

UDK 528.9:681.3.016(091)
Pregledni članak

INOZEMNA ISKUSTVA U USPOSTAVLJANJU NACIONALNIH TOPOGRAFSKO-KARTOGRAFSKIH BAZA PODATAKA

Nedjeljko FRANČULA, Dinko KOVAČEVIĆ — Zagreb*

SAŽETAK. Opisana su iskustva Sjedinjenih Američkih Država, Velike Britanije, Njemačke, Francuske i Švedske u uspostavljanju nacionalnih topografsko-kartografskih baza podataka i u izradi standardnih formata za razmjenu prostornih podataka. Dan je kratak osvrt i na aktivnosti u izradi europskoga standardnog formata.

1. UVOD

Analizirajući zbivanja u posljednjim godinama i predviđajući razvoj do kraja stoljeća, Muller (1991.) ističe da je kompjutorska revolucija donijela novu dimenziju kartografiji, proširujući njenu djelatnost od izrade karata na raznovrsne analize i prostorno planiranje.

Pojavili su se novi kartografski proizvodi: datoteke, kartografski prikazi na ekranu monitora, elektronski atlasi, animirani prikazi koji kombiniraju realizam krajolika s apstrakcijom karte.

Te nove proizvode ne rade uvijek kartografi. To su češće specijalisti drugih struka, npr. kompjutorski stručnjaci. To je važan razvoj. Vrlo širok krug ljudi može pristupiti digitalnim podacima i izrađivati prostorne prikaze bez kontrole kartografa. Kartografi su izgubili monopol na širenje kartografskih informacija.

Taj trend dolazi do izražaja osobito kroz kartografske pakete za mikro-računala i stolno izdavaštvo. Samo je pitanje vremena kada će inteligentni softver osigurati vrlo kvalitetne prikaze bez neposrednog sudjelovanja kartografa.

Revolucija u tehnologiji prikupljanja podataka i izradi karata prouzročila je da mnoge discipline, tradicionalno bliske kartografiji, preispitaju svoje područje rada. To se u prvom redu odnosi na geodete, koji nakon uvođenja tehnologije GPS-a (Global Positioning System) osvajaju nova područja u zemljišnim informacijskim sustavima (ZIS) i kartografiji. Fotogrametri postaju sve aktivniji na području ZIS-a i GIS-a (geografski informacijski sustavi). Kartografi prave slične pomake prema GIS-u.

* Prof. dr. Nedjeljko Frančula, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb, Dinko Kovačević, dipl. inž., Zavod za fotogrametriju, Borongajska 71, Zagreb.

Kao što je već spomenuto, korisnici su danas u stanju mimoći klasične kartografske proizvode i dobiti velike količine geografskih informacija izravno iz baze podataka. To će imati velike posljedice u našoj struci i njenoj budućnosti. Da bi kartografi išli »u korak« s vremenom, morat će pomaknuti svoje aktivnosti od čisto kartografskih na upravljanje, kontrolu i eksploataciju kartografskih baza podataka (Muller, 1991.).

Budući da je većina prethodno spomenutih promjena najuže povezana sa zemljišnim i geografskim informacijskim sustavima, nužno je ukratko definirati takve sustave. To su informacijski sustavi u kojima su svi podaci prostorno određeni koordinatama u nekom geodetskom koordinatnom sustavu, tj. geokodirani. Sastoje se od hardvera, softvera, podataka i stručnjaka, a služe za skupljanje, pohranjivanje, analize i prikaz prostornih podataka. ZIS se temelji na kartama najkrupnijih mjerila s prikazom zemljišnih čestica (parcela), a GIS pretežno na topografskim kartama mjerila 1:25 000 i sitnijim.

Najbolje je rješenje da se takvi sustavi izrađuju na osnovi *nacionalnih topografsko-kartografskih baza podataka*.

Namjera nam je stoga da, koristeći se najnovijom literaturom, u nastavku opišemo ono što je nekoliko najrazvijenijih i najbogatijih zemalja svijeta uradilo na stvaranju nacionalnih topografsko-kartografskih baza podataka.

2. KRATAK POVIJESNI PREGLED

Prvi počeci geografskih informacijskih sustava pojavljuju se usporedno u raznim dijelovima svijeta. Jedan je od prvih pravih GIS-ova, i sigurno prvi koji je nazvan tim imenom, *Canadian Geographic Information System (CGIS)*. Njegov je začetnik R. Tomlison. Prvi počeci datiraju iz 1960. kada je Tomlison predlagao kompjutorski podržane metode u analizi velikog broja karata da bi se pronašle pogodne lokacije za plantaže u istočnoj Africi. Nijedna od velikih kompjutorskih kompanija, pa ni IBM, nije bila zainteresirana za njegov prijedlog.

Druge se mogućnost ukazala 1966. kad je kanadsko Ministarstvo poljodjelstva planiralo inventarizaciju zemljišta čitave Kanade u svrhu poljodjelskog oživljavanja malih farmi. Tomlison je ponovno izrazio svoje uvjerenje da bi se kompjutorski podržanim metodama to moglo obaviti brže i jeftinije.

