Kartografické listy, 2000, 8

# René EBNER, Milan HÁJEK

# KARTOGRAFICKÁ VIZUALIZÁCIA GEOLOGICKÝCH ÚDAJOV GEOMORFOLOGICKÉHO CELKU BRANISKO

Ebner R., Hájek M.: Cartographic Visualisation of Geological Data of the Branisko Geomorphological Unit. Kartografické listy, 2000, 8, 7 figs., 5 refs.

**Abstract:** The cartographic visualisation of geological data was realised on the current state analysis. It based of the 2D geological map. The area of interest consists of the Branisko Mt. represented in a map Regional Geomorphological Delimitation of Slovakia (Fig. 2) as independent geomorphological unit.

**Keywords:** geological data model, digital terrain model at the scale 1:50.000, digital geological model, cartographic visualisation.

# Úvod

Súčasná geologická mapa sa chápe ako matematicky definované a zovšeobecnené rovinné kartografické dielo, vyjadrujúce priestorové rozmiestnenie prírodných a socioekonomických objektov a javov. Zdrojom priestorových geologických informácií pri riešení našej úlohy (Ebner 1999) bola geologická mapa v analógovej podobe, ktorá je spracovaná v dvojdimenzionálnej (2D) úrovni. Riešenie úloh súčasnej praxe si vyžaduje vytvorenie digitálnych podkladov, ktoré poskytnú potrebné údaje rýchlejšie, názornejšie a komplexnejšie.

Na tvorbu geologického modelu sme použili geomorfologický celok *Branisko*, v ktorom sa nachádza množstvo geografických, resp. geologických informácií. Cieľom príspevku je vytvorenie geologického digitálneho modelu územia v trojdimenzionálnej (3D) úrovni s následnou vizualizáciou geologických jednotiek.

# Geograficko-geologická charakteristika modelovaného územia

Územie Braniska, znázornené na výreze z mapy *Regionálne geomorfologické členenie* Slovenska (Mazúr a Lukniš 1980), patrí do Západných Karpát (obr. 1).

Pohorie Branisko s výrazným horským masívom Smrekovica na severe, budovaným kryštalinickým jadrom, mladopaleozoickým a mezozoickým obalom a výrazným chočským príkrovom, tvoria prevažne hrubé komplexy dolomitov. Územie je charakteristické typickými kaňonovitými údoliami, bizarnými skalnými útvarmi, bránami, stĺpmi ap.

Južnú časť Braniska tvorí výrazný horský masív Sľubica, budovaný kryštalinickými horninami s mladopaleozoickými klastickými sedimentmi a mohutným komplexom mezozoických metamorfovaných hornín patriacich k severnej časti Veporika. Časť modelovaného územia na západ od pohoria Branisko zasahuje do Hornádskej kotliny – Hornádskeho podolia. Na východe od pohoria Branisko sa rozprestiera Šarišská vrchovina, ktorú budujú sedimenty paleogénu Podtatranskej skupiny. Charakteristickým morfologickým znakom sú chrbty pretiahnuté v smere S-J, oddelené hlboko zarezanými dolinami. Na juhovýchode od pohoria Branisko je masív Čierna hora. Morfologicky predstavuje stredohorský, značne diferencovaný reliéf, ktorého centrálnu časť tvoria Bujanovské vrchy s dlhými pretiahnutými hrebeňmi smeru SV-JZ, ktoré sú oddelené pomerne hlbokými dolinami a budované predovšetkým kryštalinickým bujanovským komplexom, paleozoickými a

Ing. René EBNER, Doc. Ing. Milan HÁJEK, PhD., Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava. E-mail: hajek@svf.stuba.sk



Obr. 1 Branisko na mape Regionálne geomorfologické členenie Slovenska

mezozoickými komplexmi, výrazne vyvinutými v oblasti vodnej nádrže Ružín. Na severozápade od pohoria Branisko sú Levočské vrchy, ktorých územie budujú prevažne paleogénne sedimenty centrálno-karpatského flyšu. Na juhu od pohoria Branisko sú Volovské vrchy, ktorých prevažnú časť zaberá oddiel Hnilecké vrchy. Budované sú vrstvami hornín smrečínského a sykavského súvrstvia rakoveckej skupiny. Južná časť územia, zasahujúca do severnej časti Hnileckých vrchov (Krompachy), je budovaná súvrstvím krompašskej skupiny s polohami pieskovcov severogemeridského mezozoika (Vozárová a Vozár 1986, Vozár et al. 1998).

