# GEODETSKI VESTNIK

ZVEZA GEODETOV SLOVENIJE

Letnik 42

3

1998

## 31. GEODETSKI DAN

## GEODEZIJA V KORAKU S ČASOM

# GEODETSKI VESTNIK

Glasilo Zveze geodetov Slovenije
Journal of Association of Surveyors, Slovenia

UDK 528=863
ISSN 0351 – 0271

Letnik 42, št. 3, str. 237-376, Ljubljana, oktober 1998

*Glavna, odgovorna in tehnična urednica: dr. Božena Lipej*

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

*Uredniški odbor: mag. Boris Bregant, Marjan Jenko, dr. Božena Lipej, prof.dr. Branko Rojc, doc.dr. Radoš Šumrada, Joc Triglav in Michael Brand (Belfast, Severna Irska), prof.dr. Norbert Bartelme (Gradec, Avstrija), François Salgé (Paris, Francija), prof.dr. Hermann Seeger (Frankfurt, Nemčija), prof.dr. Erik Stubkjœr (Aalborg, Danska)*

*Prevod v angleščino: Ksenija Davidovič*
*Prevod v nemščino: Brane Čop*
*Lektorica: Jožа Lakovič*

*Izhaja: 4 številke letno*

*Internet: http://www.sigov.si/gu/zvezag/gv.html*

*Naročnina: 10 000 SIT brez prometnega davka, za člane geodetskih društev brezplačno.*
*Številka žiro računa Zveze geodetov Slovenije: 50100-678-45062.*

*Tisk: Povše, Ljubljana*

*Naklada: 1 600 izvodov*

*Izdajo Geodetskega vestnika sofinancira Ministrstvo za znanost in tehnologijo*
*Po mnenju Ministrstva za kulturo št. 415-211/92 mb z dne 2. marca 1992 šteje Geodetski vestnik med proizvode, za katere se plačuje 5% davka od prometa proizvodov.*

*Copyright © 1998 Geodetski vestnik, Zveza geodetov Slovenije*

Letnik 42
3
1998

# GEODETSKI VESTNIK

**Glasilo Zveze geodetov Slovenije**
**Journal of Association of Surveyors, Slovenia**

**UDC 528=863**
**ISSN 0351 – 0271**

**Vol. 42, No. 3, pp. 237-376, Ljubljana, October 1998**

*Editor-in-Chief, Editor-in-Charge, and Technical Editor: Dr. Božena Lipej*

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

*Editorial Board: Boris Bregant, M.Sc., Marjan Jenko, Dr. Božena Lipej, Prof.Dr. Branko Rojc, Dr. Radoš Šumrada, Joc Triglav and Michael Brand (Belfast, Northern Ireland), Prof.Dr. Norbert Bartelme (Graz, Austria), François Salgé (Paris, France), Prof.Dr. Hermann Seeger (Frankfurt, Germany), Prof.Dr. Erik Stubkjær (Aalborg, Danemark)*

*Translation into English: Ksenija Davidovič*
*Translation into German: Brane Čop*
*Lector: Jože Lakovič*

*Internet address: http://www.sigov.si/gu/zvezag/gv.html*

*Subscriptions and Editorial Address: Geodetski vestnik – Editorial Staff, Zemljemerska ul. 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, Tel.: +386 61 17 84 903, Fax: +386 61 17 84 909, Email: bozena.lipej@gu.sigov.mail.si. Published Quarterly. Annual Subscription 1998: SIT 10 000 + tax. Surveying Society Members free of charge. Drawing Account of the Association of Surveyors of Slovenia: 50100-678-45062.*

*Printed by: Povše, Ljubljana, 1 600 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 © 1998 Geodetski vestnik, Association of Surveyors Slovenia*

**Vol. 42**

**3**

**1998**

Inv. št. 119980204

# GEODEZIJA V KORAKU S ČASOM

STROKOVNO POSVETOVANJE

## 31. GEODETSKI DAN

**Rogaška Slatina, 12. – 14. november 1998**

ZVEZA GEODETOV SLOVENIJE

GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE

CELJSKO GEODETSKO DRUŠTVO


ORGANIZACIJSKI ODBOR:

Rafko Bohak
Dominik Bovha
Tomaž Cink
Mirjam Čonč
Jurij Hudnik
Marija Kasenburger
Damjan Kvas
Zdenka Lenko
Majda Lončar
Matej Maligoj
Aleš Seliškar
Dušan Stepišnik Perdih - predsednik
Marjan Štrozak

REDAKCIJSKI ODBOR:

Andrej Bilc
Rafko Bohak
Matjaž Grilc
dr. Božena Lipej
doc.dr. Anton Prosen - predsednik

# VSEBINA
# *CONTENTS*

## IZ ZNANOSTI IN STROKE
## *FROM SCIENCE AND PROFESSION*


Dušan Petrovič, Martin Smodiš: VZPOSTAVITEV SISTEMA DRŽAVNIH TOPOGRAFSKIH BAZ IN KART V MERILIH 1 : 50 000 IN 1 : 25 000 243

Dušan Petrovič, Martin Smodiš: *ESTABLISHMENT OF A SYSTEM OF NATIONAL TOPOGRAPHIC DATABASES AND MAPS AT 1 : 50 000 AND 1 : 25 000 SCALES* 252

Vasja Bric: AVTOMATIZACIJA AEROTRIANGULACIJE IN AEROSNEMANJE
*AUTOMATION OF AERIAL TRIANGULATION AND AERIAL SURVEYS* 262

Sergej Čapelnik, Borut Žalik: HITRO ISKANJE GEOMETRIJSKIH PODATKOV
*RAPID SEARCHING OF GEOMETRICAL DATA* 269

Božo Koler: VIŠINE TOČK V RAZLIČNIH VIŠINSKIH SISTEMIH
*POINT HEIGHTS IN VARIOUS ELEVATION SYSTEMS* 277

Miran Kuhar, Gregor Žele: GPS-VIŠINOMERSTVO
*GPS LEVELLING* 286

Damjan Kvas: UPORABA GPS-TEHNIKE V GEODETSKI IZMERI
*THE USE OF GPS TECHNIQUES IN GEODETIC SURVEYS* 294

Tomaž Petek: TOPOGRAFSKI PODATKI IN GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE
*TOPOGRAPHIC DATA AND THE SURVEYING AND MAPPING AUTHORITY OF THE REPUBLIC OF SLOVENIA* 302

Tomaž Podobnikar: SIMULACIJA POLOŽAJNIH NAPAK VEKTORSKIH PODATKOV Z METODO MONTE CARLO
*SIMULATION OF POSITIONAL ERRORS OF VECTOR DATA USING THE MONTE CARLO METHOD* 309

Dalibor Radovan, Dušan Petrovič: NEREŠENI PROBLEMI TOPOGRAFSKO-KARTOGRAFSKEGA SISTEMA SLOVENIJE
*UNSOLVED PROBLEMS OF SLOVENIA'S TOPOGRAPHIC-CARTOGRAPHIC SYSTEM* 319

Martin Smodiš: DRŽAVNI TOPOGRAFSKO-KARTOGRAFSKI SISTEM
*NATIONAL TOPOGRAPHIC-CARTOGRAPHIC SYSTEM* 326

Bojan Stanonik: QUID NUNC – II. DEL
*QUID NUNC – PART TWO* 336

Maruška Šubic Kovač: DILEME TRŽNEGA VREDNOTENJA NEPREMIČNIN V SLOVENIJI
*MARKET REAL-ESTATE VALUATION DILEMMAS IN SLOVENIA* 341

Staško Vešligaj, Katarina Horvat, Martin Puhar: OD KARTE DO LOKALNE TOPOGRAFSKE BAZE
*FROM MAP TO LOCAL TOPOGRAPHIC DATABASE* 348


## REKLAME
## *COMMERCIALS*

355

## NAVODILO ZA PRIPRAVO PRISPEVKOV
## *INSTRUCTIONS FOR AUTHORS*

373

# VZPOSTAVITEV SISTEMA DRŽAVNIH TOPOGRAFSKIH BAZ IN KART V MERILIH 1 : 50 000 IN 1 : 25 000

*Dušan Petrovič*
*Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, Ljubljana*
*Martin Smodiš*
*Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-08-20*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-12*

## Izvleček

*Državna topografska karta 1 : 50 000 (DTK 50) bo za državno topografsko karto v merilu 1 : 25 000 (DTK 25) naslednja sistemska topografska karta, katere izdelavo predvsem zaradi velikih zahtev Slovenske vojske pospešeno pripravlja Geodetska uprava Republike Slovenije v sodelovanju z izvajalcem projekta, Inštitutom za geodezijo in fotogrametrijo FGG (IGF). Nove metodološke rešitve, sodobna računalniško podprta tehnologija ter nekatere vsebinske in oblikovne spremembe bodo predstavljale precejšnje spremembe glede na izdelavo in izgled DTK 25. Hkrati s pripravo izdelave DTK 50 in z izdelavo testnih listov bodo s projektom pripravljene tudi podlage za izdelavo druge izdaje DTK 25 in za postopno vzpostavitev topografske baze TOPO 25. Obravnavan projekt bo zaključen v prvi polovici prihodnjega leta, ko bomo začeli tudi z izdelavo listov novih kart.*
**Ključne besede:** *državni topografsko-kartografski sistem, redakcijski načrt, tehnološke in metodološke rešitve, topografska baza, topografske karte 1 : 25 000 in 1 : 50 000*

## 1 NAMEN IN DOSEDANJI POTEK DEL

V letu, ko se je izdelava prve izdaje DTK 25 bližala koncu, je Geodetska uprava Republike Slovenije razpisala projekt zasnove naslednje iz sistema državnih topografskih kart – DTK 50. Državne topografske karte, ki so na voljo, ne zadoščajo vsem potrebam današnjih uporabnikov. Glavne pomanjkljivosti so:

- manjkajoče karte nekaterih meril v kartografskem sistemu (1 : 100 000, 1 : 200 000),
- neustreznost nekaterih kart v sistemu (neznana natančnost, med kartami sistema neizenačen prikaz vsebine),
- vsebinska zastarelost nekaterih kart v sistemu (evropski normativ zastaranja je 5 let),

- neustrezna (zastarela) tehnologija izdelave kart v sistemu,
- neprilagojenost novim zahtevam uporabnikov (drugačne oblike podatkov, hitrost dostopa),
- neusklajenost s sistemi mednarodnih zvez držav in organizacij (NATO, EU).

Poleg potrebe po karti, primerni za planiranje na regionalni ravni, je bistveni interesent za karto DTK 50 Slovenska vojska. Karta merila 1 : 50 000 je osnovna karta enot zveze NATO, zato bi imela Slovenska vojska brez te karte težave pri zagotavljanju zahtev interoperabilnosti pri povezovanju v sklopu Partnerstva za mir. Geodetska uprava Republike Slovenije in Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije sta skupaj začela s projektom izdelave topografske karte v merilu 1 : 50 000. Zaradi nujnih potreb Slovenske vojske in nekoliko drugačnih usmeritev (pomembna je predvsem hitrost izdelave), je Ministrstvo za obrambo naročilo vzporeden projekt, ki povzema izkušnje tujih geografskih služb (standardi NATO) in DTK 50 kot podlago za izdelavo vojaške topografske karte v merilu 1 : 50 000 (VTK 50). Izdelovalec tega projekta je bil IGF.

### 1.1 Zasnova DTK 50

Zasnovo projekta DTK 50 so izdelali kartografski strokovnjaki na IGF-u. Vanjo so vključene mnoge izkušnje in ugotovitve, pridobljene pri lastnih razvojnih projektih ter razvojnih in izvedbenih nalogah s področja kartografije. Naročnik večine projektov je bila Geodetska uprava Republike Slovenije. Rezultat zasnove je besedilo v petih zvezkih, ki vsebujejo:

- nekatere za projekt bistvene analize in navedbe (mesto DTK 50 v kartografskem sistemu Slovenije, topografska baza, matematična osnova za DTK 50, viri za izdelavo DTK 50, opis nekaterih pomembnih tehnoloških in metodoloških rešitev, standardi NATO – vojaška topografska karta v merilu 1 : 50 000),
- osnutek organizacije izdelave DTK 50 (strukturna členitev projekta, mrežni plan, kadrovske potrebe, potrebe po strojni in programski opremi, ocena stroškov in potrebnega časa),
- osnutek redakcijskega načrta z vsemi elementi,
- osnutek smernic upravljavcu z državnimi kartami,
- seznam nerešenih problemov in predlog nadaljnjih aktivnosti.

V nadaljevanju priprave osnov za izdelavo DTK 50 je Geodetska uprava Republike Slovenije razpisala nov projekt, ki predvideva izdelavo dveh listov DTK 50 (lista Kranj in Novo mesto) in na podlagi izkušenj dopolnitev zasnove in pripravo dokončnega projekta izdelave DTK 50. Hkrati bo v sklopu te naloge izdelan tudi en list DTK 25, usklajen z izdelavo DTK 50, ter način sočasne vzpostavitve topografske baze TOPO 25. To pomeni, da bo rezultat projekta celovita rešitev vzpostavitve topografskih in kartografskih izdelkov na ravni meril 1 : 25 000 in 1: 50 000.

## 2 NOVE METODOLOŠKE IN TEHNOLOŠKE REŠITVE

Najpomembnejše novosti so v svetovnem merilu izvirne metodološke in tehnološke rešitve pri izdelavi topografskih kart. V Sloveniji smo se namreč po osamosvojitvi na področju topografskih kart znašli v položaju, katerega lahko

primerjamo le s položajem v preostalih novonastalih državah na območju nekdanje Jugoslavije (Hrvaška, Bosna in Hercegovina, Makedonija) ter najverjetneje tudi v nekaterih državah nekdanje Sovjetske zveze. Območje države je temeljito in kakovostno pokrito s topografskimi kartami vseh meril, žal pa nimamo na voljo izdelanega gradiva in reprodukcijskih originalov.

### 2.1 Tržno dosegljive rešitve

Položaj nas omejuje pri privzemanju metodoloških rešitev večine kartografsko razvitih držav pri posodabljanju topografsko-kartografskega sistema in prehodu s klasičnega na računalniško podprto vodenje in izdelavo sistema kart. V kartografsko razvitih državah se pojavljata dve rešitvi. Prva rešitev, ki je dolgoročno prehodnega značaja, predvideva skaniranje reprodukcijskih originalov in nadaljnjo rastrsko obdelavo dosedanjih kart. Druga, celovita, a finančno in časovno zahtevnejša rešitev, je vzpostavitev celotne vektorske topografske podatkovne baze, iz katere z generalizacijo in kartografskim modeliranjem izdelamo karte ustreznega merila. Zaradi nerešenih problemov na področju avtomatske generalizacije in zaradi velikih stroškov zajema vektorskih podatkov se druga rešitev zaenkrat omejuje na karte velikih meril (1 : 5000 ipd.), na določena ožja območja ali pa na območja, kjer do sedaj ustrezne karte niso obstajale. Opisanima načeloma sledijo tudi zmogljivosti tržno dostopnih programskih paketov v svetu, med katerimi so najbolj znani sistemi podjetij Intergraph in ESRI.

### 2.2 Poskusi vektorskih rešitev

V Sloveniji reprodukcijskih originalov večine kart (razen karte DTK 25) nimamo in njihova morebitna pridobitev ni zanesljiva. Uporaba prve rešitve zato ni možna pri vzpostavitvi celotnega sistema. Drugo rešitev smo na ravni merila 1 : 25 000 preizkusili v sklopu projekta Izdelava prototipov digitalno izdelanih topografskih kart. Vektorsko bazo celotne vsebine lista DTK 25 smo zajeli na tri načine. V prvem primeru smo uporabili vse obstoječe razpoložljive baze. Heterogenost, nepopolnost in v nekaterih primerih za kartografsko predstavitev neustrezna oblika podatkov so povzročili, da je list vseboval številne kartografsko nedopustne napake in brez temeljite predelave ni bil uporaben. V drugem primeru smo vektorizirali vso vsebino klasično izdelanega lista DTK 25 in podatke kartografsko modelirali. Končni videz lista se ni razlikoval od klasičnega, zaradi dodatne operacije (vektorizacija) smo nekoliko poslabšali položajno natančnost. Postopek je bil zelo dolgotrajen (drag), pa še zajeto stanje ustreza stanju ob zadnji reambulaciji. V zadnjem primeru smo za celotni list zajeli celotno topografsko bazo z analitičnim izvrednotenjem aerofotogramov. Tako smo dobili ažurno podatkovno bazo topografske položajne natančnosti. Cena zajema je bila najvišja, potrebna bi bila še obsežna (pretežno ročna) generalizacija. Vsebina tako izdelanega lista pa se je predvsem v gozdnatih predelih razlikovala od prikaza na klasično izdelanem DTK 25. Razlika je posledica dejstva, da je bila pri izdelavi topografskih kart na Vojaškogeografskem inštitutu poleg aerofotogrametrične izmere opravljena še terenska izmera, s katero so pridobili večino podatkov o poteh, potokih in reliefu v gozdnih površinah.

### 2.3 Poskusi rastrskih rešitev

V teh razmerah smo skušali najti optimalno rešitev, kako pri izdelavi novega sistema državnih topografskih kart kar v največji meri uporabiti natančno in kakovostno vsebino kart Vojaškogeografskega inštituta, to vsebino pa le dopolniti s spremembami in dopolnitvami. Povsem grafična rešitev barvnega skaniranja, dopolnitve in tiskanja v osnovnih štirih barvah (ciansko modra, magentno rdeča, rumena in črna) se ni obnesla. Večji posegi v vsebino in videz karte niso bili možni, grafična kakovost pa ni bila zadovoljiva (predvsem pri plastnicah, ki so bile sestavljene iz rastriranih odtisov treh barv). Zato smo skušali poiskati rešitev, ki bi barvno rastrsko sliko lista s kombinacijo ustreznih filtrov in grafičnih operatorjev ločila na rastrske slike posameznih barv, v katerih je bila karta izvorno tiskana. S tem bi ob upoštevanju deformacij nosilca (papirja) dobili enak rezultat, kot če bi skanirali reprodukcijske originale lista. Po lastnih delno uspešnih poizkusih smo iskali tržno dosegljivo programsko opremo, ki bi omogočala željeno rešitev. Kljub intenzivnim pogovorom in tudi opravljenim poskusom nismo našli ustrezne rešitve.

V teh razmerah je izredno učinkovito programsko rešitev izdelalo podjetje DFG Consulting, d.o.o., s katero je mogoče skanogram tiskanega lista karte najprej ustrezno transformirati na teoretične dimenzije, nato pa ločiti na rastrske slike posameznih barv. Ob ustrezno visoki vhodni ločljivosti skaniranja tiskanega lista je grafična kakovost rastrskih slik posameznih barv (separatov) dovolj za nadaljnjo reprodukcijo. Pokazala se je celo določena prednost novega načina pred skaniranjem posameznih reprodukcijskih originalov lista. Ker se odprava deformacij izvede pred ločevanjem barv, je zagotovljeno popolno ujemanje posameznih rastrskih slik, pa tudi njihova velikost je povsem identična (število slikovnih elementov – pikslov). V primeru skaniranja posameznih reprodukcijskih originalov je ta pogoj težko izpolniti, v nasprotnem pa imamo velike težave pri nadaljnji obdelavi. Seveda pa pri drugi izdaji DTK 25 ni dvoma o tem, da bomo skanirali posamezne reprodukcijske originale in jih medsebojno uskladili.

### 2.4 Dopolnitev vsebine

Z uspešno izvedeno ločitvijo rastrske slike je storjen šele prvi korak pri izdelavi lista. Čeprav so v sklopu kartografskega programskega sistema Intergraph izvedljivi vsi naslednji koraki obdelave in dopolnitve rastrskih slik ter tudi priprava datotek za reprodukcijo, ponujene rešitve niso vedno najbolj racionalne. Že sama cena in zahtevnost uporabe tega sistema otežujeta vzpostavitev zadostnega števila linij za izdelavo listov, ki bi zagotavljale redno izdelavo in obnovo topografskih kart v sprejemljivih časovnih ciklusih. Zato smo s kombinacijo uporabe različnih enostavnejših programskih paketov, med katerimi smo nekatere izdelali tudi sami, zasnovali hitrejši in cenejši postopek izdelave listov. Postopki omogočajo tudi posege v vsebino in oblikovanje listov. Izdelava nove medokvirne in izvenokvirne vsebine je neizogibna, prav tako pa je mogoče spreminjati način prikaza določene vsebine (sprememba kartografskih znakov), izločiti ali dodati določene objektne tipe in spremeniti barvni prikaz posameznih znakov ali karte v celoti. Mogoče je spreminjati razrez karte na liste in transformirati vsebino v poljubno projekcijo. Za izdelavo kakovostnih topografskih kart je poleg natančnega privzema vsebin s kart Vojaškogeografskega inštituta pomembna tudi kakovostna in popolna reambulacija.

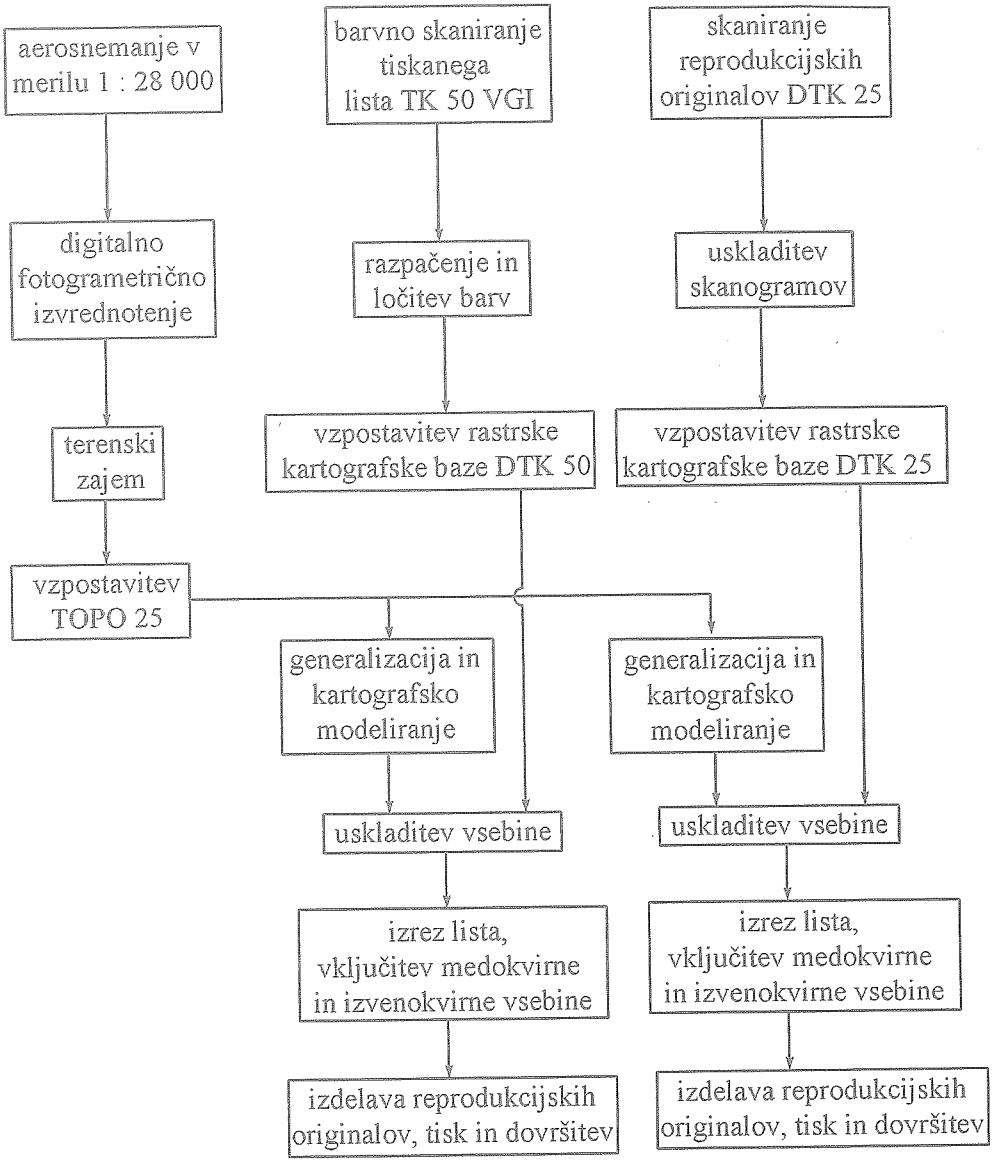
Zato za izdelavo DTK 50 ne bomo uporabili le aerofotogrametrično zajetih popravkov in dopolnitev pri izdelavi DTK 25: reambulacija ni bila popolna, od izdelave prvih listov DTK 25 je preteklo že 5 let, pa še evidentirani popravki so le v grafični obliki.

### 2.5 Predviden način vzpostavitve TOPO 25 in DTK

Projekt predvideva naslednjo rešitev (Slika). Fotogrametrično izvrednotenje aerofotogramov v merilu 1 : 28 000 bo izvedeno z digitalnimi postopki na ravni merila karte 1 : 25 000. Rezultat izvrednotenja bodo popravki in dopolnitve vsebine karte merila 1 : 25 000 v vektorski obliki in v natančnosti izvornih meritev. Ti podatki bodo predstavljali začetek vzpostavitve državne topografske baze TOPO 25. V začetku bo baza vsebovala le zajete dopolnitve vsebin topografskih kart, sčasoma pa jo bomo dopolnjevali z vedno večjim številom objektov. Ker je aerofotogrametričen zajem omejen z vidnostjo, bo skupina topografov s terenskim pregledom dopolnila zajeto vsebino. Terenski pregled bo obsegal interpretacijo in kategorizacijo fotogrametrično zajetih objektov, zajem na posnetkih nevidnih objektov (predvsem v območjih gozdov) in zajem objektov, ki so bili na terenu vzpostavljeni po aerosnemanju. Rezultate terenskega pregleda (ki bodo praviloma izvorno v digitalni obliki) bomo vključili v topografsko bazo.

Vsebino topografske baze bomo ustrezno generalizirali v raven karte merila 1 : 25 000, v primeru, da bo hkrati z izdelavo DTK 50 izdelana tudi druga izdaja DTK 25, in raven karte 1 : 50 000. V prihodnosti bodo lahko na enak način izdelane tudi topografske karte naslednjih manjših meril (1 : 100 000 in 1 : 200 000). Generalizirane vektorske podatke bomo kartografsko modelirali in vključili v rastrske slike posameznih barv. Opisan postopek zajema dopolnitev ne bo omejen na območje lista karte, ampak na stereomodel. Rastrske slike posameznih barv, ki jih bomo v primeru karte 1 : 50 000 pridobili z ločitvijo barvnega skanograma, v primeru karte 1 : 25 000 pa s skaniranjem reprodukcijskih originalov, bomo med seboj združili, uskladili na spojih in tako dobili celovito rastrsko kartografsko bazo za celotno območje prikaza. Nato bomo uskladili novo vsebino z obstoječo, dodali medokvirno in izvenokvirno vsebino, izdelali poskusni izris ter pripravili datoteke za izdelavo reprodukcijskih originalov posameznih barv. Tiskarski postopki ostanejo enaki dosedanjim, saj je za tiskanje kart v izvodih nad 1000 ofsetni tisk najprimernejši. V bližnji prihodnosti ga bo morda že nadomestil t.i. digitalni tisk.

Glede na to, da med tržno dosegljivo programsko opremo v svetu nismo zasledili opisane rešitve, ki pa pomeni v opisanih razmerah bistveno optimizacijo izdelave topografskih kart, lahko predvidevamo, da bi lahko rešitev zanimala tudi druge države.




*Slika: Postopek izdelave kart in vzpostavitev TOPO 25*

## 3 VSEBINSKE SPREMEMBE

Veliko je predlaganih sprememb v vsebini in videzu glede na karte Vojaškogeografskega inštituta in tudi glede na prvo izdajo DTK 25. Vsebinske spremembe predvidevamo pri določitvi prikazanih objektnih tipov. Karta TK 50 Vojaškogeografskega inštituta in karta DTK 25 sta izdelani v skladu s kartografskim

ključem iz leta 1981. Kartografski ključ je bil prilagojen za prikazovanje objektov in pojavov na območju celotne bivše Jugoslavije in zato vsebuje nekatere objekte in pojave, ki se v Sloveniji in v obmejnih območjih sosednjih držav, ki bodo tudi prikazani na DTK 25 in DTK 50, ne pojavljajo. V sedemnajstih letih od nastanka kartografskega ključa se je spremenil tudi pomen posameznih objektov, nekateri za orientacijo niso več pomembni, pojavili pa so se novi. Prav tako so za sedanje razmere neustrezne kategorizacije nekaterih objektov, predvsem cest, poti in vodnih objektov. Kljub vsemu bo tudi nova vsebina kar najbolj prilagojena dosedanji vsebini topografskih kart, saj s tem ohranimo kakovostno vsebinsko zasnovo topografskih kart, uporabnikom olajšamo prehod na uporabo nove karte in tudi znižamo stroške izdelave na najnižjo možno mejo.

Pri medokvirni in izvenokvirni vsebini ne predvidevamo bistvenih sprememb. Skladno z razpoložljivim prostorom bomo razširili prikaz kartografskega ključa (predvsem novih objektov), dodali nagibno merilo ter shemo občin na območju lista. Pri oblikovanju listov je najpomembnejši predlog, da se format listov iz pokončnega spremeni v ležečega. List karte 1 : 50 000 bo namesto dosedanjih 15´ x 15´ prikazoval območje, veliko 20´ v smeri vzporednikov in 12´ v smeri poldnevnikov, list 1 : 25 000 pa namesto dosedanjih 7,5´ x 7,5´ območje, veliko 10´ v smeri vzporednikov in 6´ v smeri poldnevnikov. Poleg lažje uporabe ležečega formata v pisarniški in pri terenski uporabi je razlog za to spremembo tudi poenotenje s formati kart sosednjih držav in formati kart zveze NATO. Sprememba formata pomeni tudi novo oblikovanje medokvirne in izvenokvirne vsebine ter hrbtne strani z naslovnico in razdelitvijo na liste.

Poleg tega bodo seveda oblikovne spremembe v notranji vsebini karte posledica spremembe kartografskega ključa. Novovključeni in prekategorizirani objektni tipi bodo prikazani z novimi kartografskimi znaki, nekateri dosedanji kartografski znaki pa bodo spremenjeni tudi zaradi tehnoloških razlik v klasični in računalniški izdelavi. Barvno oblikovanje karte bo kompromis med kartami Vojaškogeografskega inštituta in novejšimi topografskimi kartami drugih držav. Izkušnje pri tisku DTK 25 so pokazale, da je za vse namene uporabe najprimernejši kartografski papir, kar je treba upoštevati tudi pri oceni končnega barvnega videza listov.

## 4 NEREŠENI PROBLEMI IN NEJASNOSTI

V dosedanjem poteku smo naleteli na nekaj strokovnih, organizacijskih in tudi povsem uporabniških vprašanj, ki jih moramo rešiti pred začetkom izdelave listov. Prvo vprašanje je v članku že omenjena sprememba formata. Kljub naštetim razlogom "za" takšna sprememba nekoliko poveča stroške izdelave karte (na obmejnih območjih se spremeni območje prikaza), pa tudi pri uporabnikih lahko nekaj časa povzroča zmedo. Drugo vprašanje je strokovno zahtevnejše in se nanaša na projekcijo in izbran referenčni elipsoid. Na eni strani imamo v Gauss-Kruegerjevi projekciji na Besselovem elipsoidu obstoječe karte ter vse državne prostorske evidence in baze. Standardi vojaške zveze NATO, katerim mora zaradi zahtev po interoperabilnosti slediti Slovenska vojska, predvidevajo karto v projekciji UTM na elipsoidu WGS 84. Takšna sprememba bi razveselila tudi vse uporabnike sistema GPS, katerih število bo ob postavitvi mreže referenčnih postaj verjetno zelo naraslo. Skoraj zagotovo bosta na karti ne glede na projekcijo natisnjeni obe pravokotni koordinatni mreži, kar bo pomenilo dodatne težave uporabnikom negeodetom.

Večina preostalih vprašanj je bolj uporabniških kot strokovnih. Eno izmed njih je odločitev o prikazu senčenja reliefa. Senčenje reliefa je mogoče izdelati z računalniško tehnologijo z uporabo sloja plastnic iz generalizirane kartografske baze. Trenutno je to najboljša baza reliefa, ki celovito pokriva celotno območje Slovenije. Senčenje poveča plastični učinek karte in je posebej primerno za strokovno manj izurjene uporabnike. Hkrati pa dodatna siva barva zmanjšuje preglednost ostalih elementov karte. Pri kategorizaciji cest se sprašujemo, ali je za uporabnika bistvena razdelitev cest po uradni kategorizaciji (glavne, regionalne, lokalne ceste) ali po konstrukcijskih lastnostih (ustroj vrhnjega sloja, širina, nosilnost). Nekaj vprašanj je tudi pri prikazu posameznih javnih objektov, pri prikazu trigonometričnih točk in pri prikazu objektov na morju.

## 5 NASLEDNJI KORAKI

Poskusni list, predstavljen na Geodetskem dnevu, vsebuje v projektu predlagane vsebinske in oblikovne rešitve. Metodologija in tehnologija izdelave ustrezata opisu v projektu, le da dopolnitve niso zajete iz TOPO 25, katere vzpostavitev na testnem območju še ni opravljena. Naša želja je, da zberemo čim številnejše odzive potencialnih uporabnikov DTK 50 in DTK 25 ter tudi širše geodetske strokovne javnosti. Tako bomo s pripravo dokončnega projekta lahko upoštevali vse organizacijske, strokovne in uporabniške poglede na vzpostavitev in vzdrževanje sistema topografskih baz in kart. Zdaj nas čaka predvsem vzpostavitev TOPO 25. Izvedba aerotriangulacije in digitalni fotogrametrični zajem sta v izvajanju, temu sledi še terenski zajem. Pri vseh aktivnostih bomo natančno določili obseg in način del in tako pridobili natančnejše ocene o časovnih in finančnih okvirih vzpostavitve sistema. Precej nejasnosti je ravno pri terenskem zajemu. Vzpostavljeno vsebino TOPO 25 za dve testni območji bomo nato vključili v rastrske slike kart in po v projektu predvidenem postopku izdelali tri liste: list DTK 50 Novo mesto, list DTK 50 Kranj in list DTK 25 Kranj.

Poleg celovite dopolnitve vsebine na podlagi podatkov TOPO 25 bomo pri izdelavi teh listov skušali upoštevati tudi vse pripombe, ki jih bomo prejeli, na predstavljen testni list DTK 50 Novo mesto. Seveda sledi kot zadnja faza še zaključek projekta in priprava dokončnih gradiv za začetek vzpostavitve sistema topografskih kart in baz:

- izdelava redakcijskega načrta
- izdelava navodila za delo
- priprava organizacije projekta (čas in cena celotne izvedbe, potrebe po kadru in opremi)
- vzpostavitev službe za vodenje in spremljanje izdelave.

Načrtujemo tudi pripravo dveh programov izobraževanja. Prvi bo namenjen izvajalcem, ki bodo vključeni v vzpostavitev in kasnejšo obnovo sistema topografskih kart in topografskih baz. Drugi bo namenjen uporabnikom, tako iz geodetskih vrst kot tudi iz širše zainteresirane javnosti. Predvidevamo, da se bo izdelava prvih listov novih kart DTK 50 in DTK 25, skupaj z vzpostavitvijo TOPO 25, začela že v letu 1999. Prve izdelane liste lahko pričakujemo v letu 2000, ciklus izdelave pa bo predvidoma trajal od 5 do 7 let. Poseben pomen priprave projekta izdelave DTK 50, DTK 25 in TOPO 25 je tudi v tem, da bo predvidena metodologija prenosljiva na

izdelavo in vzdrževanje celotnega sistema državnih topografskih kart meril od 1 : 25 000 do 1 : 200 000 v naslednjih letih.

**Viri in literatura:**

*Peterca, M. et al., Kartografija. Vojaškogeografski inštitut, Beograd, 1974*

*Petrovič, D. et al., Izdelava prototipov digitalno izdelanih topografskih kart. Ljubljana, 1997*

*Petrovič, D. et al., Projekt izdelave prototipa topografske karte v merilu 1 : 50 000 na osnovi tiskanega izvoda TK 50 (VGI) in reprodukcijskih originalov DTK 25. Ljubljana, 1996*

*Petrovič, D. et al., Zasnova projekta državne topografske karte merila 1 : 50 000 (DTK 50) z redakcijskim načrtom. Ljubljana, 1998*

*Radovan, D. et al., Idejni projekt vzpostavitve in vodenja topografske baze srednje natančnosti. Ljubljana, 1994*

*Radovan, D. et al., Test kvalitete in vzdrževanje generalizirane kartografske baze. Ljubljana, 1996*

*Radovan, D. et al., Zasnova strategije topografsko-kartografskega sistema Slovenije. Ljubljana, 1996*

*Rojc, B. et al., Pregledne karte Republike Slovenije, sistem tematskih prikazov vojaške vsebine – Vojaška topografska karta 1 : 50 000 (VTK 50). Ljubljana, 1998*

*Rojc, B. et al., Projekt izdelave Državne topografske karte v merilu 1 : 25 000. Ljubljana, 1995*

*Recenzija: Ana Kokalj*
*Marjan Podobnikar*

# ESTABLISHMENT OF A SYSTEM OF NATIONAL TOPOGRAPHIC DATABASES AND MAPS AT 1 : 50 000 AND 1 : 25 000 SCALES

*Dušan Petrovič*
*Institute of Geodesy and Photogrammetry FCEG, Ljubljana*
*Martin Smodiš*
*Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, Ljubljana*
*Received for publication: 20 August 1998*
*Prepared for publication: 12 October 1998*

## Abstract

*A national topographic map at 1 : 50 000 scale (DTK 50) will be the next systemic topographic map in Slovenia following the national topographic map at 1 : 25 000 scale (DTK 25). The Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia is preparing a project for production of this map especially for the needs of the Slovenian Army, in co-operation with the Institute of Geodesy and Photogrammetry FCEG. New methodological solutions, recent computer-aided technology and certain changes in content and design will represent major changes in comparison with DTK 25. Together with the DTK 50 project and two test sheets, the foundations for the second issue of DTK 25 and progressive re-establishment of the TOPO 25 topographic database will also be prepared. The project will be completed in the first half of 1999, when production of the new map will begin.*
**Keywords:** *editing plan, national topographic-cartographic system, technological and methodological solutions, topographic database, topographic maps at 1 : 25 000 and 1 : 50 000 scales*

## 1 PURPOSE AND COURSE OF WORK TO DATE

In the year in which the production of the first issue of the National Topographic Map at 1 : 25 000 scale (DTK 25) was approaching completion, the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia published a public official invitation to tender for a project for the outline concept of the next map from the national topographic map system, the National Topographic Map at 1 : 50 000 scale (DTK 50). The available national topographic maps are not sufficient for all the needs of current users. The main shortcomings are:

- maps of certain scales are missing from the cartographic system (1 : 100 000, 1 : 200 000)
- certain maps in the system are inappropriate (unknown accuracy, presentation of the contents not uniform among the system maps)
- obsolete content in certain maps in the system (the European norm for obsolescence is five years)
- inappropriate (obsolete) technology of map production in the system
- maps are not adapted to users' current needs (different data form, speed of access)
- maps are not harmonized with the systems of international associations of nations and organizations (NATO, EU).

In addition to the need for a map suitable for planning at a regional level, the Slovenian Army is another important client interested in the DTK 50 map. Maps at a 1 : 50 000 scale are basic for NATO's troops; therefore, without such a map the Slovenian Army would experience difficulties in fulfilling the requirement of interoperability within the framework of the Partnership for Peace. Therefore, the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia and the Ministry of Defence of the Republic of Slovenia have begun a joint project for production of a topographic map at 1 : 50 000 scale. Due to essential needs of the Slovenian Army and a somewhat different orientation (the speed of map production is of primary importance), the Ministry of Defence of the Republic of Slovenia commissioned a parallel project which is based on the experience of foreign geographic services (NATO international standards) and DTK 50 as a basis for the production of VTK 50. The contractor for this project was the Institute of Geodesy and Photogrammetry FCEG.

### 1.1 Outline concept for DTK 50

The outline concept for the DTK 50 project was prepared by cartographic professionals at the Institute of Geodesy and Photogrammetry FCEG . It includes many experiences and findings from our own developmental projects as well as developmental and implementation tasks in the cartographic field. The Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia was the client for the majority of these projects. The result of the outline concept is text in five volumes that contain:

- certain analyses and statements essential for the project (the place of DTK 50 in Slovenia's cartographic system, the topographic database, the mathematical basis for DTK 50, sources for the production of DTK 50, description of certain important technological and methodological solutions, and NATO standards, i.e. a military topographic map at 1 : 50 000 scale)
- outline concept for organization of the production of DTK 50 (project structure, a network plan, personnel needs, hardware and software needs, and costs and time estimates)
- draft of editing plan with all elements
- draft of guidelines for the organization supervising national maps
- list of unsolved problems and proposal for further activities.

To continue preparing the groundwork for the production of DTK 50, the Surveying

and Mapping Authority of the Republic of Slovenia published an invitation to tender for a new project which envisages the production of two sheets of DTK 50 (Kranj and Novo Mesto) and, on the basis of experience, supplementing of the outline and preparation of the final project for the production of DTK 50. At the same time, one DTK 25 sheet, which will be harmonized with the production of DTK 50, will be produced within the framework of this project, and the method of simultaneous establishment of the TOPO 25 topographic database will be determined. This means that the project will result in a comprehensive solution for the establishment of topographic and cartographic products at 1 : 25 000 and 1 : 50 000 scales.

## 2 NEW METHODOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

The most important new features include original methodological and technological solutions on the international scale for the production of topographic maps. After winning its independence, Slovenia was found in a special position regarding topographic maps. This can only be compared with the situation in other new countries in the territory of the former Yugoslavia (Croatia, Bosnia and Herzegovina, Macedonia) and probably also in certain countries of the former Soviet Union. In these nations, the coverage of their territories with topographic maps at all scales is thorough and high-quality, but the materials for their production and originals are lacking.

### 2.1 Feasible solutions for the marketplace

We are limited by the present situation from borrowing the methodological solutions from the majority of cartographically developed countries in the modernization of our topographic-cartographic system, in transition from a classical to a computer-aided production and maintenance of a map system. Cartographically developed countries use two solutions. The first, of a transitional nature (within a long-term framework), anticipates the scanning of originals and further raster processing of the existing maps. The second, a more comprehensive one which does, however, demand much more money and time is to establish a complete vector topographic database, from which maps at appropriate scales are produced using generalization and cartographic modelling. Due to unsolved problems in the field of automatic generalization and the high cost of vector data capture, the second solution is currently limited to large-scale maps (1 : 5 000, etc.), certain smaller areas or areas for which appropriate maps did not exist. The described principles are within the capacities of software packages available in world markets, the best-known being Intergraph's and ESRI's systems.

### 2.2 Attempts at vector solutions

Slovenia does not have the originals for the majority of its maps (except for DTK 25) and the possibility of obtaining them is uncertain. The first solution cannot therefore be used as a foundation for the entire system. The second solution was tested at the level of 1 : 25 000 scale within the framework of a project entitled Production of Prototypes for Digital Topographic Maps. The vector database for the entire DTK 25 sheet content was captured using three methods. In the first, all

available databases were used. The heterogeneity, incompleteness and, in certain cases, data forms inappropriate for cartographic presentation, caused the sheet to contain numerous cartographically inadmissible errors and it was useless without thorough modification. In the second method, the entire contents of a classically produced DTK 25 sheet were vectored and data was modelled cartographically. The final sheet appearance did not differ from the classical one; only the additional operation (vectorization) somewhat lowered the positional accuracy. This procedure was very time-consuming as well as expensive, and the end result corresponds with the situation upon last map revision. In last case, an entire topographic database with analytical evaluation of aerial photograms was captured for the entire sheet. This yielded an updated database with topographic positional accuracy. The price of data capture here was the highest; in addition, an extensive (predominantly manual) generalization will be necessary. The contents of the produced sheet differed from presentation on a classically produced DTK 25, especially for forested areas. This difference results from the fact that, during the production of topographic maps at the Military Geographic Institute (MGI), a field survey was performed in addition to an aerial photogrammetric survey. This field survey was the source of the majority of data on paths, streams and forested areas.

### 2.3 Attempts at raster solutions

Given these circumstances, we attempted to find an optimal solution for using the greatest possible degree of the accurate and high-quality contents of MGI's maps in the production of a new system of national topographic maps, merely modifying it with certain changes and supplements. A completely graphical solution of colour scanning, supplementing and printing in four basic colours (cyan blue, magenta red, yellow and black) did not work. Major changes in map content and appearance were not possible, and the graphic quality was unsatisfactory (primarily for contour lines, which were composed from rastered prints in three colours). We therefore attempted to find a solution that would divide a colour raster sheet image into raster images of individual colours, in which the map was originally printed, using a combination of appropriate filters and graphic operators. Taking into account the deformations of the base medium, i.e. paper, this would yield the same result as if the sheet's originals were scanned. After our own, only partially successful attempts, we sought software in the market which would achieve the desired solution. In spite of intense discussions and tests performed, an appropriate solution was not found.

Under these circumstances, DFG Consulting d.o.o. managed to produce an extremely effective software solution. This software enables scanograms of printed map sheets to be first appropriately transformed to theoretical dimensions and then divided into raster images of individual colours. If the printed sheets' input scanning resolution is appropriately high, the graphic quality of raster images for individual colours (separates) will be sufficient for further reproduction. The new method even has a certain advantage over the scanning of sheets' individual originals. Since deformations are eliminated prior to colour separation, full agreement of individual raster images is ensured, and their sizes are also completely identical (the number of image elements, or pixels). If individual originals are scanned, it is hard to fulfil this condition, and in the opposite case there would be major problems in

further processing. Naturally, there is no doubt that individual originals will be scanned and co-ordinated for the second issue of DTK 25.

### 2.4 Content supplementing

Successful separation of raster images is only the first step in map sheet production. Even though the Intergraph cartographic software system makes possible all further steps of processing and supplementing raster images and preparing files for reproduction, the offered solutions are not always the most rational ones. The cost and difficulty of using this system makes it difficult to establish a sufficient number of lines for sheet production that would make possible regular production and updating of topographic maps at acceptable time intervals. Therefore, a combination of various simpler software packages, a few of which we produced ourselves, was used to design a quicker and cheaper procedure for sheet production. These procedures also enable changes in sheet content and design. The production of new contents between and outside frames is inevitable, and presentation methods for individual content can also be varied (e.g. changes in cartographic symbols), certain object types can be eliminated or added, and the colour presentation of individual symbols or entire maps can be changed. The division of maps into sheets can be changed, and their content can be transformed into any projection. In addition to accurate capture of MGI map contents, high-quality and complete map revisions are also important for the production of high-quality topographic maps. Therefore, more than mere corrections and supplements from DTK 25 captured aerophotogrammetrically will be used in the production of DTK 50: its revision was incomplete, five years have passed from the production of the first DTK 25 sheets, and the recorded corrections are given only in graphic form.

### 2.5 Planned method of TOPO 25 and DTK establishment

The project anticipates the following solution (Figure). Photogrammetric evaluation of aerial photograms at 1 : 28 000 scale will be performed using digital procedures at the level of 1 : 25 000. This evaluation will provide corrections and supplements to map contents at 1 : 25 000 scale in vector form and verify the accuracy of original surveys. This data will represent the beginning of the establishment of the national topographic database TOPO 25. At the beginning this database will contain only captured supplements to topographic map contents, but it will gradually be supplemented with an ever growing number of objects. Since aerophotogrammetric data capture is limited by visibility, a group of topographers will supplement the captured contents through field surveys. This will include the interpretation and categorization of photogrammetrically captured objects, capture of objects not visible in photographs (especially in forested areas) and capture of objects which were constructed in the field after the date of aerial photography. The results of field surveys (which will, as a rule, be in their original digital form) will be included in the topographic database.

