

GEODETSKI
ZVEZA GEODETOV SLOVENIJE
VESTNIK

Letnik 38

2

1994

GEODETSKI VESTNIK

Glasilo Zveze geodetov Slovenije
Journal of Association of Surveyors, Slovenia

UDK 528=863
ISSN 0351 - 0271

Letnik 38, št. 2, str. 61-148, Ljubljana, julij 1994

Glavna, odgovorna in tehnična urednica: mag. Božena Lipej

Programski svet: predsedniki območnih geodetskih društev in predsednik Zveze geodetov Slovenije

Uredniški odbor: mag. Boris Bregant, mag. Božena Lipej, Gojmir Mlakar, prof.dr. Branko Rojc,
dr. Radoš Šumrada, Joc Triglav

UDK klasifikacija: mag. Boris Bregant

Prevod v angleščino: Lidija Vodopivec

Lektorica: Joža Lakovič

Izhaja: 4 številke letno

Naročnina: za organizacije in podjetja 10 000 SIT, za člane geodetskih društev 1 000 SIT.
Številka žiro računa Zveze geodetov Slovenije: 50100-678-45062.

Tisk: Povše, Ljubljana

Naklada: 1 200 izvodov

Izdajo Geodetskega vestnika sofinancira Ministrstvo za znanost in tehnologijo

Po mnenju Ministrstva za kulturo št. 415-211/92 mb z dne 2.3.1992 šteje Geodetski vestnik med proizvode,
za katere se plačuje 5% davka od prometa proizvodov.

Copyright © 1994 Geodetski vestnik, Zveza geodetov Slovenije

Letnik 38

2

1994

GEODETSKI VESTNIK

Glasilo Zveze geodetov Slovenije
Journal of Association of Surveyors, Slovenia

UDC 528=863
ISSN 0351 – 0271

Vol. 38, No. 2, pp. 61-148, Ljubljana, July 1994

Editor-in-Chief, Editor-in-Charge, and Technical Editor: Božena Lipej, M.Sc.

Programme Board: Chairmen of Territorial Surveying Societies and the President of the Association of Surveyors of Slovenia

Editorial Board: Boris Bregant, M.Sc., Božena Lipej, M.Sc., Gojmir Mlakar, Prof.Dr. Branko Rojc, Dr. Radoš Šumrada, Joc Triglav

UDC Classification: Boris Bregant, M.Sc.

Translation into English: Lidija Vodopivec

Lector: Joža Lakovič

Subscriptions and Editorial Address: Geodetski vestnik – Editorial Staff, Kristanova ul. 1, SI-61000 Ljubljana, Slovenia, Tel.: +386 61 31 23 15, Fax: +386 61 132 20 21. Published Quarterly. Annual Subscription 1994: SIT 10 000. Personal Subscription (Surveying Society Membership) 1994: SIT 1 000. Drawing Account of the Association of Surveyors of Slovenia: 50100-678-45062.

Printed by: Povše, Ljubljana, 1 200 copies

Geodetski vestnik is in part financed by the Ministry for Science and Technology

According to the Ministry of Culture letter No. 415-211/92mb dated March 2nd, 1992 the Geodetski vestnik is one of the products for which a 5% products sales tax is paid.

Copyright © 1994 Geodetski vestnik, Association of Surveyors Slovenia

Vol. 38

2

1994



22803

Inv. št.

VSEBINA CONTENTS

UVODNIK EDITORIAL

IZ ZNANOSTI IN STROKE FROM SCIENCE AND PROFESSION

Tomaž Ambrožič,	IZRAVNAVA GEODETSKIH MREŽ Z RAZCEPOM PO SINGULARNIH	
Goran Turk:	VREDNOSTIH	
	<i>SURVEYING NETS ADJUSTMENT BY SINGULAR VALUE</i>	
	<i>DECOMPOSITION</i>	67
Vasja Bric et al.:	TOWARDS 3D-GIS: EXPERIMENTING WITH A VECTOR DATA	
	STRUCTURE	
	<i>PROTI TRIDIMENZIONALNEMU GIS-U: EKSPERIMENTIRANJE S STRUKTURO</i>	
	<i>VEKTORSKIH PODATKOV</i>	74
Radoš Šumrada:	MODELI RAZVOJA PROSTORSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA	
	<i>MODELS OF DEVELOPMENT OF A SPATIAL INFORMATION SYSTEM</i>	84
Radoš Šumrada:	OBJEKTNO ORIENTIRANI MODEL PODATKOVNE BAZE GIS/LIS-A	
	<i>OBJECT-ORIENTED GIS/LIS DATABASE MODEL</i>	93
Radoš Šumrada:	OBJEKTNO USMERJENI STANDARDI ZA PODATKOVNE BAZE	
	GIS/LIS-A	
	<i>OBJECT-ORIENTED STANDARDS FOR GIS/LIS DATABASES</i>	103
Mojca Glinšek,	PERSPEKTIVE GEODETSKE DOKUMENTACIJE V INFORMACIJSKEM	
Jože Kos:	SISTEMU VARSTVA OKOLJA	
	<i>PROSPECTS OF SURVEYING DOCUMENTATION IN ENVIRONMENT</i>	
	<i>PROTECTION INFORMATION SYSTEM</i>	109
Aleš Breznikar:	REFRAKCIJSKI VPLIVI PRI NIVELMANU	
	<i>REFRACTION INFLUENCES WITH LEVELLING</i>	116

PREGLEDI NEWS REVIEW

Gregor Lobnik,	ŠOLANJE NA PODROČJU GEODEZIJE	
Samo Jaklič:	<i>SURVEYING SCOOING</i>	124
Joc Triglav:	O ZAJEMU DIGITALNIH PODATKOV	
	<i>ON DIGITAL DATA CAPTURE</i>	129
Adrijana Car:	GEOLIS III	
	<i>GEOLIS III</i>	134

OBVESTILA IN NOVICE NOTICES AND NEWS

Tomaž Banovec:	V ZDA SO DOVOLILI UPORABO SATELITSKIH SLIK IN FOTOGRAFIJ	
	VISOKE PODROBNOSTI	
	<i>SATELLITE PICTURES AND HIGH RESOLUTION PHOTOS USE</i>	
	<i>ALLOWED IN THE U.S.A.</i>	137
Božena Lipej:	POMEMBNEJŠI SIMPOZIJII IN KONFERENCE V LETU 1994.	
	<i>SYMPOSIA AND CONFERENCES OF IMPORTANCE IN 1994</i>	137

Božo Demšar:	V PREMISLEK <i>TO BE CONSIDERED</i>	139
Igor Karničnik:	EKSKURZIJA V ZDA IN KANADO <i>EXCURSION TO THE U.S.A. AND CANADA</i>	141
Božena Lipej:	ELBA '94 - 8. GEODETSKI PLANINSKI POHOD <i>8TH SURVEYING MOUNTAINEERING MARCH</i>	141
Zveza geodetov Slovenije:	OGLASI V GEODETSKEM VESTNIKU <i>ADVERTISEMENTS IN GEODETSKI VESTNIK</i>	147

UVODNIK

Spet smo med vami z zajetnim gradivom, ki bo morda dobrodošlo pri vašem širjenju geodetskega obzorja, če boste le imeli vsaj malo volje za resne reči tudi med dopustniškimi dnevi.

Kaj pomeni garanje v neznosni vročini, smo pred kratkim dodobra občutili predvsem pohodniki 8. Geodetskega planinskega pohoda v organizaciji Ljubljanskega geodetskega društva in Zveze geodetov Slovenije, ki smo osvajali in seveda tudi osvojili najvišji vrh italijanskega otoka Elbe. Kljub mukam in težavam kolegijalnosti, prijateljstva in dobre volje med udeleženci ni manjkalo niti na enem koraku. Če bi bil geodetski delovni vsakdan vsaj približno tako strpen in ubran kot je bila naša številna, naključno sestavljena skupina, bi lahko postorili še več kot nam uspe sicer v teh vedno malce „nemirnih“ časih.

Naslednje množično geodetsko snidenje bo v oktobru v Radencih na Geodetskem dnevu, če se ne bo slučajno, tik pred tem zgodila še otvoritev obeležja v počastitev začetkov zemljiškega katastra na Krimu v organizaciji in izvedbi Ljubljanskega geodetskega društva. V Radencih bo, glede na prijave referatov, ki jih je dvakrat več kot običajno, pestro strokovno predstavljanje številnih aktivnosti, ki so se odvijale v zadnjem obdobju, zahvaljujoč odprtosti redakcijskega odbora, ki ni zavrnil nobene prijave, čeprav jih je bilo kar nekaj, ki niso bile povezane z nosilno temo posveta o Geodeziji in prostoru.

Prijeten dopust vam želimo – z opravičilom vsem tistim, ki bodo še v prvi polovici avgusta hiteli s pripravo referata, da bi ga lahko oddali do predvidenega roka – ta uredniška politika je pa zares brezsrčna!

mag. Božena Lipej



COMPUTERS

Tel.: 061/715-212

Fax: 061/715-116

Tel.: 061/715-212

Fax: 061/715-116

Tel.: 061/715-212

Fax: 061/715-116

Tel.: 061/715-212

Fax: 061/715-116

Tel.: 061/715-212

Fax: 061/715-116

Tel.: 061/715-212

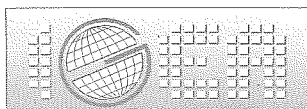
Fax: 061/715-116

Tel.: 061/715-212

Fax: 061/715-116

Tel.: 061/715-212

Fax: 061/715-116



RAZVOJ, SVETOVANJE IN STORITVE S PODROČJA
GEOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SISTEMOV

NOV PRISTOP UPOŠTEVAJOČ TRADICIJO IN IZKUŠNJE



VIG SIGIS

PROGRAMSKI PAKET VIG

- podpira standarde DZK
- vzdrževanje klasičnega in digitalnega ZK
- vzdrževanje ZK točk in geodetskih točk
- geodetska računanja
- vklop podatkov elaborata v original za področja grafičnega (papirčkova metoda) in numeričnega (koordinatni vklop) katastra
- lastna grafika, PC okolje, MS Windows
- ugodni pogoji nakupa

PP ZA OBDELAVO GEODETSKIH IZMERITVENIH PODATKOV

IGEA d.o.o., Koprška 94, 61000 Ljubljana, Slovenija
tel: (061) 268-148, 274-396, 263-396, 1231-321, int: 304
fax: (061) 267-867

IZRAVNAVA GEODETSKIH MREŽ Z RAZCEPOM PO SINGULARNIH VREDNOSTIH

Tomaž Ambrožič, mag. Goran Turk
FNT-Oddelek za montanistiko, FAGG-Oddelek za
gradbeništvo, Ljubljana
Prispelo za objavo: 1.6.1994

Izvleček

V članku sta prikazani dve metodi za reševanje sistemov enačb popravkov po metodi najmanjših kvadratov: klasična metoda z normalnimi enačbami in novejši razcep po singularnih vrednostih. Izračun neznank za razcep po singularnih vrednostih je izpeljan v celoti. Podane so prednosti in pomanjkljivosti obeh metod.

Ključne besede: geodetske mreže, izravnanje, normalne enačbe, razcep po singularnih vrednostih

Abstract

The least square problem may be solved by two different methods: by the traditional method of normal equations, or by a relatively new singular value decomposition method. The singular value decomposition method is described in detail. Advantages and shortcomings of both methods are discussed.

Keywords: adjustment, normal equations, singular value decomposition, surveying networks

UVOD

Ze v 18. stoletju so za optimalno rešitev enačb popravkov vpeljali metodo najmanjših kvadratov. Rešitev po metodi najmanjših kvadratov pa lahko izračunamo na različne načine:

- z normalnimi enačbami
- z ortogonalnimi razcepi
 - Householderjeva transformacija
 - QR razcep
 - razcep po singularnih vrednostih in drugi.

V nadaljevanju si bomo ogledali metodo z normalnimi enačbami in podrobno predstavili razcep po singularnih vrednostih.

METODA NAJMANJŠIH KVADRATOV

Pri izravnavi geodetskih mrež tvorimo sistem linearnih enačb popravkov (Feil 1989)

$$A\hat{x} = l \quad (1)$$

kjer je:

$A_{n \times u}$ - matrika koeficientov enačb popravkov

$\hat{x}_{u \times 1}$ - vektor neznank

$l_{n \times 1}$ - vektor opazovanj

n - število merjenj (enačb) in

u - število neznank.

Sistem (1) je predoločen, ker je število enačb večje od števila neznank. Ta sistem nima rešitve. Problem rešimo tako, da uporabimo metodo najmanjših kvadratov, ki jo je prvi predstavil Gauss leta 1796. Zapišimo vsoto kvadratov popravkov opazovanj

$$S = S(\hat{x}) = \sum_{i=1}^n v_i^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{l}_i - l_i)^2 = \sum_{i=1}^n (A\hat{x}_i - l_i)^2 \quad (2)$$

Če predpostavimo, da so opazovanja slučajne spremenljivke, porazdeljene z normalno porazdelitvijo, izračunamo najbolj verjetne vrednosti neznank po metodi najmanjših kvadratov. To dokažemo z metodo največje podobnosti (Maximum likelihood) (Press et al. 1992). Takrat iščemo minimum funkcije.

SCHREIBERJEVO PRAVILO

Vsaka enačba popravkov ima utež, ki je pozitivna po definiciji. Praktično bi bilo, če bi imele vse enačbe popravkov utež enako ena. Zahtevi zadostimo, če namesto enačb popravkov tvorimo ekvivalentne enačbe popravkov (Mihailović 1981). Te lahko tvorimo na več načinov. Najpogosteje uporabljamo Schreiberjeva pravila. Tretje pravilo pravi, da enačbo popravkov

$$v = ax + by + \dots + ut + f \text{ z utežjo } p \quad (3a)$$

zamenjamo z ekvivalentno enačbo

$$v' = qv = qax + qby + \dots + qut + qf \text{ z utežjo } p/q^2. \quad (3b)$$

Če naj imajo vse enačbe popravkov utež enako ena, izračunamo vrednost faktorja q , s katerim moramo pomnožiti koeficiente leve in desne strani posamezne enačbe (3a), po enačbi:

$$p/q^2 = 1 \rightarrow q = \sqrt{p}$$

Pogoj metode najmanjših kvadratov $S(\hat{x}) = v^T P v = \min$. tako zapišemo kot $S(\hat{x}) = v'^T v' = \min$, kar bomo upoštevali v nadaljnjem izvajanju.

IZRAČUN REŠITEV PO METODI NAJMANJŠIH KVADRATOV Z NORMALNIMI ENAČBAMI

Najbolj razširjen način za izračun rešitve problema po metodi najmanjših kvadratov so normalne enačbe, ki jih izpeljemo v posredni izravnavi z odvajanjem enačb popravkov po neznankah $\hat{x}$. Rešitev je

$$A^T A \hat{x} = A^T l \text{ oziroma } N \hat{x} = n, \quad (4)$$

kjer je:

$N_{n \times n}$ - matrika koeficientov normalnih enačb ($\det(N) \neq 0$) in

$n_{n \times 1}$ - vektor desne strani normalnih enačb.

V normalnih enačbah (4) upoštevamo ekvivalentne enačbe (3b). Neznanke $\hat{x}$ in njihovo natančnost ocene izračunamo z znanimi algoritmi za reševanje sistemov linearnih enačb (Bohte 1985).

IZRAČUN REŠITEV PO METODI NAJMANJŠIH KVADRATOV Z RAZCEPOM SVD-JA

Od začetka sedemdesetih let se vedno bolj uveljavljajo tako imenovani ortogonalni razcepi za izračun neznank $\hat{x}$ po metodi najmanjših kvadratov. Ogledali si bomo razcep po singularnih vrednostih ali na kratko razcep SVD-ja (angl. Singular Value Decomposition) (Golub 1989, Press et al. 1992). Slabo pogojenih sistemov (1) ne rešujemo z metodo normalnih enačb, ker se lahko rešitve precej razlikujejo od točnih. S to metodo tudi ne moremo rešiti singularnih sistemov, ki jih dobimo pri izravnavi prostih mrež. Zahteva po izravnavi prostih mrež pa se čisto pojavlja. V teh primerih lahko uporabimo razcep SVD-ja.

Iz enačb popravkov ne tvorimo normalnih enačb, ampak razcepimo (ekvivalentno) matriko koeficientov enačb popravkov A v:

$$A = U W V^T, \quad (5)$$

kjer so:

$U_{n \times n}$ in $V_{n \times n}$ - kvadratni ortogonalni matriki in

$W_{n \times n} = \text{diag}(w_i)$ - pravokotna diagonalna matrika singularnih vrednosti.

Za ortogonalni matriki U in V velja:

$$U^T U = U U^T = I \text{ in } V^T V = V V^T = I. \quad (6)$$

Najprej pogledajmo, kako izračunamo neznanke $\hat{x}$, če imamo nesingularen sistem (4). Če vektor popravkov opazovanj v (enačba (2)) pomnožimo z ortogonalno matriko, se norma $\|v\|_2$ ne spremeni:

$$S(\hat{x}) = \|U^T A \hat{x} - U^T l\|_2^2$$

$$S(\hat{x}) = \|U^T A V V^T \hat{x} - U^T l\|_2^2$$

$$S(\hat{x}) = \|W V^T \hat{x} - U^T l\|_2^2$$

$$S(\hat{x}) = \sum_{i=1}^u \left(w_i v_i^T \hat{x} - u_i^T l \right)^2 + \sum_{i=u+1}^n \left(u_i^T l \right)^2 \quad (7)$$

V enačbi (7) so:

w_i - diagonalni členi matrike W ,

u_i in v_i - stolpci pripadajočih matrik U in V .

Prvi člen na desni strani enačbe (7) je lahko nič ali različen od nič, drugi člen pa je vedno večji od nič. Ker želimo poiskati minimum funkcije S , moramo postaviti pogoj, da je prvi člen enak nič:

$$\sum_{i=1}^u \left(w_i v_i^T \hat{x} - u_i^T l \right)^2 = 0.$$

Vsota kvadratov je enaka nič le, če so vsi členi vsote enaki nič. Zato je:

$$v_i^T \hat{x} = \frac{u_i^T l}{w_i} \quad \text{za } i = 1, \dots, u. \quad (8)$$

Enačbo (8) zapišimo v matrični obliki:

$$V^T \hat{x} = \bar{W}^{-1} \bar{U}^T l, \quad (9)$$

kjer je:

$\bar{U}_{u \times u}$ - podmatrika matrike U in

$\bar{W}_{u \times u}$ - kvadratna diagonalna podmatrika matrike W .

Ker je $\bar{W}$ kvadratna diagonalna matrika, izračunamo njeno inverzno matriko z naslednjim izrazom:

$$\bar{W}^{-1} = \text{diag} \left(\frac{1}{w_i} \right) \quad \text{za } i = 1, \dots, u. \quad (10)$$

$w_i \neq 0$ za $i = 1, \dots, u$, saj smo predpostavili, da rešujemo nesingularen sistem.

Končni izraz za izračun neznank $\hat{x}$ dobimo, če v enačbi (9) upoštevamo ortogonalnost matrike V (6):

$$\hat{x} = V \bar{W}^{-1} \bar{U}^T l. \quad (11)$$

Izračun neznank $\hat{x}$ po enačbi (11) je ekvivalenten računu po metodi z normalnimi enačbami. To dokažemo, če matriko A razcepimo, podobno kot v enačbi (5), na matrike $\bar{U}$, V in $\bar{W}$:

$$A = \bar{U} \bar{W} V^T. \quad (12)$$

Preuredimo normalne enačbe (4) v naslednjo obliko:

$$\hat{x} = (A^T A)^{-1} A^T l. \quad (13)$$

Enačbo (12) vstavimo v enačbo (13) in upoštevamo lastnosti matrik $\bar{U}$, V in $\bar{W}$ (6):

$$\begin{aligned} \hat{x} &= (V \bar{W} \bar{U}^T \bar{U} \bar{W} V^T)^{-1} V \bar{W} \bar{U}^T l \\ \hat{x} &= (V \bar{W} \bar{W} V^T)^{-1} V \bar{W} \bar{U}^T l \\ \hat{x} &= V \bar{W}^{-1} \bar{W}^{-1} V^T V \bar{W} \bar{U}^T l \\ \hat{x} &= V \bar{W}^{-1} \bar{U}^T l. \end{aligned} \quad (14)$$

Vidimo, da sta enačbi (11) in (14) enaki. Dokazali smo torej, da je vektor neznank $\hat{x}$ enak, če ga računamo z metodo normalnih enačb ali z razcepom SVD-ja.

Sedaj pogledimo, kako izračunamo neznanke $\hat{x}$, če je sistem (4) singularen. V tem primeru je vsaj en člen na diagonalni v matriki $\bar{W}$ enak nič. Zato ne moremo uporabiti enačbe (10) pri izračunu neznank $\hat{x}$. Vendar bomo dokazali, da dobimo rešitev po metodi najmanjših kvadratov, če postavimo, da so diagonalni členi $1/w_i$ enaki nič za vse w_i enake nič ali pri stalno pogojenem sistemu skoraj enake nič. Vrstice in stolpce razporedimo tako, da vse matrike razdelimo na dva dela: enega, ki pripada vrednostim $w_i \neq 0$ in drugega, ki pripada vrednostim $w_i = 0$. Število od nič različnih singularnih vrednosti je rang matrike A in ga označimo z r . Izpeljavo začnemo enako kot v primeru nesingularnih vrednosti. V enačbi (7) se spremeni le meja za seštevanje:

$$S(\hat{x}) = \sum_{i=1}^r \left(w_i v_i^T \hat{x} - u_i^T l \right)^2 + \sum_{i=r+1}^n \left(u_i^T l \right)^2.$$

Minimum funkcije dobimo, če postavimo pogoj, da je prvi člen enak nič:

$$\sum_{i=1}^r \left(w_i v_i^T \hat{x} - u_i^T l \right)^2 = 0 \text{ ali}$$

$$v_i^T \hat{x} = \frac{u_i^T l}{w_i} \quad \text{za } i = 1, \dots, r.$$

Če želimo uporabiti enačbo (14) za izračun neznank $\hat{x}$, mora veljati, da je

$$v_i^T \hat{x} = \frac{u_i^T l}{w_i} = 0 \text{ za } i = r + 1, \dots, u,$$

kar je ekvivalentno pogoju, ki smo ga želeli dokazati:

$$\frac{1}{w_i} = 0 \text{ za } i = r + 1, \dots, u.$$

Dokazali smo torej, da dobimo rezultat po metodi najmanjših kvadratov tudi v primeru singularnega sistema, ki ga z normalnimi enačbami ne moremo rešiti.

ZAKLJUČEK

Slaba stran metode normalnih enačb je, da je pri slabo pogojenem sistemu (1) nestabilna. To pomeni, da že majhne spremembe v sistemu povzročijo velike spremembe v rešitvi. V tem primeru rešitev ni točno izračunana. V izravnavaх prostih mrež, kjer imamo premalo danih količin, pa je sistem (4) singularen. To pomeni, da lahko proste mreže izravnamo le, če vpeljemo dodatne pogoje med neznankami ali pa računamo z razcepom SVD-ja. Vpeljevanje teh pogojev je programersko precej zahtevno, medtem ko za rešitev z razcepom SVD-ja ne potrebujemo nobenega dodatnega dela. Programi, s katerimi izračunamo razcep SVD-ja, so objavljeni in jih lahko uporabimo (Press et al. 1992).

Slaba stran razcepa SVD-ja je, da potrebujemo za razcep bistveno več računalniškega pomnilnika, saj moramo imeti v pomnilniku shranjeno celotno matriko A in matrike $\bar{U}$, V ter $\bar{W}$. Do sedaj še ni znanih algoritmov, ki bi pri razcepju SVD-ja varčno shranjevali elemente matrik. Pri reševanju po metodi normalnih enačb je taka na primer metoda "skyline" (Ambrožič et al. 1993). Reševanje problema po metodi najmanjših kvadratov z razcepom SVD-ja zahteva tudi več računskega časa v primerjavi z metodo normalnih enačb. V literaturi (Golub 1989) podajajo število računskih operacij ("flop"). Z normalnimi enačbami potrebujemo $(un^2 + n^3/3)$ operacij, z razcepom SVD-ja pa $(2un^2 + 2n^3)$. Z razcepom SVD-ja lahko zelo hitro odkrijemo vse napake merjenj, saj moramo le preveriti, kateri popravki so po izravnavi izredno veliki. Za te meritve lahko zatrdimo, da so napačne in jih moramo popraviti ali izločiti.

Računalniški program GeM (Ambrožič 1988) smo priredili tako, da lahko izravnamo poljubne mreže v ravnini z normalnimi enačbami ali pa z razcepom SVD-ja. Rezultatov izravnave, dobljenih po različnih poteh, ne navajamo, ker so v obeh primerih enaki.

Literatura:

- Ambrožič, T., 1988, *Izdelava programa za izravnavo ravninske mreže za ATARI in IBM*, Diplomaska naloga, FAGG, Ljubljana.
- Ambrožič, T. et al., 1993, *Uporaba metode "skyline" v izravnavi geodetskih mrež*, *Geodetski vestnik* (37), Ljubljana, št. 2, 115-119.
- Bohte, Z., 1985, *Numerične metode*, Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS, Zveza za tehnično kulturo Slovenije, Ljubljana.
- Feil, L., 1989, *Teorija pogrešaka i račun izjednačenja*, Prvi dio, *Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, Zagreb.

Golub, G.H. et al., 1989, Matrix Computations, 2nd Edition, Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.

Mihailović, K., 1981, Geodezija II, I deo, Građevinska knjiga, Beograd.

Press, H.P. et al., 1992, Numerical Recipes in Fortran, 2nd Edition, Cambridge University Press, Cambridge, USA.

*Recenzija: mag. Bojan Stopar
prof.dr. Ranko Todorović*

TOWARDS 3D-GIS: EXPERIMENTING WITH A VECTOR DATA STRUCTURE

Vasja Bric, Morakot Pilouk, and Klaus Tempfli
Department of GeoInformatics, ITC, Enschede,
The Netherlands

Received for publication: May 27, 1994

Abstract

Spatial analysis has traditionally used two-dimensional techniques. Three-dimensional computer graphics offer more realistic presentations of geoinformation than what can be conveyed by a 2D map, especially of urban areas. Database technology offers efficient ways to handle large and complex sets of data. Focusing on urban phenomena, we have selected a vector model. To test its practicability, we have built an experimental PC-based 3D-GIS and examined various aspects of data acquisition, database creation, querying and visualization. This paper also presents an elegant way of computing topologic space.

Keywords: data acquisition, formal data structure, queries, standard components, topology, vector model, visualization, 3D-GIS

Izvleček

Za prostorske analize se tradicionalno uporabljajo dvodimenzionalne tehnike. Tridimenzionalna računalniška grafika nudi realnejše prezentacije geografskih informacij kot jih lahko izraža dvodimenzionalna karta, posebno za urbana območja. Tehnologija podatkovnih baz nudi učinkovite poti za ravnanje z velikimi in kompleksnimi podatkovnimi seti. Ker smo se osredotočili na urbane pojave, smo izbrali vektorski podatkovni model. Za testiranje njegove uporabnosti smo zgradili eksperimentalni PC tridimenzionalni GIS, nato pa smo proučevali različne vidike zajemanja podatkov, kreiranja podatkovnih baz, povpraševanja ter vizualizacije. Članek predstavlja tudi eleganten način računalniškega obvladovanja topološkega prostora.

Ključne besede: formalna podatkovna struktura, poizvedbe, standardne sestavine, topologija, tridimenzionalni GIS, vektorski model, vizualizacija, zajemanje podatkov

1. INTRODUCTION

The demand for spatial information is most pressing in urban areas. The majority of the population lives, builds, moves about, and earns its living in urban areas (eg. 75% of the U.S. population; in Britain, some 90% of the population is concentrated on about 12% of the land; Petchenik, 1991, Rhind 1993). Traditional sources such as maps and 2D-GISs can only partly support civic activities ranging from administration to planning, construction, facility management, security assurance, environmental management, conservation, etc. There is a rapidly increasing interest in having full 3D information available for better inventory, analysis, visualization and prediction-thus a 3D-GIS.

For developing a 3D-GIS for an urban area, which components are already available? Designing, manipulating and graphically presenting three-dimensional objects can be done by commercially available CAD systems. Especially impressive for a user is the high level of realism of 3D computer graphics, attainable by ray tracing and animation. The underlying data model of a CAD system is in essence limited to the geometry of solid objects, using either a volume or a boundary representation. Boundary representations (eg. polyhedrons) are favoured for their visualization of solid objects, whereas a volume representation (eg. constructive solid geometry) is likely to have advantages for object-oriented data access. Conversion between volume and boundary representation is possible (Bric 1993, for a detailed overview of CAD models).

CAD models, however, usually have no capacity to handle topology among solid objects and can not deal with point objects, line and surface objects. CAD systems are not built for analyzing spatial relationships among various abstractions of the real world. Moreover, they do not support association with a multitude of thematic properties. Such desirable features are available in 2D-GISs. Taking into consideration that many a municipality has already built a 2D-GIS with spatial analysis tools and a wealth of thematic data, Förstner and Pallaske (1993) suggested a hybrid CAD-GIS concept. The functionality of both systems could be maintained by adding three-dimensional geometric data, as structured by a CAD volume representation, to the list of attributes of the 2D-GIS objects. There are open questions, however, concerning the flexibility of data access and problems of updating. On the other hand, extended tools are already provided by the software industry. ArcCAD (the "marriage" of ARC/INFO and AutoCAD) offers 2D analysis and 3D presentation, AutoCAD SQL (ASE link to dBASE, PARADOX, ORACLE, etc) offers the possibility to attach thematic attributes to objects structured in AutoCAD. The first solution does not provide 3D-GIS capabilities, the second allows building a 3D-GIS, but is limited to solid objects and simple data retrieval. There does not seem to be an easy way to implement complex topologic queries. Desirable possibilities such as "walk through and query" are not (yet) provided.

An alternative is to define one single 3D data model that can cope with geometry, topology and semantics, and can be handled by a single DBMS. The desired compatibility with an existing 2D-GIS model that is specifically suited for man-made objects and with a 3D boundary representation for visualization suggests a vector model. Molenaar (1992) developed such a model, the 3D formal data structure (3D-FDS).

In addition to the basic issue of adequate data modelling and providing tools for analysis and visualization, the third important aspect is data acquisition. Photogrammetry can offer accurate and economical techniques for acquiring geometric data of topographic objects, such as buildings, streets, urban green, etc. Data collection techniques that are supported by today's commercially available analytical and digital stereo-plotters produce vector data.

