

## ZEMLJIŠNE KOMBINACIJE PEDOLOŠKOG POKROVA HRVATSKE

### SOIL COMBINATIONS OF PEDOLOGICAL COVER IN CROATIA

A. Špoljar, M. Bogunović, S. Husnjak, Tomislava Peremin-Volf, D. Žibrin

#### SAŽETAK

Prema kriterijima FAO klasifikacije suvremenim računalnim tehnikama već je ranije izrađena Pedološka karta mjerila 1 : 1 000 000 s popratnom bazom podataka. Na karti su izdvojene 32 kartografske jedinice koje čine različite asocijacije tala. U ovom radu analizirana je struktura pedološkog pokrova u sklopu čega su obrađeni čimbenici formiranja i distribucije zemljišnih kombinacija, njihov broj u odnosu na uvjete postanka, struktura kartiranih jedinica s odnosom tipoloških jedinica tla, te geometrijske značajke kartiranih jedinica. U sklopu geometrijskih značajki kartiranih jedinica tla određeni su površina, opseg i koeficijent raščlanjenosti (KR). Najveću površinu i najveći KR ima kartirana jedinica 19, a najniže vrijednosti ovih parametara zabilježene su kod kartirane jedinice 7. U izdvojenim kartiranim jedinicama prisutni su elipsasti, linijski, razgranati i asimetrični oblici poligona, čemu je glavni razlog geomorfologija.

*Ključne riječi:* FAO klasifikacija, kartirane jedinice, zemljišne kombinacije, struktura pedološkog pokrova

#### ABSTRACT

According to the FAO classification criteria a soil map of the scale 1 : 1 000 000 with adequate database was made by using modern computer techniques. In the map 32 cartographic units, which make different soil associations were separated. In this paper the structure of the pedological cover

was analysed in order to determine the factors of formation and distribution of soil combinations, their number according to the conditions of formation, structure of mapping with relation of typological soil units, and geometrical properties of mapped units. Within geometrical properties of mapped units the area, volume and diversification coefficient were determined. Unit 19 had the largest area and diversification coefficient and unit 7 had the smallest values of these parameters. In the separated mapped units elliptical, in – line, diversified and asymmetrical forms of polygon were present. The main reason for this is geomorphology.

*Key words:* FAO classification, mapping, soil combinations, Structure of pedological cover

## UVOD I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Korištenjem suvremenih računalnih tehnika za potrebe međunarodnog MARS (Monitoring Agriculture with Remote Sensing) projekta izrađena je Pedološka karta Republike Hrvatske mjerila 1 : 1 000 000 s popratnom bazom podataka (Bogunović i sur., 1999). Većina do sada objavljenih radova odnosi se na analizu strukture pedološkog pokrova na kartama krupnijeg mjerila (Mayer i Rastovski, 1982., Mayer, 1987., Škorić i Bogunović, 1987., Bogunović, 1991, 1994., Kisić, 1992., Bogunović i Kisić, 1995.), pa je u sklopu izrade pedološke karte sitnog mjerila analizirana i struktura pedološkog pokrova (Špoljar, 1999.).

Zadaci istraživanja obuhvatili su kompleksnu analizu kartiranih jedinica tla u sklopu čega su obrađeni čimbenici formiranja i distribucije zemljišnih kombinacija (ZK), njihov broj u odnosu na uvjete postanka, struktura kartiranih jedinica i odnosi elementarnih areala tla (EAT) u njima, te geometrijske značajke dominantnih kartiranih jedinica izdvojenih na pedološkoj karti sitnog mjerila.

## METODE ISTRAŽIVANJA

Analiza strukture pedološkog pokrova izvršena je prema teoretskim postavkama Fridlanda (1965, 1972). Izdvojene su složene i jednostavne zemljišne kombinacije (ZK), koje se javljaju u asocijacijama. Pri tome se

vodilo računa o genetsko evolucijskim svezama između elementarnih areala tla (EAT) odnosno tipoloških jedinica tla. Za karakterizaciju geometrijskih značajki kartiranih jedinica tla određen je koeficijent raščlanjenosti (KR) prema jednadžbi koju daje Fridland 1965. i 1972. Rezultati su interpretirani na temelju sljedećih graničnih vrijednosti:

| <b>KR</b> | <b>raščlanjivost kartiranih jedinica</b> |
|-----------|--|
| <2        | neraščlanjive                            |
| 2 – 4     | slabo raščlanjive                        |
| 4 – 6     | srednje raščlanjive                      |
| >6        | jako raščlanjive                         |

Korištenjem Arc Info programskog paketa također su određeni opseg i površina kartiranih jedinica tla.

## REZULTATI I RASPRAVA

Na Pedološkoj karti izrađenoj prema FAO kriterijima (FAO, 1990) mjerila 1 : 1 000 000 izdvojene su 32 kartografske jedinice, koje predstavljaju asocijacije jednostavnih i složenih zemljišnih kombinacija (ZK). Ova pedološka karta izrađena je na temelju Namjenske pedološke karte Republike Hrvatske mjerila 1 : 300 000 korištenjem suvremenih računalnih tehnika u GIS tehnologiji (Bogunović i sur., 1996). Analizirana je struktura pedološkog pokrova u sklopu čega su obrađeni čimbenici formiranja i distribucije zemljišnih kombinacija, njihov broj u odnosu na uvjete postanka, struktura kartiranih jedinica s odnosom tipoloških jedinica, te geometrijske značajke kartiranih jedinica.

### *Čimbenici formiranja i distribucije zemljišnih kombinacija*

Čimbenici postanka i diferenciranja komponenata ZK drugačiji su od čimbenika tvorbe tla. Javlja se na malom prostoru, pa klima i vrijeme ne utječu na diferencijaciju ZK i odnose elementarnih areala tla (EAT) u njima (Bogunović, 1994). Moguće je izdvojiti sljedeće čimbenike formiranja i distribucije ZK, kao osnovnih prostornih jedinica u strukturi pedološkog pokrova (tablica 1).

