

ZMENY DIVERZITY VINOHRADNÍCKEJ KRAJINY V ZÁZEMÍ SVÄTÉHO JURA V OBDOBÍ 1896–2011

Ján Hanušin*, Dagmar Štefunková**

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava, hanusin@savba.sk

** Ústav krajinej ekológie SAV, Štefánikova 3, 841 99 Bratislava, dagmar.stefunkova@savba.sk

Changes in vine-growing landscape diversity in the hinterland of Svätý Jur town in 1896–2011

The main objective of this article is the assessment of the dynamics of landscape diversity (LD) changes in the prevailing viticultural landscape around Svätý Jur town. Landscape diversity (LD) values have been assessed for 66.16 ha of prevailing viticultural landscape in a part of the Svätý Jur cadastre for the years 1896, 1949 and 2011. The study area was divided into a grid (of 25 m spacing) and LD values were evaluated for all cells for all three years. The Shannon landscape diversity index (SHDI) and Simpson landscape diversity index (SIDI) were applied as LD metrics. The LD values increased during the 1949–2011 period. A gradual shift of areas with high LD value from the northern to the central parts of the study area has been observed. Comparison of the SHDI and SIDI values showed certain differences arising from the mathematical nature of calculations of the two metrics, specifically in terms of classification of the final LD value sets into intervals. The method used appears to be a useful and effective tool for fine-scale identification of landscape attributes and improvement of landscape management.

Key words: landscape diversity, land cover changes, Shannon diversity index, Simpson diversity index, town of Svätý Jur

ÚVOD

Krajinná diverzita (KD) alebo rozmanitosť je jednou z hlavných charakteristík stavu krajiny a hodnotenie jej zmien patrí k štandardným nástrojom krajinárskeho výskumu. Získané informácie sú nielen významným indikátorom stavu krajiny, ale aj dôležitým čiastkovým výstupom pre získanie ďalších charakteristík, napr. biodiverzity a ekologickej stability. Zvláštny význam majú takéto postupy aplikované v historickej kultúrnej krajine, ktorej prírodné prostredie človek po stáročia menil, spočiatku postupne, evolučne, neskôr revolučne, rozsiahlymi a intenzívnymi zásahmi skoncentrovanými do časového obdobia niekoľkých rokov. Príkladov rýchlej a výraznej transformácie krajiny nájdeme na Slovensku viacero. Špecifikum podmaľokarpatského mestečka Svätý Jur, ktorého časť chotára sme si vybrali ako študované územie, spočíva v tom, že sa v ňom v historicky krátkom časovom období kumulovalo niekoľko intenzívnych zásahov, zásadným spôsobom meniacich, resp. deštruujúcich tradičnú alebo historickú kultúrnu krajinu: kolektivizácia vinohradníckej výroby v druhej polovici minulého storočia spojená s budovaním moderných terasovaných vinohradov a v posledných rokoch intenzívne suburbanizačné tlaky vyplývajúce z atraktívnej polohy v tesnej blízkosti Bratislavy.

Hlavným cieľom príspevku je vyhodnotenie dynamiky zmien KD v prevažne vinohradníckej krajine v troch sledovaných obdobiach s dôrazom na zmeny, ktoré sa uskutočnili v procese kolektivizácie spojenom s budovaním masívnych terasovaných vinohradov. Podružným cieľom je analýza rozdielov vo veľkosti KD získaných Shannonovým (SHDI) a Simpsonovým (SIDI) indexom KD.

PREHĽAD PROBLEMATIKY

Na hodnotenie krajinnej štruktúry, resp. usporiadania krajiny (landscape pattern) sa používa množstvo metrick, ktorých členenie, terminológia a definície nie sú vždy jednotné, na čo upozornil napr. Gustafson (1998). Prvú výraznejšiu vlnu štatistických hodnotení priestorového usporiadania krajiny začali podľa Wiensa et al. (2007) Legendre a Fortin, ktorí preukázali význam a možnosti použitia štatistických postupov pri spracovaní priestorových dát vrátane krajinnej štruktúry, pričom zdôraznili, že krajinná štruktúra sa riadi istými zákonitostami, ktoré možno vyjadriť štatistickými postupmi (Legendre a Fortin 1989). Neskôr počet prác využívajúcich štatistické metódy pri hodnotení krajiny výrazne rástol, k čomu prispieval nástup výpočtovej techniky a GIS. Časté bolo používanie gridov (Turner 1990). S rozvojom výpočtovej techniky sa objavili programy pre hodnotenie krajinných metrick, či už ako samostatné programy, napr. FRAGSTAT (Mc Garigal a Marks 1995), alebo ako nadstavba k programu ArcGIS PATCH ANALYST (Rempel et al. 2012). Krajinné metriky sa počítajú na úrovni individua (biologický druh a objekt), plôšky, mozaiky a napokon krajiny ako hierarchicky najvyššej a najkomplexnejšej jednotky. Ich členenie ponúkajú napr. Li a Reynolds (1993), McGarigal (2002) a Farina (2006). Spomínaní autori v zásade členia krajinné metriky na nepriestorové (non-spatial metrics) a priestorové (spatial metrics). Nepriestorové metriky kvantifikujú kompozíciu, určenú variabilitou a abundanciou typu plôšok, avšak bez informácie o priestorových vzťahoch. Sem sa zaraďuje zväčša bohatosť (richness), diverzita (diversity), vyrovnanosť (evenness) a dominancia (dominance). Priestorové metriky popisujú spôsob priestorového usporiadania (configuration, arrangement) objektov v krajine a patria sem napr. metriky tvaru plôšok, vzdialeností, textúry, fragmentácie a hraníc. Pre výpočet KD sa používa viac typov krajinných indexov – od jednoduchých, ako je napríklad index bohatosti plôšok (patch richness), až po zložitejšie, ako napr. SHDI a SIDI.

Podľa uvedených klasifikácií patrí diverzita medzi nepriestorové metriky. V podobnom zmysle sa používa aj pojem heterogenita, ktorý je však širšie chápaným (pozri napr. Moellering a Tobler 1972, Hlásny 2003 a Pazúr et al. 2012). Diverzita je jednou z parciálnych vlastností komplexnej heterogenity, používa sa v súvislosti s analýzou diverzity habitatov, biologických druhov a diverzitou priestorového usporiadania krajiny (landcover, land-use). Významné postavenie indexov KD (SHDI, SIDI a ďalších) vo výskume biodiverzity, fragmentácii biotopov alebo urbanizačných procesov preukázala rozsiahla bibliografická štúdia vypracovaná Uuemaaom et al. (2009). Súvislosť medzi priestorovou diverzitou krajiny a biologickou diverzitou potvrdili Fjellstad et al. (2001) a Kumar et al. (2006). Franco et al. (2003), Palmer (2004) a Dramstad et al. (2006) zistili významnú závislosť medzi vnímaním krajinnej scenérie a veľkosťou krajinných metrick vrátane SHDI.

Pridanú informáciu o priestorovej distribúcii hodnôt KD umožňuje výpočet jej indexov v pravidelnej štvorcovej či hexagonálnej sieti. Tento postup bol využitý napr. v prácach autorov Griffith et al. (2000), O'ahel et al. (2002 a 2004), Boltžiar (2007), Halada et al. (2011), Ivanová et al. (2012) a Hanušin a Štefunková (2014). Podobný prístup v sieti mikropovodí prezentovali Hreško et al. (2006). Mierkovú závislosť štruktúrnych vlastností krajiny vyjadrenú odlišnou veľkosťou štvorca analyzovali Pazúr et al. (2010).

