

The Future of Cartography

Stanislav Frangeš, Nedjeljko Frančula, Miljenko Lapaine

University of Zagreb, Faculty of Geodesy

Kačićeva 26, 10000 Zagreb

ABSTRACT. *The most important changes in cartography are associated with the development of computer technology, and regarding the function and usage of maps, the accent has been given to cartographic visualisation. Animation, multimedia presentation, Internet, WWW, market economy and politics have remarkably influenced cartography. The paper emphasises the need for closer collaboration of experts in informatics, geodesists, geographers, spatial planners and others with cartographers. The future of cartography is associated with map production, GIS, visualisation of spatial databases, and the production of detailed three-dimensional landscape presentations.*

1. INTRODUCTION

It is presumed that at the beginning of the 21st Century positions and attributes will be routinely registered into digital data files with the accuracy sufficient enough to meet the needs of the majority of users. Technologically speaking, it will be possible for the people in the world of the 21st Century to reconstruct the appearance of any part of the world for whichever moment in the past, of that time and partly of the future. We believe that digital spatial data will become the expected and accepted part of everyday life and activities.

Goodchild (1999) notices the principal paradox of the present cartography. On one hand, there is constantly growing marginalization of cartography within bigger and bigger spreading of spatial data in digital form, and on the other hand there is a constant need coming up for good cartographic practice in visual communications,

since more and more people have the possibility to use new technologies in map production. It is very difficult today to find a drawing nib for making a map or in cartographic classrooms, says Goodchild, and drawing-tables disappear. Furthermore, map users start looking for digital products obviously because of digital analysis potentials and of simultaneous growing of GIS as a machine for analysing map data.

We do not speak about digital revolution any more, but about *digital world*, about *digital virus infection* and about *digital transition* (Goodchild, 1999).

We witness the globalisation of some jobs where some aspects of cartography belong to as well, accompanied by the growth of multinational trade of almost everything. The most obvious examples for it are oil companies, software firms, banking and retail trade. Together with a large number of small firms, Autodesk, ESRI, Intergraph, MapInfo and Microsoft supply bigger and bigger part of GIS and map production market. Indeed, there are probably more maps made a day by 100000 or a similar subset of 2 million users of AutoCAD than all cartographic experts together. It also seems very probable that the largest number of maps drawn daily is made from encyclopaedias like Encarta. Do-It-Yourself cartography is commonplace (Rhind 1999).

GIS has made it possible for everyone who has got personal computer and a cheap software to present spatial information in the form of a map. In the world in which everyone can make a map, *who needs a cartographer any more?* We shall try to answer this question in a more detailed manner in this paper. We shall complete the introductory part with the quotation

Budućnost kartografije

Stanislav Frangeš, Nedjeljko Frančula, Miljenko Lapaine

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet

Kačićeva 26, 10000 Zagreb

Sažetak. *Najvažnije promjene u kartografiji vezane su uz razvoj računalne tehnologije i geoinformacijskih sustava (GIS-a), a glede funkcije i upotrebe karata naglasak je na kartografskoj vizualizaciji. Na kartografiju također znatno utječu animacija, multimedijski prikazi, Internet, WWW, tržišno gospodarstvo i politika. Kartografija se mijenja od ponudom vođene do zahtjevom vođene kartografije. U radu je posebno istaknuta potreba uže suradnje informatičara, geodeta, geografa, prostornih planera i drugih s kartografima. Budućnost kartografije nije samo u izradi karata, već i u GIS-ovima, vizualizaciji prostornih baza podataka i izradi detaljnih trodimenzionalnih prikaza krajolika.*

1. UVOD

Pretpostavlja se da će početkom 21. stoljeća položaji i atributi biti rutinski registrirani u digitalne datoteke s dovoljnom točnošću da se zadovolji većinu korisnika. U svijetu 21. stolje, tehnološki govoreći, ljudi će moći rekonstruirati izgled bilo kojeg dijela Zemlje za bilo koji trenutak u prošlosti, sadašnjosti, pa djelomično i budućnosti. Vjerujemo da će digitalni prostorni podaci postati očekivani i prihvaćeni dio svakodnevnog života i aktivnosti.

Goodchild (1999) uočava osnovni paradoks današnje kartografije. S jedne strane sve je veća marginalizacija kartografije unutar sve većeg širenja prostornih podataka u digitalnom obliku, a s druge strane javlja se povećana potreba za dobrom kartografskom praksom u

vizualnim komunikacijama, budući da sve više ljudi ima mogućnost upotrebe novih tehnologija za izradu karata. Danas je, prema Goodchildu, teško naći pero za crtanje pri izradi karata ili u kartografskim učionicama, a i crtači stolovi iščezavaju. Korisnici karata počinju tražiti digitalne proizvode zbog očitog potencijala digitalnih analiza i istodobnog porasta GIS-ova kao strojeva za analiziranje podataka s karte.

Više se ne govori o digitalnoj revoluciji nego o digitalnom svijetu, o zarazi digitalnim virusom i o digitalnoj tranziciji (Goodchild, 1999).

Svjedoci smo globalizacije nekih poslova, među kojima su i neki aspekti kartografije, s porastom multinacionalne trgovine gotovo svega. Najočitiiji su primjer za to naftne kompanije, softverske tvrtke, bankarstvo i maloprodaja. Sve veći dio tržišta GIS-a i kartografije snabdijevaju Autodesk, ESRI, Intergraph, MapInfo i Microsoft, uz mnoštvo malih poduzeća. Vjerojatno više karata na dan napravi 100 000 ili sličan broj od 2 milijuna korisnika AutoCAD-a nego svi kartografi stručnjaci. Također se čini vrlo vjerojatnim da najveći broj karata koje se dnevno iscartaju nastaje iz enciklopedija kao što je Encarta. Kartografija "uradi sam" postala je stvarnost (Rhind 1999).

Svakomu tko ima osobno računalo i jeftini softver GIS je omogućio prikazivanje prostornih informacija u obliku karte. U svijetu u kojem svatko može izraditi kartu, *tko još treba kartografa?* Na to pitanje detaljnije ćemo pokušati odgovoriti u ovome radu. Uvodni dio zaključit ćemo Rhindovim (1999) citatom: "Kada je Europsko povjerenstvo pozvalo predstavnike država članica iz ministarstava nadležnih za kartografiju na sastanak u Luksemburg, bila su zastupljena sljedeća

by Rhind (1999): “When the European Commission invited representatives from the ministries in charge of mapping in member countries to a meeting in Luxembourg, at least the following ministries were represented: Ministry of Environment, Ministry of Agriculture and Forestry, Ministry of Housing and Physical Planning, Ministry of Finance, Ministry of the Interior, Ministry of Defence and Ministry of Justice. This shows how mapping and geographic information issues cover all the sectors of administration and it is in many cases a matter of taste which is the most natural ministry for these issues”.

2. THE INFLUENCE OF COMPUTER TECHNOLOGY

The application of computer technology in cartography is especially important because the process of map production is rather complex and very long, and therefore many maps are out of date in the moment of publishing. In addition, there is a great need today for a larger number of various maps that cannot be satisfied by means of classical methods in map production. Hence, computer technology has found and still does a very convenient area in cartography, and the advantages of new technology are manifold:

- faster map production
- faster updating
- cheaper map production
- improvement of working conditions
- improvement of work quality
- solving the tasks that could not be solved so far or their solution used to be connected with great difficulties, e.g. in transferring map contents from one map projection into another.

Furthermore, the experts from other professions request from geodesists and cartographers more and more the data in digital form. These are agronomists, ecologists, geographers, geologists, town planners, foresters and many others who want to geocode the results of their measurements and researches. In this respect, if cartographic organisation would not adopt new technologies, there will be no more competition in the market.

Computer technology has contributed, according to Štefanović et al. (1999), that the maps have become remarkably stronger means for data communication, because it is now possible to pay more attention to a map user and leave out everything unimportant to the user.

The introduction of computers into cartography has also some negative effects. The quantity of technical skills that a cartographer has to bring under control has grown excessively lately. A cartographer, apart from being an expert for traditional cartography, has to be an expert for computer programming as well, for databases, digital image processing, remote sensing, land and geoinformation systems.

The majority of cartographic software is now cheap and available to almost everybody, enabling them to produce maps by means of personal computers and approach to Web. Farmers can produce the maps of their field using technology, with much larger resolution than the traditional soil maps used to have, they can also gather and arrange detailed spatial information about investments and yields by means of devices attached to harvesters or tractors. Local administrations can rent vehicles with GPS devices, drive them along every road and make a road map with much greater accuracy and much cheaper than using traditional method of map production organised by central administration. In short, the changes in technology and economy transfer the map production from the system of a unique central production into local areas, and a complex network replaces the old, centrifugal, radial system of distribution.