Tablica 1. Sastav i značajke zemljišnih kombinacija u strukturi zemljišnog pokriva  
 Table 1. Composition and properties of soil combinations in soil cover structure

| Red. broj No. | Tipološki sastav zemljišne kombinacije ili kartografske jedinice<br>Typological composition of soil combination or cartographic unit | Sporedni EAT u ZK<br>Minor ESA in soil combination  | Tip građe ZK<br>Composition type of soil combination  | Vrsta složenosti ZK<br>Type of complexity of soil combination | Glavni čimbenik tvorbe ZK<br>Main factor of soil combination | Ostali čimbenici tvorbe ZK<br>Other factors of soil combination making |
|---------------|--|---|---|---|--|--|
|               | 2  | 3   | 4   | 5   | 6  | 7  |
| 1.            | Mollic i Calcaric Fluvisols  | Mollic Gleysols   | asocijacija kompleksa i nizova fluvisola i glejsola   | asocijacija - složena   | aluvijalna, podzemna voda                                    | reljefni   |
| 2.            | Eutric, Mollic i Calcic Gleysols   | Gleyic i Stagnic Podzoluvisols<br>Mollic Fluvisols<br>Calcaric Fluvisols<br>Calcaric Regosols | asocijacija nizova i kompleksa regosola, podzoluvisola, glejsola i fluvisola                                      | asocijacija - složena   | reljef<br>podzemna voda                                      | -  |
| 3.            | Eutric i Calcic Gleysols   | Fibric Histosols  | kompleks glejsola i histosola   | jednostavna, kompleks   | podzemna voda  | reljefni   |
| 4.            | Mollic Gleysols  | Stagnic Podzoluvisols<br>Eutric Gleysols Gleyic<br>Stagnic Podzoluvisols                      | asocijacija nizova stagnic podzoluvisola, gleyic podzoluvisola i glejsola   | asocijacija nizova - složena                                  | reljef   | -  |
| 5.            | Calcaric Regosols  | Lithic Leptosols<br>Rendzic Leptosols<br>Chromic Cambisols<br>Mollic Leptosols                | slog i kaskada mozaika i niza; leptosola, kambisola i regosola  | složene - asocijacije slogova i kaskada                       | krško-sufozijski procesi nehomogenost matičnog supstrata     | reljefni   |
| 6.            | Calcaric Regosols  | Calcic Gleysols<br>Calcic Chernozems  | niz regosola, čemozema i glejsola   | jednostavna - niz   | reljef   | prolujivalni   |
| 7.            | Lithic Leptosols   | Mollic Leptosols<br>Rendzic Leptosols<br>Chromic Cambisols                                    | kaskada mozaika i niza, te slog mozaika lithic leptosola, mollic leptosola, chromic cambisola i rendzic leptosola | složena - asocijacije kaskada i mozaika                       | krško - sufozijski, nehomogenost matične stijene             | reljef   |

| 1   | 2                            | 3   | 4  | 5  | 6  | 7                        |
|-----|------------------------------|---|--|--|--|--------------------------|
| 8.  | Rendzic Leptosols            | Aric Anthrosols<br>Calcic Regosols<br>Calcic Gleysols<br>Stagnic Podzoluvisols    | asocijacije mozaika i niza<br>rendzic leptosola, calcaric<br>regosola, stagnic podzoluvisola<br>i calcic glejsola + aric<br>anthrosola | složene - asocijacije<br>i heterogene I. i II.<br>reda | reljef<br>nehomogenost<br>matičnog<br>supstrata            | antropogeni              |
| 9.  | Rendzic i Mollic Leptosols   | Chromic Cambisols<br>Chromic Luvisols<br>Aric Anthrosols                          | asocijacije kaskada mozaika i<br>niz istih članova, mollic<br>leptosola, chromic luvisola +<br>aric anthrosola                         | složena i heterogena<br>II. reda                       | krško sufozijski,<br>nehomogenost<br>matične stijene       | reljefni,<br>antropogeni |
| 10. | Mollic Leptosols             | Chromic Cambisols<br>Rendzic Leptosols<br>Chromic Luvisols                        | asocijacije kaskada mozaika i<br>niz, mollic leptosola, chromic<br>cambisola i luvisola s rendzic<br>leptosolom                        | asocijacija složenih<br>- kaskada i mozaika<br>s nizom | krško sufozijski,<br>nehomogenost<br>matičnog<br>supstrata | reljefni                 |
| 11. | Umbric i Dystric Leptosols   | Dystric Cambisols<br>Cambic Podzols   | asocijacije nizova umbric i<br>dystric leptosola, dystric<br>cambisola i cambic podzola  | asocijacije<br>jednostavnih<br>nizova                  | reljef   |                          |
| 12. | Calcic i Cambic<br>Arenosols | Calcic Luvisols<br>Stagnic Podzoluvisols<br>Dystric Cambisols<br>Eutric Leptosols | asocijacije niza calcaric areno-<br>sola, eutric leptosola, dystric<br>cambisola, calcic luvisols i<br>stagnic podzoluvisola           | asocijacije<br>jednostavnih<br>nizova                  | reljef   |                          |
| 13. | Eutric i Calcic Vertisols    | Rendzic Leptosols<br>Calcic Regosols<br>Chromic Cambisols                         | asocijacija mozaika i niza<br>eutric i calcic vertisola, rendzic<br>leptosola, calcaric regosola i<br>chromic cambisola                | asocijacije<br>jednostavnih                            | nehomogenost<br>matičnog<br>supstrata                      | reljef                   |
| 14. | Eutric Cambisols             | Calcic Chernozems<br>Aric Anthrosols  | kompleks i niz eutric<br>cambisola i calcic černozeza +<br>aric anthrosol  | složena -<br>heterogena I. reda                        | reljef<br>antropogeni                                      |                          |
| 15. | Eutric Cambisols             | Albic Luvisols<br>Mollic Fluvisols<br>Eutric Gleysols<br>Aric Anthrosols          | asocijacija niza i kompleksa<br>eutric cambisola, haplic luvi-<br>sola, eutric gleysola i mollic<br>fluvisola + aric anthrosol         | složena –<br>heterogena I. reda                        | reljef<br>podzemna voda                                    | antropogeni              |

