

VYUŽITIE KRAJINNÝCH INDEXOV PRI HODNOTENÍ ŠTRUKTÚRY KRAJINY

Branislav OLAH, Igor GALLAY¹

Abstract: *The paper deals with a possible application of various landscape index types in a process of landscape structure assessment. Two basic principles of indexes application are presented: i) application of landscape indexes in comparison of secondary landscape structures on example of 5 selected areas in the Middle Slovakia neovolcanites and ii) assessment of landscape dimension applying Shannon's index of diversity on primary landscape structure on example of the Poľana Biosphere Reserve abiotic complex.*

Key words: *landscape structure, landscape indexes, neovolcanites, landscape dimension*

ÚVOD A ROZBOR PROBLEMATIKY

Pri výskume krajiny ako komplexného geosystému najčastejšie hodnotíme je štruktúru, ktorú Ružička a Miklós (1982) členia podľa genézy, fyzického charakteru a vzťahov k využívaniu krajiny človekom na tri subštruktúry: primárnu, sekundárnu a terciárnu. Ďalší spôsob popísania štruktúry krajiny je na základe subsystémov, z ktorých sa krajina skladá. Tie predstavujú homogénne, v dimenzii (mierke) krajiny ďalej nedeliteľné, stavebné jednotky. U týchto jednotiek sa predpokladajú rovnaké vlastnosti (rovnaké geologické podložie, pôda, reliéf, klíma, vegetácia, využívanie krajiny, atď.) a priebeh rovnakých procesov na celej svojej homogénnej ploche a na všetkých plochách rovnakého typu. Z toho vyplýva rovnaká reakcia na tie isté vonkajšie vplyvy, rovnaká vhodnosť pre využívanie človekom, únosnosť, či potenciály. Takéto jednotky krajinní ekológovia nazývajú krajinnokoekologické komplexy (KEK), geografi ich označujú ako geotopy. Veľmi vhodným, ale málo používaným, termínom je tiež geobiocenóza (Mičian & Zatkalík, 1990, Michal 1992, Hrnčiarová et al. 1997, Miklós & Izakovičová 1997, Demek 1999, Drdoš 1999, Ružička 2000, Minár et al. 2001). Štruktúru krajiny potom charakterizujeme na základe:

- počtu a rozdielnosti typov jednotlivých KEK tvoriacich krajinu,
- plošného podielu jednotlivých typov KEK,
- polohy, vzájomného rozmiestnenia, susedstva a prepojení jednotlivých KEK,
- tvaru a hraníc jednotlivých KEK.

Viac možno nájsť napríklad v prácach Drdoša (1999), Demeka (1999), Mičiana & Zatkalíka (1990), Michala (1992), Krönerta et al. (2001). Tieto charakteristiky štruktúry krajiny môžeme vyjadriť pomocou tzv. krajinných indexov ako sú heterogenita, dominancia, indexy tvaru, a pod. Jednotlivé indexy krajiny možno zatriediť do skupín podľa toho, čo merajú (resp. vyjadrujú). Krönert et al. (2001) napríklad rozoznávajú:

1 **doc. Ing. Branislav, Olah, PhD., Ing. Igor Gallay, PhD.,**

Katedra aplikovanej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: olah@vsl.d.tuzvo.sk, gallay@pobox.sk

- **indexy plochy** - percentuálny podiel každého KEK z celej krajiny či z daného typu KEK, hustota KEK na 100 ha, priemerná veľkosť KEK, atď.
- **indexy tvaru a formy** – rôzne obmeny podielu obvodu a obsahu KEK, hodnotenie fraktálov, a pod.
- **indexy hranice (ekotónov)** – celková dĺžka hraníc KEK, celková dĺžka hraníc typu KEK, hustota hraníc, veľkosť kontrastu medzi plôškami na hranici, atď.
- **indexy blízkosti (izolácie)** - index najbližšieho suseda - priemerná vzdialenosť v metroch k najbližšej plôške rovnakého typu, index blízkosti - suma plôch rovnakého typu ako skúmaná plôška v definovanom okolí plôšky, a pod.
- **indexy diverzity a rozmiestnenia** – hustota plôšok, rôzne indexy heterogenity (diverzity, entropie) ako Simpsonov či najpoužívanejší Shannonov index (Michal, 1992, Hlásny, 2003, Koreň, 2003).

Popis krajiny štruktúry pomocou indexov krajiny, teda vlastne jej kvantifikácia, umožňuje jej exaktnejšiu charakteristiku a porovnanie s inými štruktúrami, čo je môžeme využiť napríklad pri:

- hodnotení tvaru, veľkosti, izolovanosti, dĺžky a členitosti hraníc konkrétnych plôšok a koridorov, čo je využiteľné v návrhoch pre ochranu prírody alebo územné systémy ekologickej stability (ÚSES) – v zmysle Formana & Godrona (1993),
- kvantifikovaní štruktúry krajiny, a tým jej ľahším porovnaním s inými krajinami pomocou vybraných parametrov,
- kvantifikovaní a posúdení veľkosti zmeny v krajine (štruktúre krajiny) a jej vývojevej trendy v čase,
- identifikovanie mierky – dimenzie krajiny na základe multidimenzionálnej analýzy.

V našom príspevku sme sa zamerali najmä na ukážku využitia indexov krajiny pri porovnávaní štruktúry rôznych krajín medzi sebou a identifikovaní dimenzie krajiny.

METODIKA

Porovnanie druhej štruktúry krajiny viacerých území

Vytvorenie mapy druhej štruktúry krajiny je jedným zo základných krokov pri skúmaní a pochopení krajiny sféry. Poskytuje oboznámenie sa s reálnou situáciou v krajine a na jej údajoch možno stavať ďalšie analýzy, či už smerom k možnému vývoju krajinného priestoru alebo spätne skúmať procesy a javy, ktoré vyústili do súčasnej štruktúry krajiny (ako napr. v prácach Lipský, 2000, Chrástina 2005, Petrovič 2005, Boltižiar 2007, Cebecauerová 2007, Gallayová 2006, 2008).

Pre porovnanie druhej štruktúry krajiny sme vybrali štvorcové územia s rozmermi 10x10 km ležiace v neovulkanitoch stredného Slovenska, ktoré reprezentujú charakteristické časti skúmaných území z fyzickogeografického ako aj socioekonomického hľadiska (obr. 1). V Štiavnických vrchoch je to krajina najviac pozmenená baníckou činnosťou zaberajúca ich centrálnu časť, v ktorej leží Banská Štiavnica a príslušné obce. Rovnaký prístup, teda blízke okolie Kremnice, sa zvolil v Kremnických vrchoch, keďže ide tiež o stredovekú banícku krajinu. Na Poľane, v Javorí a v Cerovej vrchovine sme za reprezentatívne časti považovali prechod hornatinovej, resp. vrchovinej krajiny do pahorkatín až rovinných polí priľahlých kotlín. Na Poľane ide o územie od Kostolnej, cez Detvu až po Hriňovú zaberajúce charakteristické laznícke osídlenie a nad nimi le-

žiace svahy stratovulkánu Poľana. V Javorí do skúmaného územia patria obce ležiace v Pliešovskej kotline a lesom obklopené osady. V Cerovej vrchovine sme zvolili územie v okolí Filakova, teda časť Juhoslovenskej kotliny a Cerovej vrchoviny.



Obr. 1: Skúmané územia v neovulkanitoch stredného Slovenska

Druhotná štruktúra krajiny skúmaných území bola spracovaná vizuálnou interpretáciou ortofotomáp z roku 2003 v mierke 1:5 000 (©Geodis, ©Eurosense). Vychádzali sme z metodiky CORINE Land Cover (FERANEC a OŤAHEL 2001), no triedy DŠK sme zlúčili do zjednodušených kategórií, ktoré umožnia ich porovnanie so staršími mapovými podkladmi v nasledujúcich fázach výskumu: les, lesokroviny, nelesná drevinová vegetácia (NDV), trávobylinné porasty (TBP), trvalé kultúry, polia, vodné plochy, odkryté podložie a urbanizované plochy.

Štruktúra súčasnej krajiny (typy, tvary a usporiadanie plôch) sa zvyčajne výrazne líši od pôvodnej prírodnej krajiny. Odlišnosť je väčšinou tým väčšia, čím je krajina viac premenená, teda čím intenzívnejšie a dlhšie je využívaná. Pre prírodnú krajinu sú vo všeobecnosti skôr typické postupné prechody, plôšky nepravidelných tvarov so zvlne-
nými hranicami, kým pre človekom pretvorenú krajinu sú naopak typické ostré hranice a geometricky pravidelné plôšky. (Forman & Godron 1993, Gustafson 1998, Krönert et al. 2001).

