

---

# GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

---

54

2002

2

---

*Ján Oľahel, \* Ján Feranec, \* Nad'a Machková\*\**

## DIVERZITA KRAJINY SLOVENSKA

**J. Oľahel, J. Feranec, N. Machková: Landscape diversity of Slovakia. Geografický časopis, 54, 2002, 2, 12 figs., 2 tabs., 30 refs.**

The aim of study is to present the landscape structure of Slovakia from the point of view of its spatial diversity and to show the approaches to its evaluation. The authors used the CORINE land cover data, Shannon index (taken over from the theory of information), districts, territorial technical units (UTJ), and spatial units of the ten-kilometer and five hundred-meter networks for the calculation of landscape diversity. The highest values of landscape diversity (3.3-5.5) were identified in basins, furrows, promontories and plateaus of Slovakia as the consequence of differentiation of natural (relief, soil, and bioclimatic) conditions and simultaneously settlement concentration and the associated economic, as well as social activities. The lowland districts and UTJ of Slovakia are characterized by very low values of landscape diversity in the consequence of one prevailing land cover class – arable land.

**Key words:** landscape diversity, landscape equitability, land cover, Shannon index, Slovakia

### ÚVOD

Prírodným záujmom spoločnosti je uspokojovať jej potreby a požiadavky, s ktorými úzko súvisí aj rýchla a efektívna produkcia. Princípy ekonomickej efektivity však obyčajne globalizujú produkciu a následne aj spotrebu a životný štýl. Historické a kultúrne dedičstvo nám však pripomína rozmanitosť regiónov sveta, ktorá má korene v rozmanitosti prírodného prostredia, spoločenských kul-

---

\* Geografický ústav SAV, Štefániková 49, 814 73 Bratislava

\*\* Slovenská agentúra životného prostredia, Tajovského 28, 975 90 Banská Bystrica

túr, života krajiny, ale aj v zachovávaní tradičných hodnôt a vo význame ich trvania. Tieto atribúty a princípy sú zaujímavé aj v kontexte harmonického spoločenského rozvoja. Majú osobitný význam z hľadiska poznania a zachovania krajinej heterogenity. Analógia s biologickou rôznorodosťou a jej vzťahom ku kvalite životných podmienok a následnej stabilite (odolnosti a vytrvalosti) biosfery je výzvou aj pre poznanie a zachovanie regionálnej heterogenity. Príklady harmonického spojenia prírodnej a spoločenskej (ľudskej) diverzity zvyšujú opodstatnenie a záruku stability regionálnej heterogenity. Diverzita kultúr a tradícií má miesto najmä v konzervatívnych, ale na druhej strane hodnotovo stálych spoločenských a krajinách sveta. Ich ochrana má potom nielen kultúrnu dimenziu.

Termín *diverzita* sa najčastejšie používa v biologických a ekologických vedách na označenie *vlastností* prírodných spoločenstiev, ktorá súvisí s rozmanitosťou, rozdielnosťou, pestrosťou, variabilitou a heterogenitou jedincov (druhov) alebo ekosystémov. Diverzita je úzko spojená s pozorovaniami vzájomných vzťahov medzi druhmi, resp. ekosystémami, ktorých odlišnosť (variabilita) možno kvantitatívne vyjadriť (Pielou 1975). Biologická diverzita v najširšom chápaní určuje počet druhových biologických systémov, alebo zároveň počet a relatívny podiel jednotlivých druhov priestorovej alebo typologickej jednotky (Wilson 1990, Richling a Solon 1996). Diverzita je v centre záujmu geobotanikov a ekológov najmä odvtedy, ako začala ubúdať druhová pestrosť rastlinných spoločenstiev po intenzifikácii poľného a lesného hospodárstva, po znečisťovaní ovzdušia a vôd a znehodnocovaní prostredia človekom. Diverzita úzko súvisí so stabilitou systému (Urbánek 2001) a biologická diverzita (biodiverzita) aj s kvalitou prostredia. Ako ukazovateľ druhovej pestrosti, resp. zániku citlivejších druhov, má významné miesto v ochrane a manažmente životného prostredia. Tým, že biodiverzita súvisí s prostredím (ekosystémami), prirodzene vzrástol záujem aj o poznanie charakteru a rozmanitosti krajiny.

V tejto štúdiu hodnotíme krajinu prostredníctvom diverzity, ktorú chápeme ako štruktúrnú rozmanitosť (rôznorodosť, variabilita a heterogenita), vyplývajúcu z pestrosti prvkov (homogénnych častí) krajiny. Homogénna časť krajiny predstavuje priestorovú jednotku, identifikovanú a delimitovanú podľa základného klasifikačného znaku. V tomto zmysle chápeme diverzitu (heterogenitu) krajiny aj Forman a Godron (1986), keď merajú a analyzujú priestorové usporiadanie krajiných elementov (tried využitia krajiny).

Priestorová diferenciácia krajiny je výsledkom pôsobenia prírodných faktorov a aktivít človeka. Krajina je reálny systém, ktorý vytvárajú známe prvky (cf. Zonneveld 1988). Krajinná štruktúra je výsledkom kompozície najmä tých prvkov a vlastností, ktoré vzájomne interagujú. Týka sa to zvlášť prvkov a vlastností prírodnej krajiny. Priestorovú pestrosť krajiny však výrazne ovplyvnil človek modifikáciou a kultiváciou prírodných a poloprirodných častí krajiny a vytvorením častí urbanizovanej a technizovanej krajiny. Priestorová diverzita krajiny je indikátorom zloženia a interakcií prvkov a vlastností krajiny a zároveň intenzity spoločenského vplyvu. Interakcie prebiehajú vo vertikálnej aj horizontálnej dimenzii. Ich poznanie v krajinnom systéme má význam najmä z hľadiska jeho fungovania, autoregulácie a spoločenskej regulácie. Diverzitu krajinnej štruktúry možno potom analyzovať z rôznych hľadísk. Najčastejšie sa spája s poznaním kvality životného prostredia a diverzitou biosfery. Pestrosť

životných foriem je jedným z predpokladov stability prostredia ako dynamickej rovnováhy krajiny. Rozmanitosť krajinnej štruktúry je v prvom rade indikátorom pestrosti prírodných podmienok a prostredníctvom ich využívania aj záujmu človeka. Vhodným prostriedkom na analýzu a hodnotenie krajinnej štruktúry je krajinná pokrývka, ktorá predstavuje fyzický stav prírodných podmienok a spoločenského využívania krajiny (Feranec a O'ahel' 2001).

Cieľom štúdie je predstaviť krajinnú štruktúru Slovenska z aspektu jej priestorovej diverzity – fragmentácie (rozdobenosti) a ukázať niekoľko prístupov jej hodnotenia.

## KRAJINNÁ POKRÝVKA – REÁLNA KRAJINNÁ ŠTRUKTÚRA SLOVENSKA

Súčasnú krajinu vnímame priestorove najmä podľa morfoštruktúrnych a fyziognomických znakov. Tieto sú vonkajším prejavom látkovo-energetickej entity krajiny a priestorove diferencujú reálny stav krajinnej štruktúry (O'ahel' 1996 a 1999).

Reálny stav krajiny je výsledkom postupných zmien pôvodnej prírodnej krajiny pod vplyvom človeka a jeho aktivít. Prírodné podmienky výrazne modifikovali aktivity človeka a ich usporiadanie v krajine. Napriek tomu priestorovú organizáciu krajiny ovplyvňovali predovšetkým spoločenské hodnoty, vychádzajúce z tradícií, kultúr a spôsobu života. Toto sa odrazilo v hľadaní harmónie prírodných a spoločenských hodnôt, materializovaných v štruktúre krajiny. Vytvorené technické a urbanizované prvky, spôsoby využívania územia kultiváciu poľných a lesných častí určili ráz súčasnej krajiny.

Vhodným prostriedkom na vyjadrenie reálneho stavu krajinnej štruktúry je krajinná pokrývka (land cover), ktorá predstavuje priestorové objekty zemského povrchu, identifikované práve podľa morfoštruktúrnych a fyziognomických znakov (Feranec a O'ahel' 2001). Tieto objekty predstavujú biofyzikálnu entitu, ktorá je zhmotneným prejavom prírodných priestorových daností (hlavne morfopolohových a bioenergetických) a zároveň súčasného využívania krajiny spoločnosťou, jej kultivovaných alebo vytvorených technizovaných častí. Krajinná pokrývka spolu s reliéfom modifikuje zemský povrch a diferencuje dynamiku prírodných a spoločensko-ekonomických procesov.

Triedy krajinnej pokrývky, najmä v regionálnej mierke, sú zároveň blízke základným kategóriám využitia krajiny. Morfoštruktúrne a fyziognomické znaky urbanizovanej a poľnohospodárskej krajiny korešpondujú s ich základnými funkciami a indikujú priestorovú organizáciu kultúrnej krajiny. Triedy krajinnej pokrývky v lesnej a poloprírodnej krajine je potrebné analyzovať z hľadiska ich primárnych funkcií. Sú však vhodným indikátorom reliéfových, polohových a bioklimatických vlastností aj v kontexte hodnotenia priestorového usporiadania a diverzity krajiny.