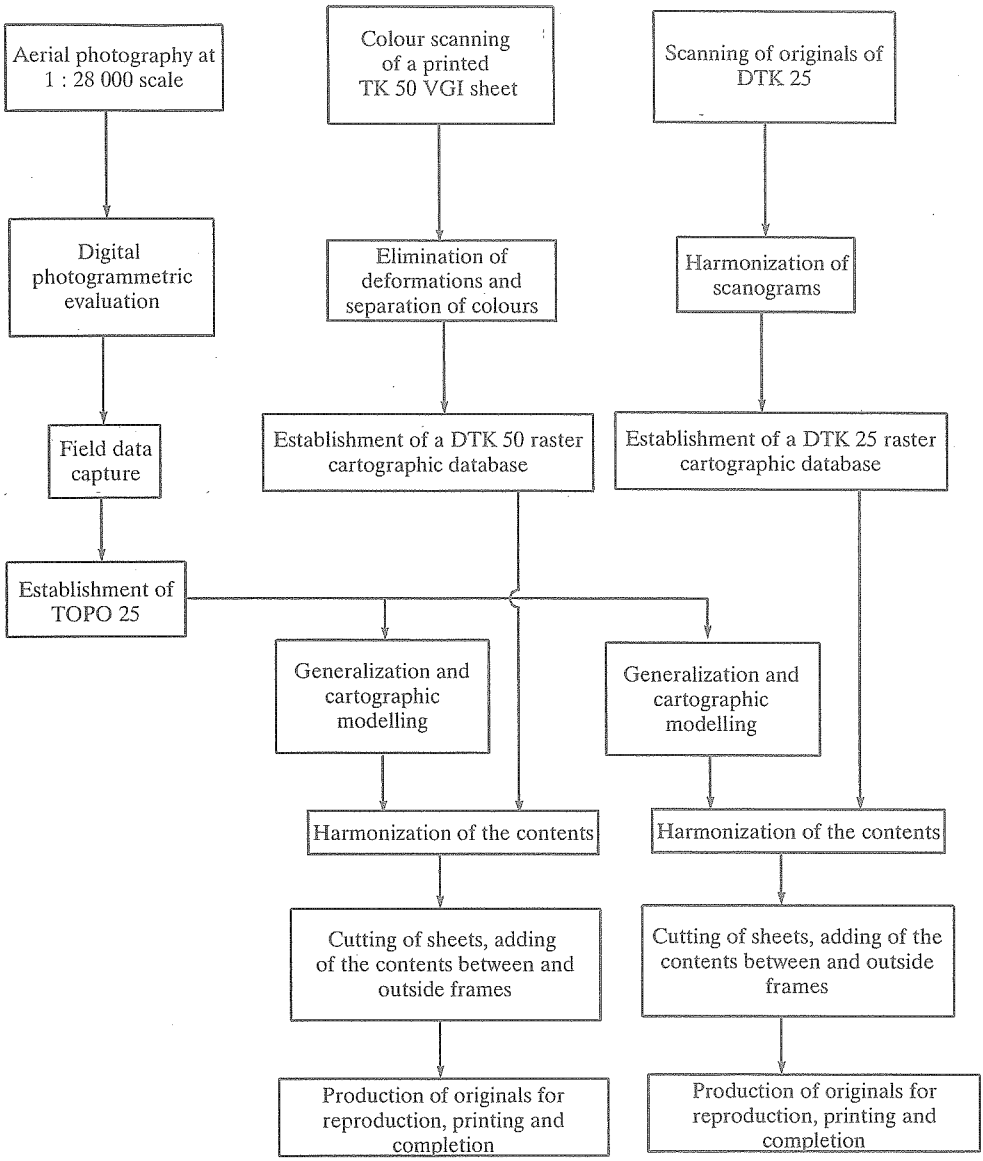



*Figure: Procedure for map production and establishment of TOPO 25*

The contents of the topographic database will be appropriately generalized to a map at 1 : 25 000 scale, in the event that the second issue of DTK 25 is produced simultaneously with the production of DTK 50, and to a 1 : 50 000 scale. In future, it will be possible to produce smaller-scale topographic maps in the same manner (1 : 100 000 and 1 : 200 000). Generalized vector data will be cartographically modelled and included into raster images for individual colours. The described

procedure of capture of supplements will not be limited to map sheet area, but to a stereomodel. Raster images for individual colours will be obtained by separating the colour scanogram for a 1 : 50 000 map and for a 1 : 25 000 map by scanning originals; they will then be combined and harmonised at junctions, thus obtaining a comprehensive raster cartographic database for the entire area in the presentation. The new content will then be co-ordinated with the existing one and the contents between and outside frames added. A test print will be produced and files will be prepared for the production of originals for individual colours. The printing procedures will remain the same as for the existing ones, because the offset process is the most suitable for printing of maps in over 1,000 copies. In the near future, this may be replaced with digital printing.

Since the offered solution (which in the circumstances described would mean a considerable optimization of topographic map production) was not found among the software available on the world market, it can be assumed that other countries might be interested in it.

## 3 CHANGES IN CONTENT

There have been many proposed changes regarding map content and appearance with regard to MGI's maps and with regard to the first issue of DTK 25. Contentual changes are planned regarding the presented object types. MGI's TK 50 and DTK 25 maps are produced in accordance with the cartographic key from 1981. This was adapted to suit the presentation of objects and phenomena in the territory of the entire former Yugoslavia, and it therefore contains certain objects and phenomena which do not appear in Slovenia and the boundary areas of our neighbouring countries, which will also be included in DTK 25 and DTK 50. In the 17 years since the production of this cartographic key, the significance of individual objects has also changed; some of them are no longer important for orientation, and new ones have appeared. The categorization of certain objects is also inappropriate for the current circumstances, primarily for roads, paths and bodies of water. In spite of all this, the new contents will be adapted as much as possible to the existing content of topographic maps, because this would preserve the high-quality content basis of topographic maps, facilitate the users' transition to using new maps and reduce the costs of production to the lowest possible level.

No changes are envisaged regarding the contents between and outside frames. In accordance with the available space, the presentation of the cartographic key will be expanded (primarily for new objects), and an inclined scale and schematic of communes in the area covered by the sheet will be added. Regarding sheet design, the most important suggestion is that sheet format should be changed from portrait to landscape. Instead of the previous 15´ x 15´, 1 : 50 000 map sheets will present an area of 20´ in the direction of parallels of latitude and 12´ in the direction of meridians, while 1 : 25 000 map sheets will present an area of 10´ in the direction of parallels of latitude and 6´ in the direction of meridians rather than the previous 7,5´ x 7,5´. In addition to easier use of the landscape format in offices and during field work, the reasons for this change also include co-ordination with map formats from the neighbouring countries and NATO. The change in format also means a new design of the contents between and outside framesand the reverse side with the cover

page and division in sheets.

Naturally, design changes in internal map contents will also result from changes in the cartographic key. The newly included and re-categorized object types will be presented using new cartographic symbols, and certain previous cartographic symbols will be changed due to different production technology (classical and computer-aided production). Map colour design will be a compromise between the MGI's maps and new topographic maps of other countries. Experience in printing DTK 25 has shown that cartographic paper is the most appropriate for all purposes; this needs to be taken into account in assessing the final colour appearance of printed sheets.

## 4 UNSOLVED PROBLEMS AND UNCLEAR ISSUES

In our work to date we have run into a few professional, organizational and also entirely user-related issues which need to be solved prior to the start of sheet production. The first issue is the sheet format change previously mentioned. In spite of the listed reasons in favour of this change, it will slightly increase the costs of map production (in boundary areas, the area covered will change). It may also cause confusion among users for some time. Another issue is professionally more demanding and refers to the projection and selected reference ellipsoid. On one hand, there are the existing maps made in the Gauss-Krueger projection on the Bessel ellipsoid and all national spatial records and databases. On the other hand, NATO military union standards, with which the Slovenian Army will have to comply due to the interoperability requirement, envisage maps in the UTM projection on the WGS 84 ellipsoid. Such a change would also please all users of the GPS system, whose number is expected to increase considerably when the network of reference stations is set up. Both rectangular co-ordinate grids will almost certainly be printed on the map, irrespective of the projection, which will mean additional difficulties for non-geodetic users.

The majority of the remaining issues are of more concern to users than professional in nature. One of them is the question on the presentation of terrain relief shading. This shading can be produced with computer technology using the contour line layer from the Generalized Cartographic Database. This is currently the best terrain relief database, which completely covers the entire territory of Slovenia. Shading increases the map's plastic effect and is especially suitable for less professionally trained users. However, the grey colour reduces the clarity of other map elements. Concerning road categorization, one wonders whether users would benefit more from a division of roads according to their official classification (main, regional, local roads) or according to construction properties (structure of the upper layer, width, carrying capacity). There are also a few questions regarding the presentation of individual public facilities, trigonometric points and objects at sea.

## 5 THE NEXT STEPS

A test sheet which was presented at the Geodetic Workshop contains the contentual and design solutions proposed in the project. The methodology and technology of production fit the description in the project, but supplements are not captured from TOPO 25, which is not yet established for the test area. It is our desire to collect as many responses as possible from potential users of DTK 50 and DTK 25,

along with those from the wider geodetic professional public. In this manner, the preparation of the final project may take into account all organizational, professional and consumer aspects and views of the establishment and maintenance of the system of topographic databases and maps. We are currently involved primarily in the establishment of TOPO 25. The process of aerial triangulation and digital photogrammetric data capture is in progress, to be followed by field capture. For all activities, we will determine in detail the extent and method of work and thus acquire more accurate estimates of the time and financial framework for establishing the system. Field capture contains many unclear issues. The established TOPO 25 contents for two test areas will be included in raster images for maps, and three sheets will be produced according to the procedure planned in the project: DTK 50 Novo Mesto sheet, DTK 50 Kranj sheet, DTK 25 Kranj sheet. In addition to a comprehensive supplementing of the contents on the basis of TOPO 25 data, we will try to take into account in the production of these sheets all the comments we have received on the presented DTK 50 Novo Mesto test sheet.

Naturally, the last phase will be project completion and preparation of the final materials for establishment of the system of topographic databases and maps:

- production of an editing plan
- preparation of employee instructions
- preparation of project organization (time and costs of the entire implementation, personnel and equipment needs)
- establishment of a service to manage and monitor production.

The preparation of two educational programmes is also planned. The first will be intended for the contractors included in the establishment and modernization of the system of topographic maps and databases, and the second for users, both geodetic professionals and members of the wider public. Production of the first sheets of new DTK 50 and DTK 25 maps, together with the establishment of TOPO 25, is scheduled to begin in 1999. The first produced sheets can be expected in 2000, and their production cycle is planned to be between five and seven years. Of special significance in the preparation of the Project for the Production of DTK 50, DTK 25 and TOPO 25 is that that this methodology will be transferable to the production and maintenance of the entire system of national topographic maps at 1 : 25 000 to 1 : 200 000 scales in the coming years.

**Sources and literature:**

*Peterca, M. et al., Kartografija. Vojaškogeografski inštitut, Beograd, 1974*

*Petrovič, D. et al., Izdelava prototipov digitalno izdelanih topografskih kart. Ljubljana, 1997*

*Petrovič, D. et al., Projekt izdelave prototipa topografske karte v merilu 1 : 50 000 na osnovi tiskanega izvoda TK 50 (VGI) in reprodukcijskih originalov DTK 25. Ljubljana, 1996*

*Petrovič, D. et al., Zasnova projekta državne topografske karte merila 1 : 50 000 (DTK 50) z redakcijskim načrtom. Ljubljana, 1998*

*Radovan, D. et al., Idejni projekt vzpostavitve in vodenja topografske baze srednje natančnosti. Ljubljana, 1994*

*Radovan, D. et al., Test kvalitete in vzdrževanje generalizirane kartografske baze. Ljubljana, 1996*

*Radovan, D. et al., Zasnova strategije topografsko-kartografskega sistema Slovenije. Ljubljana, 1996*

*Rojc, B. et al., Pregledne karte Republike Slovenije, sistem tematskih prikazov vojaške vsebine – Vojaška topografska karta 1 : 50 000 (VTK 50). Ljubljana, 1998*
*Rojc, B. et al., Projekt izdelave Državne topografske karte v merilu 1 : 25 000. Ljubljana, 1995*

*Review: Ana Kokalj*
*Marjan Podobnikar*

# AVTOMATIZACIJA AEROTRIANGULACIJE IN AEROSNEMANJE

*mag. Vasja Bric*
*Geodetski zavod Slovenije d.d., Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-08-24*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-16*

## Izvleček

*Aerotriangulacija je eden od postopkov v fotogrametriji, ki so v kratkem razvoju digitalne fotogrametrije največ pridobili. Končni rezultat aerotriangulacije so metrični aeroposnetki (t.j. aeroposnetki z znanimi elementi zunanje orientacije). Ti v Sloveniji spet prihajajo v uporabo pri nekaterih pomembnih projektih, ki obsegajo celotno območje države. Kakovost aerotriangulacije je zelo odvisna tudi od aerosnemanja.*
**Ključne besede:** *aerosnemanje, aerotriangulacija, avtomatizacija, ciklično aerosnemanje, Slovenija*

## Abstract

*Aerial triangulation is one of the photogrammetric procedures which has progressed greatly in the short period of development of digital photogrammetry. The final results of aerial triangulation are metric aerial photos which are back in wide use in certain important Slovenian projects. Quality of aerial triangulation depends very much on the quality of aerial survey.*
**Keywords:** *aerial survey, aerial triangulation, automation, cyclic aerial survey, Slovenia*

## 1 UVOD

Aerotriangulacija je ena od bistvenih faz v procesu izdelave fotogrametričnih izdelkov. Je zaključena celota, če so cilj aerotriangulacije koordinate novozajetih točk, pa tudi končni izdelek. Aaerotriangulacijo sestavljata dva zaporedna postopka: zajemanje podatkov za aerotriangulacijo in izravnava. Avtomatizacija nas zanima predvsem v smislu zajemanja podatkov. Vhodni podatki za aerotriangulacijo so aeroposnetki v analogni ali digitalni obliki in oslonilne ter kontrolne geodetske točke, ki so izmerjene na terenu, ter podatki o kakovosti teh podatkov. Rezultati aerotriangulacije so koordinate veznih točk ter koordinate perspektivnih centrov za posamezen posnetek, ki je sodeloval v aerotriangulaciji, ter rotacijski koti okoli posameznih osi koordinatnega sistema (t.j. elementi zunanje orientacije posnetkov) in podatki o kakovosti elementov zunanje orientacije. Načrtovanje aerotriangulacije se začne prej, kot so pripravljeni vhodni podatki. Začne se z načrtovanjem

aerosnemanja in določanja približnih položajev oslonilnih in kontrolnih točk. Več o teh fazah bomo izvedeli v nadaljevanju. Aerotriangulacija ni sama sebi namen in se uporablja kot faza pri izdelavi vseh fotogrametričnih izdelkov, kot so npr. izvrednotenje aeroposnetkov za izdelavo načrtov/kart ali za potrebe polnjenja baz GIS-ov, izdelave ortofoto kart, izvrednotenje bližnjeslikovnih posnetkov ipd. V članku bo aerotriangulacija obravnavana kot faza kartografskih aplikacij.

## 2 ZGODOVINA AEROTRIANGULACIJE

Razvoj aerotriangulacije je bil tesno povezan s tehnološkim razvojem v smislu analognega in digitalnega računanja. Razlikujemo lahko štiri glavne dobe razvoja aerotriangulacije. Začetek aerotriangulacije sega v leto 1910 (Zwintzscher, 1988), ko se začne z geodetskimi rešitvami fotogrametričnih problemov kot radialna aerotriangulacija, ki je trajala 50 let. Zelo uspešna metoda je bila mehanska rešitev radialne triangulacije z začetkom leta 1935. Grafična rešitev (1930) pa se je večinoma uporabljala zunaj topografskega kartiranja. Numerična metoda, ki se je začela približno istočasno kot grafična, se zaradi počasnega računanja ni uporabljala za kartiranje v večjih merilih. Drugo obdobje razvoja aerotriangulacije kaže filozofijo v tem času (1930 – 1970). Prostorska pasovna triangulacija je rekonstruirala pas na analognem instrumentu (metoda aeropoligona). Podatki so bili spremenjeni v numerično obliko v procesu čim kasneje. Pas je bil z enostavnimi matematičnimi formulami transformiran v terenski koordinatni sistem z uporabo grafičnih popravkov površine (Zarzicky), mehaničnih popravkov in z uporabo polinomov druge in tretje stopnje. Okoli leta 1960 je bil narejen prehod iz pasovne v blokovno izravnavo. Najprej je bil uporabljen za blok pasovni poligon (Schut). Od leta 1965 se je filozofija hitro spreminjala. Z razvojem digitalnih računalnikov naj bi se analogni podatki v procesu aerotriangulacije čim prej spremenili v digitalne. Aerotriangulacija se je z metodami izravnave neodvisnih modelov in s snopi zelo razvila. V začetku 90. let pa se je začela doba digitalne aerotriangulacije, ki se od prejšnje razlikuje predvsem po načinu zajema podatkov za aerotriangulacijo in z uvajanjem globalnih položajnih sistemov (GPS) v aerosnemanje za potrebe določevanja parametrov zunanje orientacije aeroposnetkov.

## 3 KRATEK RAZVOJ AEROTRIANGULACIJE NA GEODETSKEM ZAVODU SLOVENIJE

Prva aerotriangulacija se je na Geodetske zavodu Slovenije izvedla v začetku 70. let za tehnične načrte pri gradnji cest. Uporabljen je bil univerzalni fotogrametrični instrument Wild z registratorjem modelnih koordinat na papirnat luknjan trak. Papirnate trakove so nato prebrali v računskem centru, kjer je bila izvedena tudi prva izravnava. Vezne točke so prenašali izurjeni operaterji s posnetka na posnetek na instrumentu PUG. Podatki za aerotriangulacijo so se proti koncu 80. let še vedno zajemali na analognih instrumentih, vendar registrirali neposredno na prve osebne računalnike. Zajeti podatki so bile modelne koordinate fotogrametrično zajetih točk. Na teh računalnikih smo izvajali tudi izravnave po metodi neodvisnih modelov, kar je pri računanjih prineslo pravo majhno revolucijo v primerjavi s prejšnjim dolgim procesom izravnave.

Ko smo ob koncu leta 1993 na Geodetskem zavodu Slovenije kupili moderno digitalno fotogrametrično postajo, v sklopu katere je bil tudi skaner z možnostjo monokomparatorskega zajema slikovnih koordinat oslonilnih, kontrolnih in veznih točk, je aerotriangulacija dobila nov zagon pri izdelavi digitalnih ortofoto načrtov in tudi pri ostalih fotogrametričnih projektih. Prvič smo izravnave izvajali po metodi s snopi. Na Geodetskem zavodu Slovenije smo konec leta 1994 kupili prvi analitični instrument Leica SD2000, ki ga prav tako uporabljamo za potrebe zajema za aerotriangulacijo (Leica, 1994). Izravnave izvajamo na osebnem računalniku z operacijskim sistemom UNIX v sklopu digitalne fotogrametrične postaje. Najnovejše digitalne fotogrametrične postaje nam danes omogočajo avtomatsko notranjo orientacijo aeroposnetkov in avtomatski zajem slikovnih koordinat veznih točk za aerotriangulacijo, ustrezni programski paketi pa tudi izračun izravnave.

## 4 AEROSNEMANJE ZA POTREBE AEROTRIANGULACIJE

### 4.1 Kakšno aerosnemanje potrebujemo za kartografske aplikacije

Aerosnemanje, določanje oslonilnih in kontrolnih točk in aerotriangulacija naj bi bili prilagojeni končnemu izdelku. Če je fotogrametrični izdelek dobro opredeljen (t.j. standardizirana planimetrična in višinska natančnost, podrobno opredeljena vsebina zajema in določen glavni namen uporabe izdelka), so tudi zahteve za aerosnemanje lažje določljive. Če je npr. glavi namen projekta kartiranje, potem sta položajna in vsebinska natančnost zelo pomembni in naj bi aerosnemanje načrtovali v času nezalistanosti.

### 4.2 Katera aerosnemanja so najpogostejša

V Sloveniji so se aerosnemanja v zadnjih nekaj letih izvajala predvsem v merilu 1 : 17 400 in 1 : 8 700 za ciklično aerosnemanje Slovenije, ki se uporablja v različne namene. Vsa aerosnemanja, ki niso ciklična, so posebna aerosnemanja. Najpogostejša posebna aerosnemanja so v merilu 1 : 5000 za izdelavo načrtov za potrebe gradnje avtocest v merilu 1 : 1000. Posnetki cikličnega aerosnemanja se uporabljajo za izdelavo digitalnih ortofoto načrtov (velikost najmanjšega slikovnega elementa na terenu je 0,5 m oziroma izris v merilu 1 : 5000), za reambulacijo TTN 5, TTN 10 in TK 25 ter za fotogrametrično digitalizacijo podatkov o stavbah in drugih objektih za potrebe registra stavb.

### 4.3 Vpliv parametrov aerosnemanja na kakovost posnetkov

Za aerosnemanje je poleg ostalih treba določiti še naslednje parametre (Backhouse, 1974):

- tip filma (je eden od odločilnih materialov za kakovost),
- merilo snemanja (močno vpliva na število, ločljivost in interpretabilnost posnetkov),
- čas snemanja (vpliva na vpadni kot sonca),
- vpliv atmosfere (sparina je največji problem aerosnemanja, ki zelo vpliva na svetlost in kontrast posnetkov),
- letni čas snemanja (vpliva na vpadni kot sonca, vpliva na zalistanost gozda),
- vzdolžni in prečni preklop (neposredno vpliva na natančnost aerotriangulacije),

- goriščna razdalja kamere (večje goriščne razdalje zahtevajo večjo višino leta letala, dajejo slabšo višinsko natančnost aerotriangulacije, vpliva na kakovost slike),
- filtri (vplivajo na kakovost slike),
- pomik slike v času osvetljevanja posnetka (vpliva na kakovost slike),
- način snemanja (zvezni ali točkovni),
- dovoljeni nagibi letala (vpliva na uspešnost avtomatskega določanja veznih točk).

Vremenski pogoji pri aerosnemanju so za potrebe kartiranja še posebej strogi. Ko nastopijo ugodni vremenski pogoji, jih je treba izkoristiti do popolnosti, kar pomeni, da mora biti načrtovanje aerosnemanja dovolj zgodaj in temeljito. V primeru signalizacije pa mora biti aerosnemanje usklajeno z delom na terenu. Tudi če so vsi parametri za aerosnemanje idealni, so končni izdelki še vedno zelo odvisni od fotografskih postopkov.

## 5 DOLOČANJE OSLONILNIH IN KONTROLNIH TOČK

Signalizirane oslonilne točke povečujejo natančnost aerotriangulacije. Če projekt stroškovno ne prenese signalizacije, čeprav naj bi bila to pri topografskem kartiranju prej izjema kot pravilo, to pomeni, naj se signalizira vsaj nekaj najpomembnejših vogalnih točk bloka, se na terenu izberejo detajli, ki se jim določijo koordinate. Oslonilne točke so točke, ki so določene na terenu in so prepoznane na aeroposnetku ter jih vključimo v izravnavo aerotriangulacije. Število oslonilnih točk se z uvajanjem kinematičnega GPS-ja in določanjem koordinat perspektivnih centrov v aerosnemanju zmanjšuje. Oslonilne točke, ki imajo vse tri koordinate, naj bodo le po robu bloka, in to tem gosteje, čim večja planimetrična natančnost je zahtevana. Znotraj bloka so dovolj samo točke z višinami. Kontrolne točke so točke, ki so na terenu signalizirane (najbolje je izbrati točke iz baze geodetskih točk čim višjega reda ali ekscentre teh točk) ali pa so izbrani terenski detajli in jih ne uporabimo v izravnavi, kar nam omogoča, da jih uporabimo za objektivno določanje natančnosti aerotriangulacije. Kontrolne točke naj bodo enakomerno porazdeljene znotraj bloka.

## 6 AVTOMATIZACIJA AEROTRIANGULACIJE

V zadnjem času so bili razviti ali izboljšani nekateri postopki v prid hitrejšega in kakovostnejšega določanja parametrov zunanje orientacije (ASPRS, 1996):

- uporaba kinematičnega GPS-ja pri navigaciji in bolj natančnem vodenju načrtovanega aerosnemanja
- uporaba kinematičnega GPS-ja pri natančni določitvi koordinat perspektivnega centra
- uporaba GPS-ja pri določevanju oslonilnih in kontrolnih točk za potrebe aerotriangulacije
- avtomatizacija kalibracijskih procesov skaniranja aeroposnetkov
- izboljšava skaniranja negativnih črno-belih in barvnih posnetkov
- dodatki za nenadzorovano skaniranje aeroposnetkov iz originalnega zvitka filma
- avtomatizacija notranje orientacije
- avtomatizacija določevanja veznih točk iz digitalnih posnetkov
- polavtomatsko določanje slikovnih koordinat oslonilnim in kontrolnim točkam

- robustnost izravnave blokov z metodo s snopi ter uvajanje dodatnih parametrov in GPS-ja merjenih koordinat projekcijskih centrov
- hitro odkrivanje morebitnih napak v blokovni izravnavi.

## 7 UPORABA AEROTRIANGULACIJE NA GEODETSKEM ZAVODU SLOVENIJE, D.D.

Danes na Geodetskem zavodu Slovenije vse fotogrametrične projekte začnemo z aerotriangulacijo, razen v primeru, če so elementi zunanje orientacije že poznani ali obstajajo skice in koordinate veznih točk za vsak stereomodel posebej. Aerotriangulacijo lahko izvajamo na treh fotogrametričnih instrumentih: analitičnem instrumentu, digitalnem polavtomatskem monokomparatorju in digitalni fotogrametrični postaji. Prva dva instrumenta kot vhodne podatke uporabljata analogne posnetke, medtem ko zadnji uporablja skanograme aeroposnetkov. Tako se lahko lažje prilagajamo zahtevam različnih projektov. Večina zajema za aerotriangulacijo poteka na digitalnem polavtomatskem monokomparatorju, s katerim imamo tudi največ izkušenj in ni treba poskanirati celotnega (t.j. skupaj z robnimi križi) aeroposnetka, kar omogoča, da skaniramo le potrebni del posnetka, to pa skrajšuje čas skaniranja in tudi trajanje nadaljnjih obdelav. Večino od zgoraj (glej točko 6) naštetih postopkov uporabljamo tudi na Geodetskem zavodu Slovenije. Predvsem postopek določanja oslonilnih in kontrolnih točk z GPS-jem. S tem načinom terenskega določanja točk smo izvedli vse aerotriangulacije za izdelavo DOF 5 od leta 1996 dalje. V začetku letošnjega leta smo začeli z uvajanjem digitalne fotogrametrične postaje, ki ga sestavlja računalnik s stereoočali (aktivna polarizacija) in fotogrametrični programski paket VirtuoZo. Digitalna fotogrametrična postaja omogoča poleg avtomatske notranje orientacije tudi avtomatsko določanje veznih točk in polavtomatsko določanje oslonilnih in kontrolnih točk. Ostale postopke naj bi uvedli s posodobitvijo aerosnemanja in skaniranja.

Razvoj digitalne fotogrametrije je poleg izdelave digitalnega modela reliefa in ortofota največ prinesel prav aerotriangulaciji. Vse digitalne fotogrametrične postaje naj bi omogočale zajem podatkov za aerotriangulacijo, kar je lahko ročno (t.j. točko po točko), polavtomatsko (t.j. posamezno točko na vseh posnetkih, kjer se pojavlja, avtomatsko) in avtomatsko (t.j. vse vezne točke avtomatsko najde na vseh posnetkih). Natančnost veznih točk je nekaj manjša od tistih, ki so bile zajete na digitalnem polavtomatskem monokomparatorju.

## 8 PERSPEKTIVE UPORABE AEROTRIANGULACIJE PRI NAS

Aerotriangulacija bo s povečanjem uporabe digitalnih sistemov še pridobila pomen in postala vedno bolj rutinska v fotogrametričnem procesu. Seveda pa ne smemo pozabiti, da je aerotriangulacija tesno povezana z aerosnemanjem in fotografskimi postopki. Uspešnost avtomatizacije aerotriangulacije pa je zelo odvisna tudi od kakovostnega aerosnemanja. V zadnjem ciklu cikličnega aerosnemanja je Geodetski zavod Slovenije na podlagi razvojne naloge Ciklično aerosnemanje 97 – 99 v ciklično aerosnemanje uvedel določene spremembe, kot so snemanje v blokih, ki naj bi bili bolj časovno homogeno posneti in enotne kakovosti, kot so bili v preteklosti (Jemec et al., 1998). Uporabniki cikličnega aerosnemanja dobijo večjo možnost metrične uporabe, kar je zelo pomembno tudi za geodete, saj v državi že

poteka nekaj projektov, kjer bomo več kot doslej uporabljali ciklično aerosnemanje v metričnem smislu.

Najbolj uveljavljen projekt je izdelava digitalnega ortofota z velikostjo slikovnega elementa na tleh 0,5 m in izrisa v merilu 1 : 5000, ki že pokriva 1/3 države. Največje težave projekta so v tem, da so razpisana območja preveč razdrobljena, kar povečuje stroške na list in onemogoča uveljavljanje prednosti bolj homogenega snemanja v blokih in signalizacijo, ki se prav zaradi tega ni uveljavila. Drugi večji projekt je register stavb, kjer se poleg stavb zajema tudi druga vsebina. Tretji projekt je gradnja temeljne državne karte, katere glavni namen je ustvariti digitalno bazo iz večinoma topografskih objektov ob pokrivanju celotnega območja države. Vsi trije projekti so povezani s kakovostjo aerosnemanja za metrične potrebe. Ena od osnovnih zahtev za aerosnemanje za potrebe teh projektov je, da se snemanje opravi v času, ko vegetacija najmanj ovira vidnost tal. Prednosti bi bile predvsem naslednje:

- natančnost aerotriangulacije bi se zaradi zanesljivejšega postavljanja veznih točk povečala in s tem tudi natančnost celotnega izvrednotenja,
- tudi natančnost avtomatskega določanja položaja veznih točk bi se izboljšala, kar bi vplivalo na povečano avtomatizacijo aerotriangulacije in zmanjšanje stroškov aerotriangulacije na posnetek,
- pri avtomatski izdelavi digitalnega modela reliefa, ki je stranski izdelek projekta DOF 5, v projektu TDK 5 pa eden od objektov topografske baze, bi dosegli večjo natančnost,
- zaradi boljše vidljivosti pri digitalizaciji stavb in drugih objektov bi bila hitrost in kakovost zajema podatkov večja,
- pri vseh fotogrametričnih topografskih kartiranjih bi dosegali večjo interpretabilnost aeroposnetkov.

## 9 ZAKLJUČEK

Uporaba aeroposnetkov v metrične namene je v vse večjem razmahu in se vrača v čase izdelave TTN, ko je fotogrametrija doživela svoj prvi razcvet pri nas. Prav aerotriangulacija je tista, ki aeroposnetke pripravi za metrično uporabo in prav gotovo spet dobiva svoje pravo mesto v fotogrametriji in avtomatizacija ga bo samo še utrdila. Predlog za spremembo aerosnemanja, ki bi bil lahko naslednji: aerosnemanje za potrebe kartografskih aplikacij naj bi snemali v črno-beli tehniki v spomladanskem času pred zalistanjem, za potrebe gozdarstva in kmetijstva pa v ustrezni barvi ali infrardeči tehniki, v merilu in času, primernem za njihovo najboljšo izrabo.

**Literatura:**

*American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS), Digital Photogrammetry – An Addendum to the Manual of Photogrammetry. ZDA,1996*

*Backhouse, D.G., Fundamentals of Aerial Photography, Enschede, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), 1974*

*Jemec, J. et al., Izvedbeni projekt CAS 97 – 99. Ljubljana, Geodetski zavod Slovenije d.d., 1998*

*Kraus, K., Photogrammetry – Volume 2, Advanced Methods and Applications. Dunaj, 1997*

*Krupnikm, A., Multipl-patch Matching in the Object Space for Aerotriangulation. Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohaio State University, Columbus, Ohio, 1994*

*Leica, Navodila za uporabo analitičnega fotogrametričnega instrumenta. Leica SD2000, Ljubljana, 1994*

*Zwintzscher, Aerial Triangulation, Enschede, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), 1988*

*Recenzija: Mojca Kosmatin Fras*
*mag. Janez Oven*

# HITRO ISKANJE GEOMETRIJSKIH PODATKOV

*Sergej Čapelnik*
*Območna geodetska uprava Slovenj Gradec, Slovenj Gradec*
*dr. Borut Žalik*
*Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor*
*Prispelo za objavo: 1998-08-12*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-12*

## Izvleček

*V članku predstavljamo tehniko enakomerne delitve prostora ter prednosti, ki jih prinaša. Prostor delimo na več manjših enako velikih delov, ki jim pravimo celice. V 3D- prostoru imajo te celice obliko kocke, v 2D-prostoru pa obliko kvadrata. Namen delitve prostora je lokalizirati operacije nad geometrijskimi elementi, jih tako pospešiti ter vpeljati med geometrijske elemente neko strukturo. V postopku delitve prostora se vsi geometrijski elementi v tem prostoru porazdelijo po posameznih celicah. Ta porazdelitev poteka v dveh korakih. V prvem koraku se poiščejo Bresenhamove celice, v naslednjem koraku pa še manjkajoče Nebresenhamove celice. Algoritem deluje v aritmetiki s plavajočo vejico, kljub temu pa je zelo učinkovit. Predstavili smo tudi izboljšano metodo enakomerne delitve prostora, in sicer enakomerno adaptivno delitev prostora, ki temelji na celicah z različno velikostjo in odpravlja problem prenatrpanosti posameznih celic z geometrijskimi elementi.*
**Ključne besede:** *celica, enakomerna adaptivna delitev prostora, enakomerna delitev prostora, rasterizacijski algoritmi*

## Abstract

*This paper presents an efficient approach to, and the advantages of, traversing a uniformly subdivided space pierced by a line segment. A voxel, as the basic constituent element of a uniformly subdivided space, is restricted to the form of a cube. The algorithm works in two steps. In the first step, the so-called Bresenham voxels are identified and, by comparing their position codes, their type of connectivity is determined. To achieve the required connectivity between neighbouring voxels, the second step of the algorithm is applied to find the missing voxels. In this way, the algorithm efficiently switches between face-, edge- and vertex-connectivity. Although the algorithm works with floating-point precision, in computational terms, it is extremely efficient.*
**Keywords:** *ray tracing, uniform space subdivision, voxel, voxel traversing*

## UVOD

Delitev prostora je metoda, ki močno zmanjša potreben procesorski čas pri različnih problemih računalniške geometrije in računalniške grafike. V grobem ločimo enakomerno in adaptivno delitev prostora. Že samo ime tehnike pove, da je treba obravnavani prostor razdeliti na več manjših, enako velikih delov. Tehniko delitve prostora lahko uporabimo nad 3D in tudi nad 2D-prostorom (ravnino). V obeh primerih prostor/ravnino delimo v enako velike dele, ki so razporejeni v mrežno strukturo s stranicami, vzporednimi koordinatnim osem. V 3D so te celice običajno kocke (pravimo jim voksli), v 2D pa kvadrati. V nadaljevanju bomo te elementarne dele imenovali celice. Tehnika delitve prostora je dolgo veljala za neuporabno, predvsem zaradi velikih pomnilniških zahtev. Zamislimo si delitev prostora z mrežo, ki prostor razdeli na 1024 delov po vsaki osi. S tem smo dobili 1024 x 1024 x 1024 celic. Če bi bila vsaka celica predstavljena le z enim bitom, bi nas to stalo 1 Gb prostora. V preteklosti so bile predlagane posebne strojne rešitve, ki bi premostile ta problem. Problemi, ki izvirajo iz računalniške geometrije (geometrijska iskanja, računalniška grafika, sledenje žarku), ne zahtevajo tako goste delitve. Za optimalno delovanje zadošča že nekaj sto celic. Takšno število celic pa lahko shranimo in obdelujemo že na običajnih osebnih računalnikih.

Pri uporabi tehnike delitve prostora pridemo do rešitve problema v dveh korakih. Prvi korak je korak inicializacije. V tem koraku prostor razdelimo na potrebno število manjših delov celic. Vsaki celici je pripet seznam geometrijskih elementov (točke, črte, krivulje, mnogokotniki, ploskve, telesa), ki so prisotni v njej. Če se kakšen geometrijski element pojavi v več celicah, preide na seznam v vseh celicah. Celice so med seboj urejene glede na koordinatno izhodišče. Korak inicializacije mora biti končan hitro ter realiziran tako, da povečanje števila celic ne povzroči hudega povečanja potrebnega procesorskega časa. Po koncu inicializacijskega koraka se zavržejo vse prazne celice. Algoritem se osredotoči le na tiste celice, ki nosijo neko informacijo. Dejanski problem je rešen v drugem koraku. Zaradi delitve prostora lahko to naredimo povsem lokalno (znotraj ene celice ali s pomočjo nekaj sosednjih celic), kar se kaže v bistvenem zmanjšanju potrebnega procesorskega časa. Podatki v geodeziji (še posebej v katastru) so sestavljeni iz točk, črt, mnogokotnikov ter črk. Algoritmi, ki v koraku inicializacije te geometrijske elemente prepoznavajo in razvrščajo po celicah, so sorazmerno preprosti. Nekoliko več težav je pri krivuljah in ploskvah svobodnih oblik (npr. B-zlepki, ki pa jih v klasičnih aplikacijah v geodeziji redko srečamo). Prav tako imamo pri geodeziji pogosto opravka le z dvema dimenzijama, kar algoritme še dodatno poenostavi.

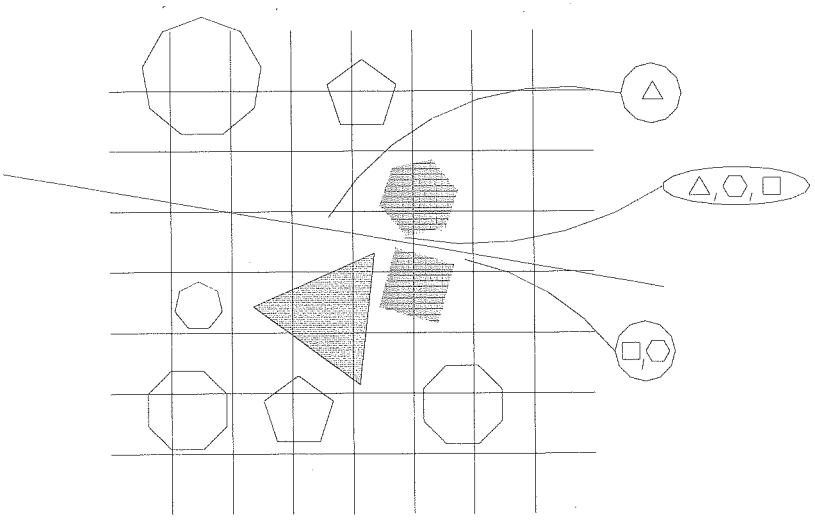
Slika 1 prikazuje daljico in nekaj mnogokotnikov. Zanima nas, ali daljica seka katerega od njih. Najbolj preprost in naiven način iskanja presečišč bi bil tak, kjer bi iskali presečišča daljice z vsakim robom vsakega mnogokotnika. Pri teh nekaj mnogokotnikih bi to še šlo, v primeru veliko večjega števila le-teh pa je treba problem rešiti lokalno. Poiskati je treba celice, v katerih so tako daljica kot mnogokotniki oziroma njihovi robovi. Takšne celice so v zgornjem primeru tri (Slika 1). V prvi celici bi iskali le presečišča temnega trikotnika z daljico, v drugi celici so kandidati za presek vsi temni mnogokotniki, v zadnji celici pa bi iskali preseke daljice s temnim šestkotnikom in kvadratom. Kako gosta naj bo mreža celic

oziroma kako velike naj bodo celice, da bodo algoritmi enakomerne delitve prostora optimalno delovali nad danimi podatki, je zelo težko vprašanje. Da lahko vsaj približno odgovorimo na to vprašanje, potrebujemo predvsem nekaj izkušenj. V literaturi smo zasledili formulo, ki pravi:

$$velikost_celice = \frac{4}{3} * \sqrt{\frac{(x_{max} - x_{min}) * (y_{max} - y_{min})}{n}}$$

kjer so:

$X_{max}$ = maksimalna vrednost okna po X osi
$X_{min}$ = minimalna vrednost okna po X osi
$Y_{max}$ = maksimalna vrednost okna po Y osi
$Y_{min}$ = minimalna vrednost okna po Y osi
n = število geometrijskih elementov, ki jih obdelujemo.



*Slika 1: Prikaz prednosti delitve prostora*

Da bi omogočili hiter dostop do podatkov, jih moramo primerno predstaviti v pomnilniku računalnika. Osredotočiti se moramo na ozek del zanimivih podatkov in izvajati operacije le na njih. Tako je lahko odziv dobrega sistema zelo hiter kljub ogromnim količinam podatkov. V ozadju takšnih sistemov se skrivajo različne hierarhične podatkovne strukture. Podatki, shranjeni v eni od takšnih hierarhičnih struktur, omogočajo dajanje hitrih odgovorov na geometrijska vprašanja, kot so: katera točka je najbližja točki p, katera mnogokotnika delita podan rob, katere parcele so sosednje podani parceli ipd.

V prejšnji številki Geodetskega vestnika smo že predstavili eno od takšnih hierarhičnih podatkovnih struktur, ki je zelo popularna. To so štiriška drevesa. Štiriška in osmiška drevesa kot podatkovni strukturi za hierarhično delitev prostora

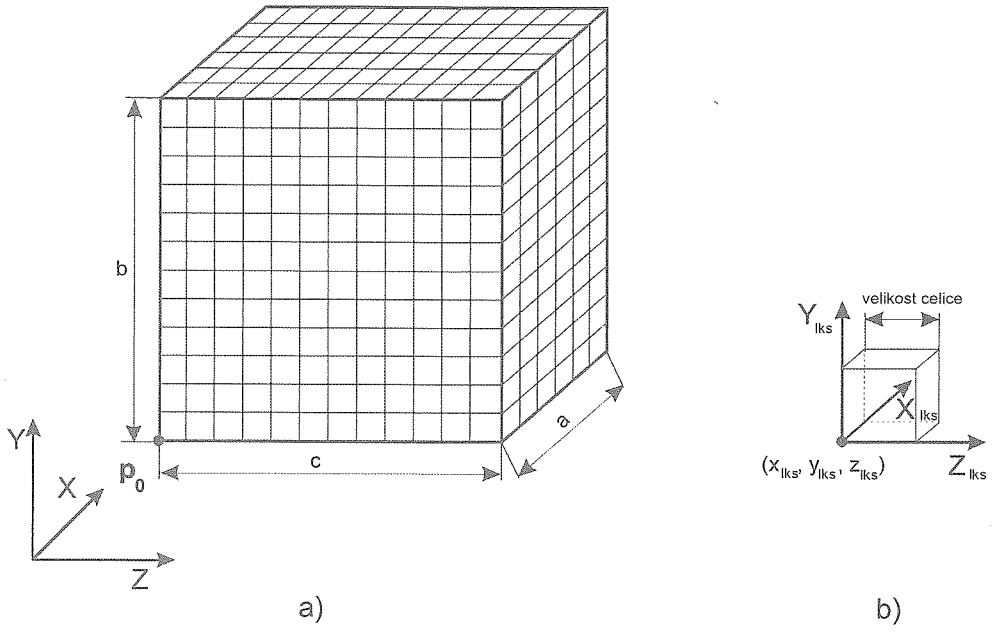
sta v literaturi dobro opisani, prav tako je dobro opisana enakomerna delitev prostora. Praktično ničesar pa nismo našli o adaptivni/prilagoditveni enakomerni delitvi prostora, ki jo trenutno razvijamo. Prav ta delitev prostora naj bi bila po naših pričakovanjih najprimernejša za geodetske aplikacije. Pri razvoju enakomerne adaptivne metode se nismo odločili za uporabo štiriških oziroma osmiških dreves. Razvili smo podatkovno relacijsko bazo, primerno za naš problem. Algoritmi, ki dostopajo do podatkov v naši bazi, so zaradi tega preprostejši in predvsem hitrejši.

## ALGORITMI ZA PREPOZNAVANJE (RASTERIZACIJO) GEOMETRIJSKIH ELEMENTOV

V grobem ločimo :

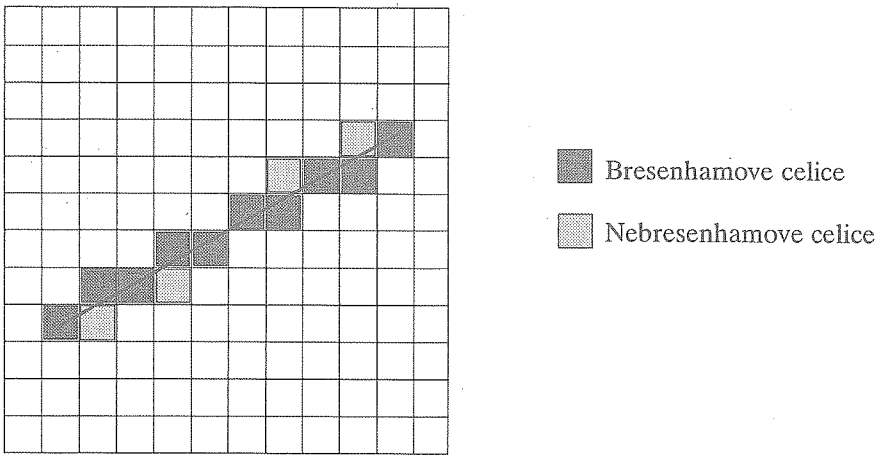
- algoritme, ki pri svojem delu uporabljajo celoštevilsko aritmetiko. Začetna in končna točka vsake daljice je predstavljena s celoštevilskimi koordinatami.
- Algoritme, ki pri svojem delu uporabljajo števila s plavajočo vejico. Za predstavitev začetne in končne točke vsake daljice so uporabljena števila z decimalno vejico (realna števila).

Celoštevilski algoritmi so seveda hitrejši in niso podvrženi napakam zaokroževanja. Kljub temu se algoritmom s plavajočo vejico v določenih primerih ni možno izogniti (npr. če je celica velika eno enoto). Pri našem delu uporabljamo algoritem s plavajočo vejico. Koordinate začetnih in končnih točk daljic ter velikost celic so podane z realnimi števili. Kljub temu algoritem dosega željeno hitrost. Celice so razporejene v mrežo, vzporedno koordinatnim osem.




*Slika 2: a) Organizacija celic v 3D-koordinatnem prostoru b) Lokalni koordinatni sistem celice*

Kot je razvidno iz slike 2a, sta položaj mreže in njena velikost opredeljena s točko $p_0$ in tremi realnimi števili (a, b, c), ki določajo njeno dolžino, višino in globino. Gostota mreže določa velikost posamezne celice. Položaj celice v mreži podajajo tri števila, vsako za svojo koordinato. Celica, ki je spredaj, na dnu in skrajno levo je izhodišče referenčnega sistema. Tudi vsaka celica ima svoj lokalni koordinatni sistem, ki je enako usmerjen kot koordinatni sistem mreže (Slika 2b). Koordinate znotraj posamezne celice se preprosto izračunajo s pomočjo izhodiščne točke $p_0$, položaja celice v mreži in lokalnih koordinat celice.




*Slika 3: Primer rasterizacije daljice v 2D-prostoru*

Osnovno idejo algoritma za prepoznavanje (rasterizacijo) podajamo v dveh korakih:

- s pomočjo Bresenhamovega algoritma poiščemo tako imenovane Bresenhamove celice (temno obarvane celice na sliki 3). V ta namen najprej poiščemo tisto os premice, v kateri je naklon najmanjši. Z drugimi besedami, poiščemo os, v kateri je razdalja med začetno in končno točko daljice največja. Zahtevano je, da so koordinate začetne točke daljice manjše od koordinat končne točke daljice. Če niso, jih zamenjamo.
- Poiščemo še Nebresenhamove celice (sivkasto obarvane na sliki 3). S tem je problem lokaliziran.

