

Cartography in the 21st Century

Nedjeljko FRANČULA

University of Zagreb - Faculty of Geodesy, Institute for Cartography, Kačićeva 26, Zagreb, HR-10000,
nfrancul@geof.hr, www.geof.hr/~nfrancul

4

Abstract: Maps have a thorough and indispensable role as one of the basis of our civilization. The majority of human activities connected with space can hardly be realized without adequate cartographic presentations. In the past, many people who had any contact with maps were only users. Today, however, especially with larger and larger possibilities of interactivity on web, so called democratisation of cartography encourages larger and larger number of people to use their cartographic possibilities to full extent. The paper reminds of greater and greater importance of the data obtained by means of remote sensing in the production of various cartographic presentations. It also refers to the present situation in the production of paper and multimedia (electronic) maps and to the importance of GPS, GIS, Internet and LBS (Location Based Services) in modern cartography.

Key words: Cartography, 21st Century, GPS, GIS, LBS

1. Introduction

There is a small but important difference between the past and today's understanding of cartography. In the past, there was a clear distinction between the *author* and the *user* of maps. Today, however, especially with increasing possibilities of interaction on the web, the so-called democratisation of cartography encourages an increasing number of people to use their cartographic potentials to the full extent. They become *users of cartography*, and not just *users of maps others have created* (Wood 2001).

Writing about the world in the 21st century, Wood (2001) concluded that there is no future without cartography. On the web pages of the Canadian

Cartographic Association (URL 1) is being given that an essential characteristic of contemporary cartography is its importance. Maps have a fundamental and indispensable role as one of the underpinnings of civilization. Most human activities related to space are hard to realise without adequate cartographic representations. Some of them are land use planning, property ownership, weather forecasting, road construction, location analysis, emergency response, forest management, mineral prospecting, navigation etc.

At the beginning of this article, there is a comment on the remote sensing, which is soon going to be the most important geospatial data collection method in cartography. It is followed by a description of main products of contemporary cartography - paper and multimedia or electronic maps. After that follows a representation of relations of GPS, LBS, the Internet and cartography. There is also a review of the role of cartography in the geoinformation science and the importance of official topographic-cartographic information systems and 3D visualization of landscape is stressed.

At the conference *Cartography, Geoinformation and New Technologies* organized by the Croatian Cartographic Society in Zagreb, September 16-18, 2004, I held an invited lecture *Cartography in the 21st Century*. A more adequate title of the lecture and this article would be *Cartography Today*, because I really can't foresee what will happen to the end of this century.

2. Remote Sensing and Cartography

Remote sensing is a method of gathering and interpreting information about remote objects without a physical contact with them. Airplanes, satellites, and space probes are usual platforms for observation in remote sensing.

Kartografija u 21. stoljeću

Nedjeljko FRANČULA

Sveučilište u Zagrebu - Geodetski fakultet, Zavod za kartografiju, Kačićeva 26, Zagreb, HR-10000,
nfrancul@geof.hr, www.geof.hr/~nfrancul

Sažetak: Karte imaju temeljnu i prijeko potrebnu ulogu kao jedna od osnova naše civilizacije. Većina ljudskih djelatnosti vezanih uz prostor teško je ostvariva bez odgovarajućih kartografskih prikaza. U prošlosti većina ljudi, koji su imali bilo kakve kontakte s kartama, bili su samo korisnici. Danas, međutim, posebno sa sve većim mogućnostima interaktivnosti na webu, tzv. demokratizacija kartografije ohrabruje sve veći broj ljudi da u punoj mjeri iskoriste svoje kartografske potencijale. U članku je ukazano na sve veću važnost podataka dobivenih daljinskim istraživanjima u izradi različitih kartografskih prikaza. Dan je osvrt na današnje stanje u izradi papirnatih i multimedijских (elektroničkih) karata te je ukazano na važnost GPS-a, GIS-a, interneta i LBS-a (položajno vezanih usluga) u suvremenoj kartografiji.

Ključne riječi: kartografija, 21. stoljeće, GPS, GIS, internet, LBS

Većina ljudskih djelatnosti vezanih uz prostor teško je ostvariva bez odgovarajućih kartografskih prikaza. Nabrojimo samo neke: prostorno planiranje, evidencija vlasništva nad zemljištem, prognoza vremena, izgradnja prometnica, hitne službe, upravljanje šumama, iskorištavanje mineralnih sirovina, navigacija itd.

Na početku ovog članka dan je osvrt na metodu daljinskih istraživanja, u bliskoj budućnosti najvažniju metodu prikupljanja podataka u kartografiji. Slijedi osvrt na glavne proizvode suvremene kartografije, papirnatu i multimedijске ili elektroničke karte, prikaz odnosa GPS-a, LBS-a, interneta i kartografije. Daje se osvrt na ulogu kartografije u geoinformacijskoj znanosti, naglašava važnost službenih topografsko-kartografskih informacijskih sustava i 3D-vizualizacije krajolika.

Na savjetovanju *Kartografija, geoinformacije i nove tehnologije* što ga je u Zagrebu 16.-18. rujna 2004. organiziralo Hrvatsko kartografsko društvo održao sam pozvano predavanje *Kartografija u 21. stoljeću*. Prikladniji naziv predavanja i ovoga članka bio bi *Kartografija danas*, jer što će se dogoditi do kraja ovog stoljeća, zaista nisam u stanju predvidjeti.

1. Uvod

U shvaćanju kartografije u prošlosti i danas postoji mala, ali bitna razlika. U prošlosti je postojala jasna razlika između *autora* i *korisnika* karata. Danas, međutim, posebno sa sve većim mogućnostima interaktivnosti na webu, tzv. demokratizacija kartografije ohrabruje sve veći broj ljudi da u punoj mjeri iskoriste svoje kartografske potencijale. Oni postaju *korisnici kartografije*, a ne samo *korisnici karata koje su drugi izradili* (Wood 2001).

Pišući o svijetu u 21. stoljeću, Wood (2001) je ustvrdio da nema budućnosti bez kartografije. Također i na web-stranicama Kanadskoga kartografskog društva (URL 1) navodi se da je bitna karakteristika suvremene kartografije njezina važnost. Karte imaju temeljnu i prijeko potrebnu ulogu kao jedna od osnova naše civilizacije.

2. Daljinsko istraživanje i kartografija

Daljinsko istraživanje (engleski *remote sensing*) je metoda prikupljanja i interpretacije informacija o udaljenim objektima bez fizičkog dodira s objektom. Zrakoplovi, sateliti i svemirske sonde su uobičajene platforme za opažanja u daljinskim istraživanjima.

Mogućnost primjene podataka daljinskih istraživanja u kartografiji bitno je poboljšana uspješnim lansiranjem satelita IKONOS-2 američke tvrtke Space Imagine u rujnu 1999. Podaci s tog satelita s prostornom rezolucijom od 1 m u pankromatskom području i 4 m u multispektralnom području (sl. 1) komercijalno su dostupni od ožujka 2000.



Fig. 1. IKONOS-2 satellite image of Olympic stadium in Athens (URL 2)

Sl. 1. Olimpijski stadion u Ateni snimljen s IKONOS-a (URL 2)

6

The possibility of applying remote sensing data in cartography was significantly improved with the successful launching of the IKONOS-2 satellite of the American company Space Imagine in September 1999. Data from that satellite with spatial resolution of 1 m in panchromatic channel and 4 m in multispectral channel (Fig. 1) have been commercially available since March 2000.

