

UDK 528.44:332.2.021(497.5)
Pregledni znanstveni članak / Review

Vrednovanje fragmentacije poljoprivrednog zemljišta

Iva ODAK, Hrvoje TOMIĆ, Siniša MASTELIĆ IVIĆ – Zagreb¹

SAŽETAK. Fragmentacija zemljišta kojim raspolažu poljoprivredna gospodarstva u Republici Hrvatskoj i njihova mala prosječna veličina jedan je od glavnih ograničavajućih faktora održivosti obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava. S obzirom na prepoznato stanje u RH, novim politikama ruralnog razvoja donose se mjere zemljišne politike kojima je svrha smanjivanje fragmentacije zemljišta. Ovaj rad obuhvaća pregled i ocjenu literature o metodama i tehnikama određivanja stupnja fragmentacije zemljišta, te pregled pokazatelja za određivanje fragmentacije zemljišta. Prikazani su relevantni statistički podaci o prosječnim veličinama poljoprivrednih gospodarstava u RH i EU. Određen je stupanj fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava testne katastarske općine pomoću poznatih indeksa fragmentacije primjenom automatiziranih postupaka analiza prostornih podataka te su prikazani dobiveni podaci.

Ključne riječi: fragmentacija zemljišta, indeksi fragmentacije, komasacija zemljišta.

1. Uvod

Fragmentacija poljoprivrednog zemljišta definirana je kao situacija u kojoj se jedno poljoprivredno gospodarstvo ili vlasništvo sastoji od mnogobrojnih prostorno raspršenih poljoprivrednih čestica koje su vrlo često malih veličina i nepravilnih oblika (King i Burton 1982, McPherson 1982, Van Dijk 2003), a komasacija poljoprivrednog zemljišta jedan je od učinkovitih načina okrupnjavanja takvog zemljišta. Donošenjem Zakona o komasaciji poljoprivrednog zemljišta Republike Hrvatske (Narodne novine 2015) prepoznata je potreba rješavanja problema fragmentacije, te se novim politikama ruralnog razvoja donose mjere zemljišne politike kojima je svrha smanjivanje fragmentacije zemljišta (Program ruralnog razvoja 2014. – 2020.). Također je tim Zakonom definirano da se komasacija provodi na temelju

¹ Iva Odak, dipl. ing. geod., Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: ialisic@geof.hr,

doc. dr. sc. Hrvoje Tomić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: htomic@geof.hr,

prof. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: ivic@geof.hr.

višegodišnjih (5 godina) i godišnjih programa, a programe izrađuje Agencija za poljoprivredno zemljište kao i redosljed postupaka. Među čimbenicima koji utječu na redosljed je i fragmentacija zemljišta. Fragmentacija se najčešće određuje prosječnim brojem čestica po poljoprivrednom gospodarstvu, prosječnom veličinom poljoprivrednoga gospodarstva i prosječnom veličinom čestica poljoprivrednoga gospodarstva. Međutim, da bi se dobio ukupan pokazatelj fragmentacije nekog poljoprivrednoga gospodarstva (ili šire, katastarske općine), potrebno je uvesti u razmatranje regionalne čimbenike koji utječu na fragmentaciju čije je vrednovanje moguće ostvariti automatiziranim postupcima (s obzirom na trenutačno stanje tehnološkog razvoja i GIS-a), a koji se poslije mogu upotrijebiti u procesu provođenja komasacije poljoprivrednog zemljišta.

2. Općenito o fragmentaciji zemljišta

Pojam disperzija ili raspršenost obično se upotrebljava kada želimo objasniti nejednakomjernu distribuciju nekih pojava ili stvari u prostoru, dok se pojam fragmentacija ili rascjepkanost upotrebljava kada se jedna cjelina zapravo sastoji od više manjih dijelova, to jest fragmenata. U literaturi se često pojam fragmentacija zemljišta (engl. Land Fragmentation) upotrebljava za opis rascjepkanosti čestica/posjeda, ali i za opis raspršenosti parcela jednog posjeda.

Postoje kontradiktorna razmatranja u vezi s tim je li fragmentacija zemljišta problem ili ne, koja su se razvila u multidisciplinarnu raspravu. Neki autori karakteriziraju fragmentaciju zemljišta kao temeljni ruralno-prostorni problem koji se veže uz poljoprivredna gospodarstva koja su loše organizirana na više lokacija diljem nekog područja (King i Burton 1982). Slično tome, određeni autori smatraju fragmentaciju zemljišta ozbiljnom preprekom u optimalnom razvoju poljoprivrede jer ona onemogućuje pristup mehanizaciji, uzrokuje neučinkovitu proizvodnju i uključuje velike troškove za ublažavanje njezinih negativnih učinaka, što rezultira smanjenjem neto prihoda poljoprivrednika (Karouzis 1977, Blaikie i Sadeque 2000). Ova situacija danas još više dolazi do izražaja zbog povećanja poljoprivredne tržišne konkurencije i industrijalizacije poljoprivrednog sektora.

Iako pojam fragmentacije zemljišta ima negativne konotacije, ona nije nužno problem u svim slučajevima (Bentley 1987, Van Dijk 2003), jer postoje neke njezine prednosti koje se odnose na upravljanje rizicima, raspoređivanje usjeva i ekološku raznolikost. Poljoprivrednici, naravno, žele minimalizirati potencijalnu opasnost od klimatskih i prirodnih katastrofa, a raspršene parcele mogu biti jedno od rješenja (King i Burton 1982, Bentley 1987) čime se povećava raznolikost tla, usjeva i uvjeta uzgoja. Neki autori ističu da fragmentacija zemljišta u različitim kontekstima ima i prednosti i nedostatke s posljedično dobrim i lošim utjecajem stoga te učinke treba vrednovati odvojeno za svaku zajednicu s obzirom na lokalno-ekonomske, socijalne i ekološke uvjete prije nego što se poduzmu relevantne odluke (Bentley 1987, Van Dijk 2003).

Koncentracijom zemljišta omogućuje se optimalnije korištenje znanstvenih dostignuća i suvremenih metoda rada, a konačna je svrha komasacije poljoprivrednog zemljišta proizvoditi maksimalno uz minimalne troškove (Medić 1993). Detaljni pregled i analiza iskustava s uvođenjem mjera komasacije poljoprivrednog

zemljišta dani su za 25 država u regiji, to jest u središnjoj i istočnoj Europi (Hartvigsen 2015), gdje autor provodi sveobuhvatno i komparativno istraživanje poljoprivrednih reformi i provođenja postupaka komasacija, te iskustva s komasacijama i zakupom zemljišta u toj regiji nakon 1989. godine.