# Vizualizácia modelu geologických údajov

#### Softvérové prostredie

Na modelovanie geologických telies sme vybrali program *MicroStation '95* (MS). Je to výkonný 2D/3D CAD systém na profesionálne kreslenie a modelovanie, umožňujúci vizualizáciu, aplikáciu aj svetelných zdrojov, podporujúci externé bázy údajov a prácu s rastrovými výkresmi. Ďalej sme použili *MGE Terrain Analyst*, ako súčasť prostredia programov MGE firmy Intergraph slúžiacich na integráciu, analýzu a prezentáciu geoinformácií a *Voxel Analyst* ako všeobecný nástroj na vizualizáciu a analýzu údajov v 3D systéme.

Program *Site Geologist* (SG) je interaktívna aplikácia pomáhajúca geológom vo vývoji súhrnného geologického polohového modelu. SG pomáha pri vytváraní, výklade a spravovaní podpovrchových informácií, geologických profilov, vrtov, priečnych rezov a stĺp-cových diagramov. Vytvára 2D a 3D podpovrchové nákresy načítavajúc podpovrchové informácie v relačnej databáze. SG poskytuje 3D pohľady a analytické spôsobilosti. Troj-rozmerné priečne rezy môžu byť prepojené s každou kombináciou z geografických informačných systémov (GIS) odvodenou 3D mapou, umožňujúc používateľom rotáciu a náhľad na geologický model v ľubovoľnej orientácii a v ľubovoľnom smere pohľadu.

#### Postup modelovania

*Reálny objekt* je vyjadrený kartografickým znakom v mapovom podklade – v Základnej mape mierky 1:50 000 (ZM50) a v geologickej mape. Geografické charakteristiky popisujú geologickú skutočnosť.

*Abstrakcia stotožnenia* spočíva v tom, že skúmané objekty sa najprv zaradia do určitej triedy (pojmovej kategórie) a vylúčia sa nepodstatné vlastnosti z hľadiska daného účelu. Ide o úvodnú fázu procesu modelovania.

*Model* je zjednodušené zobrazenie skutočnosti, t.j. časti objektívnej reality. Na spracovanie modelu sme využili poznatky na úrovni 3D geometrického modelovania. Vychádzame zo vzťahu medzi objektom a jeho modelom, čo dokazuje obr. 2, kde:



Obr. 2 Proces modelovania (vysvetlenia P, M, w sú v texte)

P - predloha (reálny objekt), P' - systém definovaný na P, wl - abstrakcia stotožnenia, M - vytvorený model v zmysle reálneho objektu, získaného ako výsledok činnosti w2, w2 - proces modelovania, M' - systém definovaný na objekte M, w3 - abstrakcia stotožnenia na úrovní M, w4 - spätná väzba (zobrazuje činnosť skúmaného originálu pomocou jeho modelu).

Vizualizácia geologických údajov vychádza z geologického modelu. Samotný postup vizualizácie (obr. 3) pozostáva z jedenástich etáp.



Obr. 3 Postup vizualizácie geologických údajov

Prvá etapa definuje reálny objekt, etapy dva až desať tvoria jadro, t.j. samotný proces spracovania (modelovania) až po výsledok (model). Etapa jedenásť reprezentuje záver – analýzu a zhodnotenie výsledkov (spätná väzba – w4).