POUŽITÁ METODIKA

Jediným kritériom na vyhodnotenie zmien KD v študovanom území je priestorové usporiadanie krajinej pokrývky, vymedzené rozložením plôšok (patches), oddelených hranicami (edges). Vyhodnotenie krajinej pokrývky a následne výpočet a analýzy KD sme urobili za tri časové obdobia: za roky 1896 a 1949 a za rok 2011. Výber konkrétnych rokov pre analýzu krajinej pokrývky bol podmienený najmä dostupnosťou detailných a relatívne spoľahlivých podkladových dát. Za rok 1896 to bola mapa stabilného katastra Svätého Jura a Neštichu v originálnej mierke 1:2 880, za rok 1949 to boli čiernobiele letecké ortofotosnímky, doplnené o štátnu mapu odvodenú v mierke 1: 5 000 z roku 1955. Pre obdobie 1896–1949 sme ako podkladové dokumenty využili aj dobové fotografie. Východiskom pre vyhodnotenie krajinej pokrývky súčasného obdobia boli letecké ortofotosnímky 1:5 000 © Geodis Slovensko verifikované terénnym výskumom v roku 2011.

Miera podrobnosti klasifikácie prvkov krajinej pokrývky v danej mierke, ako aj stanovenie veľkosti minimálnej mapovacej jednotky (MMJ) mali pri použitých podkladoch svoje obmedzenia. Informačná hodnota máp stabilného katastra z roku 1896 je v porovnaní s ortofotosnímkami nízka. Pre zachovanie rovnakej podrobnosti mapovania vo všetkých troch historických obdobiach sme prispôbili veľkosť MMJ (25 m²) i detailnosť navrhutej klasifikácie kategórií krajinej pokrývky mápe stabilného katastra z roku 1896 ako zdroju dát s najnižším obsahom informácií. Interpretácia krajinej pokrývky vychádzala z členenia CORINE Land Cover (CLC) 4. úrovne, ktoré sme prispôbili miestnemu špecifiku – výraznému podielu a diverzifikovaným formám vinohradníckej krajiny. Vypracovali sme detailnú klasifikáciu vinohradníckej krajiny s ohľadom na zmeny, ktoré v nej nastali v sledovaných obdobiach. Vinohrady sme identifikovali a ďalej členili v triede CLC 221 vinohrady a v triede 24 heterogénne poľnohospodárske areály, kde sme identifikovali v rámci poľnohospodárskych mozaik rôzne kombinácie vinohradov s ostatnými kultúrami. V triede 221 sme vymedzili dve odlišné nižšie úrovne: veľkoblukové vinohrady (vnútorne homogénne, ktorých rozloha je viac ako 5 000 m²) a maloblukové a úzkopásové vinohrady (tab. 1). Priestorové usporiadanie krajinej pokrývky sme v porovnaní s našou predchádzajúcou štúdiou (Hanusin a Štefunková 2014) spresnili a upravili, čo v konečnom dôsledku viedlo k čiastočne odlišným výsledkom hodnôt KD. Jedným z kľúčových momentov pri spresňovaní kategórií krajinej pokrývky, z ktorého sa v konečnom dôsledku odvíjajú aj výsledné hodnoty KD a jej trend najmä v roku 2011, je rozdelenie terasovaných vinohradov na vlastné vinohrady (vinohrady na produkčných plochách terás – kategória 22111) a na svahy terás vinohradov (kategória 22112). Obidve kategórie majú v študovanom území dostatočnú veľkosť na odlišenie od ostatných kategórií, minimálna veľkosť plôšky svahu terasy v študovanom území je 119 m², priemerná veľkosť je 688 m², čiže v danej mierke majú svahy terás vinohradov všetky atribúty samostatnej kategórie krajinej pokrývky, zreteľne odlišené od vinohradov na produkčných plochách terás.

Vývoj krajiny sme vyhodnotili analýzou areálových zmien prvkov krajinej pokrývky a vyhodnotením trendov zmien využitia zeme pre obdobie 1896–1949 a 1949–2011. Rovnaká metodika bola použitá aj v iných prácach (napr. Feranec et al. 2002, Kopecká 2006 a Mojses a Petrovič 2013). Areálové zmeny medzi jednotlivými prvkami krajinej pokrývky v sledovaných obdobiach sme porovnali v kontingenčnej tabuľke.

Tab. 1. Štruktúra podrobnej klasifikácie kategórií krajinej pokrývky v 4. – 6. úrovni členenia – trieda 221 vinohrady

2211 vinohrady terasované	2212 vinohrady neterasované
22111 vlastné vinohrady (vinohrady na produkčných plochách terás)	22121 vinohrady maloblokové
221111 vinohrady na tradičných terasách – kolíkové	221211 vinohrady maloblokové kolíkové (do 5 000 m ²)
221112 vinohrady na tradičných terasách – drôtenkové	221212 vinohrady maloblokové drôtenkové (do 5 000 m ²)
221113 vinohrady na novodobých terasách – kolíkové	22122 vinohrady veľkoblokové
221114 vinohrady na novodobých terasách – drôtenkové	221221 vinohrady veľkoblokové kolíkové (nad 5 000 m ²)
22112 svahy terás vinohradov	221222 vinohrady veľkoblokové drôtenkové (nad 5 000 m ²)
221121 svahy tradičných terás (minimálna šírka mapovaného polygónu 2 m)	
221122 svahy novodobých terás (minimálna šírka mapovaného polygónu 2 m)	

Prvky krajinej pokrývky môžeme chápať aj ako biotopy alebo komplexy biotopov s rôznym stupňom hemeróbie, resp. ekologickej stability v závislosti od intenzity antropického vplyvu (pozri napr. Reháčková a Pauditšová 2007, resp. Walz a Stein 2014). V zmysle uvedeného možno typy trendov zmien krajinej pokrývky klasifikovať ako zmeny vedúce ku zvýšeniu, resp. zníženiu hemeróbie. Ku zvyšovaniu hemeróbie dochádza napríklad v dôsledku urbanizácie, intenzifikácie poľnohospodárstva a odlesnenia, zatiaľ čo stupeň prírodnosti krajiny zvyšujú zmeny v dôsledku extenzifikácie poľnohospodárstva, sukcesie, resp. zalesnenia. Vizualne porovnanie mapových výstupov trendov zmien krajinej pokrývky a zmien KD umožnilo vytvoriť si predstavu o tom, aké procesy podmienili zmeny KD a aká je ich ekologická kvalita. Očakávali sme, že nárast KD spojený s fragmentáciou priestorového usporiadania krajiny, nebude jednoznačne súvisieť len s trendom extenzifikácie využívania územia a s poklesom hemeróbie, ale bude ho podmieňovať napríklad aj proces intenzifikácie využívania územia spojený s výstavbou poľnohospodárskych terás v období kolektívizácie. Nebolo však cieľom tejto časti výskumu explicitne analyzovať napr. stupeň ekologickej stability alebo stupeň hemeróbie, ktorý na rozdiel od indexov SHDI a SIDI vychádza z hodnotenia kvality krajinných prvkov.

Jedným z hlavných cieľov nášho prístupu bola snaha o detailnosť a možnosť porovnania zmien KD v čase i priestore. Rozdielom oproti iným prácam využívajúcim metódu štvorcov je relatívne detailná mierka spracovania, ktorú umožnila štvorcová sieť so základnou plochou 625 m² (štvorec so stranou 25 m). Rozmer základného štvorca vychádzal z princípu, ktorý pri návrhu veľkosti základnej jednotky gridu (štvorca) predpokladá, že najmenší analyzovaný polygón, resp. ploška bude menšia ako veľkosť štvorca.

V študovanom území sme v prostredí ArcGIS 10 po eliminácii areálov menších ako 5 m² vygenerovali 1 162 úplných a neúplných štvorcov.

Na stanovenie zmien KD sme vybrali Shannonov index diverzity (SHDI, Shannon diversity index), niekedy aj Shannon-Weaverov index, a Simpsonov index diverzity (SIDI – Simpson diversity index), ktoré patria k najčastejšie používaným metrikám krajinej diverzity.

