

JÁN FERANEC, LUBOMÍR POSPÍŠIL

**MOŽNOSTI VYUŽITIA MULTISPEKTRÁLNYCH KOZMICKÝCH SNÍMOK PRI  
VÝSKUME ŠTRUKTÚRNO-TEKTONICKÝCH POMEROV V OBLASTI  
SLOVENSKEHO STREDOHORIA**

Ján Feranec, Lubomír Pospíšil: Possibilities of Using Multispectral Space Photographs in the Research of the Tectonic Structure of the Slovakian Middle Mountains. Geogr. Čas., 33, 1981, 3; 5 figs., 2 tables, 20 refs.

The presented paper indicates the possibilities of using multispectral space photographs in investigating the tectonic structure of the West Carpathians. The study is concerned with obtaining aero-space information (a short characteristic of remote sensing methods is given), with their interpretation (from the viewpoint of comparing the results of optic interpretation of multispectral photographs with geophysical measurements, the results of geological and geomorphological mapping) and with the use of the results of interpretation on analysing basic volcanic structures of Middle Slovakian neovolcanics.

## 1 ÚVOD

Snímky z kozmu dali do rúk geomorfológov, geofyzikov a geológov nový, netradičný prostriedok výskumu geologickej stavby Zeme. Geologické a geomorfologické informácie získané interpretáciou kozmických snímok sú v mnohých prípadoch nové a nemôžu sa získať inými známymi metódami. Na snímkach urobených z kozmických nosičov možno identifikovať napr. veľké zlomové systémy, kruhové štruktúry, odlišné genetické typy hornín, povrchové formy a pod. Spomenuté možnosti súvisia so špecifickými vlastnosťami kozmických snímok — horizontálnou, vertikálnou a dynamickou spojitou (B. V. Vinogradov [19]). Horizontálna spojitost — súčasné získanie súboru informácií o rozsiahlych častiach zemského povrchu. Vertikálna spojitost — v jednom súbore informácií sú obsiahnuté charakteristiky rôznych komponentov geosféry — litosféry s reliéfom, pedosféry, hydrosféry, atmosféry a biosféry. Dynamická spojitost — vzniká opakovanou tvorbou súborov informácií rovnakou metodikou v rôznych časových intervaloch.

Uvedené vlastnosti sú zvlášť cenné pre riešenie geologickej problematiky súvisiacej s objektmi rôznych veľkostí — od globálnych po lokálne. Z hľadiska daných vlastností bude prínosom využitie kozmických snímok aj pri riešení geologicko-morfologickej problematiky územia nášho štátu. V tomto smere je orientovaný aj cieľ našej práce — stručne charakterizovať proces získavania,



Obr. 1. Morfoštruktúry predterciérneho podložia vo vzťahu k intruzívnym a extruzívnym komplexom (podľa V. Konečného, J. Lexu, J. Šefaru 1978 a doplnené autorom).

1 — výrazné zlomové zóny s veľkou amplitúdou vertikálneho pohybu, 2 — zlomy lokálneho významu, 3 — zlomy obmedzujúce výrazné depresie — priekopové prepadliny, 4 — zlomy obmedzujúce vulkanicko-tektonické hraste, 5 — granodiority až diority a ich porfýzy, 5a — geofyzikálne vymedzené telesá, 6 — intruzívne telesá a preniky andezitových porfýrov geofyzikálne vymedzené, 7 — ryolity, 8 — telesá andezitových porfýrov, 9 — silly a preniky kremidioritových porfýrov, 10a — bazalty, 10b — bazaltové prúdy.

interpretácie a využitia kozmických snímok na riešenie konkrétnej geologicko-geomorfologickej problematiky.

V našom prípade sme venovali pozornosť interpretácii základných vulkanických štruktúr v oblasti stredného Slovenska (obr. 1). Výber oblasti bol pod-

mienený dostatočným množstvom a najmä kvalitou geologického a geofyzikálneho podkladového materiálu [Atlas SSSR [1], Buday T. a kol. [2], Konečný V., Lexa J., Šefara J. [10], Kuthan M. a kol. [12]], ktorý je veľmi dôležitý pre opticko-analógovú interpretáciu multispektrálnych kozmických snímok.

## 2 DIAĽKOVÝ PRIESKUM

Pod pojmom diaľkový prieskum Zeme rozumieme jednak registráciu odrazenej a vyžiarenej elektromagnetickej radiácie fotografickými a nefotografickými metódami snímkovania, ako aj spracovanie — interpretáciu týmito metódami získaných obrazových záznamov pre rôzne oblasti vedy a národného hospodárstva.

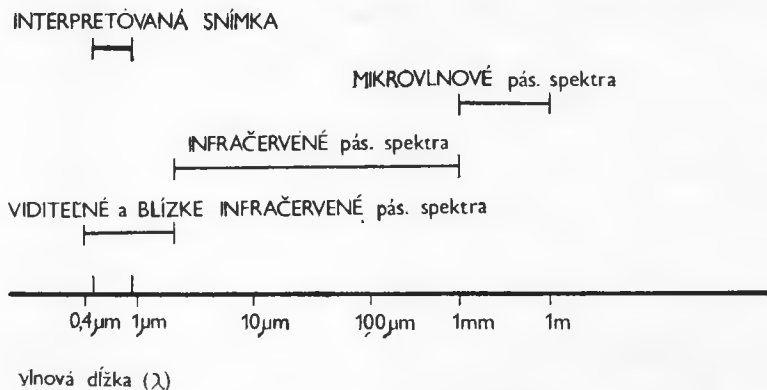
### 2.1 Metódy diaľkového prieskumu

Predpokladom pre výskum objektov zemského povrchu metódami diaľkového prieskumu je skutočnosť, že tieto odraňujú a emitujú elektromagneticke žiarenie rôznych vlnových dĺžok. Celé spektrum odrazenej a emitovanej radiácie, využívané v diaľkovom prieskume, možno rozdeliť na tri základné pásma:

viditeľné a blízke infračervené, infračervené [termálne] a mikrovlnové (obr. 2).