Krajinná pokrývka Slovenska, mapovaná metodikou CORINE land cover (CLC), predstavuje reálny stav krajinnej štruktúry v mierke 1:100 000. Jeho usporiadanie v rámci Slovenska je výsledkom pôsobenia prírodných podmienok a ich využívania človekom. Diverzita prírodných podmienok by mala mať odraz aj v diverzite krajinnej pokrývky ako reálneho stavu krajinnej štruktúry. Väčšia diverzita krajinnej štruktúry môže indikovať intenzívnejší vplyv spoločnosti,

intenzívnejšiu dynamiku procesov, zvlášť v častiach, ktoré reguluje človek. Tieto otázky zvyšujú záujem o poznanie krajinnej štruktúry a jej diverzitu.

Reálny stav krajinnej štruktúry Slovenska diferencujú tieto typy krajinnej pokrývky: *urbanizované a technizované areály* s najvyšším regulačným vplyvom a dynamikou spoločenských procesov, *poľnohospodárske areály*, kultivované a intenzívne obrábané človekom s výrazným podielom jeho regulačných vplyvov, *lesné areály*, v ktorých vplyv človeka určujú najmä prírodné podmienky. V *poloprírodných, zamokrených a vodných areáloch* je spoločenská regulácia minimálna a rešpektuje autoregulačný mechanizmus prírodných daností krajinnej pokrývky.

Dokumentovaný prístup hodnotí diverzitu krajiny Slovenska prostredníctvom tried CLC.

## DIVERZITA KRAJINY A JEJ ANALÝZA

Prvé práce, ktoré sa pokúšali exaktne vysvetliť biodiverzitu druhov a spoločentiev, sú z botaniky a zoológie. Špecifickým východiskom hodnotenia biodiverzity sú práve ich metodické postupy, založené na zápisoch zloženia a početnosti rastlinných a živočíšnych druhov. Vytvorená báza údajov je predpokladom korektnej štatistickej analýzy a zvlášť v geobotanike sa stala vhodným základom kvantitatívneho vyhodnocovania vegetácie (Pielou 1975, Jurko 1990).

Konkrétne analýzy súviseli aj s otázkami pestrosti druhového zloženia rastlinných spoločentiev na jednotlivých stanovištiach až krajinných typoch ako ukazovateľov kvality podmienok, ale aj spôsobov a intenzity hospodárenia, ochrany druhov a pod. Biodiverzitu možno vyjadrovať rôznymi mierami a indexami (Pielou 1975, Jurko 1990, Richling a Solon 1996). Ako miera alfa-diverzity a gama-diverzity sa používa: a) počet druhov (*richness*), b) index Shannona a Weavera (1949), c) index Simpsona

$$I' = \sum_{i=1}^n (p_i)^2, \quad (1)$$

kde  $p_i$  je percentuálne zastúpenie druhu  $i$  (Simpson 1949). Najjednoduchší index beta-diverzity má tvar

$$B = \frac{S}{s}, \quad (2)$$

kde  $S$  je celkový počet druhov zo všetkých testovacích plôch a  $s$  je priemerný počet druhov z vybranej testovacej plochy (Richling a Solon 1996).

Najčastejším nástrojom na výpočet miery diverzity v botanických a zoolo- gických prácach je Shannonov index  $H'$ , prevzatý z teórie informácie (Shannon a Weaver 1949) a definovaný formulou

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log p_i, \quad (3)$$

kde  $p_i$  je podiel počtu elementov  $i$ -teho typu a celkového počtu elementov, zastúpených v  $n$  typoch. V geobotanických štúdiách sa diverzita vybraného

spoločenstva merala podľa podielu pokryvnosti každého druhu k celkovej ploche. Pokryvnosť sa určuje vo floristických zápisoch odhadom, najčastejšie päť-stupňovou empirickou škálou podľa zürýšsko-montpelierskej školy. Ďalším ukazovateľom je index ekvitability (vyrovnanosti), ktorý vyjadruje vyrovnanosť rozdelenia druhov práve podľa pokryvnosti v spoločenstve (Jurko 1990). Vypočíta sa porovnaním hodnoty diverzity s maximálne možným – ideálnym rozdelením druhov. Pre takúto ekvitabilitu sa používa viacero indexov. Ako vhodné pokračovanie geobotanických analýz sa ukázalo použitie výslednej miery diverzity  $H'$  pre zistenie indexu ekvitability  $J'$  (Pielou 1975), ktorý je definovaný ako podiel diverzity  $H'$  a logaritmu počtu druhov (elementov)  $s$

$$J' = \frac{H'}{\log s} \quad (4)$$

V geobotanických prácach (Pielou 1975, Jurko 1990) bola ekvitabilita použitá ako doplnujúci ukazovateľ k diverzite, na komplexnejšie charakterizovanie študovaných spoločenstiev a ich vzťah k prírodným a antropogénnym faktorom prostredia.

Zo zoologických prác uskutočnených na Slovensku treba spomenúť analýzy Šusteka (1980, 1983 a 1992) a Povolného a Šusteka (1983). Autor sa pokúsil Shannonovým indexom (mierou negatívnej entropie) vyjadriť diverzitu študovaných živočíšnych spoločenstiev (čel'ad' Carabidae). Zistený počet druhov vzťahoval k ich početnosti a hľadal závislosti s charakteristikami prostredia, ktoré reprezentujú prírodné podmienky (zvlášť vegetačné a klimatické spolu s reliéfom), ale aj negatívne antropogénne vplyvy.

Analýza diverzity krajiny súvisí okrem iného s mierkou a kvalitou použitých údajov. Podľa miery a obsahu identifikovaných objektov možno hovoriť o kvalite (detailnosti) priestorového a obsahového poznania reálneho stavu krajiny štruktúry. Reálny stav krajiny štruktúry vhodne reprezentujú triedy krajiny pokrývky, ktoré sú súčasťou bázy údajov CLC. Týmto triedam sú blízke *krajinné elementy (ekosystémy)* v zmysle Formana a Godrona (1986), použité na analýzu diverzity krajiny zisťovaním ich výskytu na pravidelných transektoch (Forman 1981).

Diverzitu krajiny možno merať v rôznych priestorových jednotkách (v pravidelných sieťach štvorcov až n-uholníkov, územno-správnych jednotkách a pod.). Známe sú jednoduché zisťovania počtu krajinných elementov (tried krajiny pokrývky a využitia krajiny) v pravidelnej sieti štvorcov so stranou 1 km v práci Snackena a Antropa (1983), vyjadrené ako miera diverzity krajiny. Podobne bola zisťovaná miera krajiny heterogenity, využívajúca bázu údajov CLC, v pravidelnej sieti štvorcov so stranou 3 km v práci Willems et al. (2000) a v jednotkách prírodnej krajiny (O'ahel' et al. 2000).

Z krajinných ekológov, ktorí sa zaoberali problémami krajiny heterogenity, treba spomenúť Pielou (1975), Naveha a Liebermana (1984), Formana (1981), Formana a Godrona (1986), Richlinga a Solona (1996). Zo slovenských a českých geografov sa problematikou merania krajiny štruktúr prevažne v teoretickej rovine zaoberali Paulov (1975 a 1993), Krcho (1976), Kolejka (1982), Lehotský (1980), Miklós (1986) a diverzitou Mimra (1995) a Seko (1997).

Treba zdôrazniť, že prostredníctvom diverzity možno vyjadriť jednak spoločenský vplyv na krajinu, ale aj rôznorodosť prírodných podmienok. Spoločenský vplyv sme vyjadrili napr. hodnotami diverzity (počtom tried) urbanizovanej krajiny v analyzovaných priestorových jednotkách prírodnej krajiny (pozri O'ahel' et al. 2000). Informácie o diverzite krajiny môžu prispieť k hodnoteniu environmentálneho impaktu a ekologickej stability krajiny, predovšetkým v oblasti environmentálneho plánovania a manažmentu krajiny.

Pre analýzu a výpočet diverzity krajiny je vhodné použiť vzorce hierarchickej diverzity (Pielou 1975) diferencovaním spoločenského vplyvu v triedach krajinnej pokrývky.

## POUŽITÉ ÚDAJE A METODIKA

### Použité údaje o krajinnej pokrývke v mierke 1:100 000

Na výpočet krajinnej diverzity sme použili údaje o krajinnej pokrývke, ktorá predstavuje fyzický stav prírodných podmienok a využívania krajiny. Údaje o krajinnej pokrývke boli získané vizuálnou interpretáciou satelitných snímok Landsat TM z rokov 1989-1992, ktoré boli transformované do súradnicového systému S42 a Gaussovho-Krügerovho zobrazenia v mierke 1:100 000 v rámci projektu CLC.

Interpretáciou sa na snímkach identifikovali akceptovateľne homogénne vzorky – patterny, ktoré reprezentujú fyziognomické charakteristiky (mozaiky objektov krajinnej pokrývky – vegetácie, pôdy, vody, človekom vytvorených objektov, podmienených reliéfom, klímou, substrátom). V zmysle použitej metodiky bol najmenší identifikovaný areál 25 ha, čo v mierke 1:100 000 predstavuje štvorec so stranou 5 mm alebo kruh s polomerom 2,8 mm, prípadne líniový objekt (napr. cestné a železničné komunikácie, toky a pod.) 1 mm široký a 25 mm dlhý. Výsledkom tohto metodického prístupu boli interpretačné schémy krajinnej pokrývky Slovenska v mierke 1:100 000 (55 listov), ktoré sú polohovo zhodné s listami topografických máp pôvodného vojenského mapového diela.