Prijedlog je prihvaćen i u razvoj toga GIS-a bio je uključen velik broj stručnjaka iz Ministarstva poljodjelstva i IBM-a. Istraživanja su rezultirala s nekoliko otkrića važnih za dalji razvoj GIS-a. To su izum valjkastog skanera za brzu digitalizaciju karata i topološko kodiranje granica u kojemu je prvi put primijenjen koncept čvorova i lukova. Tijekom godina sustav je reorganiziran i pojednostavnjen, a potpuno operativan postao je 1971. Danas sadrži u digitalnom obliku oko 10 000 karata s više od 100 različitih tema.

U *Sjedinjenim Američkim Državama* Zavod za statistiku (Bureau of the Census) započeo je s obradom prostornih podataka 1967. godine. Tada započeta studija dovela je do standarda za kodiranje prostornih podataka za potrebe popisa stanovništva poznatog pod nazivom Dual Independent Map Encoding (DIME). Da bi stvorili digitalnu osnovu za popis stanovništva 1990., udružili su se s United States Geological Survey (USGS), ustanovom u čijoj je nadležnosti izrada topografskih karata. Baza koja je nastala na osnovi topo-

grafskih karata mjerila 1:24 000 postala je osnova i za mnoge druge aktivnosti na području GIS-a u SAD.

Kompjutorski podržana obrada kartografskih podataka u *Velikoj Britaniji* najviše je povezana s Experimental Cartography Unit (ECU) na Royal College of Art u Londonu. ECU je 1967/68. usmjerila svoju aktivnost na izradu kompjutorski podržanih visokokvalitetnih karata. Od 1973. sve se više orijentira na problematiku GIS-a.

Djelatnost ECU bitno je utjecala i da Ordnance Survey (OS) (nacionalna geodetska ustanova) započne istraživanja u kompjutorski podržanoj izradi karata. OS počinje 1973. sa sustavnom digitalizacijom planova i karata najkrupnijih mjerila i taj će posao završiti do 2000. godine. Raspolagat će tada s više od 230 000 listova karata u digitalnom obliku, što nema ni jedna druga zemlja na svijetu. Te karte, pretvorene u digitalni oblik po određenom standardu, redovito osuvremenjivane, čine iznimno vrijednu prostornu osnovu za čitav niz drugih podataka (Coppock, Rhind, 1991.).

Na području današnje *Njemačke* sustavna istraživanja kompjutorski podržanih metoda u izradi topografskih karata započela su 1973. godine. Tada je Radna zajednica geodetskih uprava (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen — AdV) Savezne Republike Njemačke sastavila komisiju, koja je trebala razmotriti mogućnost prilagodbe kartografskoga ključa kompjutorski podržanim metodama. Prve prijedloge komisija je podnijela 1978., a konačan prijedlog grafičkog oblikovanja tako izrađenih topografskih karata tek u svibnju 1985.

Na plenumu Radne zajednice, u listopadu iste godine, zaključeno je da treba najhitnije početi s pretvaranjem topografskih karata u digitalni oblik na čitavom području države. Imenovane su dvije komisije za izradu koncepta, koje su na 79. savjetovanju Radne zajednice, u listopadu 1986., podnijele završno izvješće. Predložile su uspostavljanje »Službenoga topografsko-kartografskog informacijskog sustava« (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem — ATKIS).

Istodobno je imenovana nova radna grupa sa zadaćom da izradi kompletan projekt ATKIS-a. Potanko razrađen projekt, opsega oko 1000 stranica, završen je prema planu do 1990. godine. Time je stvorena pouzdana osnova za stvaranje nacionalne topografsko-kartografske baze podataka.

3. NACIONALNE TOPOGRAFSKO-KARTOGRAFSKE BAZE PODATAKA U POJEDINIM DRŽAVAMA

3.1. *Sjedinjene Američke Države*

3.1.1. *Nacionalne baze podataka*

Savezni zavod za statistiku SAD pokušao je, stvaranjem baze podataka pod nazivom TIGER (Topologically Integrated Geographical Encoding and Reference System), poboljšati kartografsku kvalitetu i proširiti prostiranje baze podataka GBF/DIME (Geographic Base File). GBF je bila jedna od prvih topološki strukturiranih baza prostornih podataka i sadržavala je prikaz cestovne mreže jezgre metropolitanskog područja. Taj vektorski prikaz stvoren je radi geokodiranja adresa a kao podrška popisu stanovništva. Nije bilo predviđeno da ta baza zadovolji i kartografske potrebe Zavoda za sta-

tistiku. Iako je GBF pokrivaio oko 60% metropolitanskog područja, bilo je to samo 2% čitave površine SAD. Stoga je Zavod za statistiku 1983. sklopio ugovor s Nacionalnim kartografskim odjelom (National Mapping Division) iz USGS o nacionalnom programu digitalizacije topografskih karata (Cowen, Jensen, Halls, 1991.).

Izvorna karta bila je karta mjerila 1 : 24 000 s više od 57 000 listova. Izdavački originali te karte spajani su i smanjeni u mjerilo 1 : 100 000, zatim skanirani i vektorizirani. U bazu podataka pohranjene su geografske koordinate. Točnost podataka je unutar 30 m.

Skansirana su četiri izdavačka originala: ceste, željeznice, vode i različiti linijski objekti. Posao je za čitavo područje SAD završen 1987. i javnosti su stavljeni na raspolaganje slojevi prometnice i vode (hidrografija). Ta baza podataka poznata pod nazivom Digital Line Graph (DLG) najpodrobnija je baza ikad stvorena za čitavo područje jedne države. USGS je započeo i s digitalizacijom karte mjerila 1 : 24 000. Digitalizirano je do sada 25% područja (Teng, 1991.).