Viditeľné a blízke infračervené pásmo spektra je ohraničené vlnovým rozsahom 0,4—3  $\mu\text{m}$  [V. I. Kravcova [11]] a pracuje v ňom podstatná časť metód diaľkového prieskumu. Toto spektrálne pásmo reprezentuje odrazená slnečná radiácia objektmi zemského povrchu. Z metód snímkovania, pracujúcich v uvedenom vlnovom rozsahu, možno spomenúť fotografické a nefotografické metódy.

Fotografické snímkovanie sa realizuje z paluby kozmických nosičov pomocou rôznych typov fotografických systémov. Exponovanie filmu sa uskutočňuje v kozme a fotochemické spracovanie na Zemi. Získané fotografické snímky sa vyznačujú vysokou kvalitou a dobrými geometrickými i fotometrickými



Obr. 2. Rozdelenie elektromagnetickej radiácie využívanej pri diaľkovom prieskume.

charakteristikami. Ak sa získajú z orbity, ktorej výška je 100—400 km nad povrchom Zeme, ich rozlišovacia schopnosť je približne 20—50 m (V. I. Kravcova [11]).

Fotografické snímkovanie sa v súčasnosti robí prevažne v multispektrálnom variante (získanie identických snímok toho istého územia v niekoľkých úzkych zónach spektra, zvyčajne 4—6). Pri ďalej uvedenej geologickej interpretácii sme analyzovali multispektrálnu snímku (aditívne zobrazenie syntetizované z dvoch spektrálnych pásem: 600—700 nm a 700—840 nm). Snímka sa urobila kamerou KATE 140, 25. 5. 1979 z výšky 213 km. Pri interpretácii sme zistili, že jej rozlišovacia schopnosť je približne 70—100 m.

Z nefotografických metód, pracujúcich v oblasti viditeľného a blízkeho infračerveného spektra, spomenieme televízne a skanerné snímkovanie. Pri realizácii televízneho snímkovania sa využívajú kamery meniace zobrazenie získané optickou cestou na elektrosignály, vysielané rádiovým kanálom na Zem. Skanerné systémy menia priamo tok odrazenej radiácie od objektov povrchu na elektrosignály a tieto vysielajú na Zem. V prijímacích centrách sa zapisujú na magnetickú pásku. Oba typy snímkovania umožňujú nepretržité získavanie informácií o zemskom povrchu a ich rýchle odovzdávanie na Zem, avšak poskytované snímky majú horšiu kvalitu (v porovnaní s fotografickými snímkami).

Infračervené pásmo spektra je vymedzené vlnovým rozsahom 3—1000  $\mu\text{m}$  (V. I. Kravcova [11]) a predstavuje vlastné vyžarovanie objektov zemského povrchu. Jeho podstatnú časť pohlcuje atmosféra. Sú iba 3 atmosferické okná na vlnových dĺžkach 3—5, 8—14 a 30—80  $\mu\text{m}$ , v rámci ktorých možno infračervené žiarenie registrovať. Snímkovanie v infračervenom pásme spektra sa realizuje pomocou termálnych radiometrov. Výstupom sú snímky, digitálne, prípadne grafické záznamy, ktoré poskytujú informácie o priestorových teplotných rozdieloch zobrazených objektov. Rozlišovacia schopnosť teplotných rozdielov pomocou súčasných infračervených radiometrov je asi 1°C (V. I. Kravcova [11]).

Mikrovlnové pásmo spektra zaberá vlnový rozsah od 1 mm do 1 m (V. I. Kravcova [11]). Žiarenie uvedené vlnového rozsahu iba nepatrne ovplyvňuje atmosféru a predstavuje vlastné žiarenie Zeme, alebo radarovými systémami emitované a po odrazení od objektov zemského povrchu radarovou anténou znova registrované žiarenie (metódy využívajúce radarové systémy tvoria skupinu aktívnych metód — detektor registruje žiarenie emitované vlastným zdrojom, ostatné spomenuté metódy tvoria skupinu pasívnych metód diaľkového prieskumu — detektor registruje odrazenú alebo vyžiarenú radiáciu zemského povrchu). Metódy snímkovania v mikrovlnovom pásme spektra využívajú mikrovlnové radiometre a radarové systémy. Výstupom sú mikrovlnové a radarové snímky alebo digitálne záznamy.

Charakterizované snímacie zariadenia bývajú umiestnené na rôznych typoch kozmických nosičov. Pri výskumoch štruktúrno-tektonických pomerov územia nášho štátu možno využiť predovšetkým kozmické snímky zo sovietskych družíc série KOZMOS, METEOR-PRIRODA, SOJUZ a orbitálnej stanice SOLJUT. Informácie o rôznych častiach zemského povrchu možno tiež získať zo snímok urobených špeciálnymi americkými družicami pre výskum prírodných zdrojov Zeme typu ERTS—1, 2, 3 (Earth Resources Technological Satellite; ERTS—1 pracovala v rokoch 1972—1978, ERTS—2, 3 pracujú doteraz).

Interpretáciu všeobecne definujeme ako proces skúmania obrazových záznamov za účelom identifikácie objektov i javov a posudzovania ich významu pre vedecké a praktické ciele. Interpretáciou sa realizuje analýza obsahu snímok pomocou interpretačných znakov a interpretačných kľúčov.