For almost twenty years the computer cartography has been producing rather bad map products that have been accepted because of being new and different. It is possible today to make maps that are good or even aesthetically better than those made manually. However, as it has been pointed out several times at the 19th International Cartographic Conference in Ottawa in 1999, “a large number of the maps produced using today’s software are simply *awful* GIS technology lets us produce *rubbish* faster, more cheaply, and in greater volume than ever before” (Goodchild 1999).

3. INFLUENCE OF GIS

The most attractive part of GIS is its visual aspect: colourful maps appear on a screen, and users manipulate with them by means of a mouse. GIS communicates primarily through the channels of visual senses, especially when it is used with the intention to be promoted or to influence public opinion.

Maps are the main source of information for GIS and one of the ways in visualising information generated with GIS. Cartographers are included into creation and usage of GIS. They are especially involved in the formation of necessary databases, i.e. into determination of data models, database contents, data types, data dictionary and similar, into hardware selection and

ministarstva: za okoliš, za poljoprivredu i šumarstvo, za stambena pitanja i planiranje, za financije, za unutrašnje poslove, za obranu i ministarstvo za pravosuđe. To pokazuje koliko su kartografija i prostorne informacije važne za upravu, a samo je stvar sklonosti kojem je ministarstvu najprirodnije bavljenje takvim pitanjima.”

2. UTJECAJ RAČUNALNE TEHNOLOGIJE

Primjena računalne tehnologije u kartografiji osobito je važna jer je proces izrade karata složen i vrlo dug, pa su mnoge karte u trenutku izdavanja već zastarjele. Osim toga, danas postoji potreba za sve većim brojem raznovrsnih karata koju klasičnim metodama izrade karata nije moguće zadovoljiti. Prema tome, računalna je tehnologija našla i nalazi u kartografiji zahvalno područje, a prednosti su te nove tehnologije višestruke:

- ubrzanje izrade karata
- ubrzanje osuvremenjivanja
- pojeftinjenje izrade karata
- poboljšanje uvjeta rada
- poboljšanje kvalitete rada
- rješavanje zadataka koje do sada uopće nije bilo moguće riješiti ili je njihovo rješavanje bilo povezano s velikim teškoćama, npr. prenošenje sadržaja karte iz jedne kartografske projekcije u drugu.

Stručnjaci drugih struka sve više traže od geodeta i kartografa podatke u digitalnom obliku. To su agronomi, ekolozi, geografi, geolozi, urbanisti, šumari i mnogi drugi, koji rezultate svojih mjerenja i istraživanja žele prostorno definirati - geokodirati. Uz to, ne usvoje li kartografske organizacije nove tehnologije, u određenom trenutku neće više biti konkurentne na tržištu.

Računalna tehnologija pridonijela je, prema Štefanoviću i dr. (1999), da su karte postale znatno snažnije sredstvo za priopćavanje podataka, jer se sada pri oblikovanju karata najveća pozornost može obratiti korisniku karte, a sve ono za korisnika nebitno može se izostaviti.

Uvođenje računala u kartografiju ima i neke negativne učinke. Količina tehničkih umijeća kojima kartograf mora ovladati u posljednje je vrijeme prekomjerno porasla. Kartografski stručnjak, osim za tradicionalnu kartografiju, danas mora biti i stručnjak za računalno programiranje, za baze podataka, digitalnu obradu slika, daljinska istraživanja, zemljišne i geoinformacijske sustave.

Većina je kartografskog softvera sada jeftina i gotovo svima dostupna, pa omogućuje izradivanje karata svakomu s osobnim računalom i pristupom internetu. Poljoprivrednici s pristupom tehnologiji mogu izraditi

karte svojih polja s mnogo većom rezolucijom nego što je bila ona tradicionalnih karata tla, mogu prikupiti i sastaviti detaljne prostorne informacije o unosima i prinosima s pomoću uređaja priključenih na strojeve za žetvu ili traktore. Lokalna uprava može iznajmiti vozila s uređajima GPS-a, provesti ih po svakoj cesti i izraditi kartu cesta s većom točnošću i mnogo jeftinije od tradicionalne izrade organizirane od središnje uprave. Ukratko, promjene tehnologije i gospodarstva premještaju izradu karata iz sustava jedinstvene središnje izrade u lokalna područja, a stari centrifugalni, radijalni sustav raspaavanja zamjenjuje se složenom mrežom.

Gotovo dvadeset godina računalna je kartografija stvarala prilično loša kartografska djela koja su prihvaćena zbog toga što su bila nova i različita. Danas se s pomoću računala *možu* izrađivati karte koje su dobre ili čak estetski bolje od onih izrađenih rukom. Međutim, kao što je u nekoliko navrata bilo naglašavano na 19. međunarodnoj kartografskoj konferenciji u Ottawi 1999., “veliki broj karata koje su proizvod današnjeg softvera jednostavno je *užasan*. Tehnologija GIS-a omogućava proizvodnju *smeća* brže, jeftinije i u većem opsegu nego ikad prije” (Goodchild, 1999).

3. UTJECAJ GIS-A

Najatraktivniji je dio GIS-a njegov vizualni aspekt: šarene karte pojavljuju se na zaslonu, a korisnik njima rukuje s pomoću miša. GIS komunicira primarno kanalima vizualnih osjetila, posebice kada se upotrebljava s namjerom promidžbe ili utjecaja na javno mnijenje.

Karte su za GIS glavni izvor podataka i jedan od načina vizualizacije informacija generiranih GIS-om. Kartografi su uključeni u stvaranje i upotrebu GIS-a, posebno u oblikovanje potrebnih baza podataka, i to u određivanje modela podataka, sadržaja baze podataka, tipova podataka, rječnika podataka i sl., odabiranje hardvera i softvera za potporu GIS-a, odabiranje izvora i metoda za uzimanje prostornih podataka s karata i odabiranje, razvoj i primjenu metoda za vizualizaciju generiranih informacija na različitim izlaznim uređajima podržanima GIS-om (Guptill i Morrison, 1995).

O odnosu kartografije i GIS-a postoje različita mišljenja, pa je za jedne kartografija podsustav GIS-a koji služi za vizualizaciju podataka (Kraak i Ormeling, 1996). Za kartografe je GIS, bez dvojbe, tehničko-analitički podsustav kartografije. Očito je da su GIS i kartografija dva neodvojiva pojma. Karta je istodobno ulazni podatak i jedan od rezultata svake analize provedene s pomoću GIS-a. Naime, koncepcija je GIS-a

software for GIS support, into selection of sources and methods for taking spatial data from maps and into selecting, developing and applying methods for visualisation of generated information on various output devices supported by GIS (Guptill and Morrison 1995).

There are various opinions about the relationship between cartography and GIS, one of them characterising cartography as the subsystem of GIS used for data visualisation (Kraak and Ormeling 1996). For cartographers, GIS is undeniably technical and analytical subsystem of cartography. It is obvious that GIS and cartography are two concepts that cannot be separated. A map is at the same time the input datum and one of the results of each analysis carried out by means of GIS. The integrity of GIS and cartography can also be seen from the fact that the majority of tools used for GIS have numerous functions for quick and highly professional map production, and there are also the programs developed that are specialised for map production and based on attributed database. The appearance and expansion of GIS has also stimulated the popularisation of cartography, which is especially related to thematic cartography (Lovrić 1995). The role of GIS for cartography, according to Wood (1994), is not only in popularisation and enlargement of cartographic activity, but also in realising new possibilities for innovation in further development of cartography being a research tool.

Today, GIS supports more and more almost all tools of graphic programs and they have the tools for manipulating with objects, text, retrieved objects (raster graphics etc.), for special effects, export filters. All programs support also a definite number of basic elements that are used for creating a more complex drawing. These are the tools for drawing rectangles (square being a special case), ellipses (circle being a special case), general curves (straight line as a special case), bitmaps and for writing a text. Special tools enable the work in layers and with them, creation of round edges on a rectangle, the production of circle sections, classifying and connecting, and making single objects thicker or thinner, making them straight or doubled, focusing, zooming, distance and angle measuring, filtering for the purpose of improving image quality, masking, shading, vectorization, rasterization, etc. (Weber 1990, Knezović 1993).

During the last decade many started to work on map production. Widespread usage of geoinformation systems has enlarged immensely the number of produced maps. Many of these maps have not been made as final product, but more as an inter-product to help users in their work with spatial data. A map, as such, started to play an entirely new role: it is not only

the means of communication but also the means to help user's (visual) thinking process.

4. CARTOGRAPHIC VISUALISATION

In the last few centuries a map had two important functions: it was a medium for saving information about space and it was the image of the world that helped us to learn about the complexity of our environment. Digital cartography has brought the co-ordinates in digital form in order to establish databases and cartometric usage, and referring to the space image, a map being in digital or analogous form, intrudes itself upon us as being the most important cartographic visualisation of space (Robinson et al. 1995).

