

## ANALÝZA TRANSFORMÁCIE POĽNOHOSPODÁRSKEJ KRAJINY S VYUŽITÍM KRAJINNÝCH METRÍK (MODELOVÉ ÚZEMIE STRELNÍKY A POVRAZNÍK)

Matej Masný

---

*Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied, Katedra geografie  
a geológie, e-mail: matej.masny@gmail.com*

**Abstract:** Social-political changes in the countries of Eastern and Central Europe in the era of socialism had brought crucial effects on an agricultural landscape. Collectivisation meant almost total extinction of a traditional agricultural landscape. On the other hand, the phenomenon of agricultural abandonment got into foreground after 1989. In the model area (part of The Poľana Biosphere Reserve) we have analysed these two processes, which formed the structure of an agricultural landscape. The analyses were realised on the bases of orthophotos that represent landscape structure in 1949, 1986 and 2006. We found out almost complete extinction of a traditional agricultural landscape represented by a mosaic of narrow fields and permanent grasslands. These forms covered up to 32.5% of agricultural land in 1949 and only to 5.93% of agricultural land in 2006. At the same time we observed an increasing trend of abandonment processes. Non-forest woody vegetation covered up to 34.31% of agricultural land in 2006. For representation of the changes we used chosen landscape metrics, such as Number of patches (NP), Mean patch size (MPS), Patch size standard deviation (PSSD) and Mean shape index (MSI).

**Key words:** land-use change, traditional agricultural landscape, landscape metrics, agricultural abandonment

### 1 ÚVOD

Poľnohospodárska krajina je jedným zo základných typov kultúrnej krajiny, ktorej hlavným znakom je prevaha produkčných geosystémov, zameraných na produkciu biomasy za účelom výroby potravín (Zaušková a Račáková, 2010). V európskom kontexte je rozvoj farmárstva pevne previazaný s kultúrnym rozvojom a charakter poľnohospodárskej činnosti zohľadňuje miestne klimatické a geografické podmienky (Pedroli, Van Elsen a Van Mansvelt, 2007). Zmeny v poľnohospodárstve pritom predstavujú kľúčový komponent vo sfére využitia krajiny a zmeny kra-

jinnej pokrývky (Tilman et al., 2001; Goldewijk a Ramankutty, 2004; Foley et al., 2005).

Vo väčšine post-socialistických krajín bolo v oblasti transformácie tradičnej poľnohospodárskej krajiny významné obdobie kolektivizácie poľnohospodárstva (Bell et al., 2009; Palang, 2010; Rohring a Gailing, 2012; Fischer, Hartel a Kuemmerle, 2012). Na Slovensku tento proces prebiehal hlavne v rokoch 1950 – 1970 (Lieskovský et al., 2014) a priniesol významné zmeny v štruktúre poľnohospodárskej krajiny. Oproti krajinám bývalého Sovietskeho zväzu nedošlo k úplnému znárodneniu všetkej poľnohospodárskej pôdy. Tradičné formy obhospodarovania sa tak zachovali, avšak v minimálnej miere. Väčšina z tradične obhospodarovaných plôch ornej pôdy bola podľa Lieskovského et al. (2014) transformovaná na veľkoblokové polia.

Tradičné formy poľnohospodárstva plnia viacero významných ekosystémových služieb, ako podpora biodiverzity či ochrana a obnova pôvodných pôdnych funkcií. Významná je pritom aj ich kultúrohistorická hodnota. (Plieninger, Höchtl a Spek, 2006; Krnáčová et al., 2013). Výsledkom tradičných foriem obhospodarovania pôdy sú historické štruktúry poľnohospodárskej krajiny (HŠPK). Predstavujú plochy s dlhodobou nezmeneným využívaním. Na Slovensku sú podľa Špulerovej et al. (2011) HŠPK definované ako mozaikovité štruktúry maloplošných prvkov orných pôd alebo trvalých poľnohospodárskych kultúr (trvalé trávne porasty, vinice, vysokokmenné sady), resp. v súčasnosti nevyužívaných plôch s nízkym stupňom sukcesie, ktoré neboli poznačené procesom kolektivizácie.

Zánik socialistického poľnohospodárstva po roku 1989 a prechod k trhovej ekonomike priniesol ďalšie výrazné zmeny využívania poľnohospodárskej krajiny. V tomto období začalo dochádzať k transformácii poľnohospodárskych subjektov a liberalizácii trhu (transformačné obdobie). Práve toto obdobie je vo viacerých post-socialistických krajinách charakteristické výraznou dominanciou opúšťania, resp. pustnutia poľnohospodárskej pôdy (Nikodemus et al., 2005; Müller a Sikor, 2006; Müller et al., 2009). Opúšťanie je typické pre marginálne a horské oblasti, v spoločnej poľnohospodárskej politike EU definované ako znevýhodnené oblasti (Haddaway, Styles a Pullin, 2013). Podľa MacDonald et al., (2000) predstavuje pustnutie opačný proces k zároveň prebiehajúcej intenzifikácii poľnohospodárstva v typicky poľnohospodárskych regiónoch. Procesy pustnutia však so sebou nesú taktiež výrazné environmentálne dopady, najmä stratu biodiverzity viazanej na dané oblasti a zvýšený tlak na zostávajúce poľnohospodárske plochy (Baur et al., 2006; Smelansky, 2003).

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť zmeny, ktoré nastali vo využívaní poľnohospodárskej krajiny s aplikáciou tzv. krajinných metrík v prostredí GIS. Analýzy boli realizované na území dvoch horských obcí s dochovanými historickými štruktúrami poľnohospodárskej krajiny. Výskum bol zameraný na situáciu pred, počas a po období socialistického poľnohospodárstva.

## 2 MODELOVÉ ÚZEMIE A METÓDY

Modelové územie je tvorené katastrálnymi územiaми obcí Povrazník a Strelníky, ktoré sa nachádzajú v okrese Banská Bystrica. Katastrálne územia obcí zaberajú 334,52 ha a 1746,74 ha, čo spolu vytvára 2081,26 ha (ÚGKaK, 2013). Z morfológického hľadiska ide o pomerne členité územie s nadmorskou výškou v rozmedzí 564,5 m n. m. až po 1 202,0 m n. m., so sklonitosťou svahov dosahujúcou až 42,1°.