Pomocou krajinných indexov je možné hodnotiť tri rôzne úrovne (McGarigal & Marks 1995):

- **úroveň plôšky** – pre každú vyčlenenú homogénnu jednotku (plôšku), pričom ich je možné hodnotiť samostatne (veľkosť, tvar, a pod), i v rámci typu plôšky (napr. koľko samostatných plôšok je daného typu, priemerná veľkosť plôšky v rámci typu, a pod.)
- **úroveň typu plôšky – triedy**. Indexy sú rátané pre jednotlivé typy plôšok v rámci krajiny (výsledkom je číslo za každú triedu – typ plôšky)

- **úroveň krajiny** – výsledkom výpočtu každého indexu je jedno číslo pre celú krajinu (počet všetkých plôšok, priemerná veľkosť zo všetkých plôšok v celej krajine, a pod.).

V tomto príspevku porovnávame jednotlivé krajiny pomocou indexov vypočítaných pre dve úrovne, a to úroveň triedy a úroveň krajiny. Pre charakteristiku a vzájomné porovnanie druhotnej štruktúry krajiny sme vypočítali (pomocou Patch Analyst 4 - rozšírenia ArcGIS 9.x) nasledovné krajinné indexy:

- **Počet jednotiek (N)** (samostatných polygónov) daného typu (kategórie),
- **Priemernú veľkosť (O v ha)** samostatnej jednotky (polygónu) daného typu,
- **Medián z veľkostí** samostatných jednotiek daného typu,
- **Variačný koeficient veľkosti (Cv%)** samostatných jednotiek daného typu,
- **Hustotu dĺžky hraníc (ED)** – podiel celkovej dĺžky hranice kategórie a plochy celého územia,
- **Priemerná fraktálna dimenzia plôšky (FD)** – miera zložitosti tvaru obvodu plôšky. Hodnota indexu sa blíži 1 ak má plôška jednoduchý tvar a blíži sa 2 so zvyšovaním zložitosti jej hraníc
- **Plochou váženú priemernú fraktálnu dimenziu plôšky (WFD)** – rovnaký index ako predchádzajúci pri výpočte vážený veľkosťou každej plôšky,
- **Priemerná vzdialenosť k najbližšiemu susedovi (MNN)** – vyjadruje mieru izolácie,
- **Index susedstva (IJI)** – index nadobúda hodnotu 0, ak všetky plôšky daného typu nerovnomerne susedia s ostatnými plôškami (uprednostňujú susedstvo len s istým typom plôšok), alebo sa rovná 100, ak rovnomerne susedia so všetkými ostatnými typmi,
- **Index najväčšej plôšky (LPI)** – podiel najväčšej plôšky daného typu a plochy celého územia vyjadrený v %,
- **Shannonov index heterogenity (SDI).**

VÝSLEDKY

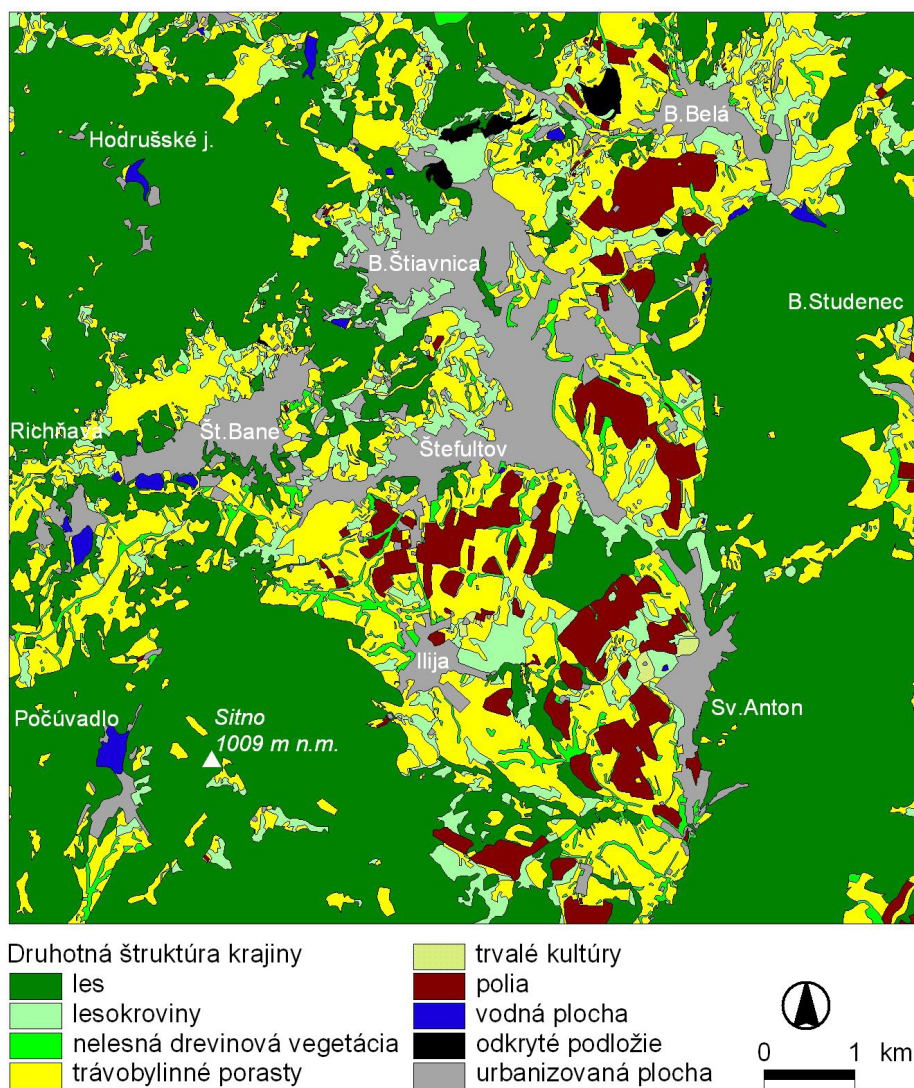
Porovnanie štruktúry krajín neovulkanitov stredného Slovenska

Pri porovnaní viacerých krajín na základe kvantifikácie ich druhotnej štruktúry vychádzame z predpokladu, že spôsob využívania krajiny človekom (čoho je odrazom druhotná štruktúra krajiny) je do veľkej miery závislý na prírodných podmienkach. Teda, že v podobných prírodných podmienkach je spôsob i štruktúra využívania krajiny podobná. Ak aj človek skúšal rôzne spôsoby využívania historická skúsenosť ho nakoniec priviedla k veľmi podobnému spôsobu, ako iných ľudí inde v podobných podmienkach.

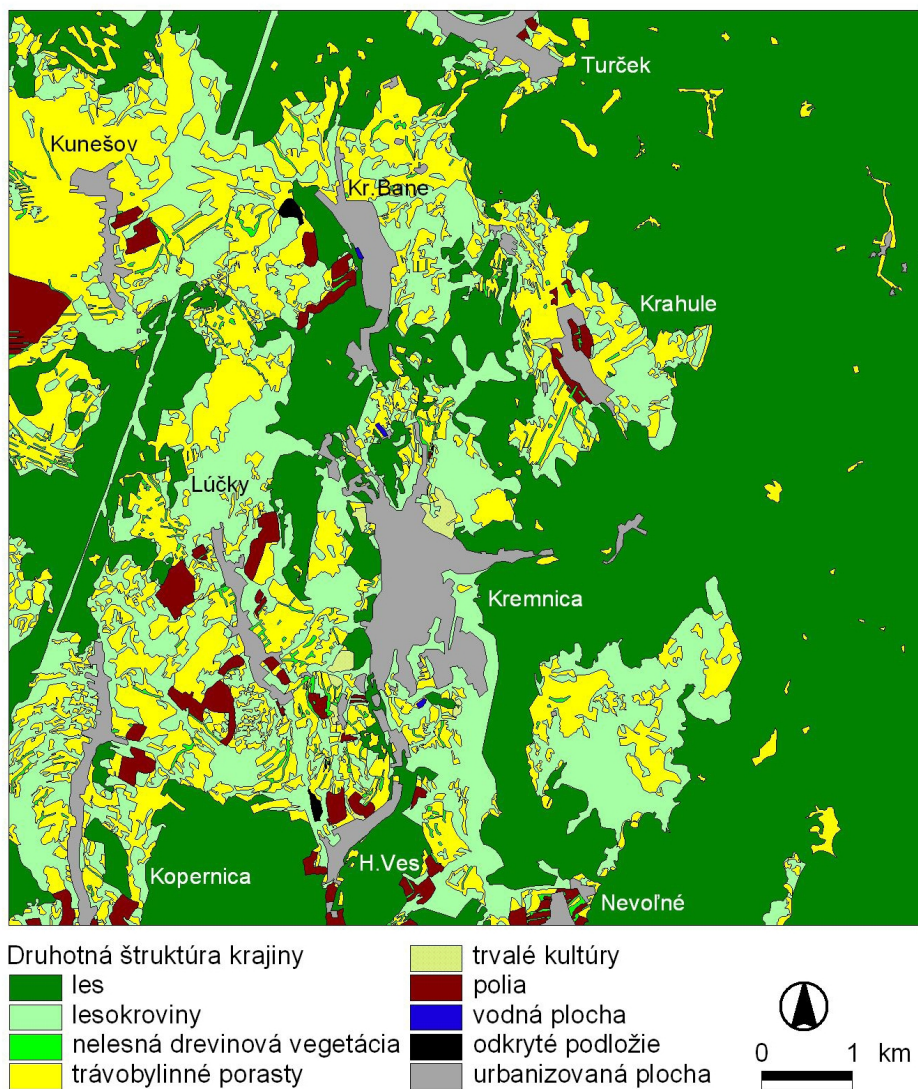
Na základe porovnania prírodných pomerov v hodnotených krajinných výrezoch (bližšie Kunca et al., 2008), môžeme konštatovať, že vlastnosťami prírodnej krajiny sú si navzájom najviac podobné modelové územia Kremnické vrchy a Poľana. Tieto územia sú najvyššie položené, s najvyššou členitosťou reliéfu, tomu odpovedajúcej chladnejšej klíme a vegetácii s výrazným podielom spoločenstiev vyšších vegetačných stupňov. O niečo nižšie situované, s nižšou členitosťou, teplejšou klímou je modelové územie Štiavnické vrchy, ktoré však svojim charakterom možno ešte priradiť k prvým dvom.

