

Diverzita krajiny: miera diferenciácie prírodných podmienok a využívania krajiny

Oťahel, J.: Landscape Diversity: The Rate of Differentiation of Natural Conditions and Land Use. Životné prostredie, 2011, 45, 4, p. 176 – 181.

The aim of the paper is to present the methodology for diversity assessment of the present landscape which is the result of natural assets and land use. Natural conditions stimulated the social interest during the historic development and spatially differentiated the cultural landscape. Diversity and variability of landscape and conservation of regional differences has become an important social issue especially from the cultural, historic and environmental (eco-stabilizing) points of view. Landscape diversity was analysed according to the real status (land cover) in relation to the natural base (type of natural landscape) using the Shannon and Pielou indexes. Data layers of land cover of Slovakia identified by the CORINE land cover (CLC) method were analysed in different spatial units (districts, types of natural landscape, regular km grid). Results of landscape diversity was interpreted on case studies of Slovakia and the district Skalica in relation to natural conditions and they pointed to the intensity of social interest, human impact and the land use rate.

Key words: natural landscape, land cover, land use, landscape diversity, Shannon and Pielou indexes

Súčasná krajina je výsledkom dlhodobého pôsobenia prírodných procesov a spoločenského využívania. Tvárnosť krajiny človek ovplyvňoval a modifikoval predovšetkým v kontexte zabezpečenia svojej existencie na rôznom stupni poznania prírodných zákonitostí, rozvoja spoločenských systémov a technických možností. V tejto konfrontácii nadobudol mnoho pozitívnych i negatívnych skúseností, ktoré sa usiloval využiť a rešpektovať v záujme harmonického rozvoja krajiny ako životného prostredia. Usporiadanie a organizáciu súčasnej krajiny možno hodnotiť z viacerých aspektov. Prvotný je vizuálny aspekt, hodnotiaci estetickú kvalitu krajiny. Okrem ekonomického hodnotenia využívania krajiny je stále významnejší environmentálny aspekt s dôrazom na rešpektovanie ekologických princípov fungovania krajiny ako systému. Vzťah prírodného a antropogénneho (kultúrneho) podsystemu krajiny je jedným z kľúčových problémov aj pri analýze ich priestorových vlastností.

Prírodné podmienky stimulovali spoločenský záujem počas historického vývoja a priestorovo diferen-

covali kultúrnu krajinu na zemskom povrchu. Rozmanitosť krajiny a zachovanie regionálnych diferencií sa stáva významnou spoločenskou témou predovšetkým z kultúrno-historického aspektu. Diverzita krajinného prostredia má, okrem kultúrneho aspektu, aj významnú dimenziu stability systému. Pojem *diverzita* sa najčastejšie používa v biologických a ekologických vedách na označenie *vlastností* prírodných spoločenstiev, ktorá súvisí s rozmanitosťou (rozdielnosťou, pestrosťou, odlišnosťou, variabilitnosťou, heterogenitou) živočíšnych alebo rastlinných druhov alebo ekosystémov. Biologickú diverzitu v najširšom chápaní určuje počet druhových biologických systémov alebo zároveň počet a relatívny podiel jednotlivých druhov v analyzovanej priestorovej alebo typologickej jednotke (Richling, Solon, 1996). Pielou (1975) chápe diverzitu ako odlišnosť (variabilitnosť) vzájomných vzťahov medzi druhmi, resp. ekosystémami, ktorú možno kvantitatívne vyjadriť.

Rozmanitosť krajiny indikuje predovšetkým jej reálny fyzický stav, ktorý reprezentuje georeliéf a krajinná pokrývka určená prírodnými danosťami (morfolo-

vými a bioenergetickými), ale aj vytvorená činnosťou človeka (spoločensko-ekonomickými procesmi).

Poznať zákonitosti priestorovej diferenciácie krajiny je predmetom disciplín, ktoré tento objekt skúmajú. Prírodzene blízko k poznaniu a objektívnej explanácii majú disciplíny, ktorých predmetom je systémový prístup výskumu. Krajina je systém, tvorený známymi prvkami a vzťahmi. Najmä z hľadiska efektívneho poznania sa v geografii a krajinnej ekológii analyzuje a hodnotí diferencovane ako prírodný a kultúrny (antropogénny) subsystém a prezentuje podľa adekvátnych štruktúr (subštruktúr). Krajinnú štruktúru identifikujeme predovšetkým podľa kompozície relevantných prvkov, ktoré sa vyznačujú stálosťou vzájomných interakcií. V krajine má zvyčajne preukazný prejav a aj v kontexte identifikácie subštruktúr, majú tieto presne určené prvky a vzájomné vzťahy. Priestorovú diferenciáciu krajinných štruktúr možno potom hodnotiť z hľadiska usporiadania v horizontálnej aj vertikálnej dimenzii, z hľadiska vzájomných vzťahov a organizácie, ale aj fungovania celku ako systému (Oťaheľ, 2007).

