

Thematic Working Map in GIS Environment

Stjepan HUSNJAK¹

Matko BOGUNOVIĆ¹

Mladen JURISIĆ²

Tomislav HENGL²

SUMMARY

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 are various maps. Until recently, preparing of such data was, no doubt, a rather complex. 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 preparing of necessary thematic maps.

The paper first presents the method of developing the Geographic and Land Information System (GIZIS) of the Karlovačka County which, although developed for the purpose of agricultural development, may also be used in ecology, environment protection, physical planning, water management and for soil conservation and regulation. Several examples illustrate the possibilities of preparing of specialized maps. 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 analysis this data, by digitalization, generalization and interpolation, were incorporated into an integrated database of the geographic and land information system by using Microstation, AutoCad, ArcInfo, ArcWiew and Access software and the corresponding hardware. GIZIS 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 organized in a way that enable prepare different thematic maps, but it can be also used in digital form allowing simple and easy access by the ArcWiew 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 specialized thematic maps at various scales. As an example of the use of GIZIS 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 percent of the total area of soil. As example of the use GIZIS in ecology, a thematic map showing content of humus was made, which should be performing as one of the starting-point base map for permanently monitoring chemical degradation of soil. The third example of the use of GIZIS is in physical planning, where the land classification map was made, defining soils of classes 1 through 5, which are protected by the law from being used for non-agricultural purposes. Such soils comprise the area of 189 057.0 ha, which is 56.79 percent 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 GIZIS is in land conservation and development. The specialized map was made showing the requirements for liming, which allows determining the distribution and areas of soils that require this agrotechnical measure

KEY WORDS

database, ecology, GIS technology, land, thematic maps

¹ Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Zagreb
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia
E-mail: shusnjak@agr.hr

² Faculty of Agriculture Osijek, University J. J. Strossmayer
Trg sv. Trojstva 3, 31 000 Osijek, Croatia

Received: January 12, 2003



Izrada tematskih karata u GIS okruženju

Stjepan HUSNJAK¹

Matko BOGUNOVIĆ¹

Mladen JURIŠIĆ²

Tomislav HENGL²

SAŽETAK

Za planiranje održivog razvoja i korištenja prostora potrebno je raspolagati velikim brojem kvalitetnih i pouzdanih informacija, temeljem čega je onda moguće donošenje pravovremenih i valjanih odluka. Jedan od najvažnijih oblika informacija predstavljaju razne kartografske podloge. Izrada takvih podloga do nedavno je bila dosta kompleksna. Danas je zahvaljujući GIS tehnologiji, moguće izraditi odgovarajuće Geografsko informacijske sustave s bazama podataka na temelju kojih je moguće relativno jednostavno i brzo izrađivati brojne potrebne tematske karte.

U radu se prikazuje način izrade Geografsko i zemljišnog informacijskog sustava (GIZIS) Karlovačke županije koji je rađen za potrebe razvoja poljoprivrede, a može se koristiti i u ekologiji, prostornom planiranju, vodnom gospodarstvu te u zaštiti i uređenju tala. Na nekoliko primjera prikazuje se mogućnost izrade raznih tematskih karata. 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 su zajedno s rezultatima dobivenim obradom i analizom podataka metodom digitalizacije, generalizacije i interpolacije ukomponirani u jedinstvenu bazu podataka geografskog i zemljišnog informacijskog sustava korištenjem softwera AutoCad, ArcInfo, ArcWiew i Accessa te odgovarajućih hardwarea. GIZIS baza podataka sastoji iz dva dijela. 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 tako se može koristiti i u digitalnom obliku uz korištenje Arc Wiew programskog paketa, čime se na relativno jednostavan i brzi način mogu dobiti brojne informacije.

