

---

# GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

---

55

2003

1

---

*Marcel Šúri\**

## VPLYV RELIÉFU NA DIFERENCIÁCIU KRAJINNEJ PO- KRÝVKY SLOVENSKA

**M. Šúri: Influence of relief on differentiation of land cover in Slovakia. Geo-  
grafický časopis, 55, 2003, 1, 11 figs., 4 tabs., 16 refs.**

The study analyses incidence of land cover classes in Slovakia in relation to three morphometric parameters of relief – elevation, slope and aspect. The working scale is close to 1:50 000 – 1:100 000 and is related to the applied GIS national databases – digital model of relief with grid size 50 meters and land cover mapped by the CORINE methodology. The overlay of the GIS databases, computing the basic statistical parameters (minimum, maximum, mean, range) and frequency analyses presented in the tables and graphs reveal new findings that are compared to the existing empirical experience. The study provides an insight into the frequency distribution of individual land cover classes in respect to the elevation, slope and aspect, pointing to the limits of their occurrence and dominance. The correct interpretation of the results is supported by providing examples of some logical and positional inconsistencies that are related to the methodology of creating the used databases and their analyses. The possibilities to identify these inconsistencies directly during the land cover mapping are discussed. The advantage to analyses the spatial relation between the databases is documented on several examples.

**Key words:** land cover, relief, geographical information system, Slovakia

### ÚVOD

Reliéf na Slovensku významne ovplyvňuje prvky prírodného prostredia aj aktivity človeka. Súčasná krajinná pokrývka je obrazom dlhodobého pretvárania

---

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

prírodnej krajiny človekom. Poznanie vzťahu medzi základnými morfometrickými charakteristikami reliéfu a krajinnou pokrývkou Slovenska má význam nielen z hľadiska základného poznania, ale najmä pre plánovanie environmentálne akceptovateľného využívania krajiny. Rozvoj geografických informačných systémov (GIS), ako aj ďalších technológií pri získavaní a spracovaní údajov (diaľkový prieskum Zeme – DPZ, globálne polohové systémy – GPS, systémy na poloautomatickú digitalizáciu a pod.) umožnil vybudovať a analyzovať rozsiahle priestorové databázy prvkov krajiny na rôznych rozlišovacích úrovniach vrátane regionálnej.

Štúdia dokumentuje výsledky analýzy výskytu jednotlivých tried krajinnej pokrývky vo vzťahu k trom morfometrickým charakteristikám reliéfu (nadmorskej výške, sklonu a orientácii voči svetovým stranám) na Slovensku na regionálnej úrovni, t. j. v mierke 1:50 000 – 1:100 000. Cieľom štúdie je doplniť a spresniť súčasné poznanie vzťahu medzi reliéfom a krajinnou pokrývkou na celoštátnej úrovni použitím formalizovaných metodických postupov v prostredí GIS. Analýza tiež umožňuje sumarizovať poznatky o charakteristikách reliéfu, ako aj o možnostiach ich využitia pri mapovaní krajinnej pokrývky, najmä pri identifikácii logických a polohových nepresností.

Doposiaľ známy stav poznania distribúcie nadmorských výšok územia Slovenska reprezentuje mapa hypsografických stupňov a frekvenčná krivka v Atlase SSR (Mazúr 1980, pp. 38-39). Ako uvádza autor mapy, výsledky boli získané manuálnym počítaním plošného výskytu výškových stupňov určených vrstevnicami s rozstupom 50 metrov na topografických mapách 1:100 000. Existencia celoštátnej digitálnej GIS databázy výškopisu v mierke 1:50 000 sa stala základom pre vytvorenie digitálnych modelov reliéfu (DMR), s použitím ktorých je možné uskutočniť oveľa detailnejšiu analýzu ako v minulosti.

Poznanie stavu krajinnej pokrývky sa donedávna opieralo najmä o topografické a tematické mapy, pravidelné štatistické zisťovania a terénny prieskum. Problémom integrácie takto získaných informácií je ich vzájomná nekonzistencia – obsahová, z hľadiska priestorového vyjadrenia a presnosti, ako aj z hľadiska časovej aktuálnosti. Mapovanie krajinnej pokrývky na regionálnej úrovni sa na Slovensku začalo rozvíjať s využívaním údajov DPZ, najmä satelitných. V súčasnosti existuje digitálna GIS databáza krajinnej pokrývky CORINE (Feranec a Oľahel' 2001), ktorá poskytuje celostný obraz o území Slovenska v mierke 1:100 000, aktuálny za obdobie 1989-1992.

V slovenskej literatúre možno nájsť niekoľko prác, ktoré sa zaoberajú štúdiom vzťahu medzi vegetačnou pokrývkou a reliéfom. Plesník (1971) opísal výrazný vplyv reliéfu na priebeh hornej hranice lesa Vysokých a Belianskych Tatier nepriamo, cez klimatické a pôdne pomery. Zatkalík (1979) sa podobne zaoberal hodnotením vplyvu reliéfu na diferenciáciu lesnej pokrývky Nízkych Tatier, pričom vplyv expozície považoval za významný diferenciačný faktor. V širšie zameranej práci, analyzujúcej vplyv 18 faktorov geografického prostredia na poľnohospodársku produkciu metódou faktorovej analýzy, Zelenský (1980) identifikoval reliéf spolu s klímou ako najvýznamnejší faktor. Husár (1998) sa zaoberal štatistickým významom vzťahu medzi reliéfom a krajinnou pokrývkou na jednom mapovom liste v oblasti Šurian, pričom dospel k záveru, že v nížinnom krajinnom type tento vzťah nie je významný. Poznatky o vzťahu

reliéfu ku krajinej pokrývke sa tiež využívajú ako apriórna informácia na zlepšenie výsledkov mapovania krajinej pokrývky, najmä metódami digitálnej klasifikácie satelitných údajov (cf. Gu et al. 1999, Baban a Yusof 2000, Fahsi et al. 2000).

Morfometrické charakteristiky digitálneho modelu reliéfu (presnosťou reprezentujúceho mierku 1:50 000) a databáza krajinej pokrývky CORINE (mierky 1:100 000) je vhodným základom pre analýzu vzájomného vzťahu medzi reliéfom a krajinnou pokrývkou Slovenska v prostredí GIS. Dalším významným atribútom prezentovanej metodiky je možnosť hodnotenia priestorových aspektov tohto vzťahu.

## VSTUPNÉ ÚDAJE A POUŽITÁ METODIKA

Reliéf Slovenska je v tejto práci zastúpený tromi morfometrickými charakteristikami – nadmorskou výškou (v metroch), sklonom v smere spádových krieviek a orientáciou voči svetovým stranám (obe charakteristiky v stupňoch). Použité sú údaje digitálneho modelu reliéfu Slovenska v rastrovom formáte s rozlíšením 50 metrov (DMR50-SK), vytvoreného a zapožičaného spoločnosťou GeoModel s.r.o. DMR50-SK bol spracovaný interpoláciou bodového poľa nadmorských výšok v roku 1998, pričom sa v ďalších rokoch v niekoľkých etapách upresňoval a aktualizoval (cf. Hofierka et al. 1998). Primárne vstupné bodové pole nadmorských výšok s rozsahom viac ako 16 miliónov záznamov pochádza z vrstevníc a výškových kót základných máp 1:50 000. Rastrové údajové vrstvy sú vytvorené interpoláciou – metódou regularizovaného splajnu s nastaviteľnými parametrami tenzie a zhladzovania (Mitášová a Mitáš 1993), implementovaného v prostredí GIS-u GRASS ako program *s.surf.rst*. Použitie DMR predpokladá poznanie obmedzení daných predovšetkým polohovou presnosťou a kvalitou použitého podkladového výškopisu. Základné mapy 1:50 000 obsahujú generalizované údaje, pričom z hľadiska tvorby rastrových DMR je kritická nižšia hustota vrstevníc v oblasti nížinného a kotlinového reliéfu. Problém nedostatočnej hustoty vrstevníc, najmä v oblasti Tatier, bol čiastočne vyriešený zapracovaním všetkých výškových kót dostupných v mapách 1:50 000. V bralnom reliéfe sa však ukazuje, že pre ďalšie spresnenie priebehu reliéfu bude potrebné doplniť údaje z máp podrobnejšej mierky. Vlastnosťou rastrového DMR50-SK je zvolená miera zhladenia, daná parametrami tenzie a zhladzovania. Stredná kvadratická chyba interpolovaných výškových hodnôt rastrového DMR od pôvodného bodového poľa (RMS) sa pohybuje v rozmedzí 2,1–2,7 metrov.

