

ANA SOLTER – JACQUELINE BALEN

Arheološki muzej u Zagrebu  
Trg Nikole Šubića Zrinskog 19  
HR – 10 000 Zagreb  
e-mail: jbalen@amz.hr  
asolter@amz.hr

## IZRADA 3D »WIRE – FRAME« MODELA NA ARHEOLOŠKOM LOKALITETU TOMAŠANCI- PALAČA

UDK 902:903 (36:497.5)  
Stručni rad

*U članku je prikazan način izrade 3D modela arheoloških objekata na lokalitetu Tomašanci – Palača u okolici Đakova primjenjujući CAD tehnologiju.*

*Ključne riječi: Tomašanci-Palača, terenska dokumentacija, CAD, 3D model*  
*Key words: Tomašanci-Palača, field documentation, CAD, 3D model*

### 1. Uvod

U arheologiji se sve više primjenjuju računalne i programske podrške – programiraju se i upotrebljavaju razne baze za obradu podataka sa iskopavanja, baze podataka za primjenu u muzejima s kataloškim ispisom građe, pomoću računala izvode se statističke obrade materijala te klasifikacija predmeta. Postoje i razni geografski informacijski sistemi za obradu prostornih podataka te, naposljetku, računala se sve više primjenjuju u prezentaciji arheološke građe putem vizualizacije i animacije.

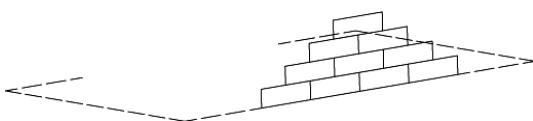
Trenutačno u hrvatskoj arheologiji za obradu prostornih podataka najviše služi računalni program AutoCAD. Computer-aided design (CAD) korištenje je računalne tehnologije kao pomoć u oblikovanju (tehničko crtanje) i izradi proizvoda. CAD programi su u početku oponašali dvodimenzionalne ručno rađene crteže. CAD programi stvaraju modele stvarnog svijeta. Termin model upotrebljava se kada govorimo o rezultatu CAD projekta, a to je datoteka iz koje se može stvoriti više zasebnih crteža. CAD softver služi najviše za dvodimenzionalno izradu, no u većini CAD softvera moguće je izraditi i trodimenzionalne modele. Bez obzira da li je model dvodimenzionalni ili trodimenzionalni, bit će to složen prikaz objekta promatranja u mnogo slojeva (»layer«). Naime, CAD programi omogućuju da se dijelovi crteža postave u slojeve koji će biti prikazani prema potrebi. Jednako, slojevi mogu činiti prostornu, vremensku i pojmovnu međusobnu razliku (Eiteljorg II – Fernie – Hugget – Robinson 2003:7). U arheologiji, na primjer, različiti slojevi mogu označavati drukčiji materijal iz različitog razdoblja ili različite kulturne grupe.

Dvodimenzionalni crteži razlikuju se od dvodimenzionalnih CAD modela po tome što crteži prikazuju jednu situaciju dok se modeli strukturirani u slojeve mogu se promatrati na više načina. Jednako, modeli se mogu prenijeti na papir u bili kojem mjerilu. Razlika između trodimenzionalnih crteža i modela mnogo je veća.

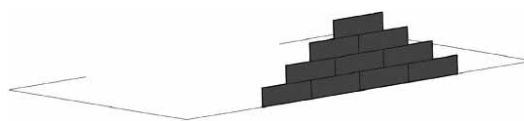
Postoje tri osnovna načina na koji možemo konstruirati trodimenzionalne modele u CAD-u:

- »Wire-frame« modeliranje
- »Surface« modeliranje
- »Solid« modeliranje

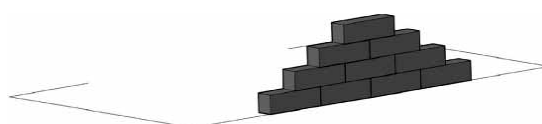
Wire – frame model sastoji se od točaka i linija nacrtanih u trodimenzionalnom prostoru. Oni definiraju rub objekta, ali ne i površinu. Wire – frame modeli mogu poslužiti kao podloga za druge oblike 3D modela (Slika 1). Surface modeli su složeniji negoli wire frame modela. Definiran je rub objekta, ali i površina (Slika 2). Surface modeli su sastavljeni od lica objekta, te čine unutrašnjost objekta šupljom, a kod solid modela unutrašnjost je ispunjena. Iako solid modeli možda izgledaju jednako kao surface modeli, ipak se njima mnogo jednostavnije rukuje, jer CAD program može kroz njih načiniti poprečni presjek (Slika 3). Solid modeli tvore se tako da se dodaje, oduzima ili mijenja jednostavan oblik kako bi se stvorio kompliciraniji (EITELJORG II – FERNIE – HUGGET – ROBINSON 2003: 16).