Podaci uvršteni u bazu predstavljaju osnovu za izradu brojnih tematskih karta raznog mjerila. Kao primjer korištenja GIZIS-a za razvoj poljoprivrede, izrađena je tematska karta pogodnosti zemljišta za povrtlarsku proizvodnju, a temeljem koje je na osnovu inventarizacije površina utvrđeno da na području Županije ima 15 197,6 ha pogodnih tala za povrtlarstvo što predstavlja svega 4.56% ukupne površine tala. Izrađena je i karta sadržaja humusa koja bi trebala predstavljati jednu od polaznih podloga za trajni monitoring kemijske degradacije tala. Treći primjer korištenja GIZIS-a odnosi se na prostorno planiranje u sklopu čega je izrađena bonitetna karta temeljem koje je utvrđeno da je površina I-V bonitetne klase, koje su zakonom zaštićene u smislu da se ne smiju koristiti u nepoljoprivredne svrhe. Dakle, ovim se tlima mora pokloniti odgovarajuća pozornost u smislu zaštite od nekontrolirane i neopravdane prenamjene. U sklopu prikaza mogućnosti korištenja GIZIS-a za uređenje tala, izrađena je tematska karta potreba tla za kalcifikacijom, temeljem koje je moguće utvrditi prostorna rasprostranjenost te površina tala kod kojih postoji potreba za tom agrotehničkom mjerom.

KLJUČNE RIJEČI

baza podataka, ekologija, GIS tehnologija, tematska karta, zemljište

¹ Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za pedologiju
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: shusnjak@agr.hr

² Sveučilište J. J. Strossmayer Osijek, Poljoprivredni fakultet Osijek
Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

Primljeno: 12. siječnja 2003.



UVOD

Za planiranje održivog razvoja i racionalnog korištenja prostora danas je potrebno raspolagati s velikim brojem kvalitetnih i pouzdanih informacija temeljem kojih je onda moguće donošenje pravovremenih i valjanih odluka (Bogunović i Husnjak, 1998). Jedan od najvažnijih oblika informacija su razne kartografske podloge. Put do takvih kartografskih informacija do nedavno je bio vrlo kompleksan i iziskivao je puno rada i vremena. Međutim, danas je prije svega zahvaljujući GIS-tehnologiji, moguće izraditi odgovarajuće Geografsko Informacijske Sustave (GIS) s bazama podataka na temelju kojih je onda moguće na relativno jednostavan i brz način izrađivati brojne tematske karte, te time doći do neophodnih prostornih informacija za donošenje ispravnih odluka u sklopu planiranja, korištenja i gospodarenja zemljištem (Bogunović i Husnjak, 1999). Geografski informacijski sustav danas je standard u ekološkim, geološkim, građevinskim, geografskim, vojnim, energetskim, arheološkim, sociološkim te u mnogim drugim istraživačkim projektima (Jurišić i sur., 1998). GIS se pokazao izuzetno značajnim i praktički nezamjenljivim sustavom informacija, kojeg su visoko razvijene zemlje prihvatile kao modernu osnovu gospodarenja i planiranja, Ball, 1994). Za potrebe razvoja poljoprivrede, te za potrebe opće ekologije i prostornog planiranja na području Karlovačke županije izrađen je cjeloviti Geografski i Zemljišni Informacijski Sustav (GIZIS) koji predstavlja primjer suvremenog korištenja GIS-a u funkciji korištenja zemljišta u Hrvatskoj. Karlovačka županija dio je prostora makroregije središnje Hrvatske a prostire se na površini od 3.329 km², što predstavlja oko 5,9% ukupne površine Republike Hrvatske (slika 1.).



Slika 1. Položaj Županije karlovačke u Republici Hrvatskoj
Picture 1. County Karlovačka place in Republic of Croatia

Zemljište, kako ono u poljoprivredi tako i ono pod šumom na ovom području predstavlja prirodni resurs od strateške važnosti za daljnji gospodarski razvitak ove Županije. Stoga je neophodno dodijeliti mu

optimalnu namjenu u sklopu planiranja korištenja, te ga zaštititi od nekontrolirane i neopravdane prenamjene. U sklopu ekologije potrebno je utvrditi značajke tala te permanentno pratiti antropogene promjene kako bi se tlo zaštitilo od daljnjeg oštećenja. Naime, poznato je da su prirodni resursi tala za čovjekov opstanak i proizvodnju hrane ugroženi, stoga izrada aktivnog informacijskog sustava ima veliku važnost kako za utvrđivanje postojećeg stanja tako i za praćenje promjena (Jurišić i sur., 1999). Naime, višenamjenski geografski i zemljišni informacijski sustavi postaju danas jedna od osnovnih pretpostavki održivog razvitka (FAO, 1998).

