

# *Possibility of Preparing Thematic Maps Through Developing of the Geographic Information System (GIS)*

Stjepan Husnjak, Matko Bogunović

Soil Science Department, Faculty of Agriculture

Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

Fax: 385 1 23 93 963; E-mail: shusnjak@agr.hr

**ABSTRACT.** *It is a well known fact that nowadays planning of sustainable development and land use requires a lot of reliable and good quality information, which serves as the basis for timely and adequate decision-making. One of the most important forms of information is presented in various maps. Until recently, preparing of such data was, no doubt, a rather complex and time-consuming task. However, at present, thanks to, first of all, the GIS technology it is possible to develop corresponding geographic information systems with databases which then allow comparatively simple and quick preparing of necessary thematic maps. The paper first presents the method of developing the Geographic and Land Information System (GLIS) of the Karlovac County which, although developed for the purpose of agricultural development, may also be used in the development of forestry, environment protection, physical planning, water management and for soil conservation and regulation. Several examples illustrate the possibilities of preparing of specialised maps based on this GLIS. The basic data for developing of the geographic and land information system were the data of the Basic Soil Maps and topographic maps of the Republic of Croatia at the scale of 1:50 000 or 1:25 000, and the data from other studies made for the purpose of agricultural development in the area. These data, together with the results of processing and analysing of this data, by digitalisation, generalisation and interpolation, were incorporated into an integrated database of the geographic and land information system by using Microstation, AutoCad, ArcInfo, ArcView and Access software and the corresponding hardware. GLIS database consists of two*

*parts. The first part includes the data referring to polygons – pedological contours, and the other part the data on pedological profiles. The base is organised in a way that enable the preparation of different thematic maps, but it can be also used in digital form allowing simple and easy access by the ArcView program package to all information, either by the base search or by putting questions. The data included in the database are the basis for preparation of numerous specialised thematic maps at various scales. As an example of the use of GLIS for agricultural development, a thematic map showing soil suitability for vegetable production was made, which, by area inventory shows that in the County there are 15 197.6 ha of soils suitable for vegetable production, which is only 4.56% of the total area of soil. The second example of the use of GLIS is in physical planning, where the land classification map was made, defining soils of classes 1 through 5, which are protected by the law (N.N. 54/1994) from being used for non-agricultural purposes. Such soils comprise the area of 189 057.0 ha, which is 56.79% of the total area. Thus, these soils must be paid proper attention and protected from uncontrolled and unjustified use for purposes other than agriculture. Other examples of the use of GLIS is in land conservation and development. The specialised map was made showing the requirements for liming, which allows determining the distribution and areas of soils that require this agrotechnical measure.*

**Key words:** *thematic maps, database, GIS technology, land*

# *Mogućnost izrade tematskih karata na temelju izrade geografskog informacijskog sustava (GIS-a)*

Stjepan Husnjak, Matko Bogunović  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za pedologiju  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia  
Faks: 385 1 239 3963; E-mail: shusnjak@agr.hr

**SAŽETAK.** Poznato je da danas za planiranje održivog razvoja i korištenje prostora treba raspolagati velikim brojem kvalitetnih i pouzdanih informacija, na temelju kojih je onda moguće donošenje pravodobnih i valjanih odluka. Jedan su od najvažnijih oblika informacija različite kartografske podloge. Izrada takvih podloga je do nedavno bila dosta kompleksna i zahtijevala je puno rada. Međutim, danas je zahvaljujući prije svega tehnologiji GIS-a, moguće izraditi odgovarajuće geografsko-informacijske sustave s bazama podataka, na temelju kojih je onda moguće na relativno jednostavan i vrlo brzi način izrađivati mnoge potrebne tematske karte. U radu prvo prikazujemo način izrade Geografskog i zemljišnog informacijskog sustava (GIZIS) Karlovačke županije, koji, iako je rađen za potrebe daljnjeg razvoja poljoprivrede, može koristiti i za razvoj šumarstva, zaštitu čovjekova okoliša, prostorno planiranje, u vodnom gospodarstvu te za zaštitu i uređenje tala. Na nekoliko primjera zatim prikazujemo mogućnost izrade raznih tematskih karata iz spomenutoga GIZIS-a. Temeljne podatke za izradu geografskog i zemljišnog informacijskog sustava činili su podaci s Osnovnih pedoloških karata i topografskih karata Republike Hrvatske mjerila 1:50 000 te podaci iz drugih studija rađenih za potrebe razvoja poljoprivrede na području županije. Navedeni podaci, zajedno s rezultatima dobivenima obradom i analizom tih podataka metodom digitalizacije, generalizacije i interpolacije, ukomponirani su u jedinstvenu bazu podataka geografskog i zemljišnog informacijskog sustava korištenjem softvera AutoCad, ArcInfo, ArcWiew i Access te odgovarajućeg hardvera.

Baza podataka GIZIS-a sastoji se iz dvaju dijelova. Prvi dio baze podataka čine podaci koji se odnose na poligone – pedološke konture, a drugi dio čine podaci koji se odnose na pedološke profile. Baza je organizirana tako da se mogu izrađivati razne tematske karte, ali isto se tako može koristiti i u digitalnom obliku uz upotrebu programskog paketa Arc Wiew, čime se na relativno jednostavan i brz način mogu dobiti mnoge informacije bilo pretraživanjem baze bilo postavljanjem upita. Podaci uvršteni u bazu osnova su za izradu mnogih tematskih karata različitoga mjerila. Kao primjer upotrebe GIZIS-a za razvoj poljoprivrede izradili smo tematsku kartu pogodnosti zemljišta za povrtlarsku proizvodnju, na temelju koje je na osnovi inventarizacije površina utvrđeno da na području Županije ima 15 197,6 ha pogodnih tala za povrtlarstvo, što je samo 4,56% od ukupne površine tala. Drugi primjer upotrebe GIZIS-a odnosi se na prostorno planiranje i u sklopu toga smo izradili bonitetnu kartu na temelju koje smo utvrdili da površina I–V. bonitetne klase, koje su zakonom zaštićene (N.N. 54/1994) tako da se ne smiju koristiti u nepoljoprivredne svrhe, iznosi ukupno 189 057 ha, što je 56,8% od ukupne površine tala. Dakle, ovim se npr. tlima mora pokloniti odgovarajuća pozornost na zaštiti od nekontrolirane i neopravdane prenamjene. U sklopu prikaza mogućnosti upotrebe GIZIS-a za zaštitu i uređenje tala izradili smo tematsku kartu potreba tla za kalcifikacijom, na temelju koje se može utvrditi prostorna rasprostranjenost, te površinu tala kod kojih postoji potreba za tom agrotehničkom mjerom.