SHDI sa vypočíta podľa vzťahu:

$$SHDI = -\sum_{i=1}^n p_i \cdot \log p_i$$

kde p_i je podiel rozlohy polygónu i k celkovej rozlohe analyzovanej priestorovej jednotky reprezentovanej n polygónmi. Jeho hodnota kolíše medzi 0 (žiadna diverzita) až po nekonečno. Hodnota SHDI rastie s nárastom počtu plôšok a vyrovanosťou ich veľkosti. Často sa namiesto dekadického logaritmu (\log) používa pri výpočte SHDI prirodzený logaritmus (\ln), napr. Nagendra (2002), McGarigal a Marks (1995) a iní, čím vychádzajú vyššie absolútne hodnoty SHDI. Preto je pri porovnávaní hodnôt SHDI získaných z rôznych zdrojov potrebné zohľadniť použitý výpočet, na čo upozornili napr. Dušek a Popelková (2012).

Ďalším, menej používaným indexom KD, je SIDI. Počíta sa zo vzťahu:

$$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$$

kde p_i je takisto podiel rozlohy polygónu i k celkovej rozlohe analyzovanej priestorovej jednotky reprezentovanej n polygónmi. Jeho hodnota kolíše medzi 0 (žiadna diverzita) po 1. SIDI, podobne ako SHDI, rastie s nárastom počtu plôšok a vyrovanosťou ich veľkosti.

Krajinnú diverzitu v študovanom území sme vypočítali obidvoma metódami pre obdobia rokov 1896, 1949 a 2011.

Získané hodnoty SHDI a SIDI sme vyjadrili vo výsledných mapách v 1 + 5 stupňoch veľkosti, kde hodnoty 0 (bez diverzity) tvorili samostatnú kategóriu, pričom hodnoty $KD > 0$ sme rozdelili do 5 stupňov tak, že sme čiastkové súbory hodnôt SHDI a SIDI > 0 pre jednotlivé obdobia zlúčili a z variačného rozpätia zlúčeného súboru sme získali metódou equal intervals 5 stupňov (tried) s rovnakou dĺžkou triedneho intervalu, spoločných pre všetky obdobia, čo umožňuje porovnávanie hodnôt KD medzi jednotlivými obdobiami.

Zmeny hodnôt KD sme analyzovali medzi rokmi 1896–1949 a rokmi 1949–2011. Intenzitu zmeny sme vyhodnotili ako rozdiel hodnôt SHDI medzi jednotlivými rokmi. Dva výsledné súbory rozdielov hodnôt SHDI sme rozdelili do ôsmich intervalov metódou equal intervals. Podobne ako v predchádzajúcom prípade, variačné rozpätia hodnôt rozdielov jednotlivých období sme stanovili z obidvoch súborov. Priestorové rozloženie hodnôt KD s použitím dát SIDI, získané rovnakou metódou, bolo prakticky identické.

Na základe tvaru histogramu rozdelenia hodnôt $KD > 0$ do 5 tried a výpočtom hodnoty šikmosti sme skúmali rozdiely medzi hodnotami SHDI a SIDI v jednotlivých obdobiach. Test metódou Kolmogorov-Smirnov spolu s hodnotami šikmosti poukázali na nenormálne rozdelenie základných súborov hodnôt SHDI a SIDI vo všetkých obdobiach. Pre výpočty hodnôt korelácie sme preto používali Spearmanov koeficient korelácie, ktorý je pre súbory s nenormálnym rozdelením vhodnejší.

ŠTUDOVANÉ ÚZEMIE A VÝVOJ KULTÚRNEJ KRAJINY

Študované územie sa nachádza približne v strednej časti katastrálneho územia mesta Svätý Jur v okrese Pezinok asi 15 km severovýchodne od centra Bratislavy, v geomorfologickom podcelku Pezinské Karpaty, súčasť Malých Karpát. Z celkovej rozlohy katastrálneho územia Svätého Jura (3 987 ha) zaberá len asi 1,65 % (66,16 ha) v bezprostrednom členitom západnom zázemí historického jadra Svätého Jura (obr.1).



Obr. 1. Poloha študovaného územia

Nadmorské výšky kolíšu v rozmedzí 144–333 m n. m., priemerná nadmorská výška územia je 218 m n. m., stredný uhol sklonu 10° . V geologickej skladbe prevládajú granity bratislavského žulového masívu s výstupmi migmatitov. Geneticky predstavuje zreteľne členitú stupňovitú podvrchovinu s celkovým sklonom od severozápadu na juhovýchod. Svojrâznou a v študovanom území plošne i vizuálne významnou antropogénnou formou reliéfu boli a sčasti stále sú tzv. kamenice alebo rúny, ľudskou činnosťou vytvorené až desiatky metrov dlhé akumulácie pretiahnutého tvaru, tvorené prevažne z granitových sutín, po stáročia odstraňovaných ako nežiaduci skelet z pôdy vo vinohradoch. Reliéf súčasnej vinohradníckej krajiny je v porovnaní s rokom 1896, resp. 1949 výrazne antropogenizovaný intenzívnym terasovaním pôvodných, prevažne úzkopásových, len lokálne, nespojito terasovaných vinohradov, čo sa prejavilo o. i. aj významnou redukciou počtu i rozlohy pôvodných kameníc. Nie je tu vytvorená trvalá riečna sieť, depresné tvary s náznakmi intenzívnejších fluviaálnych procesov predstavujú len menej výrazné úvaliny. V pôdnom kryte výrazne dominujú hlinito-piesčité kambizeme, vo vinohradoch pravidelným obrábaním a terasovaním pretvorené na kultizeme. Klíma je mierne teplá, suchá s priemernými ročnými zrážkovými úhrnmi medzi 550–600 mm. Z pôvodných dubovo-hrabových lesov karpatských, dubových a dubovo-cerových lesných spoločenstiev sa do súčasnosti zachovali len ostrovovité zvyšky, na miestach opustených vinohradov a na svahoch terasovaných vinohradov sa vyvinuli rôznorodé typy sekundárnych krovitých a stromových formácií, často so zastúpením ovocných a invázných druhov drevín, na iných miestach s výsokým gaštanom jedlého, ktorý sa v území spontánne rozširuje (Štefunková et al. 2011). Na svoju dobu detailný a metodicky inovatívny popis celého katastrálneho územia mesta Svätý Jur prezentoval Lukniš (1977).