Temeljem novih mogućnosti koje pruža GIS tehnologija u pedokartografskim istraživanjima izrađen je kompletni Geografski i Zemljišni Informacijski Sustav Karlovačke županije. Ovakav način istraživanja i organiziranja podataka, kao i rezultata istraživanja ima brojnih prednosti u odnosu na ranija klasična istraživanja. Pored ostalog, omogućeno je korisnicima ovakvih GIZIS-a da na relativno jednostavan i brz način, pomoću Arc View programskog paketa dođu do potrebnih kartografskih podloga, a time i do informacija neophodnih za donošenje ispravnih odluka u sklopu planiranja korištenja zemljišta kao i praćenja odnosno sprječavanja svih oblika degradacije tala.

U odnosu na brojne mogućnosti izrade raznih tematskih karata korištenjem GIZIS-a Županije, u ovom radu se prikazuje nekoliko primjera tematskih karata vezanih za potrebe intenzivnog razvoja poljoprivrede, ekologije, prostornog planiranja te za uređenje tala u funkciji njegove veće plodnosti.

CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Temeljni cilj istraživanja bio je izraditi cjeloviti Geografski i Zemljišni Informacijski Sustav (GIZIS) Županije karlovačke, a koji će biti u funkciji razvoja intenzivne poljoprivrede, ekologije, prostornog planiranja te uređenja poljoprivrednih i šumskih tala. U okviru tog cilja formulirani su slijedeći zadaci:

- izraditi osnovnu pedološku kartu prema normativima izrade semidetajlne 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, kao i osnovna kemijska svojstva oraničnog horizonta, primjerice sadržaj fosfora, kalija, humusa, karbonata, fiziološki aktivnog vapna), te ih organizirati u vidu baze podataka i geokodirano ih povezati s prostorom,
- prikazati rasprostranjenost pedoloških profila, a podatke koji se odnose na rezultate terenskih i lab-

oratorijskih analiza (morfološka, fizikalna i kemijska svojstva) organizirati u vidu baze podataka, te ih povezati s osnovnom pedološkom kartom,

- utvrditi potrebne mjere za daljnje uređenje tala u funkciji intenzivnog razvoja poljoprivrede (mjere za kalcifikacijom, zaštitom od erozije i bujica, dopunske agrotehničke zahvate, vrste gnojidbe, mjere odvodnje i dopuskog natapanja), te ih organizirati u vidu baze podataka i povezati s osnovnim kartografskim podacima,
- izvršiti 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,
- povezati sve ulazne podatke, kao i rezultate istraživanja, te formirati GIZIS na način da se omogući njegovo korištenje pomoću ArcView programa;

MATERIJAL I METODE RADA

Temeljni izvor pedoloških podataka za izradu Geografskog i Zemljišnog Informacijskog Sustava Županije karlovačke bila je Osnovna pedološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:50.000 u tiskanom i rukopisnom obliku s pripadajućim tumačima (xxx Projektni savjet; Bogunović i Rapajić, 1993), zatim regionalna monografija (Kovačević i sur., 1972), kao i brojne studije rađene za potrebe razvoja poljoprivrede i uređenja zemljišta na ovom području. Na temelju topografske karte mjerila 1:25.000, izdvojene su vodene površine (rijeke, jezera, ribnjaci), naselja te šumske površine. Digitalni podaci za granicu Županije i Općina te naselja dobiveni su od geodetske uprave.

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 izvršena je pomoću Microstation i AutoCad programa, dok je izrada poligonalne strukture izvršena pomoću ArcInfo programa. Baze podataka su izrađene pomoću programa Access. Povezivanje svih ulaznih podataka i rezultata istraživanja i formiranje GIZIS-a na kraju je izvršeno pomoću ArcInfo i ArcView programa.