V praksi je naš algoritem realiziran tako, da se iskanje Bresenhamovih in Nebresenhamovih celic prepleta, oboje pa se izračuna v enem samem koraku.

Psevdokoda našega algoritma: vnos daljice (začetne in končne točke) z inicializacijo :

- če daljica ni v celoti znotraj mreže celic, izračunaj presečiščne točke daljice z lupino mreže
- poišči začetno in končno celico, ki jih prebada naša daljica
- določi razvijalno os (os z najmanjšim naklonom)
- opravi določene globalne izračune.

Predelani Bresenhamov algoritem začne z iskanjem zasedenih celic pri začetni točki daljice in ga nadaljuje v razvijalni osi, dokler ne doseže končne točke daljice. To

naredi na naslednji način:

a) if najdena zadnja Bresenhamova celica, then končaj, else nadaljuj s korakom b
b) izračunaj naslednjo Bresenhamovo celico
c) ugotovi tip povezanosti zadnjih dveh izračunanih celic
d) if obe celici nimata skupnega roba, then poišči še Nebresenhamovo celico
e) vrni se v korak a).

Da bi čimbolj skrajšali čas procesiranja algoritma, je treba odpraviti vsa nepotrebna preverjanja, tip povezanosti (skupen rob ali skupno oglišče, skupno lice) pa mora biti določen zelo hitro. Operacije, ki se najpogosteje pojavljajo znotraj algoritma, morajo biti seveda najhitrejše. Da smo pri našem algoritmu upoštevali opisane zahteve, kaže dejstvo, da se faza inicializacije nad 10 000 geometrijskimi elementi opravi v pičli sekundi.

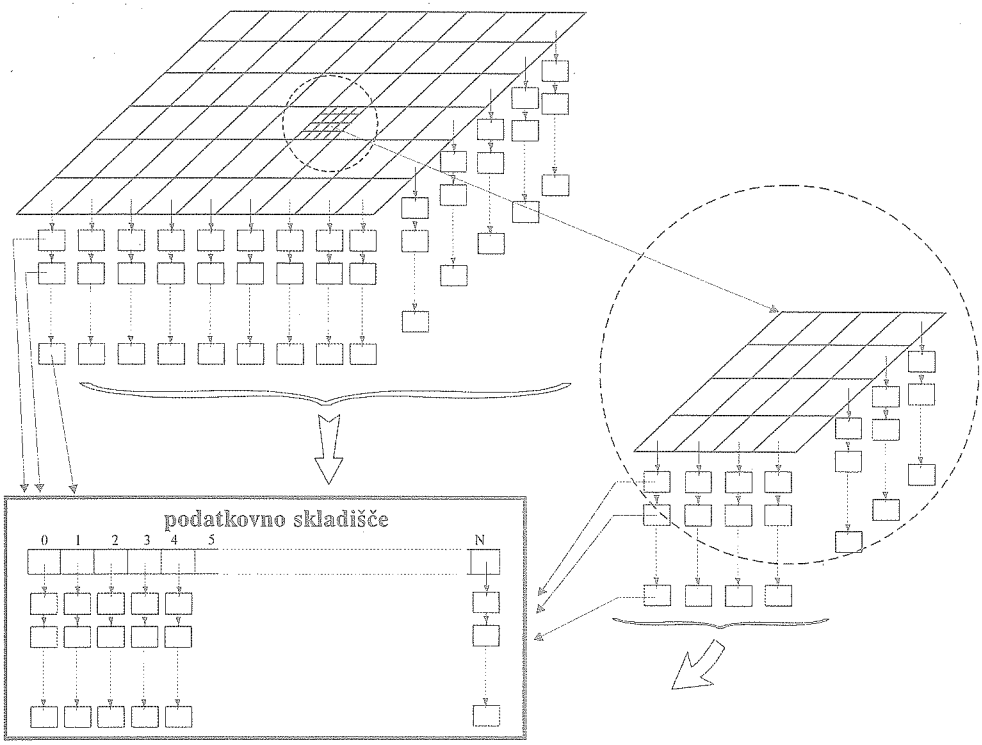
V 3D-prostoru ima vsaka celica 26 možnih sosedov. S pomočjo razvijalne osi zmanjšamo število potencialnih Bresenhamovih celic s 26 na 9. Ko ugotovimo naslednjo Bresenhamovo celico, še vedno obstaja možnost, da smo izpustili kakšno celico, ki je ne bi smeli zanemariti. To so Nebresenhamove celice. Iskanje teh celic je najbolj zahtevno opravilo znotraj algoritma. Če želimo poiskati te celice, moramo poznati tip povezanosti zadnjih dveh najdenih Bresenhamovih celic. Da ugotovimo tip povezanosti, je treba poznati naslova zadnjih dveh najdenih Bresenhamovih celic v mreži celic (naslov celice pove npr.: ta celica je tretja od koordinatnega izhodišča po X osi, sedma po Y osi in peta po Z osi). S primerjavo naslovov celic ugotovimo tip povezanosti celic. Če se naslova v 3D prostoru razlikujeta v vseh treh koordinatah, gre za povezanost le v eni točki. Pri takšni povezanosti je tudi najtežje odkriti Nebresenhamove celice. Če pa se sosednji celici razlikujeta le v eni koordinati (razvijalni osi), potem iskanje Nebresenhamovih celic ni potrebno. Hitrost našega algoritma je možno še izboljšati, predvsem z opravo zahteve, da naj ima začetna točka daljice v smeri razvijalne osi manjše koordinate kot končna točka daljice. V določenih primerih bi bilo priporočljivo spremeniti obliko celice iz kocke v kvader. Nekateri avtorji gredo pri spreminjanju oblike celice tako daleč, da kvadrat v 2D zamenjajo s pravilnim šestkotnikom ali s poljubnimi različno velikimi trikotniki.

## ENAKOMERNA ADAPTIVNA METODA DELITVE PROSTORA

Trenutno znotraj Centra za geometrijsko modeliranje v okviru magistrske naloge razvijamo metodo, ki temelji na enakomerni adaptivni metodi delitve prostora. Skupaj z novimi algoritmi za označevanje celic in iskanja sosednosti razmišljamo tudi o drugačni relacijski bazi, kot smo jo uporabljali doslej. Enakomerna adaptivna delitev je zelo podobna zgoraj opisani. Bistvena razlika je v delitvi prostora oziroma ravnine. Ta delitev se opravi na dveh ravneh. Uporabimo osnovno delitev (kot pri prej opisani metodi) ter podrobnejšo delitev tam, kjer je to potrebno (na mestih, kjer je gostota geometrijskih elementov bistveno večja od povprečja).

Slika 4 prikazuje organizacijo relacijske podatkovne baze pri enakomerni adaptivni metodi deljenja 2D-prostora. Zgoraj levo opazimo mrežo celic, ki delijo prostor. Določen odstotek celic ne vsebuje nobenega geometrijskega elementa, zato lahko te celice po koraku inicializacije takoj zavržemo. Celicam, ki vsebujejo geometrijske elemente, pridružimo seznam teh elementov. Dejansko je to seznam kazalcev, ki

kažejo na iste geometrijske elemente v podatkovnem skladišču. Vsakemu geometrijskemu elementu določi mesto v podatkovnem skladišču sekljalna funkcija. Celice, ki so po prvem koraku inicializacije zelo natrpane z geometrijskimi elementi, nadalje delimo. Geometrijske elemente teh celic izbrišemo iz podatkovnega skladišča. Izbrišemo tudi sezname kazalcev na te geometrijske elemente. Ustvarimo nov kazalec, ki kaže podatkovno strukturo mreže celic, dobljene z delitvijo ene celice. Ta sekundarna mreža s svojimi manjšimi celicami seveda nima svojega podatkovnega skladišča, temveč uporablja skupno podatkovno skladišče. Ob spremembi organizacije relacijske baze podatkov se nekoliko spremenijo tudi algoritmi enakomerne adaptivne delitve prostora. Slabost navadne enakomerne delitve prostora je neenakomerna zasedenost celic. Metoda bi gotovo delovala najbolje v primeru, ko bi bilo število geometrijskih elementov v vseh zasedenih celicah približno enako.




*Slika 4: Organizacija podatkov znotraj relacijske baze podatkov*

Primer: na karto ene katastrske občine položimo mrežo enako velikih kvadratov (recimo 4 cm x 4 cm). Določen kvadrat (celica) bo vseboval kup parcelnih črt oziroma poligonov. To bo v primeru, ko bo celica pokrivala strnjeno naselje. Celice zunaj strnjenih naselij pa bodo skoraj prazne. Tudi drugačna oblika celic ne bi bistveno pripomogla k odpravi tega problema. Rešitev je očitno v različni velikosti celic. Izboljšan algoritem enakomerne adaptivne delitve prostora se bo od prej opisanega algoritma bistveno razlikoval v koraku inicializacije. To je korak, kjer vse

geometrijske elemente razporedimo v mrežo celic, kar je tudi samoumevno, saj je sedaj mreža precej drugačna. Pričakujemo, da si bo korak inicializacije pri metodi enakomerne adaptivne delitve prostora odrezal večji kos procesorskega časa, kot je bil to primer v prejšnji metodi, vendar hkrati pričakujemo precej hitrejše odzive nadaljnjih operacij nad geometrijskimi elementi, ki sledijo koraku inicializacije. Ker se inicializacija za določeno risbo naredi le enkrat, ostalih operacij pa je običajno precej, pričakujemo, da se bo poseg v algoritem izkazal kot upravičen, in bo izpolnil naša pričakovanja.

## ZAKLJUČEK

V članku smo predstavili enakomerno in enakomerno adaptivno delitev prostora. O enakomerni delitvi prostora in podatkovnih strukturah, ki jih pri svojem delu uporablja, je bilo v tuji strokovni literaturi napisanega že precej, o enakomerni adaptivni metodi pa nismo zasledili praktično ničesar. Razvoj metode s pripadajočimi podatkovnimi strukturami in algoritmi zato predstavlja poseben izziv. Prav enakomerna adaptivna delitev prostora naj bi bila po naših pričakovanjih najprimernejša za geodetske aplikacije.

**Literatura:**

*Cleary, J.G., Wyvill, G., Analysis of an algorithm for fast ray tracing using uniform space subdivision. The Visual Computer, Springer-Verlag, 1988, št. 4, str. 65-83*

*Laurini, R., Milleret-Raffort, F., Topological reorganization of inconsistent geographical databases: A step towards their certification. Computer & Graphics, 1994, zv. 18, št. 6, str. 803-813*

*Mortenson, M. E., Geometric Modeling. John Wiley & Sons, New York, 1985*

*Samet, H., The Design and Analysis of Spatial Data Structures. Addison-Wesley, 1989*

*Tsung-Pao F., Piegl, L.A., Delaunay Triangulation Using a Uniform Grid. IEEE Computer Graphics & Applications, zv. 13, št. 3, 1993, str. 36-47*

*tx9912 Liu, Y.K., The Generation of Straight Lines on Hexagonal Grids. Computer Graphics Forum, 1993, zv. 12, št. 1, str. 27 -31*

*Recenzija: Uroš Mladenovič*
*doc.dr. Radoš Šumrada*

# VIŠINE TOČK V RAZLIČNIH VIŠINSKIH SISTEMIH

*doc.dr. Božo Koler*
*FGG – Oddelek za geodezijo, Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-08-20*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-09*

## Izvleček

*V prispevku so predstavljeni višinski sistemi in pogoji, ki naj bi jih posamezni višinski sistem izpolnjeval. Poleg tega so podane enačbe za izračun višinske razlike v določenem višinskem sistemu na osnovi merjene višinske razlike in gravimetričnih merjenj.*
**Ključne besede:** *dinamične, elipsoidne, normalne, ortometrične, sferoidne višine, geopotencialne kote, višinski sistem*

## Zusammenfassung

*Im Beitrag werden verschiedene Hoehensysteme und die Bedingungen, die dem Hoehensystem entsprechen sollen, dargestellt. Ferner sind auch die Gleichungen fuer die Berechnung des Hoehenunterschiedes in einem bestimmten Hoehensystem aufgrund des vermessenen Hoehenunterschieds und der gravimetrischen Messungen angefuehrt.*
**Stichwoerter:** *dynamische, ellipsoide, normale, orthometrische, sphaeroid-orthometrische Hoehen, geopotentielle Hoehenpunkte, Hoehensystem*

## 1 UVOD

Položaj določene točke v tridimenzionalnem prostoru je podan s tremi geometričnimi količinami, ki jih imenujemo koordinate točk. Položaj točk lahko podamo na različne načine glede na izbrani koordinatni sistem oziroma v klasični geodeziji obravnavamo lego in višino točke ločeno. Lega točke je geometrično definirana, medtem ko ima višina točke tudi fizikalni pomen, saj predstavlja proporcionalno mero razliki potencialov, s katero je pogojena večina naravnih in umetnih dinamičnih procesov, ki potekajo na Zemlji (gibanje vod, vozil in dinamika zgrajenih objektov). Tako lahko pojem višina razložimo na različne načine. Večina si višine predstavlja kot vertikalno oddaljenost neke točke nad določeno premico (v dvodimenzionalnem prostoru npr. višina v trikotniku) ali ravnino. V večini primerov, ko govorimo o višinah, govorimo v bistvu o višinskih razlikah. Tako govorimo o višinah najrazličnejših objektov (npr. višina zvonika) nad ravnijo ceste ali pločnika, o višinah dreves nad tlemi in npr. o višini instrumenta in signala v trigonometričnem višinomerstvu. Vprašanje je, zakaj si najnižje ležeče točke določenega območja ne izberemo za izhodišče višinskega sistema (takšen višinski sistem ima območje mesta Dunaj (Bretterbauer, 1986)). Seveda imamo v tem primeru opravka z lokalnim

višinskim sistemom, ki ne more izpolniti osnovne naloge nivelmanskih mrež višjih redov, ki naj bi zagotavljale osnovo za podajanje višin točk v enotnem višinskem sistemu na območju določene države in omogočale povezovanje z nivelmanskimi mrežami sosednjih držav.

## 2 POGOJI, KI NAJ BI JIH IZPOLNJEVALI VIŠINSKI SISTEMI

Ko izbiramo višinski sistem, v katerem so določene nadmorske višine točk, moramo upoštevati zahteve različnih uporabnikov (znanosti in posameznih strok). Tako dobimo celo vrsto pogojev, ki bi jih moral izpolnjevati teoretično neoporečni višinski sistem. Osnovna pogoja, ki naj bi ju izpolnjeval višinski sistem, sta:

1) Višine točk morajo biti nedvoumno definirane in določljive, neodvisno od poti niveliranja. Ker nivojske ploskve težnostnega polja niso med seboj vzporedne in ker sta vrhunjenje libele ali lega kompenzatorja nivelirja tesno povezana s težnostnim poljem, ta pogoj ni izpolnjen za višine točk, ki so določene le na osnovi rezultatov geometričnega nivelmana.

2) Višine točk morajo biti določene le na osnovi rezultatov merjenj, opravljenih na površini Zemlje, brez upoštevanja kakršnihkoli hipotez o zgradbi notranjosti Zemlje, kar je še posebej pomembno za geodete, ker nimamo na voljo zanesljivih podatkov o gostoti zemeljske skorje.

Predvsem iz praktičnih razlogov je priporočljivo, da višinski sistem izpolnjuje tudi naslednja pogoja:

3) Popravki merjenih višinskih razlik morajo biti zaradi privzetega višinskega sistema tako majhni, da jih ne upoštevamo pri nivelmanskih mrežah nižjih redov, ker so navezane na nivelmanske mreže višjih redov.

4) Za višine točk mora obstajati geometrična razlaga in višine naj bi bile podane v mednarodnem merskem sistemu enot SI.

Poleg tega ne smemo pozabiti, da podatke geometričnega nivelmana uporabljamo tudi za reševanje nalog, kot je določitev medsebojne lege med fizikalno površino Zemlje in nivojskimi ploskvami v realnem težnostnem polju. To je še posebej pomembno za izvajanje geodetskih del pri izgradnji različnih hidrotehničnih objektov, cest, itd. Za rešitev teh nalog je še posebej pomembno, da višinski sistem izpolnjuje tudi tale pogoj:

5) Vse točke, ki ležijo na isti nivojski ploskvi, naj bi imele isto višino, kar je še posebej pomembno za projektante, saj višine točk predstavljajo zelo pomemben sestavni del vseh načrtov. Osnova tega pogoja je spoznanje človeka, da imata dve točki isto višino, kadar voda med tema dvema točkama miruje. To pomeni, da ti dve točki ležita na vodni površini, ki je pod vplivom težnostnega polja.

Ta pogoj je v protislovju s tretjim pogojem, kar pomeni, da je najprimernejši tisti višinski sistem, ki predstavlja optimalen kompromis med pogojema, ki se med seboj izključujeta. Seveda pa na izbiro višinskega sistema vpliva tudi, kakšne merske podatke imamo na voljo in kakšna je kakovost gravimetrijskih merjenj, če so bila seveda opravljena. Z uvajanjem tehnologije GPS-ja v geodetsko izmero je zaželeno, da višinski sistem omogoča tudi:

6) Matematično povezavo med rezultati geometričnega nivelmana in gravimetrijskih merjenj z elipsoidnimi višinami, ki jih dobimo z GPS-izmero. Tako je omogočeno tudi preračunavanje iz enega v drug višinski sistem.

## 3 VIŠINSKI SISTEMI

### 3.1 Geopotencialne kote

Osnova vseh višinskih sistemov, razen povsem geometrično definiranih elipsoidnih višin, so geopotencialne kote, ki jih lahko določimo na osnovi merjenih višinskih razlik in podatkov o merjenem težnostnem pospešku. Razlike potencialov posameznih točk glede na ničelno nivojsko ploskev – geoid, je francoski geodet P. Tardi imenoval geopotencialne kote – (C). Tako velja za točko $P_i$ (Slika 1):

$$C_{P_i} = W_{\overline{P}_i} - W_{P_i} = \int_{\overline{P}_i}^{P_i} g_i \, dh_{\substack{P_i \\ \overline{P}_i}} \cong \sum_{i=\overline{P}_i}^{P_i} g_i \delta h_i \qquad 3.1$$

Kjer je:

$W_{\overline{P}_i}$ . . potencial ničelne nivojske ploskve – geoida

$W_{P_i}$ . . potencial nivojske ploskve skozi točko $P_i$

$\overline{P}_i$ . . . . točki $P_i$ prirejena točka na ničelni nivojski ploskvi – geoidu

$\delta h_i$ . . . višinska razlika na i-tem stojišču instrumenta

$g_i$ . . . . srednja vrednost težnostnega pospeška med izmeniščema i in i-1.

Če določimo, da je višina ničelne nivojske ploskve oziroma geoida enaka 0, potem nam razlika potencialov predstavlja naravno mero za višine točk na zemeljski površini. Enota za geopotencialne kote je 1 kgal m = 1 gpu (geopotencialna enota) = 10 Nm/kg = 10 $m^2/s^2$. Geopotencialne kote so neodvisne od poti niveliranja in določene brez dodatnih hipotez o zgradbi notranjosti Zemlje. Tako sta izpolnjena oba osnovna pogoja 1) in 2). 1) pogoj izpolnjujejo tudi vsi višinski sistemi, ki so opredeljeni na podlagi geopotencialnih kot posameznih točk.

### 3.2 Dinamične višine

Vse točke, ki ležijo na isti ekvipotencialni ploskvi, imajo isto dinamično višino. Če geopotencialne kote delimo z normalnim težnostnim pospeškom $\gamma_\phi$, ki je odvisen od geografske širine $\phi$, dobimo dinamično višino točke $P_i$. Normalni težnostni pospešek $\gamma_\phi$ izračunamo s pomočjo enačbe za geodetski referenčni sistem 1980 (GRS 80 – Geodetic Reference System 1980):

$$\gamma_\phi = 9{,}780326772 \cdot (1 + 0{,}005279041 \cdot \sin^2 \phi + 0{,}000023272 \cdot \sin^4 \phi + \ldots) \qquad 3.2$$

V praksi običajno izračunamo normalni težnostni pospešek za $\phi = 45^0$, ki znaša $\gamma_{45} = 9{,}806199203 \text{ ms}^{-2} \cong 0{,}98062$ kgala. Dinamična višina točke $P_i$ je:

$$H^{din}_{P_i} = \frac{C_{P_i}}{\gamma_{45}} \qquad 3.3$$

Dinamično višinsko razliko med točkama $P_1$ in $P_2$ izračunamo po enačbi:

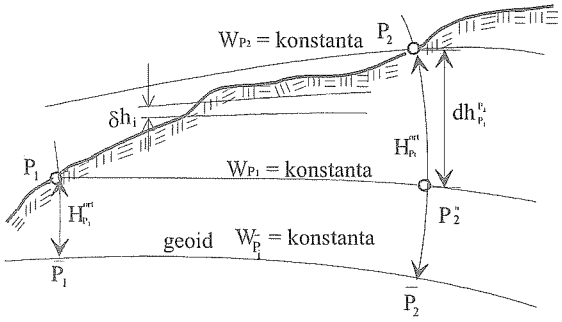
$$H^{din}_{P_2} - H^{din}_{P_1} = \frac{C_{P_2} - C_{P_1}}{\gamma_{45}} \cong \frac{1}{\gamma_{45}} \sum_{i=1}^{n} g_i \cdot \delta h_i . \qquad 3.4$$

V praksi merjeno višinsko razliko preračunamo v dinamično višinsko razliko iz enačbe 3.4:

$$H^{din}_{P_2} - H^{din}_{P_1} = \sum_{i=1}^{n} \delta h_i + \sum_{i=1}^{n} \frac{g_i - \gamma_{45}}{\gamma_{45}} \cdot \delta h_i . \qquad 3.5$$

Drugi člen v enačbi 3.5, ki je odvisen od normalnega težnostnega pospeška vzdolž poti niveliranja, imenujemo dinamični popravek točke $P_i$. Dinamične višine izpolnjujejo 1), 2) in 5) pogoj. Dinamične višine so sicer izražene v metrih, vendar nimajo geometrične razlage, kar pomeni da le delno izpolnjujejo tudi 4) pogoj. Pri dinamičnih višinah predstavlja problem tudi velikost popravkov, ki so veliki predvsem v hribovitih predelih in na velikih območjih (Pellinen at al., 1982).

### 3.3 Ortometrične višine




*Slika 1*

Ortometrična višinska razlika med točko $\overline{P}_i$ in točko $P_i$, je definirana kot razdalja točke $P_i$ od geopotencialne ploskve $W_{\overline{P}_i}$ = konstanta. Iz slike 1 lahko vidimo, da omenjeno razdaljo merimo vzdolž ukrivljene navpičnice, ki je položena skozi točko $P_i$. Če leži točka $\overline{P}_i$ na geoidu, potem je ta razdalja ortometrična višina točke $P_i$. Ortometrične višine dobimo tako, da izmerimo geopotencialni nivelman med geoidom in točko na zemeljski površini vzdolž navpičnice. To velja seveda samo teoretično, saj v notranjosti Zemlje ne moremo meriti. Ortometrično višino izračunamo po enačbi:

$$H^{ort}_{P_i} = \frac{C_{P_i}}{\overline{g}_{P_i}} .$$

Ortometrično višinsko razliko izračunamo iz merjene višinske razlike med dvema točkama po enačbi (Bilajbegović, 1984):

$$H^{ort}_{P_2} - H^{ort}_{P_1} = \sum_{i=1}^{n} \delta h_i \left[ \frac{\overline{g^{P_2}_{P_i}} - g_0}{g_0} \right] \bullet \sum_{i=1}^{n} \delta h_i + \left[ \frac{g^{mer}_{P_1} - g_0}{g_0} \right] \bullet H_{P_1} - \left[ \frac{g^{mer}_{P_2} - g_0}{g_0} \right] \bullet H_{P_2} \qquad 3.6$$

kjer so:

$$\overline{g^{P_2}_{P_1}} = \frac{\overline{g_{P_1}} + \overline{g_{P_2}}}{2}$$

$g_0 = 980515{,}57 \bullet 10^{-5}\ ms^{-2}$

$\overline{g_{P_i}} = g^{mer}_{P_i} + 0{,}042351812 \bullet 10^{-5} \bullet H_{P_i}$ (srednji težnostni pospešek na navpičnici točke $P_i$)

$H_{P_1}, H_{P_2} \ldots$ nadmorski višini točk $P_1$ in $P_2$ v sistemu normalnih ortometričnih višin.

Prvi popravek v enačbi 3.6 je dinamični popravek, ki znaša od nekaj centimetrov do decimetra. Omenjeni popravek lahko izračunamo po strogi enačbi (ne upoštevamo nobenih hipotez). Zadnja dva člena sta krajevno odvisna in jih lahko izračunamo le na osnovi hipoteze o gostoti zemeljske skorje, kar pomeni, da ni izpolnjen 2) pogoj. Tudi ta dva popravka sta velika, vendar z nasprotnim predznakom, kot je dinamični popravek. Skupni ortometrični popravek tako znaša od nekaj milimetrov do centimetra, kar pomeni, da je le delno izpolnjen tudi 3) pogoj.

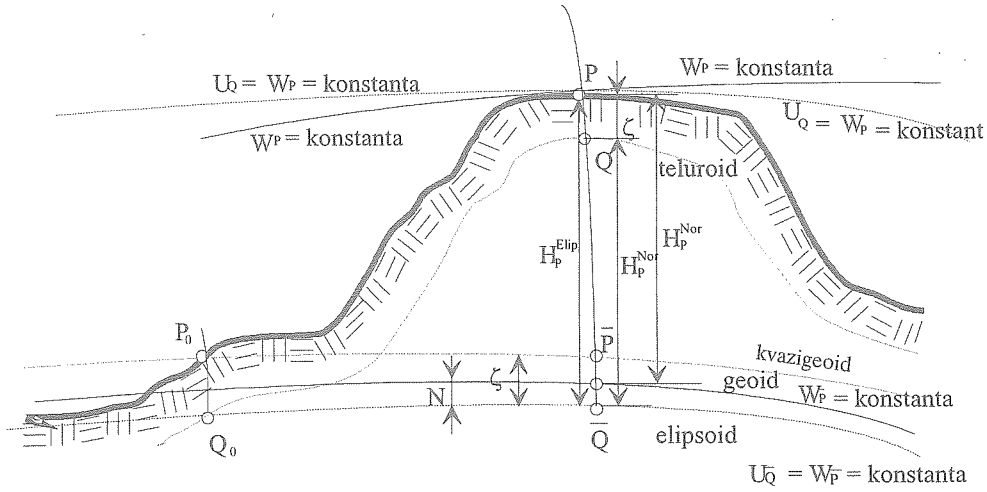
Ker lahko srednji težnostni pospešek vzdolž navpičnice ($\overline{g_{P_i}}$) določimo le na osnovi hipoteze o gostoti zemeljske skorje, lahko v praksi določimo le bolj ali manj natančne približne vrednosti ortometričnih višin, ki se nanašajo na primerjalno ploskev, ki jo imenujemo kogeoid. Ta kogeoid seveda ne sovpada z geoidom, temveč se nahaja v njegovi bližini in ne predstavlja ekvipotencialne ploskve, tako tudi 5) pogoj ni izpolnjen. Ker obstaja več možnosti, kako določiti čim boljši približek teoretičnemu srednjemu težnostnemu pospešku vzdolž navpičnice ($\overline{g_{P_i}}$), imamo celo vrsto ortometričnih višinskih sistemov. Splošno lahko ortometrične višinske sisteme razdelimo v dve skupini:

- prvi skupini pripadajo višine, ki jih izračunamo po enačbah, ki so jih predlagali Helmert, Niethammer, Mader in Mueller. Za to skupino je značilno, da poskuša določiti težnostni pospešek vzdolž navpičnice čimbolj eksaktno in tako višinski sistem čim bolj približati teoretičnemu ortometričnemu višinskemu sistemu.
- Drugi skupini pripadajo višine, ki naj bi bile čim bližje niveliranim višinam, kar pomeni, da je ortometrični popravek čim manjši. Te višine bolj izpolnjujejo praktične pogoje, ki naj bi jih izpolnjeval višinski sistem. Tej skupini pripadajo predvsem višine, ki so izračunane po enačbah, ki so jih predlagali Ramsayer, Ledersteger in Baranov (Leisman et al., 1992).

Ortometrične višine točk II. NVN so izračunane po Helmertovih enačbah, saj za območje bivše SFRJ nismo imeli dovolj natančnega digitalnega modela reliefa in dovolj natančnih podatkov o gostoti zemeljske skorje, da bi lahko izračunali ortometrične popravke po Niethammerju (Bilajbegović et al., 1989).

### 3.4 Normalne višine po Molodenskem

Glede na teorijo težnostnega polja je Molodenski predlagal višinski sistem, ki je določen brez posebnih dodatnih pogojev oziroma hipotez. Izhajal je iz elipsoida Zemlje, ki ima teoretično določen potencial U. Elipsoid predstavlja nivojsko ploskev (nivojski elipsoid) teoretičnega polja točk, katerih potencial je enak potencialu geoidnih točk. Torej imamo povezavo $U_{\overline{Q}} = W_{\overline{P}}$ = konstanta. Po Molodenskem lahko na normali elipsoida skozi točko P, ki leži na površini Zemlje, izberemo točko Q. Za tako izbrano točko Q velja, da je razlika potencialov v teoretičnem težnostnem polju (med točkama $\overline{Q}$ in Q) enaka razliki potencialov v realnem težnostnem polju (med geoidom $\overline{P}$ – in točko P). Več točk Q definira ploskev teluroida. Razliko med površino Zemlje in teluroidom je Molodenski imenoval višinska anomalija – ($\zeta$).




*Slika 2*

Normalne višine torej dobimo iz razlike potencialov nivojskega elipsoida in teluroida (teoretično težnostno polje), podobno kot ortometrične višine iz razlike potencialov na površini Zemlje in geoidom (dejansko težnostno polje). Na splošno seveda ni sprejemljivo, da višino neke točke predstavlja višina, ki se ne konča v tej točki (glej sliko 2). Zato je Molodenski postopek obrnil in tako dobil novo ploskev, ki se zelo približa geoidu, in jo imenoval kvazigeoid. Odstopanje kvazigeoida od geoida je odvisno od nadmorske višine in Bouguerjeve anomalije težnostnega pospeška. Na ravninskih in gričevnatih območjih ($H_P^{nor} < 500$ min $\Delta_{gB} = -50$ mgalov) je razlika manjša od 2,5 cm. V visokogorju ($H_P^{nor} \cong 5000$ m in $\Delta_{gB} = -400$ mgalov) znaša razlika približno 2 m (Pellinen at al., 1982). Na ta način je kvazigeoid za normalne višine to, kar je geoid za ortometrične višine. Iz slike 2 vidimo, da so višinske anomalije odstopanja kvazigeoida od elipsoida. Tako je Molodenski definiral dve novi ploskvi: teluroid in kvazigeoid. Poleg normalnih višin po Molodenskem poznamo še normalne višine, ki jih računamo po Vignalovih, Bomfordovih ali Hirvonenovih

enačbah. Razlika med ostalimi višinami in normalnimi višinami po Molodenskem je le v vrednosti vertikalnega gradienta težnostnega pospeška, s pomočjo katerega izračunamo normalne popravke. Normalno višinsko razliko izračunamo iz merjene višinske razlike med dvema točkama po enačbi (Bilajbegović, 1984):

$$H_{P_2}^{nor} - H_{P_1}^{nor} = \sum_{i=1}^{n} \delta h_i - 0{,}000025685\ H_S \Delta\phi + 0{,}00101987 (g - \gamma)_S \sum_{i=1}^{n} \delta h_i \qquad 3.7$$

kjer so:

$H_S$ . . . . . srednja nadmorska višina med točkama $P_1$ in $P_2$, v metrih

$\Delta\phi$ . . . . . razlika geografskih širin točk $P_1$ in $P_2$, v sekundah $\left(\Delta\phi = \phi_{P_2} - \phi_{P_1}\right)$

$(g - \gamma)_S$ . . povprečna Fayeva anomalija med točkama $P_1$ in $P_2$, izračunana kot aritmetična sredina med Fayovima anomalijama za točki $P_1$ in $P_2$.

Normalne višine izpolnjujejo oba osnovna pogoja in 4) pogoj. Delno izpolnjujejo tudi 3) pogoj in ne izpolnjujejo 5) pogoja.

### 3.5 Sferoidne (normalne) ortometrične višine

Sferoidne (normalne) ortometrične višine so uporabljali v preteklosti, ko so bile meritve težnostnega pospeška zapletene in zato dolgotrajne. V tem primeru so namesto izmerjenega težnostnega pospeška uporabljali izračunane vrednosti. Težnostni pospešek so računali po t.i. sferoidnih enačbah, po katerih so višine tudi dobile ime. Sferoidne (normalne) ortometrične višine se nanašajo na t.i. normalno ničelno nivojsko ploskev. Danes so te višine brez posebnega pomena. Normalno ortometrično višinsko razliko izračunamo iz merjene višinske razlike med dvema točkama, po enačbi (Bilajbegović, 1984):

$$H_{P_2}^{nor\text{-}ort} - H_{P_1}^{nor\text{-}ort} = \sum_{i=1}^{n} \delta\ h_i - 0{,}000025685\ H_S \Delta\phi \qquad 3.8$$

kjer so:

$H_S$ . . . . . srednja nadmorska višina med točkama $P_1$ in $P_2$, v metrih

$\Delta\phi$ . . . . . razlika geografskih širin točk $P_1$ in $P_2$, v sekundah $\left(\Delta\phi = \phi_{P_2} - \phi_{P_1}\right)$.

### 3.6 Elipsoidne višine

Iz slike 2 dobimo enostavno enačbo za elipsoidno višino točke $P_i$ in povezavo z ortometričnimi oziroma normalnimi višinami, če zanemarimo ukrivljenost navpičnice:

$$H_{P_i}^{eli} = H_{P_i}^{ort} + N = H_{P_i}^{nor} + \zeta \qquad 3.9$$

N . . . . undulacija geoida – oddaljenost elipsoida od geoida

$\zeta$ . . . . . višinska anomalija – oddaljenost elipsoida od kvazigeoida

Iz slike 2 in enačbe 3.9 lahko vidimo, da obstaja matematična povezava med ortometričnimi, normalnimi in elipsoidnimi višinami, tako da ti višinski sistemi izpolnjujejo tudi 6) pogoj. Poseben interes teoretikov je namenjen razliki med ortometrično in normalno višino. Iz enačbe 3.9 dobimo:

$$H_{P_i}^{ort} - H_{P_i}^{nor} = \zeta - N \qquad 3.10$$

Ta razlika predstavlja oddaljenost kvazigeoida od geoida, ki je vedno pozitivna in premosorazmerna z nadmorsko višino območja.

## 4 ZAKLJUČEK

Kot smo lahko videli, so geopotencialne kote osnova za izračun višin točk v različnih višinskih sistemih. Poleg tega geopotencialne kote izpolnjujejo oba osnovna pogoja, zato je enotna Evropska nivelmanska mreža (UELN – United European Levelling Network) izravnana v sistemu geopotencialnih kot. Zaradi vključevanja v UELN imajo vse zahodnoevropske države in Poljska, Madžarska, Češka Republika, Slovaška, Hrvaška in Slovenija višine reperjev podane tudi v geopotencialnih kotah. Za območje Slovenije je bila v geopotencialnih kotah izravnana nivelmanska mreža II. nivelmana visoke natančnosti (II. NVN). Problem pri enotni evropski nivelmanski mreži pa nastane, ko je treba izbrati višinski sistem, ki višine poda v mednarodnem merskem sistemu enot SI. V tem primeru se jasno pokažejo razlike v dojemanju višin med pretežno hribovitimi in goratimi državami in ravninskimi državami. Vendar ta problem presega okvir tega članka.

Različno ocenjevanje pogojev, ki jih mora izpolnjevati višinski sistem, je v preteklosti privedlo do tega, da uporabljajo v različnih državah različne višinske sisteme. Nadmorske višine točk, ki so jih določili z niveliranjem v 19. stoletju, so podane v normalnih ortometričnih višinah. Danes v večini evropskih držav, poleg že omenjenih geopotencialnih kot, uporabljajo ortometrične višine (Wirth, 1990). V Avstriji pa so vzpostavili tudi bazo dinamičnih višin. V Franciji uporabljajo normalne višine po Vignalu. V državah bivše Sovjetske zveze in ostalih vzhodnoevropskih državah pa uporabljajo normalne višine po Molodenskem.

Nivelmanska mreža II. NVN je bila izravnana v različnih višinskih sistemih. Popravki merjenih višinskih razlik v posameznem višinskem sistemu so bili izračunani po enačbah, ki so navedene v 3. poglavju. Konstante v enačbah so bile izračunane za območje bivše Jugoslavije (Bilajbegović, 1984). V preglednici so zbrani osnovni podatki o dolžini in merjeni višinski razliki posameznega nivelmanskega poligona II. NVN, ki je stabiliziran na območju Slovenije, in vsota popravkov v posameznem višinskem sistemu (II. Nivelman, 1989).

Iz enačbe 3.7 lahko vidimo, da je normalni popravek po Molodenskem sestavljen iz dveh, in sicer iz normalnega ortometričnega popravka in t.i. gravimetričnega popravka (tretji člen v enačbi 3.7). Tako je razlika, ki jo dobimo med vrednostjo normalnega ortometričnega popravka in normalnega popravka po Molodenskem v preglednici, posledica upoštevanja Fayeovih anomalij. Ortometrični popravek je za razliko od normalnega popravka po Molodenskem izračunan na osnovi hipotez o zgradbi notranjosti Zemlje in merjenem težnostnem pospešku (glej enačbo 3.6). Z analizo vpliva natančnosti določitve težnostnega pospeška na natančnost določitve višine točke v posameznem višinskem sistemu v nivelmanski mreži II. NVN je bilo

ugotovljeno, da lahko v praksi uporabljamo višine točk v sistemu geopotencialnih kot, normalnih ortometričnih in normalnih višinah po Molodenskem. Omenjena analiza je tudi pokazala, da ortometrične višine niso primerne za uporabo v praksi, kar še posebej velja za hribovita in gorska območja. Za ta območja je tudi največja razlika med ortometričnim in normalnim popravkom po Molodenskem, kot lahko vidimo tudi iz preglednice. Pri določitvi ortometričnih višin predstavljajo največji problem nenatančni (slabi) podatki o gostoti površinskih slojev zemeljske skorje v okolici posamezne točke, topografske redukcije težnostnega pospeška in natančnost merjenja sprememb težnostnega pospeška (Bilajbegović at al., 1989).

| *štev. niv. pol.* | *od – do* | *dolžina [km]* | *merjena višinska razlika [m]* | *popravki v različnih višinskih sistemih [mm]* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *normal. ortomet.* | *ortomet.* | *normalni (Molodenski)* |
| 2 | *Brajkoviči-Koper* | *75,54* | *-170,15017* | *-6,398* | *-5,825* | *-8,136* |
| 3 | *Koper-Lesce* | *190,51* | *506,03308* | *-22,114* | *7,747* | *-29,881* |
| 4 | *Lesce-Rateče* | *44,97* | *343,66075* | *-7,547* | *20,317* | *-9,240* |
| 5 | *Lesce-Arja vas* | *116,46* | *-256,22653* | *4,410* | *-18,161* | *8,183* |
| 6 | *Arja vas-Zagreb* | *112,85* | *-134,09340* | *7,492* | *-3,058* | *7,563* |
| 11 | *Arja vas-Lendava* | *224,91* | *-91,00864* | *-12,606* | *-23,219* | *-14,570* |
| 12 | *Lendava-Varaždin* | *36,42* | *9,75924* | *4,178* | *6,096* | *4,792* |

*Preglednica*

**Literatura:**


*Bilajbegović, A., Praktično računanje normalnih i normalnih ortometrijskih visina. Geodetski list, Zagreb, 1984, letnik 38 (61), št. 7-9, str. 165-178*

*Bilajbegović, A. at al., Istraživanja o izboru sustava visina za NVT SFRJ s obzirom na točnost ubrzanja sile teže. Geodetski list, Zagreb, 1989, letnik 43 (66), št. 4-6, str. 97-106*

*Bretterbauer, K., Das Hoehenproblem der Geodaesie. Oesterreichische Zeitschrift fuer Vermessungswesen und Photogrammetrie, Dunaj, 1986, letnik 74, št. 4, str. 205-215*

*Leismann, M. at al., Untersuchungen verschiedener Hoehensysteme, dargestellt an einer Testschleife in Rheinland – Pfalz. Muenchen. DGK - Reihe B, 1992, str. 3-30*

*Pellinen, L. P. at al., Theoretische Geodaesie. Berlin, VEB Verlag fuer Bauwesen, 1982, str. 59-74*

*Wirth, B., Hoehensysteme, Schwerepotentiale und Niveauflaechen. Zuerich, Schweizerischen Geodaetischen Kommission, 1990, str. 1-15*

*II Nivelman visoke tačnosti Jugoslavije – svezak 3. Geodetski fakultet sveučilišta u Zagrebu, Zavod za višu geodeziju, Zagreb, 1989*



*Recenzija: Dušan Mišković – v delu*
*prof.dr. Florjan Vodopivec*

# GPS-VIŠINOMERSTVO

*dr. Miran Kuhar*
*FGG – Oddelek za geodezijo, Ljubljana*
*Gregor Žele*
*Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-06-24*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-12*

## Izvleček

*Članek predstavlja načelo višinomerstva z globalnim položajnim sistemom (GPS), tj. določitve nadmorskih (ortometričnih) višin s pomočjo opazovanj z GPS-jem v lokalnih GPS-mrežah. Podan je postopek za prehod GPS-elipsoidnih višin v praktično uporabne nadmorske višine. Računsko izpeljan prehod, zasnovan na enostavni funkcijski zvezi elipsoidne in nadmorske višine, nam omogoča hkratno natančno določitev modela geoidne ploskve na obravnavanem lokalnem območju. Računski postopek je praktično preizkušen v GPS-navezovalni mreži Sežana '97.*
**Ključne besede:** *elipsoidna višina, geoid, geoidna višina, GPS-višinomerstvo, ortometrična višina*

## Abstract

*The paper deals with the procedure of GPS levelling, in which satellite observations enable the determination of orthometric heights through GPS observations in local GPS networks. An approach to the optimal use of GPS heights in determination of the high-precision geoid in local geodetic networks is presented. The analytical procedure is implemented on a practical example of GPS densification network (Sežana '97).*
**Keywords:** *ellipsoid height, geoid, geoid height, GPS levelling, orthometric height*

## 1 UVOD

Uvedba satelitskih merskih tehnik v geodetsko prakso je v veliki meri spremenila način določanja položaja točk na Zemlji. Satelitske merske tehnike, kot so Doppler Transit, NAVSTAR GPS, omogočajo hkratno določitev položaja točk v treh dimenzijah. Predvsem ta se je zaradi svoje visoke natančnosti in gospodarnosti že povsem uveljavila in skoraj izpodrinila klasične merske tehnike pri vzpostavitvi in vzdrževanju nacionalnih in globalnih geodetskih mrež. GPS-tehnologija je postala nepogrešljivo orodje v nalogah temeljne geodetske izmere in inženirske geodezije, pri vzpostavitvi mrež za večja gradbišča, kot so: predori, avtoceste, železnice itd. Tudi pri nas se položaji danih točk (okvirna mreža) vseh novih navezovalnih mrež določajo s pomočjo GPS-meritev.

Rezultat izmere z GPS-jem so tridimenzionalne kartezične koordinate (koordinatne razlike) točk mreže, izražene v geocentričnem koordinatnem sistemu WGS–84. Kartezične koordinate so zaradi lažje predstave transformirane v elipsoidne geografske koordinate, geodetsko širino $\phi$, geodetsko dolžino $\lambda$ in elipsoidno višino h. GPS (elipsoidna) višina se nanaša na referenčni elipsoid WGS–84. Tako določene elipsoidne višine, kot povsem geometrijska količina, nimajo praktičnega pomena, kot na primer nadmorske višine (ortometrične), določene z niveliranjem ali trigonometričnim višinomerstvom. Nadmorske višine se nanašajo na geoid, torej na težnostno polje Zemlje. Da bi lahko enakovredno s horizontalnima komponentama visoko natančnih meritev z GPS-jem uporabili tudi višinsko komponento, je treba nujno poznati geoidno višino. Treba je poznati obliko ploskve geoida na območju, ki ga pokriva GPS-mreža.

Če poznamo obliko ploskve geoida na območju GPS-mreže, je možno izračunati nadmorske višine novoizmerjenih točk samo na osnovi opazovanj z GPS-jem. Za takšen način določitve nadmorskih (ortometričnih) višin se je v sodobni geodetski literaturi uveljavil izraz GPS-višinomerstvo. Širše gledano predstavlja GPS-višinomerstvo problem vklapljanja GPS-mrež v obstoječo državno geodetsko mrežo, torej problem skupne izravnave GPS-ja in terestričnih meritev. Obravnava samo višinske komponente nima namena ponovno začrtati ostre ločnice med horizontalnimi in višinskimi mrežami, kot je bilo to nekoč. Prav nasprotno, želimo podati primerno rešitev za prehod GPS-ja, elipsoidnih višin v praktično uporabne ortometrične višine. Pri tem je možno, z ustrezno aproksimacijo, natančno določiti detajlni model geoida na obravnavanem lokalnem območju. Pojem lokalno se tukaj nanaša na mreže, ki zajemajo območja velikosti do približno nekaj sto kvadratnih kilometrov. Prehod iz elipsoidnih v nadmorske višine je možen samo, če poznamo ustrezne geoidne višine. Pri tem seveda obstajajo različne metode določitve ploskve geoida na lokalni ravni, ki pa so odvisne:

- od zahtevane natančnosti določitve ortometričnih (nadmorskih) višin
- od vrste in natančnosti izmerjenih geodetskih količin, ki so nam na voljo.

## 2 NAČELO GPS-VIŠINOMERSTVA

Za točko na površini Zemlje velja znana zveza med njeno ortometrično (nadmorsko) višino H, elipsoidno višino h ter ustrezno geoidno višino N:

$$H = h - N. \quad (1)$$

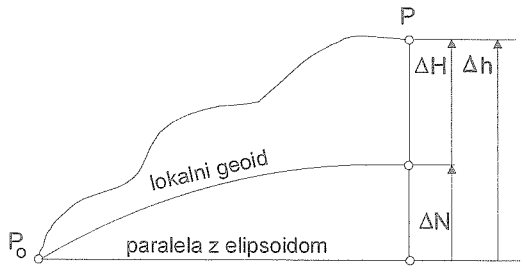
Zveza se lahko predstavi v obliki razlik višin, ki se nanašajo na poljubno izbrano referenčno točko $P_0$:

$$\Delta H = \Delta h - \Delta N. \quad (2)$$

Rezultat obdelave GPS-opazovanj nam podaja elipsoidne višine (elipsoidne višinske razlike). Če želimo pridobiti nadmorske višine (višinske razlike), moramo torej poznati ustrezne geoidne višine (razlike geoidnih višin).

Slika 1 predstavlja vertikalni prerez skozi točki $P_0$ (referenčna točka mreže) in P (poljubna točka v mreži). Višina točke $P_0$ je poljubno izbrana tako, da skozi njo potekata ploskvi, vzporedni z lokalnim geoidom in izbranim referenčnim elipsoidom. Očitno je, da je natančnost nadmorskih višin H oziroma višinskih razlik $\Delta H$ odvisna

od natančnosti elipsoidnih in geoidnih višin (oziroma njihovih razlik). GPS-višinomerstvo je torej praktično uporabno le v primeru, če je možno zagotoviti lokalni geoid z natančnostjo, ki se za konkreten primer zahteva za določitev nadmorskih višin točk z GPS-jem.