Diverzita krajiny a jej meranie

Jedným z východísk poznania priestorovej diferenciácie alebo usporiadania krajiny je koncept entropie a jej interpretácia spojená s teóriou informácie. Nadväzuje na formuláciu entropie v štatistickej mechanike, ktorú možno interpretovať ako mieru dezorganizácie. Pojem *entropie* všeobecne vysvetlil a v geografii, zvlášť v urbánnej a regionálnej analýze, aplikoval Paulov (1993). Teória informácie súvisí so spracovaním odovzdávania správ a teda následne s množstvom informácie, ktorá je obsiahnutá v odovzdávanej správe, resp. v celom súbore správ. V tomto zmysle je pojem *informácia* spojený s odstraňovaním neurčitosti. Správa, ktorá neodstraňuje neurčitosť, nenesie žiadnu informáciu. Najvhodnejšou matematickou formuláciou na výpočet množstva informácie nesenej nejakou správou, ak pravdepodobnosť jej realizácie (výskytu) je p_i , je logaritmická funkcia (Paulov, 1993). V teórii informácie vypracoval najznámejší vzťah na výpočet rozdelenia pravdepodobnosti jej realizácie (p_i) Shannon (Shannon, Weaver, 1949).

V krajinnom systéme nesú informáciu priestorové entity (jednotky), definované (kódované) a priestorovo identifikované podľa klasifikačných atribútov. Heterogénny systém krajiny má hierarchickú štruktúru, tvorenú prírodnou a antropogénnou subštruktúrou, a informáciu nesú práve priestorové jednotky tohto hierarchizovaného systému. Ak predpokladáme, že hierarchizovanú krajinnú štruktúru tvoria homogénne areály (základné jednotky) v zmysle klasifikačných atribútov, potom ich priestorovú diferenciáciu

(rozdelenie, usporiadanie) môžeme hodnotiť podľa priestorovej proporcionality (veľkosti) vzhľadom na veľkosť hlavnej (hierarchicky vyššej), meranej jednotky. Každá základná jednotka nesie priestorovú informáciu (pravdepodobnosť výskytu), ktorá je vyjadrená vzťahom (proporciou) k priestorovej informácii (veľkosti) meranej jednotky, resp. k vyšším jednotkám, ak chceme vyjadriť ich hierarchický vzťah. Tento vzťah sa uvádza ako miera neurčitosti, v priestorových jednotkách ako miera neusporiadanosť. Miera entropie, priestorovej neusporiadanosť, je mierou diverzity krajinnnej štruktúry. Vysvetlí túto diverzitu znamená poznať zákonitosti, procesy, fungovanie meraných jednotiek ako prvkov systému.

Mieru diverzity možno vypočítať podľa Shannonovho indexu H' , prevzatého z teórie informácie (Shannon, Weaver, 1949):

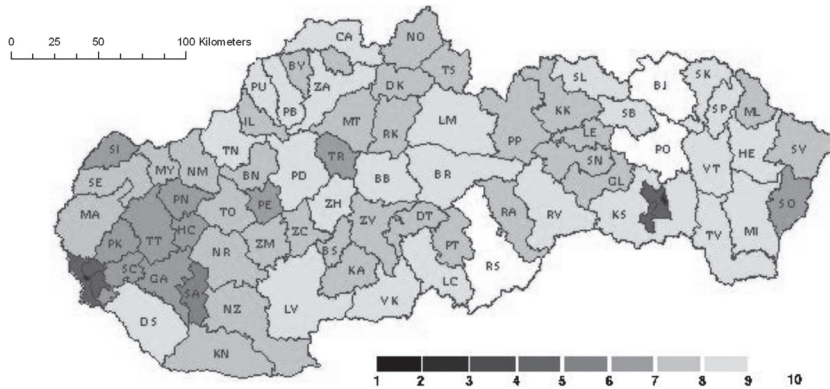
$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \ln p_i,$$

kde p_i je podiel rozlohy i -tého polygónu k celkovej rozlohe analyzovanej priestorovej jednotky reprezentovanej n polygónmi. Tento index sa už bežne používa v geografických, krajinnoekologických a biologických prácach na výpočet miery usporiadania skúmaných základných prvkov (jednotiek, druhov) v priestorových systémoch (celkoch, súboroch).