Vývoj kultúrnej krajiny

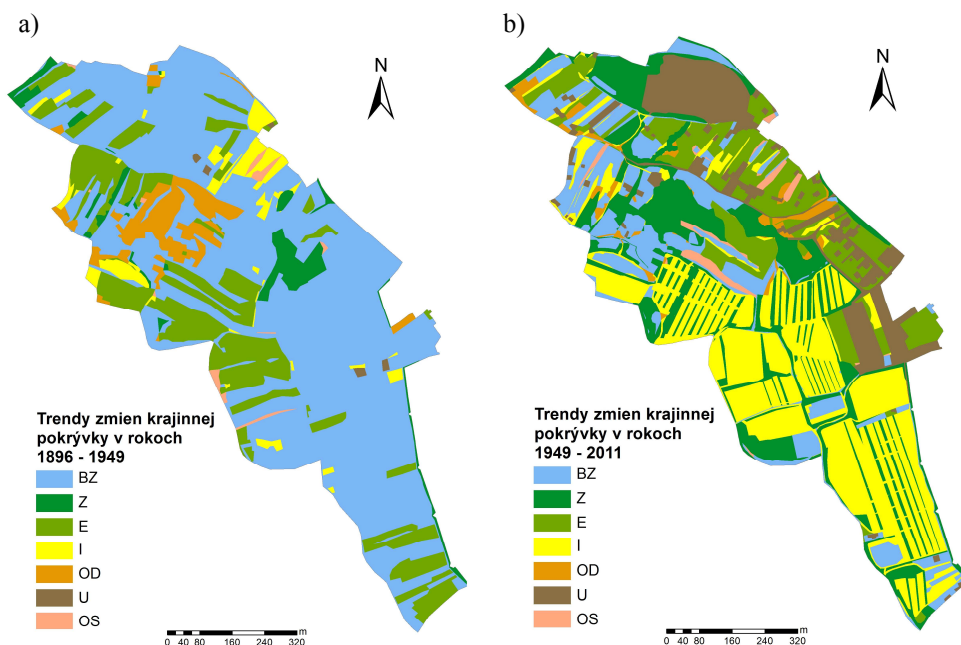
Prvá polovica 20. storočia bola sprevádzaná výraznými politickými a sociálno-ekonomickými zmenami, ktoré sa spolu s objavením sa fyloxéry a zvýšeným výskytom klimatických extrémov podpísali na postupnom úpadku vinohradníctva vo Svätom Jure. Zatiaľ čo vinohradníctvo bolo pred I. svetovou vojnou hlavným zamestnaním až 1/3 obyvateľov, v medzivojnovom období tento podiel poklesol na 20 % (Turcsány, ed. 2009). Zrejme aj nízka úroveň agrárnych technológií, prehlbujúca sa fragmentácia poľnohospodárskej pôdy v dôsledku nedokončených pozemkových reforiem a platnej legislatívy v oblasti dedičského práva spôsobili, že podoba svätajurských viníc v prvej polovici 20. storočia zostávala oproti predchádzajúcemu obdobiu prakticky nemenná, čo potvrdili napr. Popelková a Vlasáková (2009). Diametrálne odlišná situácia nastala po roku 1950, keď bolo vo Svätom Jure založené jednotné roľnícke družstvo (JRD), a najmä v období od roku 1956 až do prvej polovice 80. rokov minulého storočia, keď tu došlo k masívnej premene vinohradníckej krajiny. V sledovanej časti katastrálneho územia Svätého Jura boli väčšinou po spádnici orientované úzke pásy viníc, niekde s menej výraznými stupňami či terasami, pomocou ťažkej techniky premenené na terasované vinice s jednotlivými viničnými záhonmi orientovanými po vrstevnici. Najmä v strednej a južnej časti územia pôvodnú vinohradnícku krajinu prakticky úplne nahradila novodobá terasovaná vinohradnícka krajina, ktorá v súčasnosti zaberá temer pätinu študovaného územia. V tomto období bola v relatívne krátkom čase narušená alebo zničená výrazná časť prírodných a poloprírodných biotopov, viazaných na stáročia pretrvávajúcu štruktúru tradičných viníc a kamenných valov. Ďalšie významné zmeny KD nastali po roku 1989 a najmä po roku 2000, keď sa transformovala vinohradnícka výroba v procese postupného útlmu pestovania viníc v JRD, reštitúcií a narastajúceho tlaku developerov (Lieskovský et al. 2013). Významne sa znížila plocha kameníc, ktoré boli zväčša rozhrnuté do nových terás.

VÝSLEDKY

Počet prvkov krajinej pokrývky sa v sledovaných obdobiach výrazne nemenil – v roku 1896 sme identifikovali 19 prvkov krajinej pokrývky, v roku 1949 20 prvkov krajinej pokrývky a v roku 2011 17 prvkov krajinej pokrývky.

Z hľadiska trendov zmien krajinej pokrývky v období rokov 1896–1949 na väčšine územia (65 % výmery) neevidujeme žiadnu zmenu, druhým najvýraznejším trendom je extenzifikácia poľnohospodárstva (19 % celkovej výmery územia), ktorá sa najviac prejavila na premene maloblokových neterasovaných kolíkových viníc na mozaiky trvalých trávnych porastov (TTP), sádov a viníc (obr. 2, časť a). Diametrálne odlišná situácia nastala v období rokov 1949–2011. Charakter krajinej pokrývky zostal nezmenený len na 15,6 % rozlohy územia. Najvýraznejším trendom zmien je intenzifikácia poľnohospodárstva na 31 % rozlohy územia, kde boli tradičné kolíkové vinice a ich mozaiky premenené na vinice s opornou konštrukciou, tzv. drôtenkové. Opačný trend nastal v časti územia, kde počas kolektívizácie nedošlo k sceľovaniu viníc. Tu je výrazný trend opúšťania a sukcesie (22 % výmery územia) a trend extenzifikácie poľnohospodárstva (14 % výmery územia) v podobe premeny tradičných viníc na extenzívne lúky (obr. 2, časť b).

Charakteristický pre obdobie 1949–2011 je oproti predošlému obdobiu relatívne výrazný trend urbanizácie (13 % výmery územia), evidentný najmä v posledných dvoch desaťročiach. Zmena vinogradov na zastavané územie zasahuje nielen doteraz nescelené vinice, ale aj novodobé terasované vinice vytvorené v období kolektívizácie (Krnáčová a Štefunková 2011).



Obr. 2. Trendy zmien krajinej pokrývky

a) – v rokoch 1896–1949, b) – v rokoch 1949–2011

Legenda: BZ – bezo zmien, Z – zalesnenie, sukcesia, E – extenzifikácia poľnohospodárstva, I – intenzifikácia poľnohospodárstva, OD – odlesnenie, U – zástavba, OS – ostatné zmeny.

Analýza zmien krajinej diverzity

Trend zmien KD za sledované obdobia ukazuje, že KD územia postupne narastala, čo dokazujú hodnoty hlavných indexov (SHDI a SIDI), ale aj ďalších metrik KD (tab. 2).

Ďalším indikátorom trendu nárastu KD je postupný pokles rozlohy územia s nulovou diverzitou (úplne homogénnych), čo dokumentuje tab. 3.

Zásadným trendom v priestorovom rozložení KD počas celého skúmaného obdobia je presun areálov so zvýšenou KD zo severných častí v roku 1896 do stredných a južných častí v roku 2011. Vzhľadom na relatívne podobné spoločensko-ekonomické pomery sme v rozmedzí rokov 1896–1949 neočakávali významné zmeny hodnôt KD, ale napriek tomu KD v roku 1949 v porovnaní s rokom 1896 mierne vzrástla (obr. 3, časť a). Viac ako dve tretiny územia (44,4 ha) zostali bezo

zmeny KD, najmä v strednej a južnej časti územia. Podiel areálov s nulovou KD poklesol približne na štvrtinu. Priemerná hodnota SHDI v štvorci vzrástla v porovnaní s rokom 1896 o 11 %, podiel územia s vyššou hodnotou KD (hodnota SHDI v rozmedzí 0,251–0,755) vzrástol z 24,6 na 28,2 %. Nárast hodnôt KD v roku 1949 nastal v dôsledku dvoch rozdielnych trendov zmien využitia územia: extenzifikácie poľnohospodárstva v dôsledku premeny úzkopásových maloblokových vinogradov na mozaiky vinogradov, TTP a ovocných sádov a odlesnenia časti lesa. Pokles KD v roku 1949 oproti roku 1896 (celkove na 6,6 ha, t. j. asi desatina rozlohy územia) v súvislosti s trendom intenzifikácie poľnohospodárstva nastal najmä v severovýchodnej časti územia.