There is an old proverb saying that one image is worth more than thousands of words, giving thus the simplest answer to the question why visualisation is necessary. It is an act of learning, i.e. man's capability to develop images mentally that makes the recognition of pattern and the formation of arrangement possible. Although some authors discover and connect the visualisation only with computer technology, it is not a new method in computer technology or in digital cartography. The research and efforts in finding out the way how to present diminished and simplified earth's features and objects have been done even before the introduction of computers in cartographic activity, but it is quite certain that digital procedures contributed in achieving higher quality and quicker performance of such an act and have also opened some new possibilities for changes in the development and usage of map graphics (MacEachren and Ganter 1990, DiBiase et al. 1992, MacEachren and Monmonier 1992, Frangeš 1998).

Modern cartographic visualisation, according to Taylor (1994), encompasses digital cartography and computer graphics. Considering the quality, it is a remarkable change of visual presentation in almost realistic time that leads to better understanding of many spatial objects. Referring to the quantity, it is the possibility of faster and cheaper production of a wide range of various cartographic products.

Extremely large extension of the application area for a map on the screen will lead to the assessment of cartographic tools of formation and visualisation according to the possibilities on such a map. It will be demanded more and more from cartographic tools to be able to present a map immediately, in real time on the screen, in accordance with the demands and usage, respecting thereby the spatial reality, satisfactory visualisation with the elements of map graphics, emphasising the associations and similarity, and also satisfactory translation of spatial information into

stvaranje baze geografskih podataka, a upravo se na tom konceptu razvija i već spomenuta kartografija iz baze podataka. Nedjeljivost GIS-a i kartografije očita je i po tome što većina alata za GIS imaju i mnogobrojne funkcije za brzu i visokoprofesionalnu izradu karata, a razvijaju se i programi specijalizirani za izradu karata temeljenih na atributnoj bazi podataka. Pojava i ekspanzija GIS-a dovela je i do popularizacije kartografije, što se osobito odnosi na tematsku kartografiju (Lovrić, 1995). Uloga GIS-a u kartografiji, prema Woodu (1994), nije samo popularizacija i povećanje kartografske aktivnosti, već ostvarenje novih mogućnosti za inovaciju u daljnjem razvitku kartografije kao istraživačkog alata.

Danas GIS-ovi sve više podržavaju gotovo sve alate grafičkih programa, pa tako imaju alate za rukovanje objektima, tekstom, učitanim objektima (rasterska grafika i sl.), za specijalne efekte, eksportne filtre. Svi programi podržavaju također određeni skup temeljnih elemenata od kojih se stvara složeniji crtež. To su alati za crtanje pravokutnika (kao poseban slučaj kvadrat), elipsa (kao poseban slučaj kružnica), krivulja općenito (kao poseban slučaj ravna linija), bitmapa te za upisivanje teksta. Posebni alati omogućuju npr. rad u slojevima i s njima, kreiranje zaobljenih rubova na pravokutniku, izradu kružnih isječaka, svrstavanje i spajanje te zadebljavanje i stanjivanje pojedinih objekata, poravnavanje i podvostručivanje objekata, fokusiranje, zumiranje, mjerenje duljine i kuta, filtriranje za poboljšanje kvalitete slike, maskiranje, sjenčanje, vektorizaciju, rastriranje i dr. (Weber 1990, Knezović 1993).

Tijekom posljednjeg desetljeća mnogi su se počeli baviti izradom karata. Široko rasprostranjena upotreba geoinformacijskih sustava znatno je povećala broj izrađenih karata. Mnoge od tih karata nisu izrađene kao krajnji proizvod već prije kao međuproizvod da pomogne korisniku u njegovu radu s prostornim podacima. Takva je karta dobila potpuno novu ulogu: ona nije samo sredstvo za komunikaciju već također sredstvo za pomoć korisnikovu (vizualnom) procesu mišljenja.

4. KARTOGRAFSKA VIZUALIZACIJA

Tijekom proteklih stoljeća karta je imala dvije važne funkcije: bila je medij za spremanje informacija o prostoru i slika svijeta koja nam je pomagala u spoznavanju složenosti okoliša u kojem živimo. Digitalna je kartografija donijela koordinate u digitalnom obliku za uspostavljanje baza podataka i kartometrijsku upotrebu, a glede predodžbe prostora, bila karta u digitalnom ili analognom obliku, nameće se kao najvažnija kartografska vizualizacija prostora

(Robinson i dr., 1995).

Stara uzrečica da jedna slika vrijedi više nego tisuću riječi najjednostavniji je odgovor zašto je potrebna vizualizacija. Vizualizacija je stvaranje mentalne slike prostora koji se trenutačno ne vidi. To je čin spoznaje, tj. čovjekova sposobnost mentalnog razvijanja slikovnog predočenja koje omogućuje prepoznavanje predložka i oblikovanje poretka. Iako neki autori otkrivaju i povezuju vizualizaciju samo uz računalstvo, to nije nova metoda u računalstvu ni u digitalnoj kartografiji. Istraživanja i pokušaji kako što bolje prikazati umanjene i pojednostavnjene zemljišne oblike i objekte provodili su se i prije upotrebe računala u kartografske svrhe, no sigurno je da su digitalni postupci pridonijeli kvalitetnijem i bržem činu takve spoznaje te da su otvorili neke nove mogućnosti za promjene u razvoju i upotrebi kartografike (MacEachren i Ganter, 1990; DiBiase i dr., 1992; MacEachren i Monmonier, 1992; Frangeš, 1998).

Moderna kartografska vizualizacija, prema Tayloru (1994), obuhvaća digitalnu kartografiju i računalnu grafiku. Glede kvalitete, to je znatna promjena vizualnog izlaganja u gotovo realnom vremenu, koje omogućuje povećanje razumijevanja mnoštva prostornih objekata. Što se tiče kvantitete, to je mogućnost brže i jeftinije proizvodnje različitih kartografskih proizvoda.

Iznimno veliko proširenje područja primjene karte na zaslonu monitora dovest će do toga da će se kartografski alati oblikovanja i vizualizacije procjenjivati prema mogućnostima na takvoj karti. Od kartografskih će se alata sve više tražiti mogućnost prikaza karte odmah, u realnom vremenu na zaslonu monitora, primjereno zahtjevima i upotrebi korisnika, poštujući pritom prostornu stvarnost, zadovoljavajuću vizualizaciju elementima kartografike, s naglaskom na asocijacije i sličnost, te zadovoljavajuće prevođenje prostornih informacija u znanje (Bollmann, 1996).

Digitalni alati neprekidno se razvijaju pa se očekuju uvjerljiviji vizualizacijski alati za oblikovanje kartografike. iščezavanje, zamagljivanje, rasplinjavanje i sl.

Nadalje, gotovo su do savršenstva razvijeni zumiranje, pri kojem se može razlikovati grafički, sadržajni i inteligentni zum, te rad s isječcima, prozorima, grafovima i ikonama (Timpf i Devogele 1997). Uz to, također, postoje trodimenzionalni prikazi, sjenčanje s različitim modelima osvjetljivanja, npr. konstantno sjenčanje (*flat shading*), metoda interpolacije zrake (*ray-tracing*) i metoda isijavanja tijela (*radiosity*),

knowledge (Bollman 1996).

Digital tools are being developed continuously, and hence, it is expected that convincing visualisation tools for the formation of map graphics will appear. So far, focusing has been developed that is used for determining the contrast between objects and environment, defining thereafter the limits of clear distinctness. The accompanying effects are known as disappearing, obscuring, and similar. Furthermore, zooming has been developed almost perfectly enabling the distinction between graphic, contextual and intelligent zoom, and also the work with the sections, windows, graphs and icons (Timpf and Devogele 1997). There are also three-dimensional presentations, shading with various models of illumination, e.g. flat shading, the method of intensity interpolating (Gourad shading), the method of interpolating normal onto the surface (Phong shading), the method of ray-tracing and the method of radiosity, blinking and glittering, various filters, simultaneous presentation of various maps, colour transformation and other phenomena (Slocum 1994, Van der Well et al. 1994, Kraak and Ormeling 1996). It should not be exaggerated when using visualisation tools. One should, namely, try to achieve visual simplicity and, when it is not necessary, avoid any burdening of a user.

The development of visualisation software requires, especially for cartographic purposes, the research of real needs and aim that users want to reach. The cartographers offer expert opinions for every purposeful speciality, including also the classification data, consequences of generalisation and association of signs, assessment of how a user understands map graphics,





etc. Cartographers must have a share in scientific visualisation, as well as users and creators of tools, leaning in it on scientific and professional cognition, but also on individual skills (MacEachren and Monmonier 1992). The tools of cartographic visualisation give users the possibility to carry out extensive transformations and changes of data presentation, e.g. different observation angle, changing various conditions etc. enabling the comparison of essential facts (MacEachren and Ganter 1990).