#### Analógové podklady

Analógovým podkladom bola ZM50 (mapové listy 27-43 a 37-21) z Geodetického a kartografického ústavu (GKÚ) Bratislava s tematikou: polohopis, výškopis, popis a vodstvo. Geologickým podkladom bola geologická mapa (výsledok geologického mapovania), ktorá je z hľadiska farebnosti jednou z najnáročnejších máp (počet farieb dosahuje 20 až 30). Súčasťou geologickej mapy je mapový kľúč (obr. 5). Mierka mapy je 1:50 000 (Branisko a Čierna hora – obr. 6b). Dalšie údaje sa čerpali z magnetometrickej mapy a zo seizmických profilov. Tematické podklady poskytla Geologická služba SR. Geologická mapa Braniska je odkrytá mapa vyjadrujúca rozšírenie hornín skalného podkladu.

## Skenovanie mapových podkladov

ZM50 sme použili z digitálneho mapového archívu GKÚ v Bratislave vo vektorovom tvare. Tematické mapy boli skenované na veľkoformátovom skeneri (300 dpi).

#### Transformácia rastrových údajov

Po skenovaní analógových tematických podkladov nasledovala afinná transformácia rastrových údajov.

#### Vektorizácia

Vektorizáciu tematických prvkov sme manuálne spracovali v prostredí programu MS. Vektorizáciu sme štruktúrovali do mapových informačných vrstiev v priestorovom súradnicovom systéme JTSK.

# Vizualizácia geologických jednotiek

Vizualizáciu v užšom slova zmysle chápeme ako nástroje a postupy slúžiace na vizuálnu analýzu údajov. Cieľom vizualizácie je pochopenie skúmaných javov a ich vnútorných vzťahov. V našom prípade ide o jednu z najdôležitejších etáp v procese modelovania. Vizualizačné algoritmy sú znázornené na obr. 4 a pozostávajú zo skalárnych objemových algoritmov a z vizualizácie vektorových polí:



- *Skalárne objemové algoritmy* sú algoritmy vizualizujúce skalárne priestorové mriežky, ktoré ďalej delíme na algoritmy zobrazujúce povrchy a na priame objemové algoritmy.
- Vizualizácia vektorových polí je súhrn metôd používaných pri vizualizácií 2D a 3D vektorových polí.

Ľavú časť obr. 4 tvorí objemový algoritmus (*direct volume rendering*) a pravú algoritmus zobrazujúci povrch (*surface-fitting algorithms*). Na konverziu spojitej reprezentácie na geometrickú použijeme *voxelizáciu* (vzorkovanie spojitého povrchu v zadanom rozlíšení). Často sa s hodnotou vzorky v danom mieste mriežky ukladá aj hodnota normály povrchu, ktorú treba na vyhodnotenie osvetľovaného modelu. Naopak, pri prevode z objemovej reprezentácie na povrchovú poslúži napr. nájdenie izoplochy (spojenie miest s rovnakou hodnotou), alebo komplikovanejšia metóda segmentácie (Žára et al. 1998).

Pri zobrazení vychádzame zo základov premietania, ktoré transformujú priestorové údaje do roviny. Ďalej sa využíva svetlo, ktoré umožňuje doplniť dvojrozmerné priemety o farebné tóny a odtiene a ďalšie fotorealistické javy, prípadne použitie textúr, ktoré pomáhajú dosiahnuť prirodzený vzhľad povrchu objektov.

Pri vizualizácii sme použili dva modely farieb: RGB a CMYK. *Model RGB* je model, ktorý vytvárajú tri základné farby (R-červenú, G-zelenú, B-modrú). Model vyplýva z technických vlastností monitora, resp. z farieb luminiscenčných prvkov, ktoré v obrazovke konvertujú elektrický impulz na vyžiarený lúč farebného svetla. Základná vlastnosť je súčtová – *aditívne skladanie* farieb. Čím viac farieb zložíme, tým svetlejší výsledok dostaneme. *Model CMYK* je model, ktorý vytvárajú štyri doplnkové farby(C-modrozelená, M-purpurová, Y-žltá, K-čierna). Na rozdiel od modelu RGB ide o subtraktívne skladanie, čiže odčítavanie farieb.V našom experimente sme použili model RGB pri vizualizácii na obrazovke a model CMYK pri výstupe na tlačiareň.

