

## GEOINFORMATIČKA OBRADA PEDOLOŠKIH PODATAKA ZA UZGOJ POVRĆA NA PODRUČJU SISAČKO- MOSLAVAČKE ŽUPANIJE

### GEOINFORMATIC PROCESSING OF PEDOLOGICAL DATA FOR VEGETABLE FARMING IN THE SISAK-MOSLAVINA COUNTY

**S. Husnjak, M. Bogunović, M. Jurišić**

#### SAŽETAK

Sisačko-moslavačka županija zauzima oko 8% ukupne površine Republike Hrvatske. Poljoprivredne površine na ovom području, iako su značajne po površini i pogodnosti, nedovoljno su iskorištene za uzgoj povrća. Jedan od razloga je i nepostojanje odgovarajućih informacija o pogodnosti tla za uzgoj povrća kao i ostalih informacija važnih za povrtlarstvo. Na temelju GIS tehnologije moguće je izraditi odgovarajuće Geografsko-informacijske sustave s bazama podataka te time doći do potrebnih informacija iz domene plodnosti tla. U radu prvo prikazujemo način izrade Geografskog i zemljišnog informacijskog sustava (GIZIS) Sisačko-moslavačke županije. Temeljne podatke činili su podaci s Osnovnih pedoloških 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 metodom digitalizacije, generalizacije i interpolacije ukomponirani u jedinstvenu bazu podataka geografskog i zemljišnog informacijskog sustava korištenjem softwera AutoCad, Microstation, ArcInfo, ArcWiew i Accessa te odgovarajućih hardwarea. Potom se u radu prikazuju različiti putevi dobivanja informacija važnih za planiranje intenzivnog razvoja povrćarstva, kao što su pretraživanje podataka kroz GIZIS, postavljanje upita te izrada karte pogodnosti tla za uzgoj povrća na temelju koje su zatim utvrđene površine tla. Na području ove Županije ima 75 695 ha pogodnih te 160 057 ha nepogodnih

tala za uzgoj povrća. Bez primjene GIS tehnologije i izrade informacijskih sustava, put do takvih informacija zasigurno bi bio znatno kompleksniji i dugotrajniji, te stoga izrada GIS projekata ima brojnih prednosti u odnosu na dosadašnje klasične načine istraživanja i korištenja dobivenih rezultata.

*Ključne riječi:* GIS tehnologija, GIZIS, tlo, karta pogodnosti, uzgoj povrća

#### ABSTRACT

The Sisak-Moslavina County comprises about 8 percent of the territory of the Republic of Croatia. Agricultural land in this county, although important with regard to its area and quality, is not adequately used for vegetable farming. One of the reasons is the absence of relevant information on soil suitability on vegetable growing, as well as any other information. Using GIS technology, it is possible to work out corresponding geographic information systems with databases and obtain the required information on soil fertility. The paper first presents the method the Geographic and Land Information System (GIZIS) of the Sisak-Moslavina County was produced. The basic data included the data from the basic soil and topographic maps of the Republic of Croatia at the scale of 1:50,000 and the data from other studies prepared for the purposes of agricultural development of the County. These data were, through digitalization, generalization and interpolation, incorporated into an integrated database of the geographic and land information system by using the software AutoCad, Microstation, ArcInfo, ArcView and Access, and the corresponding hardware. Next, the paper illustrates different ways of obtaining the information relevant for planning intensive development of vegetable farming, such as data search through GIZIS, putting questions, and preparing maps of soil suitability for vegetable growing, which then served for determining areas. On the territory of the County, there are 75,695 hectares of suitable, and 160,057 hectares of unsuitable soils for vegetable growing. Without application of GIS technology and information systems, the way to such information would certainly be considerably more complex and lengthy, and therefore elaboration of GIS projects has a number of advantages, compared to the existing conventional methods of research and use of results obtained.

*Key words:* GIS technology, GIZIS, soil, soil suitability map, vegetable farming



## UVOD

Sisačko-moslavačka županija dio je prostora makroregije središnje Hrvatske koja se prostire na površini od 4 467,98 km<sup>2</sup>, što predstavlja oko 8% ukupne površine Republike Hrvatske, slika 1. Poljoprivredne površine na ovom području predstavljaju prirodni resurs od strateške važnosti za daljnji gospodarski razvitak ovog područja, stoga im je važno dodijeliti optimalnu namjenu te ih zaštititi od nekontrolirane i neopravdane prenamjene. Na području Sisačko-moslavačke županije, prirodni uvjeti (tlo, voda, klima) su nedovoljno iskorišteni za proizvodnju povrća, i to kako svježeg povrća za opskrbu većih urbanih cjelina, tako i povrća za preradu, Borošić (2000). Jedan od razloga je nepostojanje odgovarajućih informacija o prostornoj rasprostranjenosti tala pogodnih za uzgoj povrća kao i njihovoj ukupnoj površini, zatim informacija o značajkama tih tala, potrebnim mjerama za daljnje uređenje i dr. Naime, za planiranje intenzivnog razvoja svih grana poljoprivrede, pa tako i povrćarstva, na razini jedne županije, potrebno je raspolagati s velikim brojem kvalitetnih i pouzdanih kartografskih i numeričkih informacija o tlu, reljefu, klimi, itd., na temelju kojih je onda moguće donošenje ispravnih odluka, Bogunović i Husnjak (1998). Put do takvih 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 doći do brojnih neophodnih informacija, Bogunović i Husnjak (1999 i 2000). Geografski informacijski sustav danas je standard u ekološkim, geološkim, poljoprivrednim, geografskim, šumarskim, vojnim, arheološkim kao i u mnogim drugim istraživačkim projektima, Jurišić i sur. (1998 i 1999). GIS se pokazao izuzetno značajnim i praktički nezamjenljivim sustavom informacija, kojeg su visoko razvijene zemlje prihvatile kao modernu osnovu gospodarenja i planiranja, Ball (1994). Pored toga, višenamjenski geografski i zemljišni informacijski sustavi postaju danas jedna od osnovnih pretpostavki održivog razvitka, Burrough (1989), FAO, (1998). Za potrebe daljnjeg razvoja poljoprivrede na području Sisačko-moslavačke županije, izrađen je kompleksni Geografski i Zemljišni Informacijski Sustav (GIZIS), koji je namijenjen prije svega za daljnji razvoj poljoprivrede na ovome području, ali se isto tako može koristiti i u drugim djelatnostima vezanim uz korištenje zemljišta, kao što su šumarstvo, prostorno planiranje, vodno

gospodarstvo, itd. U ovom radu prikazujemo način izrade spomenutog GIZIS-a Sisačko-moslavačke županije te jedan mali dio širokih mogućnosti korištenja GIZIS-a i dobivanja potrebnih informacija koje se odnose na rezultate procjene pogodnosti tla za uzgoj povrća.

## CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Temeljni cilj istraživanja bio je izraditi cjelovit Geografski i Zemljišni Informacijski Sustav (GIZIS) Županije sisačko-moslavačke koji će biti pored ostalog, u funkciji razvoja intenzivne poljoprivrede, te prikazati mogućnost dobivanja informacija važnih za planiranje intenzivnog razvoja povrćarstva. U okviru tog cilja formulirani su sljedeći zadaci:

- izraditi kompilacijsku pedološku kartu prema normativima izrade semidetajlne karte (mjerila 1:50.000) s pedološkom bazom podataka kao osnovom za odabir relevantnih podataka za uzgoj povrća
- odrediti temeljne značajke kartiranih jedinica tla prema matičnom substratu, nagibu terena, dreniranosti, načinu vlaženja i korištenja, vegetacijskom pokrovu i ekološkoj dubini, te osnovna kemijska svojstva organskog horizonta (sadržaj fosfora, kalija, humusa, karbonata, fiziološki aktivnog vapna), te ih organizirati u vidu baze podataka i geokodirano ih povezati s prostorom u funkciji proizvodnje povrća
- utvrditi potrebne zahvate za daljnje uređenje tala u funkciji intenzivne proizvodnje povrća (mjere za kalcifikaciju, zaštitu od erozije i bujica, dopunski agrotehnički zahvati, vrste gnojidbe, mjere odvodnje i dopunskog natapanja), te ih organizirati u vidu baze podataka i povezati s osnovnim kartografskim podacima
- izvršiti procjenu pogodnosti zemljišta za uzgoj povrća, te povezati sve ulazne podatke i formirati GIZIS.

## MATERIJALI I METODE RADA

Temeljni izvor pedoloških podataka za izradu Geografskog i zemljišnog informacijskog sustava Županije sisačko-moslavačke bila je Osnovna pedološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:50.000 u tiskanom obliku (slika 2) s



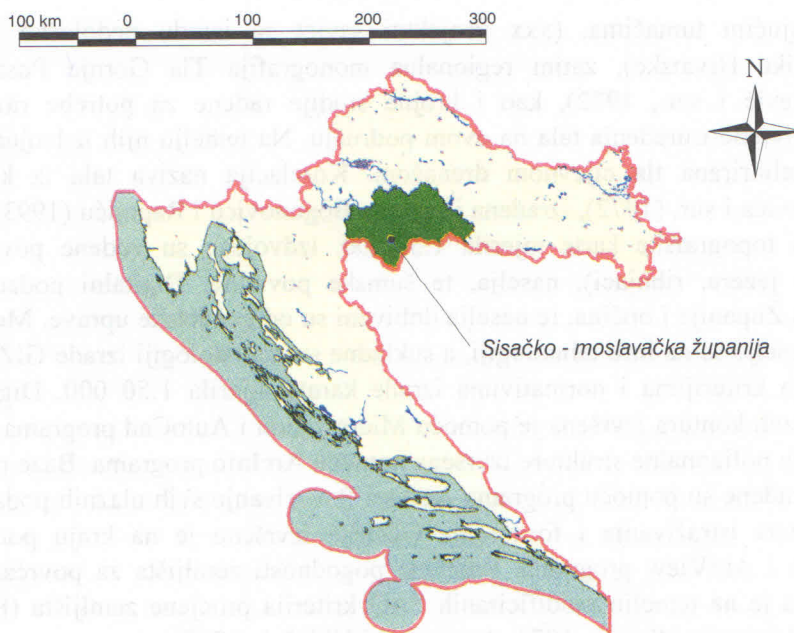
pripadajućim tumačima, (xxx Projektni savjet za izradu pedološke karte Republike Hrvatske), zatim regionalna monografija Tla Gornje Posavine (Kovačević i sur., 1972), kao i brojne studije rađene za potrebe razvoja poljoprivrede i uređenja tala na ovom području. Na temelju njih izdvojena su hidromeliorirana tla cijevnom drenažom. Korelacija naziva tala iz karata Kovačevića i sur. (1972), izrađena je prema Bogunoviću i Rapajiću (1993). Na temelju topografske karte mjerila 1:50.000, 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 izrađene su pomoću programa Access. Povezivanje svih ulaznih podataka i rezultata istraživanja i formiranje GIZIS-a izvršeno je na kraju pomoću ArcInfo i ArcView programa. Procjena pogodnosti zemljišta za povrćarstvo izvršena je na temelju modificiranih FAO kriterija procjene zemljišta (FAO, 1976; Brinkman i Smyth, 1972; Antonović i Vidaček, 1979).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Za potrebe razvoja poljoprivrede na području Sisačko-moslavačke županije izrađen je cjelovit Geografski i zemljišni informacijski sustav (GIZIS), koji je u okviru većeg projekta (Bogunović i Husnjak, 2000) izrađen na temelju ranije spomenutih GIS programa i snimljen na CD. Ovakav način istraživanja i organiziranja podataka, kao i rezultata istraživanja, ima brojnih prednosti u odnosu na ranija klasična istraživanja zbog brzine i jednostavnosti korištenja podataka.

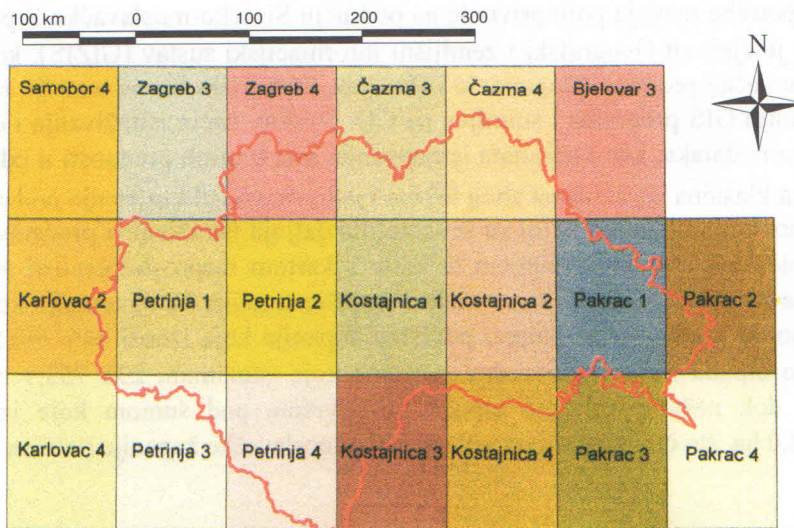
Osnovnu podlogu na kojoj su se temeljila daljnja istraživanja predstavljala je pedološka karta. Preklapanjem te karte s kartom rasprostranjenosti šuma, izrađena je pedološka karta za područje izvan šuma (slika 3), na temelju koje je utvrđeno da u odnosu na ukupnu površinu županije koja iznosi 446 797,5 ha, veći dio otpada na poljoprivredne površine koje zauzimaju 235 753,1 ha ili 52,8%, dok nešto manji dio otpada na površine pod šumom koje iznose 180 334,0 ha, što čini 40,4% područja Sisačko-moslavačke županije (tablica 1).