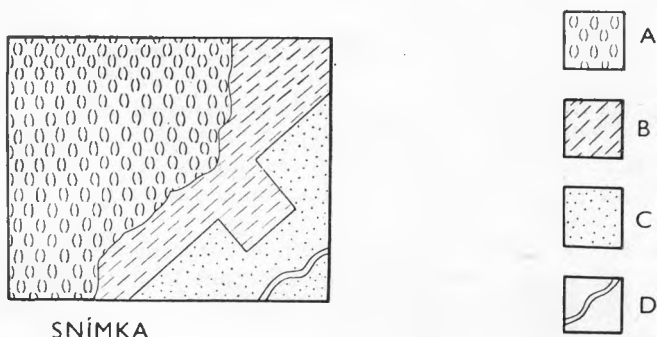
Interpretačné kľúče predstavujú prostriedok vyjadrujúci vzťah medzi vzhľadom objektov a javov na snímkach a ich reálnym vzhľadom a stavom. Zostávajú sa zvyčajne z týchto interpretačných znakov: tvar, poloha, veľkosť, tón, tieň, farba, textúra a štruktúra. Podľa logickej štruktúry sú zostavené na princípe selekcie alebo eliminácie.

Selektívne kľúče charakterizujú triedy objektov a javov, z ktorých interpretátor vyberá príklad najpodobnejší jeho neznámemu objektu alebo javu. Zvyčajne bývajú tvorené textom charakterizovanými výrezmi zo snímok, zobrazujúcich príslušné objekty a javy.

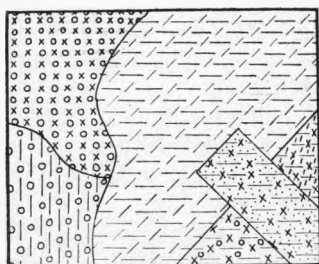
Eliminačné kľúče sú zostavené tak, že proces interpretácie sa realizuje logickým postupom od všeobecného k špecifickému pomocou vylučovania všetkých nevhodných objektov, charakterizovaných javov, až sa objaví hľadaný objekt alebo jav.

V závislosti od formy vstupných hodnôt interpretačného procesu (rôzne typy snímok, magnetické pásky) interpretáciu obrazových záznamov rozdeľujeme na opticko-analógovú a digitálnu.

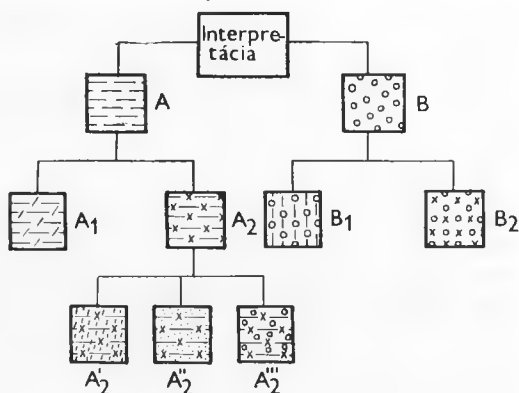
V rámci opticko-analógovej interpretácie sa analyzujú snímky (získané jednak fotografickými a tiež nefotografickými metódami) pomocou rôznych typov stereoskopov, zväčšovacích a elektronicko-optických zariadení. Do tejto skupiny patrí aj interpretácia multispektrálnych snímok, z ktorej uvádzame príklad. Zo zariadení sme využili multispektrálny projektor MSP—4B, pomocou ktorého možno získať v laboratórnych podmienkach farebné zobrazenie v skutočných alebo neskutočných farbách, a to syntézou multispektrálnych čierno-bielých snímok. V procese syntézy sa využívajú minimálne 2, maximálne 4 negatívy, pozitívy alebo kombinácie negatívov a pozitívov jednotlivých spektrálnych pásem príslušnej snímky, ktoré sa súčasne premietajú cez farebné a neutrálne filtre na projekčné tienidlo projektoru. Projektor transformuje rozdiely hustoty zobrazenia medzi čierno-bielymi negatívami alebo pozí-



Obr. 3. Selektívny interpretačný kľúč.



SNÍMKA



Obr. 4. Eliminačný interpretačný kľúč.

tívmi do farebných rozdielov. Podľa získaných farebných odtieňov možno charakterizovať a určovať vlastnosti jednotlivých objektov zobrazených na snímke. Spektrálne pásma snímky a parametre projektora MSP—4B, použité pri interpretácii v našej práci, znázorňujú tab. 1, 2.

Pri digitálnej interpretácii sa využívajú údaje získané nefotografickými metódami a tiež údaje získané digitalizáciou fotografických snímok (rozklad hustoty zobrazenia). Cieľom digitálnej interpretácie je vypracovať vhodné algoritmy, pomocou ktorých možno z nasnímkovaných údajov získať veľmi operatívne (využitím výpočtovej techniky), požadované informácie o skúmanom území.

### 3 CHARAKTERISTIKA LINEÁRNYCH A NELINEÁRNYCH ŠTRUKTÚR

Interpretácia multispektrálnych kozmických snímok, ktorá sa začína v ostatnom období realizovať pre geologické a geomorfologické účely aj v oblasti Západných Karpát, prispieva k získaniu nových údajov a informácií o charaktere štruktúr danej oblasti. Mnohé z nich sa dobre zhodujú so známymi poruchovými (tektonickými systémami, zónami hlbinných zlomov, geomorfologickými elementmi a ďalšími disjunktívnymi tektonickými zónami v zemskej kôre. Okrem týchto sa objavil rad rozhraní, ktoré doteraz neboli zistené. Pri opakovanom analyzovaní snímok, pri ich interpretácii a porovnaní s geologicko-geofyzikálnymi údajmi časť takýchto narušení zemskej kôry v určitých regiónoch odpovedá nevýrazným poruchám a anomálnym rozhraniám geofyzikálnych polí. Ukazuje sa, že tieto rozhrania by mohli odpovedať skrytým tektonickým poruchám alebo sú dokladom diferencovanej recentnej mobility územia.