**Ključne riječi:** tematske karte, baza podataka, tehnologija GIS-a, zemljište

## 1. INTRODUCTION

Planning of sustainable development and rational land use requires a large amount of reliable and good quality information to serve as the basis for timely and adequate decision making. Different maps are one of the major sources of such information. Until recently, procurement of cartographic information was very complex and time-consuming. Today, however, primarily owing to the GIS-technology, it is possible to create appropriate Geographic Information Systems (GIS) with databases enabling a relatively simple and quick preparation of numerous thematic maps and thus provide land information required for making correct decisions in planning land use and land management.

A comprehensive Geographic and Land Information System (GLIS) has been designed for the needs of agricultural development and regional planning at the territory of Karlovac County. GLIS is an example of the present-day application of GIS for land use purposes in Croatia. Karlovac County is a part of the central



*Fig. 1. Situation of Karlovac County in the Republic of Croatia*

Croatian macroregion and covers an area of 3 329 km<sup>2</sup>, or 5.9% of the total area of Croatia, Fig. 1. Agricultural areas of this region constitute a natural resource of strategic importance for further economic development of this County. They should be, therefore, allocated for an optimal use in terms of intensive utilisation, as well as protected from uncontrolled reallocation for non-agricultural purposes. Making use of the new potentials of the GIS technology in pedocartographic investigations, a comprehensive Geographic and Land Information System has been designed for Karlovac County. This method of research as well as data and research results organisation has a number of advantages over previous traditional investigations. Among other things, it provides GLIS users with a

relatively simple and quick way (using the ArcView program package) of obtaining the required maps, and thereby also information indispensable for correct decision making in land use planning.

There are numerous examples of GIS-based thematic maps of Karlovac County. This paper presents only a small part of thematic maps (layers) from the County's GLIS for the needs of agricultural development, regional planning and soil conservation and improvement.

## 2. INVESTIGATION OBJECTIVES AND TASKS

The principal investigation objective was to produce a comprehensive Geographic and Land Information System (GLIS) of Karlovac County for the purpose of intensive agricultural development, regional planning, soil conservation and improvement. With respect to this objective, the following tasks were formulated:

- Compile a basic soil map according to the standards set for semi-detailed map preparation (1:50 000);
- Classify the area according to the utilisation type;
- Determine the main properties of soil mapping units (parent material, slope angle, drainage, way of wetting, land use, vegetation cover, ecological depth, stoniness, rockiness) as well as the main chemical properties of the surface horizon (content of phosphorus, potassium, humus, carbonates, available lime), organise them in the database form and refer them to the relevant land area;
- Demonstrate the spread of soil profiles, and put together the results of field and laboratory analyses (physical and chemical properties) in a supplementary database, and refer them to the basic soil map;
- Define the measures required for further soil improvement aimed at intensive agricultural development (liming, erosion and torrent protection, supplementary agrotechnical practices, fertilisation types, drainage and supplementary irrigation), integrate them in a database, and refer them to the basic mapping data;
- Perform land suitability evaluation for multiple utilisation in agriculture, as well as land capability evaluation for regional planning, and recommend the optimal agricultural management programs for particular mapping units. Organise the results in the database form, and refer them to the relevant area;

## 1. UVOD

Za planiranje održivog razvoja i racionalnoga korištenja prostora danas je potrebno raspolagati velikim brojem kvalitetnih i pouzdanih informacija, na temelju kojih je onda moguće donošenje pravodobnih i valjanih odluka. Različite kartografske podloge jedan su od najvažnijih oblika informacija. Put do takvih kartografskih informacija do nedavno je bio vrlo kompleksan i zahtijevao je puno rada i vremena. Međutim, danas je, prije svega zahvaljujući tehnologiji GIS-a, moguće izraditi odgovarajuće Geografsko-informacijske sustave (GIS) s bazama podataka na temelju kojih je onda moguće na relativno jednostavan i brz način izradivati mnogobrojne tematske karte i time doći do potrebnih prostornih informacija za donošenje ispravnih odluka u sklopu planiranja, upotrebe i gospodarenja zemljištem.

Za potrebe razvoja poljoprivrede i prostornog planiranja na području Karlovačke županije izrađen je cjeloviti Geografski i zemljišni informacijski sustav (GIZIS), koji je primjer suvremene upotrebe GIS-a u funkciji korištenja zemljišta u Hrvatskoj. Karlovačka županija



Slika 1. Položaj Karlovačke županije u Republici Hrvatskoj

dio je prostora makroregije središnje Hrvatske, a prostire se na površini od 3,329 km<sup>2</sup>, što je oko 5,9% ukupne površine Hrvatske (slika 1).

Poljoprivredne površine na tom području prirodni su resurs od strateške važnosti za daljnji gospodarski razvoj te županije. Stoga im treba dodijeliti optimalnu namjenu u sklopu intenzivne upotrebe, te ih zaštititi od nekontrolirane prenamjene izvan poljoprivrede. Na temelju novih mogućnosti koje pruža tehnologija GIS-a u pedokartografskim istraživanjima izrađen je kompletni Geografski i zemljišni informacijski sustav Karlovačke županije. Takav način istraživanja i organiziranja podataka i rezultata istraživanja ima mnogo prednosti u usporedbi s ranijim klasičnim istraživanjima. Među ostalim, korisnicima takvih GIZIS-a omogućeno je da na relativno jednostavan i brz

način, s pomoću programskog paketa Arc View, dođu do potrebnih kartografskih podloga, a time i do informacija potrebnih za donošenje ispravnih odluka u sklopu planiranja upotrebe zemljišta.