Meranie diverzity krajiny súvisí, okrem iného, s mierkou a obsahom použitých údajov. Podľa miery a obsahu identifikovaných objektov možno uvažovať o kvalite (detailnosti) priestorového a obsahového poznania reálneho stavu krajinnnej štruktúry. Reálny stav krajinnnej štruktúry vhodne reprezentujú jednotky krajinnnej pokrývky, ako aktuálny fyzický (biofyzikálny) stav krajiny a jej využívania. Tieto jednotky sú blízke *krajinným elementom (ekosystémom)* v zmysle Formana, Godrona (1986), použité na meranie diverzity krajiny a zisťovanie ich výskytu na pravidelných transektoch (Forman, Godron, 1986; Antrop, 1998). Diverzitu krajiny možno merať v rôznych priestorových jednotkách: v pravidelných sieťach štvorcov až n -uholníkov, územno-správnych (okresy, obce), geomorfologických, geoekologických jednotkách a pod. (Antrop, 1998; Willems et al., 2000; Oťaheľ a kol., 2002, 2004, 2006).

Treba zdôrazniť, že prostredníctvom diverzity krajinnnej pokrývky môžeme vyjadriť jednak spoločenský vplyv na krajinu, jednak potenciál prírodnej krajiny na jej využitie. V tomto zmysle je vhodné zachytiť alebo opísať aj hierarchizovaný vzťah, závislosť využitia krajiny (krajinnnej pokrývky) od prírodnej bázy, ktorú predstavujú jednotky (typy) prírodnej krajiny (Oťaheľ a kol., 2004).

Na výpočet hierarchizovanej diverzity krajiny je vhodné použiť vzťah, ktorý uvádza Pielou (1975) na



Obr. 1. Diverzita krajiny Slovenska podľa okresov. Zdroj: Oťaheľ a kol. (2002)
 Legenda: 1 – najnižšia, 10 – najvyššia diverzita

výpočet hierarchie rastlinných spoločenstiev viacerých, rôzne definovaných organizačných úrovní (napr. na druhovej a rodovej). V zoológii použili tento vzťah Povolný, Šustek (1983) na charakterizovanie vplyvu krajiny diverzity študovaného územia, vypočítanej podľa troch hierarchických úrovní (priestorovej štruktúry rozšírenia biocenóz, vegetačných stupňov a orografických jednotiek), na rozšírenie a druhovú bohatosť taxocenóz múch z čeľade Sarcophagidae.

Analogicky môžeme tento vzťah (Pielou, 1975) použiť na výpočet hierarchizovanej krajiny štruktúry (Oťaheľ a kol., 2004), ktorú tvorí krajinná pokrývka (L) ako reálny stav využívania krajiny v hierarchicky vyšších jednotkách prírodnej krajiny (N):

$$\begin{aligned}
 H'(LN) &= -\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{s_i} q_i p_{ij} \cdot \log q_i p_{ij} \\
 &= -\sum_i q_i \cdot \log q_i + \sum_i q_i \left(-\sum_j p_{ij} \log p_{ij} \right) \\
 &= H'(N) + H'_N(L),
 \end{aligned}$$

kde g je počet jednotiek – typov prírodnej krajiny (N), v ktorom i -tý obsahuje s_i areálov – tried krajiny pokrývky (L) ($i = 1, \dots, g$), q_i je podiel rozlohy i -teho typu prírodnej krajiny k rozlohe okresu, p_{ij} je podiel rozlohy i -tej triedy krajiny pokrývky v j -tom type prírodnej krajiny ($j = 1, \dots, s_i$), upravené podľa Pielou (1975).

Výsledná diverzita sa rovná sume diverzity prírodnej krajiny $H'(N)$ a vážených diverzít krajiny pokrývky $H'_N(L)$ v jednotlivých typoch prírodnej krajiny (N). Vážená hodnota diverzít krajiny pokrývky sa vypočíta ako suma súčinu q_i a základných diverzít krajiny pokrývky jednotlivých typov prírodnej krajiny. Hierarchická diverzita umožňuje vyjadriť podiel

diverzity prírodnej krajiny a podiel diverzity krajiny pokrývky v jednotlivých typoch prírodnej krajiny na celkovej diverzite analyzovaného územia.

