

UDK 528.3:004.42

Pregledni znanstveni članak / Review

Analiza oblika poljoprivrednih čestica

Iva ODAK, Hrvoje TOMIĆ, Loris REDOVNIKOVIC,
Siniša MASTELIĆ-IVIĆ – Zagreb¹

SAŽETAK. Postojeći kriterij za određivanje optimalnog oblika neke katastarske čestice definiran je Pravilnikom o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog obradivog zemljišta (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta, a određuje se izračunom koeficijenta raščlanjenosti koji uzima u obzir opseg i površinu čestice. Detaljnije vrednovanje oblika moguće je ako se u analizu uključe i drugi čimbenici koji na njega utječu. U ovom radu određen je regionalno specifičan indeks oblika poljoprivrednih čestica na način da su definirani dodatni čimbenici koji opisuju oblik poljoprivredne čestice. Kao referentni oblik uzet je oblik pravokutnika, s omjerom stranica 1:2 na temelju čega su određeni indeks kompaktnosti, indeks nazupčanosti oboda te indeks broja međnih točaka. Utvrđeni indeks oblika poljoprivrednih čestica I_{OBL} testiran je na području središnje panonske poljoprivredne podregije Republike Hrvatske, čestice su zatim podijeljene na 4 razreda oblika, te je zaključeno da je ovim indeksom moguće provesti analizu velike količine podataka i razlikovati oblike parcela. Za ovo istraživanje upotrijebljeni su javno dostupni ARKOD-podaci o poljoprivrednim česticama koji su obrađeni u GIS-sofveru.

Ključne riječi: indeks oblika čestica, poljoprivredno zemljište, ARKOD-parcela, GIS.

¹ dr. sc. Iva Odak, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: iva.odak@geof.unizg.hr
izv. prof. dr. sc. Hrvoje Tomić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: hrvoje.tomic@geof.unizg.hr
doc. dr. sc. Loris Redovniković, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: loris.redovnikovic@geof.unizg.hr
prof. dr. sc. Siniša Mastelić-Ivić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: sinisa.mastelic-ivic@geof.unizg.hr

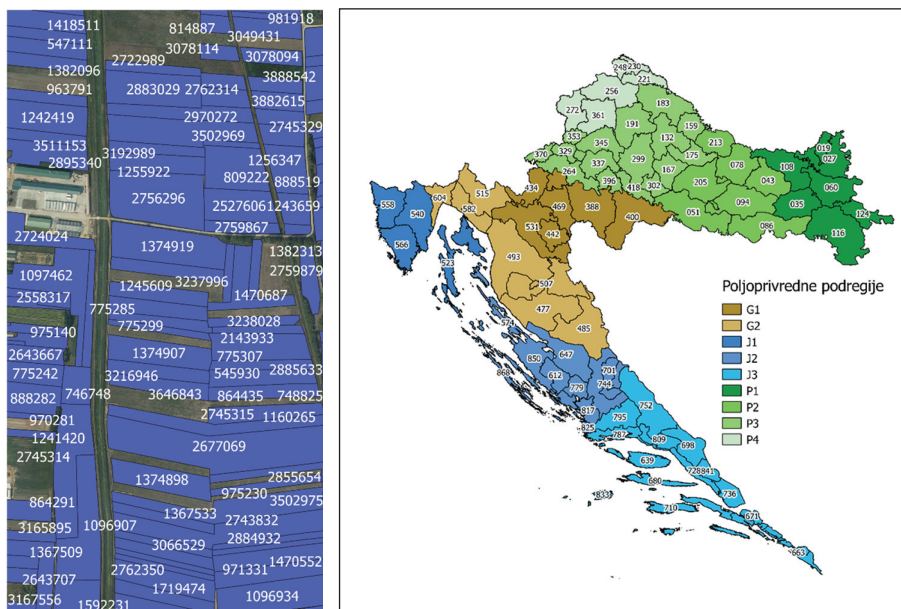
1. Uvod

Oblik nekog objekta definiran je kao odnos ravnih i krivih površina u njegovu vanjskom izgledu, to jest način na koji je moguće uočiti i opisati obrise predmeta, tijela ili osoba. U geometriji postoje različiti oblici poput trokuta, kružnice, kvadrata ili pravokutnika, a sam pojam geometrijskog oblika definiran je na sljedeći način:

„Oblik je svaka geometrijska informacija koja ostane kada iz nekog objekta isključimo njegovu lokaciju, mjerilo i rotaciju“ (Kendall i dr. 2009).

Nepravilan oblik čestice može znatno utjecati na uporabu suvremene mehanizacije, redovitu obradu zemljišta, te na troškove proizvodnje (Narodne novine 2019a). Komasaacijom poljoprivrednog zemljišta moguće je male i oblikom nepravilne katastarske čestice okrupniti u veće i pravilnije (Narodne novine 2022), dok se određivanjem promjena oblika čestica uporabom različitih indeksa oblika može utvrditi uspješnost provedbe projekta komasacije (Aslan i dr. 2007, Janus i dr. 2018, Aslan 2021, Alkan i dr. 2021, Harasimowicz i dr. 2021).

Prilikom analiza i istraživanja u poljoprivredi mora se voditi računa o nejednoličnosti prostora, stoga je potrebno ukupan nacionalni poljoprivredni prostor podijeliti na manje prostorne cjeline (poljoprivredne regije) unutar kojih su uvjeti proizvodnje što ujednačeniji (Defilippis 1995). Regionalizacijom poljoprivrednog prostora slična su staništa svrstana u prostorne cjeline, to jest poljoprivredne regije (Bašić 2014).



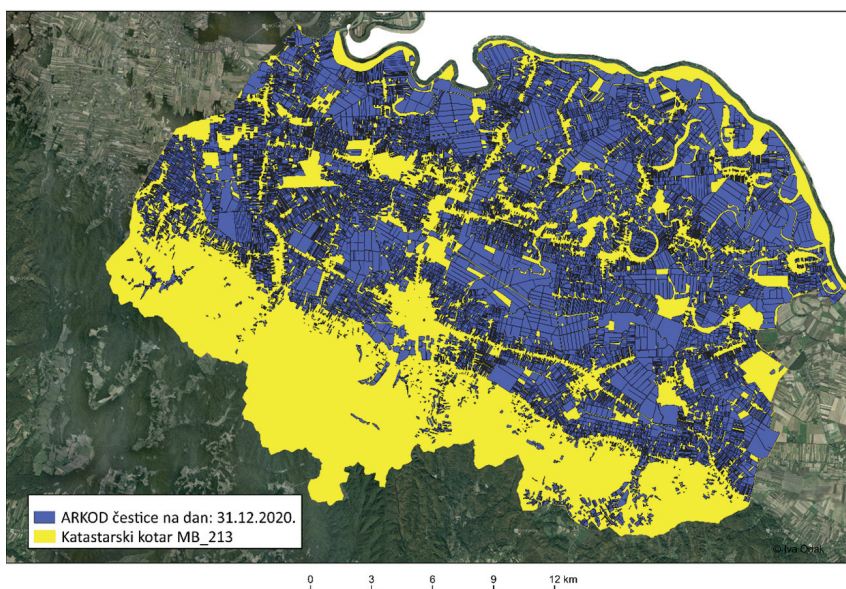
Slika 1. Lijevo: ARKOD-čestice (detalj); desno: podjela katastarskih kotara prema poljoprivrednim podregijama.

Prema Pravilniku o metodologiji za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta (Narodne novine 2014) Republika Hrvatska je s obzirom na prirodnu raznovrsnost podijeljena na 3 poljoprivredne regije (Bašić 2014):

- panonsku regiju (koja je dodatno podijeljena na 4 podregije: istočnu, središnju, zapadnu i sjeverozapadnu)
- gorsku regiju (podijeljena na 2 podregije: predplaninsku i planinsku) i
- jadransku regiju (podijeljena na 3 podregije: sjevernu, središnju i južnu) (slika 1).

Panonska regija najveća je poljoprivredna regija, te je i najveća prosječna veličina poljoprivrednih gospodarstava u panonskoj, a najmanja u jadranskoj regiji, u kojoj je i najmanja prosječna veličina parcele (Grahovac 2005).

U ovom radu analiziran je oblik poljoprivrednih čestica, na način da su definirani čimbenici koji ga najbolje opisuju, to jest određen je optimalni oblik pomoću više jednoparametarskih, međusobno neovisnih indeksa. Za analizu oblika čestica odabrano je područje katastarskog kotara Vinkovci matičnog broja 213, koji se nalazi u poljoprivrednoj podregiji P2, to jest u središnjem panonskom dijelu Republike Hrvatske (slika 2). Analizirano područje ukupne je površine 31.291,98 ha, kojim je obuhvaćeno 24.504 ARKOD-čestica. Većina ARKOD-čestica klasificirana je kao oranice (85,2%), nakon toga slijede voćnjaci (4,9%), livade (4,2%), staklenici na oranici (2,7%), vinogradi (1,6%), pašnjaci (0,6%), privremeno neodržive parcele (0,5%) te ostalo zemljište (0,2%). Čak 67,5% čestica površinom je manje od 1 ha, njih 28,9% je površine 1 – 5 ha, dok je samo 3,5% čestica površinom veće od 5 ha. Srednja vrijednost nagiba terena iznosi 0,8%, a prosječna je nadmorska visina terena 117 m.



Slika 2. ARKOD-čestice na analiziranom području.

2. Koeficijent raščlanjenosti

Postojeći kriterij za određivanje optimalnog oblika neke katastarske čestice definiran je *Pravilnikom o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog obradivog zemljišta (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta* (u daljnjem tekstu: Pravilnik) (Narodne novine 2019a), 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 parcele i oblik parcele). U Pravilniku je istaknuto da mala površina katastarske čestice utječe na bonitet zemljišta zbog nemogućnosti upotrebe poljoprivredne mehanizacije i primjene suvremenih agrotehničkih mjera, a oblik katastarske čestice utječe na uporabu suvremene mehanizacije, redovitu obradu zemljišta te na troškove proizvodnje. Optimalno prikazivanje oblika katastarske čestice izračunava se *koeficijentom raščlanjenosti* koji je u Pravilniku određen jednadžbom (Narodne novine 2019a):

$$Kr = \frac{P}{3,54 \cdot \sqrt{S}} \quad (1)$$

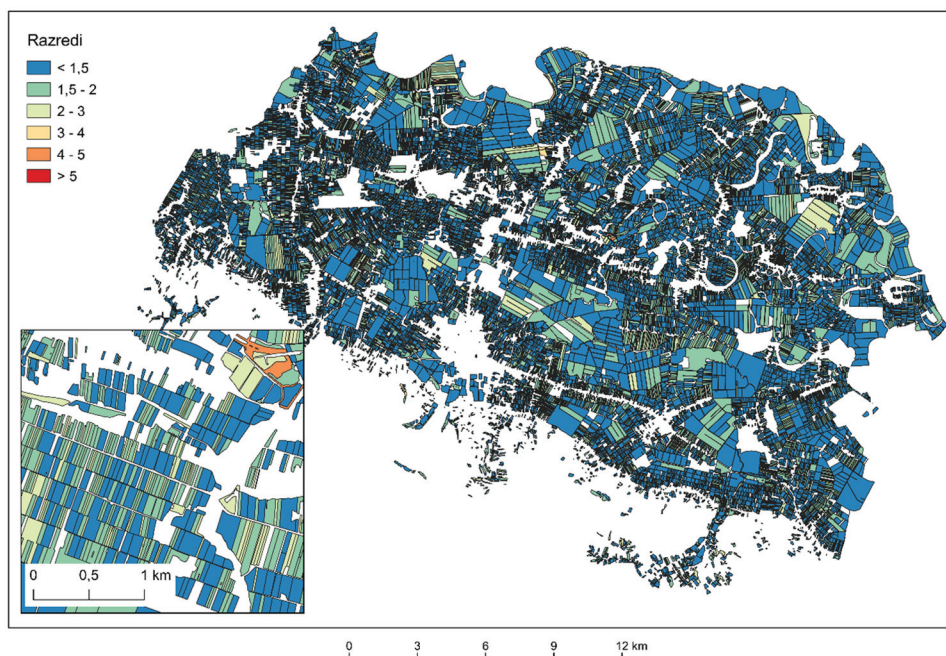
gdje je: Kr – koeficijent raščlanjenosti, P – opseg katastarske čestice i S – površina katastarske čestice.

Prema Pravilniku, oblik katastarske čestice ocjenjuje se od 0 do 10 negativnih postotaka bonitetnih bodova (tablica 1).

Tablica 1. *Negativni postoci bonitetnih bodova.*

Koeficijent raščlanjenosti	Negativni postoci bonitetnih bodova	Koeficijent raščlanjenosti	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

Grafički prikaz određenoga koeficijenta raščlanjenosti katastarskoga kotara oznake MB_213 dan je na slici 3. Prema Pravilniku, vrijednosti Kr veće od 4 znače veliku raščlanjenost čestica, dok bi vrijednosti manje od 1,5 trebale označavati optimalan oblik čestica.

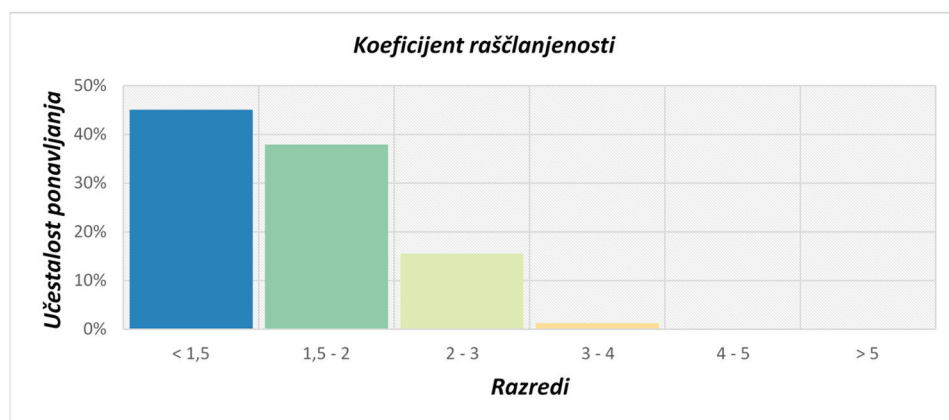


Slika 3. *Koeficijent raščlanjenosti poljoprivrednih čestica Kr.*

Analizom dobivenih grafičkih i statističkih vrijednosti može se utvrditi da je većina poljoprivrednih čestica u katastarskom kotaru oznake MB_213 (njih 45,1%) određena koeficijentom raščlanjenosti manjim od 1,5 (tablica 2 i slika 4) što prema Pravilniku upućuje na to da su optimalnog oblika.

Tablica 2. *Statistički podaci vrijednosti koeficijenta raščlanjenosti Kr.*

<i>Koeficijent raščlanjenosti – Kr</i>							
Veličina uzorka	Srednja vrijednost	Medijan	Modus	Standardno odstupanje	Rang	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
24478	1,64	1,53	1,25	0,45	7,80	1,07	8,87



Slika 4. Histogram vrijednosti koeficijenta raščlanjenosti K_r po razredima veličina.

Međutim, da bi se ispitalo je li to stvarno tako, potrebno je u analizu oblika čestica uvesti i ostale čimbenike kojima je moguće odrediti optimalni oblik katastarske čestice, to jest potrebno je izabrati više nezavisnih jednoparametarskih indeksa. U proučavanju oblika čestica bitno je da je oblik definiran nekom brojčanom vrijednošću, to jest indeksom oblika (Wentz 2000). Standardizacijom podataka dovode se u relaciju varijable različitih mjernih jedinica ili raspona, kojom se originalni podaci transformiraju u oblik koji je pogodan za daljnju međusobnu usporedbu. Na taj način mogu se uspoređivati različiti oblici čestica i promatrati promjene oblika s obzirom na njihov geografski položaj, nadmorsku visinu, nagib terena ili vrstu uporabe.

3. Određivanje optimalnog oblika poljoprivrednih čestica

Oblik je prostorni izraz nekog objekta, neovisan o položaju, veličini i orijentaciji objekta u cjelini, ali ovisan o položaju, veličini, orijentaciji i obliku svakog njegova dijela (Zhao i Stough 2005). Lee i Sallee (1970) ističu da svaka funkcija kojom se određuje oblik nekog objekta mora imati tri značajke:

- svaki oblik treba imati svoju jedinstvenu numeričku vrijednost
- ne postoje dva oblika s istom numeričkom vrijednosti i
- dva slična oblika trebaju imati numeričke vrijednosti koje su blizu jedna drugoj.

Demetriou i dr. (2013) naglašavaju da je uz ta tri uvjeta potrebno uzeti u obzir još dva: indeks oblika treba imati vrijednosti unutar unaprijed definiranog nedimenzionalnog raspona, tako da je jasno definirano što je najbolji, a što najgori oblik, te indeks oblika mora biti sveobuhvatan, tj. treba uzeti u obzir sve čimbenike koji su povezani s tim problemom. U svom istraživanju ti autori

određuju optimalni oblik poljoprivrednih čestica pomoću višeparametarskog indeksa oblika parcela *PSI* (engl. *Parcel Shape Index*) kojim definiraju najbolji i najgori oblik poljoprivrednih čestica. Vrijednost indeksa $PSI = 1$ označava optimalni oblik: pravokutnik s omjerom stranica 1:2. Foški (2017, 2019) računa višeparametarski indeks oblika parcela *IOP* u ruralnim područjima Slovenije kao kombinaciju četiriju jednoparametarskih indeksa (indeks kompaktnosti, indeks nazupčanosti, indeks rupa i indeks broja obodnih točaka). Gonzalez i dr. (2004) upotrebljavaju indekse oblika parcela za usporedbu dvaju komasacijskih područja u Španjolskoj. U svojim su istraživanjima razvili tzv. *kombinirani indeks veličine i oblika* (engl. *Combined Size and Shape Index – CSSI*) kojim povezuju veličinu i oblik parcele s potrebnim radnim satima po hektaru površine, te dolaze do zaključka da je za poljoprivrednu djelatnost u toj regiji najbolji oblik pravokutnika s omjerom stranica 1:4 i minimalnom površinom od 3,4 ha.

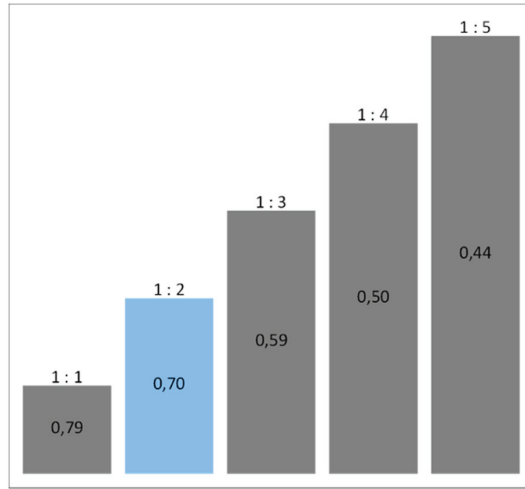
U ovom radu određena su tri indeksa koja opisuju oblik čestica: indeks kompaktnosti I_{KOMP} , indeks nazupčanosti oboda I_{NAZ} i indeks broja međnih točaka I_{MT} na osnovi kojih je na analiziranom području definiran *indeks oblika poljoprivrednih čestica* I_{OBL} .

3.1. Indeks kompaktnosti

Indeksi kompaktnosti opisuju koliko neki objekt odstupa od standardnog oblika. Standardnom obliku koji je najkompaktniji dodjeljuje se vrijednost 1, a manje kompaktnim objektima dodjeljuju se manji brojevi ovisno o tome koliko odstupaju od standarda (MacEachren 1985). Kompaktnost čestica izračunata je pomoću indeksa kompaktnosti jednadžbom (Osserman 1978):

$$I'_{KOMP(i)} = \frac{4\pi A_i}{P_i^2} \quad (2)$$

gdje je $I'_{KOMP(i)}$ – indeks kompaktnosti, A_i – površina, a P_i – opseg katastarske čestice i . Indeks je u rasponu od 0 (najgori oblik) do 1 (oblik kružnice). Budući da se kružni oblik poljoprivrednih čestica ne može smatrati optimalnim oblikom, kao referentna vrijednost je uzet oblik pravokutnika s omjerom stranica 1:2 koji je prikladniji oblik poljoprivrednih čestica. Vrijednost indeksa kompaktnosti I'_{KOMP} čestica pravokutnog oblika s omjerom stranica 1:2 iznosi 0,70 (slika 5).

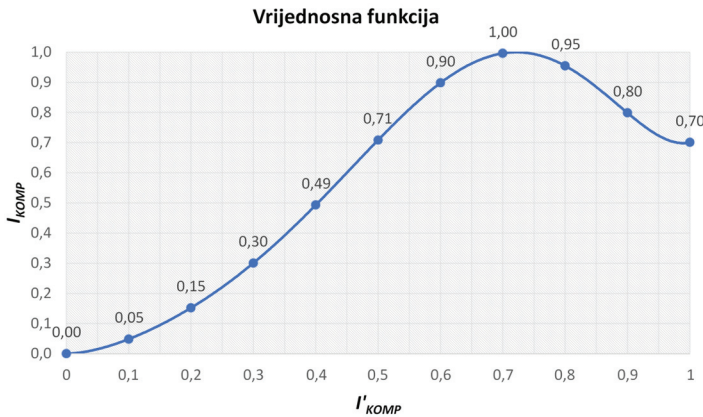


Slika 5. Vrijednosti I'_{KOMP} čestica pravokutnog oblika.

Dobivene vrijednosti indeksa kompaktnosti standardizirane su pomoću vrijednosne funkcije:

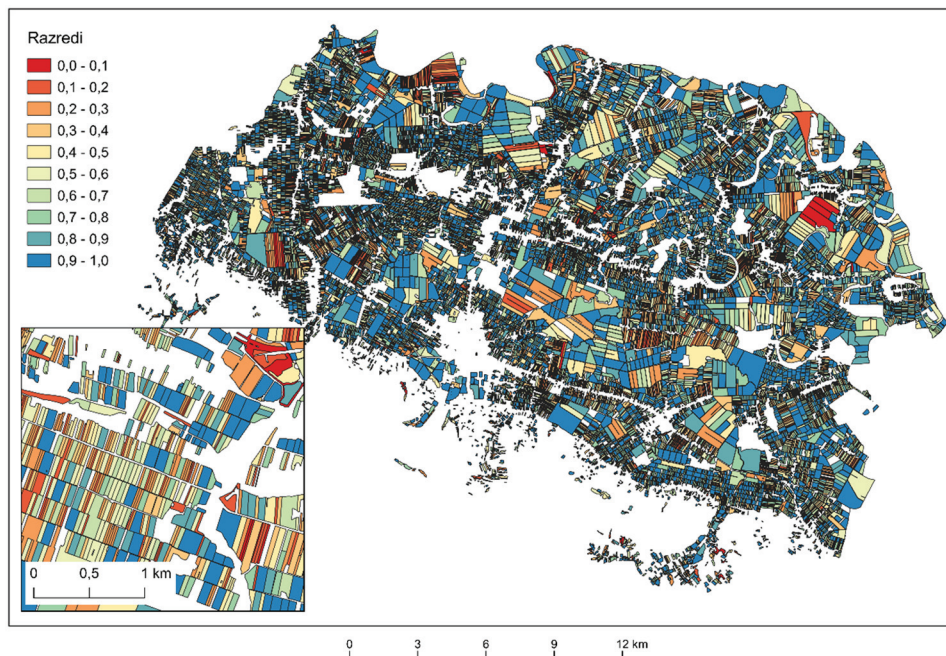
$$V(I_{KOMP}) = 29,412 \cdot I'^6_{KOMP} - 69,005 \cdot I'^5_{KOMP} + 54,035 \cdot I'^4_{KOMP} - 19,606 \cdot I'^3_{KOMP} + 5,8138 \cdot I'^2_{KOMP} + 0,0504 \cdot I'_{KOMP} + 0,0003 \quad (3)$$

I_{KOMP} standardizirane su vrijednosti indeksa kompaktnosti I'_{KOMP} , u rasponu od 0 do 1, gdje je vrijednost $I_{KOMP} = 1$ (to jest optimalna vrijednost) pripisana pravokutnoj poljoprivrednoj čestici omjera stranica 1:2 koja ima indeks kompaktnosti $I'_{KOMP} = 0,70$ (slika 6).



Slika 6. Vrijednosna funkcija standardizacije indeksa kompaktnosti I'_{KOMP}

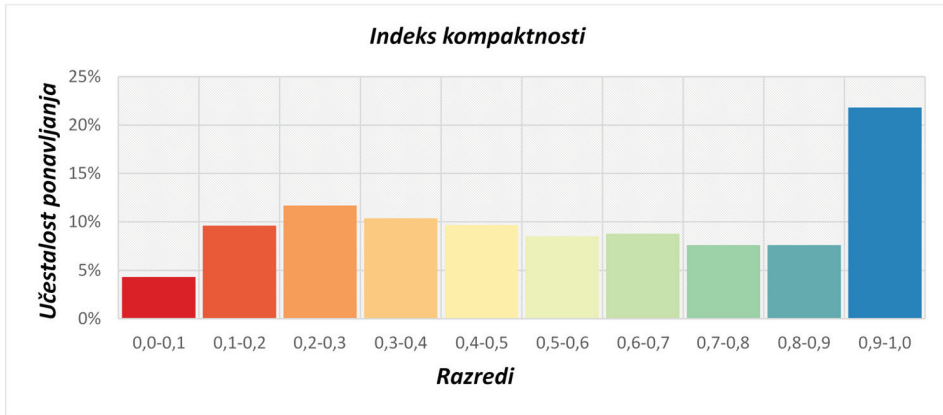
Prikazi dobivenih standardiziranih vrijednosti indeksa kompaktnosti I_{KOMP} dani su na slici 7, a statistički podaci upućuju na to da se vrijednosti indeksa kreću u rasponu od 0 do 1, te da je njegoa srednja vrijednost 0,56 (tablica 3 i slika 8).



Slika 7. Standardizirane vrijednosti indeksa kompaktnosti I_{KOMP}

Tablica 3. Statistički podaci vrijednosti indeksa kompaktnosti I_{KOMP}

Indeks kompaktnosti – I_{KOMP}							
Veličina uzorka	Srednja vrijednost	Medijan	Modus	Standardno odstupanje	Rang	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
24478	0,56	0,56	1,00	0,30	1,00	0,00	1,00



Slika 8. Histogram vrijednosti indeksa kompaktnosti I_{KOMP} po razredima veličina.

3.2. Indeks nazupčanosti

Ovim indeksom određuje se koliko je obod nekog objekta hrapav, to jest nazupčan. Chan i So (2006) definiraju indeks nazupčanosti, to jest amplitude kao omjer opsega konveksne obvojnice neke čestice (engl. *Convex Hull*) i opsega te iste čestice jednadžbom:

$$I_{NAZ(i)} = \frac{P_{KO(i)}}{P_i} \quad (4)$$

gdje je $I_{NAZ(i)}$ – indeks nazupčanosti, $P_{KO(i)}$ – opseg konveksne obvojnice, a P_i – opseg poljoprivredne čestice i . Konveksna obvojnica najmanji je opseg nekog elementa (slika 9).

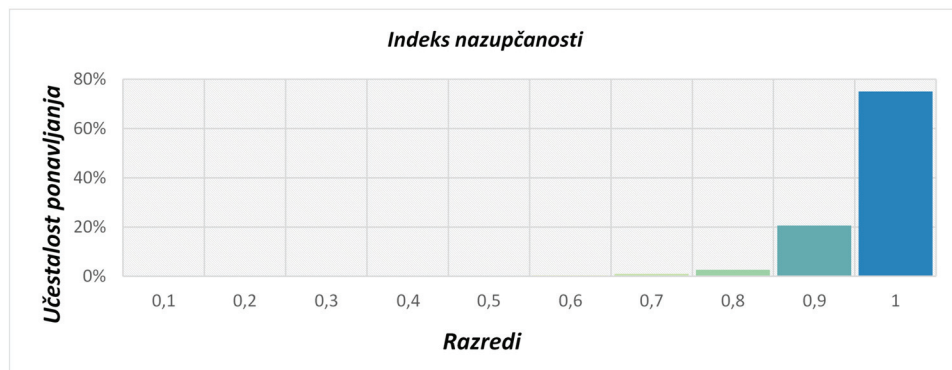


Slika 9. Primjeri određenih konveksnih obvojnica poljoprivrednih čestica (Odak 2017).

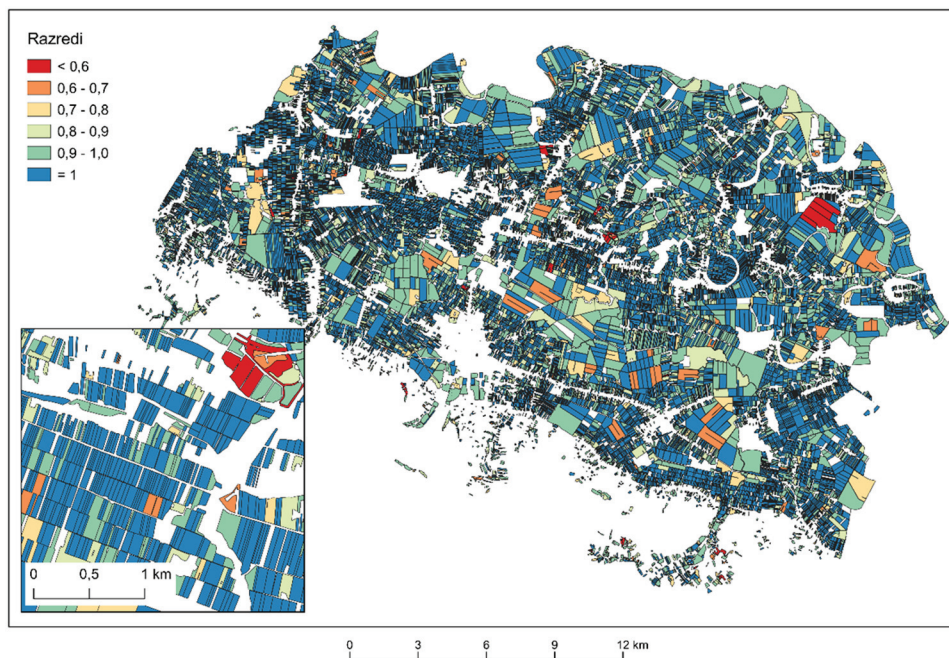
Vrijednosti su ovog indeksa u rasponu od 0 do 1, gdje vrijednost 1 imaju konveksne čestice koje su na slici 11 označene plavom bojom, dok su crvenom bojom označene čestice s najnižom vrijednosti. Statistički podaci analize upućuju na nizak stupanj nazupčanosti oboda jer je srednja vrijednost tog indeksa jednaka 0,98 (tablica 4 i slika 10).

Tablica 4. Statistički podaci vrijednosti indeksa nazupčanosti I_{NAZ}

Indeks nazupčanosti – I_{NAZ}							
Veličina uzorka	Srednja vrijednost	Medijan	Modus	Standardno odstupanje	Rang	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
24478	0,98	1,00	1,00	0,05	0,57	0,43	1,00



Slika 10. Histogram vrijednosti indeksa nazupčanosti I_{NAZ} po razredima veličina.



Slika 11. Indeks nazupčanosti oboda poljoprivrednih čestica I_{NAZ}

3.3. Indeks broja međnih točaka

Broj međnih točaka vrednuje se na način da se pretpostavlja da je čestica koja ima 5 ili više međnih točaka nepravilnog oblika, odnosno relativno nepogodna za poljoprivredu, jer je oblik pravokutnika s 4 vrha definiran kao referentni oblik. Statistička analiza podataka o broju međnih točaka ARKOD-čestica u katastarskom kotaru MB_213 pokazala je da je minimalna vrijednost 4, maksimalna je 290, a srednja je vrijednost 15 međnih točaka (tablica 5).

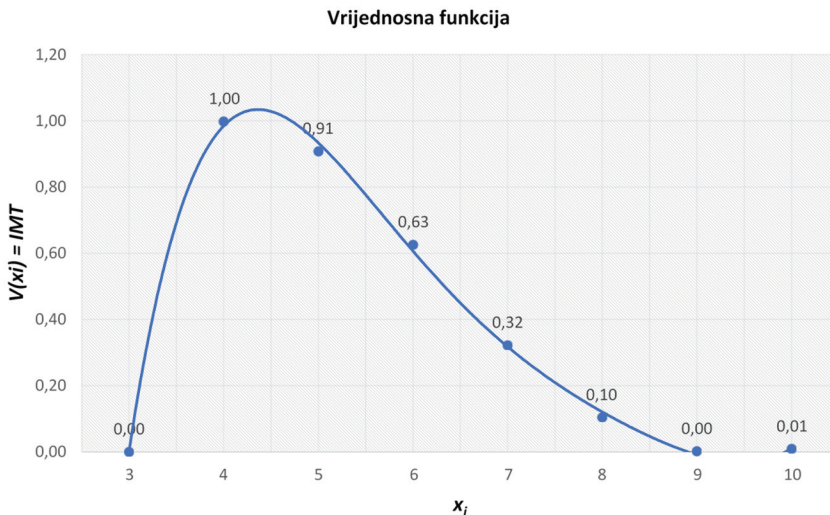
Tablica 5. Statistički podaci vrijednosti broja međnih točaka poljoprivrednih čestica.

Broj međnih točaka							
Veličina uzorka	Srednja vrijednost	Medijan	Modus	Standardno odstupanje	Rang	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
24478	15	11	9	13	286	4	290

Ove podatke potrebno je standardizirati od 0 (najgora vrijednost) do 1 (najbolja vrijednost, tj. 4 međne točke) da bi se odredio konačni indeks broja međnih točaka I_{MT} . Standardizacija je učinjena pomoću vrijednosne funkcije (Demetriou i dr. 2013):

$$I_{MT} = V(x_i) = 14,45 - \frac{407,76}{x_i} + \frac{4280,97}{x_i^2} - \frac{20959,323}{x_i^3} + \frac{49414,25}{x_i^4} - \frac{45677,80}{x_i^5} \quad (5)$$

gdje je x_i broj međnih točaka jedne poljoprivredne čestice, a grafički prikaz funkcije dan je na slici 12.

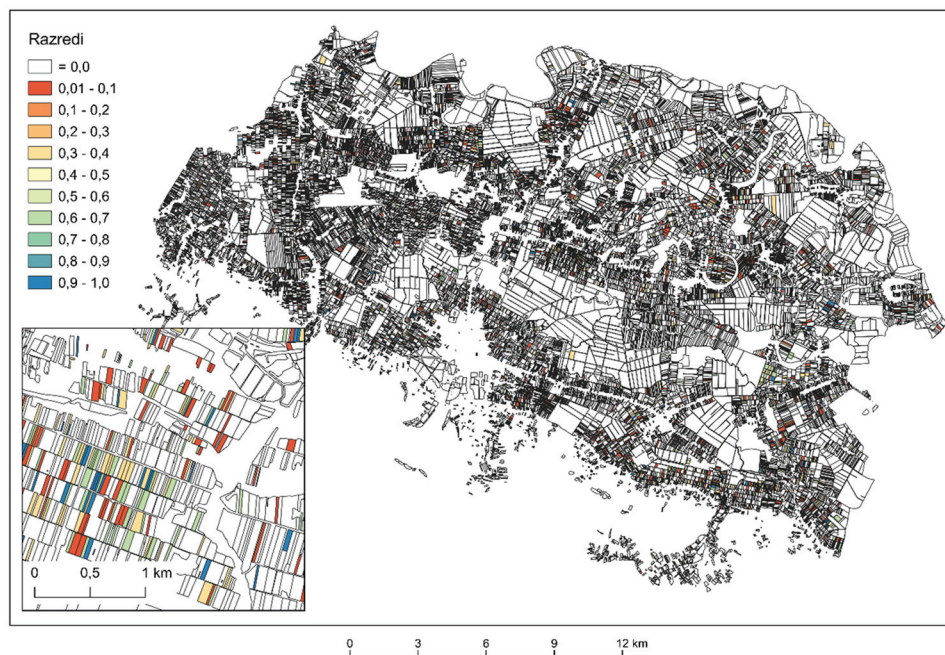


Slika 12. Vrijednosna funkcija indeksa broja međnih točaka (prema Demetriou i dr. 2013).

Poljoprivrednim česticama koje imaju 9 ili više međnih točaka pridružena je vrijednost $I_{MT} = 0$, a onima s 4 međne točke vrijednost $I_{MT} = 1$. Standardizirane vrijednosti indeksa međnih točaka podijeljene su na deset razreda te su prikazane na slici 13, a relevantni statistički pokazatelji prikazani su u tablici 6, iz čega je zaključeno da su čestice izrazito velikog broja međnih točaka, jer je srednja vrijednost indeksa jednaka 0,13.

Tablica 6. Statistički podaci vrijednosti indeksa broja međnih točaka.

Indeks broja međnih točaka – I_{MT}							
Veličina uzorka	Srednja vrijednost	Medijan	Modus	Standardno odstupanje	Rang	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
24478	0,13	0,00	0,00	0,25	1,00	0,00	1,00



Slika 13. Indeks broja međnih točaka poljoprivrednih čestica I_{MT}

3.4. Indeks oblika katastarskih čestica

Indeks oblika katastarskih čestica može se konačno odrediti pomoću indeksa kompaktnosti I_{KOMP} , indeksa nazupčanosti oboda I_{NAZ} te indeksa broja međnih točaka I_{MT} jednadžbom:

$$I_{OBL} = \frac{\sum_{j=1}^n t_j I_j}{n} \quad (6)$$

gdje je t_j – dodijeljena težina, I_j – indeks oblika čestice, a n – broj indeksa oblika čestice. Svim indeksima pridodane su iste težine ($t_j = 1$) te je indeks oblika poljoprivrednih čestica I_{OBL} izračunat kao:

$$I_{OBL} = \frac{I_{KOMP} + I_{NAZ} + I_{MT}}{3} \quad (7)$$

Vrijednosti indeksa oblika poljoprivrednih čestica kreću se od 0 (čestice izrazito nepravilnog oblika) do 1 (čestice optimalnog oblika, to jest pravokutne čestice). Izračunom Pearsonova koeficijenta korelacije može se uočiti da indeksi nisu međusobno znatno korelirani (tablica 7).

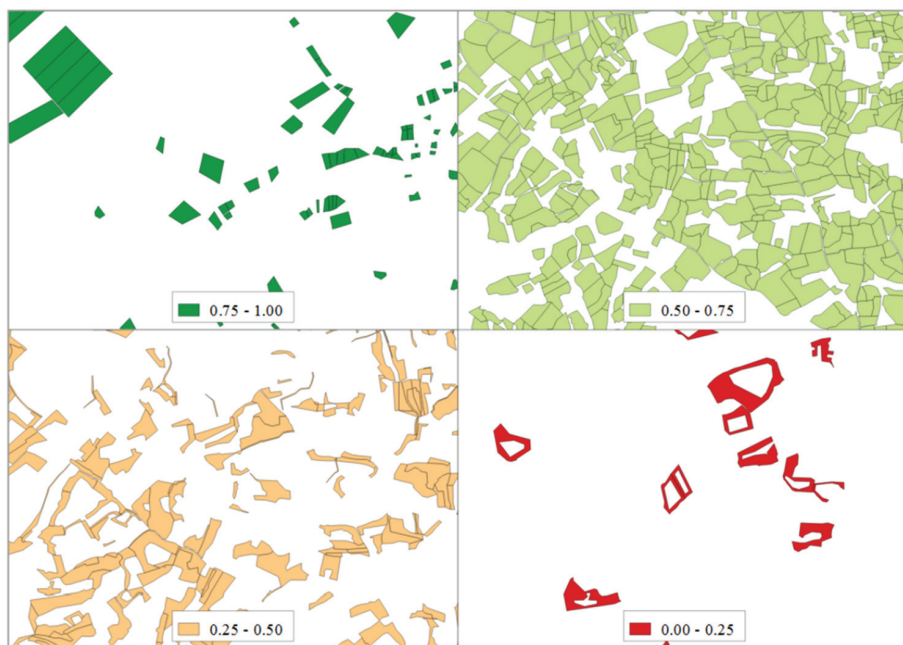
Tablica 7. Pearsonov koeficijent korelacije između indeksa oblika čestica.

Pearsonov koeficijent korelacije	I_{KOMP}	I_{MT}	I_{NAZ}
I_{KOMP}	1		
I_{MT}	-0,01	1	
I_{NAZ}	0,19	0,15	1

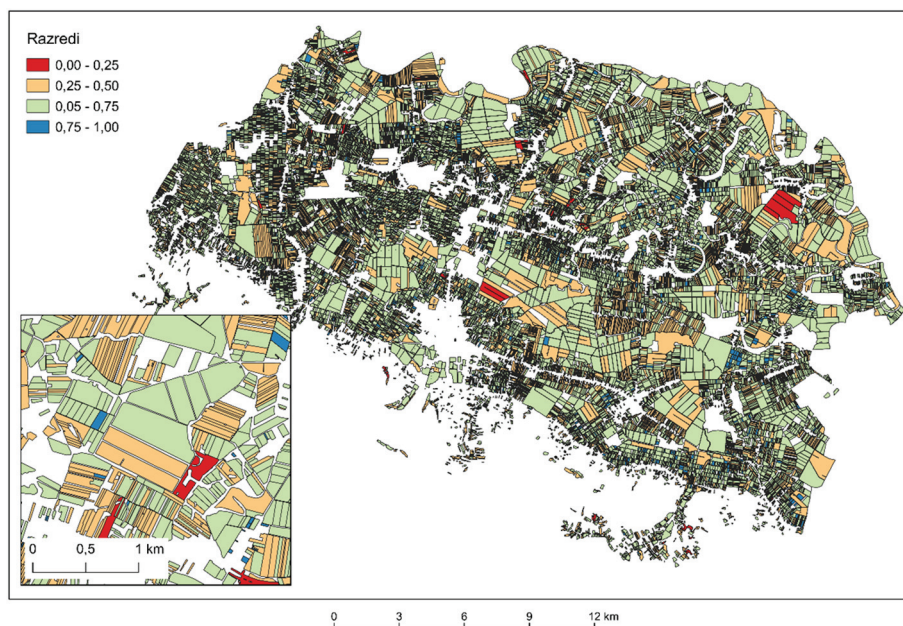
Poljoprivredne čestice zatim su podijeljene na 4 razreda:

- čestice izrazito nepravilnog oblika (I_{OBL} od 0,00 – 0,25)
- čestice nepravilnog oblika (I_{OBL} od 0,25 – 0,50)
- čestice pravilnog oblika (I_{OBL} od 0,50 – 0,75) i
- čestice optimalnog oblika (I_{OBL} od 0,75 – 1,00).

Grafički prikaz detalja dan je na slici 14, a prikaz cijelog analiziranog područja na slici 15. Statističke vrijednosti indeksa oblika čestica prikazane su u tablici 8 i na slici 16.



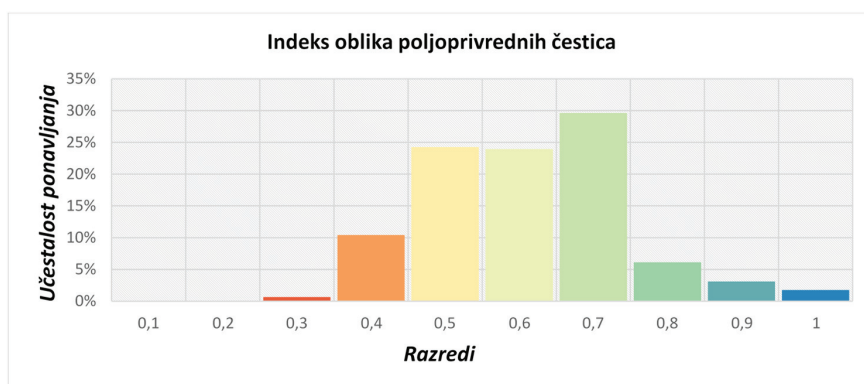
Slika 14. Razredi veličina indeksa oblika poljoprivrednih čestica I_{OBL} .



Slika 15. Indeks oblika poljoprivrednih čestica u 4 razreda.

Tablica 8. Statistički podaci vrijednosti indeksa oblika poljoprivrednih čestica.

Indeks oblika poljoprivrednih čestica – I_{OBL}							
Veličina uzorka	Srednja vrijednost	Medijan	Modus	Standardno odstupanje	Rang	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
24478	0,56	0,55	0,66	0,13	0,82	0,15	0,97

Slika 16. Histogram indeksa oblika I_{OBL} (10 razreda veličina).

4. Zaključak

Za analizu, to jest određivanje oblika poljoprivrednih čestica nužno je standardizirati podatke prema nekom referentnom obliku. U ovom radu kao referentni oblik uzet je oblik pravokutnika s omjerom stranica 1:2 te je na osnovi toga određen indeks oblika poljoprivrednih čestica I_{OBL} upotrebom vrijednosnih funkcija standardizacije. Usporedbom s postojećim koeficijentom za određivanje optimalnog oblika čestica Kr , može se zaključiti da je indeks oblika prikladniji način opisivanja oblika poljoprivredne čestice. Prednost tog indeksa svakako je što takva pretvorba vrijednosti više jednoparametarskih regionalno određenih čimbenika, koji opisuju oblik poljoprivrednih čestica, omogućava obradu velike količine podataka te automatizaciju postupaka provođenja različitih vrsta agrarnih operacija. Također, indeks oblika I_{OBL} određen je na način da su njegove vrijednosti u rasponu od 0 (čestice izrazito nepravilnog oblika) do 1 (čestice optimalnog oblika).

U ovom istraživanju upotrijebljeni su podaci o ARKOD-česticama, to jest onim poljoprivrednim česticama koje su upisane u Upisnik poljoprivrednih gospodarstava (Narodne novine 2019b). Podaci iz Upisnika poljoprivrednih gospodarstava kroz ARKOD su nadograđeni podacima o korištenju poljoprivrednog zemljišta što znači da ARKOD-sustav sadrži stvarne podatke o poljoprivrednim površinama čitave Republike Hrvatske na temelju kojih je moguća provedba analiza i izrada podloga za donošenje odluka u procesu kreiranja i provedbe poljoprivredne politike i ruralnog razvoja.

Ovaj rad daje smjernice mogućeg vrednovanja oblika čestica, uvažavajući specifičnosti pojedinih obilježja nekoga geografskog područja i drugih karak-

teristika poljoprivrednih čestica, koje su primjenjive u različitim slučajevima upotrebe. Za upotrebu u praktičnim zadacima bilo bi potrebno prilagoditi funkcije vrednovanja kojima se određuje optimalni oblik i, u ovisnosti o tržišnim parametrima, podesiti relevantne vrijednosti i umanjenje vrijednosti zbog nepovoljnog oblika. Preporuka je daljnjim istraživanjima da se osim oblika poljoprivredne čestice u obzir uzmu i drugi čimbenici kao što su: nagib terena, vrsta uporabe zemljišta i veličina čestica, te da se takva analiza provede za ostale poljoprivredne regije/podregije Republike Hrvatske.

Literatura

- Alkan, T., Durduran, S. S., Okka, C. T. (2021): Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimsel Analizi: Konya/Akören/Çatören Mahallesi Örneği, *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3 (2), 365–375.
- Aslan, S. T. A. (2021): Evaluation of land consolidation projects with parcel shape and dispersion, *Land Use Policy*, 105, 105401.
- Aslan, S. T. A., Gundogdu, K. S., Arici, I. (2007): Some Metric Indices for the Assessment of Land Consolidation Projects, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10, 1390–1397.
- Bašić, F. (2014): Regionalizacija hrvatske poljoprivrede u zajedničkoj poljoprivrednoj politici EU, *Cicita Criensis*, 1, 143–176.
- Chan, A. H. S., So, D. K. T. (2006): Measurement and quantification of visual lobe shape characteristics, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 541–552.
- Defilippis, J. (1995): O regionalnoj strategiji razvoja poljoprivrede Republike Hrvatske, *Sociologija sela*, 33 (1/4), 19–28.
- Demetriou, D., Stillwell, J., See, L. (2013): A new methodology for measuring land fragmentation, *Computers, Environment and Urban Systems*, 39, 71–80.
- Foški, M. (2017): Določanje parcelnih vzorcev in analiza njihovega spreminjanja v slovenskem podeželskem prostoru, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.
- Foški, M. (2019): Using the parcel shape index to determine arable land division types, *Acta geographica Slovenica*, 59 (1), 83–101.
- Gonzalez, X. P., Alvarez, C. J., Crecente, R. (2004): Evaluation of land distributions with joint regard to plot size and shape, *Agricultural Systems*, 82, 31–43.
- Grahovac, P. (2005): Regionalne značajke uvjeta razvoja hrvatske poljoprivrede, *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, godina 3*, Zagreb.
- Harasimowicz, S., Bacior, S., Gniadek, J., Ertunç, E., Janus, J. (2021): The impact of the variability of parameters related to transport costs and parcel shape on land reallocation results, *Computers and Electronics in Agriculture*, 185, 106137.
- Janus, J., Mika, M., Leń, P., Siejka, M., Tazakowski, J. (2018): A new approach to calculate the land fragmentation indicators taking into account the adjacent plots, *Survey Review*, 50 (358), 1–7.
- Kendall, D. G., Barden, D., Carne, T. K., Le, H. (2009): *Shape and shape theory*, John Wiley & Sons.

- Lee, D., Sallee, T. (1970): A method of measuring shape, *Geographical Review*, 60 (4), 555–563.
- MacEachren, A. (1985): Compactness of geographic shape: comparison and evaluation of measures, *Geografiska Annaler, Series B*, 67 (1), 53–67.
- Narodne novine (2014): Pravilnik o metodologiji za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta, br. 43/14, Zagreb.
- Narodne novine (2019a): Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog obradivog zemljišta (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta, br. 151/13, 23/19, Zagreb.
- Narodne novine (2019b): Pravilnik o evidenciji uporabe poljoprivrednog zemljišta, br. 35/15, 118/16, 26/17, 54/19, Zagreb.
- Narodne novine (2022): Zakon o komasaciji poljoprivrednog zemljišta, br. 46/22, Zagreb.
- Odak, I. (2017): Analiza fragmentiranosti zemljišnih posjeda i primjena rezultata u gospodarenju poljoprivrednim zemljištem, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Osserman, R. (1978): Isoperimetric inequality, *Bulletin of the American Mathematical Society*, 84 (6), 1182–1238.
- Wentz, E. (2000): A shape definition for geographic applications based on edge, elongation, and perforation, *Geographical Analysis*, 32 (2), 95–112.
- Zhao, Z., Stough, R. R. (2005): Measuring similarity among various shapes based on geometrical matching, *Geographical Analysis*, 37, 410–422.

Analysis of Agricultural Parcel Shapes

ABSTRACT. The existing criterion for determining the optimal shape of a cadastral parcel is defined by the Ordinance on Criteria for Determining Particularly Valuable Arable Land (P1) and Valuable Arable (P2) Agricultural Land. A more detailed evaluation of the parcel shape is possible if other factors that influence it are included in the analysis. In this paper, a regionally specific index of agricultural parcel shape is determined by defining additional factors that describe the shape of agricultural parcel. The rectangular shape was taken as the reference shape, with a side ratio of 1:2, based on which the compactness index, the perforation index and the number of boundary points index were determined. The determined index of agricultural parcel shapes I_{OBL} was tested in the central Pannonian agricultural subregion of the Republic of Croatia, parcels were then divided into 4 classes of shapes. It is concluded that with this index, a large amount of data can be analyzed, and different parcel shapes can be distinguished. Publicly available ARKOD data on agricultural parcels were used for this research and processed in GIS software.

Keywords: parcel shape index, agricultural land, ARKOD parcels, GIS.

Primljeno / Received: 2022-04-29

Prihvaćeno / Accepted: 2022-05-11