2.1. Čimbenici fragmentacije zemljišta

Postoji nekoliko pokušaja određivanja stupnja fragmentacije nekog poljoprivrednog zemljišta. Dovring (1965) uvodi pojam pretjerane fragmentacije, koju definira brojem parcela na jednom poljoprivrednom gospodarstvu koji premašuje njegovu veličinu. To jest, poljoprivredno gospodarstvo od 20 hektara bit će izrazito fragmentirano ako se sastoji od 20 ili više parcela.

King i Burton (1982) identificirali su više relevantnih čimbenika koji utječu na fragmentaciju:

1. veličina posjeda
2. broj parcela
3. veličine parcela
4. distribucija veličina parcela
5. prostorna raspodjela parcela i
6. karakteristike oblika parcela.

Uzročnike fragmentacije dijele u 4 kategorije: sociokulturološke, ekonomske, fizičke i operativne.

2.2. Indeksi fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava

U idealnom slučaju, sve navedene čimbenike koji se odnose na fragmentaciju poljoprivrednih gospodarstava treba uzeti u obzir u sveobuhvatan i pouzdan indeks. Međutim, niti jedan od najčešće korištenih indeksa za određivanje fragmentacije ne kombinira sve ove varijable u jednu jednadžbu i zapravo ne postoji standardna mjera fragmentacije zemljišta (Bentley 1987, Van Hung i dr. 2007). Većina autora koji su pokušali odrediti fragmentaciju zemljišta koristili su se jednostavnim prosječnim brojem parcela po poljoprivrednom gospodarstvu na regionalnoj ili nacionalnoj razini, prosječnom veličinom poljoprivrednoga gospodarstva i prosječnom veličinom parcela.

Edwardsov indeks fragmentacije dan je kao postotak zemljišta nekog poljoprivrednoga gospodarstva koji nije vezan za imanje (Edwards 1961), dok je Dovringov indeks fragmentacije dobiven mjerenjem udaljenosti koju poljoprivrednik mora prewalkiti do svake od svojih parcela, vraćajući se na svoju farmu nakon svakog posjeta (Dovring 1965). Nedostatak je tih dvaju indeksa što je svaki od njih samo jedan aspekt fragmentacije zemljišta.

Za razliku od navedenih, sljedeći indeksi uključuju više čimbenika koji utječu na fragmentaciju zemljišta (tablica 1).

Tablica 1. Pregled formula indeksa fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava.

Simmons	Januszewski	Igbozurike	Schmook
$FI = \frac{\sum_{i=1}^n a^2}{A^2}$	$K = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n a}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{a}}$	$P_i = \frac{1}{\bar{a}_i} Dt$ $\frac{1}{100}$	$P_0 = \frac{A_{pol}}{A}$
n – broj parcela koje pripadaju poljoprivrednom gospodarstvu a – veličina parcele A – ukupna površina poljoprivrednoga gospodarstva	n – broj parcela koje pripadaju poljoprivrednom gospodarstvu a – veličina parcele	\bar{a}_i – veličina svake parcele Dt – ukupna povratna udaljenost	A_{pol} – površina poligona koji opisuju poljoprivredno gospodarstvo A – ukupna površina poljoprivrednoga gospodarstva

Simmonsov indeks fragmentacije zemljišta FI (engl. Fragmentation Index) uzima u obzir broj čestica koje pripadaju jednom poljoprivrednom gospodarstvu, relativnu veličinu svake čestice i veličinu poljoprivrednoga gospodarstva (Simmons 1964). Kada taj indeks fragmentacije ima vrijednost 1, to znači da se gospodarstvo sastoji od samo jedne čestice (nema fragmentacije), dok vrijednosti bliže nuli znače veću fragmentaciju.

Januszewski daje indeks K , u kojem kombinira broj parcela po poljoprivrednom gospodarstvu i njihovu raspodjelu veličina (Januszewski 1968). K je u rasponu od 0 do 1, gdje vrijednosti koje su bliže nuli pokazuju visok stupanj fragmentacije. Taj indeks ima tri glavna svojstva: stupanj fragmentacije povećava se proporcionalno s brojem parcela, fragmentacija se povećava kada je raspon veličina parcela mali i fragmentacija se smanjuje kako se područje velikih čestica povećava, a malih čestica smanjuje.

Osim tih, u literaturi je dan i “Relativni indeks parcelizacije zemljišta” – P_i (Igbozurike 1974) – koji se temelji na prosječnoj veličini čestica i udaljenosti koju prewalki poljoprivrednik da bi obiškao sve svoje parcele u nizu, u jednom povratnom putovanju.

Još jedan indeks fragmentacije – P_0 – definiran je u literaturi kao omjer između površine poligona koji opisuju sve parcele nekog poljoprivrednoga gospodarstva i površine toga gospodarstva, a prednost te metode određivanja stupnja fragmentacije je ta što uzima u obzir i veličinu posjeda i udaljenost do parcela (Schmook 1976).

Nova metodologija određivanja stupnja fragmentacije zemljišta razvijena je 2012. godine, kada je omogućeno upravljanje bilo kojim čimbenikom fragmentacije zemljišta za kojeg postoje dostupni podaci i korisnik može odabrati koji od čimbenika treba uzeti u obzir te dati težinu svakom od pojedinačnih čimbenika (Demetriou 2012). Predloženi se postupak zasniva na multikriterijskom načinu donošenja odluka i ima pet glavnih čimbenika: disperzija parcela, veličina parcela, oblik parcela, dostupnost parcela i vlasništvo. U početku planer odabire čimbenike fragmentacije zemljišta koji će biti uključeni u model, a zatim dodjeljuje relevantnu težinu svakom čimbeniku prema njegovoj važnosti za određeni projekt. Ti rezultati se zatim, ako je potrebno, standardiziraju, korištenjem odgovarajućih

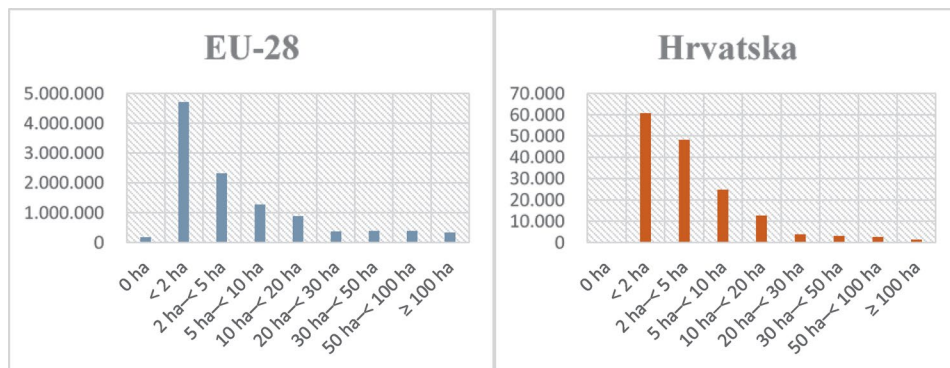
metoda (npr. pomoću vrijednosnih funkcija) za stvaranje standardizirane tablice fragmentacije zemljišta, te je na kraju određen globalni indeks fragmentacije zemljišta *GLFI* (engl. Global Land Fragmentation Index) za cijelo istraživano područje.