In October 2001 DigitalGlobe (former EarthWatch), a private American company, launched the Quickbird (2) satellite with spatial resolution of 0,61 m in panchromatic channel and 2,44 m in multispectral channel. For civil needs, this is so far the best spatial resolution for recording the Earth from space (Oluić 2002).

Members of OEEPE decided, within the scope of a research project, to research the possibility of using images from IKONOS for the production and revision of topographic maps. The research has shown limited availability of images from IKONOS and prices greater than usual prices of aerophotogrammetrical survey. The research conducted by the Natural Land Survey of Sweden has shown that the images from IKONOS can be used to revise most objects on a map in scale 1:10 000 (Holland et al. 2002).

3. Paper Maps

Vanessa Lawrence, the director general of Ordnance Survey - the national mapping organisation of Great Britain, points out that today, when Ordnance Survey becomes a true *e-business*, investment in digital products will not be at the expense of traditional paper maps because both have an equal importance for distribution of information. Technological advances have broadened the possibilities in which paper maps can be accessed and delivered. For example, web sites where the sections of map can be printed or special kiosks with similar capabilities (Lawrence 2002).

Today, paper maps are almost exclusively produced by digital technology. The equipment required - a personal computer and cartographic software are inexpensive and available to everyone. The Institute for Cartography of the Faculty of Geodesy in Zagreb acquired the OCAD software in 1998. The software has since been applied in teaching and for the production of various maps, in the more recent times also Internet maps (Fig. 2) (Župan, Frangeš 2003). A copy of OCAD 8 Professional, which supports working with a database, costs 853 euros (URL 3).

The production of maps is going to be facilitated even more when most of the required data is in digital form. For the area of Croatia, we especially point out the need for the creation a base of geographic names. That is a project within the scope of the work of the Croatian Geodetic Institute (URL 4).

4. Multimedia or Electronic Maps

A multimedia or electronic map is a map connected with texts, graphs, photographs, pictures, satellite or aerial images, other maps, sound or motion picture etc. into multimedia in order to provide an additional level of information and a more complete view of reality (State Geodetic Administration 2003).

The greatest advantage of multimedia maps, and especially of a multimedia atlas with respect to the printed one is the speed of searching, scale change, moving from one part of the Earth to another, looking for a specific name etc. Besides, we are not limited by given formats, since we choose the section we are interested in. Furthermore, one is able to print maps supplemented by his or her own data. Projection deformations have no effect on measured values, in other words we are looking at a digital globe. This is particularly evident on small-scale maps in Microsoft's Encarta atlas (Frančula 1997), where we can view only a hemisphere at once, because all maps are in the orthographic projection. Goodchild (2000) points out this *orthographic view* as a special advantage, because he believes that, for an average user, working with such a digital globe is much simpler than working with e.g. a digital map in the Mercator projection.

The end of the 20th century is the time of creating electronic navigation. At first with the help of unofficial *Electronic Chart Systems* (ECS), and today, finally, with a significant use of official system of the *International Maritime Organization* (IMO) titled *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS) (Fig. 3), and *Electronic Navigational Charts* (ENC) related to it (Racetin 2004).

Electronic navigational charts are databases with standardised content, structure and format. For use with ECDIS, they are published by official and authorized hydrographic offices. ENC contains all information of a chart required for safe navigation. It may also contain information other than those included by paper maps (e.g. navigation directions), which can be deemed necessary for safe navigation (Racetin 2004).

Američka tvrtka DigitalGlobe (prije EarthWatch) lansirala je u listopadu 2001. satelit QuickBird (2) s prostornom rezolucijom od 0,61 m u pankromatskom području i 2,44 m u multispektralnom području. To je do sada najbolja prostorna rezolucija u snimanju Zemlje iz svemira za civilne potrebe (Oluić 2002).

Članice OEEPE-a odlučile su u okviru istraživačkog projekta istražiti mogućnost upotrebe snimaka s IKONOS-a za izradu i obnovu topografskih karata. Ispitivanje je pokazalo ograničenu dostupnost snimaka s IKONOS-a i veće cijene od uobičajenih cijena aerofotogrametrijske izmjere. Ispitivanje koje je proveo Natural Land Survey of Sweden pokazalo je da se snimci s IKONOS-a mogu upotrijebiti za obnavljanje većine objekata s karte mjerila 1:10 000 (Holland i dr. 2002).

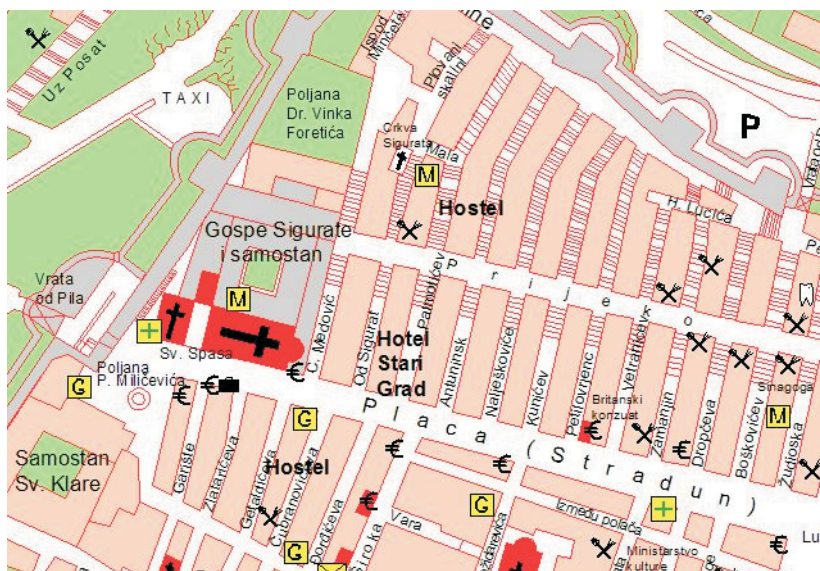


Fig. 2. A section of a map produced with OCAD

Sl. 2. Isječak karte izrađene OCAD-om

3. Papirne karte

V. Lawrence, direktorica Ordnance Surveya - državne geodetsko-kartografske institucije V. Britanije, ističe da danas, kada Ordnance Survey ulazi u pravo *e-poslovanje*, investicije u digitalne proizvode ne idu na trošak tradicionalnih papirnatih karata, jer oba medija imaju jednaku važnost u širenju informacija. Tehnološki napredak proširio je mogućnosti na koje se papirne karte mogu distribuirati. Primjer su web-stranice s kojih se karte mogu iscrtavati ili posebni kiosci sa sličnim mogućnostima (Lawrence 2002).

Papirne karte izrađuju se danas gotovo isključivo digitalnom tehnologijom. Potrebna oprema - osobno računalo i kartografski softver jeftini su i svima dostupni. Zavod za kartografiju Geodetskog fakulteta u Zagrebu nabavio je 1998. godine softver OCAD, koji se od tada primjenjuje u nastavi i praktičnom radu za izradu raznovrsnih karata, u posljednje vrijeme i internetskih (sl. 2) (Župan, Frangeš 2003). Cijena inačice OCAD 8 Professional, koja podržava rad s bazom podataka, iznosi 853 eura (URL 3).

Izrada karata još će se više olakšati kada većina potrebnih podataka bude u digitalnom obliku. Za područje Hrvatske ovdje posebno ističemo potrebu za izradom baze geografskih imena. To je jedan od projekata u djelokrugu rada Hrvatskoga geodetskog instituta (URL 4).