Tab. 2. Charakteristiky metrik KD (okrem SHDI a SIDI)

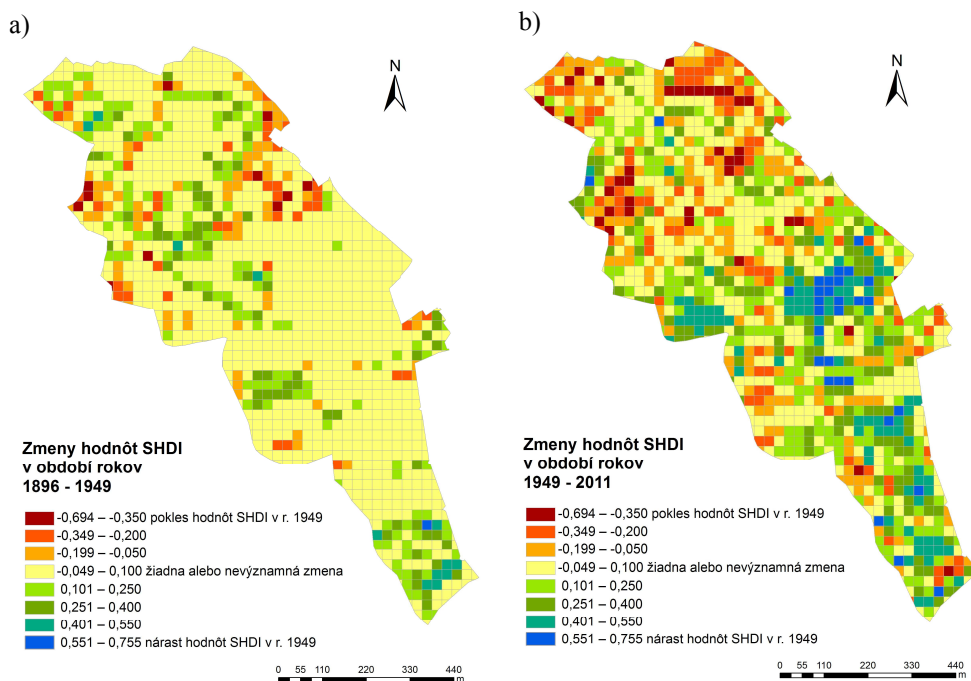
Metrika	1896	1949	2011	Rozdiel	
				1896 –1949	1949 –2011
Dĺžka rozhraní (m)	36 669	39 810	51 019	3 141	11 209
Priem. dĺžka rozhraní v štvorci (m)	31,5	34,3	43,9	2,8	9,6
Priem. hustota rozhraní v štvorci (m.m ⁻²)	0,083	0,087	0,103	0,004	0,016
Celkový počet plôšok	2 636	2 784	3 354	148	570
Priemerný počet plôšok v štvorci	2,27	2,4	2,89	0,13	0,49
Priemerný počet kategórií krajinej pokrývky v štvorci	2,06	2,18	2,46	0,12	0,28

Tab. 3. Rozlohy a podiel územia s príslušným stupňom KD vypočítaných metrikami SHDI a SIDI

Stupeň KD	SHDI 1896		SHDI 1949		SHDI 2011		SIDI 1896		SIDI 1949		SIDI 2011	
	plocha		plocha		plocha		plocha		plocha		plocha	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
0	21,47	32,5	15,94	24,1	12,32	18,6	21,47	32,5	15,94	24,1	12,32	18,6
1	8,54	12,9	12,19	18,4	8,11	12,3	8,71	13,2	9,12	13,8	5,69	8,6
2	19,81	29,9	19,40	29,3	17,89	27,0	7,56	11,4	8,78	13,3	8,14	12,3
3	12,59	19,0	14,54	22,0	16,82	25,4	14,38	21,7	15,99	24,2	13,97	21,1
4	3,69	5,6	4,09	6,2	9,53	14,4	11,14	16,8	13,01	19,7	17,82	26,9
5	0,06	0,1	0,00	0,0	1,49	2,3	2,90	4,4	3,32	5,0	8,22	12,4
Spolu	66,16	100	66,16	100	66,16	100	66,16	100	66,16	100	66,16	100

Zásadné zmeny v rozložení KD sme identifikovali v roku 2011 (obr. 3, časť b). Sú v prevažnej miere dôsledkom procesov terasovania vinogradov a ďalších zmien spojených s kolektivizáciou vinohradníctva z 50. – 80. rokov minulého storočia. Zatiaľ čo miera podobnosti hodnôt KD v štvorcach študovaného územia vyjadrená Spearmanovým koeficientom korelácie bola v období 1949–1896 0,83, rovnaký ukazovateľ sa pri porovnaní období 2011–1949 znížil na 0,38, čo indikuje po-

dobnosť hodnôt KD medzi rokmi 1949 a 1896 a výraznejšie rozdiely medzi rokmi 2011 a 1949. Dynamiku zmien KD v období 1949–2011 dokumentuje nárast stupňa KD na 44 % plochy územia, pokles na 26 %, pričom len 30 % plochy územia zostalo bezo zmeny. V roku 2011 16,7 % rozlohy územia malo najvyššie hodnoty KD (stupne 4–5) v porovnaní s 6,2 resp. 5,6 % v obdobiach 1949 a 1896. Areály s najvyššou KD sú sústredené najmä tam, kde terasovanie viníc malo najväčší rozsah. Rôznorodý charakter a prevládajúci nárast KD v týchto častiach územia je spojený s prevažujúcim trendom intenzifikácie poľnohospodárstva. Podiel územia s nulovou KD poklesol na necelých 19 %. Žiaden z významnejších homogénnych areálov s nulovou KD z predchádzajúceho obdobia sa nezachoval.



Obr. 3. Zmeny KD vyjadrené zmenami hodnôt SHDI

a) – v období rokov 1896–1949, b) – v období rokov 1949–2011.

Vizuálne porovnanie mapových výstupov zmien krajinej pokrývky a zmien KD potvrdilo náš predpoklad, že trendy intenzifikácie využívania územia, v našom prípade odlesnenie v prvom sledovanom období a intenzifikácia poľnohospodárstva v druhom sledovanom období, sú paradoxne príčinou fragmentácie priestorového usporiadania krajinej pokrývky a s tým spojeného nárastu krajinej diverzity (tab. 4).

Tab. 4. Porovnanie priestorových súvislostí medzi trendmi zmien krajiny pokrývky, zmenami KD, hemeróbie a priestorového usporiadania krajiny pokrývky v sledovaných obdobiach

Obdobie	Trend zmien krajiny pokrývky	Zmena hemeróbie	Zmena KD	Zmena patternu krajiny pokrývky
1896–1949	extenzifikácia poľnohospodárstva	pokles	nárast	fragmentácia
	intenzifikácia poľnohospodárstva	nárast	pokles	defragmentácia
	odlesnenie	nárast	nárast	fragmentácia
1949–2011	intenzifikácia poľnohospodárstva	nárast	nárast	fragmentácia
	Zástavba územia	nárast	pokles	defragmentácia

ANALÝZA ROZDIELOV MEDZI HODNOTAMI SHDI A SIDI

Inšpiráciou pre túto časť nášho príspevku bola práca Nagendru (2002), ktorý na príklade 13 krajinných celkov Indie zistil rozdiely v poradí veľkosti ich KD vypočítané pomocou SHDI a SIDI, čím potvrdil možné rozdiely v KD vypočítanej týmito dvomi metrikami.

Absolútne hodnoty KD obidvoch metrík sú mierne odlišné, čo vyplýva z metódy výpočtu, ktorá hodnotám KD vypočítaným SIDI priraduje vyššie hodnoty v porovnaní so SHDI (tab. 5).