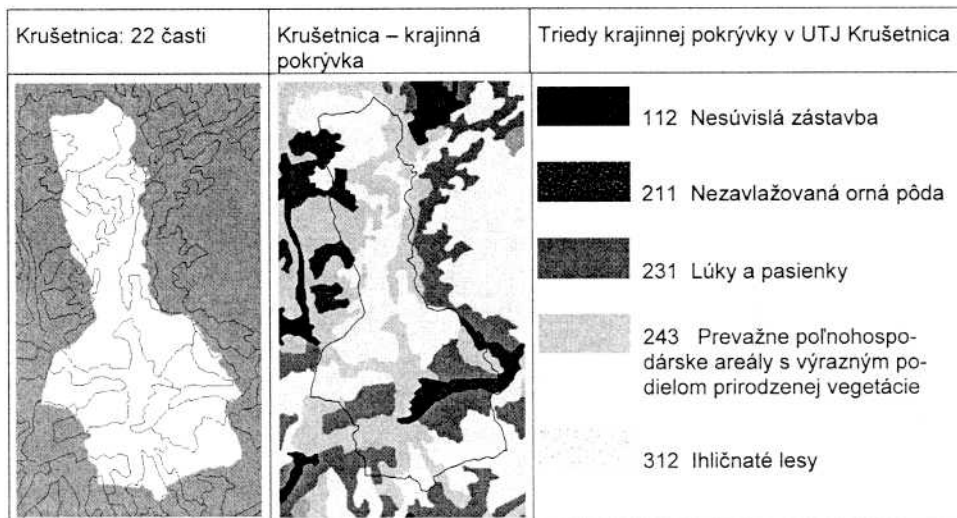
Metodika CLC definuje pre celú Európu 44 tried krajinnej pokrývky, rozdelených do 3 hierarchických úrovní, z ktorých sa na Slovensku vyskytuje 31 tried (Feranec a O'ahel' 2001).

### Metodika priestorové jednotky analýzy

Na vyjadrenie diverzity krajiny sme použili Shannonov index (3). Výskyt viacerých polygónov tej istej triedy krajinnej pokrývky bol zohľadnený ako kombinácie s opakovaním, t. j. diverzita sa počítala pre všetky priestorové jednotky.

Toto je ilustrované na príklade územno-technickej jednotky (UTJ) Krušetnica s piatimi triedami krajinnej pokrývky, ale s 22 polygónmi, ktoré sa v rámci nej vyskytujú (obr. 1). Znamená to, že pri vyjadrení diverzity krajiny sme preferovali priestorovú diferenciáciu (fragmentáciu) jednotiek krajinnej štruktúry pred vyjadrením jej druhovej diferenciácie. V zmysle hodnotenia druhovej diferenciácie krajinnej štruktúry (podľa tried krajinnej pokrývky) je výhodné použiť vzorce hierarchickej diverzity podľa Pielouovej (1975).

Mieru diverzity krajiny vhodne doplnia index ekvitability  $J'$  (4), ktorý vyjadruje priestorovú vyrovnanosť alebo nevyrovnanosť polygónov krajinej pokrývky.



Obr. 1. Príklad výskytu tried krajinej pokrývky v UTJ Krušetnica (päť tried krajinej pokrývky vytvára 22 polygónov)

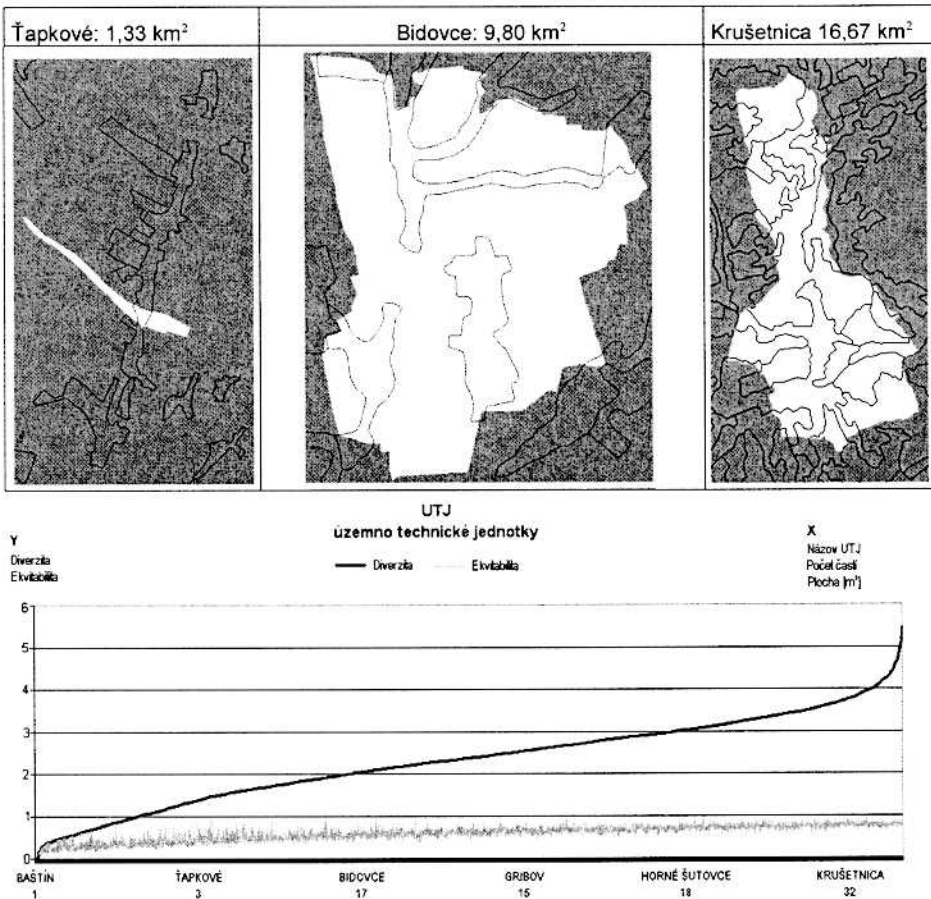
Výpočet intenzity diverzity krajiny súvisí s mierkou, priestorovou a obsahovou kvalitou základných údajov o krajinej pokrývke. Dôležitým krokom metódy bolo stanovenie veľkosti priestorovej jednotky, pre ktorú sa počítala diverzita.

Pomocou údajov CLC Európy bola zisťovaná diverzita krajiny v pravidelnej sieti štvorcov  $3 \times 3$  km, stanovenej empiricky. Viac-menej odpovedá schopnostiam ľudského zraku – čo možno vidieť voľným okom v krajine (Willems et al. 2000). Takáto sieť poskytla dostatočný počet štvorcov na hodnotenie diverzity na regionálnej úrovni. Intenzitu diverzity vyjadroval počet tried CLC v jednom štvorci siete.

Báza údajov CLC Slovenska v mierke 1:100 000 predstavuje vhodný základ na výpočet jej diverzity na celom území štátu. Pri výbere priestorových jednotiek pre analýzy sme vzali do úvahy niekoľko kritérií.

Nakoľko štatistické údaje z nášho územia sa zaznamenávajú podľa územnosprávnych jednotiek (okresov a UTJ), využili sme ich na výpočet diverzity krajinej štruktúry. Viedla nás k tomu skutočnosť, že centrá týchto 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  $9,67 \text{ km}^2$  a najväčší  $1\,550,2 \text{ km}^2$  (priemer je  $620,52 \text{ km}^2$ ). Počet UTJ je 3 658, najmenšia má rozlohu  $0,35 \text{ km}^2$  a najväčšia  $187,54 \text{ km}^2$  (priemer je  $13,86 \text{ km}^2$ ). Aj keď UTJ majú rôznu veľkosť (obr. 2),

priemernými hodnotami sa blížia jednotkám s rozlohou 9 km<sup>2</sup>, ktoré možno pre analýzu diverzity krajinej pokrývky považovať za objektívne (Willems et al. 2000). Územia okresov boli vyčlenené hlavne na základe dopravného vzťahu okresného sídla k sídlam jeho zázemia. Hranice okresov tvoria katastrálne hranice najvzdialenejších sídiel od centra okresu. Nakoľko rozloženie sídiel na Slovensku je výsledkom najmä prírodných, osobitne reliéfových podmienok (cf. Lukniš 1987), aj poloha okresných miest je spojená s prírodnou štruktúrou Slovenska. Rozloženie sídiel na nížinách Panónskej panvy má relatívne pravidelný charakter, čomu odpovedajú aj zázemia a dopravné spojenia vybraných okresných centier, aj keď nie sú veľkostne rovnaké, napr. okresy Šaľa a Dunajská Streda. Rozloženie sídiel v Karpatoch ešte výraznejšie určujú prírodné podmienky. Prírodná štruktúra Slovenska diferencuje aj rozloženie miest, z ktorých sa väčšina koncentruje v kotlinách alebo brázdach. V dôsledku toho sa aj okresné sídla nachádzajú hlavne v kotlinách alebo brázdach a ich zázemia väčšinou obmedzujú prírodné hranice. V tomto zmysle aj hranice UTJ majú zreteľný sú-



Obr. 2. Ukážky rôznej veľkosti UTJ a závislosti ich diverzity, ekvitability a rozlohy



vis s prírodnými podmienkami. Administratívne jednotky, použité na výpočet diverzity krajiny, majú teda významný vzťah k štruktúre prírodnej krajiny Slovenska. Okrem administratívnych jednotiek sme pri analýze diverzity krajiny štruktúry testovali aj jednotky pravidelnej siete štvorcov  $10 \times 10$  km a  $500 \times 500$  m. Desaťkilometrová sieť dopĺňa jednotky medzi okresmi a UTJ, hlavne v kontexte jej pravidelnosti a istej nezávislosti na prírodnej štruktúre krajiny. Päťstometrová sieť odpovedá najmenšiemu mapovanému areálu z bázy údajov CLC.