4. Multimedijске ili elektroničke karte

Multimedijška ili elektronička karta je karta povezana s tekstem, grafikonima, fotografijama, slikama, satelitskim ili zračnim snimcima, drugim kartama, zvukom ili pokretnim slikama itd. u multimediju radi pružanja

dodatne razine informacija i potpunijeg pogleda na stvarnost (DGU 2003).

Najveća prednost multimedijске karte, a posebno multimedijskog atlasa, s obzirom na otisnuti je brzina pretraživanja, mijenjanje mjerila, prebacivanje s jednog dijela Zemljine kugle na drugi, traženje određenog imena i sl. Osim toga, nismo ograničeni danim formatima, već isječak koji nas zanima biramo sami. Nadalje, svaku kartu dopunjenu vlastitim podacima možemo otisnuti na papir. Sve mjerene veličine oslobođene su utjecaja deformacija projekcije, drugim riječima imamo pred sobom digitalni globus. To posebno dolazi do izražaja na kartama sitnih mjerila u Microsoftovom Encarta atlasu (Frančula 1997), kada jednim pogledom, kao na globusu, možemo obuhvatiti samo polusferu, jer su sve karte izrađene u ortografskoj projekciji. Goodchild (2000) ističe taj *ortografski pogled* kao posebnu prednost, jer smatra da je prosječnom korisniku rad s takvim digitalnim globusom mnogo jednostavniji od rada s npr. digitalnom kartom u Mercatorovoj projekciji.

Kraj 20. stoljeća bilo je doba stvaranja elektroničke navigacije. U početku pomoću neslužbenih *elektroničkih sustava pomorskih karata* (Electronic Chart Systems - ECS), a danas, konačno, značajnom uporabom službenog sustava *Međunarodne pomorske organizacije* (International Maritime Organization - IMO) pod nazivom *informacijski sustav i prikaz elektroničkih karata* (Electronic Chart Display and Information System - ECDIS) (sl. 3), te uz njega vezane elektroničke pomorske navigacijske karte (Electronic Navigational Chart - ENC) (Racetin 2004).

Elektronička pomorska navigacijska karta jest baza podataka s normiranim sadržajem, strukturom i formatom. Nju za upotrebu s ECDIS-om izdaju službeni i ovlaštene hidrografske uredi. ENC sadržava sve informacije pomorske karte nužne za sigurnu navigaciju. Može sadržavati i dodatne informacije osim onih što ih sadržava papirna karta (npr. smjerovi plovidbe), a mogu se smatrati nužnima za sigurnu navigaciju (Racetin 2004).



Fig. 3. ECDIS installation in the ship (URL 5)

Sl. 3. ECDIS na zapovjedničkom mostu broda (URL 5)

5. GPS and Cartography

GPS (Global Positioning System) is a network of satellites that continuously transmits encoded information, which enables precise positioning on the Earth. GPS is based on a group of satellites of the Ministry of Defence of the USA that orbit the Earth. Satellites transmit very weak radio signals enabling the GPS receiver to determine its position on the Earth. GPS has various applications on land, sea and in the air. Basically, GPS enables the precise positioning and facilitate navigation.

There are also small handheld GPS receivers with the possibility of saving a detailed map from a CD-ROM. Map data can be integrated into the receiver either by using a data card or loading directly from a CD to a GPS receiver. Some receivers can have data saved directly into internal memory without the need of a data card (URL 6).

GPS is slowly becoming a usual tool in automobiles. Sophisticated systems are able to indicate the position of a vehicle on an electronic map enabling the drivers to mark their positions and look for an address, for example a street, a restaurant, a hotel or another destination. Some systems can even automatically create a route and provide instructions for each turning, until the desired position is reached (Lapaine et al. 2004).

The company Mireo d.o.o. (URL 7) produced a digital map of Croatian roads in a format suitable for Microsoft Pocket PC (Fig. 4). Pocket PC with an integrated GPS or connected with it via Bluetooth wireless technology provides driving instructions from the current position to any address in Croatia. It is not necessary to look at the map during the drive, it is sufficient to follow vocal instructions in Croatian.

Using a GPS receiver and a handheld computer with adequate cartographic or GIS software, one is able to undertake a topographic survey of a small area. They can also efficiently be applied to the terrain work on topographic map revision on the basis of an aerophotogrammetric survey.

6. Location Based Services and Cartography

Location Based Services (LBS) and telecartography belong to the field of newest research in cartography. Location Based Services include all the information a user can obtain via a cell phone or a handheld computer and are related to the position (location) he or she is currently at. For example, the user is in a certain city and would like to find the nearest hotel, hospital or a bank etc. A lot of such information can be transferred to the user most efficiently in the form of cartographic representations on the display of the cell phone or the handheld computer. The goal of cartography is to create cartographic representations suitable for small displays of those devices. Because of very small displays of portable devices, it is necessary to integrate multimedia elements into the cartographic communication process (Gartner 2004).

The company GISDATA is a pioneer in the field of Location Based Services in Croatia. For Zagreb, Rijeka, Split, and Osijek, they provide information about restaurants, gas stations, post offices, cinemas, theatres, hotels, banks, rent-a-cars, public garages, pharmacies, and pizza parlours (URL 8).

The company VIP.net d.o.o. offers the VIP.navigator service. Data at VIP.navigator's disposal, and that is more than 200 object categories (restaurants, hotels, cinemas, theatres, museums, banks etc.) and 270 thousand addresses for 34 Croatian cities and 7000 settlements are available over the Internet free of charge, and via a cell phone for a fee. Digital geographic maps with plotted locations of objects (for the entire territory of Croatia)

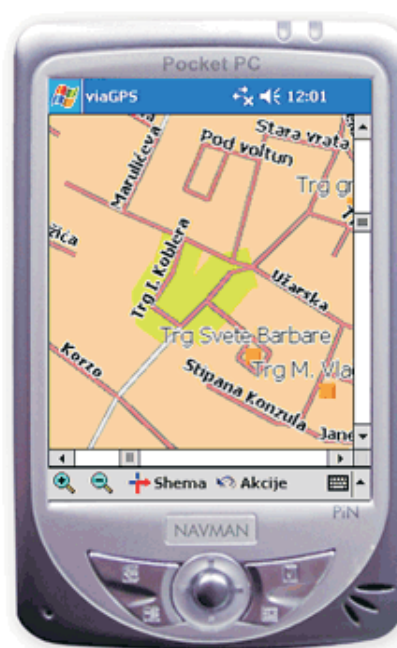


Fig. 4. Pocket PC with an integrated digital map of Croatia (URL 7)

Sl. 4. Pocket PC s digitalnom kartom Hrvatske (URL 7)

5. GPS i kartografija

GPS (Global Positioning System) je mreža satelita koja kontinuirano odašilje kodirane informacije, s pomoću kojih je omogućeno precizno određivanje položaja na Zemlji. GPS se temelji na skupini satelita Ministarstva obrane SAD-a koji stalno kruže oko Zemlje. Sateliti odašilju vrlo slabe radio signale omogućujući GPS-prijamniku da odredi svoj položaj na Zemlji. GPS ima raznovrsne primjene na kopnu, moru i u zraku. U osnovi, GPS omogućuje da se zabilježe položaji točaka na Zemlji i pomogne navigacija do tih točaka i od njih.