Tab. 5. Porovnanie hodnôt SHDI a SIDI

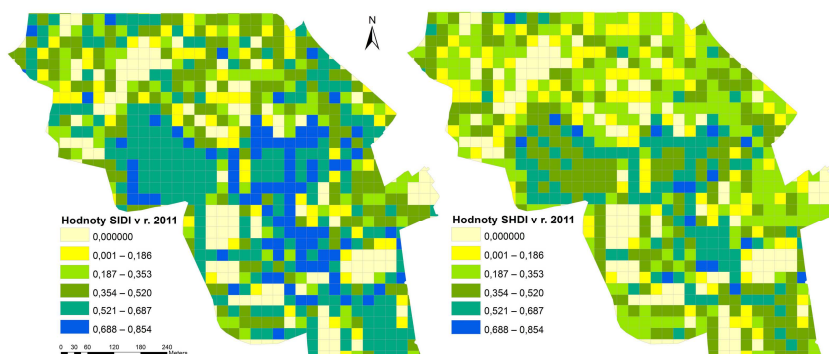
Metrika/ obdobie	Max.	Min.	Priemer	Smerodajná odchýlka	Variačný koeficient	Hodnota KD pre celé územie
SHDI 1896	0,72	0	0,20	0,19	0,95	1,75
SHDI 1949	0,69	0	0,22	0,19	0,86	1,97
SHDI 2011	0,88	0	0,29	0,21	0,74	2,12
SIDI 1896	0,79	0	0,26	0,25	0,96	0,95
SIDI 1949	0,80	0	0,30	0,25	0,83	0,98
SIDI 2011	0,85	0	0,37	0,26	0,70	0,98

Na rozdiel od Nagendru (2002), ktorý identifikoval rozdiely KD získané metódami SHDI a SIDI na úrovni krajiny (landscape), my sme sa pokúšali hľadať rozdiely vyplývajúce z použitia uvedených metrík na úrovni gridu.

Spearmanove koeficienty korelácie hodnôt SHDI a SIDI v jednotlivých obdobiach sú veľmi tesné, presahujú hodnotu 0,98.

Keďže z charakteru výpočtu indexov SHDI a SIDI vyplýva, že rozloha a poloha území (štvorcov) s nulovou hodnotou diverzity (územie bez diverzity) vypočítaná obidvoma indexmi je totožná v obidvoch sledovaných obdobiach, zisťovali sme len rozdiely pre hodnoty KD > 0. Hodnoty SHDI a SIDI vykazujú odlišné charakteristiky zošikmenia, ktoré sme vypočítali pre všetky obdobia a pre obidve metriky.

Z výsledkov je zrejmé, že hodnoty KD vypočítané metrikou SIDI majú negatívne zošikmenie (predĺžený ľavý koniec a pravá asymetria), hodnoty KD vypočítané SHDI sú opačné (predĺžený pravý koniec a ľavá asymetria). Odlišné rozloženie hodnôt metrik SHDI a SIDI podmieňuje aj charakteristické rozdelenie početností tried v prípade intervalového rozdelenia a následne aj v priestorovom usporiadaní kartografickej prezentácie. Znamená to, že metriky SHDI majú vyššiu početnosť tried pri nižších hodnotách, pri metrikách SIDI je to naopak. Podobné výsledky sa potvrdili aj pri rozdelení do 10 tried. Získané výsledky sme znázornili na mape (obr. 4).



Obr. 4. Porovnanie priestorového rozloženia hodnôt SHDI (vľavo) a SIDI (vpravo) v roku 2011 (stredná časť územia)

Z uvedeného vyplýva, že hodnoty metrik SHDI a SIDI sa okrem absolútnych hodnôt líšia najmä rozdielnym rozložením v rovnakom priestore a čase, preto sú pre účely vzájomného porovnávania priestorovej diferenciácie KD nevhodné.

DISKUSIA

Predložená metodika umožňuje časovú a priestorovú komparáciu hodnôt KD vyjadrenej v našom prípade SHDI a SIDI. Tieto a ďalšie odvodené i novogenerované informácie získané v sieti štvorcov 25×25 m sú dostatočne detailné pre ich ďalšie využitie pri konkrétnych opatreniach krajinného manažmentu. Na druhej strane, nedostatkom tejto metódy je problematický až nemožný výpočet niektorých iných metrik KD, podmienený presne vymedzeným priestorom štvorca a relatívne nízkym počtom rozhraní pripadajúcim na jeden štvorec. Výsledné priestorové rozloženie hodnôt metrik a rozdielov medzi nimi sa v detailoch mení v závislosti od počtu tried, spôsobe ich vymedzenia a pod.

V rámci analýzy KD sme pracovali aj s niektorými ďalšími metrikami použiteľnými v sieti štvorcov (Shannonov a Simpsonov index vyrovnanosti, počet areálov vo štvorci, dĺžka a hustota rozhraní vo štvorci, počet kategórií krajinej pokrývky vo štvorci, a i.). Získané výsledky sme však nepovažovali za natoľko špecifické a odlišné od použitej metodiky hodnotenia KD, aby sme sa im v tejto fáze výskumu venovali podrobnejšie.

Hodnotu KD považujeme za funkciu priestorového usporiadania krajinej pokrývky, ktorej charakteristika je jediným kritériom na jej stanovenie. Krajinná di-

verzita študovaného územia má v troch sledovaných obdobiach trend nárastu, aj keď je možné, že oscilácie hodnôt KD v medziobdobiach mohli mať dočasne opačný smer. Priestorová analýza hodnôt KD potvrdila postupný presun areálov s vysokou KD zo severu na juh. V roku 1896 to bolo rozhranie a prienik vinohradníckej a lesnej krajiny Malých Karpát, ktoré podmieňovalo vysokú KD v severnej časti územia. V roku 1949 sa rozloženie areálov so zvýšenou KD vyrovnalo vďaka extenzifikácii viníc v južnej časti a napokon v medziobdobí 1949–2011 sa prejavili zmeny, ktoré areály s najvyšším stupňom KD presunuli do stredných a južných častí územia, a to najmä z dôvodu budovania veľkoblokových terasovaných viníc.

Priestorové zmeny hodnôt KD (rozdiely medzi rokmi 1949 a 1896) nie sú väčšinou viazané na konkrétne prírodné podmienky. Rozdiely KD v sledovaných obdobiach sú skôr podmienené vonkajšími ekonomickými alebo spoločensko-politickými vplyvmi, ktorých dôsledkom bola zmena štruktúry a typu plôšok priestorového usporiadania krajiny. Analyzovali sme súvislosť medzi zmenou KD a trendmi zmien krajinnej pokrývky, kde sme prostredníctvom vizuálnej komparácie identifikovali viaceré kombinácie sledovaných javov. Zvýšenie KD, ktoré sme zaznamenali v oboch obdobiach, je spojené s kvalitatívne odlišnými trendmi zmien krajinnej pokrývky. Potvrdil sa nám predpoklad, že zmeny KD sú podmienené zmenou priestorového usporiadania krajiny, ktoré je jedným z vonkajších prejavov zmien funkcií krajiny a jej využívania, nemusí však reflektovať stupeň hemeróbie, resp. ekologickej stability, ktorý odráža intenzitu antropického vplyvu na krajinu. V tejto súvislosti je zaujímavé zistenie, že výrazný nárast KD v druhom sledovanom období bol v časti územia podmienený vybudovaním terasovaných veľkoblokových viníc v lokalite, kde boli predtým tradičné úzkopásové vinohrady. Vinohrady v tejto časti územia tvorili pred kolektivizáciou vďaka priaznivejším geomorfologickým a pôdnym podmienkam pomerne homogénne plochy úzkych pásov pozemkov, málo fragmentované líniami kameníc, nelesnej drevinovej vegetácie a sadov, čo potvrdzujú aj dobové fotografie. Naopak, po prestavbe viníc v 50. – 80. rokoch minulého storočia tu vznikli relatívne početné terasy, oddelené výraznými svahmi s krovinnou a trávno-bylinnou vegetáciou, ktoré túto časť sledovaného územia fragmentovali. V tomto kontexte je fenomén veľkoblokových moderných terasovaných viníc, ktorý vznikol počas kolektivizácie vinohradníctva, zaujímavý aj z aspektu stupňa hemeróbie a biologickej rozmanitosti, ale aj z ďalších hľadísk. Napríklad z aspektu zväčšenia plochy rozhrania reliéf – atmosféra a následného zvýšenie objemu biomasy, ďalej zmeny veľkosti transpirácie a z toho vyplývajúcich dôsledkov (povedzme na hydrologickú mikrobilanciu) a, samozrejme, zásadné zmeny v dynamike a režime odnosových a odtokových procesov v pretvorenom území. Štúdium týchto zákonitostí, nielen vo vzťahu ku KD, by malo byť predmetom ďalších fáz výskumu.

