljan, G. (2007): *Ad Turres - Crikvenica, keramička radionica Seksta Metilija Maksima, Grad Crikvenica*

U program Geomedia učitane su koordinate posebnih nalaza s lokaliteta "Crikvenica – Igralište", tekst naziva posebnih nalaza, te ostali snimljeni detalji koji su važni za prikaz lokaliteta. Svakoj točki koja predstavlja poseban nalaz pridruženo je njezino ime i atribut. Na taj su način omogućene daljnje promjene i analize pojedinih nalaza. Ostali detalji koji se nalaze unutar lokaliteta ili u njegovoj blizini, a koji su prikazani na slici 4, dodatno su promijenjeni. Nove verzije program Geomedia, pa tako i verzija upotrijebljena pri izradi GIS-a lokaliteta Crikvenica – "Igralište" (Geomedia Professional 6.0), pružaju mogućnost uređivanja i mijenjanja geometrijskih podataka.

Baza podataka u kojoj su se nalazili geometrijski podaci spojena je s bazom podataka u Accessu u kojoj su se nalazili atributni podaci u jedinstvenu bazu podataka. Naime, bazu podataka koja je sadržavala atributne podatke o posebnim nalazima kreirali su točnije dr. sc. Bartul Šiljeg i dr. sc. Juraj Belaj, djelatnici Instituta za arheologiju. Pri kreiranju te baze podataka nije se planirala njezina upotreba za izradu GIS-a, pa određeni atributi nisu bili zapisani u odgovarajućem tipu podataka. Većina podataka je imala kao tip podataka podešeno *Text*. S obzirom na to da su podaci poput visine i broja posebnih nalaza numerički, bilo ih je potrebno tako i prikazati. Navedene podatke, odnosno njihov tip promijenili smo unutar programa Microsoft Office Access iz tipa podataka *Text* u za to predviđen tip podataka.

Kao još jedan od atributa posebnih nalaza uvedene su njihove fotografije. Pronalaskom svakog posebnog nalaza fotografira se njegov položaj u tlu. Nakon vađenja iz tla i pranja nalaz se ponovno fotografira.

Na kraju izrade GIS-a uključeno je i nekoliko georeferenciranih fotografija (slika 2). Učitane georeferencirane fotografije dio su jedne fotoskice dijela terena. Zbog veličine datoteka fotografija javio se problem prilikom njihova učitavanja. Stoga je smanjen broj učitanih fotografija i upotrijebljena mogućnost prikazivanja prema mjerilu. Cilj je svakako u budućnosti učitati sve fotografije kako bi se uz vektorski prikaz terena dobio i rasterski, realističniji i vjerniji.

## 6. GIS lokaliteta Crikvenica – "Igralište"

Izvedbom svih prethodno opisanih aktivnosti kreiran je geoinformacijski sustav arheološkog nalazišta Crikvenica – "Igralište" koji omogućava pretraživanje i analiziranje svih unesenih podataka (slika 3). U bazu podataka GIS-a uneseni su podaci za 398 posebnih nalaza istraženih tijekom iskopavanja 2007. godine. Cjelokupni prikaz terena prikazan je u nastavku (slika 4). Na prikazu je moguće vidjeti područje lokaliteta s posebnim nalazima (točkasti objekti), mrežom kvadrata, obrisom zidova, keramičarskih peći i ostalim detaljima. Navedeni prikaz vrlo je koristan za arheologe jer se vrlo očito pokazuje gdje je najveća koncentracija posebnih nalaza. Na temelju toga moguće je izvoditi daljnje pretpostavke o upotrebi prostora na lokalitetu.

## 7. Analize

Nakon što je opisana izrada GIS-a arheološkog lokaliteta Crikvenica – "Igralište" potrebno je prikazati i njegovu primjenu. Smisao GIS-a nije isključivo u izradi karte jer ona je za GIS isto što i baza podataka. Kreirana karta kao i ostali podaci svoj smisao unutar GIS-a dobivaju kroz analize. Analizama dobivamo onoliko točne odgovore na postavljena pitanja, koliko su točni unešeni podaci.

### Analiza posebnih nalaza prema visini

Za arheološka istraživanja vrlo je bitno poznavanje apsolutne visine na kojoj je nalaz otkriven. Na temelju visine, između ostalog, određuje se i period iz kojega nalaz datira. Iz navedenoga razloga prikazana je analiza posebnih nalaza prema visini, odnosno izdvojeni su oni posebni nalazi koji su pronađeni na određenoj visini, u ovom slučaju od 1,5–1,6 metara (slika 5).

### Analiza posebnih nalaza izrađenih od stakla

Još jedan od upita koji koristi arheološkoj struci je razvrstavanje posebnih nalaza prema njihovoj vrsti. Stoga je provedeno pretraživanje kojim su izdvojeni posebni nalazi izrađeni od stakla (slika 6). Na sličan način moguće je izvršiti i pretraživanje o nalazima izrađenima od ostalih materijala: keramike, željeza, bronce itd. Takav tip pretraživanja vrlo je zanimljiv zbog čestog grupiranja nalaza iste vrste. Ako je na malom području pronađeno više nalaza klasificiranog kao uporabna keramika to npr. može značiti da se radi o prostoriji u kojoj se živjelo. Primjer stakla prikazan je zbog toga što velika grupacija stakla na terenu, za koji se vjeruje da je keramičarska radionica, može ukazivati na činjenicu da se na tom području proizvodilo i staklo.

Dobra strana upotrebe GIS-a vidljiva je iz vrlo brzog načina pretraživanja prikupljenih podataka. Kroz analize podataka možemo pronaći odgovore na pitanja na koja bi inače bilo vrlo teško ili mukotrpno doći do odgovora.

## 8. Zaključak

Geoinformacijski sustav arheološkog lokaliteta Crikvenica – "Igralište" namijenjen je zamijeni zastarjelih metoda spremanja i prikazivanja podataka o posebnim nalazima. Upotrebom takvog sustava, pojednostavljuje se postupak spremanja i čuvanja podataka, njihovo analiziranje i vizualizacija smještaja u prostoru.

Da bi GIS zadržao svoju svrhu i funkcionalnost potrebna je stalna nadogradnja sustava te nadopuna podataka istodobno s izvođenjem daljnjih istraživanja na lokalitetu. Prikazani sustav mogu koristiti stručnjaci (arheolozi) za mijenjanje, izdvajanje i analiziranje prikazanih podataka. Međutim, kad bi se cijeli sustav stavio na internet, tada bi bio omogućen pristup većem broju korisnika. Sustav bi se tada mogao koristiti i u turističke svrhe.