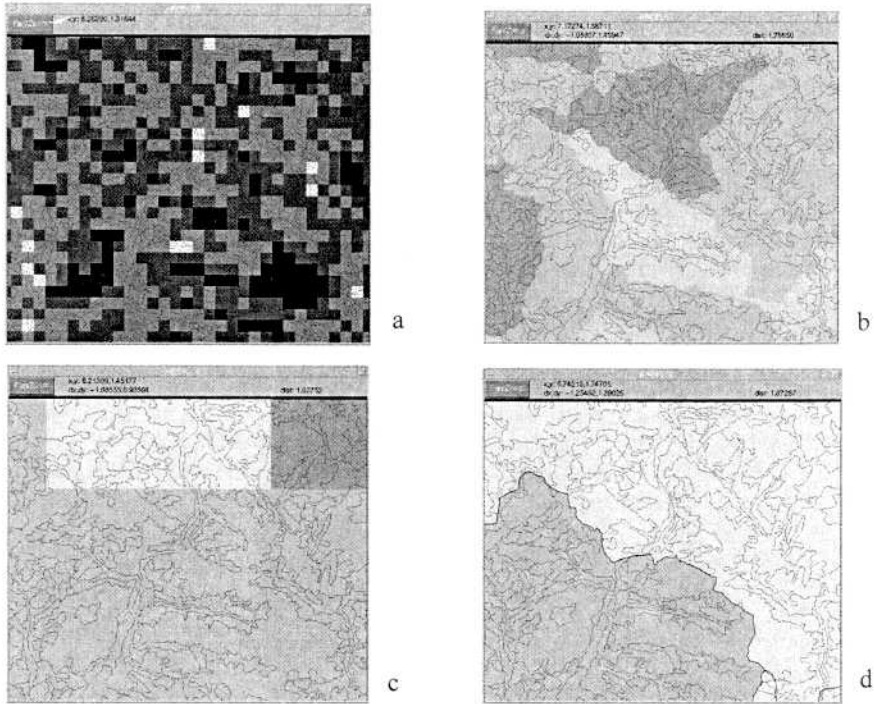
Príklady použitých jednotiek analýzy na náhodne vybranom území dokumentuje obr. 3, tab. 1 a obr. 4, ktoré poskytujú celoplošný prehľad použitých jednotiek. Treba poznamenať, že tab. 1 má význam pre interpretáciu získaných výsledkov, ktoré sú uvedené v piatej časti tejto štúdie. Uvádzame ju najmä z hľadiska aplikovanej štatistiky, ktorá je často používaná v tematickej kartografii (Monmonier 1996). Výsledky o diverzite krajiny sa menia v závislosti od veľkosti zvolenej priestorovej jednotky. Všeobecne možno konštatovať, že čím je táto väčšia, hodnota diverzity sa zväčšuje a naopak. Pritom si uvedomujeme, že z matematického hľadiska je najvhodnejšie získavať informácie o diverzite resp. ekvitalite prostredníctvom pravidelných štvorcových sietí, ktorých raster je primerane väčší ako veľkosť najmenšieho mapovaného areálu. Vyplýva to z pravdepodobnosti priestorového usporiadania hodnotených (mapovaných) jednotiek krajinyj pokrývky.

**Tab. 1. Základné parametre analyzovaných priestorových jednotiek**

Parameter	Okres	Sieť $10 \times 10$ km	UTJ	Sieť $500 \times 500$ m
Početnosť	79,00	860,00	3538,00	352600,00
Diverzita (minimum)	2,15	0,00	0,00	0,00
Diverzita (maximum)	9,50	6,31	5,45	2,79
Diverzita (priemer)	7,34	2,19	2,32	0,36
Diverzita (štand. odchýlka)	1,47	1,98	0,98	0,53
Ekvitalita (minimum)	0,53	0,00	0,00	0,00
Ekvitalita (maximum)	0,87	0,89	0,97	1,00
Ekvitalita (priemer)	0,78	0,37	0,58	0,24
Ekvitalita (štand. odchýlka)	0,07	0,31	0,17	0,34
Rozloha (minimum v km <sup>2</sup> )	9,67	100,00	0,35	0,25
Rozloha (maximum v km <sup>2</sup> )	1550,20	100,00	187,54	0,25
Rozloha (priemer v km <sup>2</sup> )	620,52	100,00	13,86	0,25

Na druhej strane antropogénne vplyvy na reálnu krajinu sú v husto osídlených oblastiach regulovateľné najmä prostredníctvom rozhodovacích orgánov územnosprávnych jednotiek, ktoré pritom často rešpektujú prirodzené hranice. Najmenšou administratívnou priestorovou jednotkou na území Slovenska, ale s rôznou veľkosťou (pozri obr. 2), je práve UTJ. Pri analýzach diverzity, ekvitality alebo iných priestorových a tvarových indikátorov je preto treba vo výsledných hodnoteniach dôrazne poukázať na ich väzbu s priestorovými jednotkami, pre ktoré boli určené. Typickým príkladom sú agregované mapy Európy, kde sa vo štvorcoch  $100 \times 100$  km analyzuje kvalita rôznych indikátorov životného prostredia a často tak dochádza k dezinformácii o stave životného prostredia v jednotlivých krajinách a regiónoch. Zle zvolené parametre obdobných priestorových analýz potom vedú k nepríjemným dôsledkom v oblasti finančných do-

tácií, legislatívnych úprav, technických noriem, pozemkových úprav, pôdných fondov a pod.

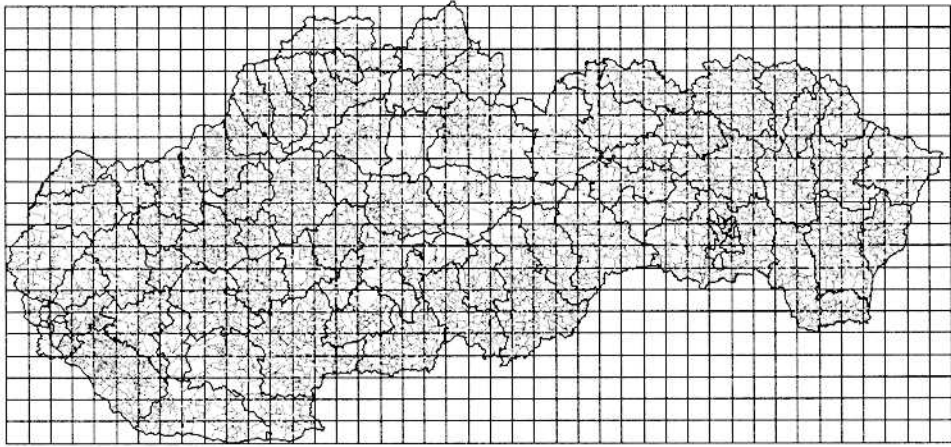


Obr. 3. Ukážky analýzy diverzity krajiny podľa rôznych priestorových jednotiek  
a – sieť 500×500m, b – sieť UTJ, c – sieť 10×10km, d – sieť okresov

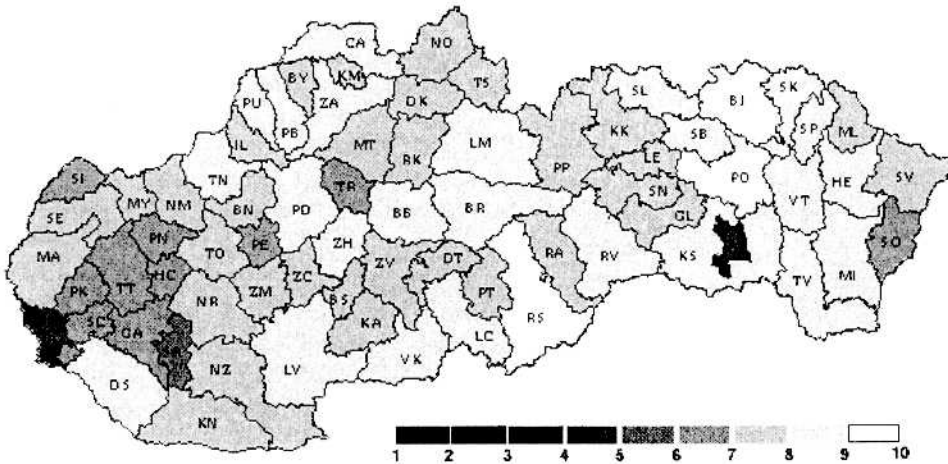
## ZÍSKANÉ VÝSLEDKY

Získané výsledky analýzy diverzity krajiny v okresoch (obr. 5 a tab. 2) majú významný vzťah k základným štruktúram prírodnej krajiny Slovenska. Najvyššiu diverzitu má okres Bardejov (9,51), na území ktorého sa striedajú mierne teplé a mierne chladné brázdy s predhoriami a vrchovinami až hornatinami. Takáto mozaika prírodných podmienok diferencovala aj spoločenský záujem o využitie krajiny, mapované prostredníctvom krajinnej pokrývky. Veľmi vysoké hodnoty diverzity krajiny (nad 9) majú okresy Rimavská Sobota a Prešov. Ich jadrá ležia v teplej, resp. mierne teplej kotline a v okrajových častiach sa striedajú brázdy s predhoriami a vrchovinami až hornatinami. Diferenciácia prírodných krajinných typov zvyšuje aj diverzitu krajinnej pokrývky týchto okresov. Aj ich hodnota ekvitality (obr. 6) patrí medzi najvyššie a dokumentuje rozmerovú vyrovnanosť mapovaných polygónov krajinnej pokrývky. Krajinná diverzita je veľmi vysoká aj v ďalších „kotlinových“ okresoch Slovenska a väčšinou dosahuje hodnoty nad 8,0. Sú to okresy Veľký Krtíš, Žilina, Prievidza, Banská Bystrica, Košice-okolie, Rožňava, Považská Bystrica, Púchov, Trenčín, Brezno, Lučenec, Humenné, Žiar nad Hronom a Zvolen (7,95). Veľmi vysoká diverzita

je aj v okresoch, v ktorých sa striedajú časti brázdovej krajiny s predhoriami a vrchovinami až hornatinami. Tvoria ich okresy Svidník, Stropkov, Sabinov, Vranov nad Topľov, Stará Ľubovňa, Čadca.