Odlišné od predchádzajúcich je modelové územie Javorie, ktoré tvorí akýsi prechod od predchádzajúcich podhorských až horských krajín ku najvýraznejšie odlišnému modelovému územiu, s charakterom kotlinovej krajiny, Cerovej vrchovine.

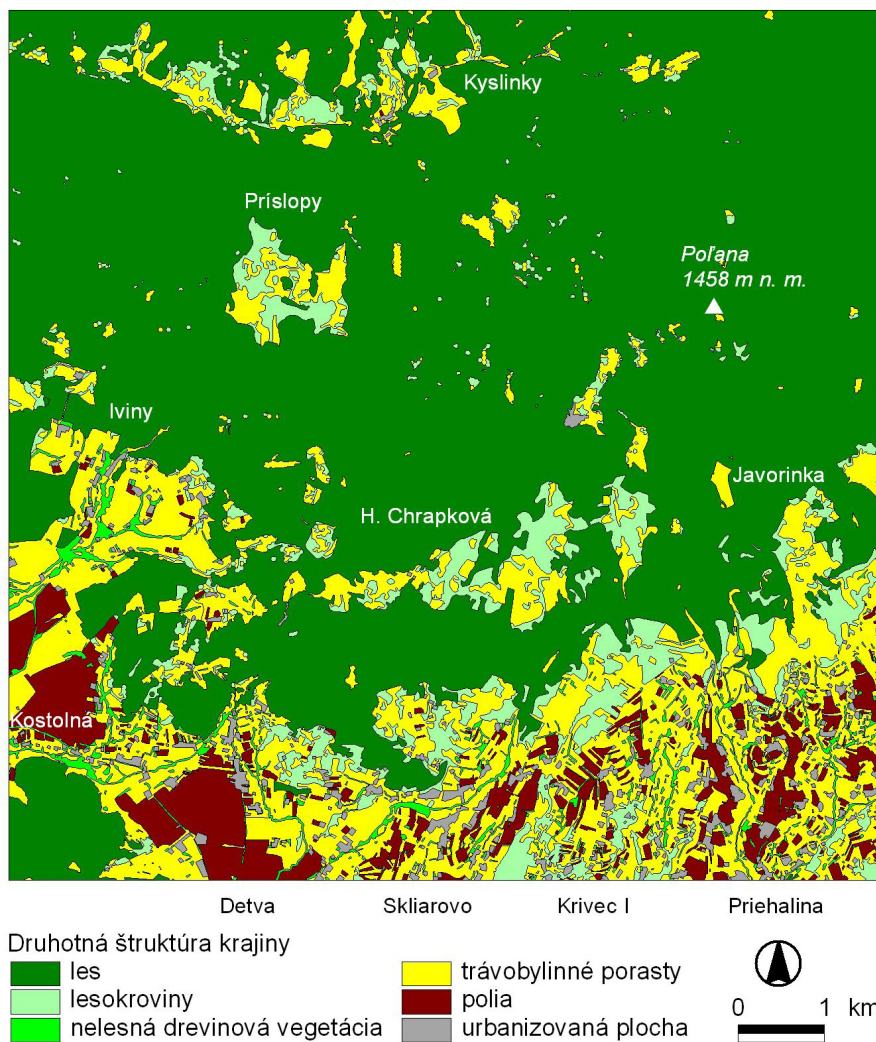
Druhotnú štruktúru krajiny vybraných území dokumentujú obrázky 2 až 6. Pre vzájomné porovnanie skúmaných častí krajín neovulkanitov stredného Slovenska môžeme použiť i zosumarizované rozlohy tried DŠK, resp. ich percentuálny podiel (obr. 7). Vidíme, že lesná krajina prevláda s viac ako 50 % vo všetkých skúmaných územiach. Na Poľane les pokrýva až takmer 65 %. Výnimkou je Cerová vrchovina, kde les tvorí len okolo 41 %, no i tak je najrozsiahlejšou triedou DŠK. Vzácná zhoda je aj v rozlohe trávobylinných porastov, ktoré tvoria od 18 do 21 %, v Cerovej vrchovine len približne 11 %. Rovnako vyrovnané sú podiely lesokrovín, okolo 7 % územia s výnimkou Kremnice, kde predstavujú vyše 19 % v bezprostrednej blízkosti sídiel a tvoria súvislý prechod do lesných komplexov. Z máp DŠK je zreteľný trend postupného zarastania TBP a polí v dôsledku ich neobhospodarovania. Značne rozdiely sú v rozlohách urbanizovaných plôch a polí. Najmenšiu plochu zaberajú sídla na Poľane a v Javorí, typ osídlenia je tu však veľmi podobný. Menšie vidiecke sídla v kotlinovej časti a laznícke osídlenie vo vyšších polohách. Charakter osídlenia v Štiavnických vrchoch, Kremnických vrchoch a Cerovej vrchovine je tiež značne podobný. Nachádza sa tu menšie mesto (Banská Štiavnica, Kremnica, Filákov), ktoré postupne zrasta o okolitými obcami (Štefultov, Kremnické Bane, Horná Ves, Biskupice) a niekoľko samostatných vidieckych sídiel. V rozlohe a charaktere polí sú skúmané územia značne diferencované. Najmenej polí je v Kremnici, kde dochádza k ich rozsiahlemu úbytku v dôsledku neobhospodarovania. V Štiavnických vrchoch a na Podpoľaní je podiel ornej pôdy takmer rovnaký, rozdielny je len jej charakter. Na Poľane ide o úzkobloky na terasách, v Banskej Štiavnici o stredne veľké bloky ornej pôdy na plochých chrbtoch. Javorie predstavuje zmiešaný typ, veľkobloky polí v kotline a úzkobloky vo vrchovine. V Cerovej vrchovine a priľahlej Juhoslovenskej kotline sa orná pôda vyskytuje takmer výlučne vo forme veľkoblokov a zaberá aj najväčšiu rozlohu spomedzi skúmaných území. Vodné plochy sú reprezentované 20 umelými vodnými nádržami – tajchami v Štiavnických vrchoch, ktoré slúžili ako zdroj hnacej sily pre banské stroje a v súčasnosti sú využívané prevažne pre rekreáciu. Odkryté podložie je tvorené aktívnymi lomami v Štiavnických vrchoch a v Cerovej vrchovine, výsypkami a odkaliskami v Štiavnických vrchoch a v Kremnických vrchoch. Charakteristickým pre krajinu Cerovej vrchoviny je aj relatívne vysoký podiel trvalých kultúr (záhrad, viníc a sádov), ktorý vyplýva z jej priaznivých klimatických podmienok. Ojedinelo sa vyskytujú aj v okolí Svätého Antona, kde však rovnako ako v predchádzajúcom území postupne zarastajú v dôsledku nevyužívania.