*Slika 1*

## 3 ANALITIČNA PREDSTAVITEV LOKALNEGA GEOIDA

Geoid ima kot zapletena geopotencialna ploskev dokaj gladek potek, vendar zelo zapleteno geometrijsko strukturo. Če želimo del ploskve geoida predstaviti z visoko ločljivostjo, potrebujemo določen model v digitalni ali analogni obliki (karta). Analitična predstavitev na globalni ravni v obliki vrste sfernih funkcij ne zadošča kriterijem GPS-višinomerstva, t. j. ne zadošča centimetrski natančnosti. Naloga, ki zahteva predstavitev geoida visoke ločljivosti, je bolj enostavna, če je obravnavano območje manjše. Geoid, ki zajema lokalna območja, se lahko analitično predstavi v obliki ploskve drugega reda (krogla, elipsoid, hiperboloid, paraboloid). V večini primerov zadošča tudi že ravninska aproksimacija (ploskev prvega reda). Izbira tipa in oblike ploskve niti ni zelo pomembna. Pomembno je, da geoidno ploskev, določeno z izračunanimi geoidnimi višinami N (izraz (1)) v GPS-mreži, lahko obravnavamo kot funkcijo dveh spremenljivk:

$$N = N(y, x). \tag{3}$$

Tukaj sta spremenljivki y in x ravninski koordinati točk v mreži. Običajno se koordinate podajajo v lokalnem koordinatnem sistemu, pri nas so to Gauss–Kruegerjeve koordinate državne mreže. Funkcija N (y, x) predstavlja regresijsko oziroma interpolacijsko ploskev, določeno s številom točk z znanimi geoidnimi višinami. Za funkcijo N (y, x) je najbolje privzeti polinom določene stopnje (Illner, Jaeger, 1995):

$$N(y, x) = K + (Ay + Bx) + (Cy^2 + Dyx + Ex^2) + (Fy^3 + Gy^2x + Hyx^2 + Ix^3) + \ldots \tag{4a}$$

Omejitev na linearne člene nam da enačbo:

$$N(y, x) = K + (Ay + Bx). \tag{4b}$$

Izbira bikvadratnega polinoma je naslednja:

$$N(y, x) = K + (Ay + Bx) + (Cy^2 + Dyx + Ex^2). \tag{4c}$$

Če se spremenljivki y, x nanašata na težišče mreže, koeficienti polinoma pomenijo:

koeficient K predstavlja vzporedni odmik elipsoida od geoida. Linearna člena polinoma s koeficientoma A in B predstavljata razliko naklona tangentne ravnine na elipsoid in ploskve geoida v težiščni točki, in to v smeri koordinatnih smeri (A naklon vzhod – zahod, B naklon sever – jug). Smerni kot, ki ga določata koeficienta A in B, nam poda tudi smer največjega naklona (gradienta) ploskve lokalnega geoida. Če se omejimo samo na tri linearne člene, predpostavimo, da imata obe ploskvi enako ukrivljenost, vendar sta medsebojno nagnjeni pod določenim kotom.

Praktični izračuni kažejo, da linearna aproksimacija v večini primerov popolnoma zadošča. Seveda so nam na voljo tudi različne ploskve drugega reda, ali višjih redov, trigonometrične funkcije, ali pa bikubični zlepki (spline funkcije). Vendar takšne funkcije kažejo določeno nestanovitnost, če so interpolacijske točke razporejene neenakomerno (Holloway, 1988). Enačbe, predstavljene zgoraj, vsebujejo različno število neznanih parametrov A, B, C, D, E, K, ki podajajo naklon, ukrivljenost in odmik ploskve lokalnega geoida glede na referenčni elipsoid. Določitev lokalnega geoida dejansko pomeni izračun teh neznanih parametrov, odvisno od izbire ploskve in samega njihovega števila. V primeru ravninske aproksimacije potrebujemo vsaj tri enačbe oblike (4b). Za rešitev neznanih parametrov ukrivljenosti potrebujemo dve dodatni enačbi oblike (4c). Zanesljivost določitve lokalnega geoida zvišamo s povečanjem števila danih točk – točk z znanimi vrednostmi geoidnih višin ali njihovih razlik.

Katero regresijsko ploskev bomo privzeli za ponazoritev oblike geoida, je seveda odvisno od različnih dejavnikov. Med najbolj pomembne spadajo predvsem:

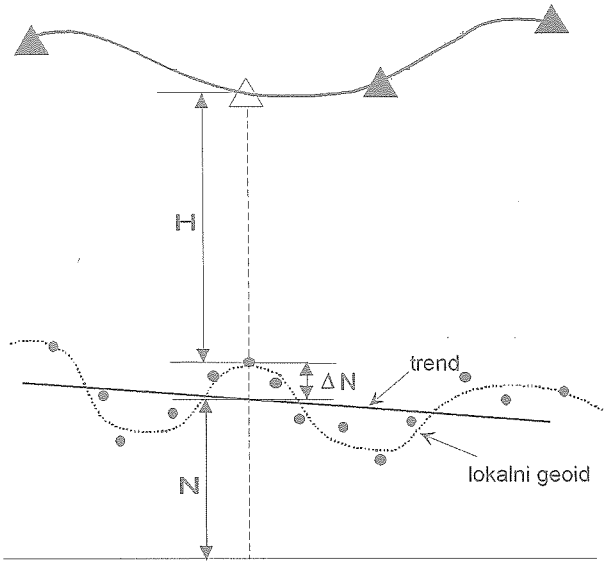
- število danih točk z znanimi nadmorskimi višinami oziroma znanimi odkloni navpičnice,
- relativni medsebojni položaj teh točk v mreži in položaj teh točk glede na obravnavano območje,
- kakovost in natančnost (morebiti) uporabljenega modela regionalnega geoida,
- kakovost opravljenih GPS-opazovanj,
- kakovost in zanesljivost izmerjenih količin na danih višinskih točkah.

Število danih višinskih točk in njihov položaj neposredno vplivata na natančnost izračunane regresijske ploskve. S teoretičnega stališča: večje število danih točk in čim bolj enakomerna razporeditev točk, tem boljša sta nadštevilnost in zanesljivost izbranega modela. S tem je seveda višja splošna natančnost določitve regresijske ploskve. Vsaka mreža predstavlja s praktičnega stališča poseben primer, tako da je treba za vsako mrežo posebej najti celovito rešitev, ki je kompromis med nadštevilnostjo, zanesljivostjo in gospodarnostjo.

### 3.1 Izboljšanje regresijske ploskve lokalnega geoida s pomočjo kolokacije

Lokalni geoid je del globalnega geoida in zato vsebujejo geoidne višine na danih točkah določen sistematični vpliv. Regresijska ploskev lokalnega geoida, izračunana na podlagi danih terestričnih meritev, predstavlja funkcijo (ploskev) trenda, s katero aproksimiramo ta sistematični vpliv. Po drugi strani je lokalni geoid glede na velikost obravnavanega območja že skoraj najboljši možni približek poteka ploskve realnega geoida, vendar pa izračunana ploskev ne izraža celotnega finega

detajla lokalnega geoida. Odstopanja na višinskih kontrolnih točkah (razlike med danimi in geoidnimi višinami, izračunanimi s pomočjo funkcije trenda) vsebujejo majhen, pa vendar neodkrit sistematični del (ΔN na sliki 2). Ta odstopanja lahko obravnavamo kot signal v postopku kolokacije (Boljen, 1995). V tem primeru signal s obravnavamo kot slučajno spremenljivko z lastnostjo $E\{s\}=0$.




*Slika 2*

Za računski preizkus predstavljene metode smo izdelali računalniški program, ki na podlagi danih geoidnih višin izračuna neznane koeficiente regresijske ravnine geoidne ploskve in interpolira vrednosti geoidnih višin na novih točkah mreže, katerih elipsoidne višine so določene s pomočjo GPS-opazovanj. Program je razdeljen na dva dela. V prvem delu z metodo najmanjših kvadratov izračuna neznane koeficiente regresijske ravnine in s pomočjo teh interpolira vrednosti geoidnih višin na novih točkah. V drugem delu program izračuna karakteristično dolžino v obravnavani mreži ter napove (predicira) vrednosti popravkov (signal) geoidnih višin na novih točkah. Napoved (predikcija) je izpeljana s pomočjo kolokacije po metodi najmanjših kvadratov. Na podlagi tako dobljenih geodnih višin je možno izračunati nadmorsko višino vsake nove točke v mreži, določene z GPS-opazovanji.

Izognili smo se izračunu regresijske ploskve (polinoma) višjih stopenj, ker praktični primeri iz tuje literature (tudi sami smo opravili nekaj računskih preizkusov) kažejo, da z višanjem stopnje polinoma interpolacija ne prinaša bistveno boljših rezultatov (Kuhar, 1996). Višja stopnja polinoma vsebuje tudi večje število neznanih koeficientov, za kar potrebujemo več danih višinskih točk. V vsakem primeru so rezultati bolj zanesljivi, če imamo več nadštevilnih opazovanj. S tem je tudi možnost kontrole večja. Linearni model torej v popolnosti zadošča za mreže na ne preveč razgibanih območjih.

## 4 PRAKTIČNI PRIMER

Geodetska uprava Republike Slovenije je v letu 1997 na območju Krasa v okolici Sežane postavila novo navezovalno mrežo ter sanirala obstoječo trigonometrično mrežo. Mreža vsebuje skupno 87 točk in zajema območje velikosti približno 18 km x 12 km. Celotna mreža je razdeljena na dva dela:

- okvirno mrežo tvorijo trigonometrične točke I. reda (3), II. reda (2) in III. reda (17),
- navezovalno mrežo tvorijo točke IV. reda (35) in novostabilizirane navezovalne točke (30).

V celotni mreži so opravljena GPS-opazovanja, pri čemer v okvirni mreži s statično metodo, v navezovalni mreži pa s hitro statično metodo. Tudi izravnava opazovanj je potekala ločeno. Rezultati izravnave so naslednji (Žele, 1997):

- okvirna mreža: srednja vrednost standardne deviacije v elipsoidni širini in dolžini $\sigma_{\phi,\lambda}$ = 1,9 mm, v elipsoidni višini pa $\sigma_h$ = 3 mm,
- navezovalna mreža: srednja vrednost standardne deviacije v elipsoidni širini in dolžini $\sigma_{\phi,\lambda}$ = 3,7 mm, v elipsoidni višini pa $\sigma_h$ = 6,8 mm.

Na območju mreže je opravljena tudi sanacija obstoječe nivelmanske mreže in je hkrati z geometričnim nivelmanom določena nadmorska višina 34 trigonometričnih in navezovalnih točk. Višine treh točk so določene s preciznim trigonometričnim višinomerstvom. Ocenjena natančnost niveliranja je okrog $\sigma_d$ = 1 mm (izračunano iz razlik niveliranja tja in nazaj). V mreži smo imeli na voljo večje število točk z znanimi nadmorskimi in elipsoidnimi višinami (dane točke) in smo nalogo GPS-višinomerstva lahko obravnavali na več načinov. V primeru večjega števila danih točk je vprašanje koliko točk in katere točke uporabiti za določitev lokalnega geoida? Da bi odgovorili na vprašanje, smo obravnavali več primerov.

1. primer:

s pomočjo vseh 37 točk smo izračunali lokalni geoid (regresijsko ravnino, slika 3). Na ta način smo lahko primerjali odstopanja med danimi in izračunanimi vrednostmi nadmorskih višin. Izračunana standardna deviacija odstopanj znaša: $\sigma$ = 0,017 m.

2. primer:

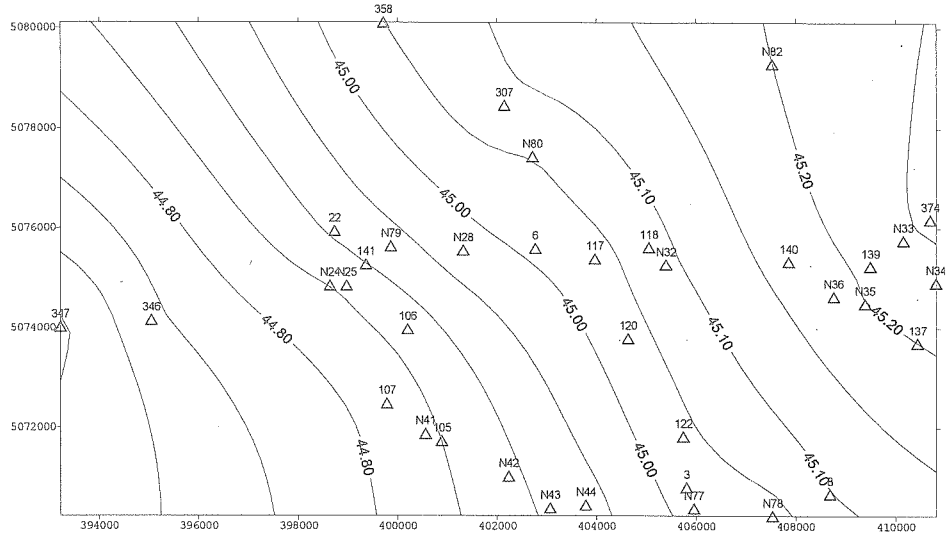
za izračun regresijske ravnine smo uporabili 5 točk, enakomerno razporejenih po robu mreže: 346(III), N41, N78, N307, 374(III). Pet točk naj bi predstavljalo minimalno število potrebnih točk za zanesljivo določitev koeficientov geoidne ravnine. Ostalih 32 točk je za kontrolo. Na osnovi odstopanj med danimi in izračunimi višinami na kontrolnih točkah smo izračunali standardno deviacijo, ki znaša: $\sigma$ = 0,021 m.

3. primer:

v naslednjem izračunu smo uporabili 10 točk, enakomerno razporenih po notranjosti mreže: N25, N33, N42, N78, N80, 120(IV), 137(IV), 140(IV), 346(III), 6(III). Ostalih 27 točk je bilo kontrolnih. Standardna deviacija, izračunana iz odstopanj na kontrolnih točkah, znaša: $\sigma$ = 0,019 m.

4. primer:

v tem primeru smo uporabili tudi 10 točk, vendar razporejenih po robovih območja, ki ga pokriva mreža: 6(III), 8(III), N43, N82, 107(IV), 120(IV), 137(IV), 140(IV), 346(III), 358(III). Standardna deviacija, izračunana iz odstopanj na kontrolnih točkah, znaša: $\sigma$ = 0,014 m.




*Slika 3*

V vseh primerih smo ocenili vrednost signala na novih in danih točkah. Ponovna primerjava z niveliranimi višinami in izračun odstopanj je podal manjše vrednosti standardnih deviacij. Vsekakor velja, da bo izračunani signal tem bolj zanesljivo določen, čim manjši je šum (slučajni pogreški) v mreži (čim bolj natančno so določene geoidne višine danih točk). Varianco izračunane geoidne višine na danih točkah lahko izračunamo kot (izhajamo iz znanega izraza (1)):

$$\sigma_N^2 = \sigma_h^2 + \sigma_H^2. \qquad (5)$$

Varianco elipsoidnih višin dobimo kot rezultat izravnave GPS-opazovanj za vsako točko posebej. Varianco nadmorskih višin pa moramo določiti empirično. Idealno bi bilo, če bi vse višine danih točk določili z geometričnim nivelmanom. Glede na velikosti mreže in bližino najbližjega reperja je pričakovati, da je standardna deviacija določitve višin točk okrog $\sigma_H$ = 3 mm. V primeru trigonometričnega višinomerstva vsekakor ni manjša od $\sigma_H$ = ±2 cm. V mreži Sežana je po enačbi (5) povprečna vrednost st. deviacije geoidnih višin okrog $\sigma_N$ = 7 – 8 mm, kar pomeni, da je natančnost določitve nadmorskih višin novih točk tudi centimetrska. Ne smemo pozabiti, da je mreža zelo razgibana (višinske razlike točk so v mejah 600 m; maksimalni naklon geoida znaša 4 cm na km) in da so bile v vseh primerih nekatere dane točke določene s trigonometričnim višinomerstvom.

## 5 ZAKLJUČEK

Opisani postopek podaja enega od možnih pristopov k GPS-višinomerstvu. Cilj je vedno isti: določiti nadmorske višine točk čim bolj hitro in točno. Za dosego tega cilja pa moramo poznati potek geoidne ploskve na obravnavanem območju. Vse, dokler ne bo na voljo centimetrski geoid za celotno območje Slovenije, predstavlja opisana metoda eno možnih rešitev. Metoda omogoča določitev natančnega lokalnega geoida tudi v vseh geodetskih mrežah posebnega pomena (inženirska geodezija). Pri tem je treba poskrbeti, da ima zadostno število točk mreže zanesljivo določene nadmorske višine.

**Literatura:**

*Boljen, J., Hoehenbestimmung mit Hilfe GPS. SPN, Karlsruhe, 1995, letnik 3, št. 1, str. 7-14*

*Holloway, R.D., The integration of GPS heights into the Australian height datum. Unisurv reports S-33, School of surveying, Kensington, 1988*

*Illner, M., Jaeger R., Integration von GPS-Hoehen ins Landesnetzes – Konzept und Realisierung im Programmsystem HEIDI. AV. Karlsruhe, 1995, št.1, str. 1-18*

*Kuhar, M., Raziskave ploskve geoida v Sloveniji. Doktorska disertacija. Ljubljana, FGG OG, 1996*

*Recenzija: Dušan Mišković – v delu*
*doc.dr. Bojan Stopar*

# UPORABA GPS-TEHNIKE V GEODETSKI IZMERI

*mag. Damjan Kvas*
*Območna geodetska uprava Celje, Celje*
*Prispelo za objavo: 1998-08-25*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-12*

## Izvleček

*V prispevku je obravnavano stanje in možnosti uporabe GPS-ja v geodetski izmeri. Navedene so merske tehnike, njihove osnovne značilnosti ter nekatere prednosti in slabosti uporabe GPS-ja.*
**Ključne besede:** *GPS, metoda izmere, predstavitev, Slovenija*

## Abstract

*This paper presents the current situation and future possibilities of using GPS techniques in geodetic surveys. The surveying techniques and basic characteristics are listed, as well as certain advantages and shortcomings of the use of GPS.*
**Keywords:** *GPS, presentation, Slovenia, survey method*

## 1 UVOD

V geodetski operativi je stalna težnja po cenejši, hitrejši in natančnejši geodetski izmeri, obdelavi podatkov in prikazu rezultatov. Preizkušanje in uvajanje novih merskih tehnik je zato stalni spremljevalec geodetske dejavnosti. V zadnjih 40 letih se je v geodeziji uveljavil niz tehnologij, ki so na drugih tehničnih področjih mnogo počasneje in težje prodirale. Uvedba elektrooptičnih razdaljemerov, elektronskih tahimetrov, računalniška obdelava meritev, računalniško vodenje opisnih podatkovnih baz, zajemanje in vodenje grafičnih podatkovnih baz ter uspešna povezava naštetih tehnologij v geodetski službi je nedvomno pravšnje in dovolj preizkušeno okolje za uvedbo tehnike NAVSTAR Global Positioning System (GPS) v mersko prakso.

Tehnologija GPS-ja se je v Sloveniji začela uveljavljati konec 80. let. Najprej na raziskovalnih projektih FGG – Oddelek za geodezijo (Kilar et al., 1990), nato v najzahtevnejših operativnih nalogah na področju osnovnega geodetskega sistema v Geodetski upravi Republike Slovenije. Danes je tehnologija GPS-ja nepogrešljiva pri meritvah kontinentalnih geodetskih mrež (Ehrnsperger, 1991, Overgraauw et al., 1994), geodetskih mrež višjega reda v Republiki Sloveniji, okvirnih in navezovalnih mrež (Stopar, 1992, Mierlo, 1993), vse bolj pa se uveljavlja tudi pri meritvah zgostitvenih mrež, izmeri in inženirski geodeziji (Kvas, 1995, Augarth, 1994, Stopar et al., 1997). Tak prodor tehnologije GPS-ja je seveda omogočil izjemno intenziven razvoj GPS-sprejemnikov in spremljajoče opreme. Ves čas pa se do uporabnikov ustrezno odziva upravljavec vesoljskega in kontrolnega segmenta GPS-ja, U.S.

Department of Defence – Ministrstvo za obrambo ZDA. Tehnologija GPS-ja nudi v uporabniškem segmentu široke možnosti uporabe. V geodeziji so se zaradi potrebe po visoki natančnosti uveljavile relativne metode GPS-meritev in obdelave podatkov. Relativne metode GPS-ja zagotavljajo natančno določitev vektorskih komponent med dvema ali več sprejemniki v World Geodetic System, 1984 (v nadaljevanju WGS-84). WGS-84 deluje v natančno določenem tridimenzionalnem kartezičnem koordinatnem sistemu. Položaj sprejemnika glede na drug delujoč sprejemnik v sistemu WGS se izrazi s tremi komponentami prostorskega vektorja.

## 2 DOLOČANJE KOORDINAT GEODETSKIH TOČK

Določanje koordinat geodetskih točk in prenos točk iz projekta v naravo se izvajata v državnem koordinatnem sistemu, ki je v Republiki Sloveniji Gauss-Kruegerjev ravninski koordinatni sistem in se nanaša na elemente Besselovega elipsoida ter Gauss-Kruegerjeve projekcije. V splošnem gre za lokalni koordinatni sistem. NAVSTAR GPS deluje v globalnem referenčnem sistemu WGS-84, kjer je absolutni t.i. navigacijski položaj sprejemnika v najslabšem primeru določen z natančnostjo 300 m. Pri obdelavi meritev z GPS-jem, kjer niso vključena opazovanja na danih točkah z natančnimi koordinatami WGS-84, dobimo absolutne kartezične koordinate točk v trenutnem (t.i. kvazi) WGS-84, ki ga določajo trenutni podatki o položajih satelitov, s katerih smo prejeli signal. V nadaljevanju je treba izvesti pretvorbo koordinat iz WGS-84 v državni koordinatni sistem. Pretvorbo izvedemo z izračunom pretvorbenih parametrov na točkah, ki imajo podane natančne koordinate v obeh sistemih. Iz tega izhaja stalna potreba navezave GPS-meritev na točke, ki imajo natančno določene koordinate v državnem koordinatnem sistemu in v WGS-84. Taka navezava omogoča časovno povezljivost različnih GPS-meritev ter natančnejšo pretvorbo koordinat med obema sistemoma.

Iz opisanega izhaja potreba po vzpostavitvi mreže točk z določenimi koordinatami v WGS-84 in državnem koordinatnem sistemu, ki bi se uporabljale za pretvorbo koordinat med obema sistemoma (Savšek, 1992), obenem pa bi lahko nanje postavljali referenčne GPS-sprejemnike. Trenutno imajo na ta način določene koordinate le trigonometrične točke I. reda, na katerih so bile centrično postavljene GPS-antene v EUREF '95 in točke, na katerih so bile izvedene GPS-meritve z navezavo na trigonometrične točke I. reda. Te koordinate še niso dostopne širšemu krogu uporabnikov. Zaradi nehomogenosti in neizotropnosti državnega koordinatnega sistema v Republiki Sloveniji je treba za geodetske potrebe za vsako delovišče posebej izračunati lokalne pretvorbene parametre na podlagi vsaj minimalnega števila točk z določenimi koordinatami v obeh sistemih. Za navigacijske potrebe se t.i. datumski parametri lahko izračunajo za celo državo in predstavljajo osnovo za uporabo tehnike GPS-ja v povezavi s kartografskimi materiali v Republiki Sloveniji.

## 3 METODE GPS-MERITEV

Ločimo dva načina GPS-merjenj. V geodeziji je starejši, bolj znan in doslej največ uporabljen, statični način. Omogočajo ga vsi sprejemniki, ki so namenjeni za geodetske meritve. V zadnjih nekaj letih pa spremljamo močan razvoj dinamičnega načina. Dinamični način je bil omogočen z razvojem zmogljivejše elektronike v

sprejemnikih in antenah, sodobno zasnovo opreme (lahke in priročne antene, stativi, ročni računalniki za upravljanje sprejemnikov – kontrolerji, pripomočki za prenos in transport opreme ...), programsko opremo v sprejemniku, ki vodi opazovalca skozi različne metode dinamičnega načina, sodobno opremo za obdelavo meritev v pisarni itd. Pojavljajo se nove in izpopolnjujejo obstoječe metode dinamičnih merjenj, kar povzroča uporabnikom precejšnje stroške in neprestano strokovno izpopolnjevanje. GPS-merske metode je možno kombinirati med seboj, kar še dodatno povečuje uporabnost, natančnost in gospodarnost GPS-meritev.

| *PROCEDURA* | *MIN. ŠTEVILO SATELITOV* | *ČAS OPAZOVANJ* | *TIPIČNA NATANČNOST* | *OSTALE ZNAČILNOSTI* |
|---|---|---|---|---|
| *Static* | *4* | *1 ura* | *enofrekvenčni: 20 mm + 2 ppm Dvofrekvenčni: 5 mm + 1 ppm* | *najboljša natančnost na vektorjih ≤15km z enofrekvenčnimi in brez omejitev z dvofrekvenčnimi sprejemniki* |
| *Fast Static* | *4* | *5-20 min* | *1 cm + 1 ppm* | |
| *Kinematic* | *4* | *2 epohi minimalno 2 min priporočeno* | *2 cm + 2 ppm* | *Vektorji so omejeni na približno 15 km. Premični sprejemnik mora biti re-inicializiran, če pride kadarkoli do izgube signala.* |
| *RTK (Real-Time Kinematic)* | *4* | *2 epohi za določitev položaja* | *2 cm + 2 ppm* | *Vektorji so omejeni na približno 10 km. Zahteva radijsko povezavo in je običajna uporaba računalnika za upravljanje postaje. Premični sprejemnik mora biti re-inicializiran, če pride kadarkoli do izgube signala.* |

*Preglednica: Pregled GPS-merskih tehnik*

Vir: Trimble Series 4000 Application Guide, 1995

### 3.1.1 Statična metoda

Statična metoda določanja GPS-vektorjev med stojišči se je prva uveljavila v geodeziji. Pri tej metodi uporabimo dva ali več GPS-sprejemnikov, ki jih postavljamo na dane in nove točke v mreži. Sprejemniki določen čas sprejemajo signal z najmanj štirih GPS-satelitov. Ker je treba običajno opazovati več točk, kot je na voljo sprejemnikov, se meritve izvedejo v več t.i. sesijah. Pri velikih mrežah je planiranje merskih sesij izjemno pomembna in zahtevna delovna faza. Čas trajanja merske sesije Static je odvisen od želene natančnosti, dolžine vektorjev ter vidnosti in razporeditve satelitov v času merjenj (Trimble, 1991). Največji problem predstavljajo ovire, ki preprečujejo sprejem ali povzročajo popačenje GPS-signala. Če v sesiji deluje n sprejemnikov, lahko slab sprejem signala na enem sprejmniku povzroči n-1 neizmerjenih vektorjev v sesiji.

### 3.1.2 Fast Static™ metoda

Fast Static je novejša dinamična metoda GPS-meritev, ki jo je možno opraviti samo s sprejemniki, ki podpirajo metodo opazovanj Fast Static (Trimble, 1992).

V fazi terenskih opazovanj je nekoliko podobna statičnemu načinu, le da je čas zasedbe točk mnogo krajši. Meritve Fast Static opravimo najmanj z dvema sprejemnikoma, pri čemer je eden bazni in drugi premični (lahko je tudi več baznih in več premičnih sprejemnikov). Bazni sprejemnik postavimo na točko, kjer ostane ves čas meritev, zagotovljena mora biti dobra vidnost satelitov. S premičnim sprejemnikom zasedamo točke, ki jim bomo določali koordinate. Oba sprejemnika morata podpirati metodo merjenja Fast Static. Anteno baznega sprejemnika postavimo na stabilen trinožni stativ. Antena premičnega sprejemnika pa naj bo čim lažja, postavljamo jo na lahek teleskopski nosilec s pomožnima opornima nogama. Istočasno lahko merimo z več baznimi in več premičnimi sprejemniki. Na ta način izmerimo vsakokrat vektor med baznim in premičnim sprejemnikom in dobimo šop vektorjev, od katerih imajo vsi po eno krajišče v centru antene baznega sprejemnika. V času meritev deluje vsak sprejemnik neodvisno, zato je treba še posebej paziti, da ne pride do izgube signala na baznem sprejemniku, ki ga običajno puščamo brez operaterja. Izguba signala na premičnem sprejemniku ni problematična, ker jo zaznamo, sistem pa temu primerno podaljša čas merjenja. Za premični sprejemnik je pomembno, da ga lahko čim hitreje prestavimo s točke na točko. Čas opazovanja na točki je odvisen od želene natančnosti, dolžine vektorja in še posebej od trenutne vidnosti in razporeditve vidnih satelitov. Razporeditev vidnih satelitov je izražena s faktorjem PDOP (Position Dilution of Precision). Pri nastavitvi opazovalnih parametrov določimo, kako se bo spreminjal čas opazovanja zaradi spreminjanja PDOP-ja.

### 3.1.3 Kinematična metoda

Tudi pri kinematični metodi GPS-merjenj nastopata bazni in premični sprejemnik – po eden ali več. Vsi sprejemniki morajo ves čas merjenj neprekinjeno sprejemati signal z najmanj štirih satelitov – tudi premični sprejemnik med premikanjem iz ene v drugo točko. Za postavitev baznega sprejemnika veljajo enaki pogoji kot v Fast Static metodi. Za premični sprejemnik pa je treba skrbno načrtovati pot od točke do točke, da na poti ne pride do sprejemanja signala z manj kot štirih satelitov. Kinematična metoda zahteva t.i. inicializacijo meritev. Inicializacija meritev je merjenje vektorja znane dolžine, da se omogoči hitra, natančna in zanesljiva določitev celoštevilčne neznanke N, ki pomeni število celih valov EM na poti od satelita do sprejemnika, kar je pogoj za natančen izračun položaja kinematično posnetih točk. V kolikor pride do prekinitve signala na baznem ali premičnem sprejemniku, je treba postopek inicializacije ponoviti (reinicializirati sistem). Na ta način je omogočen natančen izračun vektorjev med baznim in premičnim sprejemnikom ter posledično natančen izračun koordinat.

Novejši sprejemniki podpirajo t.i. On the Fly inicializacijo (OTF), ki je zelo hitra in enostavna in je povečala uporabnost GPS-tehnike v geodetski izmeri. Pri tem načinu se inicializacija izvede na podlagi približno 2-minutnih opazovanj na novi točki. Obstaja več načinov izvajanja kinematične metode, ki jih lahko kombiniramo med seboj (Trimble, 1992). Kinematična metoda je primerna za detajlno izmero, saj je čas zasedbe točke za določitev vektorja z GPS-jem zelo kratek. V nadaljevanju so predstavljeni osnovni načini.

3.1.3.1 Stop and go

Stop and go je osnovni način, pri katerem običajno uporabimo en bazni in en premični sprejemnik. Bazni sprejemnik ostane ves čas meritev na istem mestu, medtem ko s premičnim zasedamo izmeritvene točke. Bolje je istočasno uporabiti več baznih sprejemnikov, da si zagotovimo nadštevilna opazovanja oziroma redundanco. Ta in naslednji, način Leapfrog, omogočata hitro in natančno določanje točk in sta primerni za snemanje detajla.

3.1.3.2 Leapfrog

Leapfrog je način, pri katerem se menjujeta vlogi baznega in premičnega sprejemnika. Najenostavneje je z dvema sprejemnikoma: eden je bazni, drugi premični. Po določenem času (odvisno od potrebe) pustimo premični sprejemnik na primerni točki in prevzame vlogo baznega sprejemnika, bazni sprejemnik pa prevzame vlogo premičnega in z njim zasedamo ustrezne detajlne točke. Takih menjav lahko naredimo neomejeno. Pogoj pri tem je, da nista nikoli oba sprejemnika v premikanju.

3.1.3.3 Continous

Za način Continous postavimo bazni sprejemnik enako kot pri prejšnjih načinih. Premični sprejemnik montiramo na vozilo in ga premikamo po želeni poti. Z nastavitvijo časovnega intervala registriranja meritev določimo gostoto točk na prostorski krivulji, po kateri se pomika sprejemnik.

**3.1.4 Real time Kinematic metoda**

Real-Time Kinematic – RTK je najnovejša kinematična metoda (Stopar et al., 1997), ki zaradi določanja koordinat detajlnih točk v realnem času in v lokalnem koordinatnem sistemu omogoča poleg snemanja tudi zakoličevanje detajla. Za operativno uporabo te metode so potrebni dvofrekvenčni GPS-sprejemniki, ki delujejo na faznem in kodnem načelu, močna računalniška podpora za real-time izračun opazovanj, ter priročne in zmogljive radijske povezave med premičnimi in baznimi postajami. RTK-sistem sestavljata referenčna ter premična postaja. Bazni sprejemnik postavimo na referenčno točko z določenimi koordinatami v sistemu WGS-84. Opremljen mora biti z radijskim oddajno/sprejemnim modemom in računalnikom. Premični GPS-sprejemnik, s katerim se pomikamo po novih točkah, je prav tako opremljen z radijskim sprejemno/oddajnim modemom in računalnikom. Referenčna postaja sprejema signal z vseh vidnih satelitov in računa korekcijske elemente kot razliko med danimi koordinatami WGS-84 in izračunanimi koordinatami WGS-84, ki jih izračuna iz opazovanj satelitov. Korekcije se računajo sproti (real-time) in skupaj s podatkom o času, v katerem so nastali, tvorijo t.i. RTK korekcijo in jo pošiljajo prek radijskega modema v eter. Premična postaja prav tako računa svoj položaj na podlagi opazovanj z vseh vidnih satelitov, k temu položaju pa prišteje parametre korekcije RTK, ki jih dobi od referenčnega sprejemnika prek radijskega modema. Ta preračun se izvaja sproti, tako da dobimo natančen položaj obeh sprejemnikov v sistemu WGS-84.

Za preračun v lokalni koordinatni sistem je treba izvesti ustrezno pretvorbo koordinat. Z računalnikom, ki nadzira delovanje RTK-sistema, lahko izvajamo te pretvorbe na podlagi točk z danimi koordinatami v obeh sistemih v realnem času.

Tako dobimo položaj novih točk neposredno v lokalnem koordinatnem sistemu. Postopek določitve parametrov za pretvorbo koordinat iz WGS-84 v lokalne koordinate se pri RTK-sistemu imenuje kalibracija. Pri novejših sistemih jo je možno izvesti tudi tako, da referenčna postaja stoji prosto (kjerkoli), pogoj je le, da s premično postajo obiščemo točke, ki imajo določene koordinate v lokalnem koordinatnem sistemu. Tudi RTK GPS-sistem mora biti med meritvami inicializiran. Inicializacija OTF je povečala uporabnost kinematic tehnike do te mere, da je postala konkurenčna tahimetriji. Ima pa tudi svoje slabosti, kot npr: omejeno območje delovanja radijskih zvez (do okoli 10 km), več občutljivih tehnologij deluje istočasno in lahko karkoli onemogoči merjenje (motnje ali izguba radijskega signala, motnje ali izguba signala GPS-ja, ovire GPS-ja ...), napetosti na osnovnem geodetskem sistemu vplivajo na natančnost transformacije iz WGS-84 v državni koordinatni sistem itd.

### 3.1.4 Kombiniranje GPS-merskih tehnik

Pri terenskem delu lahko dosežemo optimalno učinkovitost s kombiniranjem različnih GPS (Trimble, 1992) in terestričnih merskih tehnik. Katere tehnike bomo kombinirali, je odvisno od mnogih dejavnikov, npr. potrebna natančnost rezultatov, tip in število sprejemnikov, število in izurjenost opazovalcev, terenske razmere (zaraščen teren, pozidano ...), strojna in programska oprema, ki je na voljo za obdelavo GPS-opazovanj ... Najpogostejši primeri, ko je treba v geodeziji kombinirati različne tehnike z GPS-jem, so:

1) Meritve na zgostitveni mreži: pri zgoščanju geodetske položajne mreže lahko uspešno kombiniramo static tehniko za povezavo mreže s točkami, ki imajo določene WGS-84 in lokalne koordinate in tehniko Fast-Static za določitev koordinat zgostitvenih točk (npr. navezovalnih točk, poligonskih točk).

2) Meritve v katastrski in topografski izmeri: na območju delovišča si razvijemo izmeritveno mrežo z uporabo tehnike Static in Fast Static. Točke rekognosciramo tako, da je možna nadaljnja GPS-izmera ali pa klasična tahimetrija (izmeritvene točke morajo biti v tem primeru med seboj vidne, da je omogočena orientacija tahimetra). V nadaljevanju s Stop and Go ali Leapfrog posnamemo čimveč detajlov in obenem postavimo še dodatna stojišča tahimetra za snemanje tistih točk, ki jih zaradi GPS-ovir ni možno posneti z GPS-jem.

3) Določanje reinicializacijskih točk: pri kinematičnih tehnikah GPS-meritev z opremo, ki ne omogoča OTF-inicializacije, je treba med delom večkrat reinicializirati sistem. Da ne izvajamo inicializacije z zamudnim vračanjem na prejšnjo izmerjeno točko ali celo postopek menjave anten, lahko po prekinitvi signala sistem inicializiramo z meritvijo Fast-Static naslednje točke in nadaljujemo meritve kinematic.

4) Vzdrževanje zemljiškega katastra: pri vzdrževanju zemljiškega katastra je najpogostejši problem navezava na državni koordinatni sistem. Z GPS-tehniko je mogoče na delovišču določiti stojišče tahimetra tako, da se prenesejo koordinate z oddaljenih točk.

5) GPS-tehnike lahko uspešno povezujemo tudi z drugimi meritvami, npr. v fotogrametriji, v zračni, pomorski in kopenski navigaciji (DGPS), v detajlni izmeri in zakoličbi z najnovejšo tehniko Real Time Kinematic itd.

## 4 PREDNOSTI IN SLABOSTI GPS-TEHNIKE

GPS-tehnika ima poleg številnih prednosti tudi mnoge slabosti. Med poglavitne prednosti lahko štejemo: visoko natančnost meritev, možnost merjenja ob vsakem vremenu, medsebojna vidljivost GPS-sprejemnikov ni potrebna, možnost določanja dolgih vektorjev, prirejeno strojno in programsko opremo itd. Med slabosti pa uvrščamo: visoko ceno opreme, popolnoma nova logika merjenja zahteva veliko učenja (ni primerljiva s klasičnimi tehnikami), občutljivost na GPS-ovire, nekaterih ovir ni možno z gotovostjo predvideti, uporabniki uporabljajo NAVSTAR GPS na lastno odgovornost, pri izmeri detajla ni možno snemati objektov (GPS-ovira), zaraščen teren ni primeren za uporabo GPS-ja, v času meritev ni zanesljivih kazalcev, da so meritve dobro opravljene in da bo izračun vektorjev možen, GPS ne more v celoti nadomestiti terestričnih tehnik, zato je potrebna dvojna oprema in dvojno znanje, kar je problematično za manjše uporabnike, ni na voljo dovolj točk z določenimi natančnimi koordinatami WGS-84 itd. Nekatere izmed navedenih slabosti se pojavljajo tudi pri terestričnih merskih tehnikah. Z dobro organizacijo dela in ustreznim znanjem je mogoče vpliv nekaterih slabosti zelo zmanjšati.

## 5 ZAKLJUČEK

Uvajanje GPS-tehnike v razna geodetska dela je bilo v Sloveniji dokaj dobro preizkušeno. Na osnovnih geodetskih delih je uporaba GPS-ja že nepogrešljiva, v geodetski izmeri ozroma nižji geodeziji pa se hitre dinamične GPS-metode pojavljajo v kombinaciji s terestričnimi meritvami. Pojavljajo se elaborati novih izmer, kjer je del opazovanj opravljen z GPS-jem in del opazovanj s tahimetrijo. V nekaterih okoljih izvajalci že izvajajo navezavo meritev na državni koordinatni sistem z GPS-metodami. Geodetska uprava Republike Slovenije si prizadeva kakovostno in strokovno uvesti novo tehnologijo v svoje delovne procese. Čim prej bo treba zagotoviti mrežo točk z določenimi natančnimi koordinatami v WGS-84 in v državnem koordinatnem sistemu. Koncept razvoja mrež je pogojen s potrebami uporabnikov. Le-te se z uporabo novih tehnologij spreminjajo, zato je treba željam uporabnikov slediti tudi s spremembo koncepta mrež. Geodetska uprava Republike Slovenije se na podlagi lastnih izkušenj in izkušenj v svetu pripravlja na spremembe tehničnih predpisov v smer uporabe GPS-tehnike.

**Literatura:**

*Augath, W., Stand und Entwicklungstendenzen des GPS-Einsatzes in der Landesvermessung. Zeitschrift fuer Vermessungswesen. Stuttgart, 1994, št. 5*

*Ehrnsperger, W., Das Europaeische Datum 1987 (ED87). Zeitschrift fuer Vermessungswesen. Stuttgart, 1991, št. 2*

*Heckmann, B., Anvendung der GPS-Technik in Kataster. Satelitte Positioning Nachrichten, 1994, št. 3*

*Kilar, B. et al., Referati s predstavitve GPS sistema 'ASHTECH' Univerza v Ljubljani. FAGG OGG, Ljubljana, 1990*

*Kvas, D., Možnosti uporabe GPS tehnike v geodetski izmeri. Magistrska naloga. FAGG OGG, Ljubljana, 1995*

*Overgaauw, B. et al., Analysisof the EUREF-89 GPS data from SLR/VLBI sites. Bulletin Géodésique, 1994*

*Savšek, Safić S., Diplomska naloga. FAGG OGG, Ljubljana, 1992*

*Stopar, B., GPS izmera navezovalne mreže Rovte. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1992*

*Stopar, B. et al., RTK metoda GPS-izmere. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1997*
*Trimble Navigation Limited, Surveyor's Field Guide. A Field Guidebook for Static Surveying, Sunnyval, 1991*
*Trimble Navigation Limited, Surveyor's Field Guide. A Field Guidebook for Dynamic Surveying, Sunnyval, 1992*
*Van, Mierlo J., Integration von GPS in bestehende Netze. Zeitschrift fuer Vermessungswesen. Stuttgart, 1993, št. 3, 4*

*Recenzija: mag. Simona Savšek-Safić*
*Ivan Seljak*

# TOPOGRAFSKI PODATKI IN GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE

*Tomaž Petek*
*Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-06-19*
*Pripravljeno za objavo: 1998-07-29*

## Izvleček

*Sistem digitalnih topografskih podatkov neke države predstavlja topografska baza, ki vsebuje najpodrobnejše, izmeritvene oziroma izvorne podatke o naravnih in grajenih danostih. V članku je opisan predlog rešitve za zagotavljanje kakovostnih topografskih podatkov uporabnikom. Predlagano je struktuiranje, vodenje in vzdrževanje podatkov ter opisan predlog podatkovnega modela in modela kakovosti, ki ga je pripravil izvajalec prototipne rešitve.*
**Ključne besede:** *kakovost topografskih podatkov, podatkovni model, topografska baza*

## Abstract

*Digital topographic data systems consist of a topographic database containing the most detailed general topographic data with nation-wide coverage. This article describes a proposal for the provision of quality topographic data to users. Data structuring, storage and maintenance are proposed, and proposals are described for a data model and quality model prepared by the contractor who prepared the prototype solution.*
**Keywords:** *data model, topographic database, topographic data quality*

## UVOD

Z vzpostavitvijo posameznih topografsko-kartografskih baz smo v preteklosti na Geodetski upravi Republike Slovenije želeli uporabnikom ponuditi podlago za uporabo geokodiranih podatkov. Po opravljenem prvem koraku pretvorbe analognega topografskega in kartografskega gradiva v digitalno obliko so danes na področju vzpostavitve, vodenja in vzdrževanja topografskih podatkov potrebne nekatere spremembe. Za učinkovitejše zagotavljanje redno vzdrževanih, dovolj kakovostnih in cenovno dostopnih topografskih podatkov vsem zainteresiranim uporabnikom je zdaj osrednja pozornost namenjena izboljševanju kakovosti obstoječih zbirk topografskih podatkov ter iskanju čvrstejših medresorskih povezav z ostalimi upravljavci prostorskih podatkov. Za topografske podatke je treba obravnavati celoten proces od identifikacije objektov v stvarnem okolju, ki nas

obdaja, prek modeliranja podatkov o naravnih in grajenih danostih in njihovega upodabljanja v topografski bazi ter vse do produkcijskega modela, ki opredeljuje uporabo podatkov na posameznih izdelkih.

## SEDANJE STANJE

Prednostni cilji Geodetske uprave Republike Slovenije po osamosvojitvi Slovenije so bili naslednji:

- vzpostavitev sodobnega topografsko-kartografskega sistema
- zagotovitev enotnih standardov in podlag za določitev prostorskih podatkov in
- priprava temeljev za vzpostavitev državne topografske baze.

Z razmahom GIS-ov in informacijske tehnologije na splošno so se povečale tudi potrebe uporabnikov po topografskih podatkih v digitalni obliki. Za zagotovitev ustrezne oblike podatkov smo se na Geodetski upravi Republike Slovenije odločili za pretvorbo obilice analognega gradiva v digitalno obliko. V prvi vrsti je to pomenilo skaniranje vseh reprodukcijskih originalov obstoječih sistemskih topografskih načrtov in kart. To je bilo opravljeno v letih od 1993 do 1995. Od takrat dalje pa se vsako leto sproti opravlja skaniranje vzdrževanih in obnovljenih topografskih načrtov in kart. Poleg tega pa je potekala tudi pospešena vzpostavitev vektorskih baz prostorskih podatkov in izdelava digitalnih ortofoto načrtov in evidence zemljepisnih imen. Na podlagi časovnih in finančnih možnosti so dobile pri vektorskih bazah prednost topografske baze srednje natančnosti, ki so zajete iz topografskih kart v merilu 1 : 25 000. To je področje natančnosti, ki je zagotavljalo celovito vzpostavitev v času od dveh do štirih let. V letu 1996 je bila v celoti vzpostavljena generalizirana kartografska baza, ki vsebuje vektorske podatke o cestah, hidrografiji, železnicah in plastnicah. Po opravljenem zajemu so bile opravljene tudi nekatere dopolnitve, preverjena je bila kakovost celotne baze. V letu 1997 smo začeli s prvim ciklom vzdrževanja teh podatkov. Tako smo v relativno kratkem času ustregli najnujnejšim zahtevam uporabnikov.

## SISTEM TOPOGRAFSKIH PODATKOV NA GEODETSKI UPRAVI REPUBLIKE SLOVENIJE

Za lažje vodenje, upravljanje in distribucijo topografskih podatkov bi morali le-te strukturirati in opredeliti v sistemu. Želimo vzpostaviti topografsko bazo podatkov, v katero bodo vključeni posamezni topografski objekti, v obsegu in s kakovostjo, ki ustreza vsaj večini uporabnikov, hkrati pa je za Geodetsko upravo Republike Slovenije tako finančno kot tudi organizacijsko še izvedljiva. Gre torej za iskanje kompromisa in racionalizacije dosedanjega nabora topografskih objektov. Pod pojmom sistem topografskih podatkov razumemo vse tiste temeljne izmeritvene oziroma izvorne grafične in opisne podatke o topografskih objektih, za katere je pristojna Geodetska uprava Republike Slovenije. Poleg osnovnih topografskih podatkov, strukturiranih v bazi, mora sistem zagotavljati tudi temeljne povezave z ostalimi sektorskimi oziroma resornimi bazami. Takšne baze so na primer Banka cestnih podatkov Direkcije Republike Slovenije za državne ceste, baza hidrografije Uprave za varstvo narave, Register prostorskih enot, Register zemljepisnih imen, baza geodetskih točk in podobno. Posamezni topografski objekti bi imeli lahko v

takšnem sistemu različno stopnjo natančnosti in podrobnosti ter bi bili zajeti iz različnih virov. Glede na njihovo položajno natančnost bi bili razdeljeni v tri kategorije.