5. MODERN CHANGES

It should be pointed out that the application of computers and the development of analytical cartography have brought the concepts of real and virtual maps. A lot of cartographic products have namely appeared, e.g. images on screens and digital relief models that have escaped ordinary map frames as a permanent product on the paper. According to Moellering (1980, 1991, 1999), there are two decisive characteristics that distinguish conventional maps in real form of a visible copy from virtual maps. The real map is a product that can be seen directly as cartographic image.

Ordinary maps on the paper and images on the screen can be seen in such a way, but the files of cartographic data cannot be seen in that way. They have to be transformed first into the state of direct visibility. The other decisive characteristic is whether the product can be touched. Table 1 shows the classes of real and virtual maps obtained by means of answers yes and no as

Table 1. Four classes of real and virtual maps with the presentation of all 16 possible transformations among them (according to Moellering 1991)

		Directly viewable as cartographic image	
		YES	NO
Permanent tangible reality	YES	 REAL MAP conventional map sheet, globe, orthophoto map, machine drawn map, computer output microfilm, block-diagram, plastic terrain model	 VIRTUAL MAP TYPE II traditional field data, field book, anaglyph, film animation, hologram (stored), Fourier transformation (saved)
	NO	 VIRTUAL MAP TYPE I CRT map image, cognitive map (two-dimensional image)	 VIRTUAL MAP TYPE III digital memory (data), magnetic disc or tape (data), video animation, digital terrain model, cognitive map (relational geographic information)

treptanje i bliještanje, različiti filtri, istodobni prikaz raznih karata, transformacija boja i drugo, što se navodi u sljedećem odjeljku (Slocum, 1994; Van der Well i dr., 1994; Kraak i Ormeling, 1996). Pri upotrebi vizualizacijskih alata ne smije se pretjerati. Naime, treba ipak težiti vizualnoj jednostavnosti i, kada to nije nužno, izbjeći bilo kakvo preopterećenje korisnika.

Za razvoj vizualizacijskog softvera, osobito u kartografske svrhe, nužna su istraživanja stvarnih potreba i cilja korisnika te suradnja tvoraca alata.

Kartografi pružaju vještačenja za svaku svrshodnu specijalnost uključujući tu podatke klasifikacije, posljedice generalizacije i pridruživanja znakova, procjenu korisnikova shvaćanja kartografike i drugo. Kartografi mogu imati udjela u znanstvenoj vizualizaciji i kao korisnici i kao tvorci alata, oslanjajući se pritom na znanstvene i stručne spoznaje, ali i na individualne sklonosti (MacEachren i Monmonier, 1992). Alati kartografske vizualizacije pružaju korisniku provedbu opsežnih preobrazbi i preinaka prikaza podataka, npr. drugačiji kut gledanja, promjenu različitih uvjeta i dr., koje omogućuju usporedbu bitnih činjenica. Bez toga one bi one bi ostale nedostupne ili bi mogle izgledati nepotrebne i međusobno nepovezane (MacEachren i Ganter, 1990).

5. SUVREMENE PROMJENE

Treba istaknuti da su se primjenom računala te razvojem analitičke kartografije pojavili pojmovi realnih i virtualnih karata. Naime, pojavilo se mnogo kartografskih proizvoda, npr. slike na zaslonima monitora i digitalni modeli reljefa, koji su izašli izvan uobičajenih okvira karte kao trajnog produkta na papiru.





Prema Moelleringu (1980, 1991, 1999), postoje dvije odlučujuće značajke koje razlikuju konvencionalne karte u realnom obliku vidljive kopije od virtualnih karata. Realna je karta proizvod koji može biti izravno viđen kao kartografska slika. I uobičajene karte na papiru i slike na zaslonu mogu se vidjeti na taj način, ali npr. datoteke kartografskih podataka ne mogu se tako vidjeti. One se najprije moraju transformirati u stanje izravne vidljivosti. Drugo je odlučujuće svojstvo opipljivost proizvoda. Tablica 1 prikazuje klase realnih i virtualnih karata dobivenih odgovorima da ili ne s obzirom na spomenuta dva svojstva.

Konvencionalni kartografski proizvodi, npr. listovi karata, atlas i globusi, koji imaju čvrstu, opipljivu realnost i izravno su vidljivi kao kartografske slike, nazivaju se realnim kartama. Ostale tri klase kojima

nedostaje jedno ili oba svojstva nazivaju se virtualnim kartama. Te tri klase omogućuju proširenje definicije karte, što odražava razvoj suvremene kartografije.

Odatle proizlazi da virtualne karte mogu sadržavati iste informacije kao realne, a u slučaju kartografskih baza podataka i više od toga. Dakle, kartografske baze podataka treba smatrati kartama jer one mogu sadržavati informacije realnih karata i mogu se u njih transformirati ako je to potrebno. Transformacije između četiriju klasa realnih i virtualnih karata mogu se primijeniti za definiranje svih važnih obrada podataka u kartografiji. Tako tih 16 transformacija (vidi strelice u tablici 1) definira operacije kao što su digitaliziranje (transformiranje realne karte u virtualnu kartu 3. tipa), prikazivanje na zaslonu monitora (transformiranje virtualne karte 3. tipa u virtualnu kartu 1. tipa), izradu analogne kopije sa zaslona (transformiranje virtualne

Tablica 1. Četiri klase realnih i virtualnih karata s prikazom svih 16 mogućih transformacija među njima (prema Moelleringu, 1991)

		Izravno vidljiva kartografska slika	
		DA	NE
Stalno opipljiva realnost	DA	 REALNA KARTA: konvencionalni list karte, globus, ortofotokarta, karta iscrtana strojem, računalni izlaz na mikrofilm, blok-dijagram, plastični model terena	 2. TIP VIRTUALNE KARTE: tradicionalni podaci s terena, zapisnik, anaglif, filmska animacija, hologram (spremljen), Fourierova transformacija (spremljena)
	NE	1. TIP VIRTUALNE KARTE: slika na zaslonu monitora, kognitivna karta (dvodimenzionalna slika) 	3. TIP VIRTUALNE KARTE: digitalna memorija (podaci), magnetski disk ili traka (podaci), videoanimacija, digitalni model terena, kognitivna karta (relacijske geografske informacije) 

referring to the above-mentioned characteristics.

Conventional cartographic products, e.g. map sheets, atlases and globes that have firm, touchable reality and are seen directly as cartographic images are called real maps. The other three classes that lack one of the characteristics or both are called virtual maps. These three classes enable the extension of the definition of a map that reflects the development of modern cartography.

Thus, it can be derived that the virtual maps can contain the same information as the real ones, but in the case of cartographic bases even more than that. Hence, the cartographic databases should be considered as maps because they can contain the information of real maps and can be transformed into them, if it should be necessary. The transformations among four classes of real and virtual maps can be applied in order to define all important data processing in cartography. Thus, those 16 transformations (see arrows in the Table 1) define the operations as digitising (transforming the real map into the virtual map of the type III), presentation on a screen (transforming the virtual map of the type III into the virtual map of the type I), the production of analogous copy from the screen (transformation of the virtual map of the type III into the real map) or transferring the database (transforming the virtual map of the type III into the virtual map of the type III) (Moellering 1991, 1999).

There are numerous digital databases created every day being accurately connected with the position on the Earth. These bases can be completed with digital images and sound. It has already been suggested to use unpleasant sound with the presentation of inaccurate data and pleasant sound or without sound with the usage of accurate and checked data. In some spatial presentations in the video environment the impression of uncertainty was tried to be created by obscuring the presentation or colour transfer among the classes. A cartographer will be able to take the methods from the film industry that he will use for obscuring a part of the presentation. Let us suppose that accurate data will be presented with precise and clean signs, and inaccurate data and dubious data with unclear and dim signs. However, the techniques that are good for a computer screen might not be applicable for analogous graphic outputs. The analogous maps might demand a series of diagrams, each for a single information.

There are more and more electronic maps and atlases in CD-ROMs. The greatest advantage of a multimedia atlas, as compared with the printed one, is the speed of searching: changing map scale, transferring from one part of the Earth's globe to another, searching a specific

name etc. Apart from that, we are not limited by the given formats, but can choose ourselves the segment we are interested in. Furthermore, each map supplemented with our own data can be printed on paper. Of course, the multimedia atlas has also some disadvantages referring to the printed atlases. With respect to the graphic quality, the cartographic presentation on screen cannot be compared with the printed atlases, the classification of roads is insufficient, the algorithms for automatic title location are defective, etc. (Frančula 1999).

The influence of Internet and World Wide Web (WWW) on cartography is enormous. WWW is unrivalled in its capability to offer a great amount of information to many users at minimum prices. The expenses of maintaining the server and connection with Internet are minimum related to the prices of producing and distributing CD-ROMs. Updating is quick and cheap. The atlases on CD-ROMs, as well as printed atlases become obsolete very quickly, and the atlases on WWW can always be available for users in the most updated state (Frančula and Lapaine 1999).