Skúmali sme aj závislosť medzi hodnotami KD a priemerným sklonom štvorca. Korelačné analýzy hodnôt KD a sklonu v obdobiach 1896 a 1949 (korelácia veľkosť KD v danom období a priemerného sklonu v štvorci, pričom sklon je pre obdobia 1896 a 1949 konštantná hodnota) nepreukázali žiadnu závislosť. Podobná korelácia pre obdobie 2011 nie je v tomto štádiu výskumu možná, pretože počas terasovania viníc došlo k zásadnej zmene sklonových pomerov na veľkej časti územia. Stanovenie priemerného sklonu pre štvorcovú sieť v terasovaných viničiach by bolo pomocou bežných postupov v prostredí ArcGis vychádzajúcich z dostupných digitálnych modelov reliéfu (DTM) v danej mierke veľmi nepresné.

Presné vyhodnotenie sklonových pomerov a zostavenie DTM terasovaných viníc je náročný proces, presahujúci časové i finančné možnosti tejto etapy výskumu.

Porovnanie hodnôt KD získaných SHDI a SIDI ukázalo, že súbory SHDI a SIDI vykazujú odlišné charakteristiky zošikmenia, čo podmieňuje aj charakteristické rozdelenie početností tried v prípade intervalového rozdelenia a následne aj v priestorovom usporiadaní kartografickej prezentácie. Na potvrdenie širšej platnosti tohto zistenia bude potrebné použiť identickú metódu aj v iných územiach, navyiac s alternatívnym hodnotením počtu intervalov a vymedzenia ich hraníc.

Ako upozorňujú Li a Wu (2004), vyhodnotenie krajinných indikátorov by nemalo byť vždy len konečným produktom, ale mali by naň nadväzovať ďalšie postupy, týkajúce sa napr. vzťahu medzi priestorovým usporiadaním a procesom. S touto predstavou súhlasíme a doplníme, že vidíme priestor na pokračovanie výskumu napr. v hodnotení vzťahu KD a prírodných i spoločenských procesov, menovite vzťahu medzi KD a ekologickou stabilitou, charakterom zmien krajiny pokrývky a zmenou odtokovo-odnosových procesov v krajine.

Nespomíname možnosti štúdia vzťahov medzi KD a biodiverzitou, ktoré sú početné a rozpracované na širokej platforme.

ZÁVER

Poznanie a hodnotenie vývoja krajiny, jej prvkov, komplexov, procesov a stavov v minulosti a ich priemet do súčasnosti patrí k základným postupom pri výskume krajiny. Zvlášť významný rozmer získavajú tieto aktivity ak ide o špecifickú a hodnotnú historickú kultúrnu krajinu. Optimálna KD je jedným zo znakov fungujúcej a dobre riadenej krajiny. Výsledkom štúdie je aplikácia metodiky umožňujúcej detailné vyhodnotenie zmien KD na malej ploche aj na celom študovanom území. Do veľkej miery sa potvrdili očakávania relatívne malých zmien KD v prvom sledovanom medziobdobí, vyplývajúce najmä zo stabilných vlastníckych pomerov a paradoxne významný nárast KD po vybudovaní nových terasovaných vinohradov počas kolektivizácie vinohradníctva v druhej polovici minulého storočia. Použitie dvoch najznámejších indexov hodnotenia KD – SHDI a SIDI poukázalo na odlišnosti v rozdelení získaných hodnôt.

Predložená metodika vyhodnotenia KD územia v detailnej mierke sa javí ako jeden z vhodných a operatívnych nástrojov identifikácie vlastností krajiny a optimalizácie jej manažmentu.

Príspevok bol spracovaný v rámci projektu VEGA č. 2/0111/12 a projektu VEGA 2/0158/14.

Autori ďakujú Mgr. Michale Madajovej, PhD., z Geografického ústavu SAV za pomoc a konzultácie pri spracovaní štatistických dát.

LITERATÚRA

- BOLTIŽIAR, M. (2007). Hodnotenie vývoja heterogenity a vybraných charakteristík plôšok krajiny štruktúry. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae*, 15, 68-79.
- DRAMSTAD, W. E., TVEIT, M. S., FJELLSTAD, W. J., FRY, G. L. A. (2006). Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape Structure. *Landscape and Urban Planning*, 78, 465-474.

- DUŠEK, R., POPELKOVÁ, R. (2012). Theoretical view of the Shannon index in the evaluation of landscape diversity. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 47, 5-13.
- FARINA, A. (2006). *Principles and methods in landscape ecology. Towards a science of landscape*. Landscape Series, Volume 3. Dordrecht (Springer).
- FERANEC, J., ŠURI, M., CEBECAUER, T., OŤAHEL, J. (2002). Methodological aspects of landscape changes detection and analysis in Slovakia applying the CORINE land cover databases. *Geografický časopis*, 54, 255-270.
- FJELLSTAD, W. J., DRAMSTAD, W. E., STRAND, G.-H., FRY, G. L. A. (2001). Heterogeneity as a measure of spatial pattern for monitoring agricultural landscapes. *Norsk Geografisk Tidsskrift*, 55, 71-76.
- FRANCO, D., MANNINO, I., ZANETTO, G. (2003). The impact of agroforestry networks on scenic beauty estimation: the role of a landscape ecological network on a socio-cultural process. *Landscape and Urban Planning*, 62, 119-138.
- GRIFFITH, J. A., MARTINKO, E. A., PRICE, K. P. (2000). Landscape structure analysis of Kansas at three scales. *Landscape and Urban Planning*, 52, 45-61.
- GUSTAFSON, E. J. (1998). Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art? *Ecosystems*, 1, 143-156.
- HALADA, Ľ., HALABUK, A., GAJDOŠ, P. (2011). High nature value farmland. *Životné prostredie*, 45, 12-16.
- HANUŠIN, J., ŠTEFUNKOVÁ, D. (2014). Hodnotenie zmien krajinskej diverzity vinohradníckej krajiny v časti katastrálneho územia Svätého Jura v rokoch 1896 a 1949. In Herber, V., ed. *Fyzickogeografický zborník 12, Fyzická geografie a krajinná ekologie*. Brno (Masarykova univerzita), pp. 68-73.
- HLÁSNY, T. (2003). Landscape heterogeneity as a measure of landscape system entropy. *Ekológia (Bratislava)*, 22, Supplement 2, 130-140.
- HREŠKO J., PETROVIČ, F., VRÁBELOVÁ, M. (2006). Metódy priestorového hodnotenia zmien druhotnej krajinskej štruktúry v oblasti chránených území. *Acta Environmentalis Universitatis Comenianae (Bratislava)*, 14, 15-20.
- IVANOVÁ, M., MICHAELI, E., BOLTIŽIAR, M., JUHAŠČÍKOVÁ, J. (2012). Analysis of landscape heterogeneity changes on the example of Hlinné, Vyšný Žipov, and Zlatník village (Eastern Slovakia) in the period of 1826-2006. *Ekológia (Bratislava)*, 2, 269-280.
- KOPECKÁ, M. (2006). Identifikácia a hodnotenie zmien krajiny vo veľkej mierke (na príklade okolia Trnavy). *Geografický časopis*, 58, 125-148.
- KRNÁČOVÁ, Z., ŠTEFUNKOVÁ, D. (2011). Atraktivita malokarpatskej vinohradníckej krajiny a jej ohrozenie suburbanizáciou. *Životné prostredie*, 45, 128-135.
- KUMAR, S., STOHLGREN, T. J., CHONG, G. W. (2006). Spatial heterogeneity influences native and nonnative plant species richness. *Ecology*, 87, 3186-3199.
- LEGENDRE, P., FORTIN, M.-J. (1989). Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio*, 80, 107-138.
- LI, H., WU, J. (2004). Use and misuse of landscape indices. *Landscape Ecology*, 19, 389-399.
- LI, H., REYNOLDS, J. F. (1993). A new contagion index to quantify spatial patterns of landscapes. *Landscape Ecology*, 8, 155-162.
- LIESKOVSKÝ, J., KANKA, R., BEZÁK, P., ŠTEFUNKOVÁ, D., PETROVIČ, F., DOBROVODSKÁ, M. (2013). Driving forces behind vineyard abandonment in Slovakia following the move to a market-oriented economy. *Land Use Policy*, 32, 356-365.
- LUKNIŠ, M. (1977). *Geografia krajiny Jura pri Bratislave*. Bratislava (Univerzita Komenského).
- MC GARIGAL, K. (2002). Landscape pattern metrics. In El-Shaarawi, A. H., Piegorisch, W.W., eds. *Encyclopedia of environmetrics, Volume 2*. Chichester (Wiley), pp. 1135-1142.