Slika 1. Položaj Županije sisačko-moslavačke u Republici Hrvatskoj  
 Figure 1. Situation of the Sisačko-moslavačka county in the Republic of Croatia



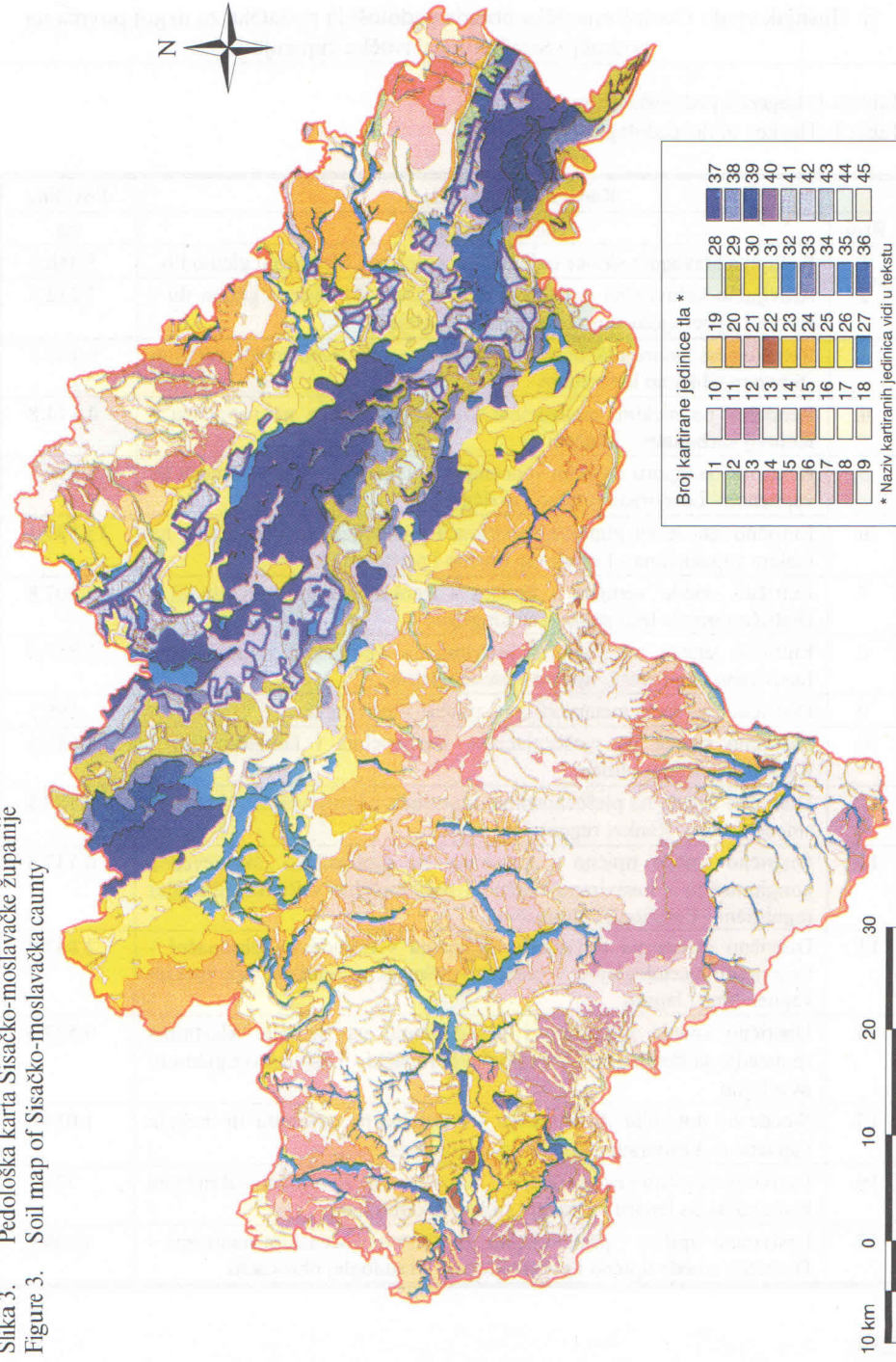
Slika 2. Raspored listova Osnovne pedološke karte mjerila 1 : 50 000  
 na području Županije sisačko-moslavačke

Figure 2. Scheme of basic pedological map sheets scale 1 : 50 000  
 in the area of Sisačko-moslavačka county





Slika 3. Pedološka karta Sisačko-moslavačke županije  
 Figure 3. Soil map of Sisačko-moslavačka county



S. Husnjak et al.: Geoinformatička obrada pedoloških podataka za uzgoj povrća na području Sisačko-moslavačke županije

Tablica 1: Legenda pedološke karte  
Table 1: The key of the pedological map

Kartirana jedinica tla		Površina
Broj	Sastav i struktura	ha
1.	Koluvij s prevagom sitnice oglejeni i neoglejeni - Močvarno glejno tlo	5.458,6
2.	Aluvijalno-koluvijalno oglejeno i neoglejeno - Močvarno glejno tlo - Koluvij s prevagom sitnice oglejeni i neoglejeni	7.282,6
3.	Rendzina na laporu i laporastim vapnencima - Eutrično smeđe vertično -Sirozem silikatno karbonatni	6.160,3
4.	Rendzina na mekim vapnencima i laporu - Smeđe na vapnencu - Koluvij karbonatni i izluženi	4.174,8
5.	Rendzina na laporu i mekim vapnencima - Distrično smeđe - Smeđe na vapnencu - Lesivirano tipično i akrično	3.299,3
6.	Eutrično smeđe na glinama, laporima i pješčenjacima - Rendzina na mekim vapnencima - Lesivirano tipično i pseudoglejno	13.593,1
7.	Eutrično smeđe vertično i tipično - Ranker eutrični, regolitični - Distrično smeđe lesivirano i pseudoglejno	3.107,8
8.	Eutrično smeđe na praporu, lesivirano - Obronačni pseudoglej - Lesivirano na praporu, tipično i pseudoglejno	2.859,4
9.	Distrično smeđe na metamorfittima, tipično i lesivirano	199,5
10.	Distrično smeđe na pješčenjacima, škriljvcima i konglomeratu - Ranker regolitični i litični	6.643,3
11.	Distrično smeđe na pješčenjacima, klastitima i škriljvcima - Eutrično smeđe tipično. Ranker regolitični i litični	2.188,3
12.	Distrično smeđe tipično i lesivirano na pješčenjaku, škriljvcu i konglomeratu - Lesivirano tipično i pseudoglejno - Ranker distrični regolitični - Pseudoglej obronačni	4.147,5
13.	Distrično smeđe na ilovačama i glinama - Pseudoglej obronačni - Lesivirano pseudoglejno i akrično - Smeđe i rendzina na mekim vapnencima i laporu	2.847,4
14.	Distrično smeđe lesivirano i pseudoglejno na pelitnim klastitima (ponegdje sa škriljcima) - Pseudoglej obronačni - Lesivirano tipično ili dvoslojno	9.523,5
15.	Smeđe na dolomitu ili vapnencu - Rendzina na dolomitu ili mekom vapnencu - Lesivirano akrično i pseudoglejno	1.054,0
16.	Lesivirano tipično i pseudoglejno - Eutrično smeđe vertično - Rendzina karbonatna na laporu - Sirozem silikatno karbonatni	374,7
17.	Lesivirano tipično i pseudoglejno na plio/pleistocenskim nanosima - Distrično smeđe tipično i pseudoglejno - Pseudoglej obronačni	4.259,6