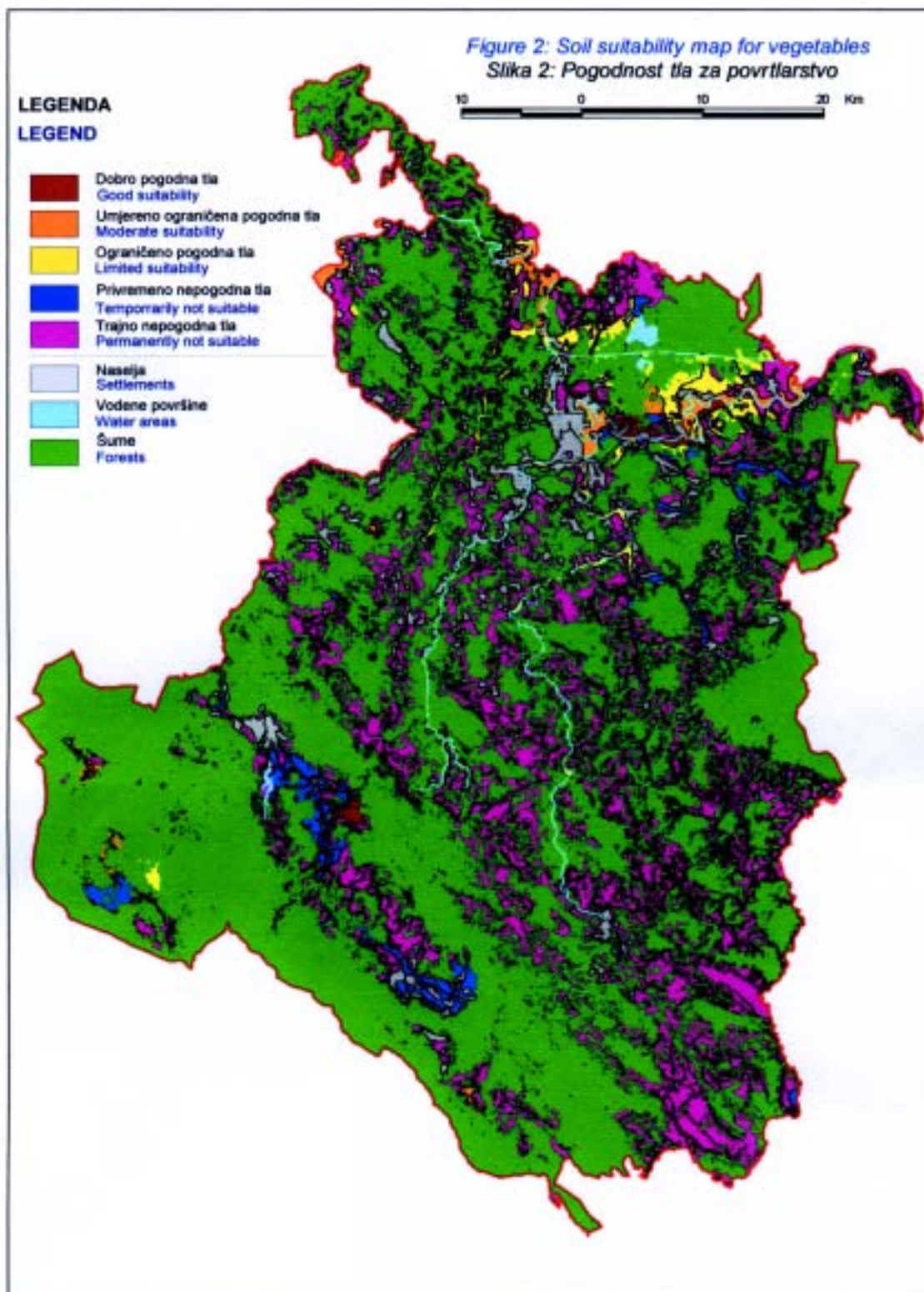
S obzirom na mnoge primjere tematskih karata Karlovačke županije izrađene u GIS-u, u ovom radu za potrebe razvoja poljoprivrede, prostornog planiranja, zaštite i uređenja tla prikazujemo iz cjelovitoga GIZIS-a županije samo jedan mali dio tematskih karata (slojeva).

## 2. CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Temeljni cilj istraživanja bio je izraditi cjeloviti Geografski i zemljišni informacijski sustav (GIZIS) Karlovačke županije, koji će biti u funkciji razvoja intenzivne poljoprivrede, prostornog planiranja, zaštite i uređenja tla. U okviru tog cilja postavljeni su sljedeći zadaci:

- izraditi osnovnu pedološku kartu prema normativima izrade poludetaljne karte (1:50 000)
- razvrstati prostor prema načinu korištenja
- odrediti temeljne značajke kartiranih jedinica tla (matični supstrat, nagib terena, dreniranost, način vlaženja, način korištenja, vegetacijski pokrov, ekološku dubinu, kamenitost, stjenovitost) te osnovna kemijska svojstva oraničnoga horizonta (sadržaj fosfora, kalija, humusa, karbonata, fiziološki aktivnog vapna), pa ih organizirati u obliku baze podataka i geokodirano ih povezati s prostorom
- prikazati rasprostranjenost pedoloških profila, a podatke koji se odnose na rezultate terenskih i laboratorijskih analiza (fizikalna i kemijska svojstva) organizirati u obliku dodatne baze podataka, te ih povezati s osnovnom pedološkom kartom
- utvrditi potrebne mjere za daljnje uređenje tala u funkciji intenzivnog razvoja poljoprivrede (kalcifikaciju, zaštitu od erozije i bujica, dopunske agrotehničke zahvate, vrste gnojidbe, mjere odvodnje i dopunskog natapanja) te ih organizirati u obliku baze podataka i povezati s osnovnim kartografskim podacima
- izvesti procjenu pogodnosti zemljišta za višenamjensko korištenje u poljoprivredi, zatim bonitetno vrednovanje zemljišta za prostorno planiranje, te preporučiti optimalne poljoprivredno-gospodarske programe za pojedine kartirane jedinice tla. Rezultate organizirati u obliku baze i povezati ih s prostorom
- povezati sve ulazne podatke, kao i rezultate