### Organiziranost

Osnovni moto pri snovanju topografskega sistema je vzpostavitev enotne topografske baze in obstoju kartografskih baz na posameznih ravneh natančnosti. Topografski podatki na Geodetski upravi Republike Slovenije bi morali biti vodeni in vzdrževani po sistemu centralne baze podatkov, s tem da bi imeli dostop do njih vsi uporabniki znotraj geodetske službe in tudi ostali. V prvi fazi bi se v opisan sistem preoblikovali obstoječi topografski podatki in opravil zajem nekaterih skupin objektov, za katere je veliko zanimanja med uporabniki. Treba je predvideti postopnost zajema glede na posamezne topografske objekte in glede na posamezna območja Slovenije, kjer je opaženo zanimanje uporabnikov. Po predvidevanjih in oceni finančnih sredstev bi bila lahko vzpostavitev sistema v celoti opravljena v času od 5 do 7 let, hkrati pa bi se posamezne objektne skupine začele tudi vzdrževati.

### Predstavitev prototipne rešitve

Ob koncu leta 1997 je Geodetska uprava Republike Slovenije naročila izvedbo projekta prototipne rešitve vzpostavitve topografske baze večje natančnosti. Takšna topografska baza bi se uporabljala v GIS-ih in tudi kot vir za izrise temeljne državne karte. V nadaljevanju prispevka razmišljamo rešitvah, predstavljenih v rezultatih tega projekta (IGF FGG, 1998).

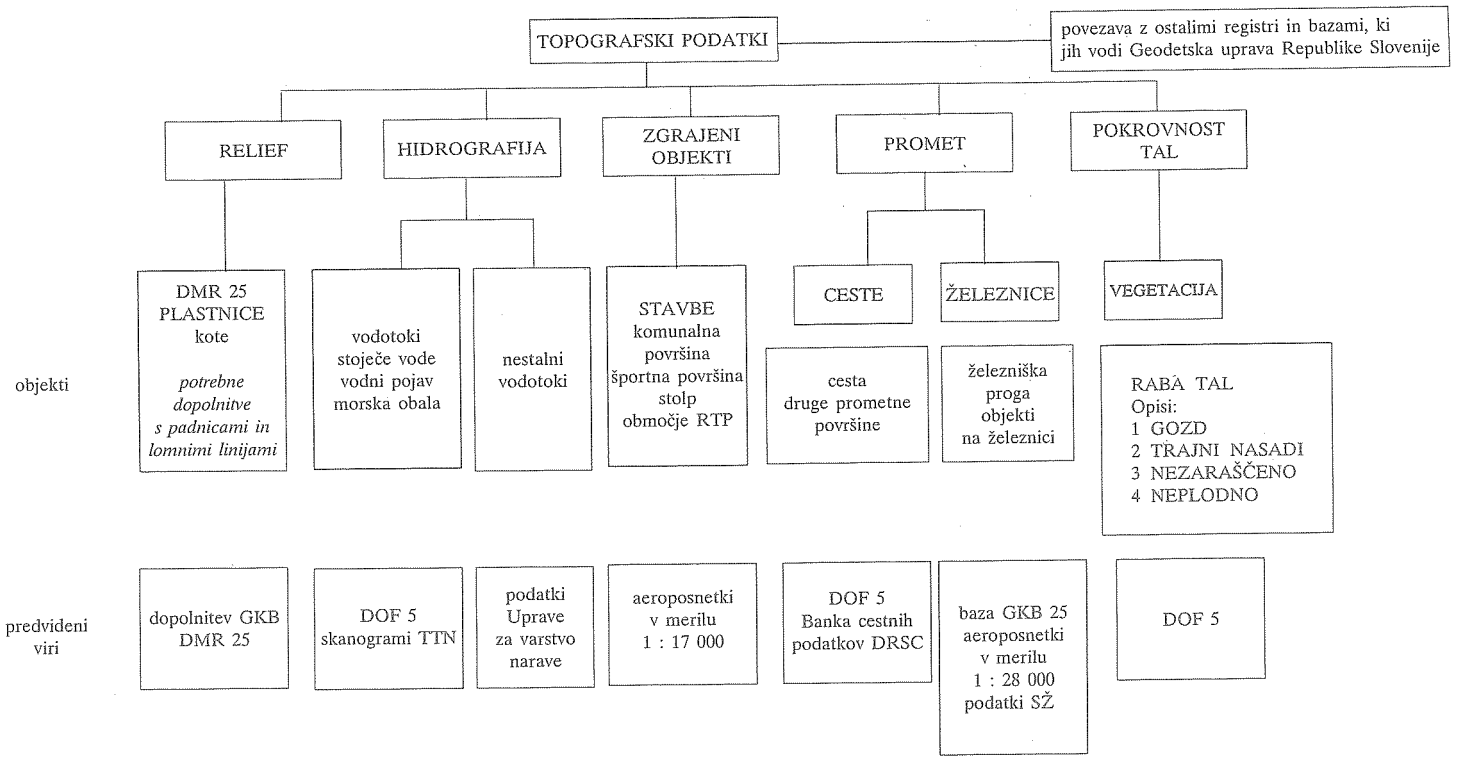
### Zajem podatkov

Zajem podatkov v topografsko bazo bo potekal iz različnih virov, glede na predpisano kakovost podatkov. Zajem in vzdrževanje bodo opravili zunanji izvajalci na podlagi javnih razpisov. Tudi zahtevana položajna natančnost bo razdeljena v tri kategorije, glede na vir zajema za posamezni topografski objekt:

- prva kategorija – zajem iz posnetkov v merilu 1 : 17 500 ali boljšega merila
- druga kategorija – zajem iz DOF-a, velikost slikovnega elementa 0,5 metra ob pomožnem viru – skanogrami TTN 5
- tretja kategorija – objekti, zajeti v prvi fazi s pomočjo skanogramov topografskih kart 1 : 25 000 (prevzeto iz obstoječe generalizirane kartografske baze) in v nadaljevanju vzdrževani s pomočjo aeroposnetkov v merilu 1 : 28 000.

### Vzdrževanje podatkov

Vzdrževanje za posamezne kategorije objektov bo potekalo iz različnih virov in v različnih časovnih obdobjih. Načelna usmeritev je zagotoviti vzdrževanje na obdobja od 5 do 7 let. Proces vzdrževanja se bo dokončno šele oblikoval, vendar je temeljno načelo vzdrževanja iz aerofotomaterialov in resorskih podatkovnih baz, v kolikor bo njihova kakovost ustrezala postavljenim zahtevam. Določeni objekti v bazi bi se lahko vzdrževali sproti, če bi bili ustrezno opredeljeni protokoli izmenjave podatkov ter postopki in standardi za posredovanje podatkov. Tako bi bilo treba v določenih časovnih obdobjih, za katera bi se dogovorili, opraviti samo še inventuro stanja in vzdrževati manjkajoče vsebine.




*Slika: Pregled podatkovnega modela topografske baze*

### Podatkovni model

Podatkovni model prototipa topografske baze vključuje čez 20 objektov, ki so razdeljeni v pet temeljnih objektnih skupin (grajeni objekti, relief, hidrografija, promet in pokrovnost tal). Posamezni objekti imajo svojo definicijo, kriterij zajema, tip objekta in opise, opredeljene v obrazcu objektnega kataloga. V tem obrazcu so opisani ime objektne baze in objektne skupine (razreda) ter ime objekta, definicija objekta, topološka opredelitev objekta v bazi, način zajema in kriteriji za uvrstitev v bazo ter opisni podatki. Celoten podatkovni model je prikazan na sliki.

### Model kakovosti

Model kakovosti je podlaga za oceno oziroma določitev pokazateljev kakovosti, ki se predstavljajo standardizirano v izkazu kakovosti prostorskih podatkov. Izkaz o kakovosti prostorskih podatkov mora biti uporabnikom na voljo neodvisno od dejanskih topografskih podatkov, da lahko uporabniki preverijo njihovo dejansko uporabo. Na področju standardizacije prostorskih podatkov bodo v Sloveniji postopno prevzeti evropski standardi CEN.

### Kriteriji kakovosti

Osnovni kriteriji za zagotavljanje kakovosti so povzeti po standardih CEN (prEN 287008), ki v modelu kakovosti opredeljujejo: poreklo, položajno in opisno natančnost, logično usklajenost, celovitost in ažurnost. Vsak izmed zajetih objektov je opisan v obrazcu za zagotavljanje kakovosti, ki je sestavni del objektnega kataloga.

- Poreklo ali zgodovina zajema, kjer so opisani vir zajema in koraki v obdelavi podatkov (datum aerosnemanja, opis fotogrametrične metode, tehnični opis virov, proizvajalec, datum proizvodnje ipd);
- Položajna natančnost ponazarja pričakovani odklon geografske lokacije objekta v podatkovnem nizu od prave lege na terenu (test je primerjava vzorca z neodvisnimi meritvami in podatki.) V geodeziji nam položajno natančnost predstavlja srednji pogrešek, ki je koren iz vsote kvadratov posameznih odklonov (opredeliti je treba predpisani način in vzorec za testiranje položajne natančnosti);
- Tematska natančnost (nekateri avtorji jo imenujejo tudi opisna natančnost ali atributna natančnost) odraža natančnost vrednosti, ki so pripisane osnovnim elementom podatkov kot opisi (izraža se lahko v številu napak na sto enot in bo ravno tako različno zahtevana za posamezne objekte in skupine objektov – npr. število odstopanj v primerjavi z neodvisnim virom);
- Popolnost, imenovana tudi celovitost, je ocena stopnje, do katere so bili osnovni elementi zajeti skladno s postavljenimi pravili (kriteriji) zajema (odstotek izpuščenih ali preveč uvrščenih podatkov relativno glede na postavljene zahteve oziroma primerjava s stvarnim stanjem na testnem vzorcu);
- Logična usklajenost pomeni število elementov povezav in opisov, ki so bili pravilno zapisani (lahko rečemo tudi topološka pravilnost, npr. stavbe, zaprti poligoni niso na cestah ali na vodotokih ipd.);
- Semantična natančnost (pomenska), pravilnost zapisov skladno s pravili za prikaz elementov podatkov (ali je most na cesti ali železnici. ipd.);
- Ažurnost (časovna natančnost), vidik, ki opredeljuje čas opazovanja, način vzdrževanja in obdobje veljavnosti (datum zajema, datum vzdrževanja ipd.).

### Zahtevana kakovost za predstavljen prototip

Kakovost je zahtevana glede na posamezne vire zajema podatkov. Prav tako pa se razlikuje za posamezne skupine objektov in njihovo primernost in sposobnost za interpretacijo in identifikacijo. Postaviti je treba točne zahteve, kakšna kakovost topografskih podatkov je še sprejemljiva za večino uporabnikov na eni strani in možnostim državnega proračuna in interesom države na drugi strani, in sicer po posameznih objektnih skupinah in tudi za vsak posamezen objekt (IGF FGG, 1998). Predlog zahtev za položajno natančnost glede na vir zajema je prikazan v preglednici.

| *položajna natančnost* | *OBJEKTI* |
|---|---|
| *manj ali enako 1 m* | *STAVBE* |
| | *KOMUNALNE POVRŠINE* |
| *manj ali enako 2 m* | *DMR 25* |
| | *VODOTOKI* |
| | *CESTE* |
| *manj ali enako 5 m* | *POKROVNOST TAL* |
| | *ŽELEZNICA* |
| | *PLASTNICE* |

*Preglednica*

Takšen konkreten primer zahtev mora biti izdelan za vsak objekt po vseh naštetih elementih kakovosti.

### Kontrola kakovosti

V prihodnosti bi morali izdelati celovit projekt zagotavljanja in kontrole kakovosti, saj bodo zajem izvajali zunanji izvajalci, zato bo kontrola kakovosti še bolj pomembna. V ta namen bodo izdelani algoritmi in ustrezna programska oprema. Natančne zahteve za te izdelke bo mogoče podati šele po vzpostavitvi sistema. Načelne usmeritve pa so v standardih mednarodnih organizaciji: ISO (ISO 9000), CEN in CERCO. Poleg kontrole kakovosti samih podatkov v bazi je smiselno opredeliti metode za kontrolo s pomočjo terenskih GPS-meritev in terenske identifikacije.

## UPORABA PODATKOV IN STANDARDNI IZDELKI

Topografski podatki se najpogosteje uporabljajo kot osnova v GIS-analizah in modeliranju ter kot podlaga pri izdelavi posameznih sistemskih kartografskih izdelkov, včasih pa tudi samo kot ozadje v aplikacijah. Po dosedanjih izkušnjah bi tako zasnovan sistem topografskih podatkov, skupaj s skanogrami, DOF-om in ostalimi sektorskimi bazami tvoril ustrezno podatkovno jedro za večino uporabnikov. S potrebnim kartografskim procesiranjem in morebitnim dodatnim fotogrametričnim zajemom pa je lahko dobra podlaga tudi za izdelavo standardnih kartografskih izdelkov. Tako oblikovan sistem topografskih podatkov lahko predstavlja tudi možno nadomestilo današnjih topografskih načrtov v merilu 1 : 5000. Takšen nabor objektov namreč omogoča enostavno izrisovanje in vizualizacijo na načrtih v razrezu na sistemske liste tega merila. Dosedanje izkušnje so pokazale, da uporabniki potrebujejo izdelke v merilu 1 : 5000, vendar je bilo vzdrževanje TTN-jev, takšnih kot

so danes, zelo drago in praktično nemogoče v ustreznem času. Z iskanjem medresorskih povezav se je izkazalo, da so najaktualnejši objekti ravno stavbe, promet in pokrovnost tal. Za te objektne skupine smo uspeli identificirati nekaj velikih uporabnikov, zato menimo, da predstavlja naslednji nabor objektov tisti optimum, katerega je še možno vzdrževati v ustreznem času in za razpoložljiva sredstva. Ne smemo seveda govoriti o enakovrednem nadomestilu, ker to prav gotovo ni. Predstavlja zgolj eno izmed ponujenih nadomestil, najboljšo pot do še sprejemljivega izdelka na tej ravni natančnosti. Na primeru prototipa takšnega izdelka se je pokazalo, da je možno takšen nabor objektov ustrezno vizualizirati v skladu s kartografskim ključem oziroma katalogom kartografskih znakov. Posamezni objekti se prav tako lahko uporabijo kot dodatna oprema, izrisana z DOF-om oziroma kot samostojna vsebina na drugih tematskih podlagah.

## ZAKLJUČEK

Za uresničitev predstavljenih nalog bi bilo že v tem koledarskem letu treba začeti z zajemom stavb (vir: fotogrametrija) in posameznih elementov pokrovnosti tal (vir: DOF). Poleg tega pa so narejeni že prvi koraki pri iskanju povezave obstoječih topografskih podatkov z ostalimi resornimi bazami. Opraviti bo treba še kontrolo posameznih vsebin z uporabo neodvisnega vira in izdelati sistem vzdrževanja in distribucije topografskih podatkov. Vključiti bi morali nekatere obstoječe topografske podatke in nadaljevati z njihovim rednim vzdrževanjem. Prav tako morajo bodoči projekti Geodetske uprave Republike Slovenije za izdelavo posameznih topografskih in kartografskih izdelkov upoštevati tako zasnovan sistem topografskih podatkov kot enega izmed virov podatkov. Menim, da je danes zanimanje uporabnikov za sodelovanje pri vzpostavitvi določenih topografskih podatkov dovolj veliko. Geodetska uprava Republike Slovenije in tudi celotna geodetska stroka v Sloveniji še lahko ujamejo vlak in vzpostavijo učinkovit sistem topografskih podatkov, ki ga bomo sposobni redno vzdrževati in distribuirati. Če bomo s prilagoditvijo uporabnikom preveč odlašali, bodo le-ti poiskali druge rešitve in vire za svoje potrebe.

**Viri:**

*Jakobsson, A., The topographic data system – a new way to compile and update topographic information. National Land Survey of Finland, Proceedings17th ICC, Barcelona, 1995, str. 993-1000*

*CEN TC-287 home page (URL):*
*http//forum.afnor.fr/afnor/work/afnor/gpn2/z13c/index.htm*
*European Committee for Standardization*
*CEN prEN 12656:1996, Geographic information – Data description – Quality,*
*Kvamme, K. et al., Geografski informacijski sistemi. ZRC-SAZU, Ljubljana, 1997*
*Lipej, B., Optimizacija prostorskega planiranja kot posledica GIS tehnologije in prostorskega managementa. Doktorska disertacija. FGG GG, Ljubljana, 1997*
*IGF FGG, Izdelava prototipne rešitve digitalno izdelane temeljne državne karte v merilu 1 : 5000, Ljubljana , 1998*

*Recenzija: Ana Kokalj*
*mag. Dalibor Radovan*

# SIMULACIJA POLOŽAJNIH NAPAK VEKTORSKIH PODATKOV Z METODO MONTE CARLO

*mag. Tomaž Podobnikar*
*ZRC SAZU – Inštitut za prostorske študije, Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-08-15*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-15*

## Izvleček

*Simulacijske metode Monte Carlo lahko uporabljamo za statistično ovrednotenje in predvsem za enostavno ter učinkovito vizualizacijo položajnih napak vektorsko podanih podatkovnih slojev. Rezultate simulacij učinkovito uporabimo za predstavitev napak prostorskih podatkov potencialnim uporabnikom z vizualizacijo (npr. v objektnih katalogih). Primerni so tudi za učenje možnosti vpliva napak prostorskih podatkov in prenosa napak pri prostorskem modeliranju ter planiranju. Simulacije napak so izvedene z lastnim programom. Uporabljeno je testno območje okolice Novega mesta, in sicer za zbirko podatkov GKB 25 (ceste in hidrografski podatki), za RPE (centroidi hišnih številk) in za podatke meja kultur zemljiškega katastra.*
**Ključne besede:** *GIS, metode Monte Carlo, prostorske analize, statistika, testiranje kakovosti podatkov*

## Abstract

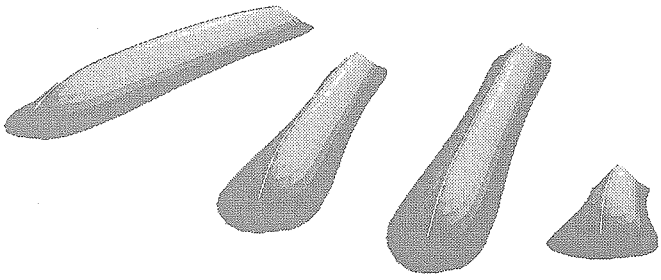
*Monte Carlo simulation methods can be used for statistical evaluation mainly for easy and effective visualisation of positional errors for data which are presented as vector coverages. Simulation results can be efficiently used for the presentation of spatial data errors to potential users via visualisation (for example, in object catalogues). They are also suitable for learning about the possibilities of the influence of spatial data errors and their propagation during spatial modelling and planning. Errors were simulated using our own program. The test area, comprising the surroundings of Novo Mesto, was used for General Cartographic Database 25 (roads and hydrography) and the Register of Spatial Units (centre points of house numbers) and for land cadastre data on land use boundaries.*
**Keywords:** *data quality tests, GIS, Monte Carlo methods, spatial analysis, statistics*

## 1 UVOD

Z razvojem tehnologije GIS-ov je bil v zadnjih letih opazen skokovit razvoj tehnik za merjenje stopnje napak, ki ga označujemo s pojmom testiranje kakovosti podatkov. Pri tem gre za metode testiranja posameznih elementov kakovosti, kot so: poreklo in uporaba podatkov ter predvsem za testiranje (merljivih) parametrov kakovosti (CEN, 1996). Med omenjene parametre štejemo: položajno, tematsko in časovno natančnost podatkov ter popolnost in logično usklajenost podatkov. Informacije o kakovosti podatkov pridobimo s testiranjem ter jih zabeležimo kot metakakovost, ki vsebuje naslednje elemente (CEN, 1996, Aalders, 1996):

- mero zaupanja v informacije o kakovosti, ki pomeni stopnjo zaupanja v podatke,
- mero zanesljivosti informacije o kakovosti, ki ponazarja, v kolikšnem deležu predstavlja informacija o kakovosti vse podatke,
- opis metodologije, ki smo jo uporabili za pridobitev informacij o kakovosti – za ponazoritev poti do rezultata,
- mero abstrakcije za pridobitev informacije o razlikah med stvarnostjo in nominalno osnovo.

V prispevku se omejujemo na testiranje položajne natančnosti vektorsko podanih podatkovnih slojev ter predvsem za njihovo vizualizacijo. Razvitih je precej statističnih testov za ocenjevanje položajnih napak, pri katerih gre največkrat za primerjavo opazovanih vrednosti s pričakovanimi. Taki znani testi so (Giordano, Veregin, 1994, Ivačič, 1996): test NMAS (U. S. Geological Survey), test EMAS/ASPRS, Koppejev test, test USGS, test pasu epsilon. V zadnjem primeru gre tudi za učinkovito vizualno predstavitev položajne natančnosti (Veregin, Hergitai, 1995). Za take predstavitve so ene najučinkovitejših simulacijske metode Monte Carlo, še posebej na linijskih objektih in drugih sestavljenih strukturah (Slika 1). Ozadje ter možnosti uporabe teh metod si bomo ogledali na praktičnem primeru.



*Slika 1: Perspektivni pogledi ploskev epsilon za odsek linije, izveden s simulacijo Monte Carlo; bela črta prek površja označuje prvotno lego linije*

## 2 METODE MONTE CARLO IN GIS

Statistične metode Monte Carlo so se začele v geografskih informacijskih sistemih (GIS) pojavljati relativno pozno. Povod za izum metod je bilo širjenje iger na srečo, ob katerih so začeli znanstveniki (in zasvojenci z igrami) študirati zanimive

pojave in izide naključij. Ime za matematične metode Monte Carlo je nastalo okoli leta 1944, ko so jih začeli sistematično razvijati skupaj z jedrskim orožjem v projektu Manhattan v Los Alamosu (Kalos, Whitlock, 1986, Computational, 1995). Večji razmah so metode Monte Carlo doživele po letu 1970 skupaj z digitalnimi računalniki (Pllana, 1997). Metode Monte Carlo lahko zelo poenostavljeno predstavimo kot metode za računanje z naključnimi števili. Primernejšo definicijo metod Monte Carlo sta podala Kalos in Whitlockova (1986): metode Monte Carlo vsebujejo premišljeno uporabo naključnih števil pri izvrednotenju strukture stohastičnega procesa. Pri tem mislimo na zaporedje položajev, katerih razvoj je določen z naključnimi dogodki. V računalniku jih ustvarjamo z naključnimi števili. Pri omenjenih metodah gre torej za reševanje problemov, ki niso povezani z verjetnostjo, na primer izračun vrednosti $\pi$, z verjetnostnimi metodami. Metode Monte Carlo zasledimo v GIS-ih šele v začetku 90. let, skupaj z večjo praktično uporabo prostorskih analiz (Podobnikar, 1998b). Zaenkrat so jih v prostorskih analizah večinoma uporabljali na ravni eksperimentiranja, njihovo uporabo pa lahko zasledimo v nekaj primerih. Ti primeri se nanašajo na simulacijo položajne natančnosti oziroma meja med območji ali pa na simulacijo natančnosti nadmorskih višin. Uporabimo jih lahko tudi kot učinkovite statistične analize testiranja domnev za prostorske točkovne vzorce, kadar so ti majhni in neznačilni ter niso porazdeljeni po normalni porazdelitvi. Tu gre torej za primerjavo obravnavanih vzorcev z naključnimi prostorskimi vzorci.

## 3 IZVORI NAPAK PROSTORSKIH PODATKOV

Poznamo veliko vzrokov, zaradi katerih pride do nezanesljivosti in nedoločenosti pri upravljanju s prostorskimi (geografskimi) podatki (Openshaw et al., 1991). Veliko napak lahko odkrijemo pred vnosom v sistem, nekatere druge pa med njegovim izvajanjem. Zelo nevarne so napake, ki nastanejo zaradi operacij v GIS-ih. Napak operacij prekrivanja se lahko na primer rešimo z boljšimi tehnikami klasifikacije in interpolacije, napake digitalizacije pa z manjšo pristranskostjo pri njenem izvajanju. Nedoločenost vhodnih podatkov in prenos napak pri operacijah v GIS-ih lahko grobo razdelimo v naslednji dve skupini (Lovett, 1995, Walsh et al., 1987, podobno tudi Burrough, 1986):

- vgrajene napake, ki predstavljajo napake izvorov ali tiste napake, ki so se pojavile med zajemanjem podatkov in
- napake operacij, ki se pojavljajo med izvajanjem operacij z orodji GIS-ov.

Med vgrajene napake lahko štejemo: merilo kartiranja, napake digitalizacije, napake geokodiranja, starost podatkov, pokritost obravnavanega območja z iskanimi podatki, gostota opazovanj, pomembnost podatkov, dostopnost podatkovnih slojev, poreklo, cena itd. Napake operacij nastanejo kot posledica izvajanja operacij v GIS-ih (Giordano, Veriegin, 1994), na primer pri operacijah prekrivanja ali določanja območij evklidske oddaljenosti. Druge tovrstne napake so lahko še: napake pri računalniških operacijah, topoloških analizah, generalizaciji podatkov, interpolaciji, določanju in spreminjanju razredov, prekrivanju in križanju meja, rastriranju itd.

## 4 EMPIRIČNI MODEL NAPAK VEKTORSKO PODANIH PODATKOV ZA OBMOČJE NOVEGA MESTA

Praktično izvedbo simulacije modela položajnih napak smo izdelali z lastno metodo Monte Carlo na manjšem testnem območju okolice Novega mesta. Izbrali smo manjše pravokotno delovno območje (9,1 x 7,9 km), ki obsega osem katastrskih občin (Geodetska uprava Republike Slovenije), in sicer: Bršljin, Gotna vas, Kandija, Novo mesto, Potov Vrh, Ragovo, Šmihel pri Novem mestu in Smolenja vas (Slika 2). Poleg digitalnih podatkov meja s pripadajočimi kulturami zemljiškega katastra, ki so bile zajete z različnih virov, smo uporabili še podatke GKB 25 za ceste ter za hidrografske podatke in centroide hišnih številk (RPE).

*Slika 2: Podatki, pripravljeni za izvedbo simulacije Monte Carlo: kmetijske površine z gozdovi, ceste in reka Krka s potoki (razen hišnih številk); v pravokotniku je prikazano območje (1,4 x 1,1 km) osrednjega dela Novega mesta*

Podatke za simulacijo smo primerno pripravili. Od podatkov zemljiškega katastra smo na primer potrebovali le kmetijska območja ali gozdove. V ta namen smo združili grafični in tematski (atributni) del katastra. Primerno smo pripravili tudi druge podatke. Pri podrobnejšem pregledu vseh pripravljenih obravnavanih slojev na območju osrednjega dela Novega mesta (Slika 3) lahko ugotovimo precejšnje neujemanje med njimi. Vidimo lahko, da se centroidi hišnih številk deloma prekrivajo z območji kmetijskih površin in gozda. Položaja reke Krke in enega izmed potokov se razmeroma dobro ujemata z drugimi sloji, največji problem pa so ceste, pri katerih lahko opazimo, da se zelo slabo ujemajo tako z območji kmetijskih površin in gozda, kakor tudi s centroidi hišnih številk.

*Slika 3: Detajl pripravljenih podatkov vseh podatkovnih slojev; ceste so črne linije, reka Krka je gosto rastrirana s pikami, potok je označen z dvema vzporednima črtama, centroidi hišnih številk kot pike ter območja kmetijskih površin in gozda kot sivo območje*

V našem modelu razdelimo napake na dva dela: sistematično komponento (absolutna natančnost) in naključno komponento (relativna natančnost) položajne natančnosti objektov. V splošnem pri modelu napak upoštevamo, da nastane največja relativna napaka pri kartiranju podatkov. Ta napaka znaša 0,2 do 0,5 mm (Drummond, 1995) in vsebuje večino naštetih vgrajenih položajnih napak. Upoštevali smo tudi možnosti velikih sistematičnih (v našem primeru absolutnih) napak, ki nastanejo predvsem zaradi nezadostnih podatkov pri transformaciji digitaliziranih podatkov v Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem. Vse naše ocene za napake, ki jih navajamo in so merodajne za simulacije, smo empirično ocenili pri upoštevanju znanih podatkov Geodetske uprave Republike Slovenije ter poznavanju načina kartiranja, merjenja, porekla, generalizacije, interpolacije, transformacije podatkov itd. (nismo se torej lotili testiranja napak z omenjenimi metodami).

Meje parcel zemljiškega katastra predstavljajo največji problem za simulacijo, saj so bile določene na različne načine, tako z grafično kot z numerično izmero. Poleg tega so bile novejše meritve vključene (s tem se je zelo zmanjšala absolutna natančnost) v grafični kataster. Torej je absolutna natančnost (določitev pravih koordinat mejnikov) izredno nestabilna, slaba in neznana, relativna natančnost (oblika parcelnih mej je približno enaka kot v naravi) pa precej dobra. Natančnost podatkov novejše izmere, ki je bila neposredno vnesena v zbirko podatkov, je od 12 cm, merjena z novejšimi instrumenti, do 20 ali 50 cm (odvisno od naklona površja) pri merjenju s tahimetrijo ter okoli 90 cm pri merjenju s fotogrametričnimi metodami. V tem primeru bi lahko privzeli natančnost izmere 1 m. Natančnost

grafičnega katastra pa je precej slabša, saj gre za približno transformacijo v Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem ter vklop novejših podatkov v obstoječe. Pri napakah grafičnega katastra lahko torej računamo na natančnost digitalizacije, ki ni večja od 0,3 mm (torej 1 m), ter na mnogo manjšo natančnost posameznih točk parcele, ki znaša po grobi oceni 20-30 m. Torej lahko za primeren potek simulacije privzamemo precej visoko vrednost standardnega odklona 30 m ter visok koeficient korelacije koeficienta (corr – razmerje med absolutno in relativno komponento napake) med sosednjimi zemljiškokatastrskimi točkami 0,96 (približno 1 m za natančnost od skupne vrednosti). Podobno smo določili tudi napake za podatke cest, hidrografije in centroidov hišnih številk, za katere so prikazani parametri simulacije položajnih napak (Preglednica 1).

| *podatkovni sloj* | *grafični objekt* | *standardni odklon [m]* | *korelacijski koeficient* | *delni stand. odkl. (relativ. natan.) [m]* |
|---|---|---|---|---|
| *ceste* | *linija* | *40* | *0,75* | *10,0* |
| *reka Krka* | *območje* | *15* | *0,80* | *3,0* |
| *potoki* | *linija* | *15* | *0,40* | *9,0* |
| *hišne številke* | *točka* | *15* | *0,00* | *15,0* |
| *kmetijsko, gozdovi* | *območje* | *30* | *0,96* | *1,2* |

***Preglednica 1:** Pregled podatkovnih slojev za simulacijo z vhodnimi parametri simulacije*

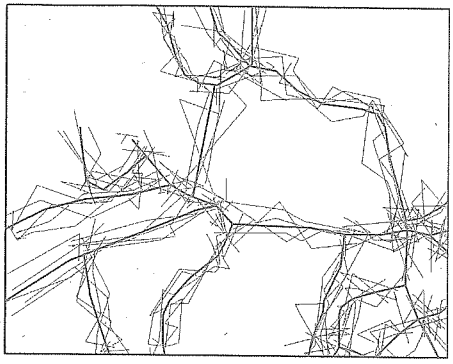
## 5 IZVEDBA SIMULACIJE MONTE CARLO

Ko imamo model napak oziroma vrednosti vseh iskanih parametrov, se lahko lotimo izvedbe simulacij Monte Carlo (Slika 4). Izdelali smo računalniški program, napisan v GIS-orodju Arc/Info pri uporabi modulov Arc in Grid in programskega jezika C. Izvaja simulacije položajnih napak vektorsko podanih podatkovnih slojev, in sicer za točke, linije ter območja po naslednjem postopku (Podobnikar, 1998a):

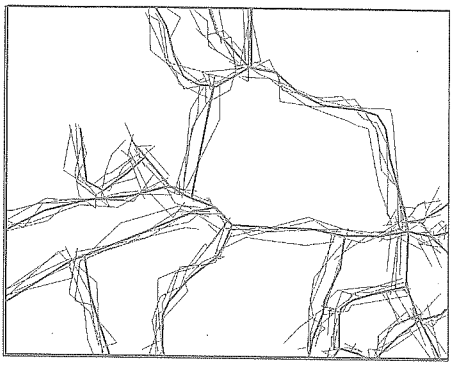
- definiranje vhodnih parametrov s standardnim odklonom $\sigma$ in koeficientom korelacije med sosednjimi vozlišči za vsak vhodni vektorsko podan podatkovni sloj.
- Spodaj navedene korake ponavljamo n-krat (v našem primeru je n = 100) za vsak vektorsko podan vhodni podatkovni sloj:
  - ustvarimo naključna števila,
  - z Box-Mullerjevo transformacijo pretvorimo naključna števila v normalno porazdelitev ob upoštevanju podatka standardnega odklona,
  - podatke vsakega vektorsko podanega podatkovnega sloja zmotimo za transformirana naključna števila pri upoštevanju korelacije med sosednjimi vozlišči,
  - dobimo nov podatkovni sloj, pri katerem se ohranijo topološka razmerja,
  - vsak nov vektorsko podan podatkovni sloj rastriramo s primerno ločljivostjo (v našem primeru z 10 m).
- Za vsak dobljen rastrsko podan podatkovni sloj izračunamo frekvenco vrednosti (za primerjavo s prvotnimi sloji).
- Izvedemo operacije prekrivanja podatkovnih slojev (formula: R = min (A, 100 – B), kjer so vrednosti A območja simuliranih kmetijskih

površin in gozdov ter predstavljajo vrednosti B s funkcijo minimuma združene vrednosti slojev cest, vodotokov in hišnih številk).

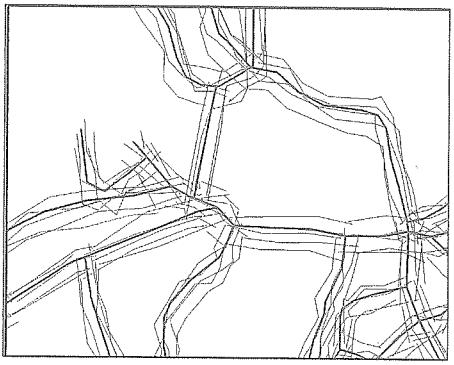
- Rezultate prikažemo z določeno stopnjo zaupanja (zelo pogojno: verjetnosti, značilnosti verodostojnosti).



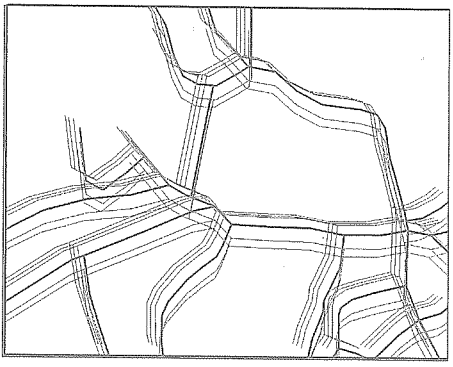
*a) korelacija corr = 0*



*b) korelacija corr = 0,5*



*c) korelacija corr = 0,75*



*č) korelacija corr = 1*

***Slika 4:*** *Testna primerjava Monte Carlo simulacije cest (n = 5 ponovitev) pri različnih koeficientih korelacije med sosednjimi vozlišči na ožjem območju Novega mesta (1,4 x 1,1 km); močnejša linija predstavlja prvotni podatkovni sloj*

Pri načrtovanju simulacij upoštevamo nekaj podrobnosti, ki jih je treba posebej navesti:

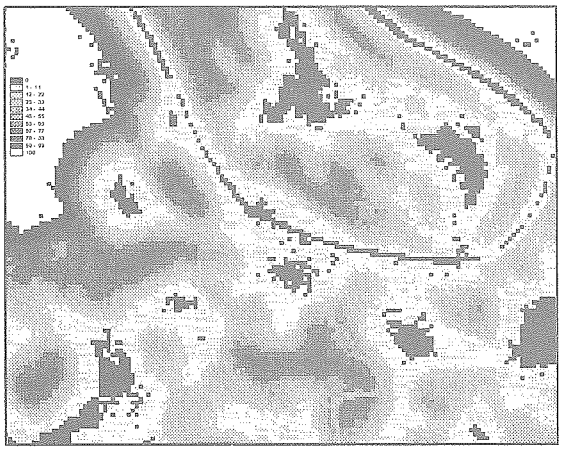
- pravilen način izvedbe operacij določitve območij evklidske oddaljenosti,
- pravilen način izvedbe operacij prekrivanja podatkovnih slojev,
- izbira primernega števila simulacij,
- izbira primerne ločljivosti rastrsko podanega izhodnega podatkovnega sloja,
- izbira primerne korelacije (corr) med posameznimi vozlišči linij in območij pri modelu simulacije napak zato, da se topološki odnosi vsaj bistveno ne spremenijo.

## 6 OVREDNOTENJE REZULTATOV SIMULACIJE

Rezultate simulacije položajnih napak ovrednotimo z vizualnim prikazom meja simuliranih območij ali simuliranih ploskev položajne natančnosti s predstavitvijo območij zaupanja v dane podatke glede na model napak. Uporabimo lahko tudi statistično obdelavo rezultatov simulacije Monte Carlo.

### 6.1 Vizualno ovrednotenje rezultatov

Kot rezultat prekrivanja vseh slojev smo dobili ploskev, ki prikazuje posamezne vrednosti verjetnosti za pojavljanje kmetijskih površin skupaj z gozdnimi (Slika 5). Vidi se, da je površin, ki so 100-odstotno gozdovi ali kmetijske, na izrezu ožjega območja zelo malo (črne površine), poleg tega pa je tudi površin, za katere lahko trdimo, da zagotovo niso kmetijske površine in gozdovi, tudi relativno malo (bela barva).



*Slika 5: Detajl rezultata simulacij za ožje območje Novega mesta (1,4 x 1,1 km); popolnoma bele ploskve (vrednosti 0) pomenijo 100-odstotno zaupanje v kmetijske površine in gozdove glede na model napak*

### 6.2 Statistično ovrednotenje rezultatov

Zgovornejše podatke dobimo s statističnim ovrednotenjem rezultatov. V tem primeru želimo predvsem na enostaven način potrditi pravilnost simulacije. Pri tem se naslanjamo predvsem na primerjavo prvotnih vrednosti s simuliranimi. Podatki v preglednici 2 obravnavajo primerjavo vrednosti prvotnih slojev z območji zaupanja simuliranih napak na območju osmih katastrskih občin (s površino 40,21 $km^2$), ki ležijo na celotnem testnem območju. Vsi vhodni sloji (stolpec 2) na območju osmih katastrskih občin imajo površino 33,16 $km^2$. Pri tem k skupni vrednosti prispevajo le kmetijske površine z gozdovi ter površina reke Krke. Nepokritih območij ostane tako le 7,05 $km^2$ (18 %) od skupne površine osmih katastrskih občin. Vrednosti med stolpcema 3 in 5 predstavljajo površine glede na naveden odstotek verjetnosti (stopnjo zaupanja) v posamezna območja. Vidimo, da so te površine pri 1 % verjetnosti že precej večje od površin prvotnega sloja. Za

primer si poglejmo že omenjen rezultat simulacije (R), pri katerem znaša vrednost 32,41 km$^2$ v stolpcu 2. Pri 100 % verjetnosti preostane le 15,18 km$^2$ površine (47 % prvotne), pri 90-odstotnem zaupanju se ta poveča na 24,51 km$^2$ (76 % prvotne) ter pri 1 % verjetnosti kar na 39,16 km$^2$ (121 % prvotne). Pri 1 % verjetnosti preostane le še 1,05 km$^2$ (1 %), kjer ni pričakovati kmetijskih površin ali gozda. V večni obravnavanih primerov lahko z verjetnostjo med 50 % in 60 % pričakujemo enako površino kot na prvotnih območjih.

Vidimo tudi, da se območje zaupanja pri simulaciji Monte Carlo za kmetijske površine z gozdovi bistveno ne razlikuje od skupnih območij zaupanja (R). Do takega rezultata pridemo zaradi nesorazmerno velike površine kmetijskih površin in gozda proti drugim površinam ter zaradi relativno precejšnje usklajenosti vseh obravnavanih površin med seboj. Največja razlika se po pričakovanju pokaže pri 100-odstotnem zaupanju. V stolpcu 6 so navedene največje srednje vrednosti z zalogo na intervalu [0, 100] na območju osmih katastrskih občin. V stolpcu 7 so navedene srednje vrednosti območja osmih katastrskih občin ter v stolpcu 8 glede na površino osmih katastrskih občin (40,21 km$^2$) normalizirane srednje vrednosti. Vidimo lahko, da so po pričakovanju te vrednosti precej podobne vhodnim vrednostim prvotnih slojev (stolpec 2). Posebej primerjamo vrednosti slojev območij med tema dvema stolpcema za reko Krko, kjer znaša vrednost prvotnega sloja 0,75 in simuliranega sloja 0,76 ter kmetijskih površin z gozdovi z vrednostjo prvotnega 32,43 in simuliranega sloja 32,58. Glede na to, da sta si para teh vrednosti zelo podobna, lahko potrdimo, da je bil postopek simulacije Monte Carlo izveden zelo solidno.

| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *območje* | *prvotno [km$^2$]* | *100 % [km$^2$]* | *90 % [km$^2$]* | *1 % [km$^2$]* | *največja vrednost* | *srednja vrednost* | *norm. sr. vred.* |
| *ceste* | *0* | *0* | *0* | *12,27* | *46* | *3,07* | *1,23* |
| *reka Krka* | *0,75* | *0,08* | *0,42* | *1,40* | *100* | *1,88* | *0,76* |
| *potoki* | *0* | *0* | *0* | *1,36* | *89* | *0,89* | *0,36* |
| *hišne štev.* | *0* | *0* | *0* | *5,88* | *55* | *0,97* | *0,39* |
| *kmet., gozd* | *32,43* | *17,14* | *26,86* | *39,24* | *100* | *81,02* | *32,58* |
| *R* | *32,41* | *15,18* | *24,51* | *39,16* | *100* | *79,78* | *32,08* |

***Preglednica 2:** Primerjava vrednosti območij zaupanja obravnavanih objektov (vrednosti v odstotkih od nič do sto) in območij zaupanja, definiranih kot kmetijske površine in gozdovi, ceste, reka Krka, potoki in hišne številke ter zaupanja v končni rezultat R na območju osmih katastrskih občin*

## 7 ZAKLJUČEK

Z uporabo obravnavanih metod Monte Carlo si lahko uporabnik podatkov enostavno predstavlja, kaj sploh lahko pričakuje od izbranih podatkov glede napak. Za praktično uporabo predlagamo, da se poleg numeričnih podatkov o kakovosti podatkov, ki jih vsebujejo objektni katalogi (ti so izdelek statističnih testov kakovosti podatkov), doda tudi slika simulacije vgrajenih napak, podobno, kot je prikazano na sliki 4. Na enak način lahko te metode uporabimo tudi za prikaz napak podatkov najrazličnejših geodetskih meritev. Rezultati naloge so lahko uporabni tudi za pedagoške namene, za učenje narave napak in njihov vpliv na prostorske podatke, ter še več, proučujemo lahko obnašanje podatkov z znanimi napakami v prostorskih

analizah, kar je zanimivo tudi za planerje. Metode simulacij Monte Carlo v prostorskih analizah odpirajo dobre možnosti uveljavljanja številnih zamisli, ki bi jih še pred nekaj leti lahko uresničili le na zelo dragih računalnikih in so jih zato izvajali le na testnih primerih. Danes jih lahko z mnogo manjšim trudom izvajamo na osebnih računalnikih, s tem pa metode simulacij Monte Carlo mnogo lažje prispevajo svoj delež k skokovitemu razvoju tehnik testiranja (merjenja) in ocenjevanja stopnje napak z njihovo vizualizacijo.

**Opomba**

Digitalni podatki, uporabljeni pri izvedbi naloge: Digitalni podatki zemljiškega katastra, Register prostorskih enot, Generalizirana kartografska baza 25-C, Generalizirana kartografska baza 25-H in DMR 100 Geodetske uprave Republike Slovenije.