The development of animation has contributed remarkably to visual thinking and communication, as well as to dynamic presentation of information. The most maps either those two-dimensional or three-dimensional, are namely static and contain respectfully adequate map graphics. The animation in cartography has contributed mostly to the dynamics of a map enabling thus direct presentation of movements and changes. The map graphics necessary for expressing the dynamics is very complex and still insufficiently researched (DiBiase et al. 1992).

The presentation of three-dimensional objects on a two-dimensional screen has always been a special challenge. The software for visualisation contains unfailingly the tools for the presentation in 3D graphics, so that a great number of data coming from various sources in the real time could be presented in such a way that they are immediately understandable. The production of detailed three-dimensional landscape presentations, especially cities, is another challenge for cartographers. Such three-dimensional models are demanded by more and more disciplines, e.g. regional and urban planning, telecommunications, insurance companies, environmental and cultural monuments protection, tourism and many others (Frančula and Lapaine 1999).

Ambitious expert systems test adequate map graphics demanding human creativity, prudence and judgement. The expert systems have been developed that locate the names already saved in the database according to the co-ordinate position at adequate places on the map,

karte 3. tipa u realnu kartu) ili prijenos baze podataka (transformiranje virtualne karte 3. tipa opet u virtualnu kartu 3. tipa) (Moellering 1991, 1999).

Svakodnevno se stvara velik broj digitalnih baza podataka koje su točno povezane s položajima na Zemlji. Te baze mogu biti upotpunjene digitalnim slikama i zvukom. Već se predlaže upotreba neugodnoga zvuka kod prikaza nesigurnih podataka i ugodnoga zvuka ili bez zvuka kod prikaza sigurnih i provjerenih podataka. Na nekim se prikazima prostora u videokružju utisak nesigurnosti pokušao stvoriti zamagljivanjem prikaza ili prijelazom boja između klasa. Kartograf će moći preuzeti metode iz filmske industrije, koje će iskoristiti za zamagljivanje ili zamučivanje dijela prikaza. Pretpostavimo da će se sigurni podaci prikazivati oštrim i jasnim znakovima, a nesigurni i problematični podaci nejasnim i mutnim znakovima. Međutim, tehnike koje su dobre za zaslon monitora računala možda neće biti primjenjive za analogne grafičke izlaze. Za analogne karte možda će trebati niz dijagrama, po jedan za svaki pojedini podatak.

Postoji sve više elektroničkih karata i atlasa na CD-ROM-ovima. Najveća prednost multimedijskog atlasa s obzirom na otisnuti je brzina pretraživanja: mijenjanje mjerila karte, prebacivanje s jednoga dijela Zemljine kugle na drugi, traženje određenog imena i sl. Osim toga nismo ograničeni danim formatima, već isječak koji nas zanima biramo sami. Potom, svaku kartu dopunjenu vlastitim podacima možemo otisnuti na papir. Naravno da multimedijski atlas u usporedbi s otisnutim atlasom ima i nedostataka.

Kartografski prikaz na ekranu monitora nije po grafičkoj kvaliteti usporediv s otisnutim atlasima, nedovoljna je klasifikacija prometnica, manjkavi su algoritmi za automatski smještaj naziva itd. (Frančula, 1999).

Internet i World Wide Web (WWW) imaju golem utjecaj na kartografiju. WWW nema konkurencije u sposobnosti da veliku količinu informacija pruži mnogim korisnicima po minimalnim cijenama. Troškovi održavanja poslužitelja i veza s Internetom minimalni su u odnosu na cijene izrade i distribucije CD-ROM-ova. Osvremenjivanje je brzo i jeftino. Atlasi na CD-ROM-u kao i tiskani atlasi brzo zastarijevaju, dok atlasi na WWW-u mogu uvijek biti dostupni korisnicima u najaktualnijem stanju (Frančula i Lapaine, 1999).

Razvoj animacije znatno je pridonio vizualnom razmišljanju i komunikaciji te dinamičkom prikazu informacija. Naime, većina je karata, bile one dvodimenzionalne ili trodimenzionalne, statična i one

sadrže kartografiku primjerenu tomu. Animacija u kartografiji najviše je pridonijela dinamici karte, omogućivši izravan prikaz kretanja i promjena. Kartografika potrebna za izražavanje dinamike vrlo je složena i još nedovoljno istražena (DiBiase i dr., 1992).

Prikazivanje trodimenzionalnih objekata na dvodimenzionalnom zaslonu oduvijek je bio poseban izazov. Softver za vizualizaciju obavezno sadrži alate za prikaz u 3D grafici, kako bi veliko mnoštvo podataka, koji u realnom vremenu pristižu iz najrazličitijih izvora, bilo moguće prikazati tako da budu odmah razumljivi. Izrada detaljnih trodimenzionalnih prikaza krajolika, posebno gradova, još je jedan novi izazov kartografima. Takve trodimenzionalne modele u sve većem opsegu zahtijevaju mnoge discipline, npr. regionalno i urbano planiranje, telekomunikacije, osiguravajuća društva, zaštita okoliša i spomenika kulture, turizam i mnogi drugi (Frančula i Lapaine, 1999).

Ambiciozni ekspertni sustavi ispituju primjerenu kartografiku zahtijevajući ljudsku kreativnost, razboritost i prosuđivanje. Razvijeni su već ekspertni sustavi koji imena spremljena u bazi podataka prema koordinatama smještaju na odgovarajuća mjesta na karti, pronalazeći u blizini objekta na koji se odnose optimalan položaj (Kresse, 1994). Umjetna inteligencija, prema Yufenu (1997), ključ je za napredak u izradi ekspertnoga sustava za oblikovanje karte i kartografike. Umjetna inteligencija treba biti kombinacija između vizualnoga i apstraktnoga razmišljanja, kojemu je konačni proizvod karta. No, sve to nije tako jednostavno, što pokazuju i dosadašnja istraživanja i rezultati.

U vodećim laboratorijima postoje projekti koji razvijaju simulacije i eksperimente u realnom vremenu sa stereoprikazom, a ima i rješenja koja se popularno nazivaju virtualna ili prividna stvarnost. Tako je npr. S pomoću posebne zaštitne kape s dva zaslona za stereosliku i s pomoću rukavica za upravljanje moguće je u virtualnom prostoru u najrazličitijim uvjetima. To zvuči kao znanstvena fantastika, ali nekima je već stvarnost (Šimić, 1995). Anketa među vrhunskim američkim stručnjacima predviđa da će se do 2018. upotrebljavati 3D holografski telefon, a barem do 2004. 3D holografski pisac. To bi značilo da će se bez pomagala, npr. bez naočala ili zaštitne kape, gledati 3D slike u punoj boji. Pretpostavlja se da će takvi pisaci upotrebljavati tekuće kristale kako bi eksponirali holografski film na svjetlo. Za prikaz nekog područja ili neke pojave upotrebljavala bi se hologramska slika, pa ne bi trebalo na to mjesto putovati i slično (Frangeš, 1998). Na izložbi karata održanoj na 19. međunarodnoj kartografskoj konferenciji u Ottawi 1999. godine jednu je od nagrada osvojila holografska karta planinskog masiva Dachstein u austrijskim istočnim Alpama u

finding the optimum position in the vicinity of the object they refer to (Kresse 1994). Artificial intelligence, according to Yufen (1997), is the key for the development in the production of expert system for creating maps and map graphics. The artificial intelligence should be a combination between visual and abstract thinking having a map as a final product. But it is not all so simple, which can be seen from the previous research and its results as well.

There are projects in leading laboratories for the future that develop simulation and experiments in real time with stereo presentation, and there are also solutions called in a popular way virtual or simulated reality. One can thus, using special protective cap with two screens for stereo image and the gloves for manipulating, move in virtual space in the most various conditions. It sounds as science fiction, but some feel it already as the present time (Šimić 1995). A poll carried out among top American experts predicts that until 2018 3D holographic telephones will be used, and the holographic printer till 2004 at least. It means, that 3D images will be watched in full colour without any tools, e.g. without glasses or protective cap. It is presumed that such printers will use liquid crystals to expose holographic film to the light. To present some other area or phenomenon, a hologram image would be used without someone having to travel to some place (Frangeš 1998). At the exhibition of maps held at the 19th International Cartographic Conference in Ottawa in 1999, one of the prizes has gone to the holographic map of the mountain massif Dachstein in the Austrian East Alps at the scale of 1:25 000 (plan) and 1:17500 (heights), size 90 cm x 110 cm. The authors are M. F. Buchroitner and R. Schenkel from the Cartographic Institute at the Technological University in Dresden. It is the first cartographic hologram at large scale in the world. The titles accompanying hydrographic network, the names of mountains and settlements and other cartographic symbols are made in digital form and located above the terrain at various levels so that you can see only one title, all titles or none if observed from various directions. You can thus see the relief and land without disturbing influence of other cartographic information (ICEC 1999).