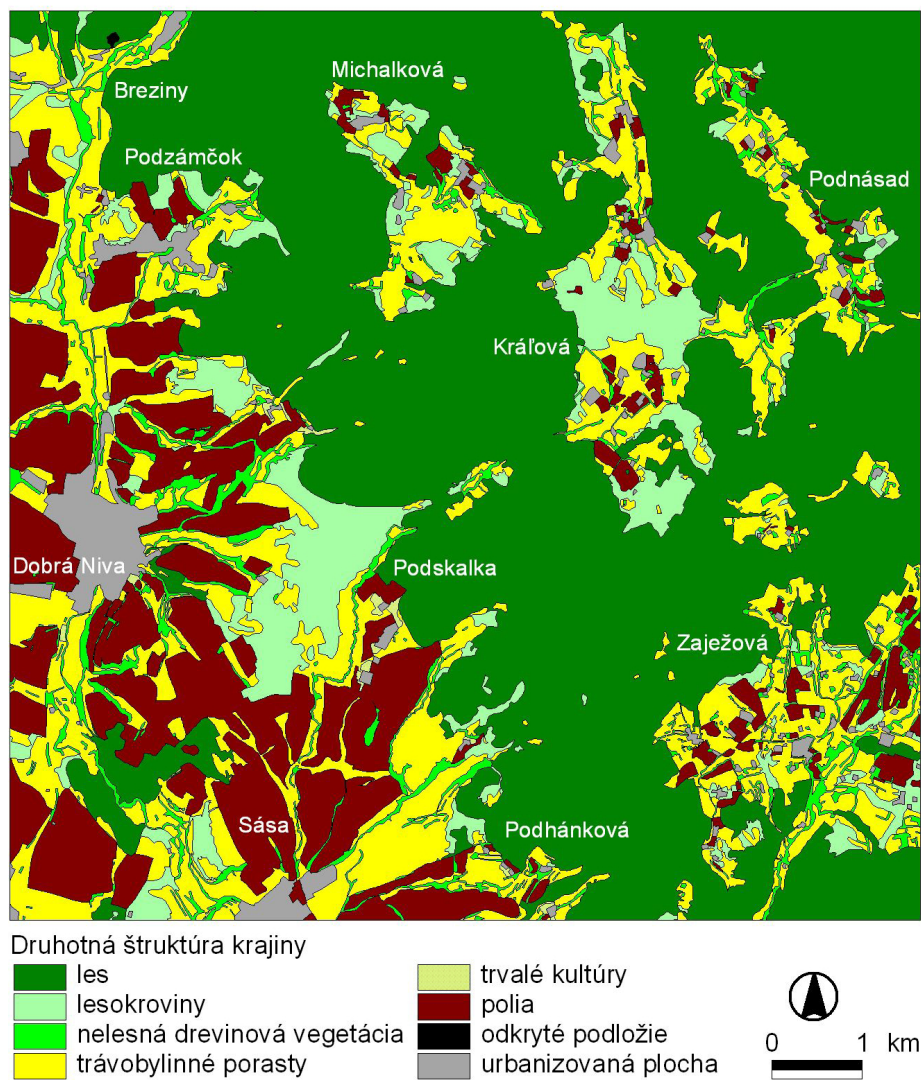
Obr. 2: Druhotná štruktúra krajiny skúmaného územia Štiavnických vrchov



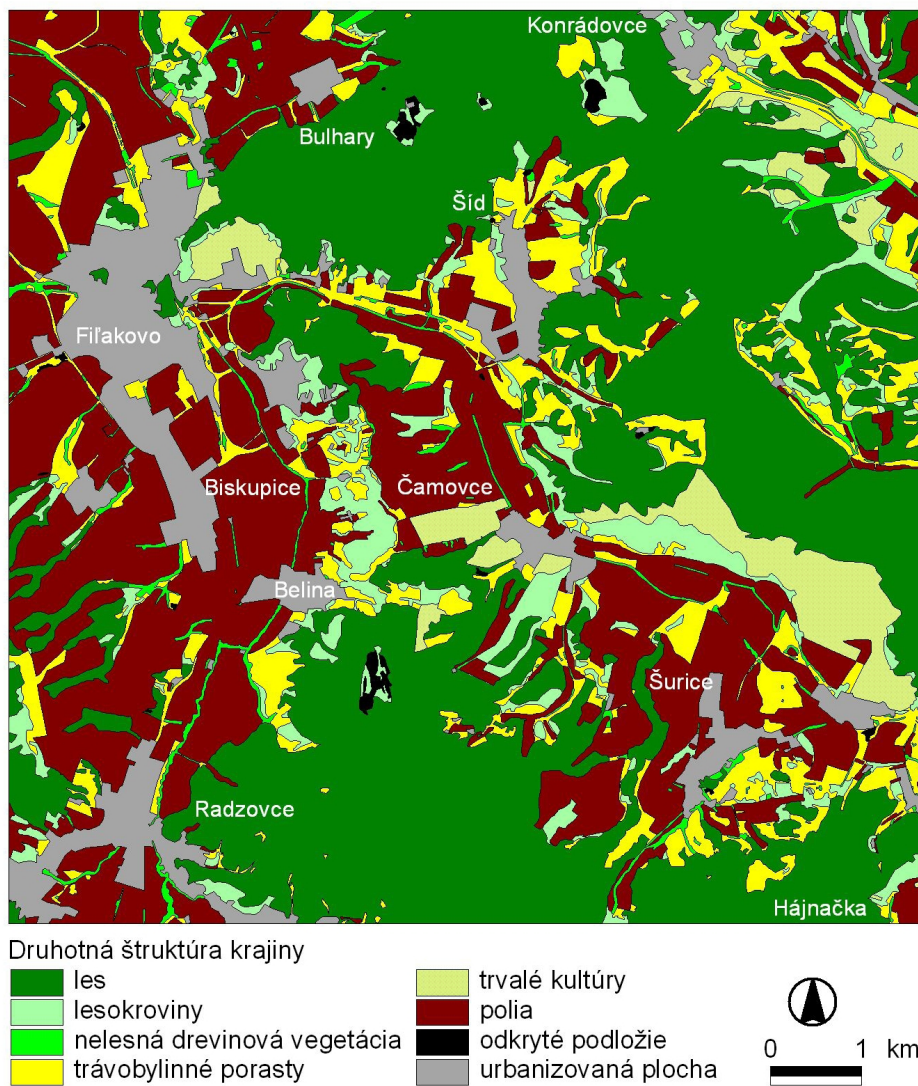
Obr. 3: Druhotná štruktúra krajiny skúmaného územia Kremnických vrchov



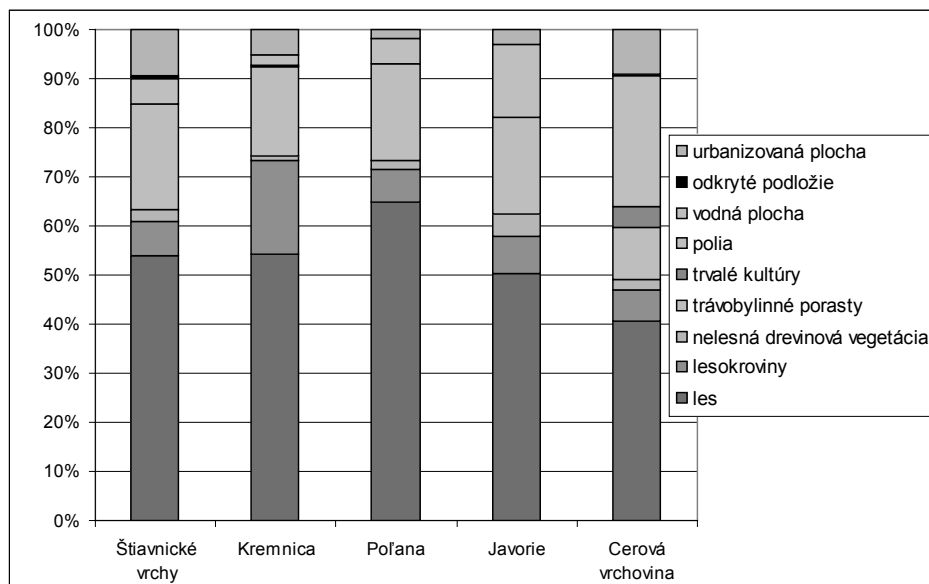
Obr. 4: Druhotná štruktúra krajiny skúmaného územia Poľany



Obr. 5: Druhotná štruktúra krajiny skúmaného územia Javora



Obr. 6: Druhotná štruktúra krajiny skúmaného územia Cerovej vrchoviny



Obr. 7: Zastúpenie tried druhotnej štruktúry krajiny v skúmaných územiach

Východiskom súčasnej krajiny je krajina prírodná, ktorá tvorí jej základný rámec. Vlastnosti zložiek prírodnej krajiny predurčujú, obmedzujú či limitujú spôsob a intenzitu jej využívania a výslednú podobu, alebo presnejšie možné podoby súčasnej krajiny. Každá krajina, aj tá výrazne premenená ľudskou činnosťou, sa riadi aj prírodnými zákonitostami. Pre spôsob a štruktúru využívania krajiny sú prinajmenšom rovnako dôležité aj kultúrne tradície a historický vývoj. Z tohto hľadiska sú si najpodobnejšie územia v krajinných výrezoch Štiavnických vrchov a Kremnických vrchov.