U SAD postoje danas i tri digitalna modela reljefa (DMR) na osnovi pravilnog rastera.

Prvi DMR distribuirala USGS u 7.5' × 7.5' blokovima koji odgovaraju karti mjerila 1 : 24 000. Taj model rezolucije 30 m postoji za nešto više od polovice SAD.

Drugi DMR izradila je Defense Mapping Agency (DMA) i distribuirala ga u blokovima 1° × 1°, rezolucije 3" (oko 90 m). Pokriva čitavo područje SAD i dijelove susjednih država — Kanade i Meksika.

Nedavno su izrađeni prvi blokovi DMR od 30' × 30', rezolucije 2" (oko 60 m). Dobiven je ručnim profiliranjem iz fotogrametrijskih stereomodela i digitalizacijom izohipsa s karte mjerila 1 : 100 000 (Acredo, 1991.).

3.1.2. Izrada standardnog formata

Nacionalni ured za standarde SAD (U. S. National Institute of Standards and Technology — NIST) potpisao je 1980. ugovor o suradnji s U. S. Geological Survey. Time je USGS preuzeo vodeću ulogu u razvoju, definiciji i održavanju podataka geoznanstvenih disciplina i izradi standarda za upotrebu od vladinih agencija.

Rad na izradi standarda započeo je 1982. utemeljenjem nacionalnoga komiteta sastavljenog od članova privatne industrije, vlade i akademskih institucija. Nacionalni komitet je utemeljen pod pokroviteljstvom Američkoga kongresa za geodeziju i kartografiju (ACSM) i podržan sredstvima USGS. Njime rukovodi prof. Harold Moellering. Komitet je izradio devet izvješća. Osmo izvješće, objavljeno 1986., bilo je zbirni pregled dotadašnje aktivnosti. Predloženi standard objavljen je 1987. u siječanjskom broju časopisa »The American Cartographer«.

Standard je testiran u dvije faze, između siječnja 1988. i travnja 1989. U drugoj fazi testiranja sudjelovalo je više od 60 pojedinaca i više od 20 privatnih tvrtki, vladinih agencija i sveučilišta. Promijenjeno je ime standarda od »Digital Cartographic Data Standard« u »Spatial Data Transfer Standard« (SDTS, Standard za razmjenu prostornih podataka). Tijekom 1990. stiglo je više od 150 primjedaba recenzenata. Utvrđeno je da korisnici imaju teškoća

s primjenom vrlo složenog standarda. USGS je uvidio da se mora uložiti znatan napor da se razvije softversko sučelje (interface) i dokumentacija i da tako podrobna struktura standarda postane očigledna za korisnike.

Bilo je predviđeno da standard uđe u Federal Register u veljači 1991. (McDermott, 1991.).

3.1.3. Izrada topografskih karata

USGS istražuje i razvoj automatskih metoda za izradu standardnih topografskih karata koristeći dostupan hardver i softver. Cilj je — iz arhiviranih podataka DLG izraditi kartu mjerila 1 : 24 000 potpuno automatski, tj. sa što manje interaktivnog rada. Glavni problem je da se iz atributa, npr. »usko-trračna željeznička pruga«, izrade odgovarajući znakovi.

To je prvi pokušaj da se iz DLG podataka automatski, uz najmanje interaktivnog uređivanja, dobiju karte u bojama sa svim kartografskim znakovima koji odgovaraju uobičajenim standardima (Dixon, Keeler, Mathieux, 1991.).

3.2. Velika Britanija

Ordnance Survey (OS) osnovan 1791. danas je civilna vladina ustanova s 1800 zaposlenih u Southamptonu i oko 700 na terenu diljem Velike Britanije, koji rade na obnovi oko 230 000 listova karata različitih mjerila. U posljednjih dvadeset godina radi se na digitalizaciji karata (McMaster, 1991.).

3.2.1. Nacionalne baze podataka

Digitalizacija karata, s kojom je OS započeo 1971. godine, trebala je omogućiti kompjutorski podržanu izradu karata. Potrebe ostalih korisnika nisu se u početku uvažavale.

Studija izvodljivosti, kojom je trebalo ispitati različite potrebe ostalih korisnika karata krupnih mjerila OS, urađena je 1974. Studija je ukazala na dva moguća pristupa da se dobiju podaci koji bi zadovoljili potrebe korisnika izvan OS. Potrebno je ili razraditi složenije metode digitalizacije ili, uz postojeću jednostavnu metodu, naknadno softverski prestrukturirati podatke. Prihvaćeno je drugo rješenje.

Analizirajući dugoročni program kompjutorski podržanih metoda u izradi karata, zaključeno je 1978. da OS nastavi s tim programom, iako su kompjutorski podržane metode još uvijek bile skuplje od konvencionalnih.

Godine 1983. zaključeno je da treba ubrzati proces digitalizacije. Pritisak na OS da ubrza proces digitalizacije bio je sve veći, pa je 1987. došlo do pregovora između OS i vodoprivrede, elektroprivrede, poštanske službe i opskrbljivača plinom. Pregovori su završili sporazumom da te institucije preuzmu digitalizaciju, prema ugovorenom standardu, za područja koja još nisu digitalizirana. Na taj način omogućeno je da OS uključi i te podatke u nacionalnu topografsku bazu podataka (Sowton, 1991.).