Procjena višenamjenske pogodnosti zemljišta za korištenje u poljoprivredi izvršena je na temelju FAO kriterija procjene zemljišta (FAO 1976; Brinkman i Smyth 1972; Antonović i Vidaček 1979; Burrough 1989), a bonitetno vrednovanje zemljišta prema Pravilniku o bonitiranju zemljišta (xxx NN 1982) i prema Kovačević, (1983).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Na području Županije karlovačke za razne namjene digitalno je moguće izraditi veliki broj tematskih karata za područje Županije te posebno za područje u poljoprivredi kao i za područje pod šumom. U okviru vrednovanja prostornih značajki, digitalno su obrađena pojedina fiziografska svojstva terena, kao i fiziografska svojstva tla.

Na temelju utvrđenih značajki zemljišta, izvršeno je višenamjensko vrednovanje zemljišta za pojedine poljoprivredno-gospodarske grane (povrtlarstvo, vinogradarstvo, voćarstvo, ratarstvo, travnjaštvo, ribnjačarstvo i ostalo). Kao primjer korištenja GIZIS-a za tu svrhu izrađena je karta pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za povrtlarstvo čiji je isječak prikazan na slici 2.

Na temelju rezultata procjene pogodnosti kartiranih jedinica tla za povrtlarstvo koji su ukomponirani u

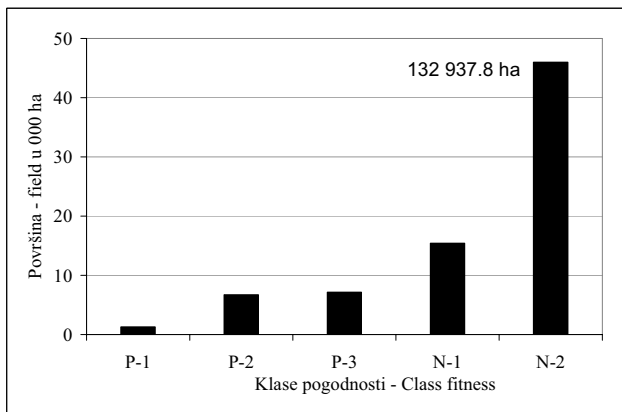


Slika 2.

Karta pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za povrtlarstvo

Picture 2.

Thematic map fitness of Land for Vegetables



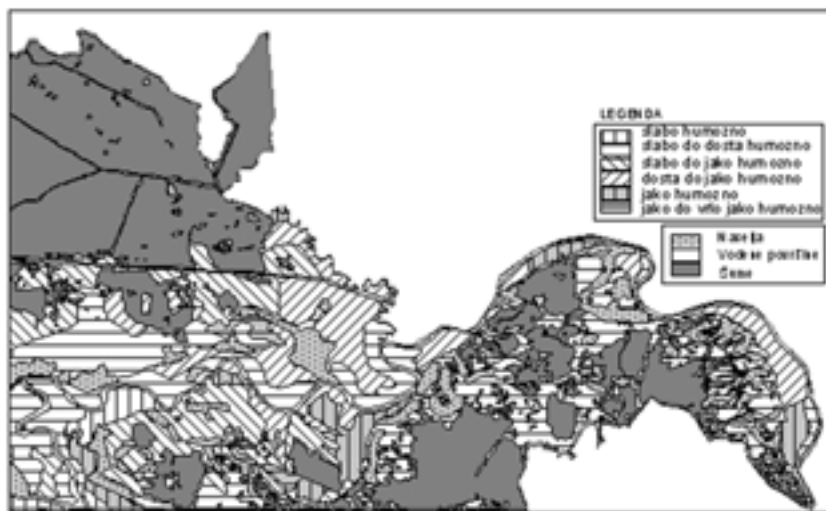
Graf 1. Površina klasa pogodnosti tla za povrtnarstvo
Graph 1. Field class of soil fitness for vegetables

cjeloviti GIZIS Karlovačke županije te uz odabir odgovarajućih naredbi u Arc View programskom paketu, bilo je moguće izraditi kartu na kojoj je prikazana prostorna rasprostranjenost pojedinih klasa i potklasa pogodnosti. Također je bilo moguće izvršiti i inventarizaciju površina kako bi se ustanovilo s kakvim resursima tala raspolaže Županija karlovačka s obzirom na povrtnarstvo. Utvrđeno je da na području Županije ima svega 15.198 ha ili 9,3% pogodnih tala za povrtnarstvo u odnosu na ukupne poljoprivredne površine. Od toga na prvu klasu ili klasu dobre pogodnosti tla (P-1) otpada samo 0,8%,