**Literatura:**


*Aalders, H.J.G.L., Quality metrics for GIS. Kraak, M. J., Molenaar, M. (eds.), Advances in GIS Research II. – Proceedings 7th, International Symposium on Spatial Data Handling, Delft, 1996, str. 5B.1-5B.10*

*Burrough, P. A., Principles of Geographical Systems Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford, 1986*

*CEN (European Committee for Standardization), prEN 287008. Geographic information- Data description – Quality, 1996*

*Computational Science Education Project, Introduction to Monte Carlo Methods. – http://csep1.phy.ornl.gov/CSEP/MC/MC.html , 1995*

*Drummond J., Positional accuracy. Guptill, S. C., Morrison, J. L. (eds.): Elements of spatial data quality. Elsevier, 1995, str. 31-58*

*Giordano, A., Veriegin, H., Il controlo di qualità nei sistemi informativi territoriali. – il Cardo, Venezia, 1994*

*Ivačič, M., Izbrane metode ugotavljanja kakovosti prostorskih podatkov v geografskih informacijskih sistemih. Magistrska naloga. FGG – OGG, Ljubljana, 1996*

*Kalos, M. H., Whitlock, P. A., Monte Carlo methods. Volume I: Basics. John Wiley & Sons, New York, 1986*

*Lovett, A. A., Spatial Analysis. The Economics of Geographic Information. GIS – Material for a Post-Graduate Course, Volume 2: GIS Tehnology, Geoinfo, TU Vienna, Dunaj, 9, 1995, str. 453-483*

*Openshaw, S., Developing appropriate spatial analysis metohods for GIS. Maguire, D. J., Goodchild, M. F., Rhind, D. W. (eds.): Geographical information systems: Principles and Applications. Longman, London, 1991, št. 1, str. 389-402*

*Pllana, S., History of Monte Carlo method. – http://stud2.tuwien.ac.at/če9527412/, (via internet, 1997)*

*Podobnikar, T., Metode Monte Carlo simulacij v prostorskih analizah. Magistrska naloga. Ljubljana, FGG – OGG, 1998a*

*Podobnikar, T., Monte Carlo simulacije napak digitalnega modela višin. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1997-98. Zbornik referatov, Ljubljana, 1998b*

*Veregin, H., Hargitai, P., An evaluation matrix for geographical data quality. Guptill, S. C., Morrison, J. L. (eds.), Elements of spatial data quality. Elsevier, 1995, str. 167-188*

*Walsh, S. J. et al., Recognition and Assessment of Error in Geographic Information Systems. Photogrametric Engineering and Remote Sensing, 1987, letnik 53, št. 10, str. 1423-1430*



*Recenzija: mag. Matjaž Ivačič*
*doc.dr. Radoš Šumrada*

# NEREŠENI PROBLEMI TOPOGRAFSKO-KARTOGRAFSKEGA SISTEMA SLOVENIJE

*mag. Dalibor Radovan, Dušan Petrovič*
*Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-08-20*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-09*

## Izvleček

*Opisan je sistem topografskih kart in baz v Sloveniji. Navedene so osnovne lastnosti slovenskih in bivših jugoslovanskih topografskih kart ter glavne dileme nadaljnjega razvoja sistema: ureditev matematične osnove, vsebinska prenova temeljnih topografskih načrtov v merilu 1 : 5000, uskladitev digitalne izdelave državnih topografskih kart v merilih 1 : 25 000 in 1 : 50 000, vloga fotogrametrije in kontrole kakovosti ter revizija podsistema preglednih kart.*
**Ključne besede:** *baze, kartografija, strategija, topografija*

## Abstract

*The Slovenian national topographic and cartographic system is described. The main characteristics of Slovenian and former Yugoslavian topographic maps are presented, and certain basic dilemmas of further developing the system are discussed: the setting up of a mathematical basis, updating of basic topographic maps at 1 : 5000 scale, harmonization of national digital topographic maps at 1 : 25 000 and 1 : 50 000 scales, revision of the medium scale mapping subsystem, the role of photogrammetry and quality control.*
**Keywords:** *cartography, databases, national mapping strategy, topography*

## 1 UVOD

Topografsko-kartografski sistem je skupina podsistemov kart in baz v upravljanju države, ki se nanašajo na topografijo državnega ozemlja. Med topografske karte prištevamo tiste, ki imajo merilo večje od 1 : 200 000, med pregledne tiste z merilom največ 1 : 250 000 in med geografske tiste, ki so v merilu 1 : 1 000 000 in manj (Peterca et al., 1974). Zadnje običajno niso več domena uradne nacionalne kartografije. Topografsko-kartografski sistem Slovenije (TKSS), katerega strategija je bila zasnovana leta 1996 (Radovan et al., 1996a), je naslednik sistema bivše SFRJ, ki so ga geodeti v takratni SR Sloveniji politično spretno in tehnično učinkovito priredili ter dopolnili za slovenske potrebe (Majcen, 1998). Žal je ta po osamosvojitvi zaradi nerešene delitve jugoslovanskega premoženja v Sloveniji ostal pomanjkljiv, saj so

nam ostali le odkupljeni reprodukcijski originali topografske karte v merilu 1 : 25 000 (TK 25). Tako je TKSS na področju kart nepopoln, vendar pa dopolnjen z nekaterimi digitalnimi vektorskimi in rastrskimi bazami, ki so nastale v Republiki Sloveniji skoraj izključno z zajemom iz razpoložljivega kartografskega materiala (Geodetska uprava, 1995 – 1998). Preglednica 1 prikazuje stanje bivših jugoslovanskih in novih slovenskih državnih kart (debela črta razmejuje pregledne od topografskih).

| *ime karte* | *okrajšava* | *opis* |
|---|---|---|
| *Temeljni topografski načrt 1 : 5000 in 1 : 10 000* | *TTN 5/10* | *Slovenska karta. Pokrita cela Slovenija. Slabo vzdrževana. V zasnovi in testu je vsebinsko racionalizirana digitalna različica baze in karte.* |
| *Topografska karta 1 : 25 000 (po Greenwichu)* | *TK 25, tudi TK 25/G* | *Izdelal Vojaškogeografski inštitut (VGI) iz Beograda. Slovenija je odkupila reprodukcijske originale delno reducirane vsebine s stanjem večinoma iz leta 1986. Osnova 1. izdaje novega slovenskega DTK 25.* |
| *Državna topografska karta 1 : 25 000* | *DTK 25* | *Nov in hkrati prvi slovenski DTK. Izdelan z delno obnovo TK 25/G. Klasično dokončanje 1. izdaje predvidoma do konca leta 1998. Digitalna izdelava 2. izdaje je v zasnovi.* |
| *Topografska karta 1 : 50 000* | *TK 50* | *Jugoslovanska karta. V Sloveniji so ostali samo tiskani izvodi, ki bodo osnova za digitalno izdelavo novega slovenskega DTK 50.* |
| *Državna topografska karta 1 : 50 000* | *DTK 50* | *Nov, drugi slovenski DTK. V zasnovi in testiranju. Izdelan bo digitalno s fotogrametrično obnovo TK 50 in terenskim pregledom. Vzporedno so bili za Ministrstvo za obrambo izdelani tudi prvi listi vojaške različice po NATO-vih standardih (VTK 50).* |
| *Topografska karta 1 : 100 000* | *TK 100* | *Jugoslovanska karta. V Sloveniji so ostali samo zastareli tiskani izvodi, ki bodo lahko le eden od virov za digitalno izdelavo slovenskega DTK 100, predvidenega v strategiji TKSS po dokončanju DTK 50.* |
| *Topografska karta 1 : 200 000* | *TK 200* | *Jugoslovanska karta. V Sloveniji so samo zastareli tiskani izvodi. Prihodnost morebitne slovenske različice še ni jasna.* |
| *Pregledna karta 1 : 250 000* | *PK 250* | *Slovenska karta na enem listu. Obnovljena 1994. Potrebna je vsebinska predelava in transformacija v digitalno vektorsko obliko.* |
| *Pregledna topografska karta 1 : 300 000* | *PTK 300* | *Jugoslovanska karta po listih. V Sloveniji samo tiskani izvodi. Glede na neobičajno merilo in zastarelost je obrobnega pomena.* |
| *Pregledna karta 1 : 400 000* | *PK 400* | *Slovenska karta na enem listu. Obnovljena 1994. Potrebna vsebinska predelava in prevedba v digitalno vektorsko obliko. Pogojno je v prihodnosti možna tudi ukinitev oz. zamenjava s PK 500.* |
| *Pregledna karta 1 : 500 000* | *PK 500* | *Nova slovenska digitalno izdelana karta na enem listu. Letnik izdelave 1997. Možna zamenjava za PK 400.* |
| *Pregledna topografska karta 1 : 500 000* | *PTK 500* | *Jugoslovanska karta po listih. V Sloveniji samo tiskani izvodi. Zaradi obstoječih PK 400 in PK 500 je obrobnega pomena.* |
| *Pregledna karta 1 : 750 000* | *PK 750* | *Slovenska karta na enem listu. Obnovljena 1994. Potrebna vsebinska predelava in prevedba v digitalno vektorsko obliko.* |

***Preglednica 1:** Topografske in pregledne karte Republike Slovenije ter bivše SFRJ*

Slovenska geodezija in kartografija sta se z osamosvojitvijo znašli pred nekaterimi temeljnimi nerešenimi problemi, ki sicer državo doletijo le enkrat ali dvakrat v stoletju. Velika večina se jih neposredno navezuje na TKSS, še posebno, če k sistemu štejemo tudi letalske in pomorske karte. Za TKSS pa so poleg kartografskih rešitev pomembne tudi aktivnosti v povezavi z določitvijo državne meje, merjenjem

magnetne deklinacije, orientacijo in sanacijo triangulacije ter višinskega sistema in povezave državnega koordinatnega sistema s sistemi sosednjih držav. V članku so zato opisana najočitnejša neskladja v TKSS.

## 2 MATEMATIČNA OSNOVA TKSS

Matematični elementi kart in baz so prvi pogoj za njihovo vzpostavitev ter vzdrževanje. Sprememba matematične osnove kot tudi državnega koordinatnega sistema vpliva na same temelje nacionalne geodezije in kartografije, zato mora biti le-ta dobro strokovno premišljena. Iz spodaj navedenih razlogov je v tem trenutku pri vzpostavljanju TKSS aktualnih več idej o spremembah matematične osnove sistema, pri čemer so bile nekatere tudi začasno in testno preizkušene pri izdelavi novih listov topografskih kart.

- Zamenjava Besselovega referenčnega elipsoida (1841) z geocentričnim elipsoidom sistema WGS 84 (1984) zaradi mednarodnega poenotenja geodetskih koordinatnih sistemov, kartografske kontinuitete, uporabe GPS-ja, enotne in varnejše navigacije v pomorstvu ter letalstvu ter slovenske kandidature za vstop v NATO (npr. European Commission, 1994 – 1998, Radovan, Stopar, 1996, 1997, Radovan et al., 1997, Rojc et al., 1997);
- Zamenjava Gauss-Kruegerjeve projekcije s projekcijo UTM zaradi standardov pakta NATO (Rojc et al., 1997);
- Dotisk variantnih pravokotnih kartografskih mrež na topografskih kartah, namenjen različnim uporabnikom;
- Sprememba pokončnega formata listov topografskih kart v praktičnejšega položenega;
- Dodelava civilne različice kart z vojaško vsebino (Rojc et al., 1997);
- Razširitev 3-stopinjske cone Gauss-Kruegerjeve projekcije na optimalnejše $3^{o}$ 15' (Peterca, 1993, Pravilnik, 1998);
- Poenotenje poimenovanja in označevanja listov vseh državnih topografskih kart.

Ker celovita analiza upravičenosti zamenjave matematičnih osnov še ni bila narejena, zaenkrat spremembe niso smiselne, saj bi imela prenagljena odločitev dolgoročne negativne posledice.

## 3 PRENOVA SISTEMA TTN 5/10

Slovenija je ena redkih držav, ki ima celotno ozemlje pokrito v merilu 1 : 5 000 in 1 : 10 000, žal pa je listov sistema TTN toliko, da jih ni mogoče vzdrževati v racionalnem času in z razumnimi stroški. Z naraščajočim pomenom upravljanja z nepremičninami, prostorskega planiranja in varstva okolja različni uporabniki vedno pogosteje potrebujejo digitalne ažurne informacije o izbranih objektih topografije (MOP, 1998). Zato je vzdrževanje te ravni informacij smiselno omejiti na najosnovnejši nabor objektov, območja obnove pa določati skladno s povpraševanjem uporabnikov. Prenovljeni sistem TTN je v zasnovi in testiranju po listih ter bo tehnološko bliže topografski bazi kot karti (Kosmatin Fras et al., 1998). V več pogledih pomeni metodološko-tehnološko nadgradnjo projektov, ki so bili narejeni v bližnji preteklosti (Radovan, 1993, Radovan et al., 1993). Bistvene lastnosti sedanje prenove so:

- zmanjšanje števila objektnih tipov

- grupiranje objektnih tipov
- zajem iz različnih virov glede na tip, tudi fotogrametrično
- možnost kartografske vizualizacije s standardnim katalogom znakov
- prilagajanje količine, območij zajema in objektnih tipov dominantnim uporabnikom
- popolnoma digitalni postopki dela
- možnost prerisa vsebine prek digitalnega ortofota v merilu 1 : 5000 (DOF 5).

## 4 FOTOGRAMETRIČNA IZDELAVA TOPOGRAFSKIH BAZ

Baze s področja topografije so v Sloveniji zajete skoraj izključno iz kart in jih zato imenujemo kartografske. Visoko natančnost pa lahko zagotovimo le z uporabo primarnih virov, tj. s fotogrametričnimi in terenskimi meritvami. Tako zajetim bazam pravimo topografske; te so tudi končni cilj TKSS. Ko bodo npr. objekti sedanje generalizirane kartografske baze (GKB), ki so bili zajeti z vektorizacijo skanogramov reprodukcijskih originalov TK 25/G, z vzdrževanjem postopno zamenjani z digitalno fotogrametrično zajetimi podatki, bo ta baza lahko neposredni vir stopenjske izdelave DTK 25, DTK 50 in končno DTK 100, kar s kartografsko zajetimi podatki zaradi padca položajne natančnosti ni možno (Radovan et al., 1996b). Fotogrametriji s tem vračamo v Sloveniji skoraj izgubljeno mesto, ne samo pri vzdrževanju topografskih kart, temveč tudi pri zajemu baz, le da to pot lahko tudi v digitalni tridimenzionalni obliki (običajna digitalizacija karte je dvodimenzionalna!). V ta namen bo na državni ravni zagotovljena enotna aerotriangulacija, ki bo matematična podlaga za izvrednotenje različnih fotogrametričnih snemanj. Novim tehnikam in materialom se bo prilagodilo tudi ciklično aerosnemanje CAS, vključno s spremembo merila snemanja.

## 5 DIGITALNA IZDELAVA DTK 25 IN DTK 50

Prva izdaja DTK 25 bo gotova že letos, in sicer z delno obnovo TK 25/G po klasični poti, kar je bilo v času začetka obnove tehnološko najlažje izvedljivo (Rojc, 1995). Medtem so bili opravljeni številni projekti za zagotovitev optimalne tehnološke linije digitalne obnove in izdelave tako DTK 25 in DTK 50 na podlagi razpoložljivih virov (Petrovič et al., 1996, 1997, 1998, Radovan et al., 1996b, Rojc et al., 1997, Sever 1995, Sever, Radovan 1995). Po testiranjih priznane tuje in domače programske opreme so bili najspodbudnejši rezultati predvsem pri barvni separaciji tiskanih listov topografskih kart, kar nam odpira prosto pot k izdelavi novega DTK 50 brez bistvene izgube kakovosti podatkov (Petrovič et al., 1998). V tem času so bili digitalno izdelani tudi listi vojaške različice DTK 50, tj. VTK 50, v novi podobi, z razrezom na liste po geografski mreži na elipsoidu WGS 84 ter v projekciji UTM (Rojc et al., 1997). Trenutno je odprt še problem sočasne digitalne izdelave istoležnih listov 2. izdaje DTK 25 in 1. izdaje DTK 50 ter vsebinska uskladitev z VTK 50, ki pa se mora ravnati po standardih pakta NATO. Takoj po zagonu operativne linije pride po istem načinu na vrsto zasnova in izdelava DTK 100, ki je zadnja večja vrzel kartografskega dela TKSS. Pri tem bo zelo pomembna uskladitev vzdrževanja po zaključenih sekcijah tako, da se najprej izdela ali dopolni topografska baza celega območja, nato listi digitalnega DTK 25, potem pa še listi DTK 50 in DTK 100.

## 6 TERENSKA KONTROLA NATANČNOSTI

V izdelavo in obnovo kart ter baz bodo vložena precejšnja finančna sredstva, ki morajo biti upravičena z ustrezno natančnostjo in kakovostjo. V preteklosti se niso veliko ukvarjali z zagotavljanjem in ugotavljanjem stopnje kakovosti. Danes za večino državnih kart in baz poznamo le naknadne (a posteriori) ocene položajne natančnosti, ki so bile narejene na osnovi teoretičnih predpostavk in praktičnih izkušenj, vendar pa brez uporabe objektivnih metod (Radovan et al., 1994a, 1994b; 1996b). Edine slovenske, z geodetskimi točkami oz. meritvami podprte raziskave natančnosti so (Lesar et al., 1976) za TTN 5, (Radovan, 1991, 1992) za digitalni model reliefa 100 m in (Lipej, 1997, 1998) za topografske karte na delu Primorske. Za naročnika (ali lastnika oz. upravljalca) kot tudi za uporabnika so podatki brez metapodatkovne garancije proizvajalca le pogojno sprejemljivi, zato predvidevamo za vsak nov izdelek TKSS terensko kontrolo kakovosti s primerjavo podatka v bazi neposredno z realnim stanjem v naravi. V strategiji TKSS so predvidene meritve s prenosnimi GPS-ji, prav tako pa tudi terenska identifikacija nejasnih objektov.

## 7 REVIZIJA SISTEMA PREGLEDNIH KART

Sistema preglednih kart bivše SFRJ in Slovenije se razlikujeta po merilih, projekcijah, ciljnih uporabnikih in vsebini (Preglednica 1). Natančnost in grafična kakovost PK 250, PK 400 in PK 750 ne ustrezata več sodobnim potrebam, kar je bilo ugotovljeno tudi s testiranjem. Prav tako je škoda, da so vse tri pregledne karte še vedno le v klasični obliki, čeprav je bil objektni katalog baze manjše natančnosti zasnovan že pred leti (Radovan et al., 1994a). Gesla in obljube "Slovenija na disketi" bi bile namreč najelegantneje uresničljive prav z digitalnimi preglednimi kartami.

Za TKSS je ključnega pomena način prehoda iz topografskih v pregledna merila, ki še ni rešen. Meja je med meriloma 1 : 200 000 in 1 : 250 000. Kartografski sistem bivše SFRJ je vseboval PTK 200, slovenski pa PK 250. Dokler ne bo dokončno dogovorjena digitalna izdelava PK 250 ali celo vključitev novega DTK 200, bo še naprej obnavljana prva, ki so jo uporabniki že navajeni.

| *prvi sistem* | *drugi sistem* |
|---|---|
| *1 : 25 000* | *1 : 25 000* |
| *1 : 50 000* | *1 : 50 000* |
| *1 : 100 000* | *1 : 100 000* |
| *1 : 200 000* | *1 : 250 000* |
| *1 : 500 000* | *1 : 500 000* |
| *1 : 1 000 000* | *1 : 1 000 000* |

*Preglednica 2: Sistema meril (Peterca et al., 1974)*

V svetu sta najpogostejša dva sistema meril, ki se razlikujeta le po omenjenem prehodnem merilu (Preglednica 2). Prvi je bolj podoben jugoslovanskemu, drugi pa slovenskemu, vendar se noben od njiju ne ujema popolnoma, oba pa imata končno skupno merilo 1 : 1 000 000, ki omogoča nadaljevanje sistema z Mednarodno karto sveta. Jugoslovanski sistem ima odvečni PTK 300, slovenski pa PK 400 in PK 750, kar je opravičljivo z velikostjo Slovenije in zahtevami prostorskega planiranja, ki potrebuje pregledne karte na enem samem listu. Do revizije sistema preglednih kart bo moralo priti v Sloveniji najkasneje v trenutku digitalne izdelave teh kart.

Najverjetnejši bo kompromis med obema različicama sistema meril, pri čemer bo treba pretehtati vsebino, grafični videz, kartografsko projekcijo, elipsoid, merila in morebitno razdelitev na liste.

## 8 ZAKLJUČEK

Osnovne potrebe uporabnikov so s sicer pomanjkljivim TKSS večinoma pokrite, saj je imela Slovenija že ob osamosvojitvi veliko svojih izdelkov, kljub vsemu pa manjka še precej kart in baz. S tehnološkim razvojem kartografskega oblikovanja, fotogrametričnega izvrednotenja in vodenja topografskih baz (npr. multi-scale) ter seveda s spremembami v naravnem okolju postane TKSS neskončna veriga vzdrževanja, dopolnitev in izboljšav. Strategija razvoja TKSS je bolj ali manj natančno določena, ključ do uspeha pa je v:

- sodelovanju kartografov, fotogrametrov in geodetov
- upoštevanju potreb uporabnikov
- skrbnem planiranju dinamike financiranja in izvedbe
- usklajenem vzdrževanju in nadzoru ravni kakovosti
- spremljanju stroke in trendov v geomatiki ter upravljanju z okoljem.

Na splošno pa lahko pričakujemo, da bo meja med kartami in bazami v digitalni obliki vse bolj nedoločena, saj sodobna tehnologija v več pogledih podira klasične predstave o karti:

- s poljubnim spreminjanjem območja prikaza
- s poljubnim izbiranjem objektov prikaza
- s prikazovanjem na poljubnem mediju
- z izbiro poljubnega načina vizualizacije
- s preračunavanjem v poljubno kartografsko projekcijo na poljubni referenčni ploskvi
- z uporabo ene baze za izdelavo kart v več različnih merilih
- z digitalnim tiskom v poljubni maloserijski nakladi.

**Literatura:**


*Geodetska uprava Republike Slovenije, Domača stran: http://www.sigov.si/gu/predst/gursslo.html, 1995 – 1998*

*European Commission, Project COST 326 – Electronic Charts Display and Information System (ECDIS). Soudeležba IGF, Bruxelles, 1994 – 1998*

*Kosmatin Fras, M. et al., Izdelava prototipne rešitve digitalno izdelane Temeljne državne karte v merilu 1 : 5000 (TDK 5). Ljubljana, 1998*

*Lesar et al., Položajna in višinska natančnost geodetskih izmer za različne potrebe družbenih in gospodarskih dejavnosti. Inštitut Geodetskega zavoda SRS, Ljubljana, 1976*

*Lipej, B., Ocena kakovosti topografskih podatkov. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1998, letnik 42, št. 2, str. 178-184*

*Lipej, B., Optimizacija prostorskega planiranja kot posledica GIS tehnologije in prostorskega managementa. Doktorska disertacija. Ljubljana, FGG GG, 1997*

*Majcen, S., Kako se je Slovenija osamosvajala na geodetskem področju. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1998, letnik 42, št. 1, str. 60-65*

*Ministrstvo za okolje in prostor (MOP), Projekt ONIX. Ljubljana, 1998*

*Peterca, M., Državni sistem ravninskih pravokotnih koordinat. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1993, letnik 37, št. 2, str. 89-94*

*Peterca, M. et al., Kartografija. Vojaškogeografski inštitut, Beograd, 1974*

*Petrovič, D. et al., Izdelava prototipov digitalno izdelanih topografskih kart. Ljubljana, 1997*

*Petrovič, D. et al., Izdelava zasnove projekta digitalno izdelane Državne topografske karte merila 1 : 50 000 (DTK 50) in redakcijskega načrta. Ljubljana, 1998*
*Petrovič, D. et al., Projekt izdelave prototipa topografske karte v merilu 1 : 50 000 na osnovi tiskanega izvoda TK 50 (VGI) in reprodukcijskih originalov DTK 25. Ljubljana, 1996*
*Pravilnik o uporabi Gauss-Kruegerjeve projekcije pri izdelavi državne topografske karte v merilu 1 : 25 000 in razdelitev na liste, Uradni list RS, 14. maj 1998, št. 36, str. 2601-2605*
*Radovan, D., Digitalna topografska baza Slovenije. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1993, letnik 37, št. 3, str. 205-208*
*Radovan, D., Kako tudi s slabšim DMR do uspešnih aplikacij. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji, Oddelek za geografijo Filozofske fakultete, Dela 9, Ljubljana, 1992, str. 108-117*
*Radovan, D., Korekture in analiza natančnosti digitalnega modela reliefa Slovenije (DMR 100). Ljubljana, 1991*
*Radovan, D. et al., Idejni projekt vzpostavitve in vodenja topografske baze srednje natančnosti. Ljubljana, 1994b*
*Radovan, D. et al., Nadaljevanje projekta metodološko-tehnoloških rešitev nastavitve in vzdrževanja digitalne topografske baze. Ljubljana, 1993*
*Radovan, D. et al., Projekt vzpostavitve in vodenja topografske baze manjše natančnosti. Ljubljana, 1994a*
*Radovan, D. et al., Spojitev slovenskega in avstrijskega digitalnega modela reliefa. Ljubljana, 1997*
*Radovan, D. et al., Test kvalitete in vzdrževanje generalizirane kartografske baze. Ljubljana, 1996b*
*Radovan, D. et al., Zasnova strategije topografsko-kartografskega sistema Slovenije. Ljubljana, 1996a*
*Radovan, D., Stopar B., Spojitev slovenskega in avstrijskega državnega koordinatnega sistema ter digitalnega modela reliefa. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1997, letnik 41, št. 4, str. 279-284*
*Radovan, D., Stopar, B., Transformacija med slovenskim in avstrijskim državnim koordinatnim sistemom. Ljubljana, 1996*
*Rojc, B. et al., Projekt izdelave Državne topografske karte v merilu 1 : 25 000. Ljubljana, 1995*
*Rojc, B. et al., Tehnična navodila za izdelavo Vojaške topografske karte Republike Slovenije v merilu 1 : 50 000. Znanstvenoraziskovalni projekt: Pregledne karte Republike Slovenije – Sistem prikazov vojaške vsebine preglednih kart, Ljubljana, 1997*
*Sever, G., Izdelava digitalne topografske karte v merilu 1 : 25 000. Diplomska naloga. FAGG OGG, Ljubljana, 1995*
*Sever, G., Radovan, D., Zasnova in izdelava digitalne Državne topografske karte 1 : 25 000. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1995, letnik 39, št. 3, str. 229-236*

*Recenzija: Marjan Podobnikar*
*Aleš Seliškar – v delu*

# DRŽAVNI TOPOGRAFSKO-KARTOGRAFSKI SISTEM

*Martin Smodiš*
*Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-08-26*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-12*

## Izvleček

*Geodetska uprava Republike Slovenije skrbi za državni topografsko-kartografski sistem in ga vzpostavlja po načelu postopne modularne dograditve sistema predvsem tam, kjer je praznina. Sprejemljive rešitve iščemo v okviru relativno omejenih finančnih sredstev, zahtevane dinamike in zmogljivosti izvajalcev z upoštevanjem potreb uporabnikov ter razvojnih trendov doma in po svetu. Namen prispevka je opisati sedanje stanje in osnovne usmeritve Geodetske uprave Republike Slovenije.*
**Ključne besede:** *državne karte, državni topografsko-kartografski sistem, Geodetska uprava Republike Slovenije, prostorske podatkovne baze, topografska baza, zakonske podlage*

## Abstract

*The Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia is in charge of of the national topographic-cartographic system and is setting it up according to the principle of gradual modular upgrading, particularly in free space. Acceptable solutions are sought within the framework of relatively limited funding and the required dynamics and capacities of contractors, taking into account the needs of users and developmental trends in Slovenia and abroad. The purpose of this paper is to describe the present situation and the basic orientation of the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia.*
**Keywords:** *legal foundations, national maps, national topographic-cartographic system, spatial databases, Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, topographic database*

## 1 UVOD

Pričakujemo lahko, da bosta sodobna topografija in tudi kartografija interaktivni, večpredstavitveni, z vsebino iz novih področij, in mnogo bolj razširjeni, kot do zdaj, prek komunikacijskih omrežij in novih medijev. Topografski podatki bodo v prihodnje predstavljali osnovo prostorskih podatkov za potrebe prostorskega planiranja in urejanja okolja, različnih prostorskih informacijskih sistemov, tako na

državni, kot tudi lokalni ravni, za potrebe policije, davčne službe, kmetijstva in gozdarstva, energetike, prometa, turizma ter varovanja okolja, naravne in kulturne dediščine, prav tako pa bodo predstavljali pomemben segment prostorskih podatkov, potrebnih za obrambo države ter zaščito in reševanje ob elementarnih nesrečah Predvidevamo pa, da se bodo največ uporabljali v različnih GIS-ovih aplikacijah. Uporaba digitalnih prostorskih podatkov že zdaj skokovito narašča.

Osnovni namen državnega topografsko-kartografskega sistema je zagotavljanje potrebnih podatkov o prostoru in njihova predstavitev na dogovorjen (standarden) način, zato je precejšnji del nalog geodetske službe povezanih z njim. Poseben problem predstavlja zastarela in nedorečena zakonodaja, ki ne omogoča nedvoumne določitve poslanstva Geodetske uprave Republike Slovenije. To je kompleksen sistem v vzpostavljanju. Zahteva velika finančna sredstva za začetek, zato dinamika izgradnje zaostaja za potrebami in našimi željami. Državni topografsko-kartografski sistem je opisan po posameznih tematskih sklopih, podlaga za prikaz osnovnih usmeritev pa je plan geodetskih del Geodetske uprave Republike Slovenije.

## 2 DRŽAVNI TOPOGRAFSKO-KARTOGRAFSKI SISTEM DANES

Državni topografsko-kartografski sistem je uradni sistem topografsko-kartografskih podatkov in gradiv. Zajema karte meril od 1 : 5000 do 1 : 1 000 000 in baze prostorskih podatkov temu ustrezne natančnosti in podrobnosti. V sistemu vodimo za državo pomembne podatke, tako da jih je mogoče posredovati v obliki standardnih izdelkov. Glavni nosilec državnega topografsko-kartografskega sistema je Geodetska uprava Republike Slovenije, ki sistem vodi in zagotavlja stalno financiranje iz sredstev državnega proračuna. Z osamosvojitvijo Slovenije je prišlo tudi do priložnosti za civilno organiziranost kartografije. Ministrstvo za obrambo in Ministrstvo za okolje in prostor sta sklenila pomemben dogovor, ki prepušča državno kartografijo civilnemu področju. Z dogovorom je tudi zagotovljeno, da na slovenskih državnih kartah ni več napisov o interni rabi in zaupnosti.

Uporabnost in zanesljivost podatkov v sodobnem informacijskem sistemu je možna le s standardizacijo na vseh ravneh, od postopkov zbiranja in zajemanja podatkov ter vzpostavitve in vzdrževanja baz podatkov do načina dokumentiranja in posredovanja. Standardizacija je tudi eden izmed pogojev za kakovost podatkov. Večina naših digitalnih prostorskih podatkovnih zbirk in evidenc, kot so na primer skanogrami, digitalni ortofoto, generalizirana kartografska baza in še nekatere druge, je opisanih skladno s predlaganim evropskim standardom prEN 12657:1996 za metapodatke (projekt ONIX). Tako lahko uporabniki ocenijo primernost posamezne baze za njihovo delo. Geodetska uprava Republike Slovenije ima obsežno zbirko raznovrstnih podatkov in evidenc o prostoru, ki so osnova za učinkovito gospodarjenje s prostorom. Kakovost dela in ponudbe Geodetske uprave Republike Slovenije se odražajo v bilancah izdanih podatkov in v relativno visoki finančni udeležbi uporabnikov ob skrbno načrtovanih in vodenih projektih. Kartografsko gradivo različnih meril in prostorske podatkovne baze, ki jih vodi Geodetska uprava Republike Slovenije, so na voljo uporabnikom v Geodetskem dokumentacijskem centru Geodetske uprave Republike Slovenije.

### 2.1 Zakonske podlage

Sedanja organizacija izvajanja nalog geodetske službe in pretežni del geodetske dejavnosti je urejen z naslednjimi zakoni:

- Zakon o upravi (Uradni list RS, 1994, št. 67)
- Zakon o organizaciji in delovnem področju ministrstev (Uradni list RS, 1994, št. 71 in 1997, št. 47)
- Zakon o prevzemu državnih funkcij, ki so jih do 31. 12. 1994 opravljali organi občin (Uradni list RS, 1995, št. 29)
- Zakon o geodetski službi (Uradni list SRS, 1976, št. 23)
- Zakon o temeljni geodetski izmeri (Uradni list SRS, 1974, št. 16 in 1986, št. 42)
- Zakon o zemljiškem katastru (Uradni list SRS, št. 1974, št. 16 in 1986, št. 42)
- Zakon o imenovanju in evidentiranju naselij, ulic in stavb (Uradni list SRS, 1980, št. 5 in 1986, št. 42)
- Zakon o katastru komunalnih naprav (Uradni list SRS, št. 1974, št. 26).

Geodetska uprava Republike Slovenije po Zakonu o organizaciji in delovnem področju ministrstev (11. člen) iz leta 1994:

- pripravlja standarde za izmero topografije, hidrografije, mej, komunalnih objektov in naprav, prometnic, standarde za potrebe kartografskih in prostorskih informacijskih sistemov ter standarde, ki omogočajo povezovanje geodetskih podatkov in evidenc;
- opravlja upravne in strokovne zadeve, ki se nanašajo na osnovni geodetski sistem, na geodetska dela v zvezi z državno mejo in evidenco o državni meji, na državne karte, na zemljiški kataster in kataster zgradb, na register prostorskih enot, na evidenco zemljepisnih imen, na geodetska dela pri komasaciji in melioraciji zemljišč ter na izdajanje in uporabo podatkov uradnih geodetskih evidenc.

Zakoni med seboj niso usklajeni, ker so bili sprejeti v različnih časovnih obdobjih. Zaradi neusklajenosti zakonov prihaja do določenih težav pri določanju pristojnosti na posameznih področjih. Zakonodaja je še posebej nedorečena na področju topografije velikih meril in katastra komunalnih naprav.

### 2.2 Državna kartografska projekcija in koordinatni sistem

Državna kartografska projekcija na območju Republike Slovenije je Gauss-Kruegerjeva projekcija s širino meridianske cone $\Delta\lambda = 3^{o}\ 15'$ in srednjim meridianom $\lambda = 15^{o}$ vzhodne geografske dolžine glede na začetni meridian Greenwich. Državni koordinatni sistem je ravninski pravokotni koordinatni sistem, ki predstavlja projekcijsko ravnino državne kartografske projekcije. Navpična, proti severu usmerjena os (os X) je projekcija srednjega meridiana cone. Vodoravna, proti vzhodu usmerjena os (os Y) je projekcija ekvatorja. Izhodišče državnega koordinatnega sistema je v presečišču obeh osi. Geografski koordinati izhodišča državnega koordinatnega sistema sta: $\lambda_o = 15^{o}$ in $\varphi_o = 0^{o}$. Linijsko merilo na srednjem meridianu je: $m_o = 1{,}0000$. Za potrebe praktičnih geodetskih, kartografskih in drugih del se uporablja spremenjen (modificiran) državni koordinatni sistem. Na srednjem meridianu se uvede linijsko merilo $m_o = 0{,}9999$ (tudi: linijski modul). Z njim se pomnoži (reducira) vsako koordinato y in x, s čimer se dobi reducirane

koordinate. Reducirane koordinate y se zaradi izogibanja negativnim vrednostim povečajo za 500 000 m. Reducirane koordinate x se zaradi enostavnejše in krajše notacije zmanjšajo za 5 000 000 m. Vse podatke Geodetske uprave Republike Slovenije, ki se nanašajo na državni topografsko-kartografski sistem, vodimo v državnem koordinatnem sistemu. Zaradi prilagoditve željam uporabnikov dopuščamo možnost uporabe drugih matematičnih osnov na ravni izdelkov (kart), vendar morajo biti podane vse možnosti za preračun v državni koordinatni sistem. Veliko napora pa bo treba vložiti v tolmačenje morebitnih novih matematičnih osnov kart drugim uporabnikom, da ne bo prihajalo do napačne uporabe.

### 2.3 Fotogrametrični podatki

Fotogrametrični podatki pri nas predstavljajo osnovni vir za zajem informacij o prostoru in izdelavo kart. Fotogrametrični podatki so aeroposnetki cikličnega snemanja in posebnih snemanj ter pogojno (z vidika državnega topografsko-kartografskega sistema) tudi digitalni ortofoto.

#### 2.3.1 Ciklično aerosnemanje

Od uvedbe leta 1975 pa do danes se je izkazalo, da je ciklično aerosnemanje dobra evidenca o prostoru, zato je največkrat uporabljen vir za pridobivanje podatkov o prostoru. Triletni cikel snemanja zagotavlja dovolj ažurne podatke za večino naših potreb. Od leta 1997 snemamo v merilih 1 : 10 000, 1 : 17 500 in 1 : 28 000.

#### 2.3.2 Digitalni ortofoto

Digitalni ortofoto je v metričnem smislu enak načrtu ali karti in je primeren za uporabo v računalniškem okolju. S serijsko izdelavo digitalnega ortofota smo začeli leta 1994. V veliki večini izdelujemo digitalni ortofoto z velikostjo slikovnega elementa 0,5 m in deklarirano položajno natančnostjo ± 1 m, ki ga imenujemo digitalni ortofoto v merilu 1 : 5000 (DOF 5). Enota izdelave je list temeljnega topografskega načrta v merilu 1 : 5000 (TTN 5). Vir za izdelavo DOF 5 so posnetki cikličnega aerosnemanja v merilu 1 : 17 500, izjemoma posnetki posebnih aerosnemanj, ki ne smejo biti starejši od dveh let. Izdelanih je slabih 50 odstotkov vseh DOF 5 v Sloveniji. Za sistemsko pokritost Slovenije z digitalnim ortofotom skrbi Geodetska uprava Republike Slovenije. S tem zagotavljamo standardno obliko podatkov in enakomerno kakovost za celo Slovenijo, obenem pa so podatki dostopni tudi drugim uporabnikom. Hkrati s tem Geodetska uprava Republike Slovenije zagotavlja še druge evidence, ki prispevajo k večji uporabi DOF 5 (npr. REZI). Poudariti pa moramo, da brez interesa sofinancerjev, med katerimi so tako občine, kot tudi drugi državni organi, ne bi uspeli v relativno kratkem času izdelati DOF 5 v takem obsegu. Zato primarno izdelujemo DOF na območjih, kjer je dovolj zanimanja in sofinanciranje. Uporaba ortofota se vedno bolj uveljavlja, še posebno dopolnjenega z zemljepisnimi imeni in nadgrajenega z izbranimi vektorskimi sloji podatkov.

### 2.4 Relief

Geodetska uprava Republike Slovenije vodi digitalne podatke o reliefu v treh različnih oblikah, in sicer kot: nadmorske višine geodetskih točk (baza geodetskih točk), vektorizirane plastnice (GKB 25), na območju cele države, pravilno celično mrežo (DMR). Nadmorske višine geodetskih točk predstavljajo natančne, vendar nehomogene podatke o reliefu na območju celotne države. Za zbirko nadmorskih višin točk v pravilni mreži se je pri nas udomačil izraz digitalni model reliefa (DMR). Za celo Slovenijo smo izdelali DMR 100 z velikostjo mrežne celice 100 m v državnem koordinatnem sistemu. Vir za zajem so bili višinski podatki na temeljnih topografskih načrtih 1 : 5000 in 1 : 10 000. V DMR 100 je zajetih približno 2 milijona nadmorskih višin točk. Na območju, ki ga pokriva pregledna karta Republike Slovenije v merilu 1 : 250 000, DMR 100 dopolnjujemo s podatki sosednjih držav. Hkrati z izdelavo DOF 5 poteka tudi izdelava DMR 25. V preteklosti je bilo izdelanega tudi nekaj DMR 40, ki pa ga bomo interpolirali v grid 25 m zaradi enotnosti velikosti mrežne celice.

### 2.5 Digitalne prostorske baze

V procesu pretvorbe analognih gradiv, katere vodi in vzdržuje Geodetska uprava Republike Slovenije, so nastale naslednje prostorske podatkovne baze v vektorski in rastrski obliki:

#### 2.5.1 Register prostorskih enot

Prostorske enote kot rezultat uradnih členitev prostora vodimo v Registru prostorskih enot. Register prostorskih enot je podatkovna baza, ki vsebuje digitalizirane meje prostorskih enot (administrativne meje) z njihovimi centroidi in opisnimi podatki. V registru vodimo osnovne in dodatne prostorske enote. Osnovne prostorske enote homogeno pokrivajo območje cele države in imajo določeno hierarhijo. Register prostorskih enot je tesno povezan s Centralnim registrom prebivalstva in Poslovnim registrom Slovenije. S podatki Registra prostorskih enot je omogočeno lociranje subjektov in statističnih podatkov v prostoru. Register prostorskih enot je organiziran kot centralna baza. Lokacijski in opisni podatki so shranjeni v relacijski bazi. Izdelana je posebna aplikacija (program) za vodenje in vzdrževanje registra. Vzdrževanje poteka prek distribuiranih lokalnih baz, ki so povezane prek komunikacijskega omrežja državnih organov. Spremembe, ki so izvedene na lokalni ravni, se sproti knjižijo v centralni bazi. Za pregled opisnih podatkov registra je omogočen dostop prek Intraneta. Mnogi uporabniki uporabljajo kopijo centralne baze na Centru Vlade za informatiko, ki se ažurira enkrat dnevno, hkrati pa je tudi varnostna kopija. Register prostorskih enot je bil prva državna baza, organizirana na omenjeni način.

#### 2.5.2 Register zemljepisnih imen

Zemljepisna imena so imena stalnih objektov, ki imajo časovno, zgodovinsko, etnološko ali družbeno uveljavljeno identiteto. Slovenija ima približno 200 000 zemljepisnih imen. Osnovni namen zemljepisnih imen je orientacija v prostoru. V Registru zemljepisnih imen so zajeta zemljepisna imena iz temeljnih topografskih načrtov v merilu 1 : 5000 in 1 : 10 000 ter iz državne topografske karte v merilu

1 : 25 000 (DTK 25). Zemljepisna imena na DTK 25 so zajeta v celoti in se sproti vzdržujejo ob obnavljanju kart, medtem ko smo zajeli nekaj manj kot 60 odstotkov zemljepisnih imen na temeljnih topografskih načrtih. Register vodimo in vzdržujemo centralno. Izdelana je posebna aplikacija za vodenje in vzdrževanje podatkov registra na centralni ravni ter Intranet aplikacija za pregledovanje zemljepisnih imen. Register zemljepisnih imen je z imeni naselij povezan z Registrom prostorskih enot.

#### 2.5.3 Generalizirana kartografska baza v merilu 1 : 25 000

Na področju topografskih podatkov je bilo narejenih več projektov, vendar pa je edina relativno kakovostna baza, ki pokriva celotno Slovenijo, generalizirana kartografska baza (GKB), zajeta iz TK 25/G z vektorizacijo štirih skupin objektov, in sicer: cest, železnic, hidrografije in plastnic. Ta je delno kartografsko, delno GIS-ovsko usmerjena. Njena slabost je predvsem zajem iz kartografskega vira in omejen izbor objektov. Podatki so zasnovani tako, da je možna navezava na posamezne upravljavske baze. Podatki so bili zajeti v letih od 1993 do 1996, opravili pa smo že vzdrževanje za približno 40 odstotkov listov. Zaradi vsebine in njene strukture lahko GKB 25 prištevamo med zametke topografske baze. Prave topografske baze, zajete iz izvornih podatkov, v Sloveniji še nimamo.

#### 2.5.4 Skanogrami načrtov in kart

Za celotno območje države so izdelani skanogrami temeljnih topografskih načrtov, topografskih kart in preglednih kart Republike Slovenije. Skanirana je le vsebina znotraj okvirja lista z izvedeno resolucijo 300 dpi. Skaniranje je izvedeno po posameznih založniških oziroma reprodukcijskih originalih. Vsak skanogram je geolociran v državnem koordinatnem sistemu. Vse liste, ki nastanejo ob klasični reambulaciji ali izdelavi, se sproti skanira tako, da je baza skanogramov ažurna.

### 2.6 Državne karte

Naš sistem je vsebinsko podoben sistemom v drugih evropskih državah. Sistem meril se nanaša izključno na ureditev kart. V kartografiji velja običajno sistem s stopnjevanjem vrednosti imenovalca merila v razmerju približno 1 : 2, kar pomeni, da iz največjega merila dobimo ostala s podvajanjem. V zasnovi sistem vsebuje temeljne topografske načrte v merilih 1 : 5000 in 1 : 10 000, topografske karte v merilih 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 in 1 : 200 000 (1 : 250 000), ter pregledne karte meril 1 : 250 000, 1 : 400 000, 1 : 500 000, 1 : 750 000 in 1 : 1 000 000. Ob osamosvojitvi nismo prejeli vseh potrebnih gradiv za izgradnjo sistema državnih kart, zato dopolnjujemo nastalo praznino z razpoložljivimi sredstvi. Najpomembnejši rezultat novejšega obdobja predstavlja projekt in redakcijski načrt DTK 25, katerega izdelavo zaključujemo v letošnjem letu.

#### 2.6.1 Temeljni topografski načrti v merilih 1 : 5000 in 1 : 10 000

Slovenijo pokriva 2 545 listov temeljnih topografskih načrtov v merilu 1 : 5000 in 257 listov temeljnih topografskih načrtov v merilu 1 : 10 000. Zaradi relativno dragega postopka vzdrževanja in omejenih sredstev jih ne zmoremo vzdrževati v rednem časovnem razdobju kljub velikemu povpraševanju. Povprečna starost listov je 14,2 leta, nekateri listi pa so stari krepko čez 25 let. Po podatkih Geodetskega dokumentacijskega centra Geodetske uprave Republike Slovenije promet z načrti

(skanogrami) narašča kljub naštetim dejstvom. Prav zato je treba z uvedbo sodobnih tehnologij iskati rešitve za poenostavitev in pocenitev vzdrževanja topografskih podatkov na tej ravni.

### 2.6.2 Državna topografska karta v merilu 1 : 25 000

Z izdelavo DTK 25, ki je prva slovenska državna karta, smo začeli leta 1995. Do konca leta bodo izdelani vsi od 198 listov, ki pokrivajo ozemlje naše države. Od izvorne karte (TK 25/G) se DTK 25 razlikuje po dopolnjeni vsebini in po posebej oblikovanem izvenokvirnem prostoru. Zaradi pomanjkanja sredstev pa je vsebina dopolnjena po načelu minimalne obnove, tako da večji del vsebine (vegetacija, kolovozi in poti, nekateri objekti, manjše spremembe v hidrografiji in reliefu) ustreza stanju iz let 1985 in 1986. DTK 25 je v danih pogojih edina tiskana karta, ki v največjem možnem merilu pokriva ozemlje naše države in jo je hkrati možno redno vzdrževati. Poleg ustaljene rabe je karta še posebej primerna za orientacijo po brezpotjih. Geodetska uprava Republike Slovenije je izdala tudi knjižico, v kateri je topografski ključ s pojasnili za uporabo in pravilnikom o uporabi Gauss-Kruegerjeve projekcije pri izdelavi DTK 25 in razdelitvijo na liste.

### 2.6.3 Pregledne karte

Pregledne karte na enem listu prikazujejo ozemlje Republike Slovenije in sosednjih držav. Imamo pregledne karte v merilih 1 : 250 000, 1 : 400 000, 1 : 500 000, 1 : 750 000 in 1 : 1 000 000. Vzdrževane so s stanjem leta 1995. Posebnost med preglednimi kartami predstavlja pregledna karta v merilu 1 : 500 000 (PK 500), ki je prva digitalna pregledna karta v našem sistemu.

## 3 USMERITVE GEODETSKE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE

Geodetska uprava Republike Slovenije želi doseči s strani stroke in politike sprejet, jasno definiran, sodoben in učinkovit sistem. Skladno z obstoječo zakonodajo so naše osnovne naloge v državno topografsko-kartografskem sistemu vzpostavitev sistema topografskih baz, dograditev kartografskega sistema meril ter redno vzdrževanje in izboljševanje podatkov v obstoječih evidencah ob upoštevanju potreb uporabnikov. Za dolgoročni cilj smo si zadali vzpostavitev takega sistema, da bomo zajemali podatke pri izvoru (npr. meritve z GPS-jem, fotogrametrija) brez podvajanj in jih uporabili v različne namene. Globalni cilj je torej zajeti enkrat, uporabiti večkrat, ter s tem ob minimalnih stroških zadovoljiti čim več potreb uporabnikov (predvsem različnih državnih organov). Geodetska uprava Republike Slovenije želi vzpostaviti celovit sistem, ki zagotavlja homogenost podatkov, potrebno kakovost podatkov in njihovo vzdrževanje na območju cele države. V prihodnje bomo bistveno večji poudarek posvetili celoviti kakovosti podatkov in s tem certificiranju svojih izdelkov.

### 3.1 Zakoni in predpisi

Večino pomanjkljivosti bomo odpravili z novo zakonsko ureditvijo, v kateri bomo opredelili državni topografsko-kartografski sistem ter zagotovili jasno poslanstvo (pristojnost, odgovornost, izvajanje) Geodetske uprave Republike Slovenije. Poleg Zakona o geodetski dejavnosti je treba pripraviti druge zakonske in podzakonske akte, ki opredeljujejo in urejujejo posamezne geodetske evidence.

### 3.2 Topografski podatki

Topografske baze moramo organizirati v več ravni natančnosti tako, da lahko zadovoljimo potrebe uporabnikov prostorskih podatkov in učinkovito podpremo vzdrževanje in izdelavo kart. Glede na naše izkušnje so v Sloveniji na državni ravni potrebne najmanj tri ravni topografskih baz, ki se razlikujejo predvsem po natančnosti:

- natančnost, primerna za merila, večja od 1 : 10 000, s položajno natančnostjo od ± 1 m do ± 3 m, različno za posamezne objektne skupine – Državna topografska baza večje natančnosti,
- natančnost, primerna za merila od 1 : 25 000 do 1 : 200 000 s položajno natančnostjo od ± 3 m do okoli ± 10 m, različno za posamezne objektne skupine – Državna topografska baza srednje natančnosti,
- natančnost primerna za merila, manjša od 1 : 200 000 – Pregledna topografska baza.

Navedene ravni topografskih baz se ne stopnjujejo enako kot sistem meril državnih topografskih kart, zato bo potrebna večkratna generalizacija pri izdelavi kart.

### 3.3 Kartografija

Hkrati z vzpostavitvijo topografskih baz je naš cilj tudi postopen prehod iz klasične kartografske obdelave na digitalno. Pri izdelavi kart je nujna uporaba vseh primernih in razpoložljivih virov. S tem zmanjšamo čas in stroške izdelave. Predvidevamo, da bomo za potrebe vzdrževanja kart pri izvoru zajeli le spremembe v prostoru, ki pa jih bomo hkrati uporabili tudi za vzdrževanje topografske baze. To pomeni, da želimo zagotoviti cikličen zajem sprememb. Pri izdelavi kart bomo uporabili tudi posamezne razpoložljive in dovolj kakovostne vektorske sloje iz prostorskih podatkovnih baz različnih upravljavcev. Na ta način želimo izdelati manjkajoče karte v sistemu meril in odpraviti vsebinsko zastarelost nekaterih kart.

### 3.4 Povezovanje in uskladitev evidenc

Državni topografsko-kartografski sistem postopoma prilagajamo zahtevam uporabnikov z odpravo glavnih pomanjkljivosti, kot so na primer neažurnost in neobstoj kart in nekaterih baz, hitrost dostopa do podatkov ter zahtevana vsebina. Ena izmed naših osnovnih nalog je tudi povezovanje in uskladitev različnih evidenc. V naslednjem letu načrtujemo izvedbo projekta, ki bo odgovoril na vprašanje o medsebojnih povezavah in odvisnostih podatkovnih baz in potrebnih aktivnostih za vzpostavitev sistema kot celote. Ustvariti želimo podatkovno jedro, ki bo omogočilo povezavo in izmenjavo podatkov tudi z drugimi upravljavci državnih evidenc. Glede na dane možnosti želimo zagotoviti možnosti za najprimernejše vzdrževanje topografskih baz glede na čas in stroške. Bistvenega pomena je zgraditev strokovno in finančno optimalnega sistema meril kart in vzporednih ravni digitalnih baz različnih natančnosti in podrobnosti.