U tablici 1. su podaci o mjerilima karata koje izrađuje OS, ukupni broj listova (Sowton, 1991.; Ordnance Survey, 1991.).

Karte mjerila 1 : 1250 izrađuju se za gradska područja, a mjerila 1 : 2500 za važnija poljodjelska područja. Čitavo područje Velike Britanije pokriva karta mjerila 1 : 10 000. Izrađuje se iz karata krupnijih mjerila, a na područ-

Tablica 1. Podaci o kartama koje izrađuje Ordnance Survey
(stanje: 1. 4. 1991.)

Mjerilo	Ukupno listova	Digitalizirani listovi	
		broj	%
1: 1 250	57 395	56 640	98,7
1: 2 500	163 366	49 108	30,1
1: 10 000	10 160	87	0,9
1: 25 000	1 374	0	0
1: 50 000	204	1	0,5
1:250 000	9	9	100
1:625 000	2	2	100
Ukupno	232 510	105 847	45,5

jima gdje te karte ne postoje dobiva se neposrednom izmjerom (Chesterfield, 1991.).

Danas se u godini digitalizira oko 20 000 listova, pa će digitalizacija svih listova biti završena za približno šest godina (Jackson, Woodsford, 1991.).

3.2.2. Izrada standardnog formata

Istodobno s prvim počecima digitalizacije 1971. godine OS je uveo jednostavan format (DMC) za razmjenu prostornih podataka, koji se uvelike primjenjuje u Velikoj Britaniji. Format je dograđen 1984. i preimenovan u Ordnance Survey Transfer Format (OSTF). Da bi se format poboljšao, ustanovljena je 1985. nova organizacija s upravljačkim komitetom i radnim grupama. Već 1986. predložen je privremeni National Transfer Format (NTF), čija je konačna verzija objavljena 1987., a znatno prerađena verzija 1989.

Iako izvorno oblikovan u OS, daljnji razvoj NTF-a prenijet je 1989. na novostvorenu Association for Geographic Information.

Danas ima više od 100 registriranih korisnika NTF-a, a on je i osnovica predloženog standarda GDF (Geographic Data Files) za karte cesta u automobilskim informacijskim sustavima.

Od travnja 1993. OS će za razmjenu svojih podataka, umjesto OSTF-a, isključivo upotrebljavati NTF (Evangelatos, 1991; Sowton, 1991; Buchanan, 1992.).

Treba spomenuti da su karte krupnih mjerila, koje izrađuje OS, dostupne danas i u DXF formatu za korisnike AutoCAD-a i DXF-kompatibilnih sustava (Fellington, 1991.).

3.3. Njemačka

3.3.1. Nacionalne baze podataka

Nacionalne topografsko-kartografske baze podataka u procesu su izrade. Prema projektu, ATKIS se sastoji od digitalnih modela zemljišta (DMZ) i digitalnih kartografskih modela (DKM).

Digitalni modeli zemljišta su primarni modeli, a razlikuju se prema broju objekata i stupnju točnosti. Položaj i oblik objekata definiran je u dvodimenzionalnom koordinatnom sustavu te opisan imenom, različitim atributima i topološkim relacijama. To je tzv. digitalni model situacije (DMS). Reljef Zemljine površine definiran je digitalnim modelom reljefa (DMR) u trodimenzionalnom koordinatnom sustavu.

Da bi se utemeljio DMZ, treba izvornik (zemljište) razložiti u topografske objekte i pritom izraditi katalog objekata (KO) sa svim potrebnim atributima. U izradi KO treba se pridržavati ovih načela:

- Topografski objekti se sastoje od jednog ili više dijelova; npr. cesta od A do B s dva raskrižja s drugim cestama dijeli se u tri dijela.
- Dio objekta definiran je geometrijom, atributima i topološkim relacijama. Kada se unutar nekog objekta mijenjaju atributi ili topološke relacije, počinje novi dio objekta.
- Topografski objekti iste vrsti definiraju se kao objektna vrst; npr. sve ceste prvog reda.
- Skupina objekata je sljedeća viša razina i ujedinjuje više vrsti objekata; npr. sve vrsti cesta.
- Objektna cjelina je najviša razina i ujedinjuje nekoliko skupina objekata; npr. prometnice čine sve ceste i željezničke pruge.
- Atributi opisuju kvantitativne i kvalitativne značajke objekata ili dijelova objekata; npr. širina ceste i njena prometna važnost.

Iz opisanih načela proizlazi da ćemo, ako sve topografske objekte s njihovim atributima i topološkim relacijama pohranimo u relacijsku bazu podataka, dobiti topografsko-kartografski informacijski sustav (Weichel, 1992.).

Digitalni kartografski modeli sekundarni su modeli i izvode se iz DMZ pridruživanjem odgovarajućih kartografskih znakova topografskim objektima. U tu svrhu potrebno je izraditi katalog kartografskih znakova.

ATKIS su do sada prihvatili Baden-Württemberg, Berlin, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz i Schleswig-Holstein. Bayern i Saarland imaju vlastite, nešto modificirane sustave, a nove savezne države (istočna Njemačka) još su u fazi prilagodbe novim uvjetima.