V modelovom území žije podľa Štatistického úradu (2014) spolu 928 obyvateľov (stav k 31. 12. 2011). V porovnaní s rokmi 2001 (957 obyvateľov) a 1991 (1001 obyvateľov) má tento počet mierne klesajúcu tendenciu. Južná časť územia je súčasťou prechodnej zóny (44,86 %) a čiastočne nárazníkovej zóny (0,26 %) Biosférickej rezervácie – Chránenej krajinskej oblasti (CHKO) Poľana (obr. 1) a až 69,24 % územia sa nachádza v Chránenom vtáčom území Poľana.

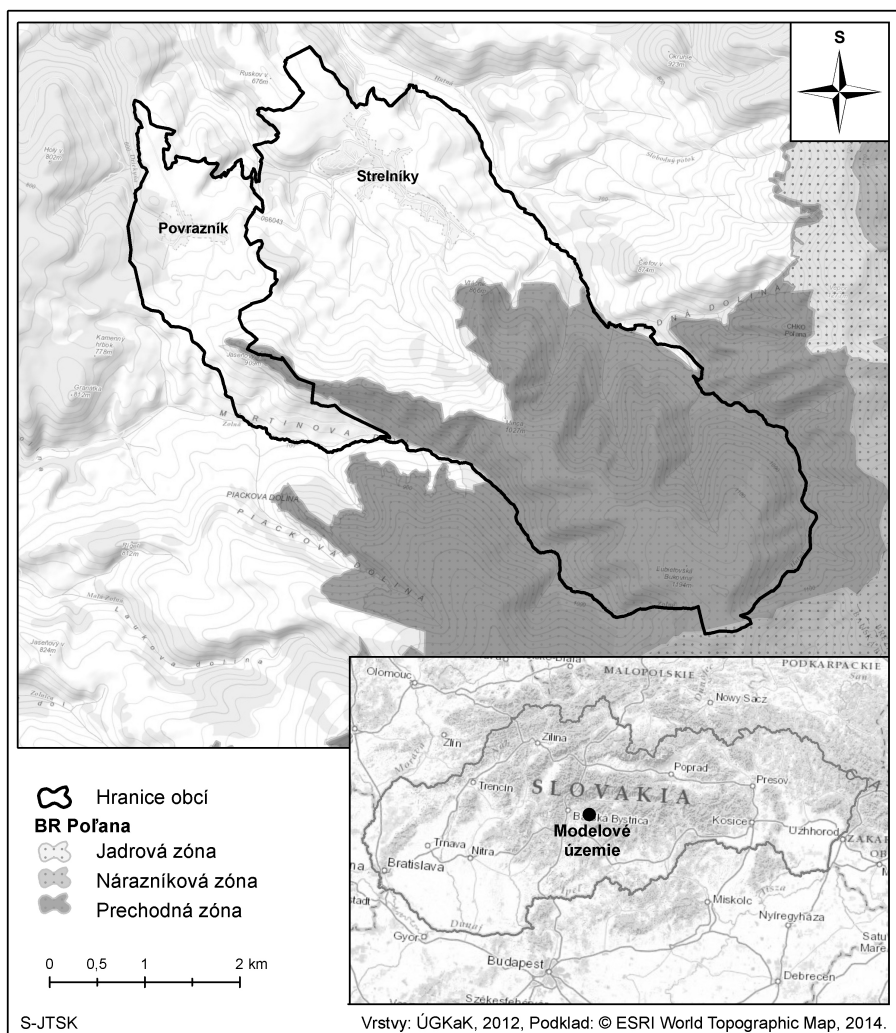
Územie obcí Povrazník a Strelníky sme hodnotili v troch obdobiach. Bol to rok 1949 (stav pred kolektivizáciou), rok 1986 (stav fungovania socialistického poľnohospodárstva) a rok 2006 (stav poľnohospodárskej krajiny po transformácii).

Pre priestorovú analýzu modelového územia sme využili letecké meračské snímky vo vysokom rozlíšení (1200 dpi), registrované v súradnicovom systéme S-JTSK. Letecké snímky z rokov 1949 a 1986 boli poskytnuté Topografickým ústavom plukovníka Jána Lipského v Banskej Bystrici, snímky z roku 2006 poskytla spoločnosť EUROSENSE s. r. o. Úprava snímok a všetky následné analýzy boli realizované v programovom prostredí ArcGIS 10.2 (ESRI). Snímky z rokov 1949 a 1986 bolo nutné polohovo umiestniť (georeferencovať). Skreslenie snímok bolo eliminované praktickým využitím len ich centrálnych častí, aplikáciou vhodného prekryvu a vnášaním dostatočného počtu vličovacích bodov. Na ich podklade boli vo veľkej mierke (1 : 3 000) klasifikované kategórie krajinných prvkov.

Vzhľadom na špecifické zameranie výskumu a charakter modelového územia sme pre klasifikáciu krajinných prvkov vytvorili vlastný klasifikačný systém. Zvolili sme 6 základných kategórií krajinných prvkov, ktoré postačujú na pokrytie štruktúry krajiny modelového územia. Kategóriu poľnohospodárskej pôdy sme rozčlenili podrobnejšie. Toto členenie tvorilo podklad pre analýzu tradičných foriem poľnohospodárstva podľa Špulerovej et al. (2011), ktoré sú reprezentované mozaikovými štruktúrami. Zároveň sme v rámci poľnohospodárskej pôdy detailne klasifikovali aj nelesnú drevinovú vegetáciu (NDV). Pri analýze pustnutia poľnohospodárskej pôdy pomocou dát DPZ je totiž hlavným indikátorom tohto procesu nelesná drevinová vegetácia (Alcantara et al., 2012). Výsledkom bola nasledovná kategorizácia krajinných prvkov:

1. Lesy
2. Poľnohospodárska pôda
  - 2.1. Úzkopásové mozaiky
  - 2.2. Veľkoblokové formy ornej pôdy
  - 2.3. Trvalé trávne porasty
  - 2.4. Nelesná drevinová vegetácia
    - 2.4.1. Kontinuálne rozširovanie lesov

- 2.4.2. Skupiny stromov a krovín
- 2.4.3. Medze
- 2.4.4. Porasty tokov
- 2.4.5. Porasty ciest
- 3. Zastavané územie
- 4. Spevnené komunikácie
- 5. Nespevnené komunikácie
- 6. Vodné toky



**Obrázok 1** Lokalizácia modelového územia

Pri mapovaní krajinných prvkov sme použili pomocné dáta z Národného lesníckeho centra reprezentujúce evidované lesné pozemky (obzvlášť pre rozlíšenie lesov a ich kontinuálneho rozširovania prostredníctvom NDV).