Dobrá korelácia geofyzikálnych anomálií a rozhraní s výsledkami interpretácie kozmických snímok vytvára predpoklad pre komplexné využitie výsledkov rôznych, na odlišných princípoch pracujúcich, geologických, geofyzikálnych a geomorfologických metód, k poznaniu geologicko-morfologických štruktúr a ich fenoménov.

Tabuľka 1

Kombinácie spektrálnych pásem snímky a parametre projektora MSP—4B

| KANÁLY — MSP — 4B              | I.      | II.     | III. | IV. |
|--------------------------------|---------|---------|------|-----|
| Spektrálne pásmo snímky (v nm) | 600—700 | 700—840 | —    | —   |
| Filter <sub>F</sub>            | modrý   | zelený  | —    | —   |
| Filter <sub>N</sub>            | 0       | 1       | —    | —   |
| Potenciometer                  | 8       | max.    | —    | —   |

F — farebný, N — neutrálny

Ako ukážku možnosti využitia multispektrálnych kozmických snímok sme vybrali územie stredoslovenských neovulkanitov (obr. 1), ktorého centrálna časť zaberá plochu 1/9 snímky, čo svedčí o veľkej efektívnosti využitia multispektrálnych kozmických snímok. V tejto oblasti sa väčší dôraz kládol na interpretáciu nelineárnych rozhraní, ktoré by nám prispeli k rozanalyzovaniu vlastnej stavby vulkanických pohorí.

Za lineárne rozhranie pokladáme rozhranie priamkového charakteru, ktoré sa prejavuje na snímke výraznou hustotou zobrazenia a tiež vo väčšine prípadov geomorfologicky.

Za nelineárne rozhranie pokladáme rozhranie kruhového alebo eliptického charakteru, ktoré sa na snímke prejavuje analogickými identifikačnými znakmi.

Presné zistenie nelineárnych rozhraní je veľmi zložitá a ich verifikácia so známymi geologickými štruktúrami je oveľa ťažšia, ako je to pri lineárnych rozhraniach. Nie vždy im odpovedajú časté a izometrické anomálie geofyzikálnych polí. Z uvedenej analýzy vyplynul zaujímavý poznatok, že väčšina interpretovaných nelineárnych rozhraní sa najčastejšie nachádza alebo v blízkosti lineárnych rozhraní, alebo v miestach ich križovania.

Preto sa v tejto práci z oblasti centrálnych Západných Karpát pokúsime poukázať na zóny a úseky výraznejších lineárnych a nelineárnych rozhraní,

Tabuľka 2

Kombinácie spektrálnych pásem snímky a parametre projektora MSP—4B

| KANÁLY — MSP — 4B              | I.      | II.     | III. | IV. |
|--------------------------------|---------|---------|------|-----|
| Spektrálne pásmo snímky (v nm) | 600—700 | 700—840 | —    | —   |
| Filter <sub>F</sub>            | fialový | žltý    | —    | —   |
| Filter <sub>N</sub>            | 1       | 0       | —    | —   |
| Potenciometer                  | 8       | 9       | —    | —   |

F — farebný, N — neutrálny.

ktoré korelujú s niektorými geofyzikálnymi anomáliami. Aby sme mohli porovnávať údaje získané interpretáciou multispektrálnych snímok z oblasti stredoslovenských neovulkanitov so známymi poznatkami o štruktúrno-tektonických pomeroch, v ďalšej časti uvedieme stručnú charakteristiku doterajších výsledkov z predmetnej oblasti.

#### 4 STRUČNÁ GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA STREDOSLOVENSKÝCH NEOVULKANITOV

Vulkanická činnosť v oblasti stredoslovenských neovulkanitov sa začala v eggenburgu a končila v pliocéne. Produktom subsekventného a finálneho vulkanizmu sú horniny pestrého petrografického zloženia, ktoré odpovedajú radu ryolit—andezit—bazalt.

Vulkanické komplexy, ktoré vznikli v tomto období v oblasti stredného Slovenska, vytvárajú tieto vulkanické pohoria: Štiavnické vrchy, Kremnické vrchy, Pohronský Inovec, Poľanu, Javorie a Krupinskú planinu.

Zloženie stredoslovenských neovulkanitov je podmienené zložitou morfo-tektonickou stavbou podložia, o ktorej podávajú určité informácie hlboké vrty i výsledky geologických výskumov predterciérneho podložia [O. Fusán a kol. [5]] a regionálne geofyzikálne výskumy, predovšetkým však gravimetrické a magnetometrické merania [J. Šefara a kol. [18]].

Reliéf podložia predstavuje systém chrbátov a depresí. Najvýraznejšie sú chrbáty smeru SZ, ktoré sa nachádzajú na južnej a severnej periférii stredoslovenských neovulkanitov. Na J sú to santovecko-turovecký chrbát (na obr. 1 nie je zakreslený, z J ohraničuje krupinskú depresiu), na S malochovsko-lieskovský chrbát. Kolmo na tieto chrbáty sa nachádzajú chrbáty smeru SV. Na Z od žiarskej depresie je to handlovský chrbát, na JV od krupinskej depresie šahansko-ábelovská hrasť a medzi nimi rudňanská hrasť a ladzianska elevácia.

Medzi interpretovanými chrbátmi sú depresie. Najvýraznejšie sú žiarska, žarnovická, Ilia-Banský Studenec priekopová prepadlina a čajkovsko-pukanecská depresia. Na S sú turčianska a hornonitrianska depresia. Z morfológického hľadiska ide o systém hrasť a priekopových prepadlín.

Vplyvom erózie a denudácie, najmä však neotektonických pohybov, zistené chrbáty čiastočne vychádzajú na povrch alebo sú čiastočne prekryté terciérnym vulkano-sedimentárnym komplexom neveľkej mocnosti. Hĺbky depresí často prevyšujú 1500—2000 m [Škvarka L. in Květ R. [13]].

Analýza tektonickej stavby stredoslovenských neovulkanitov vychádza z výsledkov a znalostí o tektonike vnútorných Karpát, materiálov z hlbokých vrtov zasahujúcich do podložia i výsledkov geofyzikálnych meraní [T. Buday a kol. [2], V. Konečný, J. Lexa, J. Šefara [10], M. Kuthan a kol [12]]. V podloží vulkanického komplexu je kryštalinikum tatroveporíd so zvyškami mezozoických a paleogénnych hornín. V tektonickom pláne podložia sa zaznamenali najmä tektonické prvky, ktoré vznikli v priebehu alpínskeho orogénu. Sú to najmä tektonické línie a zóny pokračujúce z oblasti tatroveporíd pod vulkanický komplex, ktoré detekovala prevažne geofyzika (gravimetriou, aeromagnetometriou) a geológia (hlbinnými vrtmi).

Obnovenie tektonickej aktivity podľa V. Konečného a kol. [10] pokračovalo



v neogéne, kedy v predpolí orogénu tangenciálne pohyby zamenili vertikálne pohyby blokov, ktoré vytvárajú zložité, hrasťovo-priekopovo-prepadlinové štruktúry. Mnohé z týchto oživených tektonických zón slúžili ako prírodné cesty andezitovej a ryolitovej magmy [L. Zbořil a kol. [20]].

Z hľadiska rozmiestnenia prírodných vulkanických centier sa ako najpravdepodobnejšie javia miesta, kde sa pretínajú línie a rozhrania smeru SV—JZ s priečnymi líniami.

Z analýzy litologicko-biostratigrafických údajov a z výsledkov absolútneho datovania vychádza, že aktivizácia vulkanizmu sa začala v juhovýchodnej časti územia (Šahansko-lysecká zóna) na začiatku bádenu [J. Slávik, V. Konečný [17], V. Konečný a kol. [10]] a pokračovala v priebehu vrchného bádenu až do pliocénu smerom na Z. V tomto období vznikli aj štruktúry hrasť a priekopových prepادلín, ktoré sa na mnohých miestach pretvárali aj v postvulkanickom období.

#### 5 POROVNANIE VÝSLEDKOV ZÍSKANÝCH INTERPRETÁCIOU MULTISPEKTRÁLNEJ SNÍMKY S NIEKTORÝMI GEOLOGICKO-GEOMORFOLOGICKÝMI A GEOFYZIKÁLNYMI ÚDAJMI

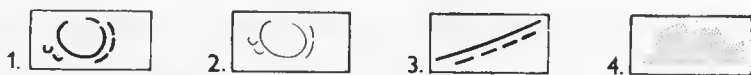
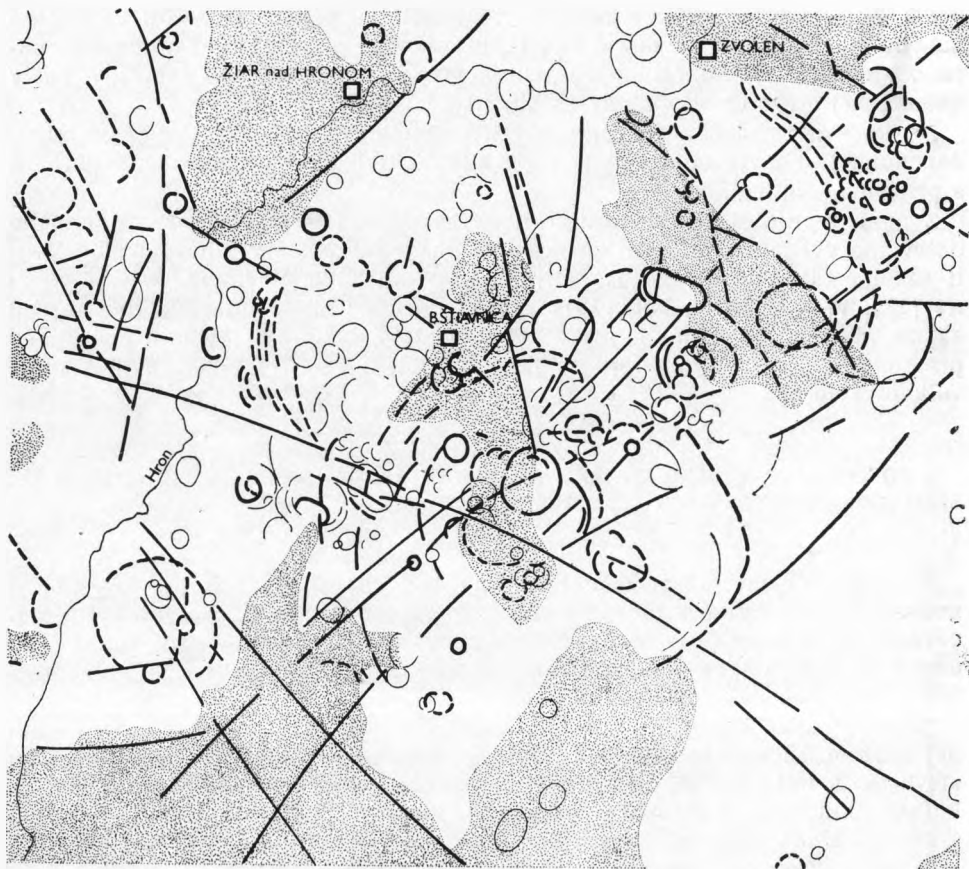
Pri vypracovaní interpretačnej schémy [obr. 5] sa ukázalo, že krajinné a geologické pomery sú v oblasti stredoslovenských neovulkanitov silne diferencované, čo je zreteľné v stupni rozoznateľnosti geologickej stavby niektorých území a jednotlivých objektov, ako aj v rozdielnosti výskytu a výraznosti erózo-denudačných foriem reliéfu.

Najvýraznejšie lineárne rozhrania smeru SV—JZ, znázornené v interpretačnej schéme, sú koncentrované do zóny prechádzajúcej severne od ladžianskej elevácie. Z tejto oblasti pokračujú na územie vulkanických pohorí Javorie a Poľana. Lineárne rozhrania uvedeného smeru v podstatnej miere korelujú s čertovickým hlbinným zlomovým systémom [J. Kvitkovič, J. Plančár [14]].

V severovýchodnej časti územia vystupujú rozsahom nie také výrazné lineárne rozhrania smerov SV—JZ a S—J, ktorých pokračovanie za priečnym rozhraním smeru ZSZ—VJV sa interpretáciou nezistilo.

Výrazné priečne lineárne rozhrania smerov ZSZ—VJV a SZ—JV v centrálnej a južnej časti snímky korelujú už so skorej vymedzeným skýcovským zlomovým systémom [O. Fusán a kol. [6], J. Kvitkovič, J. Plančár [14]] a taktiež so zistenými ťažovými a magnetickými rozhraniami, ktoré ohraničujú pukaneckú depresiu, rudňanskú hrasť a ladžiansku eleváciu zo S [J. Šefara a kol. [18]].

Nelineárne rozhrania sa najvýraznejšie prejavujú v miestach kríženia lineárnych rozhraní SV—JZ a ZSZ—VJV, SZ—JV. Uvedený systém nelineárnych rozhraní sa prejavuje koncentrickým usporiadaním, s centrom približne v strede spojnice miest Počúvadlo—Prenčov. Pri porovnaní štruktúry vymedzenej systémom nelineárnych rozhraní, ktoré sme interpretovali, so známymi geologickými štruktúrami, ukazujú sa určité diferenciácie. Najvýraznejšia kruhová geologická štruktúra v tejto oblasti — štiavnická kaldera [V. Konečný, J. Lexa, J. Šefara [10]] sa nachádza severozápadnejšie od štruktúry, ktorú sme interpretovali, a prejavuje sa nevýraznými nelineárnymi rozhraniami [západne od Banskej Štiavnice, v interpretačnej schéme znázornené prerušovanými čia-



Obr. 5. Interpretáčn schéma [zostavili: J. Feranec, L. Pospsil].

1 — nelineárne rozhranie (výrazne sa prejavujúce pri opakovanej interpretácii), 2 — nelineárne rozhranie (nevýrazne sa prejavujúce pri opakovanej interpretácii), 3 — lineárne rozhranie, 4 — depresne štruktúry.

rami). Štruktúra, ktor sme interpretovali, je v zóne, ktor podla interpretácie tiažových anomálií vytvára úzku priekopov prepadlinu, na ktor je viazan výstup intruzívnych telies (južne od Banskej Štiavnice, obr. 1).

Pozoruhodn koncentrick usporiadanie interpretovaných rozhraní a ich

väzba na poklesnuté oblasti (krupinská depresia, pukanecká depresia, Iliá-Banský Studenec priekopová prepadlina) vytvára možnosti predpokladať a interpretovať tieto rozhrania ako odraz prejavu dynamických procesov, ktoré sa odohrávajú v hlbších častiach kôry (L. Škvarka in. R. Květ [13] udáva mocnosť vulkano-sedimentárneho komplexu od 600 do 1700 m).

Rozmerovo menšie systémy nelineárnych rozhraní sú v oblasti rudňanskej hraste a v oblasti Javoria. Zvlášť výrazne sa prejavuje systém mesiačikovitej štruktúry malých nelineárnych rozhraní v oblasti pohoria Javorie (juhovýchodne od Zvolena). Túto štruktúru interpretujeme ako erózne zvyšky rozčlenených lávových prúdov.

Systém interpretovaných nelineárnych rozhraní v juhozápadnej časti snímky stotožňujeme s formami finálneho vulkanizmu medzi Tekovskou Breznicou a Brehmi pri Novej Baní (M. Kuthan a kol. [12]). Interpretované nelineárne rozhrania na J a JZ od Žiarskej kotliny čiastočne korelujú s výstupom intruzívnych telies a prienkami andezitových porfýrov geofyzikálne vymedzených (V. Konečný, J. Lexa, J. Šefara [10]).

Ďalším výrazným prvkom vystupujúcim z interpretačnej schémy sú depresné polohy, ktoré sa v uvedenej kombinácii farebných filtrov prejavujú vždy sýtejším farebným odtieňom. Najvýraznejšie depresné polohy možno stotožniť so severovýchodnými výbežkami Podunajskej nížiny (Sebechlebská pahorkatina, Brhlovské podhorie, Bátovská pahorkatina, Čajkovská zníženina, E. Mazúr, M. Lukniš [15]) so Žiarskou a Zvolenskou kotlinou.

Menšie depresné polohy sa objavujú v oblasti Štiavnických vrchov (geomorfologicky odpovedajú Štiavnickej brázde a Sitnianskemu predhoriu, E. Mazúr, M. Lukniš [15]) a Pliešovskej kotline. Treba zdôrazniť, že pri interpretácii a lokalizácii depresných polôh by bolo najúčelnejšie využiť multispektrálne kozmické snímky z obdobia vegetačného pokoja.

## 6 ZÁVER

Záverom možno konštatovať, že interpretácia multispektrálnych kozmických snímok môže nájsť svoj význam aj pri výskume štruktúrno-tektonických pomerov celej oblasti Západných Karpát. Napríklad interpretačná schéma z oblasti stredoslovenských neovulkanitov poskytuje niekoľko cenných poznatkov (korelácie medzi známymi zlomovými systémami a lineárnymi rozhraniami, na základe ktorých možno spresniť, prípadne doplniť informácie o zlomových systémoch; korelácie medzi výstupom intruzívnych telies a nelineárnymi rozhraniami a pod.), ktoré môžu, prirodzene, po konfrontovaní s údajmi získanými terénnym výskumom priniesť nové poznatky o štruktúrno-tektonických pomeroch predmetného územia.