Hodnotenie indexov na úrovni krajiny

Najväčší počet samostatných plôšok je na Poľane (1940), za ním nasledujú Štiavnické vrchy (1464) a Javorie (1128). Podstatne menej rozdrobená je krajina v Cerovej vrchovine (981) a v Kremnických vrchoch (848), v rámci ktorých je aj najväčšia priemerná veľkosť plôšky (tab. 1). Rovnako variabilita veľkosti plôšok je väčšia v územiach s vyšším počtom samostatných plôšok, najvyššia je na Poľane a najnižšia v Cerovej vrchovine. Celková dĺžka hraníc (ekotónov) je vyrovnaná vo všetkých štvorcoch, avšak najvyššia v Štiavnických vrchoch a najnižšia v Cerovej vrchovine. Na základe indexu fraktálnej dimenzie a vázenej fraktálnej dimenzie možno konštatovať, že v priemere najprirodzenejšie (najčlenitejšie) tvary majú plôšky v štvorcoch Poľana a Kremnické vrchy, oproti plôškam v štvorcoch Štiavnické vrchy, Javorie a Cerová vrchovina, ktorých tvary sú v priemere pravidelnejšie. Najmenšia izolovanosť plôšok rovnakého typu je na Poľane, o niečo vyššia je v Kremnických vrchoch a Javorí, ešte vyššia v Štiavnických vrchoch a najvyššia v Cerovej vrchovine. Najrovnomernejšie susedstvo jednotlivých foriem využitia zeme je v Cerovej vrchovine a potom na Poľane. Javorie a Štiavnické vrchy majú menej vyrovnané susedstvo. Najväčšia preferencia susedstva len s istými formami využitia zeme sa

prejavuje medzi plôškami v Kremnických vrchoch. Najvyššia miera dominancie jednej kategórie je v krajine v štvorci Poľana, ktorá je síce rozdiferencovaná na najväčší počet polygónov, ale podiel najväčšej plôšky (les) je až 63 % z plochy celého štvorca. Najmenšia dominancia je v štvorcach Cerová vrchovina a Štiavnické vrchy.

Tab. 1: Indexy na úrovni krajiny

	N	Ø	Cv%	ED	FD	WFD	MNN	IJI	LPI
Štiavnické vrchy	1464	6,83	1062,15	178,84	1,37	1,37	96,00	63,24	17,98
Kremnické vrchy	848	11,84	995,48	157,76	1,48	1,37	82,60	51,09	41,69
Poľana	1940	5,15	2790,62	163,54	1,41	1,40	61,90	75,28	62,97
Javorie	1128	8,87	1580,38	152,60	1,40	1,36	84,70	66,13	46,86
Cerová vrchovina	981	10,20	757,28	146,93	1,39	1,34	119,40	80,72	19,43

Hodnotenie indexov na úrovni triedy DŠK

Druhou možnosťou sumarizácie výsledkov je porovnanie jednotlivých tried DŠK medzi jednotlivými územiaми. Kým v predchádzajúcej podkapitole boli hodnotené jednotlivé triedy DŠK v rámci každého územia, čo nám umožnilo hlbšie popísať vlastnosti konkrétneho územia, v tejto časti porovnáme priestorové charakteristiky jednej triedy DŠK v skúmaných krajinných výrezoch, čo nám umožní lepšie posúdiť vzájomnú podobnosť, či rozdielnosť území.

Najväčší podiel z územia zaujíma les (tab. 2) na Poľane, najmenší v Cerovej vrchovine. Les zo všetkých foriem využitia zeme tvorí najkompaktnejšie plôšky. Najsúvislejšie sú lesné plochy na Poľane, keďže lesná plocha je rozdrušená na najmenší počet plôšok, pričom aj zastúpenie lesa je na Poľane najvyššie, taktiež index podielu najväčšej plôšky (LPI) je najvyšší. Podobne je na tom Kremnica a Javorie. Naopak najviac rozdrušený je les v Cerovej vrchovine a Banskej Štiavnici, v ktorých je les rozdrušený na najväčší počet plôšok, priemerná veľkosť plochy je nižšia ako u predchádzajúcich troch a index podielu najväčšej plochy z územia je najnižší. Variabilita veľkosti plôšok je najvyššia zo všetkých tried DŠK. Najviac členitá je hranica lesa v Banskej Štiavnici a najmenej v Javorí. Hodnota fraktálnej dimenzie je podobná vo všetkých územiach, v priemere jej hodnota ukazuje na druhú najväčšiu neprírodnosť tvarov plôšok, hneď po poliach, čo je spôsobené jednak tým, že zaberajú veľké súvislé plochy ako aj tým, že rozširovanie sa lesa (zarastanie okolitých plôch) je už hodnotené v rámci kategórie lesokrovín. Najprírodzenejšie sú hranice Javoria. Izolovanosť plôšok lesa je najnižšia v Štiavnici a v Cerovej vrchovine. Výrazne najvyššia je na Poľane. Tento výsledok korešponduje s už spomínanou väčšou kompaktnosťou lesa na Poľane a naopak väčšou rozdrušenosťou lesa v Banskej Štiavnici a Cerovej vrchovine. Ako vidieť z indexu IJI lesy skôr preferujú susedstvo s určitými triedami DŠK, až na Cerovú vrchovinu, kde je ich susedstvo výrazne rovnomernejšie so všetkými triedami DŠK.

Tab. 2: Indexy na úrovni triedy pre les

Les	zastúpenie %	N	Ø	MED	Cv %	ED	MPE/1000	FD	WFD	MNN	IJI	LPI
SV	54	67	80,47	3,10	401	36,80	5,49	1,33	1,36	56,40	56,80	17,98
KV	54	32	169,04	9,81	427	26,09	8,15	1,34	1,34	103,56	49,79	41,69
P	65	23	281,52	1,28	456	25,42	11,052	1,33	1,37	184,11	50,69	62,97
J	50	28	179,73	0,79	483	20,27	7,24	1,38	1,35	124,63	59,66	46,86
CV	41	68	59,95	4,19	456	27,43	4,04	1,34	1,35	92,60	78,46	19,43

Plôšky NDV (tab. 3) majú vo všetkých štvorcoch nízke zastúpenie, sú však najrozptýlenejšie zo všetkých tried DŠK, čo je vidieť z veľkého počtu samostatných plôšok, malej priemernej veľkosti plôšok ako i mimoriadne nízkeho LPI. Najrozptýlenejšie sú v území Poľany, najmenej v Javorí a Cerovej vrchovine. Variabilita veľkosti plôšok je nižšia ako pri lese. Členitosť ich hraníc je najvyššia v Javorí, najnižšia v Kremnických vrchoch a potom v Cerovej vrchovine. Hodnoty fraktálnej dimenzie sú podobné v jednotlivých územiach, prirodzenosť hraníc NDV je celkovo najvyššia zo všetkých tried DŠK. Hranice sú prirodzenejšie na Poľane, Kremnických vrchoch a Javorí, než v Štiavnických vrchoch a Cerovej vrchovine. Izolovanosť jednotlivých plôšok je v priemere nižšia ako u lesa, najviac izolované sú plôšky NDV v Cerovej vrchovine, najmenej na Poľane a Javorí. Ako vidieť z hodnôt indexu IJI, NDV výrazne preferujú susedstvo s istým typom plôšok, čo je najvýraznejšie v Kremnici, naopak o niečo rovnomernejšie susedí NDV so všetkými plôškami v Cerovej vrchovine a potom v Javorí.

Tab. 3: Indexy na úrovni triedy pre nelesnú drevinovú vegetáciu(NDV)

NDV	zastúpenie %	N	Ø	MED	Cv %	ED	MPE/1000	FD	WFD	MNN	IJI	LPI
SV	3	405	0,63	0,22	204	21,38	0,53	1,46	1,47	65,85	38,34	0,15
KV	1	226	0,39	0,25	102	10,16	0,45	1,48	1,49	72,47	30,35	0,03
P	2	595	0,31	0,10	394	20,00	0,34	1,46	1,51	41,37	38,90	0,22
J	4	385	1,14	0,28	300	33,65	0,87	1,47	1,50	52,74	47,84	0,44
CV	2	228	0,89	0,28	201	15,57	0,68	1,46	1,47	102,46	60,75	0,16

Trávobylinné porasty sú druhou najzastúpenejšou kategóriou DŠK (tab. 4). Výrazne nižší podiel z územia zaberajú v Cerovej vrchovine oproti ostatným územiám. TBP sú menej kompaktné ako les, ale viac ako NDV. Najkompaktnejšie sú na Poľane, na čo poukazuje nižší počet plôšok a hodnota LPI z približne rovnako veľkej plochy. Variabilita veľkosti plôšok je vysoká najmä na Poľane a Kremnických vrchoch. Hranice TBP sú najčlenitejšie zo všetkých tried DŠK, najvyššia je v Štiavnických vrchoch a na Poľane, najnižšia v Cerovej vrchovine. Prirodzenosť tvarov (index fraktálnej dimenzie) je väčšia ako pri lese, ale menšia ako pri NDV. Izolovanosť jednotlivých plôšok je v priemere pri TBP o niečo nižšia ako pri lese a NDV. Hodnota IJI je v priemere najvyššia zo všetkých tried DŠK, čo znamená, že TBP výrazne nepreferujú susedstvo so žiadnymi triedami DŠK, až na územie Kremnických vrchov. Naopak na Poľane je vyrovnanosť susedstva takmer dokonalá.