Analyza diverzity krajiny na prípadových štúdiách (Slovenska a okresu Skalica)

Rozmanitosť krajiny indikuje hlavne jej reálny fyzický stav určený georeliéfom a krajinnou pokrývkou (využitím krajiny). Analyzujeme ho ako hierarchický systém tvorený podsystémami prírodnej a kultúrnej štruktúry. Prírodnú štruktúru krajiny identifikujeme metódou geoeologickej analýzy

a mapovania. Analýza je rekonštrukciou hypotetického stavu krajiny, ktorý by existoval pred výraznejším zásahom človeka, ale v reláciách súčasných klimatických podmienok. Relatívne homogénne bioklimatické a pôdnosubstrátové areály s podmienkami blízkymi pôvodnej lesnej krajine boli analyzované a priestorovo delimitované podľa kľúčových prvkov (georeliéfu, substrátu, pôd a potenciálnej prirodzenej vegetácie). Hierarchický priestorový systém identifikovaných jednotiek rešpektuje princípy regionálnej typizácie (Oťaheľ a kol., 2004; Oťaheľ, 2007).

Reálny stav kultúrnej štruktúry krajiny (využitia krajiny) vyjadruje krajinná pokrývka, ktorá predstavuje priestorové objekty zemského povrchu, identifikované práve podľa morfoštruktúrnych a fyziognomických znakov (Feranec, Oťaheľ, 2001). Analyzujeme ju metódou CORINE land cover (CLC) a využívame pritom dátové vrstvy tried krajiny pokrývky Slovenska, identifikované k trom časovým horizontom z rokov 1990 (CLC90), 2000 (CLC2000) a 2006 (CLC2006). Uvedené dátové vrstvy, resp. informácie súvisiace s projektom CLC Slovensko, sú dostupné na webovej stránke Slovenskej agentúry životného prostredia (<http://www.sazp.sk/corine>).

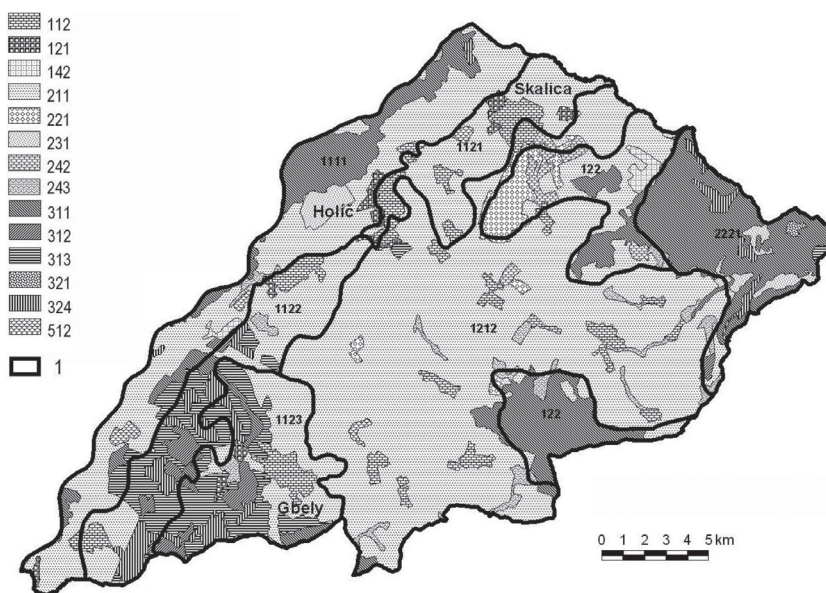
Na výpočet krajiny diverzity Slovenska sme použili dátovú vrstvu tried krajiny pokrývky z roku 1990 (CLC90) a Shannonov index podľa viacerých jednotiek merania: okresov, územno-technických jednotiek (obr. 1), štvorcovej siete 10×10 km a 500×500 m (Oťaheľ a kol., 2002). Výskyt viacerých polygónov tej istej triedy bol zohľadnený ako kombinácie s opakovaním, t. j. diverzita sa počítala pre všetky priestorové jednotky. Centrá územno-správnych jednotiek majú prostredníctvom svojich rozhodovacích orgánov významný podiel na priestorovej organizácii využitia krajiny, a tým ovplyvňujú diverzitu krajiny. Počet okresov je

79, najmenší má rozlohu 9,67 km² a najväčší 1 550,2 km² (priemer je 620,52 km²). Diverzita krajiny za okres Skalica dosahuje v rámci Slovenska len stredné hodnoty (Oťaheľ a kol., 2002).