Our present investigation has not aimed at a fundamental analysis of information requirements for the various civic activities and by what kind of data model they could be served best. We want to explore the prospects of the 3D-FDS and identify problems in using it. To start with, we limited ourselves to (simple) buildings, an important component of an urban scene. To this end, we built a rudimentary 3D-GIS and we will report here on our approaches and first experience with manual extraction of houses from images, editing and building topology, querying the databases, and visualizing objects and query results. For the implementation of queries, we developed an algorithm for computing the topologic space.

2. DATA MODEL AND STRUCTURE

Molenaar (1988) suggested a model for vector-structured 2D representations of a terrain. What he called the formal data structure of a single-valued vector map distinguishes three data types: terrain features, their geometric primitives, and their thematic attributes. These components and the links among them are shown in figure 1. Although the coordinates can be three-dimensional, the model provides only 2D topology. As such, it suffices for many applications, being merely (topographic) surface-related without detailed interest in phenomena above or below it.

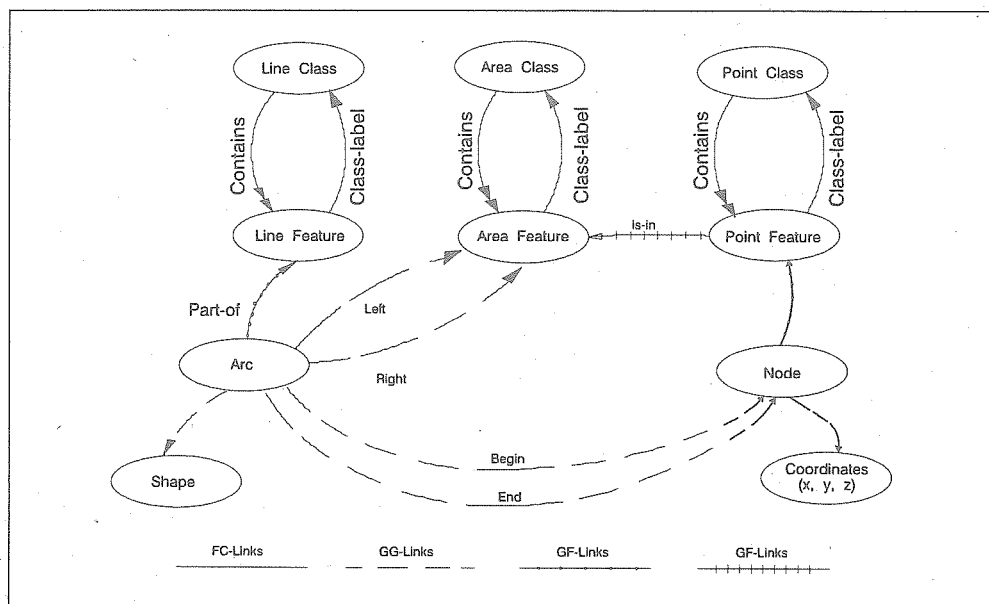


Figure 1: FDS for a vector map offering 2D topology

To extend to full 3D, a metamorphosis of the area feature is necessary (see figure 2). Introducing a two-dimensional geometric primitive face supports both surface features and body features, a surface feature consisting of one or more faces, a body feature being bound by faces (eg a park in a city could be modelled as a surface feature). A body is the smallest solid object meaningful to a user, eg a room in a building. A traffic-light could be a point feature, a power-line a line feature. A face is a polygon in space bounded by a closed chain of arcs; it can be a plane facet or mathematically simple curved surface – as defined by fshape. In the present investigation, we limited ourselves to simple objects and thus planar faces. Edge is another additional geometric primitive, needed to provide a link among arcs and faces that assures distinction among left and right bodies with respect to a face. Edges add a sense of direction to arcs. Arcs need not be straight lines; their shape is defined by ashape, but here we do not consider curved arcs. The 3D-FDS can be seen as an extension of the edge-based boundary representation known from solid modelling. Considering single-valued vector maps, Molenaar (1992) linked each feature to one thematic class (see figures 1 and 2).

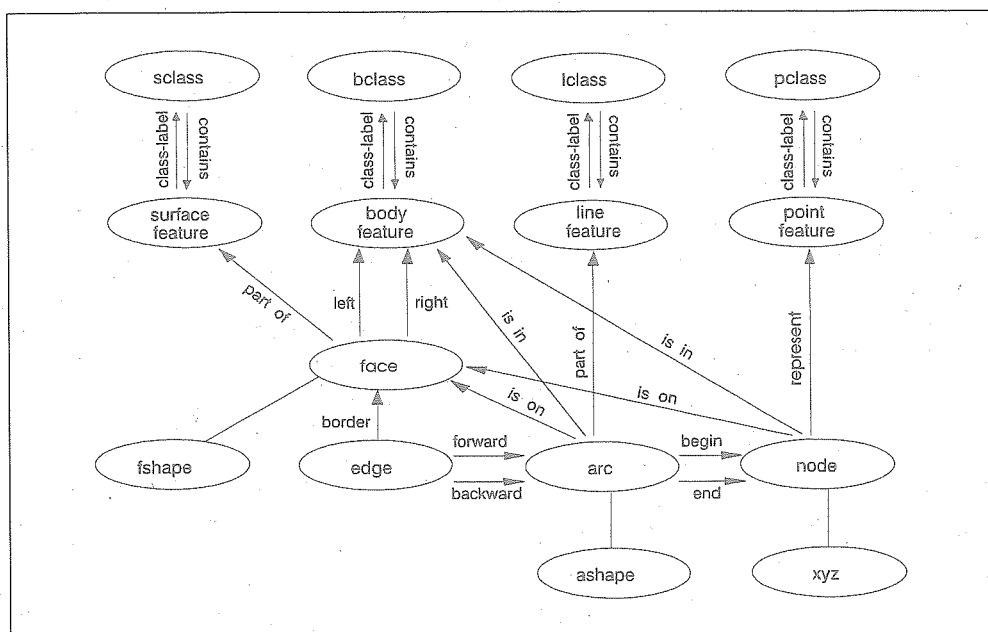


Figure 2: FDS for a vector map offering 3D topology

In general, the data model presented in figure 2 can be translated into different kinds of database structure. Choosing the relational structure offers several practical advantages, such as easiness of defining relations (tables), flexibility with respect to extensions, and availability of mature database management systems. Following Smith's (1985) approach yields fully normalized tables (see figure 3), thus ensuring avoidance of redundancy, which will safeguard database integrity in data updating processes. For implementation, we selected the widely available dBASE IV DBM-software (Pilouk, Tempfli 1993).

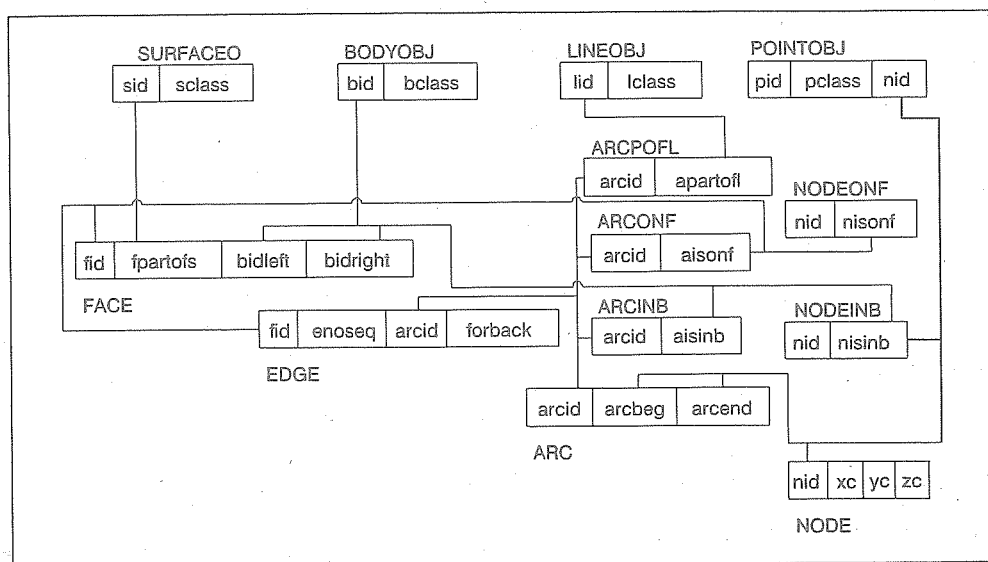


Figure 3: Relational tables of 3D-FDS

3. TOPOLOGY

To investigate topologic relationships among spatial objects in 3D and implement queries, a formal approach is needed because of the vast number of existing complex relationships. Egenhofer and Herring (1992) developed a method for the analysis of binary topologic relationships for 2D, which was applied by Meij (1992) to 3D. By distinguishing among the interior, the boundary and the exterior of an object, we obtain nine possible intersections of two objects. Allowing only binary relationships implies that there are as many as $2^9 = 512$ different topologic relationships possible between two objects. Not all of them are relevant, however, when considering real objects. In order to determine the minimum set of relevant relationships, we developed and tested an algorithm based on set algebra (Bric, Pilouk 1994). Tedious manual elimination can now be replaced by an elegant computation of topologic space.

4. TREVIS

For building the experimental 3D vector GIS (TREVIS, Bric 1993), standard components were used: A PC 486/33, 210Mb HD, colour graphics monitor with an ATI VGA 24XL graphics card and a monochrome monitor with a Hercules card, and a mouse; dBASE IV with SQL and compiler; AutoCAD; Zeiss C120 analytical plotter equipped with Kork digital mapping software. The program shell and display graphics were programmed in Turbo Pascal, the queries in dBASE IV. Access to the system is from a shell. It combines the 3D graphics and the database modules and offers various utilities. The queries that were programmed can be selected from a menu. The results are shown on the monochrome monitor if they are textual. Graphic query results are shown on the colour monitor, superimposed on the display of all objects.

A minimum set of tools was developed for visualization, providing the following capabilities. Objects are presented as wireframe drawings in a perspective view, either monoscopically or stereoscopically using the anaglyph principle. The graphics are produced directly from the dBASE files. For viewing purposes, data are kept in video memory; it is therefore very easy and fast to change the viewing position, the target position and the scale. This allows inspection of an object from all sides and with different enlargements. For large datasets, we still have to solve the clipping and panning problem. All viewing functions are also available for displaying query results; depending on the mode of display, the answers are shown in either a different color or with a higher intensity than the underlying objects.

A 3D cursor allows the user to move around in the perspective view or in the anaglyph stereo-model and snap to the nearest node or to the middle of the nearest arc. The result of snapping, a node or arc identifier, can readily be used as input to a query. Some queries use this possibility by asking the user for graphic or textual input. When operating in the anaglyph mode, a "stereo-cursor" (like a photogrammetric floating mark) can be used instead of the 3D cursor; this provides an even better pointing facility. Also available are rudimentary editing functions. Using the 3D cursor, simple 3D objects can be constructed. The result of "digitizing" goes into two files with the same content as the NODE and ARC tables. Further development is still needed to obtain full editing capabilities and to fill the database with clean data.

5. QUERIES

By navigating through the 3D model, it is possible to find whether a particular question posed to the system can be answered. For the designer it is very important to know which questions can be answered (and which can not). Unfortunately there is no formalized procedure available for determining the complete query space of a data model, but analytic thinking helps. The response time to a query depends on the data structure used for implementing the model and, of course, on the hardware and DBM software employed. For experimental testing we created two databases.

The first database we created contained several geometrically simple objects. The tables were filled according to sketches of the artificial objects with manually numbered faces, ordered edges and nodes. The most time-consuming step was filling the EDGE table. The database was used to test several sets of topologic queries ranging from simple ones such as "coordinates of a node", "nodes of a body feature", "faces of a surface feature", "give class of body X", "give body in which point X is lying", etc, through to standard ones such as "which lines touch line X", "which surfaces share arc X", "which bodies touch face X", "give line features that bound surface X", "give body object on which line X is lying", etc, to complex queries such as "where is point X", "is surface X an island of surface Y", "does line X pass through bodies", etc. We also tested some metric and application queries: "distance between nodes X and Y", "give all point features within 10 units of line feature X", "show outline of building X", "show rooms touching room X by walls/edges/corner", etc. These and many more queries were answered correctly by TREVIS, the response time ranging from a few seconds to a few tens of seconds. The longer response time

was encountered when searching through many tables, as needed for graphic presentation of the result. An example of a query result is shown in figure 4.

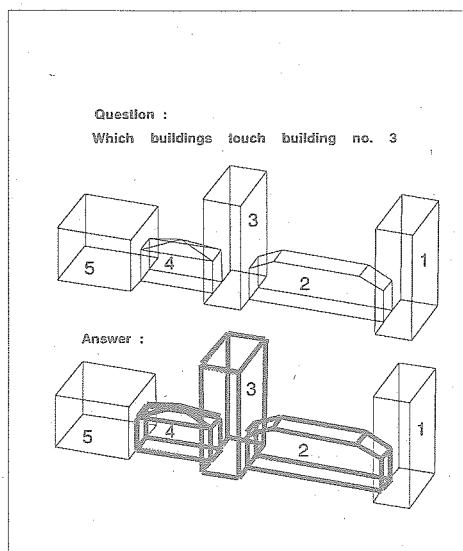


Figure 4: Query example from database "ITC"

The second database, also created from artificial data, had to accommodate a hierarchy of bodies, *ie*, buildings, floors, rooms. To achieve this, the original 3D-FDS was extended to include higher thematic levels (see figure 5). The rooms were defined as body features; for the floors and buildings, new tables FLOR and BUIL were constructed. To avoid redundancies in FLOR and BUIL, the tables FLORDES (floor description) and BUILDES (building description) were introduced. The efficiency of querying has not been tested yet against that of an alternative extension of the model, *ie*, adding attributes in BODYOBJ instead of introducing more tables.

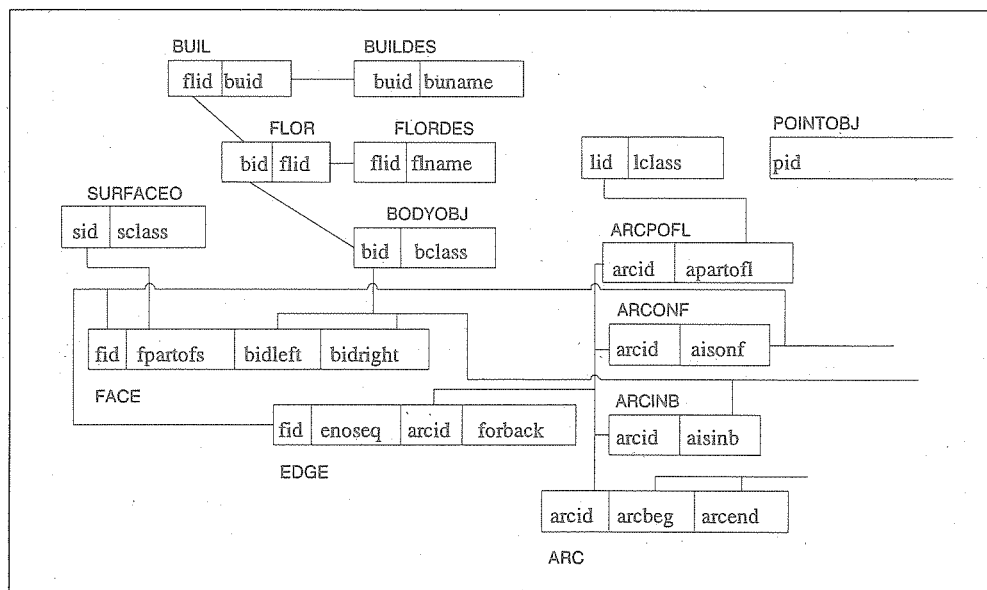


Figure 5: Extended 3D-FDS to accommodate a hierarchy of bodies

6. DATA ACQUISITION

Efficient data acquisition is one of the major bottlenecks in 3D-GIS. Photogrammetry—aerial and terrestrial—offers attractive means for 3D data acquisition, specifically in urban areas. It is economical for surveying large areas, flexible with respect to the level of detail and level of accuracy, it attains a high level of completeness, does not pose problems related to safety, allows for a timely survey, and offers the additional benefit of an image archive. Photogrammetric measurements are done in 3D, but traditionally only the “planimetry” of objects was mapped. For a 2D description of a building, it was sufficient to measure the outline of the roof and project it orthogonally to a reference plane (datum). For a 3D description, however, we need explicitly all faces of a house, *ie*, its roof facets, its walls, its footprint, and these in terms of geometry and topology. This implies considerably more work in measuring and/or building topology. In view of the enormous demand for up-to-date data, automation of data acquisition will be decisive for the broad introduction of 3D-GISs. An account of what is already possible today in terms of (semi-) automation was given by, for example, Förstner and Pallaske (1993). Our present interest focuses on finding the best strategy for collecting and structuring house data with means available also outside laboratories. We are testing two approaches: (a) a “measure it all” procedure and automated conversion from 3D spaghetti to 3D-FDS and (b) measure in a structured way to reduce the measuring effort and develop a tailored procedure for filling the database tables.

Procedure (a) is of interest in view of a general input function to TREVIS. Many existing 3D data could easily be converted to a spaghetti structure where every face of an object is given by all its edges. Also semi-automatic extraction of houses from images would deliver closed polygons for detectable faces. Subsequent manual building of topology would be too cumbersome for large data sets, but if automated it would serve many potential data sources for a 3D-FDS.

In procedure (b), not all edges of every face are measured, but all roof edges only (without duplication). This can be done on any photogrammetric plotter with 3D digitizing software, using aerial photographs. Constructing the walls, footprint of a building and non-visible corners is done computationally, at least for simple objects. To this end we need a DTM, produced either automatically (by a digital plotter, *eg*, Traster T10) or semi-automatically (by an analytical plotter, *eg*, DSR1 and COPS, (see Tempfli, 1986)). The vertices of a polygon outlining a roof are projected orthogonally onto the DTM, thus producing the footprint and the walls of a building. For the time being we assume vertical walls (and rectangular buildings in case of incomplete roof outlines) and also use AutoCAD for checking and editing if necessary. Surface, line and point features such as streets and their furniture can be digitized by known manual procedures. The surface model is exported from AutoCAD using the 3DFACE command to produce the NODE, ARC, and EDGE tables. The last step is tracing the faces and filling the FACE and BODYOBJ tables. This general procedure allows for different variants and must include consistency checks. The experiment following procedure (b) is being applied to the city of Ljubljana, Slovenia. The phase of data acquisition is complete. The second phase, to convert these data into 3D-FDS, still has to be done.

7. EXPERIENCE AND OUTLOOK

Developing 3D vector GISs is still in its infancy. The transition from 2D to 3D considerably increases complexity, effort of data collection, data structuring and data volumes. The 3D-FDS offers attractive possibilities of spatial analysis for applications where the real world can be described by solid objects, surface, line and point features. The data structure can be simplified, depending on the intended application, eg, if only body features are needed. The 3D-FDS supports a wide range of queries, from simple class retrieval to metric queries and complex topologic ones. A thorough analysis of the query space would still have to be done.

Photogrammetry can deliver 3D vector data. Manual extraction of houses does not pose much of a problem, but time efficiency does. Until further progress is made in semi-automatic extraction, strict digitizing rules should be followed to minimize measuring, especially in a case of complex buildings and when a high level of detail is required. Even more cumbersome, unless automated, is the subsequent step, ie, detecting gaps and completing the body features, while taking into account measuring inaccuracies, and structuring the data into the tables NODE, ARC, etc. In 3D, automating a building of topology is significantly more demanding than in 2D. We have not yet looked into updating of 3D databases in all aspects; obviously it will require comprehensive consistency checks before adding or deleting data. Other issues of practical interest are conversion algorithms from other 3D representations to 3D-FDS (in particular CAD to 3D-GIS), how to incorporate existing 2.5D databases and digitized floor plans in TREVIS.

Who would not like to view a constructed model of the real world in terms of virtual reality? A little less sophistication, however, may also suffice; because of display speed, the user should be able to change the level of realism, thus applying different rendering procedures when needed. The anaglyph display combined with a stereo cursor can satisfy minimum requirements, but as soon as the objects become complex, the wireframe presentation can easily cause confusion. Polarization for stereo viewing would increase the costs, but eliminate the "ghosting effect" and allow the use of colours. Semi-transparent walls would make pointing easier. In contrast to 2D computer graphics, where a wealth of tools is available, the 3D developer has to rely much more on his own capabilities. An open digital photogrammetric system would be an excellent platform for developing and running a 3D vector GIS.

8. REFERENCES

- Bric, V., 1993, *3D vector data structures and modelling of simple objects in GIS*. M.Sc. Thesis, ITC, Enschede, The Netherlands.
- Bric, V., Pilouk, M., 1994, *Computation of topologic space*. In preparation, ITC, Enschede, The Netherlands.
- Egenhofer, M.J., Herring J.R., 1992, *Categorizing binary relationships between regions, lines, and points in geographical databases*. Technical report, Dep. Surv. Eng., University Main, USA.
- Förstner, W., Pallaske, R., 1993, *Mustererkennung und 3D-Geoinformationssysteme*. ZPF, 61.Jg., 5/1993, pp.167-177.
- Meij v/d L., 1992, *Topologische relaties en bevragingen in de formele datastructuur voor drie-dimensionele vectorkaarten*. Scriptie, LU Wageningen, The Netherlands.
- Molenaar, M., 1988, *Single valued polygon maps*, IAPRS, Vol.27, Part B4, Kyoto, pp.592-601.
- Molenaar, M., 1992, *A topology for 3D vector maps*. ITC Journal, 1992-1, pp.25-33.

- Petchenik, B.B., 1991, New directions for national mapping. URISA, Vol.3, No.1, pp.77-79.*
- Rhind, D., 1993, Policy on the supply and availability of Ordnance Survey information over the next 5 years. Mapping Awareness and GIS in Europe, Vol. 7, No.1.*
- Pilouk, M., Tempfli, K., 1993, An integrated DTM-GIS data structures: a relational approach, AUTO CARTO 11, pp. 278-287.*
- Smith, H.C., 1985, Data base design: Composing fully normalized tables from a rigorous dependency diagram, Communication of the ACM, Vol.28, No. 8, pp.826-838.*
- Tempfli, K., 1986, Composit/progressive sampling – a program package for computer supported collection of DTM data, ACSM-ASPRS Annual Convention, Washington D.C.*

*/Published in ISPRS-Commission IV Proceedings,
Symposium on Mapping and GIS, 1994, Athens, Georgia, U.S.A./*

*Review: Dalibor Radovan, M.Sc.
Dr. Radoš Šumrada*

MODELI RAZVOJA PROSTORSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

dr. Radoš Šumrada

FAGG-Oddetek za geodezijo, Ljubljana

Prispelo za objavo: 21.1.1994

Povzetek

Razvoj informacijskega sistema obsega številne zaporedne razvojne stopnje, od katerih vsaka tvori podrobnejšo in bolj konkretno nadgradnjo vseh predhodnih dejavnosti. Sistemski razvoj se tako lahko interpretira kot sestavljeni proces izdelave podrobnih sistemskih modelov. Pod pojmom sistem se ne pojmuje samo softverski sistem. Takšen sistem je lahko tudi celoten poslovni ali prostorski informacijski sistem, katerega sestavni deli so strojna oprema, komunikacijsko omrežje, organizacijski postopki, sistemska ter uporabniška programska oprema in podatki. V članku so predvsem značilnosti strukturnega in objektno orientiranega modeliranja informacijskega sistema.

Ključne besede: CASE, načrtovanje, objektno orientirana analiza, razvoj informacijskega sistema, strukturna analiza

Abstract

A development of an information system implies numerous consecutive developmental stages where each forms a more detailed scaling of all former activities. System development may thus be interpreted as a connected process of detailed system models production. The term system does not comprise only a software system. Such a system may be a large business or spatial information system composed of hardware, communication network, organisational procedures, system and application software, and data. The paper outlines above all characteristics of a structural and object-oriented modelling of an information system.

Keywords: CASE, design, information system development, object oriented analysis, structured analysis

1. UVOD

Proces načrtovanja in razvoja informacijskih sistemov je drag, dolgotrajen, dinamičen ter ponavljajoč se postopek. Razvoj vsakega sistema je proces zaporednih sprememb obstoječega sistema zaradi novih in spremenjenih uporabniških zahtev. Nobena filozofija ali obstoječi metodološki niz principov ne more v celoti zadovoljiti vseh zahtev, ki se pojavljajo v takšnih postopkih. Razvojni

koncepti informacijskih sistemov se lahko danes manifestirajo, čeprav z različnimi poudarki in pristopi, kot tri najbolj prominentne razvojne metodološke šole, ki na področju razvoja informacijskih in softverskih sistemov neprestano tekmujejo za vodilno vlogo. Dodatno skupino predstavljajo razne individualne metode, ki so se posamično razvile in se uporabljajo samo v posameznih okoljih (Yourdon 1992). Obstoječe metode za razvoj sistemov se lahko razdelijo na štiri metodološke skupine: različne individualne metode za podatkovno in procesno modeliranje, strukturno modeliranje, informacijsko inženirstvo, objektno orientirane metode.

Celotni tehnološki in proceduralni načrt za razvoj ter realizacijo novega informacijskega sistema se imenuje njegov razvojno življenjski cikel (Yourdon 1988). Tvorijo ga naslednje razvojne faze: strateško planiranje, systemska analiza, systemsko načrtovanje, konstrukcija ter izvedba sistema, realizacija in operativno delovanje sistema. Po analogiji z živimi bitji lahko razvojno-življenjski cikel informacijskega sistema pregledno razdelimo na naslednje obdobja :

- ☐ obdobje načrtovanja, razvoja in ustvarjanja informacijskega sistema
- ☐ obdobje delovanja, vzdrževanja in nadaljnjega razvoja sistema
- ☐ obdobje zastaranja in opustitve informacijskega sistema.

2. RAZVOJNA METODOLOGIJA, TEHNIKE IN ORODJA

Celoten sklop in zaporedje dejavnosti, ki so potrebne za razvoj, realizacijo ter delovanje nekega informacijskega sistema, se imenuje njegov razvojno-življenjski cikel. Postopki ter aktivnosti v takšnem sklopu se običajno izvajajo v skladu z dobro opredeljenimi in doslednimi postopki, ki temeljijo na izbrani metodologiji. Uporabljena metodologija vsebuje specifične dejavnosti za analizo in načrtovanje logičnega podatkovnega modela, fizične podatkovne strukture kakor tudi procesnega modela oziroma operativnega dela sistema. Za podporo vsaki metodologiji so potrebna ustrezna sredstva za njeno realizacijo. To so orodja za podporo in organizacijske tehnike za njeno izvedbo.

Običajno je, da se pri razvoju zahtevnih informacijskih sistemov uporabljajo številne tehnike. Vsaka uporabljena razvojna tehnika prikazuje različne poglede na celoten sistem in poudarja nekatere izbrane vidike sistema ter zapostavlja ostale. Tipična razvojna metoda zato uporablja številne tehnike, tako da pokriva mnoge vidike systemske analize in načrtovanja. Razvojne tehnike večinoma tudi niso med seboj izključujoče in vezane na eno samo metodo. Enaka tehnika se lahko uporablja v številnih razvojnih metodah. Čeprav je določena razvojna tehnika enaka, ima vsak vpliven razvojni metodolog tudi navado, da spremeni in po potrebi prilagaja splošno tehniko. Tako nastajajo novi razvojni in modelni pomeni in pojavljajo se zlasti nove grafične notacije. Pri vsaki razvojni tehniki sta dva ključna vidika, ki ju je treba posebej poudariti. To sta strogost tehnike in njena razumljivost. Stroga tehnika je predvsem dosledna tehnika, ki ne dovoljuje dvoumnih interpretacij. Strogost razvojne tehnike je zelo pomembna kvaliteta, ker se lahko sicer številne dvoumnosti in nedoslednosti modelov prenesejo vse do same izvedbene faze sistema.

Razumljivost razvojne tehnike je često premalo poudarjena, vendar pa je tudi izredno pomembna. Razvojna tehnika, ki je težko razumljiva, je predvsem zahtevna za uporabo in se jo težko poučuje. Takšna zahtevna razvojna tehnika tudi

zmanjšuje ponovno uporabo že razvitih sistemskih modelov, ki postaja ključni element tudi za ponovno uporabo že razvite programske opreme. Dodaten razlog, ki govori v korist uporabe lahko razumljivih razvojnih tehnik je v tem, da morajo imeti sistemski analitiki in načrtovalci dober pregled nad sistemskimi modeli. Če je določen model težko razumljiv, je zelo verjetno, da bo neposredni rezultat tudi manj kvalitetni končni model sistema. Strogost in razumljivost vsekakor nista vzajemno izključujoča vidika. Grafični diagrami so lahko zelo pregledni in razumljivi ter se lahko zelo dosledno opredelijo, tako da postanejo popolnoma formalni. Vsaka razvojna tehnika poudarja določene vidike sistema in predstavlja značilen pogled na sistem. V splošnem obstajajo trije osnovni pogledi na sistem, ki se kažejo tudi kot trije dopolnjujoči se modeli sistema:

- ☐ podatkovni model prikazuje predvsem vsebino in značilnosti problemskega področja
- ☐ model systemskega obnašanja ponazarja dinamiko sistema in mora zagotavljati različne systemske odgovornosti
- ☐ procesni model je pogojen z osnovno funkcionalnostjo sistema in mora odražati predvsem uporabniške zahteve.

Enostavni primer razvojnega modela izdelave informacijskega sistema temelji na definiciji in predstavitvi njegovih zunanjih lastnosti, ki jih tvorijo procesni, dinamični in podatkovni model ter systemske poslovno organizacijske značilnosti. Predstavljeni razvojni model predpostavlja CASE metodološki pristop in uporabo orodij CASE za avtomatizacijo postopkov, čeprav to ni izrecno poudarjeno (Kratica CASE se v računalništvu pojmuje na dva načina. Pomen kratice CASE se v angleščini lahko interpretira v ožjem in širšem pomenu, ki sta naslednja: – Computer Aided Software Engineering, – Computer Aided Systems Engineering). Orodje CASE so posebna računalniška programska oprema ter ostali pripomočki za avtomatizirano izdelavo podatkovnega modela, systemske programske opreme in potrebnih uporabniških aplikacij. Opisani primer temelji na tradicionalnem evolucijskem ali zaporednem razvojnem modelu, pristopu od zgoraj navzdol, na uporabi strukturne analize in načrtovanja (Yourdon 1989) ter nekaterih diagramskih tehnik informacijskega inženirstva. Nakazane so tudi osnovne razvojne razlike pri uporabi objektivno orientirane analize in načrtovanja.