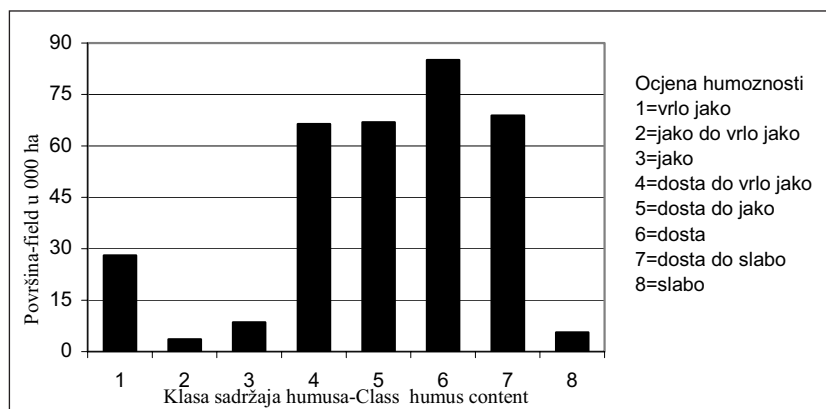
na drugu klasu (P-2) ili klasu umjereno pogodnih tala 4,1%, dok na treću klasu ili klasu ograničeno pogodnih tala (P-3) otpada 4,4%. Utvrđena je i površinska zastupljenost trenutno nepogodnih tala za povrtnarstvo (klasa N-1), odnosno onih tala kod kojih se raznim mjerama uređenja mogu otkloniti određena ograničenja, čime ova tla postaju pogodna. Takvih tala ima 15.420 ha ili 9,4 %, što ukazuje na značajne rezerve tala za budući razvoj ove grane poljodjelstva. Trajno nepogodnih tala (N-2) za povrtnarstvo ima čak 148.357 ha što čini 81% u odnosu na ukupne poljoprivredne površine (graf 1.).

Kao primjer korištenja GIZIS-a u ekologiji, izrađena je karta opskrbljenosti tla humusom je čiji isječak prikazan na slici 3.

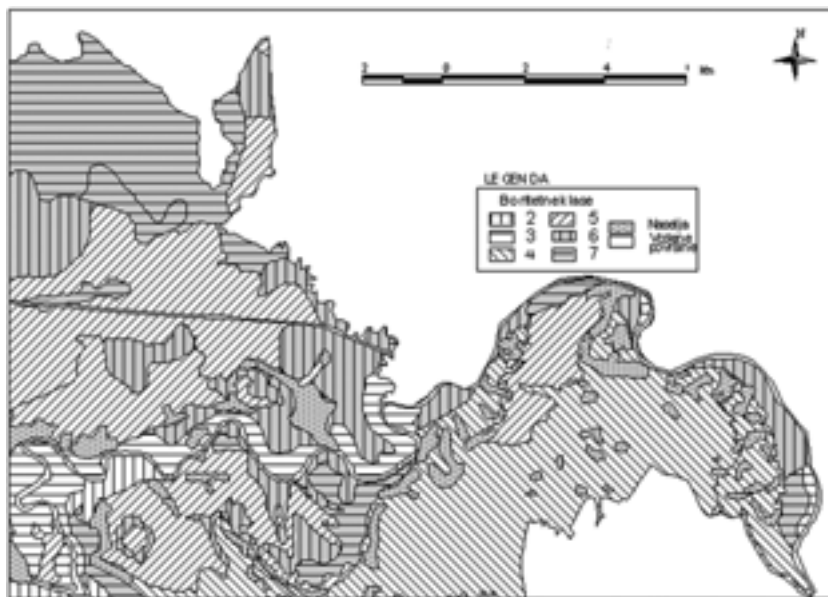
U svijetu vlada mišljenje da je u većini zemalja (posebno u razvijenijim europskim zemljama), dosadašnji način korištenja prirodnih resursa nespojiv s očuvanjem zdravog prirodnog okoliša te da nam prijete sve veća degradacija i onečišćenje tala (Oldeman 1992; Glavač 1999). U svezi s tim neophodno je započeti sa praćenjem (monitoringom) pojedinih načina degradacije i onečišćenja. Informacije, kao i tematske karte koje pruža GIZIS Županije karlovačke mogu predstavljati polazne osnove za početak praćenja pored ostalog i kemijske degradacije tala. Karta opskrbljenost tla humusom u tom smislu može