#### Konverzia vektorových údajov z 2D do 3D

Konverziu údajov z 2D úrovne do 3D úrovne sme urobili v programe MS. Použili sme funkciu *export súboru*. Touto funkciou sa údaje z 2D úrovne prevedú do 3D úrovne. Všetky údaje v 3D úrovni sa nachádzajú v jednej rovine, napr. vo výške 250,00 metrov. **Štítkovanie** 

#### Po transformácii vektorových údajov sme objektom priradili tretí rozmer – súradnicu z pomocou štítkov (*Tags*). Štítkovanie vrstevníc sme spracovali v programe *MGE Terrain Analyst*. Na štítkovanie vrstevníc sme použili metódu *single* (po jednej). Metódou single sa priraďuje súradnica z jednej vrstevnici. Štítkovaním vrstevníc sme vytvorili digitálny model reliéfu v mierke 1:50 000 (DMR50) – pozri obr. 7a.

## Priemet geologických údajov na digitálnom modeli reliéfu

Priemet geologických údajov na DMR50 sme spracovali v nadstavbe MS – *TerraMo-deler*. Na DMR50 sme zostrojili trojuholníkovú sieť – *TIN model*. Trojuholníkovú sieť tvorí 164 711 bodov, čím vzniklo 208 448 trojuholníkov (ca 6 bodov/1cm<sup>2</sup>). Na sieť sme umiestnili jednotlivé objekty, čím vznikol digitálny geologický model územia v priestore (*povrchový rendering*) – pozri obr. 7b.

#### Modelovanie geologických telies

Po vytvorení digitálneho geologickeho územia na povrchu modelu nasledovala etapa spracovania geologických telies v priestore (*objemový rendering* – obr. 7c). Modelovaním geologických telies vznikol blokdiagram (digitálny geologický model územia – zemská kôra). Telesá vznikli v MS s využitím funkcie *AccuDraw*. Pri tvorbe telies sa vychádzalo z geologickej mapy (údaje o smere a sklone vrstiev, resp. telies), z geofyzikálnych údajov (seizmické a magnetometrické údaje), z profilu prechádzajúceho modelovaným územím, ktorý bol vytvorený zo seizmických údajov a z magnetometrickej mapy, v ktorej sú údaje o anomáliách telies. Takto vytvorené telesá sú pripravené na tvorbu geologických profilov (rezov) a na analýzu objemov.

# Geologické rezy

Geologický rez (profil) sa vyhotovuje vzhľadom na geologické a morfologické pomery tak, aby čo najlepšie vystihol ložiskové pomery hornín, napr. kolmo na smer vrstiev, kolmo na vrstevnice ap. Geologický profil (profil mapovaným územím) je súčasťou geologickej mapy, v našom prípade je súčasťou modelu. Podľa zložitosti stavby a snahy priblížiť vývoj stratigrafického profilu môže sa zostrojiť jeden alebo viac priečnych a pozdĺžnych profilov mapovaným územím.

#### Analýza geologických telies

Analýza geologických telies je cieľová etapa procesu modelovania. V tejto etape posudzujeme reálny objekt na základe modelu. Analyzovať môžeme plochy alebo objemy geologických telies. Pomocou analýzy plôch alebo objemov zistíme s akou chybou sme vektorizovali rastrové podklady, akú plochu zaberajú geologické telesá na povrchu, resp. aký objem majú v priestore. Pokiaľ ide o kvalitu vektorizácie, môžu nastať dve možnosti: suma plôch jednotlivých geologických telies je väčšia ako celková plocha, čo znamená, že jednotlivé plochy sa prekrývajú, alebo suma plôch je menšia, čo znamená, že jednotlivé plochy nemajú spoločné hrany, ale je medzi nimi medzera. Analýza plôch a objemov bola vykonaná v MŠ. Výsledky boli v tolerancii 1-2%. Pri analýze plôch geologických telies sme dosiahli tieto konkrétne údaje:

$$\begin{split} \Sigma & \text{plôch jednotlivých geologických telies} \\ \text{Celková plocha povrchu} &= 149\ 768\ 788\ \text{m}^2 \\ = 152\ 600\ 025\ \text{m}^2 \\ \Delta v (\text{neistota vektorizácie}) = \text{Celková plocha povrchu} - \Sigma \text{ plôch geologických telies} \\ \Delta v = 15\ 260\ \text{ha} - 14\ 977\ \text{ha} = 283\ \text{ha} \end{split}$$

# Záver

Prínos kartografickej vizualizácie geologických údajov (na základe analýzy súčasného stavu) a použitia počítačových nástrojov vidíme v použití modelu na prognózovanie geo-

dynamických javov (napr. zosuvov, záplav ap.), na stavebné projektovanie a na animáciu geologických telies s využitím času ako štvrtého rozmeru. Súčasné geologické mapy sú tvorené len na 2D úrovni, navrhnutý model slúži ako ukážka možnosti modelovania geologických údajov na 3D úrovni.

#### Literatúra

EBNER, R. (1999). *Kartografická vizualizácia geologických údajov pod Braniskom*. Bratislava, Stavebná fakulta STU. 51 s. [Diplomová práca]

MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. (1980). Regionálne geomorfologické členenie. In: *Regionálna geografická syntéza SSR*. Súbor diagnostických a prognostických máp o krajine a životnom prostredí, 1:500 000. Bratislava, Geografický ústav SAV.

VOZÁR, J. et al. (1998). Atlas hlbinných seizmických profilov Západných Karpát a ich interpretácia. Bratislava, Geologická služba SR. 88 s, 40 príloh.

VOZÁROVÁ, A., VOZÁR, J. (1986). Korelácia tektonických jednotiek v Branisku na základe poznania kryštalinika a mladšieho palezoika. Regionálna geológia Západných Karpát. In: Správy o výskumoch Geologického ústavu D. Štúra. Bratislava, 21-25.

ŽÁRA, J., BENEŠ, B., FELKEL, P. (1998). *Moderní počitačová grafika*. Praha, Computer Press. 448 s.

#### Summary

#### Cartographic visualisation of geological data of the Branisko geomorphological unit

The cartographic visualisation of geological data was realised on the analysis of current state. It is based on the 2D geological map. The area of interest consists of the Branisko Mt. showed in a map *Regional Geomorphological Delimitation* of Slovakia (Fig. 1) as the independent geomorphological unit. The model of technology of geological data visualisation is on Fig. 2. The software tools suite consists predominantly of MicroStation 95, Terra Modeller, MGE Terrain Analyst, Voxel Analyst, and Site Geologist.

The cartographic sources consists of two map sheets at scale 1:50,000 identified as Basic map (ZM50) – sheets 27-43 and 37-21 from the Geodetic and Topographic Institute in Bratislava. The thematic source consists of the geological map at the same scale 1:50,000, magnetometric map and seismic profiles (from the Geological Service of the Slovak Republic).

The digital terrain model was built in the Terra Modeller by transformation the relief geo-data from 2D into 3D. The geological model of Branisko Mt. in 3D is overlaid upon the TIN model which consists of 164,711 points. It contains geological profiles and it is used for analyses of geological bodies.

Fig. 1. Branisko Mt. on the map Regional geomorphological delimitation of Slovakia

Fig. 2. The process of modelling

Fig. 3. Technological stages of geological data visualisation

Fig. 4. Algorithms of visualisation

Fig. 5. Legend of geological map

Fig. 6a. Basic map

Fig. 6b. Thematic map

Fig. 7a. Terrain model

Fig. 7b. Geological surface model

Fig. 7c. Geological volume model

#### Lektoroval:

Doc. RNDr. František Baliak, CSc., Katedra geotechniky, Stavebná fakulta STU, Bratislava

Doc. Ing. Jozef ČIŽMÁR, PhD., Katedra mapovania a pozemkových úprav, Stavebná fakulta STU Bratislava

# LEGENDA

#### KVADTÉD

Holocé	n
	fluviálne sedimenty: hliny, štrky, piesky
	proluviálne sedimenty: hlinité štrky
Pleistoc	to the second
Vrchný	pleistocén würm
	fluviálne sedimenty: hliny, piesky, štrky
Stredny	pleistocén mindel
	fluviálne sedimenty: piesčité štrky, štrky
50	proluviálne sedimenty: hlinité štrky
Spodný	pleistocén
	günz
and the second	fluviálne sedimenty: rezíduá štrkov
-	donau
L	fluviálne sedimenty: reziduá štrkov
Kvartér	nečlenený
S	kvartér v celku
	svahoviny prevažne hlinito-kamenité
Neogén Vrchný Klčovsk	t báden - spodný sarmat é storstvie
	kráľovské tufy: redeponované riolitové štrky
Paleogé Vnútrol Oligocé Bielopo	n iarpaský paleogén n tocké súvrstvie
-	pieskovcová litofácia ( pieskovce v abs. prevahe nad prachovcami a flovcami)
-	konslomerátový fivi
Vrchny	eocén - oligocén
Zubere	cké súvrstvie
	kežmarské vrstvy-hruborytmický flyš s prevahou pieskovcov
	normálny flyš ( pieskovce, flovce )
Hutians	ike súvratvie
1	flovce v absolutnej prevahe nad prachovcami a pieskovcami
? Paleos Boroval	én - oligocén é stvrstvie
	tomášovské vrstvy-jemnozruné pieskovce prachovce so skĺzavými polohami
-	karbonátové zlepence, pieskovce
-	polymiktné zlepence
_	Contraction where a sub-state and the state of the state

#### GEMERIKUM

KROMPAŠSKÁ SKUPINA Perm eské súvrstvie Ne

pestrofarebné bridlice, pieskovce, lokálne polohy zlepencov, evapority, vrchný perm rovohorské súvistvie Pet

prevažne fialové a zelené pieskovce, pieskovce s valúnami, bridlice, spodný perm

ryolity, dacity a ich vulkanoklastika, andezity, spodný perm

ČRMEĽSKÁ SKUPINA

Spodný karbón turnén - visén

44.7

jemnozrané metabazalty a ich pyroklastiká chloriticko-sericitické a grafické fylity s polohami metazlepencov

#### HRONIKUM

CHOČSKÝ PRÍKROV

Trias	
·	hlavný dolomit, norik
·	lunzské vrstvy, ?vrchný júl-tuval
•	višnoslavkovské vrstvy, tmavosivé, čierne, lavicové vápence, ?spodný tuval
•	sivé lavicovité a masívne dolomity, stredný - vrchný trias
	ramsauské dolomity, vrchný anis-ladin
8	gutensteinské vápence, spodný anis
2	sivé, zelené, slienité bridlice s vložkami vápencov a rauvakov, spodný trias
	Benkovské súvrstvie: kremence, kremenné pieskovce miestami s vložkami flovitých bridlíc, spodný trias
Perm	
Maluži	nské sůvrstvie
1.000	fialovočervené drobnozrnné pieskovce striedané s bridlicami, bazakové tudy, tuditické pieskovce a zlepence
Nižnol	počianske súvrstvie

sivé, tmavosivé pieskovce a bridlice s polohami drobnozmných zlepencov, stefan

#### FATRIKUM

KRIŽŇANSKÝ PRÍKROV Trias

vápence, bridličnaté vapence, bridlice

#### V

VEPO	DRIKUM		
MEZO	ZOIKUM		
Jura			
<b></b>	doger-malm		
	vapence a bridice, vyšší lias		
	ružové doskovité krinoidové vápence		
Trin	sivé, čierne izrinoidové, krinoidovo piesčité vápence modro-sivé běžové doskovité vápence s rohovcani sileňité laminôvané metamorlované vápence-hetinž-sinemůr		
0	karpatský keuper, norik		
	sivé lavicovité dolomity, stredný-vrchný trias		
1	hlavný dolomit, vrchný karn-spodný norik		
	lunzské vrstvy, tmavé flovité bridlice s lavicami pieskovcov spodný karn-jul		
	ramsauzské dolomity, ladin		
-	gutensteinské vápence, anis		
	pestré flovité, flovito-piesčité bridlice s vložkami kremencov, spodný trias		
	lužňanské súvrstvie: kremence, kremenné pieskovce lokálne s vložkami pestrých bridlic, spodný tras		
MLAD	IE PALEOZOIKUM		
?Spodar	ý - vrchný perm		
Predajni	siyé, siyo-zelené metamorfované pieskovce		
Brunia	a bridlice miestami vložky zlepenčov-turing		
	eine fislouf stkowne metsdenky slenence a bridlice		
	metamorfované prevažne zelené bridlice s vložkami feno-metaandezitov		
-	a ich pyroklastik"		
?Vrchny	i karbón		
1	ojedinele s vložkami bázických vulkanoklastik		
STARS	IE PALEOZOIKUM		
KRYST	ALINIKUM		
Komple	oftalmitické miematity s podstatným podielom metatektitu		
Milder	a plutonické migmatity		
Mineraso	anlitické empire		
-	aparte granty		
Lodinsk	stomaticko-nebulticke a ortainiticke migmatity		
-	diaftoritizované jemnozrané muskoviticko kremenné svorv		
-	diaftoririzorané feldinatiticko kremenné ruk		
-	diafonitienuné tremenné dunieľudá subr		
-	diafonitiesen f debeneren f erenetidef en filelite		
	diational power and a set of the set		
	diationazovane dvojstude ruty		
TAT	RIKUM - SEVERNÉ VEPORIKUM		
OBALO	OBALOVÁ SEKVENCIA		
MEZOZ	ZOIKUM		
Trias			
	pestré flovité sericitické bridlice s vložkami kremencov, spodný trias		
	lužňanské súvrstvie: kremence, kremenné pieskovce a pestré sľudnaté bridlice, spodný trias		
PALEO	ZOIKUM		

PA

Perm	
Korytn	ianske súvrstvie
	metamorfované hrubozrnné

- metamorfované hrubozrnné arkôzové droby s polohami zlepencov, piesčitých bridlic, vrchný perm
- svetlé drobnozrnné aplitoidné granity

#### KRYŠTALINIKUM - D.

mpre	
= ;;	migmatity s reliktami metamorfitov granulitovej fácie
	granát-biotické a granát-sillimanit-biotitické ruly, granulitické ruly

hrubozrnné amfibolicko-biotitické a biotické granodiority

amfibolity stredno-hrubozrnné, miestami granatické a biotické

#### **VŠEOBECNÉ VYSVETLIVKY**

55	geologické hranice: zistené, predpokladané
[//]	zlomy: zistené, predpokladané
Elst.	prešmykové línie: a - prvého rádu, b- druhého rádu, c- ďalšieho rádu
18	príkrovové línie: a - variské, b - alpínske
781	tektonity: a - fylonity a mylonity, b - brekciovité karbonáty, c - rauvaky
1.7	smery a sklony vrstiev, osi vrás
644	kryštalinizačná bridličnatosť, bridličnatosť, bridličnatosť tektonitov
6.10	významné puklinové systémy
1 1*	linic geologických rezou

Ko --