Využívanie krajiny v okrese Skalica výrazne zmenilo pôvodnú, v našom chápaní hypotetickú prírodnú štruktúru krajiny a priestorovo diferencovalo súčasnú štruktúru krajiny, ktorú identifikujeme prostredníctvom tried krajinnej pokrývky (obr. 2). Usporiadanie tried krajinnej pokrývky naznačuje vzťah k urbanizovanej krajine (sídlat) a hlavne k prírodným podmienkam. V tomto zmysle sme interpretovali aj výsledky diverzity krajiny. Použitím Shannonovho indexu H' sme vypočítali fragmentáciu areálov krajinnej pokrývky v jednotkách prírodnej krajiny (Oťaheľ a kol., 2004). Výpočet súvisel s detailnosťou identifikácie prvkov krajinnej pokrývky (veľkosťou a počtom areálov) a ich vzťahom k meraným jednotkám (triedam prírodnej krajiny) vzhľadom na ich veľkosť a homogenitu.

Priestorová diferenciácia (usporiadanie) tried prírodnej krajiny predstavuje fragmentáciu jednotiek, relatívne homogénnych podľa rozhodujúcich znakov v zmysle autoregeneračných schopností, ale aj z hľadiska potenciálu využitia krajiny. Usporiadanie tried krajinnej pokrývky dokumentuje fragmentáciu, rozdelenie krajiny v kontexte jej využitia a vo vzťahu k prírodným jednotkám reprezentuje súčasné využitie potenciálu krajiny. V tomto zmysle možno diverzitu – fragmentáciu krajiny – interpretovať ako štruktúrnu rozmanitosť (rôznorodosť), vyplývajúcu z pestrosti prírodnej krajiny a spôsobov, intenzity a charakteru ich súčasného využívania.

Podľa prírodnej krajiny je najvyššia diverzita krajiny (krajinnej pokrývky) v triedach fluvialno-eolických terás a dunovej krajiny (2,1 až 2,5). Súvisí s veľkosťou jednotiek a intenzitou lesohospodárskej činnosti vo vysokoprodukčnej oblasti borovicových lesov Záhoria. Veľmi vysokú diverzitu krajiny majú holocénne nivy a polygénne pahorkatiny východne od Skalice (1,7 až 2,1). Na nive diverzifikujú krajinu najmä početné lesné, poľnohospodárske a vodné areály, na polygénnej pahorkatine hlavne striedanie trvalých kultúr, ornej pôdy a heterogénnych poľnohospodárskych areálov. Najmenšiu diverzitu majú sprašová pahorkatina a po-

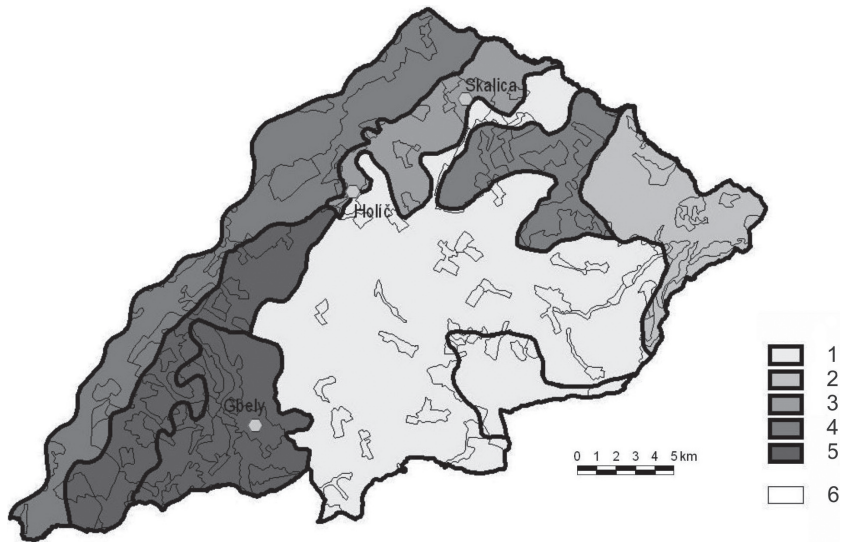


Obr. 2. Krajinná štruktúra okresu Skalica (krajinná pokrývka v typoch prírodnej krajiny). Zdroj: Oťaheľ (2007)