S. Husnjak et al.: Geoinformatička obrada pedoloških podataka za uzgoj povrća na području Sisačko-moslavačke županije

Kartirana jedinica tla		Površina
Broj	Sastav i struktura	ha
18.	Lesivirano tipično na pješčenjacima i škriljevcima - Distrično smeđe tipično i lesivirano - Ranker regolitični	1.250,3
19.	Lesivirano tipično i pseudoglejno - Pseudoglej obronačni - Distrično smeđe pseudoglejno i tipično	2.373,2
20.	Lesivirano tipično i dvoslojno s podlogom gline - Pseudoglej obronačni - Distrično smeđe s ilovinama i glinama	2.132,6
21.	Smeđe podzolasto - Distrično smeđe na metamorfnim i eruptivnim stijenama - Ranker distrični	3,6
22.	Rigolana tla voćnjaka	469,7
23.	Pseudoglej obronačni - Pseudoglej na zaravni - Distrično smeđe pseudoglejno i tipično	8.866,9
24.	Pseudoglej obronačni - Distrično smeđe pseudoglejno i tipično - Lesivirano pseudoglejno	19.294,6
25.	Pseudoglej na zaravni i obronačni - Lesivirano tipično i pseudoglejno	6.760,3
26.	Pseudoglej na zaravni, dolina - Pseudoglej-glej - Močvarno glejno mineralno	22.436,6
27.	Aluvijalna karbonatna i ilovasta, vrlo duboka tla - Semiglej aluvijalni	4.119,3
28.	Aluvijalna karbonatna, ilovasta i pjeskovita plavljena tla	3.259,3
29.	Semiglej aluvijalni, karbonatni - Aluvijalno oglejeno i neoglejeno karbonatno - Hipoglej mineralni karbonatni	14.037,5
30.	Pseudoglej-glej - Pseudoglej na zaravni, dolina - Močvarno glejno mineralno	4.516,0
31.	Pseudoglej-glej - Močvarno glejno mineralno	4.003,9
32.	Hipoglej mineralni nekarbonatni - Amfiglej mineralni - Pseudoglej-glej - Pseudoglej na zaravni, dolina	7.534,7
33.	Hipoglej mineralni karbonatni - Amfiglej mineralni karbonatni - Semiglej aluvijalni karbonatni	5.578,6
34.	Hipoglej mineralni nekarbonatni - Amfiglej mineralni nekarbonatni	5.854,0
35.	Močvarno glejno hipoglejno i amfiglejno - Kolvij s prevagom sitnice oglejeni	8.169,1
36.	Amfiglej mineralni nekarbonatni - Hipoglej mineralni nekarbonatni - Pseudoglej-glej	4.287,8
37.	Vertični euglej mineralni nekarbonatni - Amfiglej mineralni nekarbonatni - Hipoglej mineralni nekarbonatni	13.141,9
38.	Amfiglej mineralni karbonatni - Hipoglej mineralni karbonatni	693,4
39.	Vertični euglej mineralni karbonatni - Amfiglej mineralni karbonatni - Hipoglej mineralni karbonatni	4.134,3

Nastavak na sljedećoj stranici

S. Husnjak et al.: Geoinformatička obrada pedoloških podataka za uzgoj povrća na području Sisačko-moslavačke županije

Nastavak s prethodne stranice

Kartirana jedinica tla		Površina
Broj	Sastav i struktura	ha
40.	Epiglej mineralni i humozni - Amfiglej mineralni, nekarbonatni	61,0
41.	Hidromeliorirano drenažom iz hipogleja, aluvijalno kolvijalnog i aluvijalnog tla	7.917,9
42.	Hidromeliorirano drenažom iz pseudogleja, pseudoglej-gleja i amfigleja	4.701,0
43.	Hidromeliorirano drenažom iz vertičnog eugleja	2.981,9
UKUPNO POLJOPRIVREDNE POVRŠINE		235.753,1
44.	Vodne površine	4.239,4
45.	Naselja	26.471,0
	Šume	180.334,0
SVEUKUPNA POVRŠINA ŽUPANIJE SISAČKO – MOSLAVAČKE		446.797,5

Za pojedine kartirane jedinice tla utvrđene su zatim brojne značajke tla, reljefa i klime, dok su za pedološke profile utvrđena pedofizikalna i pedokemijska svojstva, te su preporučene potrebne mjere za daljnje uređenje kao i zaštitu tala u funkciji intenzivnog korištenja poljoprivrednog zemljišta. Na temelju svih spomenutih podataka i utvrđenih ograničenja za intenzivnu biljnu proizvodnju, izvršena je zatim procjena pogodnosti tla za uzgoj povrća.

#### *Koncepcija i kriteriji procjene*

Zemljište kao predmet procjene obuhvaća fizikalni prostor – reljef (nagib, ekspozicija, nadmorska visina), atmosferu (klimu), pedosferu (tla), geologiju (matični supstrat i hidrogeološke uvjete), hidrosferu (površinske i/ili podzemne vode), vegetaciju (prirodne i antropogene biljne zajednice), te rezultate prošle i sadašnje aktivnosti čovjeka (hidromelioracije, terasiranje, duboka obrada, kemizacija i dr.), dakako u opsegu njihova utjecaja na pogodnost i mogućnosti namjenskog korištenja (modificirano prema FAO, 1976, Vidaček, Ž., 1976, odnosno prema Brinkman i Smith, 1973), zemljište je geografski određeno područje Zemljine površine sa svim obilježjima biosfere, vertikalno iznad i ispod, uključujući atmosferu, tlo, geološki supstrat, hidrološke prilike, biljne i životinjske populacije, rezultate prošle i sadašnje aktivnosti čovjeka, te obim i intenzitet djelovanja tih čimbenika na sadašnje i buduće mogućnosti korištenja.