| 1   | 2                          | 3   | 4   | 5   | 6  | 7                          |
|-----|----------------------------|---|---|---|--|----------------------------|
| 16. | Eutric i Dystric Cambisols | Eutric i Umbric Leptosols<br>Albic Luvisols<br>Stagnic Podzoluvisols<br>Eutric Gleysols<br>Calcaric i Eutric Regosols | mozaik i niz eutric i dystric cambisola, eutric i umbric leptosola i albic luvisola, stagnic podzoluvisola, eutric glejsola, calcaric i eutric regosola | asocijacije jednostavnih nizova i mozaika   | reljef nehomogenost matičnog supstrata   |                            |
| 17. | Dystric i Humic Cambisols  | Cambic i Haplic Podzols<br>Umbric Leptosols   | niz i kompleks umbric leptosola, dystric i humic cambisola, haplic i cambic podzola   | asocijacije nizova i kompleksa              | reljef                                   | šarolikost biljnog pokriva |
| 18. | Humic i Dystric Cambisols  | Umbric Leptosols<br>Haplic Lixisols   | niz umbric leptosola, humic i dystric cambisola i haplic lixisola   | jednostavna - niz                           | reljef                                   |                            |
| 19. | Chromic Cambisols          | Chromic Luvisols<br>Rendzic i Mollic Leptosols<br>Aric Anthrosols<br>Eutric Cambisols                                 | asocijacije mozaika i niza chromic cambisola, chromic luvisola, rendzic i mollic leptosola, eutric cambisola + aric anthrosola                          | složene - asocijacije, heterogena II. reda  | nehomogenost matičnog supstrata          | antropogeni                |
| 20. | Calcic Chernozems          | Eutric Cambisols  | asocijacije niza i kompleks calcaric i eutric cambisola   | asocijacije jednostavnih nizova i kompleksa | reljef                                   |                            |
| 21. | Gleyic i Calcic Chernozems | Mollic Gleysols   | asocijacija kompleksa i niza calcaric i gleyic, mollic glejsola   | asocijacije niza i kompleksa                | reljef podzemna voda                     |                            |
| 22. | Albic Luvisols             | Rendzic i Mollic Leptosols<br>Stagnic Podzoluvisols<br>Dystric Gleysols   | asocijacije niza albic luvisola, stagnic podzo-luvisola i dystric glejsola  | asocijacije nizova                          | reljef                                   |                            |
| 23. | Albic i Gleyic Luvisols    | Stagnic Podzoluvisols<br>Eutric, Dystric i Calcaric Cambisols<br>Stagnic Lixisols<br>Cambic i Calcaric Arenosols      | asocijacije nizova i mozaika calcaric cambisola, haplic luvisola, stagnic lixisola, gleyic luvisola i stagnic podzoluvisola                             | asocijacije jednostavnih nizova i mozaika   | reljef i heterogenost matičnog supstrata |                            |

| 1   | 2                                  | 3  | 4   | 5   | 6   | 7                                |
|-----|------------------------------------|--|---|---|---|----------------------------------|
| 24. | Chromic Luvisols                   | Chromic Cambisols<br>Mollic Leptosols<br>Dystric Cambisols<br>Albic Lixisols                     | asocijacije nizova i mozaika<br>chromic luvisola, chromic<br>cambisola, mollic leptosola,<br>dystric cambisola i albic<br>lixisola            | asocijacije<br>jednostavnih<br>mozaika i nizova | nehomogenost<br>matičnog<br>supstrata<br>reljef |                                  |
| 25. | Stagnic i Gleyic<br>Podzoluvissols | Eutric Cambisols<br>Albic i Stagnic<br>Luvisols Eutric i<br>Mollic Gleysols<br>Dystric Cambisols | niz, kompleks i mozaik eutric<br>cambisola, haplic luvisola,<br>stagnic podzoluvissola, gleyic<br>podzoluvissola, eutric i mollic<br>glejsola | asocijacije<br>jednostavnih                     | reljef<br>podzemna voda                         |                                  |
| 26. | Cambic Podzols                     | Humic Cambisols<br>Haplic Podzols<br>Umbric Leptosols  | niz umbric leptosola, humic<br>cambisola, haplic i cambic<br>podzola  | jednostavna<br>- niz                            | reljef  |                                  |
| 27. | Haplic i Cambic Podzols            | Humic Cambisols<br>Umbric Leptosols  | niz umbric leptosola, humic<br>cambisola, haplic i cambic<br>podzola  | jednostavna<br>- niz                            | reljef  |                                  |
| 28. | Humic Acrisols                     | Chromic Cambisols<br>Rendzic Leptosols<br>Dystric Cambisols                                      | asocijacije mozaika i nizova<br>humic acrisola, chromic<br>cambisola, dystric cambisola i<br>rendzic leptosola                                | asocijacije mozaika<br>i nizova                 | nehomogenost<br>matičnog<br>supstrata<br>reljef | šarolikost<br>biljnog<br>pokrova |
| 29. | Fibric i Terric Histosols          | Calcic i Mollic<br>Gleysols  | kompleks glejsola i histosola   | jednostavna<br>- kompleks                       | podzemna voda                                   | reljef                           |
| 30. | Aric Anthrosols                    | Cumulic Anthrosols   |   | homogena  | antropogeni                                     |                                  |
| 31. | Mollic Gleysols                    | Gleyic Solonchaks  | kompleks glejsola i solončaka   | jednostavna<br>- kompleks                       | podzemna voda                                   |                                  |
| 32. | Gleyic i Albic Luvisols            | Stagnic i Gleyic<br>Solonetz<br>Calcic Solonetz  | kompleks i niz albic, stagnic i<br>gleyic luvisola, stagnic, calcic i<br>gleyic solonetza   | asocijacije -<br>kompleksa i niza               | podzemna voda                                   |                                  |

### *Reljef kao prerasporeditelj vode, otopljenih tvari i topline*

Ponajvažniji čimbenik postanka ZK je reljef, a uvjetuje postanak nizova i kompleksa. Ne utječe na postanak mozaika kao kontrastnih ZK. Na FAO/UNESCO pedološkoj karti sitnog mjerila ove jednostavne ZK javljaju se u asocijacijama.

### *Uzajamni utjecaj reljefa i tla*

Uzajamni procesi nastanka reljefa i tla posljedica su pojačanog djelovanja vode, posebno pri izmjeni toplih i vlažnih klimatskih razdoblja. U zoni klastičnih sedimenata brežuljkasto – brdskog reljefa i manje razvijenih tala tipa regosola i rendzine na području flišne Istre, lapora Zagorja, pjeskovitih prapora Bilogore i lapora Dilj Gore do izražaja dolazi vrlo jaki mehaničko-erozijski učinak vode. Kao posljedica toga pojavljuju se ZK tipa građe niza i kompleksa. Kompleksi nastaju kod erodiranih tala s ostacima mikrohumaka, a nizovi pod utjecajem linijske i plošne erozije. Pod eolskim utjecajem kod nevezanih sedimenata pojavljuju se ZK tipa građe mozaika i niza (kartirana jedinica 12).

Aluvijalni i proluvijalni procesi dovode do postanka niza, a rjeđe se javljaju i kompleksi, naročito tamo gdje su tla pod jačim utjecajem podzemne vode (kartirane jedinice 1, 2 i 15). Kao rezultat ovih procesa pojavljuju se i mozaici zbog heterogenih materijala koje bujični tokovi i rijeke u različitim vremenskim razdobljima i intenzitetima jakosti nanose u donje akumulacije.