Progresívne a operatívne využitie informácií, získaných interpretáciou multispektrálnych snímok, bude v blízkej budúcnosti vyžadovať spojenie špecialistov z rôznych vedných disciplín (v našom prípade geológov, geofyzikov a geomorfológov).

Autori pokladajú za potrebné touto cestou poďakovať doc. RNDr. Jozefovi Kvitkovičovi, DrSc. z Geografického ústavu SAV za cenné rady a pripomienky, týkajúce sa obsahu tejto práce.

1. Atlas SSR, Bratislava 1981. — 2. BUDAY, T. a kol.: Regionální geologie ČSSR, II, Západní Karpaty. Ústřední ústav geologický. Praha 1967, 501—512. — 3. DIMITRIEVIČ, D. M., MARKOVIČ, M.: Landsat-lineaments and Seismotectonics of Macedonia. Proceedings of the International Symposium on Remote Sensing for Observation and Inventory of Earth Resources and the Endangered Environment. Freiburg 1978, 2177—2194. — 4. FERANEC, J.: Účasť geografie na výskumoch Zeme pomocou metód diaľkového prieskumu. Přírodní vědy ve škole, 3, 31, 1979/1980, 116—118. — 5. FUSÁN, O. a kol.: Geologická stavba podložía stredoslovenských neovulkanitov. Západné Karpaty, 10, GÜDŠ, Bratislava 1969, 1—160. — 6. FUSÁN, O. a kol.: Geologická stavba podložía zakrytých oblastí južnej časti vnútorných Západných Karpát. Zborník Geol. Vied, rad ZK, 15. Bratislava 1973, 173. — 7. GONIN, B. G. a kol.: Kosmičeskaja fotosemka i geologičeskije issledovanija. Nedra, Leningrad 1975, 415. — 8. KODYM, O., FUSÁN, O., MATĚJKA, A.: Geologická mapa ČSSR, východ (1:500 000). Ústřední ústav geologický. Praha 1967. — 9. KONEČNÝ, V., ŠEFARA, J., ZBOŘIL, L.: Investigation of deep structures in the basement of Central Slovakian young volcanic region, and their classification with respect neogene volcanism. Proceedings of the 1th Congress CBGA, 1973, Section III — Tectonics, GÜDŠ. Bratislava 1975, 209—227. — 10. KONEČNÝ, V., LEXA, J., ŠEFARA, J.: Morfoštruktúry predterciérneho podložía vo vzťahu k neogénemu vulkanizmu. (Etapová správa.) Geofond, Bratislava 1978.

11. KRAVCOVA, V. I.: Materialy kosmičeskich semok i ich ispoľzovanije v geografičeskich issledovanijach. Izdat. Moskovskogo Universiteta, 1980, 1—65. — 12. KUTHAN, M. a kol.: Vysvetlivky k Prehľadnej geologickej mape (1:200 000), list Nitra. Bratislava 1963. — 13. KVĚT, R.: Planetární ekvidistanční poruchové systémy, puklinové zóny a tektonika fundamentu. Studia Geographica, 70, 1980, 107—111. — 14. KVIŤKOVIČ, J., PLANČÁR, J.: Recentné vertikálne pohyby zemskej kôry vo vzťahu k zemetraseniam a seizmoaktívnym zlomom v Západných Karpatoch. Geogr. Čas., 29, 3, 1977, 239—253. — 15. MAZÚR, E., LUKNIŠ, M.: Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej socialistickej republiky. Geogr. Čas., 30, 2, 1978, 101—125. — 16. SABINS, F. F.: Remote Sensing. Principles and interpretation. W. H. Freeman and Company. San Francisco 1978, 80—113. — 17. SLÁVIK, J., KONEČNÝ, V.: Vzťahy tektoniky a subsekventného neovulkanizmu Západných Karpát. Geolog. Práce, Správy, 59, GÜDŠ. Bratislava 1972, 9—38. — 18. ŠEFARA, J. a kol.: Geofyzikálny výskum podložía stredoslovenských neovulkanitov. Manuscript, Geofond, Bratislava 1976. — 19. VINOGRADOV, B. V.: Kosmičeskije metody izučeniya prirodnoj sredy. Izdat. Mysl, Moskva 1976, 285. — 20. ZBOŘIL, L., KONEČNÝ, V., FILO, M.: Príspevok geofyziky k riešeniu vzťahu medzi tektonikou a vulkanizmom v centrálnej časti Západných Karpát. Geol. Práce, Správy, 57. GÜDŠ, Bratislava 1971, 239—264.

Ян Феранец, Лубомир Поспишил

#### ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАЙОНЕ СЛОВАЦКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ

В ведении статьи авторами указывается на специфические свойства космических снимков (горизонтальные, вертикальные и динамические связи), дающих предпосылки для их успешного использования также для исследования структурно-тектонического строения Западных Карпат (на примере интерпретации основных вулканических структур в районе центральной Словакии).

Далее коротко охарактеризованы методы дистанционного исследования Земли, дающие результаты в диапазоне видимой, близкой к инфракрасной, инфракрасной и микроволновой зоны электромагнитной радиации. С разделом рассматривающим методы получения аэрокосмических информаций связана характеристика интерпретации данных полученных в результате дистанционного зондирования Земли. Приводится общая характеристика селективных и элиминационных интерпретационных кодов, используемых в процессе оптико-аналоговой интерпретации аэрокосмических снимков. В статье интерпретируется мультиспектральный снимок, полученный камерой Кате 140 дня 25 мая 1979 г. с высоты 213 км. Спектральные зоны снимка и параметры проектора МСП 4-Б, применяемые для интерпретации, приведены в таблице 1 и 2.