3. PRIMER STRUKTURNEGA RAZVOJA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

Razvojni projekt informacijskega sistema se običajno začne s predlogom ali izraženo željo o novih ali spremenjenih informacijskih zahtevah (Barker 1990b). Zamisel za razvojni projekt izhaja ponavadi iz okolja vodilnih poslovnih upravljalcev obstoječega sistema. Registrirane nove uporabniške zahteve so običajno rezultat izvedenega strateškega planiranja. Ta podaja uvodni pregled ter prvo analizo spremenjenih informacijskih, organizacijskih, poslovnih, tehnoloških ali političnih okoliščin, ki predstavljajo novo razvojno in poslovno priložnost. Rezultati strateškega plana so podani kot poslovna vizija, razvojni načrti in arhitektura novega sistema. Običajno so zelo neformalni in splošni. Analizirani problemi, ki jih je treba rešiti, so običajno podani kot strateški razvojni cilji, poslovni načrti in omejitve. Osnovni poudarek v strukturnem metodološkem pristopu je predvsem na funkcionalnem

oziroma procesnem modeliranju sistema in kasnejši posredni izpeljavi pogosto ločenega podatkovnega modela. Formira se skupina strokovnjakov za sistemsko inženirstvo in informatiko, ki mora najprej podrobneje analizirati in formulirati uporabniške probleme ter zahteve. Definirati je treba značilnosti problemskega področja, vse uporabniške zahteve in probleme, ki jih je treba opisati s podatkovnega, procesnega ter organizacijskega vidika. Na podlagi podanih problemov in omejitev se izdelata okvirni opis možnih rešitev. Upošteva se zlasti vpliv možnih rešitev na organizacijsko zgradbo sistema in sprejemljivost predlaganih rešitev glede na vse postavljene cilje.

Na samem začetku faze strateškega planiranja se izdelata tudi analiza stroškov in koristi ter študija izvedljivosti projekta. Nato se običajno na podlagi rezultatov analize stroškov in koristi poda podroben pregled alternativnih razvojnih možnosti ter možnih organizacijskih arhitektur sistema. Kot rezultat celotne faze strateškega planiranja se izdelata predvsem uvodna analiza stroškov in koristi, ki podaja naslednje značilnosti načrtovanega informacijskega sistema:

- ☐ oceno direktnih in posrednih stroškov (razvojni stroški za strojno, celotno programsko in komunikacijsko opremo, šolanje potrebnih kadrov, zagon ter letno vzdrževanje sistema),
- ☐ oceno opredeljivih in posrednih koristi od novega sistema (informacijske izboljšave, povečana produktivnost in učinkovitost, izboljšana ekonomija ter poslovanje, zmanjšani stroški, posredno izboljšana zanesljivost odločanja in druge neopredeljive koristi),
- ☐ relativna primerljiva analiza stroškov in koristi med obstoječim ter novim informacijskim sistemom za večletno obdobje (tehnične ter organizacijske izboljšave, vrednost investicije, analiza dotoka in pretoka sredstev, ocena povrnitve stroškov in dobička).

Sledi analitična faza, v kateri se mora podrobno analizirati problemsko področje, vse uporabniške zahteve, sistemske odgovornosti, razčleniti in pojasniti vse probleme ter podati podrobno analizo danosti. Analiza je v bistvu proces razčlenitve pomenke ali materialne celote na njene sestavne dele zaradi njihove proučitve. V tej fazi sistemski analitiki razvijejo celotni sklop sistemskih zahtev s pomočjo analize obstoječega podatkovnega in procesnega modela sistema. Za ponazoritev modela sistema se uporabijo različne diagramске tehnike strukturne analize. Osnovni cilj analitične faze je, da se predvsem podrobno prouči obstoječe stanje in opredelijo vsi problemi. Izdelata se podrobna specifikacija lastnosti in funkcionalnosti sistema, ki jih podajajo procesni, dinamični ter podatkovni model sistema. Dejanski rezultat strukturne analize je izrazito mrežna analitična predstavitev celotnega sistema.

Okvirni pregled celotnega procesnega modela sistema in podsistemov podaja kontekstni diagram, ki se nato razstavi na vedno več nižjih podrobnejših procesnih nivojev (Barker, Longman 1992). Uporabijo se diagrami pretoka podatkov (DFD), ki podajajo procese in pretok podatkov v obstoječem sistemu ter ponazarjajo, kaj je treba narediti za alternativno in izboljšano reševanje problemov. Diagrami pretoka podatkov prikazujejo meje sistema, načine vstopa podatkov v sistem, pretok podatkov po sistemu, kakšne podatke določene funkcije in aktivnosti potrebujejo ter

kako jih preoblikujejo, način hranjenja ključnih podatkov v sistemu in možne načine izstopa podatkov iz sistema.

Model sistemskega procesnega obnašanja ali dinamični model sistema opredeljuje spremembe sistemskih stanj (Shlaer, Mellor 1992). Sistem je zmeraj v enem od svojih stanj in je lahko hkrati samo v enem od svojih stanj. Ko se določen za sistem pomemben dogodek pripeti, mora sistem nanj reagirati v skladu z aktivnostmi, ki jih trenutno opravlja. Pomen dinamičnega modela sistema je odvisen predvsem od vrste informacijskega sistema (registrativni ali v realnem času), ki se modelira, vendar pa ga je treba zmeraj vsaj proučiti. Model sistemskega obnašanja prikazuje zaporedje aktivnosti in dogodkov, ki lahko spreminjajo statično upodobitev podatkovnega modela sistema. Glavna grafična tehnika za dinamično modeliranje sistema so postali tako pri strukturni razvojni metodi kakor tudi v večini objektno orientiranih razvojnih metod diagrami prehodnih stanj (STD). Ta oblika diagrama ima številne prednosti, ki lahko ponazorijo celotno sistemsko dinamiko. Prikazuje vsa pomembna stanja sistema, ki jih povezujejo vsi možni prehodi med sistemskimi stanji ter dogodki, ki takšne spremembe neposredno povzročajo. Za določitev podatkovnega modela sistema in načine shranjevanja podatkov na datotekah ali v podatkovni bazi se običajno razvijejo entitetno relacijski diagrami (Barker 1990a). Entitetno relacijski diagrami (ERD) običajno predstavljajo tudi osnovno začetno vsebino podatkovnega slovarja CASE. V podatkovni slovar se shranjujejo vsi podatki o podatkovni strukturi, vsi opisi procesov in aktivnosti v sistemu ter pregledne presečne podatkovno procesne matrike za ponazoritev in kontrolo procesno podatkovnega modela sistema. Sistemski inženirji nato pripravijo celovit pregled o izpolnitvi uporabniških zahtev, ki se dodatno podrobno razčlenijo. Izbere se osnovna podatkovna in procesna arhitektura ter označijo še sprejemljive alternativne možnosti. Na koncu analitične faze se izdelata tudi podrobnejša analiza predvidenih kvalitativnih razvojnih stroškov in koristi.

Sledi faza sistemskega načrtovanja, v kateri sistemski analitiki predajo vse **S**elaborate sistemskim načrtovalcem in programerjem, ki izdelajo načrt za logično podatkovno ter procesno zgradbo vseh komponent sistema. V fazi načrtovanja se že predvidevajo in morajo upoštevati načrtovane softverske in hardverske značilnosti bodočega informacijskega sistema. Osnovna strategija strukturnega načrtovanja temelji na določitvi vseh elementarnih procesnih korakov, ki so potrebni za nov informacijski sistem. Osrednji razvojni poudarek je torej na principih in načinu določitve potrebnih procesnih lastnosti novega sistema. Detajlni diagrami pretoka podatkov se pretvorijo v procesne in kontrolne module. Izdelajo se strukturne karte (SC), ki prikazujejo hierarhijo vseh sistemskih funkcij. Sistemske funkcije na najvišjem nivoju so tako imenovane kontrolne in vodilne funkcije, ki vodijo procesiranje v sistemu ter kličejo različne izvedbene funkcije na nižjih nivojih. Detajlni entitetno relacijski diagrami se predelajo v logično podatkovno zgradbo za potrebe izbranega tipa podatkovne baze.

Cilj faze načrtovanja in izvedbe so fizična struktura sistema, ustrezna programska **C**koda v izbranem strukturnem programskem jeziku ali/in struktura relacijske podatkovne baze v smislu normaliziranih tabel. Rezultat je hierarhična razčlenitev celotnega modela sistema na procesne dinamične funkcije, katerim se podajajo potrebni pasivni podatki. V tradicionalni fazi izgradnje informacijskega sistema se

nato izdelava podrobna fizična struktura in specifikacija podatkovne baze na podlagi entitetno relacijskih diagramov. Sledi sestava uporabniških programov in aplikacij, kjer se dejansko kodirajo procesne aktivnosti oziroma metode razredov. Programerji oziroma često tudi sistemski načrtovalci sestavijo programsko kodo na podlagi podrobnih načrtov. Detajlni diagrami pretoka podatkov, strukturne karte in diagrami prehodnih stanj so osnova za sestavo programske kode za vse funkcije in rutine. V sodobnih orodjih CASE se potrebna programska oprema danes že sorazmerno avtomatizirano sestavlja s pomočjo ustreznih aplikacijskih in programskih generatorjev.

4. ENOSTAVNI PRIMER OBJEKTNO ORIENTIRANEGA RAZVOJA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

Sistemsko modeliranje sestavlja niz prepletenih aktivnosti za zaporedno izdelavo povezanih, vedno bolj progresivnih in vedno bolj podrobnih modelov sistema. Sistemska analiza in načrtovanje sta dva jedrnata pristopa za opisovanje ter modeliranje sistema. Sistemska analiza je študij in modeliranje določenega problemskega področja v smislu zadovoljevanja uporabniških zahtev in zagotavljanja sistemskih odgovornosti. Osnovni cilj objektno orientirane analize je podrobna opredelitev in opis sistema v smislu, kaj je treba storiti za rešitev določenega systemskega problema ter spremenjenih uporabniških zahtev. Objektno orientirana analiza predstavlja modeliranje sistema brez upoštevanja značilnosti njegovega dejanskega izvedbenega okolja. Sistemske načrtovanje je niz aktivnosti, ki na podlagi analitičnih dognanj opredeljujejo načine zajemanja, vzdrževanja, procesiranja, dostopa, razdeljevanja in predstavitve podatkov v namenskem sistemu. Glavni cilj objektno orientiranega načrtovanja je v podrobni specifikaciji v smislu, kako je treba izvesti in realizirati analitično opredeljen sistemski problem. Objektno orientirano načrtovanje pomeni progresivno razširitev modelov objektno orientirane analize ter že vključuje odločitve o določeni sistemski izgradnji in arhitekturi glede na učinkovitost ter ponovno uporabo že razvitih sistemskih modulov. Osnovni cilj objektno orientiranega načrtovanja je podrobna opredelitev notranje vsebine razredov, ki vključuje podrobno navedbo vseh atributov, vmesnikov, algoritmov in metod razredov.

V primeru objektno orientiranega razvoja se analitična faza in načrtovanje izvedeta precej drugače. Najprej se celotno problemsko področje razčleni na obvladljiva podporočja ali podsisteme. Sledi identifikacija in razčlenitev izbranih stvarnih entitet v potrebne vsebinske objekte, ki predstavljajo abstrakcijo pojavov problemskega področja. Določijo se tudi vsi glavni atributi objektov. Nato se objekti klasificirajo v tipološke objektno tipe, ki predstavljajo meta model objektov z enakimi atributi in procesnimi lastnostmi. Sledi potrebna klasifikacija objektnih tipov v ustrezno hierarhijo načelu generalizacije, specializacije in agregacije objektov v podin nadobjektno tipe. Določijo se tudi vse povezave oziroma dinamične relacije med objektnimi tipi, in sicer po tipu, načinu ali pogojnosti in stopnji ali kardinalnosti. Glavna diagramska tehnika za predstavitve in specifikacijo objektnih tipov ter njihovih povezav so objektni diagrami. Za dinamične objektno tipe in relacije je treba določiti tudi njihovo časovno spremenljivo obnašanje. Izdelava se tako imenovani model prehodnih stanj objektnih tipov in relacij, ki ponazarja njihov časovno urejeni

vzorec procesnega obnašanja. Na koncu se še identificira procesni model sistema, oziroma se okvirno opredelijo vse potrebne metode objektnih tipov, ki jih predstavljajo v objektnih združene procesne funkcije.

V objektno orientiranem pristopu predstavlja fazo načrtovanja podrobna določitev glavnih štirih logičnih komponent modela, ki so naslednje: celotno problemsko področje, organizacija podatkov, organizacija opravil in izdelava vmesnikov. Vsi rezultati objektno orientirane analize problemskega področja se privzamejo in izdela se podroben izvedbeni načrt za dejansko realizacijo objektno orientiranega podatkovnega modela. Komponenta za organizacijo podatkov določa možne dostope in načine upravljanja s trajnimi objekti. Komponenta za organizacijo opravil predstavlja izdelavo izvedbenega načrta za določitev algoritmov in koordinacijo procesnih aktivnosti ter komunikacijskih potreb med objekti. Nato se določi pregledni načrt za organizacijo podatkovne baze. Zadnja komponenta v fazi izgradnje informacijskega sistema se izdela detajlna fizična specifikacija podatkovne baze. Sledi sestava uporabniških programov in aplikacij, kjer se dejansko kodirajo procesne aktivnosti oziroma metode razredov. Programerji oziroma često tudi sistemski načrtovalci sestavijo programsko kodo na podlagi podrobnih načrtov. Detajlni objektni diagrami, diagrami pretoka podatkov in diagrami prehodnih stanj dinamičnih objektnih tipov so osnova za sestavo programske kode v izbranem objektno orientiranem programskem jeziku. V orodjih CASE je izdelava potrebne programske opreme že sorazmerno avtomatizirana in se sestavlja s pomočjo ustreznih aplikacijskih in programskih generatorjev. Sledita operativna faza in faza testiranja sistema, v katerih se celotni informacijski sistem podrobno preizkusi med dejanskim delovanjem. Verificirajo in preizkusijo se tudi operativne in izvedbene lastnosti programske opreme v skladu z uporabniškimi in funkcionalnimi zahtevami. Nato sledi običajno začasno vzporedno delovanje novega in starega informacijskega sistema. Novi sistem mora dokazati, da je sposoben zadovoljiti vse uporabniške zahteve. Po določenem obdobju, ki je potrebno za takšno testiranje, novi informacijski sistem nadomesti starega.

5. ZAKLJUČEK

Trenutno še ne obstaja nek splošen ter formaliziran pristop k izvedbi objektno orientirane systemske analize in načrtovanja. Uporablja pa se veliko splošnih pristopov, ki se lahko vsi opredelijo kot bolj ali manj hevristični pristopi. Najbolj pogost pristop k modeliranju informacijskega sistema je podatkovni pogled na sistem. Najprej se identificirajo objektni tipi, pomembni atributi, statične in dinamične strukture med objektnimi tipi ter osnovne procesne funkcije objektnih tipov. Celoten podatkovni model sistema se podrobno prikaže na ustreznem številu objektnih diagramov. Za prikaz procesnega obnašanja sistema se za vsak dinamičen objektni tip izdela diagram prehodnih stanj, ki lahko prikazuje tudi posredovanje vseh vrst sporočil oziroma podatkov po sistemu. Osnovni problem pri takšnem pristopu je v tem, da je težko omejiti ustrezen obseg systemske analize. Težko se namreč določi najbolj primeren trenutek za prehod iz analize v načrtovanje sistema in njegovih izvedbenih razredov. Ta ugotovitev je še zlasti pomembna pri tradicionalnem strukturnem razvojnem pristopu. V vseh tradicionalnih strukturnih ter informacijskih

metodoloških razvojnih pristopih se vsebinski podatkovni model analitične faze močno razlikuje od logičnega in fizičnega modela, ki se uporabljata v fazah načrtovanja in izgradnje sistema. Sistemski analitik, načrtovalec in programer uporabljajo zelo različne podatkovne ter funkcijske modele sistema. Pri modeliranju uporabljajo analitiki zlasti entitetno relacijske diagrame, diagrame prehodnih stanj za ponazoritev dinamike in pregledne referenčne matrike za povezave. Načrtovalci imajo drugačen pogled na model sistema ter uporabljajo zelo podrobne diagrame pretoka podatkov, akcijske diagrame in strukturne karte za dekompozicijo vseh procesnih funkcij. Programerji uporabljajo spet drugačen vsebinski model in ne razmišljajo več v smislu diagramov pretoka podatkov ter strukturnih kart. Sistemski in aplikativni programerji uporabljajo prevajalnike, izdelane knjižnice ter avtomatske generatorje programske kode in uporabniške aplikacije. Relacijske podatkovne baze uporabljajo spet povsem drugačen vsebinski in fizični model sistema, ki temelji predvsem na normaliziranih tabelah. Načrtovanje podatkovnega modela relacijske podatkovne baze se zato zelo razlikuje od načrtovanja zgradbe programov. Aplikacijski programer mora sam ugotoviti, kako bo zajemal in shranjeval podatke v relacijske tabele.

V primerjavi s tradicionalnimi sistemskimi razvojnimi metodologijami je zelo pomembna prednost objektno orientirane metodologije predvsem v tem, da se v vseh ključnih razvojnih fazah sistema, ki so sistemska analiza, načrtovanje in izgradnja, uporabljajo skoraj popolnoma enaki modeli sistema. Strukturne metode na primer zahtevajo, da se izrazito mrežna analitična predstavitev sistema hitro pretvori v hierarhično več ravensko predstavitev sistema v fazi sistemskega načrtovanja. Objektno orientirano načrtovanje pa predstavlja naravno nadaljevanje objektno orientirane analize. Povezava ter prehod med objektno orientirano analizo in načrtovanjem sta mnogo bolj neposredna. Obstaja pa pomembna sprememba osrednjega žarišča, ki se prestavi iz določanja problemskega področja na področje reševanja in realizacije sistemskih modelov. Obstajata dva osnovna pristopa za prehod iz sistemske analize k načrtovanju. Prvi pristop temelji na postopni razširitvi analitičnih modelov z dodatnimi elementi, ki so potrebni za dejansko načrtovanje sistema. Takšen načrtovalski pristop je načeloma končan, ko so razviti modeli, primerni za realizacijo ali programsko kodiranje. Težava pri takšnem pristopu je zlasti v tem, da nekatere obstoječe metode ne uporabljajo enake grafične notacije in oznake v vseh razvojnih fazah sistema. Določene objektno orientirane metode resnično uporabljajo zelo podobno grafično notacijo skozi celotni razvojni cikel sistema, vendar pa obstajajo tudi metode, ki namenoma zahtevajo spremembo uporabljenih oznak, tako da poudarjajo razliko med vsebinskim in fizičnim modelom sistema. Drugi kontrastni pristop za prehod iz sistemske analize k načrtovanju temelji na transformaciji modelov. Takšni razvojni pristopi uporabljajo niz določenih pravil, ki služijo za ustrezno pretvorbo opredeljenih analitičnih modelov v ustrezne modele, ki so potrebni za načrtovanje sistema.

Poseben pristop v tej smeri je uravnavanje celotnega razvojnega procesa s pomočjo različnih možnih scenarijev oziroma predvidenih različnih načinov uporabe sistema od njegovih dejanskih uporabnikov. Takšen pristop je posebej podrobno obdelan v odlični svojevrstni razvojni tehniki Objectory (Jacobson 1992). Objectory je

obsežna objektno orientirana metodologija in proces za izdelavo velikih industrijskih informacijskih sistemov. Osnovni pristop je opredelitev različnih vrst uporabe sistema, ki pokrivajo vse možne systemske namembnosti. Primer uporabe je določena oblika ali vzorec uporabniškega pristopa. Nek uporabnik sistema izvede določen scenarijo oziroma predviden način uporabe sistema. Uporabnik sproži nekaj transakcij ali pa zaporedje povezanih dogodkov. Proučevanje primerov uporabe se ne konča v fazah analize in načrtovanja, temveč se nadaljuje skozi tudi skozi fazi izvedbe in testiranja sistema. Povsem drugačen pristop uporablja (Martin, Odell 1993), ki temelji na modeliranju vseh za sistem pomembnih dogodkov. Takšen, na dogodkih temelječ pristop poudarja predvsem analizo vseh poslovnih procesov v sistemu, ki določajo obseg celotnega podatkovnega modela poslovnega sistema. Vsekakor pa nobena od do sedaj razvitih objektno orientiranih razvojnih tehnik ni brezhlebna in univerzalna. Za sistemskega analitika je torej pomembno tudi spoznanje, da je potrebno zelo pogosto ustrezno prikrojevanje posameznih razvojnih metod. Predhodno pa je seveda nujno potrebno dobro razumevanje značilnosti problemskega področja in uporabljene razvojne metodologije, preden je mogoče začeti z ustreznim prirejanjem izbranih metod. Razumevanje metodologije mora temeljiti na njenih osnovnih principih in ne na posebnostih posamezne uporabljene metode. Predvsem pa se moramo zavedati, da se večina razvojnih metod sorazmerno hitro spreminja. Zelo verjetno je zato tudi spoznanje, da čez tri leta nobena od uporabljenih metod ne bo več takšna, kot je danes.

Literatura:

- Barker, R., 1990a, *CASE*Method, Entity Relationship Modelling*, Addison-Wesley.
- Barker, R., 1990b, *CASE*Method, Tasks and Deliverables (2. Edition)*, Addison-Wesley.
- Barker, R., Longman, C., 1992, *CASE*Method, Function and Process Modelling*, Addison-Wesley.
- Booch, G., 1991, *Object-Oriented Design with Applications*, Addison-Wesley.
- Coad, P., Yourdon, E., 1991a, *Object-Oriented Analysis (2. Edition)*, Yourdon Press Computing Series, Prentice Hall, Inc.
- Coad, P., Yourdon, E., 1991b, *Object-Oriented Design*, Yourdon Press Computing Series, Prentice Hall, Inc.
- DeMarco, T., 1978, *Structured Analysis and System Specification*, Yourdon Press Computing Series, Prentice Hall, Inc.
- Jacobson, I., 1992, *Object-Oriented Software Engineering*, Addison-Wesley.
- Martin, J., Odell, I.J., 1993, *Principles of Object-Oriented Analysis and Design*, Prentice Hall, Inc., PTR Professional Technical Reference.
- Rumbaugh, J. et al., 1991, *Object-Oriented Modeling and Design*, Prentice Hall, Inc.
- Shlaer, S., Mellor, J.S., 1988, *Object-Oriented Systems Analysis: Modelling the World in Data*, Yourdon Press Computing Series, Prentice Hall, Inc.
- Shlaer, S., Mellor, J.S., 1992, *Object Lifecycles: Modelling the World in States*, Yourdon Press Computing Series, Prentice Hall, Inc.
- Yourdon, E.N., 1988, *Managing the System Life Cycle (2. Edition)*, Yourdon Press Computing Series, Prentice Hall, Inc.
- Yourdon, E.N., 1989, *Modern Structured Analysis*, Yourdon Press Computing Series, Prentice Hall, Inc.
- Yourdon, E.N., 1992, *Decline&Fall of the American Programmer*, Yourdon Press Computing Series, Prentice Hall, Inc.

Recenzija: Tomaž Banovec
Jože Senegačnik (v delu)

OBJEKTNO ORIENTIRANI MODEL PODATKOVNE BAZE GIS/LIS-A

dr. Radoš Šumrada

FAGG-Oddetek za geodezijo, Ljubljana

Prispelo za objavo: 11.5.1994

Izvleček

V članku je prikazan objektno orientiran pristop k modeliranju grafičnih, geometričnih, topoloških in opisnih podatkov za potrebe podatkovne baze GIS/LIS-a. Vsebinsko je izdelana ter predstavljena podrobna razredna hierarhija za predstavitev sestavljenih geografskih objektov, ki se lahko implementira in kodira v poljubni objektno orientirani podatkovni bazi.

Ključne besede: podatkovna baza, DBMS, GIS, LIS, objektno orientirani podatkovni model

Abstract

The paper presents an object-oriented approach to graphic, geometric, topological and descriptive data modelling for the needs of a GIS/LIS database. On a conceptual level a detailed class hierarchy is developed and described to present compound geographic objects which can be implemented and encoded into an arbitrary object-oriented database.

Keywords: database, DBMS, GIS, LIS, object oriented data model

1. UVOD

V sistemih GIS/LIS-a se registrirajo ter predstavljajo lastnosti pomembnih geografskih pojavov (objekti in dogodki), ki so locirani nekje na površini Zemlje, oziroma obstajajo in so fizično prisotni v stvarnem tridimenzionalnem (3D) prostoru. Podatkovna baza (DBMS) sistema GIS/LIS-a mora čim bolj celovito ter povezano shranjevati štiri vrste lastnosti (atribute in procesne funkcije) geografskih objektov:

- ☐ opisni atributi (tematski podatki oziroma splošne lastnosti objektov)
- ☐ geometrični atributi (geometrični podatki o lokaciji in iz koordinat izvedenih vrednostih o obliki, velikosti, položaju itd.)
- ☐ topološki atributi (povezljivost in sosedski odnosi med objekti)
- ☐ metode (vse potrebne procesne funkcije geografskega objekta).

Geometrični atributi v podatkovni bazi sistema GIS/LIS-a morajo biti izrecno oziroma posebej organizirani in predstavljeni bodisi v vektorski ali pa rastrski obliki:

- ☐ Vektorska organizacija geometričnih podatkov temelji na treh osnovnih grafičnih gradnikih, ki so točka, linija in območje ali areal.
- ☐ Rastrska organizacija geometričnih podatkov temelji na uniformni gridni celici.

Čeprav ljudje dojemajo stvarno okolje okoli sebe v treh dimenzijah, je abstraktna predstavitev objektov v podatkovnem modelu geografskih informacijskih sistemov danes še zmeraj večinoma dvodimenzionalna. Kartografska predstavitev geografskih objektov v sistemih GIS/LIS-a temelji na dveh vrstah podatkov in sicer na opisnih ter grafičnih atributih. Opisni atributi podajajo tematske lastnosti geografskih objektov. Grafične lastnosti objektov se lahko naprej razdelijo na geometrične in topološke značilnosti. Neformalna opredelitev posameznih atributov prostorskih podatkov je torej naslednja:

- Tematski atributi so različni opisni ali alfanumerični podatki, ki se nanašajo na geografske objekte. Tematski podatki so opisni podatki, ki se običajno hranijo v tradicionalnih (relacijskih) podatkovnih bazah in so lahko tipološko sistemski podatkovni tipi, kot na primer cela in realna števila, ali pa uporabniško opredeljeni abstraktni podatkovni tipi. Opisni atributi opisujejo pomembne značilnosti geografskega objekta in se zato lahko pojmuje kot računalnikova vednost o geografskih fenomenih. V tradicionalnih sistemih GIS/LIS-a so podatki o prostorskih objektih običajno shranjeni v relacijskih tabelah, kjer posamezni pojav objekta predstavlja vrstica v tabeli in njegovi atributi so stolpci tabele.
- Geometrični atributi podajajo lokacijo ali lego geografskih objektov v prostoru s pomočjo geokod, ki so ponavadi koordinate. Geometrični atributi podajajo tudi obliko in velikost prostorskih objektov. Omogočajo osnovno kartografsko modeliranje geografskih objektov s pomočjo grafičnih gradnikov ter posebnih geometričnih elementov, ki so vozlišče, segment, robni poligon in površina.
- Topološki atributi podajajo povezljivost in sosedske odnose med geografskimi objekti. Topološki atributi niso zmeraj shranjeni eksplicitno, ker se lahko načeloma izpeljejo iz geometričnih atributov.

Dejansko vrednost prostorskih podatkov predstavlja njihova kvaliteta. Resnična vrednost opisa stvarnih prostorskih fenomenov je odvisna od kakovosti vseh vrst vsebovanih podatkov, ki jih predstavljajo opisne, grafične in dinamične relacije med njimi. Kvaliteta prostorskih podatkov se pokaže predvsem kot grafična ali pozicijska natančnost, ažurnost, semantična in referenčna celovitost vsebine, resolucija, zanesljivost tematskih podatkov ter logična doslednost med grafičnimi in opisnimi podatki.

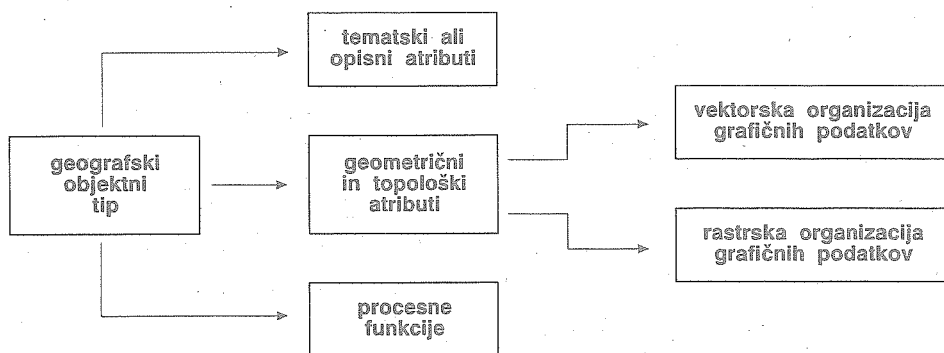
2. ZNAČILNOSTI OBJEKTOV ORIENTIRANEGA PRISTOPA

Vsak geografski objekt ima svojo lastno identiteto, ki je neodvisna od trenutnih vrednosti njegovih atributov. Vse pojave objektov, ki imajo enake attribute in enake metode, lahko ustrezno tipiziramo v objektni tip. Dejanska realizacija objektnega tipa v določenem programskem okolju se imenuje razred, ki predstavlja osnovno šablono ali prototip za vse pojave pripadajočih oziroma dejansko obstoječih objektov. Vrednosti atributov podajajo dejanske lastnosti posameznih pojavov objektov, ki se lahko pojmuje kot njihova vednost o samemu sebi. Opisni, geometrični in topološki atributi podajajo vse glavne značilnosti geografskih objektov ter se zato skupaj imenujejo podatkovni člani geografskega objekta. Metode so skupne vsem pojavom objektov istega objektnega tipa ali razreda in se zato skupaj

imenujejo procesni člani geografskega objekta. Metode objektov morajo zadovoljevati vse njihove procesne potrebe.

Podatkovni člani (atributi) in metode (procesne funkcije) objektnega tipa so združeni in povezani v celoto. Takšen model združevanja vednosti in obnašanja objektov v postopkovno samozadostno celoto se imenuje enkapsulacija, ki predstavlja osnovo za procesno neodvisnost objektov. V strogem objektnem pristopu so vse vrednosti ali atributi vsakega objekta vidni samo prek njegovega javnega vmesnika, ki ga predstavljajo vse njegove podrobno opredeljene metode. To načelo omejene vidnosti objektov notranjosti se imenuje skrivanje informacij. Objekti lahko komunicirajo z okolico oziroma z drugimi objekti samo s sprejemanjem in oddajanjem ustreznih sporočil, ki se prevedejo na klice ustreznih procesnih funkcij.