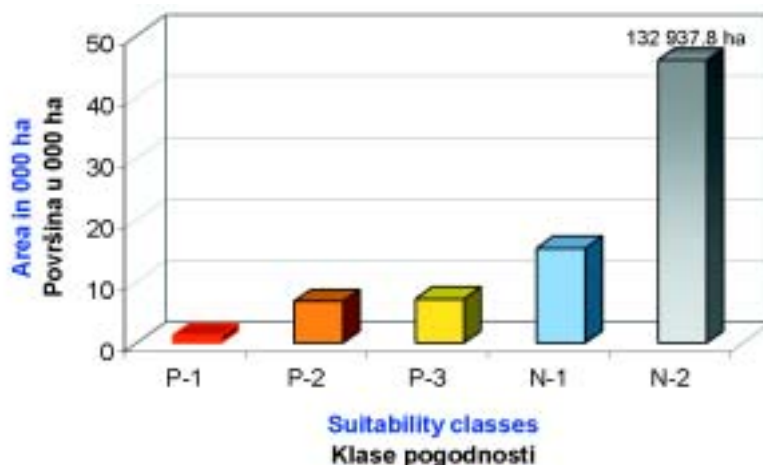


- Integrate all input data, as well as investigation results, and form GLIS in such a way as to enable its use with the ArcView program.

### 3. MATERIALS AND METHODS

The main source of pedological data for the Geographic and Land Information System of Karlovac County was

the Basic Soil Map of the Republic of Croatia, scale 1:50 000, in printed and handwritten form with the appertaining legends (Project Council for the Soil Map of the Republic of Croatia), the regional monograph Soils of the Upper Sava Valley (Kovačević et al., 1972), as well as a number of studies prepared for the needs of agricultural development and land improvement in this area. Based on the topographic map, scale 1:50 000, water areas (rivers, lakes, fish-ponds), settlements, and forest areas were separated. Digital data on the



*Graf 1. Površina klasa pogodnosti tla za povrtlarstvo*  
*Graph 1: The area of suitability classes for vegetables*

istraživanja, te formirati GIZIS na način da se omogući njegova upotreba s pomoću programa Arc View.

### 3. MATERIJALI I METODE RADA

Temeljni izvor pedoloških podataka za izradu Geografskog i zemljišnog informacijskog sustava Karlovačke županije bila je Osnovna pedološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:50 000 u tiskanom i rukopisnom obliku s pripadajućim tumačima (Projektirni savjet za izradu pedološke karte Republike Hrvatske), zatim regionalna monografija Tla Gornje Posavine (Kovačević i dr., 1972), kao i mnoge studije radene za potrebe razvoja poljoprivrede i uređenja zemljišta na tom području. Na temelju topografske karte mjerila 1:50 000 izdvojene su vodene površine (rijeke, jezera, ribnjaci), naselja i šumske površine. Digitalni podaci za granicu županije i općina te naselja dobiveni su od geodetske službe.

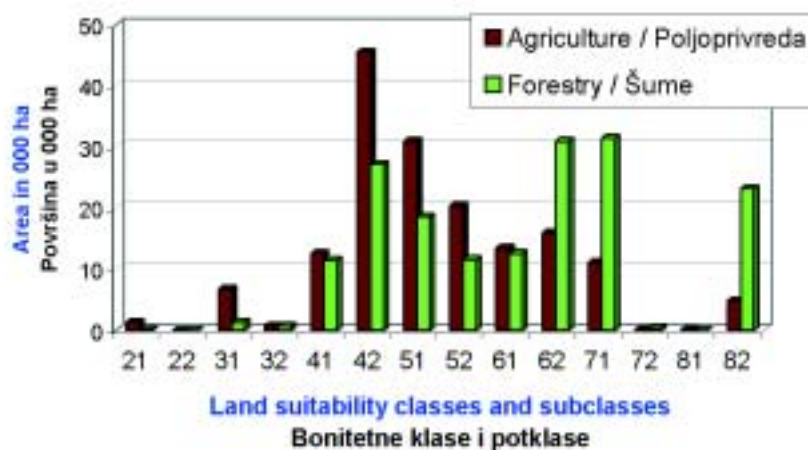
Metode rada temelje se na Info tehnologiji, a sukladne su metodologiji izrade GIZIS-a, odnosno kriterijima i normativima izrade karata mjerila 1:50 000.

Digitalizacija svih kontura izvedena je s pomoću programa AutoCAD, dok je poligonalna struktura izrađena s pomoću programa ArcInfo. Baze podataka izrađene su s pomoću programa Access. Povezivanje svih ulaznih podataka i rezultata istraživanja te formiranje GIZIS-a na kraju je izvedeno s pomoću programa ArcInfo i ArcView.

Procjena višenamjenske pogodnosti zemljišta za korištenje u poljoprivredi provedena je na temelju procjene zemljišta prema kriteriju FAO (FAO, 1976; Brinkman, Smyth, 1972; Vidaček, 1979), a bonitetno vrednovanje zemljišta prema Pravilniku o bonitiranju zemljišta (N.N. 47/82, Kovačević, 1983).