Obr. 4. Prehľad použitých priestorových jednotiek



Obr. 5. Diverzita krajiny podľa okresov Slovenska  
(Skratky okresov sú vysvetlené v tab. 2)

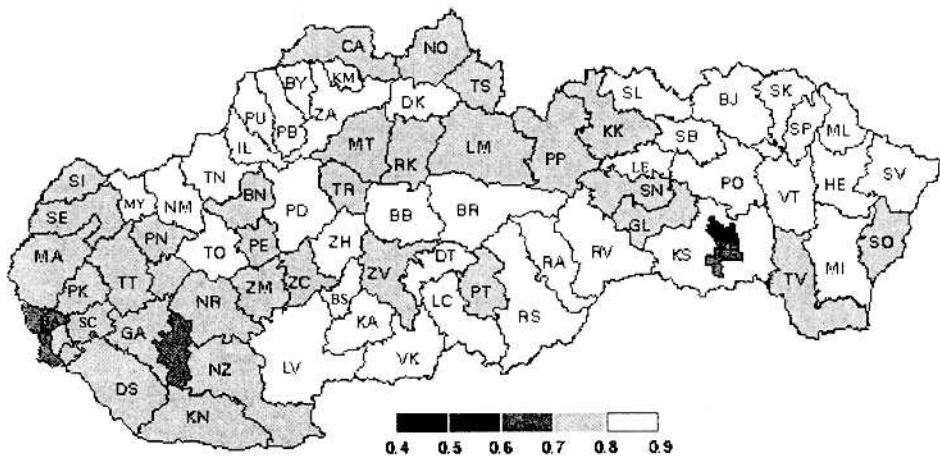
Vysoká diverzita je charakteristická aj pre veľké okresy na styku nížin s montánnou krajinou ako sú Levice a Trebišov. Osobitným prípadom je okres Dunajská Streda, ktorý má veľmi vysokú diverzitu krajiny (8,1). Veľké areály lužných lesov a prevažne ornej pôdy sa výraznejšie diferencovali najmä po výstavbe vodného diela (VD) Gabčíkovo. Pomerne nízku diverzitu majú okresy s malou rozlohou v nížinnej krajine.

**Tab. 2. Diverzita a ekvitabilita krajiny podľa okresov**

Okresy	Rozloha v km <sup>2</sup>	Diverzita	Ekvitabilita	Okresy	Rozloha v km <sup>2</sup>	Diverzita	Ekvitabilita
Bratislava I (BA)	9,67	2,15	0,58	Malacky (MA)	948,09	7,71	0,76
Košice III (KE)	16,51	2,98	0,53	Medzilaborce ME)	427,34	7,72	0,84
Košice IV (KE)	62,06	4,08	0,64	Bytča (BY)	282,05	7,73	0,86
Bratislava V (BA)	94,36	4,20	0,63	Námestovo (NO)	690,38	7,73	0,79
Bratislava III (BA)	74,76	4,21	0,68	Levoča (LE)	357,03	7,74	0,83
Košice I (KE)	85,77	4,32	0,59	Revúca (RA)	729,89	7,77	0,81
Košice II (KE)	78,53	4,39	0,62	Kežmarok (KK)	839,49	7,84	0,77
Bratislava IV (BA)	96,45	4,73	0,68	Martin (MT)	736,60	7,85	0,79
Bratislava II (BA)	92,36	4,83	0,74	Dolný Kubín (DK)	491,90	7,88	0,82
Šaľa (SA)	354,26	5,09	0,68	Nové M. n. V. (NM)	579,93	7,95	0,83
Pezinok (PK)	375,49	6,12	0,72	Zvolen (ZV)	760,68	7,95	0,80
Skalica (SE)	357,65	6,18	0,71	Snina (SV)	804,52	7,95	0,81
Senec (SC)	359,89	6,31	0,76	Krupina (KA)	584,93	8,00	0,81
Galanta (GA)	640,89	6,52	0,72	Lipt. Mikuláš (LM)	1323,03	8,01	0,75
Hlohovec (HC)	268,55	6,52	0,77	Michalovce (MI)	1019,62	8,03	0,81
Partizánske (PE)	300,76	6,53	0,77	Čadca (CA)	759,92	8,04	0,79
Pišťany (PN)	380,90	6,66	0,78	Dun. Streda (DS)	1075,52	8,10	0,80
Trnava (TT)	740,92	6,91	0,78	Trebišov (TV)	1072,05	8,13	0,80
Turč. Teplice (TR)	392,01	6,93	0,77	Žiar n. Hron. (ZH)	531,08	8,34	0,84
Sobrance (SO)	540,19	6,94	0,76	Trenčín (TN)	674,49	8,38	0,83
Ružomberok (RK)	645,30	7,14	0,76	Stropkov (SP)	389,19	8,38	0,88
Komárno (KK)	1099,96	7,14	0,75	Humenné (HE)	754,26	8,44	0,83
Poprad (PP)	1123,07	7,15	0,71	Brezno (BR)	1265,29	8,44	0,80
Zlaté Moravce (ZM)	521,39	7,18	0,80	Lučenec (LC)	798,12	8,45	0,82
Kysucké N. M. (KM)	173,85	7,20	0,85	Vranov n. T. (VT)	769,27	8,46	0,84
Banská Štiavnica (BS)	278,65	7,20	0,83	Sabinov (SB)	483,47	8,48	0,86
Tvrdošín (TS)	478,49	7,21	0,77	Púchov (PU)	375,13	8,48	0,86
Topoľčany (TO)	598,00	7,21	0,80	Stará Ľubovňa (SL)	623,11	8,59	0,84
Myjava (MY)	326,65	7,23	0,80	Pov. Bystrica (PB)	463,71	8,66	0,87
Gefčíca (GL)	583,36	7,32	0,79	Levice (LV)	1550,20	8,73	0,81
Žarnovica (ZC)	425,31	7,37	0,80	Rožňava (RV)	1172,35	8,78	0,83
Bánovce n. Bebr. (BN)	462,34	7,38	0,79	Košice-okolie (KS)	1534,23	8,80	0,81
Nové Zámky (NZ)	1345,73	7,46	0,75	Ban. Bystrica (BB)	808,69	8,81	0,84
Nitra (NR)	871,28	7,47	0,80	Svidník (SK)	548,53	8,83	0,87
Poltár (PT)	504,45	7,51	0,80	Prievidza (PD)	959,22	8,88	0,83
Senica (SE)	684,21	7,59	0,79	Žilina (ZA)	814,17	8,90	0,85
Spišská N. Ves (SN)	586,88	7,68	0,79	Veľký Krtíš (VK)	848,43	8,97	0,84
Detva (DT)	445,35	7,69	0,82	Prešov (PO)	933,79	9,06	0,84
Ilava (IL)	357,61	7,70	0,83	Rim. Sobota (RS)	1471,66	9,14	0,82
				Bardejov (BJ)	935,86	9,51	0,87

Na Podunajskej nížine sú to okresy Šaľa (5,03), Galanta, Senec, Pezinok, Hlohovec, Piešťany a Trnava (6,9), na Záhorskej nížine okres Skalica (6,1) a na Východoslovenskej nížine okres Sobrance (6,9). Najnižšiu diverzitu majú malé urbanizované okresy (mestské obvody) Bratislavy a Košíc, v ktorých sa diverzita krajiny pohybuje od 2,15 (Bratislava I) do 4,82 (Bratislava II), čo dokumentuje obr. 5.