Budući da je ATKIS dugoročan projekt, vrlo je važno odrediti prioritete. Teoretski se zemljište može prikazati jednim digitalnim modelom zemljišta (DMZ). Zbog mnogih razloga to nije preporučljivo, pa ATKIS predviđa tri DMZ. Oni moraju odgovarati topografskim kartama krupnih, srednjih i sitnih mjerila. Nose oznake 25, 200 i 1000 da bi se pokazalo da sadržaj pojedinog modela približno odgovara topografskoj karti 1 : 25 000 (TK 25), preglednoj topografskoj karti 1 : 200 000 (PTK 200) i međunarodnoj karti svijeta 1 : 1 000 000.

U realizaciji ATKIS-a DMZ 25 ima najviši prioritet. Položajna točnost tog modela za važnije linijske objekte, čvorove i izabrane točke treba biti ± 3 m, a za ostale objekte najmanje kao TK 50. Zahtijeva se da visinska točnost bude najmanje kao na TK 25.

Zbog relativno visoke položajne točnosti od ± 3 m za važnije objekte, osnovni izvornik pri izradi DMZ bit će njemačka osnovna (državna) karta 1 : 5000. Na taj način DMZ 25 zadovoljit će gotovo sve korisnike, i civilne i vojne, osim onih kojima je nužan prikaz zemljišnih čestica (parcela).

Ni izrada DMZ 25 neće biti kratkoročna niti je moguća u jednom koraku. Prvim stupnjem tog modela (DMZ 25/1) koji će se realizirati u razdoblju od 1991. do 1995. bit će obuhvaćeno oko 65 različitih objekata od više od 300 koliko ih sadrži karta mjerila 1 : 5000 (Kophstahl, 1991.).

DMZ 200 i DMZ 1000 izrađuje Institut za primijenjnu geodeziju iz Frankta (Institut für Angewandte Geodäsie — IFAG). Predviđeno je da u slijedećem koraku ATKIS postane dio MEGRIN-a (Multipurpose European Ground-Related Information Network). Prevedeno na hrvatski MEGRIN je višekorisnička europska zemljišno orijentirana informacijska mreža.

3.3.2. Izrada standardnog formata

Format za razmjenu podataka projekta ATKIS mora omogućavati ove zadatke:

- preuzimanje digitalnih podataka u ATKIS-ovu bazu podataka,
- promjene primarno prikupljenih podataka, te
- izdavanje digitalnih podataka iz baze podataka.

Da bi mogao ispuniti te zadatke, format mora sadržavati ove funkcije:

- uspostavljanje ATKIS-ove baze podataka (prvo unošenje podataka),
- održavanje baze podataka,
- traženje podataka u bazi podataka,
- izdavanje podataka iz baze podataka,
- osuvremenjivanje dokaza o promjenama,
- predaju protokola za obradu, te
- organizaciju i upravljanje naloga.

Radna grupa ATKIS razmotrila je više različitih postojećih formata i ispitala njihovu prikladnost za projekt ATKIS. Jedan od važnih kriterija za prihvatanje formata bila je njegova neutralnost u odnosu na programske pakete i proizvođače, jednostavnost primjene i mogućnost da što većem broju korisnika omogući pristup do podataka i njihovu razmjenu. Važno je bilo da format ne služi samo za komunikaciju s ATKIS-om, već da je prikladan i za razmjenu ostalih podataka. Na prijedlog radne grupe AdV je 1986. usvojila za ATKIS format poznat pod nazivom Einheitliche Datenbankschnittstelle (EDBS). Taj je format preuzet iz projekta automatizirane katastarske karte (Automatisierte Liegenschaftskarte — ALK). Format je u to doba bio dovršen, a u mnogim dijelovima Njemačke već je bio upotrebljavan kao sučelje za razmjenu podataka između različitih programskih sustava i napose za prijenos podataka do mnogih korisnika (AdV, 1989).

Razmatra se i mogućnost da se, u sklopu međunarodne standardizacije, u EDBS integrira i neki drugi format, npr. europski format za razmjenu podataka (vidi 4).

3.4. Francuska

3.4.1. Nacionalne baze podataka

Za izradu topografskih karata mjerila 1 : 25 000 i sitnijih mjerila ovlašten je u Francuskoj Institut Géographique National (IGN). U početku osamdesetih godina odlučeno je u IGN-u da se osuvremeni proces izradbe karata i s

tim u vezi priđe izradi nacionalnih baza podataka. Četiri glavna digitalna proizvoda IGN-a jesu BD Alti, BD Carto, GéoRoute i BD Topo.

BD Alti je digitalni model reljefa izrađen na osnovi digitalizacije izohipsa s topografske karte mjerila 1 : 25 000 i stereofotogrametrijskim kartiranjem iz aeorosnimaka u mjerilu 1 : 60 000. Model pokriva čitavu Francusku, a ukupna količina podataka iznosi 1,4 GB.

Kartografska baza BD Carto izrađuje se u dvije faze. U prvoj se fazi skeniranjem, vektorizacijom i topološkim strukturiranjem podataka s karte mjerila 1 : 50 000 obuhvaćaju administrativne granice, prometna mreža i hidrografija. Taj dio posla trebao bi biti završen do kraja 1992. godine. Podaci o upotrebi zemljišta i zemljišnom pokrovu dobili bi se u drugoj fazi obradom SPOT snimaka i bili bi dostupni od 1994. godine. Predviđeno je da se u budućnosti topografske karte 1 : 100 000 izrađuju iz BD Carto.