Slika 3.
Karta opskrbljenosti tla humusom
Picture 3.
Provided map of soil with the humus



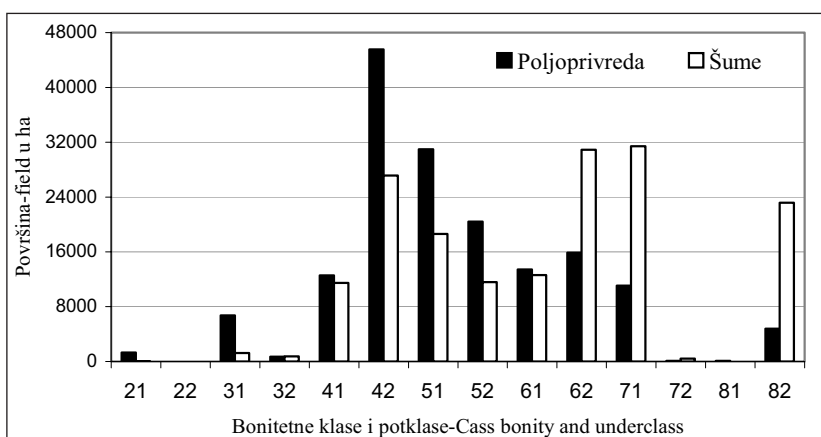
Graf 2.
Površina klasa sadržaja humusa
Graph 2.
Field Class humus content



Slika 4.
Bonitetna karta zemljišta kao temelj zaštite tla od nekontrolirane i neopravdane prenamjene u druge svrhe izvan poljoprivrede

Picture 4.

Soil quality map as basic soil protection from non control and non precarious application in second non agricultural purpose



Graf 3.

Površina bonitetnih klasa i potklasa

Graph 3.

Class bonity field and underfield

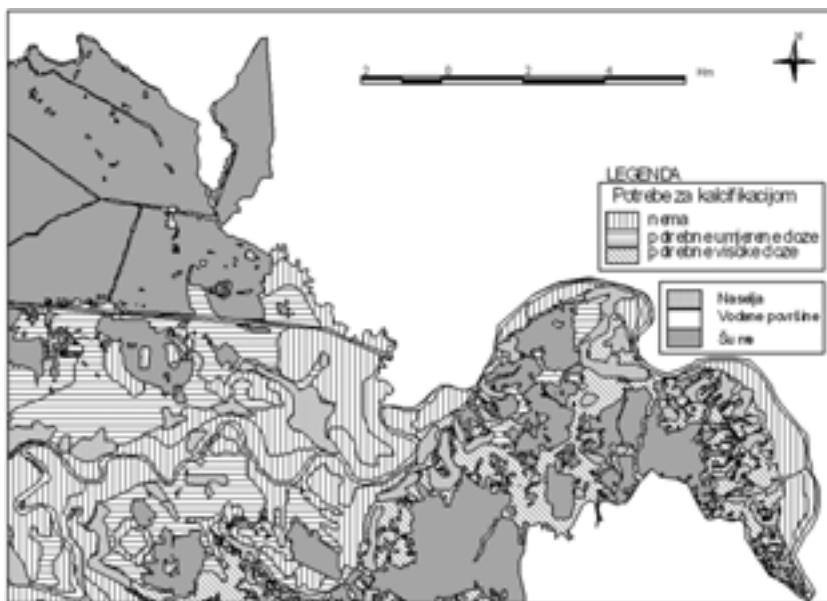
predstavljati osnovnu podlogu na kojoj će se temeljiti daljnje praćenje degradacije organske tvari koja je naročito prisutna na poljoprivrednim tlima. Temeljem navedene karte odnosno inventarizacije površina, utvrđeno je da najmanju površinu tala zauzima klasa s jako humoznim tlima i to svega 1.1%, dok najveću površinu zauzima klasa dosta do jako humoznih tala koja zauzima 20.1% u odnosu na ukupnu površinu tala na Županiji (graf 2.).