### 3.5 Izobraževanje

V prihodnosti bo treba posvetiti veliko pozornost izobraževanju na področju zemljiških informacijskih sistemov, topografskih baz podatkov in geodezije na sploh, nikakor pa ne smemo pozabiti na izobraževanje na področju načrtovanja,

organizacije, vodenja in nadzora. Menimo, da moramo na področju izobraževanja pospešiti sodelovanje s Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo. Pričakujemo, da bodo imeli pri izboljšanju kakovosti geodetskih strokovnjakov pomembno vlogo tudi rezultati oziroma priporočila mednarodnega Pharovega projekta TEMPUS.

### 3.6 Cilji in usmeritve po posameznih področjih

#### 3.6.1 Fotogrametrični podatki

Začeli smo s projektom cikličnega aerosnemanja za leto 2000, na podlagi katerega bomo pridobivali podatke daljinskega zaznavanja (ekspertna skupina). V okviru projekta želimo zadovoljiti čim širši krog uporabnikov letalskih in tudi satelitskih posnetkov, zato bomo proučili možnost uporabe satelitskih posnetkov, ki jih pri projektih, povezanih z državnem topografsko-kartografskem sistemom, doslej še nismo uporabili. Razmišljamo tudi o sistemski aerotriangulaciji, ki bi omogočila natančnejši zajem podatkov. Osnovne značilnosti projekta so: ciklus s časovnimi in lokacijskimi parametri, določitev meril za namenska snemanja, testiranje kakovosti materiala, določitev opreme in materiala ter sistem letnega planiranja. Posebno pozornost bomo namenili tudi kontroli na vseh ravneh. Ohraniti želimo visoko proizvodnjo DOF 5. Glede na dosedanjo hitrost izdelave menimo, da bomo državo pokrili z digitalnim ortofotom v naslednjih treh do štirih letih.

#### 3.6.2 Relief

Na Geodetski upravi Republike Slovenije poteka projektna naloga za vključitev vseh dosegljivih višinskih podatkov v nov digitalni model. V naslednji fazi predvidevamo zajem novih in dodatnih podatkov s sodobnimi tehnikami.

#### 3.6.3 Prostorske baze

Pomembna naloga, ki je pred nami, je usklajevanje podatkov Registra prostorskih enot z drugimi evidencami, predvsem zemljiškim katastrom in evidenco o državni meji. Za potrebe popisa v letu 2001 želimo v register vnesti tudi imena in osi ulic na območju cele države. Pripravili bomo potrebne korake za uvedbo novih prostorskih enot v register, kot so: šolski okoliši, območja poštnih številk, pokrajine, območja sodišč in podobno. Treba bo izdelati tudi uradne generalizirane sloje obrisov mej prostorskih enot, predvsem za merila 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 250 000 in 1 : 500 000 ter postopke za njihovo vzdrževanje. Dokončati želimo zajem zemljepisnih imen na temeljnih topografskih načrtih in izvesti toponomastičen pregled zemljepisnih imen, zajetih iz DTK 25. V Register zemljepisnih imen želimo vključiti tudi imena na PK 250 in območju izdelave DTK 50. Vsi projekti Geodetske uprave Republike Slovenije so usmerjeni v digitalno izdelavo kart tako, da v kratkem skaniranje sistemskih kart ne bo več potrebno.

#### 3.6.4 Topografske baze in državne karte

Preverili bomo celoten sistem meril in ga po potrebi spremenili. Čimprej želimo vzpostaviti sistem topografskih baz in izdelati manjkajoče karte v sistemu ob rednem obnavljanju obstoječih kart. Proučili bomo možnosti za hiter dostop do podatkov. Skladno s predvideno izdelavo topografske karte v merilu 1 : 250 000 (standard NATO) je treba načrtovati tudi vzpostavitev pregledne topografske baze.

Predvideno je, da bo imelo pomembno vlogo pri tem projektu Ministrstvo za obrambo. Pomembnejša razvojna projekta, ki potekata, sta:

- Projekt izdelave DTK 50, obnove DTK 25 in vzpostavitve TOPO 25
- vzpostavitev topografske baze natančnosti in podrobnosti merila 1 : 5000.

Oba sta podrobneje opisana v drugih prispevkih tega Geodetskega vestnika.

## 4 SKLEP

Glede na dejstvo, da skoraj vsa geodetska dela oddamo v izvajanje prek javnih naročil zunanjim izvajalskim organizacijam, je naša osnovna naloga upravljanje, planiranje in organizacija ter priprava razpisov z vso tehnično dokumentacijo, spremljanje izvedbe pogodbenih del in nadzor pri zagotavljanju izdelkov oziroma storitev. Po Zakonu o geodetski dejavnosti je predvidena ustanovitev Geodetskega inštituta Slovenije, ki bo ob tesnem sodelovanju z Geodetsko upravo Republike Slovenije skrbel za razvoj sistema. Gradimo strokovno in finančno optimalen sistem, ki je primerljiv s sistemi v evropskih državah, v marsičem pa jih celo presegamo. Zaradi prepletenosti dela se kaže potreba po medresorskem sodelovanju, ki ga je treba intenzivirati in poglobiti. Težimo k vzpostavljanju in vzdrževanju različnih baz, tako da zadovoljimo čim širši krog uporabnikov, ob upoštevanju naših možnosti, saj so uporabniki najbolj poklicani, da sodijo o našem delu.

Viri:

*Lipej, B., Optimizacija prostorskega planiranja kot posledica GIS tehnologij in prostorskega managementa. Doktorska disertacija. FGG GG, Ljubljana, 1997*

*Petek, T., Smodiš, M., The topographic and cartographic system in Slovenia – Collection and acquisition of databases. GIS 98, Brno, 1998*

*Plan geodetskih del sektorja za kartografijo za leta 1999, 2000 in 2001-2007. Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana*

*Podobnikar, M., Topografsko kartografski sistem Slovenije. INDO 98, Ljubljana, 1998*

*Pravilnik o uporabi Gauss-Kruegerjeve projekcije pri izdelavi DTK 25 in razdelitvijo na liste. Uradni list RS, 14. maj 1998, št. 36*

*Predlog Zakona o geodetski dejavnosti. Geodetska uprava Republike Slovenije, 1998*

*Program geodetskih del za leta 1996, 1997 in 1998. Geodetska uprava Republike Slovenije*

*Zakon o organizaciji in delovnem področju ministrstev. Uradni list RS, št. 1994, št. 71 in 1997, št. 47*

*Zasnova projekta DTK 50. Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, Ljubljana, 1998*

*Zasnova strategije topografsko-kartografskega sistema Slovenije. Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, Ljubljana, 1996*

*http://www.sigov.si/gu/*

*Recenzija: Ana Kokalj*
*dr. Božena Lipej*

# QUID NUNC – II. DEL

*mag.mag. Bojan Stanonik*
*Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-08-06*
*Pripravljeno za objavo: 1998-08-06*

## Izvleček

*V prispevku je prikazana potreba po uporabi znanj in veščin managementa tudi v javni/državni upravi. Tako je treba predvsem v uporabi načel t.i. novega upravljanja javnega sektorja iskati možnosti in priložnosti za razvoj (tudi) geodezije v smislu širše družbene veljave, kar lahko predstavlja tudi delni odgovor na vprašanje Quid nunc (kako naprej?).*
**Ključne besede:** *geodezija, management, novo upravljanje javnega sektorja*

## Abstract

*This paper states the case for the need for using managerial knowledge and skills in public/state administration. In addition, the use of the principles of the so-called New Public Management strategy is the primary source of possibility and opportunities for the development of geodesy in the sense of greater public good. It seems evident that new public management is an appropriate solution to the question of quid nunc (What now?)*
**Keywords:** *geodesy, management, new public management*

## 1 UVOD

Po pregledu objavljenih prispevkov v Geodetskem vestniku v letih 1995, 1996, 1997, 1998 sem jih po osebni presoji, torej popolnoma subjektivno, razvrstil v 4 kategorije, in sicer: Organizacija in management, Informatika, Širše področje geodezije in Ožje področje geodezije. Klasifikacija člankov je seveda lahko ožja ali širša in predvsem tudi drugačna, vendar želim na ta način želim opozoriti na načelo (sicer le na enega izmed mnogih), ki nenazadnje lahko opredeljuje delo vseh, ki s(m)o kakorkoli povezani z geodezijo. Na področju geodezije je bilo od časa osamosvojitve narejenega veliko, opozoriti pa je treba tudi na področje, kjer je glede na zgoraj omenjene podatke še dovolj priložnosti za morebitne bodoče aktivnosti (projekt, imenovan Posodobitev geodetskih procesov, poteka prav v tej smeri). Tako sta bila v vseh letih in med vsemi prispevki (v času pisanja tega članka) le 2 strokovna članka na temo Organizacija in management, 5 preglednih člankov s področja Informatike, 17 strokovnih in 20 preglednih člankov s Širšega področja geodezije in 32 strokovnih ter 48 preglednih člankov z Ožjega področja geodezije; torej le 2 odstotka prispevkov s področja, ki ga imajo danes v poslovnem svetu kot enega izmed pomembnih faktorjev uspeha, torej Organizacija in management. Predvidevamo lahko, da tudi izobrazbena struktura zaposlenih ni dosti drugačna. Verjetno se pri tej oceni stanja pojavi nasprotno mnenje in oziroma tradicionalno vprašanje, ali je sploh

možno govoriti o potrebi po znanju in veščinah s področja managementa v državni upravi – geodeziji. Odgovor je seveda pritrdilen, še celo več, vse bolj se uveljavljajo načela poslovanja in vodenja, ki so značilna za zasebni sektor. T.i. novo upravljanje javnega sektorja (ang. New Public Management) se vse bolj uveljavlja v deželah razvitega tržnega gospodarstva. To niso samo teoretična razglabljanja strokovnjakov v pisarni, ampak usmeritve najvišjih državnih predstavnikov. Zahteve po modernizaciji in racionalizaciji delovanja javne/državne uprave se vse bolj večajo in tovrstna vprašanja postajajo prednostna tudi v programih političnih strank. Delovanje državne uprave je torej pod nenehno kritiko javnosti, ki zahteva uvajanje modernih managerskih načel dela, značilnih za zasebnini sektor, ter na ta način zagotavljanje storitev, ki bi ustrezale v ta namen porabljenemu davkoplačevalskemu denarju.

Pri tem bodo vsi tisti, ki prisegajo le na stroko v ožjem pomenu besede, nasprotovali (truistični) trditvi, da se nadaljnje priložnosti za širšo uveljavitev geodezije ponujajo predvsem na tem področju. Če ni tako, potem se podcenjuje razvitost stroke v primerjavi z ostalimi področji in nenazadnje, saj pomembnosti stroke ni treba zmanjšati, ampak je treba večati pomembnost organizacijskih in managerskih znanj in veščin. Problemi stroke, torej geodezije v širšem strokovnem pomenu besede, niso nič drugačni oziroma zahtevnejši kot v drugih državah, medtem ko pa je implementacija rešitev izvirna za slovenske razmere in ključni faktor uspeha. Ravno implementacija pa v veliki meri zahteva znanja in veščine s področja t.i. mehkih managerskih metod. Namen te ugotovitve pa ni vrednotenje doseženih ali nedoseženih rezultatov, ampak gre preprosto za prepričanje, da obstajajo še druge (neizkoriščene) razvojne možnosti, v kolikor jih razumemo dovolj široko, torej dovolj interdisciplinarno. Tako je v tem smislu treba razumeti nadaljevanje članka, kjer je prikazana pomembnost managementa (tudi) v javni/državni upravi in kasneje predstavitev pojma novo upravljanje javnega sektorja, vse z namenom prispevati k razvoju tudi tiste druge strani. Pallenberg je izjavil, da argumenti koristijo proti predsodkom v tolikšni meri kot čokoladni keksi proti zapeki, vendar se moti, mar ne!

## 2 MANAGEMENT

Organizacijo in management si je mogoče razlagati kot dve neločljivo povezani sili. Ko govorimo o organizaciji, moramo govoriti tudi o managementu, in sicer ne glede na to, kakšno obliko organizacije obravnavamo, ali organizacijo javne uprave ali zasebnega sektorja (Ovsenik, Ovsenik, 1997). Zato bomo v nadaljevanju uporabljali le izraz management, ki ga največkrat uporabljamo v zvezi z zasebnim sektorjem, medtem ko je za javno upravo bolj značilen izraz administracija (uprava je namreč prevod angleške besede administration) oziroma uradnik, birokrat. Vendar je management kot vodenje in vodstvo v taki ali drugačni obliki povsod navzoče (Možina, 1994). Razlika med njima bo zmeraj manjša, saj okolje postaja vse bolj kompleksno, povezano, sovisno in soodvisno, cilji se prepletajo, interesi prekrivajo in delovanje organizacij postaja omejeno s podobnimi omejitvenimi faktorji (Lane, 1991), torej razlika v delovanju zasebnega in javnega managementa vse bolj izginja. Tako lahko razvojne trende managementa v javni upravi oziroma v neprofitnih organizacijah označimo kot (Rus, 1994):

- prehajanje iz birokratskega administriranja v poslovno vodenje,
- prehajanje iz javnega v zasebno oziroma iz državnega v nedržavno reguliranje,

- prehajanje iz neliberalnega planskega v liberalno tržno reguliranje.

Zato managementa ne moremo in ne smemo obravnavati preozko, kot ga sicer pravilno, vendar tradicionalno opredeljujemo kot organiziranje, planiranje, vodenje, kontroliranje, informiranje. Management je predvsem večplasten pojav (Slabe, 1996):

- management je ekonomsko-organizacijski pojav
- management kot pojav družbenoekonomskega sistema
- management kot organizacijska in družbena vloga
- management kot pravni pojav.

Med univerzalnimi modeli, ki skušajo opredeliti management, velja omeniti kontingenčni model, ki funkcije deli na proizvodne (postavljanje ciljev in standardov ter evaluiranje rezultatov), administrativne (oblikovanje in vzdrževanje organizacijske strukture), podjetniške (odkrivanje priložnosti, inovacije in dogovarjanje z okoljem) in integrativne, ki pomenijo motiviranje in promoviranje zaposlenih (Rus, 1994). Iz opisanega lahko razberemo, kako široko in polno priložnosti ponuja vse premalo upoštevano področje managementa – tudi v geodeziji. V praksi pa je prva in najpomembnejša naloga managementa opredelitev poslanstva svoje organizacije in temu ustrezno opredelitev dolgoročnih ciljev in nalog. Temeljna naloga pa je odločanje (opredelitev problema in izbiro ene izmed alternativnih smeri za rešitev problema) in sprejemanje odgovornosti za te odločitve. Če se vrnemo na klasično pojmovanje managementa, pa govorimo, da je to planiranje (proces določanja ciljev ter razvijanje alternativnih poti za njihovo uresničitev), organiziranje (ustvarjanje ustreznih medsebojnih odnosov in razmerij, ki omogočajo izvajanje načrtov), vodenje (sposobnost pozitivnega vplivanja na mišljenje, stališča in vedenje sodelavcev), kontroliranje (iskanje, merjenje in odpravljanje odstopov od planiranega). Management pa nenazadnje pomeni tudi oblikovanje organizacijske kulture, torej vzorec dojemanja situacije, mišljenja in nenazadnje tudi reševanja problemov ter v tem pomenu delovanje skladno z etiko. Ta postaja vse bolj pomembna pri kadrovanju vodilnih ljudi.

Za konec poglavja naj poudarim še razliko med upravljanjem in managementom, saj smo velikokrat lahko priče nepoznavanja vsebinskih razlik, kar neizbežno vodi k napačni interpretaciji nalog, pristojnosti in odgovornosti. Poenostavljeno lahko ugotovimo, da je upravljanje določevanje ciljev, medtem ko je management uresničevanje teh ciljev oziroma kot je izjavil že karizmatični manager Lee Iacocca, management je motiviranje ljudi za dosego ciljev. In če si dovolim podati še svojo interpretacijo razumevanja, potem je management sinergično združevanje teoretičnega znanja in praktičnih izkušenj za operativne rezultate.

## 3 NOVO UPRAVLJANJE JAVNEGA SEKTORJA

Da bi se povečala učinkovitost in kakovost ter istočasno zmanjšali stroški, bo treba spremeniti tudi vodenje javne uprave. Izhodišče za novi javni management je spoznanje, da dosedanje birokratske strukture in praksa niso več edini dober način vodenja in delovanja javnega sektorja (Brejc, 1997). Vse te spremembe pa pomenijo spremembo celotnega sistema javne uprave. Bolj kot navedba definicije pojma novo upravljanje javnega sektorja, je treba navesti njegove doktrine, ki bolje pripomorejo k njegovemu razumevanju (Falconer, 1997, Schedler, 1996):

- uvedba poklicnega managementa v javno upravo. Ljudje, ki so odgovorni za zagotavljanje javnih storitev, morajo biti bolj dejavni managerji kot le odzivni upravitelji/administratorji. Morajo biti samostojni pri odločanju in imeti odgovornost za svoja dejanja v smislu merljivosti učinkovitosti in uspešnosti njihovega dela. Proces sprejemanja odločitev je treba prenesti na nižje hierarhične ravni, kar istočasno omogoča boljše stike s strankami in pridobivanje povratnih informacij.
- Nedvoumni standardi in ukrepi za storilnost: organizacije javne uprave bi morale biti podvržene strogim ukrepom glede storilnosti. To pomeni, da bi organizacije morale biti bolj pozorne na dejavnosti oziroma na neuresničevanje zadanih ciljev; torej poudarek je na poenostavitvi regulative, na doseganju (boljših) rezultatov, večanju učinkovitosti, uspešnosti in kakovosti storitev. Večji poudarek na kontroli rezultatov: kontrolo je treba izvajati glede na uresničitev zastavljenih ciljev in ne glede na postopke oziroma potrebne/porabljene resurse. Najbolj očitno se to odraža pri porabi proračunskih sredstev, kjer se kontrola omejuje le na ugotavljanje skladnosti porabljenih sredstev v okviru dogovorjene proračunske vsote in ne glede na uresničitev zastavljenih (dolgoročnih, srednjeročnih, kratkoročnih) ciljev. Razsrediščenje (decentralizacija) enot v javni upravi. Da bi omogočili doseganje do sedaj omenjenih rezultatov, novi javni management zahteva decentralizacijo javne uprave kot protiutež birokratski organiziranosti. V današnjem nenehno spreminjajočem se okolju mora organizacijska struktura javne uprave prevzeti manj formalno, torej zelo prilagodljivo obliko in vlogo in na ta način omogočiti predvsem hitrejši odziv na zahteve iz okolja, boljši pretok informacij, večjo motiviranost ljudi, krajši čas sprejemanja odločitev in poenostavitev poslovanja (npr. projektna organiziranost, dinamična mreža ...).
- Uvajanje vse večje konkurence: stroge tržne zakonitosti so zelo primerne za javno upravo, saj grožnja z večjo konkurenčnostjo med ponudniki storitev povečuje učinkovitost njihovega dela. Kjer je to možno in smiselno, je treba posamezne funkcije javne uprave privatizirati, oziroma uvesti konkurenčnost med izvajalci, tako znotraj kot tudi zunaj javne uprave. Pri tem moramo seveda upoštevati omejitve, ki izhajajo iz narave delovanja javne uprave. Predvidene pozitivne posledice uvajanja konkurenčnosti v javno upravo bi bile poleg ostalih prednosti delovanja prostega trga storitev tudi nižja cena ob istočasnem dviganju njene kakovosti, učinkovitejši nadzor nad izvajanjem aktivnosti, racionalnejša izraba potrebnih resursov ter večja produktivnost. V državni upravi bi to pripomoglo k uvedbi dosledne informiranosti, sodelovanju in koordinaciji med ministrstvi, med upravnimi enotami, resorji, oddelki, projekti, posamezniki ...
- Poudarek na izkušnjah managerske prakse zasebnega sektorja: javna uprava bi si morala prizadevati za bolj poslovno obnašanje po vzoru zasebnega sektorja in s tem povezanimi spremembami. Ena izmed bistvenih lastnosti zasebnega sektorja je velika usmerjenost k strankam. Usmerjenost k strankam (interne/eksterne stranke) mora postati vodilno načelo vseh zaposlenih v javni upravi, torej dejansko prevzeti in razumeti pomen storitvene dejavnosti. Na ta način bi uspeli zagotoviti večjo vrednost storitev v ta namen porabljenih davkoplačevalskih sredstev.
- Poudarek na večji disciplini in varčnosti pri uporabi sredstev v javni upravi: danes velja preprosto pravilo minimilizirati svoje stroške in povečati skupne

stroške. Novi javni management namreč močno poudarja zmanjševanje stroškov izvajanja javnih storitev ob hkratnem povečanju njihove kakovosti – narediti več z manj sredstvi.

Kljub različnim definicijam in opredelitvam vsebin novega javnega managementa, pa je vsem značilno vsaj troje: uvajanje managerskih metod in tehnik, orientacija k strankam in uvajanje tržnih mehanizmov delovanja, kot je npr. konkurenca, in sicer med zaposlenimi v državni upravi in med organizacijskimi enotami državne uprave. Uvajanje načel delovanja novega javnega managementa ima dolgoročne posledice na celotno organizacijo in vse zaposlene v njej, saj ne gre le za modne spremembe, ampak za spreminjanje celotne organizacije. Kaj pa vsa ta načela pomenijo za prakso? Prav to, saj je različnih metod in tehnik za njihovo uveljavitev v praksi več kot dovolj, če obstaja razumevanje celovitosti/interdisciplinarnosti managementa in seveda pripravljenost na spremembe.

## 4 QUID NUNC (KAKO NAPREJ?)

Glede na zastavljeno vprašanje je odgovor v pomenu prispevka tale: »S (profesionalnim) managementom!«

**Literatura:**


*Brejc, M., Slovenska javna uprava ob koncu tisočletja. Javna uprava, Ljubljana, 1997, letnik 33, št. 4, str. 619-638*

*Falconer, K.P., The New Public Management: Principles and Practice in the UK. Javna uprava, Ljubljana, 1997, letnik 33, št. 1, str. 85-109*

*Lane, J.E., Public and private leadership. Managing public organizations. Edited by Jan Kooiman and Kjell A. Eliassen, SAGE, 1991, str. 47-65*

*Možina, S., Management danes. Management. Urednik Stane Možina, Didakta, Ljubljana, 1994, str. 14-40*

*Ovsenik, J., Ovsenik, M., Organizacija in management od newtonstva preko prigoginstva do nove organizacije. Organizacija – revija za management, informatiko in kadre, 1997, letnik 30, št. 3, str. 171-177*

*Rus, V., Management v neprofitnih organizacijah. Management, Urednik Stane Možina, Didakta, Ljubljana, 1994, str. 938-972*

*Schedler, K., Legimization as Granted by the Customer, Reflections on the Compatability of New Public Management and (direct) Democracy. Conference on The New Public Management in International Perspective, Institute of Public Finance and Fiscal Law, St.Gallen, 1996*

*Slabe, F., Management. Organizacija in management, XV. Posvetovanje organizatorjev dela, Moderna organizacija Kranj, 1996, str. 52-61*


**Opomba**

Naslov prispevka je avtor uporabil že za prikaz usmeritve na strokovnem področju geoinformacijske infrastrukture, medtem ko je tokrat isti naslov uporabljen zaradi svoje slikovitosti, vendar za področje managementa (v geodeziji). Bojan Stanonik: QUID NUNC; Onix projekt, Zbornik referatov konference, Ministrstvo za okolje in prostor, Bled, 1997, str. 29-40

*Recenzija: Dušan Mitrović*
*mag. Darko Tanko*

# DILEME TRŽNEGA VREDNOTENJA NEPREMIČNIN V SLOVENIJI

*dr. Maruška Šubic Kovač*
*FGG – Institut za komunalno gospodarstvo, Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-08-24*
*Pripravljeno za objavo: 1998-08-24*

## Izvleček

*V članku smo prikazali kritično analizo stanja na področju tržnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji. Analizirali smo nekatera metodološka izhodišča, ki jih moramo upoštevati pri zasnovi nove metodologije tržnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji. Še posebej smo se ukvarjali s pridobivanjem ustreznih podatkov za tržno vrednotenje nepremičnin za namene obdavčenja.*
**Ključne besede:** *Geodetski dan, GIS, nepremičnine, obdavčenje, Slovenija, vrednotenje*

## Abstract

*This paper gives a critical analysis of the situation in the field of market real-estate valuation methods in Slovenia. Certain methodological starting points are analysed, which have to be considered in designing a new market real-estate valuation methodology in Slovenia. Relevant data acquisition was analysed in particular, since it is indispensable for market real-estate valuation for taxation purposes.*
**Keywords:** *Geodetic workshop, GIS, real estate, Slovenia, tax assessment, valuation*

## 1 UVOD

Vprašanja, ali se mora v Sloveniji uveljaviti tržno vrednotenje nepremičnin ali ne, ni več. Ustavno zagotovljena zasebna lastnina v Sloveniji ni združljiva z administrativnim vrednotenjem nepremičnin. Vključevanje v mednarodni trg za Slovenijo ni več vprašanje izbire, temveč nujnost. Preseganje nelojalne konkurence na tem trgu in primerljivost z drugimi razvitimi državami je možno doseči tudi na podlagi uveljavljenega tržnega vrednotenja nepremičnin. Cilj je znan. Pojma demokratična država in tržno gospodarstvo se torej povezujeta s tržnim vrednotenjem nepremičnin. Odprta ostaja le pot, po kateri bomo prišli do tega cilja. V članku bomo odgovorili na nekatera aktualna vprašanja prehodnega obdobja iz administrativnega v tržno vrednotenje nepremičnin v Sloveniji. Analizirali bomo trenutno stanje na področju tržnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji, odgovorili na nekatera vprašanja, ki se v zvezi s tem pojavljajo v širših strokovnih krogih, in prikazali tudi prve rezultate raziskav, ki se ukvarjajo z uveljavitvijo tržnega vrednotenja

nepremičnin v Sloveniji. Omenjeno vsebino smo smiselno vključili v tele najpogostejše dileme prehodnega obdobja na področju vrednotenja nepremičnin.

## 2 RAZLIKA MED ADMINISTRATIVNIM IN TRŽNIM VREDNOTENJEM NEPREMIČNIN

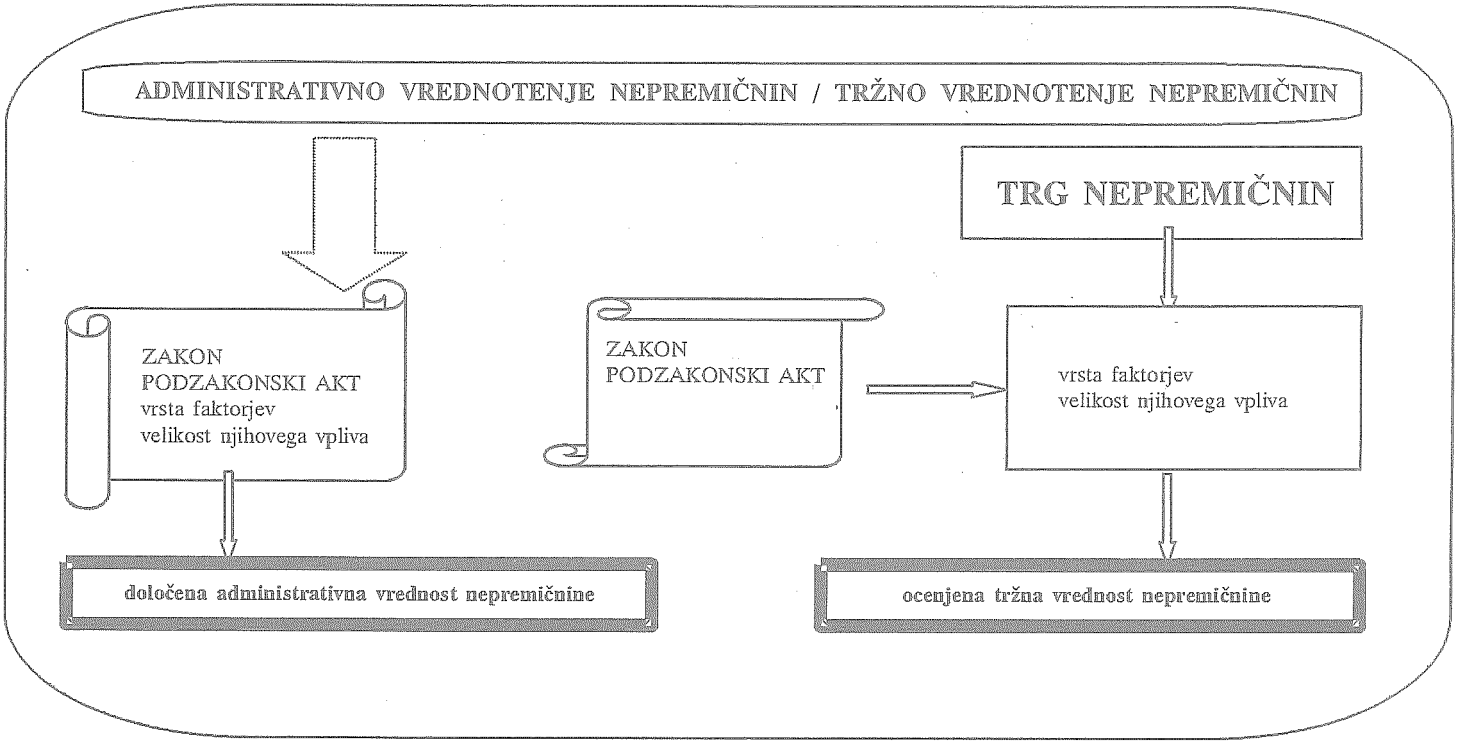
Pri ocenjevanju vrednosti nepremičnine v splošnem je pomembno (Šubic Kovač, 1998a): kateri faktorji vplivajo na vrednost nepremičnine in kolikšen je njihov vpliv. V strokovnih krogih se včasih pojavlja trditev, da se tržnemu vrednotenju v Sloveniji lahko približamo s pomočjo administrativnih metod vrednotenja nepremičnin le tako, da v teh upoštevamo več faktorjev. Zato naj bi samo popravili na primer Pravilnik o enotni metodologiji za izračun prometne vrednosti stanovanjskih hiš in stanovanj ter drugih nepremičnin (Uradni list SRS, 1987, št. 8), vnesli vanj več faktorjev in tako dobili tržno metodo vrednotenja nepremičnin. Trditev je seveda napačna. Bistveno razliko med administrativnimi in tržnimi metodami vrednotenja nepremičnin lahko pojasnimo s hkratnim upoštevanjem tako števila faktorjev kot tudi velikosti vpliva faktorjev na vrednost nepremičnine. Poglejmo si to nekoliko podrobneje.

Pri administrativnih metodah vrednotenja nepremičnin zakon oziroma podzakonski akt določa, kateri faktorji vplivajo na vrednost nepremičnine in kolikšen je njihov vpliv, in sicer ne glede na dogajanje na trgu nepremičnin. V Sloveniji (so) se uporabljajo (le) take metode vrednotenja tako na območjih, kjer promet z nepremičninami še ni prost, kot tudi na območjih, kjer obstoja prost promet z nepremičninami. Za tržne metode vrednotenja nepremičnin velja, da šele na podlagi analize trga nepremičnin lahko ugotavljamo, kateri faktorji vplivajo na vrednost nepremičnine in v kolikšni meri. Dogajanje na trgu nepremičnin predstavlja izhodišče tržnih metod vrednotenja nepremičnin (Slika). Vrste faktorjev in velikosti njihovega vpliva ne moremo predpisati mimo dogajanja na trgu nepremičnin v določenem prostoru in času. Prav zaradi povezanosti z določenim prostorom in časom metodologije tržnega vrednotenja nepremičnin niso neposredno prenosljive iz drugih držav.

## 3 PREVZEMANJE TUJIH IZKUŠENJ NA PODROČJU VREDNOTENJA NEPREMIČNIN

Priseganje na neposredno prevzemanje tujih izkušenj pri uveljavitvi tržnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji je pogosto predmet neformalnih pogovorov v strokovnih krogih. Še posebej, če delo nosi pečat Evropska unija ali samo slutimo, da bi morebiti ta pečat lahko nekdaj in nekoč nosilo. Prav to se namreč dogaja z evropskimi standardi na področju vrednotenja nepremičnin (Approved European Property Valuation Standards, v nadaljevanju: EVSs ), ki jih je izdala Skupina evropskega združenja cenilcev (The European Group of Valuers' Associations, v nadaljevanju: TEGOVA).

Eden izmed glavnih ciljev skupine, imenovane TEGOVA, je v oblikovanju skupnih evropskih standardov na področju vrednotenja nepremičnin. Ti standardi odražajo skupen pogled članic te skupine na problematiko vrednotenja nepremičnin. Objavljeni standardi niso obvezni za članice skupine TEGOVA, temveč jih le priporočajo posameznim članicam, ker predstavljajo skupek preverjenih in




*Slika: Razlika med administrativnim in tržnim vrednotenjem nepremičnin*

pozitivnih izkušenj članic na področju vrednotenja nepremičnin. Kot taki lahko nudijo tudi podlago za oblikovanje določene zakonodaje v okviru Evropske unije ter pregled načina razmišljanja pri vrednotenju nepremičnin v Evropi in svetu.

Namen EVSs-ja je (Champness, 1997), da:

- s pomočjo jasnih smernic pomagajo cenilcem pri pripravi razumljivega cenilnega poročila za stranke,
- povečujejo konsistentnost cenitev s pomočjo standardne definicije tržne vrednosti in pristopov k vrednotenju nepremičnin,
- predpisujejo kakovostne standarde, ki se nanašajo na strokovnost cenilcev,
- zagotavljajo podlago za ekonomsko analizo učinkovite rabe relativno redkih zemljišč in stavb,
- podpirajo med cenilci pristope k vrednotenju nepremičnim, ki sledijo predvidenim ciljem, in upoštevajo stranke,
- povečujejo zavest o vlogi cenilcev,
- vpeljujejo postopke, ki pomagajo pri izdelavi nedvoumne cenitve ter pri ocenitvi vrednosti nepremičnine, upoštevajoč pri tem zakonodajo, standarde vrednotenja in računovodske standarde posamezne države.

Pri oblikovanju metodologije tržnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji je dobro, da proučimo omenjene standarde, vendar standardi sami po sebi ne zamenjujejo ustrezne metodologije. Tako kot ne smemo enačiti standardov in metodologije vrednotenja nepremičnin, ne smemo enačiti tudi metodologije in metod vrednotenja nepremičnin.

## 4 METODE TRŽNEGA VREDNOTENJA NEPREMIČNIN

Na področju vrednotenja nepremičnin se pogosto zamenjujeta pojma metodologija in metoda. Slovar slovenskega knjižnega jezika jasno loči med obema pojmoma. Metodo definira kot obliko načrtnega, premišljenega dejanja, ravnanja ali mišljenja za dosego kakega cilja (SSKJ, 1970). Pojem metodologija je širši. Predstavlja skupek metod, ki se uporabljajo pri kakem raziskovanju, mišljenju (SSKJ, 1970). Enako velja tudi za področje vrednotenja nepremičnin. Metode tržnega vrednotenja nepremičnin so znane. Med temeljne metode uvrščamo:

- metodo neposredne primerjave cen podobnih nepremičnin,
- metodo donosa in
- stroškovno metodo.

Vse ostale metode, ki se omenjajo v strokovni literaturi z obravnavanega področja, so le izpeljanke teh temeljnih metod. Omenjene metode tržnega vrednotenja nepremičnin so slovenski cenilci spoznali že leta 1992 v okviru seminarja Agencije Republike Slovenije za pospeševanje prestrukturiranja gospodarstva in spodbujanje prenove podjetij, ki so ga vodili predavatelji iz Ameriškega društva cenilcev (American Society of Appraisers). Nekateri slovenski cenilci v svojih cenitvah uporabljajo te metode vrednotenja nepremičnin. Vendar cenilci z uporabo teh metod ustvarjajo le navidezen vtis, da so objektivno ocenili tržno vrednost nepremičnine. Pogosto se namreč ne da preveriti podatkov, ki jih uporabljajo v cenitvah. Zato po načelu napačni podatki – napačen rezultat dejansko ocenijo le neko vrednost nepremičnine, ki je zgolj naključno enaka njeni tržni vrednosti. Za državo, kot je Slovenija, kjer je število transakcij nepremičnin relativno nizko, moramo zato za

potrebe takega vrednotenja posebej oblikovati sistem pridobivanja podatkov o nepremičninah in njihovih cenah.

## 5 PODATKI O NEPREMIČNINAH IN NJIHOVIH CENAH

Dvomljivci na področju vrednotenja nepremičnin pogosto podvomijo v verodostojnost podatkov, ki se lahko dobijo pri transakciji nepremičnine. Res je, da sta o dejanski ceni in vseh pogojih prodaje natančno seznanjena le kupec in prodajalec. Vendarle je tako povsod, ne le v Sloveniji in ne le na področju vrednotenja nepremičnin. Lahko so cene v pogodbah v zvezi s transakcijo nepremičnine prenizke, vendar nakazujejo relativno razmerje cen med posameznimi nepremičninami. Pomagajo nam lahko tudi statistične metode. Z uporabo statističnih metod lahko ocenjujemo splošne vplive ter vplive posameznih faktorjev na ceno nepremičnine. Prav ti pa so pomembni za proces vrednotenja nepremičnin. Problem ustreznega pridobivanja podatkov za tržno vrednotenje nepremičnin za namene obdavčenja rešujemo v Sloveniji v okviru projekta ONIX (podprojekta Geoinformacijska podpora upravljanju z nepremičninami na lokalni ravni). V ta namen smo na Institutu za komunalno gospodarstvo zasnovali splošno metodologijo tržnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji in jo prilagodili za namene obdavčenja nepremičnin (Šubic Kovač, 1998c).

Pri obdavčenju nepremičnin gre za množično vrednotenje nepremičnin s pomočjo znanih podatkov o transakcijah z nepremičninami. Temeljna vprašanja so:

- koliko podatkov lahko že danes pridobimo iz obstoječih pogodb
- katere podatke poleg teh še rabimo za vrednotenje nepremičnin in
- kakšna je kakovost podatkov.

Obstoječe pogodbe, ki se sklepajo pri transakcijah z nepremičninami, vključujejo le nekatere podatke o nepremičnini. Na podlagi podatkov iz pogodb Zemljiške knjige v Mariboru smo analizirali, kateri podatki o nepremičnini se najpogosteje navajajo v pogodbah (Čeh, 1998). Analizirani vzorec obsega 76,4 odstotka (1 043) vseh vpisov v zemljiško knjigo v letu 1995 na območju Mestne občine Maribor, na površini, ki obsega 23,8 odstotka celotne Mestne občine Maribor. Vanj so vključene transakcije, ki so bile izvršene v obdobju 1967 – 1995. Zanimivo in hkrati vzpodbudno pri tem je, da je bilo največje število vpisov (274 ali 26,3 odstotka) narejenih za transakcije, opravljene v letu 1995. Ugotovili smo, da iz teh pogodb lahko dobimo predvsem tele podatke: vrsta pogodbe, datum pogodbe, vpis v zemljiško knjigo, pogodbene stranke, katastrska občina, parcelna številka, kultura oziroma vrsta nepremičnine, površina nepremičnine, pogodbena cena nepremičnine.

Agencije za promet z nepremičninami imajo tudi podatke o transakcijah z nepremičninami. Pri analizi zbiranja podatkov v okviru nekaterih mariborskih agencij se je pokazalo, da imajo predvsem tekoče podatke in ne zbirajo podatkov o transakcijah v preteklosti. Problematično je tudi nizko število podatkov o transakcijah z nepremičninami, ki jih imajo. Dve večji agenciji za promet z nepremičninami v Mariboru[1], ki pokrivata večji delež prometa z nepremičninami na obravnavanem območju, sta imeli za leto 1995 le 96 podatkov[2] oziroma transakcij. Kljub temu pa imata omenjeni agenciji večje število podatkov o nepremičnini, kot jih lahko pridobimo iz pogodb v zemljiški knjigi. Iz preglednice je razvidno, da po številu

rabimo le nekaj podatkov več za potrebe tržnega vrednotenja nepremičnin za namene obdavčenja, kot jih zbirata omenjeni agenciji.

| *predlagani podatki* | *podatki iz pogodb v zemljiški knjigi* | *podatki iz baz agencij za promet z nepremičninami* |
|---|---|---|
| *zemljišče:* | | |
| *površina zemljišča* | | |
| *stopnja komunalne opremljenosti* | | |
| *lega zemljišča* | | |
| *raba zemljišča* | | |
| *oddaljenost od večjega naselja* | | |
| *stavba (primer stanovanje):* | | |
| *leto izgradnje* | | |
| *način rabe* | | |
| *vrsta financiranja* | | |
| *oprema* | | |
| *število stanovanj* | | |
| *število nadstropij* | | |
| *površina stavbe* | | |
| *površina stanovanj* | | |
| *število sob* | | |
| *lega* | | |
| *vrsta instalacij* | | |
| *gradbeno stanje stavbe* | | |
| *zunanja ureditev* | | |
| *transakcijska cena*[3] | | |
| *osebne in neobičajne okoliščine* | | |

***Preglednica:*** *Predlagani potrebni podatki pri ocenjevanju tržne vrednosti zazidanih stavbnih zemljišč iz projekta ONIX (Šubic Kovač, 1998 b) in podatki, ki jih je mogoče dobiti iz listin zemljiške knjige in baz agencij za promet z nepremičninami (Čeh, 1998)*

Vse te podatke bi lahko pridobili z uvedbo posebnih obrazcev, ki bi jih stranke morale izpolniti pred overovitvijo pogodbe (Šubic Kovač, 1998). Ti obrazci bi morali vsebovati vse potrebne podatke, ki bi jih stranka lahko dala o nepremičnini in bi bili potrebni za vrednotenje nepremičnine. S tem pa ne bi rešili celotne problematike pridobivanja ustreznih podatkov. Najpomembneje pri pridobivanju podatkov za te namene je, da posamezne postavke v obrazcu slonijo na nedvoumnem razvrščanju postavk v posamezne skupine. Le tako lahko dosežemo primerljivost podatkov iz posameznih transakcij. Na podlagi prejšnje preglednice zaključimo: agencije za promet z nepremičninami zbirajo več podatkov, potrebnih za tržno vrednotenje nepremičnin, kot jih lahko pridobimo iz pogodb v zemljiški knjigi. Pri uporabi teh podatkov v procesu ocenjevanja tržne vrednosti nepremičnin je njihova kakovost vprašljiva.

Na področju vrednotenja nepremičnin niso vsi podatki iz pogodb ali agencij za promet z nepremičninami neposredno uporabni za ocenjevanje vrednosti nepremičnin. Podatke o obrestni meri za nepremičnine oziroma stopnji kapitalizacije na primer moramo izračunati na podlagi posebne metodologije. Zato moramo za

tržno vrednotenje nepremičnin oblikovati izvorne, dodatne in izvedene baze podatkov[4] (Šubic Kovač, 1998b), kar zahteva specifično obravnavo tega področja v okviru njegove geoinformacijske podpore.

## SKLEP

Obravnavane dileme na področju vrednotenja nepremničnin so razumljive in hkrati povezane s prehodnim obdobjem. Preskoka v načinu razmišljanja ni mogoče narediti čez noč, ker zahteva določanje vrednosti nepremičnine po administrativnih metodah bistveno manj razmišljanja o ocenjevani nepremičnini kot tržno vrednotenje. Zato je treba poleg zakonske podlage za tržno vrednotenje nepremičnin, oblikovanja tržne metodologije in zagotovitve potrebnih uradnih podatkov na državni ravni posvetiti veliko pozornost tudi izobraževanju strokovnjakov.

**Literatura:**


*Champness, P., Approved European Property Valuation Standards. TEGOVA, London, 1997*

*Čeh, S., Analiza nepremičninskega trga na podlagi podatkov iz pogodb v zemljiški knjigi za vpise v letu 1995 in podatkov agencij za promet z nepremičninami v letu 1995 na območju Mestne občine Maribor. Diplomska naloga. Ljubljana, FGG, 1998*

*Slovar slovenskega knjižnega jezika (SSKJ), SAZU, Inštitut za slovenski jezik, Ljubljana, 1970*

*Šubic Kovač, M., Potrebni pogoji za uveljavitev tržnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji. Vrednotenje nepremičnin v Republiki Sloveniji, Ljubljana, 1998, str. 45-52*

*Šubic Kovač, M., Potrebni atributi za ocenjevanje tržne vrednosti nepremičnin v procesu obdavčenja nepremičnin. Projekt ONIX, Vmesna konferenca projekta ONIX – Zbornik referatov faze Modeliranja. 1998b, str. 73-98*

*Šubic Kovač, M., Inertia of the administrative valuation methods and introduction of marketing real estate valuation-case study of Slovenia. International Real Estate Conference. Maastricht, 1998*


**Opombe**

1 Agenciji ne želita, da bi jih navedli poimensko.

2 Podatke o tem, koliko je bilo dejansko opravljenih transakcij z nepremičninami na območju Mestne občine Maribor v letu 1995, bi lahko dobili na Davčni upravi Republike Slovenije, vendar tudi po šestih mesecih pogajanj nismo uspeli priti do teh podatkov.

3 V primeru ko gre za pogodbe v zemljiški knjigi, govorimo o pogodbeni ceni nepremičnine.

4 Med izvorne baze podatkov štejemo baze podatkov, ki so vzpostavljene že za druge namene, njihove podatke pa uporabimo tudi pri vrednotenju nepremičnin za potrebe obdavčenja. Med te uvrščamo: zemljiško knjigo in zemljiški kataster. Ti podatki so neposredno uporabni za vrednotenje nepremičnin. Poleg teh rabimo še dodatne baze podatkov. Podatke za te baze dobimo na podlagi: pogodb, anket in ogledov na terenu. Na podlagi podatkov iz izvornih baz podatkov in dodatnih baz podatkov vzpostavimo izvedeno bazo podatkov. To dobimo z analizo zbranih podatkov. Izvedena baza podatkov nudi podatke, potrebne za vrednotenje nepremičnin. Glej podrobneje: (Šubic Kovač, 1998).