Uvažavajući kriterije spomenute metode, procjena sadašnje pogodnosti tala/zemljišta za povrćarstvo Županije sisačko-moslavačke obuhvaća procjenu sistematskih i kartiranih jedinica tla, koje se svrstavaju u redove, klase i



potklase pogodnosti. Redovi određuju pogodnost (P) ili nepogodnost (N) tla, klase stupanj pogodnosti, odnosno P-1 su dobro pogodna tla, P-2 umjereno pogodna tla, P-3 ograničeno pogodna tla, N-1 su privremeno nepogodna tla, dok su N-2 trajno nepogodna tla za uzgoj povrća. Potklase pogodnosti i nepogodnosti određuju vrste i intenzitet ograničenja, uvažavajući kriterije i zahtjeve intenzivnih povrtnih kultura. Izdvojeno je više vrsta ograničenja te njihovih intenziteta prema sljedećem:

*Reljefni oblici (r)*

$r_1$  = uže doline vodotoka  
 $r_2$  = zatvorene depresije  
 $r_3$  = nizine  
 $r_4$  = brežuljci  
 $r_5$  = gore

*Nagib, % (n)*

$n_1$  = 0-3 ravno do skoro ravno  
 $n_2$  = 3-8 blage padine  
 $n_3$  = 8-16 umjerene padine  
 $n_4$  = 16-30 umjereno strme padine  
 $n_5$  => 30 strme padine

*Ekološka dubina tla (du), cm*

$du_1$  = vrlo plitka 0-15  
 $du_2$  = plitka 15-30  
 $du_3$  = srednje duboka 30-60  
 $du_4$  = duboka 60-120  
 $du_5$  = vrlo duboka >120

*Dreniranost (dr)*

$dr_1$  = vrlo slaba  
 $dr_2$  = slaba  
 $dr_3$  = nepotpuna  
 $dr_4$  = umjereno dobra  
 $dr_5$  = dobra  
 $dr_6$  = ponešto ekcesivna  
 $dr_7$  = ekcesivna

*Reakcija tla u MKCl (a)*

$a_1$  = jako kisela < 4,5  
 $a_2$  = kisela 4,6-5,5  
 $a_3$  = slabo kisela 5,6-6,5  
 $a_4$  = praktički neutralna 6,6-7,2  
 $a_5$  = bazična > 7,2

*Opskrbljenost fiziološko aktivnim fosforom (fo, mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tla) i kalijem (ko, mg K<sub>2</sub>O/100 g tla za povrtnu kulturu)*

$fo_1 - ko_1$  = vrlo slabo < 15  
 $fo_2 - ko_2$  = slabo 15-30  
 $fo_3 - ko_3$  = dobro >30

*Sadržaj humusa (hu), %*

$hu_1$  = vrlo slabo humozno < 1%  
 $hu_2$  = slabo humozno 1-3 %  
 $hu_3$  = dosta humozno 3-5 %  
 $hu_4$  = jako humozno 5-10%  
 $hu_5$  = vrlo jako humozno > 10%

*Sadržaj CaCO<sub>3</sub>, %*

$ka_1$  = nekarbonatno i slabo karbonatno <10  
 $ka_2$  = srednje karbonatno 10-30  
 $ka_3$  = jako karbonatno >30

*Vertičnost, vt >35% gline*

S. Husnjak et al.: Geoinformatička obrada pedoloških podataka za uzgoj povrća na području Sisačko-moslavačke županije

*Sadržaj aktivnog vapna, %*

vp<sub>1</sub> = malo aktivnog vapna < 4  
 vp<sub>2</sub> = sa srednjom količinom 4-13  
 vp<sub>3</sub> = bogato vapnom > 13

*Klima - mraz, magla (k)*

*Skeletnost (sk)*

sk<sub>1</sub> = > 50% skeleta  
 sk<sub>2</sub> = < 50% skeleta

*Režim vlažnosti*

mv = povremeni manjak vode u tlu  
 vv = povremeni višak vode  
 sv = stagnirajuće oborinske vode  
 pv = poplavne vode  
 v = visoka razina podzemne vode

*e = erozija vodom - stupanj opasnosti*

e<sub>1</sub> = mala opasnost  
 e<sub>2</sub> = umjerena opasnost  
 e<sub>3</sub> = velika opasnost

*Procjena sistematskih jedinica tla*

Na temelju navedenih kriterija, razvrstane su sve sustavne jedinice tla s gledišta pogodnosti tla za uzgoj povrtlarskih kultura u pet klasa pogodnosti, (tablica 2). Glavni kriteriji za procjenu pogodnosti tla za uzgoj povrća bila su svojstva tla i blizina vode, uključujući mogućnost navodnjavanja povrtlarskih kultura u proizvodnji.

Tablica 2: Sadašnja pogodnost sustavnih jedinica tla za povrtlarstvo  
 Table 2: Soil suitability of systematic units for vegetable farming

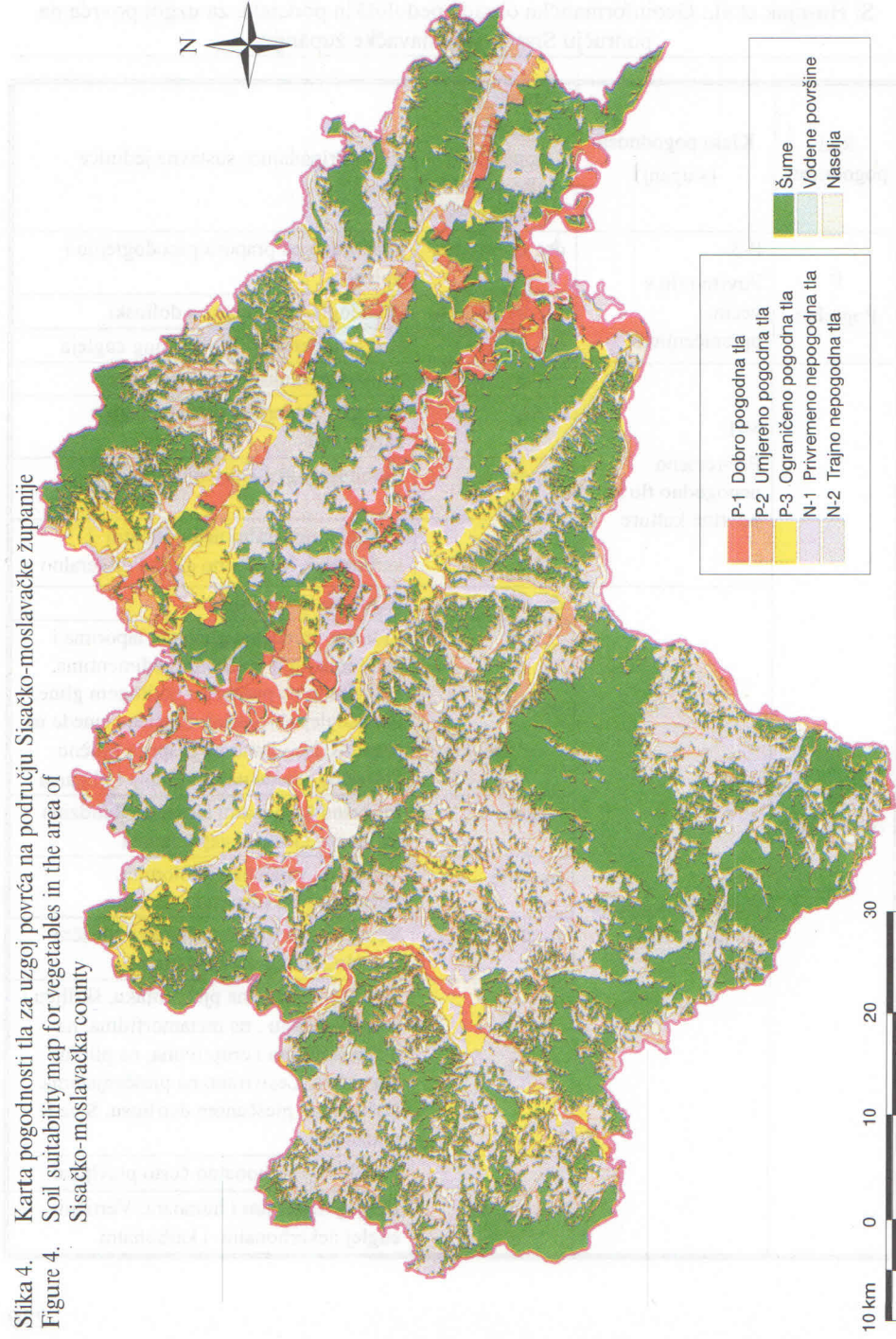
Red pogodnosti	Klasa pogodnosti (stupanj)	Potklasa i jedinica pogodnosti (glavne vrste ograničenja)	Pripadajuće sustavne jedinice
P Pogodno	P-1 Dobra tla za povrtne kulture	fo <sub>1</sub> , ko <sub>1-2</sub>	Koluvij neoglejeni, Aluvijalno koluvijalno neoglejeno
		fo <sub>1</sub> , ko <sub>2</sub>	Aluvijalno karbonatno neoglejeno, Aluvijalno livadno, Hidromeliorirano iz hipogleja, aluvija i aluvijalno koluvijalnog
	P-2 Umjereno dobra tla za povrtne kulture	v, dr <sub>3</sub> , fo <sub>1</sub> , ko <sub>2</sub>	Koluvijalno oglejena, Aluvijalno karbonatna oglejena, Hidromeliorirano iz amfogleja, pseudogleja i pseudoglej-gleja