Legenda: 112 – nesúvislá sídelná zástavba, 121 – priemyselné a obchodné areály, 142 – areály športu a zariadení voľného času, 211 – orná pôda, 221 – vinice, 231 – lúky a pasienky, 242 – mozaika poľí, lúk a trvalých kultúr, 243 – heterogénne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie, 311 – listnaté lesy, 312 – ihličnaté lesy, 313 – zmiešané lesy, 321 – prirodzené lúky, 324 – prechodné lesokroviny, 512 – vodné plochy; 1 – hranica typov prírodnej krajiny

lygénna pahorkatina Zámčiska, v ktorých dominujú orná pôda, resp. listnaté lesy (obr. 3).

Hierarchická diverzita umožňuje vyjadriť podiel diverzity prírodnej krajiny a podiel vážených diverzít krajinnej pokrývky v jednotlivých typoch prírodnej krajiny na celkovej diverzite okresu. Usporiadanie a veľkosť jednotiek prírodnej krajiny určuje aj váženú hodnotu diverzít krajinnej pokrývky. Z tohto hľadiska je dôležitá proporcionálna hierarchizovaných základných jednotiek (prírodný typ, resp. krajinná pokrývka) k hlavnej meranej jednotke (okresu, resp. prírodného typu). V okrese Skalica má najväčšiu hierarchickú diverzitu (mieru rozdelenia, usporiadanosť jednotiek) sprašová pahorkatina, ktorá vyplýva hlavne z rozlohy jednotky (obr. 4). Má vyrovnaný podiel diverzity prírodnej krajiny na celkovej diverzite (0,36) a aj podiel vázenej diverzity krajinnej pokrývky v areáli prírodnej krajiny na celkovej diverzite (0,43). Druhú najvyššiu hierarchickú diverzitu majú holocénne nivy. Dosahujú vysoký podiel diverzity prírodnej krajiny (0,3), ale aj podiel vázenej diverzity krajinnej pokrývky (0,34). Najmenšiu hierarchickú diverzitu v okrese Skalica má polygénna pahorkatina Zámčiska, vzhľadom na svoju rozlohu a relatívne homogénne využitie (les). Podiel

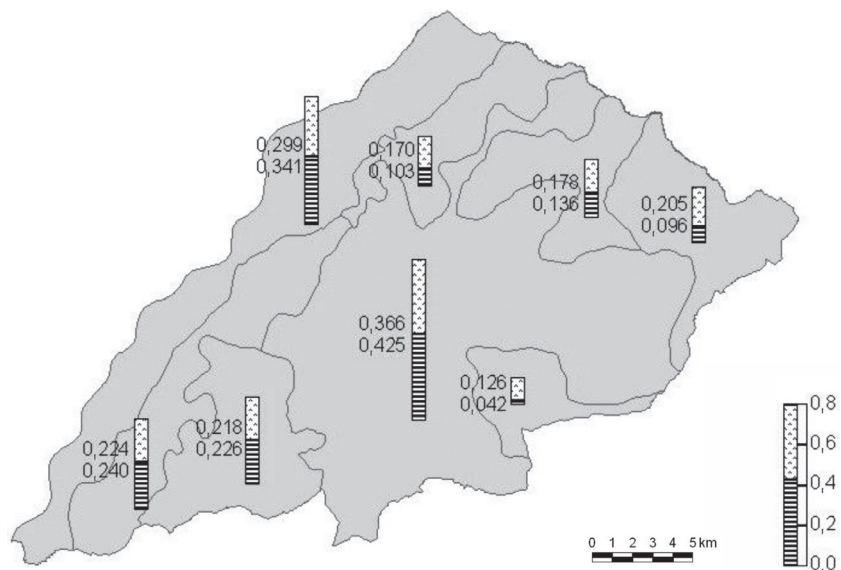


Obr. 3. Diverzita krajiny (krajinnej pokrývky) podľa Shannonovho indexu H' v jednotkách prírodnej krajiny v okrese Skalica. Zdroj: Oťaheľ a kol. (2004)

Legenda: (1) 1,061 – 1,065; (2) 1,066 – 1,171; (3) 1,172 – 1,696; (4) 1,697 – 2,091; (5) 2,092 – 2,501; (6) hranice krajinnej pokrývky (CLC2000)