Vektorové vrstvy definovaných prvkov sme vytvorili v programovom prostredí ArcGIS 10.2 (ESRI) a spracovali v troch fázach. V prvej fáze sme vyhodnotili plošnú reprezentáciu piatich základných kategórií krajinných prvkov pre každé hodnotené obdobie, so vzájomným porovnaním. Vodné toky modelového územia sú charakteru úzkych potokov bez zmien a bez vytvárania súvislejších vodných plôch. V pozorovaných obdobiach tak boli vyhodnotené len ich dĺžky.

V druhej fáze sme sa zamerali na poľnohospodársku pôdu a nelesnú drevinovú vegetáciu. Získané údaje sme podrobili hlbším analýzam na báze princípov krajinnej metriky. Tie sú založené na matematických a štatistických prístupoch k hodnoteniu krajinných prvkov. Princípy krajinnej metriky boli definované a použité vo viacerých relevantných štúdiách (Forman a Godron, 1981; Gustafson a Parker, 1992; McGarigal a Marks, 1995 a ďalší) a v našich podmienkach použité vo viacerých prácach zameraných na hodnotenie prvkov krajinnej štruktúry (Boltižiar, 2007; Olah, Boltižiar a Petrovič, 2006; Oláhová, 2012; Klaučo et al., 2013 a ďalší). Pre náš výskum sme z nich vybrali 6 indexov so zameraním na priestorovú kompozíciu poľnohospodárskej pôdy a nelesnej drevinovej vegetácie:

- Total Area (TA) – reprezentuje celkovú výmeru hodnotených prvkov v ha. Slúži najmä ako podkladový údaj pre ďalšie výpočty.
- Class Area (CA) – reprezentuje výmeru (rozšírenie) danej kategórie krajinného prvku v ha.
- Number of Patches (NP) – udáva počet samostatných plôch (polygónov) krajinných prvkov. Na jeho základe môžeme pozorovať zvyšovanie alebo znižovanie heterogenity krajiny.
- Mean Patch Size (MPS) – reprezentuje priemernú veľkosť plôch. Výpočet vychádza z indexov NP a CA. Znižovanie tejto hodnoty poukazuje na fragmentáciu krajinnej mozaiky.
- Patch Size Standard Deviation (PSSD) – reprezentuje rozdiel veľkostí plôch v daných kategóriách krajinných prvkov. Hodnoty bližšie k nule poukazujú na podobnejšiu výmeru a tým na rastúcu homogenitu krajiny. V prípade, že sa index PSSD rovná nule, plochy majú rovnakú výmeru alebo je daná trieda tvorená len jedným prvkom.
- Mean Shape Index (MSI) – reprezentuje komplexitu tvarov plôch v danej kategórii. Hodnoty bližšie sa k 0 poukazujú na kruhový tvar, vyššie hodnoty zas na nepravidelný tvar.

Pre výpočet väčšiny z uvedených indexov krajinnej metriky sme použili extenziu softvéru ArcGIS (ESRI), konkrétne voľne dostupný modul Patch Analyst 5 (Centre for Northern Forest Ecosystem Research).

### 3 VÝSLEDKY A DISKUSIA

#### 3.1 Zastúpenie základných kategórií krajinných prvkov

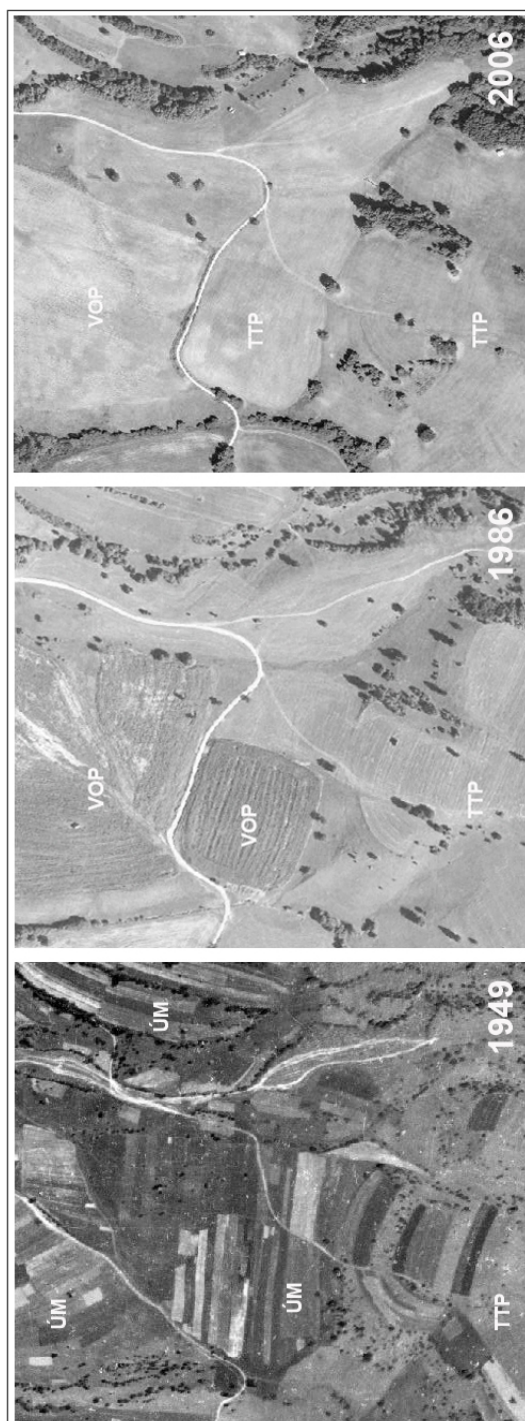
Hodnotenie výmery základných skupín krajinných prvkov poukázalo len na relatívne malé zmeny (tab. 1). Vo všetkých kategóriách pritom došlo k zmenám najmä v období rokov 1949 – 1986. Krajinnej štruktúre vo všetkých obdobiach dominujú lesy. Ich zastúpenie sa v modelovom území za pozorované obdobia zvýšilo o 1,61 % (33,52 ha). Naopak, zastúpenie poľnohospodárskej pôdy sa za rovnaké obdobie znížilo o 3,53 % (73,43 ha). Zastúpenie zastavaného územia sa menilo len nepatrne. Budovanie cestnej infraštruktúry prinieslo zmenu v zastúpení najmä spevnených komunikácií v období rokov 1949 – 1986, ktoré sa neskôr ešte nepatrne zvýšilo.

**Tabuľka 1** Zastúpenie základných kategórií krajinných prvkov

|                                  |    | 1949    | 1986    | 2006    | Rozdiel<br>49 – 86 | Rozdiel<br>86 – 06 | Rozdiel<br>49 – 06 |
|----------------------------------|----|---------|---------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Zastavané územie</b>          | ha | 50,13   | 86,02   | 86,08   | 35,89              | 0,06               | 35,95              |
|                                  | %  | 2,41    | 4,13    | 4,14    | 1,72               | 0,00               | 1,73               |
| <b>Spevnené cesty</b>            | ha | 0,47    | 5,57    | 6,10    | 5,10               | 0,53               | 5,63               |
|                                  | %  | 0,02    | 0,27    | 0,29    | 0,25               | 0,03               | 0,27               |
| <b>Nespevnené cesty</b>          | ha | 20,59   | 19,48   | 18,92   | -1,11              | -0,56              | -1,67              |
|                                  | %  | 0,99    | 0,94    | 0,91    | -0,05              | -0,03              | -0,08              |
| <b>Lesy</b>                      | ha | 627,22  | 660,74  | 660,74  | 33,52              | 0,00               | 33,52              |
|                                  | %  | 30,14   | 31,75   | 31,75   | 1,61               | 0,00               | 1,61               |
| <b>Poľnohospodárska<br/>pôda</b> | ha | 1382,85 | 1309,45 | 1309,42 | -73,40             | -0,03              | -73,43             |
|                                  | %  | 66,44   | 62,92   | 62,91   | -3,53              | 0,00               | -3,53              |
| <b>Vodné toky</b>                | km | 30,98   | 30,98   | 30,98   | 0,00               | 0,00               | 0,00               |
| <b>Spolu</b>                     | ha | 2081,26 | 2081,26 | 2081,26 | -                  | -                  | -                  |
|                                  | %  | 100,00  | 100,00  | 100,00  | -                  | -                  | -                  |

#### 3.2 Využívanie poľnohospodárskej pôdy

Po aplikácii detailnejšieho členenia sme v rámci kategórie poľnohospodárskej pôdy zaznamenali pomerne výraznú dynamiku zmien (obr. 2). V modelovom území sú prvky tradičnej poľnohospodárskej krajiny reprezentované úzkopásovou mozaikou TTP a ornej pôdy. Zistili sme, že v období roku 1949 (pred kolektivizáciou) tvorili spolu s ostatnými plochami TTP jedinú formu využitia poľnohospodárskej pôdy. Veľkoblokové formy ornej pôdy sa v území vôbec nevyskytovali. Transformácia na veľkoblokovú ornú pôdu prípadne TTP nastala v nasledujúcich rokoch, čo potvrdzuje zistenia Lieskovského et al. (2014), Krnáčovej et al. (2013), Fazekašovej et al. (2013) a ďalších o vplyve kolektivizácie na tradičné poľnohospodárske štruktúry na Slovensku.



**Obrázok 2** Ukážka transformácie poľnohospodárskeho využitia pôdy na leteckej snímke (ÚM – úzkopásové mozaiky, TTP – trvalý trávny porast, VOP – veľkoblková orná pôda)

Priestorová štruktúra využitia poľnohospodárskej pôdy je pomocou indexov krajinej metriky vyjadrená v tab. 2. Podľa našich zistení, tvorili v roku 1949 úzkopásové mozaiky foriem tradičného poľnohospodárstva 32,50 % plochy poľnohospodárskej pôdy (CA), čo zodpovedá 449,44 ha. V nasledujúcom období sa ich zastúpenie dramaticky znížilo len na úroveň 5,84 %, čomu ale zodpovedá len malá zmena počtu polygónov (NP), avšak výrazný pokles ich priemernej veľkosti (MPS). Podľa indexov PSSD a MSI mali plochy zostávajúcich tradičných foriem v roku 1986 podobnejšie výmery a pravidelnejší tvar. To priamo súvisí s ostro regulovanou výmerou poľnohospodárskej pôdy v súkromnom vlastníctve v danom období (Demo, 2001). Pre rok 2006 je pozorovaný veľmi mierny nárast výmery tradične obhospodarováných plôch, ktorý je však spojený s pokračujúcim poklesom ich počtu (NP), avšak rastúcou priemernou veľkosťou (MPS). Zároveň došlo k zníženiu podobnosti ich výmer (PSSD), avšak k vyššej pravidelnosti ich tvarov (MSI). Tieto zistenia poukazujú na návrat k tradičnému poľnohospodárstvu, pravdepodobne na reštituovanej pôde, avšak len v minimálnej miere.

**Tabuľka 2** Kvantifikácia foriem poľnohospodárskeho využívania pôdy pomocou krajinej metriky

| Rok  | Krajinný prvok         | TA (ha) | CA (ha) | CA (%) | NP  | MPS   | PSSD  | MSI  |
|------|------------------------|---------|---------|--------|-----|-------|-------|------|
| 1949 | Úzkopásové mozaiky     | 1382,85 | 449,44  | 32,50  | 43  | 10,45 | 13,95 | 2,33 |
|      | Veľkobloková orná pôda | 1382,85 | 0       | 0,00   | 0   | -     | -     | -    |
|      | TTP                    | 1382,85 | 757,81  | 54,80  | 71  | 10,67 | 57,82 | 3,45 |
| 1986 | Úzkopásové mozaiky     | 1309,45 | 76,47   | 5,84   | 41  | 1,87  | 2,22  | 2,08 |
|      | Veľkobloková orná pôda | 1309,45 | 147,72  | 11,28  | 22  | 6,71  | 6,52  | 1,81 |
|      | TTP                    | 1309,45 | 675,91  | 51,62  | 280 | 2,41  | 11,98 | 3,87 |
| 2006 | Úzkopásové mozaiky     | 1309,42 | 77,66   | 5,93   | 37  | 2,10  | 2,63  | 1,98 |
|      | Veľkobloková orná pôda | 1309,42 | 127,92  | 9,77   | 21  | 6,09  | 6,30  | 1,97 |
|      | TTP                    | 1309,42 | 654,59  | 49,99  | 269 | 2,43  | 12,50 | 3,23 |