Postoje već i mali ručni GPS-prijamnici s mogućnosti spremanja detaljne karte s CD-ROM-a. Podaci karte mogu se ugraditi u prijamnik bilo upotrebom kartice s podacima ili učitavanjem izravno s CD-a u GPS-prijamnik. Neki prijamnici mogu imati podatke napunjene izravno u internu memoriju bez potrebe za karticom s podacima (URL 6).

GPS sve više postaje uobičajeno pomagalo i u automobilu. Sofisticirani sustavi mogu pokazati položaj vozila na elektroničkoj karti dajući vozačima mogućnost da obilježe svoje položaje i potraže neku adresu, npr. ulicu, restoran, hotel ili neko drugo odredište. Neki sustavi mogu čak automatski kreirati trasu (rutu) i davati upute za svako skretanje do traženog položaja (Lapaine i dr. 2004).

Tvrtka Mireo d.o.o. (URL 7) izradila je digitalnu kartu cesta Hrvatske u formatu prikladnom za Microsoft Pocket PC (sl. 4). Pocket PC s ugrađenim GPS-om ili povezan s njim Bluetooth tehnologijom pričvršćen na vjetrobransko staklo automobila pruža upute za vožnju od trenutnog položaja do bilo koje adrese u Hrvatskoj. Tijekom vožnje nije potrebno gledati kartu već je dovoljno pratiti glasovne upute na hrvatskom jeziku.

GPS i ručno računalo s odgovarajućim kartografskim ili GIS-sofverom omogućuju geodetsku izmjeru nekog manjeg područja. Efikasno se mogu primijeniti u terenskom dijelu posla na obnovi topografskih karata na osnovi aerofotogrametrijske izmjere.

6. Položajno vezane usluge i kartografija

Područje najnovijih istraživanja u kartografiji su položajno vezane usluge (Location Based Services - LBS) i telekartografija. Položajno vezane usluge su sve one informacije koje korisnik može dobiti preko mobitela ili ručnog računala, a odnose se na položaj (lokaciju) na kojem se trenutačno nalazi. Npr. nalazi se u nekom gradu i traži najbliži hotel, bolnicu, bankomat i sl. Mnoge takve informacije najefikasnije se mogu prenijeti do korisnika u obliku kartografskih prikaza na ekranu mobitela ili ručnog računala. Zadatak je kartografije da stvori kartografske prikaze prikladne za male ekrane tih uređaja. Zbog vrlo malih ekrana mobilnih uređaja, nužno je u kartografski komunikacijski proces uključiti multimedijске elemente (Gartner 2004).

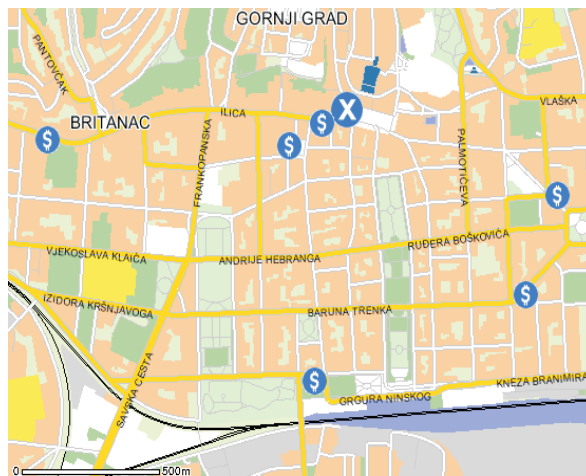


Fig. 5. VIP.navigator

Sl. 5. VIP.navigator

Na području položajno vezanih usluga u Hrvatskoj pionirsku ulogu ima tvrtka GISDATA. Za Zagreb, Rijeku, Split i Osijek nude informacije o: restoranima, benzinskim pumpama, poštama, kinima, kazalištima, hotelima, bankama, bankomatima, iznajmljivanju vozila (rent-a-car), javnim garažama, ljekarnama i picerijama (URL 8).

Tvrtka VIP.net d.o.o. nudi uslugu VIP.navigator. Podaci kojima raspolaže VIP.navigator, a riječ je o više od 200 kategorija objekata (restorani, hoteli, kina, kazališta, muzeji, banke, bankomati, i drugo) te 270 tisuća adresa za 34 hrvatska grada te ostalih 7000 naselja dostupni su besplatno preko interneta, a preko mobitela uz odgovarajuću naplatu. Također su na raspolaganju digitalne geografske karte s ucrtanim lokacijama objekata (za područje cijele Hrvatske) te brojne dodatne informacije o objektima (URL 9). Nalazimo li se na Trgu bana Josipa Jelačića u Zagrebu i zatražimo li informacije o Privrednoj banci dobit ćemo lokacije najbližih banaka (sl. 5).

Da suvremena tehnologija pruža izvanredne mogućnosti nadarenim mladim ljudima, dokaz je i aplikacija za mobilne telefone *mobyMAP*, što su je izradila dvojica bivših učenika karlovačke gimnazije i budućih studenata Fakulteta elektrotehnike i računarstva (URL 10). *MobyMAP* (sl. 6) omogućuje pregledavanje karata na mobilnom telefonu, ima ugrađeno pretraživanje ulica, može prikazati smjer najbližeg objekta koji tražite (ljekarna, banka, benzinska postaja). Do sada su dostupne karte Zagreba i Karlovca. Za ostale gradove karte su u izradi. Autori nude tvrtkama izradu personaliziranih karata gradova koje sadrže samo glavne ulice i pristupne putove do te tvrtke te iz bilo kojeg mjesta u gradu iscrstavaju put do te tvrtke. U odnosu na prethodno spomenuti VIP.navigator, koji je on-line usluga, *mobyMAP* je Java-aplikacija, što znači da ga jednom učitamo na svoj mobitel i potom se njime stalno koristimo. Stoga je brži i jeftiniji.

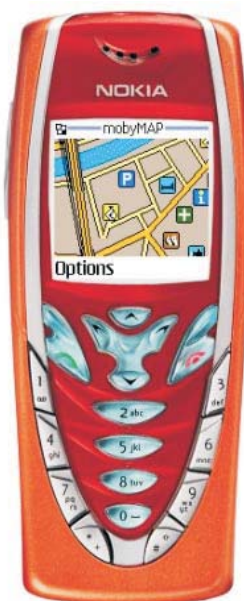


Fig. 6. *mobyMAP*
 Sl. 6. *mobyMAP*

10

and much additional object information are also available (URL 9). If we are at the Josip Jelačić square and we would like information about Privredna banka, we are going to get the locations of nearest banks (Fig. 5).

Another proof for the statement that contemporary technology provides extraordinary possibilities to gifted young people is an application for cell phones titled *mobyMAP*, produced by two students of a high school from Karlovac (URL 10). *mobyMAP* (Fig. 6) enables viewing maps on the cell phone, has an integrated street search, can show the direction of the nearest object you are looking for (pharmacy, bank, gas station). Maps of Zagreb and Karlovac are available at this moment. Maps of other cities are being produced. The authors offer companies the production of personalized city maps, which only contain the main streets and ways to access the company, and they plot the route to the company from any location in the city. In contrast to the on-line service *VIP.navigators*, *mobyMAP* is a Java application, which means that we only have to load it into a cell phone once, and are able to constantly use it afterwards. This makes it quicker and cheaper.

7. Internet and Cartography

7.1. Free programs for cartography and GIS

There are some programs on the Internet that may be freely (together with their source program code) used, copied, changed and distributed. They are called *free software* and *open source* (URL 11). Programs *GEOTRANS* and *GRASS* are examples of exceptionally valuable free programs.

GEOTRANS (Geographic Translator) (Fig. 7) is a program that enables one to transform coordinates between various coordinate systems, map projections and geodetic datums (URL 12). It currently supports over 200 geodetic

datums and 25 map projections. It enables the transformation of a single point or an entire file. A list of transformation parameters between various geodetic datums is a feature that makes the program so valuable. There are transformation parameters between the datum still used in Croatia, the one with a fundamental point Hermannskogel near Vienna and the WGS84 datum. This is especially useful for using handheld GPS devices when there is no need for great precision (about 10 meters) (Tutić 2004a). There is a precision of one millimetre when transforming points inside the same datum; for example, when transforming coordinates from the 5th and 6th system of Gauss-Krüger projection in Croatia to the system with the mean meridian with the longitude of 16°30'.

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) is a free GIS capable of processing raster and vector data, and works on various operating systems (URL 13). American Military started its development in 1982, and today it is used by many American government agencies. *GRASS* consists of more than 350 programs and tools used for plotting maps and images on the monitor or on the paper, processing raster, vector and sites data (Tutić 2004a). On the basis of a digital relief model, *GRASS* enables, among other things, the representation of relief by shading (Fig. 8).

7.2. Maps on the Internet

Maps on the Internet are also called web maps. There are static and dynamic web maps. Both groups include maps that can only be viewed and those that are interactive.

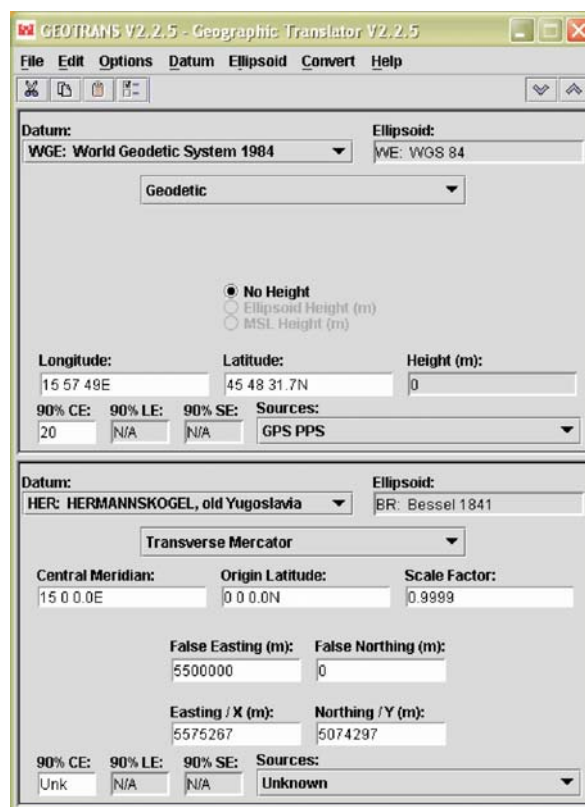


Fig. 7. *GEOTRANS's interface*
 Sl. 7. Sučelje *GEOTRANS-a*

7. Internet i kartografija

7.1. Slobodni programi za kartografiju i GIS

Na internetu postoje programi koji se slobodno (zajedno s izvornim programskim kodom) mogu upotrebljavati, kopirati, mijenjati i dalje distribuirati. Nazivaju se *free software* i *open source* (URL 11). Da i među slobodnim programima ima izuzetno vrijednih programa ilustrirat ću s nekim mogućnostima programa GEOTRANS i GRASS.

GEOTRANS (Geographic Translator) (sl. 7) je program koji omogućuje transformaciju koordinata između različitih koordinatnih sustava, kartografskih projekcija i geodetskih datuma. (URL 12). Trenutačno je podržano preko 200 geodetskih datuma i 25 kartografskih projekcija. Omogućuje transformaciju jedne točke ili cijele datoteke. Ono što je posebno vrijedno u tom programu je popis transformacijskih parametara između različitih geodetskih datuma. Tako postoje i parametri za transformaciju između, još uvijek u Hrvatskoj važećeg datuma s fundamentalnom točkom Hermannskogel blizu Beča, i datuma WGS84. To je posebno od koristi prilikom upotrebe ručnih GPS-uređaja kada zahtijevana točnost nije prevelika (reda veličine 10 metara) (Tutić 2004a). U transformaciji točaka unutar istog datuma, npr. u transformaciji koordinata iz 5. i 6. sustava Gauss-Krügerove projekcije u Hrvatskoj u sustav sa srednjim meridijanom geografske dužine 16°30', postiže se milimetarska točnost.

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) je slobodni GIS s mogućnostima obrade rasterskih i vektorskih podataka, a radi na različitim operacijskim sustavima (URL 13). Njegov razvoj započela je američka vojska 1982. godine, a danas ga upotrebljavaju mnoge američke vladine agencije. GRASS se sastoji od više od 350 programa i alata kojima se iscrtavaju karte i slike na ekranu monitora ili na papiru, obrađuju rasterski, vektorski i točkasti prostorni podaci (Tutić 2004a). Na osnovi digitalnog modela reljefa GRASS, između ostalog, omogućuje i prikaze reljefa sjenčanjem (sl. 8).

7.2. Karte na internetu

Karte na internetu nazivamo i web-kartama. One mogu biti statičke i dinamičke. Obje skupine uključuju karte koje se mogu samo pregledavati (view only) i interaktivne. Većina karata na webu danas su još uvijek statičke i nisu interaktivne. To su npr. skenirane karte postavljene na web. Neke vrlo stare i teško dostupne karte postaju na taj način dostupne mnogima. Statičke karte mogu biti i interaktivne. Osim veze na neku drugu web-stranicu na kojoj može biti druga karta ili neki podatak, pod interaktivnošću se podrazumijeva i mogućnost uvećavanja/smanjivanja, pomicanja po karti, definiranje kartografskog sadržaja isključivanjem i uključivanjem različitih slojeva. Dinamičke karte se odlikuju različitim animacijama, npr. kretanjem oblaka na meteorološkim kartama. Interaktivna dinamičnost omogućava trodimenzionalne prikaze i kretanje kroz prostor.

Oblikovanje karata za web je proširenje djelatnosti kartografa, koje zahtijeva nove načine oblikovanja. Kartografi se moraju intenzivno posvetiti tom novom poslu ako ne žele taj važan dio tržišta prepustiti stručnjacima drugih struka (Frančula, Tutić 2002).

Na sl. 9. prikazana je interaktivna web-karta Dubrovnika i njegove okolice (URL 14). Karta (plan grada) nastala je u okviru diplomskoga rada na Geodetskom fakultetu (mentor prof. dr. sc. S. Frangeš), a interaktivnu kartu na internet je postavio mr. sc. Robert Župan, asistent u Zavodu za kartografiju. Karta sadrži ove informacije: popis ulica, dežurne službe, hoteli, zdravstvene usluge, prehrana, usluge i servisi, kultura i zabava, ustanove. Ako među ustanovama *Kulture i zabave* tražimo npr. *Pomorski muzej*, tada ga potražimo u popisu s lijeve strane i klikom dobivamo isječak plana grada u krupnom mjerilu sa strelicom koja pokazuje muzej. U tekstualnom prozoru s desne strane je ime ustanove, adresa, telefon i druge korisne informacije.

Internetske interaktivne karte izrađuju i studenti Geodetskog fakulteta na usmjerenju Fotogrametrija i kartografija (URL 15).

7.3. Kartografski tekstovi na internetu

Na webu postoji dosta sveučilišnih udžbenika koji su samo elektronska inačica klasičnoga tiskanog udžbenika. S vremenom će se učešće obrazovnih metrijala izvorno pisanih u hipertekstualnom obliku povećavati. Osnovna tehnička značajka hipertekstualnih tekstova su veze (link). Veze povezuju dijelove teksta s drugim dijelovima teksta, najčešće preko ključnih riječi, ali jednako tako mogu uključiti i stranice koje su pohranjene na nekom drugom poslužitelju na sasvim drugom kraju svijeta. U hipertekstualni dokument gotovo su redovito uključene slike, video-sekvence, animirane i zvučne ilustracije.

Najpopularniji materijali koji se u velikom broju pojavljuju na webu su razni priručnici, rječnici, leksikoni i enciklopedije. Tako se na web-stranici *Geoinformatik-Service* Sveučilišta Rostock (URL 16) nalazi rječnik i leksikon iz geoinformatike. Pod opcijom *Wörterbuch* (Rječnik) nalazi se tražilica u koju se može upisati riječ na engleskom ili njemačkom jeziku i ona će prikazati sve termine vezane uz tu riječ. Definicije su dane samo na njemačkom jeziku.

8. Geoinformacijska znanost i kartografija

Geoinformacijski sustavi (GIS) datiraju iz sredine 1960-ih godina. Ekspanziju doživljavaju krajem 1980-ih zahvaljujući napretku računalne tehnologije i većoj dostupnosti prostornih baza podataka. Grčki znanstvenik Kavouras (1995) ukazuje da su u primjeni GIS-a često uočljive četiri faze: GIS-fobija, GIS-manija, GIS-euforija i na koncu GIS-razočaranje. Rezultat je to nedovoljnog ulaganja u razvoj potrebne teorije. U svrhu napretka na tom području osnovan je 1988. u Sjedinjenim Američkim Državama *National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA)*, konzorcij triju sveučilišta sa zadaćom provođenja temeljnih istraživanja. Upravo je taj

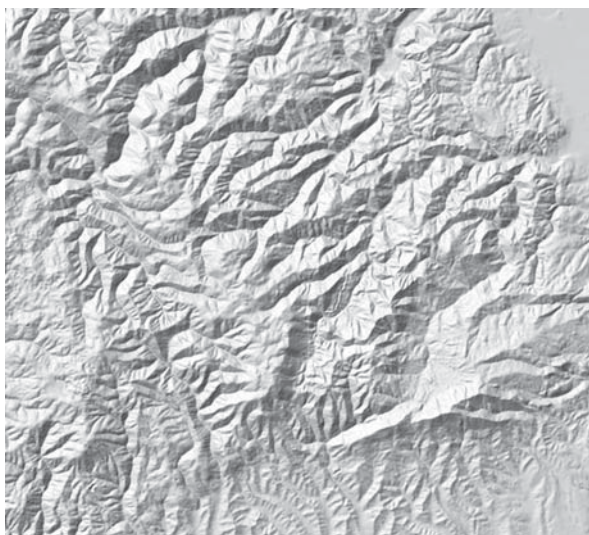


Fig. 8. Representation of relief by shading with GRASS (Tutić 2004b)

Sl. 8. Prikaz reljefa sjenčanjem pomoću GRASS-a (Tutić 2004b)

entertainment, public institutions. If, for example, we are looking for the *Maritime Museum* among institutions of *Culture and Entertainment*, we are going to look for it in the list on the left, and clicking on it a section of the city plan at a large scale will show up, with an arrow pointing at the museum. The textual window at the right shows the name of the institution, its address, phone number, and other useful information.

Internet interactive maps are also produced by students of the Faculty of Geodesy, orientation - Photogrammetry and Cartography (URL 15).

7.3. Cartographic texts on the Internet

On the web, there are university textbooks that are just electronic copies of classical printed textbooks. With the passage of time, the portion of educational material originally written in hypertextual form will increase. Basic technical characteristic of hypertextual texts are links. Links connect parts of text with other parts of texts, most often via key words, but may also include pages stored on another server at a completely different part of the world. Various pictures, video sequences, animated and sound illustrations are integrated into a hypertextual document very often.

The most popular material appearing on the web in great numbers are various handbooks, dictionaries, lexicons, and encyclopaedias. For example, the web page of the *Geoinformatik-Service* of the Rostock University (URL 16) contains a geoinformatics dictionary and lexicon. The option *Wörterbuch* (Dictionary) includes a search program, into which a word in English or German can be entered, and it will show all terms related to that word. The definitions are just in German.

12

Today, most maps on the Internet are still static and aren't interactive. Examples of such maps are scanned maps put on the Internet. Some very old maps difficult to access become available to many people this way. Static maps can also be interactive. It may have a link to another web page with another map or some data, interaction also encompasses the possibility to zoom in and out, move around the map, and define cartographic content by turning various layers on and off. Dynamic maps are characterised by various animations, for example moving clouds on meteorological maps. Interactive dynamics enable three-dimensional representations and moving through space.

Creating maps for the web is an extension of cartographers' activities, and it requires new creating methods. Cartographers have to dedicate themselves to this new work vigorously or professionals of other professions will seize that important part of the market (Frančula, Tutić 2002).

Fig. 9. shows an interactive web map of Dubrovnik and its surroundings (URL 14). The map (city plan) was produced within the scope of a diploma thesis at the Faculty of Geodesy (mentor Prof. S. Frangeš), and the interactive map was put on the Internet by MSc. Robert Župan, assistant at the Department for Cartography. The map contains this information: a list of streets, services on duty, hotels, health services, food, services and repair shops, culture and

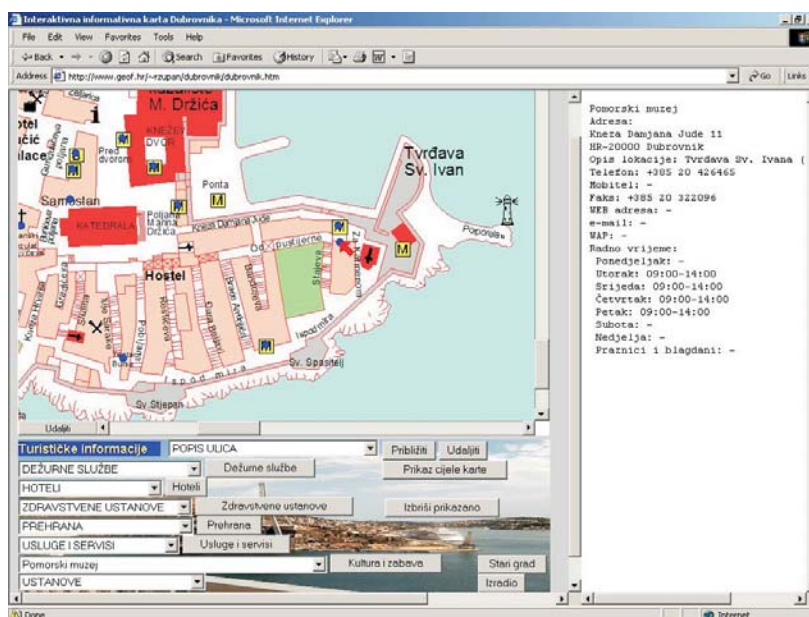


Fig. 9. Interactive web map of Dubrovnik
Sl. 9. Internetska interaktivna karta Dubrovnika

konzorcij, već 1991., bio inicijator osnivanja organizacije s mnogo većim brojem članica. Tada je nastao *University Consortium for Geographic Information Science (UCGIS)* u koji je danas učlanjeno više od 60 sveučilišta i istraživačkih organizacija iz SAD-a (URL 17). Svrha UCGIS-a je promocija i unapređenje nove znanosti. UCGIS naglašava multidisciplinarnu prirodu geoinformacijske znanosti i potrebu za uravnoteženošću i suradnjom svih disciplina. Navedene su: kartografija, kognitivna znanost, računalna znanost, praktična i inženjerska geodezija, znanosti o okolišu, satelitska i fizikalna geodezija, geografija, pejzažna arhitektura, pravo i javna politika, fotogrametrija i daljinska istraživanja, statistika.

Koliko je geoinformacijska znanost bitna za kartografiju vidljivo je i iz prijedloga da podnaslov *Međunarodnog kartografskog društva* (International Cartographic Association - ICA) bude *The International Society for Cartography and Geographic Information Science*.

Na samom početku strateškog plana 2003-2011, ICA ističe da želi biti prepoznata kao autoritativno tijelo za kartografiju i geoinformacijsku znanost (GIScience) (URL 18).

9. Službeni topografsko-kartografski informacijski sustavi

Mnoge ljudske aktivnosti trebaju geografske informacije da bi bile uspješne. Organizacije koje osiguravaju temeljnu okosnicu na koju se naslanjaju sve ostale prostorne informacije jesu državne geodetsko-kartografske organizacije (National Mapping Organizations). U Hrvatskoj je to Državna geodetska uprava. Budući da se danas "industrija" geografskih informacija oslanja na računala i baze podataka, bitno je da ta geodetsko-topografska okosnica bude normirana, lako razumljiva, često osuvremenjivana i dobro dokumentirana.

Jedan od oblika te geodetsko-topografske okosnice jesu i službeni topografsko-kartografski informacijski sustavi. Najpoznatiji takav sustav danas je njemački ATKIS (Amtliches-topographisch-kartographisches Informationssystem).

Po uzoru na ATKIS u Hrvatskoj se stvara STOKIS (Službeni topografsko-kartografski informacijski sustav). Osnovu tog sustava čini Hrvatski topografski informacijski



Fig. 10. 3D model of settlement (URL 8)

Sl. 10. 3D model naselja (URL 8)

sustav (CROTIS). Kartografskim modelom podataka (KPM) ostvarena je konformnost s CROTIS-om čime će biti omogućena izrada kartografske baze iz topografske (Biljecki i dr. 2003).

STOKIS će u budućnosti biti službena osnova za većinu drugih prostornih informacijskih sustava u Hrvatskoj. U planerskim i projektantskim radovima CROTIS će zamijeniti papirnate topografske karte. Kartografska baza omogućit će izradu papirnatih topografskih karata.

10. 3D-vizualizacija krajolika

U današnje vrijeme sve su češći zahtjevi za trodimenzionalnim modelima za različite analize, simulacije i vizualizacije (sl. 10). Jedan od načina izrade takvih modela je kombinacija postojećih podataka (digitalni modeli reljefa, topografske karte) i odgovarajućih postupaka modeliranja. Postupak uključuje sljedeće faze:

1. vizualizacija reljefa na osnovi digitalnih modela reljefa (DMR)
2. trodimenzionalna vizualizacija situacije (kombinacija reljefa i karte)
3. vizualizacija 3D-objekata.

3D-modeli krajolika mogu se izraditi i izmjerom laserskim skenerima (LIDAR-ima) iz zrakoplova ili helikoptera. Položaj LIDAR-a u prostoru određuje se GPS-om i inercijalnim mjernim uređajima, a LIDAR mjeri horizontalne i vertikalne kutove te udaljenosti do velikog broja točaka na Zemljinoj površini omogućujući tako određivanje prostornih koordinata tih točaka.

Većina geoinformacijskih sustava danas su 2D GIS-ovi, jer su nastajali na osnovi digitalizacije postojećih karata. Brzi razvoj računalne tehnologije, grafike i metoda prikupljanja podataka (GPS, LIDAR) stimuliraju stvaranje 3D GIS-ova. Budući da je krajolik objekt u tri dimenzije, to i modeliranje krajolika zahtijeva 3D-pristup. 3D GIS-ovi omogućit će, između ostalog, i 3D-vizualizaciju krajolika u realnom vremenu (URL 19).

11. Zaključak

Kartografi nikada u povijesti nisu imali tako široko područje rada kao danas.

Potreba za papirnatim kartama, prema mojoj procjeni, uvijek će postojati. Međutim, na mnogim područjima drugi oblici kartografskih prikaza zamijenit će papirnate karte. Planinari, turisti, izletnici, za snalaženje u prostoru i traženje određenih informacija sve više će se služiti ručnim GPS-om, ručnim računalima i mobitelima.

U pomorskoj navigaciji papirnate karte služit će u budućnosti samo kao rezervna varijanta.

Planeri i projektanti služit će se GIS-ovima i 3D-modelima krajolika zasnovanim na službenim topografsko-kartografskim informacijskim sustavima. 3D GIS-ovi bit će idealno rješenje.

8. Geoinformation Science and Cartography

Geographic information systems (GIS) date from the middle of 1960's. They expanded at the end of 1980's thanks to the advancement of computer technology and greater availability of spatial databases. The Greek scientist Kavouras (1995) points out four phases that can often be seen in the application of GIS: GIS-phobia, GIS-mania, GIS-euphoria, and finally, GIS-disappointment. This is the result of insufficient investment in the development of a required theory. In order to advance this field, the *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA) was founded in the United States of America in 1988. It is a consortium of three universities with the task of conducting fundamental research. It was this consortium that was, in 1991, the initiator of establishing an organization with a greater number of members. That organization was the *University Consortium for Geographic Information Science* (UCGIS) that has over 60 universities and research organizations from the USA as members (URL 17). The purpose of UCGIS is the promotion and advancement of the new science. UCGIS stresses multidisciplinary nature of the geoinformation science and the need for balance and collaboration of all the disciplines. These are listed: cartography, cognitive science, computer science, engineering and land surveying, environmental sciences, geodetic science, geography, landscape architecture, law and public policy, remote sensing and photogrammetry, statistics. The importance of the geoinformation science for cartography can also be seen from the proposal that the *International Cartographic Association* (ICA) should be qualified with the sub-title *The International Society for Cartography and Geographic Information Science*. At the very beginning of its strategic plan for the 2003-2011 period, ICA points out that its wish is to be recognized as the authoritative body for cartography and GIScience (URL 18).

9. Official Topographic-Cartographic Information Systems

Many human activities require geographic information in order to be successful. Organizations that insure the basic framework for all other spatial information are National Mapping Organizations (NMO). The NMO in Croatia is The State Geodetic Administration. Since the today's "industry" of geographic information relies on computers and databases, it is necessary for this geodetic-topographic framework to be standardised, easy to understand, often modernised and well documented.

Official topographic-cartographic information systems are a form of such a geodetic-topographic framework. The most famous such system is the German ATKIS (Amtliches-topographisch-kartographisches Informationssystem).

On the model of ATKIS, Croatia is producing STOKIS (Official Topographic-Cartographic Information System). Croatian Topographic Information System (CROTIS) is the base for STOKIS. The Cartographic data model has

established the conformity with CROTIS and enabled generation of cartographic database (Biljecki et al. 2003).

In the future, STOKIS is going to be the official base for most other spatial information systems in Croatia. CROTIS is going to replace paper topographic maps in planning and project works.

10. 3D-Visualization of Landscape

There is an increasing number of requests for three-dimensional models for various analyses, simulations and visualizations (Fig. 10). One method of producing such models is to combine existing data (digital elevation models, topographic maps) and corresponding modelling procedures. The procedure includes following phases:

1. Relief visualization on the basis of digital elevation models
2. Visualization of three-dimensional situation (combination of relief and a map)
3. 3D-object visualization.

3D landscape models can also be produced by surveying with laser scanners (LIDARs) from an airplane or a helicopter. The position of a LIDAR in space is determined by a GPS and inertial measuring units, and the LIDAR measures horizontal and vertical angles and distances to a large number of points on the Earth's surface enabling the determination of spatial coordinates of those points.

Most of today's geoinformation systems are 2D GIS, because they were created on the basis of digitalisation of existing maps. Rapid development of computer technology, graphics and data gathering methods (GPS, LIDAR) stimulate the production of 3D GIS. Since the landscape is a three-dimensional object, landscape modelling also requires a 3D-approach. 3D GIS will enable, among other things, 3D landscape visualization in real time (URL 19).

11. Conclusion

Never in history have the cartographers had such a wide scope as today.

My estimation is that there will always be a need for paper maps. However, other forms of cartographic representation are going to replace paper maps in many fields. Mountaineers, tourists, and excursionists are going to use handheld GPS, handheld computers and cell phones for orientation in space and looking for certain information.

In the future, paper maps will be used in maritime navigation only as back-up document.

Planners and designers are going to utilize GIS and 3D landscape models based on official topographic-cartographic information systems. 3D GIS are going to be the ideal solution.

References / Literatura

- Biljecki, Z., Halapija, H., Piskor, D., Osmanagić, A., Tonković, T., Franić, S., Topolovec, V., Perić, D. (2003): Croatian cartographic data model, creation and implemenation; Hrvatski kartografski model podataka, kreiranje i implementacija. *Kartografija i geoinformacije* 2, 118-127.
- DGU (2003): Geodetski rječnik, Konačni izvještaj. Zavod za kartografiju Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Frančula, N. (1997): Microsoft's Encarta 97 world atlas. *Geodetski list* 2, 165-167.
- Frančula, N., Tutić, D. (2002): Cartography, GIS and Internet; *Kartografija, GIS i internet. Kartografija i geoinformacije* 1, 170-185.
- Gartner, G. (Ed.) (2004): Location Based Services & Telekartographie. Proceedings of the Symposium 2004, Schriftenreihe der Studienrichtung Vermessungswesen und Geoinformation Technische Universität Wien, Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft Nr. 66.
- Goodchild, M. F. (2000): Cartographic futures on a digital earth. *Cartographic perspectives* Number 36, 1-9. <http://www.nacis.org/cp/cp36/goodchild.pdf> (12. 7. 2004)
- Holland, D., Guilford, B., Murray, K. (2002): Oeepe-Project on topographic mapping from high resolution space sensors. OEEPE publication No 44.
- Kavouras, M.: (1995): Future of surveying engineering – a perspective from Greece. *Journal of Surveying Engineering*. 3, 128-135.
- Lapaine, M., Lapaine, Mir., Tutić, D. (2004): GPS za početnike. www.kartografija.hr (12. 7. 2004).
- Lawrence, V. (2002): Mapping out a digital future for Ordnance Survey. *The Cartographic Journal* 1, 77-80.
- Oluić, D. (2002): Lansiran novi satelit QuickBird. *Geodetski list* 1, 65-66.
- Racetin, I. (2004): Elektroničke pomorske karte i sustavi – Rječnik. Književni krug Split.
- Tutić, D. (2004a): Slobodni programi za kartografiju i GIS. *Ekscentar* 6, 28-33.
- Tutić, D. (2004b): Digitalna izrada sjena na kartama. Savjetovanje *Kartografija, geoinformacije i nove tehnologije*, Zagreb.
- Wiechert, A.: (2004): Lidar data market still growing. *GIM* 8, 54-55.
- Wood, M. (2001): The 21st century world – no future without cartography. *Journal of Geospatial Engineering* 2, 77-86. http://www.lsgi.polyu.edu.hk/STAFF/zl.li/vol_3_2/01_wood.pdf (12. 7. 2004).
- Zanini, M. (1998): Dreidimensionale synthetische Landschaften – Wissensbasierte dreidimensionale Rekonstruktion und Visualisierung raumbezogener Informationen. Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der ETH Zürich, Mitteilungen Nr. 66, Zürich.
- Župan, R., Frangeš, S. (2003): Application of OCAD in cartographic subjects at the Faculty of geodesy. Proceedings of the 25th International Conference on Information Technology Interfaces, Cavtat : SRCE - University Computing centre, 87-91. <http://bib.irb.hr/datoteka/134168.revision.doc> (12. 7. 2004).
- URL's
- URL 1: The Canadian Cartographic Association, Digital Pamphlet: Careers in Cartography – http://www.geog.ubc.ca/cca/career_1.html (23. 6. 2004)
- URL 2: Space Imaging – <http://www.spaceimaging.com/>
- URL 3: OCAD for Cartography – <http://www.ocad.com> (8. 7. 2004)
- URL 4: Hrvatski geodetski institut – <http://www.hgi.htnet.hr/> (12. 7. 2004)
- URL 5: Australian Hydrographic Service - <http://www.hydro.gov.au/eproducts/echarting/explained.htm> (20. 7. 2004)
- URL 6: Navigo Sistem d.o.o. – <http://navigo-sistem.hr> (25. 8. 2004)
- URL 7: Mireo – <http://www.mireo.hr> (12. 10. 2004)
- URL 8: GISDATA – Effective solutions – <http://www.gisdata.hr> (12. 7. 2004)
- URL 9: VIP.navigator – <http://vip.navigator.hr> (31. 8. 2004)
- URL 10: mobyMAP – <http://mobymap.eldam.hr> (26. 8. 2004)
- URL 11: FreeGIS – <http://www.freegis.org> (14. 7. 2004)
- URL 12: 2.2.4. Geographic Translator – <http://earth-info.nga.mil/GandG/geotrans> (14. 7. 2004)
- URL 13: GRASS GIS Homepage – <http://grass.itc.it> (14. 7. 2004)
- URL 14: Interaktini plan grada Dubrovnika – <http://www.geof.hr/~rzupan/dubrovnik/dubrovnik.htm> (25. 8. 2004)
- URL 15: Studenti na usmjerenju Fotogrametrija i kartografija – <http://www.geof.hr/kartogra/studenti.htm>
- URL 16: Geoinformatik-Service, Universität Rostock – <http://www.geoinformatik.uni-rostock.de> (26. 8. 2004)
- URL 17: University Consortium for Geographic Information Science – <http://www.ucgis.org> (31. 8. 2004)
- URL 18: International Cartographic Association – <http://www.icaci.org> (31. 8. 2004)
- URL 19: Geo Model s.r.o. – <http://www.geomodel.sk/research/grass/3dgis.htm> (6. 8. 2004)