Non-visual procedures, e.g. sound, touch, smell and taste, could give even more elements for cartographic visualisation. Their successful application is another challenge for a successful usage of computers in presenting and interpreting (Van der Well et al. 1994).

Referring to the quality of spatial data, the cartographers are very much interested in maintaining high quality and updated spatial data, because their products will be valid as much they are accurate for

users. Namely, if a large number of users make expensive mistakes because of bad data used for analyses and visualisations, it will reflect finally on cartographic profession. On the other hand, referring to the principal of the standard ISO9000 “do not give to a user either more or less quality than he/she needs”, one can notice an interesting turning-point in demands that the society puts upon cartographers. The cartographers do not have to try to create the most accurate visualisations any more. There are now reasons for systematic reduction of data quality for specific users (Guptill and Morrison 1995).

6. REFLECTIONS ON THE FUTURE

Since Rhind (1993) predicted very successfully for the period between 1993 and 1998 the continuation of digital cartography and wider usage of network systems in accomplishing various cartographic activities, then after the attack of information experts in publishing branch with very frequent violation of author's rights, furthermore, very big increase of the number of various map users, it is rather interesting what he has to say about the future. For the period from 1998 – 2003 he predicts routine usage of networks completely accessible on the basis of connecting computers and telephones, and widespread availability of top software. The role of state cartographic offices should become of current interest again, and map publishing should be very much spread, but followed with greater presence of market economy. Regarding technology, satellites should be more important, and the structure of users should be respectfully even more diverse. Internationalisation should become a significant actor in cartography. For the period between 2003 and 2009 Rhind predicts multimedia tools present in every single home, and even uneducated users would have the possibility to reach distant information and use them. All products will be more and more harmonised with the market power, and some state cartographic offices should dominate in world cartography associated with economic companies. There will be international co-ordination in map publishing among all world areas and people, and the existing international communities should be joined.

According to the same author, analogous maps will become obsolete step by step. The technology for transforming analogous maps into digital will be more and more sophisticated, and analogous maps as a medium for data saving will be used until 2009. Hence, the technology has the main role. Many simple rules of map graphics can be installed into the existing software. The present relatively low prices of hardware will follow, if the present trends should be continued, the low prices of more sophisticated software. A

mjerilu 1:25 000 (tlocrt) i 1:17 500 (visine), veličine 90×110 cm. Autori su M. F. Buchroitner i R. Schenkel iz Kartografskog instituta Tehnološkog sveučilišta u Dresdenu. To je prvi na svijetu kartografski hologram u krupnome mjerilu. Nazivi uz hidrografsku mrežu, nazivi planina i naselja te druge kartografske signature izvedeni su u digitalnom obliku i smješteni iznad terena na različitim razinama tako da se, gledajući iz različitih smjerova, može vidjeti samo jedan naziv, svi nazivi ili ni jedan. Dakle, može se vidjeti reljef i zemljište bez smetajućeg utjecaja drugih kartografskih informacija (ICEC 1999).

Još više elemenata za kartografsku vizualizaciju mogli bi pružiti nevizualni postupci, npr. zvuk, opip, njuh i okus. No, njihova je uspješna primjena opet izazov za uspješnu upotrebu računala u prikazivanju i tumačenju (Van der Wel i dr., 1994).

Glede kvalitete prostornih podataka, kartografi imaju veliki interes održavati visokokvalitetne i aktualne prostorne podatke zbog toga što će njihovi proizvodi vrijediti onoliko koliko su za korisnika točni. Naime, ako dovoljan broj korisnika učini skupe pogreške zbog loših podataka upotrijebljenih za analize ili vizualizacije, to će se na kraju odraziti na kartografsku profesiju. S druge strane, s obzirom na načelo norme ISO9000 "ne daj korisniku ni više ni manje kvalitete nego što on treba", zapaža se zanimljiv preokret u zahtjevima što ih društvo postavlja kartografima. Kartografi više ne moraju nastojati stvoriti najtočnije vizualizacije. Sada postoje razlozi za sustavno smanjenje kvalitete podataka za određene korisnike (Guptill i Morrison, 1995).

6. RAZMIŠLJANJA O BUDUĆNOSTI

Kako je Rhind (1993), danas je potpuno jasno, vrlo uspješno predvidio za razdoblje 1993–1998. nastavak razvitka digitalne kartografije i širu upotrebu sustava mreža za ostvarenje raznovrsnih kartografskih pothvata, zatim u izdavaštvu karata udar informatičara s čestim nepoštivanjem autorskoga prava, potom, velik porast broja najraznovrsnijih korisnika karata, zanimljivo je što je predvidio za ubuduće. Tako za razdoblje 1998–2003. predviđa rutinsku upotrebu mreža u potpunosti dostupnu na temeljima povezivanja računala i telefona, te široko dostupan vrhunski softver. Uloga državnih kartografskih ureda ponovno bi postala aktualnom, a kartografsko izdavaštvo bilo bi vrlo rašireno, no uza sve veću nazočnost tržišne ekonomije. Glede tehnologije, sve bi veću važnost imali sateliti, a struktura korisnika bila bi primjereno tomu još raznolikija. Značajan činitelj u kartografiji postala bi internacionalizacija. Za razdoblje 2003–2009. Rhind predviđa multimedijske alate prisutne u svakom domu i čak neobrazovanim korisnicima mogućnost pristupanja udaljenim

informacijama i njihovu upotrebu. U porastu bi bilo usklađivanje svih proizvoda tržišnoj sili, a neki bi državni kartografski uredi u sprezi s gospodarskim tvrtkama dominirali svjetskom kartografijom. U kartografskom izdavaštvu postojat će internacionalna koordinacija među svim svjetskim područjima i narodima, a također bi došlo do spajanja postojećih internacionalnih zajednica.

Prema istom autoru analogne će karte pomalo zastarijevati. Usavršavanje tehnologije za pretvaranje analognih karata u digitalne u sve je jačem zamahu, a analogne će se karte kao medij za pohranu podataka upotrebljavati do 2009. Dakle, tehnologija ima glavnu ulogu. Mnoga jednostavna pravila kartografike mogu biti ugrađena u postojeći softver. Sadašnje relativno niske cijene hardvera slijedit će, ako se sadašnji trendovi nastave, i niske cijene sofisticiranijeg softvera. Kartograf pritom može i mora naći svoj udjel i mjesto. Ako je ta vizija budućnosti točna, kartografija će biti sveprisutna, ali će količina kartografskih proizvoda, koje će izrađivati školovani kartografi, biti u stalnom padu. Kartografija će napredovati, a broj stručnjaka kartografa će se smanjivati (Frangeš, 1998).

I mnogi drugi smatraju da je budućnost u rukama onih stručnjaka koji će odgovarajućim aktualnim prostornim informacijama moći opskrbiti specifičnu skupinu korisnika izvan granica klasične kartografije i da će se taj iskorak pretvoriti u zlatni rudnik. Svi naglašavaju potrebu uže suradnje informatičara, geodeta, prostornih planera, energetičara i drugih s kartografima, te povećani udio informatike, GIS-a i računalne grafike u izobrazbi kartografa (Frančula i Lapaine, 1999). Kartografija, prema Kraaku (1998), može funkcionirati kao katalizator među otkrićima u geoznanostima. Kartografija se ne bi smjela promatrati samo kao zasebna disciplina, već u vezi s drugim geoinformatičkim disciplinama.

Zanimljiv okoliš za olakšavanje prijenosa znanja bio bi nacionalna ustanova za obradu geoprostornih podataka u kombinaciji s nacionalnim atlasom. Takva bi ustanova mogla postati "geotržnicom", vrstom trgovine za sve dostupne prostorne podatke. Međutim, davanjem dodatne vrijednosti ustanovi za obradu kombiniranjem podataka s nacionalnim atlasom bio bi izazov i za korisnika i za sudjelujuće organizacije. Glavna je ideja da svaka organizacija daje suvremene podatke na određenom stupnju objedinjavanja. Podaci bi mogli biti prikazani na kartama koje su oblikovali profesionalni kartografi, dok bi stručnjaci iz organizacija koje nude podatke mogli napisati kratke opise objašnjavajući prostorne uzorke na kartama. Korisnici mogu slobodno učitati karte i/ili podatke za svoje vlastite svrhe. Karte i opisi pružit će priliku za povezivanje korisnika s dodatnim informacijama o primjenjenim kartografskim

cartographer can and must find its contribution and place in it. If this vision of the future is a true one, cartography will be present everywhere, but the quantity of cartographic products made by an educated cartographer will decrease continuously. Cartography will advance, and the number of cartographic experts will be reduced (Frangeš 1998).