Za potrebe prostornog planiranja i izradu prostornih planova izrađena je bonitetna karta zemljišta kao temelj zaštite tla od nekontrolirane i neopravdane prenamjene u druge svrhe izvan poljoprivrede, a čiji je isječak prikazan na slici 4.

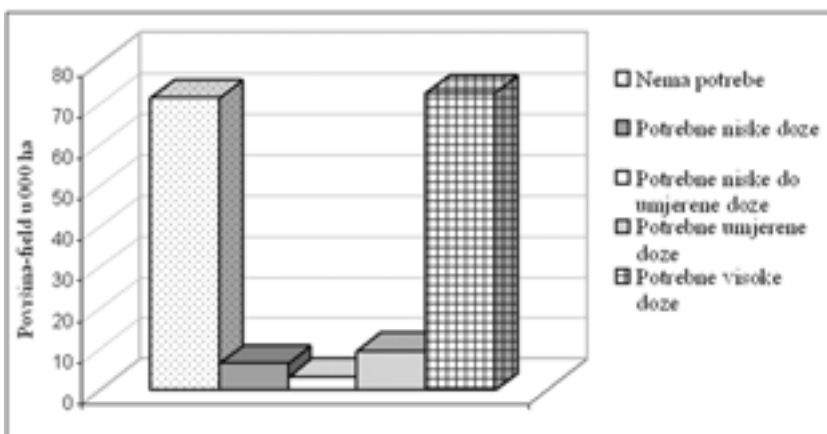
Ova bonitetna karta pruža neophodne informacije prostornim planerima kako bi se svakom prostoru u sklopu izrade prostornih planova odnosno planiranja korištenja prostora dodijelila optimalna namjena te kako bi se najkvalitetnija tla mogla zaštititi. Naime, prema nacionalnom zakonu (xxx NN 1994), potrebno je zaštititi zemljišta od I-V bonitetne klase. Obrada podataka izvršena je pomoću ArcView programa i dobivena je prostorna i kvalitetna distribucija po

bonitetnim klasama i potklasama. Inventarizacijom površina pojedinih bonitetnih klasa i potklasa utvrđena je velika zastupljenost tala I-V bonitetne klase koje su zakonom zaštićene te im se mora pokloniti odgovarajuća pozornost u smislu zaštite. U odnosu na ukupnu površinu tih tala ima 189.057 ha ili 56.8%. Veći dio ili 118 254 ha nalazi se na poljoprivrednim površinama, a 70803 ha pod šumom (graf 3.).

Posebno su digitalno obrađeni pedološki podaci u okviru uređenja tla za potrebe intenzivne biljne proizvodnje čiji rezultati su ukomponirani u GIZIS. S tim u svezi, moguće je utvrditi ograničenja tla za intenzivnu biljnu proizvodnju te također izraditi više tematskih karata (za melioracije, podrivanje, krtičnu drenažu, meliorativnu gnojdbu, natapanje, kalcifikaciju i ostalo) kako bi se ta ograničenja otklonila. Kao primjer korištenja GIZIS Županije karlovačke za potrebe uređenja kiselih poljoprivrednih tala kako bi se i ona mogla nesmetano koristiti u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji, izrađena je karta potrebe tla za kalcifikacijom, čiji je isječak prikazan na slici 5.