Počas všetkých troch období zostalo bez zmeny využívania 59,71 ha úzkopásových mozaík TTP a ornej pôdy, teda 4,56 % poľnohospodárskej pôdy (podľa výmery v roku 2006). Tieto areály možno na základe typizácie HŠPK podľa Špulerovej et al. (2011) definovať ako oráčino-lúčno-pasienkové historické štruktúry poľnohospodárskej krajiny. Terénny prieskum potvrdil prítomnosť antropogénnych foriem reliéfu v podobe terás a stupňovitých medzí (resp. stupňovitých svahových plôch s nízkymi medzami), ktoré sú vedené v smere po vrstevnici, ako aj po spádnici (obr. 3). Pri vrstevnicovom vedení ide o výrazné zlepšenie vlastností pôd. Jednak v podobe zníženia prítomnosti skeletu, keďže skaly tu boli pravidelne zbierané a využívané pri vytváraní a údržbe spomenutých antropogénnych foriem (Barančok a Barančoková, 2013). Zároveň boli takýmto spôsobom korigované náročné sklonoštné podmienky terénu, čo výrazne zamedzilo vodnej erózii obhospodarovanej pôdy.





**Obrázok 3** Zachované historické štruktúry poľnohospodárskej krajiny modelového územia (Foto: Matej Masný, 2013)

Veľkobloková orná pôda zaberala v roku 1986 11,28 % (147,72 ha) všetkej poľnohospodárskej pôdy a tvorila 22 samostatných plôch (NP), relatívne pravidelných tvarov (MSI). Pre obdobie roku 2006 sa zastúpenie tejto kategórie znížilo na úroveň 9,77 % (127,92 ha) s poklesom počtu plôch (NP) o 1, čo sa prejavilo aj v znížení priemernej veľkosti plôch (MPS). Ostatné ukazovatele zaznamenali len nepatrné zmeny.

Trvalé trávne porasty boli svojím zastúpením (CA) dominantné vo všetkých hodnotených obdobiach. Ich plošné zastúpenie však postupne klesalo z 54,80 % (757,81 ha) v roku 1949 až na úroveň 49,99 % (654,59 ha) výmery poľnohospodárskej pôdy v roku 2006. Manažment tradičných a kolektivizovaných TTP je podobný (Lieskovský et al., 2014) a na leteckých snímkach ich prakticky nie je možné rozlíšiť. V tomto smere kolektivizácia nepredstavuje významný faktor (Lieskovský et al., 2014). Pokles je mierne výraznejší v období rokov 1949 až 1986. V tomto období však značne rastie počet polygónov (NP), ktoré majú podobnejšiu výmeru (PSSD), ale sú nepravidelnejších tvarov (MSI). Plochy TTP sa tak pomerne výrazne fragmentujú. Naopak, v nasledujúcom období ich počet klesá, s nepatrným nárastom priemernej veľkosti (MPS). To poukazuje na zánik menších plôch. Vo výmerách plôch TTP narastajú rozdiely (PSSD), avšak sú pravidelnejších tvarov (MSI).

### 3.3 Nelesná drevinová vegetácia

Na uvedené zmeny má vplyv najmä zastúpenie nelesnej drevinovej vegetácie, ktoré sa celkovo výrazne zvyšuje. Najviac sú v modelovom území zastúpené 2 kategórie NDV. Ide o kontinuálne rozširovanie lesov na poľnohospodárskej pôde a samostatné skupiny stromov a krovín (SSaK). Hodnoty zobrazuje tab. 3. V roku 1949 dominovali NDV skupiny stromov a krovín, ktoré pokrývali viac ako 10 % poľnohospodárskej pôdy (CA). Išlo pritom o vysoký počet plôšok (NP) s priemernou veľkosťou len 0,06 ha (MPS) a výraznými veľkostnými rozdielmi (PSSD), čo značne vplývalo na vyššiu úroveň heterogenity poľnohospodárskej krajiny. V nasledujúcom období došlo k poklesu zastúpenia tejto kategórie viac ako o polovicu. Priemerná veľkosť plôch (MPS) však zostala na rovnakej úrovni. Veľkostné rozdiely plôch sa znížili. To jednak poukazuje na zánik menších plôch z dôvodu likvidácie mozaikovitých štruktúr poľnohospodárskej pôdy, ich spájanie a vytváranie homogénnych poľnohospodárskych areálov s elimináciou NDV. Zánik najmä väčších plôch tejto kategórie je ale previazaný s kategóriou kontinuálneho rozširovania lesov. Takmer 44 % plôch zaradených v roku 1949 do kategórie SSaK sa rozširovaním porastu stalo v roku 1986 súčasťou kategórie kontinuálne sa rozširujúcich lesov. Uvedený trend pokračoval aj v nasledujúcom období a v roku 2006 sme pozorovali ďalšie zníženie výmery kategórie SSaK, avšak so zvýšením počtu polygónov (NP) a ich nižšou priemernou veľkosťou (MPS). To poukazuje na ďalší proces šírenia nových plôch SSaK, a teda pustnutia poľnohospodárskej pôdy.

Kontinuálne rozširovanie lesov tvorilo v roku 1949 druhú najpočetnejšiu kategóriu NDV so zastúpením 1,92 % (26,48 ha). V nasledujúcom období sa však toto zastúpenie dramaticky zvýšilo na 24,31 % (318,34 ha) spolu s viac ako trojnásobným zvýšením počtu plôch (NP) a výraznejším rozdielom v ich veľkostiach (PSSD).

Rovnaký trend pokračoval aj v období 1986 až 2006, avšak miernejším tempom. Hodnota MPS sa však mierne znížila, čo podobne ako pri kategórii SSaK poukazuje v malej miere na vznik nových plôšok menšej výmery.