S. Husnjak et al.: Geoinformatička obrada pedoloških podataka za uzgoj povrća na području Sisačko-moslavačke županije

Red pogodnosti	Klasa pogodnosti (stupanj)	Potklasa i jedinica pogodnosti (glavne vrste ograničenja)	Pripadajuće sustavne jedinice
P Pogodno	P-3 Povrtno tlo s većim ograničenjima	dr <sub>3</sub> , a <sub>2</sub> , fo <sub>1</sub> , ko <sub>1</sub>	Lesivirano na praporu pseudoglejno i tipično
		sv, dr <sub>2</sub> , fo <sub>1</sub> , ko <sub>1</sub>	Pseudoglej na zaravni i dolinski
		dr <sub>3</sub> , vt, fo <sub>1</sub>	Hidromeliorirano iz vertičnog eugleja
N Nepogodno	N-1 Privremeno nepogodno tlo za povrtne kulture	vv, dr <sub>3</sub> , r <sub>1</sub>	Aluvijalno koluvijalno oglejeno
		v, dr <sub>2</sub>	Hipoglej mineralni nekarbonatni i karbonatni
		vv, dr <sub>1</sub> , a <sub>2-3</sub> , fo <sub>1</sub> , ko <sub>1</sub>	Pseudoglej-glej eutrični i distrični
		vv, dr <sub>1</sub>	Amfiglej mineralni nekarbonatni i karbonatni, Močvarno glejno mineralno
	N-2 Trajno nepogodno tlo za povrtne kulture	dr <sub>3</sub> , a <sub>2</sub> , n <sub>2</sub>	Rigolano tlo voćnjaka
		n <sub>2-3</sub> , e <sub>2</sub>	Eutrično smeđe na glinama, laporima i pješčenja-ku, i jezerskim sedimentima, Lesivirano na praporu s podlogom gline, Pseudoglej obronačni, Eutrično smeđe na praporu, lesivirano na praporu tipično, Distrično smeđe na ilovačama i glinama
		n <sub>3-4</sub> , e <sub>3</sub>	Silikatno karbonatni sirozem, Rendzina na laporu i mekim vapnencima
		n <sub>3-4</sub> , du <sub>3</sub>	Smeđe na vapnencu i dolomitu, Lesivirano na vapnencu, akrično
		n <sub>4</sub> , du <sub>2</sub>	Rendzina na dolomitu Ranker eutrični distrični, te regolitični i litični
		n <sub>4-5</sub> , a <sub>1</sub>	Distrično smeđe na pješčenjaku, škriljcu i konglo-meratu, na metamorfitima, na metamorfitima i eruptivima, na plitkim klastitima, Lesivirano na pješčenjacima, škriljcima i pješčanom detritusu, Smeđe podzolasto
		vv	Aluvijalno karbonatno često plavljeno
		vv, dr <sub>1</sub> , vt	Epiglej mineralni i humozni, Vertični euglej nekarbonatni i karbonatni

Slika 4. Karta pogodnosti tla za uzgoj povrća na području Sisačko-moslavačke županije  
Figure 4. Soil suitability map for vegetables in the area of Sisačko-moslavačka county



*Procjena kartiranih jedinica tla*

Procjena kartiranih jedinica tla izvršena je tako da je svakoj kartiranoj jedinici tla dodijeljena ona klasa pogodnosti koja je utvrđena za dominantnu ili prvu sustavnu jedinicu tla. Rezultati su prikazani na tablici 3.

Tablica 3: Pogodnost kartiranih jedinica tla za povrćarstvo  
Table 3: Soil suitability of mapping units for vegetable farming

Red pogo.	Potklasa pogodno.	Kartirana jedinica tla		Površina, ha
		Broj	Sastav	
P-1	fo <sub>1</sub> , ko <sub>2</sub>	27	Aluvijalna karbonatna i ilovasta, vrlo duboka tla - Semiglej aluvijalni	4.119,3
		29	Semiglej aluvijalni, karbonatni - Aluvijalno oglejeno i neoglejeno karbonatno - Hipoglej mineralni karbonatni	14.037,5
		41	Hidromeliorirano drenažom iz hipogleja, aluvijalno koluvijalnog i aluvijalnog tla	7.917,9
P-2	v, fo <sub>1</sub> , ko <sub>2</sub>	1	Koluvij s prevagom sitnice oglejeni i neoglejeni - Močvarno glejno tlo	5.458,6
		2	Aluvijalno-koluvijalno oglejeno i neoglejeno - Močvarno glejno tlo - Koluvij s prevagom sitnice oglejeni i neoglejeni	7.282,6
	v, dr <sub>3</sub> , fo <sub>1</sub> , ko <sub>2</sub>	42	Hidromeliorirano drenažom iz pseudogleja, pseudoglej-gleja i amfigleja	4.701,0
P-3	sv, dr <sub>2</sub> , fo <sub>1</sub> , ko <sub>1</sub>	25	Pseudoglej na zaravni i obronačni - Lesivirano tipično i pseudoglejno	6.760,3
		26	Pseudoglej na zaravni, dolina - Pseudoglej-glej - Močvarno glejno mineralno	22.436,6
	dr <sub>2</sub> , vt, fo <sub>1</sub> , ko <sub>2</sub>	43	Hidromeliorirano drenažom iz vertičnog eugleja	2.981,9
N-1	vv, dr <sub>1</sub> , a <sub>2</sub> , fo <sub>1</sub> , ko <sub>1</sub>	30	Pseudoglej-glej - Pseudoglej na zaravni, dolina - Močvarno glejno mineralno	4.516,0
		31	Pseudoglej-glej - Močvarno glejno mineralno	4.003,9
	v, dr <sub>2</sub>	32	Hipoglej mineralni nekarbonatni - Amfiglej mineralni - Pseudoglej-glej - Pseudoglej na zaravni, dolina	7.534,7
		33	Hipoglej mineralni karbonatni - Amfiglej mineralni karbonatni - Semiglej aluvijalni karbonatni	5.578,6
		34	Hipoglej mineralni nekarbonatni - Amfiglej mineralni nekarbonatni	5.854,0
		35	Močvarno glejno hipoglejno i amfiglejno - Koluvij s prevagom sitnice oglejeni	8.169,1