Slika 1



Slika 2



Slika 3

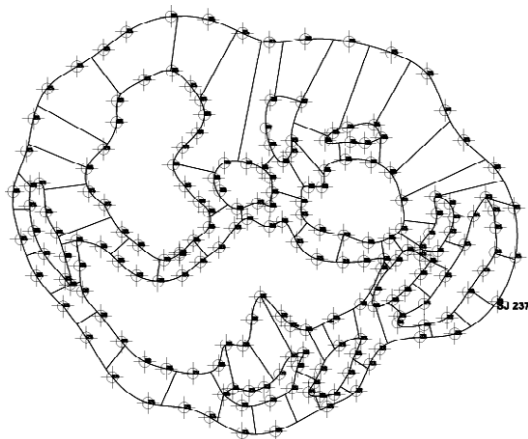
## 2. Izrada tehničke dokumentacije na trasi autoceste Beli Manastir – Osijek – Svilaj

Od 2006. godine Arheološki muzej u Zagrebu sudjelovao je na trasi autoceste Beli Manastir – Osijek – Svilaj na šest zaštitnih arheoloških iskopavanja. Istražena je površina od oko 178000m<sup>2</sup> (BALEN 2008b: 6). Istraženi su lokaliteti: Pajtenica, Ivandvor, Franjevac, Palanka, Palača i Stara Vodenica. Planovi Pajtenice, Ivandvora, Franjevca i Palanke su stvarani kao dvodimenzionalni modeli. Prostorni trodimenzionalni modeli, rabeći wire – frame modeliranje, rađeni su na lokalitetima Tomašanci – Palača te Jurjevac – Stara Vodenica, kao i na nekim arheološkim objektima lokaliteta Franjevac. Svi modeli izrađeni su u programu AutoCAD 2007.

Wire frame modeliranje korišteno je kao rezultat snimanja totalnom stanicom. Geodetske točke uzimane su na terenu totalnom stanicom<sup>1</sup> Leica 805p. Kasnije, koristeći se softverom Leica

<sup>1</sup> Totalna stanica je elektronski teodolit koji ima u sebi računalo, memoriju i elektronički daljinomjer (EDM) (Eiteljorg II 2002).

Geo Office Tools, podaci se prebacuju u računalo i uređuju za daljnju obradu. Jedan od prvih preduvjeta za postizanje wire – frame trodimenzionalnih oblika je snimanje većeg broja točaka nego što bi se snimalo za dvodimenzionalni model. Važno je uzimati bilježaka. Svaka točka snimljena na terenu mora imati svoje objašnjenje. Ne smije se pomisliti da će, bez bilješka, sutra biti razumljivi podaci koje smo snimili danas. Dobro vođenje bilješki s terena je posebno važno kod trodimenzionalnog modela jer, kao što smo ranije naveli, uzima se znatno veći broj točaka i lakše nastaje zabuna. Kod snimanja točaka za 3D modele mora se pripaziti da imamo dovoljno podataka kako bi se objekt u AutoCAD-u potpuno mogao obraditi. Snimanje za 3D modele je mnogo zahtjevnije od snimanja za planove. Moguće je snimiti mnogo točaka, a da nam jedna ili dvije ključne nedostaju. Zbog toga je poželjno kompliciranije situacije skicirati. Na lokalitetima se nije naišlo ni na jednu nadzemnu konstrukciju, već samo na ukope. Uzimale su se točke vanjskih i unutarnjih rubova ukopa, te svake promjene unutar objekta (Slika 4) te bi se u AutoCAD-u nacrtao trodimenzionalni objekt (Slika 5).



