

VÝPOČET MIERY FRAGMENTÁCIE PÔDY

Ľubica HUDECOVÁ, Robert GEISSE, Monika VARDŽÁKOVÁ,
Pavol TURAN

Methodology for quantifying of land fragmentation

Abstract: The procedure of land fragmentation quantification is not settled yet, therefore it is not easy to monitor and evaluate its progress. In practice we encounter two situations where land fragmentation is being quantified. The first approach is performed by competent authority when compulsory comprehensive land consolidation initiation is in proceeding. The second calculation is evaluation of land consolidation after its completion. Both approaches for determination of the extent of land fragmentation serve their goal; however, they are ad hoc, heterogeneous and incomparable. They neither provide simple solution for calculations, nor the possibility of statistical evaluations and international comparisons. We used international experience when looking for new approaches to land fragmentation calculation, when land fragmentation is expressed in value between 0 and 1. The calculation of global land fragmentation index (GLFI) was modified to take into account the specifications of Slovak land ownership and Slovak legislation regarding the land consolidation. After its implementation into practice, the future development of fragmentation can be monitored and statistically evaluated. The proposed method for calculation of land fragmentation was applied in finalized land consolidation project in cadastral district Čunovo.

Keywords: land fragmentation, land ownership fragmentation, land consolidation, owner, land tenure

Úvod

Poľnohospodárska krajina pokrýva takmer polovicu územia Slovenskej republiky. Vlastnícke právo k pozemkom je dôležitým právnym inštitútom, ktorý ovplyvňuje existenciu a fungovanie spoločnosti ako celku. V priebehu historického vývoja na našom území dochádzalo pravidelne vo väčšej či menšej miere k jeho obmedzovaniu a drobeniu (Skaloš, 2012).

Slovensko je charakteristické oddelením vlastníckych a užívacích práv:

- užívanie poľnohospodárskej pôdy nie je rozdrobené, na poliach hospodária veľké korporácie; právne tento stav vymedzujú stovky, či tisícky nájomných zmlúv s vlastníkami malých roztrúsených poľnohospodárskych pozemkov;
- vlastníctvo poľnohospodárskej pôdy je rozdrobené.

Hoci tento stav pozemkovej držby nepredstavuje praktický problém pre poľnohospodársku produkciu, je problémom pre vlastníkov, ktorí chcú začať hospodáriť na svojej pôde a založiť malé rodinné farmy.

43 percent obyvateľov Slovenska žije vo vidieckych oblastiach (Bandlerová a Marišová, 2003), kde krajina bola donedávna hlavným zdrojom príjmov. Pre týchto vlastníkov pôdy je teda fragmentácia pôdy obrovský problém. Je možné ju charakterizovať 5 ukazovateľmi (Hudecová, 2015):

- jeden vlastník vlastní viacero pozemkov v jednom katastrálnom území (k. ú.);
- pozemky vlastníka sú roztrúsené po celom k. ú. (disperzia);

Ing. Ľubica HUDECOVÁ, PhD., Ing. Robert GEISSE, PhD., Ing. Monika VARDŽÁKOVÁ, Pavol TURAN, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Radlinského 11, 810 05 Bratislava, e-mail: lubica.hudecova@stuba.sk, robert.geisse@stuba.sk, monika.vardzakova@gmail.com, pavol.turan@gmail.com

- vlastník má k pozemku vysoký spoluvlastnícky podiel (z angl. land ownership fragmentation);
- pozemky majú malú výmeru a nevhodný tvar;
- pozemky nemajú prístup z komunikácie, sú neprístupné.

Pojem fragmentácia, v súvislosti s pôdou, môže nadobúdať viaceré rozmery. Podľa (Van Dijk, 2004) sa rozlišujú štyri typy fragmentácie pôdy:

1. rozdrobenosť vlastníctva pôdy (veľký počet spoluvlastníkov);
2. rozdrobenosť užívania pôdy (počet užívaných parciel);
3. interná rozdrobenosť v rámci poľnohospodárskeho podniku (veľkosť, tvar a disperzia parciel);
4. oddelenie vlastníctva a užívania pôdy (iný vlastník ako užívateľ).

Autor uvádza, že kým pre západnú Európu sú typické 2. a 3. typ fragmentácie pôdy, v ostatných krajinách je stav užívacích a vlastníckych pomerov odlišný v závislosti od historických udalostí. Na Slovensku sa na označenie pojmu „fragmentácia pôdy“ (z angl. land fragmentation) často využíva pojem „rozdrobenosť pozemkového vlastníctva“. Je to z dôvodu extrémne vysokej miery spoluvlastníckych podielov k jednej parcele. Tieto pojmy preto môžeme stotožniť.