Krško-sufozijski procesi uvjetuju stvaranje mozaika i nizova. U kartama sitnog mjerila moguće je u asocijacijama izdvojiti i komplekse. U kartiranim jedinicama krša dominiraju asocijacije sloga mozaika i nizova ili isključivo mozaika, te kaskade mozaika i mozaika s nizom. U području krša gdje je nazočan utjecaj čovjeka pri stvaranju homogenih antropogenih jedinica mogu se izdvojiti heterogene ZK I. i II. reda (kartirane jedinice 7, 9, 10 i 19).

### *Heterogenost matičnog supstrata*

Glavni tipovi građe ZK uvjetovani heterogenošću matičnog supstrata su mozaici i nizovi. Na kartama sitnog mjerila ovaj čimbenik formiranja i distribucije ZK najviše je zastupljen, poglavito u brdovitom i geološki heterogenom dijelu Hrvatske.



### *Podzemne vode*

Podzemne vode jedan su od dominantnih čimbenika pri formiranju ZK u nizinskom području Posavine i Podravine. Podzemne vode djeluju naročito u sprezi s mikroreljefom, a glavni tipovi ZK koji nastaju pod utjecajem podzemne vode su kompleks i niz. Kompleks je najčešća ZK nastala pod utjecajem podzemne vode, gdje voda kao migracijski agens utječe na sve EAT u prostoru, pojačava ili slabi intenzitete pedogenetskih procesa i značajki tla. Pod utjecajem podzemne vode može se javiti i niz gdje se tla javljaju u tzv. hidrogenim redovima. Kartirane jedinice koje su nastale pod utjecajem podzemne vode, a predstavljaju asocijacije nizova i kompleksa, kartirane su jedinice nižih područja i dolina manjih rijeka (kartirane jedinice 2, 3, 4, 6, 21 i 29).

### *Šarolikost biljnog pokrova*

U reljefno homogenim područjima većih ravnica u zoni černozema ovaj čimbenik utječe na stvaranje sporadično pjegavih EAT. Biljni pokrov najčešće uvjetuje stvaranje kompleksa. Iako se smatra da EAT-i nastaju pod utjecajem vegetacije, granice vegetacijskih grupacija i tipova ZK najčešće se ne poklapaju. U području černozema, tekunice i drugi glodavci utječu na stvaranje sporadično pjegavih i manje regularno cikličkih EAT. U humidnoj zoni to isto čine gliste, krtice i drugi organizmi. Organizmi uvjetuju stvaranje kompleksa pod utjecajem miješanja tla. Genetske veze među EAT u ovakvim jedinicama su manje izražene. Ovi tipovi ZK sporadično se javljaju u kartiranim jedinicama gdje je černozem dominantna velika grupa tala.

### *Djelatnost i utjecaj čovjeka*

Djelovanjem ovog čimbenika nastaju ZK tipa kompleksa, niza i mozaika. Mozaik se pojavljuje kao rezultat uzgoja stoke gdje se na pašnjaku nakon premještanja stoke pojavljuju nova tla s drugim osobinama i tako se povećava kontrastnost ZK. U drugu skupinu utjecaja čovjeka spada obrada, kalcifikacija, humizacija, meliorativna gnojidba i drugo pri čemu se ovim mjerama ujednačava proizvodnost i bonitet tala, a smanjuje kontrastnost EAT u ZK. U aridnim krajevima javljaju se kompleksi i nizovi s različitim stupnjem zaslanjenosti što je rezultat navodnjavanja, ali i odvodnje. Ove ZK gdje se javljaju antrosoli izdvojene su u kartiranim jedinicama 14, 15, 19 i 30.

### **Kartirane jedinice kao zemljišne kombinacije u odnosu na uvjete postanka**

Na tablici 1 daje se sastav zemljišnih kombinacija u strukturi talnog pokrova FAO/UNESCO pedološke karte koja je ranije izrađena s legendom u mjerilu 1 : 1 000 000 (Bogunović i sur., 1999). Kolone 4 i 5 prikazuju odnose između EAT, a čimbenici tvorbe kartiranih jedinica naznačeni su u kolonama 6 i 7. Pod utjecajem reljefa od jednostavnih ZK izdvojeni su nizovi i kompleksi, a od složenih slogovi mozaika i niza, te kaskade mozaika i nizovi istih članova. Ove složene ZK gdje reljef djeluje u sprezi s krško-sufozijskim procesima i nehomogenošću matičnog supstrata javljaju se u krškom području. U uvjetima razvedenog reljefa, u središnjoj Hrvatskoj, izdvojene su pretežno asocijacije nizova i kompleksa koje dominiraju u istočnom dijelu naše zemlje i u dolini rijeke Neretve gdje više dolazi do izražaja utjecaj mikroreljefa.

**Podzemna voda** u sprezi s reljefom uvjetuje tvorbu kompleksa. Tamo gdje je reljef više izražen moguća je pojava niza. **Nehomogenost ili raznovrsnost matičnog supstrata** uvjetovala je pojavu ZK tipa mozaika, sloga mozaika i niza, sloga mozaika i kaskade mozaika i niza istih članova. Pod utjecajem **krško-sufozijskih procesa** izdvojeni su slogovi mozaika, slogovi mozaika i niza, kaskade mozaika i niz istih članova. Ove ZK javljaju se u vapnenačko-dolomitnom području. Pod utjecajem **aluvijalnih i proluvijalnih procesa** izdvojeni su nizovi i kompleksi, a sudjeluju u tvorbi reljefa.

Jedan od bitnih čimbenika tvorbe heterogenih ZK I. i II. reda je čovjek, koji svojom aktivnošću sudjeluje u stvaranju antropogenih tala. Heterogene ZK izdvojene su u istočnom dijelu naše zemlje i zauzimaju najveća područja u Istri i Dalmaciji. Antropogeni utjecaj doveo je i do tvorbe homogenih ZK koje se pretežno nalaze u Dalmaciji.

U kartiranim jedinicama dominiraju jednostavne ZK tipa niza, pri čemu je reljef glavni čimbenik tvorbe. Niz je prisutan u sljedećim kartiranim jedinicama: 1, 2, 4, 6, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28 i 32. On ponekad dolazi samostalno, a ponekad u složenim reljefnim cjelinama dolazi u asocijaciji s kompleksom i mozaikom. Evidentno je (tablica 1) da je niz najrasprostranjenija i najbrojnija ZK.