Dedovanje med objektnimi tipi omogoča sestavo poljubne hierarhične zgradbe objektnih tipov. Dedovanje med objektnimi tipi je lahko enostavno, novi objektni tip je izveden iz enega samega prednika, ali pa sestavljeno, kjer ima lahko novi objektni tip poljubno število prednikov. Najbolj pogosta oblika dedovanja med objektnimi tipi je enostavna oblika. Dedovanje med objektnimi tipi omogoča tudi ponovno uporabo že formiranih in preizkušenih razredov oziroma programske kode. S pomočjo dedovanja izvedeni nov objektni tip je v bistvu enak svojemu predniku z določenimi razširitvami, spremembami oziroma omejitvami. Z dedovanjem izvedeni objektni tip lahko poseduje tudi bistveno spremenjeno obnašanje od svojih prednikov, kar omogočata mehanizma polimorfizma procesnih funkcij in njihovega dinamičnega ali poznega povezovanja.



Slika 1

Osnovna zgradba splošnega prostorskega ali geografskega objektnega tipa, ki lahko služi za predstavitev kateregakoli geografskega pojava, je prikazana na sliki 1. Model geografskega objektnega tipa združuje podatke in procesno obnašanje v povezano celoto. Vrsto opisnih in geometričnih podatkov lahko določa sistemski ali pa abstraktni oziroma uporabniško določeni podatkovni tip. Geografski objektni tip je lahko poljubno sestavljen in lahko deduje druge objektne tipe. Možni sta dve osnovni izvedbi sestavljenih objektnih tipov, ki praktično nastopata v poljubni kombinaciji:

- ☐ objektni tip lahko vsebuje druge objektne tipe kot svoje attribute
- ☐ objektni tip je lahko izpeljan iz drugih objektnih tipov s pomočjo mehanizma dedovanja (enostavnega ali pa sestavljenega) med objektnimi tipi.



3. ZNAČILNOSTI GRAFIČNIH PODATKOVNIH BAZ

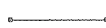
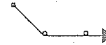
Podatkovna baza GIS/LIS-a mora biti sposobna obdelovati opisne, geometrične in topološke podatke na enakovreden ter povezan oziroma čim bolj integriran način. Vse procedure sistema GIS/LIS-a morajo biti opredeljene v sistemskih in uporabniško definiranih objektnih tipih. Grafična podatkovna baza mora biti sposobna nuditi oziroma zadovoljevati predvsem naslednje procesne funkcije geografskih objektov:

- enostaven (grafični) vmesnik (GUI) za poizvedovanja in ažuriranje prostorskih objektov (vse vrste podatkovnih manipulacij)

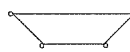
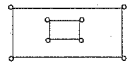
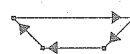
0 - DIMENZIONALNI OBJEKTNI TIPI

- **Točka:** je 0 dimenzionalni objekt, ki opredeljuje geometrično lokacijo z nizom koordinat $T(x,y,z)$.
- **Vozlišče:** je 0 dimenzionalni objekt, ki je topološko stičišče in lahko tudi določa geometrično lokacijo.

1 - DIMENZIONALNI OBJEKTNI TIPI

-  **Linija (vektor):** je 1 dimenzionalni objekt, ki ponazarja povezavo ali črto med dvema točkama.
-  **Segment:** je 1 dimenzionalni objekt, ki predstavlja neposredno povezavo med dvema vozliščema.
-  **Rob:** predstavlja usmerjeno povezavo med dvema vozliščema z opredeljeno smerjo.
-  **Niz:** predstavlja zaporedje linij ali vektorjev.
-  **Veriga:** je usmerjeno zaporedje ne sekajočih se linijskih segmentov med dvema vozliščema.
-  **Lok:** je povezava med točkami, ki je opredeljena s pomočjo matematično definirane krivulje.

2 - DIMENZIONALNI OBJEKTNI TIPI

-  **Območje (enostavni poligon):** je 2 dimenzionalni objekt, ki je opredeljen samo z zaključenim obodnim poligonom.
-  **Območje (kompleksni poligon):** je 2 dimenzionalni objekt, ki je opredeljen z zaključenimi obodnimi poligoni in lahko vsebuje otoke.
-  **Površina:** je 2 dimenzionalni objekt, ki je opredeljen z enim ali več obodnimi robovi.
-  **Rastrska celica ali piksel** je uniformni prostorski element, ki je nosilec prostorskih podatkov v rastrski grafični organizaciji.

Slika 2

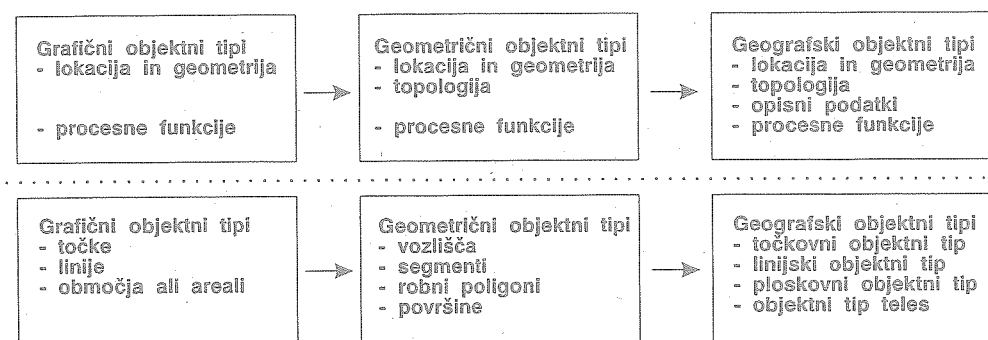
- natančno opredeljena zbirka posebnih operatorjev za manipulacije z opisnimi, geometričnimi in topološkimi atributi prostorskih objektov
- cel niz dodatnih (robustnih) geometričnih algoritmov za različne podatkovne analize
- zmožnost pokrivanja in modeliranja navidezno neskončnega področja obravnave
- sposobnost zajemanja podatkov iz različnih virov in v različnih (standardnih) formatih na raznovrstnih medijih

- sposobnost posredovanja željenega izbora podatkov v različnih (standardnih) formatih na raznovrstnih medijih
- zmožnost različnih grafičnih (kartografskih) in tabelarnih predstavitev podatkov na raznovrstnih izhodnih napravah
- sposobnost strukturiranja podatkov v tradicionalni kartografski model (tematske plasti) ali pa v objektno orientirani model (hierarhije objektnih tipov)
- samodejno vzdrževanje topologije za določitev povezljivosti med geometričnimi objekti in vzpostavitev njihovega sosledstva.

4. KLASIFIKACIJA PROSTORSKIH OBJEKTNIH TIPOV

Število različnih objektnih tipov, ki lahko nastopajo v podatkovni bazi GIS/LIS-a, je običajno zelo veliko. Objekte je treba najprej razvrstiti glede na njihove sestavne komponente na osnovne ali enostavne in sestavljene objekte tipe. Slika 2 prikazuje primer klasifikacije možnih objektnih tipov glede na njihovo prostorsko razsežnost.

Za določitev celotne hierarhije in povezav med objektnimi tipi je mnogo primernejša uporaba klasifikacije objektnih tipov glede na njihov pomen in dejansko vsebino. Slika 3 prikazuje takšno načelno klasifikacijo objektnih tipov z ozirom na vrste atributov, ki jih objektni tipi dejansko posedujejo. Vsebinsko lahko objekte tipe razdelimo in imenujemo kot grafične (lokacija in geometrija), geometrične (lokacija, geometrija in topologija) ter geografske (lokacija, geometrija, topologija in opisni podatki).



Slika 3

4.1 Grafični objektni tipi

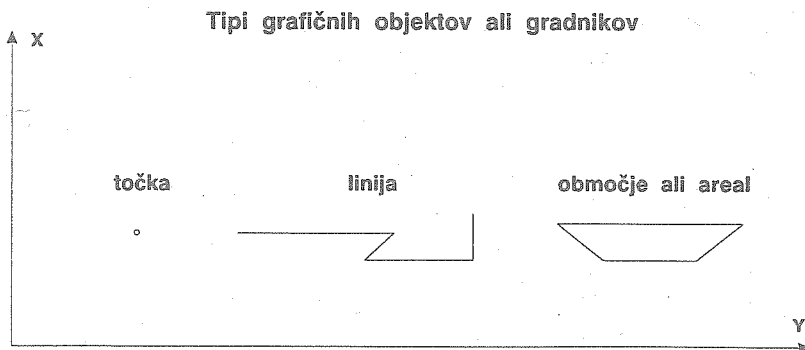
Koncept enostavnega dvodimenzionalnega objektnega podatkovnega modela za kartografsko ponazoritev topologije v sistemih GIS/LIS-a je običajno naslednji. Sestavljen je iz treh osnovnih tipov grafičnih objektov ali gradnikov, ki so točka, linija in areal ali območje. Geometrična predstavitev in pomen grafičnih objektnih tipov sta namenjena za podajanje posplošene abstrakcije poljubno sestavljene geometrije izbranih stvarnih geografskih fenomenov. V kartografskem podatkovnem modelu služi predvsem za predstavitev osnovnih kartografskih lastnosti geografskih objektov.

- Točka je najbolj enostaven grafični objektni tip ali razred brez dimenzij (0D), ki ima samo lokacijo brez dodatnih prostorskih lastnosti. Običajno se

prikazujejo kot ustrezni simboli. Merilo in pomen predstavitve seveda določata ali je določen objekt predstavljen kot točka ali pa kot območje.

- Linija povezuje vsaj dve točki in je enodimenzionalni grafični objekt tip ali razred (1D), ki ima prostorsko lokacijo, dolžino, simbol ter obliko. Linijski objekti so lahko sestavljeni iz enega ali več povezanih usmerjenih odsekov, ki so po obliki preme linije ali pa krivulje. Edini merljivi atribut linije je njena dolžina. V odvisnosti od merila in pomena predstavitve se lahko določeni arealni objekti prikazujejo kot linije ali pa kot območja.
- Območje ali areal je dvodimenzionalni grafični objekt tip ali razred, ki ima površino in obseg kot edina merljiva atributa (2D). Merilo predstavitve določa, ali je določen objekt predstavljen kot točka ali pa kot območje. Obliko, velikost in lokacijo areala določajo usmerjeni odseki, ki ga obkrožajo. Vsako območje določajo vsaj trije obodni segmenti, ki jih določajo vsaj tri lomne točke. Areali lahko tudi predstavljajo osnovo za sestavo tridimenzionalnega telesa. V vektorskih grafičnih podatkovnih bazah so območja predstavljena z obodnimi zaključenimi poligoni. V rastrskih grafičnih podatkovnih bazah se stvarnost predstavi s pomočjo pravilnih mnogokotnikov, tako da so vsi objekti opredeljeni v smislu uniformnih območij. Osnovni element celotne podatkovne strukture se imenuje gridna celica. Vsak pravilen mnogokotnik, ki je običajno kvadrat, lahko predstavlja prostorske lastnosti. Rezultat je generalizacija stvarnosti, ki je odvisna predvsem od velikosti rastrske celice. Takšne enotno oblikovane in velike celice so osnova rastrskega podatkovnega modela oziroma rastrske grafične podatkovne baze. Gridna mreža takšnih celic nima (teoretično) nikakršnih fizičnih omejitev v prostoru.
- Sestavljeni grafični objekt tip lahko tvori poljubna zbirka točk, linij in območij. Lahko se predstavi kot izvedeni oziroma izpeljani objekt tip, ki je sestavljen iz osnovnih grafičnih gradnikov.

Enostavna grafična ponazoritev treh osnovnih grafičnih objektov tipov ali razredov je prikazana na sliki 4. Klasifikacija geografskih objektov na enega od teh treh objektov tipov je predvsem odvisna od načina uporabe in namembnosti prostorskih podatkov. Vsak dejanski pojav objekta iz določenega grafičnega razreda je enolično določen z ustreznim identifikatorjem.



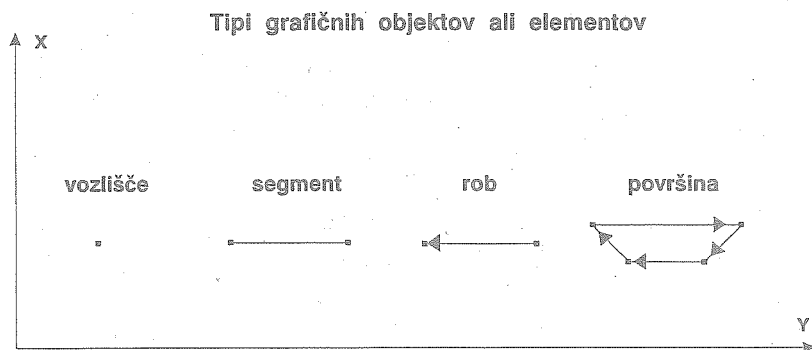
Slika 4

4.2 Geometrični objektni tipi

Grafični atributi geografskih objektov so podani s posebnimi geometričnimi objektnimi tipi, ki jih predstavljajo razredi osnovnih štirih geometričnih skupin elementov. Sestavljeni so na podlagi ustreznih grafičnih objektnih tipov, katerim so dodani tudi topološki atributi. Obstajajo štirje geometrični objektni tipi ali razredi, in sicer vozlišča, segmenti, robovi ter površine.

- Vozlišče podaja geografsko pozicijo s pomočjo koordinat (x, y, z) . Vozlišče lahko predstavlja točkovni geografski objekt, ki je tako enolično opredeljen. Vozlišče lahko leži na robu območja, lahko pa je tudi začetna ali končna točka enega ali več segmentov.
- Segment ali lok predstavlja povezavo med dvema vozliščema. Segment vedno določata začetno in končno vozlišče. Glede na obliko je lahko segment prema linija ali pa krivulja. Segment je lahko tudi del sestavljene poliliniije ali poligona, ki lahko ponazarja linijski objekt ali pa je robni poligon območja.
- Robni poligon ali meja je izpeljani geometrični objekt ali element, ki podaja grafične lastnosti arealnih objektov. Robove tvorijo razvrščeni in usmerjeni segmenti. V primeru tridimenzionalne upodobitve geografskega prostora podajajo robovi stične linije ploskve prostorskih teles.
- Površina predstavlja najvišji nivo geometrijskih objektov ali elementov. Ena ali več površin služi za ponazarjanje arealnih geometričnih objektov. Vsaka površina je v celoti opredeljena s pomočjo enega ali več orientiranih robnih poligonov. V primeru tridimenzionalne upodobitve geografskega prostora podajajo površine ustrezne ploskve prostorskih teles.

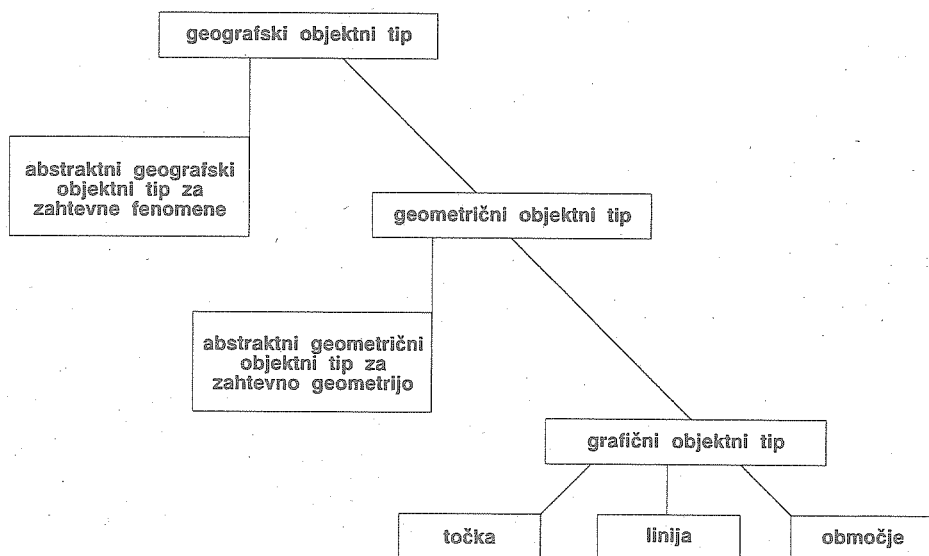
Grafična ponazoritev štirih osnovnih geometričnih objektnih tipov ali geometričnih razredov je podana na sliki 5. Robni poligon je vmesni sestavljeni element, ki ima lahko dvojni pomen in je zaradi tega pri njegovi uporabi potrebna določena previdnost. Robni poligon je lahko sestavljen iz enega ali več segmentov, ki zaključujejo območni objekt oziroma opredeljujejo površino. Izraz poligon se lahko uporablja tudi za podajanje splošnih ali zaključenih linijskih objektov, ki jih tvorijo razvrščeni in usmerjeni segmenti.



Slika 5

4.3 Grafična predstavitev geografskih objektov

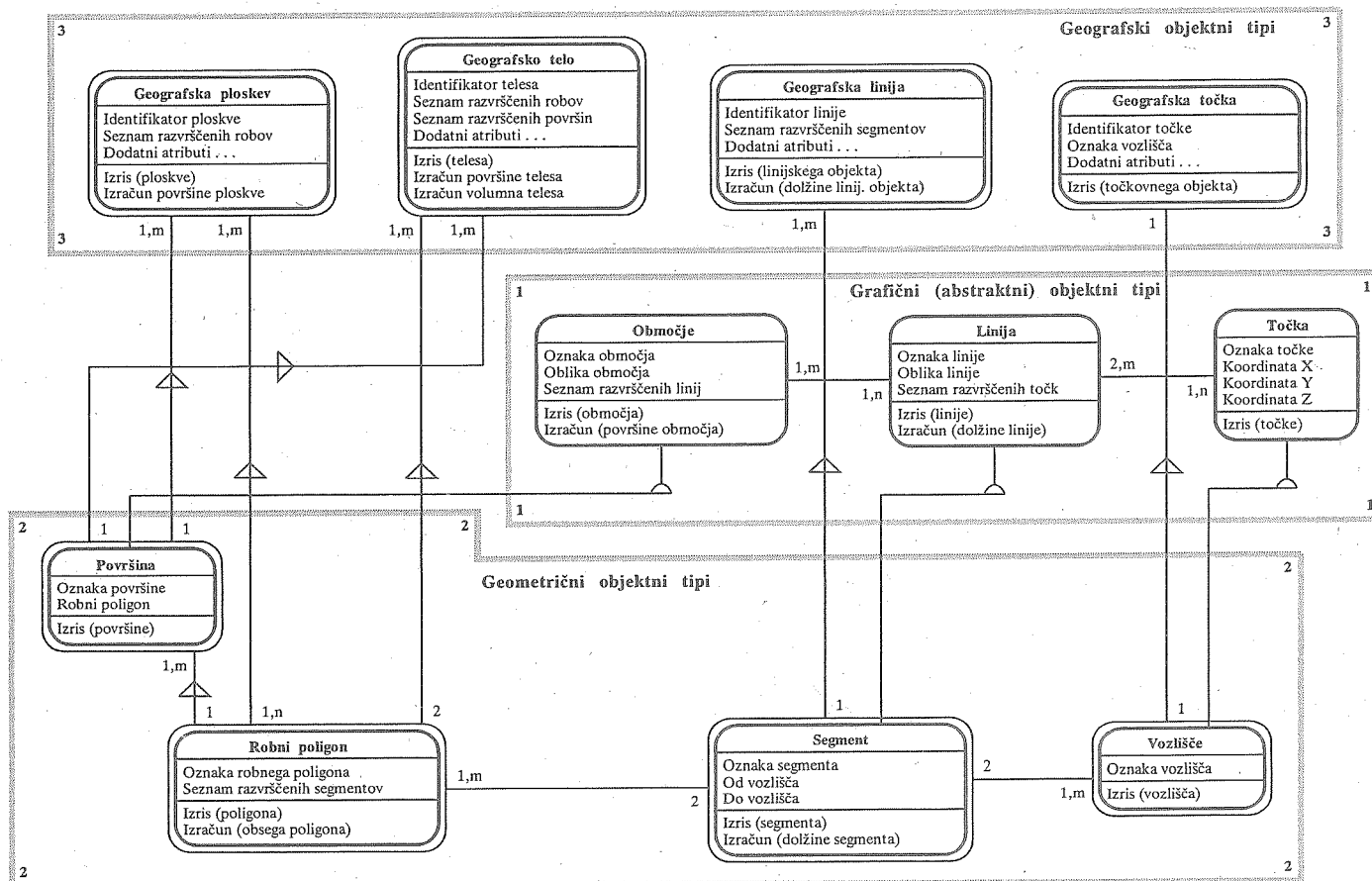
Celotni koncept objektno orientiranega podatkovnega modela GIS/LIS-a je prikazan kot hierarhična povezava z relacijami med geometričnimi in grafičnimi objektnimi tipi, ki služijo za kartografsko upodobitev geografskih objektov ali pojavov. Pregledna grafična ponazoritev hierarhije relacij med ustreznimi skupinami objektnih tipov je na sliki 6. Celotna struktura z vsemi relacijami in hierarhijo



Slika 6

objektnih tipov je prikazana na objektnem diagramu na sliki 7. Objektni diagram je prikazan v Coad – Yourdon grafični notaciji (Coad, Yourdon 1991). Pri vseh objektnih tipih so navedeni samo najbolj značilni atributi in najbolj pomembne metode. Vse interne metode, na primer za inicializacijo in brisanje objektov, niso izrecno navedene. Značilnosti vseh upodobljenih relacij med grafičnimi, geometričnimi in geografskimi objektnimi tipi pa so naslednje:

- ☐ Točkovni objekt je predstavljen z natančno enim vozliščem.
- ☐ Linijski objekt opredeljuje veriga oziroma poligon, ki je sestavljen iz enega ali več segmentov. V primeru linijskih objektov se lahko v vsakem vozlišču stikata samo dva segmenta. Linijski objekt je lahko tudi zaključen poligon, ki je sestavljen iz enega ali več segmentov.
- ☐ Območni objekti so definirani s pomočjo enega ali več povezanih robnih poligonov. Segmenti robov so dosledno enako orientirani.
- ☐ Povezave med vozlišči in segmenti na eni strani ter areali oziroma površinami na drugi strani so izrecno registrirani z ustreznimi topološkimi relacijami.



Slika 7

Literatura:

- Bonfatti F. et al., 1993, *Object Oriented Support to the Design of Geographical Information Systems*, EGIS'93 Conference Proceedings.
- Boursier, P., Faiz, S., 1993, *A Comparative Study of Relational, Extensible and Object Oriented Approaches for Modelling and Querying Geographic Databases*, EGIS'93 Conference Proceedings.
- Coad, P., Yourdon, E., 1991, *Object-Oriented Analysis (2. Edition)*, Yourdon Press Computing Series, Prentice Hall, Inc.
- Helokunnas, T., 1994, *Object Oriented Geographic Data Management*, EGIS'94 Conference Proceedings.
- Jacobson, I., 1992, *Object-Oriented Software Engineering*, Addison - Wesley.
- Khoshafian, S., 1993, *Object-Oriented Databases*, John Wiley & Sons.
- Langford, M., 1993a, *Getting Started in GIS*, CVCP/USDU, University of Sheffield, England.
- Langford, M., 1993b, *Moving on in GIS*, CVCP/USDU, University of Sheffield, England.
- Livingstone, D., Raper, J., 1993, *Object Oriented Data Modelling in a GIS Application for Coastal Geomorphology*, EGIS'93 Conference Proceedings.
- Martin, J., Odell, I.J., 1993, *Principles of Object-Oriented Analysis and Design*, Prentice Hall, Inc., PTR Professional Technical Reference.
- Sacchi, C., Sbatella, L., 1994, *An Object Oriented Approach to Spatial Databases*, EGIS'94 Conference Proceedings.
- Schneider, B., 1994, *Object Programming for Spatial Problems: Definition of Basic Set of Spatial Classes*, EGIS'94 Conference Proceedings.
- Wessels, C., 1993, *Object Orientation and GIS*, EGIS'93 Conference Proceedings.
- Worboy, M.F., 1994a, *Inovations in GIS*, Taylor & Francis Ltd.
- Worboy, M.F., 1994b, *GIS : A Computer Science Perpersctive*, Taylor & Francis Ltd.

Recenzija: mag. Božena Lipej
mag. Dalibor Radovan

OBJEKTNO USMERJENI STANDARDI ZA PODATKOVNE BAZE GIS/LIS-A

dr. Radoš Šumrada

FAGG-Oddelek za geodezijo, Ljubljana

Prispelo za objavo: 31.5.1994

Izvleček

V članku je pregled vsebine in razvojnih trendov v sklopu posebnega projekta ISO za izdelavo standardnega objektnega poizvedovalnega jezika SQL/MultiMedia. Ta jezik, popularno imenovani tudi SQL3, je namenjen definiciji in manipulaciji z objekti za potrebe CAD-a, multimedijskih in GIS-ovih aplikacij. V projektu je tudi podrobni predlog za opredelitev abstraktnih objektnih tipov za potrebe prostorskih informacijskih sistemov.

Ključne besede: GIS/LIS objektno orientirani podatkovni model, ISO, objektni SQL, SAIF, SQL/MM, SQL3

Abstract

The paper presents an overview of contents and outlines current trends established for a special ISO project called SQL/MultiMedia. The aim of this project is the development of an object-oriented query language SQL/MM, also called SQL3 to define and manipulate with objects for the needs of CAD, multimedia and, GIS applications. The project describes a detailed proposal for abstract object types specifications for the needs of GISs'.

Keywords: GIS/LIS object oriented data model, ISO, object SQL, SAIF, SQL/MM, SQL3

1. UVOD

Prostorski podatki imajo zelo kompleksno in spremenljivo notranjo strukturo, kar otežuje njihovo enostavno in neposredno uporabo v tradicionalnih podatkovnih bazah (DBMS). Grafični podatki so zato običajno shranjeni v posebej organiziranih zapisih zunaj relacijskih ali drugih podatkovnih baz. Prostorski podatki so tudi količinsko zelo obsežni, podobno kot raznovrstni podatkovni tipi, ki se hranijo za potrebe multimedijev. ISO (International Standard Organisation) in tudi mnogi tržni proizvajalci podatkovnih baz zato pospešeno razvijajo novo tehnologijo objektno usmerjenih podatkovnih baz za podporo celemu nizu novih in zahtevnih podatkovnih tipov.

Posebna ISO-va delovna skupina za jezike podatkovnih baz (JTC1/SC21/WG3 Database Languages) razvija tretjo generacijo strukturnega poizvedovalnega

jezika SQL/MM (popularno SQL3), ki bo formalno sprejet in uveljavljen do leta 1996 (SQL/MM 1993). Imel bo podporo za CAD, multimedijske aplikacije, geografske informacijske sisteme in bo predvsem objektno naravnani. SQL3 bo splošen objektno usmerjeni poizvedovalni jezik za objektno podatkovne baze, ki ga bodo uporabljale. Ohraniti bo moral tudi kompatibilnost s sedaj veljavnim standardom SQL2, ki je bil uradno sprejet leta 1992 (ISO/IEC 1992). Vsi dokumenti ISO SQL/MM-a so dostopni v digitalni obliki prek interneta na strežniku NIST (National Institute of Standards and Technology) z oznako speckle.ncsl.nist.gov. Dostopni so prek prenosa FTP (File Transfer Protocol).

Na Uradu za geomatiko Ministrstva za okolje, zemljišča in parke v Viktoriji, Britanska Kolumbija, Kanada, so izdelali predloge za ISO standardni SQL/MM za potrebe multimedijev, CAD in GIS sistemov. Njihov predlog je bil sprejet in predstavlja osnovo za izdelavo ISO standardnega SQL/MM. Sprejeti predlog za osnovo se imenuje SAIF (Spatial Archive and Interchange Format). SAIF predstavlja leta 1993 sprejeti kanadski nacionalni standard za podatkovno modeliranje in izmenjavo podatkov. SAIF temelji na objektno usmerjenem podatkovnem modelu, ki je zelo prožen. Predstavlja tudi osnovo za ISO-v standardni SQL/MM in delo skupine Open GIS v ZDA. Pri osnutku za SAIF je sprejel CGBS (Canada General Standards Board), Komite za geomatiko leta 1991. Od tedaj so izdelali že številne razširitve in izboljšave. Zadnja v celoti objavljena SAIF verzija iz septembra 1993 ima oznako 2.0 in je bila delno spremenjena ter dopolnjena ob koncu januarja 1994 (verzija 3.0) z dodatnimi predlogi (SQL/MM 1994). Trenutna zadnja delovna verzija ima že oznako SAIF 3.1 (Lutz 1994).

Večina dokumentov projekta SAIF je dostopna v digitalni obliki prek interneta na strežniku z oznako s2k-ftp.cs.berkeley.edu. Prenos je možen prek protokola FTP kot uporabnik anonymous. Na posebnem področju pub/sequoia/schema/STANDARDS/SAIF se nahajata dve s programom pkzip zgoščeni datoteki z zadnjo verzijo dokumentov SAIF-a.

2. SESTAVNI DELI STANDARDA SAIF

Osnovni SAIF-ov model je brez geografskega pomena in vsebine. Ukvarja se predvsem z osnovnimi koncepti računalniških znanosti in informatike. SAIF temelji na objektno usmerjenem podatkovnem modelu, ki ga sestavljajo definicije in osnovni sestavni bloki. Ta opredelitev osnovnih razredov obsega n-terke, nize, sezname, kazalce, referenčne povezave, vektorje, polja, besedila, grafične gradnike itd. Standard SAIF določa tudi temeljno zbirko z okoli 300 objektnimi tipi kot so na primer točke, linije, območja, koordinatni sistemi in kartografske projekcije. Podana so tudi temeljna pravila za opredeljevanje objektnih tipov na višjih uporabniških nivojih.

SAIF je izvorni predlog, ki predstavlja odlično osnovo za izdelavo ISO-vega standardnega poizvedovalnega jezika SQL3 za objektno usmerjene podatkovne baze. Predstavljeni so okvirji podatkovnih tipov, ki so potrebni za predstavitev geografskih razredov. To so metapodatki oziroma osnovni objektni tipi z vsemi grafičnimi, geometričnimi, topološkimi in opisnimi atributi, iz katerih lahko uporabniki izvedejo svoje razrede prek principa dedovanja. Predlog SAIF za sedaj

obsega samo opredelitev objektnih tipov, njihovih atributov ter relacij med njimi. Manjka še detaljnější opredelitev vmesnikov objektnih tipov in realizacija metod razredov. Da postanejo SAIF-ovi objektni tipi resnični abstraktni razredi, je treba dodati še standardne vmesnike in tudi virtualne funkcije. Trenutno je večina razvojnih naporov usmerjenih v to smer. Standard SAIF sestavljajo štiri komponente: SAIF-ov podatkovni model, SAIF-ova shema, definicijski in uporabniški jezik, SAIF-ova zunanja podatkovna predstavitev. Podatkovni model SAIF temelji na objektno usmerjenem pristopu in uporabi večkratnega dedovanja. SAIF določa tudi pravila za sestavo namenskih objektnih tipov na višjih nivojih, ki so potrebni na primer uporabnikom določenega sistema GIS-a. Podatkovni model SAIF temelji na objektno usmerjenem modeliranju stvarnosti in vključuje vse sodobne trende objektno orientiranih programskih jezikov.