### 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Ulazni podaci kao i rezultati istraživanja osnova su za izradu mnogih tematskih karata. Na području Karlovačke županije za različite je namjene digitalno izrađeno 46 tematskih slojeva (karata), što je, uključujući šume, dvostruki broj slojeva GIS-a. U okviru vrednovanja prostornih atributa digitalno su obrađena pojedina fiziografska svojstva terena, kao i fiziografska svojstva tla. Na temelju njih je obavljeno višenamjensko vrednovanje zemljišta za pojedine poljoprivredno-gospodarske grane (povrtlarstvo, vinogradarstvo, voćarstvo, ratarstvo, travnjaštvo, ribnjačarstvo i dr.). Kao primjer upotrebe GIZIS-a za tu svrhu prikazujemo izrađenu kartu pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za povrtlarstvo (slika 2). Na temelju rezultata procjene pogodnosti kartiranih jedinica tla za povrtlarstvo, koji su uvršteni u cjeloviti GIZIS Karlovačke županije i obrađeni programom Arc View, odabirom odgovarajućih naredbi moguće je izraditi kartu na kojoj je prikazana prostorna rasprostranjenost pojedinih klasa i potklasa pogodnosti. Također je bilo moguće obaviti i inventarizaciju površina kako bi se ustanovilo s kakvim resursima tala s obzirom na povrtlarstvo raspolaže Karlovačka županija. Utvrđeno je da na njezinu području ima svega 15 198 ha ili 9,3% pogodnih tala za povrtlarstvo u odnosu na ukupne poljoprivredne površine. Od toga, na prvu klasu ili klasu dobre pogodnosti tla (P-1) otpada samo 0,8%, na drugu klasu (P-2) ili klasu umjereno pogodnih tala 4,1%, dok na treću klasu ili klasu ograničeno pogodnih tala (P-3) otpada 4,4%. Utvrđena je i površinska zastupljenost trenutačno nepogodnih tala za povrtlarstvo (klasa N-1), odnosno onih tala kod kojih se raznim mjerama uređenja mogu otkloniti određena ograničenja, pa ta tla postaju pogodna. Takvih tala ima 15 420 ha ili 9,4 %, što pokazuje da ima značajnih rezervi tala za budući razvoj te grane poljodjelstva. Trajno nepogodnih tala



Graph 2: The area of land capability classes and subclasses

Graf 2: Površina bonitetnih klasa i potklasa

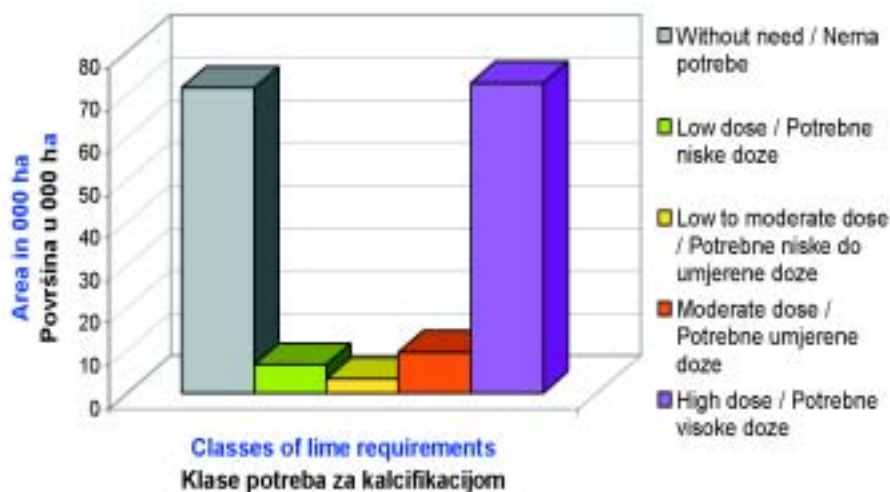
boundaries of the County, communities and settlements were obtained from the regional land survey service.

Methods of work are based on the Info technology, and comply with the methodology of GLIS construction, that is, with the criteria and standards of producing maps in the scale of 1:50 000. Digitalisation of all contours was made using the AutoCad program, while the ArcInfo program was applied for the polygonal structure. Databases were compiled by means of

according to the Rulebook on Land Capability Evaluation (NN 47/82, Kovačević, 1983).

#### 4. INVESTIGATION RESULTS

Input data and investigation results constitute the basis for designing a number of thematic maps. Forty-six thematic layers (maps) were designed digitally for different purposes in Karlovac County, which, including forests, is twice the number of GIS layers. As part of



Graph 3: Liming requirements of agricultural land

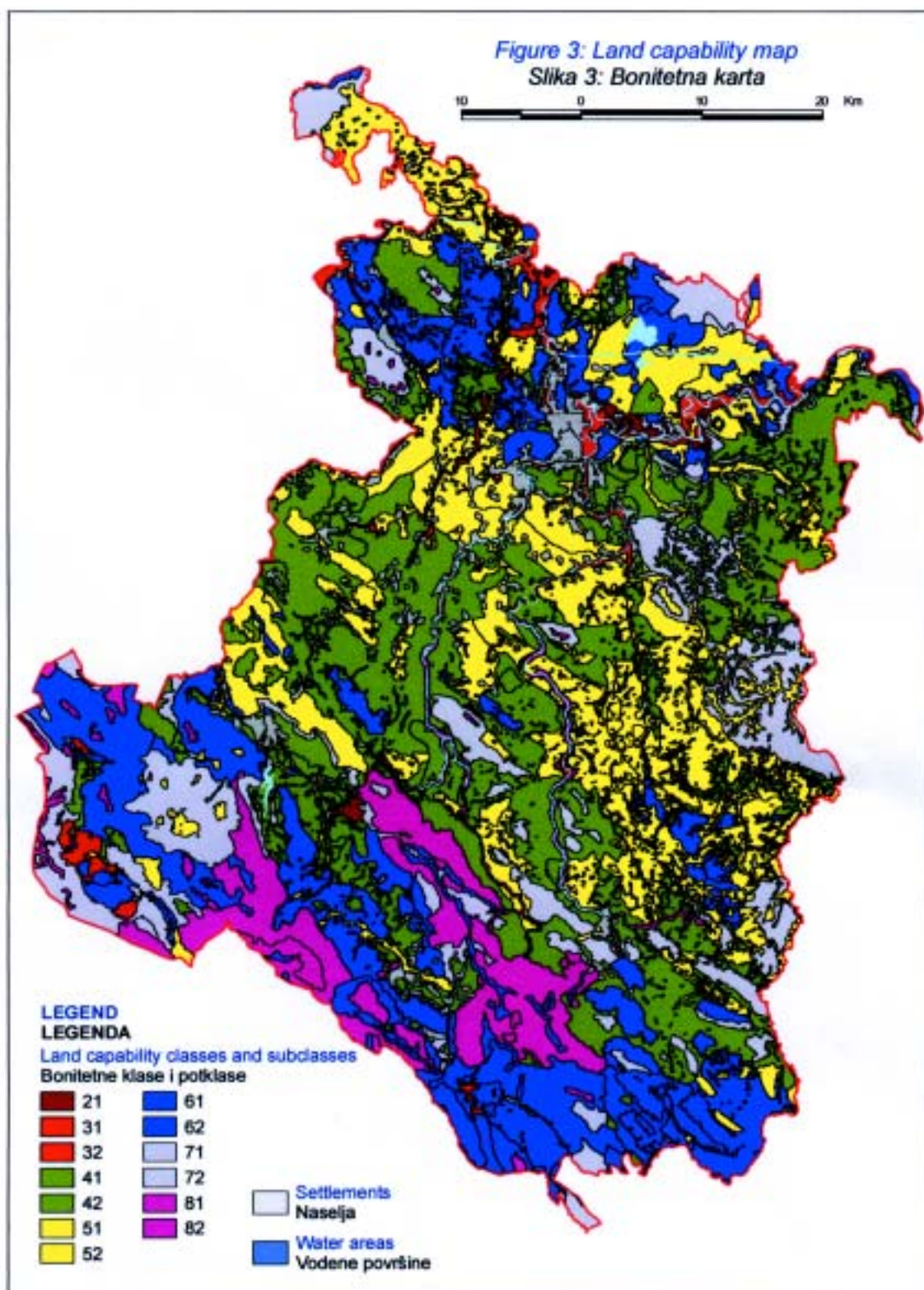
Graf 3. Potrebe poljoprivrednih tala za kalcifikacijom

Access. All input data, investigation results and GLIS formation were ultimately interconnected by means of ArcInfo and ArcView programs.

Evaluation of land suitability for multiple agricultural utilisation was done pursuant to the FAO land evaluation criteria (FAO, 1976; Brinkman and Smyth, 1972, Vidaček, 1979), and the land capability evaluation

evaluation of area attributes, certain physiographic properties of the terrain as well as physiographic properties of soil were digitally worked out. They served for evaluation of multiple land utilisation for particular branches of agriculture (vegetable production, viticulture, fruit growing, cropping, grassland farming, fisheries, etc.). As an example of applying GLIS for this