**Tabuľka 3** Kvantifikácia foriem NDV pomocou krajinej metricky

| Rok  | Krajinný prvok                 | TA (ha) | CA (ha) | CA (%) | NP   | MPS  | PSSD   | MSI  |
|------|--------------------------------|---------|---------|--------|------|------|--------|------|
| 1949 | Kontinuálne rozširovanie lesov | 1382,85 | 26,48   | 1,92   | 45   | 0,59 | 0,89   | 1,90 |
|      | Skupiny stromov a krovín       | 1382,85 | 140,82  | 10,18  | 2187 | 0,06 | 140,82 | 1,46 |
|      | Medze                          | 1382,85 | 3,34    | 0,24   | 91   | 0,04 | 0,03   | 2,31 |
|      | Porasty v líniách ciest        | 1382,85 | 1,18    | 0,09   | 47   | 0,03 | 0,03   | 2,32 |
|      | Porasty v líniách tokov        | 1382,85 | 3,78    | 0,27   | 59   | 0,06 | 0,07   | 1,85 |
|      | <b>Spolu</b>                   | -       | 175,60  | 12,70  | 2429 | -    | -      | -    |
| 1986 | Kontinuálne rozširovanie lesov | 1309,45 | 318,34  | 24,31  | 163  | 1,95 | 6,73   | 3,09 |
|      | Skupiny stromov a krovín       | 1309,45 | 59,93   | 4,58   | 956  | 0,06 | 0,23   | 1,37 |
|      | Medze                          | 1309,45 | 3,87    | 0,30   | 58   | 0,07 | 0,07   | 2,16 |
|      | Porasty v líniách ciest        | 1309,45 | 8,54    | 0,65   | 177  | 0,05 | 0,08   | 2,39 |
|      | Porasty v líniách tokov        | 1309,45 | 18,66   | 1,43   | 36   | 0,52 | 0,87   | 2,19 |
|      | <b>Spolu</b>                   | -       | 409,35  | 31,26  | 1390 | -    | -      | -    |
| 2006 | Kontinuálne rozširovanie lesov | 1309,42 | 354,80  | 27,10  | 183  | 1,94 | 7,96   | 2,95 |
|      | Skupiny stromov a krovín       | 1309,42 | 58,55   | 4,47   | 1077 | 0,05 | 0,24   | 1,35 |
|      | Medze                          | 1309,42 | 1,63    | 0,12   | 24   | 0,07 | 0,09   | 1,98 |
|      | Porasty v líniách ciest        | 1309,42 | 11,03   | 0,84   | 175  | 0,06 | 0,13   | 2,24 |
|      | Porasty v líniách tokov        | 1309,42 | 23,25   | 1,78   | 39   | 0,60 | 1,08   | 1,99 |
|      | <b>Spolu</b>                   | -       | 449,26  | 34,31  | 1498 | -    | -      | -    |

Pri ostatných, liniových prvkoch NDV okrem kategórie medzí došlo k rastu zastúpenia (CA), vrátane počtu samostatných plôch (NP) vo všetkých obdobiach. Pri kategórii medzí došlo napriek spomenutému scelovaniu pozemkov v období 1949 až 1986 k nárastu ich plošného zastúpenia (CA). Počet plôch (NP) sa však znížil, čo bolo spôsobené odstránením najmä menších medzných porastov. Zvyšovanie plošného zastúpenia možno vysvetliť ponechaním medzných porastov samovývoju (rozširovaníu) na plochách nezaujímavých pre kolektívizovanú poľnohospodársku výrobu (ťažko prístupné lokality), čomu napovedá aj zvyšovanie pravidelnosti ich tvarov.

Celkové zastúpenie foriem nelesnej drevinovej vegetácie v modelovom území sa od roku 1949 takmer strojnásobilo. Výrazné zvýšenie výskytu NDV nastalo už v období socialistického hospodárstva. V roku 2006 pokrývala NDV 34,31 % poľnohospodárskej pôdy. Podobný scenár pozorovali Nikodemus et al. (2005) v oblastiach Lotyšska a Keenleyside, Tucker (2010) v oblastiach Poľska, kde bola úroveň pustnutia dvojnásobne vyššia na kolektívizovanej pôde, než na pôde, ktorá zostala

v súkromnom vlastníctve. Dôvodov týchto procesov môže byť viacero. Od ekonomických faktorov (Widgren, 2012), cez faktory demografické (Elbakidze a Angeltam, 2007) až po faktory geomorfologické (Burgi, Hersperger a Schneeberger, 2004). Tieto faktory sa však v závislosti od regionálnych podmienok často kombinujú a v kontexte plynutia času menia svoju relevanciu.

## 4 ZÁVER

Na báze získaných výsledkov možno potvrdiť zistenia Špulerovej et al. (2011), Lieskovského et al. (2014), Izakovičovej a Oszlányiho (2011), Palanga (2010) a ďalších o zániku tradičných foriem poľnohospodárstva, a teda aj významných zmenách krajinskej štruktúry v období kolektivizácie. Zároveň však prítomnosť zachovaných historických štruktúr poľnohospodárskej krajiny prispieva k zvyšovaniu úrovne biodiverzity a hodnoty Biosférickej rezervácie Poľana. V porovnaní s úrovňou zachovania HŠPK, ktorá dosahuje len 0,9 % rozlohy Slovenska (Špulerová et al., 2011) je tento stav s 2,86 % zastúpením z rozlohy modelového územia niekoľkonásobne vyšší. Územie si tak do značnej miery uchovalo svoj charakteristický ráz horskej poľnohospodárskej krajiny.

Zároveň naše zistenia potvrdzujú vážnosť fenoménu pustnutia poľnohospodárskej pôdy (Midriak et al., 2011; Olah, Boltíziar a Gállay, 2009; Munteanu et al., 2014) na území Slovenska. Výsledky nášho výskumu však poukazujú na tento problém v oblasti, ktorá má byť excelentnou lokalitou súladu záujmov človeka a ochrany biodiverzity. Podľa Midriaka a Zauškovvej (2004) je ale veľmi dôležité cielené (nie samovoľné) zvyšovanie podielu nelesnej drevinovej vegetácie, a to tak z hľadiska zabezpečenia priestorovej ekologickej stability poľnohospodárskej krajiny, ako aj z hľadiska zvýšenia jej retenčnej kapacity a protieróznej ochrany pôdy i ochrany pred povodňami (napr. brehové porasty, biokoridory, vetrolamy, zasakovacie pásy a podobne). Proces pustnutia poľnohospodárskej pôdy v modelovom území presahuje časový rámec prechodu socialistického poľnohospodárstva k trhovej ekonomike a možno ho označiť za dlhodobý.