Standardno shemo SAIF-a sestavljajo definicije več kot tristo različnih objektnih tipov, ki tvorijo objektni podatkovni model oziroma knjižnico SAIF-a. Zunanja softverska firma izdeluje tudi dodatno uporabniško knjižnico, ki bo omogočila lažji dostop in uporabo podatkovnih zapisov SAIF-a (Lutz 1994). V SAIF-ovi knjižnici zbrani razredi zagotavljajo vse izvirne, trajne in prehodne oblike objektnih tipov za potrebe objektnih podatkovnih baz in izmenjavo podatkov. Poleg definicije podatkovnih članov razredov so navedene tudi nekatere osnovne funkcije objektnih tipov (SQL/MM 1993). Za potrebe GIS-ovih sistemov so opredeljene denimo naslednje pomembnejše kategorije razredov:

- pomožni objektni tipi
(GEO_Cell3DReference, GEO_Cell3DDefinition, GEO_ZPosition itd.)
- koordinatni objektni tipi
(GEO_Coordinate, GEO_Coordxyz, GEO_Coordxyt, GEO_Coordxyzt itd.)
- točkovni objektni tipi
(GEO_PointClass, GEO_Point, GEO_DEMPoint, GEO_PointGrid itd.)
- linijski objektni tipi
(GEO_LineClass, GEO_Arc, GEO_OrientedArc, GEO_Isoline, GEO_Boundary itd.)
- območni objektni tipi
(GEO_AreaClass, GEO_Cell, GEO_CellGrid, GEO_Polygon, GEO_Surface itd.)
- volumski objektni tipi
(GEO_VolumeClass, GEO_Cell3D, GEO_Cell3DGrid itd.)
- rastrski objektni tipi
(GEO_RasterClass, GEO_AreaRaster, GEO_Pixels, GEO_PixelGrid itd.)
- tekstualni objektni tipi
(GEO_TextClass, GEO_TextLine, GEO_TextOnCurve, GEO_TextMultiLine itd.)

Podatkovni model SAIF-a je zasnovan kot osnova, s pomočjo katere lahko uporabniki razvijajo svoje razrede. Vsi razredi objektnega podatkovnega modela SAIF-a so kodirani v skladu s posebnimi jezikovno neodvisnimi standardnimi pravili. SAIF ima poseben opisen objektno usmerjen jezik CSN (Class Syntax Notation), ki služi za definicijo osnovnih in novih razredov. Vsi kodirani zapisi podatkovnih shem

so zato enostavno prenosljivi med različnimi sistemi. CSN omogoča uporabnikom predvsem razširitev osnovnih standardnih SAIF-ovih shem in s tem definicijo poljubnih uporabniško izpeljanih razredov. Uporabniki lahko tako s pomočjo dedovanja opredelijo svoje razrede in definirajo njihove dejanske metode. Uporabniška notacija OSN (Object Syntax Notation) je enostavnejši jezik, ki zagotavlja sintakso za objektno usmerjeno opredelitev konkretne podatkovne strukture. Uporabnikom predvsem omogoča, da opredeljujejo pojave obstoječih objektov iz že definiranih razredov.

SAIF-ovo zunanjo podatkovno predstavitev tvorijo standardni formati za izmenjavo podatkov. Obstaja tudi binarna izvedba standardnega izmenjalnega formata SAIF, ki uporablja hkratno zgoščevanje s pomočjo posebnega programa (SAIF/ZIP). V provinci Britanska Kolumbija uporabljajo SAIF-ove standardne prenosne formate že več kot dve leti. V SAIF-ovem objektnem podatkovnem modelu in izmenjalnem formatu je vzpostavljenih že več kot tri tisoč topografskih kart v merilu 1:20 000 in katastrski podatki za provinco Britanska Kolumbija. Do konca leta 1994 bo za šolanje in privajanje na standard SAIF izdelanih tudi veliko pomožnih orodij za Unix in MS Windows okolje. Osnovna zbirka orodij bo vključena v paket SAIF. Dodatna orodja bodo izdelale zunanje programske hiše. Osnovna zbirka bo obsegala posebno knjižnico za lažje pisanje, čitanje in testiranje standardnega formata SAIF-a ter pripomočke za izdelavo pretvornikov med različnimi drugimi standardnimi formati in formatom SAIF. Osnovna knjižnica bo napisana v jeziku C++, vendar bo omogočala dostop ter uporabo orodij iz jezikov C in C++. Izdelan bo tudi poseben učbenik in informator kot hipertekst o standardu SAIF.

3. ZAKLJUČEK

Trenutni problemi v zvezi z objektnim SQL3 se lahko neformalno opredelijo kot notranji in zunanji. Interne probleme predstavlja trenutno predvsem uskladitev prispelih pripomb na delovni osnutek ISO-vega standarda (SQL/MM 1994). Nujno potrebna je opredelitev standardnih vmesnikov vseh abstraktnih objektnih tipov, ki izhajajo iz SAIF-ovega predloga in njegovih dopolnitev. Zunanje probleme predstavlja predvsem povezljivost s podobnimi poskusi, ki tečejo delno vzporedno in na nivoju objektno usmerjenih podatkovnih baz. Poleg predloga SQL/MM obstojita še dva podobna in delno se prekrivajoča projekta za standardizacijo na področju objektnih podatkovnih baz ter geografskih informacijskih sistemov. To sta projekta ODMG-93 in OGIS.

Skupina OMG (Object Management Group) je organizacija, katere namen je sestava in uveljavljanje standardov s področja objektno usmerjene tehnologije. Leta 1991 je bila ustanovljena posebna sekcija ODMG (Object Database Management Group). Sestavljajo jo predstavniki proizvajalcev objektnih podatkovnih baz, ki pokrivajo prek 80 odstotkov svetovnega tržišča. Ta skupina je sestavila in objavila osnutek standarda ODMG-93 (Atwood 1993), v katerem so opredeljene naslednje sestavine: ODM - Object Data Model, ODL - Object Definition Language, OQL - Object Query Language, C++ in Smalltalk jezikovne povezave. Čeprav ODMG ni skupina, ki deluje v okviru projektov ISO/ANSI, pa bo imel standard

ODMG-93 nedvomno velik vpliv na celotno industrijo podatkovnih baz. Zato bo standard ODMG-93 kmalu predložen tudi za potrditev kot standard ISO.

Skupina OMG je omogočila tudi razvoj posebnega vmesniškega standarda SCORBA (Common Object Request Broker Architecture) (Mowbray, Thom 1993), ki za sedaj še ni del standarda ODMG-93. CORBA je zelo splošen vmesnik, ki omogoča dostop in komunikacije med različnimi objekti v distribuirani arhitekturi, neodvisno od vrste računalnikov, operacijskih sistemov ter raznih mrežnih protokolov. CORBA vmesniška arhitektura je tako ne samo osnova za distribuirane objektne podatkovne baze, temveč je postala pomembna tudi pri razvoju naslednje generacije objektno usmerjenih operacijskih sistemov (Stein 1994). Vzporedno z zadnjim predlogom za verzijo CORBA 2.0 je tvrdka MS (MicroSoft) zavrnila zahtevo po priključitvi k skupnemu OMG standardu CORBA in še naprej razvija novo verzijo 2.0 svojega lastnega standarda OLE (Objects Linking and Embedding), ki predstavlja tehnološko osnovo za MS-jevo odprto objektno arhitekturo za programe in dokumente (OpenDoc).

Projekt OGIS (Open Geodata Interoperability Specification) je bil zasnovan v ZDA in pri njegovi izvedbi sodelujejo številne zasebne družbe ter javne ustanove. Osnovni cilj projekta je izdelava operativnih standardov za prostorske podatke. Pristop OGIS-a izhaja iz nekdanje fundacije Open Grass, ki se je ustrezno razširila in osvojila objektni pristop. Prvi osnutek projekta OGIS, sedaj nosilne skupine OGF (Open GIS Foundation), je bil objavljen aprila 1994 (Strand 1994b) in je trenutno v fazi javne obravnave ter zbiranja kritičnih pripomb. Projekt OGIS temelji na izhodiščih standarda SAIF, ki predstavlja temelj tudi za model OGIS-a. Namen projekta OGIS je več kot samo izdelava standardov za izmenjavo prostorskih podatkov. Opredeljena je tudi objektno usmerjena arhitektura za obdelavo prostorskih podatkov v distribuiranem računalniškem okolju.

Arhitektura OGIS-ovega pristopa sestoji iz treh delov. Distribuirana objektna tehnologija predstavlja okolje, ki zagotavlja komunikacijo med objektnimi tipi OGIS-a. Vmesniki in metode vseh objektnih tipov OGIS-a formalno že upoštevajo predlog standarda CORBA, ki ga je objavila skupina OMG (Vinoski 1993). Podatkovni model OGIS-a, imenovan VGM (Virtual Geodata Model), sestavlja obsežna knjižnica abstraktnih objektnih tipov, ki so namenjeni za ponazoritev prostorskih objektov in vseh komunikacij med njimi. Izvedeni so s pomočjo dedovanja in tvorijo hierarhijo začasnih in trajnih razredov. Model VGM formalno upošteva tudi značilnosti standarda ISO SQL/MM za prostorske objektne tipe. Model programskih aplikacij, ki se imenuje APM (Application Programming Model), omogoča kreacijo in izvedbo dejanskih pojavov objektov. Aplikacije so procesi, ki odgovarjajo določenim uporabniškim zahtevam. Vse aplikacije in metode uporabljajo VGM kot skupni konceptualni podatkovni model za dostop do prostorskih objektov.

Trenutno stanje na področju standardizacije objektnih podatkovnih baz in objektno usmerjenih GIS-ovih sistemov je torej naslednje. Objavljena sta predloga oziroma osnutka splošnih industrijskih standardov za objektne podatkovne sisteme ODMG-93 in CORBA, ki bosta kmalu prešla v okvirje projektov ISO-ja. Predstavljata pomembno osnovo tudi za vse nadaljnje poskuse standardizacije na področju objektno usmerjenih GIS-ovih sistemov. V ZDA nastali pristop OGIS

formalno upošteva standard ODMG-93 in CORBA. Prav tako to velja za v Kanadi nastali projekt SAIF, ki je kot SQL/MM že prešel v okvire projektov ISO. Končni cilj vseh navedenih poizkusov, ki so za sedaj še večinoma na stopnji osnutkov (SAIF je tudi že sprejeti nacionalni standard v Kanadi), je razvoj enotnega objektnega podatkovnega modela, definicijskega in poizvedovalnega jezika, vmesnikov ter knjižnice osnovnih abstraktnih razredov za potrebe raznovrstnih uporabnikov GIS-ove tehnologije.

Literatura:

- Atwood, T., 1993, *ODMG-93: The Object DBMS Standard*, *Object Magazine*, September-October.
- Atwood, T., 1994, *ODMG-93: The Object DBMS Standard, Part 2*, *Object Magazine*, January.
- ISO/IEC, 1992, *Database Language SQL*, Document ISO/IEC 9075:1992.
- Lutz, D., 1994, *SAIF Frequently Asked Question (FAQ) List, Version 1.0*, April 27.
- Mowbray, J.T., Brando, T., 1993, *Interoperability and CORBA Based Open Systems*, *Object Magazine*, September-October.
- SQL/MM, 1993, *ISO/IEC JTC1/SC21/WG3:SQL/MM MUN-002, SQL/MM MUN-003, SQL/MM MUN-004, SQL/MM MUN-005*, September.
- SQL/MM, 1994, *CAC ISO/IEC JTC1/SC21/WG3:SQL/MM MUN-009, SQL/MM MUN-010, SQL/MM MUN-014, SQL/MM MUN-019*, January.
- Soley, R., 1994, *Demystifying the World of Object Standards*, *Object Magazine*, May.
- Stein, R.M., 1994, *Object Databases*, *Byte*, April.
- Stewart, M.K., 1994, *Executive Brief*, *Object Magazine*, May.
- Strand, J.E., 1993a, *Open GIS Unlocks Private Spatial Databases*, *GIS World*, November.
- Strand, J.E., 1993b, *Broker Handles Map Objects by Request*, *GIS World*, December.
- Strand, J.E., 1994a, *ISO Extends Structured Query Language the SAIF Way*, *GIS World*, January.
- Strand, J.E., 1994b, *Open GIS Specification Open for Comment*, *GIS World*, February.
- Strand, J.E., 1994c, *Is GIS a Giant Object after All*, *GIS World*, April.
- Strickland, H., 1993, *ODMG-93: The Object Database Standard for C++*, *C++ Report*, October.
- Vinoski, S., 1993, *Distributed Object Computing with CORBA*, *C++ Report*, July-August.

Recenzija: Janko Rozman
dr. Marijan Žura

PERSPEKTIVE GEODETSKE DOKUMENTACIJE V INFORMACIJSKEM SISTEMU VARSTVA OKOLJA

Mojca Glinšek, Jože Kos

Geodetski zavod Celje, Zavod za urbanizem Maribor

Prispelo za objavo: 31.5.1994

Izvleček

Zakon o varstvu okolja predvideva vzpostavitev informacijskega sistema varstva okolja (Ur.l. RS, št. 32/93).

V prispevku so podana razmišljanja o vlogi, ki bi jo lahko v tem sistemu imela geodezija v najširšem pomenu besede.

Ključne besede: informacijski sistem varstva okolja, varstvo okolja, geodetska dokumentacija, geodetski informacijski sistem, prostorski podatki, zbirke podatkov

Abstract

The new Slovene Law on Environment Protection (Official Gazette of the Republic Slovenia No. 32/93) foresees an environment protection information system to be set up. The article presents some ideas about the possible role of surveying in its broadest sense in this system.

Keywords: databases, environment protection, environment protection information system, spatial data, surveying documentation, surveying information system

1. UVOD

Skrb za naravno okolje in varovanje njegovih prvin, ki so neobhodne za obstoj in razvoj živih bitij in človeštva, sta v zadnjem desetletju postali legitimna sestavina družbene zavesti tudi v Sloveniji. To se kaže v različnih dejavnostih in na več ravneh, od katerih predstavlja eno pomembnejših država s svojimi aktivnostmi. Zakon o varstvu okolja, ki ga je sprejel Državni zbor Republike Slovenije dne 2.6.1993, med drugim v 73. členu predvideva vzpostavitev informacijskega sistema varstva okolja (v nadaljevanju: ISVO), v katerega se bo poleg ostalih vključila tudi geodetska stroka. ISVO bo podpiral raziskovalno, strokovno, upravno in politično delo na področju varstva okolja in tako prispeval k izboljšanju oziroma ohranjanju kvalitete le-tega. Varstvo okolja in tržno gospodarstvo sta prej nasprotna kot istosmerna družbena pojava, zato je dolgoročno osmišljen in sistematičen pristop zlasti državnih ustanov v pogojih tržnega gospodarstva nujen za učinkovito varovanje okolja. Omenjeni pristop predpostavlja tudi razpolaganje z informacijskim sistemom za urejeno zbiranje podatkov na področju varstva okolja.

Vse to postavlja geodetsko stroko v Sloveniji pred nove preizkušnje in naloge. Nedvomno lahko ta stroka, ki urejeno zbira, vodi in vzdržuje mnoge podatke o zemljiščih in prostoru, tvorno sodeluje pri realizaciji projekta, kakršen je ISVO - in to ne le s svojimi doslej zbranimi podatki, temveč tudi z znanjem in tehničnimi ter tehnološkimi zmožnostmi, s katerimi razpolaga. ISVO je za geodetsko stroko priložnost, ki je nikakor ne bi bilo dobro prezreti.

2. VSEBINA IN SESTAVINE GEODETSKE DOKUMENTACIJE DANES IN V PRIHODNJE

Geodetska dokumentacija je rezultat delovanja geodetske službe. Le-to lahko predstavimo kot povezan splet naslednjih komponent:

- ljudje oz. geodetski strokovnjaki z znanjem (kaj počne geodet in zakaj)
Geodetski strokovnjaki merimo, inventariziramo, analiziramo, interpretiramo, upodabljamo, vrednotimo ... zemeljsko površje in prirodne ter antropogene pojave na njem z namenom, da zagotovimo del podatkovne infrastrukture za potrebe obstoja in razvoja človeške družbe v njenem življenjskem prostoru.
- organiziranost geodetske službe in njenih delov (v kakšni formi)
Geodetsko delo teče v okviru upravnih, proizvodno-tehničnih, razvojnih in raziskovalnih enot v obstoječih geodetskih ustanovah v Sloveniji (zemljiškokatastrske, evidenčne in registrske, geodetsko-izmerske, inženirsko-geodetske, kartografske, fotogrametrične, računalniške, fotointerpretacijske ... enote).
- tehnična sredstva (za meritve in obdelavo podatkov; s čim)
Geodeti opravljamo delo z raznolikimi merskimi tehničnimi sredstvi (za določanje oblike, velikosti, položaja ... nekega pojava v prostoru - od merskega traku do uporabe GPS-ja) in s tehničnimi sredstvi za obdelavo podatkov (fotointerpretacija, kartografski postopki, računalniške obdelave ...).
- pravna izhodišča, postopki, metodologije, programska oprema itd. (kako)
Način dela geodetov opredeljujejo različni znanstveni, strokovni in upravno strokovni postopki ter metodologije, ki so predmet in rezultat znanstvenih, strokovnih in pravnih ter upravnih določil (na določeni stopnji razvitosti naravoslovnih in tehničnih ved ter družbenopravnih razmerij).
- zbrani in obdelani rezultati - geodetska dokumentacija (do kakšnega rezultata)
Rezultat delovanja geodetske službe obsega dokumentacijo o osnovni mreži geodetskih točk in o sistemu kart (koordinatni sistem), nadalje kartne, foto (in ortofoto), satelitske ... prikaze delov zemeljskega površja in izbranih prirodnih in antropogenih pojavov na njem, različne evidence, registre, katastre in drugo. Geodetsko dokumentacijo bi skupaj s komponentami procesa, v okviru katerega nastaja, najustrezneje poimenovali z izrazom "geodetski informacijski sistem" (v nadaljevanju: GEIS).

V GEIS-u, kakor bi ga veljalo oblikovati v prihodnje, bi bili prostorski podatki razporejeni v podatkovne sloje, ločene po vsebini skladno z njihovo sedanjo uporabo. Zastavljati drugačno vsebino in strukturo podatkov v GEIS-u glede na sedanjo, bi zahtevalo predvsem več časa za izgradnjo GEIS-a. Vprašati se je tudi

treba, ali bi takšno spreminjanje vsebine dolgoročno privedlo do kvalitativnega izboljšanja podatkov. V GEIS-u bi bili zajeti samo digitalni podatki, opisani z atributi in z lokacijo v prostoru v enotnem državnem koordinatnem sistemu. Zaradi te zahteve bo GEIS moč graditi le postopoma in skladno s potrebami v družbenem okolju, izraženimi skozi financiranje izgradnje tega informacijskega sistema.

Možni sloji v GEIS-u so prikazani na naslednji sliki. Tu so za posamezne podatkovne sloje zaradi lažje predstavljenosti uporabljeni izrazi, ki se za posamezne tematike uporabljajo danes, ko je večina podatkov vodenih v klasični obliki. V procesu izgradnje GEIS-a bo treba uporabljene pojme spremeniti tako, da bodo ustrezali tudi terminom na področju informatike.

sloj, ki vsebuje predpise, pomembne za geodezijo

sloj podatkov o geodetskih podatkih

sloj območij teritorialnih enot

sloj hišnih števil

sloj katastra komunalnih naprav

sloj zemljiškega katastra

sloj ortofotonačrtov

sloj digitalnega modela reliefa z gridom 100 x 100 m

sloj načrtov naselij

sloj preglednih kart občin v merilu 1:50 000

sloj pregledne karte Slovenije v merilu 1:400 000

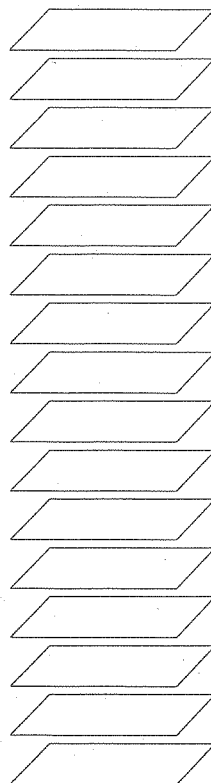
sloj pregledne karte Slovenije v merilu 1:250 000

sloj temeljnih topografskih kart v merilih 1:25 000, 50 000

sloj temeljnih topografskih načrtov v večjih merilih: 1:500, 1 000, 2 000, 2 500

sloj temeljnih topografskih načrtov v merilih 1:5 000, 1:10 000

sloj točk geodetskih mrež



Slika

Podatkovni sloji, ki so v shemi podčrtani, so tisti, ki bi bili osnova za prikaz lokacije podatkov, vodenih v (bodočih) informacijskih sistemih različnih državnih sektorjev oziroma ministrstev in tudi v ISVO-ju. Sloj, ki je v zgornji shemi na prvem mestu, je namenjen geodeziji. Prva podatkovna sloja v shemi morata biti z vsebino, prilagojeno delovnemu področju določenega resorja, sestavni del informacijskega sistema tega resorja. Drugi podatkovni sloj v shemi naj bi bil skupaj z ostalimi podatkovnimi sloji iz GEIS-a ali iz informacijskih sistemov posameznih resorjev obvezno prenesen v ISVO.

V kolikor bo geodetska služba v Sloveniji izdelala nove evidence o posameznih sestavinah prostora (npr. kataster zgradb ...), bodo s tem tvorjeni novi podatkovni sloji, s katerimi bo sproti dopolnjevan medtem že vzpostavljeni GEIS. Zelo pomemben sestavni del GEIS-a bi moral postati tudi sistem vodenja in posredovanja podatkov o geodetskih podatkih. Vsebina tega sistema bi bila podobna vsebini sedanjega Kataloga podatkov geodetske službe. Izdelati bi ga bilo treba v digitalni obliki in ga za primerno ceno posredovati vsem zainteresiranim uporabnikom. Geodezija prikazuje naravno in antropogeno okolje (veren posnetek tega okolja) na različne načine v pomanjšanem merilu in na različnih medijih.

3. VSEBINA IN SESTAVINE ISVO-JA

Človekovo okolje oz. zemeljsko površje sestavljajo kopno, morje in njiju obdajajoči zračni plašč. Podrobnejši naravoslovni pogled lahko v naštetem ugleda pet osnovnih sestavin: litosfero (trde kamenine), pedosfero (tla, razgrajene kamenine), hidrosfero (vodni svet), atmosfero (zračni plašč okoli Zemlje) in biosfero (mikroorganizmi, rastline, živali, človeška družba) (Kolar et al. 1988). Celovit ISVO bi moral vključevati obravnavo ustreznih podatkov o vsaki od naštetih sfer, kar nedvomno kaže na njegovo (potencialno) obsežnost. ISVO lahko opredelimo kot preplet kadrov (ki premorejo ustrezno znanje), delovnih postopkov, podatkov, programske in strojne opreme, ki zadostuje informacijskim potrebam v zvezi z uresničevanjem varstva okolja v Sloveniji.

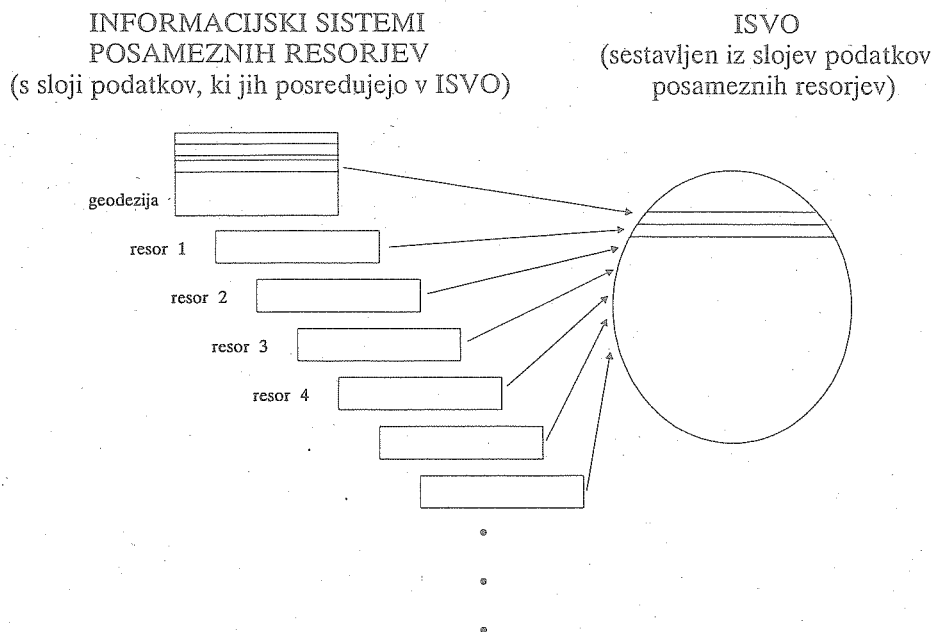
ISVO bi naj glede na določila Zakona o varstvu okolja obsegal med drugim tudi naslednje baze podatkov, ki se dotikajo prej omenjenih petih sfer: o tleh, o vodah, o zraku, o rastlinah in živalih (o ekosistemih kot sestavih življenjskega prostora in nanj vezanih življenjskih združbah), o ljudeh; o naravnih dobrinah (naravno javno dobro, naravni viri, naravne vrednote), o obremenitvah okolja in njihovih povzročiteljih, o poškodbah okolja, o nastajanju in razprostranjenosti odpadkov, o delih okolja s statusom ogroženosti in zavarovanosti, o objektih in napravah, namenjenih varstvu okolja, o predpisih, standardih in normativih varstva okolja, o stanju tehnike in tehnologije ter meroslovja na področju varstva okolja. V številne entitete oziroma njim pripadajoče baze podatkov se lahko tvorno vključi tudi geodetska stroka.

ISVO je zakonsko zastavljen zelo kompleksno, voden naj bil po delih in inecentralno (v okviru več ministrstev). Težko si je predstavljati njegovo začetno vzpostavitev drugače kot prek ustrezne dogradnje obstoječih (delujočih) baz podatkov in znotraj tega predvsem njihove povezave s skupnimi osnovami oziroma načini agregiranja podatkov. Glede na to, da je zakonsko opredeljena podoba ISVO-ja še precej nedorečena, podajava nekaj izhodišč za tvorbo in delovanje ISVO-ja.

Na ravni države bi bilo treba vzpostaviti informacijske sisteme, ki bi zbirali in obdelovali podatke v okviru posameznih resorjev ali ministrstev, ki že sedaj urejeno zbirajo in uporabljajo podatke o prostoru oziroma okolju. Informacijski sistem vsakega resorja bi moral vsebovati najmanj tiste sloje iz GEIS-a, ki so v sliki v prejšnjem poglavju izpisani podčrtano, ter obvezno sloje, ki bi vsebovali elemente varovanja okolja za področje, ki sodi v pristojnost resorja. ISVO bi moral biti

organiziran v okviru Ministrstva za okolje in prostor (MOP), ker je to ministrstvo odgovorno za varstvo okolja. Zgradili bi ga tako, da bi resorji ali ministrstva iz svojih informacijskih sistemov posredovali podatke tistih slojev, ki so namenjeni področju varovanja okolja. Poleg teh podatkov bi v ISVO geodetska služba iz svojega informacijskega sistema morala posredovati podatkovne sloje, razvidne iz prejšnje slike. V kolikor tako zbrani podatki ne bi zadoščali za vse potrebe ISVO-ja, bi lahko v le-tega vgradili še nove podatkovne sloje.

Sestava ISVO-ja in pretok podatkov vanj sta prikazana na naslednji shemi.



Za ISVO je treba narediti načrt njegove vzpostavitve in delovanja. Ta načrt bi kar najbolj upošteval obstoječe možnosti z vidikov:

- ☐ že zbrane, vodene in vzdrževane vsebine in strukture podatkov,
- ☐ novih podatkov, ki bi jih bilo treba za potrebe ISVO-ja v skladu z Zakonom o varstvu okolja na novo zbrati in zanje predvideti sistem vodenja in vzdrževanja,
- ☐ razpoložljivih kadrov, ki bi jih bilo treba dodatno usposobiti za zajem, vodenje in vzdrževanje podatkov v ISVO-ju,
- ☐ potrebne strojne in programske opreme za zajem, vodenje in vzdrževanje podatkov v ISVO-ju.

Na osnovi predhodno narejene celovite analize, ki bi morala vsebovati tudi celokupno analizo stroškov in koristi ISVO-ja (cost benefit analizo) za raven države, bi bilo treba pripraviti fazni plan izgradnje ISVO-ja glede na razpoložljiva finančna sredstva, ki bi jih država namenila za to. Pri tem je treba posebej poudariti redno vzdrževanje podatkov v ISVO-ju. Dolgotrajno uporabno vrednost imajo le

ažurni podatki, ki istočasno izkazujejo tudi podatke za nazaj. Zato je treba posebej natančno opredeliti način vzdrževanja podatkov v ISVO-ju. Za način vzpostavitve, vodenja in vzdrževanja ISVO-ja pa je treba pripraviti podzakonske predpise, ki bodo natančneje specificirali njegovo vsebino in tehnična merila za pripravo podatkov.

4. GEODETSKA DOKUMENTACIJA KOT DEL INFORMACIJSKEGA SISTEMA VARSTVA OKOLJA

Mesta oziroma stične točke, kjer se geodetska stroka s svojo geodetsko dokumentacijo lahko vključi v ISVO, so naslednja:

- Geodezija bi lahko v ISVO posredovala osnovne in izvrednotene podatke o prostoru po predpisanih standardih iz geodetskega informacijskega sistema. Gre za podatke o prostoru, za katerih vodenje in vzdrževanje je na ravni države zadolžena geodetska služba. V sliki, ki prikazuje sestavo GEIS-a (3. poglavje), so to tisti podatkovni sloji, ki so podčrtani. V povezavi z bazami podatkov, ki so predvideni v okviru ISVO-ja, poudarjamo naslednje:
 - podatke o reliefu (višinski podatki na kartah, DMR, oblikovanost, naklon in ekspozicija terena),
 - podatke o površinskih tekočih in stoječih vodah (obseg, lega, globina, volumen),
 - podatke o prostorski razporeditvi bivališč ljudi (opredeljena lokacija naslova zgradbe),
 - podatke o naravnih dobrinah (obseg in prostorska lociranost kmetijskih zemljišč, lokacija vodnih virov, rudnih bogastev, naravne dediščine),
 - podatke o objektih in napravah, namenjenih varstvu okolja (lega čistilnih naprav v prostoru in nanje vezanih kanalizacijskih vodov) itd.