Međutim, autori navode da su u budućim istraživanjima potrebna poboljšanja takvog sustava (Demetriou i dr. 2013): vrijednosne funkcije koje se upotrebljavaju za standardizaciju rezultata za svaki čimbenik i vlasništvo trebaju biti lako i interaktivno definirane od strane korisnika, a ne unaprijed definirane. Isto se odnosi i na izračun indeksa oblika parcela. Sustav bi trebao biti u mogućnosti uključiti više čimbenika fragmentacije zemljišta koji bi mogli dohvatiti prevladavajuće uvjete koji su karakteristični za neku drugu zemlju. Indeks oblika parcela treba više istražiti kako bi se poboljšala njegova točnost i fleksibilnost.

Detaljnu analizu oblika i raspršenosti čestica te fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava kao i regionalne čimbenike slovenskog poljoprivrednog područja daje Foški (2017) u svom doktorskom radu.

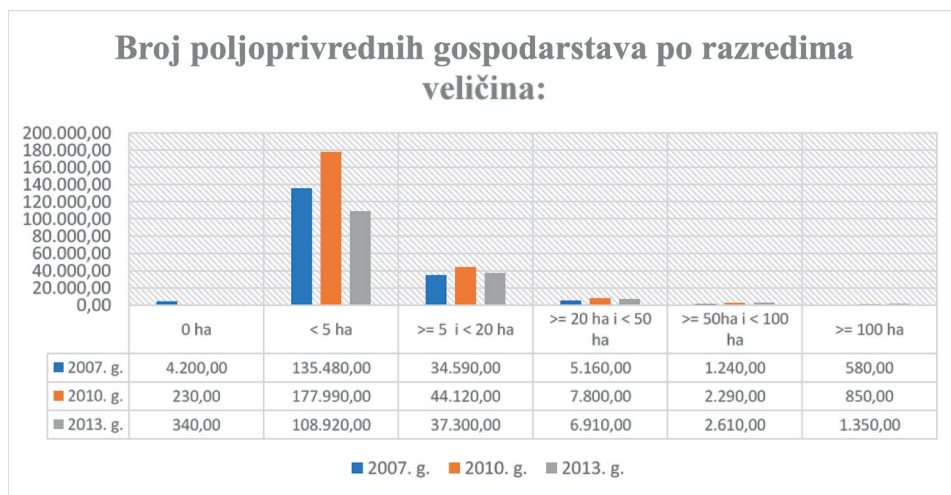
3. Stanje fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava u Republici Hrvatskoj

Prema Eurostatovu izvješću iz 2013. godine poljoprivredna gospodarstva u Republici Hrvatskoj mogu se okarakterizirati kao relativno mala (slika 1), jer je prosječna veličina od 5,6 hektara po gospodarstvu (2010. godine) znatno manja od prosječne veličine europskih gospodarstava, koja iznosi 14,4 hektara po gospodarstvu (EU-27) (URL 1).



Slika 1. Grafički prikaz broja poljoprivrednih gospodarstava u EU-28 i RH (URL 1).

Grafički prikaz dostupnih statističkih podataka za Republiku Hrvatsku (URL 2) u razdoblju od 2007. do 2013. godine dan je na slici 2 *Broj poljoprivrednih gospodarstava u RH po razredima veličina*, izvor: Eurostat (URL 2), gdje su vidljivi trendovi rasta i pada broja poljoprivrednih gospodarstava po razredima veličina.



Slika 2. Broj poljoprivrednih gospodarstava u RH po razredima veličina, izvor: Eurostat (URL 2).

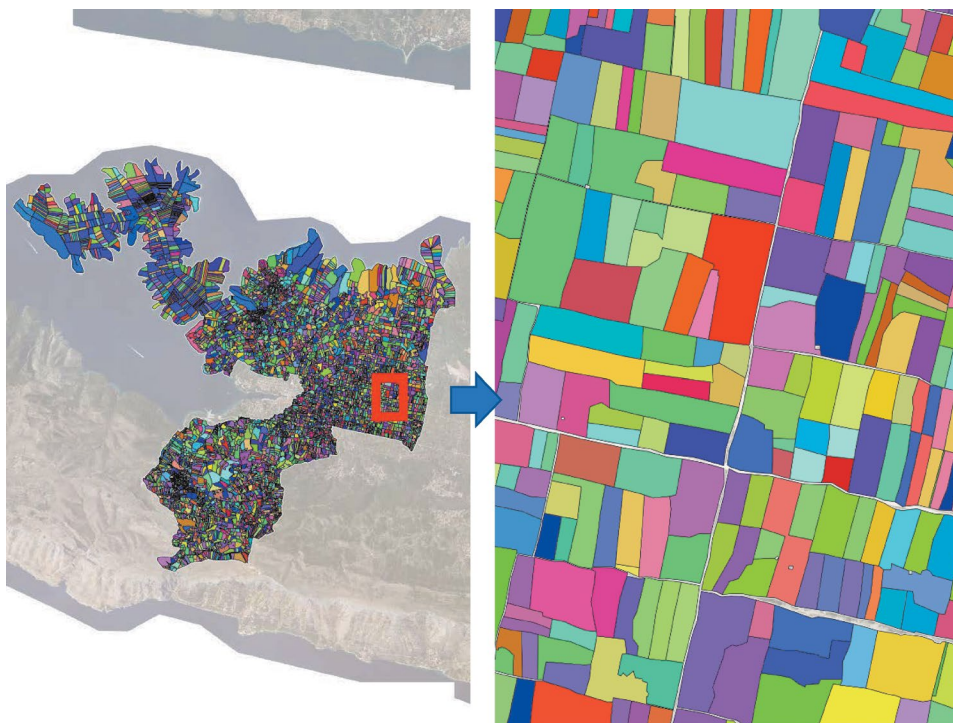
S obzirom na trenutačno stanje prepoznata je potreba za primjenom politike ruralnog razvoja na cjelokupnom ruralnom području Republike Hrvatske (Program ruralnog razvoja 2014. – 2020.), te Hrvatski Sabor 24. travnja 2015. godine donosi Zakon o komasaciji poljoprivrednog zemljišta (Narodne novine 2015), što je jedna od najučinkovitijih mjera u rješavanju problema fragmentacije zemljišta. U Programu ruralnog razvoja RH (URL 3) istaknuto je da su rascjepkanost gospodarstava i njihova mala veličina među glavnim ograničavajućim faktorima za održivost/profitabilnost obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava i razvoj hrvatske poljoprivrede. Osim toga, veličina poljoprivrednih gospodarstava odlučujući je faktor održivosti u poljoprivrednoj i šumarskoj proizvodnji te se postavlja pitanje ekonomske održivosti takvih gospodarstava.

Osim komasacije zemljišta, postoje i druge mjere okrupnjavanja zemljišta od kojih se očekuje povećanje konkurentnosti poljoprivredne proizvodnje (Svržnjak 2012). U svom doktorskom radu autorica analizira šest mjera okrupnjavanja zemljišta od kojih se očekuje povećanje konkurentnosti poljoprivredne proizvodnje: privatizaciju državnog poljoprivrednog zemljišta, nasljeđivanje, sređivanje zemljišnoknjižnog stanja, razvitak zemljišnoknjižnog informacijskog sustava, uređenje poljoprivrednog zemljišta s naglaskom na komasaciju i zemljište kao sredstvo bankarskog jamstva. Analizom rezultata istraživanja dokazano je kako veće proizvodne površine omogućuju konkurentniju proizvodnju.

Prepoznata je i potreba za razvojem sustava za provedbu mjera zemljišne politike u Republici Hrvatskoj (Mičević 2016) te autorica, nakon analize podataka državnog poljoprivrednog zemljišta i raspolaganja tim zemljištem u površinskom i financijskom smislu, daje preporuke za uspostavu učinkovitog informacijskog sustava za upravljanje državnim poljoprivrednim zemljištem i provedbu u okviru poljoprivredne politike.

4. Analiza fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava u k. o. Stari Grad

Kako bi se praktično ispitala primjenljivost navedenih indeksa, analizirani su rezultati dobiveni određivanjem fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava na primjeru testne katastarske općine (k. o. Stari Grad na otoku Hvaru). Za potrebe određivanja svojstava zemljišnih čestica, podaci su modelirani postupkom gdje je svakoj katastarskoj čestici pridružen i identifikator posjednika, odnosno broj posjedovnog lista u kojem je čestica evidentirana (slika 3, katastarske čestice jednog posjednika označene su istom bojom).



Slika 3. Testno područje, k. o. Stari Grad na otoku Hvaru – grafički prikaz katastarskih čestica prema posjedovnim listovima (cijela/dio testne katastarske općine).

Neka od postojećih mjerila kojima se može odrediti dio čimbenika koji utječu na fragmentaciju poljoprivrednih gospodarstava u Republici Hrvatskoj (oblik i veličina parcela) određena su *Pravilnikom o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog obradivog zemljišta (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta* (u daljnjem tekstu *Pravilnik*) (Narodne novine 2013), gdje se osnovica za vrednovanje zemljišta temelji na vrijednostima tla, klime, reljefa i određenih ostalih prirodnih uvjeta za poljoprivrednu proizvodnju (stjenovitost i kamenitost površine zemljišta, poplave na zemljištu, otvorenost te zatvorenost i zaštićenost zemljišta, ekspozicija, zasjenjenost zemljišta, veličina i oblik parcele). U *Pravilniku* je istaknuto da

površina katastarske čestice utječe na bonitet zemljišta, zbog nemogućnosti upotrebe poljoprivredne mehanizacije i primjene suvremenih agrotehničkih mjera, a *oblik katastarske čestice* utječe na korištenje suvremene mehanizacije, redovitu obradu zemljišta te na troškove proizvodnje. Da bi se odredio stupanj fragmentacije k. o. Stari Grad, osim oblika i površine čestica nekog poljoprivrednoga gospodarstva, određeni su i najčešće korišteni indeksi fragmentacije (FI , K i P_0). U analizi su korišteni podaci digitalnoga katastarskog plana i digitalne ortofoto karte, obrađeni u GIS-programu (QGIS v.2.18.12).

4.1. Površine katastarskih čestica u k. o. Stari Grad

Površina katastarske čestice se prema Pravilniku ocjenjuje s 0 do 20 negativnih postotaka bonitetnih bodova kako slijedi (tablica 2).

Tablica 2. *Negativni postoci bonitetnih bodova za površinu katastarske čestice.*

Površina katastarske čestice (ha)	Negativni postoci bonitetnih bodova	Površina katastarske čestice (ha)	Negativni postoci bonitetnih bodova
<0,01	15–20	0,5–1	4–6
0,01–0,05	10–15	1–3	3–4
0,05–0,25	8–10	3–5	2–3
0,25–0,5	6–8	>5	0

Analizom podataka površina katastarskih čestica k. o. Stari Grad (ukupno 13 413 čestica), utvrđeno je da je 0,9% čestica manjih od 0,01 ha, 17,6% čestica od 0,01 do 0,05 ha, 49,6% čestica od 0,05 do 0,25 ha, 19,1% čestica od 0,25 do 0,5 ha, 8,3% čestica od 0,5 do 1 ha, 4,1% čestica od 1 do 3 ha, 0,2% čestica od 3 do 5 ha i samo 0,1% čestica većih od 5 ha. Grafički prikaz distribucije čestica prema razredima veličina dan je na slici 4.

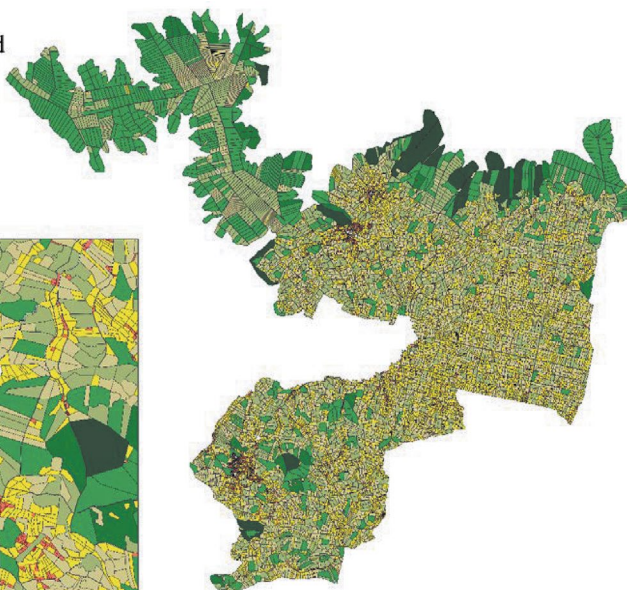
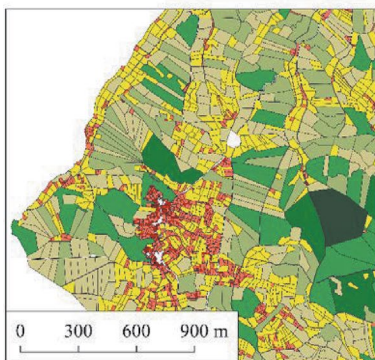
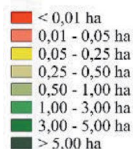
4.2. Oblik katastarskih čestica u k. o. Stari Grad

Oblik katastarske čestice se prema Pravilniku ocjenjuje s 0 do 10 negativnih postotaka bonitetnih bodova (tablica 3).

Tablica 3. *Negativni postoci bonitetnih bodova za oblik katastarske čestice.*

Koeficijent oblika katastarske čestice	Negativni postoci bonitetnih bodova	Koeficijent oblika katastarske čestice	Negativni postoci bonitetnih bodova
<1,5	0	3–4	5–7
1,5–2	1–3	4–5	7–9
2–3	3–5	>5	10

Površine katastarskih čestica - k.o Stari Grad



Slika 4. Razredi veličina katastarskih čestica u k. o. Stari Grad.

Optimalno prikazivanje oblika katastarske čestice izračunava se koeficijentom raščlanjenosti koji je u Pravilniku određen jednažbom:

$$KR_i = \frac{P_i}{3,54\sqrt{A_i}}, \tag{1}$$

gdje su:

KR_i – koeficijent raščlanjenosti,

P_i – opseg,

A_i – površina katastarske čestice i .

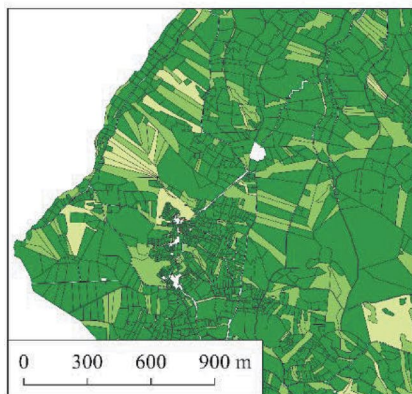
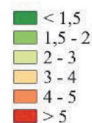
Grafički prikaz određenoga koeficijenta raščlanjenosti za područje k. o. Stari Grad dan je na slici 5.

Prema Pravilniku, vrijednosti KR veće od 4 znače veliku raščlanjenost čestica, dok bi vrijednosti manje od 1,5 trebale upućivati na optimalan oblik čestice. Analizom dobivenih grafičkih i statističkih vrijednosti može se uvidjeti da je većina katastarskih čestica u k. o. Stari Grad (njih 71,2%) određena koeficijentom raščlanjenosti manjim od 1,5 (tablica 4 i graf 1), što prema Pravilniku upućuje na to da su optimalnog oblika.

Tablica 4. Statistički podaci vrijednosti koeficijenta raščlanjenosti KR u k. o. Stari Grad.

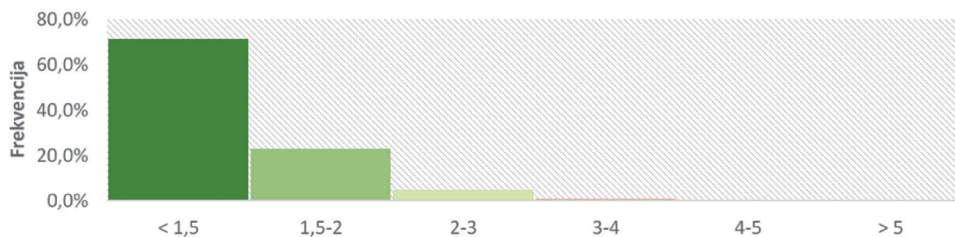
Koeficijent raščlanjenosti KR					
Ukupni broj	Maksimalna vrijednost	Medijan	Minimalna vrijednost	Standardno odstupanje	Srednja vrijednost
13 413	4,7	1,3	1,0	0,4	1,4

Koeficijent raščlanjenosti - k.o Stari Grad



Slika 5. Koeficijent raščlanjenosti katastarskih čestica KR u k. o. Stari Grad.

Koeficijent raščlanjenosti - KR

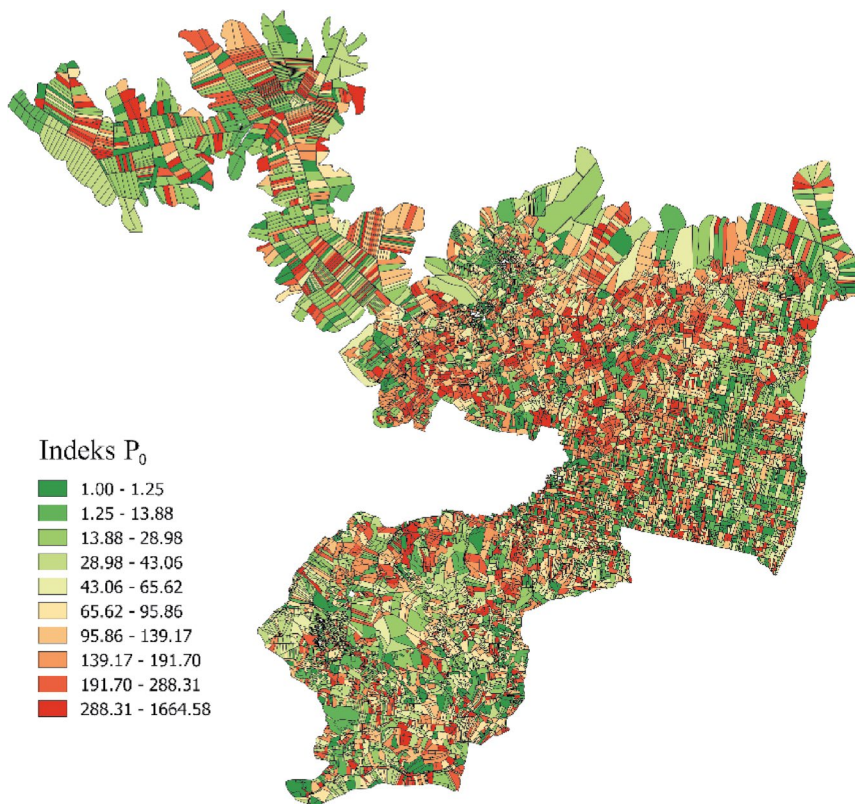


Graf 1. Razdioba vrijednosti KR po razredima veličina.

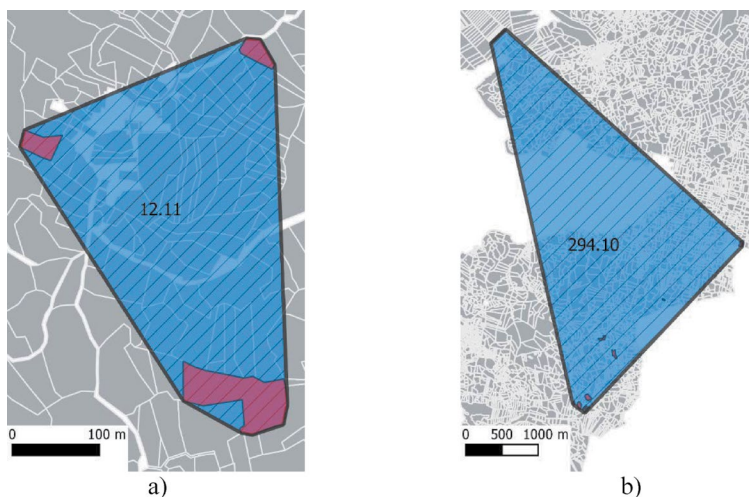
4.3. Fragmentacija poljoprivrednih gospodarstava u k. o. Stari Grad

Prilikom određivanja stupnja fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava na testnom području korišteni su Schmoockov (slika 6), Simmonsov (slika 8) i Januszewskijev (slika 9) indeks.

Na slici 6 prikazan je stupanj fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava određen Schmoockovim indeksom, gdje se vidi da postoji relativno mali broj onih gospodarstava koja su niskog stupnja fragmentacije. Vrijednosti Schmoockova indeksa uvijek su iznad 1, a visoka vrijednost P_0 upućuje na intenzivnu fragmentaciju poljoprivrednoga gospodarstva (slika 7a i b).



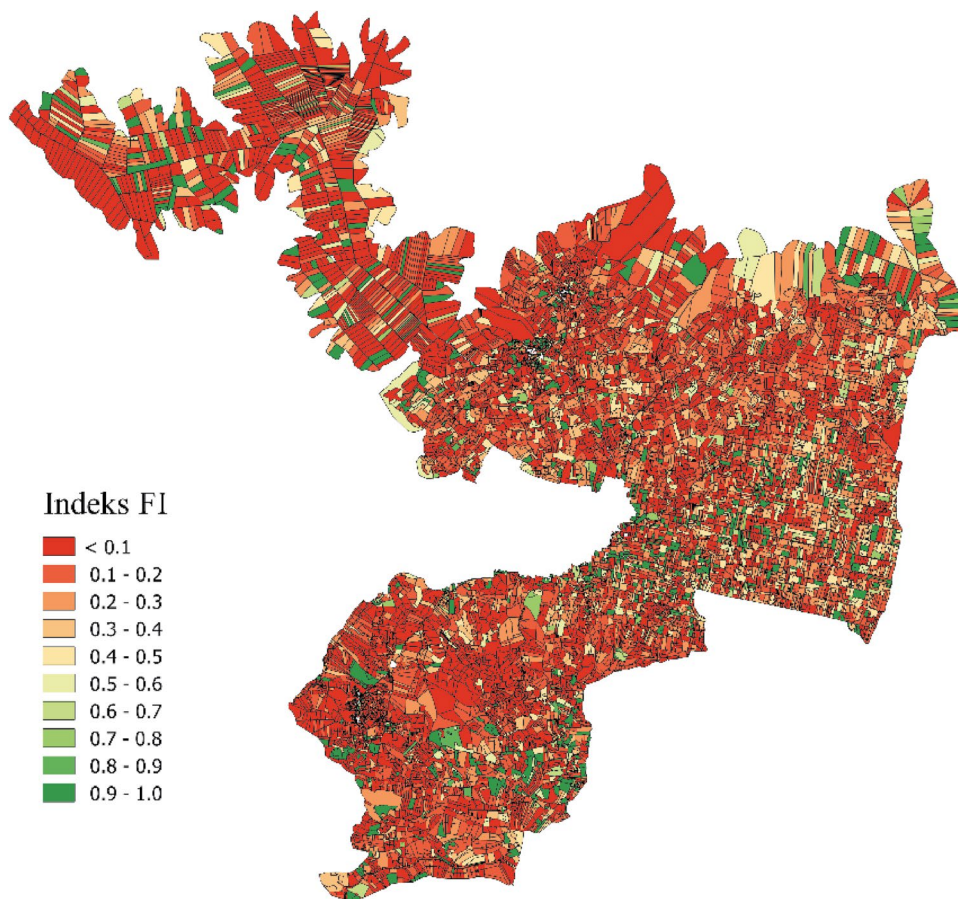
Slika 6. Vrijednosti indeksa fragmentacije P_0 u k. o. Stari Grad.



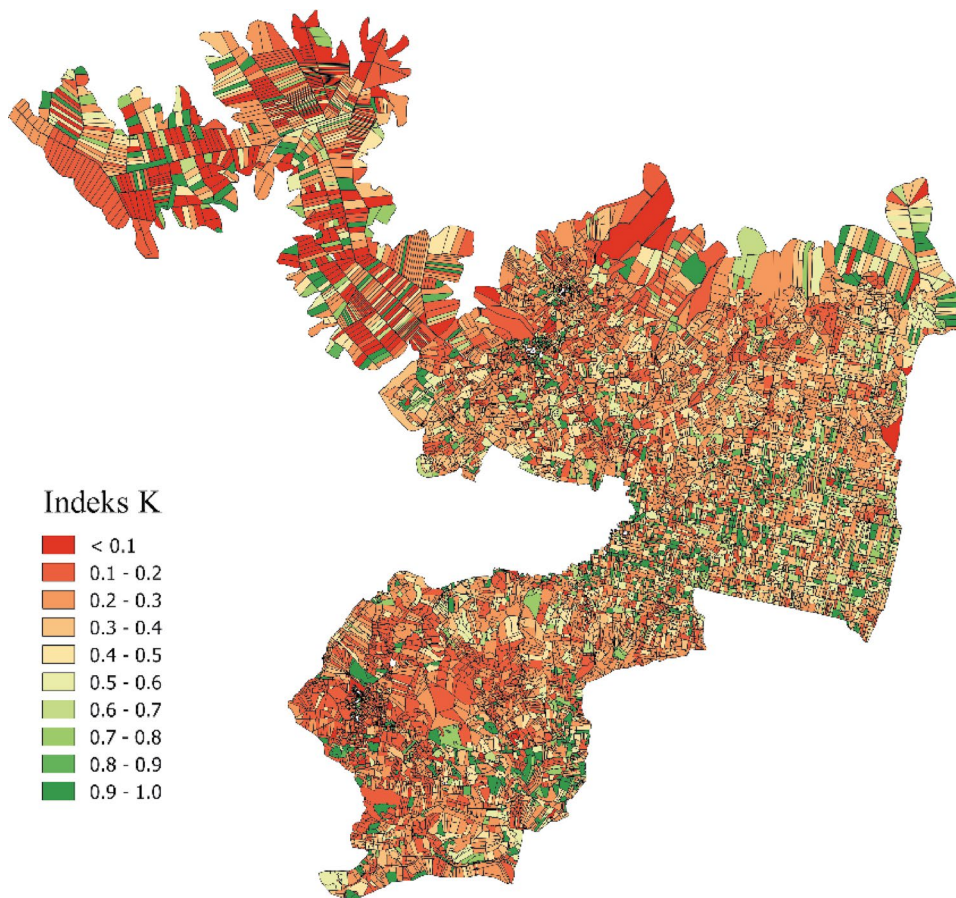
Slika 7. Primjer izračuna Schmoockova indeksa fragmentacije poljoprivrednoga gospodarstva: a) nizak stupanj fragmentacije, b) visok stupanj fragmentacije.

Nedostatak je ovog indeksa sljedeći: kad je samo jedna čestica, koja pripada nekom poljoprivrednom gospodarstvu, iznimno daleko od gospodarstva, tada to uvelike utječe na veličinu poligona pa tako i na vrijednost indeksa P_0 , a u slučaju uskog i izduženog oblika poligona koji opisuje poljoprivredno gospodarstvo, indeks P_0 može biti male vrijednosti, unatoč visokom stupnju fragmentacije (Burton 1983).

Za razliku od tog indeksa, Simmonsov indeks fragmentacije uzima u obzir broj parcela koje pripadaju jednom poljoprivrednom gospodarstvu, relativnu veličinu svake parcele i ukupnu veličinu gospodarstva. Zbog toga se taj indeks najčešće i upotrebljava u izračunu stupnja fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava. Na slici 8 prikazan je stupanj fragmentacije poljoprivrednog zemljišta u k. o. Stari Grad na otoku Hvaru određen Simmonsovim indeksom, pri čemu vrijednost indeksa FI jednaka 1 znači da nema fragmentacije (poljoprivredno gospodarstvo se sastoji od samo jedne čestice), dok vrijednosti bliže nuli znače veliki stupanj fragmentacije. Isto vrijedi i za Januszewskijev indeks fragmentacije K , čiji je raspon



Slika 8. Vrijednosti indeksa fragmentacije FI u k. o. Stari Grad.



Slika 9. Vrijednosti indeksa fragmentacije K u k. o. Stari Grad.

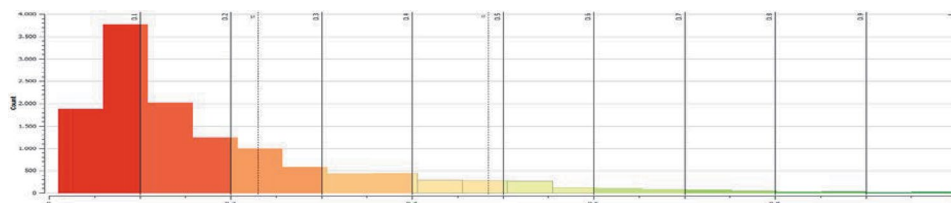
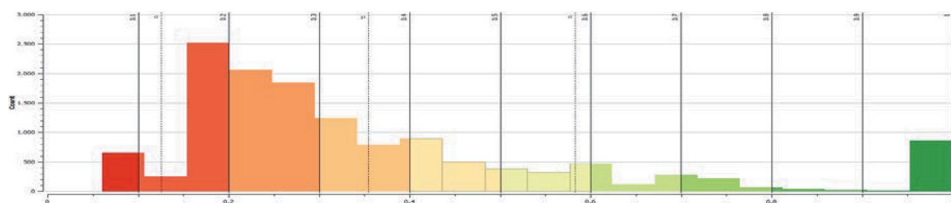
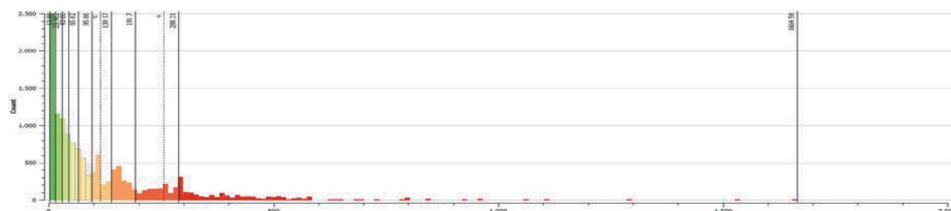
vrijednosti od 0 do 1 te koji također pokazuje visok stupanj fragmentacije u k. o. Stari Grad (slika 9).

Primjena dobivenih podataka zahtijeva klasifikaciju podataka indeksa radi uključivanja čimbenika fragmentacije pri vrednovanju poljoprivrednih gospodarstava u okviru komasacije. To zahtijeva pažljivo razmatranje distribucije indeksa u ovisnosti o veličinama poljoprivrednih gospodarstava. U praksi je uobičajena podjela na mala, srednja i velika gospodarstva, unutar kojih se formira broj razreda koji se smatra prikladnim. U analizama podataka testnog područja uključena su samo poljoprivredna gospodarstva ukupne površine veće od dva hektara, kojih je ukupan broj 470.

Statistički pokazatelji prikazani su u tablici 5, a razdioba vrijednosti indeksa fragmentacije poljoprivrednih gospodarstava vidljiva je na slici 10 (Simmonsov indeks), na slici 11 (Januszewskijev indeks) te na slici 12 (Schmookov indeks).

Tablica 5. Statistički pokazatelji vrijednosti određenih indeksa.

	<i>FI</i>	<i>K</i>	P_0
Veličina uzorka	470	470	470
Minimalna vrijednost	0,01	0,06	1
Maksimalna vrijednost	1	1	1664,58
Srednja vrijednost	0,60	0,69	56,23
Medijan	0,54	0,71	1,41
Modus	1	1	#N/A
Standardno odstupanje	0,36	0,29	128,15
Koeficijent spljoštenosti	-1,64	-1,43	34,35
Koeficijent asimetrije	-0,07	-0,24	4,71

Slika 10. Razdioba vrijednosti indeksa *FI* na testnom području.Slika 11. Razdioba vrijednosti indeksa *K* na testnom području.Slika 12. Razdioba vrijednosti indeksa P_0 na testnom području.

5. Zaključak

Fragmentacija poljoprivrednih gospodarstava jedan je od ograničavajućih čimbenika održivosti obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava. Jedna od najučinkovitijih metoda rješavanja ovog problema je komasacija poljoprivrednog zemljišta, u okviru koje se grupiranjem zemljišta omogućuje smanjenje troškova, a time i poboljšanje gospodarskih rezultata poljoprivrednih gospodarstava.