GéoRoute treba poslužiti za izradu automobilskih informacijskih sustava. Sadrži digitalizirane ceste preuzete iz BD Carto i ulice unutar naselja sa svim prometnim ograničenjima (npr. jednosmjerne ulice). Veći dio digitalizacije je završen i GéoRoute će biti dostupan korisnicima pri kraju 1992.

Topografska baza podataka nazvana BD Topo izrađuje se pretežno digitalnom fotogrametrijskom obradom, koja bi trebala osigurati geometrijsku točnost od 1 m. U budućnosti topografske karte mjerila 1 : 25 000 i 1 : 50 000 izrađivale bi se na osnovi podataka iz BD Topo. Predviđa se da se ta baza podataka za čitavo područje Francuske izradi u idućih petnaest godina. (David, Billotey, 1992.).

3.4.2. Izrada standardnog formata

Radi koordinacije djelatnosti na području GIS-a, u Francuskoj je 1986. osnovano Francusko nacionalno geografsko informacijsko vijeće (CNIG). Vladinom odlukom u to je vijeće imenovano 29 članova iz lokalnih uprava, ministarstava, nacionalnih i lokalnih proizvođača geografskih informacija i znanstvenika.

U stvarnosti broj suradnika mnogo je veći, jer je, radi istraživanja različitih tema, pri kraju 1991. ustanovljeno dvanaest radnih grupa.

Glavna zadaća bila je suradnja na trima glavnim pitanjima:

- nacionalna i lokalna razina,
- proizvođači i korisnici, te
- javni i privatni sektor.

Jedna od zadaća CNIG-a je i uspostava standardnog formata za razmjenu digitalnih geodetskih podataka. Format je poznat pod nazivom Echange des Données Informatisées Géographiques (EDIGÉO). U tu svrhu CNIG je, u suradnji s Francuskom ustanovom za standardizaciju (AFNOR) i dvadesetak drugih organizacija, osnovao komisiju za standardizaciju. Komisija je proučila srodne standardne formate (britanski NTF i DIGEST grupe članica NATO-a). Utvrđeno je da je DIGEST (Digital Geographic Information Exchange Standard) najrazvijeniji model i najbliži francuskim zahtjevima. Izrađena je koncepcija standarda. To je, zapravo, verzija DIGEST-a prilagođena francuskim uvjetima i nomenklaturi topografskih objekata, koju je izradio CNIG (Denégre, 1992.).

3.5. Švedska

3.5.1. Nacionalne baze podataka

Švedska geodetska služba izradila je dva digitalna modela reljefa s pravilnim rasporedom točaka. Prvi DMR s razmakom točaka od 500 m izrađen je u sedamdesetim godinama. Visine su pohranjene na nositelje podataka po listovima topografske karte, tj. u blokovima 25×25 km. Za čitavu Švedsku dovršen je i drugi DMR, s razmakom točaka od 50 m, a visine su pohranjene na nositelje podataka u blokovima 5×5 km. Oba DMR izrađena su fotogrametrijskim metodama, a služe prvenstveno za izradu ortofotokarata i karata vidljivosti.

Osnovne topografske informacije za čitavu Švedsku dostupne su, također, u digitalnom obliku. Jedna od baza podataka, namijenjena izradi tematskih karata mjerila $1 : 1\,000\,000$ i sitnijih mjerila, sadrži administrativne granice, hidrografsku mrežu, orise gradova, javne ceste i željeznice.

Izrađuje se i podrobnija baza podataka s istim sadržajem, koja omogućuje kartografske prikaze u mjerilima od $1 : 200\,000$ do $1 : 500\,000$. Iako ta baza podataka još nije dovršena, pojedini elementi dostupni su za čitavu Švedsku.

Švedska geodetska služba izradila je i bazu podataka geografskih naziva na osnovi topografske karte mjerila $1 : 50\,000$. Baza sadrži oko 500 000 naziva s koordinatama i pripadnim atributima. Troškove izrade ravnomjerno su podmirili švedska geodetska služba, ministarstvo obrane i služba hitne pomoći i spasavanja (Ottoson, Rystedt, 1991.).

3.5.2. Izrada standardnog formata

U početku osamdesetih godina švedsko udruženje lokalne uprave potaknulo je izradu formata za razmjenu kartografskih podataka. Izrađen je format poznat pod oznakom KF85, koji je, međutim, suviše elementaran da zadovolji današnje zahtjeve.

Sve veća potreba za razmjenom geografskim podataka uvjetovala je početak nacionalnog projekta za standardizaciju (STANLI) na tom području. Već u travnju 1991. bilo je uključeno oko 100 organizacija, od kojih 17 sudjeluje u izradi projekta.

Od 1. rujna 1990. švedska institucija za standardizaciju (SIS) preuzela je odgovornost za standardizaciju na području GIS-a preko svojih pridruženih članica (SIS-SIG). Utemeljen je i specijalni sekretarijat.