Slika 5. Karta potreba tla za kalcifikacijom
Picture 5. Soil necessary map for calcify



Graf 4. Potrebe poljoprivrednih tala za kalcifikacijom
Graph 4. Agricultural soil necessary for calcify

Analizom 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 na osnovi čega je utvrđeno da na području Županije karlovačke ima 92 084 ha poljoprivrednih tala (što predstavlja 56% u odnosu na ukupnu površinu poljoprivrednog zemljišta) kod kojih postoji potreba za kalcifikacijom raznog intenziteta (graf 4.).

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

Zaključak

Za potrebe daljnjeg razvoja poljoprivrede, ekologije i prostornog planiranja Županije karlovačke, izrađen je kompleksni Geografski i Zemljišni Informacijski Sustav (GIZIS). Ovakav način istraživanja i izrade projekata ima brojne prednosti u odnosu na dosadašnje načine rada. Ove prednosti čine široke mogućnosti digitalne interpretacije podataka i rezultata istraživanja, čime

se omogućava korisnicima dobivanje pouzdanih pored ostalih i kartografskih informacija na relativno jednostavan i brz način. U radu su prikazani primjeri moguće izrade tematskih karata na osnovu GIZIS-a neophodnih za potrebe ekologije, zatim za planiranje daljnjeg razvoja poljoprivredne proizvodnje te za prostorno planiranje kao i primjeri vršenja različitih inventarizacija površina čime se vrlo brzo može doći do konkretnih podataka o površine kao i o kvaliteti zemljišnih resursa. Put do takvih informacija bez izrade GIZIS-a 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
- Ball G. (1994): Ecosystem Modeling with GIS, Water Resources Bulletin, 30, pp 441-452.
- Bogunović M., Husnjak S. (1988): GIS in Modern Pedology, Proceedings GIS Croatia 98. International Geographic Information System Conference, Osijek, pp 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 of 19th International Cartographic Conference (ICA), Ottawa, Canada, pp 412-428
- Bogunović M., Rapajić M. (1993): Digitalizacija Osnovne pedološke karte Republike Hrvatske, Bilten za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 65-76
- Brinkman R., Smyth A.J. (Eds.) (1972): Land evaluation for rural purposes», Summary of an Expert Consultation, Wageningen, The Netherlands, 6-12 October. Int. Inst. for Land reclamation and Improvement, Publ. No. 17
- Burrough P.A. (1989): Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford, 194
- FAO (1976): A framework for land evaluation, Soil Bull. No. 32, FAO, Rome and ILRI, Wageningen, Publ. No. 22
- FAO (1998): Geographic Information System in Sustainable Development, Food and Agriculture Org. of the United Nations. Development series 104
- Glavač V. (1999): Uvod u globalnu ekologiju. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša; Hrvatske šume, javno poduzeće za gospodarenje šumama i šumskim zemljištem u Republici Hrvatskoj
- Jurišić M., Hengl T., Bukvić Ž., Emert R. (1998): Geoinformacijske tehnologije i gospodarenje okolišem. Strojarsvo, Vol. 40, br. 5-6, 215-221
- Jurišić M., Hengl T., Duvnjak V., Martinić I. (1999): Agroekološki i zemljišni informacijski sustav, Strojarsvo, Vol. 41, br. 5-6, 223-231
- Kovačević P., Mirjana Kalinić, Pavlić V., Bogunović M. (1972): Tla Gornje Posavine, Institut za pedologiju i tehnologiju tla, Zagreb
- Kovačević P.(1983): Bonitiranje zemljišta», Agronomski glasnik Zagreb, 5-6, 639-691
- Oldeman L.R.(1992): Global Extent of Soil Degradation», International Soil Reference and Information Centre, Bi-annualReport 1991-1992., Wageningen
- xxx N.N. 47/1982 Pravilnik o bonitiranju zemljišta
- xxx NN 54/1994
- xxx: Projektni savjet za izradu pedološke karte, «Osnovna pedološka karta Republike Hrvatske u mjerilu 1:50.000», 16 listova za područje Karlovačke županije i pripadajući tumači. Arhiv Zavoda za pedologiju na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.

 acs68_03