

Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani

Department of Geography, Faculty of Arts, University in Ljubljana

DELA

9

GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEMI V SLOVENIJI

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN SLOVENIA

Simpozij v organizaciji

Zveze geografskih društev Slovenije,

Oddelka za geografijo in

Oddelka za arheologijo Filozofske fakultete,

Oddelka za geodezijo Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo

Univerze v Ljubljani ter

Geografskega inštituta "Antona Melika" ZRC SAZU v Ljubljani,

22.10.1992

Symposium organised by

Association of the Geographical Societies of Slovenia,

Department of Geography and Department of Archeology

of Faculty of Arts and

Department of Geodesy of Faculty of Architecture, Civil Engineering and

Geodesy, of University in Ljubljana and

The Anton Melik Geographical Institute of Scientific Research Centre of

Sovene Academy of Sciences and Arts.

22nd of October 1992



Ljubljana 1992

PP6000/7

Izdajateljski svet - Publishing Board
Borut Belec, Slavko Brinovec, Andrej Černe, Anton Gosar, Mirko Pak

Odgovorni urednik - Responsible Editor
Jurij Kunaver

Uredniški odbor - Editorial Board
Andrej Černe, Marko Krevs, Drago Perko, Zoran Stančič, Peter Šivic

Urednik - Editor
Mirko Pak

Namizno založništvo - Desktop publishing
Milojka Žalik Huzjan

Tisk - Printed by
Povše, Ljubljana
Povšetova 36a

Tisk podprli - Published with the financial aid from
Znanstveni inštitut Filozofske fakultete,
Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora ter
Ministrstvo za obrambo - Republiška uprava za zaščito in reševanje

Naklada 400 izvodov

Po mnenju Ministrstva za kulturo št. 415-100/92 mb z dne 16.12.1992
štejejo DELA med proizvode, za katere se plačuje 5% davek od prometa
proizvodov.

VSEBINA - CONTENTS

Uvodnik	7
Božena Lipej in Mimi Žvan GEODETSKI PODATKI ZA GEOGRAFSKE INFORMACIJSKE SISTE- ME Surveying Data for Geographic Information System	9
Maijaž Hribar PROTOTIPNI MODELI V SISTEMU GEOINFORMACIJSKE INFRA- STRUKTURE The Prototype Models in the System of Geoinformatic Infrastructu- re	14
Aleš Šuntar SISTEM ARCGIS The ARCGIS System	21
Andrej Vidmar in Mitja Brilly GEO/SQL V VODNEM GOSPODARSTVU Geo/SQL in Water Resource Management	36
Rok Leskovec PREDSTAVITEV PAKETOV ZA VNOS IN PRIPRAVO PODATKOV ZA GIS Presentation of Packages for the Data Input and Preparation	56
Zmago Fras ZAJEM PODATKOV ZA GRAFIČNI DEL BAZE PODATKOV V GIS-IH Data Acquisition for the Graphic Part of GIS Data Base	63
Tomaž Gvozdanovič SISTEM ZA IZDELAVO DIGITALNEGA ORTOFOTA NA PC The System for the Generation of Digital Orthophoto on PC	83

Mateja Rihtaršič

- BAZA DIGITALNIH PODATKOV RELIEFA - NOVE MOŽNOSTI 3D
MODELIRANJA RELIEFA 89
Digital Terrain Data Base - New Possibilities of 3D Terrain Mode-
ling

Dalibor Radovan

- KAKO TUDI S SLABŠIM DMR DO USPEŠNIH APLIKACIJ 108
Successful application of fuzzy DEM data

Matjaž Ivačič

- "BLIŽNJA SREČANJA" Z GEOGRAFSKIMI INFORMACIJSKIMI SISTE-
MI 118
"Close Contacts" with GIS

Marija Bogataj in Samo Drobne

- REGISTER ZGRADB V RAČUNALNIŠKO PODPRTIH ODLOČITVE-
NIH MODELIH PROSTORSKE EKONOMIKE 124
Building and Dwelling Register in the Computer Supported Decis-
sion Models of Spatial Economics

Danijel Boldin in Aleksander Jakoš

- UPORABA GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA PRI
PREDLOGU NOVIH OBČIN SLOVENIJE 141
The Application of GIS for the Proposal of New Communes in Slo-
venia

Milan Hočevar, David Hladnik in Marko Kovač

- ZASNOVA PROSTORSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA (PIS/GIS)
KOT PODLAGA ZA VEČNAMENSKO GOSPODARJENJE Z GOZDOM 153
IN GOZDNATO KRAJINO
Concepts of Spatial Information System (SIS/GIS) as a Basis for
the Multipurpose Management of the Forest and Forest Landscape

Marjan Žura

- IZBIRANJE OPTIMALNIH POTI ZA PREVOZ NEVARNIH SNOVI S
POMOČJO TEHNOLOGIJE GEOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SISTE-
MOV 168
Selecting the Minimum Risk Route in the Transportation of Ha-
zardous Materials

Igor Žiberna

- PRIMER UPORABE GIS-A V TOPOKLIMATSKI ANALIZI POKRAJI-
NE ZA POTREBE VINOGRADNIŠTVA 175
The Application of GIS in the Topoclimatic Analysis of the Land-
scape for the Viticulture Purposes

Drago Perko

GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEMI V REGIONALNI GEOGRAFIJI IN GEOEKOLOGIJI

186

Geographic Information Systems in Regional Geography and Geoecology

Marko Kreus in Igor Jurinčič

PRIMER UPORABE GIS PRI ISKANJU MOŽNIH VIROV ONESNAŽEVANJA VODE NA KRASU

204

The Application of GIS for Searching Possible Sources of Pollution on the Karst

Janez Dular, Božidar Slapšak, Zoran Stančič in Sneža Tecco-Hvala

ARHEOLOGIJA IN GIS

213

Archaeology and GIS

Ivan Marušič

MOŽNOSTI UPORABE GIS V KRAJINSKEM PLANIRANJU

223

The Possibilities of Application of GIS in Landscape Planning

Igor Šebenik in Robert Špendl

PRIMERI UPORABE GIS PRI KATASTRU ODLAGALIŠČ ODPADKOV IN OCENJEVANJU NJIHOVE NEVARNOSTI

233

Applications of GIS for the Cadaster of Dumpsites and the Dumpsites Evaluation

Tadeja Fatur in Metoda Dodič-Fikfak

HEGIS - GIS ZA ZDRAVJE IN OKOLJE

239

HEGIS - GIS for Health and Environment

Seznam udeležencev simpozija

242

UVODNIK

Zveza geografskih društev Slovenije je v sodelovanju z oddelki za geografijo ter arheologijo Filozofske fakultete in za geodezijo (KFK) Fakultete za arhitekturo gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter Geografskim inštitutom Antona Melika ZRC SAZU organizirala 22. oktobra 1992 simpozij Geografski informacijski sistemi v Sloveniji. Pokrovitelja simpozija sta bila Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora ter Ministrstvo za obrambo - Republiška uprava za zaščito in reševanje, ki sta skupaj z Znanstvenim inštitutom Filozofske fakultete tudi omogočila izid tega zbornika.

Od srede osemdesetih let, ko se je prvič pri nas začela uporabljati tehnologija geografskih informacijskih sistemov (GIS), smo priče naglemu razvoju tovrstne tehnologije shranjevanja, obdelave, manipuliranja in predstavitve prostorskih podatkov. Po začetnih sistematičnih poskusih in konceptualnih rešitvah, ponujenih že v sedemdesetih letih pod imenom prostorski informacijski sistemi, je z razvojem tehnologije prišlo do neusklajene uporabe GIS tehnologije. Predvsem so ostala odprta vprašanja glede organizacije podatkovnih prostorskih baz, konceptov izmenjave in gospodarjenja s prostorskimi podatki, stanja razvoja GIS tehnologije in podatkovnih baz, izobraževanja, konceptov nadaljnega razvoja na ravni strok ali pa države v celoti ter možnosti vsklajevanja in sodelovanja raziskovalnih potencialov. Pričakujemo, da bo pri reševanju nekaterih izmed teh vprašanj svoj delež prispeval tudi novo ustanovljeni geoinformacijski center pri Ministrstvu za varstvo okolja in urejanje prostora.

Osnovni namen simpozija je bil zbrati raziskovalce, pedagoge, strokovnjake, uporabnike in proizvajalce GIS tehnologije iz Slovenije, s ciljem dobiti pregled nad tovrstnimi dejavnostmi, izmenjati izkušnje, spodbuditi sodelovanje in nadaljnji razvoj. Upamo, da je simpozij uspel in da je bil vsaj majhen korak na poti raziskav in uveljavljanja GIS tehnologij in metodologij v naši domovini. Dejstvo je, da nam je uspelo na enem mestu zbrati skoraj vse, ki so dejavni na tem področju. Zelo smo veseli, da nam zaradi finančne podpore pokroviteljev ni bilo potrebno zbirati kotizacije, kar je simpozij približalo tudi številnim študentom. Ves čas simpozija je potekala živahna razprava tako v dvorani kot tudi v hodnikih med odmori. V prepričanju, da strokovnost in znanost izhajata iz kumulativnosti znanja,

smo zadovoljni, da smo na neformalni ravni povezali številne strokovnjake. Želimo si, da bi se tudi v prihodnje srečevali. Prav zato v zborniku simpozija objavljamo seznam prisotnih, ki bo olajšal vzpostavljanje stikov, dogovarjanje sodelovanja ter izmenjavo informacij.

V zborniku so objavljeni vsi prispevki, ki so jih predavatelji pravočasno oddali. Prepričani smo, da predstavljajo razmeroma dober vpogled v stanje razvoja GIS tehnologije pri nas. Zaporedje člankov je enako zaporedju predavanj na simpoziju. Najprej so predstavljeni pogledi avtorjev s področja geodezije, ki obravnavajo osnovne koncepte GIS tehnologije, podatkovne baze ter geometrijo prostora, sledi pa bogat prikaz aplikacij v državni upravi, naravoslovnih in družboslovnih znanostih.

Pestrost posameznih želja, raziskav, operativnih rezultatov in področij uporabe na eni strani ter volja, racionalnost in naravnost k skladnim rešitvam na drugi strani, nam dajeta upanje, da smo na dobri poti.

Organizacijski odbor:

dr. Andrej Černe, FF, Oddelek za geografijo

Marko Krevs, dipl. geog., FF, Oddelek za geografijo

mag. Drago Perko, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

dr. Zoran Stančič, FF, Oddelek za arheologijo

dr. Peter Šivic, FAGG, Oddelek za geodezijo, KFK

GEODETSKI PODATKI ZA GEOGRAFSKE INFORMACIJSKE SISTEME

Božena Lipej in Mimi Žvan

UDK 528:91:681.3

Izuleček

Prispevek obravnava v prvem delu nekatere pristope pri vzpostavljanju večnamenskih podatkovnih baz v geodeziji, v drugem pa praktično izkušnjo avtoric pri pripravi podatkov za unos v geografske informacijske sisteme (GIS) z orodjem EDITOR.

UDC 528:91:681.3

Abstract

SURVEYING DATA FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

In the first part the article deals with some approaches in the course of setting up multipurpose databases in surveying, and in the second part it conveys authors' practical experience at the preparation of data entries into geographical information system (GIS) by means of EDITOR tools.

UVOD

Obdobje izdelave klasičnih načrtov, kart, tabel in spisikov podatkov je v svetu v zadnjih desetletjih v fazi pospešenega tehničnega prestrukturiranja. Razvoj strojnih in programskih orodij, konceptov, tehnologij ter novih znanj se po večletnem časovnem zamiku odraža tudi v slovenskem prostoru. Posamezne stroke so že ugotovile, da sta medsebojno povezovanje in prenos izkušenj predpogoj za uspešno pripravo pilotskih študij in prenosa rešitev v praktično izvedbo. Tako se z novimi pristopi ukvarjajo v znanstvenih in raziskovalnih sredinah, državni upravi, lokalni samoupravi, sektorjih, gospodarstvu in na drugih področjih.

GEODETSKE PODLAGE

Geodezija kot znanost in stroka se ukvarja s pozicioniranjem objektov oz. z določanjem natančnih lokacij za naravne in grajene elemente zemeljskega površja ter z izkazovanjem le-teh v različnih oblikah in na različnih

Mag. Božena Lipej, Mimi Žvan, MVOUP-Republiška geodetska uprava, Ljubljana

medijih. Zato so njeni podatki izhodišče za vse nosilce dejavnosti in informacij, vezanih na opredelitve v prostoru. Dokler osnovni geodetski podatki ne bodo standardizirani in pripravljeni v digitalni obliki, bodo posamezni uporabniki iskali parcialne rešitve, da bodo lahko začeli svoje podatke uporabljati v lastnih GIS-ih. Ker se s problemi kvalitete podatkov, njihove natančnosti, enotnih definicij, klasifikacij in drugih ponekod ne ukvarjajo dovolj pozorno, bo to lahko v naslednjih fazah povzročalo precej težav pri medsebojnem povezovanju in prekrivanju tematik (npr.: podatkovni sloj rabe prostora v zemljiškem katastru, topografiji, statistiki, kmetijstvu, okolju ...).

Za vse informacije, vezane na opredelitve v prostoru, je treba določiti koordinatno lego glede na referenčni okvir, ki ga določa enotna koordinatna mreža s sistemom geodetskih točk. Geodetska služba je v digitalni obliki že vzpostavila podatke reliefa (DMR 100) in teritorialnih členitev prostora (ROTE, EHIŠ), vzpostavlja geodetske točke (položajne in višinske) ter začena z vzpostavitvijo parcel iz zemljiškega katastra. Pripravljajo se metodološko-tehnološke podlage z aplikativnimi testiranjmi zajema in pretvorbe osnovnih elementov topografije (relief, vegetacija, hidrografija, grajena infrastruktura) iz analogne v digitalno obliko. V kratkem bo moral biti dokončno pripravljen in verificiran celoten vsebinski, tehnični in organizacijski model sistema geodetskih podatkovnih baz in njihovih podsistemov, ki morajo biti zaradi bazičnosti podatkov o prostoru temelj za izgrajevanje informacijskih sistemov na drugih področjih. Pri vzpostavljanju teh večnamenskih podatkovnih baz bo treba upoštevati načela, ki se nanašajo na uskladitev kriterijev izhodnih produktov, definiranje kategorij prostorskih podatkov, zasnovo zahtevanih ravni natančnosti in oceno podatkovnih virov ter njihove kvalitete. Te podatkovne baze bodo podlaga za zemljiške informacijske sisteme (LIS) – predvsem za parcelno orientirane informacijske sisteme, različne infrastrukturne informacijske sisteme ter informacijske sisteme okolja. Širše pa se bodo te geodetske baze uporabljale za GIS-e (predvsem podsistemi topografske podatkovne baze).

NACIONALNA TOPOGRAFSKA PODATKOVNA BAZA

Geodetska služba oz. stroka je kot upravljalec teh podatkov zadolžena poleg vzpostavitve tudi za vzdrževanje tako klasičnih oblik kot tudi podatkovnih baz v nastajanju, zato pričakujemo, da se bo za te nove naloge primerno usposobila oz. organizirala. Pri tem je treba zagotoviti tako usposabljanje strokovnjakov, vzpostavitev in vzdrževanje podatkovnih baz kot tudi pridobitev ustrezne strojne in programske opreme. Končni cilj aktivnosti v okviru topografskih razmejitev bo vzpostavitev in vzdrževanje večnamenske nacionalne topografske podatkovne baze s podsistemi (Lipej 1992), ki so predpogoj za kvalitetno navezavo podatkov in informacij drugih nosilcev (kmetijci, gozdarji, geologi, pedologi ...). Podatkovna baza bo združena oz. korporirana in bo sestavljena iz topološko organizirane grafične ter relacijske atributne podatkovne baze. V njej bodo predvidoma opredeljene nacionalna, regionalne in lokalne podatkovne ravni, ki se bodo

predvidoma izražale z naslednjimi pragovi natančnosti: 1:5.000 (oz. 10.000), 1:25.000 do 50.000 in 1:250.000 ter manjšimi.

Selekcioniranje elementov, ki bodo vključeni v novito podatkovno bazo, bo odvisno od doseženega kompromisa med strokovno utemeljenimi predlogi ter omejenimi možnostmi finančnih realizacij. Rezultat bo v tem primeru vmesna rešitev med idealno zasnovanimi podbazami in možnostmi praktične realizacije vzpostavitve ter kasnejšega vodenja. Po standardizaciji in verifikaciji projektnih rešitev digitalnih podatkovnih baz se bo predvidoma začelo vzpostavljati podatkovne baze za uporabo na državni ravni. Vzpostavitev in vzdrževanje geodetskih podatkovnih baz – katastrskih in topografskih – predstavlja največji napor in strošek (po ocenah: 70 – 90 %) pri vzpostavljanju LIS/GIS-ov, zato sta za nadaljnjo uporabo odločilnega pomena dobra oblikovanost in standardizacija izbranih vsebin. Ker so že dobljeni delni rezultati projektov geoinformacijske infrastrukture, lahko v prihodnje pričakujemo celovite rešitve z zmernim optimizmom.

MEDNARODNE POVEZAVE

Poleg naporov v domačih sredinah za zagotovitev medsebojne povezanosti geodetskih in ostalih sistemov bomo morali zagotoviti tudi povezave z evropskim prostorom, kot npr. s CERCO-jem za uradno državno kartografijo, z MEGRIN-om za informacijska omrežja (Salgé 1992), s CORIN-om za okolje in drugimi.

ORODJE EDITOR

V nadaljevanju bodo predstavljene nekatere izkušnje, ki smo jih pridobili v eni od samoiniciativnih študijskih nalog. Opravili smo jo z namenom spoznavanja enega od orodij za pripravo oz. obdelavo podatkov za vnos v GIS. Orodje EDITOR, Verzija 1.0., Adacte d.o.o. iz Ljubljane (ADACTA 1992), deluje za uporabnike v prijaznem okolju Windows-ov in je rezultat domačega znanja mladih avtorjev ob sodelovanju sodelavcev Inštituta Geodetskega zavoda Slovenije. Kljub naštetim aktivnostim, ki že potekajo v različnih oblikah na Republiški geodetski upravi, še ne razpolagamo z orodji, ki bi nam omogočala ustrezno pripravo podatkov oz. kasnejšo uporabo v GIS-ih. Tako je delo z omenjenim orodjem predstavljalo za avtorici tega prispevka tudi dragoceno praktično izkušnjo.

REZULTATI PRAKTIČNEGA DELA

Podlaga za testno zajemanje podatkov so bili originali ločenih tematik za temeljne topografske načrte v merilu 1:5.000 (TTN-5), topografske karte v merilu 1:25.000 (TK-25) in pregledne karte v merilu 1:1.000.000 (PK-1000), katerih skrbnik oz. lastnik je Republiška geodetska uprava. Originali teh načrtov in kart so v izvorni klasični obliki izdelani ločeno

za posamezne skupine topografskih prikazov, kar olajšuje delo pri osnovnem združevanju obravnavanih vsebin. Na področju zajemanja podatkov po ustreznem skeniranju kartografskih originalov so naše izkušnje naslednje:

- Z avtomatsko vektorizacijo je bila na TTN-5, TK-25 in PK-1000 zajeta hidrografija (izjema so dvojne linije in točkovni elementi).
- Pri prikazu reliefa s plastnicami na TTN-5 in TK-25 so bile z editiranjem odstranjene cifre kot ter višin, izvedeno avtomatsko vektoriziranje in po potrebi ekransko editiranje na območjih spajanja prekinjenih plastnic. (Slika)
- Prikaz gozda na TTN-5 in TK-25 je treba obdelati z ekransko vektorizacijo.
- Ceste in železnice je treba ločiti – selekcionirati iz originalov situacije na TTN-5 in TK-25 ter jih ekransko vektorizirati. Na PK 1000 je izdelan prikaz teh linijskih elementov z dvojno črto, ki pa za nadaljnje obdelave ni primerna, zato je treba ekransko določiti vektorsko os cest oz. železnice.
- Stavbe in naselja je treba vektorizirati ekransko, predvsem za stavbe na TTN-5 je uporabna funkcija pravokotnosti.
- Imena (toponime) je treba vzpostaviti dodatno glede na točkovno definiranje pozicij posameznih lokacij.

Dobljeni DXF format standardnega zapisa zajetih podatkov nam omogoča široke možnosti nadaljnje uporabe. Vsem grafično zajetim elementom se v naslednji fazi doda osnovni povezovalni element za bodočo povezavo z atributi (šifra, ime ...).

Uporabniki, ki jih ne zanima le predelava kartografskih podatkov v računalniku sprejemljivejše podatke, lahko uporabljajo orodje EDITOR tudi kot minimizirano GIS orodje. Dodatne funkcije v te namene so še: dodajanje atributov, pretvorba koordinat v Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem, združevanje listov, oblikovanje vsebin za izris (imena, fonti, loki ...).

ZAKLJUČEK

Kombinacija predstavitve dveh tematskih sklopov: splošnih usmeritev za poenotenje geodetskega koncepta vzpostavljanja podatkovnih baz ter aplikativnega dela z enim od orodij za pripravo podatkov za uporabo v GIS-ih ni zgolj naključna. Odraža nesrečni trenutek stanja na segmentu kreiranja in vzpostavljanja podatkovnih baz v okviru geodetske službe oz. stroke, ki so ključnega pomena za izgrajevanje informacijskih sistemov drugih uporabnikov ter se kljub številnim naporom zrcalijo v delni nedorečenosti in predvsem v časovnem zamujanju. Naš predlog je, naj ena od pobud simpozija izzveni tudi v smeri večje podpore operacionalizaciji geodetskih podatkovnih baz za čim hitrejšo dodelavo vsebinskih, tehničnih in organizacijskih rešitev ter zagotovitve večletnih namenskih proračunskih finančnih sredstev za izvedbo načrtanih nalog.

Slika 1: Rezultat avtomatske vektorizacije brez editiranja z orodjem EDITOR za izsek plastnic iz TK-25.



LITERATURA IN VIRI

- Abel, D. J., 1989: A Model for Data Set Management in Large Spatial Information Systems, Int.J. Geographical Information Systems, Vol. 3, No. 4; 291-301.
- Adacta, 1992: Uporabniški priročnik za EDITOR - delovna verzija, Ljubljana.
- Lipej, B., 1992: Vpliv sodobnih tehnologij in dinamičnih sprememb na oblikovanje prostorskega razvoja Slovenije, XII. Sedlarjevo srečanje, zbornik referatov, Postojna.
- Salge, F., 1992: A Geographic Data Interchange Environment for Europe, EGIS'92, Vol. 2; 1502-1511, München.

PROTOTIPNI MODELI V SISTEMU GEOINFORMACIJSKE INFRASTRUKTURE

Matjaž Hribar

UDK 91:681.3

Izuleček

Vsebina je razdeljena v štiri dele:

1. Kratko so predstavljene teoretične osnove s področja GIS (velika količina podatkov, kompatibilnost podatkov, informacijski standardi, definicija GIS, itd.).
2. Opisani so razlogi za pristop k izdelavi prototipnih modelov geoinformacijske infrastrukture (GI).
3. Predstavljeni so prototipni modeli v sistemu geoinformacijske infrastrukture (zemljski kataster, kataster zgradb, relief).
4. Opisano je nadaljevanje projektov.

UDC 91:681.3

Abstract

THE PROTOTYPE MODELS IN THE SYSTEM OF GEOINFORMATIC INFRASTRUCTURE

The contents is divided into four parts:

1. Theoretical bases in the field of GIS are briefly presented (great amount of data, data compatibility, information standards, GIS definition, etc.).
2. Reasons for elaboration of geoinformational infrastructure prototype models are described.
3. Prototype models in a system of geoinformation infrastructure (land cadastre, cadastre of buildings, relief) are presented.
4. Continuation of the projects is described.

TEORETIČNE OSNOVE

Kvalitetne podatke o prostoru rabimo danes bolj kot kdaj koli. Pravočasen dostop do kvalitetnih podatkov je mogoč le, če vsakdo na svojem področju zbira in vzdržuje vse relevantne podatke tako, da so le-ti hitro in enostavno dosegljivi njemu samemu in vsem, ki se zanje zanimajo in imajo pravico do njihove uporabe. Seveda brez vse večjega uveljavljanja računalniške tehnologije in uvajanja le-te v naše okolje ne gre.

Ko govorimo o podatkih, ki se nanašajo na prostor, govorimo o ogromnih količinah podatkov, ki so potrebni in zanimivi za vse nivoje odločanja.

Najvažnejši kriterij, ki vpliva na dosegljivost podatkov in s tem na učinkovitost dela je možnost njihove medsebojne izmenljivosti (kompatibilnost podatkov). To pa ne pomeni, da morajo biti vse baze podatkov zgrajene popolnoma unificirano, ampak da pri vzpostavljanju upoštevamo svetovne standarde na področju informatike na eni strani in dogovorjene vsebinske standarde po posameznih tematikah na drugi strani.

Informacijski standardi so na osnovi svetovnih izkušenj znani, vsebinski pa so odvisni predvsem od posameznih strok, ki so pristojne za določeno vsebino. Podobno kot so se že izoblikovali standardi za strojno opremo v povratni – feed back povezavi med proizvajalci in končnimi uporabniki, tako se tudi na področju sistemov za obdelavo prostorskih podatkov tudi pri nas že pojavljajo standardi, ki so sad podobnega sodelovanja med proizvajalci in uporabniki in delno tudi načrtno usmerjenega pristopa s strani države. To je tudi edina pot do kvalitetnih vsebinskih standardov.

V svetu je že preverjeno dejstvo, da so Geografski Informacijski Sistemi in s tem GIS tehnologija, s svojo naslonitvijo na s koordinatami (ali gridom) definiramo prostorsko lokacijo, tisto okolje, ki daje možnost obdelave velike količine podatkov in optimalne kompatibilnosti podatkov in komunikativnosti z in med uporabniki.

GIS so računalniško podprti prostorski informacijski sistemi za zajemanje, shranjevanje, iskanje, analiziranje, prikazovanje in distribucijo prostorskih podatkov in informacij.

Vsak GIS ima pet pomembnih komponent:

- ljudje,
- strojna oprema,
- programska oprema oz. zbirka programskih modulov (orodja),
- shranjeni strukturirani podatki (geografska baza podatkov, digitalna baza podatkov),
- organizacijski kontekst oz. postopki (aplikacije).

Za uspešno delovanje sistema in povezovanje mora biti prisotnih vseh pet komponent, poleg tega mora vsaka od teh komponent zadovoljevati že omenjene informacijske in vsebinske standarde.

Poglejmo si поблиže vsako od komponent:

Ljudje:

Sem spadajo načrtovalci, upravljalci, uporabniki.

Strojna oprema:

Najrazličnejša strojna oprema (osebni računalniki, delovne postaje, host računalniki, itd.).

Programska oprema:

Napačno bi bilo, če ne bi želeli za svojo uporabo najbolj razširjenih in s tem po mnenju večine sveta najuporabnejših in primernih orodij, kot so ARC INFO, MGE, SPENS, GDC, itd. Na ta način pridobimo tudi dobršen del informacijskih standardov. Pri izbiri sistema ne sme igrati glavno vlogo cena, ampak kvaliteta, kajti orodja GIS predstavljajo le nekaj procentov v strukturi cene za vzpostavitev celotnega GIS-a, predstavljajo pa ogromen prihranek pri vzpostavljanju digitalne baze podatkov (v nadaljevanju DBP).

Shranjeni strukturirani podatki:

To je časovno, finančno in kadrovsko najbolj zahtevna komponenta (60%), zato moramo poseben poudarek nameniti prav tej komponenti. Da je neka baza res grafična baza podatkov (v nadaljevanju GBP), mora izpolnjevati osnovne kriterije:

- a) v GBP nastopata dve vrsti podatkov, integriranih v celoto:
 - kartografski (lokacijski): točka, linija, poligon - koordinatno podani
 - opisni (atributni);
- b) lokacijski podatki so strukturirani tako, da omogočajo gradnjo topologije in topološke kontrole - zapiranje poligonov (CAD sistemi)
- c) atributne baze so praviloma relacijske (SQL baze)

Organizacijski kontekst oz. postopki:

To so aplikacije, ki omogočajo delovanje sistema (zajem, procesiranje, vpgledovalnik, vzdrževanje, distribuiranje podatkov).

Podrobneje bi želeli predstaviti še en pojem - *tehnologija GIS*.

Celoten prostor v okviru tehnologije oz. metodologije GIS razdelimo na poljubno število tematik oz. informacijskih slojev (v nadaljevanju IS). Nato naloge rešujemo tako, da kombiniramo potrebne stroke oz. njihove tematike - IS, podobno kot prosojnice, med seboj. Pri tem je potrebno poudariti, da ne manipuliramo le s slikami, ampak z bazami podatkov, ki te slike podpirajo.

RAZLOGI ZA PRISTOP K IZDELAVI PROTOTIPNIH MODELOV GEOINFORMACIJSKE INFRASTRUKTURE

V državi Sloveniji se na področju zemljiških informacijskih sistemov (land information systems - LIS) oz. ustreznih digitalnih podatkovnih baz prostora, tako topografskih (relief, infrastrukturni objekti, zgradbe, hidrografija) kot na področju zemljiškega katastra (ZK) in katastra zgradb (KZ) operativno odvijajo aktivnosti v občinah (pilotski projekti) in na državnem nivoju (projekt metodološko tehnoloških rešitev kot osnova za nastavitev zgornjih digitalnih baz podatkov). S temi dejavnostmi skušamo slediti, v skladu z našimi možnostmi, trenutnim svetovnim dogajanjem, kjer v to področje ogromno vlagajo (čas, kadri, denar, tehnologija). Poglavitni razlog za naša prizadevanja je to, da "cost benefit" analize kažejo, da je učin-

kovitost sistemov upravljanja, odločanja, načrtovanja na vseh nivojih z uvajanjem GIS tehnologije, ki temelji na zbranih digitalnih bazah, bistveno povečana.

Slovenija je hkrati v procesu prestrukturiranja družbene lastnine, kar ima za posledico tudi nastajanje novih lastninskih odnosov na zemljiščih in objektih. Za doseg tega cilja so potrebne obnovljene, računalniško podprte baze georientiranih podatkov, ki so bile v preživetem sistemu družbene lastnine zanemarljive.

Georientirani informacijski sistemi (GIS, LIS) so osnovani na kvalitetni geoinformacijski infrastrukturi, ki predstavlja geometrično oz. matematično osnovo prostora (digitalna baza zemljiškega katastra, kataster zgradb, relief, hidrografija, infrastruktura). Le ta služi za geolociranje vseh georientiranih podatkov in informacij.

V novih pogojih podatke o prostoru nujno rabijo številni uporabniki prostora, kot so planerji, upravljalci, urbanistični in ruristični projektanti. Njihovi projekti temeljijo na kmetijskih, gozdarskih, hidrografskih, splošnih geografskih, geoloških in drugih podatkih oz. sistemih. Osnova vsem tem sistemom in tudi mnogim drugim je geometrijski skelet oz. geometrija prostora. Ta omogoča vsem zgoraj omenjenim sistemom črpanje ustreznih podatkov in s tem zagotavlja njihovo operativnost in funkcioniranje.

Stanje v Sloveniji:

Po obstoječi zakonodaji in praksi geokodirane podatke o geometriji prostora zagotavlja geodetska služba. Zatečeno stanje ne odgovarja novim potrebam oz. zgornjim usmeritvam. Geodetska služba trenutno še ne producira in ne distribuira potrebnih digitalnih prostorskih podatkovnih baz geoinformacijske infrastrukture.

PROTOTIPNI MODELI V SISTEMU GEOINFORMACIJSKE INFRASTRUKTURE (zemljiški kataster, kataster zgradb, relief)

Prav to opisano stanje je povzročilo razpis projekta "Kompjuterizacija evidenc v geodetskih službah" v oktobru 1991 z naslednjimi komponentami oz. podprojekti:

Metodološko tehnološke rešitve vzpostavitev in vzdrževanja digitalne baze:

- zemljiškega katastra,
- digitalne baze katastra zgradb,
- digitalne baze reliefa,
- digitalne baze hidrografije,
- digitalne baze infrastrukture.

Projekt je razpisalo ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora (MVOUP). Projekt je v zaključni fazi, zgornje tehnološke rešitve so izdelane.

Sem koordinator naslednjih treh podprojektov, ki jih izvaja Heureka Igea v okviru zgornjega razpisa:

Metodološke in tehnološke rešitve za vzpostavitev in vzdrževanje:

- digitalne baze zemljiškega katastra, - digitalne baze katastra zgradb,
- digitalne baze reliefa (vključno z mejnimi linijami infrastrukture in hidrografije).

Te tri digitalne baze predstavljajo skupaj z digitalno bazo infrastrukture in hidrografije, ki se kot mejni liniji vključujeta v digitalno bazo reliefa (nujno je torej vsklajeno polnenje digitalne baze reliefa, hidrografije, infrastrukture), matematično osnovo oz. geometrijo prostora, na katero se nato navezujejo vsi uporabniki prostora.

Pri projektu digitalne baze reliefa sodeluje MDS Metalka in INTERGRAPH Italija. Vsi trije projekti so že uspešno zaključeni, teče pa še njihovo ovrednotenje.

Projekti so razdeljeni v dve skupini:

Prva skupina:

omogoča predvsem povezavo na lastninsko komponento. Skupino sestavljata podprojekta za vzpostavitev in vzdrževanje digitalne baze zemljiškega katastra in digitalne baze katastra zgradb.

Druga skupina:

le-to tvorijo podprojekti, ki omogočajo povezavo na prostorsko komponento. To so podprojekti za vzpostavitev in vzdrževanje digitalne baze reliefa, digitalne baze infrastrukture in digitalne baze hidrografije.

Obe skupini se med seboj povezujeta in dopolnjujeta.

Šele digitalni zemljiški kataster omogoča izvajanje naslednjih funkcij:

- vzpostavitev sodobnega fiskalnega katastra,
- preoblikovanje pravne funkcije zemljiškega katastra,
- oblikovanje informacijske funkcije zemljiškega katastra v povezavi z drugimi tematikami - informacijskimi sloji (layer),
- vzpostavitev enotne evidence nepremičnin,
- vzpostavitev osnove za modularno tehnološko obnovo zemljiškega katastra.

Ravno tako predstavlja digitalni zemljiški kataster osnovo za vzpostavitev digitalne baze katastra zgradb.

Digitalna topografska karta (relief, infrastruktura, hidrografija, stavbe), predvsem z digitalnim modelom reliefa, predstavlja važen element za modularno tehnološko obnovo zemljiškega katastra v smislu koordinatnega katastra, preko metode digitalnega ortofota.

NADALJEVANJE PROJEKTOV

Prve ocene so pokazale, da je že dosežen ter osvojen zadosten tehnološki nivo znanja, da so izbrani in osvojeni zadovoljivi podatkovni standardi, ter da je zbranih veliko praktičnih tehnoloških izkušenj na področju LIS, za izvedbo projektov na nivoju celotne Slovenije. Evalvacija še teče. Veliko dela nas čaka na organizacijski, managementski in izobraževalni komponenti pri pripravi okolja za uspešno implementacijo novih tehnologij.

Podajam kratek pregled aktivnosti, ki morajo zagotoviti implementacijo omenjenih projektov. V prvi fazi je potrebno kompletirati obstoječe prototipne projekte vključno infrastrukturo in hidrografijo in opredeliti vlogo petih dodatnih tematik, ki so v tesni zvezi z njimi. To so:

- register območij teritorialnih enot (ROTE),
- evidenca hišnih števil (EHIŠ),
- geodetske točke,
- toponimi,
- pokrovnost - vegetacija.

Kot končen rezultat moramo dobiti naslednje predloge:

- predlog šifražnega sistema oz. predlog kodiranja,
- predlog standardov za zajemanje in transfer podatkov,
- predlog standardne proizvodnje linije za vzpostavitev LIS v konceptu distribuiranih baz podatkov,
- predlog osnovnih standardov za vzdrževanje digitalnih baz podatkov,
- predlog osnovnih standardov za kompletno računalniško poslovanje geodetskih uprav.

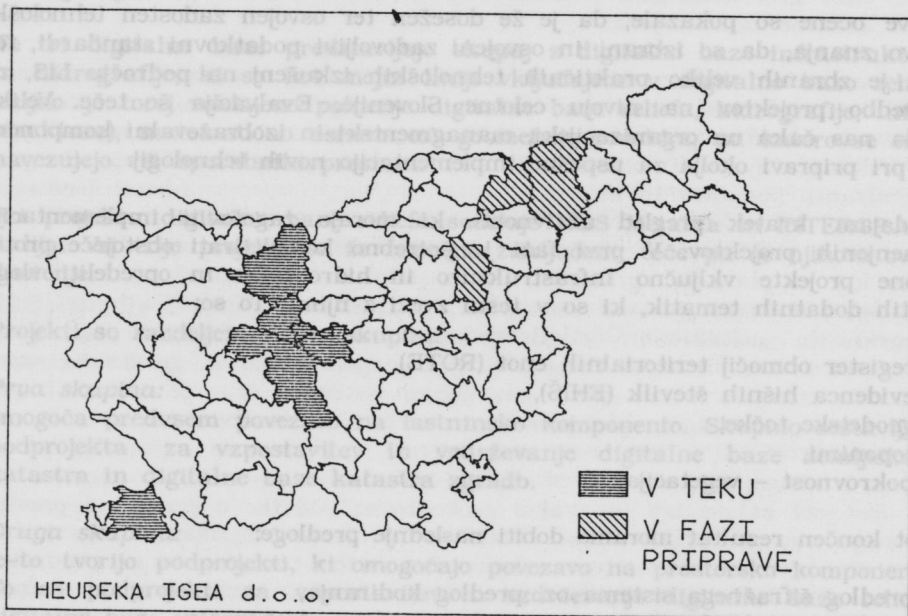
Na osnovi dokončno rešenih zgornjih tehnoloških vprašanj je potrebno podati predlog zakonskih in podzakonskih predpisov in programa geodetskih del za obdobje implementacije katastrsko podprtega LIS za Slovenijo.

Sledi priprava na implementacijo in implementacija vseh projektov v Sloveniji v republiški center in regionalne ter lokalne centre. Intenzivne aktivnosti v tej smeri že tečejo.

Usklajeno z zgornjimi prizadevanji, vendar z lastnimi vlaganji in napor, podjetje Heureka Igea izvaja oz. pripravlja izvajanje pilotskih projektov v petih občinah (slika 1). Pilotske projekte bi lahko označili s skupnim naslovom "Vzpostavitev digitalne baze zemljiškega katastra kot dela zemljiške

ga informacijskega sistema regije oz. občine". Ti predstavljajo idealno osnovo za testiranje nekaterih tehnoloških rešitev, sprejetih na državnem nivoju, v praksi in istočasno pomenijo operativne sisteme, ki bistveno povečajo kvaliteto poslovanja občinske geodetske uprave in tudi občine oz. regije kot celote.

Slika 1: Pilotski projekti v Sloveniji.



SISTEM ARCGIS

Aleš Šuntar

UDK 91:681.3

Izvleček

Opisan je praktični primer delovanja geografskega informacijskega sistema - sistem ARCGIS. Sistem ARCGIS predstavlja zametek GIS-a, ki naj bi preizkusil primernost podatkov, testiral strokovne in informacijske standarde ter opozoril na probleme, ki bodo nastali ob uvajanju GIS-tehnologije v naš prostor. Pri izgradnji sistema ARCGIS se je pokazala vsa širina in kompleksnost problematike uvajanja GIS-tehnologije v neko okolje. Pri razvoju sistema in njegovem uvajanju v prakso smo se povezali z zunanjimi sodelavci ter vzpostavili stike s številnimi strokovnjaki različnih strok.

UDC 91:681.3

Abstract

THE ARCGIS SYSTEM

A practical example of operation of a geographical information system - the ARCGIS system, is described. The ARCGIS system represents a beginning part of a GIS. With the ARCGIS system the adequacy of data, professional and informational standards should be tested. The problems which appear by introducing GIS technology in our country are becoming apparent. While building up the ARCGIS system, all the wideness and complexity of problems of introducing GIS technology in an environment, have been pointed out. While developing of the system and its introducing into a practice, we have connected us with external fellow-labourers and have made contacts with numerous experts of different professions.

UVOD

V Sloveniji je GIS-tehnologija prisotna že dobri dve leti in danes so na tem področju vidni tudi že prvi rezultati. Pojavlja se vedno več programskih orodij za vzpostavljanje GIS-sistemov, ki iščejo pri nas svoje tržišče, pojavljajo se prve oblike izobraževanja o uporabi in delu z GIS-tehnologijo, vedno več je o njej slišati na različnih strokovnih posvetovanjih, v GIS-sisteme se neposredno in posredno vključuje vedno več ljudi in organizacij itd. GIS-tehnologija prodira tudi v najrazličnejše upravljske služ-

be na ravni občin in republike. Tako jo je nekaj občin že sprejelo za zbiranje in vodenje lokacijskih podatkov, v teku pa so prvi projekti za postopno vzpostavitev občinskih sistemov. GIS-tehnologija je bila predstavljena različnim republiškim organom, ki so podprli prizadevanja za uvajanje teh sistemov v naš prostor.

SISTEM ARCGIS

Sistem ARCGIS predstavlja zametek GIS-sistema, ki naj bi preiskusil primernost podatkov, testiral strokovne in informacijske standarde ter opozoril na probleme, ki bodo nastali ob uvajanju GIS-tehnologije v naš prostor. Sistem je začel nastajati pred dvema letoma na Katedri za fotogrametrijo in kartografijo FAGG. Po skoraj enem letu je nastal prvi zametek sistema, ki je opozoril na vso širino in kompleksnost problematike uvajanja GIS-tehnologije v neko okolje. Opozoril je na neusklajenost podatkov znotraj strok in med njimi, na pomanjkanje organizacijskih in informacijskih standardov, na širino organizacijskih problemov delovanja takšnega sistema, na finančno zahtevnost projekta itd. Zaradi raznovrstnosti tehnologij, ki jih mora vsebovati takšen sistem, in naštetih težav pri vzpostavljanju sistema, je naša skupina spoznala, da je premajhna za obvladovanje tako obsežne problematike. Zato smo se pri razvoju tega sistema in njegovem uvajanju v prakso povezali z zunanjimi sodelavci ter vzpostavili stike s številnimi strokovnjaki različnih strok. Sistem ARCGIS se je tako postopno preoblikoval v povezovalni člen in jedro sistema, ki nadgrajuje vse tehnologije v enoten sistem (zameetek GIS-sistema).

PROGRAMSKI PAKET (PP) ZA VZPOSTAVITEV SISTEMA ARCGIS

V začetku smo se morali odločiti za programski paket (PP), ki ga bomo kot GIS-orodje uporabljali za vzpostavitev sistema ARCGIS. Teh orodij je na trgu veliko, zato odločitev ni bila enostavna. Končno smo se odločili za PP ARC/INFO in sicer zaradi povsem praktičnih razlogov:

- je kvalitetno in izredno razširjeno GIS-orodje,
- je vektorsko GIS-orodje. Zaradi zahtevane natančnosti podatkov v zemljiških bazah podatkov, so vektorska GIS-orodja primerna za vodenje te baze, saj zagotavljajo večjo natančnost kot rastrska GIS-orodja,
- teče na različnih in različno velikih računalniških konfiguracijah. Zaradi raznolikosti obstoječe strojne opreme in nedefiniranosti obsega zemljiškega IS smo želeli računalniško kar najbolj neodvisen sistem,
- PP ARC/INFO omogoča za vodenje atributnih podatkov povezavo z večino standardnih sistemov za vodenje atributnih baz podatkov (DBMS), kot so ORACLE, DBASE itd.,
- omogočen je prenos podatkov iz (ali v) drugih baz podatkov, vzpostavljenih z drugimi (GIS) orodji,
- omogočeno je vključevanje in povezava drugih baz ter sistemov v sistem, vzpostavljen z ARC/INFO-m itd.

Sistem ARCGIS je v začetku deloval na osebnih računalnikih (prve verzije), počasi pa prehaja na večje računalnike.

GRADNJA SISTEMA ARCGIS

Vzpostavitev GIS-sistema je dolgoročna naloga in cilj, ki bo zahtevala velike napore in dolgo časovno obdobje. Tako smo si sistem ARCGIS zamislili kot začetek zemljiškega IS, ki ga gradimo z uporabo GIS-tehnologije. Izgradnja sistema je postopna v vsebinskem in prostorskem smislu.

Vsebinsko smo v sistem vključili le podatke iz podatkovnih zbirk, ki jih vodijo na geodetskih upravah. S tem smo sistemu zagotovili jedro, ki mu lahko po potrebi dodajamo ostale podatke, in s tem večamo ter bogatimo sistem. Prostorsko pa smo začeli s podatki za nekaj KO.

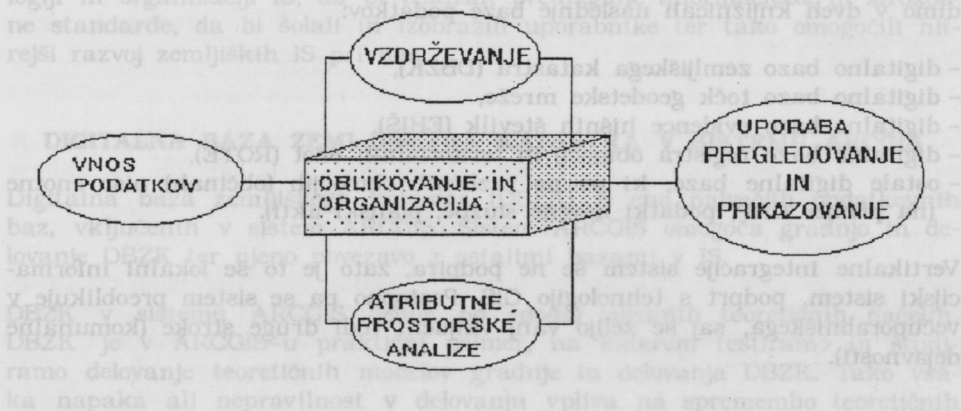
S praktičnim delovanjem sistema na testnih območjih smo testirali:

- kvaliteto podatkov, zajetih iz posameznih zbirk podatkov,
- njihovo primernost za uporabo v GIS-sistemih,
- tehnologije zajema in vodenja podatkov v digitalni bazi zemljiškega katastra (DBZK),
- predlagane in v sistem vgrajene strokovne standarde,
- predlagane in v sistem vgrajene informacijske standarde itd.

Tako ARCGIS kot začetek zemljiškega IS vsebuje le podatke geodetskih uprav in testira le strokovne standarde geodetske službe. Pojavili pa so se tudi že interesi drugih strok v prostoru za vključitev v sistem. Ta je zasnovan splošno, tako da lahko vključi podatke in podpre tudi tehnologijo ostalih strok v prostoru.

ARCGIS podpira pet poglobitvenih funkcij:

Slika 1: Funkcijska strukturiranost sistema ARCGIS.



- vnos podatkov v sistem,
- oblikovanje in organizacijo sistema,
- vzdrževanje podatkov, vodenih v sistemu,
- uporabo podatkov v sistemu in
- prostorske ter atributne analize nad podatki sistema.

ORGANIZACIJA SISTEMA ARCGIS

Sistem ARCGIS je postavljen splošno. Kljub temu da je to sedaj še lokalni IS, v njegovem delovanju že testiramo tudi informacijske standarde organizacij baz podatkov in oblikovanj računalniških knjižnic. Sistem je zasnovan tako, da lahko vanj enostavno vključimo nove informacijske sloje, nova programska orodja, nove podatke itd. Strukturiran je tako, da so podatki v odvisnosti od informacijskega sloja in potreb stroke vodeni po različnih, poljubnih prostorskih območjih. Prav tako sistem omogoča vključitev različnih računalniških konfiguracij ali prenose podatkov med njimi.

Sistem ARCGIS je neodvisen od računalniške konfiguracije. Lahko ga gradimo celo na osebnih računalnikih, kjer smo z lastnim znanjem omogočili učinkovito izkoriščanje sistema. Za učinkovito, splošno in kvalitetno vodenje velikih količin podatkov na osebnih računalnikih, ki jih vodimo v bazah ARCGIS-a, smo razvili lastno organizacijo knjižnic lokacijskih podatkov. Organizacija knjižnic je konceptualno kompromis med našimi potrebami in specifičnostmi orodja PC ARC/INFO, funkcionalno pa je podobna ARC/INFO-vev modulu LIBRARIAN na večjih računalnikih. Za vodenje atributnih podatkov v sistemu ARCGIS sta na osebnih računalnikih na voljo dva sistema: ORACLE in DBASE. Na vseh večjih računalniških konfiguracijah težav z organizacijo računalniških knjižnic ni bilo, saj obstaja ARC/INFO modul LIBRARIAN, katerega uporabo smo priredili našim potrebam. Tudi pri atributnih bazah je na voljo več možnosti, saj ARC/INFO omogoča povezavo z različnimi standardnimi DBMS.

Sistem že omogoča horizontalno integracijo informacijskih slojev. Tako vodimo v dveh knjižnicah naslednje baze podatkov:

- digitalno bazo zemljiškega katastra (DBZK),
- digitalno bazo točk geodetske mreže,
- digitalno bazo evidence hišnih števil (EHIŠ),
- digitalno bazo registra območij in teritorialnih enot (ROTE),
- ostale digitalne baze, ki pa po različnih območjih (občinah) niso enotne (na primer CRP, podatki davčne službe, planski akti).

Vertikalne integracije sistem še ne podpira, zato je to še lokalni informacijski sistem, podprt s tehnologijo GIS. Postopno pa se sistem preoblikuje v večuporabniškega, saj se želijo vanj vključiti tudi druge stroke (komunalne dejavnosti).

Slika 2: Informacijski sloji v sistemu ARCGIS.



RAZVOJ SISTEMA ARCGIS

Sistem ARCGIS deluje in se testira v občinah Kranj, Koper in Ljubljana. Namenjen je testiranju informacijskih in vsebinskih standardov gradnje in delovanja GIS-sistemov. Testiranje informacijskih standardov predstavlja testiranje organizacije baz podatkov in kvalitete delovanja sistemov oziroma programske opreme na njih. Ta problematika ne zajema le organizacije podatkov po posameznih informacijskih slojih, pač pa tudi definicijo medsebojne odvisnosti vključenih informacijskih slojev. Testiranje vsebinskih standardov pa pomeni testiranje standardov, ki jih je za vodenje svojih podatkov postavila posamezna stroka, pristojna za vodenje in vzdrževanje določenega informacijskega sloja. V ARCGISu so sedaj vgrajeni le predlogi vsebinskih standardov, katerih vrednost in potrebnost naj bi se preizkusila in potrdila z njihovo praktično uporabo. Namen sistema ARCGIS je, da bi ob praktičnem razvoju sistema preverili teoretično znanje o GIS-tehnologiji in organizaciji IS, da bi testirali predlagane informacijske in strokovne standarde, da bi šolali in izobrazili uporabnike ter tako omogočili hitrejši razvoj zemljiških IS pri nas.

DIGITALNA BAZA ZEMLJIŠKEGA KATASTRA V SISTEMU ARCGIS

Digitalna baza zemljiškega katastra (DBZK) je ena največjih podatkovnih baz, vključenih v sistem ARCGIS. Sistem ARCGIS omogoča gradnjo in delovanje DBZK ter njeno povezavo z ostalimi bazami v IS.

DBZK v sistemu ARCGIS deluje po spodaj opisanih teoretičnih načelih. DBZK je v ARCGIS-u praktični primer, na katerem testiramo in študiramo delovanje teoretičnih modelov gradnje in delovanja DBZK. Tako vsaka napaka ali nepravilnost v delovanju vpliva na spremembo teoretičnih

modelov, ti pa spet na delovanje DBZK v ARCGIS-u. DBZK v sistemu ARCGIS je zasnovana na naslednjih teoretičnih osnovah in modelih:

- Na teoriji oblikovanja in organizacije lokacijskega dela ter njegove povezave z obstoječim atributnim delom DBZK. Ta teorija predstavlja temelj za oblikovanje in realizacijo naslednjih modelov, po katerih deluje DBZK.
- Model gradnje DBZK, kjer je pomembno predvsem čiščenje in usklajevanje podatkov ZK, vse ostalo pa so rutinska dela, ki zahtevajo veliko različnih strokovnih znanj. Zato sistem ARCGIS omogoča optimalno delitev del med ustrezne strokovnjake. Le tako je rezultat tehnologije lahko kvalitetna DBZK.
- Strukturiranost DBZK definira vsebino in organizacijo DBZK. Če zaradi neenotnosti vodenja evidence DBZK nima vseh podatkov v strukturi, ostanejo stolpci za nekatere lastnosti prazne, njihovo postopno polnjenje pa se zagotovi s postopki vzdrževanja.
- Model vzdrževanja podatkov in arhiv DBZK optimizirata postopke vzdrževanja podatkov ZK. Model omogoča, da se v okviru postopkov zmanjša operativno delo in bistveno poveča kontrolna funkcija upravnih organov, saj se v DBZK ne more izvesti nobene spremembe brez skrbnega pregleda in dovoljenja upravnega organa. Vsaka sprememba se dokumentira in vnese v arhiv.
- Model uporabe DBZK omogoča v sistemu ARCGIS optimalno izkoriščanje DBZK. To pomeni širše in racionalnejše izkoriščanje podatkov, kot je zgolj interno poslovanje GU.

PROGRAMSKE REŠITVE ZA GRADNJO IN DELOVANJE DBZK

Kratko bom predstavil programske rešitve, ki smo jih oblikovali iz teoretičnih modelov in praktičnih izkušenj pri gradnji in delovanju DBZK, s pomočjo zunanjih sodelavcev. Predstavil bom le programske pakete (PP), ki so izdelani za uporabo in poslovanje na GU s podatki DBZK v sistemu ARCGIS, ne pa specializiranih paketov, ki jih uporabljajo posamezni sodelavci v postopkih gradnje DBZK.

GU v okviru sistema ARCGIS uporablja naslednje PP za gradnjo in delovanje DBZK:

- PP EDIT

Strokovnjaki GU uporabljajo PP EDIT v procesu gradnje DBZK. EDIT je namenjen za čiščenje in usklajevanje lokacijskih podatkov ZK in njihove povezave z atributnimi podatki.

- PP PREGIS

Namenjen je gradnji informacijskih slojev sistema ARCGIS, povezavi informacijskih slojev in njihovi skupni uporabi. Strokovnjaki GU PREGIS uporabljajo za vključevanje DBZK v ARCGIS in njenemu povezovanju z ostalimi informacijskimi sloji.

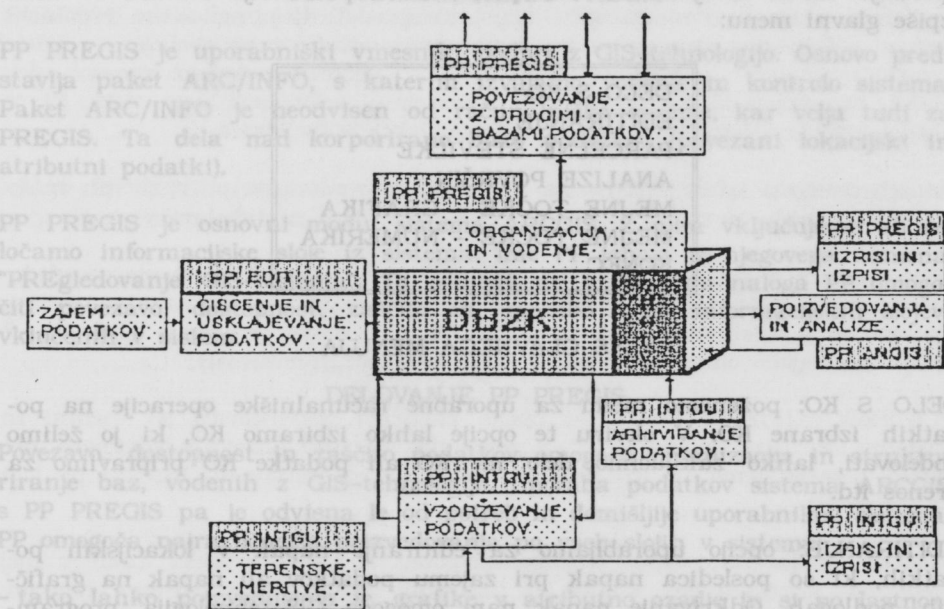
- PP INTGU

Namenjen je internemu poslovanju GU. V PP INTGU strokovnjaki GU ob postopku pisarniškega poslovanja brez dodatnih naporov izvajajo tudi vzdrževanje podatkov in arhiviranje sprememb v DBZK.

- PP ANGIS

Omogoča poljubno vključevanje novih knjižnic ali informacijskih slojev v sistem ARCGIS in izvajanje prostorskih analiz splošno in v okviru sistema. Rezultati analiz so novi informacijski sloji, vođeni v ločenih knjižnicah. Strokovnjaki GU ta modul uporabljajo za izvajanje prostorskih analiz DBZK z ostalimi informacijskimi sloji v sistemu ARCGIS.

Slika 3: Uporaba PP v funkcionalnem modelu DBZK.



PROGRAMSKI PAKET EDIT

PP EDIT je uporabniški vmesnik, podprt z GIS-tehnologijo. Osnovo predstavlja paket ARC/INFO, s katerim izvajamo vodenje in kontrolo sistema. Paket ARC/INFO je neodvisen od računalniške opreme, kar velja tudi za EDIT, ki dela nad korporirano bazo podatkov (povezani lokacijski in atributni podatki).

Ime EDIT izhaja iz namena paketa: "EDITiranje (čiščenje) podatkov". Program je namenjen editiranju napak pri zajemu lokacijskih podatkov, pregledu in odpravi napak pri številčenju parcel, poenotenju lokacijskih podatkov parcel in mejnih točk in primerjavi digitalnih površin parcel s površinami iz pisnega dela katastrskega operata.

DELOVANJE PP EDIT

Program dela nad podatki dela KO z enotnim koordinatnim sistemom. V PP EDIT je GIS-tehnologija uporabljena predvsem v kontrolne namene. Program po vsaki izvedeni delovni fazi uporablja GIS-tehnologijo za testiranje topološke pravilnosti podatkov in vse napake takoj sporoči. Če program ugotovi, da podatki niso topološko pravilni, lahko izvajamo le fazo editiranja podatkov.

Ko podatke dela KO z enotnim koordinatnim sistemom pripravimo za delo v PP EDIT, se določi in izpiše status podatkov. V njem je izpisano, katere operacije lahko izvajamo na teh podatkih. S potrditvijo statusa se nam izpiše glavni menu:

DELO S KO EDITIRANJE PARCELNE ŠTEVILKE ANALIZE POVRŠIN MEJNE TOČKE - GRAFIKA MEJNE TOČKE - NUMERIKA KONEC

OPIS GLAVNEGA MENUJA

DELO S KO: poženemo menu za uporabne računalniške operacije na podatkih izbrane KO. V okviru te opcije lahko izbiramo KO, ki jo želimo obdelovati, lahko zaključimo delo na KO ali podatke KO pripravimo za prenos itd.

EDITIRANJE: opcijo uporabljamo za editiranje napak v lokacijskih podatkih, ki so posledica napak pri zajemu podatkov ali napak na grafičnih podlogah. Odkrivanje napak nam omogoča GIS-tehnologija, programska rešitev pa omogoča njihovo enostavno odpravljanje.

PARCELNE ŠTEVILKE: opcijo izberemo, če nam program javi napake v parcelnih številkah. Tu odpravljamo napake vnosa parcelnih števil, napake v katastrskih načrtih in neskladja med lokacijskim in atributnim delom podatkov, ki jih pripravljamo za vnos v DBZK.

ANALIZE POVRŠIN: uporabimo za primerjanje površin parcel iz digitalnih podatkov s površinami iz pisnega dela operata. Tudi ta faza še kaže do-

ločene napake in neuskklajenosti med lokacijskimi in atributnimi podatki parcel.

MEJNE TOČKE - GRAFIKA: ta del PP uporabljamo za identifikacijo merjenih mejnih točk na lokacijskih podatkih ZK. Opcijo uporabljamo na območjih, kjer so se lokacijski podatki vzdrževali po metodi vklopa podatkov s "papirčkovo metodo".

MEJNE TOČKE - NUMERIKA: opcijo uporabljamo za poenotenje lokacijskih podatkov parcel in mejnih točk na območjih numeričnega katastra. Tu lokacijske podatke o parcelah napenjamo na lokacije mejnih točk in s tem poenotimo podatke.

KONEC: zapustimo PP EDIT.

PROGRAMSKI PAKET PREGIS

PP PREGIS je uporabniški vmesnik, podprt z GIS-tehnologijo. Osnovo predstavlja paket ARC/INFO, s katerim izvajamo vodenje in kontrolo sistema. Paket ARC/INFO je neodvisen od računalniške opreme, kar velja tudi za PREGIS. Ta dela nad korporirano bazo podatkov (povezani lokacijski in atributni podatki).

PP PREGIS je osnovni modul sistema ARCGIS. Z njim vključujemo ali izločamo informacijske sloje iz sistema. Ime PP izhaja iz njegovega namena: "PREgledovanje GIS-sistema". To pomeni, da je osnovna naloga PP omogočiti povezavo, dostopnost, zaščito in uporabo vseh informacijskih slojev, vključenih v sistem.

DELOVANJE PP PREGIS

Povezavo, dostopnost in zaščito podatkov omogoča organizacija in strukturiranje baz, vodenih z GIS-tehnologijo. Uporaba podatkov sistema ARCGIS s PP PREGIS pa je odvisna le od potreb in domišljije uporabnikov sistema. PP omogoča najrazličnejša poizvedovanja po vseh slojih v sistemu:

- tako lahko poizvedujemo iz grafike v atributno ozadje in si po lastnostih prikazujemo poljubne entitete v grafiko,
- poljubno lahko večamo ali manjšamo prostorsko območje obdelave, omejitve je le velikost baze,
- poljubno lahko spreminjamo informacijske sloje, ki jih prikazujemo ali obdelujemo,
- kartografske znake lahko poljubno spreminjamo in jih uporabljamo za prikazovanje izbranih entitet,
- izdelujemo lahko poljubne tematske kartografske prikaze,
- po bazah lahko izvajamo tudi poljubne meritve itd.

Vsa ta poizvedovanja in prikaze uporabnik izdela s kombinacijo ukazov glavnega in ostalih menujev PP. Glavni menu sestavljajo naslednje možnosti:

KNJIŽNICA
SLOJ
NAČIN
OBMOČJE
POIZVEDOVANJE
POMOČ
ANALIZE
KONEC

OPIS GLAVNEGA MENUJA

KNJIŽNICA: opcija omogoča nastavitvev ali zamenjavo računalniške knjižnice, ki je aktivna. Računalniške knjižnice predstavljajo nekakšne vsebinske sklope, v katere v okviru sistema združujemo informacijske sloje.

SLOJ: ta omogoča nastavitvev ali zamenjavo informacijskega sloja, ki je aktiven in ga lahko spreminjamo znotraj izbrane knjižnice.

NAČIN: omogoča izbiro načina za izvajanje poizvedovanja po različnih informacijskih slojih. Možnosti sta dve, in sicer grafični in tabelarični način.

OBMOČJE: s to opcijo izbiramo prostorsko območje, ki ga bomo pregledovali. Informacijski sloji v sistemu so prostorsko neomejene ravnine entitet, uporabnik pa želi obdelovati podatke na prostorsko omejenem območju. Z opcijo je mogoče območje obdelave širiti, ožati in spreminjati.

POIZVEDOVANJE: z izbiro te opcije začnemo poizvedovati po vsebini in območju, ki smo ju definirali v prejšnjih menujih. Znotraj izbranega območja poizvedujemo in analiziramo podatke po lastnostih, legi ali po legi in lastnostih.

POMOČ: opcija nam nudi različne pripomočke za lažje delo. Tako v njej menjamo kartografske znake, s katerimi prikazujemo izbrano vsebino, menjamo vsebino prikazov na ekran ali papir in izvajamo različna merjenja med entitetami v bazah.

ANALIZE: opcijo uporabimo takrat, ko naše potrebe presežejo možnosti, ki nam jih ponuja PP PREGIS. Z izbiro te opcije lahko vstopimo v vzdrževanje posameznih baz (na primer INTGU za DOZK) ali pa v izvajanje prostorskih analiz s PP ANGIS.

KONEC: z izbiro te opcije zapustimo PP PREGIS in hkrati končamo delo v sistemu ARCGIS.

PROGRAMSKI PAKET INTGU

PP INTGU je uporabniški vmesnik, podprt z GIS-tehnologijo. Osnovo predstavlja paket ARC/INFO, s katerim izvajamo vodenje in kontrolo sistema. Paket ARC/INFO je neodvisen od računalniške opreme, kar velja tudi za INTGU. Ta dela nad korporirano bazo podatkov (povezani lokacijski in atributni podatki).

Ime PP INTGU izhaja iz namena, za katerega je bil izdelan: "INTerno poslovanje GU". Paket primarno vodi lokacijske podatke s ključem za povezavo atributnih podatkov in skrbi za pisarniško poslovanje. Paket omogoča povezavo lokacijskih podatkov z atributnimi podatki, vodenimi v bazah ORACLE in DBASE, ter vključitev različnih aplikativnih rešitev vodenja in vzdrževanja atributnih podatkov. Za izvajanje tehničnih postopkov (majhne meritve) je v INTGU vključen tudi paket GEOMERE, možna pa je vključitev drugih podobnih aplikacij.

PP INTGU dela nad DBZK v sistemu ARCGIS. Ob instalaciji paketa se določijo tudi dostopne pravice posameznih uporabnikov znotraj GU (te se lahko kasneje tudi spreminjajo).

DELOVANJE PP INTGU

Delo v PP INTGU izvajamo v več fazah. Vsaka od njih je predstavljena z opcijo v glavnem meniju:

KATASTRSKA OBČINA
PREGLEDOVANJE
VLOGA
PRIPRAVA PODATKOV
TEHNIČNI POSTOPKI
IZVEDBA
PREGLED ARHIVA
USKLADITEV BAZ
IZRIS & IZPIS
KONEC

Filozofija delovanja sistema nazorno opisuje zaporedje opcij glavnega menija. Identifikator postopkov, ki jih izvajamo v INTGU, je številka vloge. Vloga je enota, ki združuje vse postopke in podatke, potrebne za izvedbo uradnega postopka v INTGU. Za vsako vlogo se izvaja postopek v vseh fazah in to le progresivno. V odvisnosti glede na to, katero fazo je vloga že prešla, se v delovodnik vlog vpisujejo datumi. Za vlogo se vpisujejo datumi v naslednje rubrike delovodnika:

- ODPRTA je datum, ko se je postopek začel,
- TEREN je datum razpisa postopka na terenu,

- V_DELO je datum dne, ko se pripravijo podatki za izvedbo TEHNIČNEGA POSTOPKA (IZREZ OBMOČJA),
- PLOMBA je datum rezervacije parcelne številke in številke detajlnih točk,
- ODLOČBA je datum izdaje odločbe,
- PRAVNOM je datum uvedbe spremembe v DOZK in arhiviranja sprememb.

Vloga mora preiti vse faze postopka, in sicer zaporedno. Preskok posamezne faze ni mogoč. Vrnitev vloge v eno izmed prejšnjih stanj se izvaja v opciji EDITIRANJE - SPREMEMBA STATUSA. Če se vloga vrne v eno izmed prejšnjih stanj, se v datum tega stanja uvede nov datum; datumi vseh višjih stanj se brišejo, hkrati z njimi pa se brišejo tudi rezultati našega dela v vseh višjih fazah.

OPIS GLAVNEGA MENUJA

KATASTRSKA OBČINA: interno poslovanje vedno izvajamo za izbrano KO, ki jo lahko z izbiro te opcije tudi spremenimo.

PREGLEDOVANJE: opcija je uporabna splošno, predvsem pa za poslovanje v sprejemni pisarni GU. Omogoča atributno in lokacijsko poizvedovanje po vseh treh slojih, vključenih v DBZK.

VLOGA: opcija se uporablja v vseh fazah dela GU. Uporabna je za delo s splošnimi podatki o vlogi.

PRIPRAVA PODATKOV: tu si pripravljamo potrebne podatke za izvedbo tehničnih postopkov na terenu in za delo v opciji TEHNIČNI POSTOPKI.

TEHNIČNI POSTOPKI: z uporabo PP GEOMERE vnesemo podatke terenskih meritev v osnovo, ki jo predstavljajo pripravljeni podatki.

IZVEDBA: omogoča kontrolo sprememb izvedenih v TEHNIČNIH POSTOPKIH, izdajo odločb in izvedbo sprememb v DOZK. Izvajamo lahko tudi pravne spremembe.

PREGLED ARHIVA: opcijo uporabljamo za pregled izvedenih postopkov in nastalih sprememb. S je tem omogočen pogled v zgodovino sprememb v DBZK.

USKLADITEV BAZ: je opcija, uporabna v primeru, ko se vzdrževanje atributnega dela podatkov ZK izvaja ločeno od PP INTGU.

IZRIS & IZPIS: izdelujemo lahko standardna poročila in izrise, potrebne za nemoteno poslovanje GU.

KONEC: zaključimo delo s PP INTGU.

PROGRAMSKI PAKET ANGIS

PP ANGIS je uporabniški vmesnik, podprt z GIS-tehnologijo. Osnovo predstavlja paket ARC/INFO, s katerim izvajamo vodenje in kontrolo sistema. Paket ARC/INFO je neodvisen od računalniške opreme, kar velja tudi za ANGIS. ANGIS dela nad korporirano bazo podatkov (povezani lokacijski in atributni podatki).

Ime paketa izhaja iz kratkega opisa njegovega delovanja: "ANalize v GIS-sistemu". Izvajanje analiz v GIS-sistemih pomeni izvajanje prostorskih analiz, te pa so ena izmed pglavitnih kvalitiet GIS-tehnologije. Izvajanje prostorskih analiz pomeni, da s kombinacijo različnih informacijskih slojev tvorimo nove informacijske sloje. V njih so lokacijski in atributni podatki, ki ustrezajo vsebini kombiniranih informacijskih slojev. S poljubno kombinacijo različnih prostorskih analiz lahko rešimo večino nalog, ki se pojavljajo pri delu s korporirano bazo podatkov.

DELOVANJE PP ANGIS

Paket je zasnovan kot izredno učinkovita uporaba podatkov sistema ARCGIS. Z izvajanjem različnih prostorskih analiz nad različnimi informacijskimi sloji izdelujemo nove informacijske sloje sistema ARCGIS. Te informacijske sloje imenujemo ANALIZE in so le začasna vsebina sistema ARCGIS. Analize so informacijski sloji, ki so izdelani za delo na kaki nalogi, ko pa nalogo zaključimo, MORAMO informacijske sloje brisati, ker predstavljajo "informacijske spačke", izdelane v točno določen namen in so slika stanja v bazi v določenem trenutku. Ker jih ne vzdržujemo, hitro zastarajo in postanejo "spački", zato jih po končanju naloge brišemo in s PP ANGIS spet oblikujemo po potrebi iz novih, vzdrževanih podatkov. Kot povzetek naj ponovim, da stalno vsebino baze sistema ARCGIS predstavljajo le informacijski sloji, ki se vzdržujejo. Informacijski sloji, ki nastanejo s PP ANGIS, so le začasna, a uporabna vsebina sistema.

Glavni menu omogoča izvajanje cele vrste prostorskih analiz.

OPIS GLAVNEGA MENUJA

V oklepaju pri vsaki opciji je napisano ime ukaza v GIS-terminologiji, kar bo mogoče olajšalo razumevanje.

IZREZ (CLIP): ukaz uporabimo, če želimo izrezati del vsebine nekega informacijskega sloja. Mejo območja, znotraj katerega želimo odrezati podatke, določimo v drugem informacijskem sloju (mejo območja bomo uporabili kot nož). Z uporabo tega ukaza dobimo tretji informacijski sloj, v katerega je prekopirana vsebina prvega sloja znotraj območja, definiranega v drugem sloju.

RAZREZ (SPLIT): ukaz uporabimo, če želimo vsebino enega informacijskega sloja razrezati in prenesti v več slojev. Mrežo območij, ki jih želimo razre-

IZREZ
RAZREZ
OKOLICA
BRISANJE
NADOMESTITEV
INTERPOLACIJA
SEŠTEVANJE SLOJEV
PRESEK DVEH SLOJEV
ZDRUŽEVANJE SLOJEV
IZBIRA PO LASTNOSTIH
ZDRUŽEVANJE PLOSKOVNIH SLOJEV
PRIVZEM PODATKOV DRUGEGA SLOJA
ZDRUŽEVANJE PLOSKEV PO LASTNOSTIH
PRENOS TOČKOVNIH PODATKOV NA PLOSKVE
PRENOS LINIJSKIH PODATKOV NA PLOSKVE

zati, določimo v drugem informacijskem sloju (mejo območja bomo uporabili kot nož). Z uporabo ukaza dobimo več novih informacijskih slojev, v vsakem pa je kopija dela vsebine prvega informacijskega sloja.

OKOLICA (BUFFER): ukaz uporabimo, če želimo določiti območje na poljubni oddaljenosti od točkovnih, linijskih ali ploskovnih entitet. Kot rezultat dobimo drugi informacijski sloj s ploskvami ali kolobarji, ki prikazujejo okolico entitet v prvem informacijskem sloju.

BRISANJE (ERASECOV): ukaz uporabimo, če želimo brisati del vsebine katerega informacijskega sloja. Mejo območja, znotraj katerega želimo brisati podatke, določimo v drugem informacijskem sloju (mejo območja bomo uporabili kot nož). Z uporabo tega ukaza dobimo tretji informacijski sloj, v katerega je prekopirana vsebina prvega sloja izven območja, definirane v drugem sloju.

NADOMESTITEV (UPDATE): ukaz uporabimo, če želimo del vsebine prvega informacijskega sloja prekriti z vsebino drugega informacijskega sloja. Rezultat operacije je tretji informacijski sloj, v katerem je del vsebine prvega sloja nadomeščen z vsebino drugega sloja.

INTERPOLACIJA: ukaz, ki ga uporabljamo za izvajanje interpolacij vsebine DOZK v informacijski sloj ZK. Interpolacijo lahko izvajamo po potrebi na delu vsebine ali po celotnem delu KO v DOZK. Osnovni informacijski sloj predstavlja del DBZK, vzdrževan po "papirčkovi metodi". Po uporabi interpolacijske metode je rezultat drugi informacijski sloj, ki glede na razpoložljive podatke določa najboljšo absolutno lego podatkov DOZK v prostoru. Sloj imenujemo Informacijski sloj ZK.

SEŠTEVANJE SLOJEV (UNION): ukaz uporabimo, če želimo sešteti lokacijske in atributne lastnosti dveh informacijskih slojev. Rezultat je tretji infor-

macijski sloj, ki ima za vsako entiteto seštete atributne lastnosti obeh osnovnih informacijskih slojev.

PRESEK DVEH SLOJEV (INTERSECT): ukaz uporabimo, če želimo sešteti vsebino dveh informacijskih slojev na območjih, ki so obema skupni. Po izvedbi ukaza je vsebina v tretjem informacijskem sloju seštetna na območjih, ki so skupna obema slojema, na vseh ostalih območjih je sloj prazen.

ZDRUŽEVANJE SLOJEV (APPEND): ukaz uporabimo, če želimo sešteti lokacijske podatke dveh informacijskih slojev v vertikalnem ali horizontalnem smislu. Rezultat je tretji informacijski sloj z združeno vsebino obeh.

IZBIRA PO LASTNOSTIH (RESELECT): ukaz uporabimo, če želimo v svoj informacijski sloj prekopirati entitete, ki ustrezajo določenim pogojem. Rezultat je drugi informacijski sloj, v katerega so iz prvega sloja prekopirane vse entitete z določenimi lastnostmi.

ZDRUŽEVANJE PLOSKOVNIH SLOJEV (MAPJOIN): ukaz uporabimo, če želimo horizontalno zlepit vsebino dveh informacijskih slojev (na primer liste načrtov). Rezultat analize je tretji sloj, v katerem je horizontalno združena vsebina obeh osnovnih slojev.

PRIVZEM PODATKOV DRUGEGA SLOJA (IDENTITY): ukaz uporabimo, če želimo sešteti vsebino dveh informacijskih slojev na območju, ki je skupno območju obeh slojev. Po izvedbi ukaza je vsebina v tretjem informacijskem sloju seštetna na območju, ki ga pokrivata oba sloja.

ZDRUŽEVANJE PLOSKEV PO LASTNOSTIH (DISSOLVE): ukaz uporabimo, če želimo v informacijskem sloju brisati meje med entitetami z istimi lastnostmi. Rezultat analize je drugi informacijski sloj, katerega vsebina je redkejša (generalizirana).

PRENOS TOČKOVNIH PODATKOV NA PLOSKVE: je ukaz, katerega ime pove bistvo. Če imamo informacijski sloj s točkovnimi entitetami in sloj s ploskovnimi entitetami, je rezultat analize tretji informacijski sloj, kjer so na ploskvah zbrani tudi podatki o točkah.

PRENOS LINIJSKIH PODATKOV NA PLOSKVE: ukaz je podoben predhodnemu. Če imamo informacijski sloj z linijskimi entitetami in sloj s ploskovnimi entitetami, je rezultat analize tretji informacijski sloj, kjer so na ploskvah zbrani tudi podatki o linijskih entitetah.

GEO/SQL V VODNEM GOSPODARSTVU

Andrej Vidmar in Mitja Brilly

UDK 628.1:91:681.3

Izleček

Razvoj vodnega gospodarstva vse bolj izpostavlja problem zbiranja in ažuriranja množice deskriptivnih in grafičnih vodnogospodarskih kot tudi drugih informacij, potrebnih pri vodnogospodarskem planiranju ter problem pretoka le-teh med posameznimi subjekti planiranja v prostoru. Rešitev tega problema leži v geografskih informacijskih sistemih - GIS.

Članek opisuje uporabnost programskega razvojnega orodja Geo/SQL v vodnem gospodarstvu.

UDC 628.1:91:681.3

Abstract

GEO/SQL IN WATER RESOURCE MANEGEMENT

The development of water resource management concepts shows the problem of collecting, combining, and using alphanumeric and graphical spatial data. The solution of this problem lies in the use of geographic information systems - GIS. This paper describes the usefulness of GIS programming tool Geo/SQL in water resources management.

VODNOGOSPODARSKI INFORMACIJSKI SISTEM

GIS

GIS (Geographic Informatic Systems) programska orodja so programske aplikacije, ki prikazujejo realni svet na digitalen in fleksibilen način.

GIS (Geographic Information System) je informacijski sistem za upravljanje prostorskih podatkov. Torej je GIS skupek organizacijskih zakonitosti, znanja osebja, podatkov, programske opreme, mehanske opreme in pretoka informacij, potrebnega pri upravljanju tako grafičnih kot tudi atributivnih prostorskih podatkov.

GIS kot celoto sestavlja: orgware, liveware-brainware, dataware, software, hardware in netware.

Mag. Andrej Vidmar dipl. ing. gr., prof. dr. Mitja Brilly dipl. ing. gr., Univerza v Ljubljani, FAGG - Hidrotehnična smer

GIS so računalniške aplikacije narejene za zajem, vnos, pripravo, kontrolo, iskanje, sortiranje, zaščito, analizo, shranjevanje, prenos, konverzijo in prikaz (vizualizacijo) prostorsko opredeljenih podatkov.

GIS-i so se razvili iz (Burrough, 1986):

- kartografije;
- računalniške grafike;
- fotogrametrije;
- prostorske analize;
- interpolacijskih tehnik;
- daljinskega zaznavanja.

Obravnavanje prostorskih problemov s pomočjo koncepta geografskih informacijskih sistemov - GIS se loči na dve vsebinsko različni področji (Globevnik, Vidmar, 1992):

- prvo je vzpostavljanje prostorskih podatkovnih baz in
- drugo področje uporabe GIS-ov so aplikacije - modeliranje, prostorska analiza, statistika, bilance,...

VGIS

VGIS je bodoči republiški vodnogospodarski informacijski sistem, kot del PIS, s specifično vodnogospodarskimi informacijami za potrebe vodnega gospodarstva, kot tudi za ostale uporabnike.

VGIS naj bi bil integriran kompletni sistem hardvera, softvera in datavera za upravljanje strokovno-tehničnih in upravno-pravnih informacij, katere potrebuje vodno gospodarstvo pri svoji dejavnosti.

VGIS naj bi vseboval 4D podatkovni model (prostor in časovne serije), kateri bi omogočal izvajanje najrazličnejših vodnogospodarskih prostorskih aplikacij. Tako naj bi vseboval vse potrebne vodnogospodarske, kot tudi ostale podatke katere potrebuje vodno gospodarstvo pri strokovno-tehnični in upravno-pravni dejavnosti na različnih nivojih kot so državni organi vključno z izpostavami, druge vodnogospodarske organizacije, fakulteta in inštituti ter ostali uporabniki.

Potrebno se je zavedati, da 90% cene GIS-a odpade na podatke, zato naj bi bil podatkovni model VGIS-a grajen na osnovi internacionalnih podatkovnih standardov, kar bi mu zagotavljalo kvaliteto in uspešen nadaljnji razvoj.

SPECIFIČNO VODNOGOSPODARSKI PODATKI

Stanje prostora:

- hidrologija (hidrografija, hidromorfologija, hidrogeologija), mehanika voda

(hidravlika), hidrobiologija, hidrokemija, hidroekologija, limnologija, hidro-meteorologija;

- vodnogospodarska infrastruktura (objekti in naprave), vodooskrba (pitna voda, tehnološka voda, namakanje), izraba vodne moči, odpadne vode, vodni turizem, šport in rekreacija ter podobno.