Many others believe as well that the future is in the hands of those experts who will be able to supply a specific group of users with adequate current spatial information outside of the limits of classical cartography and that this step forward will turn into a golden mine. Everybody points out the need for the information experts, geodesists, spatial planners, energetic experts and other to collaborate closely with cartographers, and that informatics, GIS, computer graphics should be present much more in the education of cartographers (Frančula and Lapaine 1999). Cartography can, according to Kraak (1998), function as a catalyst among the discoveries in geosciences. Cartography should not be observed only within the frame of a discipline as such, but in connection with other geoinformation disciplines.

A national institution for the processing of geospatial data in combination with national atlas would be an interesting environment for making the transfer of knowledge easier. Such an institution could become a “geomarket”, a sort of a shop for all available spatial data. However, giving additional value to the institution for processing by means of combining the data with national atlas would be a challenge for users, as well as for participating organisations. The main idea is that each organisation gives updated data at the specific level of unification. The data could be presented on maps made by professional cartographers, and experts from the organisations offering the data could write short descriptions explaining spatial patterns on maps. The users can at the same time retrieve maps and/or data for their own purposes. Maps and descriptions will offer the opportunity for connecting users with additional information about applied cartographic method or with WWW address of the organisation. This address should enable the access to the additional data and knowledge that could be reached commercially. Such or similar ideas could be carried out on an international, as well as on regional level (Kraak 1998).

Cartography is changing: it is changing from the one conducted by offers to the one conducted by demands. More and more people will be included into the map production. More maps will be made, many of them only for one purpose. Maps are changing – from final product giving spatial information to temporary product making visual thinking easier. Maps will be the basic means in interactive, real time and dynamic

environment used for researching spatial databases connected among each by means of WWW.

Creating or improving cartographic tools that will make research possible, challenges the cartographers. They will bring a map in its natural role being the means of the access to the state infrastructure of spatial data. Cartographic experts own knowledge about interaction and correct usage of scales and resolutions in creating visualisation. Cartographic experts are trained to make the complexity of the real world abstract, to model objects and relations between them. These skills will be indispensable for future effective users of digital spatial data.

7. CONCLUSIONS

To the traditional cartographer, what started as a useful tool has turned into something monstrous, because almost everybody has an access to the tools that used to be exclusively in the hands of cartographic experts. In the world in which everybody can make a map, who needs cartography still? It is paradoxical, but the need for good cartographic creation is larger than ever (Goodchild 1999).

In the early phases of digital transition, the new technology has brought advance in the map production at lower prices. But along with the advance in transition, the production itself comes into question together with the organisation structures and arrangements included in them. According to Goodchild (1999), those who can get over the old practice and accept quickly new possibilities will survive in this world.

According to Rhind (1999), Ordnance Survey has reduced the numbers of employees in the last 20 years from 3500 to the half of it, and at the same time, the work force has ten times as many graduates as 20 years ago. In order to cope with the time, cartographers will have to widen their activities from classical map production to compilation, updating, control and usage of cartographic databases (Frančula 1999).

One cannot comprehend completely what is going on and what can happen in cartography without considering the interests and needs of the market economy and administration. It is not quite clear how these interests will be connected in the next few years – there are alternative scenarios, but it can vary significantly in various countries in reality. Money and politics are however deeply involved in making decisions, and these decisions influence the life of all people, including cartographers. Technology is not “a given fact” that changes the world in a predictable way: people start to change the world when they have

metodama ili s WWW adresom organizacije. Ta bi adresa trebala omogućiti pristup dodatnim podacima i znanju, koje bi moglo biti komercijalno dostupno. Takva ili slična ideja može biti provedena i na međunarodnoj i na regionalnoj razini (Kraak, 1998).

Kartografija se mijenja: mijenja se od ponudom vođene do zahtjevom vođene kartografije. Sve više ljudi uključivat će se u izradu karata. Više karata bit će izrađeno, mnoge od njih samo za jednu svrhu. Karte se mijenjaju – od krajnjeg proizvoda koji daje prostorne informacije do privremenog proizvoda koji olakšava vizualno razmišljanje. Karte će biti osnovna sredstva u interaktivnom, stvarno vremenskom i dinamičkom okolišu, koji se upotrebljavaju za istraživanje prostornih baza podataka što su međusobno povezane putem WWW-a.

Izazov za kartografe je stvaranje ili poboljšavanje kartografskih alata koji će omogućiti istraživanje. Oni će dovesti kartu u njezinu prirodnu ulogu kao sredstvo pristupa državnoj infrastrukturi prostornih podataka. Kartografi stručnjaci posjeduju znanja o interakciji i ispravnoj upotrebi mjerila i rezolucije pri stvaranju vizualizacije. Kartografi stručnjaci izvježbani su za apstrahiranje složenosti stvarnog svijeta, modeliranje objekata i odnosa među njima. Te će vještine biti prijeko potrebne za buduću učinkovitu uporabu digitalnih prostornih podataka.

7. ZAKLJUČAK

Ono što je počelo kao korisno pomagalo, za tradicionalnog se kartografa preobrati u monstruma, jer gotovo svatko ima pristup alatima koji su nekada bili isključivo u rukama kartografa stručnjaka. U svijetu u kojem svatko može izraditi kartu, tko još treba kartografiju? Paradoksalno je, ali potreba za dobrim kartografskim oblikovanjem sada je veća nego ikada prije (Goodchild, 1999).

U ranim fazama digitalne tranzicije nova je tehnologija donijela napredak u brzini izrade karata uz nižu cijenu. No s napretkom tranzicije sama izrada dolazi u pitanje, zajedno s organizacijskim strukturama i aranžmanima uključenima oko njih. Prema Goodchildu (1999), preživjet će u tom svijetu oni koji mogu nadvladati staru praksu i brzo prihvatiti nove mogućnosti.

Prema Rhindu (1999), Ordnance Survey je u posljednjih 20 godina smanjio broj zaposlenih od 3500 na polovicu, a istodobno se broj diplomiranih povećao deset puta. Kako bi išli ukorak s vremenom, kartografi će morati svoje aktivnosti proširiti od klasične izrade karata na sastavljanje, osuvremenjivanje, kontrolu i upotrebu kartografskih baza podataka (Frančula 1999).

Ne može se u potpunosti shvatiti što se događa i što se

može dogoditi u kartografiji bez razmatranja interesa i potreba tržišnoga gospodarstva i uprave. Nije sasvim jasno kako će se ti interesi ispoljiti u sljedećih nekoliko godina – izvodivi alternativni scenariji postoje, a stvarnost se može značajno razlikovati u različitim zemljama. No, novac i politika uronjeni su u donošenje odluka, a te odluke utječu na život svih ljudi, uključujući i kartografe. Tehnologija nije “zadanost” koja mijenja svijet na predviđeni način: ljudi počinju mijenjati svijet onda kada imaju nužne poticaje, vještine i tehnologiju. To je istina kako u kartografiji, tako i inače (Rhind, 1999).

Literatura:

- Bollmann, J. (1996): Kartographische Modellierung – Integrierte Herstellung und Nutzung von Kartensystemen. U: Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96, Kartographische Publikationsreihe 14, Schweizerische Gesellschaft für Kartographie, 35-55.
- DiBiase, D., MacEachren, A. M., Krygier, J. B., Reeves, C. (1992): Animation and the Role of Map Design in Scientific Visualization. *Cartography and Geographic Information Systems*, 4, 201-214, 265-266.
- Frančula, N. (1999): Digitalna kartografija. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Frančula, N., Lapaine, M. (1999): Budućnost geodezije, Hrvatska akademija tehničkih znanosti, Zagreb.
- Frangeš, S. (1998): Grafika karte u digitalnoj kartografiji. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Goodchild, M. F. (1999): Cartographic Futures on a Digital Earth, 19th International Cartographic Conference, Ottawa, Proceedings (Ed. C. Peter Keller), University of Victoria, Canada, Vol. 1, 5-13.
- Guptill, S. C., Morrison, J. L. (urednici, 1995): Elements of Spatial Data Quality. ICA Commission on Spatial Data Quality. Tutić, D., Lapaine, M. (prijevod na hrvatski, 2001): Elementi kvalitete prostornih podataka. Državna geodetska uprava, Zagreb.
- ICEC (Edited by International Cartographic Exhibition Committee, 1999): ICA 1999, International Cartographic Exhibition Catalogue, Ottawa, Canada.
- Knezović, Z. (1993): Relativitet grafičke PC produkcije. *BUG*, 7, 26-33.
- Kraak, M.-J. (1998): Exploratory cartography – maps as tools for discovery, *ITC Journal*, 1, 46-54.
- Kraak, M. J., Ormeling, F. J. (1996): *Cartography - Visualization of spatial data*. Addison Wesley Longman Limited, London.
- Kresse, W. (1994): *Plazierung von Schrift in karten*. Dissertation, Schriftenreihe des Instituts für Kartographie und Topographie, Bonn, 23.
- Lovrić, S. (1995): GIS i digitalna kartografija. *INFOTREND*, 36, 63-66.
- MacEachren, A. M., Ganter, J. H. (1990): A pattern

necessary encouragements, skills and technology. It is the truth in cartography, as well as elsewhere (Rhind 1999).