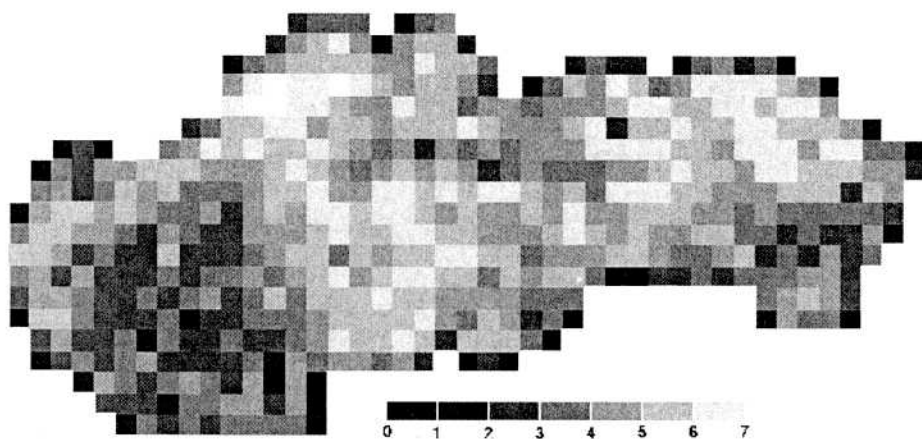
Ešte presnejšie výsledky o diverzite krajiny možno získať pomocou siete štvorcov 10x10 km. Najvyššie hodnoty diverzity (nad 6,0) môžeme identifikovať v montánnej krajine Karpát (obr. 7). Areály s najvyššími hodnotami diverzity sa nachádzajú v oblasti Považského podolia, Javorníkov a Žilinskej kotliny, kde sa striedajú časti kotlin s krajinnými typmi predhorí a brázd. Veľký areál s vysokými hodnotami diverzity možno identifikovať v oblasti Ondavskej a Laboreckej vrchoviny, kde sa striedajú časti brázd s typmi predhorí až vrchovín práve v okresoch Bardejov, Svidník a Stropkov. Veľmi vysoké hodnoty majú malé areály susedných štvorcov v Spišsko-šariskom medzihorí, Hornádskej kotline, Horehronskom podolí, Zvolenskej kotline, alebo areály tvorené samostatnými štvorcami v ostatných kotlinách. Najvyššie hodnoty diverzity súvisia s heterogenitou prírodných podmienok v kotlinách a brázdach (diferencie reliéfu, klímy a pôd) a prirodzenou koncentráciou sídiel a spoločenských aktivít. S vysokou diverzitou stúpa aj ekvitalita a svedčí o vyrovnanosti rozlohy mapovaných polygónov krajinej pokrývky (obr. 8). Hodnoty s najnižšou diverzitou krajiny nachádzame najmä v nížinách, ale aj vo väčších kotlinách. Za prednosť jednotiek siete v analýze diverzity krajiny považujeme aj identifikáciu areálov s najnižšími hodnotami diverzity. Očakávané nízke hodnoty diverzity v nížinách možno identifikovať diferencovane. V Podunajskej nížine sú najnižšie hodnoty diverzity mimo území pozdĺž vodných tokov Dunaja, Malého Dunaja, Váhu, Nitry a Hrona, kde pribúda areálov s lužnými lesmi alebo koncentrácia sídiel. Dokonca pozdĺž Dunaja sú hodnoty diverzity relatívne vysoké aj v súvislosti s vodným dielom Gabčíkovo. Na Východoslovenskej nížine sú hodnoty diverzity vysoké v oblasti sútoku riek Ondavy, Laborca, Latorice a Bodrogu.



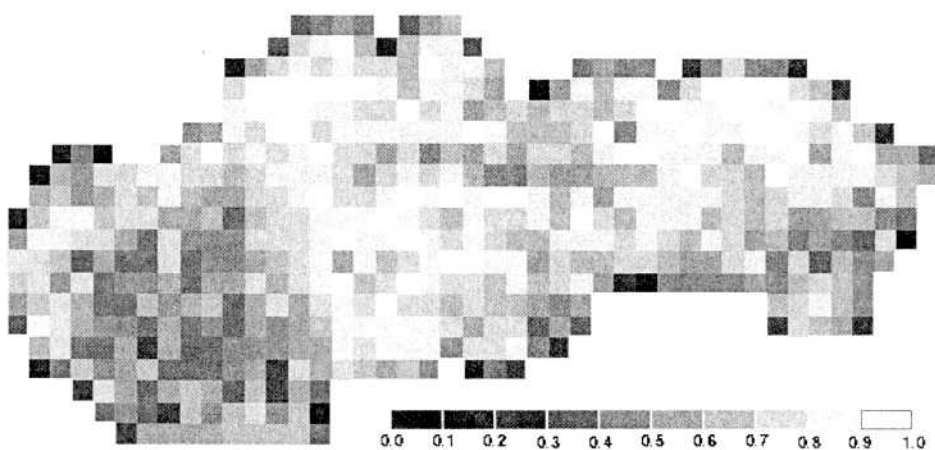
Obr. 6. Ekvitalita krajiny podľa okresov Slovenska

Veľmi nízke hodnoty diverzity krajiny boli identifikované aj v montánnej krajine. V oblasti vrchovín a hornatín súvisia s rozsiahlymi lesnými komplexami a relatívne homogénnym zložením ihličnatých lesov najmä vo vyšších polohách Veľkej Fatry, Nízkych Tatier, Slovenského Rudohoria, Tatier a Levočských vrchov.

Výsledky výpočtu krajinej diverzity pre UTJ umožňujú detailnejšie vysvetlenie krajinej štruktúry Slovenska, napriek tomu, že jej hodnoty 0,0-5,5 sú rozdelené len do piatich intervalov (obr. 9). Súvisí to s ich priemernou rozlohou a polohou hlavného sídla, aj keď nie sú veľkosťou ani podľa prírodných podmienok homogénne. Najvyššie hodnoty diverzity (3,3-5,5) majú územia obcí (UTJ)

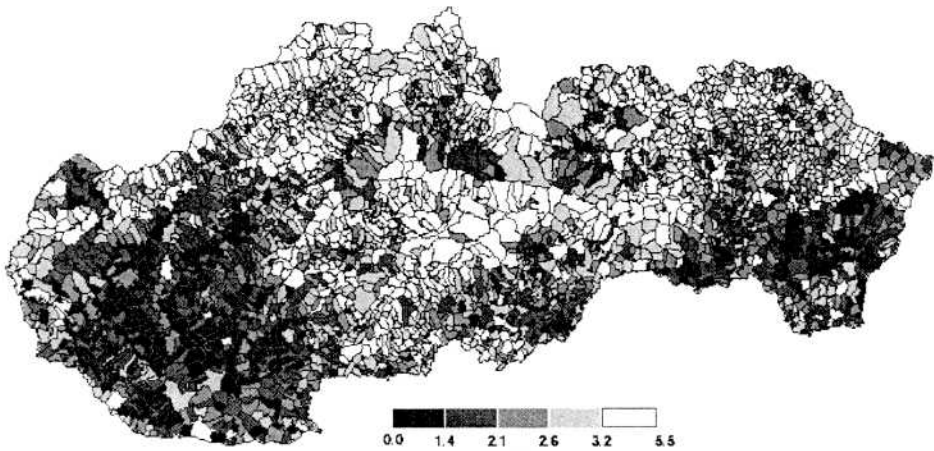


Obr. 7. Diverzita krajiny podľa jednotiek siete 10×10 km



Obr. 8. Ekvitalita krajiny podľa jednotiek siete 10×10 km

v montánnej krajine – najmä v kotlinách, brázdach, predhoriach a planinách (obr. 9).