Tab. 4: Indexy na úrovni triedy pre trávobylinné porasty (TBP)

TBP	zastúpenie %	N	Ø	MED	Cv%	ED	MPE/1000	FD	WFD	MNN	IJI	LPI
SV	21	425	5,04	1,03	277	64,94	1,53	1,32	1,41	48,79	72,60	1,44
KV	18	441	4,10	0,82	472	57,75	1,31	1,39	1,42	55,48	53,27	3,08
P	20	286	6,90	0,63	598	64,33	2,25	1,37	1,48	74,16	97,52	7,49
J	20	296	6,66	1,51	225	55,21	1,87	1,36	1,40	42,42	74,81	1,32
CV	11	239	4,51	1,53	168	34,57	1,45	1,40	1,38	83,85	82,06	0,50

Najvyššie zastúpenie majú lesokroviny v Kremnických vrchoch (tab. 5). Najkompaktnejšie sú v Kremnických vrchoch, z čoho možno usudzovať na opúšťanie využívania súvislých veľkých plôch. Naopak najrozdrobenejšie sú na Poľane, čo ukazuje oproti Kremnici skôr na zarastanie okrajových častí TTP, či polí. Variabilita veľkosti plôšok je podobná ako pri TBP. Členitosť hraníc je v priemere nižšia ako pri TBP, ale vyššia ako pri lese a NDV. Prirodzenosť hraníc je po NDV druhá najvyššia z tried DŠK. Izolovanosť plôšok je nižšia než pri lese, ale vyššia ako pri NDV a TBP. LSK výrazne nepreferujú susedstvo s ostatnými triedami, najrovnomernejšie s ostatnými kategóriami susedia plochy LSK v Cerovej vrchovine, potom v Javorí. Naopak najmenej rovnomerne v Kremnických vrchoch, čo by mohlo byť následkom opúšťania obhospodarovania len istej triedy DŠK (TBP).

Tab. 5: Indexy na úrovni triedy pre lesokroviny (LSK)

LSK	zastúpenie %	N	Ø	MED	Cv%	ED	MPE/1000	FD	WFD	MNN	IJI	LPI
SV	7	299	2,32	0,89	173	30,09	1,01	1,40	1,40	83,25	57,18	0,34
KV	19	225	8,60	1,07	410	53,72	2,39	1,40		32,32	45,79	3,57
P	7	390	1,73	0,37	274	27,90	0,72	1,41	1,40	73,09	53,61	0,40
J	8	116	6,53	1,92	333	15,93	1,37	1,37	1,35	156,73	63,41	2,03
CV	6	181	3,46	1,52	196	19,87	1,10	1,37	1,37	111,19	81,48	0,55

Najvyšší podiel z plochy územia zaberajú polia v Cerovej vrchovine a Javorí (tab. 6). Najrozdrobenejšie sú polia na území Poľany, kde je ich plocha rozdelená na najväčší počet plôšok, ktoré majú výrazne najnižšie veľkosti (úzkobloková orná pôda). Najkompaktnejšie sú polia v Cerovej vrchovine a Javorí. Výrazne najvyššia variabilita veľkostí jednotlivých plôšok polí je na Poľane. Členitosť hraníc polí je najnižšia zo všetkých tried DŠK. Ako vidno aj z hodnôt indexu fraktálnej dimenzie, polia majú zo všetkých foriem najmenej prirodzené, teda najpravidelnejšie tvary. Najviac izolované sú polia v Štiavnických vrchoch, potom v Kremnických vrchoch a najmenej v Cerovej vrchovine a na Poľane. Polia susedia s ostatnými plochami bez výraznejšej preferencie, až na územie Poľany, kde je index vyrovnanosti susedstva najnižší.

Tab. 6: Indexy na úrovni triedy pre polia

Polia	zastúpenie %	N	Ø	MED	Cv%	ED	MPE/1000	FD	WFD	MNN	IJI	LPI
SV	5	79	6,21	1,42	216	7,84	0,99	1,26	1,30	224,73	62,87	0,68
KV	2	52	4,15	1,65	144	4,94	0,95	1,33	1,31	107,86	70,44	0,36
P	5	277	1,84	0,34	424	14,72	0,53	1,41	1,33	62,38	53,21	0,97
J	15	128	11,62	2,21	212	19,00	1,48	1,37	1,30	84,12	67,76	1,89
CV	27	159	16,84	3,72	269	32,49	2,04	1,36	1,32	53,40	82,50	3,86

Zastúpenie trvalých kultúr (tab. 7) je v jednotlivých územiach minimálne, s výnimkou Cerovej vrchoviny, z čoho vyplýva i malý počet samostatných plôšok i najnižšia variabilita ich veľkostí zo všetkých tried DŠK. Trvalé kultúry majú spolu s poliami najpravidelnejšie tvary jednotlivých plôch (najnižší index fraktálnej dimenzie), teda najnižšiu prirodzenosť hraníc. Plôšky TK sú zo všetkých tried najviac izolované, až na územie Štiavnických vrchov. S ostatnými kategóriami DŠK susedia bez výraznej preferencie len niektorých, najvyrovnannejšie susedstvo je v Cerovej vrchovine.

Tab. 7: Indexy na úrovni triedy pre trvalé kultúry (TK)

TK	zastúpenie %	N	Ø	MED	Cv%	ED	MPE/1000	FD	WFD	MNN	IJI	LPI
SV	0	6	1,97	0,94	85	0,35	0,58	1,32	1,30	65,08	63,85	0,05
KV	0	7	3,38	1,46	105	0,62	0,89	1,33	1,32	502,47	73,72	0,11
P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J	0	14	1,12	1,02	53	0,80	0,57	1,36	1,36	277,02	76,09	0,02
CV	4	23	17,96	5,46	224	4,61	2,01	1,32	1,30	248,85	81,6	1,99

Najvyšší podiel z územia zaberajú urbanizované plochy (URB) v krajinných výrezoch Štiavnických vrchov a Cerovej vrchoviny (tab. 8), naopak najnižšiu plochu zaberajú na Poľane a Javorí. Najrozptýlenejšie sú urbanizované plochy na Poľane, kde aj keď zaberajú najmenšiu plochu, sú rozdelené na najväčší počet samostatných plôch, najkompaktnejšie sú urbanizované plochy, ako to vyplýva i z ich zastúpenia v území, v Štiavnických vrchoch a v Cerovej vrchovine. Urbanizované plochy patria k triedam DŠK s pravidelnejšími tvarmi medzi ktoré patria aj trvalé kultúry, polia, les, na rozdiel od NDV, TBP a lesokrovín, ktoré majú členitejšie tvary. Izolovanosť urbanizovaných plôch patrí medzi najvyššie, s výnimkou Poľany. Najvyrovnannejšie susedstvo s ostatnými triedami DŠK majú urbanizované plochy v Cerovej vrchovine, najmenej vyrovnané, už s istou mierou preferencie sú urbanizované plochy v Kremnických vrchoch a na Poľane.