U uvjetima slabije izraženog reljefa posebno u dolinama gdje postoji utjecaj podzemne vode, javljaju se kompleksi, a obuhvaćaju kartirane jedinice 1, 2, 3, 4, 14, 17, 20, 21, 25, 29, 31 i 32.

Nehomogenost ili raznovrsnost matičnog supstrata uvjetovala je pojavu ZK tipa mozaika (kartirane jedinice 8, 13, 16, 19, 23, 24 i 28) gdje između EAT ne postoje genetsko evolucijske sveze, međutim one se također pojavljuju najviše kao asocijacije složenih ZK tipa sloga i kaskade.

Krško-sufozijski procesi i nehomogenost matičnog supstrata uz prisutnost vrtačastog terena u krškom području doveli su do tvorbe složenih ZK tipa sloga mozaika i niza (kartirana jedinica 5). Isti procesi na krškim zaravnima uvjetovali su pojavu sloga mozaika (kartirana jedinica 7).

U brdsko-planinskom području vapnenačko - dolomitnih naslaga vezano uz promjene nagiba, prisutnost vrtača i antropogeni utjecaj javlja se kaskada mozaika i niz istih članova s antropogenim tlom, odnosno heterogena ZK II. reda (kartirane jedinice 9 i 19). Ako izostaje antropogeni učinak onda je to kaskada mozaika i niz istih članova (kartirana jedinica 10).

Heterogene ZK I reda izdvojene su kod kartiranih jedinica: 8, 14 i 15. One su kombinacije jednostavnih ZK s antropogenim uklopinama. Kao rezultat antropogenizacije javljaju se homogene jedinice (kartirana jedinica 30).

### **Geometrijske značajke kartiranih jedinica pedološke karte Republike Hrvatske**

Do sada su se raščlanjivali sadržaj i struktura kartiranih jedinica koje pretežno predstavljaju asocijacije jednostavnih i složenih ZK, te mjesto i odnos EAT u ZK. U ovom poglavlju razmatra se geometrija svih izdvojenih kartiranih jedinica, koja ovisi o geometriji EAT, a oni su definirani površinom, oblikom i stupnjem nekontinuiranosti. Površina EAT prvenstveno ovisi o tipu tla, a tip je definiran i rezultanta je spleta pedogenetskih čimbenika koji određuju monolitnost i veličinu EAT u ZK. EAT je izdvojen na višoj klasifikacijskoj razini, prvenstveno tipa tla. Po obliku EAT su najčešće pjegasti, izomorfni, a često i asimetrični i to ponekad za iste kartirane jedinice. Asimetričnost EAT uvjetuje i asimetrične kartirane jedinice. Postoje svi oblici kartiranih jedinica: izomorfni, elipsasti i linijski, te razgranati i asimetrični što je osnovni razlog za prikaz jedinica tla na karti sitnog mjerila i fiziografija terena, pa su oblici kartiranih jedinica najčešće u korelaciji s geomorfologijom. Jedan od bitnih kriterija geometrije tla, bilo njegovog osnovnog segmenta (EAT) ili kartirane jedinice je pojava krivudavosti ili raščlanjenosti, te je izvršena zbirna inventarizacija kartiranih jedinica tla s obzirom na površinu i koeficijent raščlanjenosti. Na tablici 2 daje se broj poligona za odgovarajuću kartiranu jedinicu, raspon vrijednosti za opseg u

km i površina u ha. Ovi podaci odnose se na kartirane jedinice koje su zastupljene s najmanje desetak izdvojenih poligona. Na osnovi ovih vrijednosti za reprezentativne kartirane jedinice može se dati sljedeći komentar:

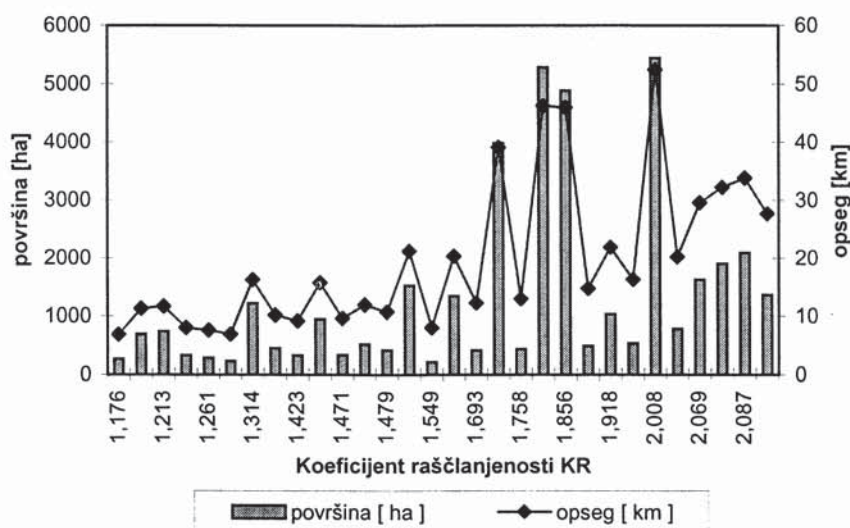
Tablica 2. Koeficijenti raščlanjenosti kartiranih jedinica tla  
Table 2. Coefficients of diversification of mapping unit of soil