Poleg naštetega bi lahko geodezija v ISVO prispevala tudi izvrednotene podatke:

- podatke o stopnji izkoriščenosti tal (npr. za kmetijstvo)
- podatke o nevarnosti erozije tal in o pedološki raznolikosti
- podatke o vrsti vegetacije na določenem zemljišču, podatke o gozdnih površinah, o obolelosti oziroma stopnji umiranja gozdov (vse s satelitsko teledetekcijo).
- Geodezija bi lahko določala prostorsko lokacijo posameznega varovanja oziroma ogroženosti/poškodovanosti prostora. V zvezi s tem bi lahko geodezija pri izgradnji ISVO-ja sodelovala s svojim specifičnim strokovnim znanjem, s poznavanjem metodologij in tehnologij, ki ji omogočajo naravni prostor prenesti v pomanjšano obliko na način, ki je primeren za posamezno vrsto varovanja. Geodetska služba je že zdaj pristojna za vodenje evidence o predpisanem varovanju prostora in o omejitvah pri poségih v prostor (evidenca ni sistematično vodena in vzdrževana na področju celotne države), ki bi bila lahko eden od virov za vzpostavitev ISVO-ja. V zvezi s predvidenimi bazami podatkov o obremenitvah in poškodbah okolja bi lahko geodezija določala prostorsko lociranost statičnih točkovnih in ploskovnih virov onesnaževanja zraka (kombinacija uporabe grafičnega pregleda komunalnih naprav (GPKN) (plinovod, toplovod) in podatkov o številu in prostorski legi zgradb, pomagala pri določanju količine odpadnih voda na

določenem območju (uporaba podatkov iz bodočega katastra zgradb in podatkov o številu in legi zgradb), pri določanju obsega in lege poškodovanih delov zemeljskega površja (gramoznice, kamnolomi ...) itd.

- Geodezija bi lahko urejeno zbirala, vodila in vzdrževala zbirke podatkov o varovanju prostora. To geodeziji omogoča njeno znanje oziroma „know-how“ o merjenju, sistematičnem urejanju in obdelavi podatkov, o oblikovanju GIS/LIS-a, o načinu ravnanja z zbirkami podatkov ipd., nadalje njene tehnologije in tehnična sredstva (za merjenje in obdelavo podatkov), ki jih že sedaj uporablja za zbiranje, vodenje in vzdrževanje podatkov o zemljiščih in prostoru. Pomembno je, da geodetska stroka razpolaga s kadrom, ki navedene metodologije in tehnologije dobro obvlada. Za vzpostavitev ISVO-ja lahko dodatno vključi svoje obstoječe geodetske (raziskovalne, razvojne, upravne, proizvodno tehnične) ustanove.

5. ZAKLJUČEK

Geodetska stroka je na področju izgradnje informacijskih sistemov v prednosti pred večino drugih strok, kar velja pri izgradnji ISVO-ja seveda izkoristiti. Obstajata potreba in možnost za podatkovno spremljanje naštetih pojavov v kontekstu njihovega spreminjanja skozi čas, kar zagotavlja, da bodo podatki, zajeti v ISVO, relevantni in uporabni.

Literatura:

- Igea, Digidata, 1993, *Spoznajmo GIS – gradivo za predavanja Osnove GIS in osnove digitalnega zemljiškega katastra*, Ljubljana.
- IGF Ljubljana, Igea Ljubljana, Geodetski zavod Celje in ostali, 1992-1994, *Tehnična poročila projektov kompjuterizacije geodetskih evidenc s področja zemljiškega katastra, digitalne baze topografije, zemljepisnih imen, infrastrukture in katastra zgradb*.
- Kolar, J. et al., 1988, *Kako deluje človekovo okolje?*, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 38-39.
- Naprudnik, M., 1992, *Geodezija in varstvo okolja*, Geodetski vestnik (36), Ljubljana, štev. 2, 139-140.
- Naprudnik M., Premzl, V., 1992, *Urejanje prostora in varstvo okolja na Bavarskem*, Aram d.o.o., Maribor.
- Republiška geodetska uprava SR Slovenije, 1985-89, *Katalog podatkov geodetske službe*, Ljubljana.
- Zavod SRS za statistiko, 1986-87, *Upotreba satelitskih metoda teledetekcije za ocenjevanje izkoriščanja zemljišta i za potrebe poljoprivrede i šumarstva*, Ljubljana.

Recenzija: Lilijana Mahne (v delu)
dr. Anton Prosen

REFRAKCIJSKI VPLIVI PRI NIVELMANU

dr. Aleš Breznikar

FAGG-Oddelek za geodezijo, Ljubljana

Prispelo za objavo: 27.5.1994

Izvleček

Predstavljen je problem nivelmanske refrakcije. Opisane so dosedanje raziskave in predstavljeni trije različni pristopi k reševanju problema refrakcije. Podan je tudi konkreten izračun velikosti refrakcijskega vpliva za eno stojišče instrumenta.

Ključne besede: nivelman, nivelmanska refrakcija, lomni količnik, statistična analiza, temperaturni gradient

Abstract

The levelling refraction problem is presented. The past and present research is described and three different approaches to refraction problem solving presented. The concrete calculation of the size of a refraction influence to one levelling instrument station point is given.

Keywords: levelling, levelling refraction, refractive index, statistical analysis, temperature gradient

1. UVOD

Podobno kot pri drugih merskih tehnikah v geodeziji je tudi razvoj pri nivelmanu dosegel raven, ko predstavlja vpliv atmosfere glavni omejitveni dejavnik pri doseganju še višje natančnosti meritev. Z vsesplošnim razvojem se pojavlja vedno več geofizikalnih problemov, pri katerih je pomembno natančno določanje višinske razlike med točkami na zemeljski površini. Med te probleme spada določanje dejanske oblike Zemlje, ugotavljanje odklona težiščnice in njene odvisnosti od razporejenosti zemeljskih mas, ugotavljanje premikov zemeljske skorje, reševanje oceanografskih problemov ali pa precizno niveliranje za potrebe državnih nivelmanskih mrež. Pri reševanju teh problemov moramo pri meritvah upoštevati tudi refrakcijski vpliv, če želimo dobiti rezultate, ki z visoko natančnostjo odražajo dejansko stanje.

Posledice vpliva atmosfere na nivelmansko vizuro imenujemo vertikalna refrakcija, oziroma glede na specifične pogoje merjenja pri nivelmanu (mala višina nad tlemi in relativno kratka dolžina vizure), tudi nivelmanska refrakcija. Pri merjenju višinskih razlik z nivelirjem pri enakih dolžinah vizure vpliv refrakcije pri odčitkih na obeh latah ni enak, zato v tem primeru govorimo tudi o diferencialni refrakciji. Ta neenakost refrakcijskega vpliva je posebno izrazita v obdobju stanja atmosfere, ki ga imenujemo nestabilna stratifikacija.

2. DOSEDANJE RAZISKAVE VPLIVA NIVELMANSKE REFRAKCIJE

S problemi vpliva okoliške atmosfere na geodetske meritve so se ukvarjali že v preteklosti. Nemški geodet Stampfer je že leta 1845 opozoril, da vertikalna refrakcija kvari rezultate niveliranja. Prve teoretične raziskave refrakcije pri niveliranju je opravil Lallemand leta 1896. Na osnovi svojih raziskav je razvil logaritmično relacijo med temperaturo t in višino h . Vendar njegovi rezultati niso bili nikoli uporabljeni v praksi. So pa še danes v veljavi nekatera njegova spoznanja, ki jih geodeti vključujejo v nove teorije o nivelmansi refrakciji. V letih 1938-39 je opravil raziskave nivelmanske refrakcije Kukkamaki, ki je svoja teoretična spoznanja uporabil tudi v praksi. Zaključki njegovih teoretičnih spoznanj so bili, da je vpliv refrakcije na rezultate niveliranja minimalen. Kljub temu, da je razvil primerne metode za računanje refrakcijskih korekcij, le-te niso bile vsesplošno uporabljene v nivelmanskih mrežah. Še do pred nekaj desetletij so strokovnjaki v svojih raziskavah podobno kot Kukkamaki, prihajali do zaključkov, da ti vplivi na meritve niso prevladujoči. Natančnost modelov, s katerimi so opisovali dogajanja v atmosferi in njihov vpliv na geodetske meritve, je bila v okviru natančnosti merskega instrumentarija. V zadnjih dveh desetletjih pa je bil razvoj instrumentarija veliko hitrejši, kot so prihajala nova in natančnejša spoznanja o dogajanjih v atmosferi, na osnovi katerih bi bilo mogoče oceniti njihov vpliv na posamezne meritve. Vzrok temu je predvsem v kompleksnosti atmosfere, ki je zelo hitro se spreminjajoč sistem, odvisen od celega niza količin. Vse to zelo otežuje kvalitetno modeliranje sistema brez zelo natančnih in dragih meritev posameznih parametrov, ki nastopajo v atmosferi.

V sedemdesetih letih so se kopičile evidence o sistematičnih pogreških pri niveliranju. To se je pokazalo kot primer pri razhajanju med nagnjenostjo površine morja, določeno z nivelmanom, in oceanografskimi metodami. V zadnjih desetletjih so geodeti začeli uvajati spoznanja o nivelmansi refrakciji v svoje meritve. Predlagani modeli nivelmanske refrakcije še vedno niso dovolj zanesljivi, hkrati pa zahtevajo dodatne meritve meteoroloških parametrov, kar zahteva dodatno opremo in podaljšuje čas meritev. Vse skupaj pa bistveno vpliva na ceno opravljenih meritev.

3. NAČINI REŠEVANJA PROBLEMA NIVELMANSKE REFRAKCIJE

Refrakcija je sedaj prepoznana kot glavni izvor sistematičnih pogreškov pri niveliranju. Raziskave opravljajo predvsem kot del ponovnih izmer državnih nivelmanskih mrež. Dosedanje raziskave nivelmanske refrakcije in njenega vpliva na rezultate niveliranja so pokazale, da so ti vplivi majhnega velikostnega reda. Vendar pa je problematičen predvsem sistematični del teh vplivov, ki ga ni mogoče zaznati z raznimi analizami rezultatov niveliranja, ampak se nam direktno pokaže v izmerjeni višini posamezne višinske točke. Ker je način merjenja pri nivelmanu sestavljen iz velikega števila ponavljanj enega merskega postopka, se pod določenimi pogoji ti sistematični vplivi seštevajo in rezultat je nepravilna višina točke, katere pogrešek bistveno presega natančnost nivelmana.

Raziskovanje nivelmanske refrakcije je do sedaj potekalo predvsem v treh različnih smereh:

- Direktno preučevanje fizikalnih procesov v mejnih plasteh atmosfere, ki jih seka nivelmanska vizura. Iz tega lahko potem razvijamo modele, na osnovi katerih lahko sklepamo na refrakcijsko korekcijo. Največji problem pri tem je

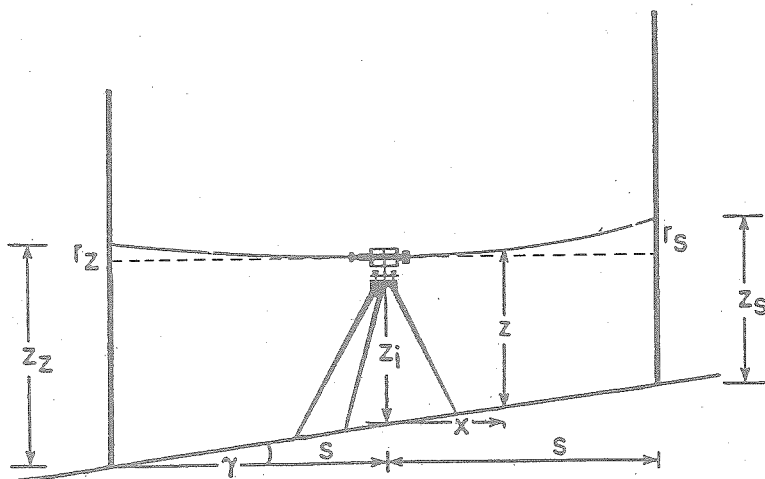
kompleksnost narave in fizikalnih procesov v nižjih plasteh atmosfere.

Refrakcija je pod vplivom številnih integracijskih faktorjev, kot so: temperatura, temperaturni gradient, tlak, zračna vlaga, vsebnost CO₂ v zraku in procesov, ki so povzročitelji sprememb naštetih vplivnih količin: radiacije sonca, vetra, oblačnosti in površine, nad katero niveliramo. Vse te parametre je zelo težko meriti in jih povezovati med sabo.

- Drugi pristop k temu problemu je statistično raziskovanje rezultatov v nivelmanskih mrežah. Osnovna predpostavka je naslednja: Če so opazovanja pod vplivom refrakcije, se efekti pokažejo v rezultatih opazovanj. Te efekte lahko skozi statistično analizo ugotovljamo in eliminiramo.
- Tretji pristop pri teh raziskavah bazira podobno kot prvi na atmosferski fiziki. Pri tem predpostavimo statični medij in jemljemo v račun efekte turbulence na nivelmansko vizuro. Brunner (Brunner 1984) je na tej predpostavki pokazal, kako zagotovimo indirektno metodo za določanje vertikalne refrakcije. V teh primerih je termična stabilnost podana na osnovi ocen. Ta način veliko obeta v prihodnosti predvsem zaradi svoje relativne enostavnosti.

3.1. Modeli nivelmanske refrakcije na osnovi funkcije temperaturne spremembe z višino

Ti modeli izhajajo iz skupne osnove, ki je podana z vplivom temperaturnega gradienta na lomni količnik zraka in predpostavke, da so izotermične plasti vzporedne s tlemi.



Slika 1

z_S, z_Z : čitanje na latah -spredaj -zadaj

z_i : višina instrumenta

s : dolžina vizure

x : spremenljivka dolžine vzdolž vizure

γ : kot nagiba terena glede na horizont, hkrati tudi kot izotermičnih plasti glede na horizont

r_S, r_Z : sprememba odčitka zaradi refrakcije.

Merjeno višinsko razliko ($\Delta h'$) med lato spredaj in zadaj lahko zapišemo:

$$\Delta h' = z_z - z_s \quad (1)$$

Pravo višinsko razliko (Δh) pa dobimo, če upoštevamo korekcijo zaradi vpliva refrakcije:

$$\Delta h = (z_z - r_z) - (z_s - r_s) \quad (2)$$

$$\Delta h = \Delta h' - r \quad (3)$$

V enačbi (3) predstavlja r popravek vpliva refrakcije na višinsko razliko enega stojišča nivelirja. Enak je razliki refrakcijskih popravkov na posameznih latic:

$$r = r_z - r_s \quad (4)$$

Osnovna enačba, na osnovi katere računamo refrakcijske popravke nivelmanske vizure, je izpeljana iz lomnega zakona pri prehodu vizure iz ene v drugo izotermično plast.

$$r_{s,z} = -\operatorname{ctg}^2 \gamma D \int_{z_i}^{z_{s,z}} \Delta t \, dz \quad (5)$$

Tu pomeni:

z_i : višina pri instrumentu

$z_{s,z}$: višina pri latic spredaj oziroma zadaj

D : faktor vpliva temperaturnih sprememb na lomni količnik.

$$D = 10^{-6} (0,933 - 0,0064 (t - 293 \text{ K})) \frac{p}{1013}$$

pri čemer je:

t : temperatura v K

p : zračni tlak v mbar.

Različni modeli se razlikujejo v različnih izrazih za temperaturno spremembo Δt z višino (z). Različni avtorji so na osnovi meritev razvili različne enačbe za spremembo temperature z višino. Najpomembnejše so naslednje:

1. Bestova enačba, ki je osnova za Kukkamakijev refrakcijski model:

$$\Delta t = b (z_1^c - z_2^c) \quad (6)$$

2. Reissmannova enačba:

$$\Delta t = b (z_1 - z_2) + c (z_1^2 - z_2^2) \quad (7)$$

3. Lallemandova enačba:

$$\Delta t = b \log \frac{z_1 + c}{z_2 + c} \quad (8)$$

Parametra b in c v zgornjih enačbah sta dobljena na osnovi meritev temperature na dveh ali več višinah. Pri tem je največji problem zanesljivost teh parametrov, saj morajo odražati dejansko stanje atmosfere v času čitanja na latic.

3.2 Statistična analiza

Pri statistični analizi nivelmanskih rezultatov lahko ugotovimo, da sta v rezultatih niveliranja prisotna tako slučajni kot sistematični pogrešek. Glede na to, da skušamo z uvedbo popravkov zaradi vpliva refrakcije pri nivelmanskih merjenjih odpraviti predvsem sistematični del pogreška zaradi refrakcije, je smiselno, da rezultate niveliranja statistično obdelamo in skušamo ugotoviti, kolikšen je delež sistematičnega pogreška v skupnem pogrešku.

Določanje nivelmanske refrakcije iz izravnave je razvil Remmer (Remmer 1982). Priporočil je, da namesto prevzema refrakcijske korekcije, ki bazira na temperaturnih meritvah, uporabimo enačbe opazovanj, ki vsebujejo refrakcijsko korekcijo:

$$E(\Delta z_j) = H_i - H_{i-1} + \left(\sum s^2 \Delta z \right) h_1 + \left(\sum s^2 \Delta z^3 \right) h_2 \quad (9)$$

pri čemer je:

Δz_j : višinska razlika med dvema reperjema

Δz : višinska razlika na enem stojišču z dolžino s

H_i, H_{i-1} : višine točk na koncu sekcije

h_1, h_2 : konstanti, dobljeni iz izravnave.

Konstanti sta definirani z naslednjima izrazoma:

$$h_1 = \frac{1}{6} \left(\frac{dn}{dt} \right) \left(\frac{d^2 t}{dz^2} \right) \quad (10)$$

$$h_2 = \frac{1}{480} \left(\frac{dn}{dt} \right) \left(\frac{d^4 t}{dz^4} \right) \quad (11)$$

$\frac{dn}{dt}$: sprememba lomnega količnika s spremembo temperature

$\frac{d-t}{d-z}$: sprememba temperature z višino.

Pri običajnem načinu izravnave ima enačba (9) samo člen $H_i - H_{i-1}$ na desni strani.

Komentarji na Remmerjeve raziskave so bili zelo različni. Sam je o svojih raziskavah dajal zelo pozitivne in prepričljive izjave. Rezultati njegovih testiranj nivelmanskih mrež so se dejansko izboljšali z uvedbo korekcij s koeficienti, dobljenimi pri izravnavi. Vendar pa to še ni pozitiven dokaz. Prej bi lahko zaključili, da to dovoljuje sklep, da ima ta način izravnave pozitivne učinke v posameznih primerih. Remmerjev način statistične obdelave rezultatov niveliranja ima s stališča ugotavljanja pogreška zaradi vpliva refrakcije predvsem dve pomanjkljivosti:

- Obravnava le pogrešek zaradi vpliva refrakcije, ki se pokaže v posameznih pogojih nivelmanskih meritev: zapiranje nivelmanskih zank in odstopanja med niveliranjem v eno in drugo stran. Ne odpravimo pa na ta način pogreška zaradi vpliva refrakcije, ki se odraža direktno v pogrešku višine posameznih točk. Tako ne moremo na ta način odpraviti celotnega sistematičnega vpliva tega pogreška.
- Prav tako ne moremo celotnega pogreška, ki ga dobimo iz statistične analize, pripisati refrakcijskim vplivom. Pri takšnem načinu obdelave podatkov se pokažejo tudi še drugi sistematični vplivi, s katerimi se srečujemo pri niveliranju.

3.3 Indirektni model popravka zaradi vpliva refrakcije

Pri prejšnjih enačbah za nivelmansko refrakcijo so bile te enačbe izražene v enotah gradienta refraktivnosti, ki je funkcija temperaturnega gradienta. Temperaturni gradient pa lahko izrazimo v enotah meteoroloških parametrov v odvisnosti od višine nad tlemi, oziroma privzete temperaturne funkcije. E.K. Webb je prvi pokazal, da bi bilo praktično zelo ugodno računati temperaturni gradient v mejah meteoroloških parametrov. Enačbe so bile razvite v okviru obsežnih raziskovanj atmosferske turbulence in toplotne uravnoteženosti v mejnih plasteh. Enačbe, ki bazirajo na preprosti osnovni teoriji, so bile razvite na osnovi zelo zahtevnih in preciznih meteoroloških meritev. Pri tem je pomembno, da razlikujemo dve tipični atmosferski stanji: stabilno in nestabilno s srednjim nevtralnim stanjem. Kadar so tla segreta, se zaradi konvekcije toplota dviguje v obliki turbulentnih vrtincev v ozračje. Atmosfera se tako meša in je nestabilna, temperaturni gradient pa je negativen. Pri pozitivnem temperaturnem gradientu pa hladen zgoščen zrak leži na tleh in ni tendence, da bi se mešal. To imenujemo stabilno stanje. Webb je tudi pokazal, kako pri nestabilnem stanju obstajajo plasti, ki so odvisne od mehanizmov turbulence. Globina plasti se spreminja v odvisnosti od jakosti vetra in drugih parametrov. Če vzamemo kot primer za merjenje: sončen dan, kar pomeni nestabilno stanje, potem velja v tej plasti atmosfere, skozi katero poteka nivelmanske vizura, naslednja zveza:

$$\frac{dt}{dz} = - \left(\frac{H^2 t_0}{(c_p \rho)^2 g} \right)^{1/3} z^{-4/3} \quad (12)$$

pri čemer je:

$\frac{dt}{dz}$: temperaturni gradient

H : količina toplotne energije, ki jo nosi konvektivni toplotni tok

c_p : specifična toplota pri konstantnem tlaku v zraku

ρ : specifična teža zraka

g : gravitacijski pospešek

t_0 : srednja vrednost temperature zraka v spodnjih plasteh.

Toplotni tok (H) je eden najbolj značilnih meteoroloških parametrov, vendar pa ga ne moremo meriti direktno. Angus Leppan (1979) je pokazal, kako lahko določimo toplotni tok na tri možne načine. Pri tem je za praktično uporabo najbolj zanimiv način izračuna toplotnega toka direktno iz merjenih temperaturnih razlik ($t_2 - t_1$) na različnih višinah (z_1, z_2) po naslednji enačbi:

$$0,078 H^{2/3} = \frac{(t_2 - t_1) + 0,01 (z_2 - z_1)}{z_2^{-1/3} - z_1^{-1/3}} \quad (13)$$

Glavna prednost načina izračuna refrakcijskega vpliva po indirektni metodi je v tem, da lahko velikost toplotnega toka z dovolj visoko natančnostjo ocenimo na osnovi preprostih opazovanj: oblačnosti, vetra, vrste podlage, pokritosti z vegetacijo, naklon terena, smer niveliranja. Vendar pa so za izdelavo kvalitetnih modelov potrebna obsežna predhodna merjenja.

4. VELIKOST REFRAKCIJSKEGA VPLIVA

Pri praktičnem izračunu velikosti refrakcijskega vpliva se rezultati razlikujejo glede na to, katerega izmed modelov uporabimo. Razlike v izračunih med posameznimi modeli sicer niso velike, posebno še, če so meteorološki pogoji pri merjenju normalni. Poglejmo si praktičen izračun velikosti temperaturnega gradienta pri naslednjih pogojih (glej sliko 1):

$$z_s = 0,50 \text{ m}$$

$$z_z = 2,50 \text{ m}$$

$$z_i = 1,50 \text{ m}$$

$$s = 40 \text{ m}$$

$$p = 1013 \text{ mb}$$

$$t = 20^0 \text{ C (293 K)}$$

$dT/dz = -0,25 \text{ K/m}$; kar je povprečen temperaturni gradient za september med 8. in 9. uro dopoldne ob sončnem vremenu, dobljen na osnovi praktičnih meritev v Sloveniji. Velikosti refrakcijskih vplivov, ki jih dobimo z zgornjimi podatki, so naslednje:

<i>model</i>	r_s (mm)	r_z (mm)	r (mm)
<i>Kukkamakijev</i>	0,150	0,064	0,086
<i>indirektni</i>	0,142	0,062	0,080

Pri zgornjem izračunu refrakcijskega vpliva je treba poudariti, da so velikosti odčitkov pri letah in dolžina vizure maksimalne vrednosti, ki jih lahko srečamo pri preciznem nivelmanu, če upoštevamo pravilnike, medtem ko so vrednosti temperaturnega gradienta povprečne. Maksimalne vrednosti temperaturnega gradienta med letom dosežejo tudi $-0,8$ do $-1,0 \text{ K/m}$.

5. ZAKLJUČEK

Veliko avtorjev je do zdaj raziskovalo vpliv refrakcije. Praktični eksperimenti so pokazali, da so rezultati različnih enačb podobni in so blizu realnim vrednostim. Cilj uvedbe refrakcijskih korekcij v nivelmanske meritve je predvsem odprava sistematičnega dela refrakcijskega pogreška. Korekcije bi morale temeljiti na moduliranih temperaturnih gradientih ali na merjenih temperaturnih razlikah. Rezultati bi bili v obeh primerih lahko zadovoljivi. Vendar imata obe metodi svoje pomanjkljivosti:

- pri uporabi merjenih temperaturnih razlik so potrebna precizna merjenja temperature, kar ni lahko doseči, hkrati pa merjenje temperature obremenjuje nivelmanske meritve,
- pri uporabi ustreznih modelov za indirektno metodo izračuna refrakcijskega vpliva pa so potrebne obsežne raziskave za izdelavo modelov, ki bi v naših klimatskih pogojih z zadovoljivo natančnostjo opisovali različna stanja atmosfere.

Literatura:

- Breznikar, A., 1993, *Izbira najprimernejše metode izračuna nivelmanske refrakcije v naših klimatskih razmerah*, Doktorska disertacija, FAGG-Oddelek za geodezijo, Ljubljana.
- Brunner, F.K., 1984, *Geodetic Refraction*, Springer Verlag Berlin, Berlin.
- Kakkuri, J., 1988, *A Physical Model Developed for Computing Refraction Coefficients*, DGK Reihe B, Muenchen, No. 287, 235-239.
- Pelzer, H., 1982, *Error Propagation in Levelling Networks*, Veroff, DGK Reihe B, Hannover, Heft 258/V, 104-114.
- Remmer, O., 1982, *Nonrandom Effects in the Finnish Levelling of High Precision*, Manuscripta Geodaetica, Vol. 7, No. 6, 353-373.
- Remmer, O., 1984, *Refraction und andere systematische Effekte im Nivellement*, Verm.wes. und Raumordnung, 46. Jahrg., Berlin, Nu. 2, 69-78.

Recenzija: dr. Božo Koler
Miro Logar

ŠOLANJE NA PODROČJU GEODEZIJE

Gregor Lobnik, Samo Jaklič
FAGG-Oddelek za geodezijo, Ljubljana
Prispelo za objavo: 16.5.1994

Izvilleček

V članku je opisana zgodovina geodetskega šolanja ter razmišljanje in primerjanje našega geodetskega šolstva s šolstvom v tujini. Z napredkom tehnologije, modernejši organizacijske strukture družbe in ekologije naj bi se odpirala nova področja študija, v katerih bi geodet osvojil znanje, ki ga bo potreboval v prihodnosti.

Ključne besede: geodezija, Slovenija, šolanje, trendi, zgodovinski prikaz

Abstract

The article describes the history of the surveying schooling and presents some thoughts and facts by comparing Slovene with foreign surveying schooling. The progress in technology, modern organizational structure of society and in ecology is sure to open new fields of study where a surveyor is to master knowledge needed in the future.

Keywords: history description, schooling, Slovenia, surveying, trends

ZAČETKI ŠOLANJA NA PODROČJU GEODEZIJE

V 18. stoletju sta na Kranjskem delovali dve šoli, ki sta neposredno vzgajali in šolali zemljemerce, ali jim vsaj v okviru svojega učnega programa dajali osnove za opravljanje zemljemerskega poklica. Prva od teh je bila pri upravi rudnika živega srebra v Idriji ter je šolala predvsem jamomerce. Ta rudniška šola je vzgajala rudarske tehnike in zemljemerce predvsem za svoje potrebe. Približno enako skromen obseg znanja nižje in inženirske geodezije je v tem obdobju posredoval svojim gojencem ljubljanski licej. Učni program tehničnih ved in spretnosti na tem zavodu razmeram in potrebam v deželi skozi zadnja desetletja 18. stoletja ni več zadoščal – dežela je potrebovala vse več višješolsko izobraženih ljudi, ki jih je želela izšolati na lastnem učnem zavodu.

Gabriel Gruber je leta 1768, ko je predaval na filozofskem študiju, učil tudi na šoli za umetnike in obrtnike, kjer je predaval mehaniko in risanje; v njegovem šolniškem delovanju na ljubljanskem liceju in v obrtni šoli se kaže težnja, ki so jo deželni stanovi slabih dvajset let pozneje jasno in odločno podčrtovali v svoji zahtevi po ustanovitvi vseučilišča v Ljubljani: doma izšolati pomembne tehnične kadre. Gruberjev učni program na liceju je zajemal teoretično fiziko, mehaniko in navtiko, na obrtni šoli pa predvsem zemljemerstvo in zemljemersko risanje. Gruberjevo obdobje poučevanja na ljubljanskem liceju in obrtni šoli lahko štejemo za začetke teoretične inženirske geodezije.

Po Gruberjevem odhodu iz Ljubljane leta 1787 pa do Marmontove uredbe praktične geodezije in zemljemerstva (l. 1810) ni poučeval nihče več. Po Marmontovi uredbi o centralnih šolah sta bila liceja v Ljubljani in Zadru preimenovana v centralni šoli na ravni vseučilišča. Devetintrideseti člen te uredbe je določal program in trajanje študija zemljemerstva, ki je sodilo v petega od sedmih učnih tečajev centralne šole. To je bil triletni tečaj, ki je zajemal v prvem letniku pouk govornišтва, metafizike in fizike, v drugem matematike, risanja in arhitekture ter v tretjem letniku pouk trigonometrije, risanja in arhitekture. S tem učnim programom je ljubljanska centralna šola znova začela oz. nadaljevala poučevanje inženirske geodezije, zemljemerstva ter – vsaj obrobno – kartografije. Vendar pa od leta 1812 na centralnih šolah Napoleonove Francije niso več poučevali trigonometrije in astronomije. Slovenski inženirski geometri so se odslej šolali na tehniških in višjih šolah zunaj meja svoje domovine, katastrski zemljemerci in maparji pa na občasnih tečajih deželnega mapnega arhiva v Ljubljani. Leta 1911 je bila obrtna šola v Ljubljani, ki je vsa zadnja desetletja preteklega stoletja poučevala tudi zemljemerske veščine, preoblikovana in preimenovana v državno obrtno šolo z učno široko zastavljenim tehniškim oddelkom, kjer se je šolalo tudi veliko število geometrov.