Slika 4



Slika 5

### 3. Izrada 3D »Wire – frame« modela

Na lokalitetu Tomašanci na površini od 64 000 m<sup>2</sup> zabilježeno je 2188 stratigrafski jedinica (Balen 2008:4) te je snimljena 43191 točka. Na podlogu lokaliteta u AutoCAD-u, koju su pripremile Hrvatske autoceste, ucrtana je koordinatna mreža u smjeru sjever-jug s dimenzijama kvadranta 5x5 metara. Točke snimljene totalnom stanicom prebacivale su se u računalo pomoću Leica Geo Office Tools softvera u formatu koji smo nazvali arheo. Format prikazuje broj točke, mjesto gdje se točka nalazi na y i x os te nadmorsku visinu (z/h):

broj točke	y os	x os	nadmorska visina
1	6532117.840	5028108.802	95.057

Prebačeni podaci bit će datoteke sa ASC<sup>2</sup> ekstenzijom koju čitamo kao tekst datoteku. Ti podaci prebacuju se u AutoCAD pomoću softvera EZYsurf. Da bi softver prebacio točke, mora se

2 .asc ekstenzija se pokatkad služi za tekstualne datoteke, kratica je za ASCII (American Standard Code for Information Interchange). ASCII je tekstualna datoteka u kojoj svaki bajt znači jedan ASCII znak. Datoteke formatirane

programom za obradu teksta moraju biti pohranjene i prenošene kao binarne datoteke kako bi se sačuvali njihov osnovni format (Englesko – hrvatski informatički enciklopedijski rječnik).

obratiti pozornost na pravilan izgled stupaca tekstualne datoteke (Slika 6). Prebacujemo one točke koje želimo obraditi u AutoCAD-u.

Softver EZYSurf pri prebacivanju točaka u AutoCAD ubacuje one podatke koje mu zadamo. Mi ćemo zadati Pt Number, easting, northing i elevation. Taj softver prebacivanjem automatski stvara tri nova sloja: ptno, elevation i ezysurf – POINTS. Točke su u AutoCAD softveru smještene s obzirom na x, y os i prikazuju visinu, broj i oznaku točke (Slika 7).

Kada su točke prebačene u CAD, potrebno je konzultirati se s bilješkama s terena. Važno je zabilježiti datum kada su podaci snimljeni na terenu, kao i osobu koja ih snima. Ponekad nije moguće da ista osoba stvara modele u AutoCAD-u i snima na terenu pa je zato nužno da se zabilježi tko snima kako bi se mogle riješiti moguće nejasnoće.

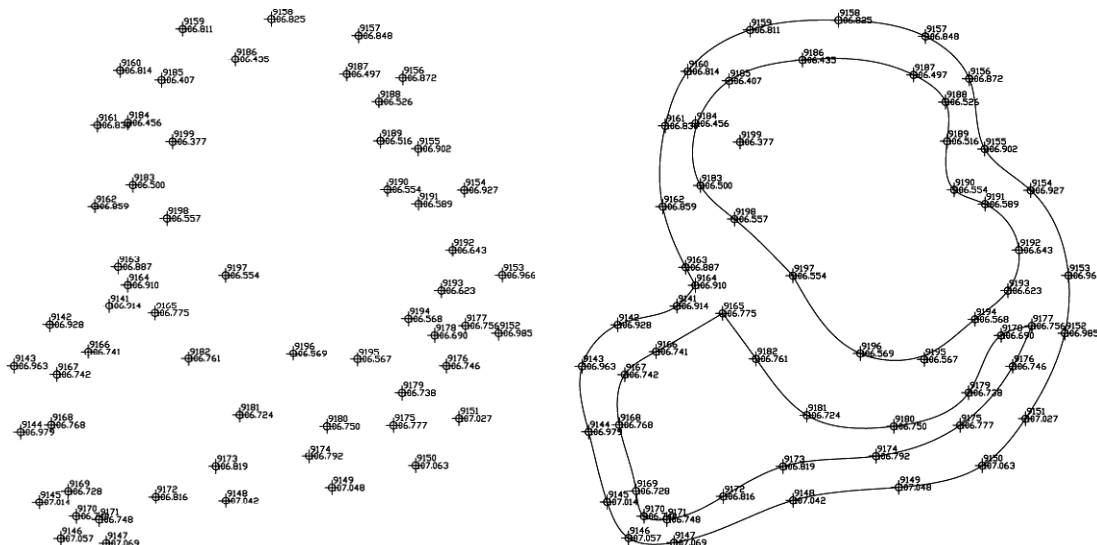
Točke spajamo prema skicama s terena (Slika 8).

No, s ovako spojenim točkama još nemamo dojam trodimenzionalnosti. Kako bismo ga postigli, povezat ćemo međusobno linije raznih visina alatom koji se naziva 3D Polyline (Slika 9).

Svi ukopi na lokalitetu Tomašanci – Palača nacrtni su kao wire-frame modeli. Mogu poslužiti u daljnjem istraživanju. Svakako su važni pri rekonstrukciji stambenih ili radnih objekata (Slika 10).

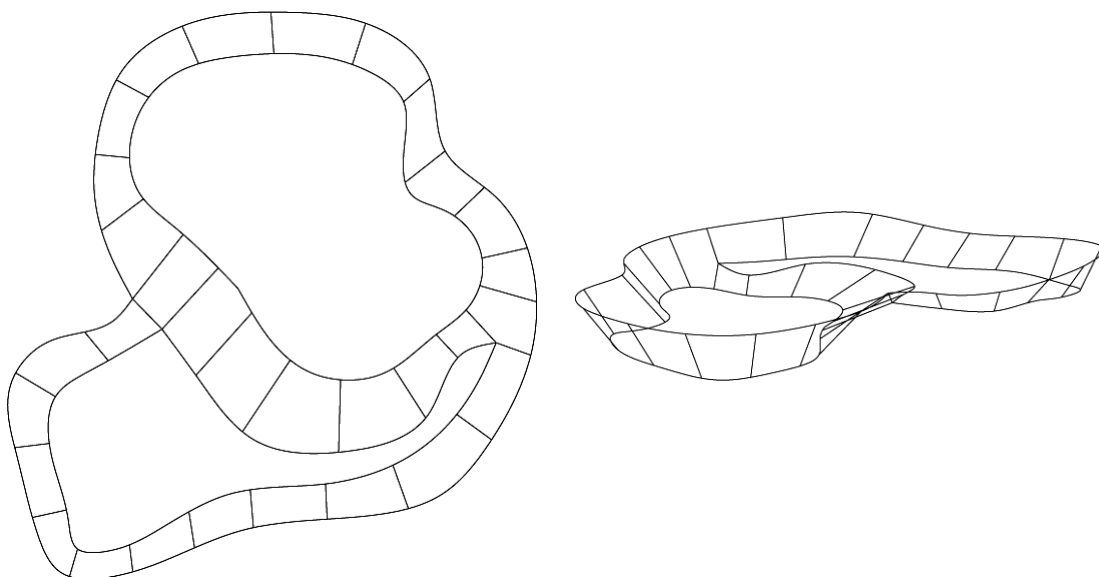
Pt Number	Easting	Northing	Elevation
9141	6531976.799	5027803.057	106.914
9142	6531976.379	5027802.923	106.928
9143	6531976.126	5027802.639	106.963
9144	6531976.173	5027802.163	106.979
9145	6531976.304	5027801.666	107.014
9146	6531976.456	5027801.410	107.017
9147	6531976.778	5027801.377	107.069
9148	6531977.623	5027801.677	107.042
9149	6531978.373	5027801.770	107.048
9150	6531978.965	5027801.924	107.063
9151	6531979.272	5027802.257	107.027
9152	6531979.551	5027802.864	106.985
9153	6531979.577	5027803.274	106.966
9154	6531979.309	5027803.878	106.927
9155	6531978.983	5027804.172	106.902
9156	6531978.873	5027804.671	106.872
9157	6531978.562	5027804.971	106.848
9158	6531977.945	5027805.086	106.825
9159	6531977.318	5027805.017	106.811
9160	6531976.876	5027804.723	106.814
9161	6531976.716	5027804.336	106.830
9162	6531976.688	5027803.763	106.859
9163	6531976.861	5027803.332	106.887
9164	6531976.930	5027803.204	106.910
9165	6531977.123	5027803.005	106.775
9166	6531976.651	5027802.733	106.741
9167	6531976.429	5027802.570	106.742
9168	6531976.390	5027802.213	106.768
9169	6531976.509	5027801.744	106.728
9170	6531976.565	5027801.565	106.740
9171	6531976.728	5027801.542	106.748
9172	6531977.128	5027801.703	106.816
9173	6531977.552	5027801.918	106.819
9174	6531978.212	5027801.991	106.792
9175	6531978.808	5027802.210	106.777
9176	6531979.182	5027802.629	106.746
9177	6531979.317	5027802.916	106.756
9178	6531979.099	5027802.848	106.690
9179	6531978.869	5027802.442	106.738
9180	6531978.338	5027802.203	106.750
9181	6531977.721	5027802.282	106.724
9182	6531977.360	5027802.682	106.761
9183	6531976.966	5027803.913	106.500
9184	6531976.931	5027804.353	106.456
9185	6531977.169	5027804.656	106.407
9186	6531977.690	5027804.804	106.435
9187	6531978.478	5027804.698	106.497
9188	6531978.703	5027804.506	106.526
9189	6531978.716	5027804.227	106.516
9190	6531978.766	5027803.882	106.554
9191	6531978.985	5027803.781	106.589
9192	6531979.226	5027803.454	106.643
9193	6531979.147	5027803.166	106.623
9194	6531978.914	5027802.963	106.568
9195	6531978.554	5027802.678	106.567
9196	6531978.100	5027802.720	106.569
9197	6531977.623	5027803.272	106.554
9198	6531977.207	5027803.674	106.557
9199	6531977.247	5027804.221	106.377

Slika 6 – Geodetski podaci stratifrgske jedinice 601

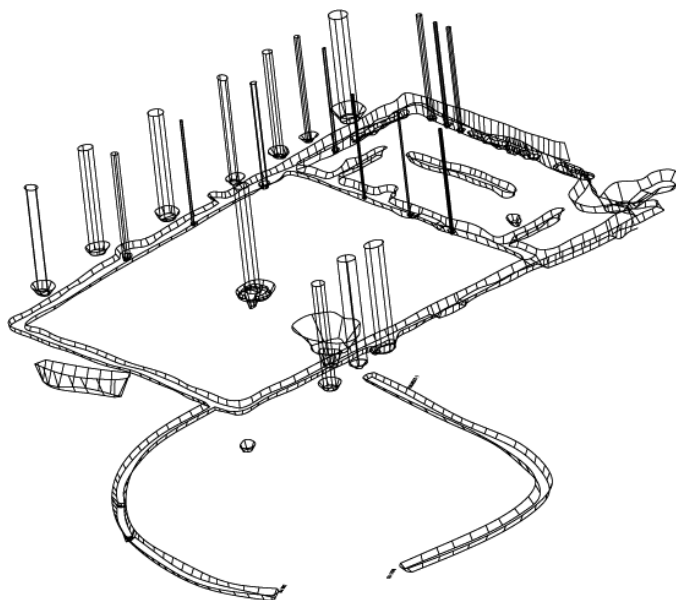


Slika 7 – Podaci stratifrgske jedinice 601 prebačeni u AutoCAD

Slika 8 – Spojene geodetske točke



Slika 9 – 3D model ukopa jame



Slika 10 – Simulacija stupova objekta 1

Iz negativa zidova ili stupova lako stvorimo *solid* 3D model s kojim možemo lakše manipulirati negoli s *wire frame* modelom. Površinama *solid* modela možemo mijenjati boju, teksturu, osvjetljenje i još mnogo toga. Serije tih sofisticiranih procesa, koje nazivamo *rendering*, razvijene su za CAD softvere kako bi dočarala izgled objekta. *Rendering* *solid* modela nam omogućuje realističniju rekonstrukciju arheoloških spomenika. No, realistični prikaz može biti varljiv ako ga ne promatramo kritično (Eiteljorg II – Fernie – Hugget – Robinson 2003:18).

#### 4. Zaključak

Kako bismo lakše snimili veliku količinu podataka koja nam je potrebna za izradu 3D modela, mogli bismo rabiti *High Definition Survey* (HDS) opremu. HDS je 3D laserski skener koji se koristi kosom laserskom zrakom kojom prelazi preko određenog objekta te snima na tisuće točaka u nekoliko minuta.

CAD programi imaju svoje granice. Kako bismo postigli prostornu analizu podataka moramo se koristiti Geografskim informacijskim sustavom (GIS). GIS omogućuje prihvaćanje, rukovanje i prikazivanje podataka prostornog sadržaja putem računala (BARKER 2000: 257). Prostorni podaci su, najjednostavnije rečeno, informacije koje opisuju rasprostranjenost stvari na zemljinoj površini (GILLINGS – WISE 1998). GIS je program baze podataka, dok je CAD grafički program. Kod CAD softvera važne su linije, sam crtež je informacija, a kod GIS programa linije su samo prikaz podataka. GIS se razlikuje od drugih sistema zbog sposobnosti provođenja prostornih pretraživanja i preslojavanja koje stvaraju nove informacije (COWE 1988).

U radu smo prikazati samo jedan od načina 3D modeliranja. Upotreba CAD i GIS programa u arheologiji je neograničena i neizbježna.

#### BIBLIOGRAFIJA

- ALLEN, K.M.S. – GREEN, S.W. – ZUBROW, E.B.W. (ur.) 1990 – *Interpreting Space: GIS and archaeology*, Taylor & Francis, 1990.
- BALEN J. 2008 – *Izvešće o arheološkim istraživanjima nalazišta Tomašanci – Palača*. Zagreb, 2008.
- BALEN J. 2008a – *Rezultati zaštitnih istraživanja na trasi autoceste Beli Manastir – Osijek – Svilaj*. Katalog izložbe. Zagreb, 2008: Arheološki muzej u Zagrebu.
- BARKER, P. 2000 – *Tehnike arheološkog iskopavanja*. Split, 2000: MHAS.
- COWE, D.J. 1988 – *GIS versus CAD versus DBMS: What are the Differences?*, *Photogrammetric Engineering and remote sensing*, 54(11), 1988:1551–1556.
- EITELJORG II, H. – K. FERNIE – J. HUGGET – D. ROBINSON 2003 – *CAD: A Guide to Good Practice*. Oxbow Books, 2003.
- EITELJORG II, H. 2002 – *The CSA CAD Guide for Archaeology and Architectural History*, CSA, 2002. URL: <http://csanet.org/inftech/cadgd/cadgdtoc.html> (2.11.2008.)
- Englesko-hrvatski informatički enciklopedijski rječnik, Ž – L, autor i urednik: Prof. dr. sc. Željko PANIAN, Jutarnji list.
- Englesko-hrvatski informatički enciklopedijski rječnik, M – Z, autor i urednik: Prof. dr. sc. Željko PANIAN: Jutarnji list.
- GILLINGS M. – A. WISE (ur.) 1998 – *GIS Guide to Good Practice*, AHDS Guides to Good Practice, 1998. URL: <http://ads.ahds.ac.uk/project/goodguides/gis/> (13.11.2008.)

## SUMMARY

APPLICATION OF THE 3D »WIRE – FRAME« MODEL  
ON THE ARCHAEOLOGICAL SITE TOMAŠANCI – PALAČA

Since 2006 the Archaeological Museum in Zagreb has been involved in the excavation of six protected archaeological sites on the route of the highway Beli Manastir – Osijek – Svilaj. A surface area of about 178,000 m<sup>2</sup> was excavated. The localities of Pajtenica, Ivandvor, Franjevac, Palanka, Palača and Stara Vodenica were surveyed. The plans of Pajtenica, Ivandvor, Franjevac and Palanka were shaped as two-dimensional models. Spatial three-dimensional wire frame modelling was used at Tomašanci – Palača and Jurjevac – Stara Vodenica, and in some objects of the archaeological locality of Franjevac. All models were carried out by using the AutoCAD 2007 programme.

Wire-frame modelling was used as a result of collecting data with the total station. The wire-frame model consists of points and lines drawn in a three-dimensional space. These however define the edge of the object, but not its surface, and can be used as a basis for other 3D shapes. One of the major preconditions for achieving wire-frame 3D modelling is to capture a larger number of points than it would be necessary for a two-dimensional model. When gathering data points for 3D models we must make sure that we have enough information so that the object can be thoroughly processed by the AutoCAD programme.

In the archaeological sites surveyed not a single aboveground construction was found, only burial places. Points were measured both inside and outside the outer edges of the burial places and also all changes within the object were recorded in order to allow the 3D drawing of the objects in the AutoCAD programme.

In the locality of Tomašanci on an area of 64,000 m<sup>2</sup> 2,188 stratigraphic units were noted and 43,191 points were gathered. The points measured by the total station were entered into the computer by means of the Leica Geo Office Tools software. These data has an ASC extension which can be read as text file. The information is transferred into AutoCAD by means of the EZY surf software. The points in the model are connected on the basis of sketches made on-site. In order to obtain a 3D model, the lines of various height will have to be interconnected by means of the 3D Polyline tool.

Translated by Agnes Milovan

Rukopis primljen: 14.XI.2008.  
Rukopis prihvaćen: 20.XI.2008.