| Broj kartografske jedinice<br>Number of cartographic unit | Broj poligona<br>Number of polygon | Raspon vrijednosti - Value range |                       |  |                                      |
|---|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|--------------------------------------|
|   |                                    | Opseg (km)<br>Volume             | Površina (ha)<br>Area | Koeficijent raščlanjenosti<br>Coefficient of diversification | Ocjena<br>Valuation                  |
| 1   | 2                                  | 3                                | 4                     | 5  | 6                                    |
| 1   | 45                                 | 6,8-462,2                        | 214,4-56681,8         | 1,17-5,57  | neraščlanjive do srednje raščlanjive |
| 2   | 69                                 | 9,2-900,6                        | 121,6-67570,1         | 1,21-11,62   | neraščlanjive do jako raščlanjive    |
| 4   | 13                                 | 15,0-331,0                       | 508,8-33290,8         | 1,32-5,12  | neraščlanjive do srednje raščlanjive |
| 7   | 86                                 | 0,7-87,9                         | 3,0-8875,3            | 1,02-3,41  | neraščlanjive do slabo raščlanjive   |
| 8   | 75                                 | 4,6-291,2                        | 101,2-51764,3         | 1,20-5,60  | neraščlanjive do srednje raščlanjive |
| 9   | 38                                 | 3,1-341,4                        | 29,9-38245,2          | 1,27-5,40  | neraščlanjive do srednje raščlanjive |
| 10  | 61                                 | 0,8-214,5                        | 3,0-32496,8           | 1,08-4,37  | neraščlanjive do srednje raščlanjive |
| 15  | 25                                 | 1,3-165,3                        | 9,6-15645,4           | 1,10-3,73  | neraščlanjive do srednje raščlanjive |
| 16  | 47                                 | 4,9-288,0                        | 117,8-79071,6         | 1,16-4,23  | neraščlanjive do srednje raščlanjive |
| 19  | 206                                | 0,9-4245,5                       | 4,8-775837,0          | 1,05-13,68   | neraščlanjive do jako raščlanjive    |
| 22  | 26                                 | 10,2-199,7                       | 328,1-23037,4         | 1,26-4,00  | neraščlanjive do slabo raščlanjive   |
| 23  | 29                                 | 8,6-954,0                        | 194,4-173396,4        | 1,14-6,47  | neraščlanjive do jako raščlanjive    |
| 24  | 35                                 | 7,5-25235,8                      | 212,8-20807,6         | 1,26-4,92  | neraščlanjive do srednje raščlanjive |
| 25  | 64                                 | 6,2-813,9                        | 226,3-122730,4        | 1,16-6,56  | neraščlanjive do jako raščlanjive    |
| 30  | 50                                 | 2,1-102,2                        | 30,8-9361,9           | 1,09-3,04  | neraščlanjive do slabo raščlanjive   |

Konture kartiranih jedinica pod brojem 1 odnosno mollic i calcareic fluvisol su neraščlanjive do srednje raščlanjive čiji histogram varijabilnosti prikazuju graf 1 i 2. Varijabilnost veličinskih klasa je očita i nije u korelaciji s površinom. Posebno se ističu linijski oblici ove kartirane jedinice koji dominiraju kod novijih riječnih nanosa. Kod jezerskih sedimenata kao što su Vrgorsko polje, Imotsko Bekijsko polje, Rastoka ili drugi krški oblici mogu imati više ili manje razgranate oblike kartiranih jedinica. Zapravo geomorfologija reljefnih oblika koja je rezultat tektonskih procesa i sekundarne akumulacije određuje oblik kartirane jedinice odnosno poligona.

Graf 1. Kartografska jedinica broj 1 (45 poligona: 1 - 30)

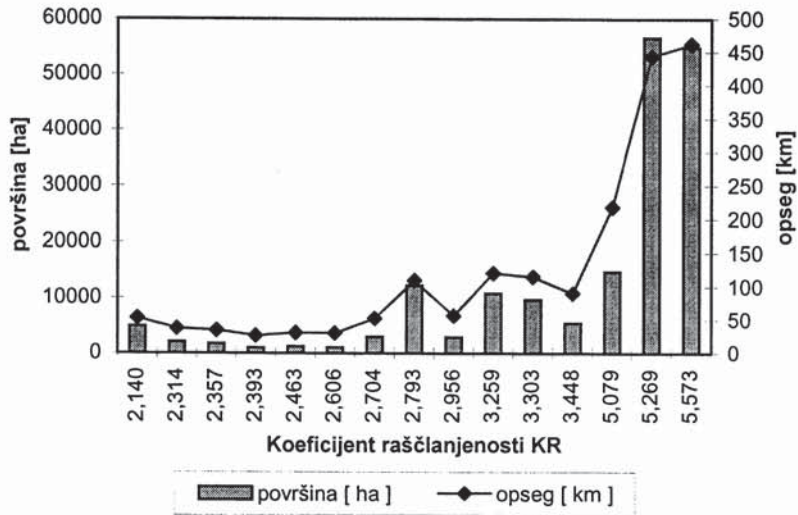
Graph 1. Cartographic unit 1 (45 polygons: 1 - 30)



Kartirana jedinica 2 (graf 3 i 4) koju predstavljaju glejsoli zastupljena je sa 69 poligona. Poligoni su neraščlanjivi do jako raščlanjivi, a zauzimaju površinu od 122 do 68 000 ha. Izomorfne oblike imaju manji poligoni, a jako raščlanjive imaju poligoni većih dimenzija. Najjače raščlanjivi su poligoni od oko 60 000 ha. Najmanji koeficijent raščlanjenosti imaju izomorfni oblici koji predstavljaju manje poligone do 2 000 ha. Odnos opsega poligona s površinom je pretežno u korelaciji.

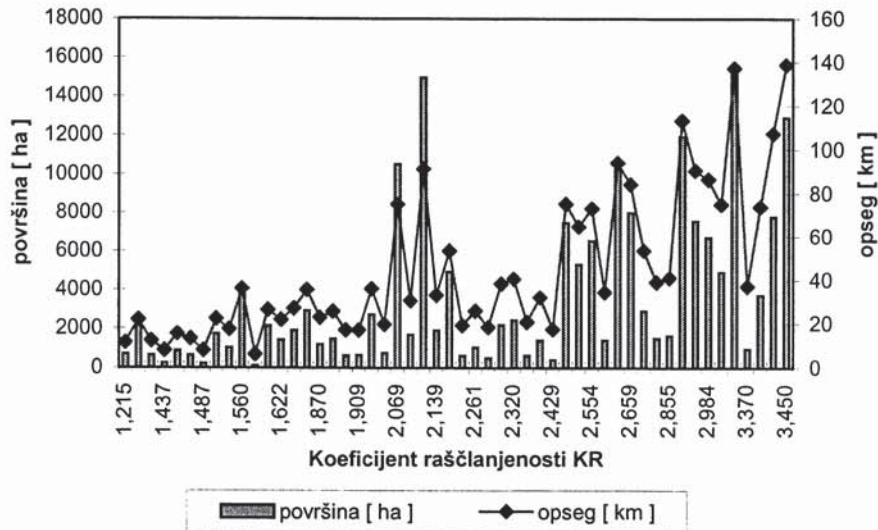
Graf 2. Kartografska jedinica broj 1 (45 poligona: 31 - 45)

Graph 2. Cartographic unit 1 (45 polygons: 31 - 45)