References

- Bollmann, J. (1996): Kartographische Modellierung – Integrierte Herstellung und Nutzung von Kartensystemen. In: Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96, Kartographische Publikationsreihe 14, Schweizerische Gesellschaft für Kartographie, 35-55.
- DiBiase, D., MacEachren, A. M., Krygier, J. B., Reeves, C. (1992): Animation and the Role of Map Design in Scientific Visualization. *Cartography and Geographic Information Systems*, 4, 201-214, 265-266.
- Frančula, N. (1999): Digital Cartography (Digitalna kartografija). University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Zagreb.
- Frančula, N., Lapaine, M. (1999): Future of Geodesy (Budućnost geodezije), Croatian Academy of Engineering, Zagreb.
- Frangeš, S. (1998): Map Graphics in Digital Cartography (Grafika karte u digitalnoj kartografiji), Doctoral thesis, University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Zagreb.
- Goodchild, M. F. (1999): Cartographic Futures on a Digital Earth, 19th International Cartographic Conference, Ottawa, Proceedings (Ed. C. Peter Keller), University of Victoria, Canada, Vol. 1, 5-13.
- Guptill, S. C., Morrison, J. L. (editors, 1995): Elements of Spatial Data Quality. ICA Commission on Spatial Data Quality. Elsevier Science Ltd.
- ICEC (Edited by International Cartographic Exhibition Committee, 1999): ICA 1999, International Cartographic Exhibition Catalogue, Ottawa, Canada.
- Knezović, Z. (1993): Relativity of Graphic PC Production (Relativitet grafičke PC produkcije). *BUG*, 7, 26-33.
- Kraak, M.-J. (1998): Exploratory cartography – maps as tools for discovery, *ITC Journal*, 1, 46-54.
- Kraak, M. J., Ormeling, F. J. (1996): Cartography – Visualization of spatial data. Addison Wesley Longman Limited, London.
- Kresse, W. (1994): Plazierung von Schrift in Karten. Dissertation, Schriftenreihe des Instituts für Kartographie und Topographie, Bonn, 23.
- Lovrić, S. (1995): GIS and Digital Cartography (GIS i digitalna kartografija). *INFOTREND*, 36, 63-66.
- MacEachren, A. M., Ganter, J. H. (1990): A pattern identification approach to cartographic visualization. *Cartography and Geographic Information Systems*, 2, 64-81.
- MacEachren, A. M., Monmonier, M. (1992): Introduction. *Cartography and Geographic Information Systems*, 4, 197-200.
- Moellering, H. (1980): Strategies of Real-Time Cartography. *Cartographic Journal*, 1, 12-15.
- Moellering, H. (ed., 1991): Spatial Database Transfer Standards: Current International Status, Elsevier Applied Science, London, New York.
- Moellering, H. (1999): The Field of Analytical Cartography: Scope, Contents and Prospects. 19th International Cartographic Conference, Ottawa, Proceedings (Ed. C. Peter Keller), University of Victoria, Canada, Vol. 2, 1827-1837.
- Rhind, D. (1993): Mapping for the new millennium. 16th International Cartographic Conference, Cologne, Proceedings 1, Bielefeld, 3-14.
- Rhind, D. (1999): Business, governments and technology: inter-linked causal factors of change in cartography, 19th International Cartographic Conference, Ottawa, Proceedings (Ed. C. Peter Keller), University of Victoria, Canada, Vol. 1, 29-35.
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., Guptill, S. C. (1995): Elements of Cartography. Sixth edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Slocum, T. A. (1994): Visualization Software Tools. In: MacEachren, A. M., Fraser Taylor, D. R. (eds.) Visualization in Modern Cartography. Pergamon, Greath Yarmouth, 91-96.
- Štefanović, P., Čolić, K., Fiedler, T. (1999): GIS, GPS, and Aerial Photogrammetry – Purposeful Connection and Effectivity (GIS, GPS i aerofotogrametrija – svrsishodna povezanost i učinkovitost), 100 Years of Photogrammetry in Croatia, Proceedings, Croatian Academy of Sciences and Arts, Zagreb, 87-98.
- Taylor, D. R. F. (1994): Perspectives on Visualization and Modern Cartography. In: MacEachren, A. M., Fraser Taylor, D. R. (eds.) Visualization in Modern Cartography. Pergamon, Greath Yarmouth, 333-341.
- Timpf, S., Devogele, T. (1997): New Tools for Multiple Representations. Proceedings 18th ICA/ACI International Cartographic Conference, 3, Stockholm, 1381-1386.
- Van der Wel, F. J. M., Hootsmans, R. M., Ormeling, F. (1994): Visualization of Data Quality. In: MacEachren, A. M., Fraser Taylor, D. R. (eds.) Visualization in Modern Cartography. Pergamon, Greath Yarmouth, 313-331.
- Weber, W. (1990): Zum Entwicklungstand der rechnergestützten Kartographie. *Kartographisches Taschenbuch*, Kirschbaum Verlag, Bonn, 9-35.
- Wood, M. (1994): Visualization in Historical Context. In: MacEachren, A. M., Fraser Taylor, D. R. (eds.) Visualization in Modern Cartography. Pergamon, Greath Yarmouth, 13-26.
- Yufen, C., Xiangping, Y. (1997): The Role of Thinking in Images in Map Design. Proceedings 18th ICA/ACI International Cartographic Conference, 1, Stockholm, 203-207.

- identification approach to cartographic visualization. *Cartography and Geographic Information Systems*, 2, 64-81.
- MacEachren, A. M., Monmonier, M. (1992): Introduction. *Cartography and Geographic Information Systems*, 4, 197-200.
- Moellering, H. (1980): Strategies of Real-Time Cartography. *Cartographic Journal*, 1, 12-15.
- Moellering, H. (ed., 1991): *Spatial Database Transfer Standards: Current International Status*, Elsevier Applied Science, London, New York.
- Moellering, H. (1999): The Field of Analytical Cartography: Scope, Contents and Prospects. 19th International Cartographic Conference, Ottawa, Proceedings (Ed. C. Peter Keller), University of Victoria, Canada, Vol. 2, 1827-1837.
- Rhind, D. (1993): Mapping for the new millenium. 16th International Cartographic Conference, Cologne, Proceedings 1, Bielefeld, 3-14.
- Rhind, D. (1999): Bussines, governments and technology: inter-linked causal factors of change in cartography. 19th International Cartographic Conference, Ottawa, Proceedings (Ed. C. Peter Keller), University of Victoria, Canada, Vol. 1, 29-35.
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., Guptill, S. C. (1995): *Elements of Cartography*. Sixth edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Slocum, T. A. (1994): Visualization Software Tools. U: MacEachren, A. M., Fraser Taylor, D. R. (urednici): *Visualization in Modern Cartography*. Pergamon, Greath Yarmouth, 91-96.
- Štefanović, P., Čolić, K., Fiedler, T. (1999): GIS, GPS i aerofotogrametrija – svrsishodna povezanost i učinkovitost, Sto godina fotogrametrije u Hrvatskoj, Zbornik radova, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 87-98.
- Taylor, D. R. F. (1994): Perspectives on Visualization and Modern Cartography. U: MacEachren, A. M., Fraser Taylor, D. R. (urednici): *Visualization in Modern Cartography*. Pergamon, Greath Yarmouth, 333-341.
- Timpf, S., Devogele, T. (1997): New Tools for Multiple Representations. Proceedings 18th ICA/ACI International Cartographic Conference, 3, Stockholm, 1381-1386.
- Van der Wel, F. J. M., Hootsmans, R. M., Ormeling, F. (1994): Visualization of Data Quality. U: MacEachren, A. M., Fraser Taylor, D. R. (urednici) *Visualization in Modern Cartography*. Pergamon, Greath Yarmouth, 313-331.
- Weber, W. (1990): Zum Entwicklungstand der rechnergestützten Kartographie. *Kartographisches Taschenbuch*, Kirschbaum Verlag, Bonn, 9-35.
- Wood, M. (1994): Visualization in Historical Context. U: MacEachren, A. M., Fraser Taylor, D. R. (urednici) *Visualization in Modern Cartography*. Pergamon, Greath Yarmouth, 13-26.
- Yufen, C., Xiangping, Y. (1997): The Role of Thinking in Images in Map Design. Proceedings 18th ICA/ACI International Cartographic Conference, 1, Stockholm, 203-207.