Analizom postojećih indeksa zemljišne fragmentacije te praktičnom implementacijom na testnom području može se zaključiti kako je indekse zemljišne fragmentacije moguće odrediti za relativno veliki broj poljoprivrednih gospodarstava u pojedinoj katastarskoj općini i šire, automatiziranim postupcima analiza prostornih podataka. Iz određenih podataka može se zaključiti kako poljoprivredna gospodarstva obrađena u analizi imaju visok stupanj fragmentacije, neovisno o korištenom indeksu.

U daljnjim istraživanjima potrebno je pomoću postojećih prostornih podataka, a nakon analize fragmentacije poljoprivrednih zemljišta u Republici Hrvatskoj, izraditi sustav vrednovanja uporabom indeksa za određivanje stupnja fragmentacije zemljišta, te dalje istražiti mogućnosti automatskih izračuna vrijednosti čimbenika koji utječu na fragmentaciju zemljišta. Tim istraživanjem očekuju se nova saznanja o mogućnostima primjene prostornih podataka u svrhu masovnog automatskog izračuna čimbenika vrednovanja fragmentacije zemljišta radi pomoći daljnjoj provedbi postupka komasacija zemljišta.

ZAHVALA. Ovaj rad financirala je Hrvatska zaklada za znanost projektom HRZZ-IP-11-2013-7714.

Literatura

- Bentley, W. (1987): Economic and ecological approaches to land fragmentation: In defence of a much-maligned phenomenon, *Annual Review of Anthropology*, 16, 31–67.
- Blaikie, P., Sadeque, A. (2000): Policy in the High Himalayas: Environment and Development in the Himalayan Region, ICIMOD, Kathmandu.
- Burton, S. (1983): Land Consolidation and Fragmentation: An evaluative Case Study, PhD thesis, Department of Geography, Faculty of Social Science, University of Leicester, Leicester.
- Demetriou, D. (2012): The development of an integrated planning and decision support system (IPDSS) for land consolidation, PhD thesis, University of Leeds, Leeds.
- Demetriou, D., Stillwell, J., See, L. (2013): A new methodology for measuring land fragmentation, *Computers, Environment and Urban Systems*, 39, 71–80.
- Dovring, F. (1965): Land and labour in Europe in the twentieth century (3rd ed.), The Hague: Nijhoff.
- Edwards, D. (1961): An economic study of small farming in Jamaica, *Univ. College West Indies, Environment and Planning A*, 17, 1653–1668.
- Foški, M. (2017): Določanje parcelnih vzorcev in analiza njihovega spreminjanja v slovenskem podeželskem prostoru (Determination of Plot Patterns and Their Changes in Slovenian Rural Areas), PhD thesis, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- Hartvigsen, M. B. (2015): Land Reform and Land Consolidation in Central and Eastern Europe after 1989: Experiences and Perspectives, PhD thesis, Aalborg Universitetsforlag, Ph.d.-serien for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet, Aalborg.
- Igbozurike, M. U. (1974): Land tenure, social relations and the analysis of spatial discontinuity, *Area*, 6, 132–135.
- Januszewski, J. (1968): Index of land consolidation as a criterion of the degree of concentration, *Geographia Polonica*, 14, 291–296.
- Karouzis, G. (1977): Land Ownership in Cyprus: Past and Present, Strabo, Nicosia.
- King, R., Burton, S. (1982): Land fragmentation and consolidation in Cyprus: A descriptive evaluation, *Agricultural Administration*, 11, 3, 183–200.
- McPherson, M. F. (1982): Land fragmentation: A selected literature review, Development discussion paper no. 141, Harvard Institute for International Development, Harvard University.
- Medić, V. (1993): Devedeset godina komasacija u Hrvatskoj, *Sociologija sela*, 31, 1/2, 97–106.
- Mičević, B. (2016): Razvoj sustava za upravljanje poljoprivrednim zemljištem u okviru poljoprivredne politike Republike Hrvatske, doktorski rad, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Narodne novine (2013): Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog obradivog zemljišta (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta, *Narodne novine*, br. 151/13, Zagreb.
- Narodne novine (2015): Zakon o komasaciji poljoprivrednog zemljišta, *Narodne novine*, br. 51/15, Zagreb.

- Schmook, G. Jr. (1976): The spontaneous evolution from farming on scattered strips to farming in severalty in Flanders between the sixteenth and twentieth centuries: A quantitative approach to the study of farm fragmentation, In R. H. Buchanan, R. A. Butlin, & D. McCourt (Eds.), *Fields, farms and settlement in Europe*, Ulster Folk and Transport Museum, Belfast, 107–117.
- Simmons, A. J. (1964): An index of farm structure, with a Nottinghamshire example, *East Midlands Geographer*, 3, 255–261.
- Svržnjak, K. (2012): Mjere okrupnjavanja poljoprivrednog zemljišta kao činitelj konkurentnosti hrvatske poljoprivrede, doktorski rad, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Van Dijk, T. (2003): *Dealing with central European land fragmentation*, Eburon, Delft.
- Van Hung, P., MacAulay, G., Marsh, S. (2007): The economics of land fragmentation in the North Vietnam, *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 51, 195–211.

Mrežne adrese

URL 1: Eurostat,

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Farm_structure_survey_2013_-_main_results, (1. 2. 2017.).

URL 2: Eurostat,

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Structure_of_agriculture_in_Croatia, (1. 2. 2017.).

URL 3: Ministarstvo poljoprivrede,

http://www.mps.hr/ipard/UserDocsImages/Postpristupno%20razdoblje%20%20EAFRD/BRO%C5%A0URA%2003_2015/MPS_program%20ruralnog%20razvoja%20RH_200x275_v6%20-%20LQ.pdf, (1. 3. 2017.).

Valuation of Agricultural Land Fragmentation

ABSTRACT. Land fragmentation of the agricultural holdings in the Republic of Croatia and their small average size are one of the limiting factors for the sustainability of family farms and the development of Croatian agriculture. Considering the present situation, implementation of rural development policy in the entire rural area of Croatia is a recognized need, and necessary land policy measures were made. This work includes a review and evaluation of the literature on the methods and techniques for determining the degree of land fragmentation, and an overview of indexes used for determination of the land fragmentation. Relevant statistics considering average householding size for the EU and for Croatia are presented. The degree of land fragmentation of the agricultural holdings is determined for the test area of one cadastral municipality, applying the spatial data analysis and the resulting data is presented.

Keywords: land fragmentation, fragmentation indexes, land consolidation.

Primljeno / Received: 2017-03-20

Prihvaćeno / Accepted: 2017-09-12