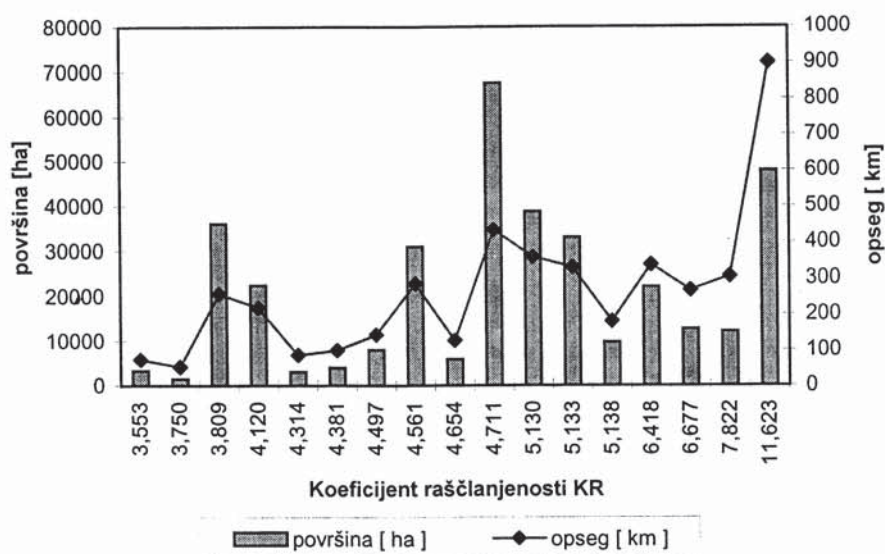
Graf 3. Kartografska jedinica broj 2 (69 poligona: 1 - 52)

Graph 3. Cartographic unit 2 (69 polygons: 1 - 52)



Graf 4. Kartografska jedinica broj 2 (69 poligona: 53 - 69)

Graph 4. Cartographic unit 2 (69 polygons: 53 - 69)

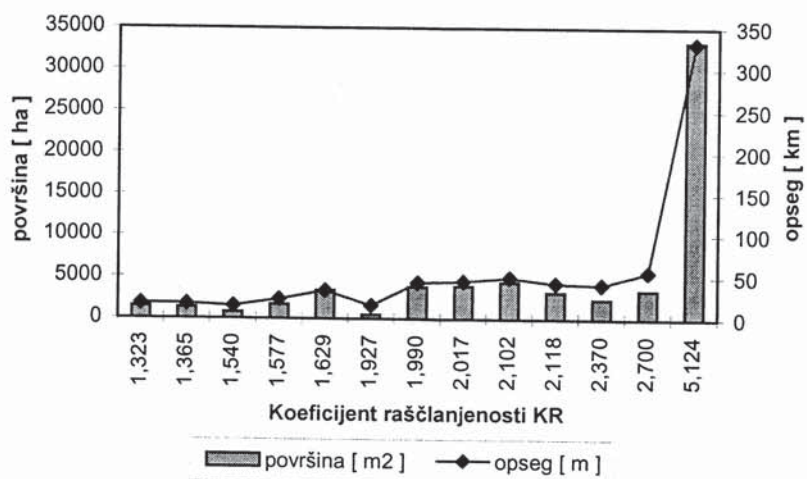


Koeficijent raščlanjenosti kartirane jedinice broj 4 (graf 5) je neraščlanjiv do srednje raščlanjiv. Većina poligona ima slabo raščlanjive EAT s vrijednošću ispod 2,4. Samo jedna vrijednost koeficijenta raščlanjenosti je kod mollic glejsola 5,1, a to je ujedno najveća i najrazgranitija površina koja iznosi cca 33 000 ha. Površine ostalih poligona ne prelaze 5 000 ha, što ukazuje na specifični način vlaženja podzemnom vodom na najnižim geomorfološkim cjelinama.

Najmanju varijabilnost koeficijenta raščlanjenosti pokazuje kartirana jedinica broj 30 koju predstavljaju antrosoli. Graf broj 6 prikazuje varijabilnost koeficijenta raščlanjenosti za 50 izdvojenih poligona. Jače su raščlanjeni poligoni koji zauzimaju veće površine iako je koeficijent raščlanjenosti četiri puta manji od prethodno komentiranog. Koeficijenti raščlanjenosti ujednačeniji su radi antropogenog utjecaja odnosno formiranja parcela u zaokruženim cjelinama. Najmanji koeficijent raščlanjenosti iznosi 1, a on predstavlja i vrlo malu površinu. Ostale vrijednosti koje pokazuju kretanje KR u ovisnosti o opsegu i površini poligona date su na tablici 2.

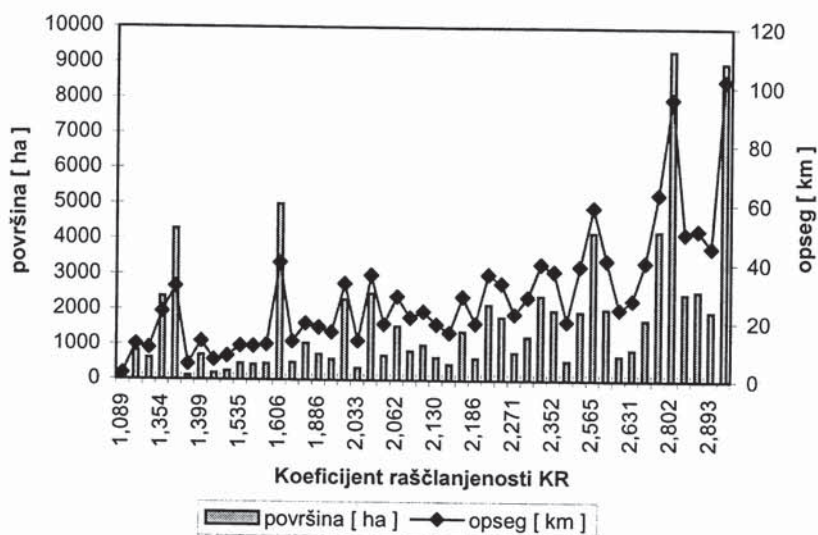
Graf 5. Kartografska jedinica broj 4 (13 poligona)

Graph 5. Cartographic unit 4 (13 polygons)



Graf 6. Kartografska jedinica broj 30 (50 poligona)

Graph 6. Cartographic unit 30 (50 polygons)





## ZAKLJUČCI

Na temelju Pedološke karte sitnog mjerila prema FAO klasifikaciji analizirana je struktura pedološkog pokrova na osnovi čega se mogu izvesti sljedeći zaključci:

– U sklopu analize čimbenika formiranja i distribucije zemljišnih kombinacija kao ponajvažniji izdvojen je reljef, koji uvjetuje postanak nizova i kompleksa. Uzajamni utjecaj reljefa i tla u području klastičnih sedimenata brežuljkasto-brdskog reljefa i manje razvijenih tala regosola i rendzine do izražaja dolazi jaki mehanički učinak vode zbog čega se pojavljuju ZK tipa građe niza i kompleksa. Niz je najbrojnija i najrasprostranjenija ZK, a prisutan je u sljedećim kartiranim jedinicama: 1, 2, 4, 6, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28 i 32. Kompleksi obuhvaćaju kartirane jedinice: 1, 2, 3, 4, 17, 20, 21, 25, 29, 31 i 32. Pod eolskim utjecajem kod nevezanih sedimenata pojavljuju se ZK tipa građe mozaika i niza (kartirana jedinica 12). Pod utjecajem aluvijalnih i proluvijalnih procesa javljaju se nizovi i kompleksi, naročito tamo gdje su tla pod jačim utjecajem podzemne vode (kartirane jedinice 1, 2 i 15). Zbog ovih procesa pojavljuju se i mozaici. Raznovrsnost matičnog supstrata uvjetovala je pojavu ZK tipa mozaika (kartirane jedinice 8, 13, 16, 19, 23, 24 i 28). Krško-sufozijski procesi uvjetuju stvaranje nizova, mozaika i kompleksa. U krškom području prevladavaju asocijacije mozaika i nizova ili isključivo mozaika, kaskade mozaika i mozaika s nizom i slog mozaika (kartirane jedinice 5, 7 i 10), a uz utjecaj čovjeka pri stvaranju homogenih antropogenih jedinica javljaju se heterogene ZK I. i II. reda (kartirane jedinice 8, 9, 14, 15 i 19). U brdovitom i geološki heterogenom dijelu Hrvatske zbog heterogenosti matičnog supstrata pojavljuju se mozaici i nizovi. Podzemne vode u sprezi s mikroreljefom uvjetovala su pojavu nizova i kompleksa, a to su kartirane jedinice nižih područja i dolina manjih rijeka (kartirane jedinice 2, 3, 4, 6, 21 i 29). U kartiranim jedinicama gdje je černoziem dominantna velika grupa tala zbog djelatnosti glodavaca javlja se sporadično pjegavi EAT. Organizmi također pod utjecajem miješanja tla uvjetuju pojavu kompleksa. Pod utjecajem biljnog pokrova najčešće se javljaju kompleksi. Djelovanjem čovjeka nastaju ZK tipa kompleksa, niza i mozaika.

– Geometrijske značajke kartiranih jedinica tla određene su na temelju površine, opsega i koeficijenta raščlanjenosti. Geometrija kartiranih jedinica ovisi o geometriji elementarnih areala tla (EAT), a oni su definirani

površinom, oblikom i stupnjem nekontinuiranosti. Površina EAT ovisi o tipu tla i rezultanta je spleta pedogenetskih čimbenika, koji određuju monolitnost i veličinu EAT u ZK. EAT je izdvojen na najvišoj klasifikacijskoj razini, prvenstveno tipa tla. U izdvojenim kartiranim jedinicama javljaju se izomorfni, elipsasti, linijski, asimetrični i razgranati oblici kartiranih jedinica. Koeficijenti raščlanjenosti kartiranih jedinica vrlo su raznoliki i kreću se od neraščlanjivih do jako raščlanjivih. Osobito visoke vrijednosti koeficijenta raščlanjivosti ima kartirana jedinica broj 1 s linijskim oblicima koji su rezultat načina postanka. Koeficijenti raščlanjenosti ujednačeni su kod antropogenih jedinica.

#### LITERATURA

- Bogunović, M.** (1991): Karakteristike nekih elementarnih areala tla u savsko-dravskom međuriječju. Posebna izdanja ANU BiH, knjiga XCVIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 15, str. 313-332, Sarajevo.
- Bogunović, M.** (1994): Značajke nekih elementarnih areala tla na kršu gorske Hrvatske. Poljoprivredna znanstvena smotra, str. 31-40, Zagreb.
- Bogunović, M., Kisić, I.** (1995): Struktura zemljišnog pokrova biokovskog područja. Zbornik radova sa kongresa održanog od 11-16. listopada 1993. u Makarskoj, Hrvatsko ekološko društvo, str. 175-191, Zagreb.
- Bogunović, M., Vidaček, Ž., Racz, Z., Husnjak, S., Sraka, M.** (1996): Namjenska pedološka karta mjerila 1 : 300.000. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za pedologiju, 49 str, Zagreb.
- Bogunović, M., Vidaček, Ž., Racz, Z., Husnjak, S., Špoljar, A., Sraka, M.** (1999): FAO Unesco Pedološka karta mjerila 1 : 1 000 000, Zavod za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- FAO. (1990): FAO-Unesco Soil map of the World: Revised legend. World Soil Resources Report 60, FAO/Unesco/ISRIC, Rome.
- Fridland, V. M.** (1965): O strukture počvenog pokrova. Počvovedenie, No 4, str. 15-28, Moskva.
- Fridland, V. M.** (1972): Struktura počvenog pokrova. Izd. "Misl", Moskva.
- Kisić, I.** (1992): Karakteristike zemljišnih kombinacija i njihova bonitetna vrijednost na području srednje Podravine. Magistarski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

- Mayer, B., Rastovski, P.** (1982): Testiranje teorije o strukturi zemljišnog pokrova u okviru dijela rada na Osnovnoj pedološkoj karti R. Hrvatske. Posebna izdanja ANU BiH, knjiga LXII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 10, str. 27-39, Sarajevo.
- Mayer, B.** (1987): Karakteriziranje heterogenih pedokartografskih jedinica Istre na osnovi teorije o strukturi zemljišnog pokrova. Pedosfera Istre, Projektni savjet za izradu pedološke karte R. Hrvatske, str. 161-168, Zagreb.
- Škorić, A., Bogunović, M.** (1987): Geografija tala i struktura zemljišnog pokrova. Pedosfera Istre, Projektni savjet za izradu pedološke karte R. Hrvatske, str. 145-160, Zagreb.
- Špoljar, A.** (1999): FAO klasifikacija s bazom podataka za pedološku kartu Republike Hrvatske sitnog mjerila. Magistarski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 121 str., Zagreb.

**Adresa autora - Author's address:**

Mr. sc. Andrija Špoljar  
Tomislava Peremin Volf, dipl. ing.  
Dragutin Žibrin, dipl. ing.  
Visoko gospodarsko učilište u Križevcima  
48260 Križevci, M. Demerca 1

Primljeno: 10. 5. 2001.

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