1. Kvantifikovanie rozdrobenosti pozemkového vlastníctva v SR

Dôvodov rozdrobenosti pôdy na Slovensku je viacero. Počiatky siahajú do obdobia vlády Márie Terézie, ktorá nariadila spôsob hospodárenia na urbárskej pôde pre každú obec. Po roku 1848, keď sa z poddaných stali vlastníci pôdy, ich pozemky boli roztrúsené v celej obci a boli výmerou malé a mali aj nevhodný tvar. Zásadný negatívny vplyv malo tiež aplikovanie zásad uhorského dedičského práva a potlačovanie vlastníckeho práva v období socializmu. Pretože až do roku 1995 chýbali zásadné legislatívne opatrenia, ktoré by zamedzovali drobeniu pôdy, fragmentácia pôdy sa zvyšovala.

S fragmentáciou pôdy sa stretáme v každej krajine. Dôvody vzniku fragmentácie pôdy, spôsoby zamedzenia a odstránenia fragmentácie, ako aj spôsoby jej kvantifikácie sa značne líšia, a to aj v krajinách, s ktorými nás spája dlhoročná história. Príkladom je situácia v Maďarsku (Kovács, 2001) alebo v Podkarpatsku (dnes Poľsko) (Leň a Noga, 2010).

Nástrojmi na odstránenie fragmentácie pôdy sú na Slovensku iba pozemkové úpravy (ďalej len PÚ). Práve v súvislosti s procesom PÚ sa rozdrobenosť pôdy kvantifikuje. Využívajú sa dva postupy:

- Výpočet fragmentácie pôdy zabezpečuje správny orgán v konaní o začatí komplexných PÚ (Muchová a Antal, 2013). Výpočet je zdĺhavý a najmä jednoúčelový, pretože sa upravuje na regionálne pomery. Jeho cieľom je pre konkrétny región zoradiť obce podľa miery rozdrobenosti od najhoršej po najlepšiu, aby bolo zrejmé, ktorá obec bude mať prednosť pri začatí PÚ;
- Výpočet fragmentácie pôdy zabezpečovaný spracovateľom PÚ po ich skončení, aby dokumentoval aj týmto spôsobom účelnosť PÚ. Porovnáva stav 8 ukazovateľov charakterizujúcich rozdrobenosť pôdy pred a po PÚ (Metodický návod na vykonávanie geodetických činností pre projekt pozemkových úprav, 2008). Výsledné hodnoty ukazovateľov majú zásadnú vypovedaciu schopnosť, ale nehodnotia mieru fragmentácie pôdy v absolútnych hodnotách, a preto neumožňujú porovnanie výsledkov s inými projektmi.

Oba postupy na určenie miery fragmentácie pôdy slúžia svojmu cieľu, nie sú flexibilné, sú jednoúčelové a komplikované. Neposkytujú komfort pri výpočte, možnosť štatistických sledovaní, národných a medzinárodných porovnaní.

Komplexná kvantifikácia miery fragmentácie pôdy, ktorú navrhujeme, umožní nahradiť doterajšie postupy a otvoriť cestu pre štatistické sledovania rozdrobenosti pôdy. Ako východisko nám poslúžili postupy zo zahraničia venované meraniam rozdrobenosti pôdy (Demetriou, See a Stillwell, 2013). Výhodou navrhutej metodiky je, že umožňuje zohľadniť aj špecifické slovenské podmienky.

2. Výpočet globálneho indexu fragmentácie pôdy

Podľa (Demetriou, Stillwell a See, 2013) fragmentáciu pôdy opisujú faktory $F1$ až $F6$:

- rozptyl parciel ($F1$);
- veľkosť parciel ($F2$);
- tvar parciel ($F3$);
- prístup na parcely ($F4$);
- duplicitné vlastníctvo ($F5$);
- spoluvlastníctvo ($F6$).

Každý faktor je samostatne merateľný, ale hodnoty sú nesúrodé. Z tohto dôvodu sú hodnoty parametrov štandardizované, aby platilo, že nadobúdajú hodnoty z intervalu 0 až 1.

Mieru fragmentácie pôdy kvantifikuje globálny index fragmentácie pôdy $GLFI$ (global land fragmentation index). $GLFI$ nadobúda hodnoty od 0 do 1. Hodnota 1 znamená, že v lokalite nie je žiadny problém s rozdrobenosťou pôdy a hodnota 0 znamená veľmi serióznou a vážny problém rozdrobenosti pôdy.

Podľa (Demetriou, Stillwell a See, 2013) hodnoty $GLFI > 0,7$ zahŕňajú uspokojivú situáciu, ktorá by mala nastať po spracovaní PÚ. Naopak $GLFI < 0,4$ predstavuje situáciu neuspokojivú, kedy je dôvodné PÚ vykonať.

Globálny index fragmentácie pôdy $GLFI$ pre záujmové územie je počítaný ako priemer:

$$GLFI = \sum_{i=1}^n LFI_{vl} / n \quad (1)$$

kde n je počet vlastníkov v záujmovom území;

LFI_{vl} je index drobenia pre jedného vlastníka.

Index drobenia pôdy LFI (z angl. land fragmentation index) pre vlastníka je vypočítaný z parametrov drobenia pôdy $F1$ až $F6$, ku ktorým sú priradené váhy:

$$LFI_{vl} = \sum_{i=1}^6 F_{ij} w_j \quad (2)$$

kde F je štandardizovaná hodnota faktora;

w_j je váha faktora.

Aj LFI_{vl} nadobúda hodnoty od 0 do 1. Nasleduje charakteristika každého faktora.

2.1 Rozptyl parciel ($F1$)

Rozptyl parciel charakterizuje vzdialenosti medzi ťažiskami všetkých parciel jedného vlastníka. Rozptyl parciel DoP (z angl. dispersion of parcels) sa pre vlastníka vypočíta:

$$DoP_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_k - x_{hmc})^2 + \sum_{k=1}^n (y_k - y_{hmc})^2}{n}} \quad (3)$$

kde x_k a y_k predstavujú súradnice ťažiska parcely;

x_{hmc} a y_{hmc} sú súradnice ťažiska všetkých parciel vlastníka;

n je počet parciel vlastníka.

Ťažisko parciel je aritmetický priemer x-ových a y-ových súradníc:

$$x_k = \frac{\sum_{p=1}^q x_p}{q}, \quad y_k = \frac{\sum_{p=1}^q y_p}{q}, \quad (4)$$

kde x_p a y_p predstavujú súradnice lomových bodov danej parcely;
 q je celkový počet lomových bodov parcely.

Súradnice ťažiska celého vlastníctva sa vypočítajú ako aritmetický priemer, ak do výpočtu vstupujú súradnice všetkých parciel vlastníka.

Hodnoty rozptylu parciel DoP predstavujú vzdialenosti v metroch, teda pre ďalšie výpočty je potrebné hodnoty DoP štandardizovať. Odporúča sa tzv. priemerná metóda štandardizácie mSM (z angl. mean standardization method) (Demetriou, Stillwell a See, 2013), ktorá vhodne vyvažuje extrémne hodnoty DoP (minimá a maximá).

Index rozptylu parciel $F1$ pre vlastníka sa určí štandardizovaním hodnôt (DoP_i):

$$F1 = 1 - \left(\frac{(DoP_i - \min DoP) \cdot 0.5}{meanDoP - \min DoP} \right), \text{ ak } (DoP_i \leq meanDoP) \quad (5)$$

a

$$F1 = 1 - \left(\left(\frac{(DoP_i - meanDoP) \cdot 0.5}{\max DoP - meanDoP} \right) + 0.5 \right), \text{ ak } (DoP_i > meanDoP) \quad (6)$$

kde $maxDoP$ je maximálna hodnota rozptylu;
 $minDoP$ je minimálna hodnota rozptylu;
 $meanDoP$ je priemerná hodnota rozptylu.

2.2 Veľkosť parciel ($F2$)

Veľkosť parciel je vypočítaná ako stredná hodnota výmery parciel patriacich jednému vlastníkovi. Štandardizované hodnoty veľkosti parciel (V) určuje funkcia (je odlišná pre suché a pre zavlažované územia, obr. 1).

Štandardizované hodnoty pre suché územia:

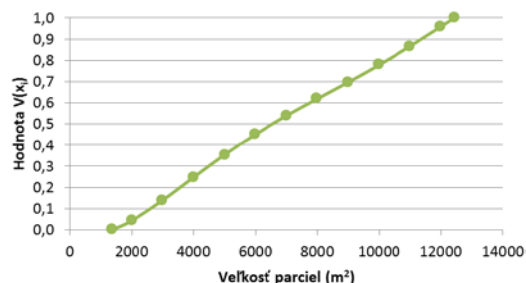
$$V(x_i) = -1.71 \cdot (10^{-20} x_i^5) + 6.83 \cdot (10^{-16} x_i^4) - 9.97 \cdot (10^{-12} x_i^3) + 6.36 \cdot (10^{-8} x_i^2) - 7.37 \cdot (10^{-5} x_i) + 5.58 \cdot (10^{-3}) \quad (7)$$

Štandardizované hodnoty pre zavlažované územia:

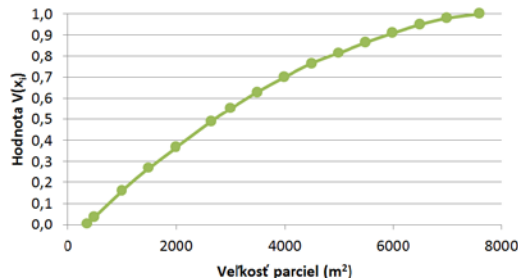
$$V(x_i) = -3.24 \cdot (10^{-17} x_i^4) + 1.10 \cdot (10^{-12} x_i^3) - 2.74 \cdot (10^{-8} x_i^2) + 2.82 \cdot (10^{-4} x_i) - 9.68 \cdot (10^{-2}) \quad (8)$$

Index veľkosti parciel $F2$ pre jedného vlastníka sa vypočíta ako priemer štandardizovaných hodnôt (V) pre všetky vlastníckove parcely.

Suché územia



Zavlažované územia



Obr. 1 Štandardizované hodnoty pre veľkosť parcel (Demetriou, Stillwell a See, 2013)

2.3 Tvar parcel (*F3*)

Parcely nepravidelného tvaru reprezentujú mnohé nevýhody v oblasti obrábania parcel. Podľa (Demetriou, See a Stillwell, 2013) je optimálny tvar parcely z pohľadu maximálnej plochy obrábania obdĺžnik so stranami v pomere 1:2.

Tvar parcely *PSI* (z angl. parcel shape index), má optimálnu hodnotu 1, ktorá reprezentuje tvar parcely s pomerom strán 1:2. Ak sa zmení pomer strán parcely, hodnota tvaru parcely *PSI* klesne. Pri výpočte sa porovnáva skutočný tvar parcely s optimálnym tvarom, pričom sa zohľadňuje šesť geometrických parametrov (podfaktorov):

- dĺžka strán *f1* (dĺžky strán by nemali prekračovať stanovené minimum – 25 m; parcely s kratšou stranou sú penalizované);
- ostré uhly *f2* (uhly parcely menšie ako 80° sú penalizované);
- tupé uhly *f3* (uhly parcely väčšie ako 215° sú penalizované);
- body hranice *f4* (ideálny počet bodov hranice parcely je 4, vyšší počet bodov hranice je mierne penalizovaný, naopak výrazne penalizované sú tri body parcely);
- kompaktnosť *f5* (ideálnu kompaktnosť má parcela, pre ktorú platí, že: plocha/obvod² = 0,055);
- pravidelnosť *f6* (kontrolný parameter – pravidelný tvar = strany sú „rovnako“ veľké a uhly sú „rovnako“ veľké).

Parametre *f1* až *f5* sú štandardizované (Demetriou, See a Stillwell, 2013). Platí, že hodnoty menšie ako X_{min} sú štandardizované na 0 a hodnoty väčšie ako X_{max} sú rovné 1 (obr. 2). Parameter *f6* je kontrolný. Pri určení tvaru parcely *PSI* pre vlastníka autori odporúčajú pre podfaktory zaviesť váhy w , ktoré môžu zvýrazniť alebo potlačiť ich vplyv:

$$PSI_i = \frac{\sum_{i=1}^m P_{ij} w_j}{m} \quad (9)$$

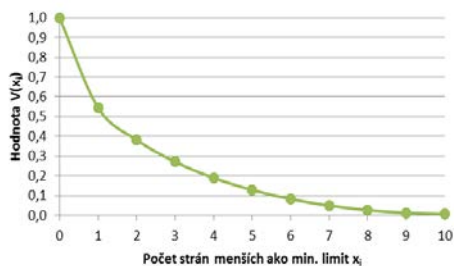
kde P_{ij} je štandardizovaná hodnota podfaktora f ;

w_j je váha pre podfaktor;

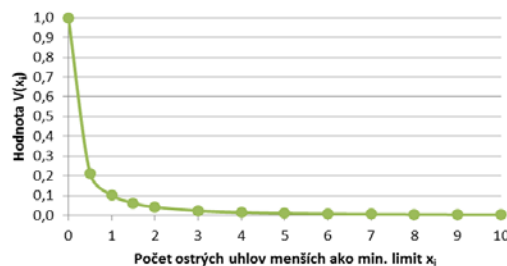
m je počet podfaktorov.

Index tvaru parcely *F3* sa pre vlastníka vypočíta ako priemer všetkých hodnôt *PSI*.

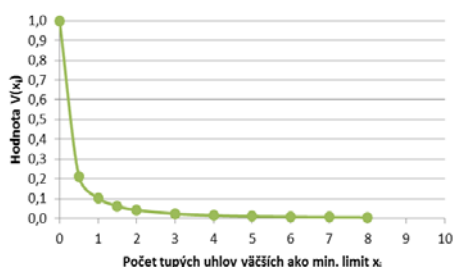
Dĺžka strán (min. limit = 25 m)



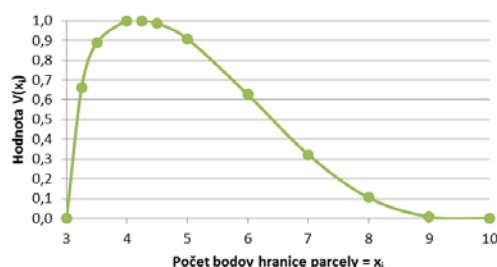
Ostré uhly (limit = 80°)



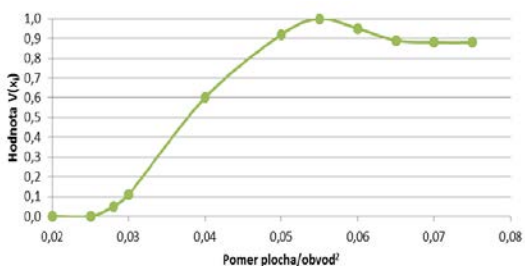
Tupé uhly (limit = 215°)



Body hranice (optimum = 4, viac ako 10 → $V(x_i) = 0$)



Kompaktnosť (plocha/obvod²)



Obr. 2 Štandardizované hodnoty pre tvar parcely (Demetriou, See, Stillwell, 2013)

2.4 Prístup na parcely ($F4$)

Faktor vyjadruje, či daná parcela má prístup na cestu (1) alebo nie (0).

Index prístupu na parcely $F4$ je pre vlastníka vypočítaný ako priemer priradených jednotiek a núl pre jednotlivé parcely.

2.5 Duplicitné vlastníctvo ($F5$)

Faktor vyjadruje stav bez duplicitného vlastníctva (1) alebo prítomnosť duplicitného vlastníctva (0). Duplicitné vlastníctvo je stav, keď existuje viacero listín preukazujúcich vlastníctvo k tej istej nehnuteľnosti.

Index duplicitného vlastníctva $F5$ pre vlastníka je vypočítaný ako priemer priradených jednotiek a núl pre jednotlivé parcely.

2.6 Spoluvlastníctvo ($F6$)

Faktor vyjadruje mieru spoluvlastníctva. Ak má parcela jedného vlastníka, považuje sa to za ideálny prípad a faktor má hodnotu (1). Faktor s hodnotou (0) znamená, že k danej parcele je evidované spoluvlastníctvo.

Index spoluvlastníctva $F6$ sa pre vlastníka vypočíta ako priemer pridelených jednotiek a núl pre jednotlivé parcely.

3. Slovenské špecifiká pre výpočet globálneho indexu fragmentácie pôdy

Skúmali sme či legislatíva (Zákon SNR č. 330/1991) alebo iné technické predpisy (Metodický návod na vykonávanie geodetických činností pre projekt pozemkových úprav, 2008) obsahujú ustanovenia, ktoré je potrebné do výpočtu globálneho indexu fragmentácie pôdy zapracovať. Slovenské špecifiká predstavujú (Vardžáková, 2016):

- nový výpočet indexu veľkosti parciel ($F2$);
- zavedenie váh pre podfaktory ($f1$ až $f5$) pri výpočte indexu tvaru parciel ($F3$);
- nový výpočet indexu spoluvlastníctva ($F6$), ktorý zohľadňuje vysoký počet spoluvlastníkov jednej parcely;
- zavedenie váh pre faktory ($F1$ až $F6$).

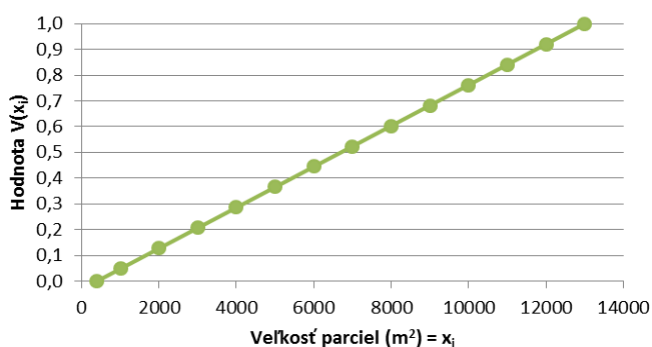
3.1 Nový index veľkosti parciel $F2$

Ako výrazný špecifický prvok je zákonné obmedzenie (Zákon SNR č. 330/1991) pre veľkosť výmery nového pozemku: 400 m². To má dopad na výpočet indexu veľkosti parcely $F2$.

Navrhnutá funkcia pre štandardizovaný výpočet veľkosti parciel V (obr. 3) zohľadňuje minimálnu výmeru (400 m²) a odporúčanú maximálnu výmeru pre pozemok (1,3 ha). Slúži pre suché územia, keďže nami testované územie nemalo zavlažované pozemky (kap. 4).

$$V(x_i) = (1/12600) \cdot x_i - (2/63) \quad (10)$$

kde x_i je výmera parcely v m².



Obr. 3 Veľkosť parcely – nová štandardizovaná funkcia (Vardžáková, 2016)

3.2 Váhy pre podfaktory ($f1$ až $f5$) pri výpočte indexu tvaru parciel $F3$

Parcely nepravidelného tvaru reprezentujú mnohé nevýhody v oblasti obrábania parciel. Navrhli sme zavedenie váh s veľmi malým odlišením pre každý z piatich podfaktorov (kap. 2.3). Maximálnu váhu sme prideliť „počtu lomových bodov parciel“ ($f1$) a „kompaktnosti“ ($f5$) (tab. 1).

Tab. 1 Návrh priradenia váh pre výpočet tvaru parciel

Parameter	Váha
dĺžka strán f_1	2/16
ostré uhly f_2	3/16
tupé uhly f_3	1/16
body hranice f_4	5/16
kompaktnosť f_5	5/16

3.3 Nový index spoluvlastníctva F_6

Vysoká rozdrobenosť vlastníctva poľnohospodárskej pôdy znamená, že parcely nemajú len jedného vlastníka, ale väčšinou je spoluvlastníkov viac. Podľa (Bandlerová a Marišová, 2003) parcelu s priemernou výmerou 0,45 ha vlastní 12 až 15 vlastníkov.

Navrhli sme, aby index spoluvlastníctva F_6 pri jednej parcele nadobúdal hodnotu 1 v prípade výhradného vlastníctva a v prípade n vlastníkov hodnotu $1/n$.

4. Prípadová štúdia

S cieľom potvrdiť hypotézu, že výpočet $GLFI$ je možné využiť v každej krajine, aplikovali sme postupy výpočtu pre k. ú. Čunovo (okres Bratislava V, kraj Bratislavský). Aby výpočty splnili očakávania podľa (Demetriou, Stillwell a See, 2013), zapracovali sme úpravy v zmysle platnej slovenskej legislatívy z kap. 3. Tiež sme nastavili zavádzanie váh k faktorom F_1 až F_6 tak, aby sme zohľadnili špecifickú rozdrobenosť pôdy na Slovensku.

Projekt pozemkových úprav v k. ú. Čunovo bol ukončený v roku 2012. Čunovo k. ú. pokrýva územie 1863 ha, projekt PÚ riešil časť k. ú., plochu 1023 ha. Využili sme údaje registra pôvodného stavu (RPS), pred vykonaním PÚ, registra nového stavu (RNS), stav po PÚ a k nim prislúchajúce grafické podklady. Počet parciel pôvodného stavu bol 1512 a počet vlastníckych vzťahov 3495. Počet parciel nového stavu bol 1288 a počet vlastníckych vzťahov je 1826.

4.1 Analýza citlivosti faktorov F_1 až F_6

Skúmali sme výslednú hodnotu globálneho indexu fragmentácie pôdy $GLFI$ pri rôznom zavedení váh. Výpočet $GLFI$ sme pre pôvodný stav – RPS (pred pozemkovými úpravami) a pre nový stav – RNS (po PÚ) vykonali 6 krát tak, že vždy iba jednému (vždy inému) faktoru sme priradili najvyššiu váhu 16/21 a ostatným faktorom váhu 1/21 (tab. 2).

Tab. 2 Sledovanie citlivosti faktorov F_1 až F_6

Faktor	Váhy					
F_1	16/21	1/21	1/21	1/21	1/21	1/21
F_2	1/21	16/21	1/21	1/21	1/21	1/21
F_3	1/21	1/21	16/21	1/21	1/21	1/21
F_4	1/21	1/21	1/21	16/21	1/21	1/21
F_5	1/21	1/21	1/21	1/21	16/21	1/21
F_6	1/21	1/21	1/21	1/21	1/21	16/21
$GLFI$ (RPS)	0,50	0,40	0,22	0,84	0,87	0,44
$GLFI$ (RNS)	0,51	0,35	0,25	0,88	0,89	0,74

Sledovali sme, kedy sa globálny index drobenia pôdy pre RPS a RNS bude najviac odlišovať, a teda najvýraznejšie ovplyvní výpočet $GLFI$. Pretože najväčší rozdiel medzi $GLFI$ (RPS) a $GLFI$ (RNS) najpreukázanejšie vyjadruje efekt zníženia fragmentácie v PÚ.

Ako najcitlivejší faktor bol vyhodnotený faktor F_6 spoluvlastníctvo. Analýza potvrdila naše očakávania, pretože rozdrobenosť spoluvlastníckych podielov je na Slovensku jeden z najväčších problémov a v PÚ je odstraňovanie spoluvlastníctva prioritované. Zistená citlivosť faktorov F_1 až F_6 bola využitá pri konečnom nastavení váh týchto faktorov.

4.2 Určenie váh faktorom *F1* až *F6* pri výpočte *GLFI*

Pri určovaní váh faktorov drobenia pôdy *F1* až *F6* sme uvažovali o štyroch situáciách pre pôvodný aj pre nový stav. Aby sme najlepšie vystihli špecifiká slovenských pomerov pozemkového vlastníctva, pracovali sme so 4 variantmi (tab. 3). Pre každý variant sme vypočítali globálny index fragmentácie pôdy *GLFI* pre *RPS* aj pre *RNS*. Výsledky ukazuje tab. 4.

Tab. 3 Váhy faktorov *F1* až *F6* – štyri varianty

Faktor	Váhy			
	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4
<i>F1</i>	1/6	2/21	1/21	1/21
<i>F2</i>	1/6	5/21	1/21	1/21
<i>F3</i>	1/6	4/21	4/21	3/21
<i>F4</i>	1/6	3/21	5/21	3/21
<i>F5</i>	1/6	1/21	1/21	1/21
<i>F6</i>	1/6	6/21	9/21	12/21

Tab. 4 Výpočet *GLFI* pre 4 varianty rozloženia váh

	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4
<i>GLFI (RPS)</i>	0,55	0,44	0,50	0,46
<i>GLFI (RNS)</i>	0,60	0,54	0,68	0,70

Najväčšie očakávania boli z výsledkov variantu 4, kedy mal faktor *F6* prisúdenú najvyššiu váhu. Tento výsledok považujeme za najlepší a odporúčame takého nastavenie váh pre výpočet globálneho indexu fragmentácie pôdy pre slovenské pomery.

Záver

Autori výpočtu indexu drobenia pôdy (Demetriou, Stillwell a See, 2013) za správne nastavené váhy považujú stav, kedy: pred vykonaním PÚ *GLFI (RPS)* < 0,4 a po vykonaní PÚ *GLFI (RNS)* > 0,7.

Z dôvodu zapracovania slovenských špecifiká sme vykonali niektoré úpravy a do výpočtu sme zaviedli váhy. Použili sme programovací jazyk Visual Basic for Applications (VBA), ktorý je súčasťou programu Excel. K našim výsledkom patrí:

- nový výpočet indexu veľkosti parciel pre suché územia (*F2*),
- zavedenie váh pre podfaktory (*f1* až *f5*) pri výpočte indexu tvaru parciel (*F3*),
- nový výpočet indexu spoluvlastníctvo (*F6*),
- zavedenie váh pre faktory (*F1* až *F6*).

Podľa uvedených postupov sme pre globálny index fragmentácie pôdy dosiahli hodnoty, ktoré zohľadňujú zákonnú úpravu procesu PÚ (Zákon SNR č. 330/1991), ako aj špecifikum držobných pomerov v našej krajine (Turan, 2016; Vardžáková, 2016):

- pred vykonaním PPÚ *GLFI (RPS)* = 0,46
- po vykonaní PPÚ *GLFI (RNS)* = 0,7.

Výpočty *GLFI* považujeme za prvotné, bude potrebné ich preveriť na viacerých projektoch PÚ.

Problémy pozemkovej držby, ku ktorým patrí aj fragmentácia pôdy, sú riešené v procese PÚ. Kvantifikácia fragmentácie pôdy predstavuje cestu, ako možno mieru úspešnosti PÚ jednoznačne merať, sledovať, hodnotiť aj porovnávať?

Literatúra

BANDLEROVÁ, A., MARIŠOVÁ, E. (2003). Importance of ownership and lease of agricultural land in Slovakia in the pre-accession period. *Agriculture Economics – Czech*, 49 (5), pp. 213-216. Dostupné na: <<http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/59430.pdf>>

- DEMETRIOU, D., SEE, L., STILLWELL, J. (2013). A Parcel Shape Index for Use in Land Consolidation Planning. *Transactions in GIS*, 17 (6), pp. 861-882. Dostupné na: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9671.2012.01371.x>>
- DEMETRIOU, D., STILLWELL, J., SEE, L. (2013). A new methodology for measuring land fragmentation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 39, pp. 71-80. Dostupné na: <<http://pure.iiasa.ac.at/10456>>
- HUDECOVÁ, L. (2015). The Effectiveness of Land Consolidation in Slovakia. In *FIG Working Week 2015* Sofia, Bulgaria. Dostupné na: <https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2015/papers/ts08b/TS08B_hudecov_7499.pdf>
- KOVÁCS, E. (2001). Results and Experiences of Tama, a Land Consolidation Project in Hungary. In *FIG International Conference on Spatial Information for Sustainable Development*. Dostupné na: <<https://www.fig.net/resources/proceedings/2001/nairobi/kovacs-TS19-4.pdf>>
- LEŇ, P., NOGA, K. (2010). Analiza rozdrobnienia gruntów indywidualnych we wsiach powiatu Brzozów woj. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, no. 01, pp. 65-74.
- Metodický návod na vykonávanie geodetických činností pre projekt pozemkových úprav*. (2008). Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky.
- MUCHOVÁ, Z., ANTAL, J. (2013). *Pozemkové úpravy*, Nitra (Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre), 336 p.
- SKALOŠ, M. (2012). Právna úprava pozemkového vlastníctva v Československu do prijatia Občianskeho zákonníka z roku 1950. In *Dny práva 2011*. Brno (Masarykova univerzita). Dostupné na: <<http://www.law.muni.cz/content/cs/proceedings/>>
- TURAN, P. (2016). *Výpočet rozdrobenosti pozemkového vlastníctva*. Študentská vedecká konferencia, Bratislava (Slovenská technická univerzita v Bratislave), 18 p.
- Van DIJK, T. (2004). Land consolidation as Central Europe's Panacea reassessed. In *Proceedings of Symposium on Modern Land Consolidation*, Volvic. Clermont-Ferrand, France. Dostupné na: <http://www.fig.net/commission7/france_2004/papers_symp/ts_01_vandijk.pdf>
- VARDŽÁKOVÁ, M. (2016). *Fragmentácia pozemkového vlastníctva*. Diplomová práca, Bratislava (Slovenská technická univerzita v Bratislave), 57 p.
- Zákon SNR č. 330/1991 Zb. o pozemkových úpravách, usporiadaní pozemkového vlastníctva, pozemkových úradoch, pozemkovom fonde a o pozemkových spoločenstvách.*

S u m m a r y

Methodology for quantifying of land fragmentation

43 percent of Slovakia's population live in rural areas, where until recently agriculture was the main source of income. Land fragmentation is a massive problem for these landowners. Land fragmentation includes these issues:

- landowner owns several parcels in cadastral district (c. d.);
- parcels are scattered throughout the c. d. (parcel dispersion);
- high number of co-ownership among landowners (land ownership fragmentation);
- small parcel size and unsuitable shape;
- parcels are inaccessible.

Methodology for quantification of land fragmentation is not stabilized yet; therefore, it is difficult to monitor and evaluate its progress. In practice we encounter two situations when the level of land fragmentation is quantified. The first situation occurs when the decision about the initiation of comprehensive land consolidation is being considered. The second situation is the evaluation of land consolidation after its completion. Both procedures for determination of the extent of land fragmentation serve their goal; however, they are ad hoc, heterogeneous and incomparable. They neither provide simple solution for calculations, nor the possibility of statistical evaluations and international comparisons.

We sought a new way of land fragmentation quantification. We built on the foreign experience (Demetriou, Stillwell, See, 2013), which proposes to quantify land fragmentation with a single number between 0 and 1. The calculation of global land fragmentation index (*GLFI*) was modified to take into account the specifics of Slovak land ownership and Slovak legislation regarding the land consolidation.

The proposed methodology for quantification of land fragmentation was applied to the finished project of land consolidation in the c. d. Čunovo. In contrast to the original design we proposed these calculations:

- a new calculation for dry areas parcels size index (*F2*);

- introduction of weights in calculations for the parcels shape index ($F3$);
- a new calculation for the co-ownership index ($F6$);
- introduction of weights in calculation for $GLFI$.

The achieved calculation results of global land fragmentation index ex-ante ($GLFI$ 0.46) and ex-post ($GLFI = 0.7$) are rather raw and it will be necessary to verify them in several land consolidation projects.

Presented calculation of global land fragmentation index can be used in Slovak conditions. After its implementation the future development of fragmentation can be monitored to and statistically evaluated.

Fig. 1 Standardized values for the size of parcels (Demetriou, Stillwell a See, 2013)

Fig. 2 Standardized values for the shape of parcels (Demetriou, See a Stillwell, 2013)

Fig. 3 Size of the parcels – a new standardized function (Vardžáková, 2016)

Tab. 1 Proposal for the designation of weights in calculation for the shape of parcels

Tab. 2 Monitoring of sensitivity of factors $F1$ to $F6$

Tab. 3 Weights of factors $F1$ to $F6$ – four variants

Tab. 4 $GLFI$ calculation for 4 variants of weight distribution

Prijaté do redakcie: 23. mája 2016

Zaradené do tlače: jún 2016