Izrada projekta podijeljena je u četiri razine:

- SIS-SIG ima ukupnu odgovornost za izradu projekta,
- Upravljački komitet planira izradu projekta, brine za financiranje i vodi generalnu politiku,
- Tehnički komitet koordinira rad radnih grupa,
- radne grupe odgovorne su za izradu standarda unutar raznih područja.

U izradi projekta sudjeluje šezdesetak stručnjaka iz više od 40 organizacija. To su obrana, telekomunikacije, šumarstvo, planiranje, građevinarstvo, geologija, cestovna uprava, nacionalne kartografske organizacije, istraživački instituti. Projekt ima godišnji proračun od 450 000 do 500 000 engleskih funti (Cederholm, 1991.).

4. EUROPSKI STANDARDNI FORMAT ZA RAZMJENU PROSTORNIH PODATAKA

Standardizacija formata za razmjenu kartografskih podataka unutar pojedinih država, ali i između država, nužna je iz više razloga, od kojih ćemo navesti samo neke:

- kartografski podaci dolaze iz različitih izvora i imaju mnogo korisnika i jedino je standardizacijom moguće osigurati razmjenu podataka,
- stvaranje i održavanje baze podataka vrlo je skupo pa standardizacija doprinosi ekonomičnosti omogućujući razmjenu podataka,
- u protivnom bit će potrebno napisati neprihvatljivo mnogo programa za pretvaranje podataka između mnoštva različitih formata (Cederholm, 1991.).

Danas u Europi postoje na različitim razinama razvoja brojni nacionalni formati za razmjenu prostornih podataka. Samo u Velikoj Britaniji usvojen je naziv nacionalni format (National Transfer Format). U Francuskoj, Njemačkoj, Nizozemskoj, Danskoj i Finskoj to su interni standardi. Jedino su francuski EDIGEO, njemački ATKIS i britanski NTF prihvatile njihove nacionalne organizacije za standardizaciju.

Grupa zemalja članica NATO-a razvila je, prvenstveno za vojne potrebe, standard DIGEST. U posljednje doba taj je standard našao široku primjenu i u civilnoj upotrebi.

Od 1986. radna grupa V. europskoga komiteta za službenu kartografiju (Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle — CERCO) istražuje kako uvesti europski standard za razmjenu prostornih podataka (European Transfer Format — ETF). Pošlo se od pretpostavke da će se nacionalni standardi i dalje razvijati i da je potrebno izraditi središnje sučelje koje će omogućiti vezu s nacionalnim standardima. Iako je usvojen prijedlog da se britanski NTF prihvati kao privremeni ETF, nije do sada izrađeno sučelje ni prema jednom od nacionalnih standarda.

U Velikoj Britaniji poduzeto je nedavno istraživanje radi utvrđivanja kompatibilnosti između formata NTF, DIGEST i EDIGEO. U sklopu istraživanja identificirani su kriteriji bitni za ETF. Utvrđeno je da bi sva tri formata mogla poslužiti kao privremeni ETF, iako ni jedan ne zadovoljava sve kriterije (Sowton, 1992.).

5. PRODAJA PODATAKA

Komercijalni poslovi vezani uz GIS počeli su prije 20 do 25 godina, i to u prvih deset godina vrlo malo, da bi u posljednjih deset godina vrlo brzo rasli.

U posljednjih nekoliko godina eksplozivno je porastao broj tvrtki koje primjenjuju tehnologiju GIS-a na različitim područjima ljudske djelatnosti, od geodezije, katastra i digitalne obrade slika do urbanog i regionalnog planiranja, energije, iskorištavanja rudnog i mineralnog bogatstva, navigacije, šumarstva, ekologije, poljodjelstva, vojne obrane, vodnih bogatstava, prometa i mnogih drugih.

Mnoge ustanove i pojedinci nude konzultantske usluge vezane uz različita područja GIS-a, a organiziraju i mnoge usko specijalizirane tečajeve o GIS-u i njegovim primjenama.

Kao i ostala područja GIS-a, i komercijalni sektor izlazi iz »pionirske« faze i na početku je najvećeg rasta (Dangermond, 1991). Primjerice, u početku sedamdesetih godina bilo je u Velikoj Britaniji samo nekoliko potencijalnih korisnika podataka u digitalnom obliku. Deset godina kasnije prodavano je oko 1000 listova u godini. Prodaja naglo raste od 1985. pa je 1988/89. prodano u godini 22 000 listova karata u digitalnom obliku (Sowton, 1991.).

6. ZAKLJUČAK

Opisana inozemna iskustva korisno će poslužiti u stvaranju nacionalnih topografsko-kartografskih baza podataka u Republici Hrvatskoj. Dio ovog članka nastao je u sklopu Studije o ustrojstvu službenoga topografsko-kartografskog informacijskog sustava (STOKIS), što ju je izradila Radna grupa Zavoda za fotogrametriju iz Zagreba u suradnji s Geodetskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu. Naručitelj studije bila je Uprava za geodetske i katastarske poslove iz Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i stambeno-komunalne djelatnosti Republike Hrvatske.

Dio istraživanje inozemnih iskustava opisanih u ovom članku nastao je u sklopu istraživačkog projekta Kartografija i geoinformacijski sistemi što se od početka 1991. odvija na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a financira ga Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike Republike Hrvatske.