## Literatúra

- ALCANTARA, C., KUEMMERLE, T., PRISHCHEPOV, A. V., RADELOFF, V. C. 2012. Mapping abandoned agriculture with multi-temporal MODIS satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 124, s. 334-347.
- BARANČOK, P., BARANČOKOVÁ, M. 2013. Typy historických štruktúr poľnohospodárskej krajiny a ich zastúpenie v regióne Kysúc. In: Žarnovičan, H. (ed.): *Krajinnoekologický výskum historických prvkov agrárnej krajiny*. Bratislava: PriF UK, GEMINI, s. 16-38.
- BAUR, B., CREMENE, C., GROZA, G., RAKOSY, L., SCHILEYKO, A. A., BAUR, A., STOLL, P., ERHARDT, A. 2006. Effects of abandonment of subalpine hay meadows on plant and invertebrate diversity in Transylvania, Romania. *Biological Conservation*, 132, s. 261-273.
- BELL, S., NIKODEMUS, O., PENĚZE, Z., KRŮZE, I. 2009. Management of cultural landscapes: what does this mean in the former Soviet Union? A case study from Latvia. *Landscape Research*, 34, s. 425-455.

- BOLTIŽIAR, M. 2007. Hodnotenie vývoja heterogenity a vybraných vlastností plôšok druhotnej krajinnnej štruktúry. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae*, vol. 15, no. 2, s. 5-23.
- BURGI, M., HERSPERGER, A. M., SCHNEEBERGER, N. 2004. Driving forces of landscape change-current and new directions. *Landscape Ecology*, 19, s. 857-868.
- DEMO, M. 2001. *History of agriculture in Slovakia*. Slovak Agricultural University, Nitra, 662 s.
- ELBAKIDZE, M., ANGELSTAM, P. 2007. Implementing sustainable forest management in Ukraine's Carpathian Mountains: the role of traditional village systems. *Forest Ecology and Management*, 249, s. 28 -38.
- FAZEKAŠOVÁ, D., BOLTIŽIAR, M., BOBULESKÁ, L., KOTOROVÁ, D., HECL, J., KR-NÁČOVÁ, Z. 2013. Development of Soil Parameters and Changing Landscape Structure in Conditions of Cold Mountain Climate (Case Study Liptovská Teplička). *Ekologia*, 32, s. 197-210.
- FISCHER, J., HARTEL, T., KUEMMERLE, T. 2012. Conservation policy in traditional farming landscapes. *Conservation Letters*, 5, s. 167-175.
- FOLEY, J. A., DE FRIES, R. S., ASNER, G. P., BARFORD, C., BONAN, G., CARPENTER, S., R., CHAPIN, F. S., COE M. T., DAILY, G. C., GIBBS, H. K., HELKOWSKI, J. H., HOLLOWAY, T., HOWARD, E. A., KUCHARIK, C. J., MONFREDA, C., PATZ, J. A., PRENTICE, I. C., RAMANKUTTY, N., SNYDER, P. K. 2005. Global consequences of land use. *Science*, 309, s. 570-574.
- FORMAN, R. T. T., GODRON, M. 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *Bioscience*, 31, s. 733-740.
- GOLDEWIJK, K. K., RAMANKUTTY, N. 2004. Land-cover change over the last three centuries due to human activities: The availability of new global data sets. *GeoJournal*, 61, s. 335-344.
- GUSTAFSON, E. J., PARKER, G. 1992. Relationships between landcover proportion and indices of landscapespatial pattern. *Landscape Ecology*, 7, s. 101-110.
- HADDAWAY, N. R., STYLES, D., PULLIN, A. S. 2013. Environmental impacts of farm land abandonment in high altitude/mountain regions: a systematic map of the evidence. *Environmental Evidence*, 2, 18. doi: 10.1186/2047-2382-2-18
- IZAKOVIČOVÁ, Z., OSZLÁNYI J. 2012. The landscape of Slovakia, its nature and transformations. In: Elmar, C. (ed.). *In lost landscapes: reflections from Central European Border Regions*. Murska Sobota: Regional Development Agency Mura, s. 115-131.
- KEENLEYSIDE, C., TUCKER, G. M. 2010. *Farmland Abandonment in the EU: an Assessment of Trends and Prospects*. Report prepared for WWF, Institute for European Environmental Policy, London: Institute for European Environmental Policy, 97 s.
- KLAUČO, M., GREGOROVÁ, B., STANKOV, M., MARKOVIČ, V., LEMENKOVA, P. 2013. Determination of ecological significance based on geostatistical assessment: a case study from the Slovak Natura 2000 protected area. *Central European Journal of Geosciences*, 5, s. 28-42.
- KRNÁČOVÁ, Z., HREŠKO, J., KANKA, R., BOLTIŽIAR, M. 2013. The Evaluation of Ecological Factors Affecting Environmental Functions of the Soils in Area of Traditional Ag-rarian Structures. *Ekologia*, 32, s. 248-261.
- LIESKOVSKÝ J., KENDERESSY P., ŠPULEROÁ J., LIESKOVSKÝ T., KOLEDA P., KIENAST F., GIMMI, U. 2014. Factors affecting the persistence of traditional agricultural landscapes in Slovakia during the collectivization of agriculture. *Landscape Ecology*, 29, s. 867-877.
- MACDONALD, D., CRABTREE, J. R., WIESINGER, G., DAX, T., STAMOU, N., FLEURY, P., GUTIERREZ LAZPITAE, J, GIBONF, A. 2000. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management*, 59, s. 47-69.
- MCGARIGAL, K., MARKS, B. 1995. *FRAGSTATS, spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. General Technical Report. Portland: USDA, Forest Service, Pacific. Northwest Research Station