Ako druhý významný údajový súbor bola použitá databáza krajinej pokrývky Slovenska vytvorená v rámci projektu *CORINE Land Cover*, v zmysle metodiky publikovanej v práci Heymann et al. (1994). Databáza krajinej pokrývky CORINE bola vytvorená v rokoch 1994-1995 (Feranec a O’ahel’ 2001), pričom v rokoch 1998-2000 bola v rámci projektu *Phare Topic Link on Land Cover* spresnená (Feranec et al. 2000). Databáza je v primárnej podobe reprezentovaná areálovým (polygónovým) údajovým súborom, vytvoreným interpretáciou satelitných snímok Landsat TM z rokov 1989-1992 v mierke 1:100 000. Na území Slovenska bolo identifikovaných 31 tried tretej hierarchickej úrovne legendy CORINE (tab. 1). Z hľadiska obsahu a priestorovej presnosti databázy je významné kritérium minimálnej veľkosti mapovaného areálu 25 ha, ako aj použitá metodika vizuálnej interpretácie satelitných snímok. Uvedené obmedzenia

apriórne predpokladajú istý stupeň heterogenity jednotlivých tried a polohovej nepresnosti, podmienenej rektifikáciou satelitných snímok, vykresľovaním jednotlivých areálov krajiny pokrývky na priehľadnej fólii a ich následnou vektorizáciou. V zmysle obsahovej definície medzi vnútorne najheterogénnejšie triedy patria najmä triedy 112, 242, 243 (tab. 1, viac pozri Feranec a Oľahel 2001). Kritérium najmenej veľkosti mapovaného areálu (25 ha) v praxi znamená, že aj v rámci relatívne homogénnych tried (napr. 211, 311, 312) sa nachádzajú areály iných tried, ktoré kritérium minimálnej veľkosti nespĺňajú.

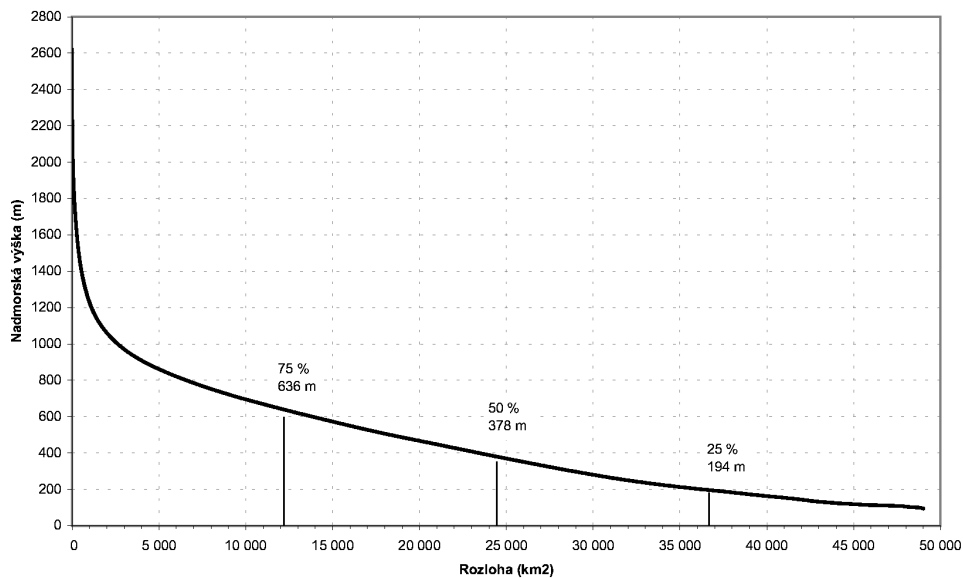
Údajové súbory DMR50-SK a krajiny pokrývky CORINE sme analyzovali v prostredí ArcView GIS, pričom oba súbory bolo potrebné zjednotiť z hľadiska ohraničenia štátnou hranicou. Za smerodajné sme považovali pôvodné ohraničenie databázy krajiny pokrývky. Takýto priebeh hranice definoval pracovnú rozlohu Slovenska na 4 901 586 ha, čo je o 1414 ha menej ako uvádza oficiálna štatistika. Keďže tento rozdiel predstavuje iba 0,03 % rozlohy, z hľadiska definovaného cieľa nie je považovaný za významný. Krajinnú pokrývku sme transformovali do rastrového formátu s veľkosťou bunky 50 m a vypočítali sme základné štatistické charakteristiky (minimum, maximum, rozpätie, priemer, extrémne hodnoty výskytu 90 % a 99 % rozlohy jednotlivých tried) a frekvenčné tabuľky rozlohy tried DMR v jednotlivých triedach krajiny pokrývky. Na základe uskutočnených analýz boli pomocou výberových dopytov vytvorené účelové mapy ako príklad ďalšieho využitia poznatkov o vzťahu medzi reliéfom a krajinnou pokrývkou.

## VÝSLEDKY

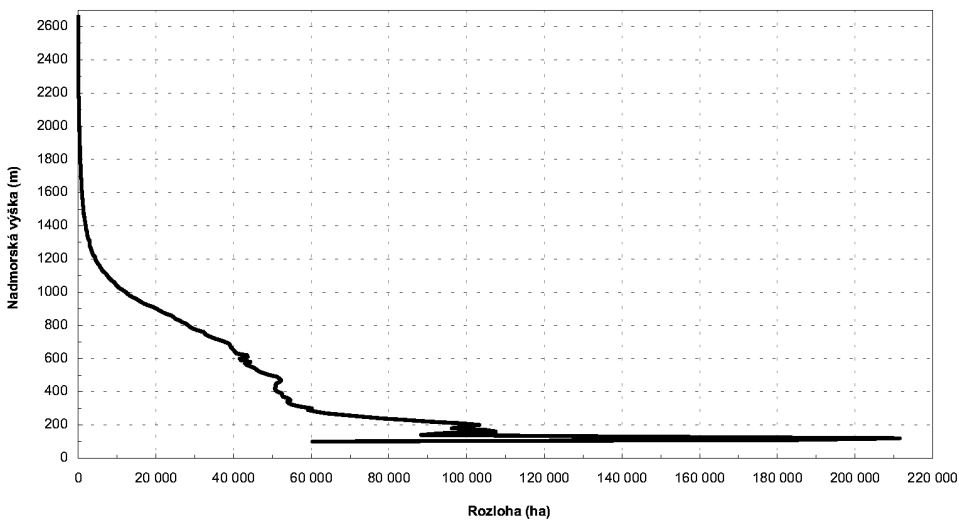
### Reliéf Slovenska – nové poznatky

DMR50-SK a krajinnou pokrývkou CORINE, daných rozdielnou mierkou použitých podkladov. Plošné zastúpenie nadmorských výšok na Slovensku bolo analyzované s výškovým rozpätím 1 m, sklony a orientácie boli analyzované s presnosťou 1 stupeň. Vzhľadom na obmedzený rozsah štúdie a lepšiu čitateľnosť boli výškové stupne na obr. 2 a 7 zosumarizované do intervalov po 10 m. Názvoslovie citovaných geomorfologických celkov je použité v zmysle práce Mazúra a Lukníša (1978), digitálne spracované a analyzované v práci Husára (2001).

Hypsografická krivka reprezentuje kumulatívne početnosti 1-metrových výškových rezov na Slovensku (obr. 1). Priemerná nadmorská výška odvodená z DMR50-SK je 449,5 m. Na grafe sú zvýraznené výškové stupne, ktoré predstavujú plošné zastúpenie 25, 50 a 75 % územia Slovenska. Histogram na obr. 2 charakterizuje plošné zastúpenie nadmorských výšok v absolútnych hodnotách. V porovnaní s výsledkami publikovanými Mazúrom (1980) je možné identifikovať na grafe niekoľko nových skutočností. Histogram s presňuje počet a nadmorskú výšku výraznejších skokov početností vo výškovom intervale 300-750 m. Novým poznatkom je priebeh krivky v rozpätí 100-200 m, ktorý E. Mazúr použitým metodickým postupom nemohol zachytiť. Hľadanie príčin výrazného zostupu a zvlnenia krivky na úrovni 150-200 m je výzvou pre geomorfológov. Výškové stupne, publikované na mape Mazúra (1980), upravené na základe identifikácie výraznejších skokov histogramu na obr. 2 sú mapovo vyjadrené na obr. 3.

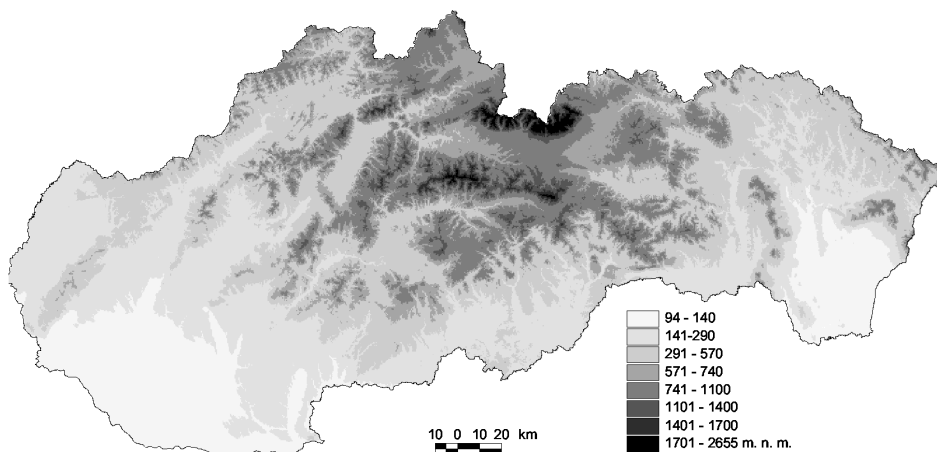


Obr. 1. Hypsografická krivka reliéfu Slovenska



Obr. 2. Histogram nadmorskej výšky Slovenska

Histogram charakterizujúci plošné zastúpenie sklonov reliéfu na Slovensku je prezentovaný na obr. 9. Priemerný sklon na Slovensku, vypočítaný z modelu DMR50-SK, je  $8.8^\circ$ . Z priebehu krivky je zrejma iba jedna výraznejšia zmena sklonu – v oblasti  $3^\circ$ .



Obr. 3. Výškové stupne Slovenska

Orientácia reliéfu vo vzťahu k svetovým stranám bola analyzovaná iba pre územie so sklonom väčším alebo rovným hodnote  $1^\circ$  (76 % územia Slovenska), pričom sa ukázalo, že jej plošné zastúpenie nie je rovnomerné. Konfigurácia reliéfu spôsobuje, že plošne na Slovensku prevláda územie s orientáciou východo-severovýchod a západujuhozápad (obr. 11a) o viac ako 10 %, resp. 16 % v porovnaní s priemerom. Najmenšie plošné zastúpenie na Slovensku má územie s orientáciou severoseverovýchod a čiastočne juhojuhovýchod (o menej ako 18 %, resp. 2 % v porovnaní s priemerom).

V plošnom zastúpení tried krajinej pokrývky CORINE na Slovensku výraznejšie dominujú zastavané areály (trieda 112), nezavlažovaná orná pôda, trávne porasty a heterogénne poľnohospodárske areály (triedy 211, 231 a 243), lesy a prechodné lesokroviny (311, 312, 313 a 324). Preto sa na tieto triedy, spolu s vinicami (221), zameriava ďalšie hodnotenie. Názvy tried a informácia o ich plošnom zastúpení na Slovensku sú uvedené v tab. 1 a na obr. 4.

Výsledky analýzy priestorového rozšírenia krajinej pokrývky vo vzťahu k charakteristikám reliéfu sú zhrnuté v tab. 2-4 a na obr. 6-11. Analýza ukázala, že identifikované extrémne hodnoty (minimum a maximum) v prípade výšok a sklonov sú svojou početnosťou zastúpené výrazne akcesoricky. Preto boli vypočítané aj hodnoty minima a maxima 90 % a 99 % početnosti výskytu jednotlivých tried. Tieto hodnoty (označené ako Min90, Max90, Min99, Max99) boli vypočítané tak, že z oboch strán početností jednotlivých tried bolo odpočítaných 5 %, resp. 0,5 % rozlohy s extrémnym výskytom. Uvedené hodnoty upresňujú predstavu o rozšírení tried krajinej pokrývky v rámci nadmorskej výšky a sklonu. Zároveň týmto bolo možné čiastočne eliminovať vplyv nepresností spôsobených nesúladosom medzi DMR50-SK a krajinnou pokrývkou CORINE, daných rozdielnou mierkou použitých podkladov.

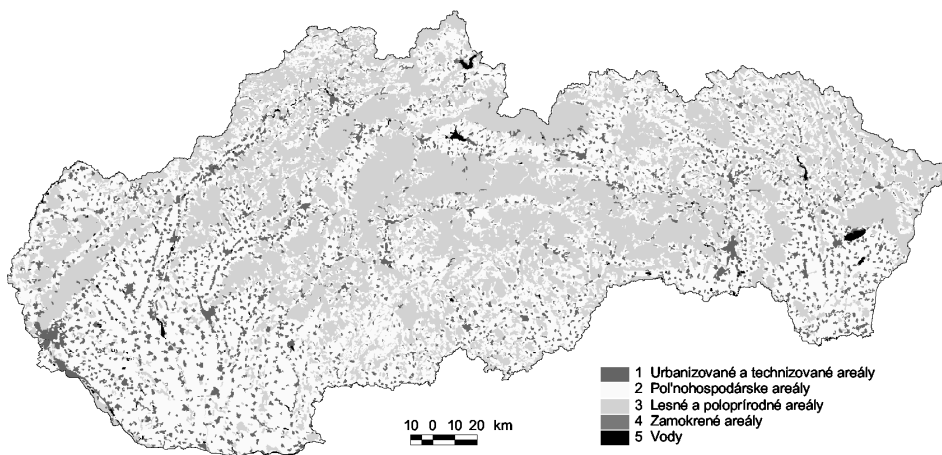
**Tab. 1. Triedy krajinej pokrývky CORINE a ich plošné zastúpenie na území Slovenska**

Trieda	Názov	Rozloha	
		(ha)	(%)
111	Súvislá sídelná zástavba	938,1	0,0
112	Nesúvislá sídelná zástavba	221 847,2	4,5
121	Priemyselné a obchodné areály	27 057,3	0,6
122	Cestná a železničná sieť a príslušné areály	1 451,5	0,0
123	Areály prístavov	266,7	0,0
124	Areály letísk	2 340,4	0,0
131	Areály ťažby nerastných surovín	3 419,2	0,1
132	Areály skládok (smetíská)	1 379,0	0,0
133	Areály výstavby	5 366,6	0,1
141	Areály sídelnej zelene	1 200,7	0,0
142	Areály športu a zariadení voľného času	9 122,1	0,2
211	Nezavlažovaná orná pôda	1 675 354,1	34,2
221	Vinice	27 338,6	0,6
222	Ovocné sady a plantáže ovocnín	13 285,4	0,3
231	Trávne porasty (lúky a pasienky)	229 690,1	4,7
242	Mozaika polí, lúk a trvalých kultúr	19 864,9	0,4
243	Prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie	511 422,3	10,4
311	Listnaté lesy	1 013 058,8	20,7
312	Ihličnaté lesy	571 038,9	11,7
313	Zmiešané lesy	347 206,9	7,1
321	Prirodzené lúky	31 783,9	0,6
322	Vresoviská a slatiny	13 139,1	0,3
324	Prechodné leso-kroviny	134 296,4	2,7
331	Pláže, duny, piesky	1,1	0,0
332	Skaly	7 513,9	0,2
333	Areály s riedkou vegetáciou	4 902,3	0,1
334	Spáleniská	29,9	0,0
411	Močiare	4 692,3	0,1
412	Rašeliniská	197,8	0,0
511	Vodné toky	6 903,8	0,1
512	Vodné plochy	15 476,8	0,3
Spolu		4 901 586,0	100,0

#### Identifikácia areálov nesúladu použitých databáz

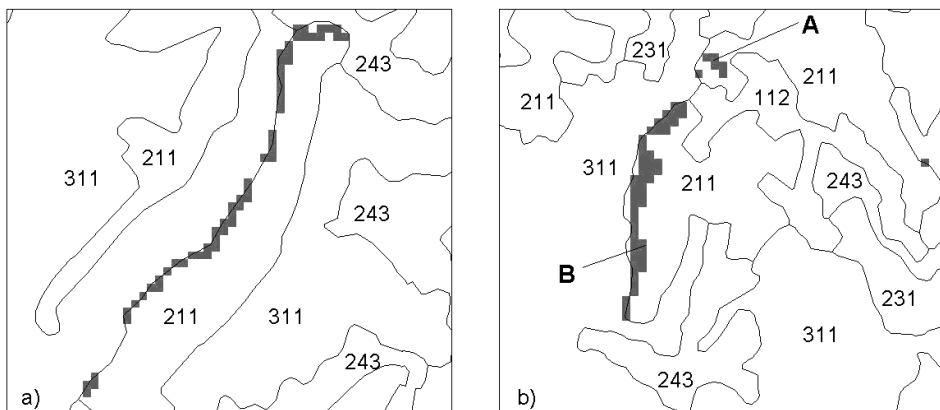
Po naložení údajových vrstiev DMR50-SK a krajinej pokrývky CORINE na seba bolo možné identifikovať vzájomné nekonzistentnosti dané mierkou podkladov, ktoré boli použité na ich spracovanie (1:50 000 a 1:100 000), ako aj

logické a technické nepresnosti dané použitou metodikou. Testy identifikovali problém priebehu hranice areálov krajinej pokrývky, ktoré miestami nekorešpondujú s DMR. Prejavuje sa to predovšetkým existenciou nelogických, resp. málo pravdepodobných kombinácií krajinej pokrývky s nadmorskou výškou a sklonom (orná pôda na sklonoch väčších ako  $20^\circ$ , vodné plochy so sklonmi väčšími ako  $0^\circ$  a pod.). Najčastejšie boli identifikované malé areály nekonzistentnosti (v rozsahu niekoľkých buniek rastra), vyskytujúce sa na hranici medzi dvoma triedami krajinej pokrývky (obr. 5a). Takto identifikované areály umožňujú spresniť priebeh tejto hranice. Nesúlad medzi reliéfom a krajinnou pokrývkou v mnohých prípadoch korešpondoval s existenciou „cudzích“ areálov, menších ako 25 ha, vo vnútri jednotlivých tried, napr. malých usadlostí, remíz lesa alebo trávnych porastov v rámci ornej pôdy (obr. 5b). V niekoľkých prípadoch boli identifikované časti areálov ornej pôdy, ktoré vzhľadom na charakter sklonitostných pomerov indikujú, že pravdepodobne ide o trávne porasty (obr. 5b), čo by sa však žiadalo overiť v teréne. Dokumentované príklady ukazujú vhodnosť použitia DMR na spresnenie priebehu hraníc pri mapovaní, resp. ako podporné údaje v prípadoch, keď je identifikácia tried krajinej pokrývky zo satelitných údajov problematická (napr. rozlíšenie ornej pôdy od trávnych porastov). V prípade tried vodné toky a vodné plochy je na obr. 8 možné identifikovať prítomnosť väčších sklonov, čo poukazuje na primárnu nekozistentnosť údajových vrstiev DMR a krajinej pokrývky CORINE. Pri výpočte DMR sa vychádzalo z mapových podkladov, pričom hladina vodných plôch na mapách 1:50 000 nekorešponduje so stavom v databáze CORINE. Tento nesúlad v prípade potreby možno upraviť prepísaním príslušných rastrových buniek sklonu nulou.



Obr. 4. Krajinná pokrývka CORINE (1. hierarchická úroveň)





Obr. 5. Časti areálov mapovaných ako nezavlažovaná orná pôda so sklonom väčším ako 20 stupňov

a) ukážka možnosti spresnenia priebehu hranice s lesom na základe sklonu, b) areál, kde veľký sklon reliéfu indikuje pravdepodobnosť existencie triedy trávnych porastov (A) a územie s výskytom „cudzích“ areálov, menších ako 25 ha (B)

#### Krajinná pokrývka – nadmorská výška

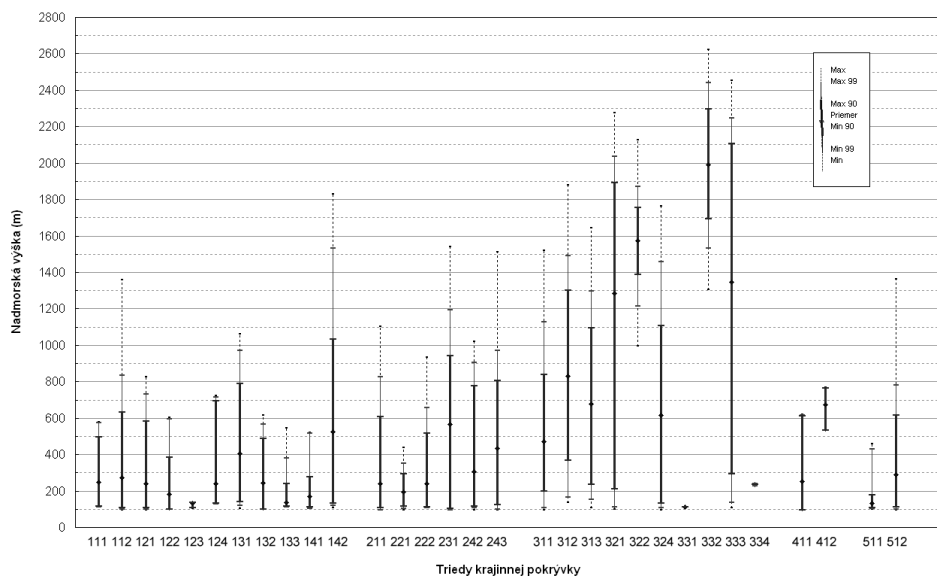
Z obr. 1, 2 a 7 a tab. 2 je zrejmé, že územie Slovenska do nadmorskej výšky 300 m zaberá 41 % celkovej rozlohy, pričom na ňom výrazne dominuje orná pôda so zastavanými (sídlnými) areálmi a ďalšími triedami poľnohospodárskych, technizovaných a urbanizovaných areálov. V nadmorských výškach približne 300-700 m (40 % územia) dominanciu preberajú listnaté lesy (s maximum plošného výskytu vo výške 360 m) spolu s ornou pôdou a heterogénnymi poľnohospodárskymi areálmi. V nadmorskej výške nad 600 m sa výskyt ihličnatých a zmiešaných lesov zväčšuje a od výšky 700 m ihličnaté lesy začínajú dominovať, pričom maximum plošného rozsahu dosahujú vo výške 800 m. Zmiešané lesy, mapované v krajinej pokrývke CORINE, dosahujú maximum plošného výskytu na úrovni 700 m. Vo výške nad 720 m, v rámci poľnohospodárskych areálov, začínajú prevládať trávne porasty a heterogénne poľnohospodárske areály (obsahujúce kúsky maloplošnej ornej pôdy, trávnych porastov s menšími areálmi lesa). V oblasti hornej hranice lesa, v nadmorskej výške 1520 m, začína dominovať trieda označená ako vresoviská a slatiny, ktorú tvoria na Slovensku porasty kosodreviny, pričom najväčšiu plochu zaberá vo výške okolo 1600 m. Od nadmorskej výšky 1670 m začínajú plošne prevládať prirodzené lúky, ktoré v zóne okolo 1930 m nahrádza dominancia skál.

Areály ornej pôdy v najextrémnejších nadmorských výškach (nad 950 m) sa nachádzajú v Teplickej kotline (Liptovská Teplička), Važeckom chrbáte (Šuňava), v Levočských vrchoch (Torysky) a na Sihlianskej planine (Lom nad Rímovicou). Najvyššie položené areály listnatých stromov databázy krajinej pokrývky CORINE (nad 1375 m) boli identifikované v Malej Fatre (Krivánske a Lúčanské Veterné Hole), Veľkej Fatre (Hôľna Fatra) a v Nízkych Tatrách (Ďumbier, cf. Zatkalík 1979, p. 290). Zmiešané lesy v nadmorskej výške nad

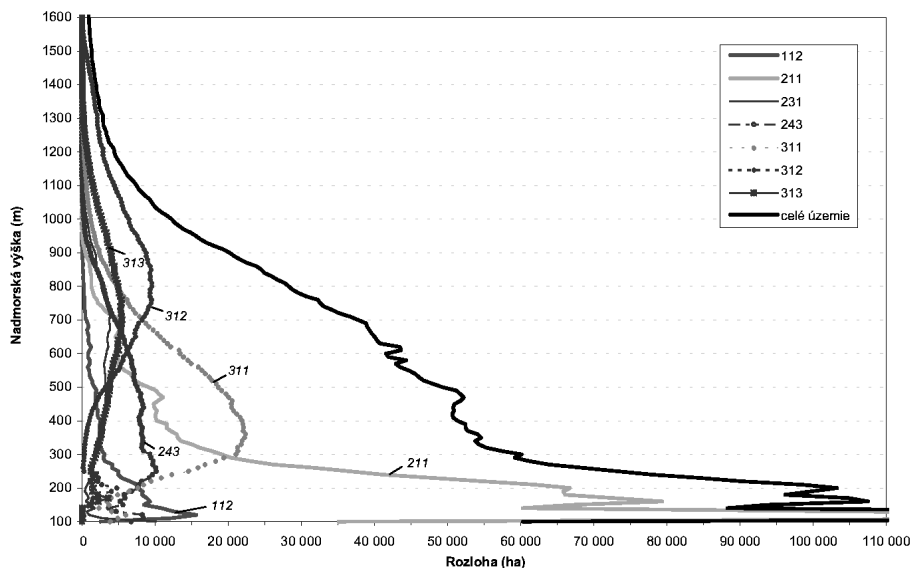
1450 m boli identifikované na viacerých lokalitách Nízkyh Tatier (Ďumbier a Prašivá), v Malej Fatre (Krivánske Veterné Hole), Veľkej Fatre (Hôľna Fatra) a na Babej Hore. Horná hranica lesa tvorená ihličnatými lesmi prekračuje nadmorskú výšku 1600 m na viacerých lokalitách Západných a Vysokých Tatier (v približnom súlade s pozorovaniami Plesníka 1971, p. 104) a oboch častí Nízkyh Tatier. Vinice v nadmorských výškach nad 400 m sa nachádzajú na území ôsmich obcí – v stredoslovenskej vinohradníckej oblasti (Hajnáčka, Gemerský Jablonec, Čebovce, Príbelce, Seľany a Širákov), v nitrianskej vinohradníckej oblasti (Devičany) a v katastrálnom území obce Sobotište.

**Tab. 2. Základné štatistické hodnoty krajinej pokrývky CORINE vo vzťahu k nadmorskej výške**

Trieda	Min	Max	Rozpätie	Priemer	Min99	Max99	Min90	Max90
111	112	580	468	249,7	112	576	117	495
112	93	1359	1266	270,9	99	835	109	630
121	95	826	731	241,0	100	730	109	584
122	99	604	505	181,4	100	593	100	383
123	105	135	30	130,5	106	135	109	135
124	130	722	592	241,6	130	714	131	695
131	105	1061	956	405,7	118	969	142	788
132	98	616	518	243,1	99	565	99	489
133	112	546	434	137,0	112	382	114	240
141	102	519	417	170,8	102	516	110	277
142	107	1828	1721	525,2	119	1532	132	1032
211	93	1101	1008	240,5	97	825	107	606
221	94	436	342	194,5	105	352	115	292
222	108	933	825	240,2	109	657	111	516
231	93	1541	1448	566,3	95	1194	102	943
242	94	1021	927	306,7	107	905	117	776
243	93	1513	1420	434,4	98	969	125	805
311	93	1520	1427	470,7	107	1129	200	837
312	138	1877	1739	828,6	164	1492	367	1299
313	107	1642	1535	679,2	152	1298	234	1094
321	101	2276	2175	1285,3	110	2036	212	1892
322	997	2126	1129	1574,3	1215	1871	1 388	1756
324	96	1765	1669	614,2	109	1459	134	1105
331	110	110	0	110,0	110	110	110	110
332	1305	2621	1316	1990,5	1533	2441	1 695	2296
333	107	2452	2345	1348,1	135	2245	292	2107
334	229	238	9	235,8	229	238	234	237
411	93	620	527	252,5	94	615	97	612
412	534	770	236	673,3	534	766	534	766
511	100	457	357	132,0	102	428	108	176
512	94	1361	1267	290,5	100	780	110	615
Slovensko	93	2 621	2 528	449,5	99	1630	97	2 296



Obr. 6. Krajinná pokrývka vo vzťahu k nadmorskej výške



Obr. 7. Histogram nadmorskej výšky pre vybrané triedy krajinej pokrývky

### Krajinná pokrývka – sklon

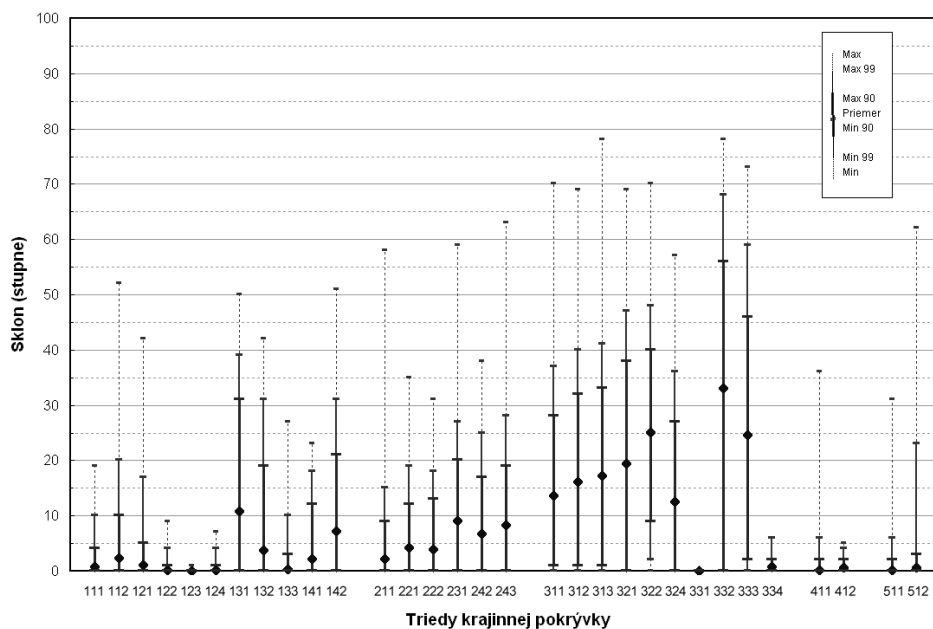
Súčasnú využívanie krajiny je podmienené sklonom reliéfu. Orná pôda dominuje na území so sklonom menším ako 8°, kde sa tiež vo výraznejšom zastúpení nachádzajú zastavané (sídlné) areály a ďalšie triedy poľnohospodárskych,

urbanizovaných a technizovaných areálov. Na území so sklonom väčším alebo rovným ako  $8^\circ$  začínajú prevládať listnaté lesy, pričom približne do sklonu  $9^\circ$  sa plošne stále významne presadzuje orná pôda, heterogénne poľnohospodárske areály a trávne porasty. Od tejto hranice si listnaté lesy spolu s ihličnatými a zmiešanými svoju dominanciu udržujú približne až po úroveň sklonov  $31^\circ$ , kde viac začínajú prevládať ihličnaté lesné porasty. Na svahoch so sklonom viac ako  $30^\circ$  sa plošne rozširujú aj prirodzené lúky. Asi od sklonu  $45^\circ$  sa plošne presadzuje bralný reliéf s menším podielom kosodreviny a prirodzených lúk.

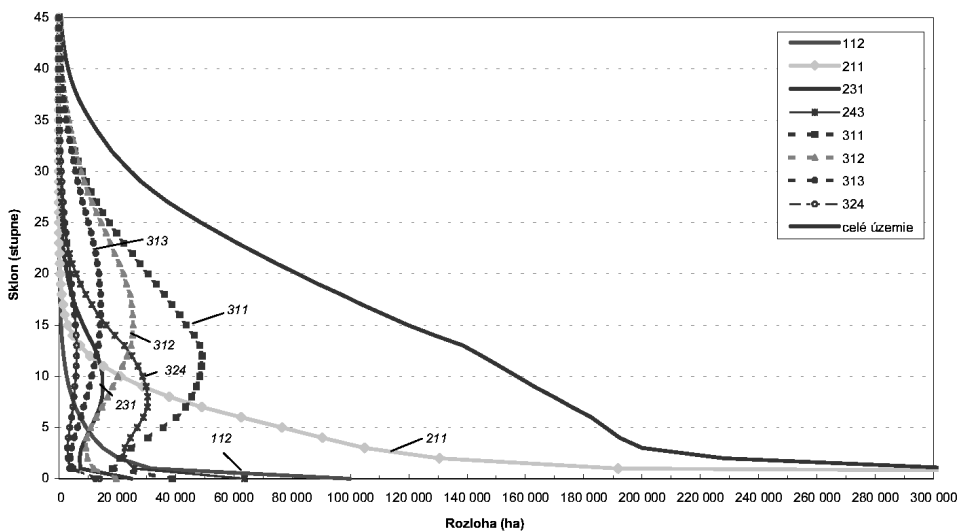
Analýzu histogramov je možné účelovo premietnuť aj do priestoru. Z hľadiska sklonov je napr. dôležité poznanie regionálnych aspektov priestorovej distribúcie ornej pôdy na Slovensku. Ukážka na obr. 10 prezentuje plošné zastúpenie ornej pôdy podľa intervalov sklonu v zmysle kategorizácie uvedenej v práci O'ahel'a a Poláčika (1987).

**Tab. 3. Základné štatistické hodnoty krajinej pokrývky CORINE vo vzťahu k sklonu**

Trieda	Min	Max	Rozpätie	Priemer	Min90	Max90	Min99	Max99
111	0	19	19	0,8	0	4	0	10
112	0	52	52	2,4	0	10	0	20
121	0	42	42	1,0	0	5	0	17
122	0	9	9	0,2	0	1	0	4
123	0	1	1	0,0	0	0	0	0
124	0	7	7	0,2	0	1	0	4
131	0	50	50	10,8	0	31	0	39
132	0	42	42	3,7	0	19	0	31
133	0	27	27	0,4	0	3	0	10
141	0	23	23	2,2	0	12	0	18
142	0	51	51	7,2	0	21	0	31
211	0	58	58	2,2	0	9	0	15
221	0	35	35	4,3	0	12	0	19
222	0	31	31	3,9	0	13	0	18
231	0	59	59	9,1	0	20	0	27
242	0	38	38	6,7	0	17	0	25
243	0	63	63	8,3	0	19	0	28
311	0	70	70	13,6	1	28	0	37
312	0	69	69	16,2	1	32	0	40
313	0	78	78	17,2	1	33	0	41
321	0	69	69	19,5	0	38	0	47
322	0	70	70	25,1	9	40	2	48
324	0	57	57	12,5	0	27	0	36
331	0	0	0	0,0	0	0	0	0
332	0	78	78	33,0	0	56	0	68
333	0	73	73	24,6	2	46	0	59
334	0	6	6	0,7	0	2	0	6
411	0	36	36	0,2	0	2	0	6
412	0	5	5	0,6	0	2	0	4
511	0	31	31	0,2	0	2	0	6
512	0	62	62	0,7	0	3	0	23
Slovensko	0	78	78	8,8	0	26	0	37



Obr. 8. Krajinná pokrývka vo vzťahu k sklonu

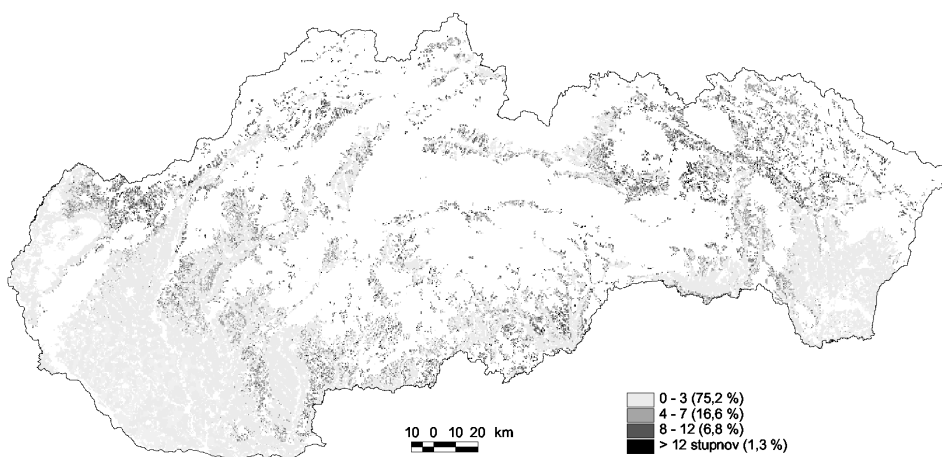


Obr. 9. Histogram sklonu pre vybrané triedy krajinej pokrývky

### Krajinná pokrývka – orientácia voči svetovým stranám

Plošné zastúpenie tried krajinej pokrývky vo vzťahu k orientácii reliéfu voči svetovým stranám je tiež diferencované. Početnosti zastúpenia väčšiny tried krajinej pokrývky CORINE korešpondujú s celkovou prevládajúcou orientá-

ciou reliéfu Slovenska (obr. 11a). U niektorých tried je identifikovaná odlišnejšia preferencia orientácií. V prípade viníc možno pozorovať výraznú preferenciu južných až západných orientácií (obr. 11c), pričom s rastom nadmorskej výšky sa táto preferencia zväčšuje. V nadmorských výškach nad 300 m zastúpenie viníc na severne orientovaných svahoch prakticky absentuje. Trieda ihličnatých lesov indikuje preferencie severne orientovaných svahov (obr. 11b), veľmi vyrovnané početnosti vo vzťahu k orientácii reliéfu voči svetovým stranám má trieda zmiešaných lesov. Na príklade geomorfologického celku Nízkych Tatier sa na triede ihličnatých, zmiešaných a listnatých lesov frekvenčne analyzoval vzťah medzi nadmorskou výškou a orientáciou. V súlade so zisteniami Zatkálka (1979) sa ukázalo, že výskyt listnatých a zmiešaných lesov je najväčší na juhovýchodných svahoch. Najmenšie plošné zastúpenie majú na svahoch severnej až severozápadnej orientácie, kde je zároveň badateľný ústup nadmorskej výšky ich hornej hranice. Ihličnaté lesy v rozsahu severovýchodnej až západnej orientácie dominujú, pričom medzi nadmorskou výškou a orientáciou sa neukazuje výraznejšia závislosť.



Obr. 10. Plošné zastúpenie ornej pôdy podľa intervalov sklonu

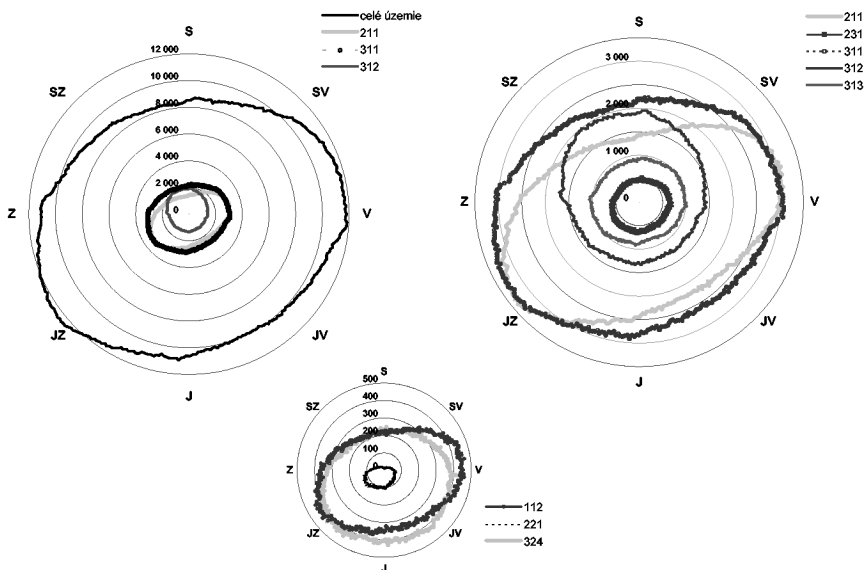
## DISKUSIA A ZÁVER

Získané výsledky spresňujú a dopĺňajú poznanie o reliéfe a jeho vplyve na diferenciáciu krajinej pokrývky Slovenska zmapovanej metódou CORINE na regionálnej úrovni (v mierke 1:50 000 – 1:100 000). Vzhľadom na polohovú presnosť a obsahový charakter použitých údajov, prezentované zistenia nemusia zachytiť zvláštnosti na lokálnej úrovni. Ich význam spočíva najmä v objektívnej analýze a spresnení všeobecných vzťahov, ktoré doposiaľ boli viac-menej známe zo starších prác. Z hľadiska použitých údajov o reliéfe a krajinej pokrývke je dôležité, že tieto boli spracované podľa štandardných a jednotných metódik overených v praxi. Existencia celoeurópskej databázy krajinej pokrývky CORINE a digitálnych modelov reliéfu podobných kvalít ako DMR50-SK umož-

ňuje analyzovať príslušné vzťahy nielen na medzištátnej úrovni, ale aj na úrovni väčších geomorfologických alebo iných celkov. Existencia podrobnejších databáz v budúcnosti umožní ďalej spresniť súčasné poznatky a uskutočniť podrobnejšiu analýzu vybraných regiónov.

**Tab. 4. Početnosti areálov krajinej pokrývky CORINE pre intervaly orientácie voči svetovým stranám**

Trieda	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	Neuvažované	Spolu
stupne	90	45	360	315	270	225	180	135	0	
111	25,4	35,9	61,2	97,0	36,4	35,4	34,3	14,8	597,8	938,1
112	10 005,4	14 683,8	19 745,9	16 510,3	15 756,4	18 288,0	15 970,4	11 006,0	99 880,9	221 847,2
121	823,7	865,9	1 208,9	1 096,8	1 057,0	1 234,8	1 233,1	1 036,1	18 501,1	27 057,3
122	28,2	30,1	12,3	18,2	23,6	27,6	9,1	10,3	1 292,1	1 451,5
123	0,6	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	263,7	266,7
124	17,7	11,4	35,1	48,6	12,4	14,7	27,3	118,4	2 054,9	2 340,4
131	334,4	229,4	409,1	394,3	401,3	354,9	356,3	394,8	544,9	3 419,2
132	89,8	85,1	88,7	79,2	61,3	66,5	56,3	121,1	731,0	1 379,0
133	19,0	51,6	40,0	64,9	50,9	81,7	55,3	29,5	4 973,8	5 366,6
141	18,3	41,6	78,7	30,3	38,9	67,9	86,3	39,4	799,5	1 200,7
142	536,9	928,3	1 080,1	1 265,1	1 472,0	989,8	726,2	560,4	1 563,4	9 122,1
211	64 764,9	103 789,7	130 704,9	104 390,5	109 900,3	141 173,2	114 035,9	72 676,5	833 918,1	1 675 354,1
221	545,9	933,1	2 393,6	3 422,6	4 404,8	5 337,3	3 590,7	1 127,4	5 583,2	27 338,6
222	478,5	713,2	1 171,3	1 249,7	1 599,1	1 749,9	1 148,6	723,9	4 451,3	13 285,4
231	21 536,1	24 955,2	28 628,0	27 188,3	27 895,9	28 077,9	24 902,3	21 424,9	25 081,6	229 690,1
242	1 119,1	1 864,5	2 264,6	2 369,4	2 984,6	3 232,1	2 143,6	1 156,7	2 730,3	19 864,9
243	43 964,4	57 192,9	64 558,8	57 585,8	58 678,2	63 625,8	56 678,7	45 372,6	63 765,2	511 422,3
311	97 358,8	119 419,7	132 546,7	119 319,6	125 124,8	142 689,8	134 004,6	103 664,9	38 930,0	1 013 058,8
312	84 629,1	73 444,7	61 991,4	56 618,6	57 801,8	60 834,9	70 586,8	85 484,8	19 647,0	571 038,9
313	40 951,8	43 654,0	43 100,9	39 423,5	38 597,1	43 189,3	45 021,6	40 706,8	12 561,9	347 206,9
321	2 683,7	2 689,6	3 515,3	4 719,1	5 186,6	4 809,5	3 422,9	2 883,9	1 873,3	31 783,9
322	1 421,4	1 606,4	1 740,8	1 937,1	1 860,9	1 826,4	1 342,2	1 390,6	13,3	13 139,1
324	10 292,6	12 699,1	16 795,7	18 462,6	18 369,6	18 561,5	14 657,3	10 435,4	14 022,6	134 296,4
331	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1
332	944,4	1 029,4	932,3	804,4	1 116,4	1 276,4	745,6	657,3	7,8	7 513,9
333	393,3	411,4	655,4	796,4	777,2	840,9	486,9	438,1	102,8	4 902,3
334	2,0	3,2	2,0	1,2	2,1	1,7	2,8	1,0	13,9	29,9
411	25,9	39,5	30,8	39,3	59,0	55,3	44,2	27,2	4 371,1	4 692,3
412	28,0	10,1	6,9	6,4	2,0	7,0	5,0	19,1	113,3	197,8
511	173,7	36,3	25,1	32,5	31,7	34,8	43,5	51,6	6 474,6	6 903,8
512	423,2	422,5	405,9	330,3	398,4	281,8	264,1	266,6	12 684,1	15 476,8
Slovensko	383 636,3	461 878,3	514 231,6	458 301,7	473 700,5	538 766,4	491 681,6	401 840,3	1 177 549,4	4 901 586,0



Obr. 11. Krajinná pokrývka CORINE vo vzťahu k orientácii voči svetovým stranám

Vplyv reliéfu na diferenciaciu krajinej pokrývky Slovenska sa v predloženej práci opisuje pomocou frekvenčnej analýzy výskytu tried krajinej pokrývky vo vzťahu k trom morfometrickými charakteristikám reliéfu (nadmorská výška, sklon a orientácia voči svetovým stranám). Štúdia spresňuje súčasné poznanie na regionálnej úrovni blízkej mierke 1:50 000 – 1:100 000. Pre väčšiu názornosť sú poznatky zosumarizované prostredníctvom tabuliek a grafov, pričom na príklade boli naznačené možnosti analýz v mapovej podobe. V rámci analytického spracovania vstupných databáz DMR a krajinej pokrývky boli identifikované a opísané niektoré problémy nekonzistentnosti, vyplývajúce z použitých podkladových údajov a metodiky spracovania. V práci sú zároveň dokumentované možnosti využitia DMR pri mapovaní krajinej pokrývky metódou počítačom podporovanej vizuálnej interpretácie.

*Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením projektu č. 2/1037/22 Mapovanie a hodnotenie krajiny aplikáciou techník diaľkového prieskumu Zeme a geografického informačného systému (financovaného grantovou agentúrou VEGA) na Geografickom ústave SAV v roku 2001 s podporou spoločnosti Geo-Model s.r.o.*

## LITERATÚRA

- BABAN, S. M. J., YUSOF, K. W. (2000). Mapping land use/cover distribution on a mountainous tropical island using remote sensing and GIS. *International Journal of Remote Sensing*, 22, 1909-1918.
- FAHSI, A., TSEGAYE, T., TADESSE, W., COLEMAN, T. (2000). Incorporation of digital elevation models with Landsat-TM data to improve land cover classification accuracy. *Forest Ecology and Management*, 128, 57-64.



- FERANEC, J., OĀAHEL, J. (2001). *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava (Veda).
- FERANEC, J., ŠŪRI, M., OĀAHEL, J., CEBECAUER, T., KOLÁŘ, J., SOUKUP, T., ZDEŇKOVÁ, D., WASZMUTH, J., VAJDEA, V., VIJDEA, A., NITICA, C. (2000). Inventory of major landscape changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovak Republic 1970s – 1990s. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2, 129-139.
- GU, D., GILLESPIE, A. R., ADAMS, J. B., WEEKS, R. (1999). Statistical approach for topographic correction of satellite images by using spatial context information. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 37, 236-246.
- HEYMANN, Y., STEENMANS, CH., CROISILLE, G., BOSSARD, M. (1994). *CORINE land cover. Technical guide*. Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities).
- HOFIERKA, J., ŠŪRI, M., CEBECAUER, T. (1998). Rastrové digitálne modely reliéfu a ich aplikačné možnosti. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis, Folia Geographica*, 2, 208-217.
- HUSÁR, K. (1998). The dependence of relief and the land cover forms. *Ekológia (Bratislava)*, 17, 187-200.
- HUSÁR, K. (2001). *Štruktúra dát regionálneho geomorfologického členenia*. Interná štúdia. Geografický ústav SAV.
- MITÁŠOVÁ, H., MITÁŠ, L. (1993). Interpolation by regularized spline with tension I, Theory and implementation. *Mathematical Geology*, 25, 641-657.
- MAZÚR, E. (1980). Mapa hypsografických stupňov. In Mazúr, E. ed. *Atlas SSR*. Bratislava (SAV a SÚGK), pp. 38-39.
- MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. (1978). Regionálne geomorfologické členenie SSR. *Geografický časopis*, 30, 101-125.
- OĀAHEL, J., POLÁČIK, Š. (1987). *Krajinná syntéza Liptovskej kotliny*. Bratislava (Veda).
- PLESNÍK, P. (1971). *Horná hranica lesa vo Vysokých a Belanských Tatrách*. Bratislava (Veda).
- ZATKALÍK, F. (1979). Vplyv reliéfu a orografie pohoria na charakter a diferenciáciu lesnej pokrývky v západnej časti Nízkyh Tatier. *Geografický časopis*, 31, 280-296.
- ZELENSKÝ, K. (1980). Influence of the geographic environment in Slovakia on the development of agricultural production. *Geografický časopis*, 32, 140-147.

Marcel Š ů r i

## INFLUENCE OF RELIEF ON DIFFERENTIATION OF LAND COVER IN SLOVAKIA

The relief has a significant impact on components of the natural environment as well as on the human activities in Slovakia. Contemporary land cover reflects the long-term shaping of natural landscape by man to provide the highest possible benefit considering the given limits. Therefore, understanding of the relation between relief and land cover is important from the points of view of basic research, as well as the environmentally sound landscape planning.

The study analyses incidence of land cover classes in Slovakia in relation to three morphometric parameters of relief – elevation, slope and aspect. The working scale is related to the applied GIS national databases – digital model of relief with grid size 50 meters (DMR580-SK), interpolated from topographical maps at scale 1:50 000 and CORINE land cover mapped at scale 1:100 000, representing the time period 1989-92. The two databases were overlaid and by the application of crosstabulation and sampling techniques and the data were used in the frequency analysis. The processing of the GIS

databases identified some logical and positional inconsistencies that are related to the methodology of creating the used databases. The examples of these inconsistencies should facilitate better understanding and correct interpretation of the presented results.

The results of the GIS analysis contributed to the contemporary understanding of the relation between land cover classes and relief at the national level. The findings are confronted with the previous empirical studies. The study provides an insight into the frequency distribution of individual land cover classes in respect to the elevation, slope and aspect, pointing to the limits of their occurrence and dominance. The possibilities to analyse also spatial relationship between the land cover and relief databases are documented on a map. The scale of the applied databases does not allow confronting the results at a detailed level. The application of the standard GIS techniques as well as the European databases of the similar quality will enable to compare the results at an international level.

Translated by the author