LITERATURA

- Acredo, W. (1991): First assesment of U. S. Geological survey 30-minute DEM's — a great improvement over existing 1-degree data, Technical papers, 1991 ACSM-ASPRS annual convention, Vol. 2, Cartography and GIS/LIS, Baltimore, 1–12.
- AdV (1989): Topographich-Kartographisches Informationssystem (ATKIS), Das Vorhaben der Landesvermessungsverwaltungen zum Aufbau Digitaler Landschaftsmodelle und Digitaler Kartographischer Modelle, Hannover.
- Buchanan, M. J. (1992): NTF — an introduction, Mapping awareness and GIS in Europe 1992, 5, 38–41.
- Cederholm, T. (1991): The Swedish approach to GIS standardisation, ICA 15th conference Mapping the nations, Proceedings, Vol. 2, Bournemouth, 585–594.
- Chesterfield, P. (1991): Current developments in derived digital mapping at Ordnance Survey, ICA 15th Conference Mapping the nations, Proceedings, Vol. 1, Bournemouth, 381–390.
- Coppock, J. T., Rhind, D. W. (1991): The history of GIS, D. J. Maguire, M. F. Goodchild, D. W. Rhind (eds.) Geographical information systems, Vol. 1 — Principles, Longman, Harlow, 21–43.
- Cowen, D. J., Jensen, J. R., Halls, J. (1991): Maintenance of TIGER files using remotely sensed data. Technical papers, 1991 ACSM-ASPRS annual convention, Vol. 4, GIS, Baltimore, 31–40.
- Dangermond, J. (1991): The commerical setting of GIS, D. J. Maguire, M. F. Goodchild, D. W. Rhind (eds.) Geographical information systems, Vol. 1 — Principles, Longman, Harlow, 55–65.
- David, B., Billotey, P. (1992): Geographical information production at IGN-France, Mapping awareness and GIS an Europe 1992, 4, 36–39.
- Denégre, J. (1992): The development of spatially-referenced data banks in France, Mapping awareness and GIS in Europe 1992, 4, 20–21.

- Denédre, J. (1992): The development of spatially-referenced data banks in France, *Mapping awareness and GIS in Europe 1992*, 4, 20—21.
- McDermott, M. H. (1991): The spatial data transfer standard, *Technical papers, 1991 ACSM—ASPRS annual convention*, Vol. 2, *Cartography and GIS/LIS*, Baltimore, 222—230.
- Dixon, D., Keeler, R., Mathieux, B. (1991): The generation of a prototype USGS 1:24 000-scale topographic maps from digital line data, *Technical papers, 1991 ACSM—ASPRS annual convention*, Vol. 2 *Cartography and GIS/LIS*, Baltimore, 94—103.
- Evangelatos, T. V. (1991): Digital geographical interchange standards, D. R. F. Taylor (ed.) *Geographic information systems, The microcomputes and modern cartography*, Pergamon Press, 151—166.
- Fellinghan, W. (1991): Draughtsmen and Data — bases: Ordnance Survey into the 1990s, *The Cartographic Journal* 1991, 1, 3—5.
- Jackson, M. J., Woodsford, P. A. (1991): GIS data capture, hardware and software, D. J. Maguire, M. F. Goodchild, D. W. Rhind (eds.) *Geographical information systems, Vol. 1 — Principles*, Longman, Harlow, 239—249.
- Kophstahl, E. (1991): ATKIS-Raumbezogene Basisinformation der Bundesrepublik Deutschland, *Realisierung und Anordnung in Niedersachsen, ZfV* 1991, 8/9, 353—360.
- McMaster, P. (1991): Ordnance Survey-Completing two centuries of national mapping and now facing the challenge of the 1990's ICA 15th conference *Mapping the nations, Proceedings*, Vol. 1, Bornemouth, 1—9.
- Muller, J. C. (1991): The cartographic agende of the 1990s: updates and prospects, *ITC Journal* 1991, 2, 55—62.
- Ordnance Survey (1991): *Ordnance Survey annual report 1990/1991*, Southampton.
- Ottoson, L., Rystedt, B. (1991): National GIS programmes in Sweden, D. J. Maguire, M. F. Goodchild, D. W. Rhind (eds.) *Geographical information systems, Vol. 2 — Application*, Longman, Harlow, 39—46.
- Sowton, M. (1991): Development of GIS-related activities at the Ordnance Survey, D. J. Maguire, M. F. Goodchild, D. W. Rhind (eds.) *Geographical information systems, Vol. 2 — Application*, Longman, Harlow, 23—38.
- Sowton, M. (1992): From national to normalised transfer format, *Mapping awareness and GIS in Europe 1992*, 4, 17—19.
- Teng, A. T. (1991): Building geographic data bases with input from federal digital data files, *Technical papers, 1991 ACSM—ASPRS annual convention*, vol. 4, *GIS*, Baltimore, 208—216.
- Weichel, B. C. (1992): Updating of small scale topographic maps with special considerations to a topographic cartographic information system, *Proceedings of the First international conference on surveying and mapping*, Vol. 2, Tehran, 181—189.

SOME EXPERIENCES FROM ABROAD IN ESTABLISHING NATIONAL TOPOGRAPHIC CARTOGRAPHIC DATABASES

The experiences of the United States of America, Great Britain, Germany, France and Sweden in making national topographic cartographic databases and standard formats for the exchange of spatial data are described. A short review for the activities in establishing standard European format has also been given.