Tab. 8: Indexy na úrovni triedy pre urbanizované plochy (URB)

URB	zastúpenie %	N	Ø	MED	Cv%	ED	MPE/1000	FD	WFD	MNN	IJI	LPI
SV	9	152	6,14	0,35	625	15,40	1,01	1,32	1,38	153,36	71,75	4,47
KV	5	41	12,45	1,07	261	8,06	1,96	1,36	1,36	142,91	65,72	1,97
P	2	369	0,50	0,24	137	11,17	0,30	1,38	1,37	66,89	65,66	0,07
J	3	160	1,85	0,44	472	7,69	0,48	1,36	1,32	162,32	72,55	1,06
CV	9	62	14,44	0,81	356	11,16	1,80	1,36	1,34	225,81	83,41	3,77

Celkovo možno zhrnúť, že najsúvislejšie plochy v každom štvorci zaberá les, avšak v skúmaných územiach Štiavnických vrchov a Cerovej vrchoviny je táto kategória podstatne rozdrobenejšia a rovnako i priemerná veľkosť plôšky lesa je v týchto štvorcoch podstatne nižšia. Naopak najrozdrobenejšou kategóriou DŠK vo všetkých skúmaných územiach je NDV, ktorej priemerná veľkosť plôšky patrí medzi najnižšie, rovnako ako aj podiel najväčšej plôšky z plochy celého štvorca (LPI index). Variabilita veľkosti jednotlivých plôšok je veľmi veľká, najnižšia však u trvalých kultúr a odkrytého podlažia s výnimkou Cerovej vrchoviny, kde nižšiu variabilitu vykazuje TBP, lesokroviny, i NDV. Najdlhšiu hranicu majú zvyčajne TBP a najnižšiu trvalé kultúry. V spojitosti s nižšou variabilitou veľkostí jednotlivých plôch trvalých kultúr a ich najkratšou hranicou vyplýva, že majú zvyčajne pravidelné tvary s približne rovnakou veľkosťou. Najzložitejšie (prirodzenejšie) tvary majú kategórie NDV, lesokroviny a TBP. Pravidelnejšie tvary vykazujú plôšky trvalých kultúr, polí, urbanizovaných plôch a lesa. Tento výsledok súhlasí so závermi (Turner 1987), že čím väčší je antropogénny vplyv, tým nižšie hodnoty dosahuje index fraktálnej dimenzie. Najviac izolované bývajú plôšky kategórií vyskytujúcich sa ojedinele – ako vodné plochy, odkryté podlažie či trvalé kultúry. Avšak v závislosti od vlastností krajiny môžu patriť medzi izolovanejšie plochy aj les alebo urbanizované plochy. Najmenej izolované bývajú plôšky TBP, lesa, polí a NDV. Najrovnomernejšie s ostatnými kategóriami (bez výraznej preferencie nejakej kategórie) susedia plôšky TBP, urbanizovaných plôch, trvalých kultúr a polí. Naopak, zvyčajne susedia len s istými kategóriami plôšky NDV, lesokrovín alebo lesa.

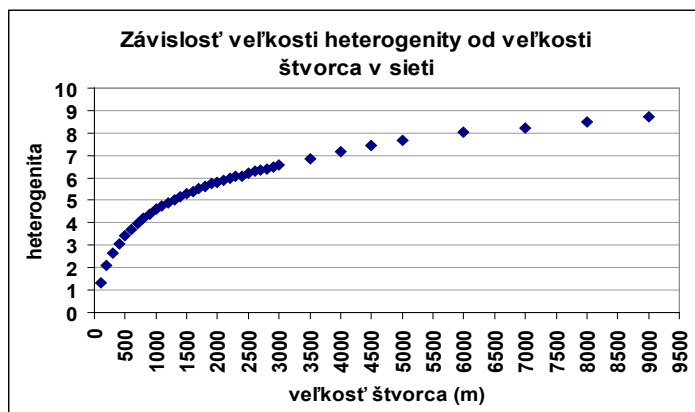
HODNOTENIE DIMENZIE KRAJINY NA PRÍKLADE CHKO–BR POLANA

Ako ďalší príklad možného využitia indexov krajiny tu uvádzame identifikovanie dimenzie (mierky) krajiny. Priestorová štruktúra je podmienená prírodnými a antropogénnymi procesmi a prejavuje sa formou plôšok, gradientov, procesov, ktoré sú pozorovateľné a prejavujú sa špecifickým spôsobom v rôznych dimenziách. V krajine možno potom vyčleniť viacero hierarchických úrovní, ktoré sú charakteristické špecifickým charakterom a spôsobom diferenciacie procesov (Turner, Gardner 1991, Hlásny 2003).

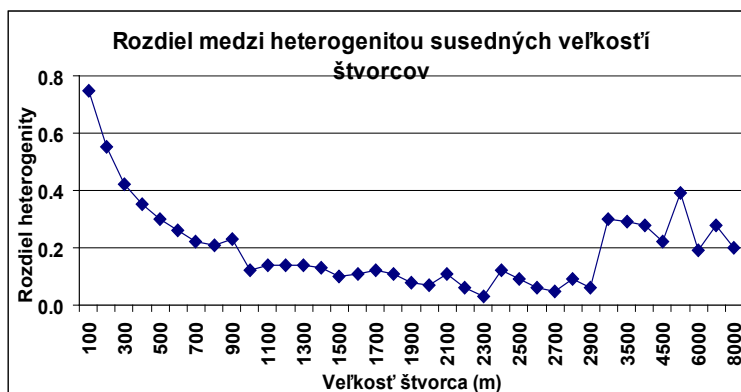
Pri hľadaní dimenzie krajiny sme vychádzali z hodnotenia heterogenity abiotického subsystému krajiny (ABK), ktorú sme vypočítali pomocou Shannonovho indexu vypočítaného na základe vzťahu:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \lg p_i, \quad p_i = \frac{n_i}{N},$$

n_i - plocha ABK (ako suma všetkých individuálnych ABK rovnakého typu v danej krajine, alebo štvorci – ak územím preložíme štvorcovú sieť), N - plocha krajiny (alebo štvorca), (Michal, 1992, Hlásny, 2003, Koreň, 2003). Veľkosť heterogenity sa s veľkosťou územia (štvorca) v rámci ktorého ho hodnotíme zvyšuje. Na väčšom území je zvyčajne väčší počet ABK a aj vyšší počet rozdielnych typov ABK (jednotiek). Pri určitej veľkosti štvorca však už nepribúdajú nové typy plôšok, len sa zvyšuje ich počet - hodnota heterogenity sa síce ešte zvyšuje, ale menej výrazne. Túto zmenu (alebo zmeny) sa snažíme identifikovať a stotožňujeme ju s dimenziou (dimenziami) krajiny. Preto sme hodnotené územie preložili sériou štvorcových sietí rôznej veľkosti. Pre každú sieť vypočítali hodnotu heterogenity v každom štvorci a z nich priemernú hodnotu pre danú sieť (veľkosť štvorca). Na základe týchto priemerných hodnôt bol zostrojený graf zmeny veľkosti heterogenity v závislosti od zmeny veľkosti štvorca. Veľkosti strán štvorcov jednotlivých sietí boli odstupňované po 100 m až po sieť s veľkosťou štvorca 3 km. Potom sme použili ešte siete s veľkosťou strany štvorca 3500 m, 4000 m, 4500 m, 5000 m, 6000 m, 7000 m, 8000 m a 9000 m (obr. 8). Na krivke sme identifikovali príslušnú zmenu rastu. Metódu nazývame multidimenzionálna analýza štvorcom (Turner & Gardner, 1991, Hlásny, 2003). Pre lepšie identifikovanie zmeny v priebehu rastu heterogenity so zvyšovaním veľkosti štvorca, sme túto závislosť zobrazili ako rozdiel medzi hodnotami heterogenity susedných veľkostí štvorcov (obr. 9). Zmenu v priebehu možno identifikovať medzi sieťami s veľkosťou štvorca 900 m a 1000 m. Zvýšenie rozdielov pri veľkosti štvorca nad 2900 m je spôsobené veľkými skokmi veľkosti štvorca a nie zmenou v priebehu, ako to vidno aj na obr. 1. Na základe tejto analýzy sme za základnú veľkosť štvorca pre posúdenie heterogenity abiotického subsystému krajiny CHKO-BR Poľana pokladali hodnotu 900 m (Gallay, 2009). Index heterogenity je možné použiť (rovnako ako vyššie popísané indexy) na porovnanie štruktúry jednotlivých krajín medzi sebou, či ich vývoj v čase.



Obr. 8: Závislosť veľkosti heterogenity od veľkosti štvorca



Obr. 9: Rozdiel heterogenít susedných veľkostí štvorcov

ZÁVER

Výpočtová technika a rozvoj geografických informačných systémov umožňujú vykonať v krátkom čase a z veľkého územia aj pomerne zložité výpočty so zameraním na rôzne aspekty (tvar, veľkosť, vzdialenosť, atď.) krajinej štruktúry. Ľahkosť výpočtu však spôsobila, že vzniklo značné množstvo indexov, ktoré často vyjadrovali to isté. Najzávažnejším problémom sa stáva interpretácia vypočítaných indexov, ich súvis s určitými procesmi alebo vlastnosťami, ako aj to, že vypočítaná hodnota indexu môže byť rovnaká aj pre viacero rôznych štruktúr krajiny. Na druhej strane indexy umožnili objektivizovať porovnávanie jednotlivých parametrov štruktúry krajiny a ich zmien v čase. V súčasnosti sú indexy krajiny pokladané za veľmi dobrý nástroj kvantifikovania rôznych aspektov krajinej štruktúry, avšak s určitou zdržanlivosťou pri ich interpretácii (Gustafson, 1998).