GEODETSKO ŠOLANJE MED OBEMA VOJNAMA

Od leta 1911 je v Ljubljani že delovala slovenska sekcija Udruženja jugoslovanskih inženirjev i arhitektov, ki je na Slovenskem združevala inženirje vseh strok, torej tudi geodete. Ta sekcija je poslala 25. januarja 1919 deželni vladi slovito spomenico, v kateri je zahtevala ustanovitev geodetskega oddelka na bodoči tehniški visoki šoli v Ljubljani. Spomenica je predlagala tudi že začasno zasedbo učnih mest na geodetskem oddelku z docenti – predavatelji. Ker pa s študijskim delom ni bilo mogoče začeti čez noč, je sekcija mesec dni po spomenici predlagala ustanovitev seminarjev, ki bi začasno nadomestili prva dva letnika – med njimi tudi geodetskega – ter postavitve izpitnih komisij za 1. in 2. letnik in zaključni državni izpit na oddelkih za stavbeništvo, strojništvo, kemijo in rudarstvo; za geodezijo pa le, če uspejo dobiti dovolj usposobljenega docenta – geodeta.

Deželna vlada za Slovenijo je z majsko naredbo (2.5.1919) odprla začasni tehnično – visokošolski tečaj, ki je vključeval tudi dveletni zemljemerski tečaj za geodete. Pouk naj bi potekal od maja do novembra 1919. leta. Ljubljanska visoka tehnična šola je začela s poukom maja 1919. Učni načrt prvega letnika dveletnega zemljemerskega tečaja za geodete je obsegal pouk treh predmetnih skupin, skupnih teoretičnih predmetov matematike in opisne geometrije, posebnih predmetov: situacijsko risanje, nižja geodezija in optika; kot splošne predmete so šteli zemljemerstvo in upravno pravo. Splošni predmet je bilo narodno gospodarstvo s finančnimi operacijami. Ta dveletni zemljemerski tečaj je trajal do leta 1928, ko se je preoblikoval v štiriletni pouk kulturno geodetske usmeritve. V tej prvi fazi razvoja je ta tečaj omogočil, da so se tudi Slovenci v večji meri posvetili geodetski stroki.

Štiriletni pouk kulturno – geodetske smeri je bil ukinjen že leta 1931. Vpeljan je bil v dobi gospodarskega razmaha, ki je od geodetov zahteval širšo in temeljitejšo visokošolsko izobrazbo, pokopala pa ga je nastopajoča gospodarska kriza, ki je močno prizadela finančne možnosti fakultete. Tako je diplomiralo komaj 45 slušateljev. Nato je geodetska stroka našla mesto v Institutu za rudarska merjenja in

geodezijo, katerega predstojnik je bil prof. ing. Dimitrij Frost vse do leta 1930, ko se je osnoval samostojen Institut za geodezijo, ki se je leta 1935 preimenoval v Zavod za geodezijo. Vsa predvojna leta je bil za geodezijo na razpolago en sam večji prostor v pritličju vzhodnega krila stare tehnike v Aškerčevi ulici. Učni načrt za štiriletni kulturno – geodetski tečaj je v letu 1929/30 obsegal 34 predmetov, in sicer 12 osnovnih in 22 strokovnih. Po ukinitvi tega tečaja sta od vseh predmetov ostala v okviru Zavoda za geodezijo samo še nižja in višja geodezija, oboje so predavali samo gradbenikom, arhitektom pa le še prvi predmet.

GEODETSKO ŠOLANJE PO DRUGI SVETOVNI VOJNI

Geodetski oddelek je bil ustanovljen že v študijskem letu 1945/46, in sicer potem, ko so se za njegovo ustanovitev zavzeli ing. Leo Novak, doc. J. Črnač in ing. Miroslav Črnivec. Novi geodetski oddelek je dobil prostore v starem rudarskem paviljonu ob Aškerčevi cesti. Prvi povojni učni načrt je vsebinsko zajemal le predmete geodetske stroke, brez močnejše zastopanosti predmetov gradbeništva, ki so bili sicer tesno povezani z geodetsko stroko. Ta geodetsko usmerjeni učni načrt je začel veljati v šolskem letu 1945/46 in je predvideval 9-semesterški študij. Obsegal je 36 predmetov, od tega 11 splošnih teoretičnih, 25 pa strokovno usmerjenih. Druga sprememba učnega načrta je bila leta 1956, ko se je pokazalo, da usmeritev študija samo na področje geodezije ni dovolj za potrebe prakse. Zato se je na predlog slovenskih občin, ki jim je primanjkovalo kadra za izvajanje komunalne in urbanistične politike, tudi s pomočjo Republiškega sekretariata za urbanizem, komunalne zadeve in stanovanjsko izgradnjo, učni načrt dopolnil z nekaterimi predmeti nizkih gradenj in s predmeti urbanistične in komunalne gospodarske dejavnosti. Potrebe po interdisciplinarnem reševanju komunalne prostorske in upravne problematike v okviru občine so narekovalе izobrazbo kadra, ki bo kot poznavalec in spremljevalec deloval v teh procesih. Z izobrazbo geodetsko-komunalnega ali komunalnega inženirja je bil v to smer napravljen prvi korak. Veliko zanimanje in uspešno delo absolventov je dokazalo smotrnost uvedbe te smeri študija.

Tretja pomembnejša sprememba učnega načrta je bila uvedba dvostopenjskega študija inverznega tipa, ki pa se v praksi ni obnesla. Zgrešena je bila zato, ker je znižala kvaliteto prejšnjega kontinuiranega tipa študija, ne samo zaradi krčenja učne snovi in izgubljenih ur pri ponavljanju snovi na drugi stopnji, temveč tudi zaradi neenake predhodne izobrazbe novincev, prihajajočih iz gimnazije in iz strokovnih šol. Leta 1967/68 je bila izvršena četrta reforma študijskega načrta na oddelku. Ponovno je prišel do veljave že prej preizkušeni kontinuirani način študija z 9-semesterским trajanjem. V letu 1968/69 je imel oddelek 5 kateder in dva inštituta.

USKLAJEVANJE ŠTUDIJA S POTREBAMI DRUŽBE V 70. LETIH

Geodezija si je še iskala svoje pravo mesto v družbi. Nove metode in možnosti stroke je bilo treba uskladiti z zahtevami in potrebami urejanja prostora. Pred geodete je bilo postavljenih čedalje več nalog. Vedno je bil razkorak med potrebami po šolanem geodetskem kadru in vpisanimi študenti, ki so bili pripravljeni in odločeni tudi doštudirati. Nov učni načrt leta 1970/71 je predvidel 8-semesterški študij. Predmeti so se nekoliko skrčili, nekaj je postalo izbirnih in fakultativnih, vendar se čas študija od vpisa do diplome ni bistveno skrajšal. Pojavila se je želja po prekvalifikaciji

komunalnega inženirja v specializiranega projektanta. Ideja se je realizirala v 4. odseku gradbeniškega študija v letu 1972/73 z ustreznimi spremembami učnega načrta, vendar za študente-gradbenike ni bila zanimiva in število slušateljev je zelo padlo. Geodetsko-komunalni oddelek je prešel spet v geodetski oddelek. Učni načrt je bil smotrno razširjen s predmeti gradbenih, urbanističnih in planerskih osnov, saj so geodeti tisti, ki morajo reševati probleme in naloge komunalca v občini.

Urejanje in izkoriščanje prostora postaja zahtevna in odgovorna naloga. Za pravilnejše in smotrnejše planiranje so potrebne tudi točnejše in kvalitetnejše informacije in podlage. Tako so se naloge geodetov zelo razširile in so mnogi geodeti postali protagonisti in raziskovalci na področju prostorskih informacijskih sistemov in z njimi povezanih vrstah raziskav in projektov geodetskih evidenc, postopne realizacije računalniško vodenega zemljiškega katastra, avtomatizirane kartografije itn. Za potrebe operativnega izvajanja in vodenja je bila leta 1973/74 uvedena nova oblika študija, redni višješolski 2-letni 4-semesterški študij. Diplomanti – inženirji geodezije dobijo v teh 4 semestrih zaključeno izobrazbo, ki je s skromnejšo teoretično osnovo in nivoju primerno tvarino v 2. letniku zadovoljiva za uspešno operativno in vodstveno delo na mnogih področjih geodetskega delovanja. Ta stopnja izobrazbe ustreza zahtevam in kriterijem upravnih organov in delovnih organizacij. Veliko izkušenj za sestavo učnega načrta rednega višješolskega študija je dal prvi višješolski študij ob delu v letih 1968/73. Ta je potrdil obliko seminarskega dela. Pokazalo se je, da je bolj smotrno organizirati občasen študij ob delu, kadar je dovolj kandidatov, kot pa permanentno omogočati vpis ob delu posameznikom ali manjšim skupinam na splošno smer. Podiplomski študij se je na geodetskem oddelku začel leta 1970/71. Na FAGG se je začel dveletni študij za magistre fotogrametrije in kartografije. Tri leta kasneje je bil uveden tudi magistrski študij za smer prostorskega in urbanističnega planiranja.

GEODETSKO ŠOLANJE V SVETU IN PRI NAS

Razviti svet je, ali prav zdaj opušča redno 3-4 letno šolanje geodetskega kadra. Rutinsko delo in tudi variantne odločitve za tako delo lahko nadomestita robot ali računalniško podprta oprema, ki jo opravlja priučen sodelavec. Usposabljanje smiselno in splošno primerno izobraženih sodelavcev traja le nekaj mesecev in se opravi po potrebi. Sodobni računalniki imajo shranjeno in uporabno obsežno znanje, ki v veliki meri zamenja človekovo. Načrtovanje in vodenje del zahtevata več znanja, zato ga opravljajo inženirji, ki so po šolanju ali sposobnostih razdeljeni v dva ali tri nivoje.

Postopno spreminjanje programov poteka v dveh smereh. Nikjer se ne zanašajo na zakonski monopol geodetske stroke, ampak poskušajo vzgajati geodetske strokovnjake, ki bodo sposobni ali potegniti nase kot nosilca nova področja dela ali pa se vključiti v skupine pri drugih kompleksnih delih. Za čista geodetska dela je potrebnih zaradi vključevanja avtomatike vse manj strokovnjakov, tako se že (npr. na geodeziji v Stuttgartu in Darmstadtu) v predmetnikih krčijo rutinska znanja (npr. v instrumentalni tehniki, izmeri, izdelavi načrtov ...) in se širijo predvsem računalništvo, informatika, projektiranje in načrtovanje, ekonomika, organizacija, skratka znanja, ki omogočajo visoko strokovno delo, vodenje, odločanje, timsko delo. Vse bolj se uveljavljajo interdisciplinarni programi v zadnjem letniku, ki jih izvajajo v okviru projektov v institutih. Analiza programov študija geodezije na Dunaju, v Gradcu, Muenchnu in Zuerichu je pokazala veliko podobnost z našimi programi, s tem da povsod upajajo

usmeritve tudi v ekologijo, za kar so pri nas priprave tudi že v teku. To prehajanje nikjer ni revolucionarno, ampak sproti, neke hitreje, neke počasneje. Trendi pa so jasni. Podiplomski študij poteka v velikih centrih, v tesnem sodelovanju s fakultetami in inštituti. Pridobivanje novih znanj, poglobljanje znanja, sledenje novostim v svetu potekajo prek raznih firm (tudi proizvajalcev opreme, projektantskih firm itd.), v sodelovanju s pedagogi visokih šol, ki so stalni ali občasni sodelavci.

Iz napisanega bi lahko povzeli in razmislili, da na področju srednjega izobraževanja zamenjamo srednjo geodetsko šolo z usposabljanjem kvalitetnih sodelavcev za rutinska opravila s pomočjo sodobne opreme. V visokem šolstvu pa bi bilo treba preusmeriti študij v usposabljanje inženirjev, ki bodo ustvarjali na širšem področju ali pa se bodo vključevali v širše time. Iz tega pa sledi, da je treba skrbeti študij nekaterih klasičnih znanj in poglobiti študij informatike, vodenja, načrtovanja, managementa, zakonodaje in ekologije. V bistvu naj študijski program teži k temu, da izobrazí mislečega človeka z osnovnim znanjem, ki bo sposoben v kratkem času osvojiti še specialna znanja za uspešno delo na ožjem strokovnem področju. Seveda pa se mora program postopno prilagajati novim globalnim znanjem in strokovnim zahtevam.

Predlagava, da naj bi uvedli še predmet psihologija, ki bi prišel prav pri delu s strankami in pa management, ki bi pomagal geodetu tržiti njegovo znanje in tako uveljavljati stroko kot celoto.

ZAKLJUČEK

Kot je razvidno, so potrebe po geodetskih strokovnjakih pri nas narekovale gospodarske in politične razmere, pri tem je imela znanost manjši vpliv. Za dobro načrtovanje šolanja je potrebno temeljito poznavanje perspektiv razvoja gospodarstva in posameznih dejavnosti v njem. Vpis dijakov in študentov je bil v glavnem odraz trenutnih ugodnih razmer stroke in se ponavlja ob zaključku študijske dobe ni več skladal z njimi. Zato je smotno, da se program in vpis ravnata po svetovnih trendih. To je bil tudi vzrok, da so bili šolski programi večinoma prilagoditve vzorom iz sosednjih držav in ostalega sveta.

Srednja geodetska šola je do zdaj izobrazila približno 1600 geometrov oz. geodetskih tehnikov. Geodetskih inženirjev in diplomiranih inženirjev je bilo doslej v Ljubljani izšolanih okrog 850. Odločitev fakultete, da izobrazí še geodeta komunalca v letih 1957-1972 je dala vrsto uspešno delujočih strokovnjakov. Prenos tega študija na gradbeni oddelek je pomenil skoraj popoln izostanek diplomantov in še danes se pozna pomanjkanje teh strokovnjakov. Uvedba prostorsko-planerske smeri geodetskega študija leta 1980 daje letno 3-4 diplomante, ki pa se uspešno uveljavljajo v stroki in je njihova vloga vidna. Usmerjeno izobraževanje je prineslo znižanje ravni znanja, saj je za večino študentov učenje nadomestilo študij.

Vir:

Univerza v Ljubljani, 1979, Ob šestdesetletnici visokošolskega študija arhitekture, gradbeništva in geodezije v Ljubljani, 1919-1979, Ljubljana 131-160.

Recenzija: Gojmir Mlakar
dr. Anton Prosen

O zajemu digitalnih podatkov

Ob prebiranju gradiva RGU-ja za Regijski posvet o posodobitvi zemljiškega katastra (v nadaljnjem besedilu: gradivo), ki je bil v Mariboru dne 7.4.1994, se mi zdi potrebno opozoriti predvsem na določene pomanjkljivosti pri opisu zajemanja grafičnih podatkov in njihove pretvorbe v digitalno obliko. Glede na to, da avtorji gradiva na osmi strani gradiva pod točko 1.2. omenjajo, da so postopki zajemanja podatkov le delno definirani, upam, da so naslednje pripombe dobrodošle. Pripombe so napisane z namenom, da tistim, ki se bodo ukvarjali z zajemanjem analognih grafičnih podatkov s katastrskih načrtov ter z analiziranjem in uporabo teh podatkov v digitalni obliki, prihranijo kakšno bridko urico in kakšen šop sivih las.

POZOR, ENOJNA NATANČNOST!

(glej Gradivo – Uvod, str. 10)

Najprej je treba opozoriti, da programski orodji PC Arc/Info in ArcCAD delujeta z enojno natančnostjo oz. v takoimenovanem načinu „single precision“, namesto z dvojno natančnostjo oz. v načinu „double precision“. Verjamem, da večina med vami le približno ve, v čem je razlika med obema načinoma. Preprosto povedano, razlika je v natančnosti obdelave števil, kot pove že samo ime obeh načinov. Enojna natančnost pomeni, da zmore program natančno obdelovati le šestmestna števila, medtem ko sedma cifra v večmestnem številu že „pleše“. To hkrati pomeni, da v programih z enojno natančnostjo ne moremo neposredno obdelovati npr. koordinatnih podatkov v Gauss-Kruegerjevem koordinatnem sistemu, ker bodo decimetri v koordinatnem zapisu že nezanesljivi. Decimetri so namreč sedma cifra v formatu koordinatnega zapisa, centimetri pa osma (npr. Y GK = 123456,78).

Načrte zajemamo v digitalno obliko v lokalnem koordinatnem sistemu, ki ima običajno izhodišče 0,0 v spodnjem levem kotu spodnjega levega lista katastrskega načrta za posamezno katastrsko občino. Po zajemu ne smemo transformirati grafične vsebine neposredno v Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem, temveč je treba izvesti transformacijo v „premaknjeni“ Gauss-Kruegerjev sistem, v katerem vrednosti koordinatnih podatkov nikoli ne segajo prek 9999,99. To storimo tako, da pravim Gauss-Kruegerjevim Y in X koordinatam „odrežemo“ prvi dve cifri, če to zaradi lege delovišča v Gauss-Kruegerjevem koordinatnem sistemu ni mogoče, pa Y in X koordinatam odštejemo neki konstantni števili, tako da nobena koordinata Y ali X na območju enega delovišča ne bo presegala vrednosti 9999,99.

Primer:

vsaki Y koordinati (npr. 595675,87) odrežemo prvi dve cifri 59 (in dobimo 5675,87) in vsaki X koordinati (npr. 173456,78) odrežemo prvi dve cifri 17 (in dobimo 3456,78), kar je enako kot odštevanje konstant 590000 od Y in 170000 od X koordinat.

Pri tem si je treba konstanti za koordinate Y in X skrbno zabeležiti, ker nastopata v vseh drugih postopkih pretvorbe v digitalno obliko.

Podobno je treba tudi vse morebitne koordinate danih trigonometričnih, navezovalnih, poligonskih in mejnih točk premakniti za isti konstanti na zgoraj navedeni način. Posebna pozornost velja datotekam DXF-a, ki so običajni

izmenjevalni format med različnimi vektorskimi grafičnimi programi. Pred zapisom kakršnekoli slike ali koordinat v format DXF-a je treba poskrbeti, da koordinate v zapisu ne presegajo vrednosti 9999,99. Npr. uporabniki AutoCAD-a morajo pred ukazom DXFOUT z ukazom MOVE ustrezno premakniti vsebino celotne slike v polje dimenzij največ 10 km x 10 km in z izhodiščem v točki (0,0).

Zgornji nasvet se zdi banalen, a ga je treba trenutno še upoštevati. Po napovedih bomo verjetno kmalu dočakali verziji programskih orodij Windows NT PC Arc/Info in ArcCAD, ki se bosta končno znebili predpotopne enojne natančnosti.

„NAPENJANJE” PARCELNIH MEJA NA MERJENE ZK TOČKE (glej Gradivo – Uvod, str. 9 do 11)

Predvideni postopek zajemanja grafičnih podatkov zemljiškega katastra predvideva vektorizacijo skaniranih načrtov ali klasično digitalizacijo načrtov in na območjih numerične izmere šele nato „napenjanje” na obstoječe merjene ZK točke. Opisani predvideni postopek zajema in usklajevanja digitalnih podatkov, ki je opisan v Uvodu gradiva za posvet na straneh od 9 do 11, je treba spremeniti, sicer bo pretvorba numerične izmere v digitalno obliko napačna in za geodete neuporabna. Opisani postopek ne upošteva dejstva, da so koordinatno določeni le mejniki oz. meje posestnih kosov. Meje vrste rabe niso koordinatno določene, ne glede na to ali so to parcelni deli ali samostojne parcele. Tudi površine parcel in parcelnih delov znotraj posestnih kosov so določene le grafično, medtem ko so površine posestnih kosov izračunane numerično iz koordinat.

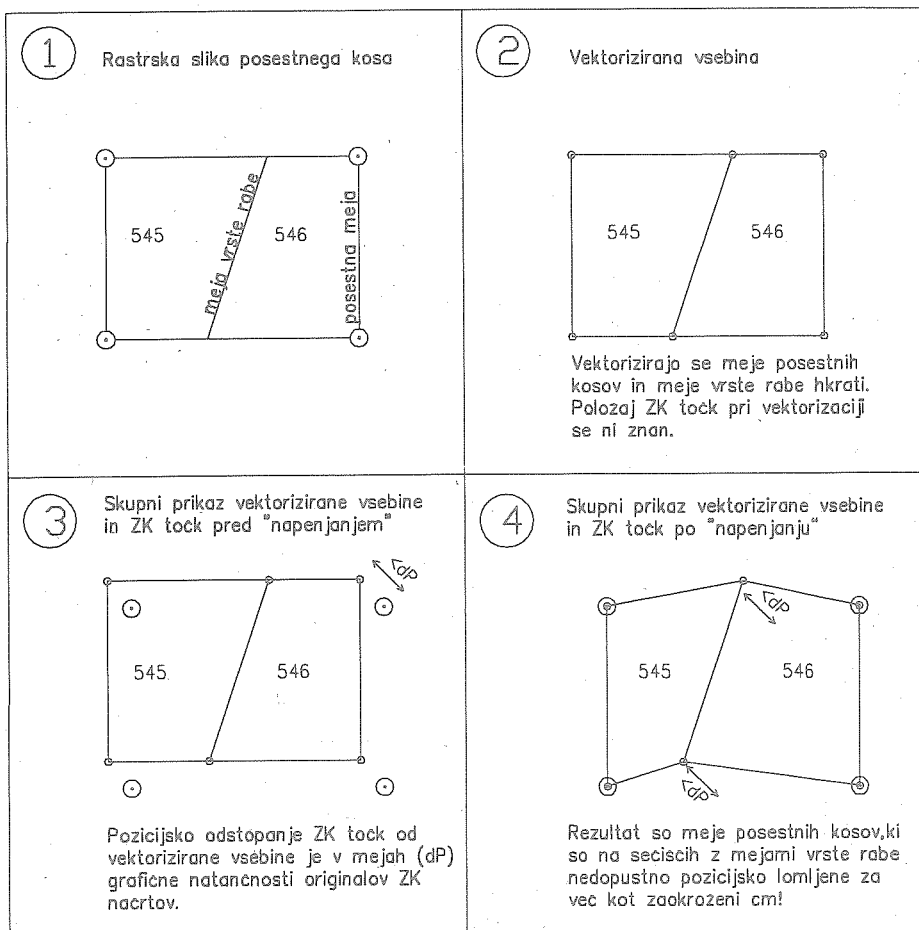
Na območju občine Murska Sobota so na tak način izvedene prav vse nove izmere po letu 1974, razen zadnjih nekaj delovišč. Ker so nove izmere v vsej Sloveniji izvajali isti izvajalci, domnevam, da so tudi druge po Sloveniji razmere enake.

V gradivu opisani postopek predvideva prvo topološko kontrolo podatkov na območjih posameznih listov. Po vseh topoloških kontrolah na listu se nato izvede združevanje listov za območje celotnega delovišča in ponovna topološka kontrola itd. Nato sledi transformacija v Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem, ki ji sledijo postopki usklajevanja. Med temi postopki je tudi „napenjanje” parcelnih mej na merjene ZK točke. Glede na to, da je „napenjanje” predvideno kot obvezno opravilo geodetskih uprav in ne izvajalcev vektorizacije ali digitalizacije (!), je v interesu predvsem RGU-ja in občinskih geodetskih uprav, da take in morebitne druge pripombe vzamejo v premislek pred začetkom serijskega izvajanja vektorizacij; sicer bosta nepotrebno podvajanje dela in zapletenost postopkov odmaknila čas uporabnega digitalnega katastra v prihodnost.

Težava je v tem, da so merjene ZK točke le mejniki, medtem ko za meje vrste rabe predhodni numerični podatki ne obstajajo. To pomeni, da se bodo s postopkom napenjanja na svoj pravi položaj pomaknile le določene točke (mejniki), medtem ko bodo druge ostale nespremenjene (meje vrste rabe in sečišča le-teh s posestnimi mejami). Vse skupaj sicer ostaja v mejah grafične natančnosti, ampak to v tem primeru ni dovolj. Tu se mora grafika mej vrste rabe pripeti na meje posestnih kosov na zaokroženi centimeter natančno. Zakaj? Ker se bo sicer spremenila površina posestnega kosa, ki je bil določen v mejnem ugotovitvenem postopku in se njegova površina ne sme spremeniti.

Karikirano je primer v gradivu predvidenega načina vektorizacije numeričnih izmer prikazan v spodnji skupini štirih slik.

PREDVIDENI NAČIN VEKTORIZACIJE NUMERIČNIH IZMER



V naslednji skupini štirih slik je enako karikirano prikazan način vektorizacije numeričnih izmer, ki ga predlagam. Iz obeh skupin slik je razvidna očitna razlika med obema načinoma dela.

Pri načinu vektorizacije, ki ga predvideva gradivo, se vektorizacija v bistvu izvaja dvakrat. Prvič vektorizira izvajalec samo na osnovi skanirane slike katastrskih načrtov. Drugič pa isto vsebino, ki je zdaj že v vektorski obliki, „vektorizira“ oz. „napenja“ geodetska uprava. Napenjanje na obstoječe ZK točke namreč ni nič drugega kot nepotrebno ponavljanje dela, ki bi ga lahko opravil že izvajalec. Poleg tega, da je postopek časovno praktično podvojen, so rezultati takega dela napačni, kar je razvidno tudi iz slik.

PREDLAGANI NAČIN VEKTORIZACIJE NUMERIČNIH IZMER

1 Rastrska slika posestnega kosa	2 Skupni prikaz rastrske slike in ustreznih ZK točk Pozicijsko odstopanje ZK točk od rastrske vsebine je v mejah (dP) graficne natančnosti originalov ZK načrtov.
3 Skupni prikaz vektorizirane vsebine posestnih mej in ZK točk Najprej se vektorizirajo le meje posestnih kosov in to neposredno na dejanske položaje ZK točk.	4 Vektorizacija mej vrste rabe in ostale vsebine, ki ni podana z ZK točkami. Rezultat so meje posestnih kosov, ki so na seciscih z mejami vrste rabe dopustno pozicijsko lomljene le za zaokroženi cm!

Pri načinu vektorizacije, ki ga predlagam, se vektorizacija izvaja le enkrat in sicer na rastrski sliki načrta, ki je še pred začetkom vektorizacije združena z vektorsko sliko ZK točk. Na osnovi parcelnih mej, ki so razvidne iz rastrske slike, povezujemo neposredno v vektorski sliki podane ZK točke. Najprej povežemo meje posestnega kosa in šele nato meje vrste rabe znotraj posameznega posestnega kosa. Tako je zagotovljeno, da se bodo že pri sami vektorizaciji zajemale parcelne meje neposredno na ZK točke, kjer le-te obstajajo. Meje vrste rabe pa se bodo tako topološko natančno pripenjale neposredno na prave meje posestnih kosov in vsako naknadno „napenjanje” bo nepotrebno.

Idealno bi bilo, če bi še obstajale datoteke povezav obodnih mejnih točk posestnih kosov, ki so bile pri vsaki novi katastrski izmeri po letu 1974 izdelane za izračun površin posestnih kosov. Na osnovi teh datotek povezav bi bilo možno izdelati vektorsko sliko povezav posestnih kosov za stanje ob uveljavitvi posameznih novih

izmer. Poleg ZK točk bi lahko v tem primeru v rastrsko sliko „pripeljali” tudi vektorske povezave ZK točk, kar pomeni, da nam mej posestnih kosov sploh ne bi bilo treba vektorizirati. Vektorizirali bi le tisto vsebino (nove posestne meje, novi objekti itd.), ki je nastala zaradi vzdrževanja načrtov in pa seveda vse meje vrste rabe.

Geodeti z vsaj malo strokovne domišljije si verjetno predstavljate časovni in siceršnji prihranek pri takšnem načinu dela. Žal so na magnetnih trakovih RGU-ja precej neurejeno arhivirani le seznamami koordinat, povezave obodnih točk posestnih kosov pa iz nerazumljivih razlogov niso arhivirane, z izjemo zadnjih nekaj let. Čeprav povezave obodnih točk posestnih kosov niso ohranjene v digitalni obliki, pa le-te obstajajo vsaj v pisni obliki. V elaboratih novih izmer jih najdemo v enem ali več (običajno debelih) zvezkih z naslovom „Računanje površin parcel”. Praksa je pokazala, da je smiselno podatke iz teh zvezkov vtipkati v ASCII datoteko, ki je potem skupaj s seznamom koordinat ZK točk osnova za izdelavo vektorske slike posestnih kosov. Pred prenosom vektorske slike na rastrsko podlago je seveda treba odpraviti napake v vektorski sliki, ki nastanejo predvsem zaradi napačno vnešenih šifer ZK točk v datoteki povezav ali zaradi napačnih koordinat točk v datoteki koordinat ZK točk.

Pri tem je kriterij predhodnega odpravljanja napak v vektorski sliki lahko različen. Najnižji kriterij je, da napak v originalni vektorski sliki sploh ne odpravljamo, temveč vse napake lovimo šele po združitvi vektorske z rastrsko sliko. Možnost se zdi vabljiva, vendar je odpravljanje napak na tak način kljub nasprotnim pričakovanjem vse prej kot enostavno. Med plezanjem gor in dol po rastrski sliki in med prebijanjem skozi grozde dvomljivih točk se namreč operaterja za zaslonom prav zlahka poloti neka čudna destruktivna apatija. Najvišji kriterij je maksimalno odpravljanje odkritih napak že v originalni vektorski sliki, še preden jo prenesemo na rastrsko podlago. Pri tem odpravimo npr. vse napačne šifre točk v datoteki povezav, popravimo vse ugotovljene napačne koordinate točk v datoteki ZK točk, dodamo vse naknadne parcelacije, izločimo vse nesmiselne in nepotrebne ZK točke, primerjamo površine posestnih kosov iz vektorske grafike s tistimi iz seznama površin itd. Pri takem načinu dela je potem vektorizacija v bistvu le igriva dopolnitev vektorske slike z mejami vrste rabe in objekti ter vizualna primerjava vsebine vektorske in rastrske slike.

Moje mnenje je, da je treba napake odpravljati postopno. Ker je napak več vrst, je treba vsako vrsto napak „loviti” na lastnem nivoju do najvišje možne stopnje. Šele, ko so odpravljene napake na posameznih nivojih, začnemo odpravljati napake na prvem in nato na naslednjih skupnih nivojih. Odpravljanje napak se mora lokacijsko izvajati pri viru podatkov, to je na posameznih geodetskih upravah, kjer so na razpolago vsi razpoložljivi podatki.