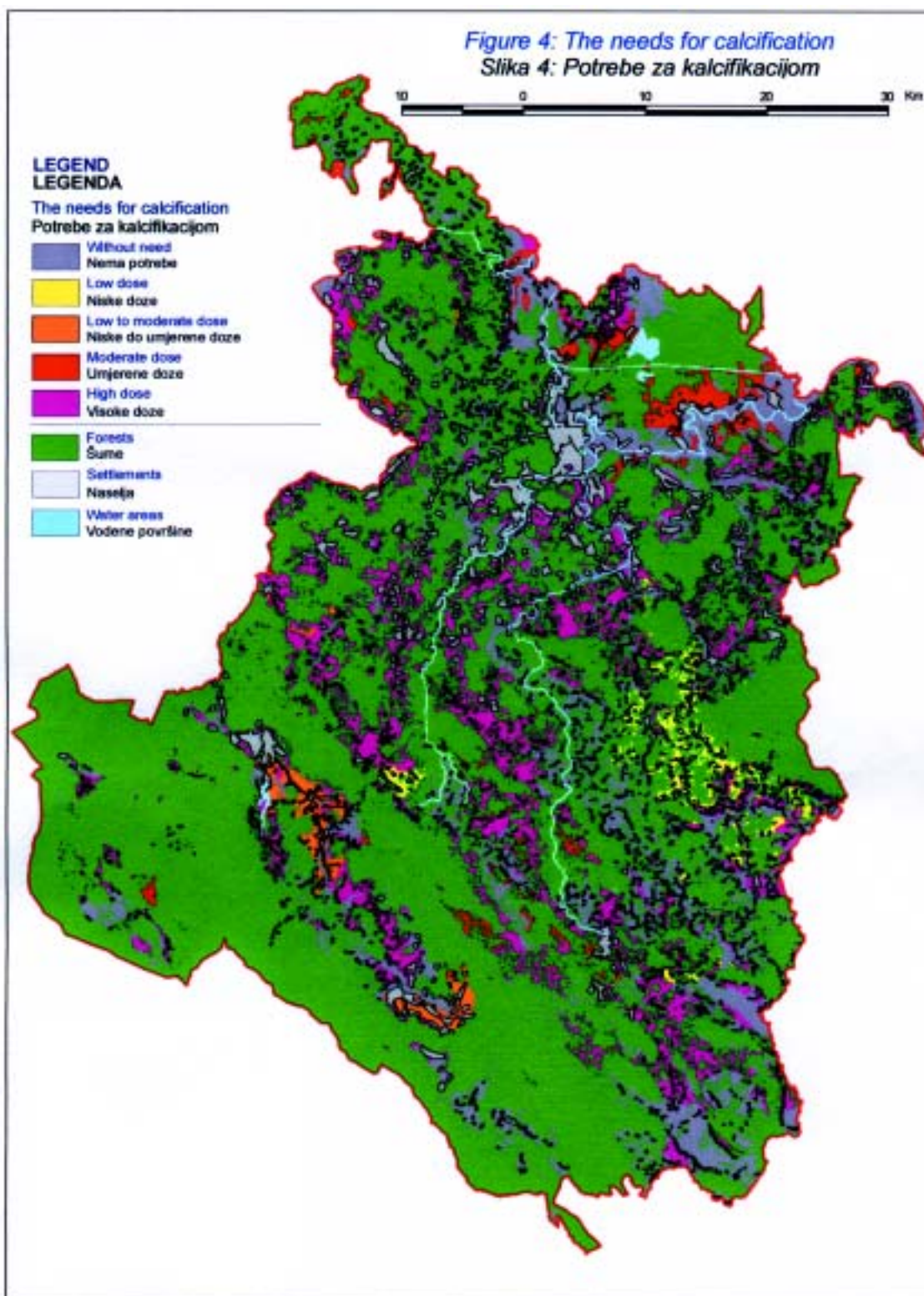


(N-2) za povrtlarstvo ima čak 148 357 ha, što čini 81% ukupne poljoprivredne površine (graf 1).

Isto tako, za potrebe prostornog planiranja i izradu prostornih planova prikazujemo bonitetnu kartu zemljišta kao temelj zaštite tla od nekontrolirane i neopravdane prenamjene u druge svrhe izvan poljoprivrede (slika 3). Ta bonitetna karta pruža potrebne informacije prostornim planerima kako bi se

svakom prostoru u sklopu izrade prostornih planova, odnosno planiranja korištenja prostora dodijelila optimalna namjena i kako bi se najkvalitetnija tla mogla zaštititi. Naime, prema nacionalnom zakonu (N.N. 54/1994), potrebno je zaštititi zemljišta od I. do V. bonitetne klase. Podatke smo obradili s pomoću programa ArcView i dobili prostornu i kvalitetnu distribuciju po bonitetnim klasama i potklasama. Inventarizacijom površina pojedinih bonitetnih klasa i potklasa utvrđena





purpose, a map of agricultural land suitability for vegetable production is presented in Fig. 2. Based on the results of evaluation of the suitability of mapping units for vegetable production, incorporated in the comprehensive Karlovac County GLIS and processed with the ArcView program, and by selecting appropriate commands, it was possible to make a map displaying the space distribution of particular suitability classes and subclasses. It was also possible to take an inventory

of areas so as to identify the soil resources for vegetable production available in Karlovac County. It was found that the County has only 15 198 ha or 9.3% of soils suitable for vegetable production with respect to the total agricultural areas. In this, only 0.8% belong to the class of highly suitable soils (P-1), 4.1% to the class of moderately suitable soils (P-2), and 4.4% to the class of marginally suitable soils (P-3). The presence of soils currently not suitable for vegetable production (class N-

je velika zastupljenost tala I-V. bonitetne klase, koje su zakonom zaštićene, te im se mora pokloniti odgovarajuća zaštita. U odnosu na ukupnu površinu županije tih tala ima 189 057 ha ili 56,8%. Veći dio ili 118 254 ha nalazi se na poljoprivrednim površinama, a 70 803 ha pod šumom (graf 2).

Posebno su digitalno obrađeni pedološki podaci u okviru uređenja tla za potrebe intenzivne biljne proizvodnje. Tu je također napravljeno nekoliko tematskih slojeva (potrebe za melioracijom, podriavanje, krlična drenaža, meliorativna gnojidba, potreba za natapanjem, kalcifikacija i dr.). Ovdje iznosimo primjer potrebe za kalcifikacijom (slika 4).

Za tu svrhu u bazu podataka uvršteni su odgovarajući podaci na temelju kojih je bilo moguće izraditi odgovarajuću kartu (sloj). Analizom te karte moguće je utvrditi prostornu rasprostranjenost onih tala kod kojih postoji potreba za tom agrotehničkom mjerom. Daljnjom obradom te karte utvrđena je i površinska zastupljenost pojedinih klasa potreba za kalcifikacijom, pa je na osnovi toga utvrđeno da na području Karlovačke županije ima 92 084 ha poljoprivrednih tala (što je 56% ukupne površine poljoprivrednog zemljišta) kod kojih postoji potreba za kalcifikacijom raznog intenziteta (graf 3).

U okviru površina tala koje nemaju potrebe za kalcifikacijom utvrštene su isključivo poljoprivredne površine riječnih dolina, što ih čine recentni aluvijalni nanosi, koji su većim dijelom obranjeni od poplava.

## ZAKLJUČAK

Za potrebe razvoja poljoprivrede i prostornog planiranja Karlovačke županije izrađen je kompleksni Geografski i zemljišni informacijski sustav (GIZIS). Takav način istraživanja i izrade projekata ima mnoge prednosti s obzirom na dosadašnje načine rada. Te prednosti čine široke mogućnosti digitalne interpretacije podataka i rezultata istraživanja, čime se korisnicima omogućava dobivanje pouzdanih kartografskih i drugih informacija na relativno jednostavan i brz način. U radu su prikazani primjeri moguće izrade tematskih karata na osnovi GIZIS-a, potrebnih za planiranje daljnjeg razvoja poljoprivredne proizvodnje i za prostorno planiranje kao i primjeri različitih inventarizacija površina čime se vrlo brzo može doći do konkretnih podataka o zemljišnim resursima. Bez izrade GIZIS-a, put do takvih informacija zasigurno bi bio znatno kompleksniji i dugotrajniji.