Obr. 4. Hierarchická diverzita krajiny podľa Pielouovej indexu v okrese Skalica. Zdroj: Oťaheľ a kol. (2004)

Legenda: Podiel diverzity prírodnej krajiny na celkovej diverzite: 0,8 – 0,6 – 0,4; Podiel váženej diverzity krajinnej pokrývky v areáloch prírodnej krajiny na celkovej diverzite: 0,4 – 0,2 – 0



diverzity prírodnej krajiny je 0,13 a podiel váženej diverzity krajinnej pokrývky len 0,04 na celkovej diverzite okresu (Oťaheľ a kol., 2004).

a vytrvalosti) biosveta, je výzvou aj pre poznanie a zachovanie regionálnej heterogenity. Príklady harmonického spojenia prírodnej a spoločskej (ľudskej)

Hierarchická diverzita v okrese Skalica charakterizuje usporiadanosť prírodných jednotiek a súčasné využitie krajiny reprezentované krajinnou pokrývkou. Vypočítané hodnoty predstavujú mieru fragmentácie krajinnej pokrývky v jednotlivých častiach okresu a bližšie špecifikujú celkovú hodnotu diverzity za okres Skalica. Diverzita krajiny za okres Skalica dosahuje v rámci Slovenska len stredné hodnoty (Oťaheľ a kol., 2002).

V zmysle použitých metód boli priestorovo najkorektnšie výsledky vypočítané podľa Shannonovho indexu H' v pravidelných jednotkách kilometrovej siete. Ako potvrdila aj práca Oťaheľa a kol. (2002), pravidelná sieť je zárukou porovnateľných výsledkov, ktoré môžeme interpretovať v súlade s administratívnymi alebo prírodno-krajinnými jednotkami. Vypočítané hodnoty diverzity krajiny sme interpretovali podľa známych jednotiek prírodnej krajiny (obr. 5). Najvyššie hodnoty krajinnej diverzity sa koncentrujú v rovinných jednotkách prírodnej krajiny. Sú to najmä fluvialno-eolické terasy a dunová krajina, v ktorej sa striedajú areály lesnej krajiny. Vysoká diverzita ($> 1,25$) vyplýva z intenzívnej lesohospodárskej činnosti v rámci produkčných borovicových lesov Záhoria. Najnižšie hodnoty krajinnej diverzity boli vypočítané predovšetkým na sprašovej pahorkatine a polygénnej pahorkatine Zámčiska (v juhovýchodnej časti okresu). Nízke hodnoty diverzity krajiny ovplyvnila dominancia až výrazná prevaha ornej pôdy alebo listnatých lesov.

* * *

Analógia poznania biologickej rôznorodosti, vo vzťahu ku kvalite životných podmienok a následného fungovania a stability (odolnosti

diverzity zvyšujú opodstatnenie a záruku fungovania regionálnej heterogenity. Diverzita kultúr a tradícií má miesto najmä v konzervatívnych, ale na druhej strane hodnotovo stálych spoločenstvách a krajinách sveta. Ich ochrana má potom nielen kultúrnu dimenziu, ale aj význam pre fungovanie a rozvoj regiónu.

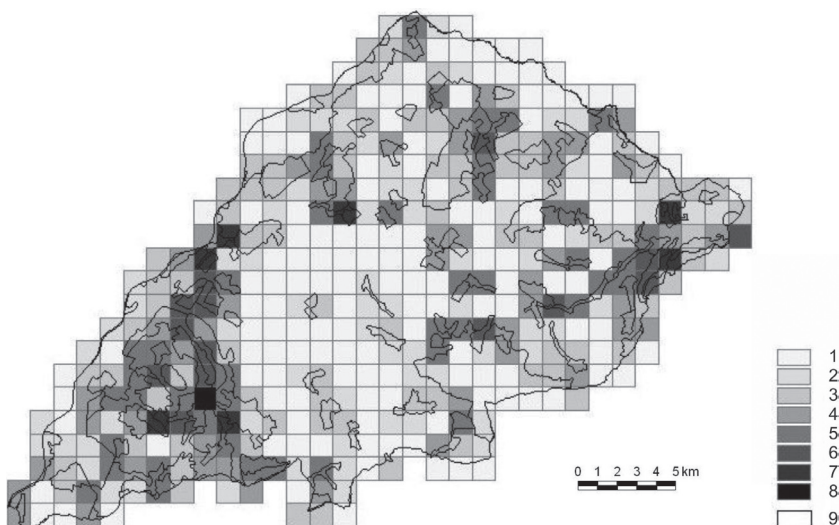
V zmysle charakterizovaných metodických postupov sme hodnotili diverzitu krajiny podľa usporiadania tried krajinej pokrývky a prírodnej krajiny ako priestorových jednotiek hierarchizovanej krajinej štruktúry. Na základe výskytu a rozlohy, bez ohľadu na ich opakovanie, sa počítala miera rozdelenia – miera fragmentácie krajiny.