- MIDRIAK, R., ZAUŠKOVÁ, Ľ. 2004. Štruktúra vidieckej krajiny na Slovensku a funkcie lesa v nej. In: *Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie „Regióny – vidiek – životné prostredie 2004“*, FEŠRR, SPU Nitra, CD, 10 s.
- MIDRIAK, R., ZAUŠKOVÁ, Ľ., SABO, P., GALLAY, I., GALLAYOVÁ, Z., LEPEŠKA, T. 2011. *Spustené pôdy a pustnutie krajiny Slovenska*. Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, 401 s.
- MUNTEANU, C., KUEMMERLE, T., BOLTIŽIAR, M., BUTSIC, V., GIMMI, U., HALADA, L., KAIM, D., KIRÁLY, G., KONKOLY-GYURÓ, É., KOZAK, J., LIESKOVSKÝ, J., MOJSES, M., MÜLLER, D., OSTAFIN, K., OSTAPOWICZ, K., SHANDRA, O., ŠTYCH, P., WALKER, S., RADELOFF, V. C. 2014. Forest and agricultural land change in the Carpathian region – a metaanalysis of longterm patterns and drivers of change. *Land Use Policy*, 38, s. 685-697.
- MÜLLER, D., SIKOR, T. 2006. Effects of postsocialist reforms on landcover and land use in South-eastern Albania. *Applied Geography*, 26, s. 175-91.
- MÜLLER, D., KUEMMERLE, T., RUSU, M., GRIFFITHS, P. 2009. Lost in transition: determinants of post-socialist cropland abandonment in Romania. *Journal of Land Use Science*, 4, s. 109-129.
- NIKODEMUS, O., BELL, S., GRINE, I., LIEPINS, I. 2005. The impact of economic, social and political factors on the landscape structure of the Vidzeme Uplands in Latvia. *Landscape and Urban Planning*, 70, s. 57-67.
- OLAH, B., BOLTIŽIAR, M., GALLAY, I. 2009. Transformation of the Slovak Cultural Landscape since the 18th Cent. and its Recent Trends. *Journal of Landscape Ecology*, 2, s. 41-55.
- OLAH, B., BOLTIŽIAR, M., PETROVIČ, F. 2006. Land use changes' relation to georelief and distance in the East Carpathians Biosphere Reserve. *Ekologia*, 25, s. 68-81.
- OLÁHOVÁ, J. 2013. *Transformácia regiónu Hornej Nitry v kontexte spoločensko-ekonomických a prírodných činiteľov*. Dizertačná práca. Nitra: Fakulta Prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 131 s.
- PALANG, H. 2010. Time boundaries and landscape change: collective farms 1947–1994. *European Countryside*, 2, s. 169-181.
- PEDROLI, B., VAN ELSSEN, TH., VAN MANSVELT, V. D. 2007. Values of rural landscapes in Europe. Inspiration or by-product. *Journal of Life Sciences*, 54, 4. Wageningen: NJAS, s. 431-447.
- PLIENINGER, T., HÖCHTL, F., SPEK, T. 2009. Traditional land-use and nature conservation in European rural landscapes. *Environmental Science & Policy*, 9, s. 317-321.
- ROHRING, A., GAILING, L. 2012. Linking path dependency and resilience for the analysis of landscape development. In: Plieninger T, Bieling C (ed.). *Resilience and the cultural landscape: understanding and managing change in humanshaped environments*. New York: Cambridge University Press, s. 146-163.
- SMELANSKY, I. 2003. *Biodiversity of agricultural lands in Russia: Current state and trends*. IUCN - The World Conservation, Moscow: IUCN - The World Conservation Union, 52 s.
- ŠPULEROVÁ, J., DOBROVODSKÁ, M., LIESKOVSKÝ, J., BAČA, A., HALABUK, A., KOHÚT, F., MOJSES, M., KENDERESSY, P., PISCOVÁ, V., BARANČOK, P., GERHÁTOVÁ, K., KRAJČÍ, J., BOLTIŽIAR, M. 2011. Inventory and classification of historical structures of the agricultural landscape in Slovakia. *Ekologia*, 30, s. 157-170.
- TILMAN, D., FARGIONE, J., WOLFF, B., D'ANTONIO, C., DOBSON, A., HOWARTH, R., SCHINDLER, D., SCHLESINGER, W. H., SIMBERLOFF, D., SWACKHAMER, D. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292, s. 281-284.
- WIDGREN, M. 2012. Resilience thinking versus political ecology: understanding the dynamics of small-scale, labour-intensive farming landscapes. In: Plieninger T, Bieling C (ed.). *Resilience and the cultural landscape: understanding and managing change in humanshaped environments*. New York: Cambridge University Press, s. 95-110.
- ZAUŠKOVÁ, Ľ., RAČÁKOVÁ, S. 2010. *Manažment kultúrnej poľnohospodárskej krajiny v k. ú. Horná Mičiná a Dolná Mičiná*. Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, 92 s.

## **Analysis of agricultural landscape transformation with using of landscape metrics (Model area of Strelníky and Povrazník)**

### **Summary**

In transformation of traditional landscapes a crucial role was played by collectivisation of agriculture in most post-socialistic countries. In Slovakia, this process occurred mainly in 1950 – 1970 and brought eminent changes in an agricultural landscape structure. Ending of socialistic agriculture after 1989 and transition from centralized to market-oriented economy brought other considerable changes of agricultural land-use. In many post-socialistic countries agricultural land abandonment began to dominate remarkably. The aim of our research was to analyse the state of areas with traditional management and to analyse abandonment of agricultural land.

The model area (municipalities Povrazník and Strelníky) is a part of the Poľana Biosphere Reserve – CHKO Poľana. From agricultural point of view, the model area and surrounding region are classified as a less favoured mountain area.

Evaluation of the area of basic landscape elements pointed on relatively little changes. After application of a more detailed division we registered a relatively considerable dynamics of changes within the agricultural land. We found out that the mosaic of traditional agricultural landscape (TAL) and permanent grassland formed the only form of agricultural land-use in 1949 (before collectivisation). In the following periods TAL representations decreased dramatically. Permanent grasslands have the biggest part in agricultural land in each period. Large-scale arable fields appear only in the period of collectivisation and on. Till 2006 its representation was slightly decreasing.

The above mentioned changes are influenced especially by representation of non-forest woody vegetation that is significantly increasing. In the model area, there are two categories of non-forest woody vegetation that are represented mostly. These are continual spreading of registered forests and dispersed groups of trees and shrubs. An eminent increase of non-forest woody vegetation appeared already in period of socialistic agriculture.

Our findings confirm seriousness of the phenomenon of agricultural land abandonment in the territory of Slovakia. However, the results of our research point on this problem in the area that should be an excellent locality of a harmony between human interests and biodiversity conservation. The abandonment process exceeds there a time framework of a transition from socialistic agriculture to market economy.