Nastavak na sljedećoj stranici



S. Husnjak et al.: Geoinformatička obrada pedoloških podataka za uzgoj povrća na području Sisačko-moslavačke županije

Nastavak s prethodne stranice

Red pogo.	Potklasa pogodno.	Kartirana jedinica tla		Površina, ha
		Broj	Sastav	
N-1	vv, dr <sub>1</sub>	36	Amfiglej mineralni nekarbonatni - Hipoglej mineralni nekarbonatni - Pseudoglej-glej	4.287,8
		38	Amfiglej mineralni karbonatni - Hipoglej mineralni karbonatni	693,4
	n <sub>4</sub> , e <sub>3</sub>	3	Rendzina na laporu i laporastim vapnencima - Eutrično smeđe vertično - Sirozem silikatno karbonatni	6.160,3
	n <sub>3-4</sub> , e <sub>2</sub>	4	Rendzina na mekim vapnencima i laporu - Smeđe na vapnencu - Koluvij karbonatni i izluženi	4.174,8
		5	Rendzina na laporu i mekim vapnencima - Distrično smeđe Smeđe na vapnencu - Lesivirano tipično i akrično	3.299,3
N-2	n <sub>2-3</sub> , e <sub>2</sub>	6	Eutrično smeđe na glinama, laporima i pješčenjacima - Rendzina na mekim vapnencima - Lesivirano tipično i pseudoglejno	13.593,1
		7	Eutrično smeđe vertični i tipično - Ranker eutrični, regolitični Distrično smeđe lesivirano i pseudoglejno	3.107,8
		8	Eutrično smeđe na praporu, lesivirano - Obronačni pseudoglej Lesivirano na praporu, tipično i pseudoglejno	2.859,4
		13	Distrično smeđe na ilovačama i glinama - Pseudoglej obronačni - Lesivirano pseudoglejno i akrično - Smeđe i Rendzina na mekim vapnencima i laporu	2.847,4
		16	Lesivirano tipično i pseudoglejno - Eutrično smeđe vertično Rendzina karbonatna na laporu - Sirozem silikatno karbonatni	374,7
		17	Lesivirano tipično i pseudoglejno na plio/pleistocenskim nanosima - Distrično smeđe tipično i pseudoglejno - Pseudoglej obronačni	4.259,6
		19	Lesivirano tipično i pseudoglejno - Pseudoglej obronačni - Distrično smeđe pseudoglejno i tipično	2.373,2

S. Husnjak et al.: Geoinformatička obrada pedoloških podataka za uzgoj povrća na području Sisačko-moslavačke županije

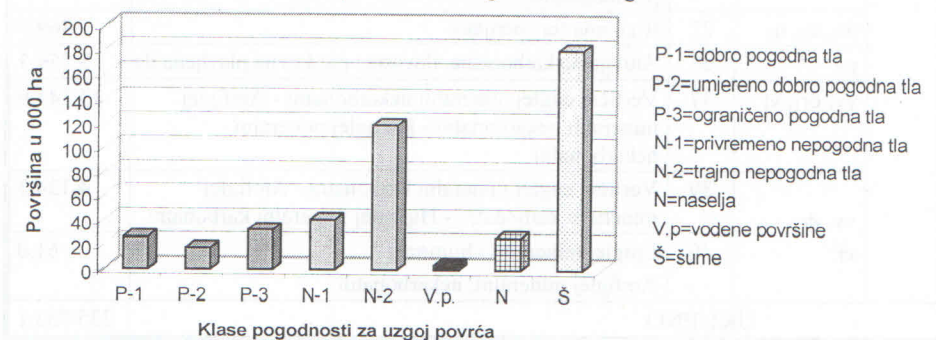
Red pogo.	Potklasa pogodno.	Kartirana jedinica tla		Površina, ha
		Broj	Sastav	
N-2	n <sub>2-3</sub> , e <sub>2</sub>	20	Lesivirano tipično i dvoslojno s podlogom gline - Pseudoglej obronačni - Distrično smeđe na ilovinama i glinama	2.132,6
		23	Pseudoglej obronačni - Pseudoglej na zaravni - Distrično smeđe pseudoglejno i tipično	8.866,9
		24	Pseudoglej obronačni - Distrično smeđe pseudoglejno i tipično - Lesivirano pseudoglejno	19.294,6
	n <sub>4-5</sub> , a <sub>1</sub>	9	Distrično smeđe na metamorfi-tima, tipično i lesivirano	199,5
		10	Distrično smeđe na pješčenjaci-ma, škriljevcima i konglomeratu - Ranker regolitični i litični	6.643,3
		11	Distrično smeđe na pješčenjacima, klastitima i škriljevcima - Eutrično smeđe tipično - Ranker regolitični i litični	2.188,3
		12	Distrično smeđe tipično i lesivirano na pješčenjaku, škriljevcu i konglomeratu - Lesivirano tipično i pseudoglejno - Ranker distrični regolitični - Pseudoglej obronačni	4.147,5
		14	Distrično smeđe lesivirano i pseudoglejno na pelitnim klasti-tima (ponegdje sa škriljcima) - Pseudoglej obronačni - Lesivirano tipično ili dvoslojno	9.523,5
		18	Lesivirano tipično na pješčenja-cima i škriljevcima - Distrično smeđe tipično i lesivirano - Ranker regolitični	1.250,3
		21	Smeđe podzolasto - Distrično smeđe na metamorfnim i eruptivnim stijenama - Ranker distrični	3,6
	n <sub>4</sub> , du <sub>3</sub>	15	Smeđe na dolomitu ili vapnencu - Rendzina na dolomitu ili mekom vapnencu - Lesivirano akrično i pseudoglejno	1.054,0
	dr <sub>3</sub> , a <sub>2</sub> , n <sub>2</sub>	22	Rigolana tla voćnjaka	469,7
	pv	28	Aluvijalno karbonatna, ilovasta i pjeskovita plavljena tla	3.259,3
	vv, dr <sub>1</sub> , vt	37	Vertični euglej mineralni nekarbonatni - Amfiglej mineralni nekarbonatni - Hipoglej mineralni nekarbonatni	13.141,9
	vv, dr <sub>1</sub> , vt	39	Vertični euglej mineralni karbonatni - Amfiglej mineralni karbonatni - Hipoglej mineralni karbonatni	4.134,3
		40	Epiglej mineralni i humozni Amfiglej mineralni, nekarbonatni	61,0
UKUPNO				235.753,1

### Smjernice korištenja GIZIS-a

Na temelju ranije navedenih ulaznih podataka i rezultata istraživanja izrađen je kompleksni i cjeloviti GIZIS Sisačko moslavačke županije. Formiran je tako da uz korištenje ArcView programskog paketa omogući korisnicima na relativno jednostavan i vrlo brz način dobivanje svih relativnih informacija za proizvodnju povrća. Informacije neophodne za planiranje razvoja povrćarstva mogu se dobiti na više načina. Jedan od načina je pretraživanje pri čemu se “klikom” na određenu kartiranu konturu (poligon) mogu dobiti podaci u vidu tablice i to podaci o površini, sastavu kartirane jedinice, njenim značajkama, pogodnosti za uzgoj povrća, itd. Drugi način je postavljanje upita pri čemu se mogu dobiti odgovarajući odgovori. Npr., možemo postaviti upit, gdje se u prostoru nalaze dobro pogodna tla za povrćarstvo a kao odgovor na karti će se prikazati samo one kartirane jedinice tla koje imaju P-1 klasu pogodnosti za povrćarstvo. Treći način je izrada tematskih karata. Naime, na temelju rezultata pogodnosti tla za uzgoj povrća ukomponiranih u GIZIS, moguće je izraditi kartu pogodnosti za uzgoj povrća (slika 4), na temelju koje je zatim moguće izvršiti i inventarizaciju površina radi saznanja s kakvim zemljišnim resursima za uzgoj povrća raspolaže Županija. Na temelju spomenute karte pogodnosti za povrćarstvo i inventarizacije površina, utvrđeno je, da na području ove Županije ima 75 696 ha pogodnih tala za uzgoj povrća, što čini 16,9% u odnosu na ukupnu površinu Županije. Od toga, na klasu dobro pogodnih tala otpada 26 075 ha, na klasu umjereno pogodnih tala 17 442 ha a na klasu ograničeno pogodnih tala 32 179 ha. Nepogodnih tala za uzgoj povrća ima znatno više i to čak 160 057 ha što čini 35,8% područja ove Županije. Od toga privremeno nepogodnih tala ima 40 638 ha dok trajno nepogodnih tala ima 119 420 ha, graf 1.

Graf 1: Površina klasa pogodnosti za uzgoj povrća

Graph 1: The area of soil suitability classes for vegetable farming





## ZAKLJUČAK

Za potrebe razvoja poljoprivrede i ekološki održive intenzivne proizvodnje povrća na području Županije sisačko-moslavačke, izrađen je kompleksni Geografski i Zemljišni Informacijski Sustav (GIZIS) koji može poslužiti i za ostale djelatnosti vrednovanja prostora. Na temelju toga, izdvojeni su rezultati pogodnosti zemljišta za uzgoj povrća. Izrađena je karta pogodnosti tla za povrtlarstvo na temelju koje je inventarizacijom površina utvrđeno da u odnosu na ukupnu površinu poljoprivrednog zemljišta na području Županije, ima 75 696 ha pogodnih tala za uzgoj povrća, od čega na klasu dobro pogodnih tala otpada 26 075 ha, na klasu umjereno pogodnih tala 17 442 ha te na klasu ograničeno pogodnih tala 32 179 ha. Nepogodnih tala za uzgoj povrća ima 160 057 ha. Od toga, privremeno nepogodnih tala ima 40 638 ha dok trajno nepogodnih tala ima 119 420 ha. 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 informacija (pored ostalih i kartografskih informacija) na relativno jednostavan i brz način. Put do takvih informacija, bez primjene GIS tehnologije i izrade informacijskih sustava zasigurno bi bio znatno kompleksniji i dugotrajniji.

## LITERATURA

- Antonović, G. M., Vidaček, Ž.**, (1979): Basic principles of land assessment. Zemljište i biljka, Vol. 28, No. 1-2, p 51-85.
- Ball, G.** (1994): Ecosystem Modeling with GIS. Water Resources Bulletin, 30, 441-452.
- Bogunović, M., Rapajić, M.** (1993): Digitalizacija Osnovne pedološke karte Republike Hrvatske. Bilten za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, str 65-76, Zagreb.
- Bogunović, M., Husnjak, S.** (1998): GIS in Modern Pedology. Proceedings, GIS Croatia 98. International Geographic Information System Conference, Osijek, p 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 19<sup>th</sup> International Cartographic Conference (ICA) on CD, Ottawa, Canada.

- Bogunović, M., Husnjak, S.** (2000): Primjena GIS tehnologije na primjeru višenamjenskog vrednovanja prostora Brodsko-posavske županije. *Agronomski glasnik*, 1-2, str 55-69.
- Burrough, P. A.** (1989): *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford, p 194.
- Brinkman, R. and A. J. Smyth** (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
- Borošić, J.** (1999): Povrćarska proizvodnja. Dio studije "Agroekološka studija i program razvitka poljoprivrede na području Sisačko-moslavačke županije, str 57-76. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- 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 p.
- Jurišić, M., Hengl, T., Bukvić, Ž., Emert, R.** (1998): Geoinformacijske tehnologije i gospodarenje okolišem. *Strojarstvo*, Vol. 40, br. 5-6, str 215-221.
- Jurišić, M., Hengl, T., Duvnjak, V., Martinić, I.** (1999): Agroekološki i zemljišni informacijski sustav. *Strojarstvo*, Vol. 41, br. 5-6, str 223-231.
- Kovačević, P., Kalinić Mirjana, Pavlić, V., Bogunović, M.** (1972): *Monografija Tla Gornje Posavine*. Institut za pedologiju i tehnologiju tla. Zagreb.
- Vidaček, Ž.** (1976): Prilog korištenju nekih klasifikacija tala, odnosno zemljišta pri namjenskim pedološkim istraživanjima na primjeru dijela srednjeg toka rijeke Plitvice. Magistarski rad. Zagreb
- x x x Projektni savjet za izradu pedološke karte. Osnovna pedološka karta Republike Hrvatske u mjerilu 1:50.000, 20 listova za područje Sisačko-moslavačke županije i pripadajući tumači. Arhiva Zavoda za pedologiju na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.

*Adresa autora – Author's address:*

Primljeno: 15. 12. 2000.

Dr. sc. Stjepan Husnjak  
Prof. dr. sc. Matko Bogunović  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
10000 Zagreb, Svetošimunska 25

Doc. dr. sc. Mladen Jurišić  
Poljoprivredni fakultet  
Osijek