- MC GARIGAL, K., MARKS, B. J. (1995). *Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Reference manual*. Corvallis, Oregon (Oregon State University).
- MOELLERING, H., TOBLER, W. (1972). Geographical variances. *Geographical Analysis*, 4, 34-64.
- MOJSEŠ, M., PETROVIČ, F. (2013). Land use changes of historical structures in the agricultural landscape at the local level – Hriňová case study. *Ekológia (Bratislava)*, 32, 1-12.
- NAGENDRA, H. (2002). Opposite trends in response for the Shannon and Simpson indices of landscape diversity. *Applied Geography*, 22, 175-186.
- OĽAHEĽ, J., FERANEC, J., MACHKOVÁ, N. (2002). Diverzita krajiny Slovenska. *Geografický časopis*, 54, 131-150.
- OĽAHEĽ, J., FERANEC, J., CEBECAUER, T., PRAVDA, J., HUSÁR, K. (2004). *Krajinná štruktúra okresu Skalica: hodnotenie zmien, diverzity a stability*. Geographia Slovaca, 19. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- PALMER, J. F. (2004). Using spatial metrics to predict scenic perception in a changing landscape: Dennis, Massachusetts. *Landscape and Urban Planning*, 69, 201-218.
- PAZÚR, R., OĽAHEĽ, J., HURBÁNEK, P. (2010). Analýza štruktúry krajiny pokrývky na príklade vybraných typov prírodnej krajiny. *Kartografické listy*, 18, 87-95.
- PAZÚR, R., OĽAHEĽ, J., MARETTA, M. (2012). Analýza priestorovej heterogenity tried krajiny pokrývky v odlišných prírodných podmienkach. *Geografie*, 117, 371-394.
- POPELKOVA, K., VĽASÁKOVÁ, B. (2009). Svätý Jur v 20. storočí. In Turcsány, J., ed. *Svätý Jur 1209-2009. Dejiny písané vínom*. Svätý Jur (Mesto Svätý Jur), pp. 163-205.
- REHÁČKOVÁ, T., PAUDITŠOVÁ, E. (2007). Metodický postup stanovenia koeficientu ekologickej stability krajiny. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae (Bratislava)*, 15, 26-38.
- REMPEL, R. S., KAUKINEN, D., CARR, A. P. (2012). *Patch analyst and patch grid*. Thunder Bay (Ontario Ministry of Natural Resources, CNFER).
- ŠTEFUNKOVÁ, D., DOBROVODSKÁ, M., KANKA, R., KRŇÁČOVÁ, Z., BEZÁK, P., BOLTÍŽIAR, M., DAVID, S., DRAMSTAD, W., ĎUGOVÁ, O., FJELLSTAD, W., GAJDOŠ, P., HALADA, L., HREŠKO, J., IZAKOVIČOVÁ, Z., KALIVODA, H., KALIVODOVÁ, E., KENDERESSY, P., KRISTÍN, A., MAJZLAN, O., MOYZEOVÁ, M., PETROVIČ, F., STAŠIOV, S., ŠTEFFEK, J., VAGAČOVÁ, M. (2011). *Atraktivita malokarpatskej krajiny s dôrazom na historické agrárne štruktúry a biodiverzitu* (elektronický zdroj). Bratislava (Ústav krajiny ekológie SAV).
- TURNER, M. G. (1990). Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecology*, 4, 21-30.
- TURCSÁNY, J., ed. (2009). *Svätý Jur 1209–2009. Dejiny písané vínom*. Svätý Jur (Mesto Svätý Jur).
- UUEMAA, E., ANTROP, M., ROOSAARE, J., MARJA, R., MANDER, Ü. (2009). Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research*, 3, 1-28.
- WALZ, U., STEIN, C. (2014). Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany. *Journal for Nature Conservation*, 22, 279-289.
- WIENS, J. A., MOSS, M. R., TURNER, M. G., MLADENOFF, D. J., eds. (2007). *Foundation papers in landscape ecology*. New York (Columbia University Press).

*Ján Hanušin, Dagmar Štefunková***CHANGES IN VINE-GROWING LANDSCAPE DIVERSITY
IN THE HINTERLAND OF SVÄTÝ JUR TOWN IN 1896–2011**

The main objective of this article is the assessment of the dynamics of landscape diversity (LD) changes in the prevailing viticultural landscape around Svätý Jur town (study area 66.16 ha), with diversity assessed for the years 1896, 1949, and 2011 and with stress on the changes that took place during the collectivization process, which was accompanied by building of massive terraced vineyards. The secondary aim here is the analysis of differences in LD values obtained by the Shannon (SHDI) and Simpson (SIDI) LD indexes. Our only criterion of LD assessment in the study area was the land cover pattern constituted by the distribution of patches separated by edges. The source material for land cover analysis comprised historical cadastral maps at a scale of 1:2 880 (1896), state maps at a scale of 1:5 000 (1955), monochrome aerial photos (1949) and aerial orthophotos (2003 and 2009) at a scale of 1:5 000. Land cover in the last study period was verified by field mapping, which was carried out in 2011.

Assessment of land cover (LC) was based on the 4th level of Corine Land Cover (CLC) nomenclature adapted to the characteristics of the locality, namely, the extent and forms of viticultural landscape. A detailed classification of the viticultural landscape was prepared regarding the changes that took place there over the years chosen for our study. The terraced vineyards were divided into proper vineyards and the slopes of vineyard terraces. Changes of area of the individual LC elements were compared in the contingency table.

Landscape diversity was computed by SHDI and SIDI methods for the years 1896, 1949 and 2011 for each of 1,162 squares in a grid, with a basic unit area of 625 m² (25×25 m square). Maps of the resulting values were created, using an LD scale from 0 to 5, with 0 representing no diversity and nonzero LD values classified into 5 intervals. Changes in LD values from 1896 to 1949 and from 1949 to 2011 were analysed. The rate of change was assessed as a simple difference in LD values between two individual years. The trend in LD changes during the study periods was that of increasing LD as indicated by the values of the main indexes (SHDI and SIDI), as well as by other LD metrics. LD in 1949 had slightly increased compared to 1896. The largest changes in LD distribution were seen in 2011. They can be mostly attributed to the terracing of vineyards, which led to a distinctly higher LD in 2011. The areas with higher LD values have shifted from the northern to southern part of the study area over the years under study. Histograms of the SHDI and SIDI values distribution (for LD values > 0) revealed different skewedness characteristics. SIDI values have negative skewedness (left tail) and SHDI values have the opposite, positive skewedness (right tail). It means that the values produced by the SHDI and SIDI metrics have higher frequency at lower and higher values, respectively.

The method used appears to be a useful and effective tool for fine-scale assessment of landscape attributes and improvement of landscape management.