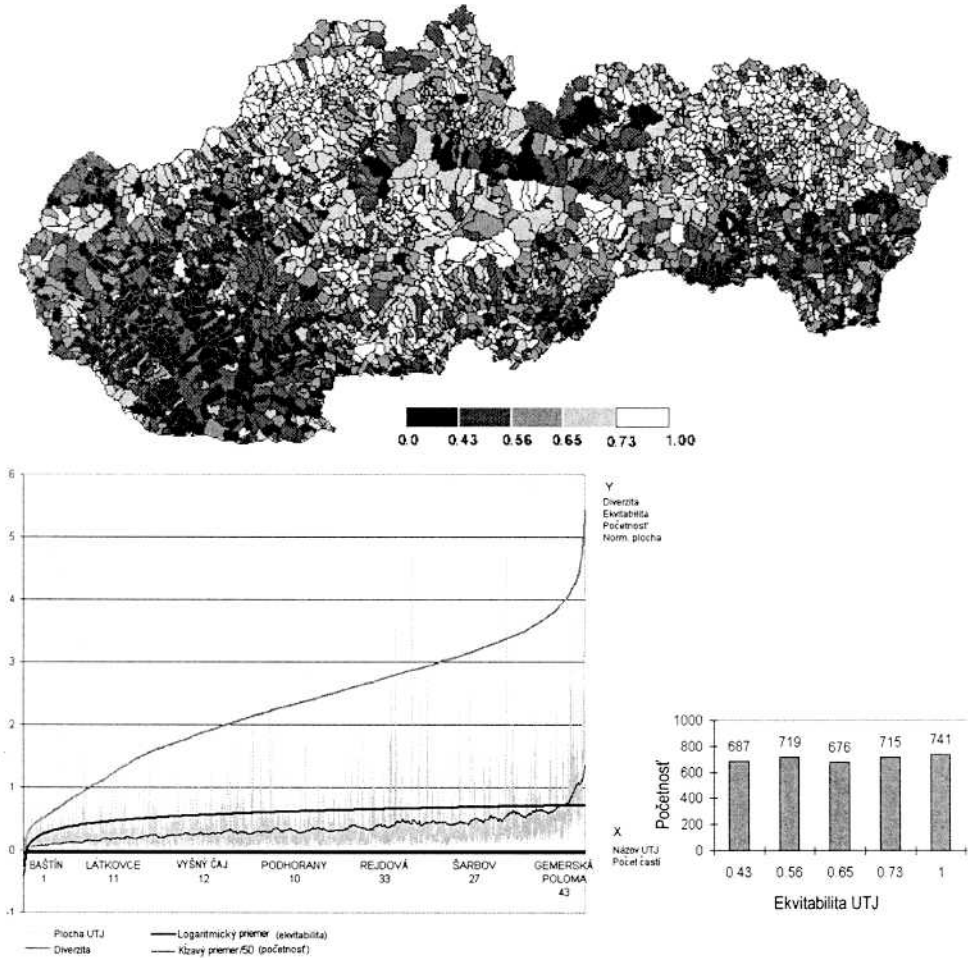


Obr. 9. Diverzita krajiny podľa UTJ Slovenska

V priestorovom rozložení výrazne dominujú obce stredného Slovenska, ktoré tvoria súvislý pás východne od Zvolenskej kotliny, Horehronského podolia, planín a predhorí Veporských vrchov, Stolických vrchov a Revúckej vrchoviny. Okrem diferencovaného využitia krajiny okolo rozptýlených sídiel (Detvianske lazy) v kotlinách, plošinách a predhoriach zvyšuje diverzitu krajiny aj diferenciácia a striedanie lesných a poloprirodných tried krajinej pokrývky. Veľkú oblasť s najvyššími hodnotami diverzity krajiny vytvárajú aj obce v severnej časti Bielych Karpát, ďalej v Javorníkoch, Turzovskej a Kysuckej vrchovine, kde sa striedajú brázdové časti krajiny s vrchovinami a charakteristickým rozptýleným osídlením. Podobné striedanie prírodných krajinných typov (kotlín, brázd, predhorí a planín) nachádzame aj v ďalších oblastiach s najvyššími hodnotami diverzity krajiny. Sú to časti Považského podolia a Strážovských vrchov, oblasť Vtáčnika, Žiarskej kotliny a Myjavskej pahorkatiny. Všetky sú charakteristické aj rozptýleným osídlením a diferencovanejším vyžívaním krajiny. Ďalšiu koncentráciu obcí s najvyššími hodnotami diverzity krajiny môžeme identifikovať vo vrchovinách, kotlinách a brázdach severovýchodného Slovenska od Spišskej Magury, Spišsko-šarišského medzihoria až po Ondavskú a Laboreckú vrchovinu. Vysoká diverzita týchto oblastí súvisí aj s veľkosťou rozlohy UTJ. Na druhej strane môžeme v nich identifikovať aj pomerne vysoké hodnoty ekvity (obr. 10), ktoré svedčia o vyrovnanosti veľkosti polygónov krajinej pokrývky.

Veľmi vysokú hodnotu krajinej diverzity (3,39) má aj Štrbské Pleso vo Vysokých Tatrách. Súvisí to s významnou diferenciáciou prírodných podmienok a striedaním krajinej pokrývky od ihličnatých lesov, kosodreviny, alpínskych lúk, areálov s riedkou vegetáciou až po skaly a bralá. Hodnoty ekvity sú však v tejto UTJ relatívne malé (pozri obr. 10), čoho príčinou sú veľké rozdiely

medzi rozlohou polygónov lesov a ďalších tried krajinej pokrývky. Podobne má vysokú diverzitu krajiny aj rozlohou porovnateľné Komárno (3,42). Súvisí to s diverzitou krajinej pokrývky na sútoku veľkých riek (Dunaja a Váhu) a využitím urbanizovanej krajiny. Aj tu je ekvitabilita relatívne nižšia (pozri obr. 10), vzhľadom na nevyrovnanosť polygónov ornej pôdy a ostatných, hlavne urbanizovaných tried krajinej pokrývky.



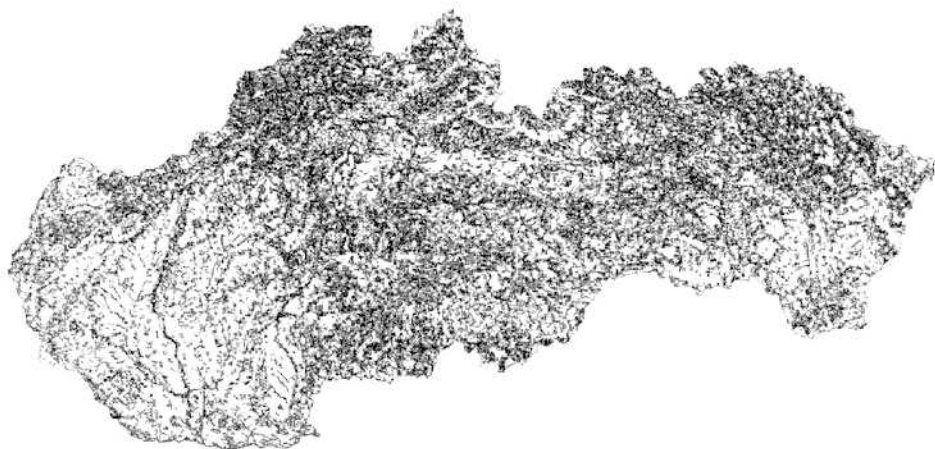
Obr. 10. Ekvitabilita krajiny podľa UTJ Slovenska

Veľmi nízke hodnoty krajinej diverzity majú UTJ v nížinách Slovenska. Dominancia ornej pôdy na Žitnom ostrove a na sprasňovaných pahorkatinách Podunajskej nížiny je rozhodujúcim faktorom najnižších hodnôt krajinej diverzity napr. Miloslavov (0,88), Veľký Meder (0,95), Majcichov (0,46), Voderady (0,53), Milanovce (0,77) a pod. Charakteristické sú aj nízke hodnoty ekvitability, ktoré poukazujú na nevyrovnanosť hodnotených areálov krajinej pokrývky.



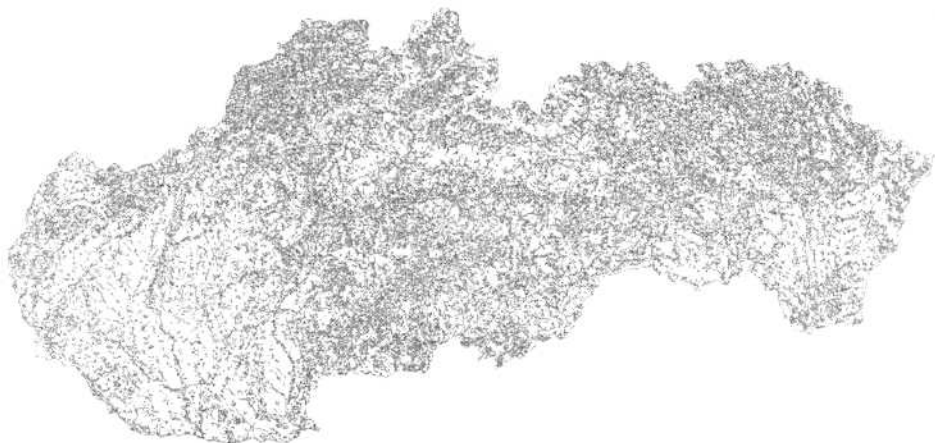
Hodnota diverzity krajiny sa nápadne zvyšuje v obciach pozdĺž veľkých vodných tokov, najmä Dunaja, Váhu, Nitry a Hrona – Baka (3,11), Medveďov (2,68), Dlhá nad Váhom (1,48), Neded (1,83), Pohronský Ruskov (1,89), Kamenný Most (3,18) a pod.

Veľmi nízku diverzitu majú aj obce s domináciou lesných porastov, zvlášť na severnej strane Nízkych Tatier, ako sú Malužiná (0,83), Vyšná Boca (1,56), Lazisko (1,74), Liptovské Kľačany (1,94). Tieto obce majú aj nízku ekvibilitu, vzhľadom na výraznú rozlohu areálov ihličnatých lesov.



Obr. 11. Diverzita krajiny podľa siete 500×500m

Veľkosť siete je zhodná s minimálnou rozlohou areálu (25 ha) mapovanej krajinej pokrývky. Z tohto dôvodu sa maximálna diverzita vyskytuje len v štvorcoch siete, ktoré sú na rozhraní mapovaných tried, zatiaľ čo ostatné štvorce majú nulovú diverzitu. Tým vznikol logicky takmer binárny obraz, zreteľne pripomínajúci hranice areálov tematickej vrstvy CLC (obr. 12).



Obr. 12. Hranice areálov CLC

Výsledky získané v priestorových jednotkách siete 500×500 m odpovedajú kontinuite mapovaných tried krajinej pokrývky a jej priestorovému usporiadeniu. Máme na mysli kontinuitu veľkých areálov hlavne poľnohospodárskej krajiny (orná pôda) na nížinách, alebo kotlinách a lesnej krajiny (listnaté a ihličnaté lesy) vo vrchovinách až hornatinách Slovenska (obr. 11). Najvyššie hodnoty diverzity krajiny súvisia s priestorovou diferenciáciou (koncentráciou) veľkostne najmenších areálov krajinej pokrývky pozdĺž vodných tokov v nížinách, alebo na úpätiach vrchovín a hornatín, kde zvyrazňujú najmä kontrast prírodných typov krajiny.

## ZÁVER

Priestorová diverzita krajiny je jednou z jej vlastností. Táto odráža rôznorodosť prírodnej štruktúry krajiny, rozmanitosť záujmov a intenzitu spoločenských vplyvov, vyjadrených využívaním krajiny a krajinnou pokrývkou. Poznanie diverzity krajiny a jej identifikácia v krajinnom systéme má význam najmä z hľadiska poznania základných princípov jeho fungovania, autoregulácie a spoločenskej regulácie. Poznanie diverzity krajinej pokrývky je zvlášť cenné pre určenie diagnózy kvality životného prostredia a jeho stability. Analýza a hodnotenie diverzity krajiny sa stáva ďalšou oblasťou environmentálneho výskumu, v ktorej možno využiť bázu údajov CLC.

Výsledky našich analýz potvrdili, že hodnoty diverzity krajiny sú výrazne ovplyvnené veľkosťou priestorových jednotiek, pre ktoré je diverzita počítaná. Môžeme konštatovať, že v podmienkach Slovenska, za predpokladu aplikácie bázy údajov CLC, je vhodné použiť na celoštátnej úrovni aj siete veľkosti UTJ, ktorej priemerná hodnota je 13,86 km<sup>2</sup>. Dôkazom toho sú získané výsledky, ktoré detailizujú diverzitu krajiny nižín a hornatín.

Najvyššie hodnoty diverzity krajiny boli identifikované najmä v oblastiach kotlin, brázd, predhorí a planín, čo je dôsledok diferenciácie prírodných (reliefových, pôdnych a bioklimatických) podmienok a zároveň koncentrácie osídlenia s ním súvisiacich ekonomických, ako aj spoločenských aktivít.

Získané výsledky predstavujú diverzitu krajiny Slovenska v zmysle použitých tried CLC (pozri Heymann et al. 1994, Feranec a Oťaheľ 2001), ktorých vnútorná heterogenita korešponduje s metodikou ich mapovania (najmenší areál má rozlohu 25 ha). Za predpokladu aktualizácie bázy údajov CLC a tiež detailizácie ich legendy, napr. do mierky 1:50 000, bude k dispozícii výskumnej i aplikáčnej sfére údajový súbor, ktorý umožní hodnotiť diverzitu krajiny aj na regionálnej úrovni.

*Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením vedeckého projektu č. 2/1037/22 „Mapovanie a hodnotenie krajiny aplikáciou techník diaľkového prieskumu Zeme a geografického informačného systému“ na Geografickom ústave SAV v roku 2001 za podpory grantovej agentúry VEGA.*

## LITERATÚRA

- FERANEC, J., OŤAHEĽ, J. (2001). *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava (Veda).  
 FORMAN, R. T. T. (1981). Interactions among landscape elements: a core of landscape ecology. In Tjallingii, S. P., de Veer, A. A., eds. *Perspectives in landscape ecology*. Wageningen (Centre for Agricultural Publication and Documentation).

- FORMAN, R. T. T., GODRON, M. (1986). *Landscape ecology*. New York (Wiley).
- JURKO, A. (1990). *Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie*. Bratislava (Príroda).
- KOLEJKA, J. (1982). Exaktizace hodnocení změn krajiny. *Sborník Československé geografické společnosti*, 87, 89-103.
- KRCHO, J. (1976). Vyjadrenie miery priestorovej diferenciácie krajiny ako systému  $S_{FG}$  a priestorovej diferenciácie reliéfu pomocou miery entropie. *Geografický časopis*, 28, 265-291.
- LEHOTSKÝ, M. (1980). Analýza poľnohospodárskej krajiny pomocou entropie. In Tóth, J., ed. *Az átformálódó agrártérségek funkcionális vizsgálatá és kutatási metodikája*. Békéscsaba, pp. 98-117.
- NAVEH, Z., LIEBERMAN, A. S. (1984). *Landscape ecology. Theory and application*. New York (Springer).
- MIKLÓS, L. (1986). Spatial arrangement of landscape in landscape ecological planning (LANDEP). *Ekológia (ČSSR)*, 5, 49-70.
- MIMRA, M. (1995). Hodnocení prostorové heterogenity krajiny z hlediska její biotické rozmanitosti. *Geografický časopis*, 47, 131-144.
- MONMONIER, M. (1996). *How to lie with maps*. Chicago (University of Chicago Press).
- OŤAHEL, J. (1996). Krajina – pojem a vnem. *Geografický časopis*, 48, 241-253.
- OŤAHEL, J. (1999). Aspekty integratívneho výskumu krajiny. *Geografický časopis*, 51, 385-397.
- OŤAHEL, J., FERANEC, J., PRAVDA, J., HUSÁR, K., CEBECAUER, T., ŠŮRI, M. (2000). *Prírodná (rekonštruovaná) a súčasná krajinná štruktúra Slovenska hodnotená využitím bázy údajov CORINE land cover*. Geographia Slovaca, 16. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- PAULOV, J. (1975). Entropia a priestorová štruktúra. *Geografický časopis*, 27, 52-60.
- PAULOV, J. (1993). *Entropia v urbánnej a regionálnej analýze: konceptuálny rámec a základy aplikácie*. Geographia Slovaca, 2. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- PIELOU, E. C. (1975). *Ecological diversity*. New York (Wiley).
- POVOLNÝ, D., ŠUSTEK, Z. (1983). 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)*, 52, 127-144.
- RICHLING, A., SOLON, J. (1996). *Ekologia krajobrazu*. Warszawa (PWN).
- SEKO, L. (1997). K diverzite foriem využitia zeme z aspektu trvalo udržateľného rozvoja. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae (Bratislava), Supplement*, 145-147.
- SHANNON, C. E., WEAVER, W. (1949). *The mathematical theory of communications*. Urbana (University of Illinois Press).
- SIMPSON, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- SNACKEN, F., ANTROP, M. (1983). Structure and dynamics of landscape systems. In Drdoš J., ed. *Landscape synthesis. Geoecological foundations of the complex landscape management*. Bratislava (Veda), pp. 10-30.
- ŠUSTEK, Z. (1980). Použitie Shannon-Wienerovej funkcie k posudzovaniu narušenia ekosystémov. In Paule, L., ed. *Lesnícky výskum a výchova vedeckých pracovníkov v ČSSR*. Zvolen (Lesnícka fakulta VŠLD), pp. 1-15.
- ŠUSTEK, Z. (1983). Zeitkorrelierte Veränderungen der Alpha-Diversität verschiedener Carabiden-zonosen in Mitteleuropa. *Biológia (Bratislava)*, 38, 959-970.
- ŠUSTEK, Z. (1992). Changes in the representation of carabid life forms along an urbanisation gradient (Coleoptera, Carabidae). *Biológia (Bratislava)*, 47, 417-430.
- URBÁNEK, J. (2001). Princíp metastability. In Prášek, J., ed. *Současný stav geomorfologického výzkumu*. Ostrava (Ostravská univerzita), pp. 92-94.

- WILLEMS, E., VANDEVOORT, C., WILLEKENS, A., BUFFARIA, B. (2000). Landscape and land cover diversity index. <http://europa.eu.int/comm/dg06/publi/landscape/ch3.htm>
- WILSON, E. O. (1990). *Threats to biodiversity*. New York (W. H. Freeman)
- ZONNEVELD, I. S. (1988). Landscape ecology and its application. In Moss, M. R., ed. *Landscape ecology and management*. Montreal (Polyscience Publication Inc.), pp. 3-15.

*Ján Oľahel, Ján Feranec, Naďa Machková*

## LANDSCAPE DIVERSITY OF SLOVAKIA

The authors of the study assess the landscape of Slovakia by means of diversity interpreted as structural variability (heterogeneity) determined by variety of elements (homogeneous parts) of the landscape. The homogeneous part of landscape represents a spatial unit identified and limited by the basic classification sign. This is the sense, in which Forman and Godron (1985) also interpret landscape diversity (heterogeneity) when they measure and analyse spatial arrangement of landscape elements (land use classes).

The data on land cover obtained by interpretation of satellite images in the framework of the CORINE Land Cover Project (CLC from 1989-1992) were used for calculation of landscape diversity. The Shannon index (Shannon and Weaver 1949) was used for expression of diversity. Assessment of the size of spatial unit, diversity of which was calculated, was an important methodological step. For instance, by means of the CLC data of Europe diversity was assessed by regular square network of 3×3 km (Williems et al. 2000). As the statistical data from the territory of Slovakia were recorded by territorial-administrative units (districts and territorial technical units – UTJ) they were used for the calculation of diversity of the landscape structure. Slovakia has 79 districts (the area of the smallest district is 9.67 km<sup>2</sup> and that of the largest is 1,550 km<sup>2</sup>) and 3,658 UTJ (the areas of the smallest and largest UTJ is 0.35 km<sup>2</sup> and 187.54 km<sup>2</sup> respectively). The square networks of 10×10 km and 500×500 m were also used.

Among the districts the district of Bardejov is characterised by the largest diversity (9.51). In its territory moderately warm and moderately cold furrows alternate with promontories, and uplands to highlands. This mosaic of natural conditions also determined the societal interest in land use, which was mapped by means of land cover. Landscape diversity is high also in other "basin" districts of Slovakia and it mostly reaches the value above 8.0. They are the districts of Veľký Krtíš, Žilina, Prievidza, Banská Bystrica, Košice-okolie, Rožňava, Považská Bystrica, Púchov, Trenčín, Lučenec, Humenné, Žiar nad Hronom, and Zvolen (Fig. 5). Results of calculation of landscape diversity for the UTJ made possible even more detailed explanation of Slovakia's landscape structure. The UTJ in mountainous landscape (a continuous belt of territory east of the Zvolen Basin, Hron Valley and promontories of the Vepor Hills, Stolica Hills and Revúca Upland), see Fig. 7, display the highest diversity values (3.3-5.5). It is the consequence of the differentiated land use around the dispersed settlements in basins, plains and promontories, as well as of differentiation and alternation of forest and semi-natural land cover classes.

Very low values of landscape diversity (0.88-0.95) were assessed for the lowland UTJ of Slovakia, which is determined by the prevalence of one land class, arable land.

If the CLC data will be updated and the nomenclature itemized, for instance at scale 1:50 000, the data set, which will allow assessment of landscape diversity at the regional level will be also available.

Translated by H. Contrerasová