## Literatura

- Antonović, G. M., Vidaček, Ž., (1979): Basic principles of land assesment. Zemljište i biljka, Vol. 28, No. 1-2, 51-85.
- Bogunović, M., Rapajić, M. (1993): Digitalizacija Osnovne pedološke karte Republike Hrvatske. Bilten za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 65-76, Zagreb
- Bogunović, M., Husnjak, S. (1998): GIS in Modern Pedology. Projektni savjet za izradu pedološke karte. Osnovna pedološka karta Republike Hrvatske u Proceedings, GIS Croatia 98. International Geographic Information System Conference, Osijek, 197-207.
- Bogunović, M., Husnjak, S. (1999): Application of GIS Technology in Soil Inventories and Preparing of Spacial Thematic Maps on the Territory of the Zagreb County in Croatia. Proceedings 19th International Cartographic Conference (ICA), Ottawa, Canada
- Burrough, P. A. (1989): Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford.
- Brinkman, R., Smyth, A. J. (urednici, 1972): Land evaluation for rural purposes. Summary of an Expert Consultation, Wageningen, The Netherlands, 6-12 October 1972. Int. Inst. for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, Publ. No. 17
- Kovačević, P., Kalinić M., Pavlić, V., Bogunović, M. (1972): Tla Gornje Posavine. Institut za pedologiju i tehnologiju tla. Zagreb.
- Kovačević, P. (1983): Bonitiranje zemljišta. Agronomski glasnik 5-6, 639-691, Zagreb
- FAO (1976): A framework for land evaluation. Soil Bull. No. 32, FAO, Rome and ILRI, Wageningen, Publ. No. 22mjerilu 1:50 000, 16 listova za područje Brodsko-posavske županije i pripadajući tumači. Arhiva Zavoda za pedologiju na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.
- Pravilnik o bonitiranju zemljišta, N.N. 47/82, Zagreb





1) was also recorded, that is, soils with some limitations that may be surmountable, turning the soils into suitable. There are 15 420 ha or 9.4% of such soils, which points to considerable soil reserves for the future development of this branch of agriculture. There are as many as 132 938 ha of permanently not suitable soils (N-2) for vegetable production, which amounts to 81% of the total agricultural land (Graph 1).

For the needs of regional planning and designing regional plans, we also present a land capability map as the basis for soil protection from its uncontrolled and unjustified reallocation for other, non-agricultural purposes, Fig. 3. This land capability map provides the regional plan designers with the information necessary for allocation of the optimal use to each particular area in regional planning and land utilisation planning, and to protect the best quality soils. Namely, Croatian law (NN 54/1994) stipulates protection of land of capability class I-V. Data processing was done using the ArcView program, giving the space and quality distribution per land capability classes and subclasses. Inventory of areas belonging to particular land capability classes and subclasses revealed a high participation of soils of capability class I-V, which are protected by law and must be provided with adequate protection. There are 189 057 ha or 56.8% of such soils in the County. Most of them (118 254 ha) are on agricultural areas while 70,803 ha are under forests (Graph 2).

Soil data were separately elaborated digitally as part of soil improvement for the needs of intensive plant production. Several thematic layers were separated (amelioration, subsoiling, mole drainage, ameliorative fertilizing, irrigation, liming and similar requirements). An example of liming requirement is given in Fig. 4. For this purpose, relevant data were entered into the GLIS database, which made it possible to make the appropriate map (layer). Analysis of this map enables definition of the space distribution of those soils which require the measure of liming. Detailed elaboration of this map demonstrated the space distribution of particular classes of liming requirements, which showed that Karlovac County has 92 084 ha of agricultural soils (or 56% of the total agricultural land) that require liming of various intensity (Graph 3).

Soils that do not require liming involve only agricultural land of river valleys, made up of recent alluvial deposits, which are mostly flood protected.

## 5. CONCLUSION

A complex Geographic and Land Information System (GLIS) was designed for the needs of agricultural development and regional planning of Karlovac County. This method of investigation and project designing has a number of advantages over the methods applied to date. These advantages refer to the great potentials of

digital interpretation of data and investigation results, enabling users to get reliable, among others also cartographic, information in a relatively simple and quick way. The paper gives examples of possible creation of thematic maps based on GLIS, which are indispensable for planning further development of agricultural production and regional planning, as well as examples of taking land inventories, whereby concrete data on land resources can be readily obtained. Without GLIS, procurement of such information would certainly be much more complicated and time-consuming.

## References

- Antonović, G. M., Vidaček, Ž., (1979): Basic principles of land assesment. *Zemljište i biljka*, Vol. 28, No. 1-2, 51-85.
- Bogunović, M., Rapajić, M. (1993): Digitalizacija Osnovne pedološke karte Republike Hrvatske. *Bilten za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju*. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 65-76, Zagreb
- Bogunović, M., Husnjak, S. (1998): GIS in Modern Pedology. *Proceedings, GIS Croatia 98. International Geographic Information System Conference, Osijek*, 197-207.
- Bogunović, M., Husnjak, S. (1999): Application of GIS Technology in Soil Inventories and Preparing of Spatial Thematic Maps on the Territory of the Zagreb County in Croatia. *Proceedings 19th International Cartographic Conference (ICA), Ottawa, Canada*.
- Burrough, P. A. (1989): *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford.
- Brinkman, R., Smyth, A. J. (Eds., 1972): *Land Evaluation for Rural Purposes. Summary of an Expert Consultation*, Wageningen, The Netherlands, 6-12 October 1972. *Int. Inst. for Land Reclamation and Improvement*, Wageningen, Publ. No. 17
- Kovačević, P., Kalinić, M., Pavlič, V., Bogunović, M. (1972): *The Regional Monograph Soils of the Upper Sava Valley*. Institut za pedologiju i tehnologiju tla. Zagreb
- Kovačević, P., (1983). *Bonitiranje zemljišta*. *Agronomski glasnik* 5-6, 639-691, Zagreb
- FAO (1976): *A Framework for Land Evaluation*. *Soil Bull. No. 32*, FAO, Rome and ILRI, Wageningen, Publ. No. 22
- Project Council for the Soil Map of the Republic of Croatia: *Osnovna pedološka karta Republike Hrvatske u mjerilu 1:50 000, 16 listova za područje Brodsko-posavske županije i pripadajući tumači*. Arhiva Zavoda za pedologiju na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.
- Pravilnik o bonitiranju zemljišta, N.N. 47/82, Zagreb