Ob tem je treba opozoriti na dejstvo, da je za bodoče izvajalce zajema katastrskih načrtov v digitalno obliko predviden lažji del (vektorizacija oz. digitalizacija) zajemanja podatkov, medtem ko bo geodetskim upravam ostal težji del (odpravljanje vsebinskih napak in usklajevanje podatkov). Iz vseh dosedanjih materialov to ni dovolj razvidno, temveč dobi nepozoren bralec iz njih ravno nasprotni občutek, da bodo levji delež vsega zahtevnega dela opravili izvajalci, geodetske uprave pa bodo opravile le nekatere obrobne in manj zahtevne naloge. Odpravljanje vsebinskih napak in neskladnosti med posameznimi podatki zemljiškega katastra bo namreč najzahtevnejši in najzamudnejši del prevedbe podatkov v digitalno obliko. Tega se

moramo zavedati vsi, da bodo vloge sodelujočih v postopkih zajemanja digitalnih podatkov jasne in pravočasno pravilno ovrednotene, še zlasti v strokovnem, finančnem in časovnem vidiku.

*Joc Triglav
Geodetska uprava Murska Sobota, Murska Sobota*

Prispelo za objavo: 12.5.1994

GeoLIS III

V Avstriji, na Dunaju, je bil od 6. do 8. aprila 1994 simpozij z naslovom GeoLIS III – Informationsmanagement. Organizatorja sta bila gospod Hrbek, predsednik avstrijske geodetske uprave (Bundesamt fuer Eich- und Vermessungswesen – BEV) in Prof.Dr. Andre Frank, vodja Oddelka Geoinformation und Landesvermessung, Tehnične univerza na Dunaju. Posvetovanje je bilo v prostorih BEV-a. Posvetovanja se je udeležilo okrog 120 udeležencev, večinoma Avstrijcev, različnih strok (geodezija, geologija, geofizika, hidrologija, ekologija, gozdarstvo, ekonomija, arheologija). To so bili predstavniki državnih institucij (npr. državna geodetska uprava, ministrstva, mestne uprave itn.), univerz (TU Dunaj, TU Gradec, Univerzitaet fuer Bodenkultur Dunaj, Wirtschaftsuniversitaet Dunaj, Montanuniversitaet Leoben itn.) in zasebnih podjetij.

Predstavljenih je bilo 27 referatov. Članki so objavljeni v posebni številki časopisa „Oesterreichische Zeitschrift fuer Vermessungswesen und Geoinformation“ (prejšnji „OeZ“) v izdaji avstrijskega Društva za geodezijo in informatiko (Oesterreichische Gesellschaft fuer Vermessungswesen und Geoinformation – prejšnji Oesterreichische Verein fuer Vermessungswesen und Photogrammetrie). Geopodatki, kot najvažnejša komponenta vsakega geoinformacijskega sistema, so bili glavna tema posvetovanja. Geopodatki so v najširšem pomenu podatki o Zemlji: od temeljnega geodetskega sistema prek katastra in zemljiške knjige, izrabe tal, geoloških, meteoroloških, ekoloških, bioloških podatkov do podatkov popisa prebivalstva, statističnih in arheoloških podatkov. Z dosedanjih posvetovanj o GeoLIS-u so publikacije o zbirkah geopodatkov (G. Gerstbach). To posvetovanje je šlo korak naprej: posvetilo se je upravljanju z geopodatki in geoinformacijami (geoinformation and geodata management). Ker obstajajo v Avstriji vrste baz geopodatkov, so se pojavili novi vidiki, kot so: različnost modelov realnega sveta, različni formati geopodatkov, potreba za določanjem novih standardov, kvaliteta podatkov, metabaze podatkov in pravni vidiki na tem področju.

Po uvodnih besedah gospoda Hrbka o pomenu komunikacij na področju geoinformatike, posebno o možnostih komunikacij med različnimi sistemi (formati, standardi, različne arhitekture baz podatkov), je govoril direktor Državne službe za avtomatsko obdelavo podatkov E. Zimmerman. Prof. A. Frank je govoril o izmenjavi in normiranju podatkov. Posebej je poudaril prenašanje semantike podatkov (predlagan ustrezen matematični model, ki podrobno opisuje pomen podatkov), da bi se lahko preverjala prenos in izguba podatkov. Pravni vidiki v zvezi z digitalnimi podatki in aplikativnim softverom so bili glavna tema govora Dr. Twarocha. O

definiciji modela kvalitete podatkov je govoril Dr. Stanek. Podal je potrebne parametre za kvalitativen opis podatkov (viri, merilo, metoda merjenja, metoda obdelave, zgodovina, položajna in atributna točnost, logična konsistentnost, celovitost, aktualnost). Ti parametri zelo vplivajo na odločitve o namenu in načinu uporabe (metoda obdelave) teh podatkov. Dr. Stanek je govoril še strnjeno o standardu ISO 9000, ki se nanaša na normiranje procesov razvoja, dobave in vzdrževanja softvera.

Od predavanj, ki so se nanašala na podatke in aplikacije, je treba omeniti naslednja: magistri ekonomskih znanosti Z. Daroczi in G. Magenschab sta govorila o uporabi GIS-a za ekonomsko-sociološke potrebe (GIS in Business). Predstavili sta aplikacijo „ArcAustria”, v kateri so statistični podatki popisa prebivalstva (demografski podatki) kombinirani z geometrijo začeni s nivojem blokov hiš do raznih agregacij (volilni, statistični, popisni okoliš). Ta in temu podobni informacijski sistemi se uporabljajo npr. pri reševanju alokacijskih (optimalna lokacija), marketinških in managerskih problemov (npr. raziskovanje javnega mnenja). Arheolog M. Doneus je predstavil bazo podatkov o arheoloških najdbiščih, izdelanih iz fotogrametričnih posnetkov (Luftbildarchäologie). Dipl.Ing. Schabl je govoril o izkušnjah pri uporabi standardov ISO 9000 pri izvedbi projekta GIS-a v lastnem podjetju. Prikazano je sedanje stanje baz podatkov digitalnih katastrskih načrtov in zemljiške knjige (DKM in GDB) in večnamenskega katastra (Mehrzweckkarte Wien) ter prostorskega informacijskega sistema (Raumbezugssystem Wien) Dunaja. Prav tako so bile prikazane razne baze podatkov in softverske aplikacije v gozdarstvu, meteorologiji, hidrologiji, geologiji, geofiziki in katastru infrastrukture.

Posvetovanje se je končalo s plenarno razpravo, ki jo je vodil Prof. Frank, v kateri so sodelovali Doc. Norbert Bartelme (Technische Universität Graz), Prof. Manfred M. Fischer (Wirtschaftsuniversität Wien) in Doc. Herbert Fuchs (Universität für Bodenkultur, Wien). Glavno vprašanje je bilo, ali obstaja (svobodno) tržišče geopodatkov. Tržišče analognih podatkov že dolgo obstaja, cene pa so visoke zaradi uporabljene tehnologije (Prof. Kelnhofer). Tržišča digitalnih podatkov še ni (morda samo oligopol in monopol – Daroczi), je pa treba težiti k temu cilju. Danes obstajajo že vrste baz podatkov v digitalni obliki. Problem pa je v tem, da uporabniki ne vedo, kaj smejo početi z določenimi podatki. Proizvajalec teh podatkov bi moral vnaprej določiti namen in metode za analiziranje svojih podatkov (transver formati, metode obdelave itn.). Vedno več zasebnih podjetij prevzema vlogo takoimenovanih „izboljševalcev podatkov” (Datenveredler – Daroczi): ti prevzemajo podatke v surovi obliki in jih prilagajajo potrebam uporabnikov.

Zelo pogosto uporabnik niti ne ve, če obstajajo določeni digitalni podatki in kje jih sploh lahko išče. Predlagano je, da se dizajnirajo meta podatkovne baze (baze podatkov o bazah podatkov), ki bi vsebovale vse potrebne informacije o obstoječih bazah podatkov in bi tako olajšale iskanje.

V zaključku je Prof. Frank pozitivno ocenil simpozij: predavanja so bila kvalitetna, pokrila so širok krog interesov sodelujočih, kompleks vprašanj s prvega dne simpozija (možnost komunikacij, standardi in merila, kvaliteta podatkov, pravna urejenost) je bil dotaknjen v večini strok in znanstvenih panog, občinstvo je bilo raznoliko, zato je dosežena interdisciplinarnost. Ostalo je še precej odprtih vprašanj, ki so zanimiva

tako za znanstvenike kot tudi za prakso (npr. raznolikost konceptov in modelov, prenos podatkov v pomenu prenosa njihovega pomena, popis parametrov, ki določajo kvaliteto podatkov, organizacija (svobodnega) tržišča digitalnih podatkov in še vrsta pravno nerešenih vprašanj. Simpozij ni pritegnil dovolj končnih uporabnikov, ki bi morali predstaviti, kakšne podatke potrebujejo in za kakšne namene. Šele tedaj bo mogoče določiti realne cene digitalnih podatkov in aplikacij, ki je naslednja stopnica do organizacije svobodnega tržišča podatkov. Z druge strani pa morajo biti „izdelovalci“, posebno še „izboljševalci“, korak pred željami uporabnikov in jim morajo pokazati z vrsto pilotskih projektov in pilotskih študij, kaj vse se lahko doseže z obstoječimi podatki in sodobno tehnologijo.

*Adrijana Car
Abteilung Geoinformation und Landesvermessung, TŮ Wien, Avstrija
(prevod iz hrvaščine: Jožef Korpič)*

Prispelo za objavo: 13.5.1994.

V ZDA so dovolili uporabo satelitskih slik in fotografij visoke podrobnosti

Več let po tem, ko sta Francija in Rusija dali na trg tudi zelo natančne – zelo podrobne satelitske scene zemeljskega površja z 10 in 5 m slikeli v pakromatskem območju, so se tudi v Združenih državah Amerike odločili, da bodo vstopili na ta ogromen trg, ki samo za ZDA pomeni prodajo za 15 milijard dolarjev v letu 2000. Predsednik Clinton je sicer upošteval zadržke (CIA, Pentagon), a se je vseeno odločil za prodajo teh satelitskih scen brez cenzure. Še več. Družbe, kot je Locket Corporation, bodo trgovinskemu ministrstvu „izstrelile“ še več satelitov, ki bodo imeli še bolj podrobne resolucije.

Kot je znano (o tem smo že pisali), bodo na tržišču tudi slike oz. posnetki s platform, ki slikajo iz stratosfere, tiste višine, v katerih v glavnem letijo tudi obveščevalna letala. To pomeni, da bodo po ocenah resolucije na voljo (verjetno dokaj nesistematično) tudi s podrobnostjo do 1 m. To pa že da misliti tudi slovenskim geodetom ali geomatikom nasploh, saj vemo, da je položajska natančnost meja, ki so kartirane v mapah 1:2 880, približno taka. Tako bodo ostali problemi naravnjanja ali kalibracije teh slik na ustrezne terenske oslonilne točke pravzaprav osnovni problem – poleg osnovnega vprašanja, kaj s tem bogastvom slik sploh početi.

Tomaž Banovec

Zavod Republike Slovenije za statistiko, Ljubljana

Prispelo za objavo: 17.5.1994

Pomembnejši simpoziji in konference v letu 1994

6.-8. julij: 6. Symposium fuer Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, AGIT '94, Salzburg, Avstrija

10.-13. julij: Genasys Users' Conference, Fort Collins, CO, Združene države Amerike

7.-9. avgust: AM/FM International Executive Management Symposium, Keystone Resort, CO, Združene države Amerike

7.-11. avgust: URISA '94, Milwaukee, WI, Združene države Amerike

16.-20. avgust: International Conference on GIS and Mathematical Modelling, grad Smolenice pri Bratislavi, Slovaška

23.-25. avgust: German Cartographic Day, Dortmund, Nemčija

28.-31. avgust: Conference „Europe in Transition: the Context of GIS“, Brno, Češka republika

- 30.8.-2. september: International Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Geomatics and Navigation, Banff, Alberta, Kanada
- 31.8.-2. september: Vehicle Navigation Information Systems International Conference (VNIS '94), Yokohama, Japonska
- 1.-3. september: Qualité de l'interprétation des images de télédétection pour la cartographie, séminaire Société française de photogrammétrie et de télédétection, Grignon, Francija
- 4.-8. september: 17th Urban Data Management Symposium '94, UDMS '94 – „Services for the Public and for Experts”, Espoo, Finska
- 4.-8. september: Mapping Sciences '94, Gold Coast, Australija
- 5.-9. september: The International Geographical Union and the Association for Geographic Information 6th International Symposium on Spatial Data Handling, Edinburgh, Škotska, Velika Britanija
- 5.-9. september: Spatial Information from Digital Photogrammetry and Computer Vision, ISPRS – Commission III Symposium, Muenchen, Nemčija
- 5.-9. september: 1st Turkish International Symposium on Deformations, Istanbul, Turčija
- 11.-15. september: 45. Photogrammetrische Woche, Stuttgart, Nemčija
- 11.-15. september: 1st International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, Strasbourg, Francija
- 11.-16. september: 16th International Conference on the History of Cartography, Dunaj, Avstrija
- 12.-14. september: International GIS Workshop: „Spatial Data Modelling and Query Languages for 2-D and 3-D Applications”, Delft, Nizozemska
- 13.-15. september: Hydro '94, Aberdeen, Velika Britanija
- 14.-15. september: GeoInformation Systems for Environment, Budimpešta, Madžarska
- 19.-21. september: „Statistical Data Collection and Analysis”, mednarodna statistična konferenca, Bled '94, Bled, Slovenija
- 19.-23. september: International Symposium on Marine Positioning, Hannover, Nemčija
- 20.-22. september: Fourth International Conference Information Systems Development – ISD '94, Bled, Slovenija
- 21.-24. september: 78. Deutscher Geodätag – „Geodäsie – traditionell fortschrittlich”, Mainz, Nemčija
- 5.-7. oktober: 9th ARC/INFO European User Conference, Paris, Francija
- 5.-8. oktober: 5. Oesterreichischer Geodätag – „Vermessung im Aufwind”, Eisenstadt, Avstrija
- 6.-8. oktober: 7th International Conference on Parallel and Distributed Computing Systems, Las Vegas, Nevada, Združene države Amerike
- 10.-12. oktober: Eurocarto XII, Kopenhagen, Danska

- 13.-15. oktober: 27. Geodetski dan: „Geodezija in prostor”, Radenci, Slovenija
- 17.-19. oktober: 4th Conference and Exhibition on Spatial Information Systems, Varšava, Poljska
- 18.-22. oktober: AM/FM International – European Division, Europaeische Konferenz X „Geographic Information and Business Processes, Heidelberg, Nemčija
- 25.-27. oktober: INDO 94 – Posvetovanje o informatiki v državnih organih, Brdo pri Kranju, Slovenija
- 25.-27. oktober: GIS/LIS '94, Phoenix, AZ, Združene države Amerike
- 26.-28. oktober: GIS, Experience and Future, Kiruna, Švedska
- 31.10-4. november: 27th International Symposium on Advanced Transportation Applications, Aachen, Nemčija
- 7.-12. november: 3rd International Symposium on High-Mountain Remote Sensing Cartography, Mendoza, Argentina
- 15.-17. november: AGI '94, Birmingham, Velika Britanija
- 21.-25. november: AURISA '94: „Australasian Urban and Regional Information Systems Association 22nd International Conference, Sydney, Australija
- 1.-2. december: „GIS v Sloveniji 1993-1994”, Ljubljana, Slovenija
- 6.-8. december: I²: Interactive Information Expo, New York, N.Y., Združene države Amerike

mag. Božena Lipej
MOP-Republiška geodetska uprava, Ljubljana

Prispelo za objavo: 15.6.1994

V premislek

Povsem naključno mi je ogorčen znanec pojasnil svoje težave. Je lastnik vsaj 100 let stare hiše s približno 500 m² pripadajočega zemljišča. Hiša stoji v središču še starejšega naselja, ki je danes priključeno mestu. Dobil je dovoljenje, da poruši staro hišo in zgradi novo, ustrezno današnjim bivalnim zahtevam. Toda občina zahteva tudi plačilo odškodnine zaradi spremembe namembnosti kmetijskega zemljišča ali gozda v znesku 600 000 SIT.

Le nekaj dni kasneje so na posvetovanju „Urejanje prostora in zemljiška politika v občinah” razpravljalci kritizirali „Nerazumno zaračunavanje prispevka za spremembo kmetijskega zemljišča za komunalno opremljeno stavbno zemljišče v naseljih ter izven naselij, ko gre dejansko za spreminjanje kmetijskih zemljišč v stavbna”.

Z znancem sva ugotovila, da so mu na občini izračunali znesek za spremembno namembnosti za del zazidane stavbne parcele, ki je po odločbi geodetske uprave, izdane v letu 1994, travnik 2. razreda. Torej kvalitetno kmetijsko zemljišče, le 1. razred je še boljši. Tako je ugotovila dejansko stanje, kot piše v odločbi, uradna oseba in odločil načelnik geodetske uprave. Ker dejansko stanje poznam, sem bil

presenečen. Za hišo je 200 m² zemljišča, obzidanega s stavbami in ograjeno, poraslo s travo, plevelom in z nekaj posušenimi sadnimi drevesi. Pred hišo je ob centralni cesti naselja zemljišče, poraslo s travo, z grmičevjem, presekano z dovozom in dohodom k hiši. Vse skupaj je začinjeno s kemijo izpušnih plinov in še z marsičem, ker je zemljišče proti cesti neograjeno.

Pravilnik za katastrsko klasifikacijo zemljišč določa: v travnik se uvrščajo zemljišča, porasla s travo, ki jo je možno ekonomično kositi vsaj enkrat letno. Ni verjetno, da je dele zemljišča okoli stavbe možno ekonomično kositi in uporabiti za krmo živine, saj je že po laičnem mnenju neuporabno. Pravilnik za vodenje vrst rabe zemljišč v zemljiškem katastru opredeljuje poleg katastrskih kultur tudi skupino rabe zelene površine in v tej skupini rabo zelenice. V zelenico se po tem pravilniku uvrščajo zemljišča, ki so urejena za varovanje okolja ali okras stavbe in se ne uporabljajo za kmetijsko proizvodnjo. Pred hišo je sicer grmičevje, ki bi bilo lahko v okras, vsekakor pa se zemljišče ne uporablja za kmetijsko in še manj za gozdno proizvodnjo. Zato je uvrstitev v zelenico najbližja od razpoložljivih.

Zakon o urejanju naselij se ne ukvarja s takimi problemi, vseeno pa pove, da je fundus stavbe s funkcionalnim zemljiščem gradbena parcela in ne kmetijsko zemljišče. Zakon o stavbnih zemljiščih pa trdi: „zazidano stavbno zemljišče je zemljišče, na katerem stoji objekt (stavbišče), in zemljišče, potrebno za njegovo redno rabo (funkcionalno zemljišče)”. Tudi po tej definiciji lahko sklepamo, da obravnavano zemljišče ni kmetijsko proizvodno zemljišče. Odloča seveda Zakon o kmetijskih zemljiščih. Po tem zakonu so kmetijska zemljišča tista, ki jih vodi zemljiški kataster kot katastrske kulture. Da sta si definiciji v kmetijskem zakonu in geodetskem pravilniku v nasprotju, je bilo leta 1986 opozorjeno, toda zaman. Toda 15. člen istega zakona določa tudi: „kdor spremeni namembnost kmetijskega zemljišča ali gozda ..., da se to zemljišče ne uporablja za kmetijsko ali gozdno proizvodnjo, plača odškodnino zaradi spremembe namembnosti kmetijskega zemljišča”.

Obravnavano zemljišče se ni uporabljalo za kmetijsko ali gozdno proizvodnjo, ker je že vsaj 100 let stavbno zemljišče. Včasih v katastru imenovano stavbišče, torej po zdravi pameti, ne bi smeli zaračunati spremembe, ker spremembe ni bilo.

In še za povrh. Tudi novi osnutek pravilnika za klasifikacijo zemljišč, ki ga je pripravila komisija za projekt DZK-ja pri Republiški geodetski upravi, ni nič bolj pameten. Pravi, da v travnik(e) uvrščamo zemljišča, porasla s travo, ki jo je možno ekonomično koristiti vsaj enkrat letno. Določba je kratka in jasna. Travo, ki je zrasla in bo zrasla na obravnavanem zemljišču, moj znanec, ki je lastnik zemljišča, tudi enkrat letno ne more koristiti.

Sicer pa življenje teče naprej.

Božo Demšar
MOP-Republiška geodetska uprava, Ljubljana

Prispelo za objavo: 15.6.1994

Ekskurzija v ZDA in Kanado

Pravijo, da ja Amerika dežela priložnosti („A Land Of Opportunity“). Ne vem. Morda res. Da bi sodili o tem, moramo tja in videti Ameriko iz prve roke. Vendar pa je to lažje reči kot storiti. In prav to poskušamo storiti študentje 4. letnika geodezije na FAGG. Za cilj smo si zadali obiskati severo-vzhodni del ZDA in obenem tudi del Kanade.

Dogovorili smo se za obisk The Surveys, Mapping and Remote Sensing Sector of Natural Resources v Ottawi in National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) v Buffalu v ameriški zvezni državi New York. Ob prvem obisku si bomo ogledali oddelek za terenske meritve in kartografski oddelek. Spoznati nameravamo njihove metode in instrumente za merjenje s pomočjo satelitske tehnologije ter njihovo izdelavo in razmnoževanje klasičnih kart in izdelavo digitalnih kart. Ob obisku univerze v Buffalu pa si bomo podrobneje ogledali njihovo tehnologijo GIS/LIS-a.

Ekskurzijo pripravljamo študentje pod okriljem Študentske organizacije Oddelka za geodezijo, ob pomoči nekaterih profesorjev in asistentov. Študentska organizacija uspešno deluje že nekaj let, nam pa je omogočila lažje zbiranje prispevkov sponzorjev na svojem računu. Naj ob tej priložnosti povabim k sodelovanju vse organizacije in posameznike, ki bi bili pripravljeni pomagati s prispevki, da bi to ekskurzijo izpeljali tako, kot smo si jo zastavili. Prepričan sem, da bomo pridobljena znanja s pridom uporabili pri svojem kasnejšem delu in pomagali k večjemu razvoju geodezije pri nas.

Za vse informacije nas lahko dobite na naslovu: Študentska organizacija FAGG-Oddetek za geodezijo, Jamova 2, 61000 Ljubljana, oz. lahko pokličete našega mentorja mag. Mirana Ferlana po telefonu: 061 123 12 41 int. 2611. Naš žiro račun pa je: Študentska organizacija, FAGG-Oddetek za geodezijo, Jamova 2, 61000 Ljubljana. Št. ŽR : 50101 – 678 – 93048.

Igor Karmičnik
FAGG-Oddetek za geodezijo, Ljubljana

Prispelo za objavo: 6.5.1994

Elba '94 – 8. Geodetski planinski pohod



Generalni pokrovitelj:

ATR – računalniški inženiring, Trzin
tel.: 061 71 52 12

Sponzorji:

Kovinska galanterija BUŠIČ, Ljubljana-Polje
tel.: 061 48 22 80

OPTICOM d.o.o., Mengeš
tel.: 061 73 84 00

RIBON d.o.o., Domžale
tel.: 061 71 48 29

TEHNOCHEM, Ljubljana
tel.: 061 73 84 00

TIENDA d.o.o., Ljubljana
tel.: 061 137 12 86

V imenu udeležencev se vsem najlepše zahvaljujemo!

Jan Reško Borut
Lado Vanat Željko Fromy
Stane Kristač Joz
Biserka Viki Prijatelj Aljoša
Rudolf Barbara Janez Zofia Mirko Tomaz
Miroslava Danijel Srečo Ljiljana
Andrej Marija Tatjana
Dana B. Lom Aljoša Nežka



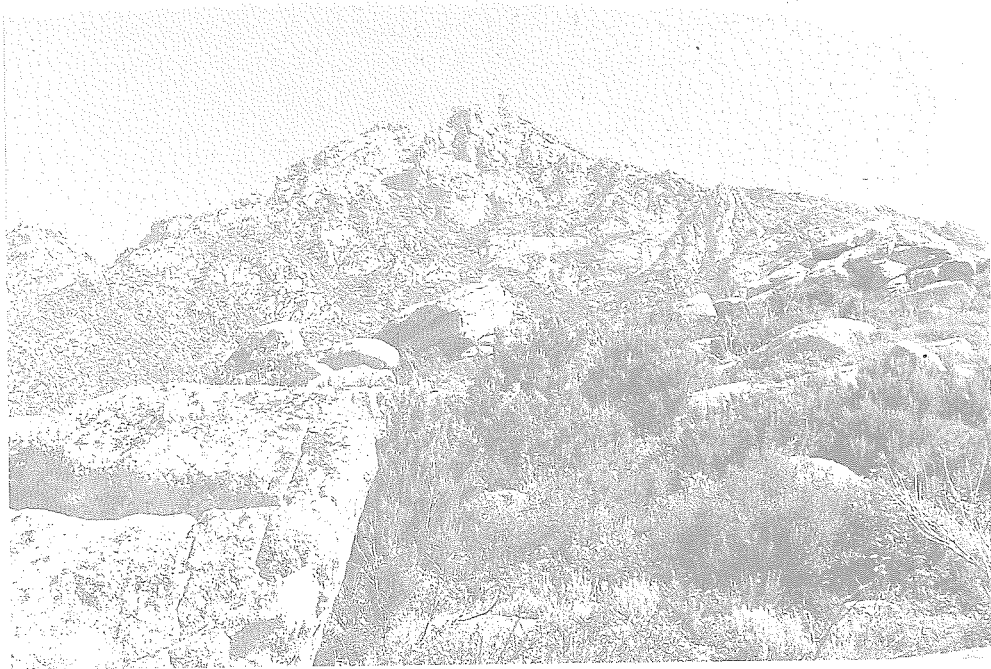
A smo kej čedni – no, vsaj zato, ker nas večina nosi letošnje pohodniške majice



Začenjamo pohod in že prav lepo nas sonce greje



Le kdo nas je nahecal, da gremo po zahtevnejši in daljši poti na tistile hrib



Monte Capanne, 1018 m, mogočno in vabljivo



Večina osvajalcev vrha gore (od skupno 41 pohodnikov)



Republika in Mesto Ljubljana iščeta skupni jezik ob Unionu še na vrhu M. Capanna



Foto: K. Divjak, B. Lipej, A. Rožmanec, J. Smrekar

mag. Božena Lipej

Prispelo za objavo: 1.7.1994

OGLASI V GEODETSKEM VESTNIKU

Cenik objav reklamnih oglasov v Geodetskem vestniku v letu 1994:

- ☐ objava celostranskega oglasa na zadnji zunanji strani platnice ene številke revije 900 DEM v tolarški protivrednosti
- ☐ objava celostranskega oglasa na zadnji notranji strani platnice ene številke revije 550 DEM v tolarški protivrednosti
- ☐ objava celostranskega oglasa v eni številki revije na notranjih straneh 400 DEM v tolarški protivrednosti
- ☐ objava oglasa velikosti polovice strani v eni številki revije na notranjih straneh 200 DEM v tolarški protivrednosti.

Če ste zainteresirani za kakršnokoli od naštetih objav ali za večje število posameznih objav, kontaktirajte:

- ☐ za finančna vprašanja ga. Ano Kokalj, Srednja gradbena in ekonomska šola, Ljubljana, Kardeljeva ploščad 2, tel.: 061 34 10 87, fax.: 061 34 10 71
- ☐ za tehnična vprašanja ga. mag. Boženo Lipej, MOP-Republiška geodetska uprava, Ljubljana, Kristanova ul. 1, tel.: 061 31 23 15, fax.: 061 132 20 21.

Zveza geodetov Slovenije

Navodilo za pripravo prispevkov

1. V reviji Geodetski vestnik se objavljajo prispevki znanstvenega, strokovnega in poljudnega značaja. Vsebinsko se povezujejo z geodetsko stroko in sorodnimi vedami. Uredništvo jih po lastni presoji razporeja v posamezne tematske vsebinske sklope oziroma rubrike.

2. Prispevki morajo imeti kratek naslov. Napisani morajo biti jasno, kratko in razumljivo ter oddani glavni in odgovorni urednici v petih izvodih, tipkani enostransko z dvojnimi presledki. Obseg znanstvenih in strokovnih prispevkov s prilogami je največ 7 strani, vseh drugih pa 2 oziroma izjemoma več strani (za 1 stran se šteje 30 vrstic s 60 znaki). Obvezen je zapis prispevka na računalniški disketi s potrebnimi oznakami in izpisom na papirju (IBM PC oz. kompatibilni: Microsoft Word for Windows, WordPerfect for Windows, Microsoft Word for MS-DOS, WordPerfect for MS-DOS, neoblikovano v formatih ASCII).

3. Ime in priimek pisca se navedeta z opisom znanstvene strokovne stopnje in delovnim sedežem.

4. Znanstveni in strokovni prispevki morajo obsegati izvleček v obsegu do 50 besed in ključne besede v obsegu do 8 besed. Obvezen je prevod naslova članka, izvlečka in ključnih besed v angleščino, nemščino, francoščino ali italijanščino. Na koncu prispevka je obvezen seznam uporabljene literature. Le-to se navaja na naslednji način:

- ☐ v tekstu se navedeta avtor in letnica objave, kot npr.: (Kovač 1991), (Novak et al. 1976)
- ☐ v virih oz. literaturi se navedejo viri in literatura po zaporednem abecednem vrstnem redu avtorjev, kot npr.:

a) za članke: Kovač, F., 1991, Kataster, Geodetski vestnik (35), Ljubljana, štev. 2, 13-16,

b) za knjige: Novak, J. et al., 1976, Izbor lokacije, Inštitut Geodetskega zavoda Slovenije, Ljubljana, 2-6.

5. Znanstveni in strokovni prispevki bodo recenzirani. Recenzirani prispevek se avtorju po potrebi vrne, da ga dopolni. Dopolnjen prispevek je pogoj za objavo. Avtor dobi v korekturo poskusni odtis prispevka, ki je lektoriran, v katerem sme popraviti le tiskovne in eventuelne smiselne napake. Če korekture ne vrne v predvidenem roku oziroma največ v petih dneh, se razume, kot da popravkov ni in gre prispevek v takšni obliki v končni tisk.

6. Ilustrativne priloge k prispevkom je treba oddati v enem izvodu v originalu za tisk (prozoren material, zrcalen odtis). Slabe reprodukcije ne bodo objavljene.

7. Za vsebino prispevkov odgovarjajo avtorji.

8. Uredništvo bo vračalo v dopolnitev prispevke, ki ne bodo pripravljeni skladno s temi navodili.

9. Prispevke pošiljate na naslov glavne, odgovorne in tehnične urednice mag. Božene Lipej, MOP-Republiška geodetska uprava, Kristanova ul. 1, 61000 Ljubljana.

10. Rok oddaje prispevkov (referati za Geodetski dan) za naslednjo številko: 18.8.1994.