Získané výsledky porovnania kvantitatívnych znakov plôch druhotnej štruktúry krajiny skúmaných území v slovenských neovulkanitoch vo všeobecnosti potvrdili, že podobne ako pri prírodných podmienkach, najviac sa od ostatných území odlišuje DKŠ Cerovej vrchoviny a že viac sa podobajú Poľana, Kremnické vrchy a Štiavnické vrchy s prechodným postavením územia Javoria. Využívanie krajiny nie je len odrazom prírodných podmienok, rovnako významným je kultúrno–historický vývoj a socioekonomické vplyvy. Preto niektoré charakteristiky využívania krajiny a súčasnej štruktúry krajiny sú podobné v rámci krajín s odlišnými prírodnými podmienkami a naopak. Multidimenzionálna analýza mierky krajiny na príklade abiotického subsystému Poľany stanovila medznú veľkosť posudzovaného štvorca na približne 1000 m, čo je poznatok využiteľný v ďalších krajinnoekologických analýzach.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektu VEGA č. 1/0026/08 Vývoj využitia krajiny a jeho vzťah ku zložkám krajinnoekologického komplexu a APVV č. 0591-07 Spustnuté pôdy a pustnutie krajiny Slovenska.

Literatúra

- BOLTIŽIAR, M. (2007): Štruktúra vysokohorskej krajiny Tatier (Veľkomierkové mapovanie, analýzy a hodnotenie zmien aplikáciou údajov diaľkového prieskumu Zeme. UKF, ÚKE SAV a SNK MAB, Nitra, 248 s.
- CEBECAUEROVÁ, M. (2007): Analýza a hodnotenie zmien štruktúry krajiny (na príklade čati Borskej nížiny a Malých Karpát). *Geographia Slovaca* 24-2007, Veda, Bratislava, 136 p.
- DEMEK, J. (1999): Úvod do krajinné ekologie. Vys. skript., Univerzita Palackého v Olomouci, VUP Olomouc, 103 s.
- DRDOŠ, J. (1999): Geoekológia a environmentalistika. I. časť. Vysokoškolské učebné texty. Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovská univerzita. Prešov, 152 s.
- FERANEC J., OŤAHEL, J. (2001): Krajinná pokrývka Slovenska. Veda, Bratislava, 124 s.
- FORMAN R.T.T., GODRON, M. (1993): Krajinná ekologie. Academia Praha, 584 s.
- GALLAY, I. (2009). Krajinnoeologické hodnotenie abiotického komplexu CHKO – BR Poľana. Vyd. TU vo Zvolene, 152 s.
- GALLAYOVÁ, Z. (2006): Zmeny druhotnej krajinej štruktúry CHKO – BR Poľana v období 1980 – 2003. In Kočík, K.(ed.): Súčasný stav a perspektívy agroenvironmentálnych opatrení v SR. TU vo Zvolene.
- GALLAYOVÁ, Z. (2008): Krajinnoeologická analýza a využívanie trvalých trávnych porastov v Chránenej krajinej oblasti – biosférickej rezervácii Poľana. Vedecké štúdie, TU Zvolen, 105 s.
- GUSTAFSON, E.J. (1998): Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art? *Ecosystems* vol. 1, p. 143-156
- HLÁSNY, T. (2003): Heterogenita krajiny ako miera entropie krajinného systému. Dizertačná práca. FEE TU vo Zvolene, Banská Bystrica, 181 s.
- HRNČIAROVÁ, T. et al. (1997): Ekologická únosnosť krajiny. Metodika a aplikácia na 3 benefičné územia, I. – IV. časť, Ekologický projekt MŽP SR Bratislava, ÚKE SAV, Bratislava, 110 s.
- CHRASTINA, P. (2005): Vývoj krajiny ako fenomén environmentálnych dejín (na príklade Trenčianskej kotliny a jej horskej obruby). *Historická geografie* 33: 9-19.
- KOREŇ, M. (2003): Výpočet indexov rozmanitosti územia prostriedkami geografických informačných systémov. Diz. práca, Prif UK Bratislava, 138 s.
- KRÖNERT, R., STEINHARDT, U., VOLK, M. (eds.) (2001): *Landscape Balance and Landscape Assessment*. Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York, 304 p.
- KUNCA, V., GALLAY, I., GALLAYOVÁ, Z., OLAH, B., ŠKVARENINOVÁ, J., ŠTEFFEK, J., WIEZIK, M. (2008): Antropogénny vplyv a biodiverzita vo vybraných neovulkanitoch na strednom Slovensku. TU vo Zvolene, 115 s.
- LIPSKÝ, Z. (2000): Sledování změn v kulturní krajině. ČZU LF, Praha, 71 s.
- MIČIAN, E., ZATKALÍK, F. (1990): Náuka o krajine a starostlivosť o životné prostredie. Vysok. skrip., Prif UK Bratislava, 2. vydanie, 139 s.
- MICHAL, P. (1992): Metódy a postupy pri krajinnoeologických (komplexných fyzicko-geografických) výskumoch. In Michal, P., Gajdoš, A.: Študijné texty pre špecializované štúdium ekológie pre učiteľov geografie III. MC Banská Bystrica, 73 s.
- MCGARIGAL, K., MARKS, B. J. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW, 351 p.

- MIKLÓS, L., IZAKOVIČOVÁ, Z. (1997): Krajina ako geosystém. Veda, Bratislava, 152 s.
- MINÁR, J. et al. (2001): Geoekologický (komplexný fyzickogeografický) výskum a mapovanie vo veľkých mierkach. Geografické spektrum, Geographical spectrum, PríF UK, Geografika Bratislava, 209 s. + prílohy
- PETROVIČ, F. (2005): Vývoj krajiny v oblasti štálového osídlenia Pohronského Inovca a Tribeča. ÚKE SAV, Nitra, 209 s.
- RUŽIČKA, M. (2000): Krajinnokoekologické plánovanie – LANDEP I. (Systémový prístup v krajinnej ekológii). Združenie BIOSFÉRA. Bratislava. 120 s.
- RUŽIČKA, M., MIKLÓS, L. (1982): Landscape-ecological planning (LANDEP) in process of territorial planning. Ekológia (ČSFR), roč. 1, 297–312.
- TURNER, M. G. (1987): Spatial simulation of landscape changes in Georgia landscape: a comparison of 3 transition models. - Land. Ecol. 1:29-36.
- TURNER, M., G., GARDNER, R., H., (eds.) (1991): Quantitative Methods in Landscape Ecology. Ecological Studies, Vol. 82, Springer-Verlag New York, 538 p.

APPLICATION OF LANDSCAPE INDEXES IN LANDSCAPE STRUCTURE ASSESSMENT

Summary

Landscape indexes are one of possible ways how to characterise landscape structure. Their main advantage lies in an exact quantification of spatial and geometric characteristics of landscape elements. Landscape indexes specify number of patches, their area and shape, borders, proximity or diversity. There are principally 3 dimensions for landscape indexes calculation: patch, patch class and landscape dimension. Landscape indexes are usually applied in following landscape assessments: i) assessment of individual patches ability to supply specialised functions e. g. in nature conservation, ii) quantification of landscape structure in order to compare different landscapes, iii) assessment of temporal landscape changes, and iv) identification of landscape dimension.

In the paper there are presented 2 examples of landscape indexes application. The comparison of secondary landscape structures on example of 5 square-shaped study areas (10 by 10 km) lying in the Middle Slovakia neovolcanites showed that the areas with similar natural conditions were used similarly (Štiavnické vrchy Mts., Kremnické vrchy Mts and Poľana Mts.) and the secondary landscape structure of the naturally less similar landscapes was slightly different (Javorie Mts and Cerová vrchovina Mts.). In each area forests represented the largest and most compact patch, the smallest and most dispersed patches were non-forest trees and bushes. Size variability of all individual patches was rather high but it was lesser for permanent crops and rocks. The grasslands' border was usually the longest, permanent crops' border was the shortest. Non-forest trees and bushes, shrubs and grasslands had the most complicate patch shapes, what refers to the most natural character of the patches. On the other hand permanent crops, fields, urbanised areas and forests (due to largest area and compact shape) had the most regular shapes. The most isolated patches were the secondary structure classes, which occurred very rarely – water bodies, rocks and permanent crops. The least isolated were patches of grasslands, forests,

fields and non-forest trees and bushes. Though the comparison of secondary landscape structure applying landscape indexes showed certain similarities between the naturally similar studied areas the landscape structure did not reflect only natural characteristics but was strongly affected by local cultural, historical and economical development.

Landscape dimension of the Poľana Biosphere Reserve abiotic complex was evaluated applying the method of multidimensional square analysis (TURNER & GARDNER, 1991). Heterogeneity of abiotic subsystem was calculated applying Shannon's index in various square sizes (from 100 m to 8 km). The landscape dimension, identified as an inflexion point on the square size to heterogeneity curve, was between 900–1000 m.

Recenzovali: Doc. PhDr. RNDr. Martin Boltíziar, PhD.
RNDr. Vladimír Čech, PhD.