Procesi:

- vodnogospodarsko planiranje (vodnogospodarski načrti,...), vodnogospodarske študije in raziskave, ekonomika voda (vodna povračila,...), vodno pravo (zakonodaja, vodne pravice,...), vodnogospodarska proizvodnja in podobno.

Ostalo:

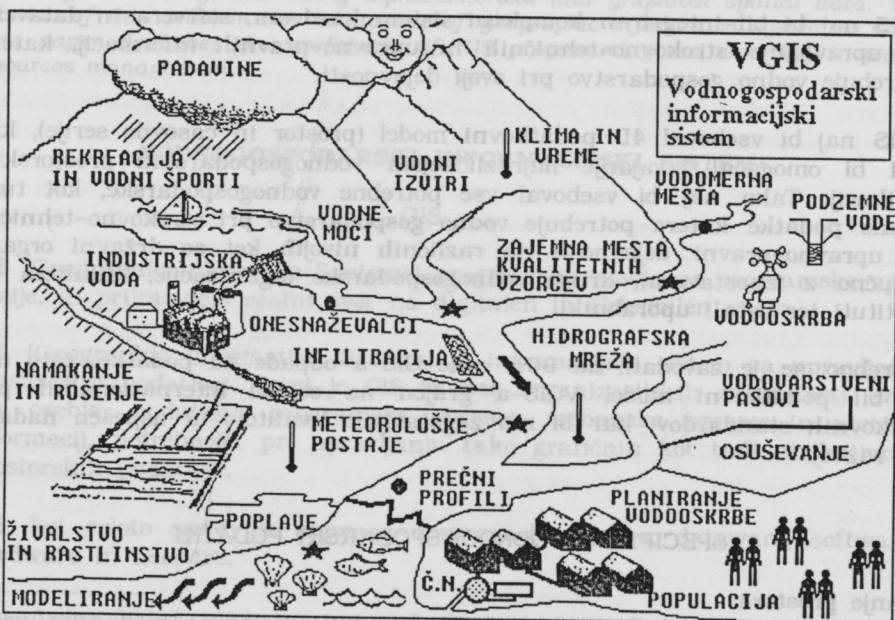
- vodnogospodarski arhiv (republiški in izpostave) ter knjižnica.

SPECIFIČNO VODNOSPODARSKE APLIKACIJE

Strokovno-tehnične:

- ocenjevanje in napovedovanje nizkih in visokovodnih pretokov, napovedovanje in ocena ogroženosti vzsled poplav in vodnih ujm, spremljanje (kartiranje) kvalitete površinskih in podzemnih voda, najrazličnejša poročila, vodne bilance, grafične prezentacije in podobno.

Slika 1: Shematski prikaz nekaterih vodnogospodarskih podatkov.



Upravno-pravne:

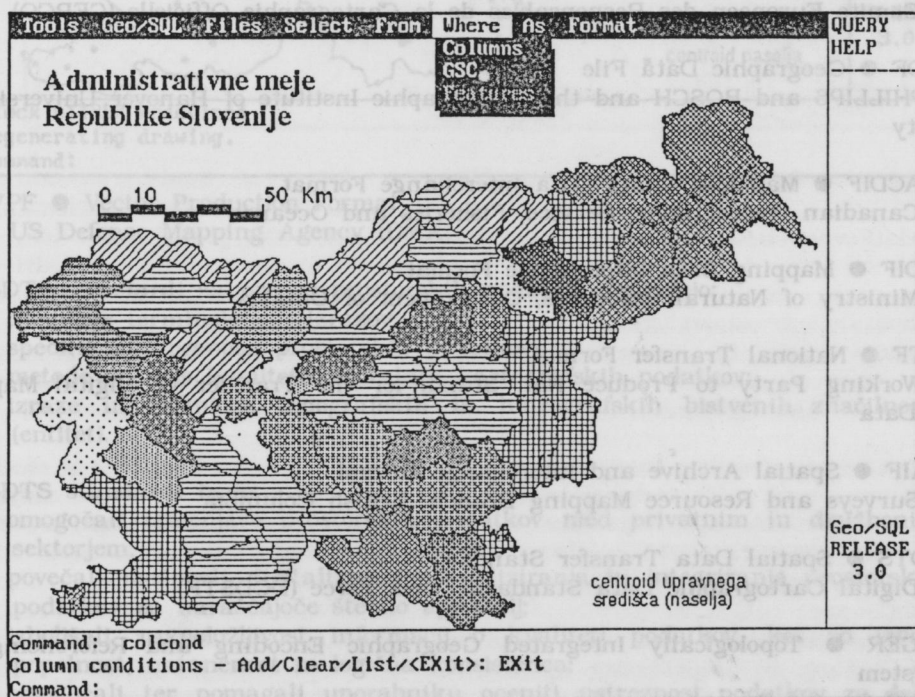
- vodenje upravnih postopkov, vodenje najrazličnejših drugih evidenc, izvajanje finančnih kalkulacij in podobno.

GIS STANDARDI

V svetovnem merilu se že oblikujejo nekateri institucionalni standardi za zapis, oblikovanje in prenos geokodiranih podatkov. Le ti naj bi omogočili izmenjavo geokodiranih podatkov med različnimi GIS-i. Poleg teh pa obstajajo tudi programski paketi oziroma GIS orodja, ki predstavljajo in postavljajo nekašne "de facto" standarde za formatne zapise prostorskih podatkov.

V ZDA je že izoblikovan predlog za sprejetje standardov za izmenjavo prostorskih podatkov (SDTS - Spatial Data Transfer Standard), ki so tik pred uradno potrditvijo za zvezne standarde. SDTS standardi bodo verjetno sprejeti tudi kot ANSI in ISO standardi, saj so temu primerno zasnovani, kajti SDTS so standardi standardov.

Slika 2: Risanje administrativnih mej (podatki Zavoda R Slovenije za statistiko).



Nekaj institucionalnih formatov, priporočil in standardov za izmenjavo prostorskih podatkov (James L. McAbee III, 1992):

ATKIS ● Authoritative Topographic Cartographic Information System

* Working Committee of the Surveying Administrations of the States of the Federal Republic of Germany (AdV)

CCOGIF ● Canadian Council on Geomatics Interchange Format

* Canadian Council on Geomatics (CCOG)

CGIS ● Canadian Geomatics Interchange Standard

* Canadian General Standard Board (CGSB)- Committee on Geomatics

DIGEST ● Digital Information Geographic Exchange Standard

* NATO - Digital Geographic Information Working Group (DGIWG)

DLG, DLG-E ● Digital Line Graph, Digital Line Graph Enhanced

* United States Geological Survey (USGS)

DX-90 ● Specif. for the Exchange of Digital Hydrographic Data - 1990

* Committee on Exchange of Digital Data

ETF ● European Transfer Format

* Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle (CERCO)

GDF ● Geographic Data File

* PHILLIPS and BOSCH and the Cartographic Institute of Hanover University

MACDIF ● Map and Chart Data Interchange Format

* Canadian Hydrographic Service, Fisheries and Oceans

MDIF ● Mapping Data Interchange Format

* Ministry of Natural Resources, Government of Ontario

NTF ● National Transfer Format

* Working Party to Produce Nat. Stand. for the Transfer of Digital Map Data

SAIF ● Spatial Archive and Interchange Format

* Surveys and Resource Mapping Branch, British Columbia

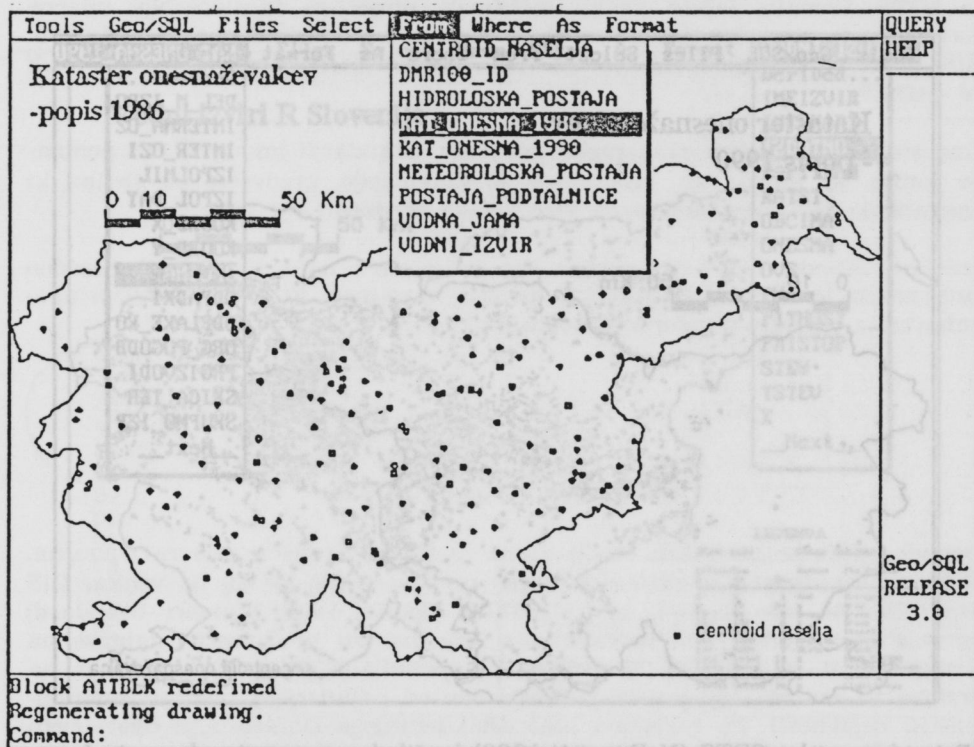
SDTS ● Spatial Data Transfer Standard

* Digital Cartographic Data Standards Task Force (DCDSTF)

TIGER ● Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing System

* US Census Bureau

Slika 3: Risanje lokacij-centroidov onesnaževalcev s pripadajočimi alfanumeričnimi atributi in glede na izbrane kriterije iz grafične in deskriptivne podatkovne baze Onesnaževalci 1986.



VPF ● Vector Production Format

* US Defense Mapping Agency (DMA)

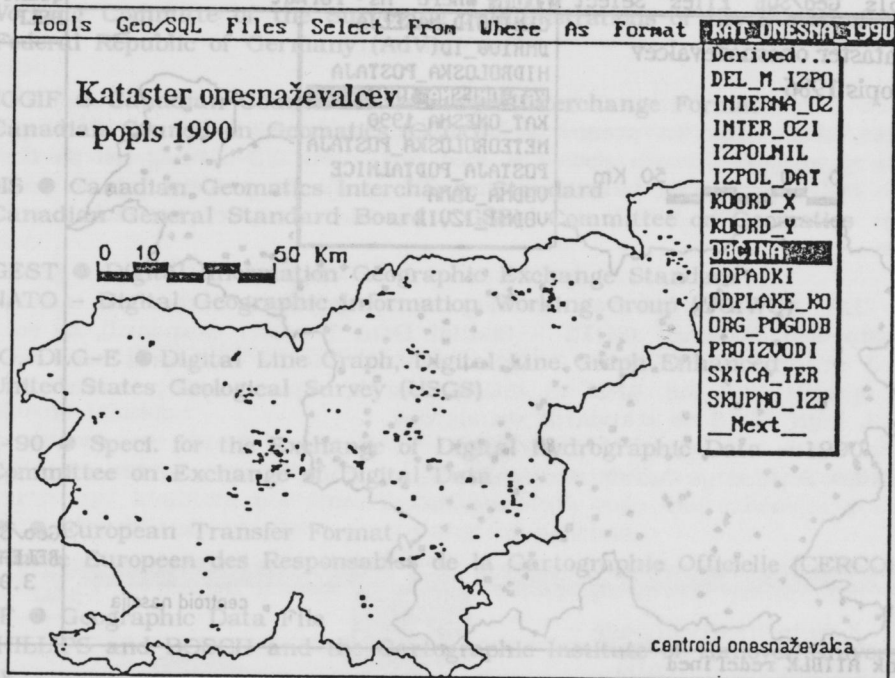
SDTS standardi za prenos prostorskih podatkov vsebujejo:

- definicije terminoloških izrazov;
- specifikacije prenosa prostorskih podatkov;
- metode za opis kvalitete digitalnih kartografskih podatkov;
- izraze in definicije topografskih in hidrografskih bistvenih značilnosti (entitet).

SDTS standardi bodo:

- omogočali izmenjavo prostorskih podatkov med privatnim in družbenim sektorjem;
- povečali možnosti digitaliziranja, analiziranja in integriranja prostorskih podatkov za naraščajoče število aplikacij;
- izboljšali razpoložljivost informacij o kvaliteti podatkov, kot so izvor, popolnost, natančnost in logična konsistenca;
- omogočali ter pomagali uporabniku oceniti ustreznost podatkov za določen namen.

Slika 4: Risanje lokacij-centroidov onesnaževalcev s pripadajočimi alfanumeričnimi atributi in glede na izbrane kriterije iz grafične in deskriptivne podatkovne baze Onesnaževalci 1990.



Primer uporabe SDTS (McDermott,1992):

NDSDBS - "The National Digital Spatial Data Base System" (Nacionalna podatkovna baza digitalnih prostorskih podatkov)

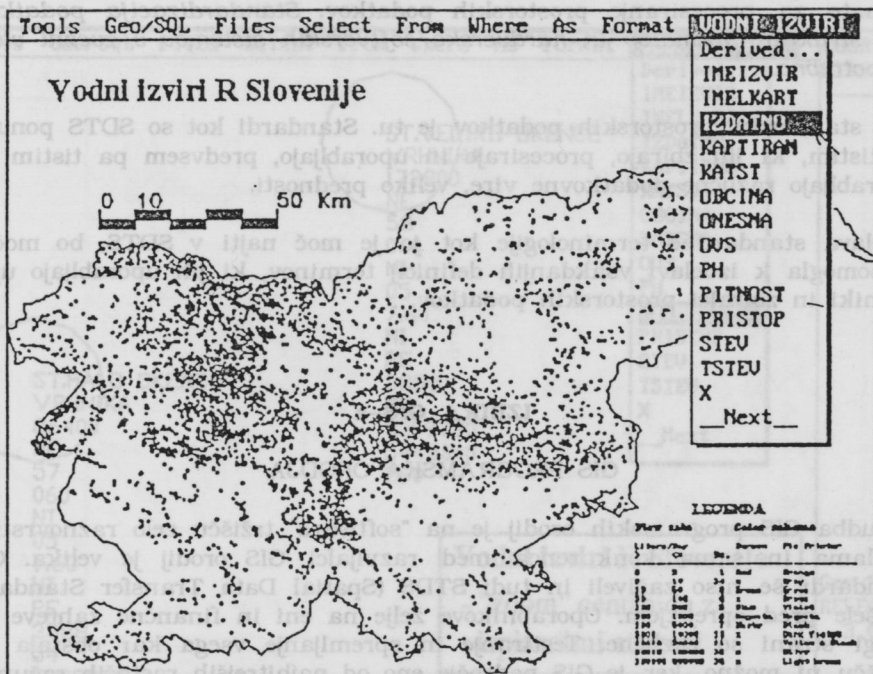
Ameriška zvezna vlada uporablja obstoječe digitalne kartografske podatkovne baze na osnovi tekočih potreb. Pomanjkanje enotnih standardov za prenos digitalnih prostorskih podatkov povečuje stroške in zavira prenos podatkov. Z enotnimi standardi bo mogoča distribucija prostorskih podatkov med vsemi zveznimi inštitucijami.

NDSDBS je predlagana zvezna mreža neodvisno vzdrževanih digitalnih prostorskih baz. V mrežo podatkovnih baz na nacionalni ravni bodo vključene tradicionalne kartografske kategorije kot so hidrografija, meje, transport in nadmorske višine, skupno z ostalimi tematskimi kategorijami kot so zemlja, močvirja, geologija, vegetacija in demografija.

Nameni nacionalne podatkovne baze so:

- podpiranje in pospeševanje uporabe SDTS;

Slika 5: Risanje lokacij centroidov vodnih izvirov s pripadajočimi alfanumeričnimi atributi in glede na izbrane kriterije iz grafične in deskriptivne podatkovne baze Vodni izviri.



- nudenje mehanizmov za boljšo koordinacijo in standardizacijo vsebine in kvalitete podatkov (kot jih vsebujejo SDTS);
- nuditi bolj konsistentne in kompatibilne zvezne podatkovne baze;
- izboljšati učinkovitost in razpoložljivost podatkovnih baz, ki jih uporabljajo zvezne službe in drugi;
- informiranje uporabnikov, tudi potencialnih, o vrstah in vsebini podatkov, ki so na razpolago;
- pojasniti odgovornost zveznih služb za razvoj, vzdrževanje in distribucijo prostorskih podatkovnih baz.

Tak sistem podatkovnih baz zahteva, da bodo vse institucije, ki so odgovorne za informacije o prostoru, lahko ponudile podatke v formatu SDTS. Vsaka institucija bo odgovorna za neko podatkovno bazo, kar pomeni, da bo zbirala, shranjevala, obnavljala in vzdrževala podatke. Kategorije osnovnih podatkovnih baz kot so hipsografija, hidrografija, promet in meje, bodo določene pri USGS. Vse datoteke naj bi bile na razpolago vsem uporabnikom v formatu SDTS. Predvideno je tudi, da bi ostale institucije imele svoje podatke organizirane na podoben način, tako da bi uporabniki lahko te podatke dobili in jih prekrivali s podatkovnimi bazami USGS. Pri tem

jim ne bi bilo potrebno poznati internega formata, ki ga uporabljajo odgovorne zbiralne institucije (Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography Standards Working Group, 1989). Pri iznosu podatkov v SDTS formatu lahko vsaka institucija projektira in uporablja interne formate za procesiranje prostorskih podatkov. *Standardizacija podatkovnih struktur, formatov in hardversko/softverskih sistemov v zvezni vladi ni potrebna.*

Čas standardov prostorskih podatkov je tu. Standardi kot so SDTS ponujajo tistim, ki jih zbirajo, procesirajo in uporabljajo, predvsem pa tistim, ki uporabljajo različne podatkovne vire, veliko prednosti.

Izdelava standardne terminologije kot jo je moč najti v SDTS, bo močno pripomogla k izdelavi vsakdanjih definicij terminov, ki jih uporabljajo uporabniki in zbiralci prostorskih podatkov.

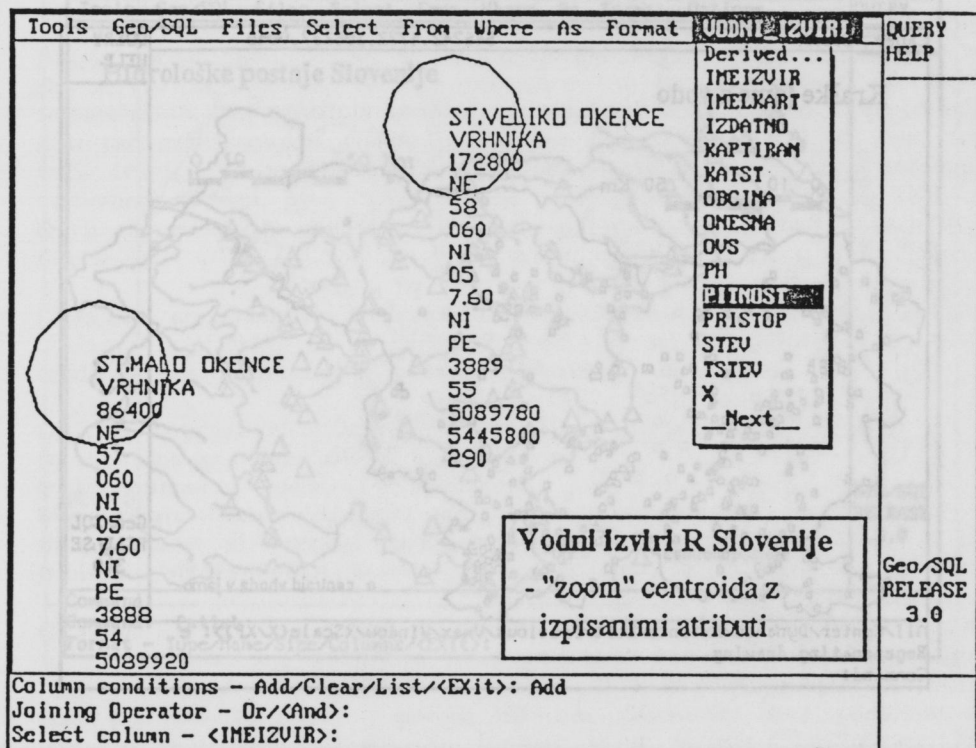
IZBIRA GIS-a

GIS PROGRAMSKA ORODJA

Ponudba GIS programskih orodij je na "software" tržišču zelo raznovrstna. Reklama in sama konkurenca med razvijalci GIS orodij je velika. GIS standardi še niso zaživeli in tudi STDS (Spatial Data Transfer Standard) je šele pred sprejetjem. Uporabnikove želje na eni in finančne zahteve na drugi strani so različne. Testiranje in spremljanje vsega kar obstaja na tržišču ni možno, ker je GIS področje eno od najhitrejših rastočih računalniških dejavnosti. Po raziskavi ameriške institucije Daratech je bilo v letu 1990 GIS tržišče "težko" 530 milijonov USD s predvideno stopnjo nadaljnje rasti od 32% do 35% v naslednjih štirih letih. Do sedaj je v svetu poznano preko 150 najrazličnejših programskih orodij na temo GIS, ki so povečini razviti v ZDA in Kanadi. Torej takoj vidimo, da bomo na tržišču GIS programskih orodij le s težavo izbrali pravo GIS programsko orodje, ki bi ustrezalo vsem našim zahtevam.

Na FAGG Hidrotehničnem oddelku smo se s problemom izbire primerne programskega orodja srečali že nekako pred tremi leti. Do sedaj smo se seznanili z najrazličnejšimi GIS paketi, ki smo jih spoznali doma kot tudi v tujini. Samo v enotedenski strokovni ekskuziji v Utrechtu, Delftu, Wageningenu in Enshedeju na Nizozemskem smo videli več deset programskih orodij, kot so: Intergraf MGE in Tigris, ARC/INFO (VAX), GRASS, ATLAS, DELTAMAP/GENAMAP, GEOMAP, IMMS, ERDAS, ILWIS, IDRISI in nekaj drugih. Le-ti so se izvajali tako na PC-jih, Mac-ih in UNIX delovnih postajah kot so SUN, INTERGRAF in HP, kot tudi na velikih računalniških sistemih tipa VAX in IBM. Pri tem smo spoznali, da se z vprašanjem: "Kaj izbrati?", ne srečujemo samo mi ampak tudi ostali, ki se z GIS-i ukvarjajo že vrsto let.

Slika 6: Risanje lokacij centroidov vodnih izvirov s pripadajočimi alfanumeričnimi atributi in glede na izbrane kriterije iz grafične in deskriptivne podatkovne baze Vodni izviri - zoomirano.



Ugotovili smo, da splošno in univerzalno GIS programsko orodje, katero bi zadostilo vsem našim zahtevam na PC računalnikih ne obstaja. Vsako GIS programsko orodje ima pred drugimi svoje specifične prednosti kot tudi slabosti.

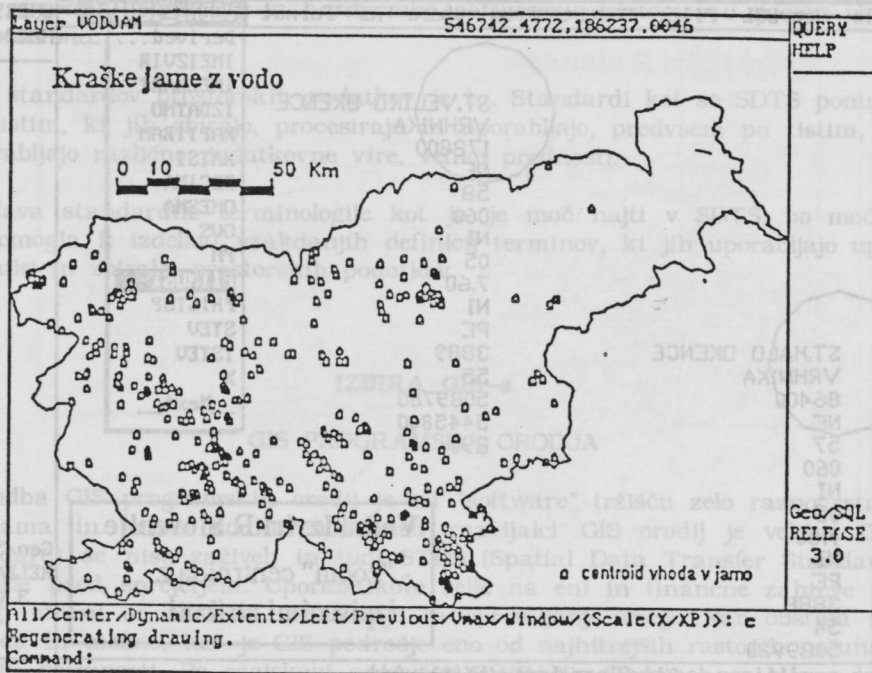
Na Hidrotehničnem oddelku problem izbire primerne GIS programskega orodja rešujemo s tem, da pri svojem delu izberemo tisto orodje, ki je določeni aplikaciji najprimernejše.

PREGLED IN PRIMERJAVA GIS ORODIJ

Na FAGG Hidrotehničnem oddelku imamo:

- GIS programska orodja: PC ARC/INFO, IDRISI, SPANS (OS/2) in Geo/SQL
- GIS pripomočki: Geo/COGO, QuickSurf, ROOTS in DCA DTM

Slika 7: Risanje lokacij centroidov vhodov v kraške jame (podatki Inštitut za raziskovanje krasi ZRC SAZU Postojna).

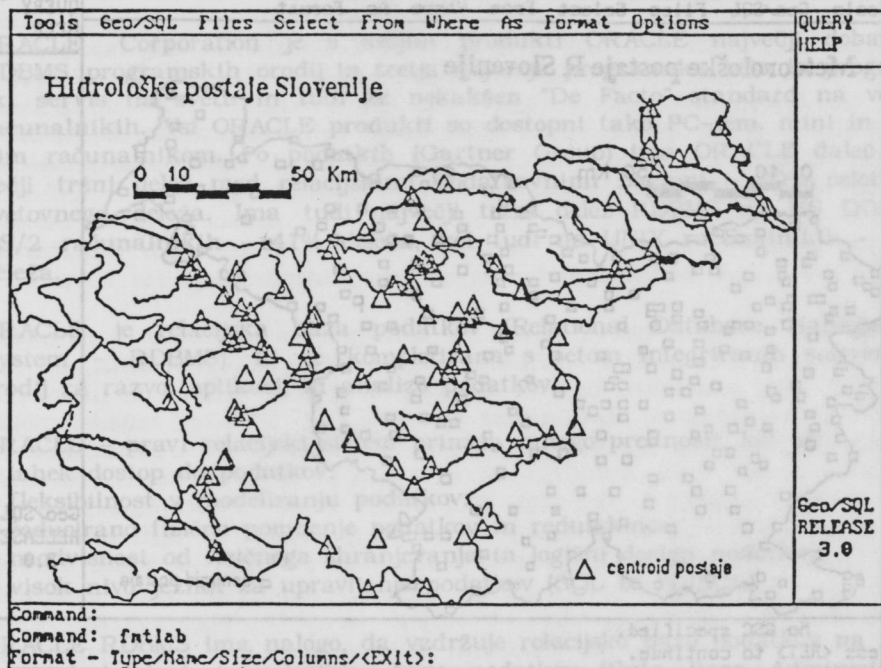


- CAD orodja: AutoCAD11, AutoCAD12 in PC MicroStation 4.0
- RDBMS orodja: dBASE, Paradox, PC INFO in PC ORACLE

Sama primerjava in ocena uporabnosti GIS orodij, ki jih imamo v lasti, med seboj, je zaradi različnosti posameznih orodij zelo težavna. Vsako izmed zgoraj naštetih orodij ima nekaj dobrih in slabih lastnosti. Primerjava med njimi je odvisna tudi od tega kaj z njimi počnemo oziroma kaj potrebujemo. Različne verzije teh orodij se zaradi hitre dinamike razvoja in tudi konkurence vrstijo zelo hitro, tako da je vsaka nadaljnja verzija popolnejša.

AutoCAD je program za računalniško podprto dizajniranje (CAD - Computer Aided Design). AutoCAD je najbolj univerzalen (modularnost, odprtost, programska razširljivost, možnost uporabe C-ja in AutoLISP-a, prilagodljivost za vsako uporabo,...) in najbolj razširjen ter uporabljan PC CAD paket. Do sedaj je v svetu registrirano okoli 800.000 uporabnikov, od tega

Slika 8: Risanje lokacij centroidov hidroloških postaj (podatki HMZ).



1/3 v Evropi. Tudi pri nas je že veliko instalacij, okoli 500 registriranih uporabnikov. Tako je AutoCAD bil in ostaja "De Facto" standard PC CAD-a in tudi na delovnih postajah se prebija v ospredje, kar tudi nedvomno dokazuje množica hardverskih dodatkov, ki so se razvili izključno za in iz potreb AutoCAD-a. Njegova uspešnost na tržišču pa se je z novo verzijo AutoCAD 12 še bolj utrdila.

AutoCAD verzija 12 prinaša okoli 174 izboljšav in novosti. Za uporabnika GIS so pomembne predvsem naslednje:

- nova tehnologija z vgrajenim 32 bitnim DLD "Display List" eliminira regeneracijo risbe pri premikanju in zumiranju (brez regeneracije 1:2000), kar je pri delu s prostorskimi grafičnimi podatki, zaradi količine, nadvse pomembno;
- hitrejša risanja, na voljo je tudi WYSIWYG "Plot Preview"-pregled celotne slike pri izrisavanju na izhodno napravo;
- vsebuje AutoCAD SQL razširitev ASE (AutoCAD SQL Extentsion), kar

Slika 9: Risanje lokacij centroidov meteoroloških postaj (podatki HMZ).



- omogoča dostop do podatkov v standardnih relacijskih bazah preko SQL vmesnika, kot so dBASE, ORACLE in Paradox;
- izvrstno 3D senčenje je odslej že vgrajeno, tako da ni potrebno dokupiti dragih tovrstnih programov. Tudi hitrost skrivanja nevidnih robov je v novi verziji do 100 krat hitrejša kot v verziji AutoCAD 11;
- v samo risbo AutoCAD-a sedaj lahko vstavljamo tudi rastrske slike v standardnih formatih TIFF, GIF in PCX;
- verzija omogoča uporabo PostScript tipografij v AutoCAD risbi. Zunanja PostScript slika se lahko tudi vnese v AutoCAD in izriše;
- novi je večtočkovno kalibriranje grafične table, kar omogoča kompenzacijo kartnih podlog in spremembo projekcij. To je za GIS uporabnika tudi zelo pomembno.

V Sloveniji se je AutoCAD že zelo uveljavil. Za distribucijo tega programskega paketa skrbi en uradno registriran distributer in pet "Dealerjev". Prav tako obstaja pet registriranih šolskih centrov za šolanje kadrov za delo s tem paketom, kar je nadvse pomembno.

Še podatek, ki nakazuje AutoCAD-vo prodornost in uspešnost. AutoCAD je postal CAD standard trusta Daimler-Benz z več kot 500 registriranimi kopijami. To je približno toliko uradnih registracij, kot jih je v vsej Sloveniji; seveda tu niso štete "črne" kopije.

ORACLE Corporation je s svojim produkti ORACLE največji dobavitelj RDBMS programskih orodij in tretja največja programska hiša in programski servis na svetu in tudi že nekakšen "De Facto" standard na večjih računalnikih. Vsi ORACLE produkti so dostopni tako PC-jem, mini in velikim računalnikom. Po podatkih (Gartner Group) ima ORACLE daleč največji tržni delež med relacijskimi podatkovnimi bazami - 30% celotnega svetovnega deleža. Ima tudi največji tržni delež RDBMS na MS DOS in OS/2 računalnikih - 41% deleža, kot tudi na UNIX računalnikih - 47% deleža.

ORACLE je relacijska baza podatkov (Relational Database Management System - RDBMS), ki je kompletirana s setom integriranih softverskih orodij za razvoj aplikacij in analizo podatkov.

ORACLE - pravi relacijski sistem prinaša mnogo prednosti, kot so:

- lahek dostop do podatkov;
- fleksibilnost v modeliranju podatkov;
- reducirano fizično pomnjenje podatkov in redundanca;
- neodvisnost od fizičnega shranjevanja in logični design podatkov;
- visok nivo jezika za upravljanje podatkov (SQL in PL/SQL).

ORACLE RDBMS ima nalogo, da vzdržuje relacijsko bazo podatkov na nivoju administratorja relacijske baze podatkov (Data Base Administrator -DBA). ORACLE RDBMS (ANSI SQL level 2) je popolnoma kompatibilna z IBM SQL/DS in DB2 - zadnja IBM-ova generacija baze podatkov za IBM-ove velike računalnike. Na tržišču je že verzija ORACLE ver. 7.0, katere novost je podatkovna baza s sodelujočimi strežniki z možnostjo prikrivanja razlik med računalniki v omrežju, ki ga sestavlja različna strojna oprema. Omogoča lahko dostop do podatkov, ki so zbrani na več različnih računalnikih, kakor da bi bili na enem samem računalniku.

ORACLE SW vsebuje naslednjo zbirko set integriranih programskih orodij:

- povpraševalni strukturirani jezik (SQL*Plus);
- polnjenje tabele s podatki (SQL*Loader);
- shranjevanje "backup" podatkov (Export/Import);
- generator aplikacij in formatiranje ekranskih mask (SQL*Forms);
- tiskanje poročil (SQL*Reportwriter);
- definiranje zaslonskih menujev (SQL*Menu);
- modeliranje podatkov in procesov (CASE*Method); - slovar podatkov (CASE*Designer);
- predkompajlerji za C(Pro*C), (Pro*Fortran) in Cobol (Pro*Cobol);
- delo z ORACLE v mreži (SQL*Net);
- preglednica za ORACLE (SQL*Calc);
- delo v okenskem okolju (ORACLE*Card).

QuickSurf ADS verzija je AutoCAD ADS aplikacija za digitalno 2D in 3D modeliranje terena. Njegova moč se pred ostalimi PC DTM kot je na primer DCA DTM ali TIN v PC ARC/Info, odraža predvsem v hitrem procesiranju večjega števila točk (40.000 točk/min na PC računalniku i486/33MHz), kar kaže na dobro sprogramiran C program. Ker je QuickSurf razvit v ADS se transfer podatkov med QuickSurfom in AutoCAD-om odvija prek notranje memorije in ne prek ASCII DXF datoteke. S QuickSurf-om lahko obdelujemo TIN (Triangulated Irregular Network) trikotne nepravilne mrežne modele, GRID pravokotne in kvadratne mrežne modele, POINT 3D točkovne modele in CONTOUR 3D linijske (izolinjske) prostorske modele. Obstajajo verzije za MS DOS, SUN OS in SCO XENIX.

Novejša verzija QuickSurf 4.5 omogoča tudi uporabo lomnih linij "Break Lines), kar je pri modeliranju terena nadvse pomembno.

Geo/SQL je v svojem bistvu sistem za upravljanje s prostorsko bazo podatkov (SPDBMS - Spatial Data Base Management System). Geo/SQL uporablja "moč" SQL relacijskih baz na osnovi ANSI SQL89 standarda in uporabniško univerzalnost AutoCAD-a. Geo/SQL, ki je eden najmodernejših SPDBMS, je razvila programska hiša G5 Generation iz USA. Geo/SQL tvori nekakšen "most" med AutoCAD-om (AutoCAD11 in AutoCAD 12) in ANSI SQL RDBMS (ORACLE, R:BASE, GUPTA,...). Tako je Geo/SQL skupaj z AutoCAD-om, AutoCAD aplikacijami tretje generacije in SQL relacijskimi podatkovnimi bazami podatkov zelo močno GIS programsko orodje. Razvojna platforma Geo/SQL-a temelji na ORACLE produktih, zato je dosedaj ORACLE tudi največ uprabljan. Obstajajo verzije za MS DOS na PC in UNIX SUN OS 4.0 na SUN grafičnih delovnih postajah v enouporabniški (Geo/SQL Profesional) in mrežni verziji (Geo/SQL LANserver). Med MS DOS in OS 4.0 obstaja binarna kompatibilnost, zato Geo/SQL omogoča povezavo med "low-cost" PC-ji i386 in i486 ter SUN delovnim postajami. Z obdelavo podatkov RDBMS-a prek SQL-a in z uporabo AutoCAD-a, AutoCAD aplikacij in ostalih, kot so na primer: tekst procesorji, "paint" programi, tabelarni programi (Lotus, Quattro, Excel...) in drugih "in-house" aplikacij, pa lahko potem kot rezultat te obdelave generiramo najrazličnejše izvedene podatke, na podlagi katerih izdelamo karte, slike, grafe, tabele, tekste, diapozitive, video sekvence in podobno.

Nekatere značilnosti Geo/SQL-a:

- kontinualni-neomejeni objektno orientirani vektorski topološki 2D in/ali 3D prostorski model, ki je omejen le s hardversko kapaciteto;
- učinkovito delo z velikimi PC prostorskimi bazami. Na PC računalniku je možno uspešno obvladovati tudi velike prostorske baze (testirano 500MB - grafični in atributivni del) in s tem, da v takšni bazi ni podvajanja, kajti vsaka točka obstoja samo enkrat;
- interaktivno SQL povpraševanje, popravljanje, vnašanje in podobno, hkrati iz prostorske grafične in atributivne podatkovne baze;
- strukturiran neproceduralni jezik. Vsi dostopi do prostorskih podatkov

- so izvedeni z SQL-u podobnimi ukazi in vključuje makro jezik z okoli 150 SQL funkcijami;
- izmenjava podatkov z drugimi GIS programi v formatih kot so: DXF, DXB, IGES ali pa prek GXF (Geographics Exchange Format), ki je odprt ASCII format;
- enostavna povezava z ostalimi AutoCAD programi, kot tudi drugimi programi (klic ostalih DOS programov iz AutoCAD GUI lupine);
- izvirne in uporabniško prilagodljive GIS AutoLISP rutine (preko 200 AutoLisp dokumentiranih programov); avtomatski menu generator AutoCAD-a na SQL ukaze iz RDBMS;
- Geo/SQL je enouporabniško in/ali večuporabniško programsko orodje, katero omogoča kompletno uporabniško definirano grafično in atributivno podatkovno strukturo;
- enostavna prilagoditev AutoCAD menijev.

UPORABLJENA MEHANSKA IN PROGRAMSKA OPREMA

Matična plošča:

- * i486/33Mhz
- * 32 MB RAM

Eksterni pomnilnik:

- * 550 MB HD
- * 60 MB Streamer

Video:

- * Grafična kartica:
TIGA in VGA
- * monitor 19" :
TIGA /1280x1024/256
- monitor 14":
VGA / 800x600/16

● operacijski sistemi:

MS DOS 5.0, MS WINDOWS 3.1

● aplikativna orodja:

- * AutoCAD ver.11 in ver. 12
- * ORACLE ver. 6.0
- * Geo/SQL ver.3.1a
- * QuicSurf ADS ver. 4.5
- * IDRISI ver.4.0
- * ROOTS
- * CHOPIN
- * ScanCAD
- * EDSCAN
- * CADMate

Skenerji:

- * Mono A0, 400 dpi
- * Barvni A4, 600 dpi

Risalnik:

- * Peresni A0

Tiskalniki:

- * InkJet A2, 360 dpi
- * InkJet bar. A3, 300 dpi
- * Laserski A4, 300 dpi

Digitalnik:

- * Format A1, 1000 lpi

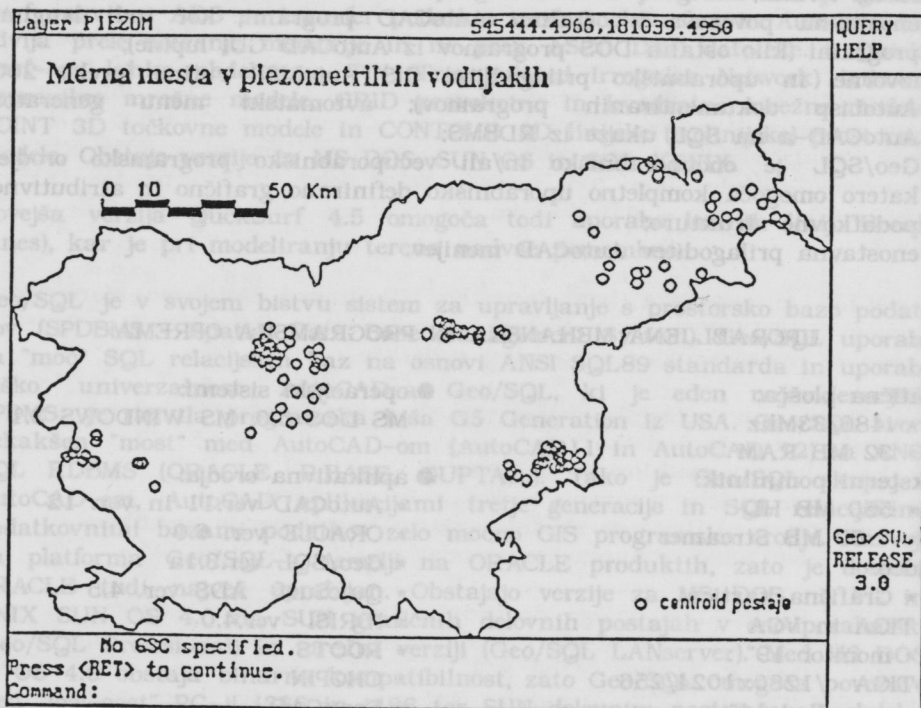
● programski jeziki:

MS Fortran77, LAHEY Fortran77,
MS C, AutoLISP, MS Visual
BASIC, MS QuickBasic

+ programski pripomočki za konverzije v različne formate, komprimiranje datotek, editiranje rastra ...

+ pomožni "domači" programi:
DMR2XYZ, GeoRav, CnctNode,
SepaEnti, CtrlNode, ClrVtx,...

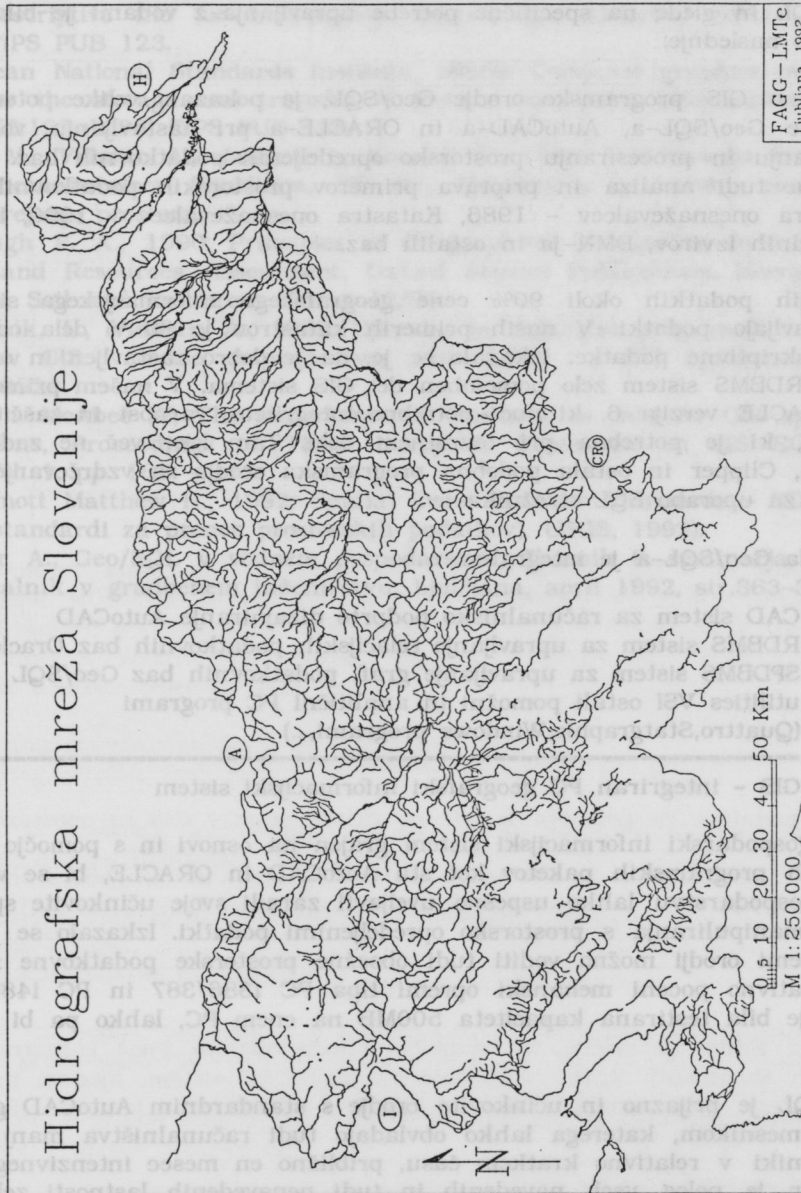
Slika 10: Risanje lokacij mernih mest piezometrov in vodnjakov (podatki HMZ).



PRIMERI ANALIZIRANJA, TESTIRANJA IN UPORABE Geo/SQL-a

V geografski informacijski sistem so bili z Geo/SQL-om za potrebe dose-
danjega testiranja GIS in analize obstoječih podatkov vnešeni naslednji
podatki:

- kataster onesnaževalcev iz popisa 1986 - slika 2;
- kataster onesnaževalcev iz popisa 1990 - slika 3;
- evidenca kraških jam z vodo - slika 4;
- kataster vodnih izvirov - slika 5;
- evidenca hidroloških postaj - slika 6;
- evidenca meteoroloških postaj - slika 7;
- evidenca postaj meritev podtalnic (piezometri in vodnjaki) - slika 8;
- digitalni model reliefa Slovenije (DMR 100 m x 100 m) - slika 9;
- hidrografska mreža Slovenije (1:250.000)



ZAKLJUČKI

V smislu analize zmožnosti in uporabnosti GIS programskega orodja Geo/SQL in glede na specifične potrebe upravljanja z vodami je bilo ugotovljeno naslednje:

Testirano GIS programsko orodje Geo/SQL, je pokazalo velike potencialne uporabe Geo/SQL-a, AutoCAD-a in ORACLE-a pri nastavljanju, vodenju, ažuriranju in procesiranju prostorsko opredeljenih podatkovnih baz. To je potrdila tudi analiza in priprava primerov prostorskih podatkovnih baz Katastra onesnaževalcev - 1986, Katastra onesnaževalcev - 1990, Katastra vodnih izvirov, DMR-ja in ostalih baz.

Po tujih podatkih okoli 90% cene geografskega informacijskega sistema predstavljajo podatki. V naših primerih katastrov je 80 % dela odpadlo na deskriptivne podatke. Izkazalo se je, da je dobro zastavljen in organiziran RDBMS sistem zelo pomemben del GIS sistema. V našem primeru je to ORACLE verzija 6, ki nudi potrebno integriteto, varnost in zaščito podatkov, ki je potrebna pri tovrstnem delu. Tam kjer več ne zadoščajo dBASE, Clipper in ostala podobna programska orodja za vzdrževanje baz, je čas za uporabo SQL strežnika-ov.

Formula Geo/SQL-a je integralna:

CAD sistem za računalniško podprto dizajniranje AutoCAD
+ RDBMS sistem za upravljanje relacijskih podatkovnih baz Oracle
+ SPDBMS sistem za upravljanje graf. podatkovnih baz Geo/SQL
+ utilities VSI ostali pomožni in analitični PC programi
(Quattro, Statgraphic, Windows programi,...)

- GIS - integriran PC geografski informacijski sistem

Vodnogospodarski informacijski sistem grajen na osnovi in s pomočjo standardnih programskih paketov kot sta AutoCAD in ORACLE, bi se v vodnem gospodarstvu lahko uspešno uveljavil zaradi svoje učinkovite sposobnosti manipuliranja s prostorsko opredeljenimi podatki. Izkazalo se je, da je s temi orodji možno voditi tudi obsežne prostorske podatkovne zapise na relativno poceni mehanski opremi tipa PC i386/387 in PC i486. Do sedaj je bila testirana kapaciteta 500MB na enem PC, lahko pa bi šlo še naprej.

Geo/SQL je prijazno in učinkovito orodje s standardnim AutoCAD grafičnim vmesnikom, katerega lahko obvladajo tudi računalništva manj vešči uporabniki v relativno kratkem času, približno en mesec intenzivnega dela, kar je poleg vseh navedenih in tudi nenavedenih lastnosti zelo pomembno.

- digitalni model reliefa Slovenije (DMR 100 m x 100 m) - slika 8;
- hidrografska mreža Slovenije (1:250.000)

LITERATURA IN VIRI

- American National Standards Institute, 1986a: Specification for a data descriptive file for information interchange: ANSI/ISO 8211- 1985, FIPS PUB 123.
- American National Standards Institute, 1986b: Computer graphics metafile for the storage and transfer of picture description information: ANSI X3.122-1986, FIPS PUB 128.
- Brilly M., Vidmar A., Jamnik I., Kovačič S., 1991: Vektorizacija katastra onesnaževalcev, Ljubljana, 25 str., Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora.
- Burrough P. A., 1990: Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford Science Publications, Monographs on Soil and Resources Survey, 12/90.
- Globovnik, L., Vidmar, A., 1992: Uporaba in vključitev programskih paketov GIS v vodno gospodarstvo, arhiv LMTe : d-403, Ljubljana, april 1992.
- James I. McAbee III, The importance of 'openness' to data for GIS applications, Proceedings of Third European Conference on GIS: EGIS'92, Vol. 1, pp. 163 - 172.
- McDermott Matthew H., 1992: Spatial Data Transfer Standards - SDTS) - (standardi za prenos prostorskih podatkov), USGS, 1992).
- Vidmar A., Geo/SQL v vodnem gospodarstvu, Zbornik 6. seminarja Računalnik v gradbenem inženirstvu, Ljubljana, april 1992, str.363-368.

EDITOR

PREDSTAVITEV PAKETOV ZA VNOS IN PRIPRAVO PODATKOV ZA GIS

Rok Leskovec

UDK 91:681.3

Izvilleček

Uporabnost GIS-a je močno odvisna od kvalitete vhodnih podatkov. Priprava le teh je časovno zelo zahteven in količinsko obsežen problem. Ta problem lahko rešimo le z močnim orodjem kakršnega naj bi ADACTA EDITOR tudi predstavljal.

UDC 91:681.3

Abstract

PRESENTATION OF PACKAGES FOR THE INPUT AND PREPARATION OF DATA FOR GIS

Usefulness of a GIS heavily depends on quality of input data. Preparation of such data is a problem, that requires a lot of time and space. The problem can be solved only by using a powerful tool and that is what ADACTA EDITOR is supposed to be.

UVOD

Vnos podatkov in priprava le teh za vključevanje v GIS ni enostaven problem. Ker na PC tržišču nismo našli učinkovite rešitve, smo skupaj z Geodetskim zavodom R Slovenije razvili programa, ki omogočata enostaven in učinkovit vnos podatkov v GIS ter njihovo opremljanje z atributi.

EDITOR

Adacta Editor je orodje, ki omogoča najučinkovitejši vnos katastrskih in drugih skeniranih kart v GIS oziroma kak CAD sistem. Njegova prednost je v tem, da povezuje različne tehnike vektorizacije v celoto. Program zmore naslednja opravila:

- postavljanje karte v koordinatni sistem (afine transformacije),
- lepljenje in rezanje več kart na rastrskem nivoju,
- editiranje rastrske slike kot priprava za avtomatsko vektorizacijo,

Rok Leskovec, ADACTA d.o.o., Puharjeva 6, 61000 Ljubljana

- avtomatska vektorizacija,
- ekranska digitalizacija,
- povezovanje vektorskih in tekstovnih elementov v objekte,
- opremljanje z atributi,
- tiskanje ali risanje vektorske karte na katerikoli izhodni enoti,
(- editor omogoča tudi ekransko digitalizacijo aero posnetkov).

POSTAVLJANJE KARTE V KOORDINATNI SISTEM (AFINE TRANSFORMACIJE)

Program omogoča, da skenirano/digitalizirano karto postavimo v poljuben koordinatni sistem in izničimo napake kot so:

- rotacija (postrani vložen list v scanner),
- raztegovanje papirja,
- nenatančnost skenerja.

Koordinatni sistem določimo preko poljubnega števila identičnih točk, ki napenajo uporabnikov koordinatni sistem. Vse transformacije so linearne, kar pomeni, da nove koordinate računamo po formuli:

$$\mathbf{x}' = \mathbf{Ax} + \mathbf{b}$$

Iz formule je očitno, da tri nekolinearne identične točke natančno določajo transformacijo, v primeru da uporabnik poda večje število točk se vrednosti parametrov računajo po metodi najmanjših kvadratov. Uporabnik ima možnost kontrole izbranih točk preko:

- izračuna standardne deviacije (povprečen odmik),
- urejenega izpisa vseh identičnih točk in napak na le teh.

Metoda je linearna, kar pomeni da učinkovito odpravlja napake, ki so v fizikalni osnovi linearnega reda kot so:

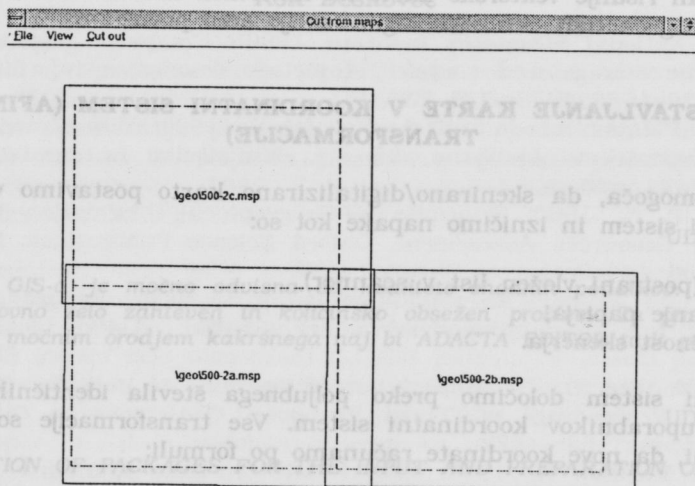
- raztezanje papirja pod različnimi klimatskimi pogoji,
- rotacija le tega,
- naključne napake (povprečenje).

Žal pa nastopijo problemi pri nelinearnih tipih napak kot je transport papirja preko skenerja.

Vendar se v praksi izkaže, da so le te napake že na današnjih kvalitetah skenerjev v mejah dopustnega.

LEPLJENJE IN REZANJE KART NA BITNEM NIVOJU

Slika 1: Lepljenje in rezanje kart na bitnem nivoju.



Program omogoča lepljenje poljubnega števila bitnih kart in izrez željenega območja. Opcija je zelo uporabna, če je interesno področje na več kartah. Filozofija enotnega koordinatnega sistema in postavljanje vseh kart v tega omogoča, da si uporabnik lahko zgradi manjši bitni atlas svojega interesnega področja ter obdeluje podatke v celoti.

Bitne slike zavzamejo ogromno pomnilnega prostora zato so vse operacije z tako veliko maso podatkov počasne. Običajno uporabnik obdeluje le del celotnega področja, tako si lahko iz svojega atlasa izreže le del slike in s tem pospeši celotno procesiranje. Zaradi usmeritve globalnega koordinatnega sistema, bo vektorska slika pravilno vklopljena v širši prostor.

AVTOMATSKA VEKTORIZACIJA

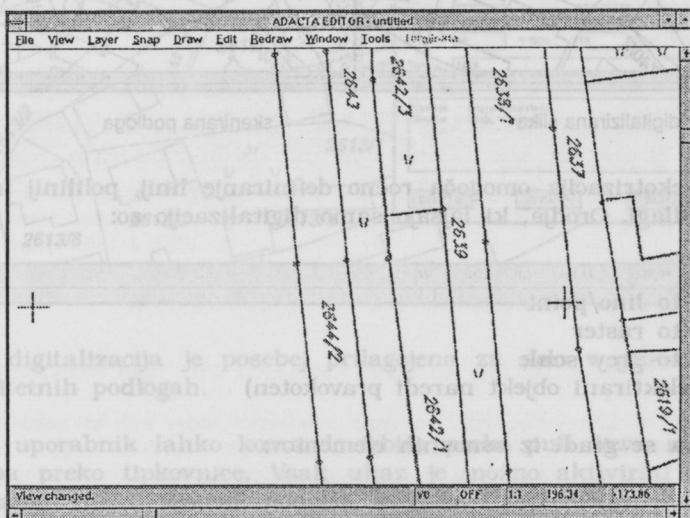
Eno izmed orodij, ki močno olajša vnos velikih količin podatkov je avtomatska vektorizacija. Žal je kvaliteta vektorizirane slike močno odvisna od kvalitete skenirane predloge, ki ni zmerom najboljša (princip Garbage In Garbage Out) iskaže pa se kot izredno močno orodje pri vnašanju:

- izohips,
- rečne mreže,
- manj naseljenih območij na katastrskih načrtih (redka slika).

Ediranje rastrske slike in priprava na avtomatsko vektorizacijo

Boljše rezultate pri avtomatski vektorizaciji dobimo če predhodno obdelamo vhodno bitno sliko. V ta namen so v Editorju vgrajena orodja za brisanje/risanje točk/linij na bitnem nivoju.

Slika 2: Avtomatska vektorizacija.



Algoritmi avtomatske vektorizacije zagotavljajo matematično izomorfnost slike (povezave se ohranjajo), uporabljeni algoritem vektorizacije (jedkanje) zagotavlja, da je napaka pri vektorizaciji manjša ali enaka debelini vektorizirane črte. Iškaže se, da uporabniki želijo večjo natančnost od dejanske natančnosti narisane skice. V ta namen smo razvili posebne algoritme za abstrakcijo slike kot so:

- oglator - uporabi se za pravokotnost linij in zaostritev vogalov,
- glajenje linij,
- odpravljanje neželjenih efektov križišč,
- avtomatsko eliminiranje šumov.

Avtomatski vektorizator je lahko integriran v paket Editor.

EKRANSKA DIGITALIZACIJA

Slika 3: Ekranska digitalizacija.



digitalizirana slika

skenirana podloga

Ekranska vektorizacija omogoča ročno definiranje linij, polilinij in objektov na bitni podlagi. Orodja, ki lajšajo samo digitalizacijo so:

- snap
 - snap to line/point
 - snap to raster
 - snap to grey scale
- oglator (selektirani objekt naredi pravokoten)

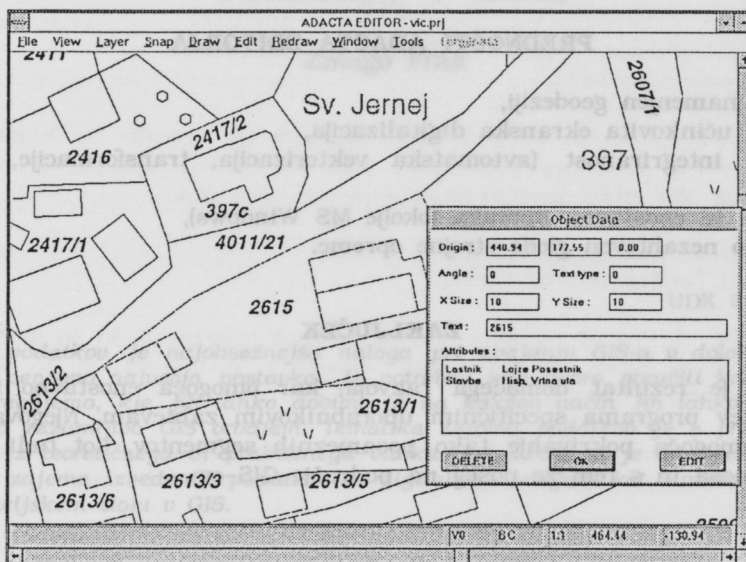
Celotna slika se gradi iz osnovnih elementov:

- point
- line
- poliyline
- text/object/block

Editor je objektno orientiran program in omogoča rekurzivno definiranje posameznih objektov/blokov. Vsi objekti/elementi so lahko opremljeni z grafičnimi/tekstovnimi vidnimi in nevidnimi atributi kot:

- line:
 - solid
 - thickness
 - color
 - curve
- text:
 - možno je uporabiti scalable fonte
 - tekst je možno pisati pod poljubnim kotom, ali ga zaviti po krivulji

Slika 4.



Ekranska digitalizacija je posebej prilagojena za delo v geodeziji tudi na manj kvalitetnih podlogah.

Manj več uporabnik lahko komande izbira preko pull-down menuev, bolj izkušeni pa preko tipkovnice. Vsak ukaz je možno aktivirati s pritiskom na eno samo tipko. Sistem podpira poljubno povečevanje/pomanjševanje slik in delo v poljubnem ekranskem merilu.

TISKANJE KARTE NA KATERIKOLI IZHODNI ENOTI

Grafični atributi omogočajo, da karto izrišemo v željenem formatu ter jo natisnemo na laserskem printerju, fotostavku ali narišemo z risalnikom. Možno je tiskati/risati na katerikoli izhodni enoti katero podpirajo windows-i.

Grafični atributi omogočajo, da uporabnik objektno orientira podatke tako, da so primerni za vnos v GIS, po drugi strani pa ohrani grafični izgled karte. Ta pristop omogoča Editorju takojšnjo operativnost.

TEHNIČNE ZNAČILNOSTI

Program zahteva za svoje delovanje AT kompatibilen računalnik z vsaj 2 MB spomina in MS WINDOWS 3.1. Za resno delo pa priporočamo vsaj 386/33 s 4 MB spomina in koprocetorjem.

Vhodni formati slik so RLC, MSP, TIFF in PCX izhodni pa DXF

PREDNOSTI ADACTA EDITORJA

- posebej namenjen geodeziji,
- izjemno učinkovita ekranska digitalizacija,
- visoka integriranost (avtomatska vektorizacija, transformacije, rezanje kart),
- prijazna in enostavna uporaba (okolje MS Windows),
- relativno nezahteven glede strojne opreme.

ZAKLJUČEK

Program je rezultat domačega razvoja, kar omogoča enostavno in hitro prilagoditev programa specifičnim uporabnikovim zahtevam. Njegova modularnost omogoča pokrivanje tako posameznih segmentov, kot tudi popolno rešitev vnosa in s tem že poseg na področje GIS-ov.

ZAJEM PODATKOV ZA GRAFIČNI DEL BAZE PODATKOV V GIS-ih

Zmago Fras

UDK 528:91:681.3

Izvleček

Zajem podatkov je najobsežnejša naloga pri uvajanju GIS-a v določeno okolje. Ker je cenovno največja postavka, je potrebno zelo dobro preučiti katere podatke potrebujemo, kje jih lahko dobimo in na kakšen način jih lahko pretvorimo v obliko razumljivo GIS orodjem. Tematika zajema podatkov je v prispevku obdelana iz teoretičnega in praktičnega vidika. Pri slednjem je dan povdarek postopkom zajema izvedenih podatkov in digitalnem ortofotu kot možnem osnovnem informacijskem sloju v GIS.

UDC 528:91:681.3

Abstract

DATA ACQUISITION FOR THE GRAPHIC PART OF GIS DATA BASE

Data acquisition is the most extensive task in introducing GIS in a certain environment. As regards prices it is the greatest item, so it is necessary to study well which data are needed, where data can be found and in a which way they can be converted into a proper form understood to GIS tools. Themes of data acquisition are in the paper elaborated from both theoretical and practical aspects. In practical aspects, emphasize to procedures of derived data acquisition and to digital orthophoto as a possible basic cover in GIS, is given.

UVOD

Najvažnejši sestavni del geoinformacijskih sistemov so podatki, natančneje rečeno digitalni podatki, ki so osnova za analize in ocene stanja v prostoru s pomočjo računalnika. Zato je zajemanje podatkov v digitalni obliki odločilna osnova za uporabo in uspeh določenega GIS-a.

Podatkovne baze, ki služijo kot osnova za "življenje" takšnih informacijskih sistemov morajo zadovoljiti visoke zahteve glede natančnosti, popolnosti in strukture. Te zahteve pogojujejo, da je zajem podatkov o prostoru v digitalni obliki delovno intenzivna dejavnost, ki zahteva veliko časa in denarja.

Podatke o prostoru, ki jih zajemamo v digitalno obliko ločimo v dve glavni skupini:

- geometrični podatki vključno s topološkimi informacijami,
- pisni, tematski podatki.

Izbira metode zajemanja je v glavnem odvisna od uporabe in "objekta" za katerega oz. iz katerega zajemamo podatke. Robna pogoja, ne pa tudi nepomembna, pri izbiri metode zajemanja podatkov sta:

- razpoložljiva denarna sredstva,
- zahtevana funkcionalnost GIS-a.

Splošno velja, da se ob velikem številu možnih informacij, ki so delno že v digitalni obliki, odsvetuje zajemanje osnovnih podatkov, če so obstoječi izvedeni kakorkoli še uporabni.

V fazi zajemanja podatkov moramo najti takšno rešitev, ki bo v največji meri dala pozitivne odgovore na vprašanja, ki se nanašajo na:

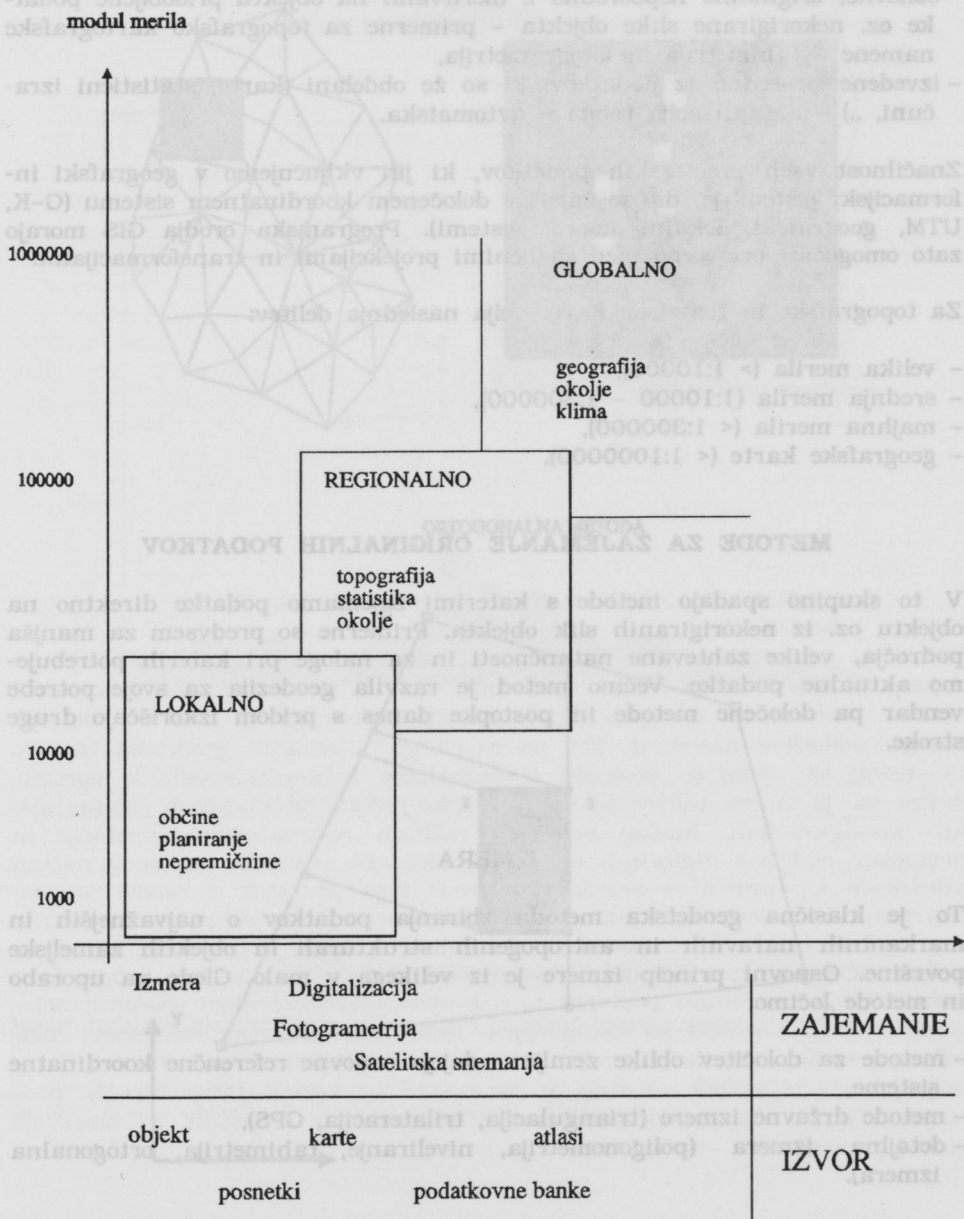
- natančnost, tako geometrično kot tematsko,
- pravilnost, popolnost, pravno veljavnost podatkov,
- aktualnost,
- obseg dela pri zajemanju podatkov.

Tabela 1: Grobe značilnosti najpomembnejših metod za zajemanje.

Metoda	Osnovni element	Natančnost	Primernost za področja	Obseg dela (instr.-obdelava)
Izmera tahimetrija ortogonalna izmera	t/l t/l	cm-dm cm-dm	lok. lok.	srednji majhen
Fotogrametrija stereo DMR (višine) interpretacija satelitski posnetki	t/l t/l p p	$1 \cdot 10^{-5} \cdot m_b$ $1 \cdot 10^{-4} \cdot h_g$ >10m	lok.-reg. lok.-reg. lok.-reg. reg.-glob.	velik velik majhen velik
Digitalizacija ročna pol. avtomatska avtomatska	t/l t/l t-p	$2.5 \cdot 10^{-4} \cdot m_k$ $2.5 \cdot 10^{-4} \cdot m_k$ $2.5 \cdot 10^{-4} \cdot m_k$	lok.-glob. lok.-glob. lok.-glob.	srednji velik velik

t ... točka, l ... linija, p ... ploskev
lok ... lokalno, reg ... regionalno, glob ... globalno

Tabela 2: Uporaba podatkov v odvisnosti od merila in izvora podatkov.



Glede na izvor podatkov ločimo:

- osnovne, originalne neposredno z meritvami na objektu pridobljene podatke oz. nekorigirane slike objekta - primerne za topografsko kartografske namene - tahimetrija in fotogrametrija,
- izvedene posredno iz podatkov, ki so že obdelani (karte, statistični izračuni, ..) - digitalizacija ročna - avtomatska.

Značilnost vseh prostorskih podatkov, ki jih vključujemo v geografski informacijski sistem je, da so zajeti v določenem koordinatnem sistemu (G-K, UTM, geografski, lokalni koord. sistemi). Programska orodja GIS morajo zato omogočati pretvorbo med različnimi projekcijami in transformacijami.

Za topografske in tematske karte velja naslednja delitev:

- velika merila ($> 1:100000$),
- srednja merila ($1:10000 - 1:300000$),
- majhna merila ($< 1:300000$),
- geografske karte ($< 1:1000000$).

METODE ZA ZAJEMANJE ORIGINALNIH PODATKOV

V to skupino spadajo metode s katerimi zajemamo podatke direktno na objektu oz. iz nekorigiranih slik objekta. Primerne so predvsem za manjša področja, velike zahtevane natančnosti in za naloge pri katerih potrebujemo aktualne podatke. Večino metod je razvila geodezija za svoje potrebe vendar pa določene metode in postopke danes s pridom izkoriščajo druge stroke.

Metoda	Osnovni element	Natančnost	Primerne za področja	Obseg del (instit. obseva)
Izmera				
tahimetrija	vi	lok.	lok.	lok.
ortogonalna	vi	lok.	lok.	lok.
avtomatska	vi	lok.	lok.	lok.

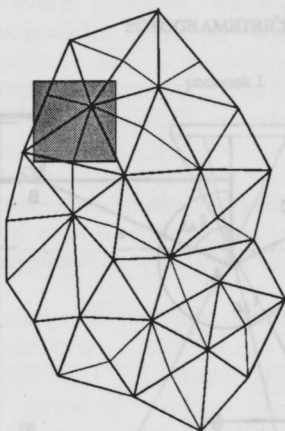
IZMERA

To je klasična geodetska metoda zbiranja podatkov o najvažnejših in markantnih naravnih in antropogenih strukturah in objektih zemeljske površine. Osnovni princip izmere je iz velikega v malo. Glede na uporabo in metode ločimo:

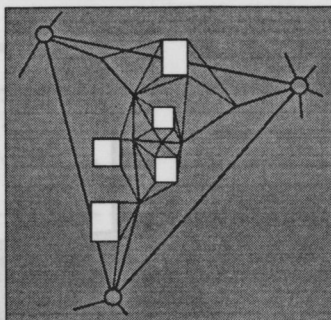
- metode za določitev oblike zemlje - dajejo osnovne referenčne koordinatne sisteme,
- metode državne izmere (triangulacija, trilateracija, GPS),
- detajlna izmera (poligonometrija, niveliranje, tahimetrija, ortogonalna izmera).

t ... točka, l ... linija, p ... ploskev
lok ... lokalno, reg ... regionalno, glob ... globalno

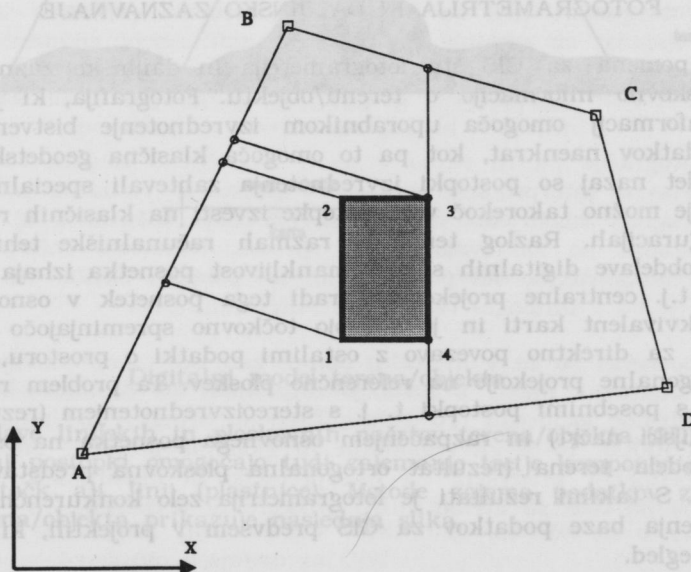
DRŽAVNA IZMERA



LOKALNA IZMERA

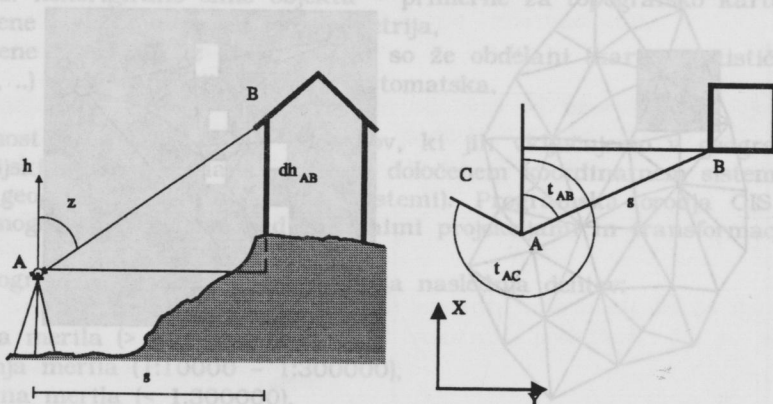


ORTOGONALNA METODA



Shema 1: Metode izmere.

TAHIMETRIJA

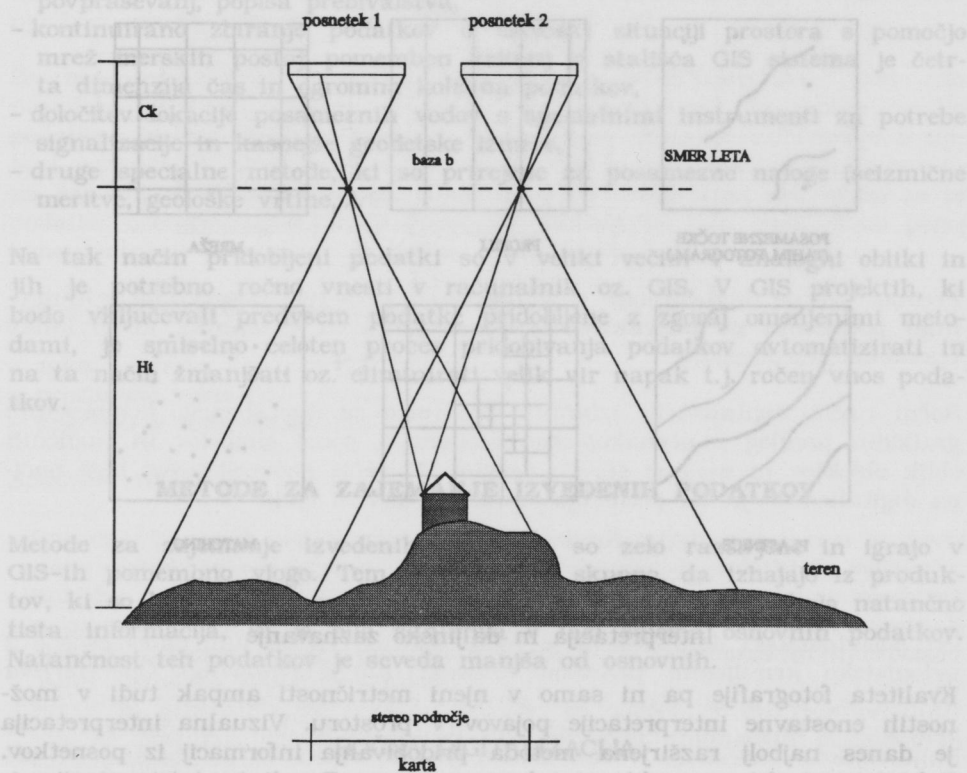


FOTOGRAMETRIJA IN DALJINSKO ZAZNAVNAJE

Izrednega pomena za GIS sta fotogrametrija in daljinsko zaznavanje, ki dajeta ploskovno informacijo o terenu/objektu. Fotografija, ki je osnovni nosilec informacij omogoča uporabnikom izvedenost bistveno večjega obsega podatkov naenkrat, kot pa to omogoča klasična geodetska izmera. Do nekaj let nazaj so postopki izvedenosti zahtevali specialno opremo, danes pa je možno takorekoč vse postopke izvesti na klasičnih računalniških konfiguracijah. Razlog temu je razmah računalniške tehnologije in postopkov obdelave digitalnih slik. Pomankljivost posnetka izhaja iz načina preslikave t.j. centralne projekcije. Zaradi tega posnetek v osnovi ni geometričen ekvivalent karti in je s svojo točkovno spreminjajočo geometrijo neprimeren za direktno povezavo z ostalimi podatki o prostoru, ki so rezultat ortogonalne projekcije na referenčno ploskev. Ta problem rešuje fotogrametrija s posebnimi postopki t. j. s stereoisvednotenjem (rezultat ortogonalni linijski načrt) in razpačenjem osnovnega posnetka na osnovi digitalnega modela terena (rezultat ortogonalna ploskovna predstavitev terena/objekta). S takimi rezultati je fotogrametrija zelo konkurenčna na področju polnjenja baze podatkov za GIS predvsem v projektih, ki zahtevajo globalen pregled.

Shema 2: Fotogrametrično zajemanje podatkov.

FOTOGRAMETRIČNO STEREOIZVREDNOTENJE

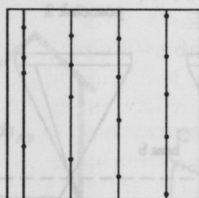


Digitalni model terena/objekta

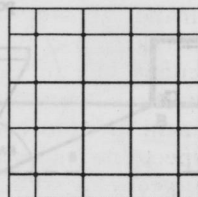
Poleg izdelave linijskih in ploskovnih načrtov terena/objekta (2D) nam fotogrametrični postopki omogočajo tudi zajemanje tretje komponente t.j. višine v obliki točk ali linij (plastnice). Metode zajema podatkov za digitalni model terena/objekta prikazuje naslednja slika.

Shema 3: Metode zajemanja DMR.

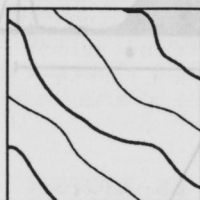
METODE ZA ZAJEMANJE DMR

POSAMEZNE TOČKE
(TAHIM/FOTOGRAM)

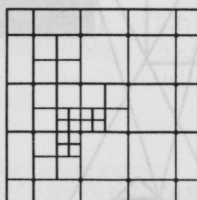
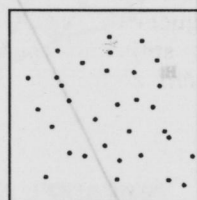
PROFILI



MREŽA



PLASTNICE

PROGRESSIVE
SAMPLING

MATCHING

Interpretacija in daljinsko zaznavanje

Kvaliteta fotografije pa ni samo v njeni metričnosti ampak tudi v možnostih enostavne interpretacije pojavov v prostoru. Vizualna interpretacija je danes najbolj razširjena metoda pridobivanja informacij iz posnetkov. Takšni postopki ne zahtevajo drage opreme. Rezultate interpretacije je možno vnašati direktno na posnetek ali na posebno oleato. To "izluščeno" vsebino, ki je še v analogni obliki, nato digitaliziramo.

Satelitski posnetki so že v digitalni obliki, zato se na njih izvaja interpretacija na digitalen način s pomočjo algoritmov in računalnikov. Zaradi slabe geometrične ločljivosti (10–20m piksel) so primerni za naloge v merilih < od 1:50000, to je za regionalne in globalne projekte. Satelitski posnetki so primerni predvsem za interpretacijo in klasifikacijo iz stališča GIS-sistemov pa tudi za atributiranje prostorskih podatkov.

DRUGE METODE

Številne stroke uporabljajo za pridobivanje predvsem tematskih informacij, ki se nanašajo na prostor (geološke strukture, vrsta rabe, pravno-administrativne strukture, statistični, sociološki in naravni fenomeni, arheološka najdišča,...) še širok spekter metod zajema podatkov kot npr.:

- terenska merjenja, ki dajejo diskretne in zvezne podatke (meritve temperature, štetje prometa, onesnaženje ozračja,...),
- socio-ekonomski podatki dobljeni v obliki intervjujev, reprezentativnih povpraševanj, popisa prebivalstva,
- kontinuirano zbiranje podatkov o ekološki situaciji prostora s pomočjo mrež merskih postaj; pomemben kriterij iz stališča GIS sistema je četrtina dimenzija čas in ogromna količina podatkov,
- določitev lokacije posameznih vodov s specialnimi instrumenti za potrebe signalizacije in kasnejše geodetske izmere,
- druge specialne metode, ki so prirejene za posamezne naloge (seizmične meritve, geološke vrtime,...).

Na tak način pridobljeni podatki so v veliki večini v analogni obliki in jih je potrebno ročno vnesti v računalnik oz. GIS. V GIS projektih, ki bodo vključevali predvsem podatke pridobljene z zgoraj omenjenimi metodami, je smiselno celoten proces pridobivanja podatkov avtomatizirati in na ta način zmanjšati oz. eliminirati velik vir napak t.j. ročen vnos podatkov.

METODE ZA ZAJEMANJE IZVEDENIH PODATKOV

Metode za zajemanje izvedenih podatkov so zelo razširjene in igrajo v GIS-ih pomembno vlogo. Tem metodam je skupno, da izhajajo iz produktov, ki so bili izdelani za določen namen in v katerih se nahaja natančno tista informacija, ki je bila zanimiva v fazi zajema osnovnih podatkov. Natančnost teh podatkov je seveda manjša od osnovnih.

ROČNA DIGITALIZACIJA

Digitalizacija (ročna ali avtomatska) obstoječega kartnega materiala je najčešča metoda zajemanja podatkov za GIS. Razlog za uporabo teh metod je:

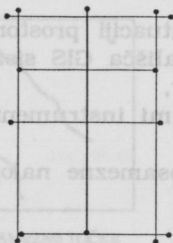
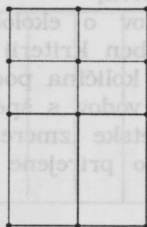
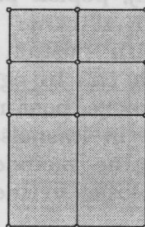
- obstoj zelo velikega števila analognih kart,
- v številnih projektih so se metode obnesle,
- enostavnost v fazi dela.

Pri ročni digitalizaciji igra človeški faktor veliko oz. najpomembnejšo vlogo; razpoznavna pomebnost posameznih točk, linij, površin in direktno kodira geometrijo ter topologijo potrebno za GIS.

Oblike ročne digitalizacije so:

- "špageti" digitalizacija,
- digitalizacija po linijah,
- digitalizacija z upoštevanjem topologije.

Shema 4: Oblike ročne digitalizacije.

ŠPAGETI
DIGITALIZACIJADIGITALIZACIJA
PO LINIJAHDIGITALIZACIJA Z
UPOŠTEVANJEM
TOPOLOGIJE

Prednost ročne digitalizacije je v udobnosti in s tem povezanimi minimalnimi potrebami po interaktivnem popravljanju in v tehniki, ki jo lahko uporabimo vsepovsod.

Ročni način digitalizacije izbiramo predvsem za digitalizacijo kompleksnih grafičnih predlog z neenakomerno geometrijo, polno simbolov in različnih oblik objektov in majhno število načrtov. Največja pomanjkljivost tega načina digitalizacije je, da potrebujemo veliko časa in ljudi.

POLAVTOMATSKA DIGITALIZACIJA

Pri polavtomatski digitalizaciji je ročno vodenje vzdolž linij nadomeščeno z avtomatsko krmiljenim procesom sledenja linij (linefollowing). Operaterjeva naloga je, da identificira linijo, nastavi zahtevane parametre (min./max. odprtina v liniji, min./max. debelina linij,...) in attribute, ki določajo vrsto linije/objekta. Investicija v tak sistem je zelo velika in se obrestuje le pri velikem obsegu dela in specifičnih kartografskih podlagah (oleate plastnic, oleate hidrografije,...) kjer s takimi sistemi naredimo 10x več kot z ročno digitalizacijo in 2x več kot z avtomatsko digitalizacijo. Postopek je popolnoma neekonomičen za digitalizacijo predlog v velikih merilih, kjer je še vedno najuspešnejša ročna digitalizacija.

AVTOMATSKA DIGITALIZACIJA/SKANIRANJE

V procesu avtomatske digitalizacije je vloga operaterja omejena le še na vstavljanje grafične predloge v skaner. Rezultat postopka avtomatske digitalizacije je matrika sivih vrednosti. Tako dobljena slika lahko služi kot podlaga (ozadje) za orientacijo oz. je osnova za postopek raster/vektor pretvorbe (vektORIZACIJE) v katerem objektno strukturiramo elemente slike oz. jih topološko povežemo. Avtomatski postopki raster/vektor pretvorbe so danes operativni le za specifične grafične predloge (plastnice, hidrografija,...) z enakomerno geometrijo in zahtevajo dobro predpripravo (ročno) in veliko geometrično resolucijo rastrske slike (500 in več dpi).

KVALITETA PODATKOV

Pred in med zajemom podatkov o prostoru je potrebno kritično oceniti kvaliteto podatkov in njihovo primernost za različne naloge. V nadaljevanju bodo prediskutirani možni viri pogreškov.

Za neposredno zajete podatke (tahimetrično, fotogrametrično) lahko zelo natančno določimo njihovo natančnost in zanesljivost. Za veliko število podatkov (opisni podatki, izvedeno podatki) ne obstajajo informacije o njihovi natančnosti, prav tako pa je v velikem številu primerov celo nepoznana osnovna metoda zajemanja. Kljub temu pa moramo na nek način za te podatke oceniti njihovo natančnost in zanesljivost, da zadovoljimo pogoj konsistentnosti prostorskih podatkov uporabljenih v GIS.

Možne vire pogreškov razdelimo v:

- splošne vzroke,
- prostorske variacije,
- pogreški v fazi obdelave.

Splošni vzroki

- Različna "starost" podatkov: različni standardi zajemanja; s tem so povezane metode in natančnost. Preveriti je treba, če so podatki še veljavni.
- Različna gostota pokrivanja prostora: v praksi je pokrivanje prostora zelo nehomogeno - teoretično bi radi imeli enakomerno pokrivanje. S tem je povezana optimalna določitev intervala zajemanja in interpolacijskih metod za zapolnitev "lukenj".
- Merilo in generalizacija: izvedeni podatki so dobljeni v procesih pri katerih ne obstajajo več informacije o razporeditvi originalnih podatkov in njihovi natančnosti.
- Zapis podatkov v digitalno obliko: vrsta formatov za kodiranje in za same podatke (merilo, projekcija), vplivajo na zmanjšanje natančnosti.
- Razpoložljivost in stroški: velikokrat vplivajo politični razlogi, stroški, zaščita podatkov, da ne moremo dobiti na razpolago izvornih podatkov. Ponovno zajemanje izvornih podatkov ponavadi zaradi stroškov ne pride v poštev.

Prostorske variacije

Vsi prostorski podatki že po naravi varirajo za določene vrednosti:

- Pozicijska natančnost: različne natančnosti podatkov so odvisne od metode zajemanja, velikosti področja in vrste podatkov.
- Vsebinska natančnost: postavlja se vprašanje pravilnosti in reprezentativnosti posameznih atributov, ki so dodani objektom.
- Naravne variacije podatkov: pogreški merjenja in interpretacije, ločljivost, primerljivost, možnost reprodukcije merskih rezultatov.

Pogreški v fazi obdelave

- natančnost računskih operacij izvedenih z računalnikom: pogreški zaokroževanja, max. številska vrednost spremenljivk - povezava z velikostjo obdelovanega področja, izbor neprimernih formatov za predstavitev prostorskih podatkov.
- napačne predpostavke: veliko algoritmov za obdelavo prostorskih podatkov izhaja iz predpostavk, ki pa jih večina podatkov ne izpolnjuje. Najčeseje predpostavke:
 - enakomerna porazdelitev podatkov,
 - digitalizacija brez pogreškov,
 - ravninska geometrija ne upošteva spačenja pri preslikavi delov zemelj. površ. na ravnino,
 - dobro definirane meje med objekti,
 - splošne klasifikacije objektov in njim pripadajočih atributov
- pogreški pri zajemanju in obdelavi: napačne klasifikacije, pogreški generalizacije, inter- oz. ekstrapolacije, uporaba neprimernih metod za določene tipe podatkov - povzročajo nepredvidljive velikosti pogreškov.

Največji vpliv na natančnost digitaliziranih podatkov imata pogrešek kartiranja in pogrešek digitalizacije. Na splošno velja, da je natančnost ročnega kartiranja $1/10 - 1/20$ mm. Največji vir pogreškov je osebni pogrešek operaterja. V primeru strojnega kartiranja je natančnost podana z natančnostjo instrumenta, ki lahko doseže do $1/100$ mm (vektor ploterji). Digitalizacija je vedno manj natančna od kartiranja, zato so končni rezultati odvisni od natančnosti digitalizacije.

KONTROLA PODATKOV

Pri zajemanju podatkov predstavlja največji problem kontrola zajetih podatkov. Ta proces vsebuje preverjanje popolnosti, zanesljivosti, pravilnosti in jasnosti podatkov in s tem vsebine GIS-a.

Imamo lahko opravka s pre- (večkratna določitev z minimalnimi odmiki) ali poddefiniranimi (manjkajoče informacije) informacijami, ki jih zajeti podatki dajejo. V prvem primeru gre za čiščenje podatkov, ki ima za posledico podatke brez redundance. V drugem primeru moramo podatke dopolniti. Kontrolirati moramo tudi geometrično kvaliteto glede na uporabo podatkov za različne namene. Kontrola podatkov ima v GIS-u pomembno vlogo, kajti slabi podatki so brez vrednosti in lahko rezultati dobljeni iz takih podatkov, zavajajo. Do sedaj nekritični odnos uporabnikov GIS do kvalitete podatkov bo v bližnji prihodnosti povzročil enormna popraviljanja ob velikih stroških. Obstajajo različne metode kontrole. Odvisne so od vrste zajetih podatkov (vektor, raster, opisni), razpoložljivih instrumentov in poznavanja objekta.

Najenostavnejša metoda kontrole, je vizualna primerjava originala in digitaliziranih podatkov. Napake označimo in jih naknadno popravimo. Pri alfanumeričnih podatkih lahko z manjšimi programi izločimo grobe napake (koordinate so izven dovoljenega obsega, predznak,...). Na podoben način lahko kontroliramo tudi attribute, ki pripadajo objektom (ali atribut obstaja,...). Za digitalni model se splača narediti perspektivne izrisi ali plastnice s čimer prav tako vizualno izločimo grobe napake. Pri delu z analitičnimi ploterji nam v veliki meri pomaga superimpozicija (mono - popolnost podatkov, stereo - 3D geometrija).

VZDRŽEVANJE PODATKOV

Podatki v GIS-u izgubljajo s časom hitro svojo vrednost, če jih permanentno ne vzdržujemo. Aktualizacija podatkov je neprekinjen proces s katerim prevedemo digitalno vsebino na tekoče stanje. Podatki v GIS-u predstavljajo vedno samo določen trenutek in to vedno realno stanje.

Izjeme so aplikacije za področje okolja in zgodovinske dediščine. Frekvenca vzdrževanja je odvisna od vrste podatkov, ki so v GIS-ih:

- manjša frekvenca - geografski in administrativni podatki,
- večja frekvenca - izraba zemljišča, lastništvo, ...

Vzdrževanje podatkov je časovno intenziven interaktivni proces, ki lahko včasih traja dlje kot pa osnoven zajem podatkov. To je seveda povezano z velikimi stroški, zato je potrebno dobro razmisliti ali bomo vzdrževanje izvajali postopoma kot nastajajo ali bomo v določenih časovnih intervalih aktualizirali celotno bazo naenkrat. V grobem lahko rečemo:

- vektorske podatke vzdržujemo "per partes",
- rastrske podatke v celoti v enem koraku zamenjamo z novimi.

PRAKTIČNE IZKUŠNJE

S problematiko zajema podatkov se z ozkim krogom sodelavcev ukvarjamo že tri leta. V tem času smo izoblikovali svoj koncept in pogled na problematiko zajema podatkov iz grafičnih predlog. Seveda niso naša razmišljanja in rešitve v konfliktu s postopki in metodami opisanimi v uvodnih poglavjih. Poizkušali smo samo združiti rešitve, ki so se nam zdele optimalne za naše potrebe in konkretne naloge. Našo dejavnost smo usmerili na več področij:

- konzultantstvo,
- izdelava aplikativnih programskih rešitev,
- operativa.

Svoje delo in izkušnje združujemo s skupino za GIS-e in skupaj ponujamo systemske rešitve. S takšnim spektrom dejavnosti smo danes sposobni pokriti velik del želja in potreb naročnikov.

KONZULTANTSTVO

Zelo važno je v fazi uvajanja (implementacije) GIS ugotoviti, čemu bo GIS koristil oz. komu bo namenjen. Marsikdo bo rekel to je jasno, vendar so izkušnje iz preteklosti in naši prvi kontakti z naročniki pokazali, da njihove poslovne analize največkrat niso izdelane eksaktno. Rezultat tega je, da se konvertira veliko več podatkov kot pa je nujno potrebno. Veliko je k takemu razmišljanju in delovanju prispeval nesmiseln argument, da je vektorskih podatkov tako malo, da ni važno, če jih zajamemo nekoliko več kot je potrebno, zato pa imamo prednost, da razpolagamo z digitalnimi podatki večjega področja (nihče ni mislil na vzdrževanje). Največkrat te analize tudi ne dajejo stabilnega časovnega okvirja v katerem se mora projekt uspešno zaključiti v vseh svojih fazah.

Naš pristop izhaja iz predpostavke, da v center projekta postavimo GIS in upoštevamo njegove organizacijske zahteve in iz tega izpeljemo oz. definiramo celotno poslovno politiko projekta.

Rezultat takega pristopa je:

- določitev končnih uporabnikov sistema (vključujoč tudi tiste, ki mogoče ne bodo nikoli sedli za računalnik),
- detajlni pregled aktivnosti na sistemu,
 - ocena potrebnosti informacij (ist-analyse, kaj želimo),
 - kateri podatki (karte, načrti, kartoteke, liste, zapiski,...) obstajajo?
 - kje se nahajajo podatki?
 - kakšna je aktualnost podatkov?
 - v kakšni obliki obstajajo podatki?
 - katere pomožne podatke bomo potrebovali?
 - kje se pomožni podatki nahajajo?
 - katere podatke bomo uporabljali za prezentacijo?
 - v kakšni obliki (frekvenca, obseg,...) rabimo te podatke?
 - kdo potrebuje in kdó uporablja te podatke?
 - kako se bodo ti podatki uporabljali?
 - nabava vseh virov podatkov in metod zajema,
 - preverjanje kvalitete (pokrivanje področja, starost, natančnost,...) izhodnih podatkov oz. metod zajema,
 - preverjanje pomembnosti, primernosti in uporabnosti virov podatkov in metod zajema podatkov,
 - modeliranje podatkov,
 - konkretno zajemanje podatkov kot kombinacija zajema osnovnih in izvedenih podatkov,
- vizijo oz. pregled možnih zahtev do postavljenega sistema v bodočnosti.

Iz analize lahko natančno določimo potrebe po podatkih, vključujoč zahtevan obseg in zahtevano inteligenco v strukturi podatkov ter časovni okvir izvedbe projekta. Svetovne in tudi naše izkušnje kažejo, da morajo biti projekti oz. njihova izvedba planirani tako, da imamo najkasneje v letu do 18 mesecev na razpolago sistem in podatke, za katere smo se dogovorili. Če ta časovni okvir prekoračimo bo postalo vodstvo (management) nestrpno, ker ne bo videlo rezultatov. Vzroki za probleme bodo najverjetneje v osnovnem zajemanju podatkov in celotne tehnologija ter postopki bodo prišli na slab glas. Lahko bi rekli:

če neka organizacija v danem trenutku ni zmožna pridobiti zadosti finančnih sredstev in ustreznih izvornih materialov, da bi lahko projekt zaključila v prej omenjenem času, je bolje, da počaka na ugodnejši trenutek.

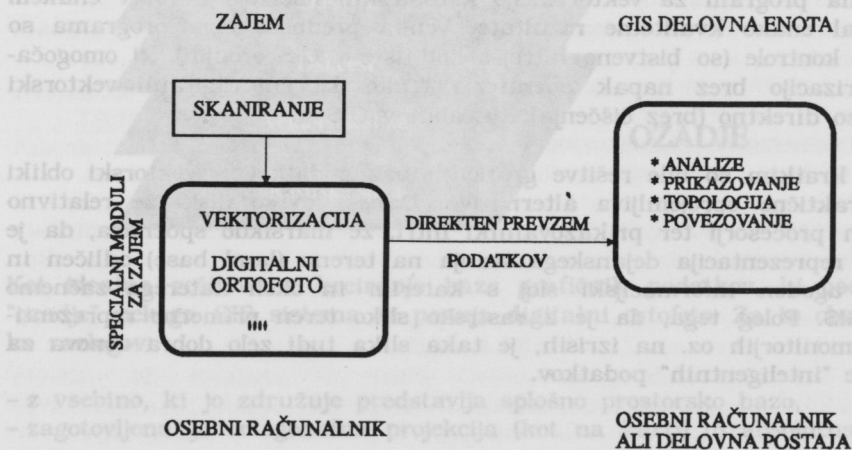
APLIKATIVNE PROGRAMSKE REŠITVE

Na področju zajema podatkov za GIS-e poizkušajo proizvajalci GIS programskih orodij uveljaviti koncept univerzalnosti t.j. z enim programskim paketom (sestavljen iz več modulov) pokriti celotno področje od zajema, preko analiz do prezentacije podatkov. Tak pristop ima po našem mnenju poleg vseh prednosti vsaj dve bistveni pomanjkljivosti:

- univerzalnost ni združljiva s specialnimi problemi,
- univerzalnost zahteva sposobne strojne komponente reda delovne postaje z ogromnim RAM-om in trdim diskom.

Naš koncept je seveda delno pogojen z zatečenim stanjem na področju opremljenosti s strojno opremo (prevladujejo PC). Bistveno pa je bilo naše prepričanje, da smo sposobni z lastno izdelano namensko programsko opremo in na primerno opremljenem PC-ju (4-8 MB RAM-a, trdi disk

Shema 5: Naš koncept zajema podatkov za GIS.



100–200 MB) uspešno izvajati naloge, ki so povezane z zajemom podatkov. Najvažnejša od vseh odločitev pa je bila, da smo se že na samem začetku, ko je skoraj vsa domača strokovna javnost dvomila v avtomatsko digitalizacijo t.j. skaniranje, odločili za skaniranje grafičnih predlog z naknadno head up vektorizacijo (v specialnih primerih za polavtomatsko vektorizacijo). Po krajšem kolebanju smo iz naših razmišljanj izbrisali avtomatsko vektorizacijo, ker je trenutno:

- učinkovita samo v laboratorijskih razmerah,
- operativna samo za specialne naloge.

Ker smo po stroki geodeti, je bila naša prva želja in hkrati prva praktična naloga pri kateri smo se srečali z zahtevo po digitalizaciji grafičnih predlog, nastavitvev digitalne baze zemljiškega katastra in s tem povezana naloga digitalizacije katastrskih načrtov. Za potrebe te naloge smo izdelali programsko orodje, ki omogoča:

- prikazovanje binarnih in sivih rastrskih slik,
- head up ročno vektorizacijo na zaslonu,
- avtomatsko snap funkcijo,
- ročni vnos parcelnih števil,
- natančnost vektorizacije velikostnega reda piksla,
- delo s fiksnimi okni, kar bistveno pripomore k zmanjšanju napak vektorizacije,
- vizualno kontrolo pravilnosti vektorizacije,
- 4 ravninske transformacije (iz pikslov v koordinatni sistem lista),
- topološke kontrole,
- minimalen izhodni vektorski format (za arhiviranje),
- direkten zapis vektorskih podatkov v ARC/INFO in DXF format.

Program je zelo enostaven in se ga lahko vsak operater priuči najkasneje v pol ure. Njegovo učinkovitost pa potrjuje dejstvo, da do sedaj še nismo naleteli na program za vektorizacijo katastrskih načrtov, ki bi v enakem času dajal enako kvalitetne rezultate. Velika prednost tega programa so topološke kontrole (so bistveno hitreje kot tiste v GIS orodjih), ki omogočajo vektorizacijo brez napak operaterja. Tako dobljeni digitalni vektorski podatki so direktno (brez čiščenja) uporabni v GIS-u.

Do pred kratkim so bile rešitve grafičnih baz podatkov v vektorski obliki edina praktično sprejemljiva alternativa. Danes, ko so diski že relativno poceni in procesorji ter prikazovalniki hitri, že marsikdo spoznava, da je rastrska reprezentacija dejanskega stanja na terenu (land base) odličen in cenovno ugoden informacijski sloj s katerim in okoli katerega začnemo graditi GIS. Poleg tega, da je z rastrsko sliko teren primerno reprezentiran na monitorjih oz. na izrisih, je taka slika tudi zelo dobra osnova za zajemanje "inteligentnih" podatkov.

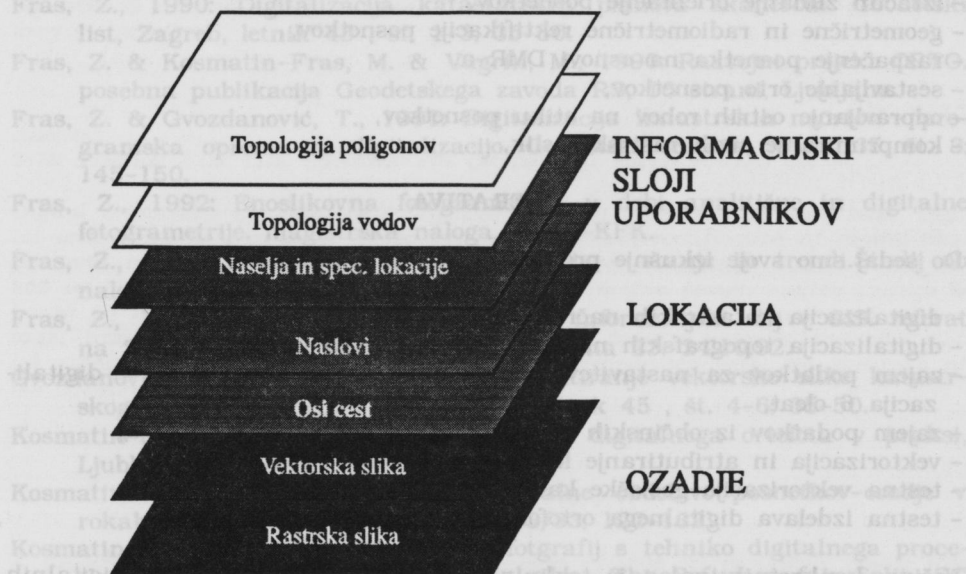
Za infrastrukturne dejavnosti je primerno, da so podatki razdeljeni v dva nivoja:

- ozadje (background) in
- uporabniške informacijske sloje (foreground)

s katerimi posamezne dejavnosti upravljajo (shema 6).

Trenutno je vir za podatke v ozadju kvaliteten načrt na papirju, ki ga ponuja geodetska služba (TTN5,TTN10). V danem trenutku pa ponavadi ne razpolagamo s kompletnim digitalnim prikazom področja, ki nas zanima, oz. je nastavitve takšne grafične baze predraga za obseg konkretnega projekta. Ena od rešitev je, da obstoječe načrte skaniramo. Cena za pridobitev podatkov ozadja v rastrski obliki je cenovno bistveno ugodnejša, kot pa popolna konverzija v vektorsko obliko (mogoče samo 10% stroškov vektorizacije). Kljub temu rešitev z rastrsko sliko načrta na dolgi rok ne prinaša bistvenih prednosti, saj še vedno ostaja problem učinkovitega in cenovno sprejemljivega sistema za vzdrževanje.

Shema 6: Osnovni podatkovni model grupiranja informacij.



Kot idealna rešitev za kreiranje baze grafičnih podatkov, ki bodo tvorili "ozadje" nekega GIS sistema se ponuja digitalni ortofoto. Za to obstaja veliko razlogov:

- z vsebino, ki jo združuje predstavlja splošno prostorsko bazo,
- zagotovljena je ortogonalna projekcija (kot na karti) in absolutna orienta-

- cija v ravnini prikazovanja (npr. direktno v G.K. sistemu), zato se natančno prilagaja vektorski sliki,
- zelo enostavno je narediti izvlečke različnih natančnosti, ki so prilagojeni različnim uporabnikom, kljub temu pa je ohranjena enotna informacijska osnova,
 - zmožnosti računalnikov na področju upravljanja z rastrskimi podatki so danes že takšne, da to v resnih projektih več ne predstavlja problema,
 - tam kjer je utečeno ciklično snemanje terena, je vzdrževanje te osnovne baze zelo enostavno,
 - omogoča nam digitalizacijo določenih zanimivih objektov s postopkom vektorizacije po zaslonu,
 - sodobna GIS programska oprema omogoča enostavno združevanje rastrskih in vektorskih podatkov.

Zaradi vseh naštetih razlogov smo se odločili, da je primeren čas ponuditi uporabnikom program za izdelavo digitalnega ortofota oz. jim ponuditi izdelek na disketi. Testna verzija programa, ki smo jo razvili v zadnjega pol leta teče na PC-ju in omogoča:

- določitev oslonilnih točk na sivi rastrski sliki,
- izračun zunanje orientacije posnetkov,
- geometrične in radiometrične rektifikacije posnetkov,
- razpačenje posnetka na osnovi DMR-a,
- sestavljanje orto posnetkov,
- odpravljanje ostrih robov na stiku posnetkov,
- komprimiranje sivih rastrskih slik.

OPERATIVA

Do sedaj smo svoje izkušnje preizkusili na večih nalogah:

- digitalizacija katastrskih načrtov (250 listov),
- digitalizacija topografskih načrtov v M 1:500 (15 listov),
- zajem podatkov za nastavitev baze digitalnih podatkov terena - digitalizacija 6 oleat,
- zajem podatkov iz občinskih planskih aktov (24 listov M 1:5000),
- vektorizacija in atributiranje kompletne vsebine 4 listov TTN 5,
- testna vektorizacija geološke karte,
- testna izdelava digitalnega ortofota 1 lista v M 1:5000.

Večina konkretnih nalog je tekla v okviru projektov nastavitve digitalnih baz prostorskih podatkov, ki so organizirani okoli GIS programskih orodij.

ZAKLJUČEK

Iz vsega kar je povedano v predhodnih poglavjih izhaja, da predstavlja zajem podatkov za GIS kar velik zalogaj, če ga želimo v popolnosti obvladovati. Redki so centri v svetu, ki so usposobljeni za zajemanje original-

nih in izvedenih podatkov. Sami smo se odločili, da pristopimo k problemu v manjših korakih, ki jih želimo čim bolj obvladovati. Zaenkrat smo se osredotočili na zajem izvedenih podatkov in še to operativno samo za potrebe zemljiškega katastra in TTN 5. Sočasno testiramo programska orodja za potrebe drugačnih projektov (geologija, arhitektura, manjša merila,...). Ne zanemarjamo pa tudi metod zajema originalnih podatkov. V vseh svojih aktivnostih imamo vedno pred očmi dvoje:

- od kvalitete podatkov je odvisna kvaliteta GIS-a, zato je potrebno posvetiti veliko pozornosti postopkom za zajem podatkov,
- zajem podatkov, ki ni del neke systemske rešitve, je metanje denarja v jama brez dna.

VIRI IN LITERATURA

- Bill, R. & Fritch, D., 1991: Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Band I, Herbert Wichman Verlag, Karlsruhe.
- Baehr, H. P., 1987: Das digitale Orthophoto - Basis fuer neue Moeglichkeiten rechnergestuetzter Kartographie, KN, 4/87; 134-140.
- Fras, Z., 1990: Digitalizacija katastarskih planova skanerom. Geodetski list, Zagreb, letnik 45, št. 1-3; 35-50.
- Fras, Z. & Kosmatin-Fras, M. & Vugrin, M., 1990: Razvojni projekt ORTO. posebna publikacija Geodetskega zavoda RS, 16 strani, Ljubljana.
- Fras, Z. & Gvozdanović, T., 1991: Digitalizacija katastrskih načrtov - programska oprema za digitalizacijo. Geodetski vestnik, letnik 35, št. 3; 145-150.
- Fras, Z., 1992: Enoslikovna fotogrametrija v dobi analitične in digitalne fotogrametrije. magistrska naloga, FAGG-KFK.
- Fras, Z., 1992: Bližnjelikovna fotogrametrija - stanje in trendi. Študij ob nalogi na tretji stopnji, FAGG - KFK.
- Fras, Z., 1992: Digitalni ortofot - osnovni informacijski sloj v GIS. referat na 25. geodetskem dnevu, Rogaška Slatina 23.-24.10.92.
- Gvozdanović, T., 1990: Automatizovano editiranje vektorske slike katastrskega načrta. Geodetski list, Zagreb, letnik 45, št. 4-6; 35-50.
- Kosmatin-Fras, M., 1989: Of-line izdelava digitalnega ortofota v praksi, Ljubljana. GV, 3/33; 133-141.
- Kosmatin-Fras, M., 1989: Tehnike digitalne obdelave posnetkov-orodje v rokah fotogrametra, Ljubljana. GV, 3/33; 122-132.
- Kosmatin-Fras, M., 1989: Izdelava ortofotografij s tehniko digitalnega procesiranja slik na osebem računalniku, The Software fair-Split, SC Gripe, 6.6.89 - 8.6.89. Zavod za informatiko i telekomunikacije, Split; 198-207.
- Lovenjak, J., 1991: Fotogrametrični monorestitucijski sistem za aplikacije v arhitekturi. Diplomaska naloga; št.405, FAGG, Univerza v Ljubljani.
- Mueller, W., Saulea, H., 1988: Orthophoto production in the new ContextMAPPER System. ISPRS, Commission 2, Kyoto, IAPRS, Vol. 27/B9; 224-232.

- Radwan, M.M., Makarovič, B., 1980: Digital Mono-plotting System Improvements and Tests. ITC Journal, 3/80: 511-533.
- Rihtaršič, M. & Fras, Z., 1991: Digitalni model reliefa 1 del: Teoretične osnove in uporaba DMR. Učbenik na oddelku za geodezijo, Katedra za fotogrametrijo in kartografijo, FAGG.
- TeSelle, G., 1990: A Strawman Proposal For A National Digital Orthophotoquad Program, National Orthophotography Forum, Maryland, USA, 1990.
- Theriault, D. G., 1991: Improving the GIS Data Capture Situation: An Integrated Approach, Smallworld Systems Ltd., Cambridge, England; 1-8.
- Thorpe, J. A., 1991: A Practical Method for Handling Digital Orthophoto Files. AM/FM International 1991, San Diego, California.

SISTEM ZA IZDELAVO DIGITALNEGA ORTOFOTA NA PC

Tomaž Gvozdanović

UDK 528.7

Izleček

Digitalni ortofoto postaja v svetu osnovni sloj GIS-ov. Izdelava digitalnega ortofota temelji na razpačevanju digitalnih slik aeroposnetkov, ki predstavljajo ogromne količine podatkov. Trenutno poznane operacionalne rešitve temeljijo na delovnih postajah in specialni strojni opreči. V referatu je predstavljen sistem, ki je plod domačega znanja, in je operacionalen na močnejših PC računalnikih. Pou-darek je na reševanju problemov v zvezi s hranjenjem, prenosu in obdelavo digi-talnih slik. Sistem je namenjen predvsem izdelavi digitalnega ortofota, ki glede natančnosti ustreza TTN5 oziroma TTN10 in je kot tak interesanten za najširši krog uporabnikov.

UDC 528.7

Abstract

THE SYSTEM FOR THE GENERATION OF DIGITAL ORTHOPHOTO ON PC

Digital orthophoto is today becoming the main layer in the GIS data base. Digital orthophoto generation is based on the differential rectification of digital images and means processing large amounts of data. So today's solutions are based on workstations and special hardware. This article presents systems which are based on high-end PC computers. The point was on solving problems about storage, transfer and processing of digital images. System supports specially digital orthophoto generation, which accuracy is comparable with the accuracy of our 1:5000 system maps.

DIGITALNI ORTOFOTO

Z naraščajočimi zmogljivostmi računalniške opreme in razvojem novih hitrejših postopkov, je postala izdelava nekaterih fotogrametričnih produktov tako ekonomična, da je ceneje podatke zajeti na novo, kot pa jih vzdrževati. Ekonomičnost postopkov in s tem cena fotogrametričnih produktov pa spreminjajo tudi miselnost in zahteve uporabnikov.

Posnetki združujejo zelo veliko informacij. Njihova pomanjkljivost pa je, da je vsebina popačeno prikazana. Če poznamo obliko terena, lahko posnetek

razpačimo. Tak posnetek imenujemo orto posnetek oziroma ortofoto. V dobi analitične fotogrametrije so ortofoto, izdelovali z računalniško krmiljenimi razpačevalniki, ki temeljijo na optični preslikavi posnetka na film, se pravi analogno obliko. Rezultat postopka digitalne fotogrametrije pa je razpačena digitalna slika oziroma digitalni ortofoto. Do nedavnega je izraz digitalni ortofoto pomenil samo razpačen digitalni posnetek, danes pa uporabljamo ta izraz tudi za digitalno sliko, ki je sestavljena iz več razpačenih digitalnih posnetkov.

Izraz "izdelava digitalnega ortofota" lahko razumemo na dva načina :

- končni rezultat je digitalna slika, ne glede na kakšen način smo izvedli razpačevanje; dopuščena je tudi možnost, da izdelamo na analognem ali analitičnem instrumentu ortofoto v analogni obliki (na film ali papir) in ga nato skaniramo; ta način lahko smatramo za hibridnega, s stališča ekonomičnosti pa ni smiselno,
- postopek razpačevanja izvajamo na digitalnih slikah, namesto drage fotogrametrične opreme pa potrebujemo le računalnik; zato menim, da si le ta način zasluži, da ga imenujemo "izdelava digitalnega ortofota".

Ker so sistemi na ključ precej dragi in zahtevajo močno strojno opremo smo se odločili, da sami oblikujemo sistem za izdelavo ortofota. Po analizi količine podatkov in zato porabljenega časa, smo ugotovili, da današnji PC-ji popolnoma zadostujejo, rešiti moramo le problem hranjenja in prenosa velikih digitalnih slik.

POSTOPEK IZDELAVE DIGITALNEGA ORTOFOTA

Izdelava digitalnega ortofota poteka v 8 fazah. Aerosnemanje je predpogoj za izdelavo ortofota, saj v tej fazi dobimo posnetke. Pri nas je stanje glede posnetkov dokaj ugodno, saj ciklično aerosnemanje zagotavlja posnetke, ki so stari največ 2 do 3 leta, kar je v primeru z načrti bistveno ažurneje. Poleg cikličnih aerosnemanj se izvajajo po potrebi tudi druga snemanja v večjih merilih ter v barvni ali infrardeči tehniki.

Digitalizacija (skaniranje) posnetka, dobljenega z aerosnemanjem, nam da osnovni vhodni podatek za izdelavo ortofota - digitalno sliko; pri skaniranju določimo splošne lastnosti slike, z izbiro geometrične (dimenzija piksla) in radiometrične resolucije (razpon barvnih vrednosti).

Predprocesiranje, obsega obdelavo slik, ki v osnovi s samo fotogrametrijo nimajo nič skupnega; v tej fazi želimo izboljšati kvaliteto digitalne slike, predvsem v dveh pogledih: z odpravljanjem šumov nastalih pri skaniranju in prenosih ter z izboljšavo kontrasta.

Digitalni model reliefa je ključnega pomena pri izdelavi ortofota, saj predstavlja prostorsko ploskev s katero sekamo žarke, da dobimo prostorske

točke. Model seveda lahko že obstaja, pogostokrat pa ga moramo za dano območje še izdelati. Izdelava digitalnega modela reliefa iz načrtov je najhitrejši in najcenejši način, pogoj pa je, da obstajajo načrti z višinsko predstavo ustrezne kvalitete.

Absolutna orientacija posnetka opisuje položaj kamere, glede na prostorski koordinatni sistem v trenutku ekspozicije. Absolutno orientacijo za potrebe izdelave ortofota izračunamo na podlagi oslonilnih točk, v kolikor pa že obstaja (če je bila izračunana v okviru aerotriangulacije), jo lahko pri-
vzamemo.

Razpačevanje je faza v kateri vsakemu pikslu izhodne slike določimo njegovo originalno pozicijo na posnetku. Za hitrejšo delo so v svetu razvili rešitev, pri kateri transformiramo le manjše število tako imenovanih sidr-
nih točk, vse ostale vmesne točke (piksle) pa interpoliramo na osnovi
okoljskih sidrnih točk. S tem za večino točk izvedemo direktno preslikavo
med koordinatnim sistemom vhodne in izhodne slike, brez transformacij v
slikovni in prostorski koordinatni sistem Radiometrični del postopka - pri-
rejanje sivine v geometričnem postopku izračunani lokaciji, izvedemo v
praksi z eno od sivih interpolacij (najbližji sosed, bilinearna interpolacija,
bikubična interpolacija).

Postprocesiranje ortofota je odvisno od zahtev uporabnika, predvsem zah-
tev glede območja, namembnosti ortofota, uporabnikovih računalniških
zmožljivosti, zahtevanega merila itd. Najpomembnejše je geometrično in
radiometrično usklajevanje ortofoto posnetkov, ki je potrebno, kadar z
enim samim posnetkom ne moremo pokriti vsega zahtevanega območja.

Izris digitalnega ortofota pomeni ponovno pretvorbo v digitalno obliko. Iz-
ris je zanimiv predvsem v obliki ortofoto karte, ki je z dodatno vsebino
(napisi, izolinijske, okvirna vsebina ...) opremljen ortofoto. Ta faza pri neka-
terih aplikacijah, kjer ortofoto uporabljamo le v njegovi digitalni obliki (pri-
kazovanje na ekranu) popolnoma odpade.

STROJNA OPREMA

Celotni sistem za izdelavo ortofota je zasnovan tako, da je možna njegova
implementacija na boljšem osebnem računalniku. Spodnja meja smiselnosti
je 25 ali 33 megaherčni 386 računalnik z vsaj 4 Mb RAM-a in vsaj 100
MB trdim diskom. Priporočljiv je seveda računalnik, zgrajen okrog 486
procesorja (25,33 ali 50 MHz) s čim več RAM-a (16 do 64 Mb). Tudi disk
naj bo, če nameravamo združevati več posnetkov, velik vsaj nekaj 100 Mb.
Morda so take zahteve danes visoke, vendar bodo v letu ali dveh postale
nekaj čisto vsakdanjega.

Za skeniranje slike lahko uporabimo pravzaprav katerikoli skaner, seveda
pa si moramo biti na jasnem, da je kvaliteta končnega izdelka direktno

odvisna od digitalne slike posnetka. Ročni skanerji so popolnoma neprimer- ni, tudi namizni in samostojni skanerji so se izkazali za premalo natanč- ne. Tako nam ostanejo le specialni skanerji, ki so ekonomsko upravičeni le pri izdelavi ortofota za celo državo, ali pa skanerji, ki jih imajo grafič- na podjetja. Slednje se izkaže kot dokaj ekonomična rešitev, saj je nabava lastnega skanerja z resolucijo od 600 do 2000 dpi upravičena šele pri skaniranju 2- 3000 posnetkov.

Izhodna enota, če se ne zadovoljimo samo s prikazom ortofota na računal- niškem ekranu, ampak želimo imeti rezultat na papirju, se imenuje foto- ploter in je izredno draga. Tudi tu smo uporabili opremo grafičnih podje- tij, ki imajo zelo kvalitetne fotoploteže. Standardna resolucija za izris je 300 dpi, v kolikor želimo izrisano sliko povečati pa mora biti tudi resolu- cija ustrezno večja.

Precejšen problem ali pa vsaj veliko časa predstavlja prenos velike količine podatkov z mesta skaniranja na mesto obdelave in na koncu na mesto izrisa. Ker so sistemi različnih izdelovalcev, so različni tudi spomin- ski mediji in formati zapisa. Za prenos podatkov lahko uporabljamo:

- DAT-digital audio tape,
- magnetno-tračne enote ("streamer"),
- optične diske,
- magnetno optične diske,
- prenosljive trde diske.

Zaradi precejšnjih spominskih kapacitet in kratkih dostopnih časov so danes zelo aktualni optični in magnetno-optični diski.

PROGRAMSKA OPREMA

Programski paket s katerim bo mogoče izdelati ortofoto, je še v fazi proto- tipa, ki pa je že operativen, kar kaže testni primer. Na osnovi analize zahtev in izkušenj s prototipom smo postavili naslednje smernice za razvoj programskega paketa:

- vsako izdelavo ortofota obravnavamo kot projekt, ki ima svoje vhodne podatke in svoje rezultate; programski paket mora omogočati pregledno vodenje projekta z izpisi in statistikami, sem pa sodi tudi organizacija podatkov po direktorijih in sistematična nomenklatura datotek,
- programski paket mora omogočati tri načine dela: interaktivni, kjer pro- gram operacijo izvede le na uporabnikov ukaz, polavtomatski, pri kateri se potek dela ustavi samo na nekaj mestih, kjer je potrebna uporabni- kova akcija, in avtomatski način, pri katerem mora uporabnik samo definirati območje ortofota in identificirati oslonilne točke,
- pri razpačevanju posnetka mora paket omogočati delo po blokkih s projek- tivno transformacijo in bilinearno transformacijo, za interpolacijo sivih

vrednosti pa mora podpirati metodo najbližjega sosesa ter bilinearno in bikubično interpolacijo,

- programska oprema naj čim bolje izkorišča zmogljivost strojne opreme, predvsem optimalno uporabo spomina, kar lahko bistveno zmanjša obseg dela z diskom in skrajša čase obdelav,
- paket mora podpirati standardne formate za izmenjavo slik (npr. TIFF), kar prinaša kompatibilnost z mnogimi komercialnimi programskimi paketi,
- paket naj bi omogočal delo s komprimiranimi slikami, kar lahko bistveno zmanjša potrebni prostor na disku.

Ni potrebno, da programski paket podpira izdelavo DMR, saj za to obstaja mnogo dobrih paketov. Mora pa biti v paket vključen program za manipulacijo s temi podatki in za konverzijo iz standardnih formatov.

Popolna komercialna verzija programskega paketa za izdelavo digitalnega ortofota, ki bo izpolnjevala vse zgoraj omenjene zahteve, bo izdelana v roku nekaj mesecev.

KOLIČINA PODATKOV

Največji problem je pravzaprav količina podatkov, ki nastopajo v obliki digitalnih slik. Le-te lahko delimo na :

- vhodne slike (skanirani aeroposnetki),
- izhodne slike (ortofoto)
- delovne slike (predprocesiranje , razpačevanje,...)

Pri standardni velikosti posnetka 25 x 25 cm (uporabne površine približno 9 x 9 inčev), ki je pri nas najpogostejša, so pri izbranih resolucijah vhodne digitalne slike velike :

dpi	Mb
100	1
300	7
600	29
800	52
1000	81

Za kvadratni kilometer zemeljske površine je pri izbranem merilu 1:5000 (kar pomeni velikosti piksla 0.1 mm oziroma 0.5 m v naravi) velikost izhodne slike 4 Mb, oziroma 27 Mb za en list 1:5000.

Omenjene količine veljajo za črno bele 8-bitne slike. Za barvne slike, je količina podatkov 3-krat večja. V splošnem je skupna količina vseh slikovnih podatkov 3-10 krat večja od izhodne slike.

Zoper tolikšne količine podatkov uporabljamo dvoje orožij:

- medije za shranjevanje,
- komprimiranje.

Mediji, ki jih uporabljamo za shranjevanje so predvsem magnetno-optični in optični izmenljivi diski, ki poleg velike kapacitete (600 Mb oziroma 1GB), omogočajo tudi dokaj enostavno in hitro delo.

Za komprimiranje digitalnih slik uporabimo JPEG standard. JPEG komprimiranje zmanjša količino podatkov za faktor 5-10, v kolikor se lahko sprijaznimo z malo slabšo sliko pa tudi do 20. Vsekakor je faktor komprimiranja bistveno večji, kot pri uporabi standardnih programov za komprimiranje podatkov (PKZIP, LHA, ARJ...), saj le ti dosegajo ponavadi faktor manj kot 2. Hitrost komprimiranja je na 486/25 računalniku približno 2.5 do 3.5 Mb na minuto.

TESTNI PRIMER

Za testni primer smo izdelali ortofoto, ki ga pokriva en načrt TTN 5, sestavljen pa je iz 4 posnetkov. Velikost piksla v naravi je 0.5x0.5 m, kar pomeni, da je izhodna slika (siva, 8-bitna) velika 27 Mb.

Količina podatkov pri skeniranju s 700 dpi je bila za vse 4 posnetke 150 Mb. Podatke smo prenesli na PC računalnik z magnetno optičnimi diski. Orientacijo posnetkov smo določili na podlagi oslonilnih točk. Slikovne koordinate le-teh smo izmerili na Dicometru, njihove prostorske koordinate pa smo dolčili iz načrtov in DMR. Uporabljeni DMR je bil v obliki pravilnega grida na 25 m. Orientacijo posnetkov smo določili s fotogrametričnim urezom, izboljšali pa smo jo z izravnavo s snopi.

Razpačevanje na računalniku PC 486/25 (16 Mb RAM) je trajalo pri uporabi bikubične sive interpolacije 40 minut. Geometrično in radiometrično usklajevanje posnetkov je potekalo popolnoma avtomatsko trajalo, pa je 20 minut.

ZAKLJUČEK

Testni primer je pokazal, da se v svojih predvidevanjih nismo zmotili in da je izdelava ortofota na PC-jih ne samo mogoča, ampak tudi ekonomična. Že prototip sistema (ob optimalnih pogojih) omogoča izdelavo ortofota iz enega posnetka, od skeniranja do izrisa v manj kot 8 urah. Ob dejstvu, da vse skupaj deluje na PC-ju, in da za skeniranje in izrise plačamo uslugo, bo sistem v komercialni obliki cenovno dostopen širokemu krogu uporabnikov, kar lahko precej prispeva k uveljavitvi digitalnega ortofota pri nas.

BAZA DIGITALNIH PODATKOV RELIEFA - NOVE MOŽNOSTI 3D MODELIRANJA RELIEFA

Mateja Rihtaršič

UDK 528.9:681.3

Izvleček

Tudi na področje digitalnega modeliranja reliefa so GIS prinesli vrsto sprememb. Sodobni DMR morajo biti zgrajeni v obliki pravih relacijskih podatkovnih baz z visoko stopnjo "inteligence". V članku so predstavljene osnovne zahteve, ki jih morajo izpolnjevati takšne podatkovne baze, skupaj z osnovnimi koraki, ki so potrebni za njihovo vzpostavitev. Izpostavljeni so problemi, vezani na regionalni nivo, večnamensko uporabo, nove možnosti in neposredno združitev v GIS. Na osnovi praktičnega modela, ki je bil vzpostavljen preko manjšega testnega območja, so podane tudi nekatere praktične izkušnje.

UDC 528.9:681.3

Abstract

DIGITAL TERRAIN DATA BASE - NEW POSSIBILITIES OF 3D TERRAIN MODELING

GISs has brought new dimensions in the field of digital terrain modelling, too. Modern DTMs must be real (relational) databases with high degree of "intelligence". This paper presents some of the demands, which have to be solved in modern digital terrain databases, together with main steps of their's generation. Problems, connected to regional level, multi-purpose use, new possibilities and direct integration into GIS are presented. The practical model was created across smaller test area, so few lines with practical experiences can be dropped, too.

UVOD

Začetek digitalnega modeliranja reliefa sega v 50-a leta, ko so v ZDA s pojmom digitalni model reliefa (DMR) prvič poimenovali enostaven računalniško podan niz tridimenzionalnih (3D) podatkov (X,Y in Z koordinate prostorskih točk) o reliefu, ki je bil namenjen hitrejšemu, enostavnejšemu in avtomatiziranemu načrtovanju cestne infrastrukture. Od takrat lahko na tem področju, podobno kot na vseh ostalih, ki so vezani na informacijsko in računalniško tehnologijo, zasledimo živo raziskovalno in obenem

uporabniško usmerjeno dejavnost. Z leti je pojem digitalni model reliefa postal sinonim za poljubne, digitalno zapisane nize 3D podatkov, širše pa vključuje tudi postopke za njihovo zajemanje, modeliranje, vzdrževanje in uporabo.

Poznamo več oblik DMR, ki jih klasificiramo na različne načine, npr.:

- * glede na obliko podatkovne strukture oz. razporeditev prostorskih točk (trikotniški, gridni modeli,...),
- * glede na velikost: lokalni (enonamenski, omejena površina) in regionalni (večnamenski, preko regij ali celih držav) ipd..

V preteklosti so se v praksi uveljavili predvsem lokalni DMR v obliki pravilnega kvadratnega grida, medtem ko v zadnjih letih, zaradi višjih sposobnosti računalnikov, vedno pogosteje uporabljamo poljubne trikotniške modele. Za trikotniške in gridne modele reliefa so značilne številne prednosti, kakor tudi slabosti (glej Rihtaršič/Fras 1991). Glede na spekter produktov in aplikacij, ki jih digitalni model reliefa podpira, nobena izmed omenjenih podatkovnih struktur ni popolna, zato posvečamo iskanju najprimernejšega modela še vedno veliko pozornosti. Poleg tega so v zadnjih letih postali praktično uporabni tudi GIS-i, v okviru katerih DMR najpogosteje predstavlja eno izmed osnovnih informacijskih plasti, kar pogojuje obravnavanje DMR-ja (regionalni nivo) z drugega zornega kota.

Sodobni regionalni DMR niso enostavni podatkovni nizi (datoteke) prostorskih točk, podanih s 3 koordinatami v ustreznem koordinatnem sistemu, temveč prave (relacijske) podatkovne baze (baza digitalnih podatkov reliefa - BDPR), za katere so značilni:

- položaj poljubno razporejenih (razsutih) prostorskih točk je podan skupno z opisnimi podatki (atributi), med katerimi je najbolj pomemben pomen, s katerim popišemo posamezne reliefne oblike,
- glede na pomen lahko v nadaljnjih korakih modeliranja uporabimo različne algoritme in s tem izdelamo kvalitetnejše modele zemeljske površine,
- shranjeni so originalni (zajeti) podatki, s čimer ohranimo natančnost in obenem omogočimo konstruiranje trikotniških ter gridnih modelov in hitro pretvorbo med obema strukturama,
- slonijo na standariziranih DBMS (ORACLE, INFORMIX,...), kar zagotavlja njihovo neposredno povezljivost v širši GIS,
- BDPR lahko predstavlja samostojen specialen GIS za relief in omogoča izvajanje poljubnih geografskih analiz in standardnih poizvedovanj, ki so neposredno vezana na relief.

Za splošne in regionalne BDPR, ki jih že vzpostavljamo z namenom vključitve v GIS, so značilne vse lastnosti (problemi) topografskih/geografskih podatkovnih baz (velika količina grafičnih in numeričnih podatkov, različni tipi podatkov, vzdrževanost, širok spekter nalog in uporabnikov,...). Temu moramo, poleg podatkovne strukture, prilagoditi ostale korake dela od:

- zajemanja podatkov,
- polnjenja in nastavitve osnovne in kasneje izvedene podatkovne baze,
- modeliranja podatkovne baze,
- vzdrževanja in arhiviranja podatkovne baze,
- kontrol posameznih korakov dela do
- eventualne vključitve vzpostavljene podatkovne baze v GIS.

ZAJEMANJE PODATKOV

Glede natančnosti, hitrosti in ekonomičnosti je za nastavitev lokalnih BDPR najprimernejši fotogrametrični composite sampling (CS) postopek. Kot rezultat dobimo model reliefa, ki temelji na polpravilni hierarhični podatkovni strukturi (trikotno- kvadratni zgoščujoči grid - TQN), ki je neposredno povezljiv z nekaterimi GIS programskimi orodji in v skladu z najvišjimi kakovostnimi kriteriji.

Ker je delo vezano na večje število sodobnih analitičnih sistemov, uveljavljeno programsko opremo (HIFI 88, PROSA, SCOP) in izurjene operaterje, za nastavitev regionalnih BDPR postopek ni ekonomsko in časovno opravičljiv. Tudi če ne upoštevamo časa in stroškov, ki jih potrebujemo za uvajanje ustreznih fotogrametričnih sistemov in izobraževanje kadrov pri nas, so ne samo CS, ampak tudi ostali natančnejši fotogrametrični postopki zajemanja podatkov primerni le za nastavitev lokalnih in vzdrževanje že obstoječih BDPR.

Poleg fotogrametričnih postopkov nimamo veliko izbire: terenska merjenja so predraga in prezamudna, postopki, ki temeljijo na obdelavi satelitskih slik, pa zaenkrat premalo natančni (takšne baze so primerne za topografsko kartiranje največ do merila 1:25000). Dragim in časovno zamudnim meritvam se lahko izognemo le s pretvorbo obstoječih in dovolj kvalitetnih analognih podatkov v digitalno obliko. Pri tem lahko kot osnovne ali dodatne vire podatkov uporabimo karte in načrte v velikih merilih, aero- in ortofoto posnetke, rezultate terenskih meritev, podatke o položaju temeljnih geodetskih točk ipd.. Slovenija je ena izmed redkih dežel, ki je v celoti pokrita s temeljnimi topografskimi načrti v merilih 1:5000 in 10000 (TTN5/10), ki so razmeroma kvalitetno izdelani in vzdrževani (fotogrametrični postopki). Z analogno/digitalno (A/D) pretvorbo vsebine oleat reliefa (izohipse, višinske točke, značilne reliefne oblike) lahko zajamemo večino podatkov, ki jih potrebujemo za nastavitev regionalne BDPR. Glede na veliko količino podatkov (izohipse) je skeniranje z naknadnimi postopki rastrsko/vektorske pretvorbe (R/V) podatkov danes najhitrejši, poceni (ugodna cena strojne in programske opreme) in obenem dovolj natančen postopek dela.

Topografske karte/načrti vsebujejo že izvedene podatke, ki so dodatno obremenjeni s številnimi pogoški (kartografski vzroki, subjektivni človeški faktor, neredno vzdrževanje ipd.), zato nas nastavitev BDPR na osnovi njihove A/D pretvorbe v prvem trenutku na more navdušiti. Primernost

TTN 5/10 kot osnovnega vira podatkov, ki so potrebni za nastavitev regionalne BDPR lahko utemeljimo z naslednjim (tuje izkušnje, raziskave doma):

- sodobni postopki A/D pretvorbe kart z naknadnimi postopki obdelave rastrskih slik omogočajo zajem podatkov, katerih zanesljivost leži v rangu originalnih grafičnih predlog,
- zanesljivost vzpostavljenih BDPR je pri enakem merilu kart in aeroposnetkov približno enaka, hitrost in ekonomičnost postopkov, ki temeljijo na zajemanju podatkov s kart, pa neprimerno višja od fotogrametričnih postopkov,
- s podatkovno bazo, katere zanesljivost leži v rangu merila 1:5000, zadovoljimo potrebe širokega kroga uporabnikov in omogočimo izvajanje poljubnih aplikacij v merilih med 1:5000 in 1:25000 (v manjših merilih lahko uporabimo satelitske slike),
- podatki so dovolj zanesljivi za modeliranje izvedenega gridnega modela z velikostjo osnovne celice do 25m*25m (natančnost), kar zadostuje za izdelavo ortofoto posnetkov velikih meril in širokega spektra kartografskih aplikacij,
- glede na namen, zanesljivost in natančnost podatkov se relief tekom časa skorajda ne spreminja, zato (eventualno) neredno vzdrževanje topografskih načrtov ne pogojuje generalno slabih ali neaktualnih podatkovnih baz,
- z vključitvijo dodatnih podatkov (npr. koordinate točk geodetske mreže) in pravilnim interpretiranjem njihovega pomena (oblikovnice) ali algoritmov za avtomatsko razpoznavanje značilnih oblik reliefa lahko zanesljivost zajetih podatkov zelo povečamo, kar nam posredno omogoča vzpostavitev natančnejše podatkovne baze in izvajanje aplikacij v večjih merilih.

V sklopu nastavitve BDPR predstavlja zajemanje podatkov najbolj naporen, zamuden in zapleten korak. Le s pravilnim in pazljivim zajemanjem podatkov lahko dosežemo željeni nivo zanesljivosti podatkovne baze, ki je omejen z zanesljivostjo in merilom virov podatkov. Zajemanje podatkov, ki temelji na skaniranih topografskih kartah sestavljajo naslednji osnovni koraki:

- pripravljalna dela: izbira, ocena kvalitete in priprava grafičnih virov podatkov na skaniranje,
- analogno/digitalna (A/D) pretvorba (skaniranje) topografskih kart oz. oleat reliefa,
- editiranje rastrske slike oz. priprava za vektorizacijo,
- rastrsko/vektorska (R/V) pretvorba (vektorizacija) in zajemanje točk vzdolž vektoriziranih izohips,
- editiranje in obdelava vektorske slike,
- zajem višinskih točk (kote terena) (head-up digitalizacija),
- dodatne kontrole dela.

Zanesljivejšo (in realnejšo) BDPR lahko vzpostavimo, če vključimo še:

- klasificiranje, razpoznavanje, A/D pretvorbo (ročno ali avtomatsko z naknadno head up digitalizacijo) in določitev višinskih komponent (posebni algoritmi) o značilnih reliefnih oblikah, ki so na topografskih kartah podane planimetrično,
- podatke o obstoječih trigonometričnih točkah,
- ostale podatke o obliki zemeljske površine (infrastrukturno omrežje, hidrologija,...).

PODATKOVNA BAZA

Ustrezno zasnovana BDPR je predpogoj za izpolnitev kvalitativnih in kvantitativnih zahtev, nemoteno in hitro zajemanje potrebnih (in samo potrebnih) podatkov, njihovo sočasno polnjenje v podatkovno bazo in njeno nadaljnjo uporabnost. Vzpostavitev BDPR zajema:

- izbira vsebine (pomen, razporeditev, gostota,...),
- oblikovanje podatkovne baze in specificiranje posameznih tipov oblik,
- kreiranje podatkovne baze in
- specificiranje tipov oblik in ostalih elementov zajemanja podatkov.

Kljub temu, da so bile baze digitalnih podatkov reliefa (tudi digitalni model reliefa, če gre le za enostavne podatkovne zapise) predmet številnih analiz natančnosti, je določitev njihove natančnosti in srednjih pogreškov še vedno zapleten in v praksi nepriljubljen korak dela. Zato se pri določanju najprimernejše gostote točk in kasnejših analizah kvalitete in uporabnosti baz digitalnih podatkov reliefa pogosteje poslužujemo izkustvenih kazalcev. Pri izbiri razporeditve in gostote točk regionalne BDPR upoštevamo njeno uporabnost oz. namen, kvalitativne zahteve najširšega kroga uporabnikov, nujnost njene vključitve v GIS ipd.. Gostoto točk nato prilagajamo še ostalim faktorjem, kot so razgibanost zemeljske površine, algoritmi za modeliranje, merilo virov podatkov (topografskih kart), kvaliteta A/D pretvorbe topografskih kart ipd..

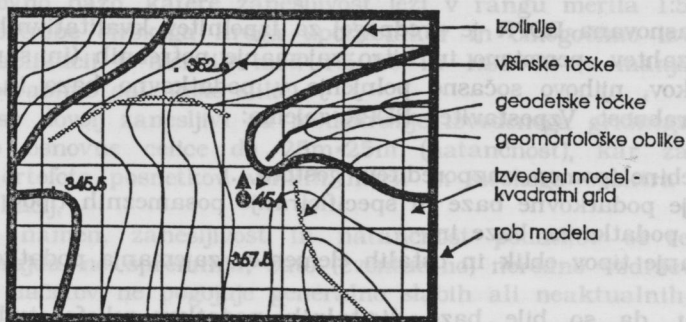
Glede na podatke, ki jih lahko ponudimo uporabnikom, ločimo:

- osnovna regionalna BDPR je sestavljena iz neposredno zajetih razsutih točk (prostorske koordinate razsutih točk s pripadajočimi atributi o njihovem pomenu) in je osnova za modeliranje izvedenih podatkovnih baz in standardnih produktov ter aplikacij,
- izvedene BDPR so modelirane iz osnovne; najnatančnejši med njimi je trikotniški model (prostorsko omrežje nepravilnih trikotnikov - TIN), med uporabniki najbolj popularen pa gridni model (pravilen kvadraten grid poljubnih dimenzij).

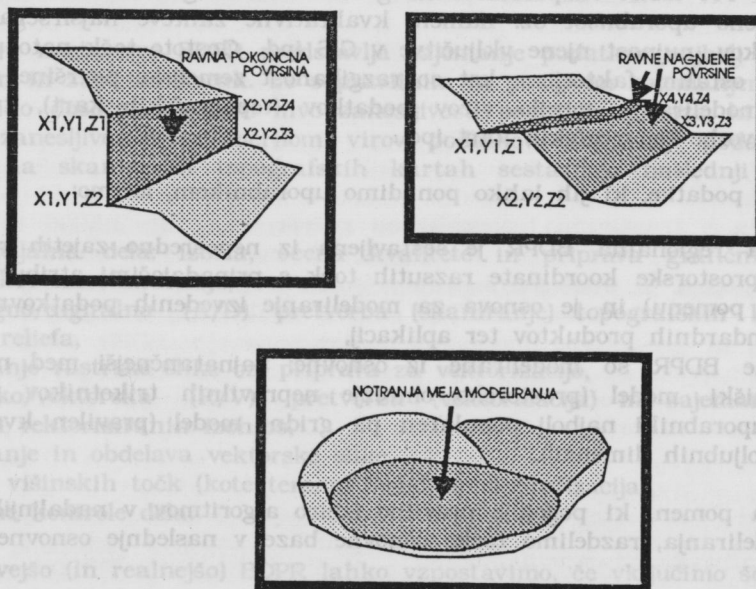
Glede na pomen, ki pogojuje pravilno izbiro algoritmov v nadaljnjih korakih modeliranja, razdelimo točke osnovne baze v naslednje osnovne skupine:

- točke, ki ležijo vzdolž izohips,
- poljubne razsute višinske točke,
- kritične točke (kote terena),
- točke, ki ležijo vzdolž značilnih reliefnih oblik (grebeni, prelomnice, padnice,...).

Slika 1: Vsebina BDPR.



Slika 2: Upoštevanje različnih oblik.



Pri samem modeliranju lahko glede na sposobnosti programske opreme upoštevamo oblike, kot so:

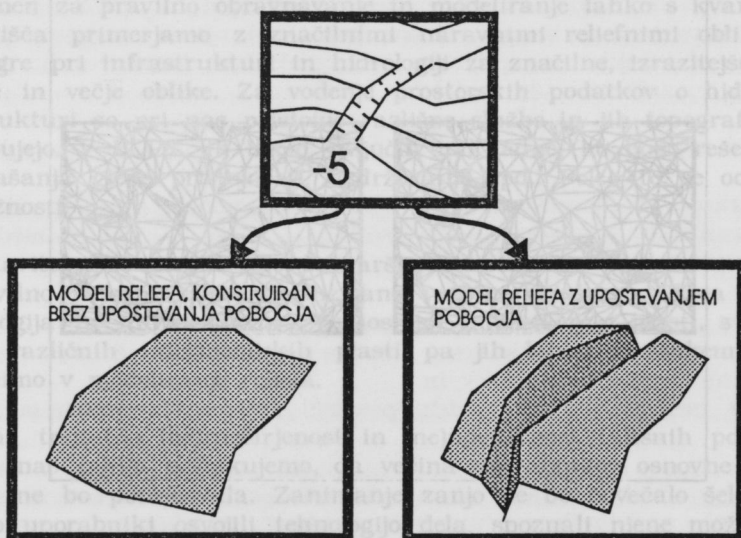
- točke, ki ležijo vzdolž večjih ravnih površin (prepadi, terase, jezera ipd.),
- točke, ki ponazarjajo zunanjo ali notranjo mejo modela,
- točke najvišje natančnosti oz. nepremične točke,
- gridne točke (dane ali izvedene) ipd..

Poleg tega moramo v BDPR voditi še splošne podatke, kot so datum vnosa, vir zajemanja podatkov, natančnost podatkov ipd..

Poseben problem predstavljajo poljubne točkovne, linijske in površinske reliefne oblike, ki so na topografskih kartah ponazorjene s kartografskimi pogojnimi znaki. Najpogostejše gre za oblike, ki jih zaradi njihove majhnosti ni mogoče metrično ponazoriti v pravi velikosti, a imajo zaradi svojih posebnosti velik pomen na pravilen izgled modela reliefa. Na kartografske pogojne znake sta vezani predvsem dve vrsti problemov:

- Posamezni (točkovni) kartografski pogojni znaki so podani tudi z nadmorsko višino, medtem ko so drugi (ploskovni - Alpe) izrazito "umetniški", slikovno nazorni, brez kakršnekoli povezave z metriko. Poleg tega je tudi planimetrični položaj kartografskih pogojnih znakov mnogokrat nezanesljiv.
- Vizualne (slikovne) tehnike prikazovanja zemeljskega reliefa se že več kot 100 let skorajda niso spremenile, medtem ko smo v dobi računalnikov

Slika 3: Pomen kartografskih pogojnih znakov.

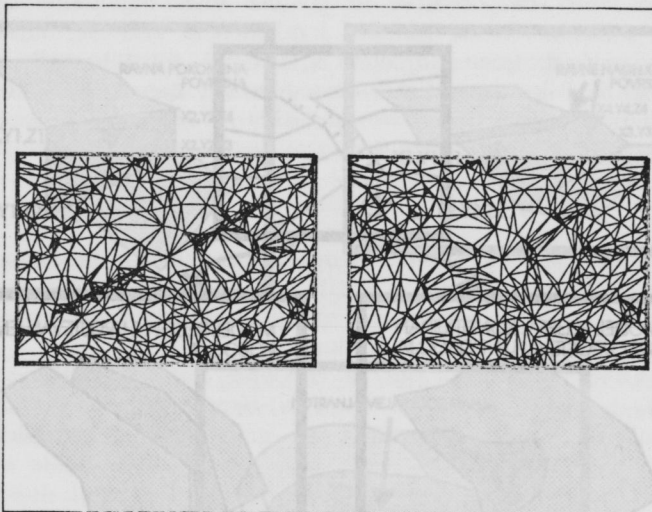


in informatike soočeni z novimi možnostmi za prikazovanje zemeljske površine, drugačnimi načini uporabe teh prikazov in novimi nalogami, ki so vezane na prostor.

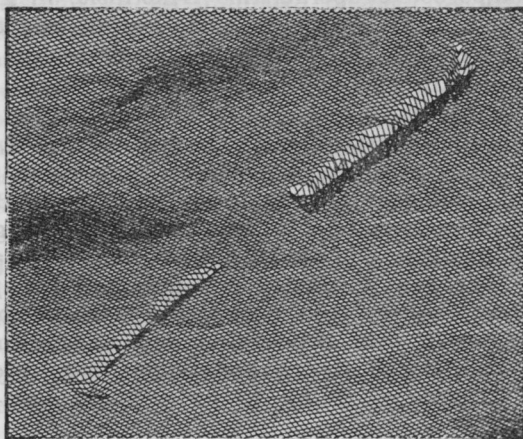
Kljub odprtemu vprašanju o dejanski uporabnosti (primernosti) obstoječega topografskega ključa pomena kartografskih pogojnih znakov ne smemo zanemariti. Kvalitetno BDPR (in ostalih informacijskih plasti v okviru GIS) lahko vzpostavimo le na osnovi podrobne analize potreb, novih metodologij dela, stanja pri nas in informiranja potencialnih uporabnikov prostorskih podatkovnih baz. Ker le-ta pri nas še ni bila realizirana, si lahko pomagamo na naslednji (začasni) način:

- pomembnejše reliefne oblike, ki so ponazorjene s kartografskimi pogojnimi znaki, vključimo v BDPR; njihove lastnosti pa shranimo v atributnem delu (uporabniške tabele),
- glede na velikost posamezne reliefne oblike klasificiramo v: - oblike, ki zaradi svoje velikosti v rangi merila 1:5000 na modeliranje ne vplivajo, vključimo v BDPR kot grafične elemente (pogojni znaki za izris); uporabniške tabele in baze kreiramo tako, da lahko te oblike po želji in naročilu posameznikov tudi modeliramo, - večje oblike (prepadi, velike gramezne jame,...) so obvezni del modeliranja trikotniškega in gridnega modela in vseh ostalih aplikacij.

Slika 4: Trikotniška mreža brez in z upoštevanjem prelomnic.



Slika 5: 3D pogled na gridni model, konstruiran z upoštevanjem prelomnic.



Kvalitetna BDPR mora vključevati tudi podatke o hidrologiji (jezera, omrežje rek) in infrastrukturnih objektih (ceste višjih kategorij, železnice). Njihov pomen za pravilno obravnavanje in modeliranje lahko s kvantitativnega stališča primerjamo z značilnimi naravnimi reliefnimi oblikami, pri čemer gre pri infrastrukturi in hidrologiji za značilne, izrazitejše, pogosto pravilne in večje oblike. Za vodenje prostorskih podatkov o hidrologiji in infrastrukturi so pri nas pristojne različne službe in jih topografske karte ne vsebujejo. V BDPR jih bomo vključili naknadno, ko bodo rešena osnovna vprašanja glede pristojnosti, vzdrževanja ipd.. Poleg te se odpirata še dve možnosti:

- vzpostavitev BDP terena (glej Rihtaršič/Fras 1991),
- s pravilno rešeno in standardizirano vsebino splošnega GIS-a sta lahko hidrologija in infrastruktura samostojni informacijski plasti, s povezovanjem različnih informacijskih plasti pa jih lahko v vsakem trenutku vključimo v modeliranje reliefa.

Glede na trenutno (ne)razširjenost in (ne)uporabnost takšnih podatkovnih baz pri nas lahko pričakujemo, da večina uporabnikov osnovne BDPR na začetku ne bo potrebovala. Zanimanje zanjo se bo povečalo šele čez čas, ko bodo uporabniki osvojili tehnologijo dela, spoznali njene možnosti (švicarske izkušnje) in jih znali pravilno izkoristiti.

Izvedene regionalne BDPR so modelirane (interpolirane) iz osnovne. Predstavljajo prvo in najnatančnejšo aplikacijo osnovne podatkovne baze in so osnova za modeliranje nadaljnjih uporabniških aplikacij. Izvedene podatkovne baze temeljijo na enostavnejših podatkovnih strukturah in so namenjene uporabnikom, ki o modeliranju reliefa ne vedo veliko, ne razumejo pomena osnovnih podatkov in jih zato tudi ne znajo pravilno interpretirati. V ta namen najpogosteje uporabljamo trikotniške in gridne modele poljubnih dimenzij. Modeliranje izvedenih podatkovnih baz temelji na posebnih interpolacijskih metodah, ki so del cenovno dostopnih in v praksi razširjenih DMR-programskih modulov (rutinski korak dela).

Ne glede na omenjene vsebinske zahteve je tudi za BDPR, podobno kot za ostale baze podatkov o prostoru, najprimernejši relacijski podatkovni model, ki temelji na poljubnem izmed standariziranih RDBMS-jev (povezljivost). V našem primeru smo se odločili za razširjeni grafično-relacijski model, kjer so vsi grafični podatki shranjeni ločeno od alfa-numeričnega (relacijskega) dela. Ker sta v okviru sistema oba dela podatkovne baze med seboj povezana, ima pri delu s podatkovno bazo uporabnik občutek, kot da v obeh primerih dela neposredno nad relacijskimi tabelami. Ker sta kreiranje in vzpostavitev fizične podatkovne baze predmet obvladovanja uporabljenega RDBMS-ja, se na to področje na tem mestu ne bomo podrobneje spustili.

MODELIRANJE PODATKOV

V okviru sistema za nastavitvev BDPR spadajo postopki modeliranja, takoj za zajemanjem podatkov in vzpostavitvijo osnovne baze, med pomembnejše korake. Pomen modeliranja stoji v ospredju pri uporabi BDPR (nivo natančnosti, ohranitev semantičnega pomena podatkov), njenem vzdrževanju (spreminjanje in dopolnjevanje, pretvorba med modeli) in dopolnjevanju ter prilagajanju novim zahtevam že obstoječih modelov.

Modeliranje zajema naslednje (možne) postopke dela:

- konstruiranje tridimenzionalne (3D) ploskve - modela reliefa preko podatkov, shranjenih v osnovni podatkovni bazi (vmesni produkt med osnovno bazo in uporabniki),
- editiranje osnovne podatkovne baze ali izvedenih modelov,
- filtriranje osnovne podatkovne baze ali izvedenih modelov,
- generalizacija osnovne podatkovne baze ali izvedenih modelov,
- združevanje izvedenih modelov in
- pretvorbo med različnimi modeli (poseben primer konstruiranja modelov reliefa).

Konstruiranje modela reliefa oz. aproksimiranje zemeljske površine, kakor tudi izvajanje nadaljnjih produktov in aplikacij, temelji na ustreznem nizu matematičnih operacij (interpolacijske metode), ki jih lahko izvedemo na

osnovi predhodno prestrukturiranih točk (trikotniški, gridni modeli) in vzpostavljene topologije med zajetimi podatki. Za izvedene modele velja:

- Nobeden izmed modelov ni popoln glede shranjevanja in obdelave podatkov ter reševanja različnih nalog (algoritmi). Ker ima na rezultate dela pri določenih nalogah izbira pravilnega modela odločilen vpliv, morajo biti današnji sistemi za računalniško podprto modeliranje reliefa prilagodljivi in omogočati hitro in enostavno pretvorbo med modeli različnih podatkovnih struktur. To je mogoče le, če razpolagamo tudi z osnovno BDPR (zajeti podatki).
- Nobena interpolacijska metoda ni popolna; kvaliteta modela je omejena s porazdelitvijo in gostoto vhodnih podatkov, dani nivo lahko z izbiro ustrezne interpolacijske metode samo ohranimo. Interpolacijski algoritem, ki je učinkovit na gladkem terenu, lahko na zelo razgibanem terenu popolnoma odpove. Zato moramo izbiro interpolacijske metode prilagoditi obliki reliefa, ki je spremenljiva, neponovljiva in je ne moremo matematično enolično določiti. Poleg tega moramo upoštevati tudi količino podatkov, saj so globalne interpolacijske metode pri veliki količini podatkov najpogosteje izredno nezanesljive.
- Sodobni interpolacijski algoritmi vključujejo razumevanje in pravilno interpretiranje tako geometričnih kot danih semantičnih informacij.

Zaradi zapletene podatkovne strukture in vezanosti na sposobnejšo računalniško opremo (algoritmi, spomin, čas) so se trikotniški modeli v praksi uveljavili šele v zadnjih nekaj letih. Osnovna slabost trikotniških modelov je zapletena struktura, vendar se, glede na kvaliteto aproksimiranega modela, gridni modeli ne morejo primerjati z njimi. V sklopu zasnovane BDPR imajo trikotniški modeli dvojen pomen, saj so lahko osnova za izvajanje standardnih produktov in aplikacij, ki so vezani na relief ali ostale 3D površine ali konstruiranje gridnih modelov, pri čemer lahko uporabimo enostavnejše in zanesljivejše interpolacijske metode. Osnovni prednosti takšnega dela sta neodvisnost (prvi korak lahko izvedemo neodvisno od drugega) in lokalni značaj rezultirajočega gridnega modela, ki je prilagodljiv lokalnim spremembam.

V praksi uporabljamo le triangulacijske algoritme, ki združujejo numerično stabilnost, robustnost in učinkovitost. Številni (kvalitetni) algoritmi, ki so teoretično enolično definirani in temeljijo na obdelavi podatkovnih nizov v lokalni okolici obravnavane točke ter pravih analitične geometrije, pri praktičnih problemih, zaradi vnaprej nepredvidenih (količina podatkov, oblika reliefa) in nepomembnih detajlov, pogosto odpovedo (Heller 1990).

Moderna, učinkovita, hitra in (zaenkrat) najboljša metoda konstruiranja trikotniških modelov je Delaunayeva triangulacija. Rezultat postopka je povezana prostorska mreža nepravilnih ravninskih (2D) trikotnikov, katerih oglišča ležijo v točkah dane BDPR. Tudi Delaunayeva triangulacija je pomanjkljiva ali nepravilna (izguba informacij, nepravilno interpretiranje posameznih oblik), zato v praksi uporabljamo z geometričnimi in omejitve-

nimi pogoji dopolnjene postopke. Sem spadajo številni lokalno izpopolnjeni algoritmi, ki so namenjeni reševanju posebnih problemov (združevanje ali vzdrževanje trikotniške mreže ipd, dodajanje novih točk, spreminjanje višine). Za naš primer so zanimive predvsem triangulacijske metode, prilagojene značaju izohips, ki vključujejo pravilno interpretiranje značilnih reliefnih oblik, lokalno preoblikovanje trikotnikov, razpoznavanje in naknadno upoštevanje prelomnic ipd..

Gridne modele konstruiramo s t.i. gridnimi interpolacijskimi metodami, ki so lahko lokalne ali globalne. Globalne interpolacijske metode so nenatančne in pri veliki količini podatkov nezanesljive, zato se v praksi pogosteje poslužujemo lokalnih metod. Glede na strukturo vhodnih podatkov ločimo dva pristopa modeliranja gridnih modelov:

- neposredni pristop: gridni model konstruiramo na osnovi osnovne BDPR; vhodni podatki so atributirane razsute prostorske točke in
- posredni pristop: gridni model konstruiramo preko vmesnega, najpogostejše trikotniškega modela reliefa.

Postopki posrednega konstruiranja gridnih modelov, ki so danes vedno bolj popularni, v splošnem temeljijo na istem izhodišču: izračunana višina iskane točke je odvisna od višin oglišč trikotnika, v katerem leži iskana točka. Med natančnejše postopke spada tudi trikotniško orientirana metoda bližnjih sosedov, pri kateri določimo koeficiente polinoma na osnovi višin oglišč in 1. in 2. odvodov, ki so odvisni od višin oglišč sosednjih trikotnikov. Če poteka preko posameznega trikotnika prelomnica, je prelomnica meja vplivnega območja interpolacijskega algoritma. Izboljšanje kvalitete, predvsem realnosti izvedenega modela, lahko (ob dani velikosti najmanjše gridne celice) naknadno dopolnimo z upoštevanjem in vključitvijo značilnih reliefnih oblik zemeljske površine (npr. lokalno trikotniško omrežje).

V modeliranje izvedenih modelov prištevamo tudi naloge, ki jih izvajamo z namenom izboljšave njihove kvalitete, odpravljanja pogrškov in vzdrževanja, kot so:

- filtriranje (glajenje, odstranjevanje točk - enaka kvaliteta modela, manjša količina podatkov),
- izboljševanje (poudarjanje detajlov oz. značilnih reliefnih oblik) in
- editiranje izvedenih modelov reliefa.

Postopki filtriranja modelov reliefa temeljijo na podobnih načelih kot digitalni nizkopasovni in visokopasovni filtri, ki jih poznamo s področja obdelave digitalnih slik. Tudi filtriranje modelov reliefa lahko izvedemo v dveh območjih - ploskovnem in frekvenčnem (konvolucija Fourierjeve transformacije). S pomočjo nizkopasovnih filtrov model reliefa gladimo, t.j. odstranjujemo posamezne nepomembne, odvečne ali nepravilne detajle. Rezultirajoči model je gladkejši, brez prekinitev, lukenj ipd.. Izboljševanje modela je poudarjanje detajlov in značilnih reliefnih oblik. Temelji na visokopasovnih

filtririh. Postopek je smiseln le pri trikotniških modelih, medtem ko gridne modele redko izboljšujemo. Filtriranje v ožjem pomenu je odstranjevanje odvečnih (neredundantnih) točk. V praksi v ta namen najpogosteje uporabljamo:

- že uveljavljene postopke za redukcijo odvečnih vmesnih točk (dopustno kotno odstopanje, ohranjanje enakih razdalj,...),
- ustrezno prilagojene digitalne filtre in
- posebne algoritme, ki temeljijo na trikotniški podatkovni strukturi in danem dopustnem vertikalnem (Z koordinata) odstopanju.

Pri editiranju modelov reliefa uporabljamo posebne editorje, ki so prilagojeni lastnostim modelov reliefa (3D prostor) in omogočajo interaktivno iskanje in spreminjanje posameznih elementov, ki so del BDPR in izvedenih modelov. Med osnovne funkcije takšnih editorjev spadajo: povezovanje, brisanje, dodajanje, spreminjanje višine, spreminjanje atributa in povratna kontrolna povezava med uporabnikom in sistemom.

Poseben primer modeliranja: generalizacija. Pri generalizaciji BDPR se držimo splošnih načel kartografske generalizacije, ki jih moramo prilagoditi posebnostim (3D prostor) in namenu BDPR. Ker so vsi podatki že dani v digitalni obliki, se vprašanju o uporabnosti in učinkovitosti avtomatske generalizacije ne moremo izogniti.

Z avtomatsko generalizacijo lahko rešimo vrsto problemov, ki so vezani na GIS-e, njihovo večnivojsko uporabnost (državni/lokalni nivo) in bazo digitalnega modela reliefa kot eno izmed informacijskih plasti GIS-a. Idealno gledano – avtomatska generalizacija je osnova za izvajanje aplikacij na vseh nivojih. To pomeni, da z eno in eno samo BDPR zadovoljimo vse uporabnike in omogočimo izvajanje vseh nalog. Čeprav nekateri proizvajalci sodobnih DMR/GIS programskih orodij že napovedujejo izdelavo modula za avtomatsko generalizacijo, v bližnji bodočnosti ne moremo pričakovati celovite in popolnoma avtomatske rešitve tega problema (vsi problemi ročne generalizacije s področja klasične kartografije so v tem primeru transformirani v 3D prostor!). Ločimo:

- generalizacijo osnovne BDPR in
- generalizacijo izvedenih podatkovnih baz, t.j. trikotniških in gridnih modelov.

Glede na stopnjo generalizacije, merilo, namen in uporabnost rezultatov so postopki generalizacije osnovne BDPR omejeni na selekcijo oz. izbiro pomembnih točk in redukcijo oz. odstranjevanje odvečnih točk. Ker se lahko z različnimi interpolacijskimi metodami in različno gostoto točk v izvedenih modelih prilagajamo zahtevam po različni natančnosti, generalizacija osnovne BDPR (razsutih točk) ne spada med običajne in pogoste korake dela.

Poznamo tudi več učinkovitih interaktivnih postopkov računalniško podprte generalizacije (polavtomatske) izvedenih modelov reliefa, npr.:

- generalizacija gridnih modelov temelji na tehnologiji glajenja digitalnih slik (Loon 1978, Zoraster 1984), generalizacija trikotniških modelov z odstranjevanjem nepomembnih točk (Gottschalk 1972),
- generalizacija, ki temelji na strukturnih linijah ipd..

Našteti postopki vseh problemov generalizacije ne rešujejo v popolnosti. Tudi kvaliteta rezultatov je spremenljiva in odvisna od razgibanosti zemeljske površine, razporeditve vhodnih podatkov, merila dela in stopnje generalizacije. Postopek avtomatske generalizacije je zajet v posplošenem modelu, ki združuje načela umetne inteligence, razumevanja slik in kartografske generalizacije, prilagojene lastnostim modelov reliefa (3D prostor). Model združuje in povezuje niz (soodvisnih) postopkov in temelji na naslednjih načelih:

- postopek generalizacije mora biti prilagodljiv različnim tipom reliefa, različnim merilom in različnemu namenu rezultatov,
- vključevati mora mehanizme (operatorje) za avtomatsko razpoznavanje strukture reliefa,
- podpirati mora kartografske in statistične postopke generalizacije,
- vključevati mora cenzuse generalizacije posameznih zemeljskih oblik (najmanjši element, eliminacija, združevanje itd.),
- izbira in kombinacija najprimernejših postopkov mora temeljiti na predhodno razpoznani strukturi reliefa.

Model združuje in medsebojno prilagaja tri osnovne postopke avtomatske generalizacije:

- globalno filtriranje (obdelava digitalnih slik) je primerno pri velikih spremembah meril in gladkem reliefu,
- selektivno filtriranje (iterativna procedura za avtomatsko razpoznavanje značilnih reliefnih oblik na osnovi višinskih razlik in danega praga) lahko uporabimo tudi na zelo razgibanem terenu, vendar le do določene stopnje generalizacije,
- heuristično generalizacijo (človek), ki temelji na generaliziranju strukturnih linij in je vezana na predhodni korak njihovega razpoznavanja, uporabimo na področjih, kjer gornja postopka ne podajata zadovoljivih rezultatov (interaktivno!).

Tako zasnovano avtomatsko generalizacijo lahko izvedemo v naslednjih petih korakih: razpoznavanje strukture, razpoznavanje postopkov dela, modeliranje procesa, izvajanje procesa in prikaz rezultatov (Weibel 1991).

Če razpolagamo z osnovno BDPR, ki vsebuje ustrezno atributirane razsute prostorske točke, se lahko pri gridnem modelu opisanemu problemu (avtomatske) generalizacije izognemo. Eno izmed načel v okviru digitalnega

modeliranja reliefa je: pri danih podatkih se lahko zahtevam po različni natančnosti prilagajamo z gridi različnih dimenzij. To pomeni, da lahko z gridom večjih dimenzij na osnovi natančnih podatkov izvedemo manj natančen in generaliziran model. Ker je slepo povečevanje velikosti osnovne gridne celice povezano z izgubo pomembnih informacij, kar lahko pokvari realnost in pravilnost rezultirajočega modela, predlagamo naslednji postopek:

- zahtevani natančnosti se prilagajamo s pravilno izbiro velikosti osnovne gridne celice, vendar
- pri konstruiranju gridne mreže (še vedno posredno preko trikotniškega modela) obvezno uporabimo bikubično ali natančnejše interpolacijske metode,
- vključimo vse geodetske in digitalizirane kritične točke, vključno z njihovim pomenom, kot nepremične točke največje natančnosti, t.j. ploskev reliefnega modela mora preko teh točk,
- vključimo in pravilno upoštevamo tudi vse značilne linijske reliefne oblike.

Prednost opisanega in popolnoma avtomatskega postopka generalizacije so enostavnost, hitrost in takojšnja izvedljivost (ne potrebujemo posebne programske opreme).

ZAKLJUČEK

Omenjena izhodišča, postopki in problemi, ki se jim zaradi omejitve s prostorom ne moremo boljše posvetiti, so bila osnova za vzpostavitev testnega modela BDPR. Pri tem smo uporabili:

- TTN 5 (relief) kot osnovni vir podatkov (skaniranje izohips, head-up digitaliziranje višinskih točk in značilnih reliefnih oblik),
- ČB skaner, ločljivost skaniranja 300 dpi (kvaliteta izohips),
- standardni RDBMS (INFORMIX) (glej shemo podatkovne baze),
- standardni programski paket za modeliranje podatkovne baze.

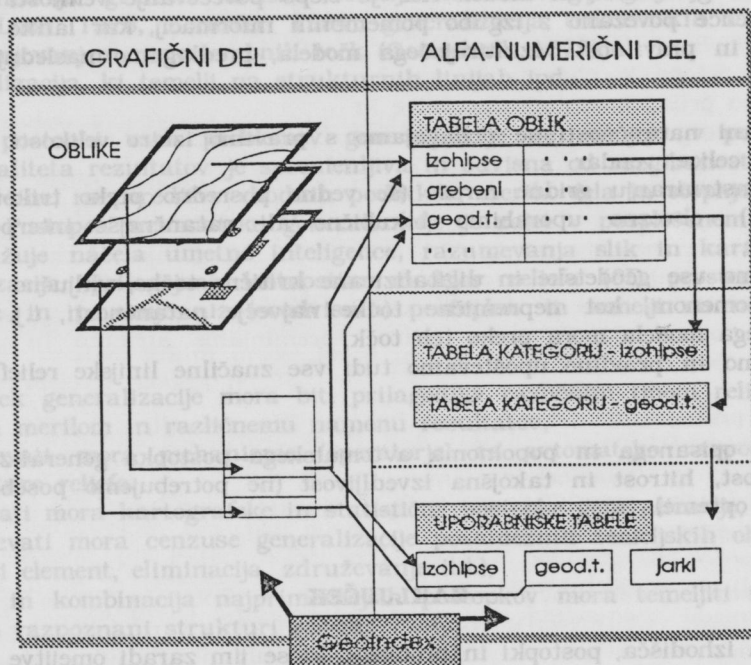
Vzpostavljena BDPR izpolnjuje osnovne tri izmed zastavljenih ciljev:

- nivo njene uporabnosti in zanesljivosti leži v rangi grafične natančnosti merila 1:5000,
- "inteligentni" značaj in
- dejanska vzpostavitev podatkovne baze in njena neposredna povezljivost v GIS.

Natančnosti podatkovne baze nismo posvetili posebne pozornosti, saj jo zagotovljajo:

- izbrani postopki A/D pretvorbe z naknadno obdelavo rastrskih podatkov,
- kvalitetni instrumenti in

Slika 6: Shema vzpostavljene podatkovne baze.



- pazljivo izvajanje ročnih postopkov z ustreznimi kontrolami dela (odstranitev grobih pogrškov),
- uporabljena metodologija modeliranja (zajemanje in upoštevanje značilnih reliefnih oblik, projiciranje 2D oblik v 3D prostor) ipd..

Vzpostavitev podatkovne baze in strukturiranje podatkov sta nalogi, pri katerih si nismo mogli pomagati s tujimi izkušnjami. Osnovni vodili sta nam bili dane zahteve (povezljivost v GIS) in standardni RDBMS. Z rezultatom smo več kot zadovoljni: vzpostavili smo relacijsko podatkovno bazo, ki je neposredno povezljiva v GIS in obenem izpolnili dane vsebinske zahteve. Kot logično posledico danih izhodišč smo vzpostavili topologijo, ki na področju (samo) digitalnega modeliranja reliefa ni običajna. Vzporedno s tem smo odprli možnost njene uporabe, ki je vnaprej nismo načrtovali – kot samostojna informacijska plast specialnega GIS-a za relief omogoča, poleg standardnih DMR produktov, izvajanje geografskih aplikacij, analiz in poizvedovanj, ki so neposredno vezana na relief.

Med pomembnejša izhodišča spada tudi čas, ki ga potrebujemo za vzpostavitev sistema, šolanje primernih kadrov in realizacijo projekta preko cele

države: z razpoložljivim orodjem (1 delovna postaja) in dvema operaterjema, ki delata v dveh izmenah, lahko delo končamo v 3 letih. Ker lahko časovno najzamudnejše operacije brez sprememb, dodatnega izobraževanja kadrov in tudi brez nepotrebnega povečanja časa izvedemo na bolj razširjenih PC računalnikih, lahko BDPR vzpostavimo tudi hitreje.

Na koncu bomo preleteli osnovne značilnosti (naše praktične izkušnje) posameznih korakov dela. Možnosti in uporabnost postopkov skaniranja z naknadnimi koraki obdelave rastrskih slik lahko strnemo v:

- za zajemanje velike količine grafičnih podatkov je skaniranje že danes najprimernejši postopek dela;
- avtomatska vektorizacija je že izvedljiva, vendar so rezultati najpogosteje zelo slabi; zato se v praksi poslužujemo programskih modulov za interaktivno vektorizacijo, ki so prilagojeni značaju obravnavanih grafičnih elementov (izohipse);
- glede na zapletenost problematike programskih modulov ni smiselno razvijati doma; poznamo vrsto preizkušenih, kvalitetnih in cenovno ugodnih paketov, ki rešujejo večino spremljajočih problemov;
- vseh korakov dela ne moremo vnaprej enolično predvideti, probleme moramo reševati sproti;
- zajemanje podatkov je časovno najbolj obsežen postopek dela, vezan na veliko količino napornega operaterjevega dela (editiranje).

Današnji sistemi podatkovnih baz pogojujejo:

- izbiro poljubnega izmed standariziranih RDBMS-ov, ki so med seboj povezljivi in jih lahko vzpostavimo na računalnikih različnih zmogljivosti, pri čemer nismo vezani na aplikativno programsko opremo (standardi),
- z operativnega stališča je za BDPR najboljši razširjeni (grafično-relacijski) podatkovni model,
- ustrezno zasnovana baza je povezljiva s standardnimi GIS orodji in lahko nastopa kot specialni GIS,
- objektno-orientirani sistemi operativno še niso uporabni, lahko jih uporabimo kot nadgradnjo na nižjih nivojih oz. dograditvi osnovne podatkovne baze v specialen GIS,
- pravilno strukturiranje podatkov in polnitev podatkovnega modela sta predpogoj za kvaliteto celotnega sistema, vzpostavljene podatkovne baze in stopnjo njene uporabnosti.

Glede modeliranja podatkov v sklopu celotnega sistema lahko izpostavimo:

- osnovna regionalna baza razsutih prostorskih točk je osnova za konstruiranje poljubnih izvedenih modelov (trikotniški in gridni) in vseh nadaljnjih aplikacij,
- idealna podatkovna struktura modela reliefa ne obstoja, zato sodobni sistemi vključujejo možnost pretvorbe med posameznimi podatkovnimi

- modeli; hitra in kvalitetna pretvorba je mogoča le, če razpolagamo z osnovno BDPR,
- kvaliteta modelov je omejena s kvaliteto osnovne baze in odvisna od algoritmov modeliranja; s pravilnim interpretiranjem reliefnih oblik lahko dani rang samo izpolnimo ali pokvarimo – preseči ga ne moremo;
- s transformacijo značilnih reliefnih oblik, ki so na topografskih kartah podane samo planimetrično, v 3D prostor in ponovnim konstruiranjem modelov reliefa lahko natančnost, predvsem pa realnost in izgled rezultirajočih modelov zelo povečamo,
- zaradi hitrosti modeliranja trikotniških in gridnih modelov ni potrebno hraniti v podatkovni bazi (v našem primeru imamo posreden vstop tudi v podatkovno bazo, pri čemer uporabnik ne ve, da ne dela neposredno nad bazo) ipd..

UPORABNOST

Ob dani natančnosti prepuščamo uporabo BDPR in izvajanje konkretnih aplikacij posameznikom. Izpostavili bomo le lastnosti, ki predstavljata novost. Vzpostavljena BDPR je:

- neposredno povezljiva v splošen GIS,
- lahko samostojna (in edina) informacijska plast specialnega GIS-a in obenem platforma za izgradnjo drugih specialnih GIS-ov.

Neposredno povezljivost BDPR v splošni GIS zagotavljajo:

- relacijska podatkovna baza,
- uporabljeni in standarizirani RDBMS (INFORMIX), ki je neposredno povezljiv z ostalimi standardnimi RDBMS-i,
- neodvisnost podatkovne baze od strojne in programske opreme in
- hierarhična zasnova projekta in sheme, ki v okviru podatkovne baze predstavljata vrh drevesa; po potrebi ju lahko prestavimo na nižje nivoje in jima priredimo nove veje (druge informacijske plasti) – novi vrh drevesa je v tem primeru GIS (podobno velja za specialne GIS-e).

BDPR lahko nastopa kot samostojna informacijska plast specialnega GIS-a (GIS za relief), kar omogočajo pravilna zasnova projekta, sheme in struktura shranjenih podatkov. Na osnovi vzpostavljene topologije in vseh elementov, ki jih hranimo v sistemu, lahko izvajamo osnovne geografske analize, kreiramo vplivna območja, izvajamo nekatera (na relief vezana) vprašanja in polzvedovanja ipd.:

- koliko vrtač, ki so globlje od 5m, leži na izbranem omejenem območju,
- poišči vse prelomnice, ki so ponazorjene s kartografskim pogojnim znakom,
- poišči območja, kjer je nagib večji od 15% ipd..

Na osnovi specifikacij (enostavni grafični simboli za izris shranjenih oblik) lahko izrišemo ustrezne kartografske prikaze. Z dodatnim kreiranjem knji-

žnice simbolov lahko vključimo tudi zapletenejše kartografske pogoje zna-
ke Možnosti je veliko.

Odprta so ostala nekatera vprašanja, ki so v tem trenutku izven našega dosega, a imajo na uspešno realizacijo projekta na regionalnem nivoju lahko odločilen vpliv. Glede na značaj jih lahko strnemo v štiri skupine:

- vsebinske zahteve: vprašanje kartografskih pogojnih znakov, hidrologije in infrastrukture ter smiselnost nastavitve baze digitalnih podatkov terena in ne reliefa,
- tehnološki problemi, ki so vezani na izpopolnitev (avtomatizacijo) časovno zamudnih interaktivnih postopkov dela (avtomatska vektorizacija, avtomatska generalizacija,...) in problem horizontalnega združevanja podatkovne baze,
- upravno-pravni problemi: pristojnosti, lastništvo, nadzor, vzdrževanje, sistem kontrole ipd.,
- problem ponudbe in uporabnosti BDPR.

Skratka - odprtih je še veliko problemov, ki jih moramo rešiti. Tehnologija dela se iz dneva v dan spreminja, zato lahko tudi na tem področju pričakujemo še veliko sprememb. Nepotrebno izgubljanju besed in številnim dogovarjanjem se lahko izognemo le s takojšnjim delom (sistem smo vzpostavili, tehnologija je tu...), ki pa ni smiselno, če vzpostavljene BDPR ne bo nihče uporabljal. Prva naloga, ki nas že čaka, je izobraževanje posameznikov - vseh tistih, ki bazo digitalnega modela reliefa potrebujejo, a je ne znajo uporabljati ali imajo slabe izkušnje z zastarelim modelom DMR100 in ne poznajo možnosti, ki jih odpirajo sodobne baze digitalnih podatkov reliefa.

KAKO TUDI S SLABŠIM DMR DO USPEŠNIH APLIKACIJ

Dalibor Radovan

UDK 528.9:681.3

Izuleček

Opisan je postopek korekcije in analize natančnosti uradnega DMR-100 za celo Slovenijo. Kot alternativna je naveden projekt digitalne baze reliefa, ki temelji na digitalnih plastnicah. V smislu izboljšave DMR sta obdelana pomen in smiselnost uporabe interpolacijskih metod. Na koncu je predstavljenih pet aplikacij DMR-100 s področja kartografije, prostorskega planiranja, radiodifuzije in višje geodezije.

UDK 528.9:681.3

Abstract

SUCCESSFUL APPLICATION OF FUZZY DEM DATA

The methods of correction and error analysis for the official 100x100 m DEM of Slovenia is described. As alternative, the project of digital terrain data base with digital contours is proposed. Spatial interpolation methods are briefly mentioned in the sense of their usability for DEM enhancement. At the end, five applications based on DEM are presented for the purposes of cartography, planning, radiodiffusion and geodesy.

UVOD - KRATKA ZGODOVINA DIGITALNEGA MODELA RELIEFA V SLOVENIJI

Digitalni model reliefa s stometrsko mrežo (DMR-100) je bil v Sloveniji zajet v sedemdesetih letih iz temeljnih topografskih načrtov (TTN) v merilih 1:5000 in 1:10000. V času, ko je nastajal, se je začela pojavljati tudi prva programska oprema s tega področja, ki je bila v glavnem omejena na preprostejše aksonometrične prikaze terena in nekatere celične aplikacije v SYMAP tehniki. DMR-100 je bil predstavljen kot sestavni del prostorskega informacijskega sistema (PIS), (Banovec, Lesar 1975). V praksi pa je resnično zaživel šele ob koncu osemdesetih let, ko je razvoj mikror računalnikov omogočil uporabo geoinformacijske infrastrukture v digitalni obliki tudi uporabnikom izven raziskovalne sfere.

Mag. Dalibor Radovan, dipl. ing. geod., Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, Ljubljana

IZVEDBA KOREKCIJ IN NATANČNOST POPRAVLJENEGA DMR-100

Žal se je izkazalo, da obstoječi DMR-100 vsebuje obilico napak, ki so iz različnih vzrokov nastale pri zajemu podatkov. Z naraščajočim zanimanjem za uporabo DMR-100 je rasla tudi potreba po generalni reviziji in korekciji nadmorskih višin. Leta 1990 je Republiška geodetska uprava pri Inštitutu za geodezijo in fotogrametrijo (IGF) naročila projekt odpravljanja grobih pogrškov.

Višine so bile originalno ocenjene s pomočjo plastnic na načrtih, zajem pa je opravljal v ta namen samo delno priučen kader (študenti, risarke, geometri). Odstopanja so v glavnem nastopila iz naslednjih res raznovrstnih vzrokov:

- napačno ocenjena smer padanja (naraščanja) terena - pogršek od 1 do 100 m,
- napačno odčitana glavna plastnica - pogršek 50, 100 ali več metrov,
- napaka pri štetju plastnic - običajno 5 m pri TTN 5 ali 10 m pri TTN 10,
- napake zaradi slabe ocene višin pod pogojnimi znaki za skalovje, melišča, itd. - pogrški tudi čez 100 m,
- namerna malomarnost, hitro odčitavanje na oko - pogrški do 50 m in celo več na velikih površinah,
- grobi pogršek pri shranjevanju (vpisovanju) višin v datoteko - pogrški celo do 1000 m,
- namerno zaokrožanje višin - pogršek do polovice ekvidistance,
- napačne koordinate enega ali več blokov po 100 višin,
- rotacija ali zrcaljenje bloka 100 višin zaradi neupoštevanja formata zapisa (neznanje in malomarnost),
- napake kartografskega materiala zaradi nepravilnih oznak plastnic in kot terena,
- drugi znani in neznani vzroki.

Pogrške smo iskali na več načinov; celoten DMR-100 smo trikratno prečesali:

- z aksonometričnim izrisovanjem blokov 10 x 10 višin - odkrivanje vizualno grobih pogrškov,
- z aksonometričnim izrisovanjem več blokov skupaj - odkrivanje neskladij med bloki in na robovih,
- matematično z nelinearno interpolacijo in primerjavo izračunanih višin z danimi višinami DMR-100. Toleranco odstopanja smo prilagajali tipu terena.

Programska oprema je bila izdelana na IGF. V splošnem smo ugotovili, da je odstopanja pod 20 metri (odvisno tudi od razgibanosti terena) težko z gotovostjo identificirati. V sklopu te naloge smo izvedli tudi primerjalno analizo odstopanj med bazo geodetskih točk, ki imajo terensko na 1 cm

natančno izmerjene višine in popravljenim DMR-100. Upoštevali smo 17000 geodetskih točk, ki leže v nivoju terena. Z nelinearno interpolacijo smo iz DMR-100 ponovno izračunali višino vsake geodetske točke in jo primerjali z višino iz dane baze. Izločili smo tudi točke, ki so bile iz različnih vzrokov po nadmorski višini grobo napačne v primerjavi z DMR-100. Pri valorizaciji rezultatov smo pri vsaki točki matematično upoštevali frekvenčno in amplitudno razgibanost lokalnega reliefa. Tako smo dobili naslednje vrednosti za višinsko natančnost popravljenega DMR-100 (Radovan, 1990b):

- nerazgiban teren: +- 3.3 m
- razgiban teren: +- 9.0 m
- zelo razgiban teren: +- 16.1 m
-
- DMR-100 kot celota: +- 10.0 m

Kljub vsem naporom pa smo se tudi po izvršeni korekciji še vedno srečevali s pogreški baze DMR-100, predvsem zaradi napačnih celotnih blokov velikosti 1 km². Te smo sproti ponovno zajeli oziroma popravili. Dejstvo je, da niti vizualne niti matematične metode ne odkrijejo popolnoma vsega, temveč pogrešek opazimo šele pri konkretni uporabi podatkov, zato je tudi zgornjo oceno natančnosti treba jemati nekoliko z rezervo.

DIGITALNA BAZA RELIEFA KOT ALTERNATIVA OBSTOJEČEMU DMR-100

Leta 1991 je IGF kandidiral na natečaju za izvedbo projekta digitalnega informacijskega sistema reliefa, ki ga je razpisalo Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora. Baza reliefa je bila pri tem le eden izmed predvidenih slojev geoinformacijske infrastrukture. Prav tako so bili vključeni tudi katastra zemljišč in zgradb, ter bazi infrastrukture in hidrografije. Zahteve za izvedbo projekta so bile v kratkem naslednje:

- orientiranost na objekte kot nosilce informacij,
- korporiran grafično-atributni pristop, oziroma možnost transfera podatkov v GIS,
- ohranitev natančnosti originalnih podatkov v okviru natančnosti metode zajemanja,
- zajem s skaniranjem in vektorizacijo oleat načrtov v merilih 1:500 in 1:5000,
- izris založniških originalov na dimenzijsko stabilni foliji po geodetskih standardih natančnosti in po kartografskem ključu,
- izmenjava podatkov s soizvajalci,
- izdelava predlogov za bodoče GIS-funkcije, generalizacijo, modele zajemanja, kvalitete in zanesljivosti, upravljanje, hranjenje in vzdrževanje baze.

Za testno območje okolice Šentjerneja pri Kostanjevici smo zajeli kompletne oleate reliefa kot tri vsebinske sloje (Radovan, 1992a):

- plastnice,
- lomne linije in
- točkovne elemente in kote terena.

Izdelana sta bila objektni in signaturni katalog za vse možne objekte, ki nastopajo v zgornjih treh slojih. Na vsak objekt je bilo navezanih tudi po nekaj atributov, ki opredeljujejo zajem, kvaliteto in zanesljivost podatkov. Delo je bilo opravljeno s PC verzijo ARC/INFO, AutoCADom, ter različno pomožno programsko opremo za skaniranje, digitalizacijo, avtomatsko vektorizacijo, grafično editiranje, transformacije, interpolacije, generalizacijo linij, ter konverzijo podatkovnih formatov. Del opreme je bil že predhodno razvit na IGF, ostalo pa so kupljeni licenčni programi.

Ker naj bi bila baza večnamenska oziroma prilagojena uporabnikom GIS orodij, je bila ena od predvidenih aplikacij tudi generiranje DMR poljubne gostote direktno iz digitalnih plastnic in kot terena. V ta namen smo izvedli analizo natančnosti zajetih plastnic v primerjavi z bazo merjenih geodetskih točk testnega območja na podoben način, kot je to opisano v prejšnjem poglavju 2. Srednji pogrešek primerjave originalnih in nelinearno interpoliranih nadmorskih višin geodetskih točk iz digitalnih plastnic in kot je odličen: ± 0.71 m, kar nam kaže na to, da bi tako zastavljena baza reliefa resnično lahko predstavljala alternativo starejšemu DMR-100, vendar ob precej višji ceni zajema.

VLOGA INTERPOLACIJSKIH METOD PRI MODELIRANJU RELIEFA

Interpolacijske metode igrajo pri modeliranju reliefa zelo pomembno vlogo, včasih pa celo pomembnejšo, kot jim v resnici pripada. Vsekakor nam mora biti jasno, da od interpolacije ne moremo pričakovati več kot od podatkov samih, pa naj bo metoda še tako dodelana in natančna. To nam pove tudi izrek o vzorčenju (sampling theorem) iz Fourierove analize periodičnih funkcij (Brigham 1988, Kraus 1984). Če namreč relief obravnavamo kot periodično funkcijo neke valovne dolžine, potem lahko z vzorčenjem te ploskve dobimo povratno popolno informacijo le, če je interval vzorčenja manjši od polovice te valovne dolžine. To pa pomeni, da iz preredkega, npr. stometrskega grida nima smisla interpolirati višin na 10 metrov, ker smo pri zajemu stometrskega grida avtomatsko izgubili vse morfološke oblike terena, ki so manjše od 50 metrov.

Interpolacija pride torej v poštev le pri prediciranju pojavov, ki so pomanjkljivo zajeti, ne pa tudi tistih, ki sploh niso zajeti zaradi preredkega, oziroma neustreznega vzorčenja. Kljub vsemu pa v primerih, ko ni zahtevana visoka natančnost, vendarle lahko uporabimo interpolacijo za glajenje, zgoščevanje ali manj natančno predikcijo npr. obstoječega DMR-100.

Na IGF so bile v bližnji preteklosti opravljene obsežne raziskave tako točkovnih, kot tudi arealnih prostorskih interpolacijskih metod (Radovan, 1988a, 1988b, 1990a). Pri tem so bile programirane in preizkušene naslednje nelinearne variante - navedene po stopnji kompliciranosti, ki delno ponazarja tudi kvaliteto interpolacije:

- kriging - štirje različni modeli variogramov z ali brez "nugget" efekta, nelinearna optimizacija za "fitting" modela,
- metoda najmanjših kvadratov s kovariančnimi funkcijami,
- Gaussova kovariančna funkcija z nelinearno optimizacijo,
- bikubični zlepki (spline) - trije različni robni pogoji,
- Hardyeva metoda z multikvadratnimi enačbami - tri različne jedrne funkcije,
- trend funkcije - trije različni redi,
- metoda distančnih uteži - štiri različne utežne funkcije z regulacijo glajenja,

ter dodatno še arealna piknofilaktična metoda, ki pride v poštev predvsem za modeliranje in napovedovanje gostot in podobnih tematskih pojavov.

Na testnih območjih različnih razgibanosti je bil raziskan prag natančnosti, pod katerega se z interpolacijo pri DMR-100 ne moremo več pomakniti, ne glede na sofisticiranost metode. Informativno naj navedem samo dve vrednosti teh pragov:

- približno 5 m za pretežno nerazgiban teren in
- približno 25 metrov za zelo razgiban hribovit svet.

Pri tem se rezultati različnih metod bistveno ne razlikujejo med seboj. Razlika se pokaže šele pri natančnejših in gostejše zajetih DMR! Podobno sklepanje najdemo tudi v članku (Makarovič, 1972), kjer avtor celo predlaga uporabo najnavadnejše linearne interpolacije za preredko vzorčene ploskve.

IZBRANI PRIMERI APLIKACIJ DMR-100 S PROGRAMI IZDELANIMI NA IGF

ANALITIČNO KARTOGRAFSKO SENČENJE

Analitično senčenje reliefa za potrebe klasične kartografije je v svetu uporabljano že precej časa, čeprav sprva na precej primitivni ravni (Yoeli 1965), kar pa je bilo pogojeno predvsem z razvojem ustreznih rastrskih risalnikov. Klasično kartografsko senčenje je mukotrpen in za eno samo karto tudi po več tednov trajajoč proces. Na IGF je bil z razvojem ustrezne programske opreme ta proces skrajšan za 10 do 20 krat (Rozman, Radovan, 1985, Radovan, 1992b).

Postopek temelji na računskem ugotavljanju refleksij celic DMR-100 potem, ko se izbere neka fiktivna osvetlitev. Ta je lahko lokalno prilagojena terenskimi robovom, ki se jih mora predhodno digitalizirati in matematično navezati na DMR. Senčenje se ne podreja splošnemu Lambertovemu fizikalnemu zakonu, ki ga uporabljajo CAD programi, temveč vključuje psihološko-kognitivna dognanja percepcije senčenja na karti (Imhof, 1965). Bistvene razlike so v osvetlitvi s severne nebesne poloble, da se izognemo inverznemu efektu, in v lokalnih modulacijah osvetlitve. Program, napisan v Turbo Pascalu, omogoča naslednje avtomatske posege v vsebino slike:

- lokalno prilagajanje horizontalnega in vertikalnega kota osvetlitve terenskimi oblikam,
- korekcije kontrasta in osvetlitve v odvisnosti od nadmorske višine,
- maskiranje ravninskih delov terena,
- invertiranje slike,
- uporabo 64-tonske skale psevdoslučajnostnih rastrov, ki omogočijo poltonski, izredno kvaliteten izris,
- zgoščevanje DMR z različnimi interpolacijskimi metodami,
- glajenje in ostritev robov (grebenov),
- izris na laserski in matrični tiskalnik ter ekran.

Izrise senčenja s to metodo smo pred kratkim uporabili za poizkusni tisk karte občine Ljubljana-Šiška (IGF) in izseka Julijskih Alp (Geodetski zavod RS). Obe karti sta v merilu 1:50.000.

"OVERLAY" RASTRSKIH KART HIPSOMETRIJE, NAKLONOV, OSONČENJA, EKSPONIRANOSTI IN VRŽENIH SENC

Eni od prvih, ki so začeli uporabljati podatke DMR-100, so bili v Sloveniji urbanisti in prostorski planerji. Pri svojem delu izdelujejo kompozitne analize, ki jih dobe s prekrivanjem vsebine različnih prostorskih baz. Podatki o oblikovitosti terena igrajo pri tem zelo pomembno vlogo.

Potreba po računalniških analitskih kartah, ki niso nič drugega kot "overlay" v GIS tehnologiji, ali pa oleate v klasični tematski kartografiji, se je v Sloveniji pojavila že precej let pred pojavom prvega ARC/INFO na našem tržišču. Ker smo DMR-100 že imeli, potrebne programske opreme pa pri nas še ni bilo, smo leta 1986 razvili programe, ki delujejo na nivoju rastra oziroma pixlov, in katere smo kasneje še večkrat dodatno nadgrajevali (Rozman, Radovan, 1991). Ti omogočajo:

- izris hipsometrične karte,
- izris karte naklonov,
- izris karte jakosti osončenja,
- izris karte vrženih (naravnih) senc terena,
- izris karte eksponiranosti,
- izris analitske karte s prekrivanjem dveh do petih zgornjih kart.

Pri vsaki karti je možen tudi izhod v obliki matrike zaradi kasnejših numeričnih analiz ali trodimenzionalnega aksonometričnega prikaza tematike. Kot spremljajoča vsebina se lahko izrišejo tudi dodatno digitalizirani linijski in točkovni elementi.

Poseben pomen ima tu zadnja, analitska opcija. Ta omogoči na primer formiranje karte, ki prikazuje samo celice, ki so nižje od 500 m, imajo naklon do 10 stopinj, ter pri osenčenju z jugozahoda pod kotom 30 stopinj niso v senci. Podobnih kombinacij je lahko nešteto, lahko pa nam pomagajo pri kvalifikaciji primernosti terena za različne dejavnosti, kot so na primer:

- kmetijstvo (vinogradništvo, poljedelstvo),
- urbanizem (lokacija in orientiranost posameznega objekta),
- načrtovanje tras daljnovodov,
- načrtovanje smučišč, itd.

Skratka, dosežena je funkcionalnost programske opreme na podobni ravni, kot jo ponujajo današnja komercialna orodja GIS.

PROSTORSKA VIZUALIZACIJA RABE PROSTORA

Del programskega paketa DMR (Rozman, Radovan, 1991) predstavlja tudi aksonometrični prikaz terena z vrisanimi točkovnimi, linijskimi ali arealnimi elementi, ki jih moramo predhodno digitalizirati. Zaključene areale, kot je na primer raba prostora, je treba navezati na posamezne celice DMR tako, da jih dvignemo na odgovarjajočo nadmorsko višino, ter ugotovimo pripadnost celice izbrani vrsti rabe tal. V treh dimenzijah se vsaka celica prikaže s šrafitiranjem v tisti barvi, ki ustreza konkretni rabi. Ker je v model možna hkratna vključitev linij (ceste, reke) in točk (objekti), nam je s tem omogočena vizualizacija kompletnega terena v poljubnem pogledu.

Uporabnost takšnih prikazov je predvsem v možnosti simulacij in vizualizacij idejnih projektov različnih zajezev, izkopov, gradnje cest in sečnje gozdov. Seveda pa nista zanemarljivi tudi preglednost in grafična atraktivnost pri prezentacijah tako laikom kot strokovnjakom.

VIDNOST IN SENCE SIGNALOV RADIOTELEVIZIJSKIH ODDAJNIKOV

Za uporabnike s področja radiodifuzije in radarskih sistemov je vprašanje dometa, vidnosti in senc oddanih signalov vitalnega pomena za uspešno opravljanje dejavnosti. Še preden pričnejo z gradnjo RTV oddajnika, morajo opraviti raziskave terena v bližnji in tudi relativno oddaljenejši okolici okrog predvidene lokacije objekta. Še pred uvedbo računalniških rešitev je to pomenilo obsežna računanja smeri, v katerih žarkovje oddajanja zadane

v terensko vzpetino in prekine signal, kar pomeni nastanek radijske (ali radarske) sence. Vsak oddajnik naj bi seveda imel čim manj takšnih mrtvih območij, zato se naprave postavljajo na čim bolj izpostavljene lokacije. Sprejem oziroma vidnost signala se je v preteklosti računala iz plastnic na topografskih kartah.

Na IGF je bila za te potrebe razvita programska oprema, ki uporablja podatke DMR-100, in ima naslednje lastnosti in funkcije (Rozman, 1991):

- izračun in 3D aksonometrični izris arealov senc signala,
- izračun in 2D izris žarkovja vidnosti (sprejema) signala,
- upoštevanje atmosferske refrakcije in ukrivljenosti Zemlje,
- vris točkovnih objektov pri obeh načinih izrisa (naselja, drugi oddajniki),
- maksimalni radij dometa je 75 km okrog oddajnika.

Izris aksonometrije je podoben kot pri vizualizaciji rabe prostora iz prejšnjega poglavja 5.3. Tlorisni izris izgleda kot koncentrično, mestoma prekinjeno žarkovje z gostoto ene stopinje ali več.

OPTIMIZACIJA RAČUNANJA TOPOGRAFSKIH ODKLONOV VERTIKALE

Kot zanimivost naj na koncu omenim še uporabo DMR v višji geodeziji, kjer nas ponavadi zanimajo mase in privlačnost kamnin pod površino terena.

Že precej daljnega leta 1984 smo DMR uporabili pri raziskavah ploskve geoida v Sloveniji (Radovan, 1984a, 1984b, Vodopivec et al, 1985). Pri tem nas je zanimala gravitacija mase kamnin v bližnji in tudi zelo daljni okolici astro-geodetskih točk visoke preciznosti. Veliki presežki in primanjkljaji mase (hrabi in doline) namreč v odvisnosti od oddaljenosti z različno močjo vplivajo na smer težišnice, ter s tem tudi na obliko geoida, ki predstavlja nulto ekvipotencialno ploskev. Ta fizikalni efekt ima za posledico korekcijo koordinat zaradi takoimenovanega topografskega odklona vertikalne. Raziskava je dala kot rezultat optimalni vzorec gostote DMR (varibilna velikost celice) za različne tipe terena, ter enačbe za topografske odklone vertikalne, ki so bile izpeljane za prizmatoide kamnin pod celicami DMR. Kot osnova je služil uradni DMR-100, ki ga je bilo potrebno lokalno še razredčiti ali zgostiti. Optimizacija je bila v celoti izvedena računalniško na tedanjem univerzitetnem računalniku DEC-10.

Aplikacija seveda nima neposredne zveze z GIS, vsaj v konvencionalnem smislu ne, je pa lep primer uporabe precej nenatančnega in še dodatno generaliziranega digitalnega modela reliefa pri zelo preciznih izračunih.

ZAKLJUČEK - UPORABNOST APLIKACIJ IN KVALITETA DMR

V članku je opisana natančnost in uporabna vrednost uradnega DMR-100, za primerjavo pa je navedena še alternativna varianta baze reliefa v obliki digitalnih plastnic. Razlika je več kot očitna, vendar v okviru te razprave nisem imel namena favorizirati katerekoli izmed rešitev. V poglavju 5. je namreč predstavljenih pet aplikacij, za katere nam DMR-100 v celoti zadošča. Pri tem je koristno vedeti, da je natančnost izbrane aplikacije (E) lahko izražena kot konvolucija funkcije aplikacije (w) in funkcije natančnosti modela reliefa (e), kar splošno zapišemo kot $E=w*e$ (Oestman 1987). To pa praktično pomeni, da lahko izračunamo do katere velikosti celic DMR lahko z izbrano aplikacijo dobimo rezultate, ki bodo zadostili našim zahtevam natančnosti.

V zgoraj opisanih primerih smo vsaj približno vedeli za natančnost DMR-100, ki ni ravno visoka, pa vendar lahko zaključim, da smo kljub vsemu z doseženimi rezultati zadovoljni. Razumeti moramo seveda, da natančnejši zajem takšnih podatkov pomeni tudi skokovito povečanje cene celotne aplikacije.

LITERATURA IN VIRI

- Banovec, T., Lesar, A., 1975: Digitalni model reliefa Slovenije, PIS SRS II.faza, elaborat št.2, Ljubljana.
- Brigham, E.O., 1988: The fast Fourier transform and its applications, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Imhof, E., 1965: Kartographische Gelaendedarstellung, Walter de Gruyter & Co., Berlin.
- Kraus, K., 1984: Photogrammetrie, Band 2, Theorie und Praxis der Auswertssysteme, Ferd. Dummlers Verlag, Bonn.
- Makarovič, B., 1972: Information transfer in reconstruction of data from sampled points, Photogrammetria, Vol.28, No.4.
- Oestman, A., 1987: Accuracy estimation of digital elevation data banks, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.53, No.4.
- Radovan, D., 1984a: Optimizacija digitalnega modela reliefa za račun topografskih odklonov vertikale, diplomska naloga, 130 strani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.
- Radovan, D., 1984b: Optimiranje digitalnega modela reliefa za računanje topografskih odklonov vertikale, Geodetski vestnik, Letnik 28, Št.4.
- Radovan, D., 1988a: Prostorske interpolacijske metode v avtomatizirani kartografiji, seminarska naloga na podiplomskem študiju, 121 strani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.
- Radovan, D., 1988b: Interpolacijske metode v tematski kartografiji, raziskovalna naloga PORS, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, Ljubljana.
- Radovan, D., 1990a: Nekateri problemi reagregacije prostorskih podatkov

- pri arealnih interpolacijskih metodah, magistrska naloga, 131 strani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.
- Radovan, D., 1990b: Korekture in analiza digitalnega modela reliefa Republike Slovenije, tehnično poročilo, 16 strani, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, Ljubljana.
- Radovan, D., 1992a: Kompiuterizacija evidenc geodetske službe, Digitalni informacijski sistem reliefa, Metodološko-tehnološka nastavitvev, raziskovalna naloga MVOUP, tehnično poročilo, 41 strani, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, Ljubljana.
- Radovan, D., 1992b: Analitično kartografsko senčenje DMR s psevdoslučajnostnimi rastri, Geodetski vestnik, Letnik 36, Št.3.
- Rozman, J., 1991: Programski paket za izračun in prikazovanje območja oddajanja radiotelevizijskih oddajnikov, priročnik, 24 strani, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, Ljubljana.
- Rozman, J., Radovan, D., 1985: Uporaba laserske elektrografije pri računalniškem stavljanju tekstov in slik ter pri računalniški kartografiji, raziskovalna naloga PORS, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, Inštitut Jožef Stefan, Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana.
- Rozman, J., Radovan, D., 1992: Digitalni model reliefa, priročnik programskega paketa, Ver. 3.0, 35 strani, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, Ljubljana.
- Vodopivec, F., Radovan, D., Kilar, B., 1985: Raziskava ploskve geoida v SRS, raziskovalna naloga RSS, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo - oddelek za geodezijo, Ljubljana.

"BLIŽNJA SREČANJA" Z GEOGRAFSKIMI INFORMACIJSKIMI SISTEMI

Matjaž Ivačič

UDK 91:681.3

Izuleček

Prikazana je dejavnost Inštituta za geodezijo in fotogrametrijo na področju geografskih informacijskih sistemov, zajemanje dvo- in trodimenzionalnih prostorskih podatkov, projekt hidrografske podatkovne baze in obdelava nekaterih statističnih podatkov.

UDC 91:681.3

Abstract

"CLOSE CONTACTS" WITH GIS

The efficiency of Institute for geodesy and photogrammetry on field of geographical information system, two and three dimensional data capturing, hydrography data base project and analyses of some statistic data is present.

UVODNA RAZMIŠLJANJA

Nekoliko ponesrečen naslov "Bližnja srečanja" z geografskimi informacijskimi sistemi sodi v področje znanstvene fantastike. Toda, ko sem prvič, še v času študija na naši fakulteti, slišal za geografske informacijske sisteme, so se mi zdele možnosti prostorskih analiz in modeliranje prava računalniška znanstvena fantastika. Danes ta fantastika stoji pred nami in naša naloga je, da jo čim bolj izkoristimo. Možnosti, ki nam jih nudijo GIS-i, zaenkrat izrabljamo le delno, z majhnimi količinami podatkov, zato o integriranem GIS-u v Sloveniji ne moremo govoriti.

Na Inštitutu za geodezijo in fotogrametrijo FAGG, se s posameznimi segmenti, ki so vključeni v GIS tehnologijo, ukvarjamo že vrsto let. To je pravzaprav logično, saj GIS-i v najširšem smislu zajemajo skoraj vsa področja klasične geodezije: od terenskih meritev do kartografskih izdelkov.

Predstavil bom delo IGF-a na področju GIS tehnologije, v zadnjih treh letih, čeprav je bilo pred tem narejenih že veliko zanimivih projektov, predvsem s področja avtomatizirane kartografije (za področje tematskih kart)

Matjaž Ivačič, dipl. ing. geod., Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FAGG, Ljubljana

in lasten GIS program za modeliranje in analizo podatkov digitalnega modela reliefa.

Podana je metodologija zajemanja dvodimenzionalnih in trodimenzionalnih prostorskih podatkov, projekt digitalne hidrografske baze in obdelava podatkov popisa prebivalcev.

ZAJEMANJE 2D PROSTORSKIH PODATKOV

Problem, s katerim se srečujemo uporabniki GIS-ov, so bili, so in še nekaj časa bodo geokodirani podatki. Zato smo se med prvimi v Sloveniji lotili A/D (analogno/digitalne) pretvorbe prostorskih podatkov. Pri ročni digitalizaciji kartografskih podlag smo z lastnimi in tujimi programi dosegli kvaliteto, ki je po svoji natančnosti, ekonomičnosti in hitrosti v večini primerov boljša od skeniranja in vektorizacije (Negia 1990), ki bosta v prihodnosti nedvoumno imeli veliko vlogo.

Pri digitalizaciji načrtov zemljiškega katastra, ki so za geodete in ostale prostorsko usmerjene stroke eden od temeljnih informacijskih slojev v GIS-u, smo v nekaj letih pripravili digitalne podatke za vnos v različna GIS orodja, ki se pojavljajo na tržišču. V postopku zajemanja originalne kartografske podlage najprej ročno digitaliziramo na digitalni mizi (format A0), z uporabo ustrezne transformacijske metode jih prevedemo na Gauss - Kruegerjev koordinatni sistem, z editiranjem oz. naknadnim urejanjem odpravimo napake digitalizacije in še večkrat napake, ki so obstajale že na klasičnem mediju, izgradimo ustrezne topološke odnose, opremimo prostorske objekte s ključnimi atributi in končno izrišemo vsebino baze na obstojen medij (običajno dimenzijsko obstojna folija) v obliki kartografskega izrisa, kot je predpisano za zemljiško katastrske načrte.

Nadalje sodi sem tudi digitalizacija topografskih načrtov večjih (1:500, 1:1000) in srednjih meril (1:25000, 1:50000). Za izdelavo resnično kvalitetne topografske baze moramo z atributi opremiti vse prostorske entitete, torej zgraditi točkovno, linijsko in ploskovno (arealno) topologijo. Na tak način segmentirani elementi prostora služijo ostalim uporabnikom kot osnova na kateri gradijo svoje uporabniške informacijske sisteme.

Po osebнем prepričanju in ob spremljanju tujih dosežkov je najpomembnejša topografska informacija v GIS-u. Le-ta je razčlenjena na sloj vegetacije, prometnega omrežja, zgradb, voda itd. Prostorske entitete (cesta, vodnjak, hiša, jezero,...) nam, skupaj z osnovnimi atributi, dajo osnovno informacijo o prostoru, ki ga obravnavamo. Rastrski aeroposnetek ali ortofotonačrt sta lahko prisotna le kot ozadje (background) ostalim vektorskim podatkom. Za primerjavo: pri orientaciji v prostoru je topografska karta primernejša od aeroposnetka oz. ortofotonačrta, iz katerega ne moremo izvedeti recimo imen ulic ali hišnih števil. Z današnjo tehnologijo (hibridnimi sistemi) na rastrske podatke še ne moremo navezovati atributov, zato jih nekateri

smatrajo za neinteligentne v primerjavi z vektorskimi, ki jih imajo za inteligentne.

ZAJEMANJE 3D PROSTORSKIH PODATKOV

Naše naravno okolje seveda nima dveh dimenzij, ki jih običajno obdelujemo v računalniku, ampak tudi tretjo in četrto. V tujini že stremijo k štiri-dimenzionalnim GIS-om (Dangermond, 1991), kjer je vsaka prostorska entiteta podana s tremi prostorskimi komponentami in časom, tako da lahko izvajamo analize in modeliranja v daljši časovni periodi, torej ne samo v trenutnem časovnem preseku. Na IGF-u smo se zaenkrat lotili trodimenzionalnega zajema zgradb ter drugih karakterističnih objektov v okolju. Uporabniki 3D podatkovnih baz so predvsem urbanisti, arhitekti, lahko pa tudi kartografi.

Pri trodimenzionalnem zajemanju prostorskih podatkov nam kot podatkovni vir lahko služijo terenske meritve, aerofotonačrti ali z ustrezno višinsko komponento opremljeni klasični topografski načrti. Na IGF smo za zajem uporabljali drugo in tretjo inačico. Glede hitrosti zajemanja ima majhno prednost stereointerpretacija, za natančnost pa konstruiranje iz topografskih ali drugih načrtov.

Uporabili smo naslednje faze zajemanja trodimenzionalnih objektov iz aeroposnetkov:

- zajem prostorskih podatkov iz stereomodela,
- avtomatsko sestavljanje objektov,
- vnos v GIS okolje,
- izgradnja objektne topologije (po potrebi).

Pri zajemanju iz dvodimenzionalnih načrtov vgradimo višinsko komponento naknadno kot atribut. Postopek je zato sledeč:

- ročna digitalizacija,
- editiranje,
- atributizacija višinske komponente,
- avtomatsko sestavljanje objektov,
- vnos v GIS okolje,
- izgradnja objektne topologije (po potrebi).

Pri osnovnih aplikacijah, ki jih potrebujemo običajno v CAD okolju, ne potrebujemo objektne topologije. Zato se nam v GIS okolju ob uporabi objektne topologije (Bill 1991) ponujajo možnosti uporabe nekaterih trodimenzionalnih aplikacij, ki so vezane na volumen objektov.

Zaenkrat smo po opisani metodologiji izdelali dva obsežnejša projekta: Cavtat in Kranj. Prvi je primer zajema podatkov za potrebe prostorskega

načrtovanja, ki je bilo zaradi vojne na Hrvaškem ustavljeno. V drugem primeru smo zajete podatke uporabili za izdelavo mestnega načrta v aksonometrični projekciji. Kolikor mi je znano, so podatke uporabili tudi pri arhitekturnih predlogih za ureditev starega mestnega jedra Kranja.

V okolju GIS-ov lahko v trodimenzionalni bazi postavimo naslednja vprašanja:

1. Kolikšen volumen tvorijo objekti (hiše) v N-tem kareju?
2. Najdi vse hiše, katerih ostrešje je višje od 3 m (primerno za gradnjo podstrešnih stanovanj)!
3. Poišči vse garaže, ki so širše od 2,5 metra !

PROJEKT DIGITALNE HIDROGRAFSKE BAZE

V okviru projektov, ki so potekali letošnje pomlad v Sloveniji, katerih namen je bil dobiti ustrezne tehnološke in metodološke rešitve za zajem, pripravo in obdelavo podatkov nekaterih geodetskih evidenc, smo izdelali metodologijo za zajem podatkov hidrografske mreže. Pripravili smo rešitve za zajem iz obstoječih kartografskih načrtov in predlog zajema s fotogrametričnimi metodami.

Glavne faze zajema iz kartografskih podlag so bile:

- skeniranje,
- editiranje,
- atributizacija,
- izgradnja topologije za hidro-objekte,
- prepis v poljubno GIS okolje.

Pri izdelavi omenjenega projekta smo uporabili metodo skeniranja in avtomatske vektorizacije, mnenja pa smo, da je ročna digitalizacija v večini primerov še vedno aktualna. V fazi vzdrževanja kart oz. reambulacije predlagamo ponoven zajem linijskih hidrografskega elementov (potoki, reke, kanali,...) z vsemi tremi prostorskimi koordinatami. Na tak način dobimo natančnejšo višinsko komponento vodotoka in dodatne lomne linije (break lines) za podatkovno bazo reliefa.

Dodaten problem hidrografske baze podatkov je izgradnja topologije. Hidrografske aplikacije se namreč razlikujejo od aplikacij, ki smo jih vajeni pri večini ostalih strok, zato potrebujemo specifično "hidrografsko" topologijo, ki nam omogoči mrežno analizo in modeliranje v prostoru. Omenjeni problem tudi v tujini še ni enotno rešen, zato smo predlagali rešitev, ki minimalno obremenjuje že tako drago fazo zajema podatkov in omogoča vse nadaljne aplikacije ter uporabo dinamičnega segmentiranja.

Poleg digitalizacije bregov smo vpeljali še osi vodotokov, ki nam določajo smer in šifro vodotoka, ki ga loči od ostalih. Skupaj s še nekaterimi tehničnimi rešitvami omogočamo izvajanje vseh mrežnih analiz in modeliranj.

GOSTOTA PREBIVALSTVA V SLOVENIJI

Vsi, ki se ukvarjamo z računalniki, se prej kot slej srečamo z omejitvami zmogljivosti računalniških sistemov. Vedno se namreč najde problem, ki presega zmogljivost strojne ali programske opreme. Zato težimo k boljši in zmogljivejši opreми.

Obdelava podatkov popisa prebivalstva iz leta 1991 v Sloveniji in izračun gostote prebivalstva na statistični okoliš ter grafično prezentacijo rezultatov so na PC-jih (486) skoraj nemogoči. Približno 50 Mbytov velika DXF datoteka s segmenti statističnih okolišev nam hitro onemogoči tudi zmogljivejše orodje. V sodelovanju z Ministrstvom za varstvo okolja in urejanje prostora smo pri projektu uporabili zmogljivejše grafične postaje (Silicon Graphics, Hewlett Packard) in Gis orodje Arc/Info.

Čeprav je aplikacija na videz povsem preprosta, smo se s pripravo podatkov zamudili precej več časa, kot smo načrtovali. Predvsem se je pojavilo vprašanje smotrnosti uporabe bazičnih prostorskih podatkov, ki so zajeti iz karte 1:5000 pri izdelavi karte v merilu 1:250000 (ogromna redundanca). Enostavna rešitev bi bila avtomatska kartografska generalizacija. Toda tudi najboljši algoritmi za generalizacijo nam ne omogočijo enostavnega prehoda. Zaradi specifičnosti bazičnih podatkov dobimo po generalizaciji nekaj tisoč novih statističnih okolišev majhnih dimenzij, ki dejansko seveda ne obstajajo. Zato smo bili prisiljeni uporabiti osnovno podatkovno bazo, čeprav smo s tem podaljšali vse nadaljne operacije.

Pojavlja se torej zahteva po ustreznih podatkovnih bazah manjših meril (npr. 1:50000, 1:250000), ki bodo usklajene z atributnimi bazami. Prehajanje iz večjih v manjša merila ni enostavno in popolnoma avtomatizirano, zato bomo tudi v prihodnje potrebovali podatkovne baze, ki bodo vzdrževane v nekaj strateških merilih.

NAMESTO ZAKLJUČKA

Krog uporabnikov geografskih informacijskih sistemov se hitro širi. Po eni strani zaradi zniževanja cen posameznim GIS orodjem in osnovni strojni opreми, pa tudi zaradi zavesti o potrebnosti vključitve lastne stroke v GIS. S tem, ko se večja število zainteresiranih uporabnikov, raste tudi odgovornost in vloga geodezije pri zagotavljanju ustreznih, ažurnih, geokodiranih podatkov. Še večja pa bi morala biti vloga države, saj geodezija le izpolnjuje velik del njenih potreb po temeljnih prostorskih informacijah.

V kratkem bomo morali odgovoriti na naslednje vprašanje: Katere podatke je država sposobna in zainteresirana voditi ter vzdrževati? Rešiti je potrebno vprašanja osnovnih meril, količine in kvalitete podatkov ter določiti odgovorne nosilce posameznih informacijskih slojev. Šele potem bomo lahko ugotovili kakšna finančna sredstva potrebujemo in kdaj lahko pričakujemo uresničitev željenih ciljev.

Pri svojem delu tudi ugotavljam, da je sodelovanje in pretok informacij med strokovnimi skupinami, ki se ukvarjajo z GIS-i, minimalno. S povezovanjem le-teh bi razvoj lahko pospešili in na nek način spodbudili manj aktivne k sodelovanju. V bližnji prihodnosti bo treba veliko več storiti tudi na področju izobraževanja, saj bi specialistični ali podoben interdisciplinaren študij geografskih informacijskih sistemov veliko prispeval k napredku prostorsko orientiranih dejavnosti in s tem tudi Slovenije.

LITERATURA IN VIRI

- Bill, R. et al., 1991: Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Karlsruhe.
- Dangermond, J., 1991: The GIS of the Future Multimedia, Multidimensional, GIS Conference, Brno.
- NCGIA C. C., 1990: Technical Issues in GIS, National Center for Geographical Information and Analyses, University of California, Santa Barbara.
- Messennburg, P., 1988: Rechnergestutzte Gestaltung an schaulicher Siedlungsdarstellung, Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Nr. 101-1988, 83-90.
- Ivačič, M., 1992: Tehnično poročilo o izvedbi projekta: Metodološko - tehnološke rešitve nastavitve in vzdrževanja digitalne baze hidrografske mreže, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, Ljubljana.

REGISTER ZGRADB V RAČUNALNIŠKO PODPRTIH ODLOČITVENIH MODELIH PROSTORSKE EKONOMIKE

Marija Bogataj in Samo Drobne

UDK 332:528.065

Izveček

Za uspešno aplikacijo teoretičnih rešitev s področja urbane in regionalne ekonomike za reševanje praktičnih problemov v slovenskem prostoru je potrebna ustrezna računalniška podpora, saj zaradi interakcij med dejavnostmi v prostoru in večkriterialnega odločanja na različnih nivojih upravljanja s prostorskimi sistemi parcialne rešitve ne dajo ustreznih rezultatov. V članku podajamo teoretična izhodišča za dvodimenzionalne probleme, ki so v praksi sicer večdimenzionalni. Pri tem izhajamo predvsem iz teoretičnih rešitev Alonsoja. Podajamo matematična izhodišča za izgradnjo skeleta odločitvenih modelov. V članku še posebej opozarjamo na tiste obvezne elemente podatkovne baze v jedru GIS, brez katerih uspešno upravljanje hierarhičnih prostorskih struktur ni mogoče.

UDC 332:528.065

Abstract

**BUILDING AND DWELLING REGISTER IN THE COMPUTER SUPPORTED
DECISION MODELS OF SPATIAL ECONOMICS**

The theoretical results, that originate from the theory of the urban economics and from other theories of spatial economics, can be successfully applied on the urban growth control in Slovenia if there is available GIS with Building and Dwelling Register (BDR) embedded in it. BDR will enable us to upgrade the relevant MASS appraisal and to formalise the skeleton for multicriterion, multilevel decision models. In this paper the simple spatial decision results (originated from some basic Alonso's considerations) are discussed, which have to be studied simultaneously in the models of spatial interactions and supported by GIS, where Building and Dwelling Register is playing its role. How to construct this register, which will support the decision models, is briefly discussed.

UVOD

Med temeljne probleme, ki jih srečamo pri aplikaciji urbane ekonomike in drugih vej prostorske ekonomike v aktualne prostorske rešitve, sodi problem izgradnje integriranega prostorskega informacijskega sistema. Le-ta je v Sloveniji šele v prvih fazah razvoja, in do sedaj ni nudil povezav za uporabo ustreznih odločitvenih modelov v prostoru. Takšen sistem

bi moral prostorskim ekonomistom in drugim planerjem v prostoru, kakor tudi upravljalcem operativnih funkcij v prostoru, nuditi informacijsko podporo na vseh področjih urbane in regionalne ekonomike. Naštejmo nekaj takih področij dela:

- analiza lokacije posameznih dejavnosti v naseljih in usmerjanje željene alokacije v prostoru, tudi z ustrezno fiskalno-tržno politiko;
- reševanje problemov hierarhije naselij v prostoru, vključno z analizo njihove gospodarske rasti in alokacije kapitala v prostoru;
- reševanje problema velikosti naselij z vidika internih in eksternih ekonomskih učinkov in še predvsem z vidika internalizacije eksternih stroškov, predvsem tistih, ki so povezani z vprašanjem polucije;
- dinamična analiza vplivov urbanih sprememb na spremembe v narodnem dohodku, z vidika demografskih sprememb, sprememb v proizvodnih tehnologijah in transportnih zmožnostih ... ;
- reševanje problemov zemljiške politike v naseljih, analize trga zemljišč v prostoru in vprašanje mestne rente;
- reševanje problema lokalnih uprav in financiranje infrastrukturnega gospodarstva;
- analiza trga delovne sile v naseljih (še predvsem v večjih mestih);
- reševanje problema urbanega transporta, še predvsem v interakciji z rabo zemljišč v razvoju naselij;
- analiza vplivov prostorsko planerskih omejitev in vplivov davčne politike na urbani razvoj in njegovo ekonomsko uspešnost

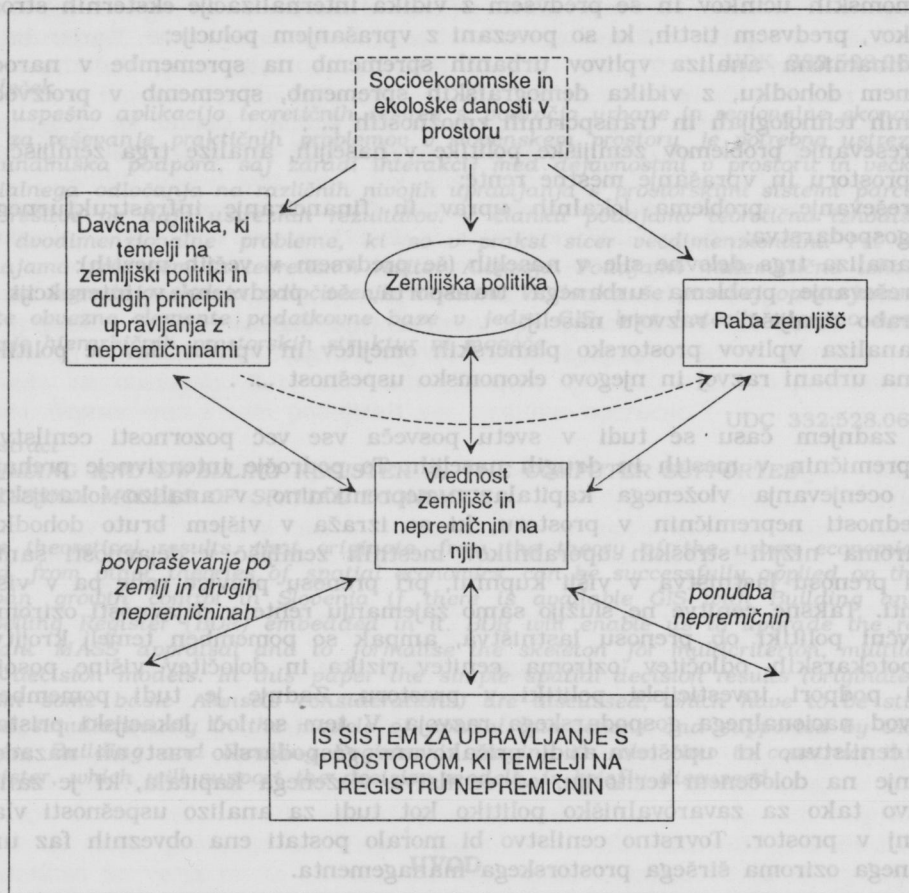
V zadnjem času se tudi v svetu posveča vse več pozornosti cenilstvu nepremičnin v mestih in drugih naseljih. To področje intenzivneje prehaja iz ocenjevanja vloženega kapitala v nepremičnino, v analizo lokacijskih prednosti nepremičnin v prostoru, ki se izraža v višjem bruto dohodku oziroma nižjih stroških uporabnikov mestnih zemljišč v dejavnosti sami, pri prenosu lastništva v višji kupnini, pri prenosu pravice rabe pa v višji renti. Takšne cenoitve ne služijo samo zajemanju rente v dejavnosti oziroma davčni politiki ob prenosu lastništva, ampak so pomemben temelj kroitvi hipotekarskih odločitev oziroma cenitev rizika in določitev višine posojil pri podpori investicijski politiki v prostoru. Zadnje je tudi pomemben vzvod nacionalnega gospodarskega razvoja. V tem se loči lokacijski pristop v cenilstvu, ki upošteva tudi pričakovano gospodarsko rast ali nazadovanje na določenem teritoriju, od cenilstva vloženega kapitala, ki je zanimivo tako za zavarovalniško politiko kot tudi za analizo uspešnosti vlaganj v prostor. Tovrstno cenilstvo bi moralo postati ena obveznih faz urbanega oziroma širšega prostorskega managementa.

Za reševanje teh problemov je potrebno zgraditi ustrezno informacijsko bazo v jedru GIS, za podporo odločitvam pa tudi ustrezne odločitvene modele.

Temu cilju smo prilagodili tudi podatkovno zasnovo v konkretni aplikaciji Registra zgradb v ORACLE RDBMS, ki jo podrobneje predstavljamo v

nadaljevanju tega prispevka. Na tako zasnovani podatkovni strukturi bomo zgradili nekatere temeljne cenilske funkcije kakor tudi funkcije spremljanja investicij v nepremičnine. Funkcijo podatkovne baze upravljalcev nepremičnin in njeno vpetost v zemljiško politiko v prostoru prikazuje slika 1.

Slika 1: Funkcija podatkovne baze upravljalca nepremičnin in njena vpetost v zemljiško politiko v prostoru.

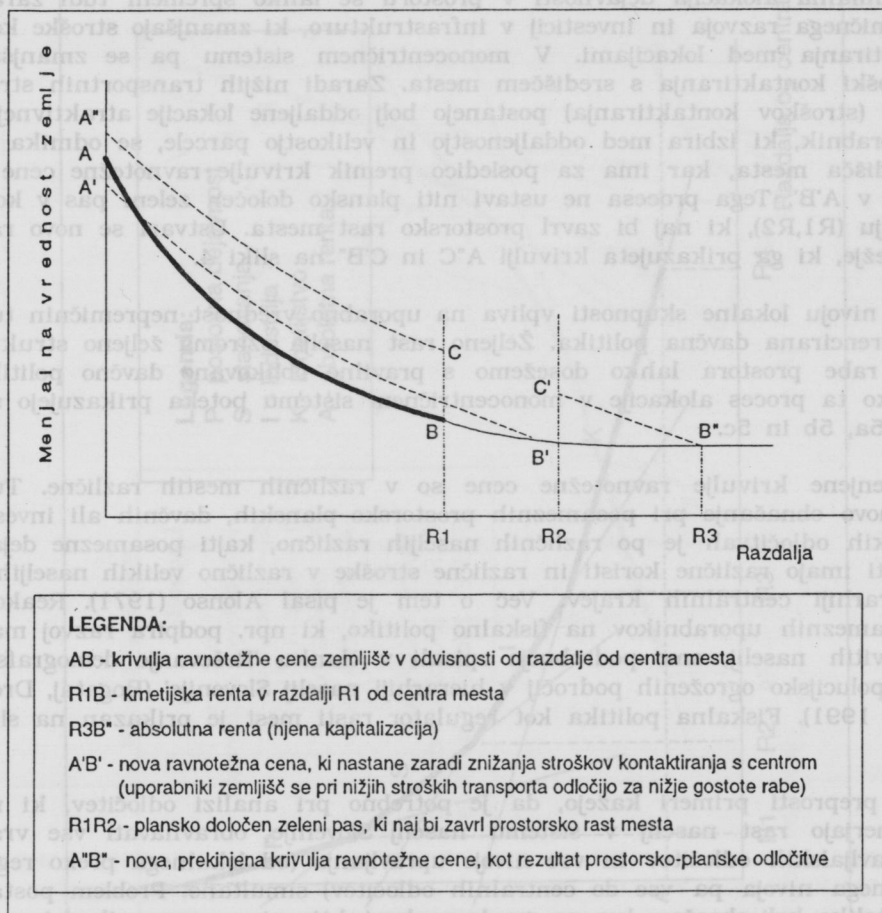


POSLEDICE ODLOČITEV V MONOCENTRIČNIH URBANIH SISTEMIH

Različne lokacije v naseljih so za različne dejavnosti različno pridobitno ugodne oziroma nudijo različno kvaliteto bivanja posameznemu uporabniku. Posamezni uporabnik bo za svoje bivanje izbral lokacijo, kjer se doti-

kata njegova ploskev konstantnih ugodnosti in ploskev možnih izbir (glej tudi Alonso, 1964), kar ponazarja slika 2.

Slika 2: Dotikališče ploskve konstantne ugodnosti v optimalni točki (tako posameznik v množici razpoložljivih parcel najde optimalno lego za svoje bivališče).



Ti ploskvi se s časom spreminjata. Nanju vplivajo predvsem stopnja ekonomskega razvoja v prostoru in višina sredstev, s katerimi razpolaga posameznik, diferencirana davčna politika, investicije v prostor in tehnični razvoj, ki olajša kontakte med lokacijami, negativni vplivi onesnaženosti prostora ter prostorsko-planske omejitve. Oglejmo si nekaj takih vplivov v monocentričnem sistemu.

Ob pogojih nemotenega razvoja monocentričnega sistema, ko v razvoj ne posegajo niti prostorsko-planske omejitve niti fiskalna politika in se nivo tehničnega razvoja ne spreminja, se oblikuje krivulja ravnotežne cene zemljišč kot krivulja maksimalnih uporabnih vrednosti različnih uporabnikov zemljišč, kar je prikazano na sliki 3a (glej tudi Alonso, 1964). S prostorsko planskimi omejitvami se optimalna alokacija poruši, kot je to pokazano na sliki 3b.

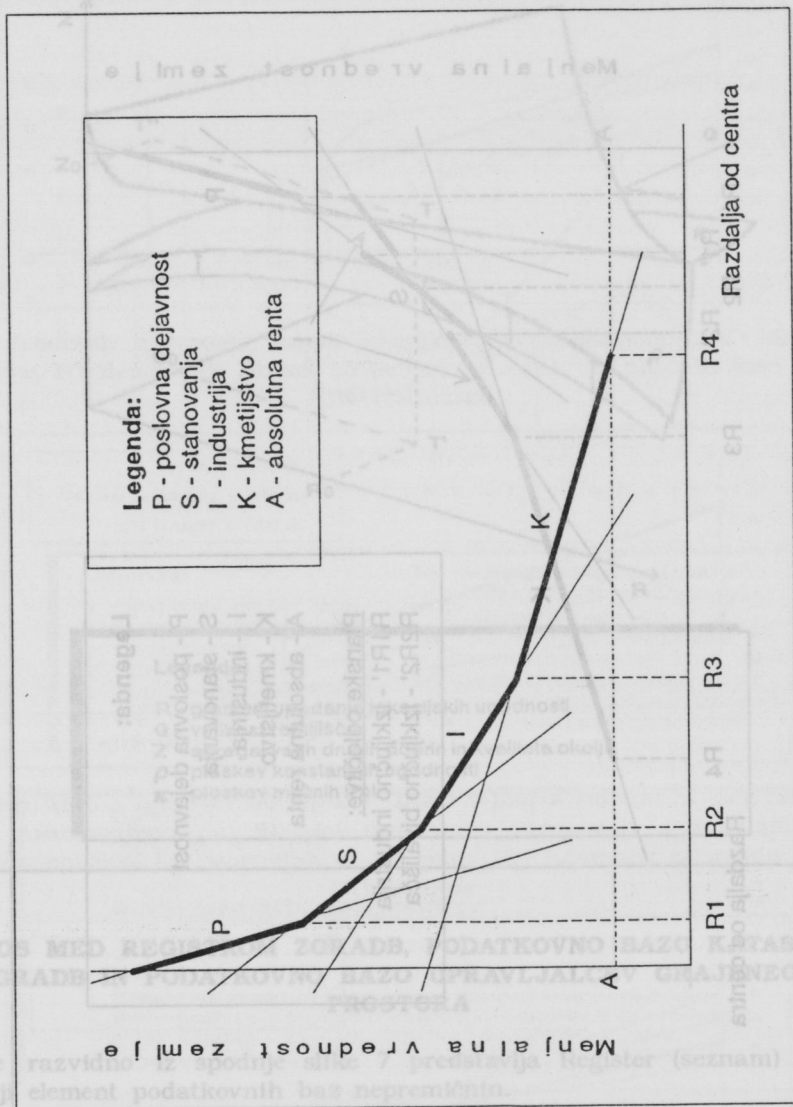
Optimalna alokacija dejavnosti v prostoru se lahko spremeni tudi zaradi tehničnega razvoja in investicij v infrastrukturo, ki zmanjšajo stroške kontaktiranja med lokacijami. V monocentričnem sistemu pa se zmanjšajo stroški kontaktiranja s središčem mesta. Zaradi nižjih transportnih stroškov (stroškov kontaktiranja) postanejo bolj oddaljene lokacije atraktivnejše, uporabnik, ki izbira med oddaljenostjo in velikostjo parcele, se odmika od središča mesta, kar ima za posledico premik krivulje ravnotežne cene iz AB v A'B'. Tega procesa ne ustavi niti plansko določen zeleni pas v kolo-barju (R1,R2), ki naj bi zavrl prostorsko rast mesta. Ustvari se novo ravnotežje, ki ga prikazujeta krivulji A"C in C"B" na sliki 4.

Na nivoju lokalne skupnosti vpliva na uporabno vrednost nepremičnin tudi diferencirana davčna politika. Željeno rast naselja oziroma željeno strukturo rabe prostora lahko dosežemo s pravilno oblikovano davčno politiko. Kako ta proces alokacije v monocentričnem sistemu poteka prikazujejo slike 5a, 5b in 5c.

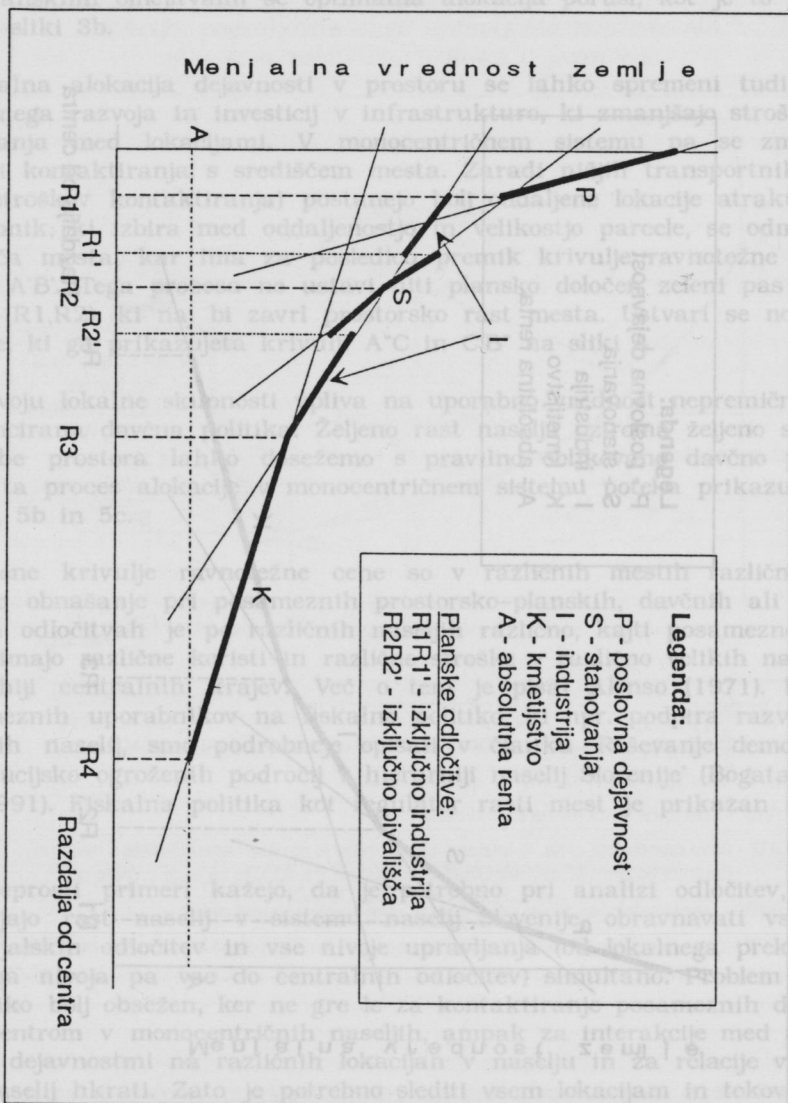
Omenjene krivulje ravnotežne cene so v različnih mestih različne. Tudi njihovo obnašanje pri posameznih prostorsko-planskih, davčnih ali investicijskih odločitvah je po različnih naseljih različno, kajti posamezne dejavnosti imajo različne koristi in različne stroške v različno velikih naseljih v hierarhiji centralnih krajev. Več o tem je pisal Alonso (1971). Reakcijo posameznih uporabnikov na fiskalno politiko, ki npr. podpira razvoj manj razvitih naselij, smo podrobneje opisali v članku 'Reševanje demografsko in polucijsko ogroženih področij v hierarhiji naselij Slovenije' (Bogataj, Drobne, 1991). Fiskalna politika kot regulator rasti mest je prikazan na sliki 6.

Ti preprosti primeri kažejo, da je potrebno pri analizi odločitev, ki naj usmerjajo rast naselij v sistemu naselij Slovenije, obravnavati vse vrste upravljalških odločitev in vse nivoje upravljanja (od lokalnega preko regionalnega nivoja pa vse do centralnih odločitev) simultano. Problem postaja še toliko bolj obsežen, ker ne gre le za kontaktiranje posameznih dejavnosti s centrom v monocentričnih naseljih, ampak za interakcije med posameznimi dejavnostmi na različnih lokacijah v naselju in za relacije v hierarhiji naselij hkrati. Zato je potrebno slediti vsem lokacijam in tokovom med njimi. Le-to nam omogočajo relevantne informacije, ki slonijo na razširjeni podatkovni bazi registra zgradb in podatkovnih bazah infrastrukturnih mrež, ki omogočajo kontakte med lokacijami. Te bodo podprte s podatkovnimi bazami v GIS; pri tem pa je nosilec pretežnih podatkov o lokacijah in dejavnostih na njih Register zgradb.

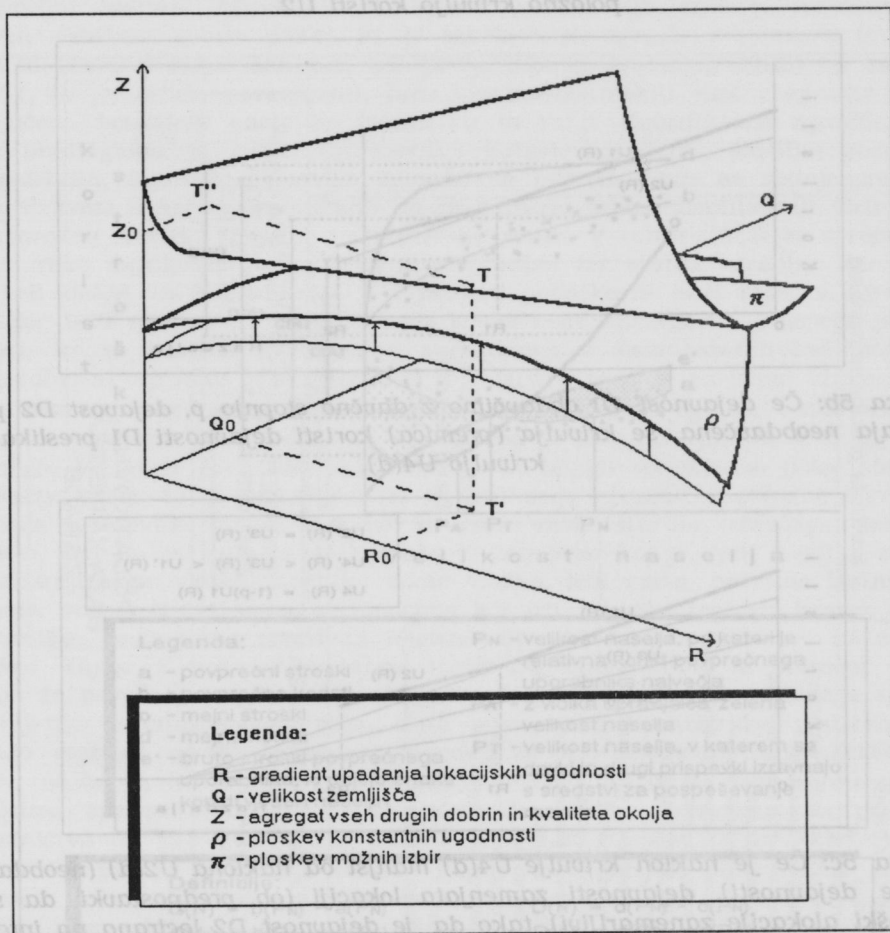
Slika 3a: Ravnotežna cena zemljišča kot krivulja maksimalnih uporabnih vrednosti zemljišč.



Slika 3b: Vpliv planske odločitve na menjalno vrednost zemlje ob nespremenjenem skupnem povpraševanju.



Slika 4: Vpliv planske opredelitve zelenega pasu na menjalno vrednost zemlje ob znižanih stroških transporta.

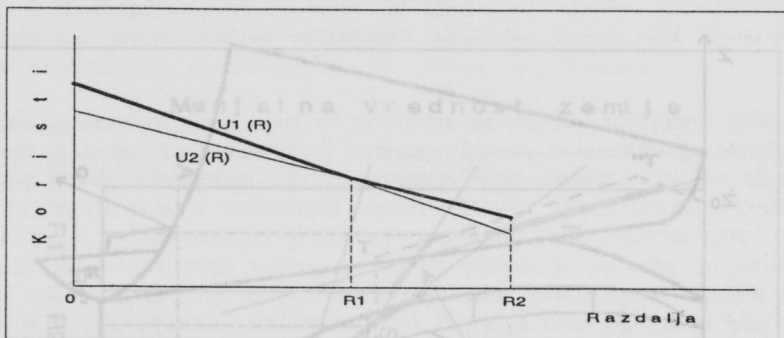


**ODNOS MED REGISTROM ZGRADB, PODATKOVNO BAZO KATASTRA
ZGRADB IN PODATKOVNO BAZO UPRAVLJALCEV GRAJENEGA
PROSTORA**

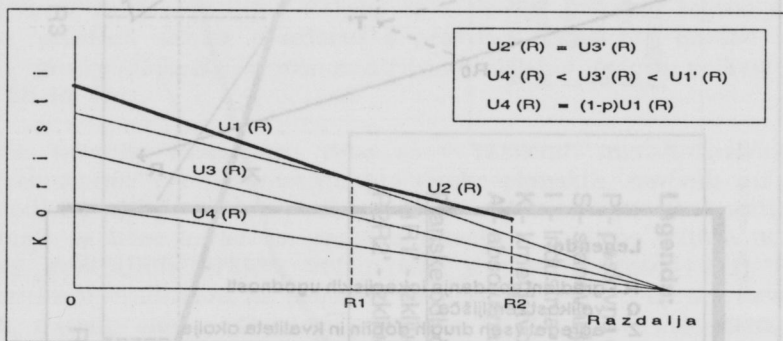
Kot je razvidno iz spodnje slike 7 predstavlja Register (seznam) zgradb osrednji element podatkovnih baz nepremičnin.

Register zgradb je torej tisti osnovni povezovalni element v integriranih prostorskih informacijskih sistemih, preko katerega lahko spremljamo vse na grajen prostor vezane pojave. Pri graditvi podatkovnega modela smo

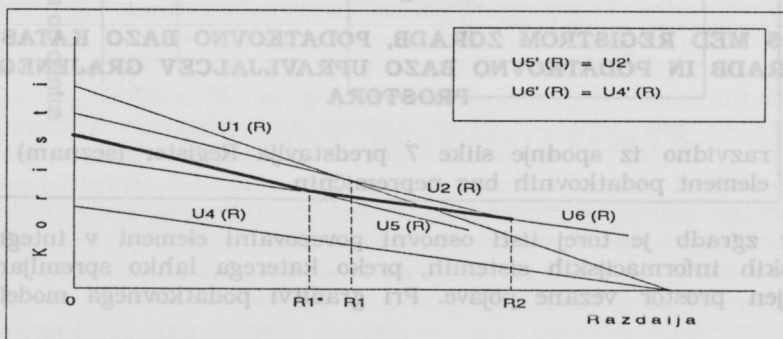
Slika 5a: Naklon krivulje koristi, ki je za različne dejavnosti različen, določa lokacijo posameznih dejavnosti v prostoru. Na sliki je dejavnost D1 s krivuljo koristi U1 bliže središču mesta kot dejavnost D2 z bolj položno krivuljo koristi U2.



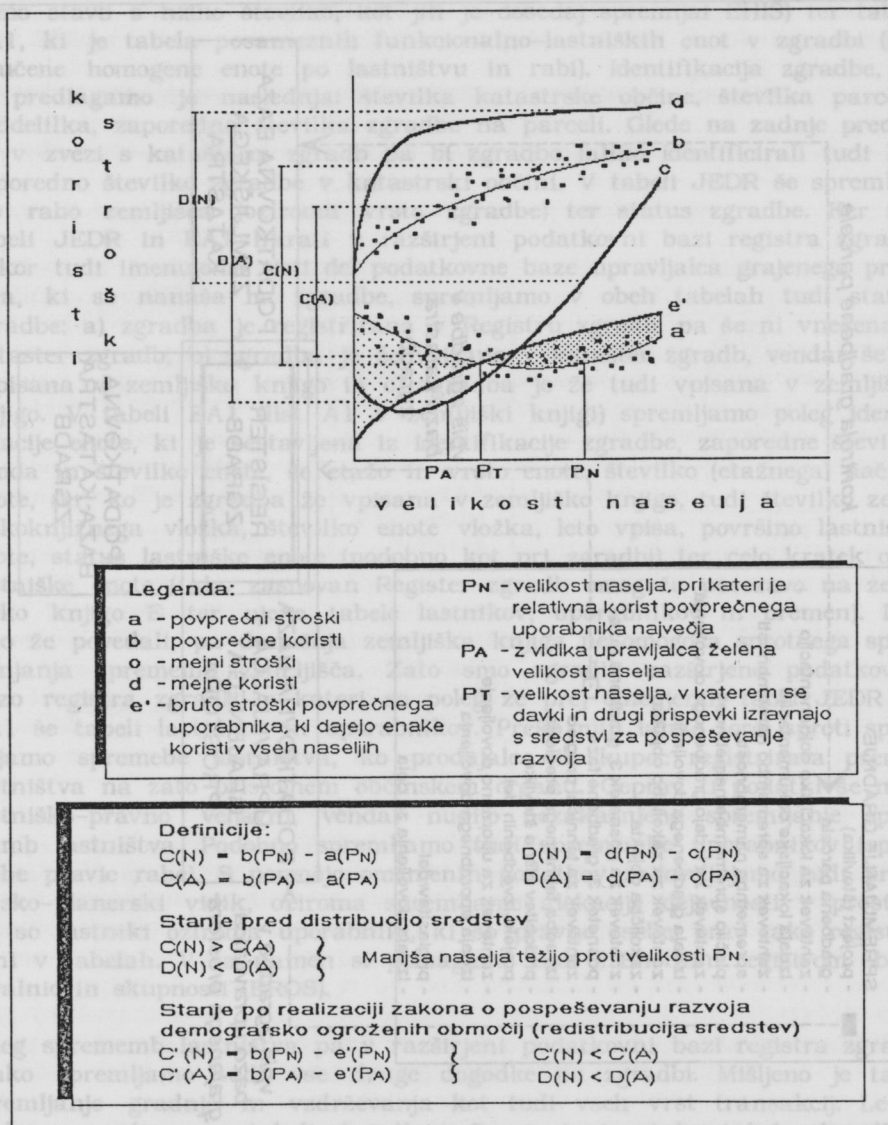
Slika 5b: Če dejavnost D1 obdavčimo z davčno stopnjo p , dejavnost D2 pa ostaja neobdavčena, se krivulja (premica) koristi dejavnosti D1 preslika v krivuljo $U4(d)$.



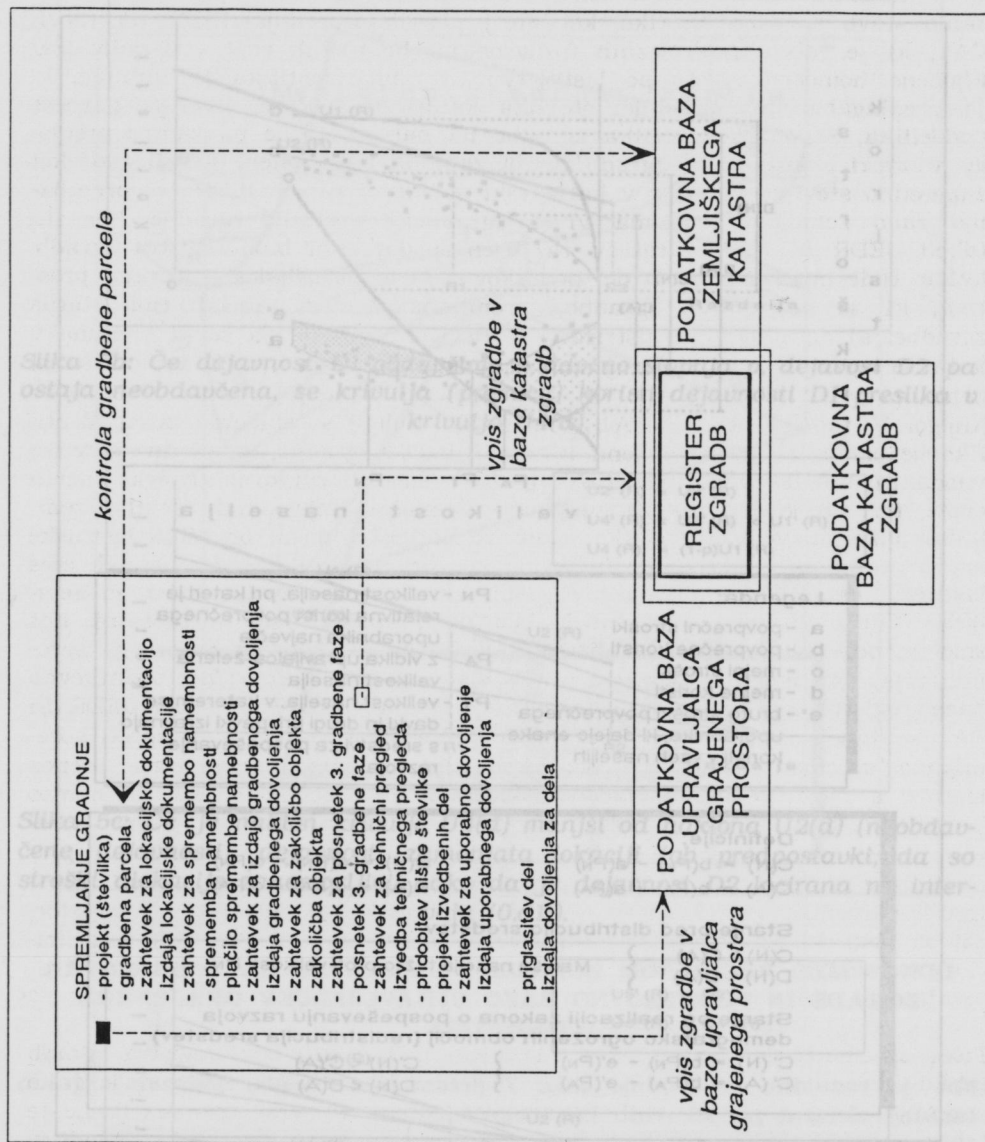
Slika 5c: Če je naklon krivulje $U4(d)$ manjši od naklona $U2(d)$ (neobdavčene dejavnosti), dejavnosti zamenjata lokaciji (ob predpostavki, da so stroški alokacije zanemarljivi), tako da je dejavnost D2 locirana na intervalu $(0, d1^*)$.



Slika 6: Fiskalna politika kot regulator rasti centralnih krajev.



Slika 7: Sovistnost podatkovnih baz in Register zgradb.



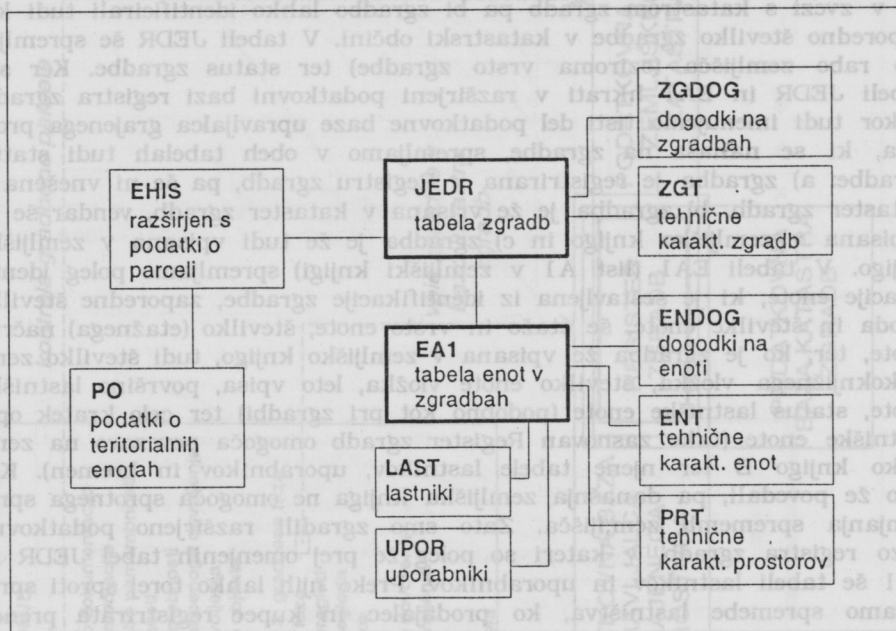
izhajali predvsem iz lastniških, prostorsko-planskih in fiskalnih vidikov odločanja v prostoru.

Temeljni seznam zgradb in funkcionalno-lastniških enot je vsebovan v dveh tabelah: tabeli JEDR, ki je tabela vseh zgradb v prostoru (in ne samo stavb s hišno številko, kot jih je dosedaj spremljal EHIŠ) ter tabeli EA1, ki je tabela posameznih funkcionalno-lastniških enot v zgradbi (zaključene homogene enote po lastništvu in rabi). Identifikacija zgradbe, ki jo predlagamo je naslednja: številka katastrske občine, številka parcele, poddelilka, zaporedna številka zgradbe na parceli. Glede na zadnje predloge v zvezi s katastrom zgradb pa bi zgradbo lahko identificirali tudi kot zaporedno številko zgradbe v katastrski občini. V tabeli JEDR še spremljamo rabo zemljišča (oziroma vrsto zgradbe) ter status zgradbe. Ker sta tabeli JEDR in EA1 hkrati v razširjeni podatkovni bazi registra zgradb, kakor tudi imenujemo tisti del podatkovne baze upravljalca grajenega prostora, ki se nanaša na zgradbe, spremljamo v obeh tabelah tudi status zgradbe: a) zgradba je registrirana v Registru zgradb, pa še ni vnešena v kataster zgradb, b) zgradba je že vrisana v kataster zgradb, vendar še ni zapisana v zemljiško knjigo in c) zgradba je že tudi vpisana v zemljiško knjigo. V tabeli EA1 (list A1 v zemljiški knjigi) spremljamo poleg identifikacije enote, ki je sestavljena iz identifikacije zgradbe, zaporedne številke vhoda in številke enote, še etažo in vrsto enote, številko (etažnega) načrta enote, ter, ko je zgradba že vpisana v zemljiško knjigo, tudi številko zemljiškoknjžnega vložka, številko enote vložka, leto vpisa, površino lastniške enote, status lastniške enote (podobno kot pri zgradbi) ter celo kratek opis lastniške enote (tako zasnovan Register zgradb omogoča povezavo na zemljiško knjigo E ter njene tabele lastnikov, uporabnikov in bremen). Kot smo že povedali, pa današnja zemljiška knjiga ne omogoča sprotnega spreminjanja sprememb zemljišča. Zato smo zgradili razširjeno podatkovno bazo registra zgradb, v kateri so poleg že prej omenjenih tabel JEDR in EA1 še tabeli lastnikov in uporabnikov. Preko njih lahko torej sproti spremljamo spremembe lastništva, ko prodajalec in kupec registrirata prenos lastništva na zato pristojnem občinskem organu. Čeprav ti podatki še niso lastniško-pravno veljavni, vendar nudijo nezakasnjeno spremljanje sprememb lastništva. Podobno spremljamo tudi spremembe uporabnikov (spremembe pravic rabe). S pomočjo omenjenih podatkov zadovoljujemo tudi prostorsko-planerski vidik, oziroma spremljanje alokacije dejavnosti v prostor, saj so lastniki oziroma uporabniki, ki so pravne osebe, prav tako registrirani v tabelah. V ta namen si pomagamo tudi z Enotnim registrom obratovalnic in skupnosti (EROS).

Poleg sprememb lastništva pa v razširjeni podatkovni bazi registra zgradb lahko spremljamo tudi vse druge dogodke na zgradbi. Mišljeno je tako spremljanje gradnje in vzdrževanja kot tudi vseh vrst transakcij. Le-te lahko spremljamo v tabeli dogodkov. Zgrajeni sta, tako tabela dogodkov na zgradbi, kot tudi tabela dogodkov na enoti v njej. Poleg sprotnega spremljanja vrednosti dogodka po navedbi, pa lahko zgradbe tudi ocenjujemo. Tabele transakcij dajejo namreč direkten vpogled v gibanje cen nepremič-

nin kot odraz maksimalne uporabne vrednosti nepremičnine za potencialne uporabnike nepremičnin. Te je smiselno spremljati tako preko prenosa pravic rabe z deklarirano rento kot ob prenosu lastništva, kjer je podana cena kot kapitalizacija rente. V ta namen si pomagamo s podatki iz tabel tehničnih lastnosti zgradbe, enote ali celo prostora. Na spodnji sliki 8 so označene povezave med osnovnima tabelama Registra zgradb ter ostalimi tabelami, ki skupaj tvorijo razširjeno podatkovno bazo registra zgradb.

Slika 8: Razširjena podatkovna baza registra zgradb.



V tako zasnovani razširjeni podatkovni bazi registra zgradb dobimo preko tabele dogodkov na zgradbah podatek o vrednosti vloženega kapitala v zemljišče in podatek o menjalni vrednosti nepremičnine, kot odraz posameznih dogodkov na zgradbah in odločitev upravljalcev prostora, ki se nanašajo tako na lokacijo samo kot tudi na druge lokacije v okolici.

UGOTAVLJANJE VREDNOSTI NEPREMIČNIN NA TEMELJU REGISTRA ZGRADB – SISTEM SLOCAMA

Že študija posledic odločitev v monocentričnih urbanih sistemih je pokazala, da se te posledice kažejo kot sprememba menjalne vrednosti nepremičnine kot maksimum uporabnih vrednosti posameznih potencialnih uporabnikov nepremičnin. Ugotavljamo lahko tudi v obratni smeri, da je mogoče

preko spremljanja cen nepremičnin na trgu oceniti vpliv posameznih odločitev na uspešnost razvoja naselij. Takšna analiza nam omogoča ovrednotenje minulih odločitev in nudi podporo za nadaljnja odločanja o posegih in omejitvah v prostoru.

Vrednotenje nepremičnin izvajajo v svetu na več načinov. Med najpogostejšimi so:

- vrednotenje preko tržnih vrednosti nepremičnin,
- vrednotenje uporabne vrednosti nepremičnine,
- vrednotenje preko analize investiranja v nepremičnine.

Ponavadi se srečamo s kombiniranim načinom vrednotenja.

V Sloveniji je dolga leta prevladoval tretji način vrednotenja z manjšimi modifikacijami glede na lego in izpostavljenost negativnim vplivom (vlažnost, motenost zaradi prehoda, senčni prostor, hrup...). Vrednost nepremičnine se je pogosto smatrala kar enaka vrednosti vloženega kapitala v nepremičnino, zmanjšana zaradi dotrajanosti objektov. V zadnjem času se je izpostavljal vpliv lege kot pomembnejši faktor – upravljalci prostora so ga uvedli v sistem določanja višine nadomestil za uporabo stavbnih zemljišč, s čimer so želeli zajeti rento od rabe mestnih zemljišč – vendar je bil ta sistem zajemanja izredno grob in znotraj con neselektiven.

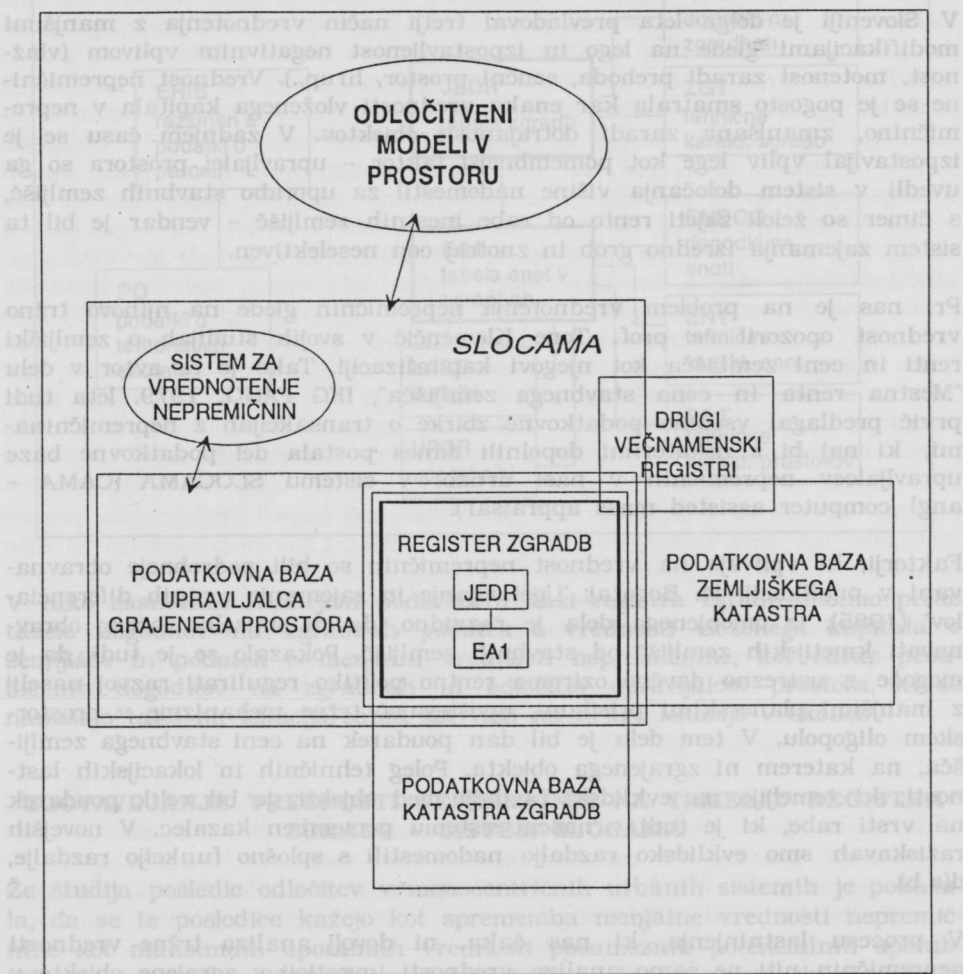
Pri nas je na problem vrednotenja nepremičnin glede na njihovo tržno vrednost opozoril že prof. Tone Klemenčič v svojih študijah o zemljiški renti in ceni zemljišča kot njegovi kapitalizaciji. Tako je ta avtor v delu "Mestna renta in cena stavbnega zemljišča", IKG FAGG, 1979. leta tudi prvič predlagal vsebino podatkovne zbirke o transakcijah z nepremičninami, ki naj bi z nekaterimi dopolnili danes postala del podatkovne baze upravljalcev nepremičnin v naši družbi v sistemu SLOCAMA (CAMA – angl 'computer assisted mass appraisal').

Faktorji, ki vplivajo na vrednost nepremičnin so bili podrobneje obravnavani v publikaciji M. Bogataj: 'Ugotavljanje in zajemanje rentnih diferencialov' (1985). Iz omenjenega dela je razvidno, da ni smiselno ločeno obravnavati kmetijskih zemljišč od stavbnih zemljišč. Pokazalo se je tudi, da je mogoče z ustrezno davčno oziroma rentno politiko regulirati razvoj naselij z manjšimi planerskimi prisilami, upoštevajoč tržne mehanizme v prostorskem oligopolu. V tem delu je bil dan poudarek na ceni stavbnega zemljišča, na katerem ni zgrajenega objekta. Poleg tehničnih in lokacijskih lastnosti, ki temeljijo na evklidski razdalji med objekti, je bil velik poudarek na vrsti rabe, ki je tudi v našem sistemu pomemben kazalec. V novejših raziskavah smo evklidsko razdaljo nadomestili s splošno funkcijo razdalje, $d(a,b)$.

V procesu lastninjenja, ki nas čaka, ni dovolj analiza tržne vrednosti nepremičnin niti ne samo analiza vrednosti investicij v zgrajene objekte v

prostoru, ampak posamezne lastnosti nepremičnin, ki so vsebovane v različnih tabelah predlagane podatkovne baze. Vrednost nepremičnine lahko ocenjujemo kot linearno kombinacijo dveh Coob-Douglosovih funkcij: Coob-Douglasove lokacijske funkcije, in Coob-Douglasove funkcije vrednosti golega objekta, ki lahko v nekaterih primerih celo negativno vpliva na vrednost nepremičnine – in to takrat, ko bi za optimalno rabo morali prvotni objekt celo rušiti in zgraditi nov objekt. Ustreznost izbire Coob-Douglasove funkcije lahko preverimo s hipotetičnimi transformacijami, ki jih omogočajo parametri hedoničnega indeksa. Vrednost nepremičnine je odvisna tudi od stopnje zajemanja učinkov družbenih vlaganj preko dav-

Slika 9: Sistem SLOCAMA in njegova upetost v podatkovne strukture GIS-a.



kov ali nadomestil za rabo zemljišč v procesu rabe nepremičnine. Zato je možno postaviti zanesljivejšo ceno pri prenosu lastništva šele pri poznani politiki zajemanja rentnih diferencialov, ki so odraz minulih vlaganj v naselje. Končni sistem SLOCAMA, katerega vpetost v podatkovne strukture GIS-a je razvidna iz slike 9, naj bi tako omogočal tudi analizo vpliva zemljiške in predvsem davčne politike na vrednost nepremičnin.

Opomba: Ogled v prispevku omenjene aplikacije razširjene podatkovne baze registra zgradb in njenega povezovanja s katastrom zgradb je možen na FAGG, Jamova 2, v sobi 110.

LITERATURA IN VIRI

- Alonso, W., 1964: Location and Land Use - Toward a General Theory of Land Rent. Harvard University, Cambridge.
- Alonso, W., 1971: The economics of urban size, Papers and Proceedings of the Regional Science Association, 26.
- Bogataj, M., 1985: Ugotavljanje in zajemanje rentnih diferencialov, IKG, FAGG, Ljubljana.
- Bogataj, M., Bogataj, L., 1986: Two level dynamic programming of the spatial distribution of communal equipment and land use, Second meeting of EURO working group "Location Theory", Herceg Novi.
- Bogataj, M., Bogataj, L., 1986: Multilevel management of water supply systems as a special case of dynamic inventory problems, Inventory in Theory and Practice (ed. A. Chikan), Studies in Production and Engineering Economics, vol. 6, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam - New York, 443-450.
- Bogataj, M., Bogataj, L., 1988: Computer Assisted Control of Urban Growth Through the Valuation of the Communal Equipment and the Land Use Value, CAMA III, Harvard Law School and Lincoln Institut of Land Policy, Cambridge, Massachusetts.
- Bogataj, M., Drobne, S., 1990: Vloga geodezije pri reševanju ekoloških problemov, Geodetski vestnik, Ljubljana, 34(1):41-49.
- Bogataj, M., Drobne, S., 1991: Reševanje demografsko in polucijsko ogroženih področij v hierarhiji naselij Slovenije, IB revija, Ljubljana, XXV(1-2):22-33.
- Bogataj, M., Drobne, S., Ferlan, M., 1991: Register zgradb v jedru GIS, referat na 24. Geodetskem dnevu, Geodetski vestnik, Ljubljana, 34(3):123-131.
- Bogataj, M., Bogataj, L., 1992: Combinatorial optimatization of the location - inventory problem, Int.J. of Prod. Econ., Elsevier, (26): 273 - 276.
- Chinitz, B., 1990: Growth management - Good for the town, bad for the nation?, Journal of the American Planning Association, 56(1).
- Cumberland, J.H., 1990: Public choice and the improvement of policy instruments for environmental management, Ecological Economics, 2(2).
- Evans, A., 1985: Urban Economics, Blackwell.
- Fisch O., 1980: The accuracy of changes of urban land values as a me-

- asure of social benefits from public programs, *Regional Science and Urban Economics*, (10): 473-489.
- Hafkamp, W., Nijkamp, P., 1981: Multiobjective modelling for economic-environmental policies, *Environment and Planning A*, 13 (1).
- Klemenčič, T., 1979: Mestna renta in cena stavbnega zemljišča, IKG, FAGG, Ljubljana.
- Maier-Rigaud, G., 1991: On Divergences between Internalisation and Environmental Policy, revised version of a presentation given at the International Conference on Human Ecology at Goteborg, Sweden.

LITERATURA IN VIRI

- Alonso, W., 1984: *Location and Land Use - Toward a General Theory of Land Rent*, Harvard University, Cambridge.
- Alonso, W., 1971: The economics of urban size, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, 26.
- Bogataj, M., 1985: *Ugotavljanje in razprava o mestni renti*, IKG, FAGG, Ljubljana.
- Bogataj, M., Bogataj, L., 1988: Two level dynamic programming of the spatial distribution of communal equipment and land use, *Second meeting of EURO working group "Location Theory"*, Herceg Novi.
- Bogataj, M., Bogataj, L., 1988: Multilevel management of water supply systems as a special case of dynamic inventory problems, *Inventory in Theory and Practice* (ed. A. Chikan), Studies in Production and Engineering Economics, vol. 6, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam - New York, 443-450.
- Bogataj, M., Bogataj, L., 1988: Computer Assisted Control of Urban Growth Through the Valuation of the Communal Equipment and the Land Use Value, *CAMA III*, Harvard Law School and Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Massachusetts.
- Bogataj, M., Drobne, S., 1990: *Vrednotenje pri reševanju ekoloških problemov*, Geografski vestnik, Ljubljana, 34(1): 43-49.
- Bogataj, M., Drobne, S., 1991: *Reševanje danih in navedenih ekoloških problemov v hierarhijski strukturi*, Geografski vestnik, Ljubljana, 35(1): 22-33.
- Bogataj, M., Drobne, S., Poljan, M., 1991: *Register zgradb v jedru GIS*, Geografski vestnik, Ljubljana, 35(1): 123-131.
- Bogataj, M., Bogataj, L., 1992: Computational optimization of the location - inventory problem, *Int. J. of Prod. Econ.*, Elsevier, (26): 273 - 278.
- Chinitz, B., 1990: Growth management - Good for the town, bad for the nation?, *Journal of the American Planning Association*, 56(1).
- Cumberland, J.H., 1990: Public choice and the improvement of policy instruments for environmental management, *Ecological Economics*, 2(2).
- Evans, A., 1985: *Urban Economics*, Blackwell.
- Fisch, O., 1980: The accuracy of changes of urban land values as a measure of social benefits from public programs, *Regional Science and Urban Economics*, (10): 473-489.

UPORABA GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA PRI PREDLOGU NOVIH OBČIN SLOVENIJE

Danijel Boldin in Aleksander Jakoš

UDK 352.07:91:681.3

Izuleček

V prispevku je opisana uporaba GIS orodja pri pripravi predloga novih občin v Sloveniji. Prikazana so izhodišča za pripravo grafične in atributne podatkovne baze, način priprave atributnih (šifriranje, izbiranje, združevanje podatkov popisa prebivalstva od 1961. do 1991. leta ipd.) in grafičnih podatkov (način oblikovanja novih mej občin, uporaba digitalnih podatkov mej sedanjih teritorialnih enot ipd.). Opisana je uporabljena računalniška oprema.

UDC 352.07:91:681.3

Abstract

THE APPLICATION OF GIS FOR THE PROPOSAL OF NEW COMMUNES IN SLOVENIA

In this article the use of Geographic Information Systems (GIS) as a basis for the limitation of the new territorial units in Slovenia is described. Basic elements of arranging graphic and attributes data are described as well as the way of preparing different census data according to change of official commune codes and the way of digitalization of smaller territorial units, as a component part of new communes. Computer hardware and software is also presented.

UVOD

GIS-i so v zadnjih letih postali zelo uspešni pri informacijski podpori prostorskemu planiranju in drugim projektom, pri katerih so atributi vezani na podatke o prostoru. Ravno zmožnost teh orodij za uporabo prostorsko vezanih podatkov z njihovimi atributi nam omogoča njihovo prekrivanje, selekcijo, združevanje ipd. GIS-i dobro podpirajo prostorske baze podatkov in omogočajo oblikovanje različnih izpisov tako v obliki tabelarnih prikazov, kakor tudi barvnih izrisov različnih kart. Uporaba GIS-ov zahteva usklajeno delovanje različnih strokovnih sodelavcev, zmogljivo računalniško opremo ter dovolj zmogljivo GIS orodje.

V okviru priprav za oblikovanje celovite strategije prostorskega razvoja je Ministrstvo za varstvo okolja in urejanja prostora v začetku leta 1991

Danijel Boldin dipl. org. inf., Aleksander Jakoš dipl. geogr., Urbanistični inštitut Slovenije, Ljubljana, Jamova 18

naročilo izdelavo raziskovalnega projekta: "Zasnova poselitvenega razvoja Slovenije", ki sta ga sofinancirala Ministrstvo za znanost in tehnologijo in Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora v okviru inovacijskega sklada. Ta raziskava je predvidevala poleg demografskih elementov tudi proučitev teritorialno-upravne delitve kot instrumenta za usklajevanje prostorskih elementov.

Vse faze projekta so bile v celoti izvedene na UI na naslednji strojni opremi: dva PC kompatibilna računalnika (80486 in 80386 s 110 MB trdima diskoma in barvnim ekranom), digitalnik AO format, peresni risalnik - format AO in laserski tiskalnik.

Programska oprema, ki smo jo uporabljali pri tem projektu, je bila naslednja: PC ARC/INFO 3.4D za analizo atributnih in topoloških podatkov. Program za računalniško podprto načrtovanje AutoCAD 9.0, s katerim smo pripravili celoten proces zajemanja grafičnih podatkov (digitalizacije mej posameznih teritorialnih enot) in izrise večine končnih predlogov novih občin. S programskim sistemom za urejanje baz podatkov dBASE III+ in CLIPPER Summer 87 s katerima smo pripravljali in urejali atributno bazo podatkov in različne tabelarične prikaze. Za urejanje preglednic smo uporabljali program SYMPHONY 1.0, s katerim smo pripravili statistične in analitične izračune.

PRIPRAVA PODATKOV

Podatke o teritorialnih enotah smo razdelili na topološki (grafični) in atributni del. V začetku smo pripravljali ti dve bazi ločeno, vendar pa smo jih kasneje združili v en sistem.

Grafični del je temeljil na karti merila 1:250.000 (Republiška geodetska uprava, 1991).

Atributni del smo pripravili na osnovi podatkov popisov od leta 1961 dalje oz. agregiranih baz podatkov po naseljih, krajevnih skupnostih in sedanjih občinah (podatki so bili prirejeni na šifrant naselij, ki je veljal za predhodne podatke popisa leta 1991, Zavod za statistiko Republike Slovenije).

Izhodišče za oblikovanje meja novih občin je bilo delovno gradivo dr. Igorja Vrišerja (Vrišer, 1991). V prvi fazi projekta, ko smo testirali možne pristope k izvedbi projekta smo pripravljali delovno topološko in atributno bazo (digitalizacija mej krajevnih skupnosti iz pregledne karte Slovenije v merilu 1:250.000) samo za nekatere dele Slovenije (območje notranjskih, primorskih, gorenjskih ipd. občin). Osnovna enota pri oblikovanju novih občin je bila krajevna skupnost. Nižje enote - naselja so nastopala samo v atributni bazi. V tej fazi smo določili strukturo topološke (podatkovni sloji) in atributne baze, osnovne grafične elemente, način povezovanja grafičnih elementov in šifriranja novih občin ter pripravili postopke za pove-

zavo atributne in grafične baze. Pripravili smo nekatere testne tabelarične prikaze atributne baze, kakor tudi nekatere kartografske izrise.

GIS STRUKTURA IN OBDELAVA PODATKOV

Na osnovi delovnih rezultatov in pripravljenih delovnih postopkov smo se lotili oblikovanja novih občin. Predlog novih občin je bil oblikovan tako, da smo krajevne skupnosti (stanje 1991) združevali (združevanje segmentov KS v nove poligone) v nove občine. Pri tem posameznih krajevnih skupnosti nismo delili med več novih občin (kar pa za dokončen predlog seveda ne velja). Že pri digitalizaciji mej novih občin smo upoštevali topološke zahteve paketa za podporo geografskih informacijskih sistemov (način dodajanja, brisanja segmentov, povezava segmentov v poligone ipd.) tako, da smo lahko v nadaljevanju te podatke prenesli v PC ARC/INFO. Nato smo pripravili način šifriranja novih občin. Pri tem smo uporabljali naslednja izhodišča:

- Oznaka nove občine je sestavljena iz 4 znakov. Prva dva znaka predstavljata oznako obstoječe občine, tretji in četrti znak pa oznako nove občine.
- Nove občine oštevilčimo zaporedno v okviru obstoječih občin.
- Oznake novih občin se pričnejo s številko 1.
- Oznako 1 dobi nova občina, ki ima enako ime kot obstoječa občina.
- Pri oštevilčenju novih občin se upošteva abecedni red imen občin.

Primer: 0301, 03 - oznaka obstoječe občine, 01 - oznaka nove občine. Na ta način smo ohranili povezavo med obstoječimi in novimi občinami.

Celoten proces grafične obdelave vhodnih podatkov - oblikovanja novih enot smo izvedli s programskim paketom AutoCAD. S pomočjo ARC/INFO-a pa smo izvedli postopke za topološko kontrolo in popravljanje topoloških napak grafične baze.

Po delovnem gradivu dr. Igorja Vrišerja smo pripravili dva variantna predloga nove upravne razdelitve Slovenije (Vrišer, 1991). Zaradi sistematičnosti in zaradi majhnega števila sprememb med obema predlogoma smo jih v našem projektu poimenovali z 2a in 2b. Pri tem smo različne osnovne baze podatkov (prebivalci, delovna mesta ipd.) prilagodili na nove občine.

Medtem ko je bila osnova za grafično prikazovanje novih občin krajevna skupnost (po podatkih Geodetskega zavoda Slovenije) in le za leto 1991 (predhodni podatki popisa prebivalstva leta 1991) tudi izbrani podatki po teh krajevnih skupnostih, so bili vsi podatki o časovnih serijah pred letom 1991 obdelani na ravni naselij. Ker posamezna naselja sekajo meje krajevnih skupnosti, smo morali podatke prilagoditi. Pri tem smo praviloma krajevne skupnosti v občinskih središčih združili v eno "naselje", v primeru večjih odstopanj pa smo si pomagali z deleži prebivalstva po posameznih naseljih in krajevnih skupnostih (Pregled teritorialnih enot 1991

in povezava šifranta naselji s KS, 1991). Časovne serije o številu prebivalcev so bile izdelane na ravni naselij in prilagojene na šifrant krajevnih skupnosti in šifrant naselij leta 1991. Poseben problem so predstavljala delovna mesta, saj se šifranta naselij (popis 1991) in šifrant delovnih mest (register avgust 1991) ne ujemata (razlike pri več kot 200 naseljih).

Pri atributnih podatkih smo morali najprej uskladiti šifrante naselij popisov prebivalstva leta 1961, 1971 in 1981 na leto 1991 (za skupno število prebivalcev). Za podatke pred letom 1991 je bilo potrebno izdelati povezovalno šifranta naselij s šifrantom krajevnih skupnosti. Nekatera naselja se namreč delijo v več krajevnih skupnosti, zato je bilo potrebno v posameznih primerih deliti podatke po naseljih.

Atributna baza predloga novih občin je nastajala ob pripravi topološke baze. Atributne podatke smo pripravili na osnovi šifranta povezav med oznakami občin in oznakami krajevnih skupnosti. Za lažje oblikovanje šifrantov smo pripravili postopek v programu AutoCAD (AutoLISP), ki je omogočal zapis povezav teritorialnih enot na ASCII datoteko. Šifrant je vseboval naslednje podatke : oznaka nove občine, oznaka obstoječe občine, oznake pripadajočih KS.

Atributni podatki so bili vezani na obstoječe občine, nove občine in krajevne skupnosti. Nove občine smo opisali z naslednjimi atributi:

- šifra nove občine,
- število prebivalcev leta 1961,
- število prebivalcev leta 1971,
- število prebivalcev leta 1981,
- število prebivalcev leta 1991,
- indeks gibanja števila prebivalcev v obdobju 1961-1971,
- indeks gibanja števila prebivalcev v obdobju 1971-1981,
- indeks gibanja števila prebivalcev v obdobju 1981-1991,
- indeks gibanja števila prebivalcev v obdobju 1961-1991,
- število prebivalcev, odsotnih zaradi dela v tujini leta 1991,
- število prebivalcev, odsotnih zaradi bivanja v tujini leta 1991,
- število stanovanj leta 1991,
- število gospodinjstev leta 1991,
- število kmečkih gospodarstev leta 1991,
- skupna površina,
- njivske površine,
- število zaposlenih,
- obdelovalne površine,
- kmetijske površine,
- oznaka demografske ogroženosti.

Atributni del pri krajevnih skupnostih je vseboval:

- šifra krajevnih skupnosti,
- število prebivalcev leta 1991,

- število prebivalcev, odsotnih zaradi dela v tujini leta 1991,
- število prebivalcev, odsotnih zaradi bivanja v tujini leta 1991,
- število stanovanj leta 1991,
- število gospodinjstev leta 1991,
- število kmečkih gospodarstev leta 1991,
- oznaka demografske ogroženosti,
- oznaka stopnje centralnih funkcij.

VREDNOTENJE IN PREDSTAVITEV PODATKOV

Na osnovni atributnih podatkov smo lahko pripravili različne izpise in izris podatkov o novih občinah. Tako smo za nove občine naredili karte, ki prikazujejo primerjavo izbranih podatkov popisa prebivalstva in površin, sprememb števila prebivalcev v izbranih letih ipd. Prav tako smo prikazali izbrane podatke predhodnih rezultatov popisa prebivalstva leta 1991 po krajevnih skupnostih in novih občinah.

Da bi dobili predstavo o glavnih značilnostih poselitvenih gibanj v Sloveniji, smo občine razvrstili v različne skupine (npr. glede na to ali je v njih število prebivalcev naraščalo ali nazadovalo). Tako smo pripravili serijo tematskih kart in preglednic, ki prikazujejo nekatere izvedene podatke po novih občinah (spremembe števila prebivalcev, primerjava števila kmečkih gospodarstev in površin itd). Na osnovi razvrstitve krajevnih skupnosti po stopnjah centralnih funkcij (Vrišer, 1992) smo analizirali krajevne skupnosti v povezavi z novimi občinami in novimi pokrajinami oz. upravnimi enotami. Prav tako smo na osnovi podatkov o demografski ogroženosti krajevnih skupnosti pripravili različne kartografske prikaze.

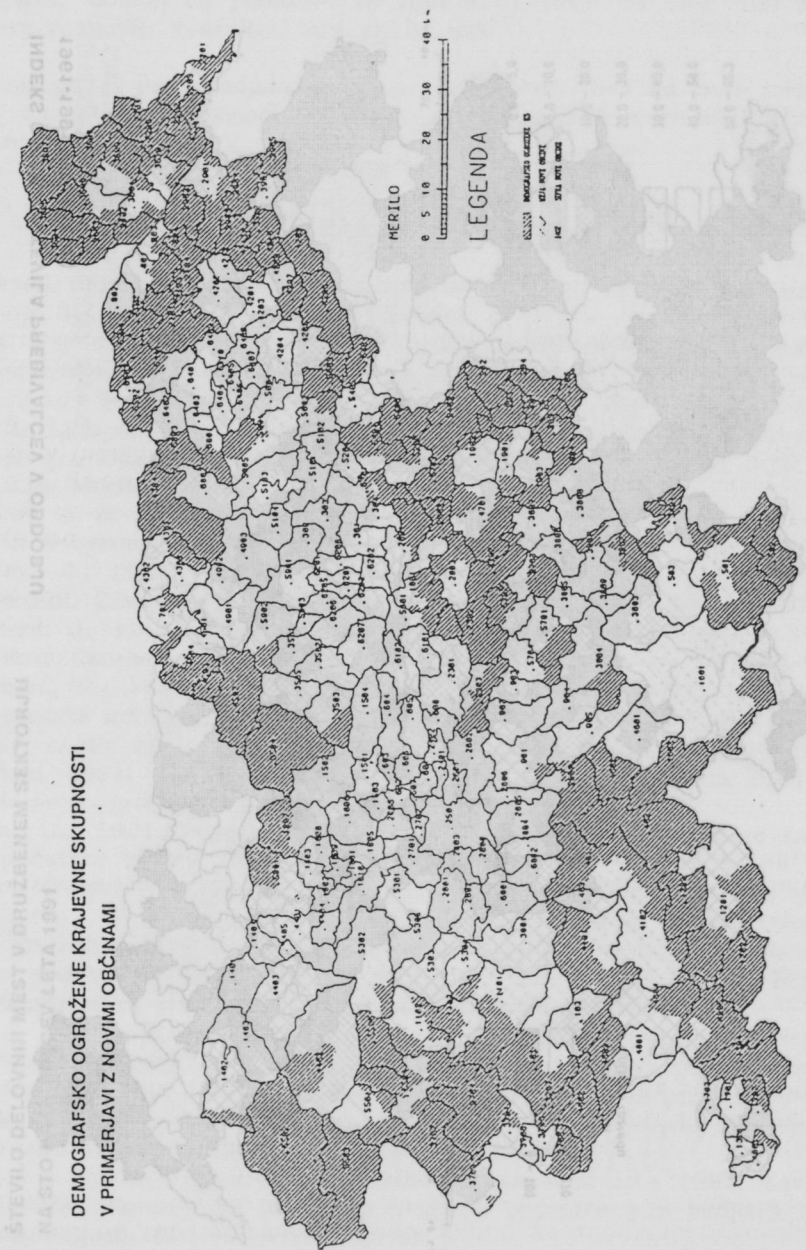
ZAKLJUČEK

Zanimanje za Geografske informacijske sisteme je v Sloveniji že zelo veliko, v nekaterih drugih državah pa se ti sistemi že uveljavljajo kot standardna tehnologija.

Primer uporabe računalniške tehnologije pri pripravi predloga nove upravne razdelitve Slovenije je pokazal, da so se zmožnosti GIS sistemov zelo ujemale s potrebami projekta.

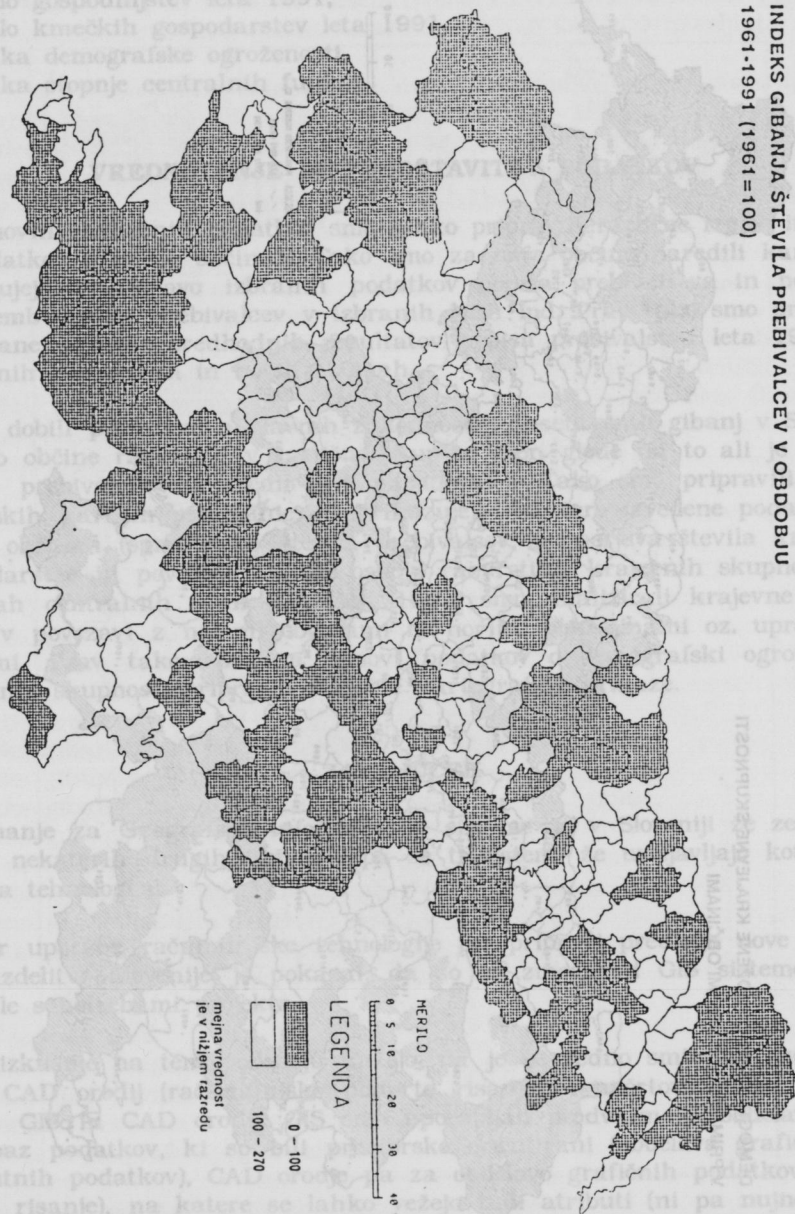
Naše izkušnje na tem področju kažejo, da je še vedno smiselna tudi uporaba CAD orodij (računalniško podprto risanje in načrtovanje) oz. kombinacija GIS in CAD orodij. GIS smo uporabljali predvsem za obdelavo velikih baz podatkov, ki so bili prostorsko orientirani (obdelava grafičnih in atributnih podatkov), CAD orodje pa za obdelavo grafičnih podatkov (orodje za risanje), na katere se lahko vežejo tudi atributi (ni pa nujno), vendar pa v teh sistemih ni podpore za obdelavo atributnega dela podatkovne baze.

Slika 2.

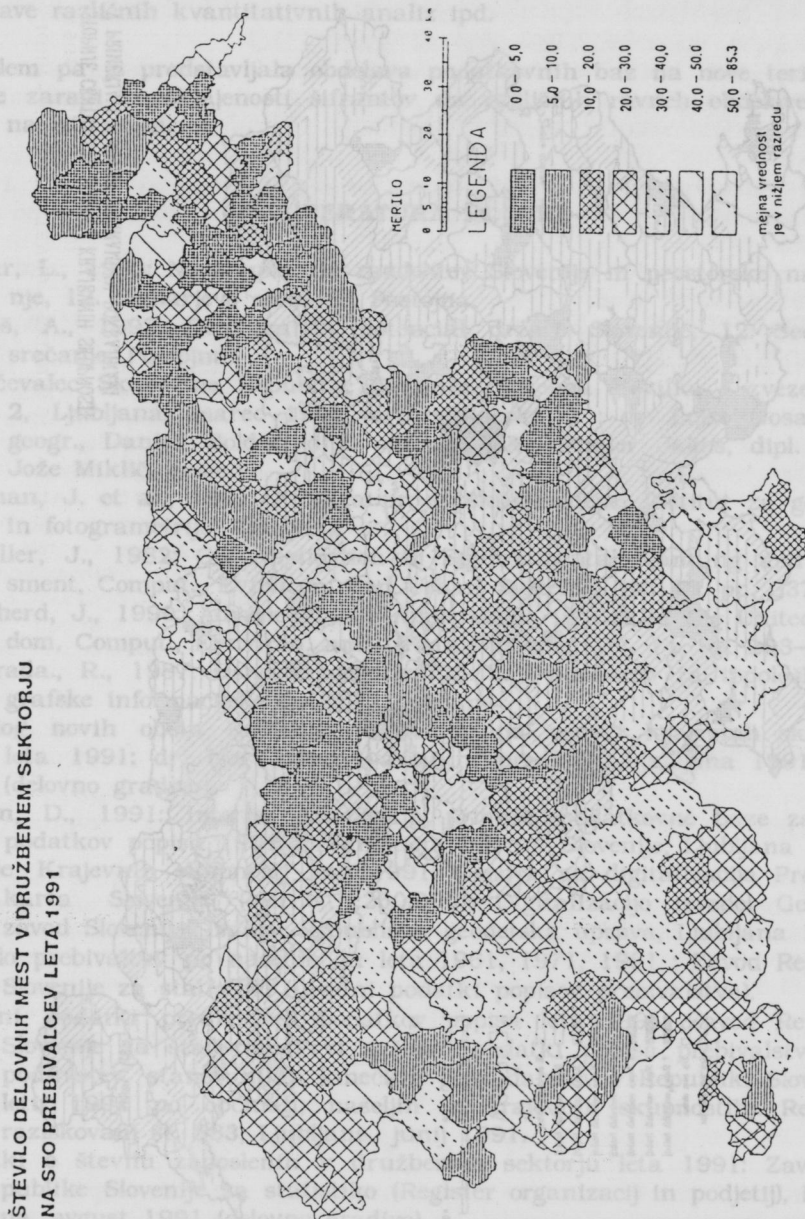


Slika 3.

INDEKS GIBANJA ŠTEVILA PREBIVALCEV V OBDOBJU
1961-1991 (1961=100)



Slika 4.



Slika 5.



Pokazalo se je, da je bil največji prihranek časa pri pripravi različnih kartografskih izrisov zanesljivost podatkov, ki je večja kot pri klasičnih postopkih, dostop do podatkov in informacij, imeli pa smo tudi možnost izdelave različnih kvantitativnih analiz ipd.

Problem pa je predstavljala obdelava podatkovnih baz na nove teritorialne enote zaradi neusklajenosti šifrantov na različnih ravneh obdelave, kakor tudi na isti ravni.

LITERATURA IN VIRI

- Gosar, L., 1992: Nova upravna razdelitev Slovenije in prostorsko načrtovanje, 12. Sedlarjevo srečanje, Postojna.
- Jakoš, A., 1992: Demografski potencial države Slovenije, 12. Sedlarjevo srečanje, Postojna.
- Poročevalec Skupščine Republike Slovenije, Posebna številka - zvezek 1 in 2, Ljubljana, marec 1992 (avtorji zvezka 2 : dr. Lojze Gosar, dipl. geogr., Danijel Boldin, dipl. org. inf., Aleksander Jakoš, dipl. geogr., Jože Miklič, geom.)
- Rozman, J. et al., 1991: Analiza prostorskih evidenc, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, Ljubljana
- Schaller, J., 1982: Gis Application in Environmental Planning and Assessment, Comput., Evnviron. and Urban Systems, Vol. 16, pp. 337-353
- Shepherd, J., 1990: Advanced and Applications in GIS in the United Kingdom, Comput., Evnviron. and Urban Systems, Vol. 14, pp. 223-241
- Šumrada, R., 1987: Osnove korporiranih baz podatkov za topološke geografske informacijske sisteme, Ljubljana
- Predlog novih občin Republike Slovenije, na osnovi krajevnih skupnosti leta 1991: dr. Igor Vrišer (variantni predlogi), Ljubljana 1991, 1992 (delovno gradivo).
- Boldin, D., 1991: Interno poročilo o pripravi podatkovne baze začasnih podatkov popisa 1991: Urbanistični inštitut Slovenije, Ljubljana
- Stanje Krajevnih skupnosti leta 1991: Osnova za digitalizacijo Pregledna karta Slovenije. (Merilo 1:250.000). Digitalizacijo izvedel Geodetski zavod Slovenije. Izdala: Republiška geodetska uprava, Ljubljana 1991.
- Število prebivalcev po naseljih za leta 1961, 1971, 1981 : Zavod Republike Slovenije za statistiko (uradni podatki popisov prebivalstva).
- Izbrani podatki predhodnih podatkov popisa leta 1991: Zavod Republike Slovenije za statistiko.(Prvi začasni podatki popisa prebivalstva, gospodinjstev, stanovanj in kmečkih gospodarstev v Republiki Sloveniji v letu 1991 po občinah, naseljih in krajevnih skupnostih). Rezultati raziskovanj št. 583, Ljubljana, junij 1991.
- Podatki o številu zaposlenih v družbenem sektorju leta 1991: Zavod Republike Slovenije za statistiko (Register organizacij in podjetij), Ljubljana, avgust 1991 (delovno gradivo).

Pregled teritorialnih enot v Republiki Sloveniji s šiframi, Zavod Republike Slovenije za statistiko, rezultati raziskovanj št. 541, Ljubljana, julij 1991.

Podatki o površinah: Republiška geodetska uprava (Zemljiški kataster), Ljubljana, december 1986 (delovno gradivo).

Jakoš, A., 1991: Uskladitev šifranta naselij popisov prebivalstva leta 1961, 1971, 1981 na leto 1991 (za skupno število stalnih prebivalcev): Urbanistični inštitut Republike Slovenije, Ljubljana 1991 (delovno gradivo).

Povezava šifranta naselij s šifrantom krajevnih skupnosti v letu 1991: Urbanistični inštitut Republike Slovenije, Ljubljana 1992 (delovno gradivo).

Stopnja centralnih funkcij krajevnih skupnosti, dr. Igor Vrišer, Ljubljana 1991, (delovno gradivo).

Demografsko ogrožene krajevne skupnosti: Uradni list Republike Slovenije 5/91-165, 6/91-262, 6/92-326.

ZASNOVA PROSTORSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA (PIS/GIS) KOT PODLAGE ZA VEČNAMENSKO GOSPODARJENJE Z GOZDOM IN GOZDNATO KRAJINO

Milan Hočevar, David Hladnik in Marko Kovač

UDK 630:91:681.3

Izuleček

Smotrno in trajno gospodarjenje z gozdom in gozdnim prostorom zahteva dobro poznavanje njunega stanja in razvojnih teženj. Zato je gozdarstvo ena redkih panog, ki že stoletja zbira velike količine podatkov, posebno v zadnjih letih pa skuša za potrebe načrtovanja oblikovati celosten informacijski sistem. Dosedanji informacijski sistem so sestavljali predvsem popis znakov in dendrometrijska inventura v ureditvenih enotah ter gozdarska kartografija. Širjenju podatkovnih baz ni sledil tudi uravnotežen razvoj informacijske tehnologije, zaradi čedalje bolj obremenjenega okolja in propadanja gozdov pa je potrebno težišče dela prenesti na učinkovit monitoring dogajanj v gozdu in gozdnem prostoru. Zasnova sodobnega prostorskega informacijskega sistema mora poleg integracije dosedanjega sistema zbiranja podatkov v gozdarstvu upoštevati vedno bolj poudarjeno mnogonamensko vlogo gozda in naš sonaraven, prostorsko izredno razčlenjen način gospodarjenja. Zaradi racionalnosti mora biti pridobivanje podatkov čim cenejše, uporaba informacij pa čim bolj široka, kar ponazarjajo predstavljena načela večplastnosti, polifunkcionalnosti, prostorske celovitosti in multitemporalnosti.

UDC 630:91:681.3

Abstract

**CONCEPTS OF SPATIAL INFORMATION SYSTEM (SIS/GIS) AS A BASIS FOR THE
MULTIPURPOSE MANAGEMENT OF THE FOREST AND FOREST LANDSCAPE**

The goal of the Geographic Information Systems in forestry is to improve efficiency and effectiveness in decision making regarding the regulation, protection and management of environmental resources. In order to carry out relevant analyses in the system of co-natural forest management, to record changes and damage to our forests, and to allow us to make constructive use of the resources available, the integration of spatial and factual data is necessary. The principles of the structure of modern spatial information systems and the concept of a comprehensive forest inventory as its integral part are described.

POMEN INFORMATIKE V GOZDARSTVU

Gospodarjenje s krajino in naravnimi viri se izraža z nenehno interakcijo med človekovimi zahtevami do okolja in njegovim smotrnim izkoriščanjem.

Dr. M. Hočevar, mag. D. Hladnik, mag. M. Kovač, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in IGLG, Ljubljana.

To razmerje sodi v širši kontekst razvojnih paradigem, ki jih oblikujejo najrazličnejše silnice, med katerimi so najpomembnejše "preživetje človeka kot vrste" in pa moralno-etični vidiki, ki človeku kot delu stvarstva onemogočajo nenadzorovano početje v prostoru in času. Za današnji svet se zaradi naglega znanstvenega, tehnološkega in ekonomskega razvoja zdita sprejemljivi COLBYJEVI (Golob, 1992) paradigmi "gospodarjenje z viri" in "ekorazvoj", ki ju že nekaj časa oblikuje tudi gozdarska stroka in ju je mogoče povsem vključiti v sodobni načrtovalski proces. Učinkovitega načrtovanja naravnih virov, ki poleg dobrin upošteva še bioekološke danosti in vrsto interakcij med naravo in družbo, si ni mogoče zamišljati brez kakovostnih informacij o njihovem stanju in prihodnjem potencialu. Informacije so tudi podlaga za konsistenten program družbenogospodarskega razvoja, predvsem pa predpogoj za smotrno odločanje na vseh strateško pomembnih načrtovalskih ravneh.

Gozdarstvo je ena izmed redkih panog, ki že stoletja zbira podatke o gozdu in gozdnem prostoru. Rezultat načrtnega dela so obsežne podatkovne zbirke, ki obravnavajo praktično vse slovenske gozdove, v časovnem smislu pa segajo daleč v preteklost. Razvrstimo jih lahko v dve osnovni kategoriji: v kategorijo vsebinskih (atributivnih) in v kategorijo prostorskih podatkov. Prva obsega količinske in kakovostne podatke, ki v obliki teksta, tabel, seznamov in kod opisujejo posamezne elemente prostora in površine. V drugo kategorijo večinoma uvrščamo kartografske predloge in razne tematske karte.

Vzdrževanje klasičnega sistema informacij je časovno zelo zahtevno in drago. Ker pretežno še temelji na manualni tehniki, kljub računalniški podpori v posameznih fazah dela, je počasno in ima omejene možnosti za učinkovito racionalizacijo. Predvsem pa je klasično zasnovan sistem neboljen, ko je treba obdelati prostorsko orientirane podatke in informacije, kar je poleg zahtev po njihovem hitrem in ažurnem posredovanju osrednji problem učinkovitega načrtovanja. Oboje nam nudijo računalniško podprti prostorski informacijski sistemi (v nadaljevanju PIS). Razvoj tovrstnih sistemov se je začel v sedemdesetih letih. Danes le-ti že omogočajo hitre in kombinirane obdelave podatkov in informacij ter njihovo predstavitev v kartografski in tekstovni obliki. Glede na to, da so vse informacije geokodirane (prostorsko opredeljene), je z orodji mogoče reševati eksaktno definirane probleme oz. naloge. Nekatere med njimi so:

- kakšna je lesna zaloga smrekovih sestojev v višinskem pasu med 1000 in 1500 m, v poljubnem območju s koordinatami x in y?
- na katerih lokacijah (nadmorska višina, ekspozicija, drevesna sestava) se pojavljajo nadpovprečne poškodbe gozdnih sestojev?
- kolikšen je delež gozdne površine in kakšna je struktura lesne zaloge v pasu, ki od najbližje kamionske ceste ni oddaljen več kot 200 m?

VRSTE IN ZGRADBA PROSTORSKIH INFORMACIJSKIH SISTEMOV

DEFINICIJA IN FUNKCIJE PIS

Prostorski informacijski sistemi so orodje za vsestransko hitro obdelavo velike količine raznovrstnih prostorskih podatkov in informacij. So računalniško podprti avtomatski informacijski sistemi, vendar pa pri uporabi od uporabnika ne zahtevajo specializiranega računalniškega znanja. Omogočajo ažurno, selektivno in hitro pridobivanje informacij, njihovo obdelavo in posredovanje geokodiranih informacij, ki so podlaga za smotrno gospodarjenje z naravnimi viri in prostorom. Vse informacije so večplastno združljive, prav tako so združljive tudi s tujimi podatkovnimi zbirkami.

PIS združuje lastnosti sistemov za upravljanje s podatkovnimi bazami, s sistemi za računalniško grafiko in avtomatsko kartografijo. Je pa še mnogo več. Vsebuje namreč še orodja za simultano, soodvisno upravljanje s prostorskimi in atributivnimi podatki, ki se nanašajo na isto lokacijo. Tako npr. vsaki grafični spremembi avtomatsko sledi tudi sprememba vsebinskih podatkov v ustreznih podatkovnih zbirkah. Najpomembnejše funkcije, ki jih sodobni PIS-i omogočajo pri gospodarjenju z gozdovi, je mogoče povzeti takole:

- integracija podatkov iz različnih podatkovnih virov v skupne baze podatkov (teren, karta, slika),
- integracija kart, narejenih v različnih merilih in projekcijah, v karte želenega formata, tematike in merila,
- izračun površin, pretvorba projekcij, sprememba meril, sprememba vsebine kart,
- vzpostavljanje relacij med neodvisnimi in mnogokrat iz različnih virov pridobljenimi podatki preko sistema geokodiranja; s tem je omogočeno pridobivanje povsem novih informacij,
- sposobnost agregiranja podatkov od podrobnega informacijskega nivoja na regionalno ali državno raven; s posebnimi algoritmi tvori sistem iz podrobnih podatkov (nanašajočih se na osnovne informacijske enote) podatkovne baze za stratume na višji načrtovalski ravni,
- avtomatska izdelava novih tematskih kart in podatkovnih zbirk na podlagi presekov (prekrivanja) posameznih podatkovnih ravni,
- avtomatsko določanje sosedskih pasov vzdolž izbranih linij ali poligonov (npr.: določanje površin upošteva s pravilno razdaljo ali določanje emisijskega pasu vzdolž avtoceste itn.).

SESTAVINE PIS

Prostorske informacijske sisteme sestavljajo strojna in programska oprema, podatki in uporabniki. PIS zahteva, da so vsi podatki prostorsko opredeljeni (s koordinatami x , y). Samo enoličen zapis omogoča njihovo kasnejše prepoznavanje, ne glede na to, ali so v sistemu zapisani kot točke, linije

ali poligoni. V principu je PIS sestavljen iz več med seboj povezanih podsistemov.

Podsistem za zajemanje podatkov obsega pripravo, organizacijo in snemanje podatkov. Vhodni podatki so v grafični (razne karte) ali alfanumerični (tekstovni) obliki in so s primernimi orodji transformirani v za računalnik prepoznavne digitalne oblike. Poleg terenskih so bistveni vir prostorskih podatkov še aeroposnetki, v zadnjem času pa vedno bolj tudi satelitski posnetki. Vnos podatkov poteka običajno po ločenih podatkovnih slojih z digitalizacijo, skeniranjem ali kodiranjem na računalniške spominske medije.

Podsistem za upravljanje s podatkovnimi bazami obsega kontrolo, shranjevanje in obdelavo podatkov. Sistem omogoča strukturiranje, dopolnjevanje, združevanje in transformacijo podatkov, spajanje kartnih izsekov in geometrične korekcije.

Podsistem za analizo podatkov omogoča geografsko analizo, interpretacijo podatkov ter izdelavo modelnih študij in simulacij. Obdelave obsegajo prostorske, vsebinske ali kombinirane podatke. V tej fazi je možna tudi njihova agregacija. Tipična operacija je npr. generiranje novih informacij s prekrivanjem izbranih podatkovnih slojev ob hkratnem izračunu površin in razdalj ter izdelava ustreznih vsebinskih datotek in novih tematskih kart v izbranem merilu in tehniki.

Podsistem za izhod podatkov in prikaz rezultatov omogoča grafično, kartografsko ali tekstovno predstavitev na različnih izhodnih enotah (tabele, grafi, karte). Današnja tehnika na področju grafičnih prikazov in kartografije skorajda ne postavlja nobenih omejitev. Nasprotno, omogoča izpise različnih formatov (do A0) v črnobeli ali barvni tehniki, z visoko resolucijo (do 256 različnih barvnih odtenkov) neposredno z računalnika, oziroma preko skanerjev. Zadržanost glede uporabe slednje je umestna, ker zahteva nabava take opreme tudi visoka sredstva.

Glede na način shranjevanja grafičnih podatkov obstajata dva načina: rastrski in vektorski zapis. Oba imata prednosti in pomanjkljivosti, zato mnogi komercialni PIS programi že nudijo možnost pretvorbe zapisa iz ene oblike v drugo. Prednost vektorskih sistemov je v natančnem linijskem zapisu, kar je pomembno v kartografiji, rastrski sistemi pa so enostavnejši. Nekatere baze podatkov obstajajo samo v rastrski obliki (npr. skenirani podatki satelitskih snemanj).

ORIS OBSTOJEČE GOZDARSKE INFORMATIKE

Biološka narava gozda in pa dolga proizvodna obdobja sta najpomembnejša razloga, zaradi katerih je gozdarska stroka že pred več kot stoletjem začela načrtno urejati gozdni prostor in vzdrževati gozdno proizvodnjo (Funkl, 1979). Filozofsko načelo trajnosti, ki ga je sooblikovala in tudi

sprejela za svoj temeljni postulat, ji je bilo pri njenem delu v veliko pomoč in oporo. Upošteva je ta izhodišča in nekatera, že omenjena v uvodnih besedah, sploh ne preseneča sorazmerno zgodaj postavljena zahteva po vzpostavitvi gozdarskega informacijskega sistema. Le-ta naj bi v prvi vrsti zadostil potrebam urejevalcev (načrtovalcev) gozdnega prostora, rabil pa bi tudi strokovnim službam v gozdarstvu in zunaj njega. Obstoječi informacijski sistem naj bi gozdarstvu pomagal predvsem pri izpeljavi naslednjih vsebinskih nalog (Mikulič, 1983, 1987, 1992):

- zagotavljanje trajnih funkcij gozda z upoštevanjem medsebojne povezanosti in soodvisnosti naravnih, gospodarskih in splošnodružbenih dejavnikov,
- povezava sistema z večravninskim sistemom gozdnogospodarskega načrtovanja (načrti gozdnogospodarskih območij, gozdnogospodarskih enot in podrobni gojitveni načrti),
- pridobitev strokovnih osnov za celovit sistem "družbenega" planiranja in pomoč pri usklajevanju in razmejevanju širšega družbenega interesa za gozdove od ostalih interesov,
- načrtno zbiranje podatkov o stanju v gozdovih, nadzor nad učinki gospodarjenja (preverjanje razvojne dinamike gozda),
- oceno optimalne izkoriščenosti rastiščnega potenciala upošteva je strokovna izhodišča v celotnem slovenskem gozdnem prostoru.

Naštetim nalogam, ki so trajno navzoče že od konca sedemdesetih let, so se v preteklem desetletju pridružile še nove. Pravi šok je npr. doživelo gozdarstvo in z njim celotna slovenska javnost z razširitvijo propadanja gozdov v našo deželo. Ta je najprej sprožil polemiko, nazadnje pa odločitev, da tudi v Sloveniji pristopimo k organiziranemu monitoringu tega procesa. Kljub dejstvu, da je bil v gozdarstvu tisti čas že organiziran operativen gozdarski informacijski sistem, se je vendarle izkazalo, da nove naloge ne bo mogel zadovoljivo opraviti, vsaj ne v tako kratkem času, kot ga je zahtevala metoda snemanja. Zaradi tega je bil zasnovan in vzpostavljen nov sistem, ki v primerjavi s starejšim (gozdarskim informacijskim sistemom) temelji na statistični zasnovi. Slovensko gozdarstvo tako ta čas vodi dva sistema: gozdarski informacijski sistem, ki rabi predvsem gozdnogospodarskemu načrtovanju, in pa popis poškodovanosti gozdov, ki je namenjen monitoringu zdravstvenega stanja gozdov.

OBSTOJEČI GOZDARSKI INFORMACIJSKI SISTEM

Sedanja zasnova računalniško podprtega sistema, oblikovana v začetku osemdesetih let, vsebuje take postopke zbiranja in obravnave informacij, ki naj bi omogočili izpeljavo že omenjenih nalog. V tem smislu je gozdarski informacijski sistem sestavljen iz treh medsebojno povezanih dejavnosti: popisa atributivnih znakov v gozdovih, odsečnih dendrometrijskih inventur in gozdarske kartografije.

Osnovni nosilec podatkov je najmanjša organizacijska in prostorska enota, imenovana odsek. Njena povprečna površina je 12 ha, celotnemu sistemu pa daje hierarhičen značaj; pretok podatkov namreč teče od odseka do večjih enot kot so gozdnogospodarske enote in območja. Interpretacijske enote so lahko (zaradi hierarhičnega združevanja podatkov) vse omenjene površinske celote, zaradi narave gozdarskega načrtovanja pa je to največkrat gospodarski razred (ekološko-gospodarski stratum), oblikovan na ravni gozdnogospodarske enote ali območja.

DATOTEKA ODSEKOV:

- evidenčni podatki o odseku (GG območje, GG enota, katastrska občina, površina odseka, vrsta zemljišča, sektor lastništva itn.),
- požarna ogroženost,
- geografsko-rastiščni podatki (koordinati centroida, nadmorska višina, vrsta pokrajine, oblika reliefa, vrsta kamnine, tip tal itn.),
- tip rastlinske združbe in njen površinski delež v odseku,
- podatki o sestoji (stopnja ohranjenosti, zgradba sestoja),
- pravilne razmere (smer, razdalja).

DATOTEKA RAZVOJNIH FAZ (nosilec podatkov je razvojna faza znotraj odseka):

- evidenčni podatki (GGO, odsek),
- podatki o razvojnih fazah in njihovih površinskih deležih,
- sestojna zasnova, negovanost, smernice za ukrepanje,
- glavne poškodbe in njihov površinski obseg.

DATOTEKA STRUKTURE LESNIH FONDov:

- lesna zaloga in prirastek,
- nastanek sestoja in drevesna sestava,
- kakovost in vitalnost sestoja.

Metode snemanja, s katerimi opredeljujemo posamezne znake so več ali manj izdelane, ni pa mogoče trditi, da so brez pomanjkljivosti. Pravzaprav jih karakterizirajo podobne slabosti kot jih opazamo pri vseh večjih sistemih (Berry, 1987, Golob, 1990, Hočevar, 1992, Kovač, 1992 idr.), te pa so: prešibko definirani standardi za snemanje posameznih znakov (definicije pojmov, eksaktni ključi, rangiranje, natančna navodila za snemanje znakov v mejnih primerih itn.), premajhna stopnja objektivnosti, neizenačenost ocen, prešibek terenski nadzor nad posnetimi podatki, v manjši meri pa tudi nepreverjanje stanja, ki ga izkazujejo različni valorizacijski modeli z realnim (in-situ) stanjem.

Odsečne dendrometrijske inventure so še v razvoju. Še do nedavnega je bil pretežni delež ocen pridobljen z okularnimi cenitvami, danes pa se le-ta zmanjšuje, saj stroka za oceno lesnih fondov vse bolj uporablja različne

variante objektivnejših vzorčnih metod. Na raziskovalnem področju oblikujemo koncept celostnega prostorskega informacijskega sistema, katerega integralni del bodo tudi gozdne inventure.

Tretja komponenta gozdarskega informacijskega sistema je gozdarska kartografija, ki zaenkrat še temelji na klasičnih kartografskih tehnikah. Vsebinski napredek v primerjavi s prejšnjimi desetletji je očiten, pripisovati pa ga gre predvsem stiski po kakovostnem in sprotne prikazovanju vseh vrst tematskih sporočil, ne le topografskih. V preteklem desetletju je bil namreč zasnovan sistem gozdarskih kart (Juvančič, 1988, 1990), ki je kartografsko dejavnost poenotil in vsebinsko razširil. Kljub premiku sistem ni predvidel niti rešil dejavne (aktivne) povezave podatkovnih zbirk s tematskimi kartami. Avtomatsko povezavo začasno nadomešča tehnika prikazovanja grafičnih informacij s centri in je zgolj informativnega (preglednega) značaja.

ORIS SISTEMA, NAMENJENEGA POPISU POŠKODOVANOSTI GOZDOV

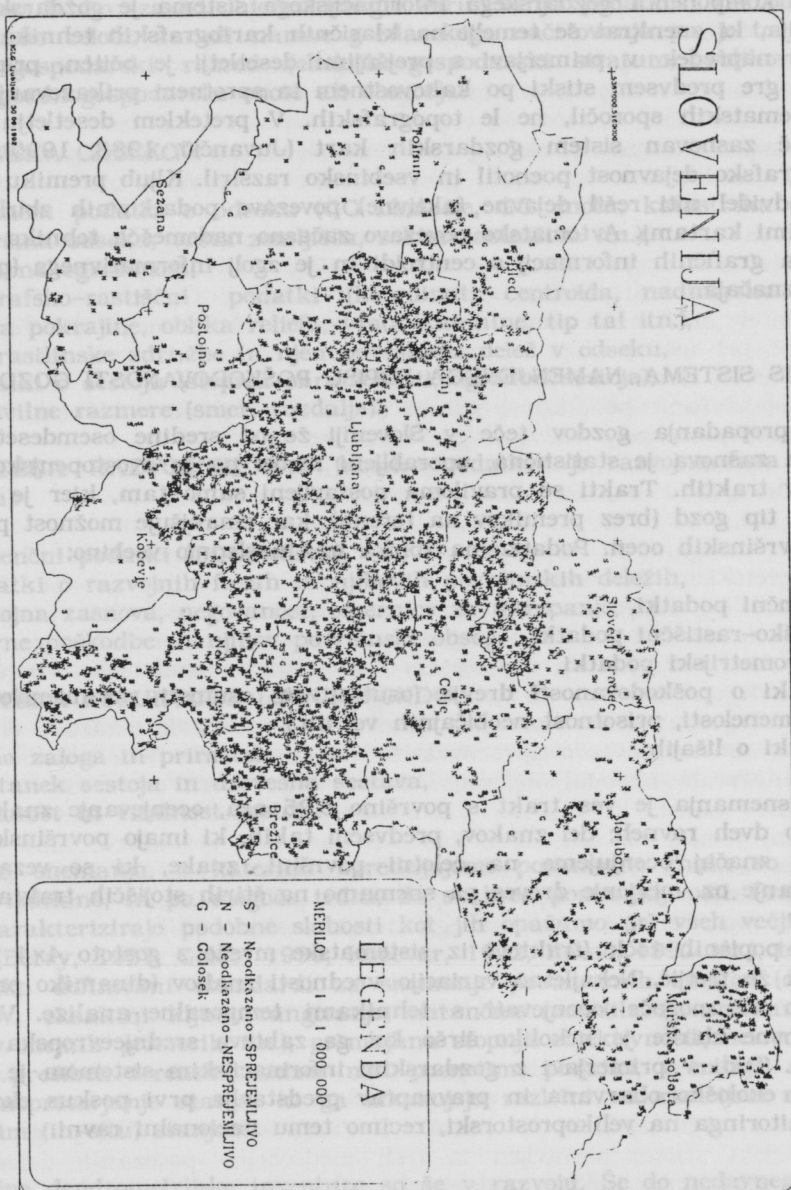
Popis propadanja gozdov teče v Sloveniji že od sredine osemdesetih let. Njegova zasnova je statistična, uporabljeni model pa je dvostopenjsko vzorčenje v traktih. Trakti so praviloma postavljeni samo tam, kjer je ekosistemski tip gozd (brez premikov na terenu), kar zmanjšuje možnost pristranih površinskih ocen. Podatkovna zbirka ima naslednjo vsebino:

- evidenčni podatki,
- ekološko-rastiščni podatki,
- dendrometrijski podatki,
- podatki o poškodovanosti drevja (osutost, tip osutosti, porumenelost, tip porumenelosti, prisotnost neobičajnih vej itn.),
- podatki o lišajih.

Enota snemanja je ves trakt s površino 6,25 ara, ocenjevanje znakov pa teče po dveh ravneh: del znakov, predvsem takih, ki imajo površinski (ploskovni) značaj ocenjujemo na celotni površini, znake, ki so vezani na ocenjevanje oz. merjenje dreves pa snemamo na štirih stojiščih trakta.

Večina popisnih točk (traktov) iz sistematske mreže z gostoto 4x4 km je posneta že tretjič. Nekajletno variacijo vrednosti znakov (dinamiko procesa) je zato že mogoče ocenjevati s tehnikami temporalne analize. Vsebinska podatkovna zbirka je nekoliko širša kot ga zahteva srednjeevropska metodologija. Tudi v primerjavi z gozdarskim informacijskim sistemom je vsebinsko bolj ekološko obarvana in pravzaprav predstavlja prvi poskus ekološkega monitoringa na velikoprostorski, recimo temu nacionalni ravni.

Slika 1: Sečnje v zasebnih gozdovih, opravljene brez odkazila gozdarskega strokovnjaka. Prikaz je izdelan preko centroidov odsekov.



IZHODIŠČA ZA ZASNOVO NOVEGA, CELOSTNEGA INFORMACIJSKEGA GOZDARSKEGA SISTEMA

Izgradnja celostnega gozdarskega prostorskega informacijskega sistema je prednostna naloga gozdarstva in vseh strok, ki se tako ali drugače ukvarjajo s prostorom. Zaradi racionalnosti novega gozdarskega PIS je treba veliko pozornost posvetiti podsistemu za pridobivanje podatkov. Ta proces bo namreč zahteval kar 80% vse porabe časa in stroškov. Iz tega razloga bi morala biti vsa lastna snemanja skrbno načrtovana, predvsem pa se bo treba izogniti vsakemu podatkovnemu podvajanju. Če je le mogoče, bo potrebno uporabiti tuje podatkovne zbirke, ki pa bi morale biti zasnovane tako, da bo zagotovljena njihova popolna združljivost. Splošni napotek naj bo, da je z minimalnim številom podatkov (velja za lastna snemanja) mogoče dobiti čim popolnejšo informacijo! Podatki morajo biti objektivni in z znano natančnostjo.

Informacijska vsebina sistema je v splošnem odvisna še od obsega, vrste, detajliranosti in natančnosti zbranih podatkov. Smiselno je zbirati samo tiste podatke, ki jih bomo kasneje tudi rabili. Merilo odločanja, ali nek znak pride v poštev ali ne, sta njegova kakovost in informacijska učinkovitost; učinkovit je tisti podatek, ki več koristi (mišljena je dolgoročna koristnost podatka) kot stane. Nujno je sodelovanje med načrtovalci sistema in uporabniki informacij. Pomemben parameter pri oblikovanju celostnega PIS je še njegova večdimenzionalna integrabilnost. Določena je z naslednjimi elementi:

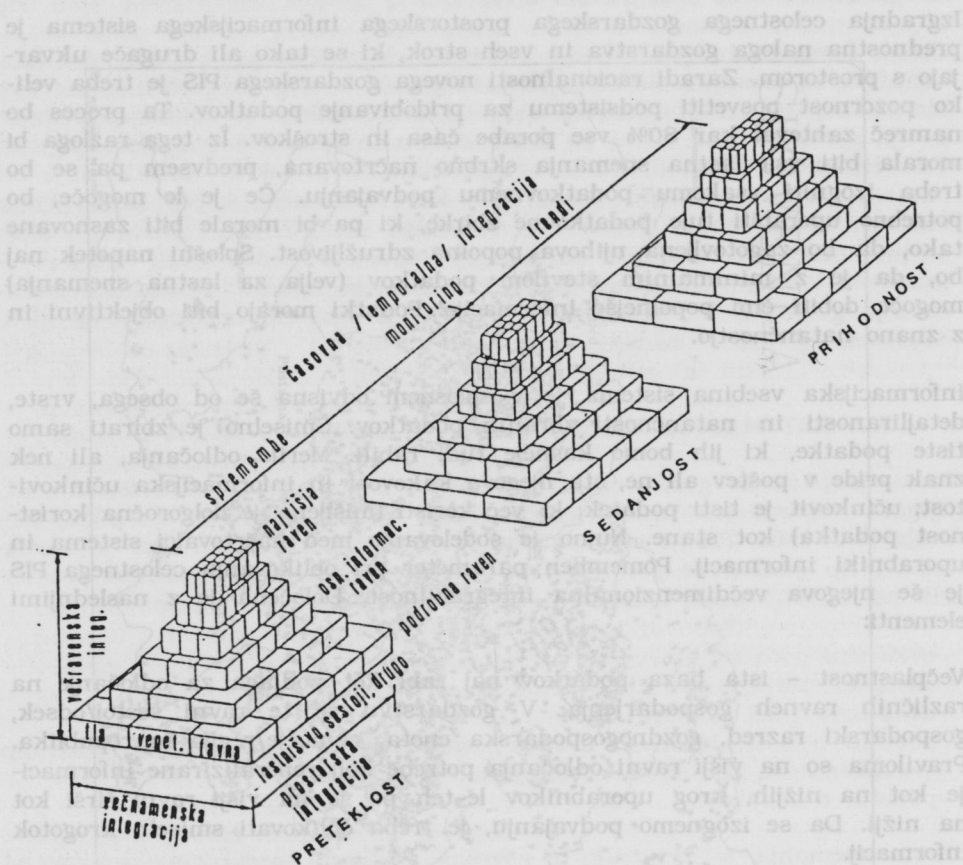
Večplastnost – ista baza podatkov naj rabi kot podlaga za odločanje na različnih ravneh gospodarjenja. V gozdarstvu so te ravni sestoj/odsek, gospodarski razred, gozdnogospodarska enota, območje/regija in republika. Praviloma so na višji ravni odločanja potrebe bolj generalizirane informacije kot na nižjih, krog uporabnikov le-teh pa je na višji ravni širši kot na nižji. Da se izognemo podvajanju, je treba oblikovati smiselni krogotok informacij.

Mnogonamenskost sistema zagotavlja informacije za ovrednotenje in za gospodarjenje z vsemi pomembnimi funkcijami gozda. Pri tem velja načelo sorazmernosti med splošnokoristnimi in proizvodnimi funkcijami. V plošnem velja, da naj podatke zbira tista služba, ki je strokovno najbolj kompetentna, uporaba zbranih podatkov pa je pod določenimi pogoji splošna.

Prostorska celovitost – informacijski sistem pokriva ves gozdni prostor ne glede na lastništvo.

Multitemporalnost – sistem mora biti zasnovan v smislu monitoringa, t.j. nadzora sprememb v gozdnem in gozdnatem prostoru. Tak pristop zagotavlja zanesljivejšo oceno dogajanja in učinkovitosti ukrepov v preteklosti in tudi prognozo prihodnjega razvoja. V primeru vzorčnih snemanj naj se snemanja opravljajo na stalnih ploskvah.

Slika 2: Model celostne integracije podatkov v PIS (Po Lund 1988).



Poleg omenjenega je pri izgradnji informacijsko učinkovitega celostnega PIS potrebno upoštevati še naslednja načela:

Sodelovanje in koordinacijo, ki med snovalci informacijskega sistema in uporabniki (organi odločanja) zagotavlja pravilno izbiro podatkov, enotna pravila zbiranja podatkov na vsem prostoru, minimalne zahteve glede kakovosti podatkov, odpravo nepotrebnih podatkovnih podvajanj in dodatnih snemanj ter boljšo uporabnost končnih informacij in izkoriščanje informacijskega sistema kot celote.

Standardizacijo in inovativnost, ki odločata o enoličnosti podatkovnih zbirk in sistemski prožnosti. Pomen podatkov mora biti natančno defi-

niran. Samo dosledno upoštevanje teh elementov dovoljuje poljubno kombiniranje in primerjanje informacij (natančni šifranti, pravila snemanja). Hkrati mora sistem ostati dovolj prožen, da so mogoče izboljšave.

Objektivnost in natančnost je pomembna zahteva, ki zagotavlja uporabo podatkov iz različnih virov in oceno zanesljivosti odločitev (navedeno mora biti merilo zajemanja podatkov, natančnost snemanja/odčitavanja). Zahteva je še posebej pomembna zaradi današnje, človeku odtujene računalniške obdelave podatkov.

Kontrola in osebna odgovornost zagotavljata kakovost podatkov v okviru izdelanih pravil. Vsak načrt snemanja mora že na samem začetku opredeliti način kontrole in odgovorne osebe. Sistem zajemanja podatkov mora biti zasnovan prijazno za izvajalca in mora v čim večji možni meri preprečevati možnost pojavljanja napak (npr. izbira sistema za digitalizacijo kart, t.j. opravila, ki bo v bližnji bodočnosti narekovalo veliko porabo časa).

Kakovost celotnega PIS je odvisna predvsem od kakovosti vhodnih podatkov. Tega se v praksi pogosto premalo zavedamo. Podatki morajo biti objektivni, ponovljivi, znana pa mora biti tudi njihova točnost. To lahko zagotovimo le s primernim pristopom in pripravo dela, ki obsega:

- do vseh podrobnosti izdelan in organiziran sistem snemanja podatkov,
- temeljito uvajanje in trening snemalnega osebja,
- kontrolo dela na terenu ter spontano logično in končno kontrolo podatkov in rezultatov.

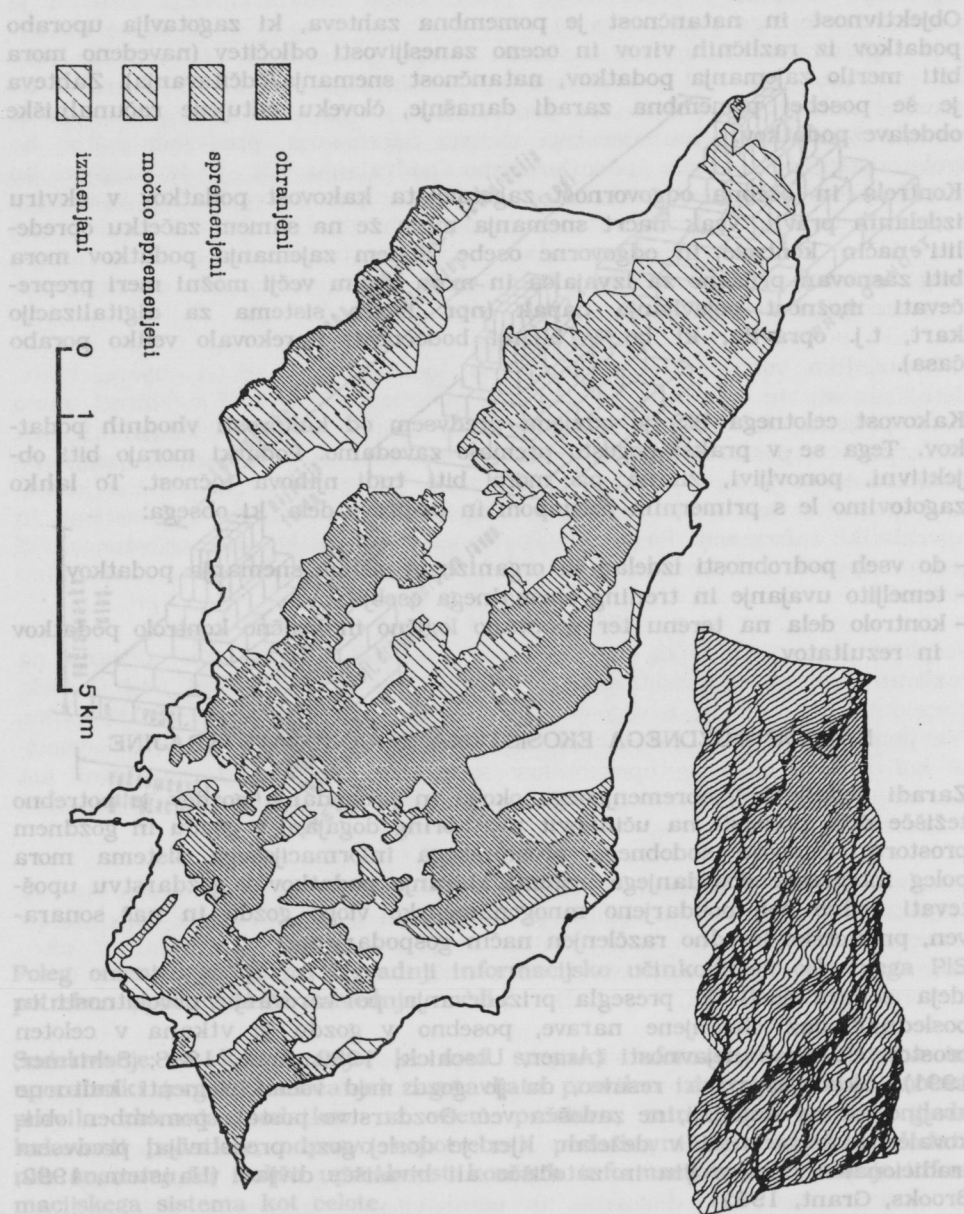
NADZOR GOZDNEGA EKOSISTEMA IN GOZDNATE KRAJINE

Zaradi čedalje bolj obremenjenega okolja in propadanja gozdov je potrebno težišče dela prenesti na učinkovit monitoring dogajanj v gozdu in gozdnem prostoru. Zasnova sodobnega prostorskega informacijskega sistema mora poleg integracije dosedanjega sistema zbiranja podatkov v gozdarstvu upoštevati vedno bolj poudarjeno mnogonamensko vlogo gozda in naš sonaraven, prostorsko izredno razčlenjen način gospodarjenja.

Ideja sonaravnosti je presegla prizadevanja po varovanju prvobitnosti in poslednjih oaz ohranjenosti narave, posebno v gozdu je vtkana v celoten prostor človekove dejavnosti (Amer, Utschick, 1982; Volk, 1988; Schirmer, 1991). Sklicevanje na resnico, da je gozd med vsemi elementi kulturne krajine naravi najbližji, ne zadošča več. Gozdarstvo postaja pomemben oblikovalec biotopov tudi v deželah, kjer je doslej gozd predstavljal predvsem tradicionalen vir surovin in zatočišče ali bivališče divjadi (Hanstein, 1992, Brooks, Grant, 1992).

Ob analizi gozdnega prostora in gozdnate krajine ne razmejujemo gozdnih

Slika 3: Ohranjenost gozdnih sestojev v gozdnogospodarski enoti Mozelj na Kočevskem. Meje enote so urisane tudi v 3d prikaz modelnega območja.



sestojev le kot osrednjih homogenih nosilcev podatkov in informacij, pomembni postajajo tudi znaki:

- sonaravne zgradbe sestojev,
- strukturne in vrstne pestrosti,
- redkosti rastlinskih vrst.

Gozdni sestoj tako opredelimo tudi glede na njegov ekološki potencial. Na nivoju gozdnega ekosistema in gozdnate krajine pa so pomembni znaki prostorske pestrosti, mozaične prepletenosti posameznih rab prostora, oblike in dolžine gozdnega roba, ohranjenosti, sklenjenosti in povezanosti gozdnega prostora.

Teh znakov doslej nismo upoštevali, ker jih pred uveljavitvijo prostorskih informacijskih sistemov niti ni bilo mogoče ocenjevati in analizirati. Nujne so bile poenostavitve, pri katerih smo bodisi privzeli, da je prostor homogen, ali pa smo sklepali predvsem o linearnih povezavah v okolju.

Predstavljena izhodišča bomo uveljavili v okviru projekta "Analiza naravnih danosti in ocena razvojnih potencialov kočevske krajine". Temeljni cilji projekta so:

- izdelati zasnovo prostorskega informacijskega sistema za kočevsko regijo in ga povezati z dosedanjim informacijskim sistemom,
- v sodelovanju z GG Kočevje oblikovati gozdarski prostorski informacijski sistem,
- analizirati naravne in antropogene danosti za oblikovanje krajinskega parka.

Ob privzetih informacijskih plasteh bo osrednji del projekta usmerjen k oblikovanju sklopa gozd in gozdarstvo. Pri njegovem oblikovanju bomo poleg že predstavljenih virov uporabili naslednje vire podatkov in informacij:

- terensko zbiranje podatkov v okviru gozdne inventure,
- aerosnemanje z infrardečim barvnim filmom v merilu 1:35000 iz leta 1992, letalske posnetke cikličnega aerosnemanja Slovenije (CAS) in posebnega snemanja iz leta 1965,
- izsek iz satelitskega posnetka LANDSAT TM iz leta 1992.

Doslej smo na slovenskem s terenskim zbiranjem podatkov na vzorčnih ploskvah kontrolne vzorčne metode ocenjevali predvsem dendrometrijske znake (Hočevar 1990), zato bo metoda dopolnjena z obsežnejšo oceno sestojne zgradbe in opisom krajinskih elementov. Tu bomo podrobno primerjali terenske znake z njihovo preslikavo na letalskih posnetkih in izdelali interpretacijski ključ rabe prostora. Oblikovali bomo način razvrščanja gozdnih sestojev, ki bo upošteval dosednji koncept členitve gozdnega prostora, prilagoditi pa ga bo potrebno različnim nivojem analize prostora. Tu ne gre za generalizacijo podatkov v kartografskem smislu, temveč za oblikovanje ključev, prilagojenih različnim merilom oziroma nivojem prostorske členitve.

ve. Z določitvijo izhodišč za velikoprostorski nadzor okolja bo mogoče oblikovati tudi načela za primerjavo med posameznimi regijami. Povezave med znaki, s katerimi opredeljujemo značilnosti gozdnega ekosistema in gozdne krajine, se namreč spreminjajo po posameznih krajinskih tipih, kar onemogoča neposredno primerjavo med regijami ali drugačnimi prostorskimi celotami.

V sklepnem delu raziskave bomo z obdelavo satelitskega posnetka prenesli izsledke iz modelnega območja v širši prostor kočevske. Uporaba satelitskih posnetkov za velikoprostorski nadzor zahteva temeljitejšo raziskavo, toda ob oblikovanju informacijskega sistema o okolju in izrednih možnosti zaporednih snemanj (multitemporalnost nadzora), ki jih ponujajo satelitska snemanja, bomo skušali vsaj določiti mesto te tehnike v velikoprostorskem nadzoru gozdnega ekosistema in gozdne krajine na slovenskem.

LITERATURA IN VIRI

- Amer, U., Utschick, H., 1982: Methodische Ueberlegungen fuer eine Biotopkartierung im Wald, Forstw. Cbl. 101, 60-68.
- Berry, J.K., 1987: Computer - assisted map analysis: potential and pitfalls, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 53, 10, 1405-1410.
- Brooks, D.J., Grant, G.E., 1992: New Approaches to Forest Management, Journal of Forestry, 1, 25-28.
- Funkl, L., 1979: Temeljne poteze v razvoju urejanja gozdov na Slovenskem, Gozdnogospodarsko načrtovanje - integralni del družbenega planiranja, Gozdarski študijski dnevi 1977, Ljubljana, IGLG, 7-14.
- Golob, A., 1990: Možnosti razvoja računalniško podprtega prostorskega informacijskega sistema v slovenskem gozdarstvu, Gozdarski vestnik, Ljubljana, 48, 5, 261-266.
- Golob, A., 1992: Eko-razvoj, Naši razgledi (21. februar), Ljubljana, 119.
- Hanstein, U., 1992: Vollflaechige Waldbiotopkartierung als Teil der Forsteinrichtung, Forst und Holz, 14, 17, 531-533.
- Hočevar, M., 1990: Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo, Zbirka referatov in navodila za pripravo in snemanje na stalnih vzorčnih ploskvah.
- Hočevar, M., 1992: Osnove in zahteve prostorskih informacijskih sistemov, Pomen stanje in prihodnji razvoj gozdarske prostorske informatike, IGLG, Ljubljana, 1-5.
- Juvančič, M., 1988: Funkcije gozdarskih kart pri gospodarjenju z gozdovi, FAGG, Ljubljana, disertacija, 266 s.
- Juvančič, M., 1990: Vprašalnik - sistem gozdarskih kart 1990, BF Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, mnsr., 10 s.

- Kovač, M., 1992: Analiza gozdarskega informacijskega sistema, Pomen stanje in prihodnji razvoj gozdarske prostorske informatike, IGLG, Ljubljana, 15-21.
- Lund, G., 1988: A Primer on Integrating Resource Inventories, US Dep. of Agricult., Gen. Tech. Report WO-49, 64 s.
- Mikulič, V., 1983: Računalniško podprt informacijski sistem v Sloveniji, IGLG, Ljubljana, mnsr., 6 s.
- Mikulič, V., 1987: Opis podatkov v skupni zbirki podatkov za gozdarski IS, IGLG, Ljubljana, mnsr., 24 s.
- Mikulič, V., 1992: Pomen, stanje in prihodnji razvoj gozdarskega informacijskega sistema z vidika obravnavanja prostorskih podatkov, Pomen stanje in prihodnji razvoj gozdarske prostorske informatike, IGLG, Ljubljana, 7-8.
- Schirmer, C., 1991: Waldbiotopbewertung Heilbronn, Biotopschutz und Forstwirtschaft im kollinen Neckerland, Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Baden-Wuerttemberg, Heft 164, 109.
- Volk, H., 1988: Die Waldbiotopkartierung, Ein Ansatz zur Erfassung des Naturschutzwertes der Waelder, AFZ, 4, 55-62.

UDC 658.1:51.881.3

IZBIRANJE OPTIMALNIH POTI ZA PREVOZ NEVARNIH SNOVI S POMOČJO TEHNOLOGIJE GEOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SISTEMOV

Marjan Žura

UDK 656.1:91:681.3

Izvleček

Prevozi nevarnih snovi predstavljajo vedno večji problem. Odstotek in teža prometnih nezgod vozil, ki prevažajo nevarne snovi, zelo hitro naraščata. Očitno obstoječa regulativa ne zadošča in je potrebna podpora sodobnega računalniško podprtega informacijskega sistema. V prispevku je predstavljen interaktivni model za določanje optimalne poti (poti z najmanjšim tveganjem) za prevoze nevarnih snovi, ki je rezultat projekta, ki sta ga financirali Ministrstvo za promet in zveze ter Ministrstvo za notranje zadeve. Namen projekta je bil vzpostavitev računalniško podprtega informacijskega sistema za podporo odločitvam pri prevažanju nevarnih snovi po cestni mreži R Slovenije. Sistem je zasnovan na tehnologiji geografskih informacijskih sistemov (GIS) in je izdelan s paketom PC ARC/INFO na osebnih računalnikih. V prihodnosti bo sistem del kompleksnega prostorskega informacijskega sistema R Slovenije.

UDC 656.1:91:681.3

Abstract

SELECTING THE MINIMUM RISK ROUTE IN THE TRANSPORTATION OF HAZARDOUS MATERIALS

The transportation of hazardous materials is a broad and complex topic. Percent and weight of accidents of vehicles carrying dangerous goods are growing fast. Modern computer based information system for dangerous materials management is becoming more and more important. In this paper I present an interactive software system for minimum risk route selection based on the PC ARC/INFO. The model computes optimal path based on accident probability is computed from traffic accident rates, highway operational speed, traffic volume and technical characteristic of the roadwidth, radius and slope. Dangerous goods are classified into nine classes according to their impact to different sensible environment elements. Those sensible elements are drinking water resources, natural heritage, forestry, agricultural areas, cultural heritage, urban areas and tourist resorts. Some results of system implementation on Slovenia road network are be presented.

UVOD

Prevozi nevarnih snovi predstavljajo vedno večji problem. Odstotek in teža prometnih nezgod vozil, ki prevažajo nevarne snovi, zelo hitro naraščata. Očitno obstoječa regulativa za prevoze nevarnih snovi ne zadošča in je potrebna podpora sodobnega računalniško podprtega informacijskega sistema. V tem prispevku predstavljamo interaktiven model za določanje optimalne poti (pot z najmanjšim tveganjem) za prevoze nevarnih snovi, ki je rezultat projekta, ki sta ga financirali Ministrstvo za promet in zveze ter Ministrstvo za notranje zadeve. Namen projekta je bil vzpostavitev računalniško podprtega informacijskega sistema za podporo odločitvam pri prevažanju nevarnih snovi po cestni mreži R Slovenije. Sistem je zasnovan na tehnologiji geografskih informacijskih sistemov (GIS) in je izdelan s paketom PC ARC/INFO na osebnih računalnikih. V bodočnosti bo sistem del kompleksnega prostorskega informacijskega sistema R Slovenije.

PODATKOVNI MODEL

V procesu vzpostavitve sistema smo morali izdelati naslednje računalniške evidence:

- kataster nevarnih snovi,
- kataster cest,
- kataster varovalnih območij.

KATASTER NEVARNIH SNOVI

Vnesti smo morali podatke o stopnjah nevarnosti različnih kategorij nevarnih snovi za posamezne vrste ogroženih območij (gozdovi, vodni viri ...). Nevarne snovi razvrstimo v naslednje skupine:

Tabela 1. Kataster nevarnih snovi

1. eksplozivi	
a. eksplozivne snovi	- Z,M,n,k
b. predmeti, polnjeni z eksplozivnimi snovmi	- Z,M
c. vžigalna sredstva	- z,m,k
2. plini	- v,Z,M,n,k
3. vnetljive točke	- V,z,M,N,K
4. trdne snovi	
4.1 vnetljive trdne snovi	- z,m
4.2 samovnetljive snovi	- v,Z,M,k
4.3 snovi, ki v stiku z vodo razvijajo vnetljive pline	- v,Z,m,n
5. oksidirajoče snovi	
5.1 oksidirajoče snovi	

5.2 organski peroksidi	- V,Z,M,N
6. strupi	
6.1 strupi	- V,Z,M,N,K
6.2 gabljive in kužne snovi	- V,z,M,K
7. radioaktivne snovi	
8. jedke snovi	- V,z,M,N,K
9. druge nevarne snovi	- v,z,m,n,k

Legenda:	V	voda
	Z	zrak
	M	mesta
	N	naravna dediščina
	K	kulturna dediščina
	X	velika nevarnost
	x	majhna nevarnost

Občutljivost posameznih delov prostora se razlikuje glede na vrsto nevarnih snovi. Tako predstavljajo npr. nevarne snovi razreda 3 (vnetljive tekočine) veliko nevarnost za vodne vire, medtem ko nevarne snovi razreda 1 a (eksplozivne snovi) ne predstavljajo nevarnosti za vodne vire.

KATASTER CEST

Cestna mreža omogoča povezavo med posameznimi točkami prostora, po drugi strani pa njeno stanje in njeni geometrijski elementi v veliki meri vplivajo na varnost prevozov nevarnih snovi. Zato moramo vzpostaviti podatkovno bazo o stanju cestne mreže. V prvi fazi je bila vzpostavljena podatkovna baza magistralne in regionalne cestne mreže. Kot grafična osnova so bile privzete osi cest, ki so bile digitalizirane s karte 1:250000, atributivni podatki pa so bili prenešeni iz banke cestnih podatkov Republiške uprave za ceste. Za optimizacijo prevozov nevarnih snovi so potrebni podatki o naslednjih elementih cest:

- horizontalni potek,
- vzdolžni nagibi,
- širine,
- nosilnost.

Za določanje optimalne poti prevozov s težkimi tovornimi vozili in vlačilci moramo poznati lokacije odsekov, katerih horizontalni elementi, vzdolžni nagibi, širine ali nosilnost ne omogočajo varne vožnje težkih ali dolgih vozil. Odseki z neprimernimi horizontalnimi elementi so določeni s številko odseka po nomenklaturi Republiške uprave za ceste ter s stacionažo začetka in konca pododseka z neprimernimi elementi.

KATASTER VAROVANIH OBMOČIJ

Kljub temu da predstavljajo nevarne snovi grožnjo celotnemu prostoru, v katerem živimo, obstajajo določeni deli oziroma elementi prostora, ki jih hočemo posebej varovati zaradi njihove posebne občutljivosti, redkosti ali iz drugih vzrokov. Med najpomembnejšimi elementi prostora so nedvomno vodni viri (reke, jezera, območja podtalnice), naravna in kulturna dediščina, naselja, turistična območja, gozdovi posebnega pomena in kmetijske površine prve kategorije. Kataster varovalnih območij smo vzpostavili z digitalizacijo oz. skeniranjem kart, ki so bile osnova za izdelavo dolgoročne-ga plana Slovenije od leta 1986 do leta 2000 v merilu 1:250000.

MODEL VREDNOTENJA VAROVANIH OBMOČIJ

Na posameznih delih prostora lahko pride do sovpadanja več različnih varovanih elementov okolja, npr. kmetijska površina prve kategorije in pomembnejše območje podtalnice itd. Območja z več varovanimi elementi moramo še posebej ščititi pred prevozom nevarnih snovi. Zato moramo izdelati računalniški model prostora, v katerem so zajeti vsi dejavniki okolja, ki jih moramo varovati. Tehnologija geografskih informacijskih sistemov je idealno orodje za modeliranje takih problemov. S topološkim prekri-vanjem vseh v prejšnjem poglavju naštetih informacijskih slojev dobimo nov informacijski sloj, kjer posamezni poligoni predstavljajo območja z enim, dvema, tremi itd. varovanimi elementi. Matematični model za vred-notenje posameznih vrst varovanih območij je precej poenostavljen. Najtežji korak pri vzpostavitvi je določitev vrednostnih kriterijev posameznih vrst varovanih območij, zato smo v tej fazi privzeli poenostavljen model z enot-nimi utežnimi faktorji. Karta vrednosti varovalnih območij je prikazana na sliki 1.

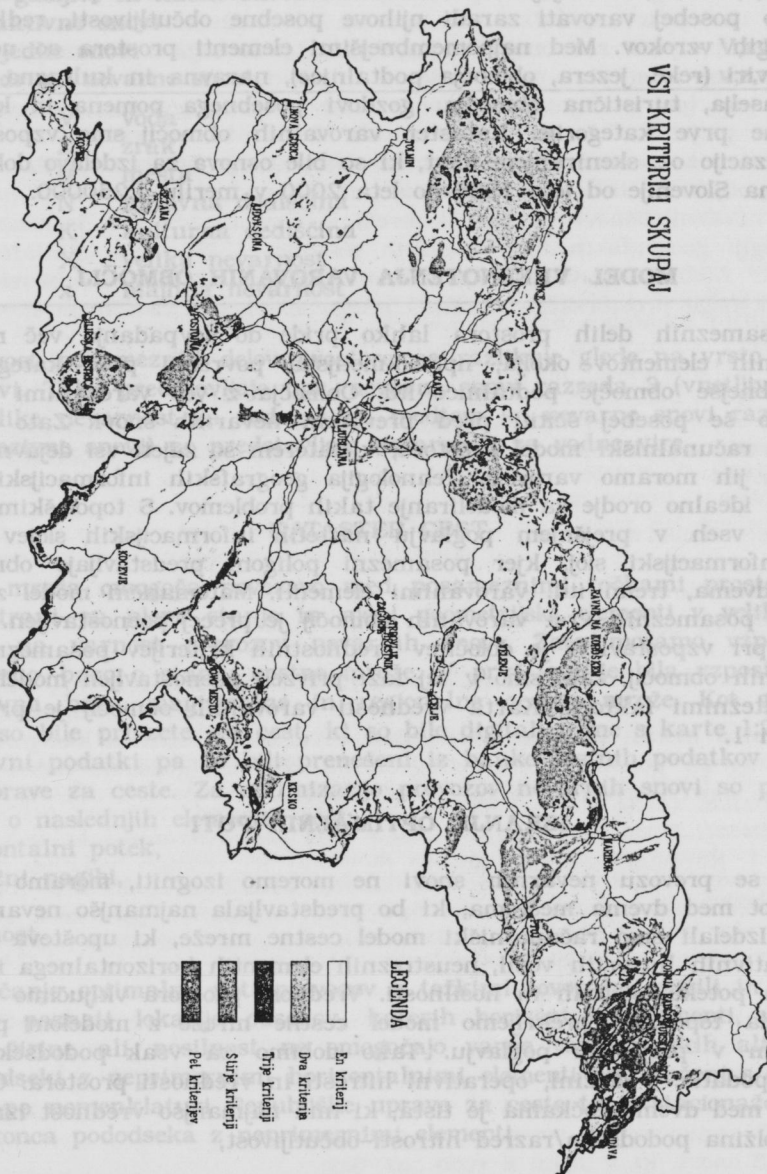
ISKANJE OPTIMALNIH POTI

Kadar se prevozu nevarnih snovi ne moremo izogniti, moramo poiskati tako pot med dvema mestoma, ki bo predstavljala najmanjšo nevarnost za okolje. Izdelali smo računalniški model cestne mreže, ki upošteva podatke o operativnih hitrostih vozil, neustreznih elementih horizontalnega in verti-kalnega poteka, širinah in nosilnosti. Vrednost prostora vključimo v model tako, da topološko prekrijemo model cestne mreže z modelom prostora, opisanim v prejšnjem poglavju. Tako dobimo za vsak pododsek cestne mreže podatke o dolžini, operativni hitrosti in vrednosti prostora. Optimal-na pot med dvema točkama je tista, ki ima najmanjšo vrednost izraza upor=dolžina pododseka/razred hitrosti-občutljivost,

Transportation Research Record 1020.

Pijawka, R. D. et al.: Risk Assessment of Transportation Hazardous Mate-rial: Route Analysis and Hazard Management. Transportation Re-search Record 1020.

Slika 1: Vrednosti varovanih območij.



kjer so razredi:

1. do 40 km/h
2. 40-60 km/h
3. 60-80 km/h
4. nad 80 km/h

občutljivost prostora pa je odvisna od razreda nevarne snovi

Izdelali smo programsko opremo, ki za vsak prevoz nevarnih snovi interaktivno omogoča:

1. Izločitev cest, ki tehnično ne ustrezajo karakteristikam vozila, ki prevaža nevarno snov. V tem koraku je treba izločiti odsek z:
 - neustreznimi širinami vozišča,
 - neustreznimi vzponi in padci,
 - neustreznimi radiji,
 - neustrezno nosilnostjo.
2. Določitev vrst območij, ki so ogrožena s prevozom nevarnih snovi.
3. Priključevanje ponderiranih vrednosti varovanih območij, ki ležijo ob cestah.
4. Iskanje optimalne poti po cestni mreži, pri čemer se kot kriterij upošteva najnižja kumulativna vrednost prevožene poti.
5. Izris poteka optimalne poti in izpis seznama odsekov.

ZAKLJUČEK

Prevozi nevarnih snovi predstavljajo resno grožnjo okolju, v katerem živimo. S pomočjo sodobnega računalniškega informacijskega sistema za podporo odločitev pri prevozi nevarnih snovi lahko to nevarnost zmanjšamo na najmanjšo možno mero. V okviru tega projekta je bila izdelana prva verzija tega informacijskega sistema. V podatkovni bazi so zajeti bistveni podatki o cestah ter podatki o varovanih elementih prostora. Izdelana je aplikacija, ki omogoča interaktivno določevanje optimalne poti med dvema mestoma. Optimalna pot je tista, ki predstavlja najmanjšo grožnjo okolju. V tem projektu je bil uporabljen poenostavljen model vrednotenja prostora, saj so vsi varovalni elementi enakovredni. Pravilna vrednostna razmerja med posameznimi elementi bi bilo potrebno raziskati v posebnem projektu. Ravno tako v tem modelu ni upoštevano stanje prometne varnosti na cestah in verjetnost ponavljanja nezgod.

LITERATURA IN VIRI

- Brogan, J. D., J. W. Cashwell: Routing Models for the Transportation of Hazardous Materials-State Level Enhancements and Modifications. Transportation Research Record 1020.
- Pijawka, K. D. et al.: Risk Assessment of Transportation Hazardous Material: Route Analysis and Hazard Management. Transportation Research Record 1020.

- Saccomano, F. F., A. Y. W. Chan: Economic Evaluation of Routing Strategies for Hazardous Road Shipments. Transportation Research Record 1020.
- Saccomano et al.: Interactive Selection of Minimum-Risk Routes for Dangerous Goods Shipments. Transportation Research Record 1148.
- Scanlon, D. R., E. J. Cantilli: Assessing the Risk and Safety in the Transportation of Hazardous Materials. Transportation Research Record 1020.
- Zemljič, V., 1990: Možnosti prevoza nevarnih snovi na območju Republike Slovenije, Ljubljana

PRIMER UPORABE GIS-a V TOPOKLIMATSKI ANALIZI POKRAJINE ZA POTREBE VINOGRADNIŠTVA

Igor Žiberna

UDK 634.8:91:681.3

Izvaleček

Za potrebe analize leg vinogradniških površin in spreminjanja vinogradniških površin med leti 1824 in 1885 smo izdelali preprost GIS za dve sondni območji v Srednjih Slovenskih goricah. GIS je kot osnovno ploskev uporabil mrežo DMR 50 x 50 m. S pomočjo nekaterih topoklimatskih podatkov smo poskušali izdelati karto klimatsko primernih območij za vinsko trto. Prikazane so tudi spremembe vinogradniških površin med leti 1824 in 1885.

UDC 634.8:91:681.3

Abstract

THE APPLICATION OF GIS IN THE TOPOCLIMATIC ANALYSIS
OF THE LANDSCAPE FOR NEEDS OF VITICULTURE

For the needs of the analysis of the positions of viticulture areas and the changes between the years 1824 and 1885 we have made a simple GIS for two example areas in the Middle Slovenske gorice. The DEM 50 x 50 m was used for GIS as a basic data layer. With the help of certain topoclimatical data we have tried to make a map of climatical convenient areas for the vineyard. The changes of viticultural areas between the years 1824 and 1885 are shown as well.

PREDSTAVITEV METODOLOGIJE

Glede na to, da je relief eden od glavnih modifikatorjev klime v razgibanem svetu, nas je zanimalo, v kakšni meri so vinogradniške površine odvisne od nekaterih, recimo jim topoklimatskih kazalcev (absolutne in relativne nadmorske višine, naklon, ekspozicija) in ostalih, od morfometrije odvisnih kazalcev (globalno sončno obsevanje, bonitete vinogradniških površin). Naklon in ekspozicija modificirata klimo gričevja zlasti podnevi, medtem ko ponoči in zjutraj igra pomembno vlogo relativna višina (Geiger, 1966; Geiger, 1969).

Vinogradniške lege, s tem pa tudi topoklimatske značilnosti le-teh smo ugotavljali s pomočjo Digitalnega modela reliefa. Pri tem smo uporabili programa DMR (IGF) in IDRISI.

Mag. Igor Žiberna, prof. geogr., Oddelek za geografijo, Pedagoška fakulteta, Maribor, Slovenija

Tudi v našem primeru seveda nismo mogli mimo dileme o velikosti osnovne celice DMR. Odločili smo se, da bomo testirali uporabnost DMR 100 x 100 z natančnejšim DMR 50 x 50, katerega bazo podatkov smo izdelali sami. Kot testno območje smo izbrali del Radgonsko – Kapelskih goric v zaledju G.Radgone (Police). Bat (1989) in Gabrovec (1989) sta za hriboviti svet (Martinj Vrh nad Selško dolino in Tirosek nad Zadrebko dolino) že opravila podobno testiranje, pri čemer sta primerjala razlike v naklonih. Prav zato so lahko naši rezultati, ki govorijo o zanesljivosti DMR 100 x 100 v gričevnatem svetu, še posebej uporabni.

V našem primeru smo naklone najprej izračunali iz vogalnih točk DMR 50 x 50, naklon v celici 100 x 100 m pa smo dobili iz povprečja naklonov štirih celic 50 x 50 m v njej. Po drugi strani pa smo upoštevali vsako drugo točko DMR 50 x 50 in tako naklone v hektarski celici izračunali direktno iz štirih vogalnih točk. Razlike med nakloni po obeh metodah so za vse tri sonde naslednje:

Tabela 1: Razlike med nakloni, dobljenimi s pomočjo DMR 100x100 IN DMR 50x50.

SONDNO OBMOČJE	NAD 1	NAD 2	POD 5
Tirosek	61.2 %	83.4 %	4.4 %
Martinj Vrh	50.8 %	72.8 %	7.8 %
Police	43.1 %	61.8 %	10.8 %

Iz Tabele 1 je razvidno, da je DMR 100 x 100 v gričevnati pokrajini manj veren kot v hriboviti pokrajini. To je bil tudi eden od argumentov, da smo se odločili za DMR 50 x 50 m.

V vinogradniški pokrajini Srednjih Slovenskih goric smo izbrali dve sondni območji. Prvo sondno območje predstavlja že omenjeno območje v Radgonsko-Kapelskih goricah (Police), veliko 3 x 4 km (4800 celic). Drugo sondno območje je območje Mestnega Vrha in Gomile v Ptujskih goricah, veliko 2 x 2 km (1600 celic), kjer se sicer še pojavljajo vinogradniški kompleksi, vendar pa vinogradništvo tu ni osnovna kmetijska dejavnost.

Izdelali smo preprosti GIS z naslednjimi sloji :

- absolutna nadmorska višina (ANV)
- relativna višina (REV)
- naklon (NAK)
- ekspozicija (EKS)
- globalno sončno obsevanje (GSO)
- bonitete vinogradniških površin (BON)
- vinogradniške površine leta 1824 (V84)
- vinogradniške površine leta 1985 (V85).

Morfometrijske elemente (absolutno nadmorsko višino, relativno višino, naklon in ekspozicijo) smo računali s pomočjo programa IDRISI.

Globalno sončno obsevanje kot vsoto direktnega in difuznega sončnega obsevanja smo izračunali s pomočjo modela, ki sta ga izdelala Hočevar in Rakovec (1978, 1979) :

DIREKTNO SONČNO OBSEVANJE :

$$DIR = r^2 \cdot I \cdot (q_a \cdot q_s)^{m_z} \cdot D \sin(p)$$

DIFUZNO SONČNO OBSEVANJE :

$$DIF = 0.5 \cdot r^2 \cdot \cos^2(n/2) \cdot q_a^{m_z} (1 - q_a^{m_z}) (\cos^{4/3}(90-h)) (D + (1-D)C)$$

GLOBALNO SONČNO OBSEVANJE :

$$GSO = DIR + DIF$$

Pri tem pomenijo :

r - faktor, ki nam kaže spremembo solarne konstante zaradi različne oddaljenosti Zemlje od Sonca. Podatek povzet po astronomskih efemeridah.

I - solarne konstanta ($I = 1.35 \text{ kW/m}^2$)

q_a in q_s - transmissijska koeficienta glede na absorpcijo in razpršitev v atmosfero (oba w 0.90)

m - optična zračna masa (= sekans zenitnega kota Sonca z)

D - relativno trajanje sončnega obsevanja v določenem časovnem intervalu

C - faktor, odvisen od rodu oblakov in zenitnega kota Sonca ($z = 90^\circ - h$).

Za obdobje vegetacije vzamemo kot tipičen oblak altocumulus (Ac) :

$$C_{(Ac)} = 1.35 + 5.42 z - 3.38 z^2$$

p - kot med sončnim žarkom in pobočjem, ki ga izračunamo :

$$\sin p = (\sin(g) \cdot \cos(n) - \cos(g) \cdot \sin(n) \cdot \cos(a)) \cdot \sin(d) + (\cos(g) \cdot \cos(n) + \sin(g) \cdot \sin(n) \cdot \cos(a)) \cdot \cos(d) \cdot \cos(t) + \sin(n) \cdot \sin(a) \cdot \cos(d) \cdot \sin(t)$$

pri čemer pomenijo :

g - geografska širina kraja

d - deklinacija Sonca (podatek iz Astronomskih efemerid)

n - naklon pobočja oz.celice

a - azimut pobočja oz.celice

t - urni kot Sonca ($t = 0$ ob 12.uri)

h - višina Sonca izračunana po formuli :

$$\sin(h) = \sin(g) \cdot \sin(d) + \cos(g) \cdot \cos(d) \cdot \cos(t).$$

(Hočevar, Rakovec, 1978; Hočevar, Rakovec, 1979).

Glede na to, da smo za oblačnost razpolagali le s podatki za devet meteoroloških postaj, smo člen, ki govori o relativnem trajanju sončnega obse-

vanja zanemarili. Pri tem smo sicer naredili določeno napako, saj smo dejansko izračunali potencialno globalno sončno obsevanje in s tem prece-nili globalno sončno obsevanje v nižinah. Tu se na začetku in koncu vege-tacijskega obdobja pogosteje pojavlja megla kot v termalnem pasu, kar zmanjša vrednost globalnega sončnega obsevanja. Vendar pa smo pri boni-fikacijah upoštevali relativno višino celice in na ta način omenjeno napa-ko odpravili.

Vinogradniške površine za leto 1824 smo določali s pomočjo kart franciscejskega katastra za ustrezne katastrske občine. Pri tem smo karto vino-gradniških površin prekrili z mrežo kvadratov 50 x 50 m in izločili tiste kvadrate, kjer so vinogradniške površine prekrile vsaj polovico kvadrata. Pri tem se seveda nismo mogli izogniti določeni napaki, ki je nastala z izločanjem nekaterih robnih vinogradniških površin. Napaka je bila manj-ša tam, kjer smo analizirali večje vinogradniške komplekse (ti so pravil-oma v družbeni lasti), večja pa pri analizi majhnih razdrobljenih vino-gradniških površin, (ki so največkrat v zasebni lasti), saj se nam je mar-sikatera vinogradniška parcela v tako velikih celicah "izgubila".

Vinogradniške površine za leto 1985 smo določali s pomočjo TTN v merilu 1 : 5000 in aerofotoposnetkov za ustrezno območje.

Primerjali smo tudi vinogradniške lege v obeh obdobjih. V zvezi s tem nas je zanimalo, v kakšnih legah je prišlo do sprememb (opuščanja) vino-gradniških površin.

Bonitete vinogradniških površin smo določali s pomočjo prekrivanja več slojev GIS-a. Predvsem smo upoštevali globalno sončno obsevanje, v kate-rem so posredno izraženi nakloni in ekspozicije celic ter relativne višine. Pri slednjih smo upoštevali, da se nad 50 m relativne višine slana pojav-lja redkeje (Gams, 1972a; Gams, 1972b). Ugotovitve je potrjevalo tudi anke-tiranje na terenu. Pas med 25 in 50 m relativne nadmorske višine so domačini pogosto opisovali kot pas, kjer se slana sicer še pojavlja, vendar redkeje in manj intenzivno. Potrebno pa je opozoriti, da ima vsaka dolina svoje morfološke značilnosti in s tem tudi posebnosti glede pojavljanja sla-

Tabela 2.

BONITETNI RAZRED	GLOBALNO SONČNO OBSEVANJE (kWh / m ²)	RELATIVNA VIŠINA (m)
1.	NAD 900	NAD 50
2.	800 - 900	NAD 50
3.	NAD 900	25 - 50
4.	800 - 900	25 - 50
5.	POD 800	NAD 50
6.	OSTALO	

ne. Spomnimo naj, da taka bonifikacija upošteva le klimatske elemente, ne upošteva pa geološke podlage in tipa prsti, niti nekaterih družbenogeografskih dejavnikov (bližina komunikacij, vinskih kleti ipd.). Bonitete vinogradniških površin s klimatskega vidika so na tabeli 2.

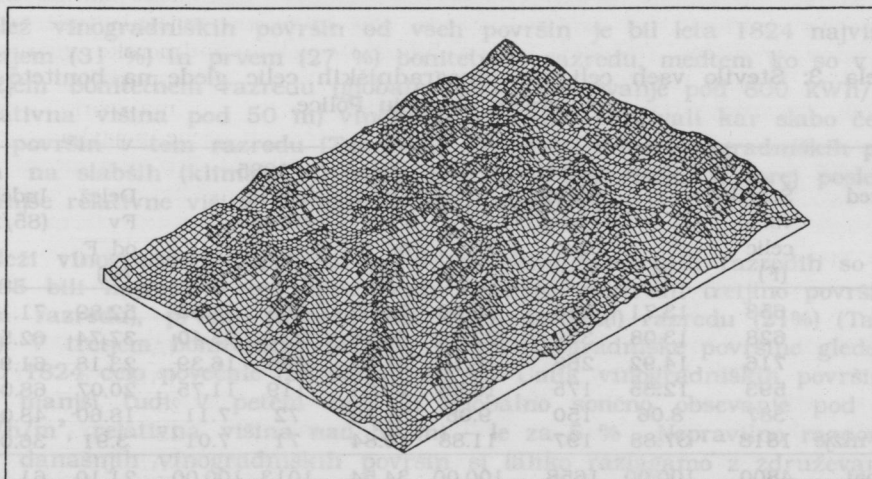
TOPOKLIMATSKE ZNAČILNOSTI VINOGRADNIŠKIH POVRŠIN NA SONDNIH OBMOČJIH POLICE IN MESTNI VRH

SONDNO OBMOČJE POLICE

Deleži vinogradniških površin glede na bonitete leta 1824 so bili najvišji v prvem bonitetnem razredu, kjer je bilo skoraj 75 % vseh površin pod vinogradi. Delež vinogradniških površin se je z nižanjem bonitetnih razredov manjšal. Zlasti izrazit je skok med drugim in tretjim bonitetnim razredom. Če so v drugem razredu vinogradniške površine pokrivalo 60 % površja, je njihov delež v tretjem bonitetnem razredu padel na 37 % (Tabela 3). Zanimivo pa je, da je delež vinogradniških površin v petem bonitetnem razredu ponovno porasel na skoraj 39 %. V tem primeru gre za površine, katerih relativna višina je nad 50 m, v vegetacijski dobi pa prejmejo manj kot 800 kWh/m². To so območja, ki so manj izpostavljena slani, zaradi manjšega naklona ali manj primerne ekspozicije pa v vegetacijski dobi prejmejo manj energije. Gre torej za vinogradniške površine na grebenih ali na severnih pobočjih.

Vinogradniške površine so leta 1985 v prvem bonitetnem razredu še vedno pokrivalo 53 % vseh površin v tem razredu. Njihov delež se je postop-

Slika 1: Vinogradniške površine na sondnem območju Police leta 1824.



no zmanjševal s padanjem kvalitete vinogradniških površin. Medtem ko v petem bonitetnem razredu vinogradi še vedno pokrivajo skoraj petino površin v tem razredu, pa njihov delež v najnižjem razredu pade na 4 %. Umik vinogradov v omenjenem obdobju je bil najmanjši v prvem bonitetnem razredu, kjer se je delež vinogradov zmanjšal le za 29 %. Nekoliko večji je bil umik vinogradov v drugem in tretjem bonitetnem razredu (za okoli 38 %). Relativno majhno zmanjšanje vinogradniških površin v četrtem bonitetnem razredu (le za 32 %) gre pripisati ohranjanju vinogradov na manjših strminah.

Slika 2: Vinogradniške površine na sondnem območju Police leta 1985.

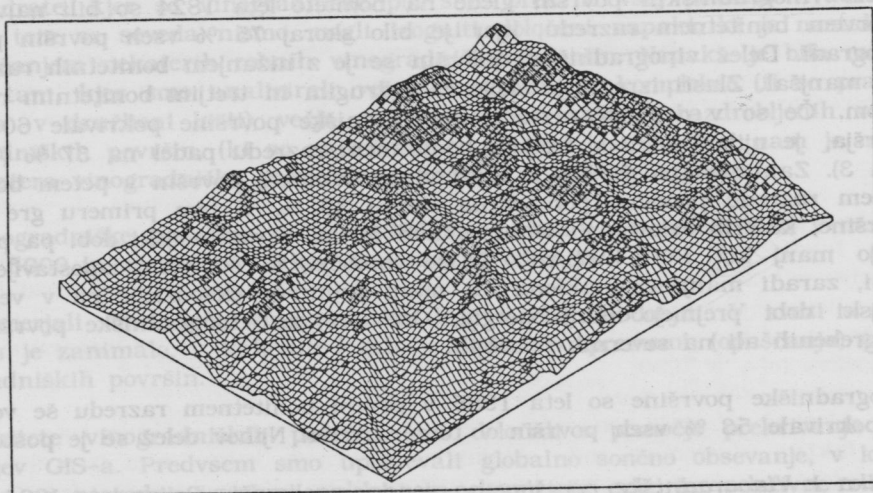


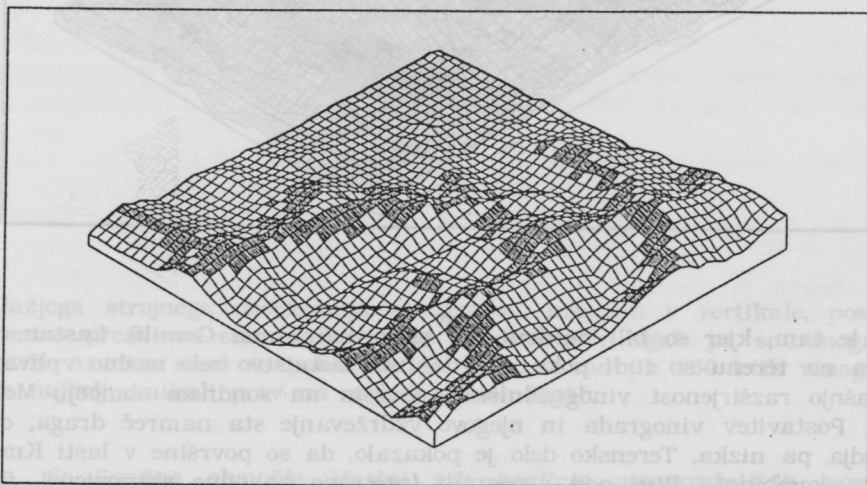
Tabela 3: Število vseh celic in vinogradniških celic glede na bonitete na sondnem območju Police.

Razred	Število vseh celic (F)		1824 Število vinog. celic (Fv)		Delež Fv od F (%)		1985 Število vinog. celic (Fv)		Delež Fv od F (%)		Indeks (85/24)
		%		%				%			
1.	658	13.71	489	29.49	74.32	348	34.35	52.89	71.17		
2.	628	13.08	379	22.86	60.35	237	23.40	37.74	62.53		
3.	716	14.92	268	16.16	37.43	166	16.39	23.18	61.94		
4.	593	12.35	175	10.55	29.51	119	11.75	20.07	68.00		
5.	387	8.06	150	9.05	38.76	72	7.11	18.60	48.00		
6.in nižje	1818	37.88	197	11.88	10.84	71	7.01	3.91	36.04		
Skupaj	4800	100.00	1658	100.00	34.54	1013	100.00	21.10	61.10		

SONDNO OBMOČJE MESTNI VRH

Ugotovili smo že, da so vinogradniške površine v obeh obravnavanih obdobjih kazale precejšnjo odvisnost od relativne nadmorske višine in naklona. Vinogradniške površine so manj odvisne od ekspozicije in s tem posredno tudi od globalnega sončnega obsevanja. Kot posledica omenjenega je tudi zveza med deležem vinogradniških površin in bonitetami (s klimatskega vidika), ki je precej manjša kot bi sprva pričakovali.

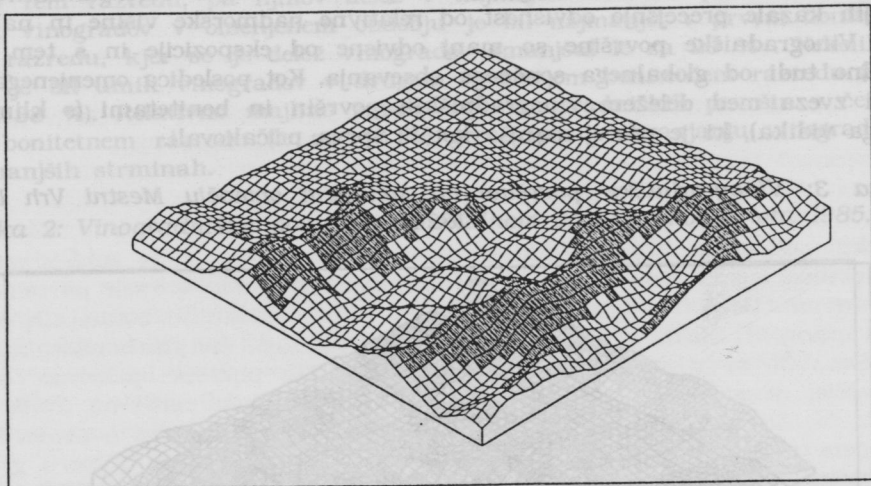
Slika 3: Vinogradniške površine na sondnem območju Mestni Vrh leta 1824.



Delež vinogradniških površin od vseh površin je bil leta 1824 najvišji v tretjem (31 %) in prvem (27 %) bonitetnem razredu, medtem ko so v najnižjem bonitetnem razredu (globalno sončno obsevanje pod 800 kWh/m^2 , relativna višina pod 50 m) vinogradi še vedno pokrivali kar slabo četrtino površin v tem razredu (Tabela 4). Da je bil delež vinogradniških površin na slabših (klimatskih) legah nepričakovano visok, je torej posledica manjše relativne višine in manj ugodnih ekspozicij).

Deleži vinogradniških površin po (klimatskih) bonitetnih razredih so leta 1985 bili največji v tretjem razredu (kjer so pokrivali tretjino površin v tem razredu), prvem razredu (23 %) in šestem(!) razredu (21%) (Tabela 84). V tretjem bonitetnem razredu so se vinogradniške površine glede na leto 1824 celo povečale (za dobrih 12 %). Umik vinogradniških površin je bil manjši tudi v petem razredu (globalno sončno obsevanje pod 800 kWh/m^2 , relativna višina nad 50 m) - le za 5 %. Nepravilno razporeditev današnjih vinogradniških površin si lahko razlagamo z združevanjem le-teh v večje komplekse. Pri tem so za ceno ekonomične obdelave širili vinogradniške površine predvsem v manj ugodne severne ekspozicije, ven-

Slika 4: Vinogradniške površine na sondnem območju Mestni Vrh leta 1985.

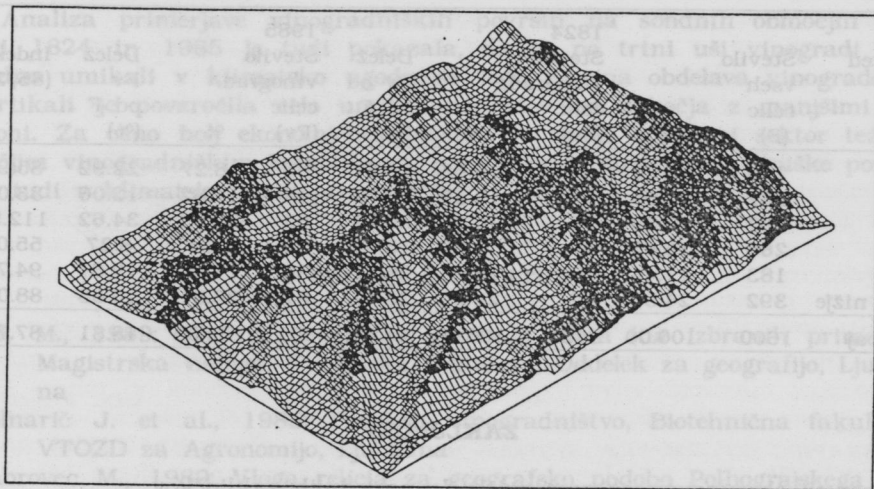


dar le tam, kjer so bili nakloni teh majhni (npr. na Gomili). Lastna opažanja na terenu so tudi pokazala, da tudi lastništvo zelo močno vpliva na današnjo razširjenost vinogradniških površin na sondnem območju Mestni Vrh. Postavitev vinograda in njegovo vzdrževanje sta namreč draga, cena grozdja pa nizka. Terensko delo je pokazalo, da so površine v lasti Kmetijskega kombinata Ptuj pod vinogradi (pretežno zahodne ekspozicije), medtem ko so površine v družbeni lasti na majhnih naklonih pod njivami, na večjih naklonih pa pod sadovnjaki, saj je postavitev in vzdrževanje vinograda predrago. Gozdovi, ki na vzhodnih pobočjih Gomile segajo zelo visoko, so v lasti Gozdnega gospodarstva Ptuj, ki pa ni pripravljeno odstopiti teh, za vinsko trto klimatsko ugodnih leg.

Sklenemo torej lahko, da na sondnem območju Mestni Vrh posamezni topoklimatski elementi, predvsem relativna višina in naklon sicer vplivajo na razširjenost vinogradniških površin, da pa igrajo znotraj termalnega pasu pomembno vlogo družbenogeografski dejavniki, zlasti lastništvo zemljišč.

Analiza vinogradniških leg v Srednjih Slovenskih goricah je pokazala, da trditev, po kateri bi vinogradi zavzemali predvsem strme in južne ekspozicije, ne drži vedno. To velja zlasti za vinogradniške površine v lasti družbenega sektorja. Slednji je za ceno bolj ekonomičnega obdelovanja težil k ustvarjanju večjih vinogradniških kompleksov, pri čemer so postale zanimive tudi lege, ki prejmejo bodisi manj sončnega obsevanja (torej z manjšim naklonom ali klimatsko manj ugodno ekspozicijo), ali pa imajo neugodno relativno višino. Izrazit primer so Radgonsko-Kapelske gorice, kjer so zara-

Slika 5: Sondno območje Police bonitete vinogradniških površin (DRM 50 x 50).



di lažjega strojnega obdelovanja vinogradov, urejenih v vertikale, postale zanimive predvsem strmine do 15x, na strmejših legah pa so vinograde opustili. Analize sond so pokazale, da so se v zadnjih 160 letih vinogradi često najbolj umikali prav na najbolj strmih legah.

Slika 6: Sondno območje Mestni vrh bonitete vinogradniških površin (DRM 50 x 50).

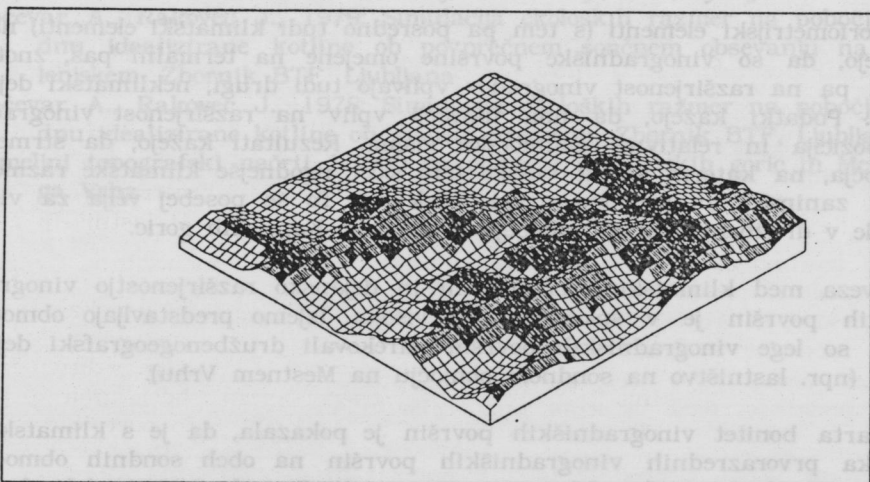


Tabela 4: Število vseh celic in vinogradniških celic glede na bonitete na sondnem območju Mestni vrh.

Razred	Število vseh celic (F)		1824 Število vinograd. celic (Fv)		Delež Fv od od F (%)	1985 Število vinograd. celic (Fv)		Delež Fv od F (%)	Indeks (85/24)
		%		%			%		
1.	240	15.00	64	18.66	26.67	55	18.27	22.92	85.94
2.	337	21.06	53	15.45	15.73	44	14.62	13.06	83.02
3.	182	11.38	56	16.33	30.77	63	20.93	34.62	112.50
4.	266	16.63	40	11.66	15.04	22	7.31	8.27	55.00
5.	183	11.44	38	11.08	20.77	36	11.96	19.67	94.74
6.in nižje	392	24.50	92	26.82	23.47	81	26.91	20.66	88.04
Skupaj	1600	100.00	343	100.00	21.44	301	100.00	18.81	87.76

ZAKLJUČKI

Na osnovi obravnavanega smo prišli do naslednjih zaključkov :

1. Testiranje uporabnosti digitalnega modela reliefa s celicami 100 x 100 m in 50 x 50 m na primeru terciarnega gričevja v Severovzhodni Sloveniji je pokazalo, da hektarske celice še manj verno prikazujejo relief kot je to primer v hribovitem delu Slovenije. Vendar pa menimo, da razlike med DMR 100x100 in DMR 50 x 50 le niso tako hude, da prvega ne bi mogli uporabiti pri obravnavanju splošnih značilnosti razširjenosti pojava, ki pokriva večje dele zemeljskega površja (npr. vinogradniških, sadjarskih ali gozdnih površin). Večje napake pa bi se pojavile pri analizi manjših površin (npr. vrtov, zazidalnih površin ipd.)

2. Morfometrijski elementi (s tem pa posredno tudi klimatski elementi) nam kažejo, da so vinogradniške površine omejene na termalni pas, znotraj tega pa na razširjenost vinogradov vplivajo tudi drugi, neklimatski dejavniki. Podatki kažejo, da ima največji vpliv na razširjenost vinogradov ekspozicija in relativna nadmorska višina. Rezultati kažejo, da strmejša pobočja, na katerih so za vinsko trto sicer ugodnejše klimatske razmere, niso zanimiva za sodobno strojno obdelavo. To še posebej velja za vinograde v družbeni lasti na območju Radgonsko-Kapelskih goric.

3. Zveza med klimatskimi bonitetami in dejansko razširjenostjo vinogradniških površin je v splošnem zelo visoka. Izjemo predstavljajo območja, kjer so lege vinogradniških površin narekovali družbenogeografski dejavniki (npr. lastništvo na sondnem območju na Mestnem Vrhu).

4. Karta bonitet vinogradniških površin je pokazala, da je s klimatskega vidika prvorazrednih vinogradniških površin na obeh sondnih območjih precej. Vendar pa taka slika ne sme zavajati. Za celovitejšo podobo kvali-

tetnih vinogradniških površin bi morali upoštevati še litološki oziroma pedološki faktor.

5. Analiza primerjave vinogradniških površin na sondnih območjih med leti 1824 in 1985 je tudi pokazala, da se po trtni uši vinogradi niso vedno umikali v klimatsko ugodnejše lege. Strojna obdelava vinogradov v vertikalni je povzročila celo umik vinogradov na pobočja z manjšimi nakloni. Za ceno bolj ekonomične obdelave je zlasti družbeni sektor težil k večjim vinogradniškim kompleksom, pri čemer je širil vinogradniške površine tudi v klimatsko manj primerne lege.

VIRI IN LITERATURA

- Bat M., 1989: Fizična geografija gorskega sveta (na izbranih primerih), Magistrska naloga, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana
- Colnarič J. et al., 1985: Posebno vinogradništvo, Biotehnična fakulteta, VTOZD za Agronomijo, Ljubljana
- Gabrovec M., 1989: Vloga reliefa za geografsko podobo Polhograjskega hribovja, Magistrska naloga, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana
- Gams I., 1972 a: Prispevek h klimatogeografski delitvi Slovenije, Geografski obzornik, XIX, Ljubljana
- Gams I., 1972 b: Vprašanje klimatogeografske rajonizacije severovzhodne Slovenije. Geographica Slovenica, II, Ljubljana
- Geiger R., 1966: Climate near the ground, Harvard University Press, Cambridge,
- Geiger R., 1969: Topoclimates, v: General Climatology, Vol.2, Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-New York
- Hočevar et al., 1982, Sončno obsevanje v Sloveniji, BTF, Ljubljana
- Hočevar A., Rakovec J., 1979: Simulacija ekoloških razmer na pobočju in dnu idealizirane kotline ob povprečnem sončnem obsevanju na Dolenjskem, Zbornik BTF, Ljubljana
- Hočevar A., Rakovec J., 1978: Simulacija ekoloških razmer na pobočju in dnu idealizirane kotline ob jasnem vremenu, Zbornik BTF, Ljubljana
- Temeljni topografski načrti 1:5000 za območje Radgonskih gor in Mestne-ga Vrha

GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEMI V REGIONALNI GEOGRAFIJI IN GEOEKOLOGIJI

Drago Perko

UDK 913:681.3

Izvilleček

Prispevek prikazuje pomembno vlogo geografskih informacijskih sistemov v regionalni geografiji in geoekologiji in nekatere konkretne primere njihove uporabe.

UDC 913:681.3

Abstract

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN REGIONAL GEOGRAPHY AND
GEOECOLOGY

The paper presents an important role of geographic information systems in regional geography and geoecology and also some concrete cases of theirs use.

Pokrajina, ki je temeljni predmet geografske znanosti, je sestavljena iz **pokrajinskih sestavin** (npr. relief, kamnine, vode, prsti, rastje, prebivalstvo, naselja...), te pa iz **pokrajinskih prvin** (npr. relief sestavljajo nadmorska višina, naklon, razčlenjenost itd.). Pozornost geografov pa ni usmerjena na proučevanje posameznih sestavin in prvin, ampak predvsem na proučevanje odnosov (razmerij) med njimi, torej na proučevanje povezanosti, odvisnosti, vplivov, soodvisnosti. Geografija torej proučuje odnose med naravnimi in družbenimi sestavinami pokrajine, same sestavine pokrajine, ki jih proučuje cela vrsta sorodnih znanosti, pa so predmet geografije le toliko, kolikor je to potrebno za razumevanje teh odnosov.

Osnovni način dela pri odkrivanju teh odnosov, ki jih lahko imenujemo **pokrajinski odnosi**, je bila tako imenovana **metoda prekrivanja zemljevidov**, ki pa je zelo zamudna, ima celo vrsto pomanjkljivosti, hkrati pa večkrat ne da željenih rezultatov. Zato je **geografski informacijski sistem** za geografijo izjemno pomemben, saj nam metodo ročnega prekrivanja zemljevidov v GIS-u pod našim nadzorom opravi računalnik. Geografu najbolj preprosto in nazorno predstavimo GIS kot računalniško zbirko zemljevidov, ki jih lahko med sabo poljubno prekrivamo in med njimi izvajamo računske in druge operacije, hkrati pa se na točke, linije in poligone ne teh zemljevidih, torej na pojave v pokrajini, navezujejo najrazličnejše baze podatkov, med katerimi prav tako lahko izvajamo različne operacije,

Mag. Drago Perko, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka 13, Ljubljana

oblikujemo nove zemljevide in nove baze podatkov, hkrati s tem pa ugotavljamo zveze med pokrajinskimi pojavi in tako določamo pokrajinske odnose. Prav razlike med pokrajinskimi odnosi pa oblikujejo različne pokrajine.

Ker geografe pri večini raziskav, posebno pri proučevanju večjih regij in pri ugotavljanju splošnih zakonitosti geodetska natančnost zanima le redko, se je v geografiji kljub nekaterim slabostim, vendar tudi prednostim, bolj uveljavil rastrski GIS, vektorki GIS pa se uporablja le redko.

Na Geografskem inštitutu Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU uporabljamo GIS predvsem pri **regionalnogeografskih** in pri **geoekoloških** proučevanjih Slovenije in njenih pokrajin. Pri proučevanju pokrajinskih odnosov pa sta na prvem mestu relief (1991 a, b in c), ki je najpomembnejša in hkrati sorazmerno neodvisna naravna sestavina večine slovenskih pokrajin, in prebivalstvo, ki s svojimi dejavnostmi aktivno posega v pokrajino in spreminja pokrajinske odnose.

Regionalnogeografske raziskave približno enakovredno upoštevajo naravne in družbene sestavine pokrajine, geoekološke pa predvsem naravne, vendar v končnem odnosu do družbenih: vpliv naravnih razmer na družbene razmere in občutljivost, ranljivost naravnih razmer zaradi delovanja (aktivnosti) družbe.

Pri raziskavah trenutno uporabljamo računalniški paket IDRISI, ki so ga predvsem za potrebe geoekoloških in regionalnih raziskav razvili v ZDA, na oddelku za geografijo na Clark University v Worcesteru, pripravljamo pa se na nabavo zmoglivejšega GIS-a. Paket je namenjen za delo z IBM in združljivimi računalniki. Njegove sposobnosti so podobne večjim sistemom (ARCINFO), žal pa ne omogoča dela z razširjenim spominom in smo tako vezani le na osnovnih 640 Kb spomina. Ima pa več dobrih lastnosti: izjemno nizko ceno (200 do 400 USD), enostavno uporabo (kar je šibka točka večine ostalih GIS-ov), združljivost z nekaterimi drugimi GIS-i in mnogimi grafičnimi in podatkovnimi programi, kratka in razumljiva navodila, kratko dobo učenja (dva do trije tedni) in drugo. Sestavljen je iz več modulov, med drugimi tudi za prostorske statistike, obdelavo satelitskih posnetkov, rasterske slike, vektorske slike itd. (Clark University 1991).

GIS uporabljamo na treh ravneh raziskovanja: na makro ravni predstavlja osnovni sloj generalizirana verzija DMR-ja 100 oziroma DMR 500 ali DMR 1000, osnova za prebivalstvene podatke pa so naselja, na srednji ravni je osnovni sloj DMR 100 in osnova za prebivalstvene podatke podatkovna zbirka Evidenca hiš, na mikro ravni pa je osnovni sloj še bolj natančen DMR (na primer DMR 10).

Najpomembnejše dolgoročne regionalne in geoekološke raziskave inštituta, pri katerih ob ostalih znanstvenih orodjih, tehnikah in metodah aktivno uporabljamo tudi GIS so:

- geoekološka ranljivost Slovenije,
- geoekološke enote Slovenije,
- geoekologija (ostankov) ledenikov Slovenije,
- geoekologija poplavnih pokrajin v Sloveniji,
- geoekologija poseljenosti Slovenije,
- geoekologija gorskih kmetij v Sloveniji,
- geoekologija naravnih nesreč v Sloveniji,

- regionalna monografija Slovenije,
- regionalni in geoekološki sistemi v Sloveniji.

V referatu na kratko predstavljamo nekaj spoznanj iz treh različnih raziskav, ki spadajo v omenjene sklope raziskav.

GEOEKOLOGIJA ARBORETUMA VOLČJI POTOK

Proučevanje spada med mikrogeoekološke raziskave. Obdelali smo območje pravokotne oblike velikosti 1500 krat 1500 m oziroma 2,25 km² in znotraj njega še posebej območje arboretuma v mejah novega osnutka odloka, ki ima obliko nepravilnega poligona s površino 8252 arov.

Reliefni sloj, ki je najvažnejši in ga zato tudi predstavljamo, smo v GIS vnesli s pomočjo digitalizacije izohips na osnovni topografski karti v merilu 1 : 5 000. Na razgibanih območjih smo upoštevali petmetrske izohipse, na ravninskih pa tudi metrske, torej vse izohipse, ki jih je moč dobiti na omenjeni karti (Kamnik - 47, Kamnik - 48). Kjer so bile izohipse redke, smo dodali še nekaj vmesnih točk. Tako smo oblikovali vektorski sloj (zapis, karto) reliefa, ki smo jo nato rastrirali na kvadratke velikosti 5 krat 5 m oziroma 25 m² (četrt ara) in tako dobili zelo natančen petmetrski digitalni model reliefa (DMR 5). Z DMR smo ugotovili naklone, višine, osonenost, ekspozicijo in druge reliefne razmere, hkrati pa predstavili trodimenzionalno (prostorsko) sliko reliefa arboretuma in okolice. Na podoben način smo oblikovali tudi sloje za ostale sestavine pokrajine.

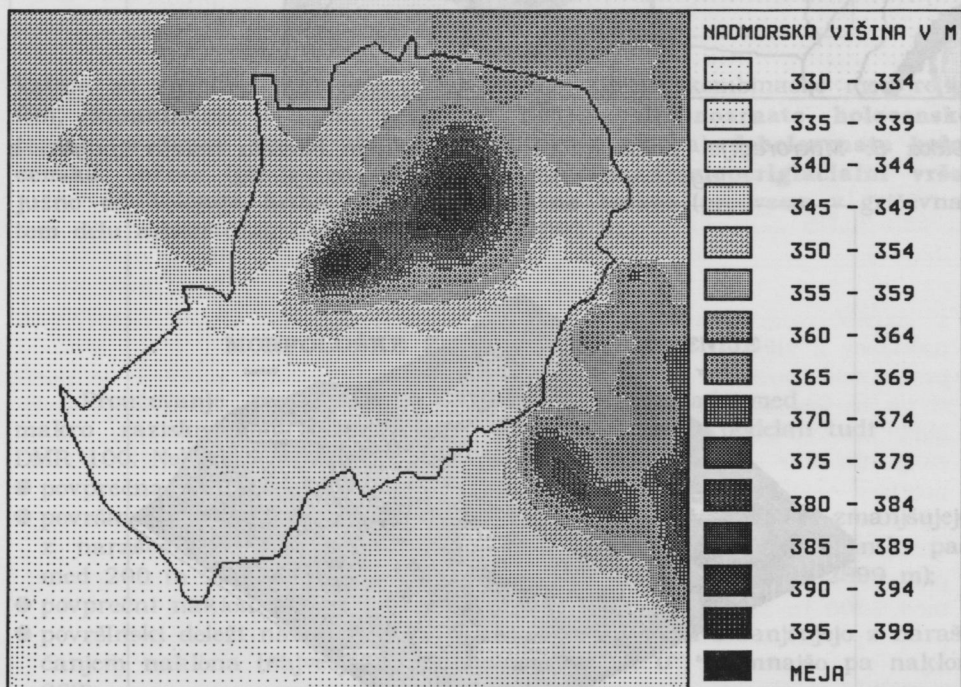
Arboretum ima najmanjšo **nadmorsko višino** 335 m na najjužnejši točki arboretuma, najvišjo pa 399 m na vrhu Kopastega hriba. Pregled petmetrskih višinskih pasov pokaže, da je najpogostejši razred od 340 do 344 m, saj pokriva kar 21 % vseh površin arboretuma. Najbolj pogosta nadmorska višina je 355 m (5,3 % površin). Povprečna višina znaša 352 m. **Višinska razlika** med najvišjo in najnižjo točko znaša 64 m. Razgibana območja (Volčji in Kopasti hrib, Jamce, V hribih) imajo med vznožjem (dolino) in vrhom okrog 50 m višinske razlike, zato jih po geomorfoloških kriterijih lahko opredelimo kot gričevje, preostali del arboretuma pa je ravnina. Najmanjši **naklon** je 0° in največji 46°. Najbolj pogost naklon je 1° (35,5 % površin). Prevladujejo nakloni med 0 in 2°, kar pomeni raven svet. Takega sveta je 49 %. Povprečni naklon znaša 5,0°. Najbolj pogosta je jugozahodna **ekspozicija**, ki je značilna za 34 % površin arboretuma. Sledi južna ekspozicija s 23 % površin. Najmanj pogosti sta severna in severovzhodna ekspozicija, ki zavzemata komaj dobra 2 % površin. Izrazito južne ekspozicije imajo južna pobočja Volčjega hriba in Kopastega hriba. Glede na predstavljene višinske in naklonske razmere lahko v grobem določimo pet reliefnih enot: **gričevje Volčjega in Kopastega hriba** s slemenoma v smeri severovzhod - jugozahod, **dolinica Volčjega potoka** v podobni smeri na severozahodni strani gričevja, **dolinica Hujskega potoka** v podobni smeri na jugovzhodni strani gričevja, **vršaj** na južni strani gričevja in **ravnina** južno in jugozahodno od vršaja.

S prekrivanjem ostalih slojev naravnih sestavin pokrajine, ki so močno povezane in celo soodvisne, smo določili štiri geoekološke enote, za

Preglednica 1: Višine, nakloni in ekspozicije v Arboretumu Volčji potok.

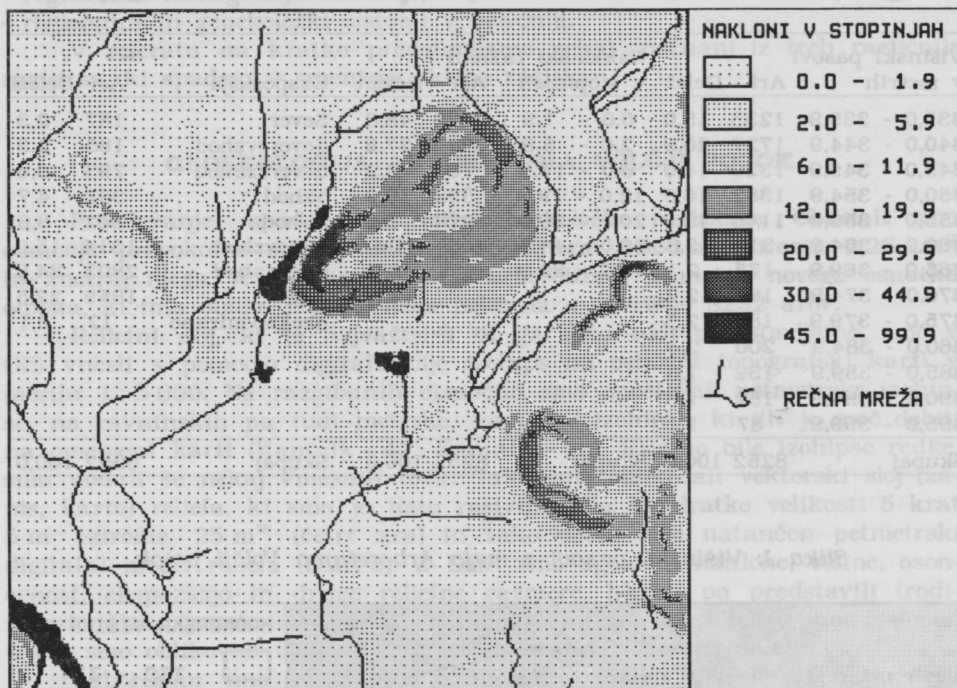
Višinski pasovi v metrih	Ari		Delež		Naklonski razredi v stopinjah		Ari		Delež		Ekspozicija	Ari		Deleži	
335,0 - 339,9	1233	15,0	0,0 - 1,9	4028	48,8	Sever	187	2,3							
340,0 - 344,9	1727	20,9	2,0 - 5,9	2275	27,6	Severovzhod	185	2,3							
345,0 - 349,9	1320	16,0	6,0 - 11,9	760	9,2	Severozahod	793	9,6							
350,0 - 354,9	1382	16,8	12,0 - 19,9	839	10,2	Vzhod	387	4,7							
355,0 - 359,9	1148	13,9	20,0 - 29,9	278	3,4	Zahod	712	8,6							
360,0 - 364,9	314	3,8	30,0 - 44,9	69	0,8	Jugovzhod	1314	15,9							
365,0 - 369,9	175	2,1	45,0 - 89,9	3	0,0	Jugozahod	2803	34,0							
370,0 - 374,9	181	2,2				Jug	1859	22,5							
375,0 - 379,9	181	2,2				Neekspozirano	12	0,1							
380,0 - 384,9	200	2,4													
385,0 - 389,9	152	1,8													
390,0 - 394,9	152	1,8													
395,0 - 399,9	87	1,1													
Skupaj	8252	100,0	Skupaj	8252	100,0	Skupaj	8252	100,0							

Slika 1: Višinski pasovi z mejo Arboretuma Volčji potok.

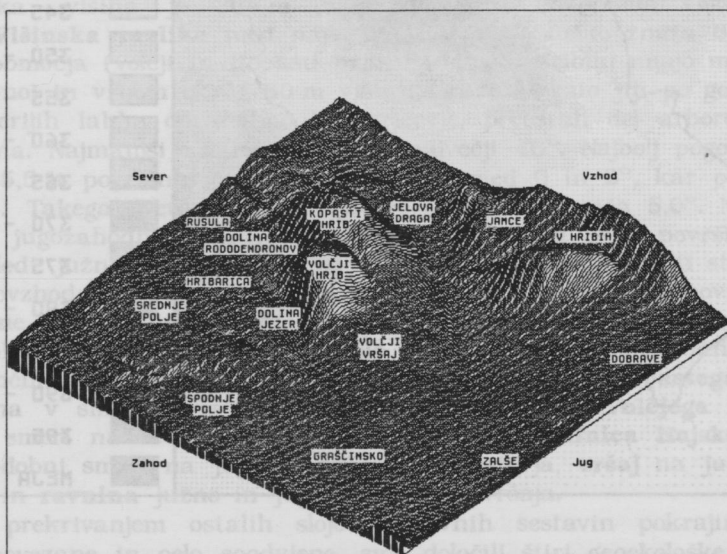


* najmanjši povprečni hektarski naklon 0°, največji pa 85°
 ** z naraščanjem povprečne nadmorske višine narašča povprečni naklon

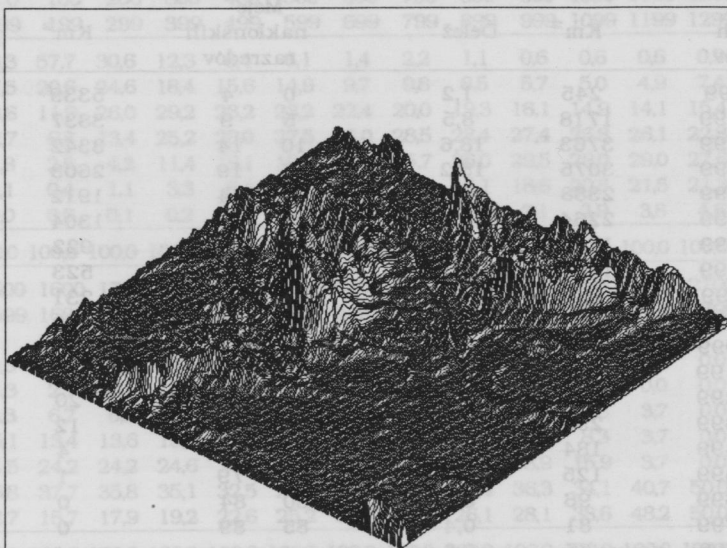
Slika 2: Naklonski razredi z rečno mrežo Arboretuma Volčji potok.



Slika 3: Mikoregije (pokrajnine) na digitalnem modelu reliefa (pogled z jugozahoda, 45 stopinj nad obzorjem).



Slika 4: Digitalni model reliefa, kjer so nadmorske višine zamenjane z nakloni, in prikazuje naklonsko razgibanost reliefa (pogled z jugozahoda).



katere so značilne homogene, a svojstvene, tipične kombinacije med reliefom, kamninami, vodami, prstjo in rastjem: **drobnozrnate holocenske terase** (predvsem vzdolž Volčjega in Hujskega potoka), **debelozrnate holocenske terase** (predvsem na Spodnjem polju), **fluvioperiglacialni vršaj** južno od Volčjega hriba in **konglomeratne terase** (predvsem v gričevnatem delu arboretuma in okolice), (Perko 1992 b).

MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI SLOVENIJE

Proučevanje morfoloških značilnosti Slovenije spada med makro raziskave. V njenem okviru smo med ostalim obdelali tudi DMR 100. Nekatere osnovne ugotovitve so:

- povprečna nadmorska višina Slovenije je 552,72 m;
- površinski deleži stometrskih višinskih pasov se v splošnem zmanjšujejo z naraščanjem nadmorske višine (največjo površino ima višinski pas med 200 in 299 m, najmanjšo pa višinski pas med 2800 in 2899 m);
- povprečni naklon Slovenije znaša 13,17°;
- površinski deleži naklonskih razredov se v splošnem zmanjšujejo z naraščanjem naklona (največjo površino ima naklon 0°, najmanjšo pa naklon 86°);
- najmanjši povprečni hektarski naklon znaša 0°, največji pa 86°;
- z naraščanjem povprečne nadmorske višine narašča povprečni naklon;

Preglednica 2: Površine in deleži površin višinskih in naklonskih razredov Slovenije na podlagi DMR 100.

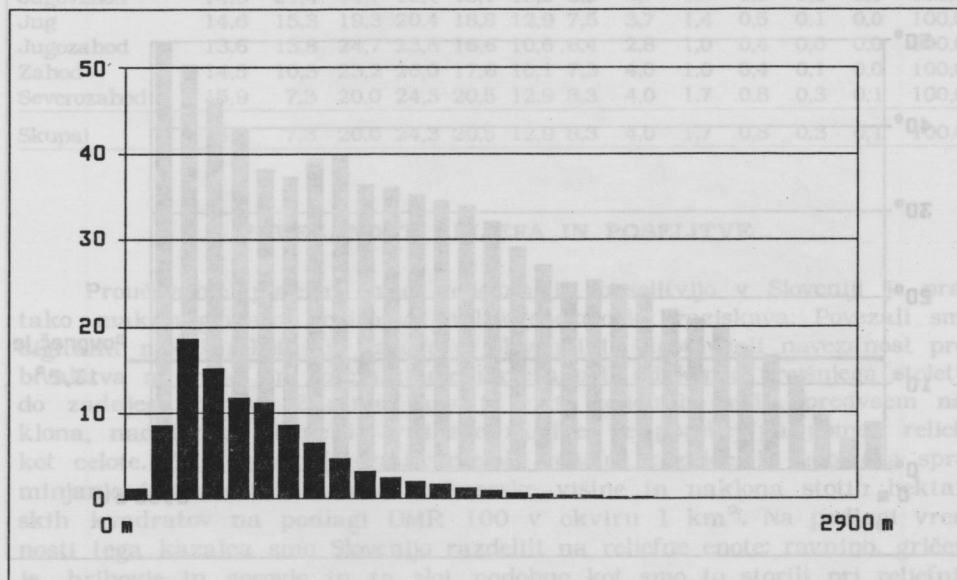
Meje višinskih razredov		Km ²	Delež	Meje naklonskih razredov		Km ²	Delež
0	99	245	1,2	0	4	5339	26,4
100	199	1718	8,5	5	9	3837	18,9
200	299	3763	18,6	10	14	3342	16,5
300	399	3075	15,2	15	19	2603	12,9
400	499	2388	11,8	20	24	1912	9,4
500	599	2264	11,2	25	29	1304	6,4
600	699	1717	8,5	30	34	922	4,5
700	799	1308	6,5	35	39	523	2,6
800	899	934	4,6	40	44	231	1,1
900	999	640	3,2	45	49	113	0,6
1000	1099	497	2,4	50	54	61	0,3
1100	1199	410	2,0	55	59	32	0,2
1200	1299	356	1,7	60	64	20	0,1
1300	1399	259	1,3	65	69	12	0,1
1400	1499	184	0,9	70	74	4	0,0
1500	1599	125	0,6	75	79	1	0,0
1600	1699	96	0,5	80	84	0	0,0
1700	1799	81	0,4	85	89	0	0,0
1800	1899	65	0,3				
1900	1999	46	0,2				
2000	2099	32	0,2				
2100	2199	22	0,1				
2200	2299	16	0,1				
2300	2399	10	0,0				
2400	2499	4	0,0				
2500 in več		1	0,0				
Skupaj		20256	100,0	Skupaj		20256	100,0

- z naraščanjem stometrskih višinskih pasov narašča delež povprečnih naklonov z višjimi vrednostmi;
- povezanost povprečne nadmorske višine in povprečnega naklona je pozitivna in korelacijski koeficient znaša 0,1374, kar je pri računanju korelacije iz več kot dva milijona podatkov izjemna vrednost, ki pri 99 % zaupanju kar za 172-krat presega mejni koeficient statistične pomembnosti;
- največje nepravilnosti naraščanja povprečnega naklona po stometrskih višinskih pasovih so v pasu pod 100 m, v pasu med 100 in 199 m, v pasu med 1200 in 1299 m in v obeh stometrskih višinskih pasovih med 2200 in 2399 m;
- podpovprečni naklon imajo le stometrski višinski pasovi med 0 in 399 m;
- gostota površin posameznih naklonov kaže na največjo gostoto in koncentracijo največjih in najmanjših naklonov glede na posamezne višinske pasove;

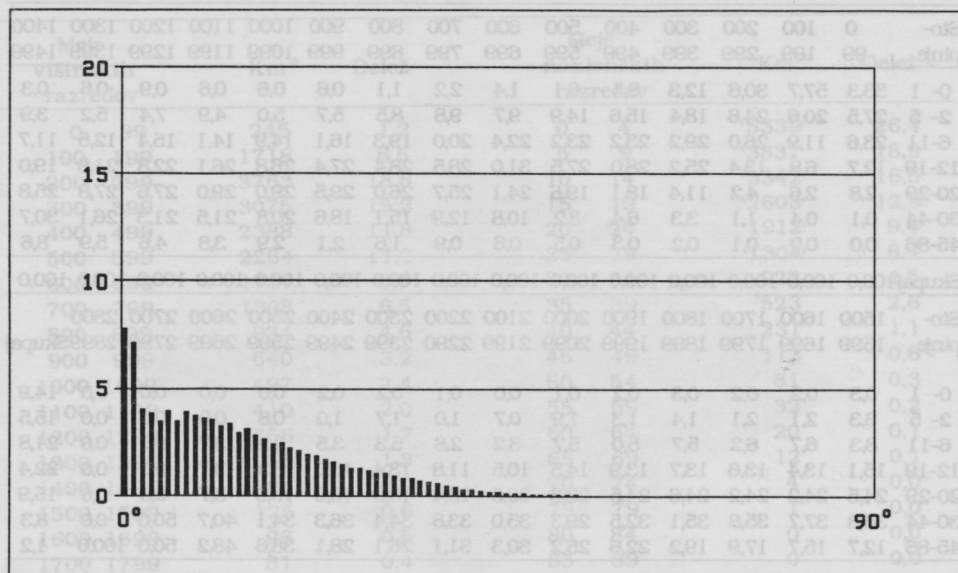
Preglednica 3: Naklonska sestava posameznih stometrskih višinskih pasov v Sloveniji v %.

Sto- pinje	0 99	100 199	200 299	300 399	400 499	500 599	600 699	700 799	800 899	900 999	1000 1099	1100 1199	1200 1299	1300 1399	1400 1499
0- 1	33,3	57,7	30,6	12,3	8,4	6,1	1,4	2,2	1,1	0,6	0,6	0,6	0,9	0,6	0,3
2- 5	27,5	20,6	24,6	18,4	15,6	14,9	9,7	9,8	8,5	5,7	5,0	4,9	7,4	5,2	3,9
6-11	23,6	11,9	26,0	29,2	23,2	23,2	22,4	20,0	19,3	16,1	14,9	14,1	15,4	12,5	11,7
12-19	12,7	6,8	13,4	25,2	28,0	27,5	31,0	28,5	28,4	27,4	26,8	26,1	22,8	21,9	19,0
20-29	2,8	2,6	4,2	11,4	18,1	19,6	24,1	25,7	26,0	29,5	29,0	29,0	27,6	27,8	25,8
30-44	0,1	0,4	1,1	3,3	6,4	8,2	10,8	12,9	15,1	18,6	20,8	21,5	21,3	26,1	30,7
45-86	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9	1,6	2,1	2,9	3,8	4,6	5,9	8,6
Skupaj	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Sto- pinje	1500 1599	1600 1699	1700 1799	1800 1899	1900 1999	2000 2099	2100 2199	2200 2299	2300 2399	2400 2499	2500 2599	2600 2699	2700 2799	2800 2899	Skupaj
0- 1	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	14,9
2- 5	3,3	2,1	2,1	1,4	1,3	1,9	0,7	1,0	1,7	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	15,5
6-11	8,3	6,7	6,2	5,7	5,0	5,7	3,2	2,8	5,3	3,5	2,3	3,7	0,0	0,0	21,8
12-19	15,1	13,4	13,6	13,7	13,9	14,5	10,5	11,8	13,4	12,0	8,3	3,7	0,0	0,0	22,4
20-29	24,5	24,2	24,2	24,6	24,5	23,3	20,3	19,4	18,9	18,9	15,9	3,7	0,0	0,0	15,9
30-44	35,8	37,7	35,8	35,1	32,5	29,3	35,0	33,8	34,4	36,3	34,1	40,7	50,0	0,0	8,3
45-86	12,7	15,7	17,9	19,2	22,6	25,2	30,3	31,1	26,1	28,1	38,6	48,2	50,0	100,0	1,2
Skupaj	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

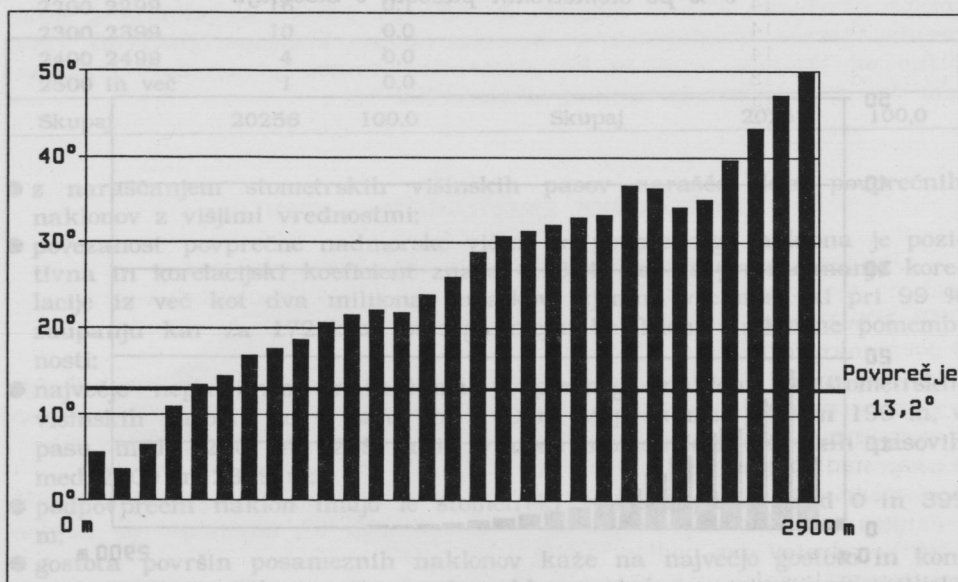
Slika 5: Pogostostna razporeditev povprečnih hektarskih nadmorskih višin v % po stometrskih pasovih v Sloveniji.



Slika 6: Pogostostna razporeditev povprečnih hektarskih naklonov v % po stopinjah v Sloveniji.



Slika 7: Povprečni nakloni stometskih višinskih pasov v Sloveniji.



- največjo gostoto ima naklon 0° , saj znaša v povprečju $7,8 \text{ ha/km}^2$, v pasu med 100 in 199 m, kjer leži skoraj polovica vseh hektarskih kvadratov s tem naklonom, pa kar 37 ha/km^2 ;
- najpogostejši povprečni hektarski naklon je 0° in je značilen za 8 % Slovenije in podobno (Perko 1992 a);

Preglednica 4: Nakloni glede na ekspozicijo iznad ravnega sveta v Sloveniji.

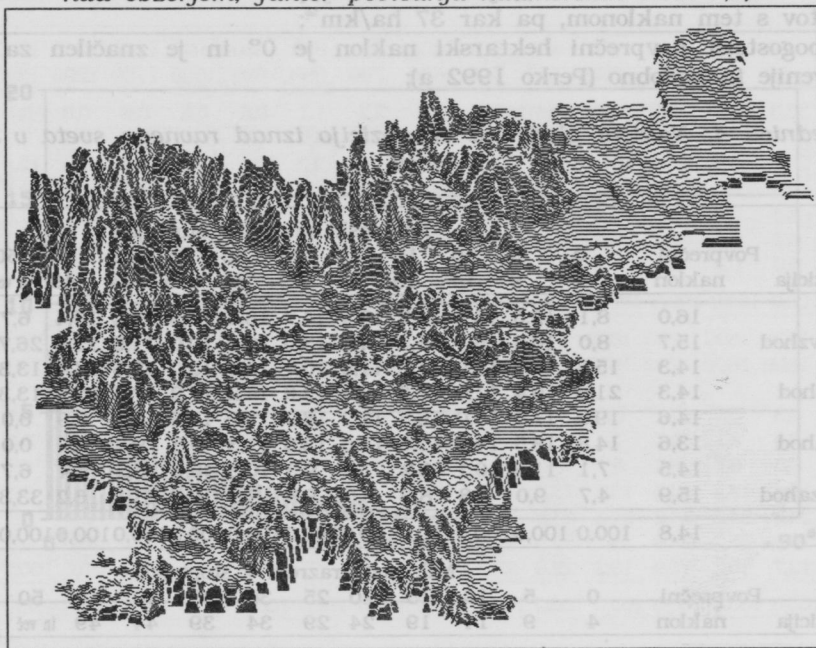
		Naklonski razredi v stopinjah												
	Povprečni naklon	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
Ekspozicija		4	9	14	19	24	29	34	39	44	49	in več	Skupaj	
Sever	16,0	8,1	12,0	13,6	14,7	15,4	14,7	13,1	16,9	16,2	15,4	6,7	13,1	
Severovzhod	15,7	8,0	10,8	15,1	15,5	14,8	13,0	12,8	10,0	11,5	12,6	26,7	13,1	
Vzhod	14,3	15,8	10,4	12,0	11,9	11,9	10,0	10,5	12,0	12,6	14,4	13,3	12,0	
Jugovzhod	14,3	21,6	10,4	11,0	12,3	13,4	12,6	14,2	17,2	17,6	22,5	13,3	13,2	
Jug	14,6	19,9	17,6	15,0	16,5	17,2	18,0	17,9	17,6	15,0	9,9	0,0	17,0	
Jugozahod	13,6	14,8	18,5	14,4	12,0	11,6	12,6	11,3	9,8	9,3	3,6	0,0	14,1	
Zahod	14,5	7,1	11,3	10,1	8,2	7,2	9,3	10,5	6,4	6,5	5,4	6,7	9,1	
Severozahod	15,9	4,7	9,0	8,8	8,9	8,5	9,8	9,7	10,1	11,3	16,2	33,3	8,4	
Skupaj	14,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

		Naklonski razredi v stopinjah												
	Povprečni naklon	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
Ekspozicija		4	9	14	19	24	29	34	39	44	49	in več	Skupaj	
Sever	16,0	8,0	17,0	24,0	21,8	15,1	7,9	3,5	1,8	0,7	0,2	0,0	100,0	
Severovzhod	15,7	8,0	15,4	26,9	23,0	14,5	7,1	3,4	1,1	0,5	0,1	0,0	100,0	
Vzhod	14,3	17,3	16,1	23,3	19,4	12,7	6,0	3,0	1,4	0,6	0,2	0,0	100,0	
Jugovzhod	14,3	21,4	14,7	19,4	18,1	13,0	6,8	3,7	1,8	0,8	0,2	0,0	100,0	
Jug	14,6	15,3	19,3	20,4	18,8	12,9	7,5	3,7	1,4	0,5	0,1	0,0	100,0	
Jugozahod	13,6	13,8	24,7	23,8	16,6	10,6	6,4	2,8	1,0	0,4	0,0	0,0	100,0	
Zahod	14,5	10,3	23,2	26,0	17,6	10,1	7,3	4,0	1,0	0,4	0,1	0,0	100,0	
Severozahod	15,9	7,3	20,0	24,3	20,5	12,9	8,3	4,0	1,7	0,8	0,3	0,1	100,0	
Skupaj	14,8	7,3	20,0	24,3	20,5	12,9	8,3	4,0	1,7	0,8	0,3	0,1	100,0	

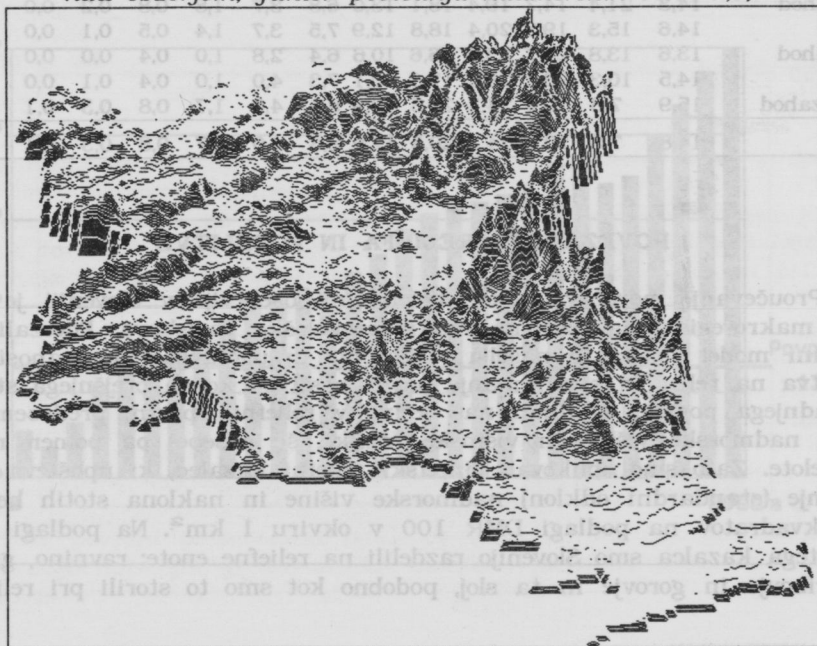
POVEZANOST RELIEFA IN POSELITVE

Proučevanje povezav med reliefom in poselitvijo v Sloveniji je prav tako makroregionalna oziroma makrogeoeološka raziskava. Povezali smo digitalni model reliefa in naselja v Sloveniji in ugotavljali navezanost prebivalstva na relief in spreminjanje navezanosti od konca prejšnjega stoletja do zadnjega popisa. Zanimal nas je vpliv reliefnih prvin, predvsem naklona, nadmorske višine in višinske razlike, še posebej pa pomen reliefa kot celote. Zato smo oblikovali sintetski reliefni kazalec, ki upošteva spreminjanje (standardni odklon) nadmorske višine in naklona stotih hektarskih kvadratov na podlagi DMR 100 v okviru 1 km^2 . Na podlagi vrednosti tega kazalca smo Slovenijo razdelili na reliefne enote: ravnino, gričevje, hribovje in gorovje in ta sloj, podobno kot smo to storili pri reliefnih

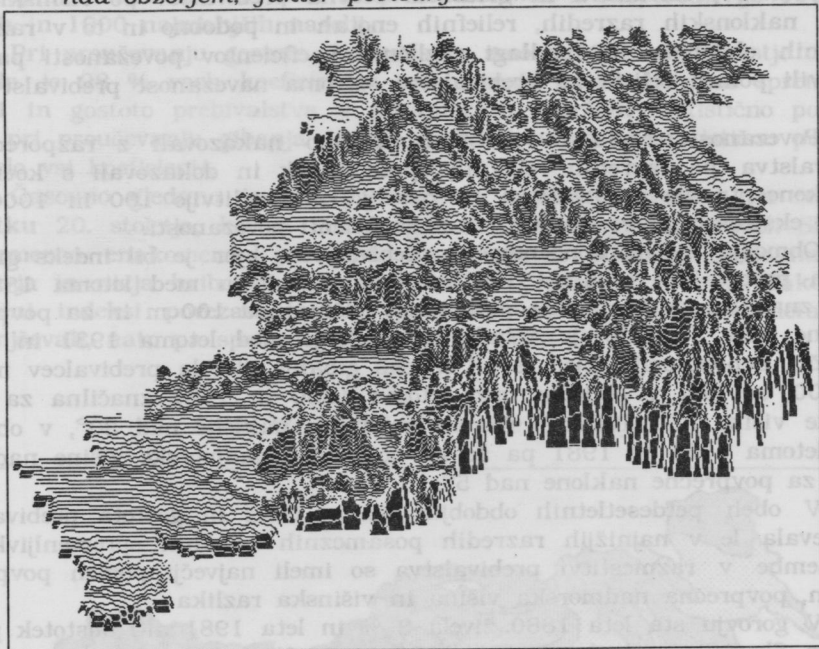
Slika 8: Digitalni model reliefa 500 m (Slovenija, pogled z juga, 89° nad obzorjem, faktor povišanja nadmorskih višin 7,5).



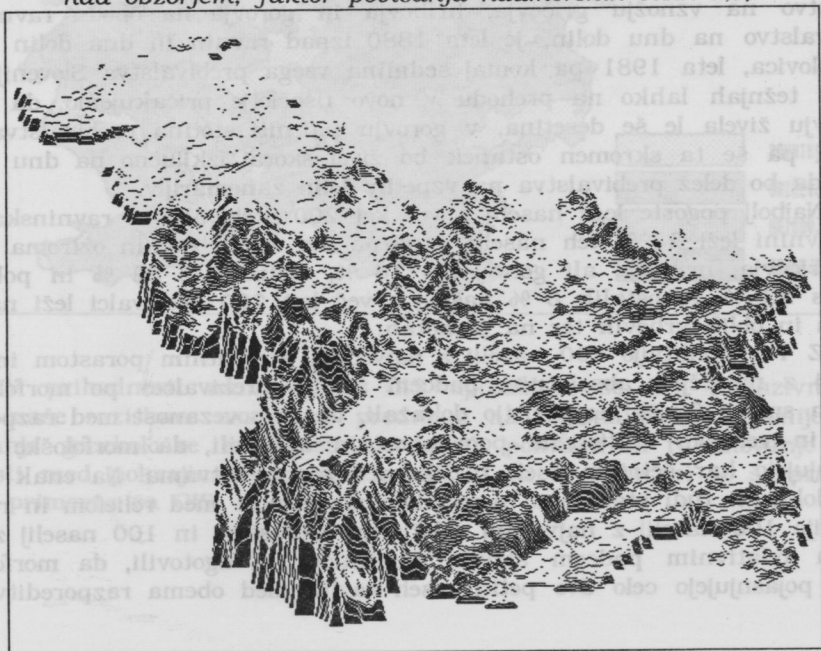
Slika 9: Digitalni model reliefa 500 m (Slovenija, pogled z vzhoda, 89° nad obzorjem, faktor povišanja nadmorskih višin 7,5).



Slika 10: Digitalni model reliefa 500 m (Slovenija, pogled s severa, 89° nad obzorjem, faktor povišanja nadmorskih višin 7,5).



Slika 11: Digitalni model reliefa 500 m (Slovenija, pogled z zahoda, 89° nad obzorjem, faktor povišanja nadmorskih višin 7,5).



prvinah, prekrili s prebivalstvenimi sloji. Tako smo ugotovili razlike v razporeditvi prebivalstva in gibanjem števila prebivalcev po višinskih pasovih, naklonskih razredih, reliefnih enotah in podobno in to v različnih časovnih obdobjih, na podlagi različnih koeficientov povezanosti pa smo ugotovili pomen reliefa za prebivalstvo oziroma navezanost prebivalstva na relief.

Povezanost reliefa in prebivalstva smo nakazovali z razporeditvijo prebivalstva po razredih reliefnih spremenljivk in dokazovali s koeficientom koncentracije prebivalstva in naselij, razporeditvijo 100 in 1000 naselij z ekstremnimi vrednostmi in s koeficienti povezanosti.

Območja močne koncentracije prebivalstva, kjer je bil indeks gibanja števila prebivalcev večji od 120, so bila v obdobju med letoma 1880 in 1931 značilna za povprečne nadmorske višine pod 100 m in za povprečne naklone pod 5°. Isto je veljalo za obdobje med letoma 1931 in 1981. Območja depopulacije, kjer je bil indeks gibanja števila prebivalcev manjši od 100, so bila v obdobju med letoma 1880 in 1931 značilna za nadmorske višine nad 1000 m in za povprečne naklone nad 30°, v obdobju med letoma 1931 in 1981 pa že za povprečne nadmorske višine nad 500 m in za povprečne naklone nad 5°.

V obeh petdesetletnih obdobjih sta se delež in gostota prebivalstva povečevala le v najnižjih razredih posameznih reliefnih spremenljivk. Za spremembe v razmestitvi prebivalstva so imeli največji pomen povprečni naklon, povprečna nadmorska višina in višinska razlika.

V gorovju sta leta 1880 živila 2 % in leta 1981 niti odstotek prebivalstva Slovenije, v hribovju leta 1880 še 26 % in leta 1981 komaj 18 %, v gričevju leta 1880 dobrih 51 % in leta 1981 le še slabih 40 %, na ravnini pa leta 1880 komaj 21 % in leta 1981 že 40 %. Če izločimo prebivalstvo na vznožju gričevja, hribovja in gorovja na obodu ravnin in prebivalstvo na dnu dolin, je leta 1880 iznad ravnin in dna dolin živela še polovica, leta 1981 pa komaj sedmina vsega prebivalstva Slovenije. Ob takih težnjah lahko na prehodu v novo tisočletje pričakujemo, da bo v hribovju živela le še desetina, v gorovju pa niti stotina prebivalstva Slovenije, pa še ta skromen ostanek bo živel skoraj izključno na dnu dolin, tako da bo delež prebivalstva na vzpetih delih zanemarljiv.

Najbolj pogoste lege naselij z več kot 200 prebivalci so ravninska, ker na ravnini leži 23 % teh naselij, vznožna (na obodu ravnin oziroma vznožju gričevja, hribovja ali gorovja) s 16 %, dolinska z 32 % in pobočna lega s 23 %. Preostalih 6 % naselij z več kot 200 prebivalci leži na slemenih in oblih vrhovih ter na planotah.

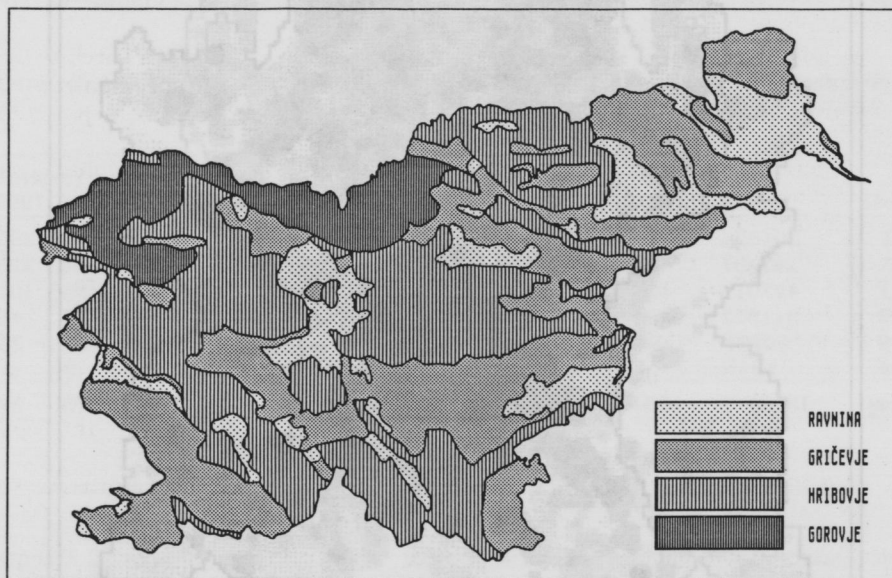
Z razporeditvijo 100 naselij z največjim absolutnim porastom in 100 naselij z največjim absolutnim padcem števila prebivalcev po morfoloških enotah smo z 99 % verjetnostjo dokazali, da je povezanost med razporeditvijo in reliefom statistično pomembna in ugotovili, da morfološke enote pojasnjujejo kar četrtino vseh razlik med razporeditvama. Na enak način smo dokazali tudi statistično pomembno povezanost med reliefom in razporeditvijo 100 naselij z največjim relativnim porastom in 100 naselij z največjim relativnim padcem števila prebivalcev in ugotovili, da morfološke enote pojasnjujejo celo dve petini vseh razlik med obema razporeditvama.

Isto lahko dokažemo tudi z razporeditvijo 1000 naselij z najmanjšim in največjim indeksom rasti števila prebivalcev in z razporeditvijo 1000 največjih in 1000 najmanjših naselij.

Pri proučevanju gostote prebivalstva smo z 99 % verjetnostjo ugotovili, da je 98 % vseh koeficientov povezanosti med reliefnimi spremenljivkami in gostoto prebivalstva v posameznih obdobjih statistično pomembnih, pri proučevanju gibanja števila prebivalcev pa so statistično pomembni celo vsi koeficienti.

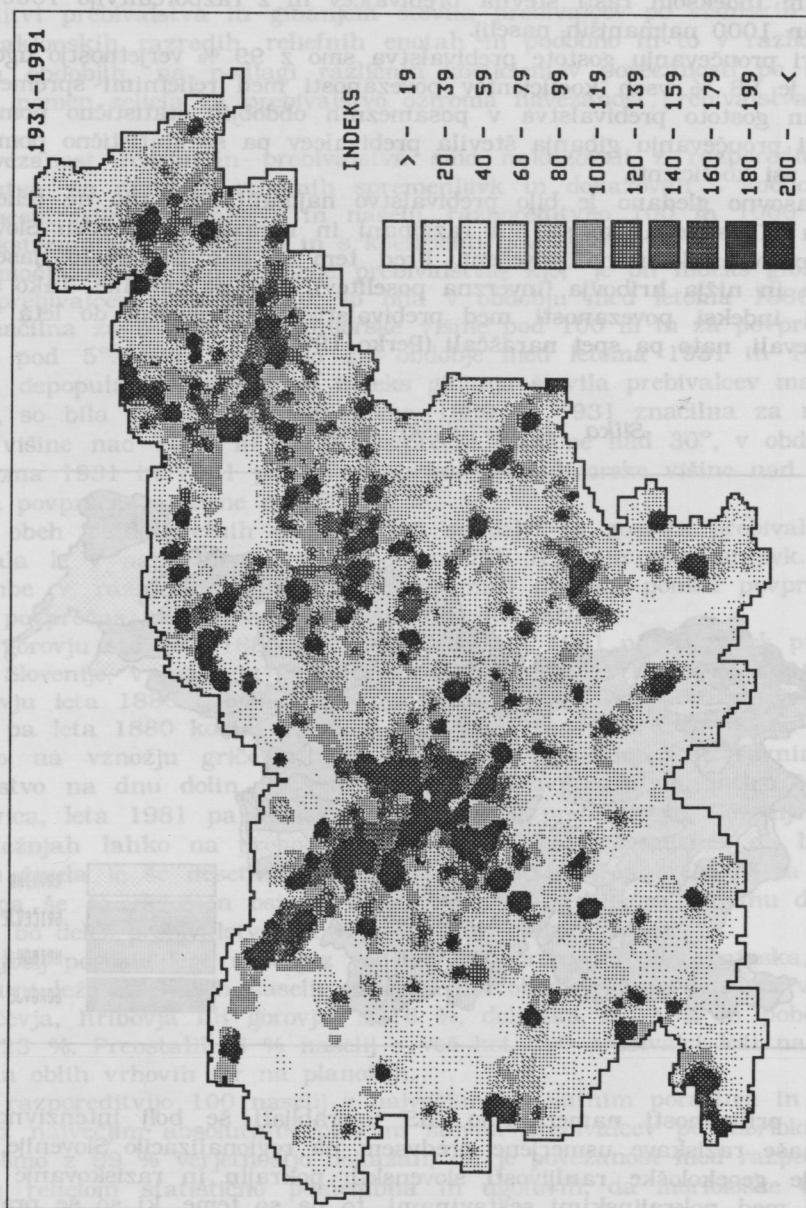
Časovno gledano je bilo prebivalstvo najmanj navezano na relief na začetku 20. stoletja, ko so bili razgibani in nerazgibani predeli Slovenije sorazmerno enakomerno poseljeni. Pred tem so bila bolj gosto naseljena gričevja in nižja hribovja (inverzna poselitev), zdaj pa ravnine. Tako so se različni indeksi povezanosti med prebivalstvom in reliefom do leta 1931 zmanjševali, nato pa spet naraščali (Perko 1992 c).

Slika 12: Morfološke enote Slovenije.

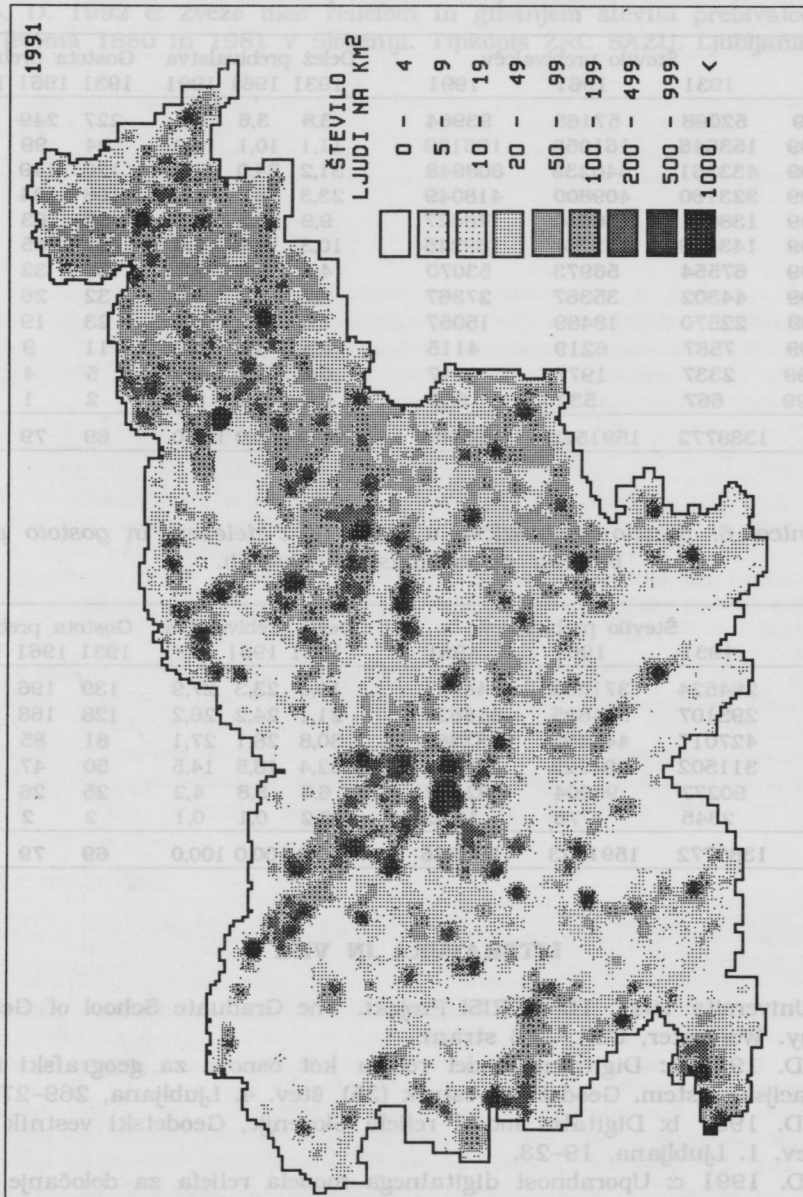


V prihodnosti nameravamo GIS uporabljati še bolj intenzivno, saj bodo naše raziskave usmerjene predvsem na regionalizacijo Slovenije, ugotavljanje geokološke ranljivosti slovenskih pokrajin in raziskovanje povezanosti med pokrajinskimi sestavinami, to pa so teme, ki so še prav posebej primerne za GIS.

Slika 13: Gibanje števila prebivalcev v Sloveniji med letoma 1931 in 1991.



Slika 14: Gostota prebivalstva v Sloveniji leta 1991.



Preglednica 5: Število prebivalcev v Sloveniji z deležem in gostoto prebivalstva po višinskih pasovih.

Meji razreda	Število prebivalcev			Delež prebivalstva			Gostota prebivalst.		
	1931	1961	1991	1931	1961	1991	1931	1961	1991
0- 99	52098	57168	93964	3,8	3,6	4,8	227	249	409
100- 199	153646	161058	196129	11,1	10,1	10,0	94	99	121
200- 299	433361	540239	808948	31,2	34,0	41,1	120	149	224
300- 399	323160	409800	418049	23,3	25,7	21,3	106	134	137
400- 499	138071	150640	178427	9,9	9,5	9,1	58	63	74
500- 599	143419	153061	169245	10,3	9,6	8,6	61	65	72
600- 699	67554	56973	53070	4,9	3,6	2,7	38	32	30
700- 799	44302	35367	27367	3,2	2,2	1,4	32	26	20
800- 899	22570	18489	15057	1,6	1,2	0,8	23	19	16
900- 999	7587	6219	4115	0,5	0,4	0,2	11	9	6
1000-1099	2337	1977	1247	0,2	0,1	0,0	5	4	2
1100-1199	667	532	368	0,0	0,0	0,0	2	1	1
Skupaj	1388772	1591523	1965986	100,0	100,0	100,0	69	79	97

Preglednica 6: Število prebivalcev v Sloveniji z deležem in gostoto prebivalstva po naklonskih razredih.

Meji razreda	Število prebivalcev			Delež prebivalstva			Gostota prebivalstva		
	1931	1961	1991	1931	1961	1991	1931	1961	1991
0- 1	264524	371233	548571	19,0	23,3	27,9	139	196	289
2- 5	293107	384895	516620	21,1	24,2	26,2	128	168	226
6-11	427017	446492	532369	30,8	28,1	27,1	81	85	101
12-19	311502	294123	285004	22,4	18,5	14,5	50	47	46
20-29	90277	93004	82412	6,5	5,8	4,2	25	26	23
30-44	2345	1776	1010	0,2	0,1	0,1	2	2	1
Skupaj	1388772	1591523	1965986	100,0	100,0	100,0	69	79	97

LITERATURA IN VIRI

- Clark University 1991: The IDRISI Projekt. The Graduate School of Geography. Worcester, USA, 363 strani.
- Perko, D. 1991 a: Digitalni model reliefa kot osnova za geografski informacijski sistem. Geodetski vestnik (35), štev. 4. Ljubljana, 269-274.
- Perko, D. 1991 b: Digitalni model reliefa Slovenije, Geodetski vestnik (38), štev. 1. Ljubljana, 19-23.
- Perko, D. 1991 c: Uporabnost digitalnega modela reliefa za določanje morfoloških enot, Geodetski vestnik (35), štev. 1. Ljubljana, 66-71.
- Perko, D., 1992 a: Nakloni v Sloveniji in digitalni model reliefa, Geodetski vestnik (36), štev. 2. Ljubljana, 115-121.

Perko, D. 1992 b: Geokologija Arboretuma Volčji potok. Tipkopis na ZRC SAZU. Ljubljana.

Perko, D. 1992 c: Zveze med reliefom in gibanjem števila prebivalcev med letoma 1880 in 1981 v Sloveniji. Tipkopis ZRC SAZU. Ljubljana.

PRIMER UPORABE GIS PRI ISKANJU MOŽNIH VIROV ONESNAŽEVANJA VODE NA KRASU

Marko Krevs in Igor Jurinčič

UDK 91:881.3:628.19

Povzetek

Geografske informacijske sisteme lahko koristno uporabimo tudi na delovnih področjih, kjer nimamo na razpolago vseh ustreznih podatkov, metod za njihovo vrednotenje ter modeliranje. Takšen primer je tudi pomoč GIS pri iskanju možnih virov onesnaževanja na krasu.

Razen redkih površinskih vodotokov (na fluviokrasu) se tam vode pretakajo po podzemlju. Zato moramo prisotnost krasa v zaledju površinskega vodotoka obravnavati na "poseben" način, pri čemer nam je GIS v veliko pomoč. GIS je v tem primeru dejansko **podpora deduktivnemu pristopu k obravnavi problema**.

Z upoštevanjem "kraških predpostavk" glede možnega pretakanja podzemskih voda se območje možnih virov onesnaževanja znatno razširi preko meja površinskega porečja. Na podlagi vrednotenja upoštevanih predpostavk, podatkovnih slojev in njihovih medsebojnih relacij sva ločila tri "območja ogrožanja kvalitete vode" Otavščice. Ta lahko služijo za načrtovanje in izvajanje nadaljnjih ukrepov za rešitev problema.

Izvajanje aplikacije na prenosnem osebnem računalniku omogoča njeno uporabo pri terenskih meritvah ter pri terenskem iskanju in popisovanju dejanskih virov onesnaževanja.

V obravnavo je vključeno 255 kvadratnih kilometrov veliko območje jugozahodnega obrobja Ljubljanskega Barja (širša okolica porečja Otavščice, pritoka Borovniščice).

UDC 91:881.3:628.19

Abstract

THE APPLICATION OF GIS FOR SEARCHING POSSIBLE SOURCES OF POLLUTION ON THE KARST

Geographic Information Systems can also be fruitfully applied for solving problems when all the necessary data and methods for their evaluation and modelling are not available. Such an example is represented by the support of GIS in searching possible sources of pollution on the karst.

The waters on the karst normally flow underground, except for some rare superficial waterflows on the fluviokarst. This is the reason to treat in a special way the presence of karst in the hinterland of a superficial waterflow. In such a case GIS is **a support to the deductive approach in solving the problem**.

Application of "karstic assumptions" about possible underground waterflow

Marko Krevs, dipl. geogr., Igor Jurinčič, dipl. geogr., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana

connections can substantially enlarge the area of possible locations of pollution sources beyond the borders of hypsographic (superficial) river basin. Three categories of areas endangering the water quality of the Otavščica brook have been derived from the data layers, assumptions, and their interaction. They can serve us as a basis for the planning and execution of further actions to solve the problem.

The application is running on a portable PC. This enables its use in field work, including the search and registration of actual sources of pollution.

In our study an area of 255 square kilometers (wider surroundings of Borovniški Pekel, southwest of Ljubljana) has been taken into consideration.

Skoraj praviloma GIS načrtujemo in izdelujemo za področja dela, kjer so zanesljivi podatki predpostavka, potrebna znanja in orodja za vrednotenje, ki je podlaga za določene ugotovitve in morda odločitve, pa že izdelana in preizkušena.

Vedno pa bomo imeli tako raziskovalci, kot operativne službe, opravka z nekaterimi prostorskimi problemi, za katere zgornje "zahteve" ne bodo izpolnjene, uporaba GIS pri njihovem reševanju pa bo vendarle lahko pripeljala do koristnih ugotovitev ali ustreznih ukrepov.

Primer takšnega problema je tudi iskanje možnih virov onesnaževanja na krasu. Razen redkih površinskih vodotokov (na fluviokrasu) se tam vode pretakajo po podzemlju. Podrobnih meritev smeri, količin in hitrosti teh podzemnih tokov za velik del krasa nimamo na razpolago. Za onesnaževanje so pomembni tudi majhni, hidrogeološko "nepomembni" tokovi. Poleg tega ugotovitve kažejo, da se vode podzemno lahko raztekajo v več smeri hkrati, na različnih globinah hkrati ter v različne smeri ob različnih hidro-meteoroloških razmerah (Gams, 1974; Gospodarič & Habič, 1976). Zato moramo prisotnost krasa v zaledju površinskega vodotoka obravnavati na "poseben" način, pri čemer nam je GIS v veliko pomoč. GIS je v tem primeru dejansko **podpora deduktivnemu pristopu k obravnavi problema** (slika 1).

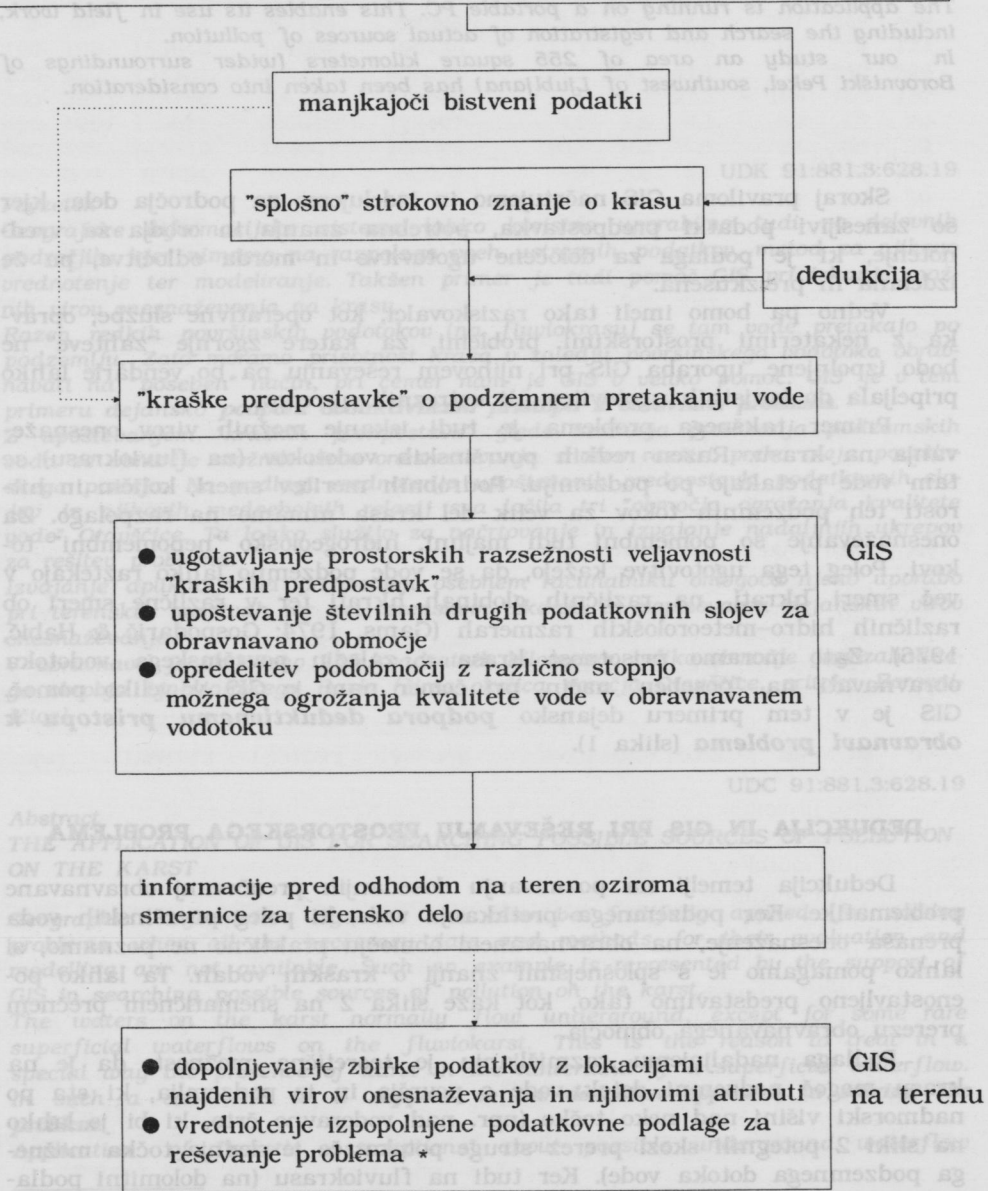
DEDUKCIJA IN GIS PRI REŠEVANJU PROSTORSKEGA PROBLEMA

Dedukcija temelji na poznavanju dosedanjih preučevanj obravnavane problematike. Ker podzemnega pretakanja vode, ki poleg površinskih voda prenaša onesnaženje, na obravnavanem območju praktično ne poznamo, si lahko pomagamo le s splošnejšimi znanji o kraških vodah. Ta lahko poenostavljeno predstavimo tako, kot kaže slika 2 na shematičnem prečnem prerezu obravnavanega območja.

Podlaga nadaljnjemu razmišljanju je teoretična možnost, da je na krasu mogoč podzemni dotok vode s površja in iz podzemlja, ki sta po nadmorski višini nad neko točko (npr. nad vodoravno črto, ki bi jo lahko na sliki 2 potegnili skozi prerez struge potoka, če je slednja točka možnega podzemnega dotoka vode). Ker tudi na fluviokrasu (na dolomitni podlagi) najdemo vrtače, ki so kazalec vertikalnega pretakanja, lahko teoretično možnost podzemnega pretoka razširimo tudi na ta območja.

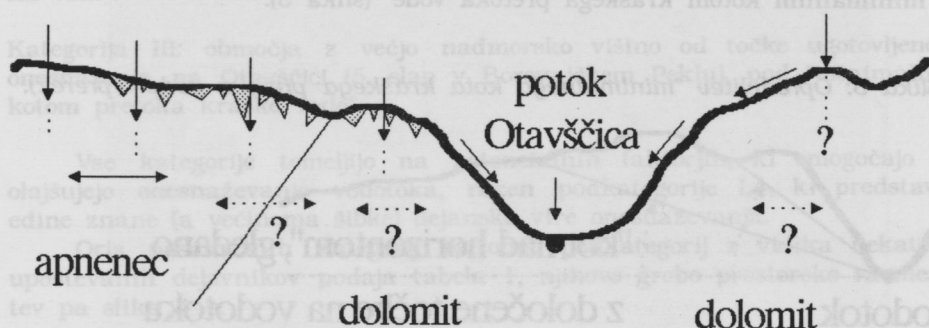
Slika 1: GIS za podporo deduktivnemu reševanju prostorskega problema.

PROBLEM: ugotovljeno onesnaženje vode na določeni točki vodotoka na krasu (ali v njegovi neposredni bližini) – kje naj iščemo vire onesnaženja



* Ta del metodologije in GIS - aplikacije še ni izdelan.

Slika 2: Splošne značilnosti pretakanja vode na krasu (prerez).



- padavine, znano površinsko in podzemsko pretakanje vode
- pretakanje vode
- ? nepoznano, a možno podzemsko pretakanje vode
- ▽ vrtače

V obravnavo je vključeno 17 krat 15 kilometrov veliko območje jugozahodnega obrobja Ljubljanskega Barja (širša okolica porečja Otavščice oziroma Borovniškega Pekla). Za izdelavo podatkovnih slojev sva uporabila: digitalni model reliefa (celice 100x100 metrov), podatke o prebivalstvu, kmetijstvu, industriji, turizmu in počitniških bivališčih, topografske, vegetacijske in geološke karte. Poleg omenjenih (manjkajočih ali pomanjkljivih) hidrogeoloških meritev bi potrebovala še evidenco onesnaževalcev in odlagališč odpadkov (zlasti industrijskih).

Preglejmo posamezne upoštevane elemente, ki so pomembni pri onesnaževanju vode, prenosu onesnaženja vode, oziroma pri odlaganju za kvaliteto vode potencialno nevarnih odpadkov.

1. Relief in litologija: na območjih apnenca je kras; na dolomitnih območjih najdemo kraške in fluviokraške oblike površja. Fluvialni relief z normalnim vodnim odtokom je obkrožen s kraško planoto (kraški pretok) in dolomitnimi vzpetinami (fluviokras).

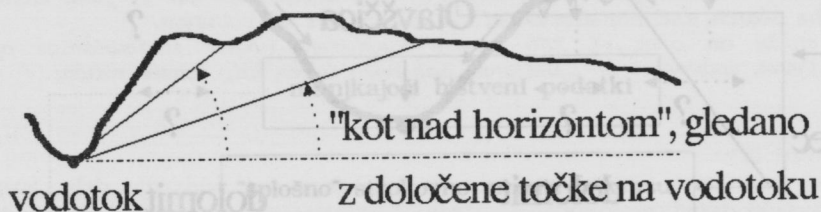
2. Vrtače: tipične kraške oblike, še posebej "primerne" in zelo pogoste lokacije trdnih in tekočih odpadkov. Kazalec vertikalnega (podzemnega) vodnega odtekanja.

3. Hipsografsko (površinsko) porečje: območje prevladujočega površinskega odтока vode v določeni vodotok.

4. Kraško porečje: območje podzemnega pritakanja vode v obravnavani vodotok. Zaradi pomanjkanja podatkov o podzemnem pritoku govorimo o "potencialnem kraškem porečju" (PKP). To je območje možnih vertikalnih in horizontalnih podzemskih vodnih dotokov. Skrajne meje PKP določa meja sklenjenega območja, ki se nahaja nad točko vodotoka, na kateri je ugotovljeno onesnaženje.

Območje bolj verjetnega kraškega dotoka vode znotraj PKP je določeno z "minimalnim kotom kraškega pretoka vode" (slika 3).

Slika 3: Opredelitev "minimalnega kota kraškega pretoka vode" (prerez).



Pojasnilo: "kot nad horizontom" gledano s točke na vodotoku enak 2° je "**minimalni kot pretoka kraške vode**". Zgolj "orientacijska" vrednost, ki označuje mejo območja, kjer je podzemski pretok bolj verjeten (kjer je kot večji od 2°).

5. Rastje: gozdnata območja so obravnavana kot še posebej "privlačna" in "varna" za odlaganje odpadkov.

6. Prebivalstvo: je neenakomerno in na redko posejano po vaseh. Značilen je proces depopulacije.

7. Gospodarstvo: opuščanje kmetijstva (neugodne naravne razmere, ostarelo prebivalstvo), le nekaj živinoreje. Industrija v zaledju obravnavanega območja povzroča ekološke probleme. V bližini so poznana "črna" odlagališča industrijskih odpadkov iz nekaterih tovarn (Bricelj, 1983).

8. Populacijski ekvivalenti (PE) onesnaževanja: opredeljeni po naseljih na podlagi podatkov o prebivalstvu, živini, kmetijski mehanizaciji, turizmu in gostinstvu, počitniških bivališčih in industriji.

9. Cestno omrežje: opredeljuje dostopnost do lokacij, ki so privlačne za odlaganje odpadkov.

Na podlagi podatkov, predpostavk in njihovih medsebojnih relacij sva določila tri kategorije območij možnih lokacij virov onesnaževanja vode. Prva med njimi kaže na območja, ki potencialno ali dejansko najbolj ogrožajo kvaliteto vode obravnavanega vodotoka.

Kategorija I: sklenjeno območje nad "minimalnim kotom kraškega pretoka vode", na katerem je prisoten vsaj eden izmed naslednjih elementov: apnenec, vrtače ali hipsografsko porečje. Območje še naprej delimo (proti bolj ogrožajočim oziroma bolj "občutljivim" območjem) na:

- 1) območja travnikov in pašnikov,
- 2) območja gozdov,
- 3) območja, ki so manj kot 100 metrov oddaljena od cest,
- 4) območja, ki so manj kot 500 metrov oddaljena od naselij,
- 5) območja I.3 ali I.4, ki se prekrivajo s 100 metrskim pasom ob Otavščici.

Kategorija II: vsa ostala območja nad "minimalnim kotom kraškega pretoka vode".

Kategorija III: območja z večjo nadmorsko višino od točke ugotovljenega onesnaženja na Otavščici (5. slap v Borovniškem Peklu), pod "minimalnim kotom pretoka kraške vode".

Vse kategorije temeljijo na potencialnih faktorjih, ki omogočajo ali olajšujejo onesnaževanje vodotoka, razen podkategorije I.4, ki predstavlja edine znane (a večinoma šibke) dejanske vire onesnaževanja.

Oris posameznih kategorij oziroma podkategorij z vidika nekaterih upoštevanih dejavnikov podaja tabela 1, njihovo grobo prostorsko razmestitev pa slika 4 b.

Tabela 1: Izbrani opisni podatki za posamezne kategorije ogrožanja kvalitete vode v Otavščici.

	Kategorije						
	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5	II	III
A)Površina (ha)	155	1629	352	522	17	3702	6820
B)Povprečna relativna višina nad slapom (m) *	170	179	165	194	158	253	70
C)Povprečna oddaljenost od vodotoka nad slapom (m)	1560	1646	2405	1079	76	2520	5153
D)Površje na apnencu (%)	67	36	57	17	0	6	83
E)Površje z vrtačami (%)	26	39	75	27	6	1	70
F)Površje poraslo z gozdom (%)	0	100	97	52	88	69	85
G)Povprečna oddaljenost od cest (m)	532	611	64	237	116	593	374
H)Povprečna oddaljenost od naselij	964	1473	1502	300	1175	839	2024
I)Vsota populacijskih ekvivalentov onesnaževanja (PE)	0	0	0	1980	0	3589	3770

* Nadmorska višina 5. slapu na Otavščici v Borovniškem Peklu je 560 metrov.

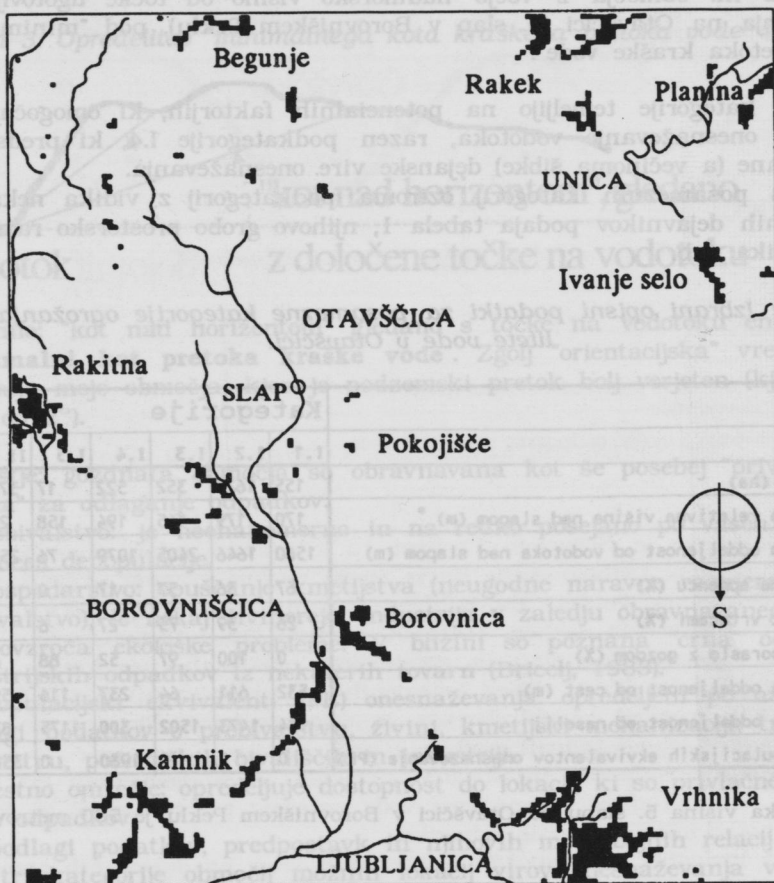
ZAKLJUČKI

Predstavljene izkušnje bodo lahko koristne, saj za zelo velik del kraša ne bomo imeli kmalu na razpolago vseh podatkov, ki jih potrebujemo za reševanje tovrstnih problemov. Rezultati lahko služijo za načrtovanje in izvajanje nadaljnjih ukrepov za rešitev problema.

hidrogeološko modeliranje pretakanja kraških voda še vedno ostaja izven našega metodološkega dosega. Z uporabo podrobnejših podatkov o kraškem pretakanju vode, o njeni kvaliteti, katastrskih podatkov o odlagališčih odpadkov in drugih onesnaževalcih, pa bi lahko izkoristili že obstoječe znanje za posredovanje nekaterih potrebnih informacij ustreznim ustanovam in prebivalstvu. Med drugim bi lahko natančneje opredelili območja možnega ogrožanja kvalitete vode ter podali podrobnejše ukrepe

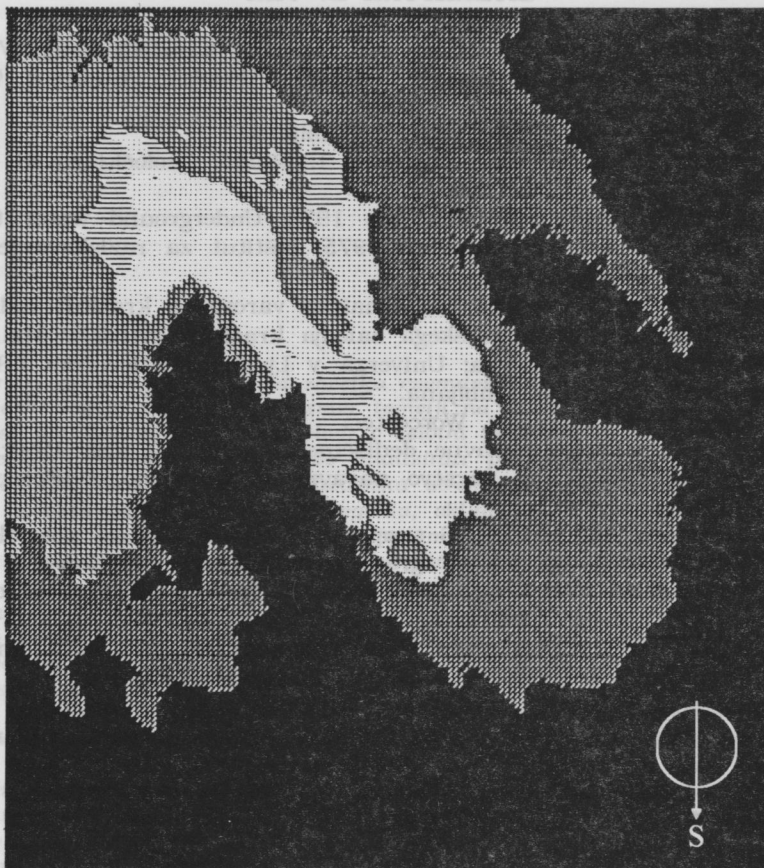
Slika 4: Orientacijska karta obravnavanega območja (a) in poenostavljena karta območij po kategorijah ogrožanja kvalitete vode v Otavščici (b).

a)



in navodila za preprečevanje onesnaževanja iz kmetijstva, industrije, prometa in turizma.

b)



1 [dotted pattern] 2 [horizontal lines] 3 [cross-hatch pattern] 4 [solid black]

- 1 - območja travnikov, pašnikov (I.1) in gozdov (I.2) ter območja, ki so manj kot 100 metrov oddaljena od cest (I.3)
- 2 - območja, ki so manj kot 500 metrov oddaljena od naselij (I.4), območja I.3 in I.4, ki se prekrivajo s 100 metrskim pasom ob Otavščici (I.5)
- 3 - vsa ostala območja nad "minimalnim kotom kraškega pretoka vode" (II)
- 4 - območja z večjo nadmorsko višino od točke ugotovljenega onesnaženja, vendar pod "minimalnim kotom pretoka kraške vode" (III)

Concepts of spatial and landscape archaeology have been accepted within Slovene archaeology for a decade. These concepts are based on the assumption

Dr. Janez Dular in Sreča Tocco-Rivale, Institut za arheologijo ZRC SAZU, Gosposka 13, Ljubljana; dr. Božidar Slapšak in dr. Zoran Stančič, Oddelek za arheologijo, FF, Univerza v Ljubljani.

LITERATURA IN VIRI

- Bricelj, M., 1983: Degradacija okolja na primeru Industrije usnja Vrhnika; Diplomsko naloga; Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana.
- Gams, I., 1974: Kras; Slovenska matica, Ljubljana.
- Geološka karta Slovenije, 1967; Postojna, 1:100000; Geološki zavod Ljubljana.
- Gospodarič, R. & Habič, P. (Editors), 1976: Underground water tracing, Investigations in Slovenia 1972-1975; Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna, Slovenija.
- Hrvatini, M., 1991: Geografska problematika varovanja kraških vodnih virov, Na primeru hidrografskega zaledja kraških izvirov v Malnih pri Planini; Diplomsko naloga; Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana.
- IDRISI, 1991: Clark University, Worcester.
- Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije, 2. del; 1991; Zavod republike Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine, Ljubljana.
- Jurinčič, I., Krevs, M., 1992: GIS supports the searching of possible sources of pollution on karst; gradivo mednarodne konference "GIS - From Space to Territory, Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space", Pisa, Italija.
- Prvi začasni podatki popisa prebivalstva, gospodinjstev, stanovanj in kmečkih gospodarstev 1991; Zavod RS za statistiko, Ljubljana.
- Statistični letopis Slovenije, 1981; Zavod RS za Statistiko, Ljubljana.
- Topografska karta Slovenije, 1975; 1:25000; Vojnogeografski inštitut, Beograd.
- Vegetacijska karta Slovenije; 1975; Postojna, 1:100000; Biološki inštitut Jovana Hadžija, SAZU, Ljubljana.

ARHEOLOGIJA IN GIS

Janez Dular, Božidar Slapšak, Zoran Stančič in Sneža Tecco-Hvala

UDK 902:91:681.3

Povzetek

V slovenski arheologiji je že od začetka osemdesetih let prisotna temeljna usmeritev v arheologijo pokrajine. Ta smer temelji na domeni, da je človek v preteklosti s svojim delovanjem pustil sledi v celotni pokrajini in da je zato potrebno v arheoloških raziskavah poselitve analizirati pokrajino in procese v njej kot enoti bivanja. Medtem ko je arheološka stroka že vrsto let razvijala različne tehnike terenskega arheološkega pregleda, vključujoč sistematičen terenski pregled pokrajine, geofizikalne in geokemične meritve, fotointerpretacijo letalskih in satelitskih posnetkov, hkrati pa na interpretativnem nivoju prevzemala teoretske pristope iz geografije, pa smo šele z razvojem GIS tehnologije dobili učinkovito orodje za ovrednotenje tovrstnih podatkov.

Osnovna izhodišča za aplikacijo GIS tehnologije so bila podana že pred leti z raziskovalnim projektom Geneze kulturne pokrajine na Oddelku za arheologijo ljubljanske Univerze. Pri sprejemanju GIS tehnologije je bil zlasti pomemben Projekt Hvar, kjer smo v sodelovanju s številnimi sorodnimi organizacijami doma in v tujini opravili testno študijo. Raziskava je bila usmerjena predvsem na možnost aplikacij GIS tehnologije v širši arheološki raziskovalni sferi. Tu so zlasti pomembne raziskave o določanju ekonomskih meja preteklih družb, strategiji gospodarjenja in trgovanja, komunikacijah, upravljanju z naravnimi dobrinami in podobno.

Primerjava s situacijo v drugih državah pa kaže, da je večinski delež aplikacij GIS tehnologije v arheologiji prav na področju upravljanja s kulturno dediščino. Prav zato so v toku kratke študije o poselitvi posameznih območij v preteklosti, ki pa nam bodo dale vpogled tudi v možnosti uporabe GIS tehnologije pri varovanju in upravljanju kulturne dediščine. Ključnega pomena je tu seveda kakovostna baza podatkov o arheoloških najdiščih Slovenije, ki sicer za sedaj le v pisni obliki obstaja pri Inštitutu za arheologijo ZRC SAZU. Kompiuterizacija te baze bo s primerno organizacijsko strukturo, uporabniškim vmesnikom in GIS nadgradnjo omogočala kakovostno integracijo arheoloških informacij v slovenski GIS.

UDC 902:91:681.3

Abstract

ARCHAEOLOGY AND GIS

Concepts of spatial and landscape archaeology have been accepted within Slovene archaeology for a decade. These concepts are based on the assumption

Dr. Janez Dular in Sneža Tecco-Hvala, Inštitut za arheologijo ZRC SAZU, Gosposka 13, Ljubljana; dr. Božidar Slapšak in dr. Zoran Stančič, Oddelek za arheologijo, FF, Univerza v Ljubljani.

that man, by his diverse activities, made a tremendous impact on the landscape as a whole. Therefore in the research of archaeological settlement patterns, the whole landscape should be observed and analyzed. Diverse techniques of archaeological survey for data collection were developed and theoretical concepts for interpretation of those data were adapted from geography, but only by applying GIS technology were this concepts made accessible to all archaeologists. Basic concepts for GIS applications were defined in the research project "The Genesis of the cultural landscape" at the Department of Archaeology of the University of Ljubljana. However, the Hvar Project, as the first archaeological case study, played the crucial role in acceptance of GIS technology. The analyses were concentrated on the possibilities of GIS applications in archaeological analysis. The best results were achieved in definition of archaeological site territories, subsistence strategies, communications and trade analyses. Few regional case studies were started this year because it is to be expected that soon the majority of the GIS archaeological applications will be in protection and management of cultural heritage. Simultaneously the Institute for Archaeology at the Slovene Academy of Sciences and Art has started with the computerization of the site and monuments database which will be integrated into the state GIS.

PROSTORSKA ARHEOLOGIJA IN GIS

Prostorski aspekt arheoloških ostalin (materialnih ostalin preteklosti) je vedno imel svoje mesto pri konstituiranju podatka arheološke znanosti. Morda najznačilneje je konceptualiziran v pojmu arheološke kulture kot prostorsko zamejene distribucije 'tipičnega' sklopa materialne kulture, pri čemer je implicirana podmena, da takšna distribucija v danem časovnem segmentu predstavlja zaokroženo etnopolitično skupnost.

Eksplicitno prostorska arheologija, arheologija s programskim epitetom 'prostorska' torej, nastopi z uveljavitvijo geografske paradigme v arheologiji konec 60 let pod vplivom Nove geografije (Haggett, 1965; Chorley in Haggett, 1967; prim. Renfrew, 1969). Institucionalizira se skozi nove medstrožne povezave, recimo na univerzi v Cambridgeu, kjer nastopa kot paleo-ekonomija (programski teksti in aplikacije npr. v Higgs in Vita Finzi, 1972; Higgs, 1975; pregled in metodološki principi prostorskih analiz v Hodder in Orton, 1976). Najjasneje jo je opredelil D. Clark (1977). Prostorsko problematiko je strukturiral na več ravneh: na eni strani lahko na makro ravni na primer opazujemo razporejenost in prepletanje prazgodovinskih kulturnih skupin v Srednji Evropi, na regionalni ravni nas lahko zanima distribucija arheoloških najdišč in na mikro ravni lahko opazujemo odnose med arheološkimi najdbami in strukturami znotraj posamičnega najdišča. Mnoge postavke prostorske arheologije so bile kmalu podvržene kritiki, spet pod vplivom novih smeri v socialni geografiji, predvsem zaradi pretirane ekonomistične naravnosti in nagnjenosti h geografsko determinističnim razlagam (npr. Green in Haselgrove, 1978).

Ena od radikalnejših izpeljav prostorske arheologije je arheologija pokrajine. Na eni strani obravnava pokrajino kot artefakt, na katerem se palimpsestno akumulirajo človekove intervencije, zato razvija postopke izčitavanja fizičnih struktur pokrajine kot socialnega prostora vsakokratnih skupnosti. Na drugi prelomi s konceptom arheološkega najdišča kot izolirane točke arheologovega zanimanja in obravnava pokrajino kot kontinuirano najdišče; tako razvija postopke sistematičnih kvantitativnih (površinskih in podpovršinskih) pregledov in diferencialno distribucijo artefaktov v prostoru interpretira kot podatek o preteklih dejavnostih oz. o funkcionalni in pomenski raznolikosti prostora (Flannery, 1976; Potter, 1979; Renfrew in Wagstaff, 1982; Keller in Rupp, 1983; Barker in Lloyd, 1991).

Načela prostorske arheologije so bila v slovenski arheologiji preizkušena v delu Slapšaka (1983), ki je na primeru Krasa apliciral različne modele iz socialne geografije in se spoprijel z vprašanji definiranja teritorijev in s sistemi poselitve pokrajine v preteklosti (prim. tudi Slapšak 1987). Postopki arheologije pokrajine so bili pri nas prvič uporabljeni v okviru projekta Hvar (prispevki v Chapman, Bintliff, Gaffney in Slapšak, 1988; gl. tudi Gaffney, Bintliff in Slapšak, 1991).

Prostorska arheologija je teoretične modele črpala predvsem iz geografije. Dober primer je poskus definiranja teritorijev naselbin v preteklosti s von Thunenovim (1876) modelom. Le-ta je znan in močno uporabljan v geografiji že stoletje, v arheološki stroki pa je prek angleške Nove geografije odkrit in prvič uporabljen šele v sedemdesetih letih (Vita-Finzi in Higgis 1970). Prav zaradi takšnih povezav z geografijo je prostorska arheologija odprtih rok sprejela GIS. Seveda je res, da so določene arheološke šole bile bolj dovzetne za sprejemanje GIS tehnologije. Zlasti je izstopala ameriška arheološka šola, ki na eni strani že tradiciono podpira naravoslovno-matematične pristope, hkrati pa je prav tam pričela v šestdesetih letih takomenovana kvantifikativna revolucija z vsemi svojimi posledicami. Prve aplikacije GIS v arheologiji lahko zasledimo v zgodnjih osemdesetih letih (Kvamme, 1985), evropska arheologija pa je dokaj hitro sledila (Harris, 1986, Wansleben, 1988). Zaradi že uveljavljenih pristopov prostorske arheologije v Sloveniji, so se prve aplikacije GIS pojavile dokaj hitro (Stančič in Gaffney, 1991).

Možnosti uporabe GIS v arheologiji nasploh so zelo široke, in to velja tako za raziskovalno kot za spomeniškovarstveno sfero. Čeprav je neizpodbitno dejstvo, da so prve aplikacije vedno za potrebe raziskav, pa je prav tako res, da napovedi kažejo, da bo v bližnji prihodnosti 90% arheoloških GIS aplikacij za potrebe spomeniškega varstva in upravljanja ter gospodarjenja s kulturno dediščino nasploh. Razloge za to je iskati predvsem v mnogo kompleksnejših organizacijskih problemih zlasti pri pripravi in vzdrževanju baze podatkov o arheoloških najdiščih.

STANJE RAZISKAV V SLOVENIJI

Prvič smo GIS v slovenski arheologiji uporabili za potrebe raziskav mediteranske pokrajine v okviru mednarodnega Projekta Hvar. V okviru široko zasnovanega arheološkega raziskovalnega projekta, ki je vključeval strokovnjake različnih znanstvenih disciplin iz Hrvaške, Srbije, Anglije, Kanade in Slovenije, je zbrano gradivo o arheološki poselitvi otoka Hvara skozi tisočletja. Zbrani podatki so predstavljali osnovo za graditev računalniško podprte arheološke baze podatkov. Ker je bil eden od namenov študije ugotoviti odnose med poselitvijo otoka skozi arheološka obdobja in naravnim okoljem, smo zbrali podatke o reliefu, mikroklimi, pedologiji in geologiji za cel otok in jih organizirali v GIS. V GIS smo nato integrirali bazo podatkov o arheoloških najdiščih. Ukvarjali smo se predvsem s problemi definiranja teritorijev oziroma vplivnih območij in meja arheoloških najdišč, analizirali smo ekonomske potenciale posameznih skupnosti ter izdelali prediktivni model poselitve in tras komunikacij (Stančič in Gaffney, 1991). Vse analize so opravljene pri Arkansas Archaeological Survey na Univerzi v Arkansasu, ZDA. Uporabili smo rastrski GIS imenovan GRASS, ki ga je za potrebe upravljanja in gospodarjenja z zemljišči na svojih vadbennih področjih razvila ameriška vojska. GRASS je programski paket napisan v jeziku C in dela pod operacijskim sistemom Unix. Prijazen programski paket, ki omogoča dostop do različnih modulov na več načinov, od menijskega, prek interaktivnega za bolj izkušene uporabnike, do direktnih ukazov za eksperte, neprofitno distribuirajo številne ameriške vladne agencije in nekaj zasebnih podjetij v Evropi in ZDA.

Po uspešnem zaključku študije mediteranske pokrajine in arheološke poselitve otoka Hvara, smo se odločili, da GIS tehnologijo širše uporabimo tudi na slovenskih tleh. Na Oddelku za arheologijo pri Univerzi v Ljubljani smo se zaradi že obstoječe opreme odločili da uporabimo GIS, ki bi omogočal delo na osebem računalniku. Dobro možnost so predstavljali neprofitni GIS različnih geografskih oddelkov. Zaradi širokega spektra analitičnih možnosti, relativne enostavnosti uporabe in nizkih zahtev po strojni opre- mi, smo izbrali IDRISI, ki ga bolj ali manj uspešno uporabljamo že več kot dve leti. Ves ta čas je večina aplikacij usmerjenih v arheološke regionalne raziskave. Delamo na štirih regionalnih projektih, v različnih fiziografskih regijah in z drugačnimi arheološkimi problemi (slika 1). Na področju Dolenjske analiziramo dinamiko sprememb poselitve v železni dobi, v Posavju, neposredni bližini Krškega, analiziramo poselitev v mlajši kameni dobi in zlasti poskušamo izdelati lokacijski model poselitve. Na Gorenjskem, s središčem na Bledu, analiziramo poselitev v zgodnjem srednjem veku. Kompleksnejše so analize poselitve Krasa, kjer poskušamo zajeti vsa arheološka obdobja. Nekateri od naštetih projektov so že v fazi finalizacije, pri nekaterih pa se še vedno ukvarjamo z zagotavljanjem podatkovne baze.

V dosedanjih študijah so se zlasti izpostavili problemi zagotavljanja baze podatkov o naravnem okolju. Za potrebe regionalnih arheoloških analiz

potrebujemo praviloma digitalni model reliefa, pedološke in geološke podatke ter vsaj grobe hidrološke podatke. Kljub relativno grobem DMR-ju, ki je v Sloveniji na vso srečo dosegljiv, lahko ugotovimo, da je za regionalne analize zadovoljivo natančen. Za potrebe mikroregionalnih analiz omejenih območij je potrebno izdelati natančnejši DMR z natančnostjo 5 m. Le taki podatki zagotavljajo natančne študije lokacij in tras komunikacij. Na regionalni ravni bi potrebam arheološke službe zadoščal že DMR z natančnostjo 30 m, saj bi za razliko od 100 - metrskega bistveno bolje podal tudi strukture reliefa, kot so naprimer grebeni, slemena, vrtače, jarki ipd. Na žalost pa imamo dosti več težav z drugimi naravnimi podatki. Medtem ko so nekateri podatki o naravnem okolju, npr. pedologija, že na razpolago direktno v digitalni obliki, pa moramo za geološke in hidrološke podatke rešitev iskati v digitalizaciji. Geološke podatke si praviloma zagotavljamo z digitalizacijo geoloških kart v merilu 1:100 000, hidrologijo pa zajemamo iz topografskih kart 1:25 000. Tako smo naprimer v dosedanjih raziskavah digitalizirali že desetino celotnega ozemlja Slovenije.

Ob uspešno izpeljanih raziskavah pa so se pojavile tudi določene težave. Tako kot tudi v večini drugih disciplin, se uporabniki marsikdaj zadovoljijo že samo z uporabo GIS kot orodja za digitalno kartiranje. Marsikdaj so analitične zmožnosti zanemarjene, predvsem zaradi pomanjkljivega poznavanja kvantifikativnih pristopov v arheologiji nasploh. Ob tem se pojavlja tudi zahteva uporabnikov po izdelavi GIS modulov, ki bi bili bolj primerni za testiranje arheoloških hipotez različnih teoretičnih izhodišč. Neizpodbitno je namreč, da je velika večina GIS programskih modulov narejena za potrebe splošnih geografskih raziskav. Prav tako je dejstvo, da te module praviloma uporabljajo vse stroke. Vendar pa se vsaj v arheologiji pojavlja težnja po razvijanju novih analitičnih orodij kot integralnega dela GIS, ki bi upoštevala tudi dejavnike, ki jih obstoječi moduli sicer zanemarijajo. Gre predvsem za upoštevanje, ob običajnih naravnih in socialnih, tudi idiosinkratičnih dejavnikov. Prav tako je res, da ob analizi vseh dejavnikov, ki jih ob arheoloških analizah želimo upoštevati, najtežje podamo izhodišča za subjektivne odločitve v preteklosti. Vsekakor velja, da objektivne dejavnike (tako naravne, npr. dostopnost vodnih virov, kakovost tal ipd., kot tudi socialne, npr. komunikacije, trgovanje) relativno lahko razumemo in tudi kvantificiramo, na drugi strani pa subjektivne (kult, verovanja...) bistveno težje. Le ti v analizah izstopajo in dajejo videž naključnega, vendar so bistvenega pomena za razumevanje preteklosti. Teh dejstev se v svojih raziskavah arheologi že ves čas zavedamo in prav zato se ne smemo čuditi izredno hitrim poskusom, da bi v analizah upoštevali tako ali drugače tudi te dejavnike. Prvi poskusi so omejeni predvsem na prilagajanje obstoječih modulov, kot je naprimer prilagajanje standardnega GIS modula, ki omogoča definiranje ploskev vidnih iz določene točke, v modul, ki definira percepcijo pokrajine in pomen določenih krajinskih struktur v preteklosti. Tem poskusom bodo verjetno sledile tudi resnejše in upajmo tudi uspešnejše raziskave, ki bodo omogočale v polni meri upoštevanje vseh pomembnih dejavnikov v tovrstnih prostorskih analizah.

Zanimivo je, da GIS vpliva tudi na razvoj arheološke teorije. Na eni strani je že uveljavljenim pristopom, ki so počasi zastarali, dal nove dimenzije in jih posodobil. Dober primer za ta proces je modificiranje že omenjenega von Thunenovega modela, ki mu je GIS modul, ki teritorije definira glede na težavnost premikanja po terenu v vseh smereh, podal popolnoma nove dimenzije. Čeprav je torej dejanski teoretični pristop popolnoma enak kot 100 let star geografski model, smo z novo tehnologijo dobili mnogo boljše približke teritorijev (Stančič in Gaffney, 1991). Drugačen proces lahko opazujemo na primeru lokacijskih analiz, kjer vidimo, da tehnologija fizično omogoča na eni strani izvajanje pristopov, ki so sicer definirani že prej, vendar jih je bilo praktično težko izpeljati, hkrati pa postavljajo nove koncepte raziskav (Kvamme 1990).

POTREBE IN PERSPEKTIVE

Omenjene regionalne arheološke študije so osnova za nadaljnje delo za potrebe spomeniškega varstva. Neizpodbitno je dejstvo, da bo v bližnji prihodnosti večina aplikacij GIS v arheologiji predvsem na področju spomeniškega varstva. Integracija arheoloških podatkov v geoinformacijski sistem na nivoju lokalnega ali pa regionalnega odločanja bo omogočala kakovostne odločitve pri posegih v kulturno dediščino. Prav zato smo mnenja, da je potrebno raziskovalne in operativne potenciale usmeriti v računalniško podporo arheološke baze podatkov, ki jo vodi Inštitut za arheologijo ZRC SAZU.

Pri Inštitutu za arheologijo ZRC SAZU že vrsto let poteka permanentno zbiranje in urejanje podatkov o arheoloških najdiščih Slovenije. V prvi fazi, ki se je zaključila s publikacijo Arheološka najdišča Slovenije (1975), so se podatki zbirali predvsem po sekundarnih virih (literaturi, starih arhivih itd.) in dopolnjevali z novejšimi odkritji. V drugi fazi je sledilo in se še nadaljuje preverjanje in dopolnjevanje podatkov s terenskimi pregledi in ugotavljanje natančnih lokacij. Izsledki se zbirajo v obliki topografskih zapisnikov skupaj z obstoječo dokumentacijo (fotodokumentacijo, geodetskimi posnetki, skicami, izseki iz katastrskih kart itd.); rezultati ovrednotenja gradiva pa se objavljajo po topografskih področjih v obliki topografskih zvezkov (doslej so izšli trije – Bela krajina (Dular, 1985), Prekmurje (Šavel, 1991), Tržaška pokrajina (Flega in Župančič, 1991)). Prodiranje računalniške tehnologije na področje humanistike je vplivalo tudi na ta projekt in tako se tretja faza začenja z oblikovanjem računalniške baze podatkov o arheoloških najdiščih Slovenije; koncipirana je kot večuporabniška – dostopna bo preko računalniške mreže – in utemeljena z dosedanjimi izkušnjami ter na zbranem gradivu. Trenutno je v pripravi aplikacija in poskusni vnos.

V zasnovi je podatkovna baza zgrajena iz dveh sklopov; enega predstavlja opredelitev najdišča glede na prostor, vsebino, čas in varovanje, drugega pa stanje raziskav in zbrana dokumentacija z literaturo, ki hkrati tudi

pojasnjuje raven opredelitve. Strukturirana je večnivojsko – od splošnega k podrobnejšemu – odvisno pač od pridobljenih informacij. Tako so na prvem nivoju podatki zbrani v sledeče rubrike:

1. prostorsko opredelitev, ki se opira na karte 1:5000 (TTN), kamor so vnešene doslej znane arheološke lokalitete in po kateri so povzete koordinate le-teh, preko katerih je možna povezava z GIS-om;
2. vsebinsko opredelitev, ki definira arheološko najdbo po enotnem geslovniku;
3. časovno opredelitev, ki vključuje najdbo v standardizirano kronološko shemo;
4. spomeniškovarstveno opredelitev, ki se nanaša na režim zaščite najdišča;
5. splošni opis, ki zajema značilnosti najdišča, stanje ohranjenosti in komentar k dosedanjim ugotovitvam;
6. raziskanost navaja vrsto raziskav, ki so bile opravljene na nekem najdišču;
7. vir informacije navaja od kod so povzeti najdiščni podatki za računalniško zbirko;
8. literaturo, kjer je zbrana literatura o najdišču, ki vsebuje topografske podatke;
9. dokumentacijo, ki zajema informacije o fototeki, arhivskem gradivu, geodetskih posnetkih in risbah ter računalniško grafično dokumentacijo;
10. premični inventar, ki zajema podatke, kje in pod katero inventarno številko se nahajajo najdbe.

Gre torej za temeljno zbirko, ki bi po eni strani omogočala hiter dostop do ažurnih informacij o arheoloških najdiščih v Sloveniji in enostavno iskanje željenih kombinacij, po drugi strani pa nadgradnjo le-teh v različnih smereh s pomočjo drugih podatkovnih zbirk, ki jo omogoča GIS tehnologija, kjer bi arheološka baza podatkov predstavljala le en informacijski sloj npr. pri proučevanju vpliva okolja na poselitveno strukturo v arheoloških dobah, ugotavljanje komunikacij, ekonomike itd., povratno pa bi bila osnovna informacija v spomeniškovarstvenih odločitvah.

ZAKLJUČEK

GIS je v arheologiji že uveljavljeno analitično orodje predvsem v regionalnih raziskavah. Medtem ko so ga raziskovalne strukture odprti rok sprejele, pa bo delo na področju varovanja naravne in kulturne dediščine težavnejše. Spoprijeti se bo treba zlasti z organizacijskimi problemi ter vzdrževanjem baze podatkov o arheoloških najdiščih Slovenije. Zdi se, da se bodo rastrski sistemi povečini uporabljali na raziskovalnih institucijah, medtem ko bodo spomeniškovarstvene aplikacije bolj primerne za lokacijske informacijske sisteme vektorske osnove. Arheološko stroko zato zlasti zanimajo možnosti izmenjave obstoječih podatkov bodisi na regionalni ravni, ali pa širše, z drugimi institucijami. Zato tudi bazo podatkov o arheoloških najdiščih Slovenije vidi kot integralni del celovite baze podatkov o

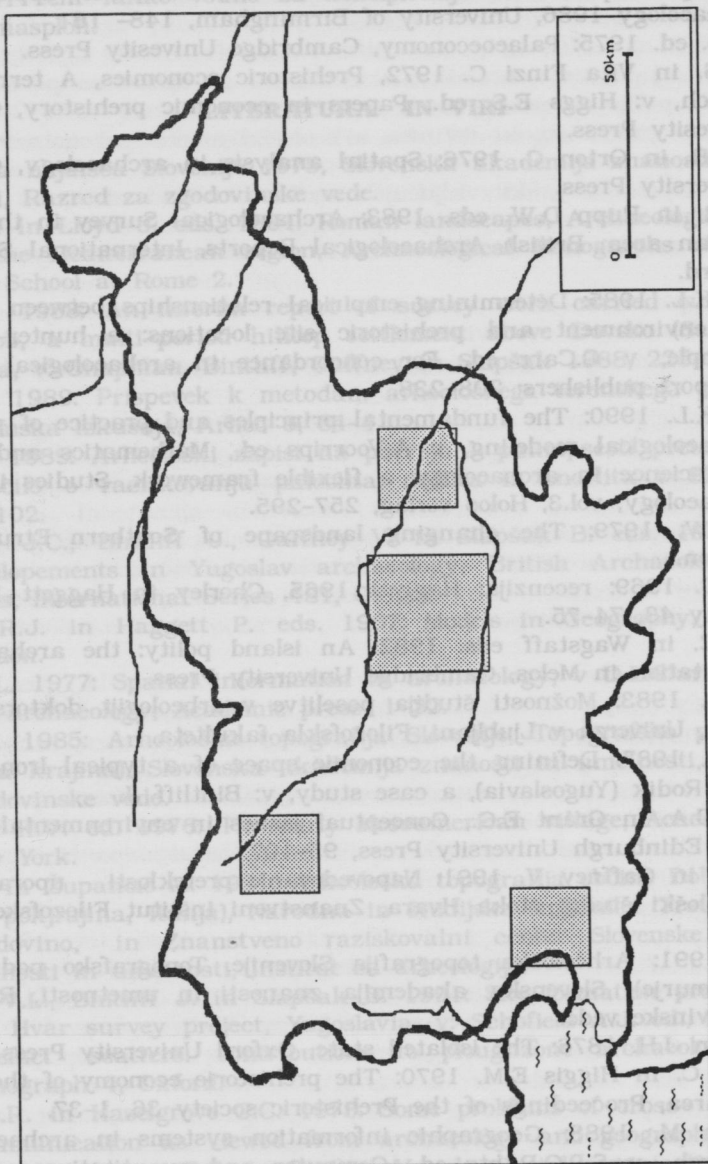
okolju, saj se zaveda, da bo le tako v celoti izkoriščena. Arheološka izkušnja je pri tem lahko vodilo za koncipiranje dela na področju kulturne dediščine nasploh.

LITERATURA IN VIRI

- Arheološka najdišča Slovenije 1975, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Razred za zgodovinske vede.
- Barker B. in Lloyd J. eds. 1991: Roman landscapes, Archaeological survey in the Mediterranean region, Archaeological Monographs of the British School at Rome 2.
- Bavec U. 1988: An interim report of survey work carried out at Sveti Jakob, a multi-period hilltop settlement above Dovsko (Senovo), Slovenia, v: Chapman, Bintliff, Gaffney in Slapšak 1988, 225-239.
- Bavec U. 1989: Prispevek k metodam arheološkega terenskega pregleda in slovenska izkušnja, Arheo 9, 34-41.
- Budja M. 1989: Arheološki zapisi na površju - palimpsesti preteklih stanj, Poročilo o raziskovanju paleolita, neolita in eneolita v Sloveniji 17, 83-102.
- Chapman J.C., Bintliff J., Gaffney V. in Slapšak B. eds. 1988: Recent developments in Yugoslav archaeology, British Archaeological Reports, International Series 431, Oxford.
- Chorley R.J. in Haggett P. eds. 1967: Models in Geography, Methuen, London.
- Clark D.L. 1977: Spatial information in archaeology, v D.L.Clark ed., Spatial archaeology, Academic press, 1-32.
- Dular J. 1985: Arheološka topografija Slovenije, Topografsko področje XI (Bela krajina), Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Razred za zgodovinske vede.
- Flannery K.V. ed. 1976: The early Mesoamerican village, Academic Press, New York.
- Flega J. in Župančič M. 1991: Arheološka topografija občine Dolina (Tržaška pokrajina, Italija), Narodna in študijska knjižnica Trst, Odsek za zgodovino, in Znanstveno raziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Inštitut za arheologijo.
- Gaffney V.L., Bintliff J. in Slapšak B. 1991: Site formation processes and the Hvar survey project, Yugoslavia, v: Schofield A.J. ed., Interpreting artefact scatters: contributions to ploughzone archaeology, Oxbow Monograph 4, Oxford.
- Green D.R. in Haselgrove C.C. 1978: Some problems of cross-disciplinary communication as viewed from archaeology and geography, v: Green D.R., Haselgrove C.C. in Spriggs M. eds, Social organisation and settlement, British Archaeological Reports, International Series 47, Oxford, VII-XXXVI.
- Grosman D. 1989: Tehnike terenskega pregleda, Arheo 9, 59-63.
- Haggett P. 1965: Locational analysis in human geography, E.Arnold, London.

- Harris T.M. 1986: Geographic information system design for archaeological site information retrieval, v S.Laflin ed., Computer applications in archaeology 1986, University of Birmingham, 148- 161.
- Higgs E.S. ed. 1975: Palaeoeconomy, Cambridge University Press.
- Higgs E.S. in Vita Finzi C. 1972, Prehistoric economies, A territorial approach, v: Higgs E.S. ed., Papers in economic prehistory, Cambridge University Press.
- Hodder I-R. in Orton C. 1976: Spatial analysis in archaeology, Cambridge University Press.
- Keller D.R. in Rupp D.W. eds. 1983: Archaeological Survey in the Mediterranean area, British Archaeological Reports, International Series 155, Oxford.
- Kvamme K.L. 1985: Determining empirical relationships between the natural environment and prehistoric site locations: a hunter-gatherer example, v C.Carr ed., For concordance in archaeological analyses, Westport publishers; 208-238.
- Kvamme K.L. 1990: The fundamental principles and practice of predictive archaeological modeling, v A.Voorrips ed., Mathematics and information science in archaeology: a flexible framework, Studies in modern archaeology, vol.3, Holos verlag, 257-295.
- Potter, T.W. 1979: The changing landscape of Southern Etruria, Elek, London.
- Renfrew C. 1969: recenzija: Haggett 1965, Chorley in Haggett 1967, Antiquity 43, 74-75.
- Renfrew C. in Wagstaff eds. 1982: An island polity: the archaeology of exploitation in Melos, Cambridge University Press.
- Slapšak B. 1983: Možnosti študija poselitve v arheologiji, doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta.
- Slapšak B. 1987: Defining the economic space of a typical Iron Age hillfort: Rodik (Yugoslavia), a case study, v: Bintliff J.
- Davidson D.A. in Grant E.G., Conceptual issues in environmental archaeology, Edinburgh University Press, 95-107.
- Stančič Z. in Gaffney V. 1991: Napovedovanje preteklosti - uporaba GIS v arheološki študiji otoka Hvara, Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.
- Šavel I. 1991: Arheološka topografija Slovenije, Topografsko področje XX (Prekmurje), Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Razred za zgodovinske vede.
- Thunen von J.H. 1876: The isolated state, Oxford University Press 1966.
- Vita-Finzi C. in Higgs E.M. 1970: The prehistoric economy of the Mt.Carmel area, Proceedings of the Prehistoric society 36, 1-37.
- Wansleben M. 1988: Geographic information systems in archaeological research, v S.P.Q.Rahtz ed., Computer and quantitative methods in archaeology 1988, British Archaeological Reports International Series 446, vol.2, 435-451.

Slika 1: Območja prostorskih analiz z GIS.



MOŽNOSTI UPORABE GIS V KRAJINSKEM PLANIRANJU

Ivan Marušič

UDK 712:91:681.3

Izuleček

Uporaba GIS programov v krajinskem planiranju ima dolgo tradicijo. Na Slovenskem prvi začetki segajo v zgodnja 70-ta leta v okviru presoj vplivov na okolje in različnih vrednotenj in analiz krajinskega prostora. Iz tujine pridobljeni programi so se dopolnjevali in prilagajali domačim razmeram in problemom. V referatu so prikazane posamezne naloge, ki so se izvajale s pomočjo doma izpopolnjenih in kasneje tudi v celoti doma razvitih programov. Gre za različne oblike vključevanja okoljevarstvenih zahtev v prostorsko načrtovanje, pa tudi za bolj izpopolnjene postopke načrtovalne sinteze. Vsa različna opravila se nanašajo na pretvorbo osnovnih iz realnega prostora zajetih podatkov. Takim pretvorbam služijo modeli, ki so tipološko klasificirani kot:

(1) prikazovalni, (2) analitično raziskovalni, (3) simulacijski, (4) evaluacijski, (5) sintezni in (6) odločitveni modeli.

UDC 712:91:681.3

Abstract

THE POSSIBILITIES OF APPLICATION OF GIS IN LANDSCAPE PLANNING

The application of GIS technology in Slovenian landscape planning practice goes back to the beginning of the 70-ties when early types of GIS programs have been introduced to the country. They have been used within the environmental impact studies and land use planning projects and gradually adapted to the particularities of Slovenian planning practice. The paper represents some types of data processing that have been applied in various planning projects. The type of data processing within the GIS technology is defined by a model that should be based on generalized expert knowledge. There are several types of models for data processing within the landscape planning process: (1) representation models, (2) models for analysis or research models, (3) simulation models, (4) evaluation models, (5) models for synthesis, and (5) decision models.

UVOD

Začetke in zasnove sodobnih GIS aplikacij je gotovo potrebno iskati v zgodnjih programskih rešitvah prenosa prostora v digitalno in računalniku

Dr. Ivan Marušič, Katedra za krajinsko arhitekturo Oddelek za agronomijo Biotehniška fakulteta Jamnikarjeva 101, 61000 Ljubljana

dosegljivo obliko. Tovrstne aplikacije so bile tudi pri nas znane že na začetku 70-tih letih kot program SYMAP in njegove različice (Kristan, 1972). Tedaj so se s to računalniško aplikacijo veliko ukvarjali v okviru Inštituta Geodetskega zavoda Slovenije. Današnji digitalni model reliefa Slovenije je bil zasnovan že takrat in prav v okviru takratnih prizadevanj za digitalizacijo prostorskih podatkov (Banovec, 1972). Prizadevanja so bila širša in naravnana na izgradnjo splošnega prostorskega informacijskega sistema Slovenije. Tudi današnji sistemi prostorskih informacij, ki jih v Sloveniji imamo poleg digitalnega modela reliefa, so rezultat takratnih pionirskih prizadevanj.

UPORABA GIS V KRAJINSKEM PLANIRANJU

V letih 1973-1974 smo v okviru Katedre za krajinsko arhitekturo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani uvedli v uporabo programski paket GRID, ki so ga razvijali v okviru Laboratorija za računalniško grafiko pri Univerzi Harvard v ZDA. Program je bil kasneje razširjen in preimenovan v GRIDMAP (Marušič, 1980, 1981) in tudi ta verzija je bila prenesena na slovenska tla. Ti programi niso bili le kartografsko orodje. Imeli so vrsto rešitev, ki so bile namenjene njihovi uporabi pri prostorskem planiranju. Pravzaprav je bila pri njihovem razvoju posebej poudarjena uporaba v krajinskem načrtovanju. Programi so tako uresničevali vrsto načrtovalnih zamisli, tudi takih, ki so se zasnovali ob uvajanju presoj vplivov na okolje. V tem času so te bile novost v ameriški načrtovalni praksi in akademске institucije so si prizadevale razviti zanje ustrezne metode.

Prva naloga, ki smo jo tedaj izvedli z omenjenim programskim paketom, je bila Analiza in valorizacija načrtovanih tras avto ceste na območju Ljubljana-Kranj (1974). V resnici je to bila ena prvih pravih presoj vplivov na okolje na Slovenskem. V prilogi 1 predstavljena shema celotnega postopka odkriva dokaj kompleksno zgradbo, katere osrednji del je skupina prostorsko valorizacijskih modelov. Ti so ločenih po vsebini na dve temeljni skupini:

- na modele privlačnosti, katerih namen je razkriti kje in koliko je prostor ustrezen za kar najbolj ceneno in prometno ugodno speljavo ceste in
- na modele ranljivosti, katerih namen je pokazati, kje in kako intenzivno lahko taka dejavnost, kot je cesta in promet na njej, vpliva na posamezne sestavine v okolju

V nalogi je bil poudarek na drugi skupini modelov. Njen namen je, namreč, bil preveriti, katera od predlaganih različic avto ceste je najbolj sprejemljiva glede na zahteve varstva okolja. Tako preverjanje pa je mogoče sorazmerno enostavno izpeljati s tem, da posamezne kartografske prikaze vplivov avto ceste na okolje prekrijemo z zemljevidom variantnih tras in pri tem obseg vplivov lahko tudi numerično izrazimo.

Z raziskovalno nalogo Metodologija krajinskega planiranja na primeru Goriških Brd (1975) smo k programskemu paketu že dodali lastne rešitve. Paket smo namreč prilagajali naši praksi v prostorskem načrtovanju. Tedaj je bila zelo aktualna razprava o potrebi po varovanju kmetijskih zemljišč. Ob tem so se odpirala vprašanja, kako kmetijska zemljišča vrednotiti. S to nalogo smo uvedli pojem ustreznost zemljišča (priloga 2). Ta je rezultat sinteznega modela, ki povezuje samo vrednost zemljišča za kmetijsko pridelavo, ali katero od njenih oblik, na primer sadjarstvo in okoljevarstvenih opozoril, kot je na primer, kje lahko kmetijska pridelava naredi okolju škodo. Vrednost kmetijskega zemljišča, torej, ne opredeljujejo samo tehnologija, stroški pridelave ter kakovost in cena pridelanega proizvoda, temveč tudi zahteve za ohranjanje okoljskih in ekoloških kakovosti krajine. Poudarjanje okoljskih vprašanj v zvezi s kmetijsko pridelavo je bilo tedaj še močno preuranjeno in morali smo doživeti obsežne hidromelioracijske posege, preden smo se ovedli upravičenosti okoljevarstvenih opozoril tudi v kmetijstvu. Druga posebnost, ki smo jo tedaj ponudili snovalcem postopkov kategorizacije kmetijskih zemljišč, je bila ločeno vrednotenje zemljišč za posamezne oblike kmetijske pridelave, kot so sadjarstvo, vinogradništvo, njivska, travniška pridelava itd. Seveda je tako členjeno vrednotenje prostora, ki hkrati upošteva tudi številne možne vplive kmetijske dejavnosti na okolje, predvsem tehnično zahtevno opravilo in računalnik je pri tem skoroda neogiben. Razširjenost računalnikov pa je tedaj bila še zelo skromna. Morda tudi zato predlagani postopki tedaj niso naleteli na ugoden odziv kmetijskih krogih.

V okviru mednarodnega projekta Jadran III - Varstvo okolja v Jadranski regiji Jugoslavije (1976) smo storili še korak naprej in dodali modelu ustreznosti še zamisel takoimenovanega strateškega načrta varovanja naravnih virov (priloga 3). Načrt je računalnik samodejno pripravil s sestavljanjem območij največje ustreznosti za posamezne primarne dejavnosti. To pa so bile: kmetijstvo s posameznimi vejami, na primer zelenjadarstvo, sadjarstvo, vinogradništvo, marikulture, pridobivanje soli, vodno gospodarstvo, gozdarstvo, rekreacija, turizem in naravni rezervati. Načrt je bil zamišljen kot osnova za oceno sprejemljivosti razvojnih, predvsem urbanističnih načrtov in se je opiral na zahteve po varovanju naravnih virov kot ene od skupin okoljevarstvenih zahtev. Urbanistični načrt je bi zato preverjan po dveh poteh:

- ali je konflikten z načrtom rabe naravnih virov in
- koliko vplivov sproža na druge sestavine okolja.

Kaže poudariti, da so bili valorizacijski modeli v vseh omenjenih nalogah sestavljeni na osnovi ekspertnih znanj. Ta so bila pridobljena bodisi na sestankih ali v intervijuih z ustreznimi strokovnjaki, ki smo jih predhodno seznanili s cilji naloge, s problemom naloge. Merila so bila opredeljena v skladu z razpoložljivimi podatki v podatkovni banki. Tu nimamo prostora za razlago zgradbe posameznih modelov. Za predstavitev vsakega od njih bi bil potreben poseben referat. Njihova splošna značilnost je bila, da

so združevali v eno dve opravili, ki ju je resda večinoma težko ločiti, ki pa ju vendarle moramo razlikovati:

- poustvarjanje potencialne spremembe prostora; ta se da prikazati v eni od običajnih merskih enot, kot so prostorninske, dolžinske ali časovne enote, enote koncentracije, frekvenca dogodkov, verjetnost zanje in podobne, in je objektivni del analize ter

- pripisovanje pomena potencialni spremembi, ki je v primeru ranljivosti prostora numerično ali nominalno izražena kot stopnja sprejemljivosti ali nesprejemljivosti spremembe in je po naravi subjektivna ocena.

Ker je običajno količina spremembe v neposredni zvezi z oceno njene sprejemljivosti, je združevanje teh dveh opravil dokaj smiselno in logično, čeprav po drugi strani lahko zamegli subjektivno naravo ocene sprejemljivosti spremembe v okolju.

Z ustanovitvijo Univerzitetnega računalnega centra in s preходом na Digitalov računalnik (DEC-10) smo po naročilu takratne Iskre-Delta razvili lasten programski paket (Marušič, 1985). Ob tem smo izrabili vse predhodne izkušnje z uporabo harvardskih programov in lastnih dopolnjevanj. Ostali smo tudi v okvirih rastrske digitalizacije prostora. V paketu je bilo mnogo originalnih rešitev. Predvsem je veliko širši razpon načrtovalnih opravil imel ustrezne programske rešitve, na primer različnim merilom prilagojena kartografija, računanje različnih tipov izvedenih podatkov, bogata izraba digitalnega modela reliefa, iz katerega je bilo mogoče računati strmine pobočij, njihovo izpostavljenost stranem neba, osončenost, dolžino, pa tudi posamezne geomorfološke pojave, kot so grebeni, doline, nenazadnje tudi vidni stik med točkami v prostoru. Program je omogočal uporabiti različne oblike vrednotenja prostora, na primer postopek z uporabo izločilnih dejavnikov, linearni model, logična pravila ocenjevanja, pa še vrednotenja različic načrtov, statistične analize sopojavljanja in predvsem opravila načrtovalne sinteze, kot so samodejno sestavljanje načrta namebnosti prostora in samodejno lociranje dejavnosti.

Kaže poudariti, da so bile v paketu vgrajene pretvorbe podatkov, predvsem izračunavanja izvedenih podatkov, naravnane v neposredno uporabo v valorizacijskih modelih. Kartografsko prikazovanje ni bil namen pretvorbe podatkov, čeprav je, seveda, bilo možno. Tako računanje vidnega stika ni imelo namen prikazati zemljevid območij, ki so bodisi vidna ali skrita z določene točke ali točk v prostoru, temveč pripraviti podatek, ki bi ga lahko neposredno uporabili v valorizacijskem modelu. Zaporedje izračuna območij vidnega stika oziroma vidne sence je dalo rezultat v obliki podatka o tem, kako pogosto je neko zemljišče videti pri vožnji vzdolž neke ceste.¹ Končni rezultat takega izračuna je podatek o tem, kako pogostoma posamezna zemljišča v dolini Krke vidimo s ceste. Pogostejša vidna izpostavljenost zemljišča pomeni za določene namembnosti njegovo večjo ustreznost, za druge pa lahko prav obratno. Predpostavimo, da iščemo najustreznejše mesto za počitniške hišice v prostoru.

Tako mesto naj bi omogočalo kar moči velik razgled po prostoru. Smiselno je namreč, da kolikor le mogoče ustrežemo bodočim lastnikom teh hišic in lep razgled je v tem primeru zelo iskana dobrina. Toda to je le en vidik ustreznosti lokacije. Načrtovalno izhodišče, ki je bilo preverjeno s pomočjo javnomnenjske ankete med lokalnim prebivalstvom, je bilo tudi, da je potrebno počitniške hišice kolikor mogoče skriti pred pogledi z najbolj obljudenih mest v prostoru. To pa so vasi, ceste, območja za rekreacijo in podobna. Območja ustreznosti je mogoče iskati tam, kjer so zemljišča po obeh merilih hkrati najugodnejša.

Možnost samodejnega izvajanja sinteznih načrtovalnih opravil je zelo pomembna predvsem zaradi dejstva, da se ob tem opravilu začenjajo oblikovati različice rešitev. Računalnik je zelo priročno za iskanje rešitev, kar je sicer zamudno in ob intuitivnem delu zaradi možnih načrtovalčevih preferenc tudi subjektivno opravilo. Računalnik dosledno upošteva postavljena pravila in zato z njim lahko preiščemo celotno polje možnih rešitev. Primer iskanja območja za lokalno smučišče predstavlja popolnoma samodejen postopek izbire lokacije iz predhodno izračunane ustreznosti prostora. Računalnik se ravna po pravilih glede izbire ravni ustreznosti, velikosti in oblike območja smučišča.

Programski paket je bil uporabljan v rednem pedagoškem delu pri študiju krajinske arhitekture, na nekaterih podiplomskih programih na Biotehniški fakulteti, v okviru IPŠPUP-a na Fakulteti za geodezijo, gradbeništvo in arhitekturo ter na podpilomskem študiju krajinske arhitekture v Zagrebu, toda tudi pri številnih povsem konkretnih načrtovalnih nalogah, pri presojah vplivov na okolje, na primer za avto cestne različice, pri pripravi krajinskih zasnov, pa tudi pri analizah namenjenih urbanističnemu načrtovanju, načrtovanju zelenih površin in podobno. Nekatere njegove dele so uporabljali na Zavodu za urbanizem v Velenju, najprej v okviru raziskovalne naloge, kasneje pa tudi ob rednih načrtovalnih nalogah. Najpomembnejša hiba programskega paketa je bila njegova vezanost na velik računalnik. Takratne načrte, da ga prilagodi uporabi na njenih osebnih računalnikih, Iskra-Delta ni uresničila, prav tako tega nismo storili na naši ustanovi. Nekater njegove funkcije so v zadnjih letih prenesli na Zavodu za urbanizem v Mariboru v okolje osebnega računalnika in jih tudi že praktično uporabili pri načrtovanju lokacij odlagališč odpadkov.

SKLEP

Različne možne oblike uporabe GIS v načrtovanju je mogoče pojasniti z načinom predelave prostorskega podatka, to je z modeli njihove različne pretvorbe. Pri tem sta pomembni dve obliki informacij ali znanja:

- prostorski podatki ter
- znanja, ki jih je mogoče označiti kot strokovno vednost, in ki v resnici predstavlja posplošeno znanje o prostoru, teorije in zakonitosti, v načrtovanju pa tudi vednost o družbenih preferencah, interesih.²

Modele za pretvorbo podatkov je mogoče klasificirati v naslednje skupine:

- prikazovalni modeli
- analitično raziskovalni modeli
- simulacijski modeli
- valorizacijski modeli
- sintezni in
- odločitveni.

Pokazana tipologija modelov sledi strukturi načrtovalnih opravil v splošnem vzorcu načrtovalnega postopka.³ Večinoma smo omenjene modele že spoznali v predstavljanih primerih.

Prikazovalni modeli so različne oblike preslikave stvarnosti v digitalno obliko in, kot že zapisano, prav ti modeli v veliki meri zaposlujejo programerje in uporabnike GIS programskih paketov. Med analitično raziskovalne bi lahko uvrstili vse modele, ki jih uporabljamo za ugotavljanje novih značilnosti prostora in iskanje splošnejših znanj o njem. Analiza vidnega stika med točkami v prostoru je že primer takega raziskovalnega modela. Toda lahko bi predstavili tudi bolj kompleksne raziskovalne model. Pomembno je, da so prav ti modeli vir novega stvarnega znanja o prostoru in njegovih zakonitostih in pravzaprav tudi temeljna opora pri gradnji samo učečih se načrtovalnih sistemov. Simulacijski modeli so oblika raziskovalnih modelov, pri katerih poskušamo pogledati v prihodnost brez vpletanja željenih oziroma ciljnih stanj. Gre za simulacijo razvojnih trendov ob predpostavki, da vanje ne posegamo. Valorizacijski modeli so tisti, pri katerih sedanje ali prihodnje razmere v okolju presojamo v luči določenih ciljev, željenih stanj okolja. Vrednost je namreč vselej ocena, v koliki meri se stvarnost, sedanja ali prihodnja, sklada z našimi željami, potrebami in interesi, skratka cilji. Vrednost je torej razlika med dejanskim stanjem in prepodstavljenim, željenim stanjem okolja. V resnici so še valorizacijski modeli pravi načrtovalni modeli. Ti modeli imajo večinoma obliko analize zaradi že pokazane težke delitve med simulacijo sprememb, sprememb stvarnega prostora in njihovim vrednostnim opredeljevanjem. Poustvarjanje sprememb je v načelu analitični postopek. Velikokrat zato govorimo o vrednostni analizi prostora. Taka analiza seveda vodi v razgradnjo celote, kakršno predstavlja stvarnost, vodi v ločen, členjen pogled na posamezne vidike željene stvarnosti. Načrtovanje je priprava na poseg v stvarnost, zato mora biti celovita, mora hkrati združiti vse sestavine stvarnosti. Ker je tudi načrt model, je, po definiciji, le približek, torej model stvarnosti. Načrtovanje je prav zato vselej nepopolno. Je pa značilnost sinteznih modelov, da po definiciji ustvarjajo alternative, kar zahteva naslednjo raven modelov, to je odločitvene modele. Njihov temeljni

namen je pripraviti odločitev glede izbora možne načrtovalne rešitve, različice načrta. Zaradi nepopolnosti načrtovanja je k tem modelom mogoče dodati še nadzorne modele, modele opazovanja, kar je pravzaprav tudi problem, ki ga je mogoče uvrstiti v okviru GIS programov. Gre namreč za možnost uporabe različnih informacijskih virov daljinskega zaznavanja in skozi njihovo procesiranje v okviru GIS okolja preverjati spremembe, ki so bodisi skladne z zastavljenim načrtom, bodisi od njega odstopajo.

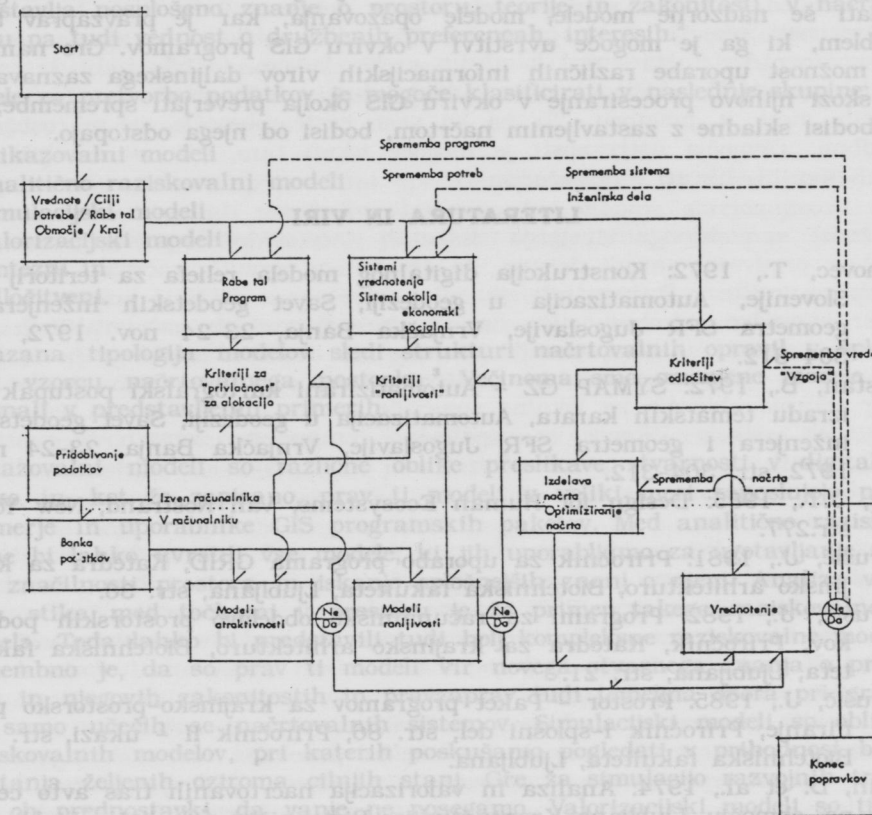
LITERATURA IN VIRI

- Banovec, T., 1972: Konstrukcija digitalnog modela reliefa za teritorij SR Slovenije, Automatizacija u geodeziji, Savet geodetskih inženjera i geometra SFR Jugoslavije, Vrnjačka Banja, 23-24 nov. 1972, str. 304-312.
- Kristan, B., 1972: SYMAP GZ - Automatizirani kartografski postupak za izradu tematskih karata, Automatizacija u geodeziji, Savet geodetskih inženjera i geometra SFR Jugoslavije, Vrnjačka Banja, 23-24 nov. 1972, str. 304-312.
- Lyle, J.T., 1985: Design for Human Ecosystems, Van Nostrand, New York, str. 277.
- Marušič, J., 1981: Priročnik za uporabo programa GRID, Katedra za krajinsko arhitekturo, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, str. 36.
- Marušič, J., 1982: Programi za računalniško obdelavo prostorskih podatkov, Priročnik, Katedra za krajinsko arhitekturo, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, str. 21.
- Marušič, J., 1985: Prostor - Paket programov za krajinsko-prostorsko planiranje, Priročnik I-spolni del, str. 86, Priročnik II - ukazi, str. 83, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.
- Ogrin, D. et al., 1974: Analiza in valorizacija načrtovanih tras avto ceste na območju Ljubljana-Kranj, študija, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, str. 121.
- Ogrin, D. et al., 1975: Metodologija krajinskega planiranja na primeru Goriških Brd, raziskovalna naloga, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 154.
- Ogrin, D. et al., 1976: Jadran III: Projekt varstva človekovega okolja v Jadranski regiji Jugoslavije, sektor SR SLOvenije, projekt - poročilo, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, str. 54.
- Vizovišek, M., 1990: Opredeljevanje vidnosti krajinskih prizorišč v postopku vrednotenja prostora, Diplomaska naloga, mentor: J. Marušič, Študij krajinske arhitekture, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.

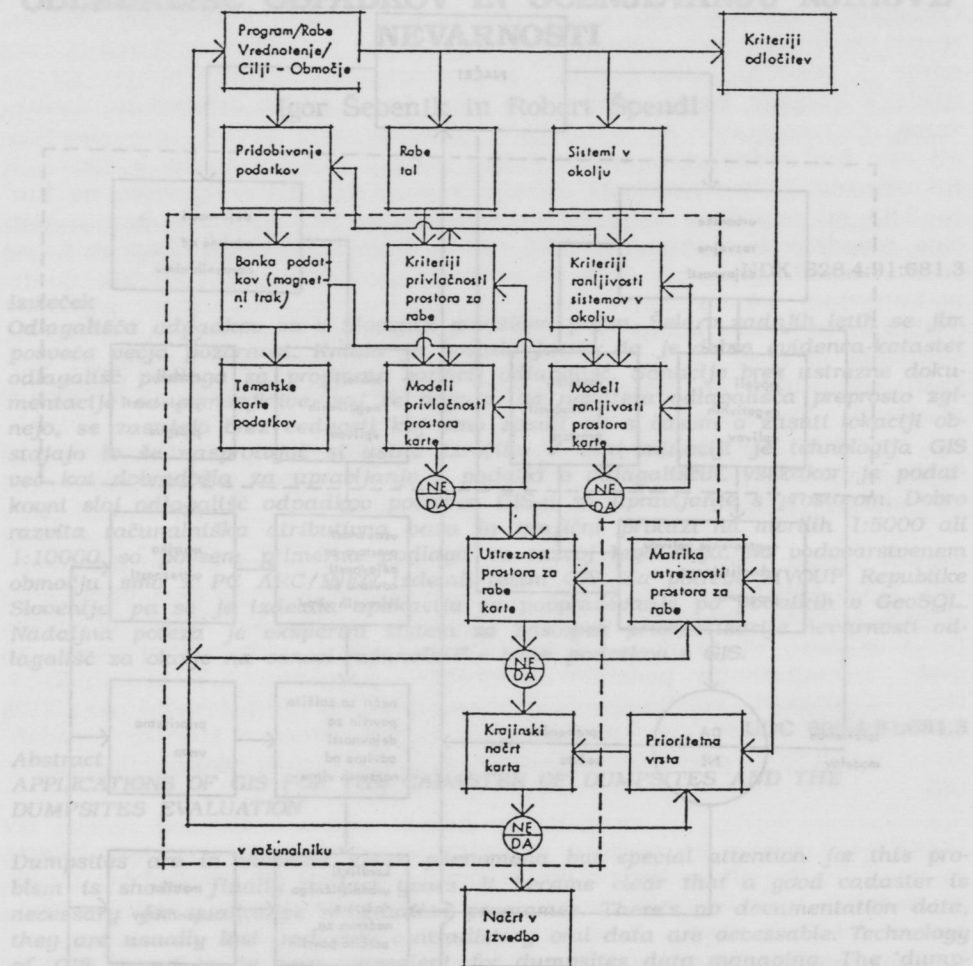
Opombe

- 1 Primer je vzet iz diplomske naloge Vizovišek, M. 1990
- 2 J. Lyle to vednost označuje kot "immaterial presence" - "nematerialno prisotnost", zato da pokaže na njegovo drugačno naravo in ga loči od z inventarizacijo zbranih podatkov - materialne prisotnosti, to je dejstev o konkretnem prostoru, ki ga načrtovalec obdeluje (Lyle, 1985, str. 158).
- 3 "rational problem-solving paradigm" - Glej Lyle, 1985, str. 131

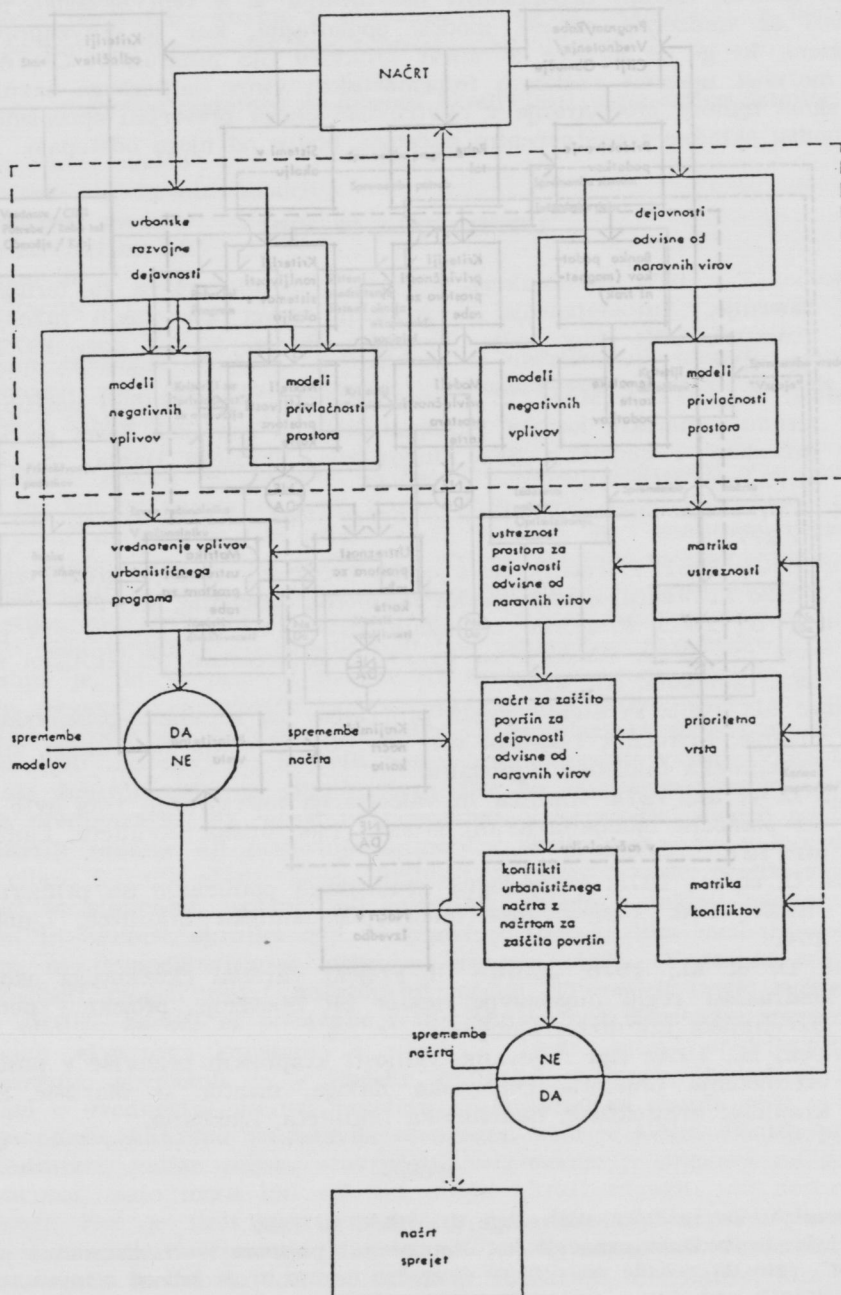
Priloga 1: Planski proces.



Priloga 2: Izdelava krajinskega načrta - delovni postopek.



Priloga 3: Načrtovalski postopek - Jadran III.



PRIMERI UPORABE GIS PRI KATASTRU ODLAGALIŠČ ODPADKOV IN OCENJEVANJU NJIHOVE NEVARNOSTI

Igor Šebenik in Robert Špendl

UDK 628.4:91:681.3

Izuleček

Odlagališča odpadkov so v Sloveniji množičen pojav. Šele v zadnjih letih se jim posveča večja pozornost. Kmalu je postalo jasno, da je dobra evidenca-kataster odlagališč podlaga za programe sanacij odlagališč. Sanacije brez ustrezne dokumentacije so pomanjklive, saj se dogaja, da nekatera odlagališča preprosto izginejo, se zasujejo brez vednosti kaj smo zasuli ali s časom o zasuti lokaciji obstajajo le še nasprotujoč si ustna izročila. V taki situaciji je tehnologija GIS več kot dobrodošla za upravljanje s podatki o odlagališčih. Vsekakor je podatkovni sloj odlagališč odpadkov potreben GIS-u za upravljanje s prostorom. Dobro razvita računalniška atributivna baza in grafični prikazi na merilih 1:5000 ali 1:10000 so povsem primerna podlaga za razvoj tega sloja. Na vodovarstvenem območju smo z PC ARC/INFO izdelali testni GIS. Za potrebe MVOUP Republike Slovenije pa se je izdelala aplikacija za povpraševanje po podatkih v GeoSQL. Nadaljna poteza je ekspertni sistem za postopek prioritizacije nevarnosti odlagališč za okolje na osnovi računalniške baze podatkov v GIS.

UDC 628.4:91:681.3

Abstract

APPLICATIONS OF GIS FOR THE CADASTER OF DUMPSITES AND THE
DUMPSITES EVALUATION

Dumpsites are in Slovenia mass phenomena but special attention for this problem is shown finally in last years. It became clear that a good cadaster is necessary for qualitative remediation programmes. There's no documentation data, they are usually lost and only contradictory oral data are accessible. Technology of GIS seems to be very convenient for dumpsites data managing. The 'dumpsites layer' has to be fully used in environmental GIS. Well developed attribute data base and maps in scale 1:5000 or 1:10000 are a good base for a layer construction. A pilot GIS with this data was developed for water protection area of spring Rižana in year 1991. This year an application for data retrieval was developed for the needs of Ministry for environmental protection and physical planning. Next step in establishing of system for dumpsites monitoring is a development of an expert system for the prioritisation of hazards dumpsites cause, based on the data collected in GIS.

Igor Šebenik, dipl. org. dela, Inštitut za geografijo Univerze v Ljubljani, Trg fran-
coske revolucije 7, Ljubljana in Robert Špendl, Oikos, Cankarjeva 4, Ljubljana

UVOD

Odlagališča odpadkov so v Sloveniji množičen pojav v pokrajini. Njihovo število je odvisno od vrste dejavnikov, kot so uspešnost primerne ravnanja z odpadki, raba zemljišč, primernost mikoreliefa... Njihovo število zajeto s popisom pa je odvisno od tega, kako velika odlagališča upoštevamo. Če smatramo za odlagališče odpadkov kraj z vsaj 1 m^3 odpadkov ali vsaj 5 m^2 vidno zasmetene površine pride v 110 popolnoma pregledanih KS oziroma 7.5% slovenskega ozemlja v povprečju 2.4 odlagališča na km^2 in 3.83 m^3 odpadkov na prebivalca. Približno 85% lokacij z manjšo količino odpadkov ima skupaj le 10% vseh odloženih odpadkov, medtem ko se večina odpadkov nahaja sicer na relativno manjšem deležu kljub temu ne maloštevilnih lokacij. Največ lokacij (približno 54%) in količini odpadkov (približno 82%) se nahaja v oddaljenosti med 100m in 1000m od naselij. Mikrolega in raba tal v neposredni okolici odlagališča sta odvisni od velikosti odlagališča in od pokrajinskih danosti. Najpogostejše so lokacije v opuščeni gramoznicah, vrtačah, ob prometnicah na pobočju, v grapah, na bregovih vodotokov, v gozdu in v grmovju, na opuščeni površini. Tudi sestava odpadkov je v večini primerov mešana, najpogostejše so to gospodinjstvi, gradbeni in veliki kosovni odpadki.

Zaradi obsega pojava je podatke o odlagališčih potrebno skrbno dokumentirati v t.i. kataster odlagališč, ki je običajno sestavljen iz dveh delov: grafičnega prikaza lokacije in samih podatkov o odlagališču. Način dokumentacije popisov, ki ga obravnavamo v tem članku, vsebuje vsaj enega od dveh kvantitativnih podatkov o lokaciji odlagališča: X,Y koordinati v Gauss-Krugerjevi mreži na 5-10m natančno in (ali) lokacijo na TTN 1:5000 ali 1:10000. Številka lokacije na karti se ujema s številko v podatkovni bazi. To je dovolj dobra podlaga za sestavo sloja lokacij odlagališč v GIS.

Uporabniški softver za uporabo atributne baze podatkov in izrisane lokacije na TTN so bili v okviru danih možnosti zaenkrat dovolj dobri mediji za nadaljno uporabo podatkov pri prioritizaciji nevarnosti odlagališč odpadkov na lokalnih nivojih. Brez globokega razmišljanja pa se je zdela uporaba teh podatkov v okviru GIS potrebna in povsem mogoča. Vsebina GIS s podatki o odlagališčih zavisi od namena uporabe. Torej, poleg popolne grafične in atributne baze podatkov o odlagališčih odpadkov potem lahko uporabljamo še druge sloje podatkov.

BAZA PODATKOV O ODLAGALIŠČIH

VIRI PODATKOV

Podatke o odlagališčih odpadkov pridobivamo s podrobnim terenskim pregledom in dokumentacijo v popisni list na terenu. Podoben terenski pregled se opravi s gorskim kolesom, mopedom in tudi peš. Delo je zamudno,

popisovalec dnevno (približno 10 ur dela) pregleda od 5–8 km², glede na zahtevnost terena. Pregledajo se vsi dostopni predeli v okolici naselij z ozirom na lokalni relief in rabo tal, vsi robovi prometnic, bregovi vodotokov. Običajno se dnevno popiše približno 20–40 odlagališč. Sledi kabinetno urejanje in preverjanje podatkov, kjer se podatki pripravijo do take stopnje, da ni več potreben terenski ogled in da v popolnosti ustrezajo uporabljanim kriterijem. Ti podatki se dopolnijo s podatki jamarskih društev. Sledi sestava baze podatkov na računalniku in izris kart.

Skupna baza podatkov (3591 zapisov 1.10.1992) vsebuje približno 5% podatkov taborniške organizacije, ostali podatki so pridobljeni s profesionalnim delom preko pogodbenih del za nekatere slovenske občine.

VSEBINA BAZE PODATKOV

Podatki se nanašajo na naslednje značilnosti o:

legi odlagališča: X, Y, nadmorska višina, krajevna skupnost, bližnje naselje, širša in ožja lega v reliefu, raba tal v okolici, bližina površinske vode, bližina naselja, geološka podlaga pod odlagališčem, dostop do odlagališča, lega znotraj zaščitениh območij,

lastnostih odlagališča: površina, količina odpadkov, vrsta odlagališča, stanje odlagališča, izpostavljenost odlagališča, vrsta odpadkov, razporeditev odpadkov,

prvi oceni vpliva odlagališča na okolico in možnosti odvoza odpadkov.

ORGANIZACIJA IN DOKUMENTACIJA BAZE PODATKOV

Vsi naštetih podatki z opisno vsebino so šifrirani, je pa tudi možnost dodatnega opisa v tekstovnem polju. Baza podatkov se sestavi s pomočjo programa dBASE 3+. Lokacije odlagališč se običajno narišejo na transparente TTN 1:5000 ali 1:10000.

PILOTNI-VZORČNI GIS ZA VODOVARSTVENO OBMOČJE IZVIRA RIŽANA

Vodovarstveno območje izvira Rižana je veliko 247 km². Meje potekajo na severu do vrha južnih pobočij Brkinov, na zahodu nekje do Kozine in približno do magistralne ceste Ljubljana-Koper vse do črnokalske stopnje, na jugu zajame še kraška polja pri Kubeđu, Gračišču in Smokvici, od tu proti vzhodu pa meja poteka v dokaj ravni črti nekako do Pregarij na Brkinih. Leži deloma v občinah Sežana in Koper, manjši del pa tudi v občini Ilirska Bistrica in na hrvaškem ozemlju. Razen južnih pobočij Brkinov in posameznih flišnih pasov je to kraški svet. Popis je tu pokazal 690 lokacij odlagališč. Pilotna študija GIS za vodovarstveno območje je zajela približno 30 km² na njegovem zahodnem delu pri Kozini. To območ-

je smo izbrali, ker je tu najizrazitejša koncentracija prebivalstva in dejavnosti znotraj vodovarstvenega območja.

Uporabljali smo PC ARC/INFO ver. 3.4D instaliran v podjetju GISDATA v Zagrebu. Osnovni sloj so bili podatki popisa odlagališč odpadkov (132 lokacij). Poleg lokacij odlagališč odpadkov smo s TTN 1:5000 vnesli še naslednje sloje:

- liki: obrise naselij, meje katastrskih občin, meje vodovarstvenih pasov,
- linije: prometnice (železnica, več kategorij cest, kolovoze),
- točke: lokacije kraških jam, kalov in izvirov.

Atributni podatki za odlagališča so obsegali približno 25 različnih podatkov, podatki za ostale sloje pa le npr. imena. Iz skupne baze podatkov smo po različnih kriterijih izrisali več kart v različnih merilih (1:25000 in 1:50000). Izkazalo se je, da je večina odlagališč ob samem robu naselij, ob prometnicah ali vsaj ob kolovozih. Malo odlagališč ni ustrezalo tem zahtevam. Stanje je v naravi ponekod dokaj različno, kot na približno 20 let starih TTN, ki smo jih uporabljali za digitalizacijo. Ti TTN vsekakor ne morejo biti izključen vir podatkov za navedene grafične sloje.

GIS ZA UPRAVLJANJE PODATKOVNE BAZE ODLAGALIŠČ ODPADKOV V SLOVENIJI

Spomladi leta 1992 je družba OIKOS v sodelovanju z Ministrstvom za varstvo okolja in urejanje prostora izdelala GIS, s katerim želimo standardizirati obdelavo podatkov o odlagališčih odpadkov v Sloveniji. Pri nas namreč obstaja več metodologij popisa odlagališč odpadkov in s tem tudi več načinov shranjevanja podatkov. Poleg tega je GIS korak naprej v informativnosti prikaza podatkov, kajti zemljevid z vrisanimi odlagališči pove mnogo več kot opisni podatki in koordinate.

GIS je zgrajen na podlagi programa GeoSQL. Izbran je bil zaradi dostopnosti, cenenosti in enostavne uporabe, predvsem pa zaradi tega, ker je GeoSQL "most" med standardom za upravljanje podatkovne baze (ANSI SQL, v našem primeru Oracle) in "de facto" standardom za obdelavo za obdelavo grafičnih elementov (AutoCAD).

STANDARDIZACIJA FORMATA

Za vsak informacijski sistem je bistvenega pomena pravilno zasnovana podatkovna baza. Naš GIS se vsebinsko opira na podatke, ki jih zbira podjetje OIKOS, kajti to je trenutno največja zbirka podatkov o odlagališčih odpadkov pri nas, po splošnem prepričanju najprimernejša metodologija za zbiranje in je priporočena s strani MVOUP že tri leta. Kljub temu, da izhajamo iz OIKOS-ovega formata, pa smo poskrbeli za to, da je prenos iz drugih formatov dobro definiran, poleg aplikacije so namreč izdelali

ni "Kriteriji za ocenjevanje kvalitete podatkov" in "Navodila za vnos podatkov", s katerimi določimo kateri podatki so primerni za konverzijo oziroma dovolj dobri, da izboljšajo informativnost podatkovne baze (npr. podatki brez koordinat ali brez velikosti odlagališča so neuporabni).

APLIKACIJA ZA POVPRASEVANJE PO PODATKIH

Kljub temu, da je GeoSQL eden najenostavnejših GIS izdelkov na tržišču, vendarle zahteva določeno znanje in izkušnje. Za uporabnike podatkovne baze, ki jih zanimajo le najosnovnejša povpraševanja (odlagališča v določeni teritorialni enoti in izbor odlagališč določene velikosti) je bila izdelana aplikacija, ki preko menujev omogoči laiku delo s podatkovno bazo. Zaradi GeoSQL-ove popolne odprtosti lahko izdelana vprašanja hitro prilagodimo, tako da je aplikacija zelo koristen pripomoček tudi za postavljanje zahtevnejših vprašanj.

POVEZAVA Z DRUGIMI PODATKOVNIMI BAZAMI

Pomembna lastnost vseh GIS orodij je ta, da lahko eno podatkovno bazo obravnavamo kot sloj, ki ga lahko polagamo preko drugih slojev in tako povežemo informacije. Tako lahko tudi podatke o odlagališčih povežemo z drugimi (npr. geološka podlaga) in postavljamo vprašanja tipa "pokaži odlagališča, ki ležijo na produ". GIS pozna lokacijo odlagališča in preveri ali je točka znotraj lika, ki označuje prod. Za povezovanje z drugimi bazami je potrebno boljše poznavanje GeoSQL-a, način povezave pa je močno odvisen od podatkov, ki jih povezujemo, tako da ne moremo podati splošnih receptov.

EKSPERTNI SISTEM ZA PRIORITETIZACIJO SANACIJE ODLAGALIŠČ ODPADKOV

Ob opisu GIS za odlagališča naj omenim še to, da pripravljamo ekspertni sistem, ki bo znal na podlagi popisa odlagališč razvrstiti odlagališča v pet kategorij nevarnosti za okolje in jih urediti znotraj posameznih razredov. Sistem bo znal obdelovati tudi nepopolne podatke in pojasniti svoje odločitve. To bo ena prvih aplikacij umetne inteligence na tem področju v Sloveniji in upamo, da se bo izkazala za koristno orodje pri uporabi zbranih podatkov. Za uspešen nadzor odpadkov bo namreč potrebno ne le zbiranje podatkov, temveč predvsem učinkovita interpretacija in ukrepanje na podlagi pridobljenih informacij.

ZAKLJUČEK

Sloj odlagališč odpadkov je pri GIS v funkciji varovanja okolja in planiranja v prostoru vsekakor nujen. Naj tu še navežemo na prispevek Marka Krevsa in Igorja Jurinčiča v tem zborniku: Primer uporabe GIS za iskanje

možnih virov onesnaženja na krasu. Avtorja problemsko opredelita možno onesnaževanje vodnega vira na krasu. Za analize onesnaženja je sloj odlagališč odpadkov prav gotovo najpomembnejša podlaga za lociranje virov onesnaženja.

GIS za upravljanje podatkovne baze odlagališč odpadkov je nedvomno korak naprej v uporabnosti in informativnosti zbranih podatkov. Ne le, da grafična predstavitev podatkov pove bistveno več kot samo besedilo, pomemben element je predvsem možnost povezovanja podatkov o odlagališčih z drugimi podatki. Ko bo zaživela izmenjava podatkov med GIS, se nam bodo odprle možnosti uporabe vseh podatkov o okolju na podlagi katerih bomo lahko sprejemali optimalne odločitve. To pa je tudi namen vsakega informacijskega sistema.

LITERATURA IN VIRI

- Baza podatkov o odlagališčih odpadkov, stanje 1.10.1992 (3591 zapisov), Oikos, Ljubljana.
- Gisdata Zagreb, Oikos Ljubljana 1991: Pilotna študija GIS za vodovarstveno območje izvira Rižana, Domžale, 6.
- Environmental Systems Research Institute: Integration of Geographic Information Technologies, Arc News, Redlands (CA) USA, 1989, s. 3.
- Prisley, S.P. 1986: Commercial GIS for natural resources management: What a manager needs to know, USGS, Anchorage (AS) USA, 11.
- Stritih, J., Šebernik, I. 1992: Illegal dumpsites in Slovenia, International symposium on environment contamination in Central and Eastern Europe, Budapest, 5.
- Špendl, R. 1992: GIS za kataster divjih odlagališč odpadkov, Strokovno posvetovanje Divja odlagališča odpadkov v Sloveniji, Domžale, 2.
- Tehnična dokumentacija GIS za upravljanje podatkovne baze odlagališč odpadkov, OIKOS, MVOUP, Ljubljana, 1992.

HEGIS - GIS ZA ZDRAVJE IN OKOLJE

Tadeja Fatur in Metoda Dodič-Fikfak

UDK 614:91:681.3

Izuleček

Geografski informacijski sistem, ki združuje podatke s področja zdravstva in okolja (HEGIS), bi olajšal raziskovanje ter načrtovanje in izvajanje politike v javnem zdravstvu in pri varstvu okolja. Slovenija je na začetku uvajanja tega informacijskega sistema.

UDC 614:91:681.3

Abstract

HEGIS - GIS FOR HEALTH AND ENVIRONMENT

A geographical information system combining data on both health and the environment (HEGIS) would facilitate research, policy development and implementation in the fields of public health and environmental quality. Slovenia is at the beginning of the development of this information system.

Ena od pomembnih možnosti uporabe metodologije geografskih informacijskih sistemov (GIS) je tudi v zdravstvu oz. zdravstvenem informacijskem sistemu.

Evropski regionalni urad Svetovne zdravstvene organizacije razvija program informacijskih sistemov za okolje in zdravje. Program naj bi služil kot orodje za oceno tveganja (risk assessment) in za ukrepanje pri tveganju (risk management) na področju Evrope. Del tega programa je tudi Geografski informacijski sistem za zdravje in okolje (Health and Environment Geographical Information System, HEGIS). HEGIS je torej ime za enoten informacijski sistem, v katerem so podatki iz različnih virov in področij (npr. zdravstva, demografije, okolja) povezani med seboj s pomočjo skupnih standardiziranih geografskih navodil in shranjeni v okolju geografskega informacijskega sistema.

Za vodenje projekta HEGIS je SZO zadolžila svoja Evropska centra za okolje in zdravje v Rimu in v Bilthovnu na Nizozemskem. Centra naj bi us-

Tadeja Fatur, dr. med., Dodič-Fikfak Metoda, dr. med., Univerzitetni zavod za zdravstveno in socialno varstvo, Trubarjeva 2, 61000 Ljubljana

klajevala uvajanje začetnih programov. Predvsem delo slednjega centra naj bi temeljilo na pilotskih študijah, ki bi bile izbrane po jasno določenih merilih, in na sodelovanju z usposobljenimi tehničnimi centri (kot npr. Nizozemski inštitut za javno zdravstvo in varstvo okolja v Bilthovnu) in drugimi nacionalnimi in mednarodnimi organizacijami, ki že uporabljajo GIS za obravnavanje okolja in zdravja.

Projekt HEGIS ima tri glavne cilje:

1.
 - preveriti uporabnost trajnega informacijskega sistema na področju javnega zdravstva in kakovosti okolja za potrebe SZO in evropskih in nacionalnih agencij, ki se ukvarjajo s politiko razvoja javnega zdravstva in z vplivom okolja na zdravje ljudi;
 - preveriti tehnično izvedljivost uvedbe takega sistema;
 - ugotoviti pogoje, ki so potrebni za njegovo izvedbo in delovanje na evropski, nacionalni in subnacionalni ravni;
2.
 - priskrbeti informacije, ki bi bile primerne tako za mednarodno in nacionalno politiko kot za raziskave na področju javnega zdravstva in vpliva okolja na zdravje ljudi;
3.
 - priskrbeti potrebne informacije za pripravo poročila "Skrb za prihodnost Evrope" ("Concern for Europe's Tomorrow", CET), pri katerem gre za ekološko in zdravstveno napoved, ki vključuje stanje okolja in stanje javnega zdravstva v Evropi.

Seveda je pri načrtovanju, uvajanju in uporabi HEGIS-a pričakovati precej težav. Vsak uspešen GIS zahteva ne le primerno računalniško opremo (hardware in software), ampak tudi zanesljive podatke, učinkovito organizacijsko strukturo in dobro usposobljeno osebje. Vsak od teh faktorjev lahko zavre razvoj kateregakoli GIS programa in še posebej HEGIS-a.

Pravo vrednost HEGIS-a bo mogoče ugotoviti šele takrat, ko bo dovolj razvit in preizkušen.

Tako ekološki kot zdravstveni podatki kažejo prostorsko raznolikost. Številni možni vzročni dejavniki bi utegnili povezovati krajevno ekološko stanje in zdravje; veliko pa je tudi neekoloških dejavnikov, ki so geografsko vezani in lahko prav tako vplivajo na zdravje ljudi.

Ker je vzročno zvezo med povzročiteljem in posledico izjemno težko ugotoviti, se bodo vedno znova postavljala vprašanja: "Kaj pa če je bolezen povzročil nek drug ali stranski dejavnik tveganja?" Gotovo bo HEGIS pokazal področja, kjer bi motnje lahko povzročil ekološki dejavnik, hkrati pa bo zelo koristil pri iskanju časovnih in prostorskih vzorcev v zdravstvenih

rezultatih ter pri postavljanju hipotez o odnosih med okoljem, demografijo in zdravjem.

GIS je zelo pomemben na področjih

- obravnavanja tveganja pri nesrečah manjšega in večjega obsega (SZO namenja posebno pozornost nesrečam in jih uvršča k obravnavam problemov okolja.),
- zgodnjega opozarjanja na nevarnosti,
- izbire prednostnih zdravstvenih problemov,
- načrtovanja ekoloških sistemov za vzorčenje in spremljanje ter
- načrtovanja zdravstvenih akcij v smislu zdravja za vse.

HEGIS bo sestavljala mreža nacionalnih centrov. Ta mreža bo oskrbovala osrednjo bazo podatkov z osnovnimi informacijami o okolju in zdravju in z vrsto kritičnih kazalcev stanja javnega zdravstva in njegove povezave s problemi okolja ter te informacije tudi sama uporabljala.

Slovenija je pri uvajanju HEGIS-a na začetku poti. Po sprejetju v SZO smo kot center SZO za Slovenijo vključeni v projekt CET. Tako bomo lahko aktivno sodelovali pri izgradnji HEGIS-a v Evropi, hkrati pa nas SZO tudi obvezuje, da v skladu z njenimi cilji oz. usmeritvijo "Zdravje za vse" uvedemo metode za spremljanje, oceno in nadzorovanje zdravstvenih tveganj v okolju. Tudi pri nas že dalj časa močno izražena potreba po primerjanju zdravstvenih in večplastnih ekoloških podatkov (npr. o stanju vode, zemlje, zraka, hrane, notranjega bivalnega okolja). Tovrstno primerjanje lahko opozori na vrsto možnih vplivov okolja na zdravje ljudi in nas napoti v natančnejše in bolj usmerjene zdravstveno ekološke raziskave. Tako dobljeni rezultati so izhodišča tako za ustrezno odločanje na področju varovanja zdravja in varstva okolja kot za politiko pri odločanju o varovanju človekovega zdravja in okolja.

SEZNAM UDELEŽENCEV

V seznam je vključenih tudi nekaj strokovnjakov, ki se simpozija iz različnih vzrokov niso mogli udeležiti.

- BAT MARJAN, dipl. geogr., Hidrometeorološki zavod, Ljubljana
BENEDIK KREITMAGER KATJA, vodja IC, Zavod za varstvo naravne in kulturne dediščine RS, Ljubljana
BESENIČAR JURE, dr., Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora, Župančičeva 6, Ljubljana
BITENC VIDA, dipl. ing. geod., Geodetski zavod RS, Ljubljana
BOGATAJ MARIJA, prof. dr., FAGG, Jamova 2, Ljubljana
BOLDIN DANIJEL, dipl. org. inf., Urbanistični inštitut Republike Slovenije, Jamova 18, Ljubljana
BREČKO VALENTINA, dipl. geogr., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana,
BRILLY MITJA, prof. dr., FAGG, Hidrotehnična smer, Hajdrihova 28, Ljubljana
BRUMEC MIRAN, dipl. ing. geod., Srednja gradbena in ekonomska šola, Ljubljana, smer geodezija
CERAR STANE, dipl. ing. geod., Geodetski zavod Slovenije, Ljubljana
CUNDER TOMAŽ, dipl. geogr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 2, Ljubljana
ČARNI DOROTEJA, samostojni svetovalec, Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora, Zavod za varstvo okolja in vodni režim, Ljubljana
ČEH MARJAN, dipl. ing. geod., ATRID d. o. o., Parmova 53, Ljubljana
ČERNE ANDREJ, doc. dr., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana
DEMŠAR VERONIKA, dipl. geogr., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana
DODIČ - FIKFAK METODA, dr. med., Univerzitetni zavod za zdravstveno in socialno varstvo, Trubarjeva 2, Ljubljana
DROBNE SAMO, dipl. ing. geod., FAGG, Jamova 2, Ljubljana
DROLE FRANJO, geometer, Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Ti-tov trg 2, 66230 Postojna
DULAR JANEZ, dr., Inštitut za arheologijo ZRC SAZU, Gosposka 13, Ljubljana
FATUR TADEJA, dr. med., Univerzitetni zavod za zdravstveno in socialno varstvo, ISMSV, Ljubljana

- FIKFAK JURIJ, ISN ZRC SAZU, Gosposka 13, Ljubljana
 FRAS ZMAGO, mag., Ljubljana
 GABRIJELČIČ PETER, prof. dr., VTOZD Arhitektura, Cojzova 5, Ljubljana
 GABROVEC MATEJ, mag., Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka 13, Ljubljana
 GOSAR ANTON, doc. dr., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana
 GRILC MATJAŽ, DIGIDATA d. o. o., Hrenova 14, Ljubljana
 GVOZDANOVIČ TOMAŽ, mag., Ljubljana
 HERLEC UROŠ, geolog, FNT, Montanistika, Inštitut za geologijo, Aškerčeva 20, Ljubljana
 HLADNIK DAVID, mag. dipl. ing. gozd., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Večna pot 83, Ljubljana
 HOČEVAR MILAN, prof. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Večna pot 83, Ljubljana
 HOJS ANA, dr. med., Univerzitetni zavod za zdravstveno in socialno varstvo, Ljubljana
 HRIBAR MATJAŽ, mag., HEUREKA IGEA, Koprška 94, Ljubljana
 HUDNIK JURIJ, Geodetski Zavod R Slovenije, Šaranovičeva 12, Ljubljana
 IVAČIČ MATJAŽ, dipl. ing. geod., Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, FAGG, Ljubljana, Jamova 2
 JAKOŠ ALEKSANDER, dipl. geogr., Urbanistični inštitut RS, Ljubljana
 JURINČIČ IGOR, dipl. geogr., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana
 KIFNAR JANEZ, Republiška geodetska uprava, Kristanova 1, Ljubljana
 KOKALJ ANA, Gradbena srednja šola, Kardeljeva ploščad 2, Ljubljana
 KOLAR ALBERT, dipl. ing. el., Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora - GIC, Ljubljana
 KOVAČ MARKO, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Večna pot 2, Ljubljana
 KREK ALENKA, dipl. ing. geod., Inštitut geodetskega zavoda Slovenije, Ljubljana
 KREVS MARKO, dipl. geogr., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana
 KUNAVAR JURIJ, prof. dr., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana
 LENARČIČ MARJAN, Ljubljanski urbanistični zavod, Kardeljeva ploščad 23, Ljubljana
 LESKOVEC ROK, ADACTA d. o. o., Puharjeva 6, Ljubljana
 LIPEJ BOŽENA, mag., Republiška geodetska uprava, Kristanova 1, Ljubljana
 LOBNIK FRANC, prof. dr., VTOZD Agronomija, Jamnikova 101, Ljubljana
 LONČARIĆ JOSIP, GISDATA d. o. o., Voćarska 39, 41000 Zagreb
 MAGLIČIČ JELKA, svetovalka direktorja, Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora, Zavod za varstvo okolja in vodni režim, Vojkova 1a, Ljubljana
 MARTINŠEK IGOR, Zavod za družbeni razvoj občine Škofja Loka
 MARUŠIČ JANEZ, prof. dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, Ljubljana

- MIHEVC ANDREJ, mag., Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 66230 Postojna
- MIKLAVČIČ JOŽE, informatik, Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora, RS HMZ, Ljubljana
- MIKULIČ CVETKA, dipl. org., Univerzitetni zavod za zdravstvo no in socialno varstvo, ISMSV, Trubarjeva 2, Ljubljana
- MURN RUDOLF, dr., Institut Jožef Stefan, Jamova 39, Ljubljana
- NATEK KAREL, mag., Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka 13, Ljubljana
- NATEK MARJETA, Inštitut za geografijo univerze, Trg francoske revolucije 7, Ljubljana
- OCVIRK IRENA, samostojni svetovalec, Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora, Zavod za varstvo okolja in vodni režim, Ljubljana
- OGRIN DARKO, mag., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana
- OROŽEN ADAMIČ MILAN, mag., Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka 13, Ljubljana
- PARKELJ ALEKSANDER, dipl. ing. geod., Srednja gradbena in ekonomska šola, Ljubljana, smer geodezija
- PAVLIN BRANE, mag. geogr., Inštitut za geografijo univerze, Trg francoske revolucije 7, Ljubljana
- PEGAN ŽVOKELJ BORUT, dipl. ing. geod., Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, FAGG, Ljubljana, Jamova 2
- PERKO DRAGO, mag. geografije, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka 13, Ljubljana
- PLANINC Andrej, dipl. ing., HERMES PLUS, Celovška 73, Ljubljana
- PODBOJ MARSELA, študentka, Biotehnična fakulteta, Urejanje krajine, Ljubljana
- RADOVAN DALIBOR, mag. geod., Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, FAGG, Ljubljana
- RENER ROMAN, mag. geod., Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, FAGG, Ljubljana
- RIHTARŠIČ MATEJA, mag., Ljubljana
- SAJKO MIRA, Zavod za urbanizem Velenje
- SELAN France, dipl. ing., SP PTT Slovenije, Ljubljana
- SELIŠKAR ALEŠ, dipl. ing. geod., Republiška geodetska uprava, Kristanova 1, Ljubljana
- SLAPŠAK BOŽIDAR, izr. prof. dr., Oddelek za arheologijo, Filozofska fakulteta, Zavetiška 5, 61000 Ljubljana
- STANOVNIK BOJAN, dipl. ing. geod., Geodetski zavod RS, Ljubljana
- STANČIČ ZORAN, dr., Oddelek za arheologijo, Filozofska fakulteta, Zavetiška 5, Ljubljana
- SUŠNIK BARBARA, dipl. ing. geod., Geodetski zavod R Slovenije, Ljubljana
- ŠABIČ DANIJELA, Zavod RS za statistiko, Ljubljana
- ŠEBENIK IGOR, dipl. org. dela, Inštitut za geografijo univerze, Trg francoske revolucije 7, Ljubljana
- ŠIVIC PETER, prof. dr., FAGG, Ljubljana
- ŠOBA Andrej, Zavod za urbanizem Velenje

- ŠUMRADA RADOŠ, mag. geod., FAGG, geodetski oddelek, Ljubljana, Jamova 2
- ŠUNTAR ALEŠ, mag., HEUREKA - IGEA, Koprška 94, Ljubljana
- TANKO DARKO, Geodetski Zavod R Slovenije, Šaranovičeva 12, Ljubljana
- TECCO HVALA SNEŽA, Inštitut za arheologijo ZRC SAZU, Gosposka, Ljubljana
- TRETJAK ANA, dr., Zavod RS za statistiko, Vožarski pot 12, Ljubljana
- TURK DANIELA, FAGG, Ljubljana
- TURK INGA, svetovalec ministra, Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora, Zavod za varstvo okolja in vodni režim, Ljubljana
- UŠENIČNIK BOJAN, mag., Ministrstvo za obrambo, Republiška uprava za zaščito in reševanje, Kardeljeva plščad 26, Ljubljana
- VELKAVRH ANITA, samostojni svetovalec, Zavod za varstvo okolja in vodni režim, Ljubljana
- VERDNIK DOMEN, svetovalec ministra, Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora - GIC, Zupančičeva 6, Ljubljana
- VIDMAR ANDREJ, dipl. ing. gradb., FAGG, Ljubljana
- VRHOVEC TOMAŽ, dr., Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za fiziko, Katedra za meteorologijo, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana
- VRŠČAJ BORUT, agr. ing., Biotehniška fakulteta, Agronomija - Pedologija, Ljubljana
- VUK FRANC, ing., Geodetski zavod Celje
- ZAKERŠNIK BOJAN, dipl. ing. geod., Mestni muzej Ljubljana
- ZUPANČIČ NINA, geolog, FNT, Montanistika, Odsek za geologijo, Aškerčeva 20, Ljubljana
- ŽEPIČ FRANC, mag. geologije, Geološki zavod Ljubljana - Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Dimičeva 14, Ljubljana
- ŽIBERNA BRIGITA, Inštitut za ekološki inženiring Maribor
- ŽIBERNA IGOR, asistent, Oddelek za geografijo, Pedagoška fakulteta Maribor, Koroška 160
- ŽONTA IVAN, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Večna pot 2, Ljubljana
- ŽURA MARIJAN, dr., Prometno - tehnični inštitut, FAGG, Jamova 2, Ljubljana
- ŽVAN MIMI, Republiška geodetska uprava, Kristanova 1, Ljubljana

DELA 9

Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani
Department of Geography, Faculty of Arts, University in Ljubljana

Izdali in založili - Edited and Published by

Oddelek za geografijo in Znanstveni inštitut Filozofske fakultete

Naročila - Orders

Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 2, 61101 Ljubljana, Slovenija

Cena - Price

1000 SIT

Za študente - for students: 500 SIT

Vplačila - Payments

Filozofska fakulteta (Oddelek za geografijo),
BNr: 50100-603-40277, Ljubljana

Pregled doslej izdanih vsebin

Contents of previously published volumes

DELA 1

Bibliografija v tujini objavljenih del članov Oddelka za geografijo 1945 - 1984, str. 62

Bibliography of Articles Published Abroad by Members of the Department of Geography 1945 - 1984, p. 62

Ljubljana, 1985 (razprodano, sold out)

DELA 2

Geografsko proučevanje uvajanja celične proizvodnje na Koroškem, str. 98

Geographical studies on the Initial Stage of Small Business Developments in Slovene Carinthia (within Yugoslavia), p. 98

Ljubljana, 1985 (razprodano, sold out)

DELA 3

O razmerju med geografijo in etnologijo, str. 160

About the Relationship between Geography and Ethnology, p. 160

Ljubljana, 1986

DELA 4

Teorija in metodologija regionalne geografije, str. 240

The theory and Methodology of Regional Geography, p. 240

Ljubljana, 1987

DELA 5

Socialna geografija in regionalni razvoj, str. 202

Social Geography and Regional Development, p. 202

Ljubljana, 1987 (razprodano, sold out)

DELA 6

Geografija in aktualna vprašanja prostorskega razvoja, str. 320

Geography and Spatial Development, p. 320

Ljubljana, 1989

DELA 7

Tromeja - Obmejna regija Jugoslavije, Avstrije in Italije - mednarodni meduniverzitetni geografski raziskovalni projekt, str. 188

The Three Border Area of Austria, Italy and Yugoslavia - An International Research Project of Geographers from the Universities of Ljubljana, Klagenfurt and Trieste, p. 188 Ljubljana, 1990

DELA 8

Geografska problematika severovzhodne Slovenije, str. 163

Geographical Problems of North-Eastern Slovenia, p. 163

Ljubljana, 1991