Интерпретация основных вулканических структур в районе центральной Словакии базируется на рассмотрении до сих пор имеющихся геологических, геофизических и геоморфологических знаний о данной территории. Результаты интерпретации приведены в интерпретационной схеме на рис. 5. В качестве линейной границы авторы считают предел линейного характера, проявляющийся на снимке повышенной плотностью изображения, а также и геоморфологически. В качестве нелинейной границы они считают предел круговой или эллиптической формы, проявляющимися на снимке аналогичными идентификационными признаками.

В качестве самого отчетливого обнаруженного предела авторами считается граница северо-западно — юго-восточного направления в центральном и южном участках снимка (что хорошо связано с обнаруженными гравитационными и магнитными пределами). Среди нелинейных пределов наиболее отчетливо выступает система на перекрестке линейных пределов северо-восточно — юго-западного и северо-западно — юго-восточного направлений.

Рис. 1. Морфоструктуры дотретичного основания в отношении к интрузивным и экструзивным комплексам (по В. Конечному, Й. Лексы, Й. Шафары, 1978 и дополненные авторами).

1 — отчетливые сбросовые зоны местного значения, 2 — линии сброса местного значения, 3 — линии сброса окаймляющие отчетливые депрессии — грабены, 4 — линии сброса ограничивающие вулканическо-тектонические горсты, 5 — гранодиориты даже диориты и их порфиры, 5а — тела выделенные геофизическим путем, 6 — интрузивные тела и проницание андезитовых порфиров, определенные геофизическим путем, 7 — риолиты, 8 — тела андезитовых порфиров, 9 — силлы и проницания кварцево-диоритовых порфиров, 10а — базальты, 10б — базальтовые потоки.

Рис. 2. Распределение электромагнитной радиации применяемой при дистанционном зондировании Земли.

Рис. 3. Селективный интерпретационный код.

Рис. 4. Элиминационный интерпретационный код.

Рис. 5. Интерпретационная схема (по Я. Феранцу и Л. Поспишил, 1981).

1 — нелинейный предел (отчетливо проявляющийся при повторной интерпретации), 2 — нелинейный предел (не отчетливо проявляющийся при повторной интерпретации), 3 — линейный предел, 4 — депрессионные структуры.

Табл. 1. Комбинации спектральных зон снимка и параметры проектора МСП-4Б.

Табл. 2. Комбинации спектральных зон снимка и параметры проектора МСП-4Б.

Перевод: Л. П р а в д о в а

POSSIBILITIES OF USING MULTISPECTRAL SPACE PHOTOGRAPHS IN THE RESEARCH  
OF THE TECTONIC STRUCTURE OF THE SLOVENSKÉ STREDOHORIE  
MIDDLE MOUNTAINS

In the introduction the authors point out the specific properties of space photographs (horizontal, vertical and dynamic continuity) that meet the requirements for their successful use in the research of the tectonic structure of the West Carpathians (an example of the interpretation of basic volcanic structures in the Middle Slovakian region is presented).

Further the remote sensing methods operative within the range of the visible and near-infra-red, the infra-red and micro-wave band of electromagnetic radiation are described. The part concerning the methods of aero-space information obtaining is followed by characterizing the interpretation of data acquired by methods of remote sensing. Selective and elimination interpretation keys used in optic interpretation of aero-space photographs are characterized in general. A multispectral photograph taken with the camera Kate 140, 25. 5. 1979 from a height of 213 km is being interpreted. The spectral zones of the picture and the parameters of the MSP 4-B projector used at the interpretation are shown in tab. 1, 2.

The interpretation of basic volcanic structures occurring in Middle Slovakia is based on the evaluation of geological, geophysical and geomorphological information on the studied territory known so far. The results of the interpretation are presented in an interpretation diagram, fig. 5. The boundary-line of straight line character, which appears on the picture with a distinct density of representation as well as geomorphologically is considered by the authors the linear boundary-line. The boundary-line of circular or elliptical character represented on the picture by analogous identical signs is considered the non-linear boundary-line.

The authors consider the boundary-line of NW-SE direction in the central and southern part of the picture to be the most distinctly established linear boundary-line (it correlates with the established gravity and magnetic boundary-lines). Out of the nonlinear boundary-lines the boundary system at the crossings of the linear boundary-lines of the NE-SW and NW-SE direction is most distinctly displayed.

Fig. 1. Morphostructures of pre-Tertiary substratum in relation to intrusive and extrusive complexes (According to V. Konečný, J. Lexa, J. Šefara 1978 and completed by the authors.). 1 — distinct areas of fault zones with large amplitude of vertical movement, 2 — faults of local importance, 3 — faults limiting distinct depressions — trench faults, 4 — faults limiting volcano-tectonic horst faults, 5 — granodiorites and diorites and porphyries, 5a — geophysically delimited bodies, 6 — intrusive bodies and penetrations of andesitic porphyries delimited geophysically, 7 — rhyolites, 8 — bodies of andesitic porphyries, 9 — sills and penetrations of flint-dioritic porphyries, 10a — basalts, 10b — basaltic currents.

Fig. 2. Distribution of electromagnetic radiation used in remote sensing.

Fig. 3. Selective interpretation key.

Fig. 4. Elimination interpretation key.

Fig. 5. Interpretation diagram. (According to J. Feranec, L. Pospíšil). 1 — non-linear boundary-line (evident on repeated interpretation), 2 — non-linear boundary-line

{not evident on repeated interpretation), 3 — linear boundary-line, 4 — depressed structures.

Tab. 1. Combinations of spectral zones of the picture and parameters of the projector MSP—4B.

Tab. 2. Combinations of spectral zones of the picture and parameters of the projector MSP—4B.

Translated by A. Mišíková