*Recenzija: Igor Bevc*
*mag. Borut Pegan Žvokelj*

# OD KARTE DO LOKALNE TOPOGRAFSKE BAZE

*Staško Vešligaj*
*Mestna občina Maribor – Služba za GIS in obdelavo podatkov, Maribor*
*Martin Puhar, Katarina Horvat,*
*Igea d.o.o., Ljubljana*
*Prispelo za objavo: 1998-08-21*
*Pripravljeno za objavo: 1998-10-19*

## Izvleček

*V prispevku želimo na kratko pojasniti pristop, ki ga ima Mestna občina Maribor pri vzpostavljanju potrebnih informacijskih osnov, predvsem na področju topografskih podatkov. Navedeni so razlogi, zaradi katerih se je Mestna občina Maribor odločila za začetek razvoja lokalne topografske baze. Poudariti želimo pomen in vlogo zunanjih vzdrževalcev posameznih informacijskih osnov ter način njihovega vključevanja v proces izgradnje in nadaljnjega vzdrževanja lokalne topografske baze.*
**Ključne besede:** *digitalni topografski načrti, Geodetska uprava Republike Slovenije, javne službe in koncesionarji, lokalna topografska baza, Mestna občina Maribor, topografske podlage*

## Abstract

*The basic principles of establishing topographic databases in the local community of Maribor are discussed, along with the main reasons for doing so. The significance and role of external institutions concerned with the maintenance of various databases (utilities) is emphasised, as well as the way these institutions are involved in the process of further developing and maintaining of the local topographic database in Maribor. The basic methodological approach to identification and definition of individual objects in the local topographic database is also described.*
**Keywords:** *digital topographic maps, local community of Maribor, local topographic database, public sector and concessionaires, Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, topographic data*

## 1 UVOD

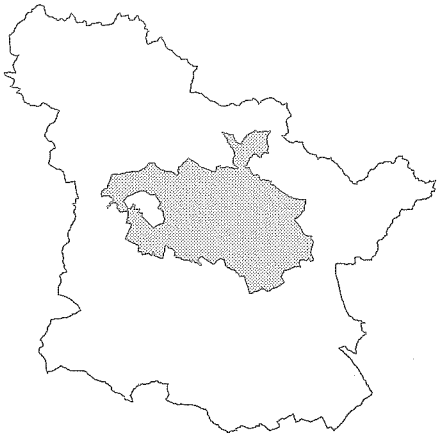
Večina uporabnikov na vprašanje, katere prostorske podatke potrebujejo za svoje delo, odgovori: »Karta ali načrt, ki nam je že sedaj na voljo, zadostuje.« Tak odgovor kaže, da uporabniki večinoma niso seznanjeni s stanjem in kakovostjo posameznih analognih virov oziroma njihovih digitalnih slik. Ti viri dostikrat ne kažejo pravega stanja v naravi. Vprašljiva je njihova kakovost v celoti (načrti se na

primer nekaj let zapovrstjo ne vzdržujejo) ali pa delno (vzdrževani so le nekateri elementi). Večina uporabnikov razume kakovost predvsem kot položajno natančnost podatkov, pozablja pa na druge, prav tako pomembne elemente kakovosti: popolnost, logična usklajenost, časovna natančnost, tematska natančnost. Vprašanje je, ali uporabnik za svoje delo res potrebuje vse podatke, ki jih najde na načrtu ali karti. Morda nujno potrebuje le del vsebine načrta ali karte, nekaterih elementov, ki bi jih nujno potreboval, pa na načrtu ali karti ni. Opisano stanje srečamo praktično na vseh ravneh, od državne do lokalne. Opisali bomo, kako je reševala problematiko topografskih podlag Mestna občina Maribor.

## 2 TOPOGRAFSKI PODATKI V MESTNI OBČINI MARIBOR

Mestna občina Maribor je začela v letu 1996 izvajati projekt Lokalna topografska baza Maribor (v nadaljevanju LTB Maribor), ki naj bi vsebinsko in organizacijsko zagotovil topografske podatke za potrebe mestne uprave v ožjem smislu in lokalne skupnosti v širšem. V projektu je finančno in strokovno sodelovala tudi Geodetska uprava Republike Slovenije, predvsem na področju standardov topografskih baz, pri ugotovitvi možnih povezav med topografskimi bazami na lokalni in državni ravni ter pri zasnovi operativnega procesa preoblikovanja podatkov v prvi fazi izgradnje LTB Maribor. Izvajalca projekta sta bila podjetje Igea, d.o.o. in Geodetski zavod Maribor. V projektu LTB Maribor ne gre za prvo vzpostavitev topografskih podatkov na območju občine Maribor. Mestna občina Maribor ima namreč po pristanku Geodetske uprave Republike Slovenije na voljo t.i. katastrsko-topografske načrte velikih meril (1 : 1000 in 1 : 500), ki obstajajo za precejšnji del občine. Ti načrti so bili izdelani v času od leta 1968 do 1980. Vzdrževanje katastrske vsebine se je izvajalo tekoče v okviru postopkov zemljiškega katastra, topografska vsebina pa po potrebi z reambulacijami.

V letu 1993 je tedanja Geodetska uprava občin Maribor, Pesnica, Ruše in Lenart z Republiško geodetsko upravo ter s sofinancerjem mestne uprave in nekaterih javnih služb začela z digitalizacijo katastrsko-topografskih načrtov za območje mesta Maribor. V naslednjih nekaj letih so bili vzpostavljeni t.i. digitalni katastrsko-topografski načrti, ki obsegajo okoli 200 listov načrtov merila 1 : 500 in 1 : 1000 in pokrivajo območje mesta Maribor (Slika 1). Začetek analogno-digitalne pretvorbe klasičnih katastrsko-topografskih načrtov lahko pravzaprav štejemo za začetek razvoja topografskih baz v Mestni občini Maribor. Iz obstoječih analognih načrtov je bila digitalizirana topografska vsebina. Katastrska vsebina je bila vzporedno, v nekaterih primerih pa tudi predhodno, preoblikovana v digitalne katastrske načrte (DKN), za katere skrbi Geodetska uprava Republike Slovenije. Rezultat analogno-digitalne pretvorbe so bili digitalni katastrsko-topografski načrti. Tem načrtom lahko rečemo tudi digitalne slike in so primerne predvsem kot grafična podlaga pri delu različnih uporabnikov (načrtovalcev, vzdrževalcev, mestnih javnih služb ...). Digitalni katastrsko-topografski načrti so med uporabniki naleteli na ugoden odziv. Osnovna tehnologija, ki podpira uporabo digitalnih katastrsko-topografskih načrtov, je AutoCAD, ki je med uporabniki dovolj razširjeno in priljubljeno grafično orodje. Digitalni katastrsko-topografski načrti pa nosijo s seboj tudi nekaj problemov, ki so bili glavni razlog za odločitev o izgradnji LTB Maribor.



*Slika 1: Območje Mestne občine Maribor in območje (sivo), ki ga pokrivajo katastrsko-topografski načrti.*

## 3 RAZLOGI ZA PREHOD NA LTB MARIBOR

Sistem vzdrževanja digitalnih topografskih načrtov v vsem tem času ni bil dorečen oziroma je ostal na ravni reambulacije klasičnih katastrsko-topografskih načrtov. Na ta način ni mogoče zagotoviti enotne ažurnosti na celotnem območju, ki ga pokrivajo topografski načrti. Poseben problem ostaja vzdrževanje obeh vsebin – katastrske in topografske, saj se na digitalnih katastrsko-topografskih načrtih katastrska vsebina ne vzdržuje. V povezavi z ažurnostjo je vprašanje smiselnosti vodenja in vzdrževanja vseh elementov topografske vsebine v katastrsko-topografskih načrtih, ki je določena s Pravilnikom o znakih za TTN (Uradni list SRS, 1982, št. 29). Mestne službe in drugi uporabniki potrebujejo za nemoteno delovanje še druge informacijske osnove (vsebine), predvsem s področja infrastrukturnih objektov in naprav. Vprašanje je tudi cenovna upravičenost vzdrževanja celotne topografske vsebine na katastrsko-topografskih načrtih. Cilj vzpostavitve LTB Maribor je tudi pocenitev stroškov vzdrževanja podatkov. Na drugi strani se delno spreminja tudi funkcija geodetske službe – v predlogu nove geodetske zakonodaje je področje topografskih načrtov velikih meril prepuščeno predvsem lokalnim skupnostim.

## 4 NAMEN LTB MARIBOR

Osnovni namen izgradnje LTB Maribor je zagotovitev skupne minimalne ažurne podatkovne osnove za obvladovanje prostora v lokalni skupnosti. Pod terminom obvladovanje prostora razumemo aktivnosti, kot so pregled stanja, nadzor nad stanjem, načrtovanje dejavnosti v prostoru ter odločanje in ukrepanje v primeru sporov. Topografski načrti so se v svoji klasični in tudi digitalni obliki uporabljali predvsem kot grafična podlaga za različne uporabnike. Lokalna topografska baza zaradi svoje zasnove in načina delovanja ponuja poleg podpore različnim nalogam s področja upravljanja s prostorom tudi nadzor nad stanjem in identificiranje sporov v prostoru. Prav zato se osnovna funkcija obstoječih topografskih podatkov delno

spreminja in dopolnjuje. Hkrati s spremembo funkcije topografskih podatkov se spreminjajo vsebinska in tehnološka, pa tudi dosedanja organizacijska izhodišča pri vzpostavljanju, vodenju, uporabi in predvsem vzdrževanju topografskih podatkov v lokalnih skupnostih.

## 5 POTEK PROJEKTA

Potek celotnega projekta je predviden v več fazah, tako da je vsaka faza, kolikor je mogoče, obvladljiva – finančno, strokovno, organizacijsko in tehnološko. Temeljne faze projekta izgradnje LTB Maribor so:

1) Pregled obstoječih topografskih podatkov, katerih položajna natančnost se giblje okoli meril 1 : 500 in 1 : 1000, ter priprava objektnega kataloga obstoječih podatkov na eni strani in kataloga želenih (potrebnih) podatkov na drugi strani.

2) Analiza elementov obeh objektnih katalogov in odločitev o vključitvi posameznih elementov v začetno stanje LTB

3) Operativna priprava podatkov po informacijskih slojih bodočih (potencialnih) vzdrževalcev

4) Uskladitev začetne vsebine z vsebino podatkovnih baz bodočih vzdrževalcev ter priprava usklajenega objektnega kataloga

5) Priprava in sprejem formalnega dogovora med občino in bodočim vzdrževalcem

6) Začetek vzdrževanja LTB na osnovi podatkov vzdrževalcev
(aktivnosti od 4) do 6) se ponavljajo: vsebina LTB se lahko še spreminja)

7) Dogovor z uporabniki – ponovna dopolnitev in morebitna sprememba vsebine LTB

8) Ureditev formalnih odnosov glede lastništva, organizacijskih povezav, postopkov vzdrževanja in uporabe podatkov.

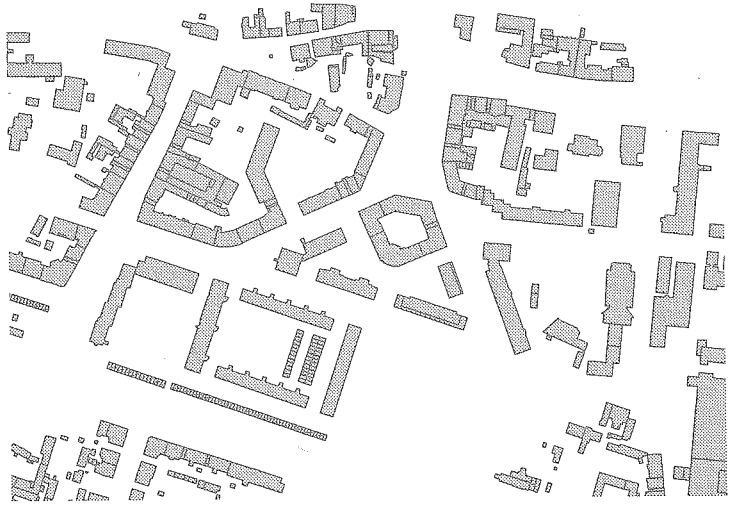
Trenutno so zaključene aktivnosti do 3) točke izgradnje LTB Maribor, v pripravi pa so aktivnosti v okviru 4) in 5) ter tudi 8) točke.

## 6 DOLOČITEV TRENUTNE VSEBINE LTB MARIBOR

Osnovni vir za oblikovaje začetne vsebine LTB Maribor so bili obstoječi digitalni katastrsko-topografski načrti. Začetna vsebina LTB Maribor predstavlja trenutno maksimalno možno vsebino, ki jo lahko zagotovi Mestna občina sama (Slika 2). Pri zasnovi objektnega kataloga je bila, kolikor je bilo to pač mogoče, upoštevana možnost, da se posamezna skupina objektov oziroma baza podatkov v nadaljevanju lahko preda določenemu vzdrževalcu (javna služba, koncesionar), ki bo skrbel za vsebino in ustrezno kakovost podatkov. Za vsako bazo podatkov je bil glede na realno stanje predviden (možni) bodoči vzdrževalec in ocenjena realna možnost vzdrževanja posameznih elementov. Analizirana in upoštevana je bila tudi optimalna (želena) vsebina LTB Maribor, ki bi zadoščala za večino potreb delovanja mestne uprave in njeno podporo javnim službam. Glavni kriterij ugotovitve optimalne vsebine je bila dejanska potrebnost posameznih objektov in ne realna možnost pridobitve teh podatkov.

Kriteriji za odločitev o vključitvi posameznega objekta v začetno vsebino LTB Maribor so bili naslednji:

- vsebinska ustreznost podatkov o objektu za vključitev v LTB Maribor (določi se glede na najbolj pogoste potrebe uporabnikov, v prvi vrsti same občine)
- potrebnost podatkov o objektu
- kakovost podatkov objektov glede na potrebe
- digitalni katastrsko-topografski načrti so (bili) trenutno najkakovostnejši vir za pridobitev podatkov posameznega objekta
- o objektu se vodijo še drugi opisni podatki
- za podatke objektov bo mogoče zagotoviti vzdrževanje (obstaja potencialni vzdrževalec).



*Slika 2: Dela sloja zgradbe v LTB Maribor; v prihodnje se bo ta sloj lahko dopolnil oziroma povezal z bazo registra stavb Geodetske uprave Republike Slovenije*

## 7 MODEL VZDRŽEVANJA PODATKOV LTB MARIBOR

Temeljno načelo vzdrževanja podatkov LTB Maribor predstavlja model pretoka podatkov med centralno bazo podatkov na strani občine in podatkovnimi bazami na strani vzdrževalcev (javnih služb in koncesionarjev). Posamezne baze podatkov bodo vodili in vzdrževali pooblaščeni vzdrževalci (koncesionarji in javne službe). Gre za baze podatkov, ki jih te ustanove potrebujejo za svoje redno operativno delovanje – obratni katastri. Del podatkov obratnih katastrov bo na podlagi dogovora med občino in vzdrževalcem redno posredovanih v centralno bazo, za katero skrbi občina – LTB Maribor. Ker je večina baz podatkov na strani vzdrževalcev še v fazi izgradnje oziroma priprave, vključuje ta model tudi aktivnosti pri izgradnji podatkovnih baz vzdrževalcev, pri kateri lahko obstoječi podatki LTB Maribor veliko pomagajo. Občina bo na ta način nudila operativno pomoč vzdrževalcem posameznih baz podatkov. Dogovor med občino in posameznim vzdrževalcem bo predvidoma obsegal naslednje sklope:

- vsebina podatkov, ki bodo vključeni v LTB

- vsebina LTB, ki lahko pomaga pri izgradnji obratnega katastra
- frekvenca prenosa podatkov v LTB
- minimalna kakovost podatkov, ki bodo vključeni v LTB
- logična pravila podatkovnih nizov (identifikatorji, povezovalni ključi, topološki odnosi)
- izmenjevalni format za prenos podatkov.

Kakovost podatkov bo ob prevzemu kontrolirana. Gre za naslednje kontrole: pravilnost izmenjevalnega formata, ki je dogovorjen za izmenjavo, popolnost podatkov, topološka pravilnost, položajna in opisna natančnost podatkov, odnos oziroma spori z drugimi bazami podatkov.

## 8 ZAKLJUČEK

Projekt izgradnje LTB Maribor temelji predvsem na medinstitucionalnem sodelovanju, tako na organizacijskem, vsebinskem, strokovnem, kot na tehničnem področju. Teža projekta, ki je bila do sedaj na Mestni občini Maribor, se v nadaljevanju prenaša oziroma porazdeljuje med vzdrževalce in v končni fazi tudi med uporabnike podatkov. Projekt izgradnje lokalne topografske baze Maribor je priložnost vseh, potencialnih uporabnikov, vzdrževalcev in Mestne občine Maribor, da se racionalizira vzdrževanje prostorskih podatkov v lokalni skupnosti, ter da se na drugi strani poveča njihova kakovost in s tem tudi kakovost obvladovanja prostora. Na projekt vzpostavitve LTB Maribor ni mogoče gledati kot na projekt, s katerim bodo imeli udeleženci le stroške in dodatne naloge ter permanentne zadolžitve. Načelo nadaljnjega razvoja LTB Maribor temelji na dogovorih med posameznimi institucijami. Dogovor pa ni nikoli enostranska prisila in nalaganje obveznosti, pač pa je kompromis med zadolžitvami, potrebami, željami in zmožnostmi vseh partnerjev dogovora.

Viri:

*Horvat, K., Šuntar A., Osnovna geometrija prostora – podatkovna hrbtenica za komunikacijo v prostoru. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1997, letnik 41, št. 2*

*Horvat, K., Geometrija prostorskih oblik – informacijska podpora postopkom upravljanja z nepremičninami. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1997, letnik 41, št. 3*

*Projekt ONIX – projektna dokumentacija podpornega projekta ONIX-Topografija. Igea, d.o.o., 1997 – 1998*

*Predstavitev lokalne topografske baze Maribor Gradivo, pripravljeno za delavnico na temo topografskih podatkov in geoinformacijske podpore v lokalnih skupnostih. Maribor, 1998*

*Recenzija: mag. Radovan Dalibor*
*Martin Smodis*

ZVEZA GEODETOV SLOVENIJE

GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE

IN

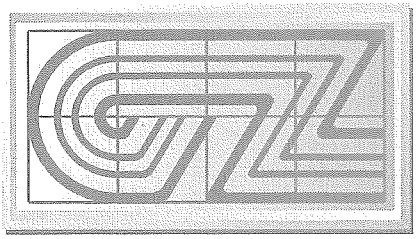
CELJSKO GEODETSKO DRUŠTVO

se zahvaljujejo

vsem, ki so s svojimi prispevki doprinesli

k izvedbi 31. Geodetskega dneva

v Rogaški Slatini



GEODETSKI ZAVOD
CELJE d.o.o.

Ul.XIV.divizije 10,3000 CELJE
tel.: (063)484-615
fax.: (063)484-616
e-mail: gzc@siol.net

DEJAVNOSTI IN STORITVE

GEODETSKE STORITVE:
- Geodetski posnetki
- Zakoličbe
- Parcelacije
- Posnetki po končani gradnji
- Temeljne geodetske izmere
- Geodetske mreže
- Komasacije
- Ekspopriacije dolžinskih objektov
- Nove izmere
- Kataster komunalnih naprav
- Specialna merjenja

DRUGE STORITVE IN DEJAVNOSTI:
- Kartografska obdelava načrtov in kart
- Digitalizacija, ekranska vektorizacija
- Izdelava digitalnih modelov notranjosti zgradb
- Nastavitev evidenc
- Izdelava digitalnih baz podatkov
- Kopiranje . . .

GENERALNI POKROVITELJ
31. GEODETSKEGA DNEVA

ROGAŠKA SLATINA

12.-13. november 1998

GEODETSKI
ZAVOD
SLOVENIJE

če ne veste kam,
pridite k nam, v prodajalno
kartografskih izdelkov

KOD & KAM

Trg francoske revolucije 7, Ljubljana
tel., fax: 061/ 21 35 37

# Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG
# Geodesy, Cartography and Photogrammetry Institute
## Jamova 2
## 1000 Ljubljana
## Slovenija

kartografija, avtomatizirana kartografija, gis,
reprofotografija, fotogrametrija, geodezija,
grafične storitve in tisk

Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG Ljubljana si je v svojem 45 - letnem delovanju pridobil bogate izkušnje pri raziskovalnem, operativnem, strokovnem in konzultantskem delu na področju geodezije, fotogrametrije, kartografije, računalništva in GIS tehnologije. Področja del so:

RAZISKOVALNA DEJAVNOST
- raziskovalne naloge s področja prostorskih evidenc, nastavitve digitalnih atributnih in grafičnih baz podatkov, GIS tehnologije

KARTOGRAFIJA
- planinske, turistične in avtokarte,
- občinske upravne karte,
- mestni načrti, karte turističnih centrov in območij, karte regij in republike za upravne in druge namene, različne tematske karte.

AVTOMATIZIRANA KARTOGRAFIJA IN GIS
- digitalizacija/skaniranje načrtov
- digitalne baze in katastri
- geoinformatika
- digitalni modeli reliefa
- tematska kartografija
- taktilna kartografija

REPROFOTOGRAFIJA
- posebna fotografska in reprofotografska dela na majhnih in velikih formatih;
- specialna reprofotografska dela za potrebe geodezije in kartografije;
- pomanjšave in povečave do dolžine 3m.

FOTOGRAMETRIJA
- posebna terestrična fotogrametrična snemanja nedostopnih terenov, objektov in naprav;
- izdelava klasičnih načrtov in ortofotonačrtov;
- izdelava načrtov fasad, spomenikov in arheoloških najdišč;
- digitalno izvrednotenje stereoparov

GEODEZIJA
- izdelava, obnova in vzdrževanje vseh vrst geodetskih načrtov

TISK IN KOPIRANJE
- organizacija vseh vrst grafičnih storitev;
- priprava tiska in večbarvni tisk;
- knjigoveške storitve;
- kaširanje kart, načrtov, plakatov na različne podlage;
- kopiranje predlog večjih formatov na različne materiale

LGB LJUBLJANSKI GEODETSKI BIRO D.D.

30 let

Storitve

Ljubljanski geodetski biro d.d.

- Parcelacija zemljišč z mejnim ugotovitvenim postopkom
- Topografske in katastrske izmere
- Inženirska dela na AC programu
- Izmera dolžinskih objektov in zakoličbe cest, vodotokov in drugih objektov
- Pridobivanje in cenitev zemljišč
- Izmera funkcionalnih zemljišč
- Izmera komunalnih vodov
- Opazovanja posedanj objektov in premikov tal
- Geodetski posnetki za potrebe lokacijske dokumentacije
- Priprava zemljiško - knjižnih predlogov in pogodb
- Geodetske meritve pri postopkih denacionalizacije
- Izvedeniška dela na področju geodezije
- Ureditev in vpis etažne lastnine
- Izdelava GIS
- Svetovanje

**Več informacij o storitvah našega podjetja dobite na info@lgb.si , ali na naši strani na internetu: http://www.lgb.si**

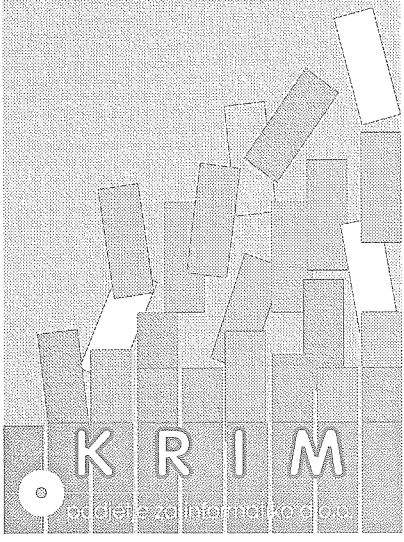
# TEKAT

## Tehnični Elaborati KATastra

**KRIM d.o.o.**

Grosuplje, Pod hribom cesta III 3,
1290 Grosuplje

Telefon: (061) 133-93-85
Fax: (061) 765-220
Mobitel: 0609- 617-625
E-pošta: krim@siol.net




**JE PROGRAMSKI PAKET ZA VZDRŽEVANJE OPISNIH PODATKOV ZEMLJIŠKEGA KATASTRA**

Namenjen pooblaščenim geodetskim izvajalcem s polnim pooblastilom, ki izvajajo geodetske meritve s področja zemljiškega katastra.

Izdelali smo ga v podjetju KRIM, na podlagi dolgoletnih izkušenj, ki smo jih pridobili pri nastanku in razvoju programa INKAT, ki ga uporabljajo vse geodetske izpostave v Sloveniji.

Pri tem je pomembno, da se podatki o starem stanju, ki jih izvajalec dobi na geodetski izpostavi in o novem stanju, ki ga mora izvajalec predati geodetski izpostavi, prenašajo na disketi v izmenjevalnih datotekah, ki jih je Geodetska uprava Republike Slovenije predpisala in so obvezni del elaborata.

Program omogoča:

- prevzem (in kontrolo) izmenjevalnih datotek, ki jih izdelajo na Geodetskih izpostavah
- popravljanje podatkov starega stanja zaradi morebitnih neskladij
- pregledovanje in izpis opisnih podatkov o posameznem primeru (podatki o parcelah in lastnikih),
- izdelavo vabil za teren ali v pisarno,
- vnos starega in novega stanja parcel,
- izdelavo osnutkov odločb ali drugih listin (obrazci se lahko prilagodijo izvajalcu ali primeru).
- izdelavo izmenjevalnih datotek novega stanja za prenos na geodetsko izpostavo

Program je nastal na podlagi javnega razpisa, ki ga je Geodetska uprava Republike Slovenije skupaj s Centrom vlade za informatiko razpisala v novembru 1996. Program TEKAT ver. 1.0 je bil skupaj s programom GEOS (pod skupnim imenom GEKAT plod sodelovanja podjetij Monolit, Zeia in Krim) izbran kot paket za vzdrževanje pisnega in grafičnega dela zemljiškega katastra in je bil ob koncu leta 1997 inštaliran na vseh geodetskih izpostavah v Sloveniji. Glede na zahteve izvajalcev, je bil program dopolnjen tako, da omogoča tudi obdelave velikih meritev kot so 'Nova izmera' in 'Izmera dolžinskih objektov' in ima oznako TEKAT ver.2.0.

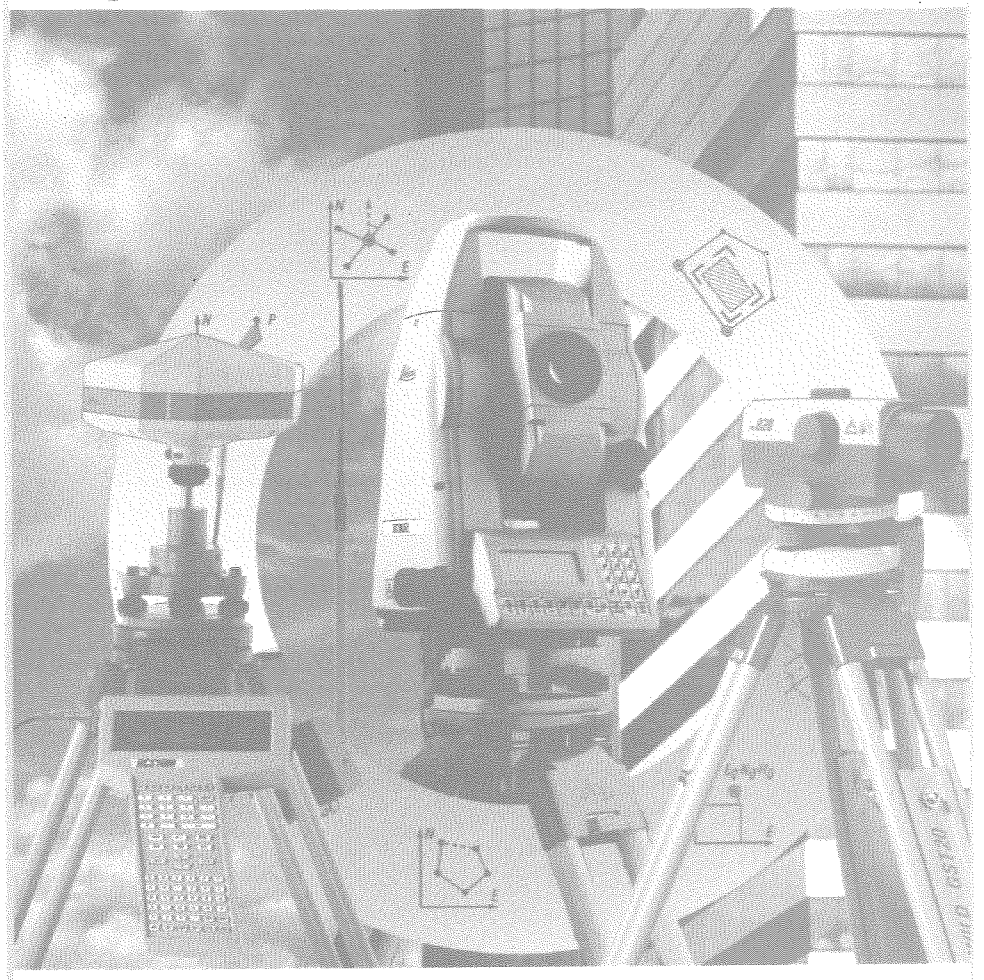
Operacijski sistem: DOS. Deluje tudi v okolju Windows 3.x, Windows 95/98 in Windows NT.
Program je prilagojen za delo v več uporabniških okoljih (npr. Novell, Win NT ...). V razvoju je prava 32 bitna verzija.

Do konca septembra smo TEKAT inštalirali že pri 35 pooblaščenih izvajalcih.

geo servis

Leica

ZASTOPNIK ZA SLOVENIJO



**Servis in prodaja geodetskih inštrumentov in pribora**

Geoservis d.o.o. Skaručna
Skaručna 50
1217 Vodice
tel. in fax: (061) 823 802
http://www.geoservis.si

Poslovni prostor:
Zemljemerska 12
1000 Ljubljana
tel. in fax: (061) 302 736
e-pošta: geo.servis@eunet.si

# GZ MARIBOR

## GEODETSKE DEJAVNOSTI d.o.o

*Partizanska c. 12, MARIBOR*

*tel. 062/212-751*

*fax. 062/225-717*

*e.mail: gz.dir@slon.net*

**DEJAVNOSTI, KI JIH OPRAVLJAMO ZA VAS:**

- GEODETSKE STORITVE:
- ZAKOLIČBE,
- PARCELACIJE,
- POSNETKI PO IZGRADNJI,
- TEMELJNE GEODETSKE IZMERE,
- GEODETSKE MREŽE,
- KOMASACIJE,
- KARTOGRAFSKA OBDELAVA NAČRTOV IN KART,
- KATASTER KOMUNALNIH NAPRAV,
- NASTAVITEV EVIDENC,
- DIGITALIZACIJA,
- IZDELAVA DIGITALNIH BAZ PODATKOV,
- IZDELAVA DIGITALNIH MODELOV NOTRANJOSTI ZGRADB,
- EKSPOPRIACIJE,
- NOVE IZMERE,
- SPECIALNA MERJENJA,
- KOPIRANJE...

geoin storitve:

-kataster
-fotogrametrija
-tehnična geodezija
-kartografija
-GIS

Geodetski inženiring Maribor – GEOIN d.o.o.
Gosposvetska 29, 2000 Maribor
tel:062 / 22 33 84 fax: 062 / 22 33 85 E-mail: geoin@geoin.si

geoin prodaja in zastopstva:

INTERGRAPH

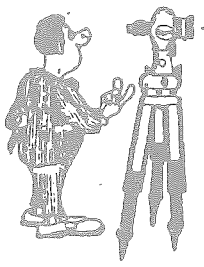
programska oprema za profesionalce - CAD, kartografija, GIS, fotogrametrija..

Nikon geodetski instrumenti

geodetski instrumenti in pribor: nivelirji, teodoliti, totalne postaje NIKON DTM 400 / 700 / 800

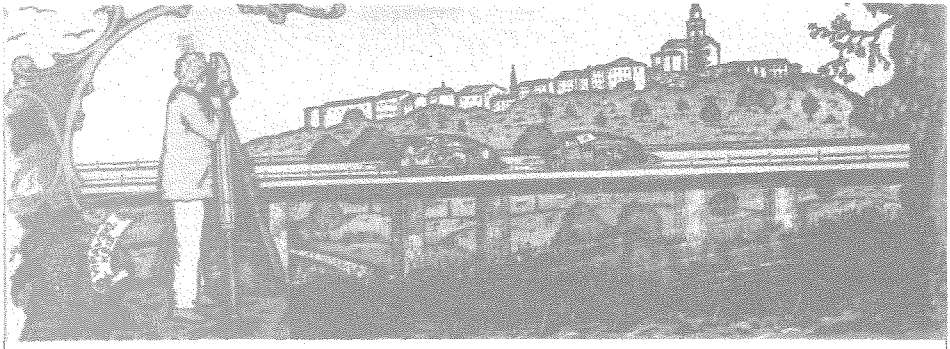
Geodetski inženiring Maribor – GEOIN d.o.o.
Gosposvetska 29, 2000 Maribor
tel:062 / 22 33 84 fax: 062 / 22 33 85 E-mail: geoin@geoin.si

**MEJAŠ d.o.o.**
**geodetsko gradbeniške storitve,**
**svetovanje**



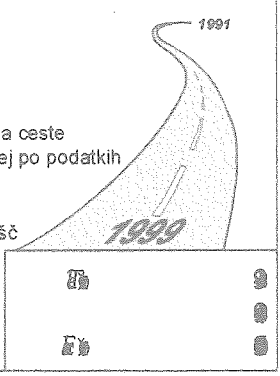
ing. geod. **Zvone Šilec**

Aškerčev trg 2
Tel.: 063 822-239
Privat: Celjska c. 4
Tel.: 063 821-931
Mobitel: 0609 637-238
3240 Šmarje pri Jelšah



EXPRO D.O.O. LJUBLJANA

- geodetskih načrtov za potrebe lokacijske dokumentacije
- prenosa lege gradbene parcele za ceste
- parcelacijskih načrtov, obnove mej po podatkih zemljiškega katastra
- zakoličevanja objektov
- sklepanj pogodb za odkup zemljišč
- zemljiškoknjižnih ureditev



DFG CONSULTING d.o.o.

Tel. 061/132-13-50, Fax. 061/132-22-81

NAJBOLJŠE

ZA

USPEŠNE

DFG CONSULTING d.o.o. Pivovarniška 8, 1000 Ljubljana, Slovenija

PROJEKT

PODJETJE ZA

INŽENIRING

URBANIZEM

GEODEZIJO

NOVA GORICA

KIDRIČEVA 9A

KOMUNALNO PODJETJE VELENJE d.o.o.
63320 Velenje Koroška 37/b, tel.: 063 856 - 251, fax: 063 855 - 796, žiro račun: 52800 - 601 - 46145, dav.št.55713998, m. št 5222109

PE VODOVOD

PE ENERGETIKA

PE KANALIZACIJA

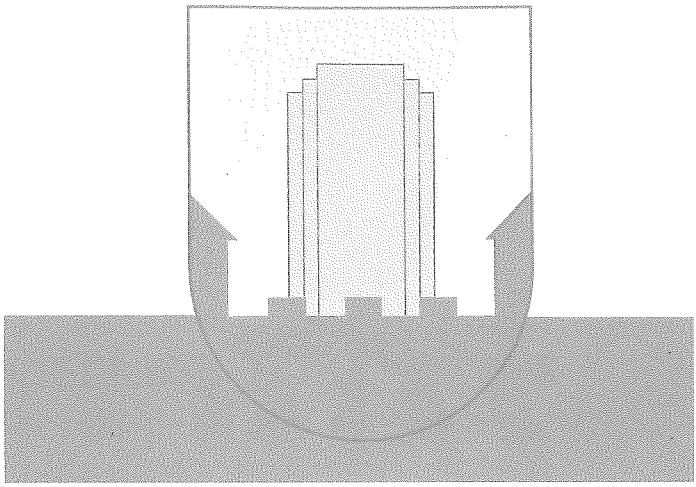
STROKOVNE SLUŽBE

biro oprema

občina
ŽALEC

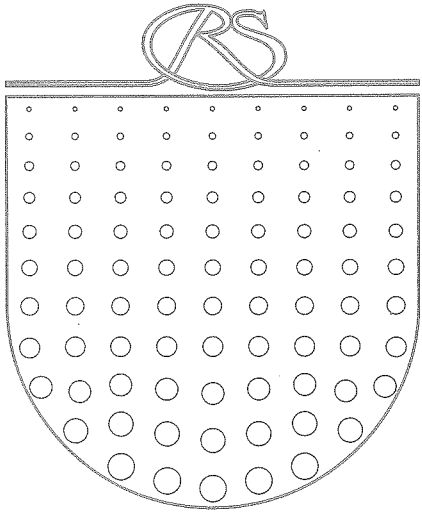
*Ulica Savinjske čete 5, 3310 Žalec*
*⊗ (063) 715-313, 717-237, ○ (063) 716-311*
*E-pošta: obcina.zalec@eunet.si*

PIVOVARNA LAŠKO



# MESTNA OBČINA VELENJE

# OBČINA ROGAŠKA SLATINA



ORGANIZACIJO 31. GEODETSKEGA DNEVA SO S PRISPEVKI OMOGOČILI TUDI:

C-RING d.o.o., Računalništvo
EKOPLAN-A d.o.o., Proizvodnja, storitve, svetovanja
GEDEON Hrastnik&Co, d.n.o.
GEO INŽENIRING
GEOPROJEKT d.o.o.
GEOSET d.o.o.
LJUBLJANSKI URBANISTIČNI ZAVOD D.D.
OBČINA ŠENTJUR
OBČINA ŠMARJE PRI JELŠAH
UNIOR
Zdravilišče ATOMSKE TOPLICE

DIGI DATA D.O.O.
FRECE d.o.o., Trgovina z naftnimi derivati
FRECE MILAN s.p.
GORENJE, d.d.
IPING d.o.o.
KEROS Rogaška Slatina
KREATIV Rogaška Slatina
MATJAŽ d.o.o., Garažna in industrijska vrata
MEGRAD Mestinje
MESNINE ŽERAK Rogatec
MESTNA OBČINA CELJE
MONT konfekcija Kozje
OBČINA LAŠKO
OBČINA PODČETRTEK
OBČINA ROGATEC
SCHIEDEL Grad., Proizv., prodaja in montaža dimnikov, d.d.
TEHNOS D.O.O.
ZAGOŽEN D.O.O.

ACMAN d.o.o. MODA ZA VSE LETNE ČASE
AFINING d.o.o.
AMON d.o.o.
AR PROJEKT d.o.o., Projektiranje, inženiring
AVTOKLEPAR Kranjc Andrej
AVTOMEHANIKA Diacci Tomo
FENIK d.o.o.
GEOBIRO Celje d.o.o.
GEOS Desa Ramšak s.p.
GIC GRADNJE d.o.o.
GIP VEGRAD, Velenje
GORENJE POINT
GOSTIŠČE HOCHKRAUT RIMSKE TOPLICE, Danijel Hochkraut s.p.
HALCOM d.o.o.
HMEZAD BANKA d.d. Žalec
IBE d.d.
JELENOV GREBEN d.o.o.
KOMUNALNO PODJETJE
KOTA d.o.o.
LOKUS Lesjak Stane s.p.
MERA d.o.o.
MERX Jelša
MIZARSTVO Rogaška Slatina
OBČINA HRASTNIK
OBČINA KOZJE
OBČINA LJUBNO
OBČINA RADEČE
OBČINA VOJNIK
OBČINA ZREČE
OKP Rogaška Slatina
PLIMA d.o.o.
POHIŠTVENA INDUSTRIJA GARANT Polzela
PROSIGNAL d.o.o.
PUP Velenje
SAM d.o.o. Domžale, PC Latkova vas
SIPRO d.o.o.
VENTINSTAL d.o.o., instalacije, storitve, trgovina
ZLATI GRIČ d.o.o.

# Navodilo za pripravo prispevkov

## 1 Prispevki za Geodetski vestnik

1.1 Geodetski vestnik objavlja prispevke znanstvenega, strokovnega in poljudnega značaja. Avtorji predlagajo tip svojega prispevka, vendar si uredništvo pridržuje pravico, da ga dokončno razvrsti na podlagi recenzije. Prispevke razvrščamo v:

- **Izvirno znanstveno delo:** izvirno znanstveno delo prinaša opis novih rezultatov raziskav tehnike. Tekst spada v to kategorijo, če vsebuje pomemben prispevek k znanstveni problematiki ali njeni razlagi in je napisan tako, da lahko vsak kvalificiran znanstvenik na osnovi teh informacij poskus ponovi in dobi opisanim enake rezultate oziroma v mejah eksperimentalne napake, ki jo navede avtor, ali pa ponovi avtorjeva opazovanja in pride do enakega mnenja o njegovih izsledkih.
- **Začasna objava ali preliminarno poročilo:** tekst spada v to kategorijo, če vsebuje enega ali več podatkov iz znanstvenih informacij, brez zadostnih podrobnosti, ki bi omogočile bralcu, da preveri informacije na način, kot je opisan v prejšnjem odstavku. Druga vrsta začasne objave (kratek zapis), običajno v obliki pisma, vsebuje kratek komentar o že objavljenem delu.
- **Pregled** (objav o nekem problemu, študija): pregledni članek je poročilo o nekem posebnem problemu, o katerem že obstajajo objavljena dela, samo ta še niso zbrana, primerjana, analizirana in komentirana. Obseg dela je odvisen od značaja publikacije, kjer bo delo objavljeno. Dolžnost avtorja pregleda je, da poroča o vseh objavljenih delih, ki so omogočila razvoj tistega vprašanja ali bi ga lahko omogočila, če jih ne bi prezrli.
- **Strokovno delo:** strokovno delo je prispevek, ki ne opisuje izvirnih del, temveč raziskave, v katerih je uporabljeno že obstoječe znanje in druga strokovna dela, ki omogočajo širjenje novih znanj in njihovo uvajanje v gospodarsko dejavnost. Med strokovna dela bi lahko uvrstili poročila o opravljenih geodetskih delih, ekspertize, predpise, navodila ipd., ki ustrezajo zahtevam Mednarodnega standarda ISO 215.
- **Beležka:** beležka je kratek, informativni zapis, ki ne ustreza kriterijem za uvrstitev v eno izmed zvrsti znanstvenih del.
- **Poljudnoznanstveno delo:** poljudnoznanstveno delo podaja neko znanstveno ali strokovno vsebino tako, da jo lahko razumejo tudi preprosti, manj izobraženi ljudje.
- **Ostalo:** vsi prispevki, ki jih ni mogoče uvrstiti v enega izmed zgoraj opisanih razredov.

1.2 Pri oblikovanju znanstvenih in strokovnih prispevkov je treba upoštevati slovenske standarde za dokumentacijo in informatiko.

1.3 Za vsebino prispevkov odgovarjajo avtorji.

## 2 Identifikacijski podatki

2.1 Ime in priimek pisca se pri znanstvenih in strokovnih člankih navedeta na začetku z opisom znanstvene strokovne stopnje in delovnim sedežem. Pri ostalih prispevkih se navedeta ime in priimek ter delovni sedež na koncu članka. Pri kolektivnih avtorjih mora biti navedeno polno uradno ime in naslov; če avtorji ne delajo kolektivno, morajo biti vsi imenovani. Če ima članek več avtorjev, je treba navesti natančen naslov (s telefonsko številko) tistega avtorja, s katerim bo uredništvo vzpostavilo stik pri pripravi besedila za objavo.

2.2 Članki, ki so bili prvotno predloženi za drugačno uporabo (npr. referati na strokovnih srečanjih, tehnična poročila ipd.), morajo biti jasno označeni. V opombi je treba določiti namen, za katerega je bil prispevek pripravljen, navajajoč: ime in naslov organizacije, ki je prevzela pokroviteljstvo nad delom ali sestankom, o katerem poročamo; kraj, kjer je bilo besedilo prvič predstavljeno, popolni datum v numerični obliki. Primer:

Referat, 25. Geodetski dan, Zveza geodetov Slovenije,
Rogaška Slatina, 1992-10-23

2.3 Prispevek mora imeti kratek, razumljiv in pomemben naslov, ki označuje njegovo vsebino.

2.4 Vsak znanstveni ali strokovni prispevek mora spremljati (indikativni) izvleček v jeziku izvirnika, v obsegu do 50 besed, kot opisni vodnik do tipa dokumenta, glavnih obravnavanih tem in načina obravnave dejstev. Dodano naj mu bo do 8 ključnih besed. Obvezen je še prevod naslova, izvlečka in ključnih besed v angleščino, nemščino, francoščino ali italijanščino.

2.5 Za vsak pregledni ali splošni prispevek je obvezen prevod naslova prispevka v angleški jezik.

## 3 Glavno besedilo prispevka

3.1 Napisano naj bo v skladu z logičnim načrtom. Navesti je treba povod za pisanje prispevka, njegov glavni problem in namen, opisati odnos do predhodnih podobnih raziskav, izhodiščno hipotezo (ki se preverja v znanstveni ali strokovni raziskavi, pri drugih strokovnih delih pa ni obvezna), uporabljene metode in tehnike, podatke opazovanj, izide, razpravo o izidih in sklepe. Metode in tehnike morajo biti opisane tako, da jih lahko bralec ponovi.

3.2 Navedki virov v besedilu naj se sklicujejo na avtorja in letnico objave kot npr.: (Kovač, 1991), (Novak et al., 1976).

3.3 Delitve in poddelitve prispevka naj bodo oštevilčene enako kot v tem navodilu (npr.: 5 Glavno besedilo, 5.1 Navedki, 5.2 Delitve itd.).

3.4 Merske enote naj bodo v skladu z veljavnim sistemom SI. Numerično izraženi datumi in čas naj bodo v skladu z ustreznim standardom (glej primer v razdelku 2.2).

3.5 Kratice naj se uporabljajo le izjemoma.

3.6 Delo, ki ga je opravila oseba, ki ni avtor, ji mora biti jasno pripisano (zahvala/priznanje).

3.7 V zvezi z navedki v glavnem besedilu naj bo na koncu prispevka spisek vseh virov. Vpisi naj bodo vnešeni po abecednem vrstnem redu in naj bodo oblikovani v skladu s temi primeri:

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

b) za poglavje v knjigi:
Mihajlov, A.I., Giljarevskij, R.S., Uvodni tečaj o informatiki/dokumentaciji. Razširjena izdaja. Ljubljana, Centralna tehniška knjižnica Univerze v Ljubljani, 1975. Pogl. 2, Znanstvena literatura – vir in sredstvo širjenja znanja. Prevedel Spanring, J., str. 16-39

c) za diplomske naloge, magistrske naloge in doktorske disertacije:
Prosen, A., Sonaravno urejanje podeželskega prostora. Doktorska disertacija. Ljubljana, FAGG OGG, 1993

č) za objave, kjer je avtor pravna oseba (kolektivni avtor):
MOP-Republiška geodetska uprava, Razpisna dokumentacija za Projekt Register prostorskih enot. Ljubljana, Republiška geodetska uprava, 1993

d) za članek iz zbornika referatov, z dodanimi podatki v oglatem oklepaju:
Bregant, B., Grafika, semiotika. V: Kartografija. Peto jugoslavensko savetovanje o kartografiji. Zbornik radova. Novi Sad [Savez geodetskih inženjera i geometara Jugoslavije], 1986. Knjiga I, str. 9-19

e) za članek iz strokovne revije:
Kovač, F., Kataster. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1991, letnik 5, št. 2, str. 13-16

f) za anonimni članek v strokovni reviji:
Anonym, Epidemiology for primary health care. Int. J. Epidemiology, 1976, št. 5, str. 224-225

g) za delo, ki mu ni mogoče določiti avtorja:
Zakon o uresničevanju javnega interesa na področju kulture. Uradni list RS, 2. dec. 1994, št. 75, str. 4255

V pregled virov in literature se lahko uvrstijo le tisti viri in literatura, ki so citirani v tekstu.

**4 Ponazoritve (ilustracije) in tabele**

Slike, risbe, diagrami, karte in tabele naj bodo v prispevku le, če se avtor sklicuje nanje v besedilu in morajo biti zato oštevilčene. Izvor ponazoritve ali tabele, privzete iz drugega dela, mora biti naveden kot sestavni del njenega pojasnjevalnega opisa (ob ilustraciji ali tabeli).

**5 Sodelovanje avtorjev z uredništvom**

5.1 Prispevki morajo biti oddani glavni urednici v petih izvodih, tipkani enostransko z enojnim presledkom. Obseg znanstvenih in strokovnih prispevkov s prilogami je lahko 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). Prispevkov, poslanih z elektronsko pošto, ne bomo sprejemali!

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

5.3 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 morebitne 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 tisk.

**5.4 Uredništvo bo vračalo v dopolnitev prispevke, ki ne bodo pripravljeni v skladu s temi navodili.**

5.5 Prispevek, ki je bil oddan za objavo v Geodetskem vestniku, ne sme biti objavljen v drugi reviji brez dovoljenja uredništva in še takrat s podatkom, kje je bil objavljen prvič.

**6 Oddaja prispevkov**

Prispevke pošiljajte na naslov glavne, odgovorne in tehnične urednice dr. Božene Lipej, Geodetska uprava Republike Slovenije, Šaranovićeva ul. 12, 1000 Ljubljana.

Rok oddaje prispevkov za naslednje številke Geodetskega vestnika je: številka 1 – 1999-01-11, številka 2 – 1999-04-14, številka 3 (Geodetski dan) 1999-07-20 in številka 4 – 1999-10-5.