Na prípadových štúdiách Slovenska a okresu Skalica bola dokumentovaná priestorová diferenciácia reálneho fyzického stavu krajiny (krajinej pokrývky) podľa prírodných podmienok (typov prírodnej krajiny). Výsledky vyjadrujú intenzitu spoločenského záujmu a vplyvu na krajinu, ale aj mieru diferenciácie využitia krajiny.

Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením vedeckého projektu č. 2/0018/10 Časovo-priestorová analýza využívania krajiny: hodnotenie dynamiky zmien, fragmentácie a stability aplikáciou dátových vrstiev CO-RINE land cover na Geografickom ústave SAV za podpory grantovej agentúry VEGA.

Literatúra

- Antrop, M.: Landscape Change. Plan or Chaos? Landscape and Urban Planning, 1998, 41, p. 155 – 161.
- Feranec, J., Oťaheľ, J.: Krajinná pokrývka Slovenska. Bratislava : Veda, vydavateľstvo SAV, 2001, 124 s.
- Forman, R.T.T., Godron, M.: Landscape Ecology. New York : John Wiley and Sons, 1986, 619 p.
- Oťaheľ, J.: Landscape Structure: Aspects of Identification and Assessment in the Environmental Management. In: Osnowiec, M., Tomczuk, M., Żakowski, W. (eds.): The Role of Landscape Studies for Sustainable Development. Warszawa : Uniwersytet Warszawski, 2007, p. 493 – 504.
- Oťaheľ, J., Feranec, J., Cebecauer, T.: Diverzita a stabilita krajiny v krajinom plánovaní (hodnotenie na príklade okresu Skalica). Folia geographica, Prírodné vedy, 2006, 45, 10, s. 402 – 411.



Obr. 5. Diverzita krajiny podľa Shannonovho indexu H' v jednotkách km siete v okrese Skalica. Zdroj: Oťaheľ a kol. (2004)

Legenda: (1) 0 – 0,25; (2) 0,26 – 0,5; (3) 0,51 – 0,75; (4) 0,76 – 1,0; (5) 1,1 – 1,25; (6) 1,26 – 1,5; (7) 1,51 – 1,75; (8) 1,76 – 2; (9) hranice krajinej pokrývky (CLC)

- Oťaheľ, J., Feranec, J., Machková, N.: Diverzita krajiny Slovenska. Geografický časopis, 2002, 54, 2, s. 131 – 150.
- Oťaheľ, J., Feranec, J., Cebecauer, T., Pravda, J., Husár, K.: Krajinná štruktúra okresu Skalica: hodnotenie zmien, diverzity a stability. Geographia Slovaca, 2004, 19, 123 s.
- Paulov, J.: Entropia v urbanej a regionálnej analýze: konceptuálny rámec a základy aplikácie. Geographia Slovaca, 1993, 2, 70 s.
- Pielou, E.C.: Ecological Diversity. New York, London, Sydney, Toronto : Wiley, 1975, 165 p.
- Povolný, D., Šustek, Z.: Three Dipterous Representatives of the Carpathian Fauna in Beech Forests of Central Moravia and the Ecological Preconditions of their Discovery (Dipt. Sarcophagidae). Acta Universitatis Agriculturae (Brno) – Series C (Facultas silviculturae), 1983, 52, p. 127 – 144.
- Richling, A., Solon, J.: Ekologia krajobrazu. Warszawa : Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996, 320 p.
- Shannon, C.E., Weaver, W.: The Mathematical Theory of Communications. Urbana : University of Illinois Press, 1949, 117 p.
- Willems, E., Vandervoort, C., Willekens, A., Buffaria, B.: Landscape and Land Cover Diversity Index. 2000. (<http://europa.eu.int/comm/dg06/publi/landscape/ch3.htm>)

Prof. RNDr. Ján Oťaheľ, CSc., otahel@savba.sk
Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava