

## VEDECKÉ ZPRÁVY

RUDOLF NOVODOMEČ

GEOMORFOLOGICKÉ POMERY POVODIA PARNEJ  
V MALÝCH KARPATOCH

## ÚVOD

Mapované územie sa nachádza v strednej časti Malých Karpát, na západ od obcí Horné Orešany, Lošonec a Smolenice. Smerom dovnútra pohoria siaha na vzdialenosť asi 13 km a rozkladá sa na ploche zhruba 75 km<sup>2</sup>. Má podobu amfiteátra, keď medzi vysokým pásmom a Jelencom, pásmom Vápenná—Veterník a Rybníkárkou je znížená oblasť, ktorú Hromádka nazval Smolenickou vrchovinou.

Pri práci sme postupovali metódou geomorfologického mapovania a morfolologickej analýzy (28). Povrchové tvary študovaného územia sme mapovali tak, aby ich tvar a priestorová orientácia odpovedali skutočnosti. Príbuzné formy sme vyčlenili do samostatných skupín. Pri mapách som použil mierku 1:25 000. Pri práci nám slúžila geologická mapa Maheľa z oblasti mezozoika medzi Kuchyňou a Smolenicami (25) a mapa Čechoviča z oblasti melafýrovej série (5). Geologické pomery ostatného územia sme prebrali z geologickej mapy 1:200 000 (35).

Výsledkom tejto práce je predložená geomorfologická mapa a mapa geomorfologických regiónov. Pre ilustráciu závislosti geomorfologických foriem od geologickej štruktúry sme vyhotovili geomorfologicko-geologické profily. Práca analyzuje geomorfologicky veľmi zložité územie, preto niektoré problémy týkajúce sa hlavne denudačno-erózných systémov a vývoja reliéfu nerieši s konečnou platnosťou.

## ZHODNOTENIE LITERATÚRY

Z literatúry podáme prehľad najdôležitejších prác dotýkajúcich sa územia Malých Karpát a z ostatných uvedieme práce, ktoré pomohli pri riešení mnohých problémov.

Po geologickej stránke sú Malé Karpaty jedným z najlepšie spracovaných pohorí v karpatskom oblúku. Začiatkom 20. stor. vznikli významné práce Richarza, Becka a Vettera. Z medzivojnového obdobia pochádzajú štúdia Andrusova a Vysvetlivky ku geologickej mape 1:75 000 list Bratislava od Koutka-Zoubka (13). V poslednom období sú z kryštalinika najdôležitejšie Cambelove práce. Maheľ vo svojich prácach podáva podrobnú charakteristiku malokarpatského mezozoika. Najvýznamnejšou geologickou prácou o Malých Karpatoch sú Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR

v mierke 1:200 000, list Wien — Bratislava, ktoré zostavili Buday, Cambel a Maheľ s kolektívom autorov.

Prvé geografické práce sú z južnej časti a zo severného zakončenia Malých Karpát. Sú to predovšetkým práce Hromádku, ktorý komplexne študuje pohorie ako celok. Lukniš v práci o vývoji doliny Vydrice uvádza zreteľne zachované formy troch geomorfologických cyklov. Dôležité sú jeho poznatky o veku preddiluviálnych plošín v severnej časti Malých Karpát (17). Z posledného obdobia pochádzajú významnejšie morfológické štúdie zo strednej časti Malých Karpát. Je to práca Zátku, ktorý vykonal geomorfologický výskum a mapovanie v povodí Gidry (34). Škvarček analyzuje štruktúrno-litologické pomery, aj ich prejav v reliéfe strednej časti Malých Karpát (32). Cenné poznatky obsahuje najmä práca Urbánka (33). Veľkú pozornosť venuje štúdiu eróznodendudačných foriem, hlavne zarovnaných povrchov. Zdôrazňuje dominantnosť mladých tektonických pohybov na dnešnú povrchovú tvárnosť územia. Z prác, ktoré sa priamo nedotýkajú mapovaného územia, ale mali pre nás veľký význam, uvedieme práce Lukniša a Mazúra. Lukniš sa zaoberá problematikou povrchového krasu a klasifikáciou jeho foriem. Pri riešení mnohých problémov, najmä z metodického a porovnávacieho hľadiska, nám pomohla monografia E. Mazúra (28).

## LITOLOGICKO-ŠTRUKTÚRNE VLASTNOSTI PODLOŽIA A ICH VZŤAH K RELIÉFU

Stavebnými elementmi študovanej oblasti sú kryštalické jadro, mezozoický obal, neogén a kvartérne sedimenty.

Kryštalikum vystupuje na J a JV študovaného územia. Budujú ho kryštalické bridlice. Vytvorený je na nich zarovnaný povrch, z ktorého sa dvíha okrúhly tvrdoš Klokočiny (549,5). Zvetráva na doštičkovité, ostrohranné úlomky rôznej veľkosti, až na hlinitú pôdu.

Malokarpatská jednotka tvorí bezprostredný obal kryštalického jadra. Spodný trias zastupuje komplex tvrdých odolných kremencov, ktoré budujú morfológicky výrazný pruh s častými skalnými výstupmi. V študovanom území sa na ne viaže tvrdoš k. 543,6, ďalej pretiahnuté tvrdoše Zadného a Stredného Šišoretného. Kostru malokarpatskej série tvorí súvrstvie liasových doskovitých vápencov s hrubšími polohami slieňov a slienitých bridlíc. Celé súvrstvie má hrúbku niekoľko sto metrov a jeho podstatný podiel na stavbe spôsobuje miernejší morfológický ráz terénu. Buduje tvrdoše Horňového vrchu, Bolehlavu a hrebeň Rybníkářky. Petrografické zloženie obalovej jednotky je veľmi pestré. Rýchlo sa striedajú vrstvy odolnejších vápencov s vložkami slieňov a bridlíc. Na slieňov a bridlice sa viažu depresie, na odolnejšie vápence morfológicky výraznejšie pruhy, ktoré často nad depresiami vytvárajú skalné steny. Takáto stena je na južnom svahu Sokolovej (469,0).

Križňanskú jednotku budujú vysocká a zliechovská séria. Vysocká séria je rozložená pri vonkajšom okraji malokarpatskej jednotky, s ktorou je v tektonickom styku. Strednotriasové vápence (vysocké) budujú podstatný, miestami až 200 m mocný úsek vápencovo-dolomitického komplexu. Vysocké vápence i dolomity sú veľmi odolné horniny. Vytvárajú masívnu kulisu Jelenca, zníženú časť: Mesačná (425,3), južné svahy Dlhého vrchu (479,2), plošinu SZ od Soviny a plošinu Krča. Pásmo pokračuje cez Všivavec (256,2), Políčko a klesá pod mladé usadeniny Trnavskej tabule (11). Na rázsochách medzi dolinami potokov sa na ňom často vytvárajú skalné formy. Pieskovce a bridlice keuperu a rétu sú málo odolné súvrstvia a viažu sa na ne depresie a široké úvaliny v oblasti Sklennej Huty, Mesačnej, Dlhého vrchu a Majdánu. Odolné vápence liasu a neokómu vystupujú v morfológicky výrazných skalách a skalných pruhoch nad plastickejšími

súvrstviami keuperu a albu. Zliechovská séria buduje pruh od Medvedieho (316,4) smerom na SV k Lošoncu a časť Smolenického krasu. Rôznorodé petrografické zloženie, v ktorom sa rýchlo za sebou striedajú odolnejšie vrstvy s menej odolnými, nachádza odraz v pestrom reliéfe.

Chočská jednotka je na mapovanom území zastúpená veterníckou sériou. Má na báze hrubý komplex melafýrovej série, ktorá obsahuje horniny s veľmi rozdielnou odolnosťou (ílovce, ílovité a piesčité bridlice, tufy, arkózovité kremence s polohami ílovcov, slieňovcov a doskovitých vápencov). V súvrství ílovcov je vyerodovaná kotlinka Lošonca a kotlinka na V od Polámaného. Odolné melaféry sú vypreparované ako výrazné tvrdoše a kozie chrbtý. Takéto formy sú vytvorené na Červenej, Víškoch, Jasanovom, Klokoči a i. Vápenické (roštúnske) vápence predstavujú 200 m hrubý komplex. Budujú kulisu Vápennej, Čiernej skaly a kvestu Starý plášť. Veternícky vápenec buduje kulisu Veterníka.

Neogén vystupuje v mapovanom území na Trnavskej tabuli. Jeho vývoj je rôznorodý. Tektonický neklud panujúci takmer po celé obdobie neogénu sa prejavuje nielen premenlivosťou facií, ale i pôvodnej mocnosti sedimentov. Neogén úplne pokrývajú kvarterne naplaveniny a sprašové hliny.

**Tektonika územia.** Pohorie, ktoré vzniklo prvohorným vrásnením, bolo ešte do konca prvohôr zarovnané. Výsledkom tohto vrásnenia je stavba kryštalinika (23). Medzi spodnou a vrchnou kriedou boli zvrásnené mohutné vrstvy druhohorných usadenín. V južnej a strednej časti Malých Karpát boli druhohorné sedimenty zavrásnené do kryštalinika a vytvorili obalovú sériu. V severnej časti došlo k nasunutiu subatranských príkrovov, krížňanského a chočského. Dnešnú podobu dostali Malé Karpaty neogénnymi dislokáciami. Priečne zlomy ich rozlámali na jednotlivé skupiny.

Smer kryštalických bridlíc v študovanom území je približne SV—JZ, teda v súlade s priebehom pohoria. Ich sklon je rôzny, väčšinou malý až stredný.

Malokarpatská (obalová) séria má obalovú pozíciu vzhľadom na kryštalické jadro. Jej styk s kryštalinikom je miestami výrazne tektonický. Podstatná časť obalovej série má monoklinálne uloženie. Príkrovy v nej nevystupujú. Sklony sú stredné. Stavbu územia obalovej série predpaleogénna a popaleogénna zlomová taktonika silne komplikuje.

Krížňanská jednotka predstavuje prostredné, 2—4 km široké, mezozoické pásmo. Možno v ňom zhruba vyčleniť 3 odlišné podzóny. Najjužnejšiu podzónu budujú súvrstvia strednotriasových vápencov a dolomitov, ktoré ležia monoklinálne so stredným (45—55°), miestami až prudkým sklonom. Plastické členy keuperu a rétu sú základnými členmi druhej tektonickej subzóny. Ich litologický charakter podmieňuje depresný ráz územia, spestrený morfológicky výraznejšími výstupkami triasových vápencov a dolomitov. Bez výraznejšej morfologickej hranice nastupuje najsevernejšia subzóna, ktorú budujú prevažne jurské členy: Ich sklon je najčastejšie veľký (75—90°), zriedkavejšie stredný. Jednoduchú monoklinálnu stavbu má zliechovská séria medzi dolinou Parnej a Lošoncom. Celú krížňanskú jednotku dosť výrazne porušujú priečne zlomy.

Chočská jednotka má svojrázne tektonické postavenie a štýl. Jej styk s podložím je výrazne tektonický. Leží zreteľne nad mladšími členmi krížňanskej jednotky. Veternícka štruktúra má dva tektonické štýly. Prvý predstavuje melafýrová séria s menším prešmykovým násunom. Na styku so strednotriasovými vápencami sú sklony strmšie, k SV ďalej od styku sa sklon zmierňuje. Sklon k SZ je príznačný pre spodnú časť vápencovo-dolomitického súvrstvia. Sklon je 50—70°. Pre chočskú jednotku je typický šupinovitý štýl.

Neogén má veľmi zložitú stavbu spôsobenú veľkým počtom zlomov. Na mapované územie zasahuje prepadlina trstínskej depresie medzi smolenickým zlomom na SZ a

k SZ ukloneným zlomom kátlovským na JV. Trstínska depresia vznikla v panóne. Ďalšou jednotkou zasahujúcou na mapované územie je kátlovská hrast', predstavujúca mladú vnútropannovú eleváciu, ktorá vznikla v pliocéne. Na SZ je obmedzená kátlovským, na JV bolerázskym zlomom.

## HYDROGRAFICKÉ POMERY

Charakter riečnej siete študovanej oblasti je daný štruktúrnymi pomermi územia, ktoré má tvar amfiteátra s vysokými rozvodnými chrbtami. Celkove bazén má tvar polovičného vejára. Malokarpatské rozvodie je zatlačené značne na západ. Podľa Hromádku sa o to zaslúžili jednak samotné horotvorné sily, po druhé na menej odolných horninách východného svahu rýchlejšie napredovala spätná erózia a potok zabral širší pás pohoria (11).

Územie odvodňuje sústava Parnej, iba časť na SV odvodňuje Smolenický potok. Parná pre modelovanie svojej doliny využíva málo odolné súvrstvia albu a keuperu. Až na východ od Rybárne využíva systém okrajových priečných zlomov. Pre riečnu sieť Parnej je charakteristická asymetričnosť, malá vyvinutosť a najmä rozdielna hustota, ktorá je verným odrazom geologicko-tektonických pomerov. Parná z pravej strany prijíma len tri menšie nerozvinuté prítoky, kým všetky významnejšie potoky prijíma z ľavej strany, kde sú vyvinuté na werfénových bridliciach a pieskovcoch. SV časť mapovaného územia odvodňujú prítoky Smolenického potoka, ktoré majú na horninách melafýrovej série vyvinutú vejárovitú sústavu zdrojnic.

Pramene sú veľmi rozšírené erózne formy v študovanej oblasti. Zúčastňujú sa na modelovaní záverov dolín. Tvary pramenísk sú veľmi rozmanité a závisia od litologických vlastností hornín, na ktorých sú vytvorené. V oblasti kryštalinika sa nachádzajú pramene puklinového, puklinovo-sutinového alebo sutinového charakteru, s veľmi malou výdatnosťou. Prameniská sú zabahnené bez zreteľného prameňa. Podobný charakter majú pramene na bridličnatých súvrstviach keuperu, albu a horninách melafýrovej série, ich dná sú však menej zabahnené a viac-menej pokryté drobným ostrohraňným štrkom, miestami sa nachádzajú vápencové balvany do veľkosti 50 cm. Pramenné výklenky majú veľkosť od 2×3 m až po 5×7 m, ich hĺbka však nepresahuje 1,5 m.

## ŠTRUKTÚRNE FORMY

Skutočnosť, že sa v povrchovej tvárnosti územia stretávajú vplyvy štruktúrou a zložením odlišných jednotiek, odráža sa vo veľkej horizontálnej a vertikálnej členitosti a mnohotvárnosti reliéfu.

Hrebene typu crêts sa viažu na veľmi odolné veternické vápence. Na vrstevných hlavách obrátených na juh sú skalné steny, kým na vrstevných plochách uklonených k severu miernejšie hladké svahy. Takáto forma je vytvorená na Starom plášti. Vápence tu zapadajú na SZ pod sklonom 45–50°. Skalná stena na hlavách vrstiev má výšku 40–60 m. Smerom na západ i východ postupne vyznieva. Podobná kvesta je na južnom svahu Veterníka na brale Malá skala (605,2) s výškou skalnej steny 30–40 m a južne od Drín (483,2), kde má charakter skalnej stupňoviny. Je v nej vytvorená jaskyňa Driny.

Štruktúrna forma kozích chrbtov sa viaže na mohutné komplexy strednotriasových vápencov a vyvretých melafýrov. Kozí chrbát na roštúnskych vápencoch Vápennej je úzky, strechovitý, strmšie sklonený k JV, kde je zdobený skalnou stenou. Kulisovitý kozí chrbát na roštúnskych vápencoch je vytvorený i na Čiernej skale. Vrstvy tu pre-

biehajú smerom JZ—SV so sklonom 50—65° na SZ. Skalná stena na vrstevných čelách dosahuje južne od kóty 661,7 výšku 60—70 m. Smerom na JZ i SV postupne vyznieva. Od Čiernej skaly je hlbokým sedlom na werfényských pieskovochoch oddelený úzky, strechovitý kozí chrbát kulisy Veterníka, budovaný veterníckymi vápencami. Vrstvy sú sklonené k SZ pod uhlom 55—70°. Na východnom i západnom ukončení kulisy sú vztýčené a je na nich vytvorený bralný reliéf. Morfológicky výrazné kozie chrbty v smere JZ—SV sú vytvorené na severnom svahu Poraja (549,5). Na čelách vrstiev je príkry svah so sklonom 40—50°, na vrstevných plochách 35°. Charakter kozích chrbtov majú hrebene Červenej, Vrškov, Jasanového, k. 403,2 a Klokoča. Sú vypreparované na melafýroch, na ktorých sa strmé a kamenité svahy stretávajú v úzkom hrebeni.

Morfológická forma tvrdošov sa viaže na odolné horniny, ktoré vystupujú nad okolité málo odolné súvrstvia. Na kryštalických bridliciach sú vytvorené tvrdoše s hladkým reliéfom, na povrch vystupujú doštičkovité, ostrohranné úlomky horniny. Tvrdoše Zadného a Stredného Šišoretného a k. 543,6 m na sever od Klokočiny na spodnotriasových kremencoch majú bralný charakter. V obalovej sérii sa tvrdoše vyskytujú najčastejšie na rohovcových vápencoch jury, ktorých široký pruh sa tiahne SV smerom od Horňovho vrchu ku hrebeňu Rybníkarčky. V krížňanskej jednotke tvrdoše vystupujú hlavne na veľmi tvrdých stredotriasových vápencoch a dolomitoch na Jelenci, Bukovej hore, Mesačnej, Dlhom vrchu a Krči. Tvrdoše na melafýroch majú homolovitý tvar s ostrohrannými úlomkami horniny na povrchu. Vytvárajú pruh od Jahodníka až po hrebeň Klokoča.

#### DENUDAČNO-ERÓZNE FORMY

Zarovnané povrchy opisujú viacerí autori z rôznych pohorí Slovenska. Daneš (5) a Hromádka (11) ich v južnej časti Malých Karpát dávajú do súvislosti s neogénnou morskou, prípadne jazernou abráziou. Lukniš ich opisuje v severnej časti Malých Karpát (17) a v Tribčí, v strednej časti Malých Karpát Zafko (34), Škvarček (32) a Urbánek (33). Mazúr ich študoval v Malej Fatre. V mapovanej oblasti sú dva systémy zarovnaných povrchov vo výškach 220—470 m a 400—540 m n. m.

Mierne deformované zvyšky vyššieho systému, zachované na rôznych horninách, značne postihla deštrukcia. V úzkom pruhu sú zachované na kryštalických bridliciach a slienitých vápencoch obalovej série od Klokočiny smerom na SV až k tvrdošu Bolehlav. Zo zarovnaného povrchu sa dvíha niekoľko tvrdošov. Na SSZ od Bolehlavu je zachovaný zarovnaný povrch na najväčšej súvislej ploche, na vysokých vápencoch a dolomitoch. Malé zvyšky tohto vyššieho systému sú zachované na západ od Horňovho vrchu, na chrbte Poraja, na sever od Jelenca a na západ od Starého pláštá, vždy na rozvodných chrbtoch bazénu Parnej. Zvyšky tohto systému sú ekvivalentné tomu, ktorý Mazúr nazval stredohorským (28). Termín stredohorský pre spomínaný systém používajú Urbánek a Škvarček. Možno predpokladať, že vyšší systém zarovnania bol vytvorený koncom sarmatu a začiatkom panónu. Hromádka vyslovil domnienku, že na vytváraní zarovnaných povrchov v Smolenickej vrchovine sa zúčastňovala abrázia neogénneho mora, lebo územie medzi Smolenicami a Hornými Orešanmi v neogénne pokleslo a umožnilo prístup mora do vnútra pohoria (11).

Zvyšky poriečneho systému sa v študovanom území vyskytujú častejšie ako stredohorského. V ich priestorovom rozšírení prevláda lineárna zložka. Výška zvyškov poriečnej rovne sa smerom na východ po toku Parnej, ktorý sledujú, neustále znižuje, prejavuje sa však morfológická hodnota hornín. Zvyšky poriečnej rovne na ílovcoch melafýrovej série na JV od Klokoča majú relatívnu výšku 30—40 m, na Dlhom vrchu 160 m, na

juh od Medvedieho 100 m. Na sever od Majdánu a v Igramskom háji, na hrasti Všivavca a Polička je relatívna výška opäť 30 m. Zvyšky poriečneho systému sú vrchno-pliocénneho veku (21, 35).

**Svahy.** Geneticky možno svahy študovaného územia rozdeliť na tektonicko-eróznodenudačné a eróznodenudačné. Za tektonicko-eróznodenudačné možno označiť SSV a JZ svah Krča a JV svah chrbta medzi Bohatou a Barinou, v doline Bariny. Svahy sú príkre so sklonom 25–30°, často so skalnými formami. Ostatné svahy študovanej oblasti sú denudačno-erózne. Morfológicky sme svahy študovaného územia rozdelili na tri skupiny. Mierne denudačno-erózne svahy (sklon 1–6°) sú prevládajúcim tvarom v kotlinke Lošonca, v kotline na východ od Polámaného, a na Trnavskej tabuli. Pokrýva ich značná vrstvá zvetraliny a pokryvných útvarov, s rozmanitým zrnitostným zložením. Strmé denudačno-erózne svahy (6–20°) zaberajú v mapovanom území značnú plochu. Sú vyvinuté prevažne na menej odolných plastickejších súvrstviach. Najčastejšie vytvárajú prechod príkrých svahov do dolín potokov. Zriedkavejšie tvoria prechod zarovnaných povrchov k príkrým svahom. Sú pokryté tenkým zvetralinovým plášťom a len miestami na odolnejších varietách vystupuje na povrch podložie. Príkry denudačno-erózne svahy (nad 20°) sú dvojaké. Jedny lemujú potoky, druhé tvoria lom zarovnaných povrchov, hrebeňov a tvrdošov a ostro ich oddeľujú od okolitého miernejšieho reliéfu. Prvé smerujú vždy do príslušných dolín potokov, sú pokryté tenkou vrstvou zvetralín. Druhé pokrýva plášť balvanistých delúvií, skalný podklad je blízko pod povrchom.

**Doliny.** Pre usporiadanie dolinnej siete v mapovanej oblasti sú rozhodujúce štruktúrno-litologické vlastnosti podložia. Doliny hlavných tokov Parnej (Bariny) a Bohatej majú zhruba smer Z-V. Vedľajšie doliny majú na juh od Parnej smer JZ-SV a na sever od Parnej SZ-JV. Vývoj pozdĺžnych profilov patrí k základným problémom štúdia riečneho reliéfu. Pre príkre svahy blízko rozvodia bazénu je typický značný spád. Dokumentujú to horné toky Bariny a jej prítokov, ktoré majú v dĺžke zhruba 4 km spád 50–70 ‰. Parná má na hornom toku po prechod na súvrstvie albu v dĺžke 3,9 km spád 56 ‰. Na plastickejších súvrstviach albu a keuperu sa dolina rozširuje a spád zmierňuje. Po ohyb smerom na SV má v dĺžke 5,7 km spád 14 ‰. Odtiaľ až po továreň na východ od Majdánu využíva Parná zlomové línie a v dĺžke 3,5 km má spád 8,5 ‰. Pred vyústením z pohoria na odolnejších slienitých a rohovcových vápencoch jury sa spád zväčšuje na 9 ‰ v dĺžke 4,4 km.

Pod pramennou oblasťou majú doliny tvar písmena V s konvexnými svahmi. Na varietách odolných hornín potoky vyerodovali úzke prelomové doliny so strmými skalnými svahmi. Smerom po toku podľa substrátových pomerov vytvárajú potoky úzke aluviálne nivy v šírke 10–40 m. Širšiu aluviálnu nivu vytvára Parná na východ od Oľšovského Mlyna (80–100 m), pred vyústením z pohoria dosahuje šírku 125–200 m. Parná stráca eróznú silu a silno meandruje. Po vyústení z pohoria prerezáva vlastný náplavový kužel.

Geologická stavba spôsobuje v študovanom území asymetriu svahov. V doline Parnej sú príkre severné svahy Rybníkarky na mohutnom komplexe slienitých a rohovcových vápencov, kým na súvrstvia keuperu a albu sa viažu miernejšie južné svahy hrasti Všivavca a Polička. Podobne v doline Bariny sú strmé severné svahy Poraja budované odolnými vápencami neokómu, kým mierne náprotivné južné svahy Dlhého vrchu sú na súvrství albu.

Úvaliny sú najrozšírenejšie erózne formy mapovaného územia. Sú výtvorom koróznej činnosti svahových hmôt. V sutine na ich dne často vznikajú pramene a úvaliny prechádzajú do postupne sa prehĺbujúcich riečnych dolín. V plochom reliéfe na východe územia sú úvaliny mierne sklonité, vyplnené mocnou vrstvou sutiny a hĺn. V členitom

teréne vo vnútri pohoria sú hlbšie, majú zovretejšie svahy a v sutine pribúda prímes skalných úlomkov. Sú prevažne suché, len niektoré majú do dna zarezané plytké ryhy, čo svedčí o tom, že cez ne občas preteká povrchová voda.

## KRASOVÉ FORMY

Krasové formy sa vytvárajú na vápencoch, ktoré sa nachádzajú v hrubších polohách a zaberajú rozsiahlejšie priestory. V študovanom území sú vyvinuté dva druhy krasu.

**Povrchový kras.** Jeho najrozšírenejším tvarom sú škrapy a blokové škrapové polia. Sú vyvinuté na odolných vápencoch krížňanskej a chočskej jednotky v oblasti Sklenej Huty, Mesačnej, Polomov, Krča, na plošinovom vrchole Drín a na hrebeni Veterníka. Vystupujú ako ostrohranné výbežky, vypreparované do hĺbky až 50 cm.

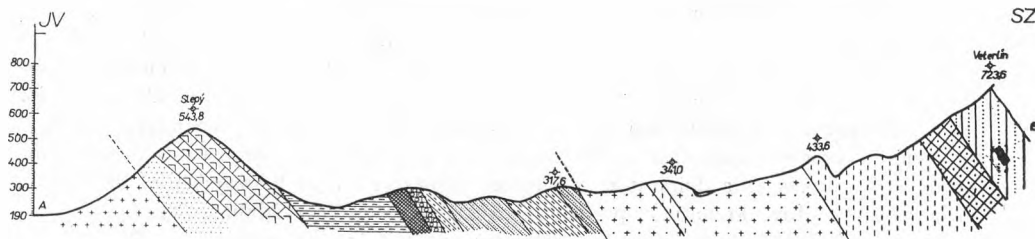
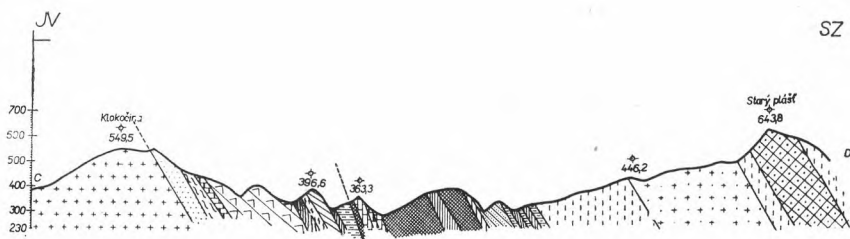
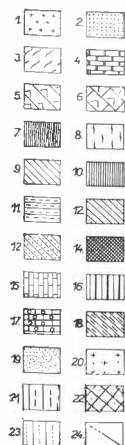
Závrtý sú sústredené do niekoľkých skupín. Malé závrtý s priemerom 3–5 m a hĺbkou do 1 m sa vyskytujú na južnom i severnom svahu tvrdoša Krča a v úvalinách na jeho severnom svahu sklonenom do doliny Parnej. Sú pokryté slabou vrstvou zvetraliny s úlomkami horniny. Najviac najväčších a najtypickejších závrtov sa nachádza na zarovnanom povrchu Krča. Tu dosahujú priemer až 10 m a hĺbku 1,5–2 m. Najväčší z nich má priemer 15 m a hĺbku 4 m. Dno má silne zahľinené.

Ďalším tvarom povrchového krasu sú závrtové komíny typu aven. Jedným z nich je Objavný komín jaskyne Driny. Pôvodný lievikovitý závrt o priemere 7 m dosahoval hĺbku 4 m. Dno závrtu pokračovalo sotva 1 m širokým kolým komínom do hĺbky 15 m, kde sa končilo nahádzaným skálím a štrkom. Podobným závrtovým komínom je „Veternícka priepať“. Na hrebeni je otvor o rozmere 2,5 × 0,5 m. Dosahuje viditeľnú hĺbku asi 5 m, je zasypaný skálím a štrkom (8).

Medzi krasové doliny patrí dolina Škarbáka, od letoviska Jahodník po úpätie Malých Karpát. Jej svahy nie sú také skalnaté ako iné kaňonovité doliny v Smolenickom krase, porastá ich však bujná vegetácia. Krasové doliny sú i prelomové úseky Bariny na juh od Mesačnej a doliny Bohatej od Nového domu po hájovňu Stará Bohatá.

Krasové pramene sú pretekavého (bariérového) charakteru na styku stredontriasových vápencov s nadložnými nepriepustnými bridlicami keuperu. Na severnom svahu Jelenca je prameň s výdatnosťou 10–71 l/sek. Koryto potoka je scementované usadeným travertínom. Dva upravené, pozorované krasové pramene sú v doline Bariny s výdatnosťou 2–8 l/sek. Na západ od Dlhého vrchu, jeden prameň s výdatnosťou 6–10 l/sek. vyteká priamo zo skalnej steny k. 480,9, druhý výdatnejší vyviera za skalnou rászochou v doline potoka. Voda vyteká spomedzi balvanov veľkosti 1 m nakopených na ploche asi 3 × 4 m. Krasový prameň s výdatnosťou 10–25 l/sek. vyviera v doline Bohatej. Je zachytený v betónovej nádrži. V Smolenickom krase sú v študovanej oblasti dva krasové pramene v doline Škarbáka, na letovisku Jahodník, s výdatnosťou 2 a 3 l/sek. Pri výtoku Škarbáka z pohoria je dvojitý, výstupný krasový prameň s výdatnosťou asi 15 l/sek.

**Podzemný kras.** Podzemné krasové formy sú vyvinuté v Smolenickom krase, ktorý v mapovanom území zahrnuje vápencovú skupinu Jahodníka a Drín. Budujú ju jurské vápence prestúpené sústavou puklín a vrstevných škár, ktoré podporili ich skrasovatenie. Jaskyňa v Malej skale na južnom svahu Veterníka je typickou puklinovou jaskyňou, vytvorenou chemickou činnosťou dažďovej vody. Kvapľová jaskyňa Driny je najväčším podzemným svetom Malých Karpát. Podzemné priestory vytvárajú labyrint chodieb, ktorých celkový charakter udáva tektonika. Sklonom puklín je podmienená i kvapľová výzdoba. Začiatky tvorenia jaskyne možno položiť do pliocénu. Výdatné



Obr. 1. Geologicko-geomorfologické profily. 1 — kryštalinikum, 2 — kremence, 3 — pestré bridlice—sp. trias, 4 — dolomity strednotriasové a vrchnotriasové, 5 — tmavé slienité vápence, rohovcové vápence—lias, 6 — tmavé slienité vápence, rohovcové vápence—jura, 7 — mariatské bridlice, 8 — rohovcové vápence a rohovce—dogger—malm obalovej série, 9 — šedé doskovité vápence s rohovcami—neokóm obalovej série, 10 — červené vápence—malm, 11 — alb, 12 — šedé vápence niekde s rohovcami a sliene—neokóm vysokej série, 13 — neokóm krížňanskej série, 14 — keuper, 15 — vysoké vápence—str. trias, 16 — tmavé vápence—apt, 17 — ružové krinoidové vápence—vrchný lias, 18 — rohovcové vápence—dogger, 19 — hliny, 20 — melafýrový porfýryt, 21 — kvarcitové pieskovce, 22 — roštúnske vápence, 23 — veternické vápence, 24 — presunové línie jednotiek.

zrážky prispeli k vytvoreniu podzemných dutín v dnešnom rozsahu. Koncom pleistocénu jaskynné priestory z veľkej časti upchali hlinené nánosy. Nastalo teplejšie a suchšie obdobie a začala sa tvoriť kvapľová výzdoba. Jaskyňa vznikla chemickou činnosťou povrchovej vody, mechanická práca zohrala podradnú úlohu. Vo svojom vývojovom štádiu jaskyňa predstavuje suchú krasovú zónu (Cvijičova vrchná zóna krasových vôd), kde len miestami presakuje dažďová voda. Nestačí už na vyživovanie kvapľov, preto tieto kvaple odumreli a pomaly zvetrávajú (8).

#### AKUMULAČNÉ FORMY

Aluviálne nivy sú vytvorené prakticky len v doline Parnej a Bohatej. Sú úzke, ako sme ich už opísali. Majú takmer súvislý kryt piesčito-hlinitých kalov.



Potoky v Malých Karpatoch v dobe intenzívneho, mechanického mrazového zvetrávania v pleistocéne niesli mnoho zvetralinového materiálu a ukladali ho pri vyústení do hlavných dolín alebo z pohoria do náplavových kužeľov. V študovanej oblasti v pohorí ukladajú väčšie náplavové kužele pri vyústení do doliny Parnej, potok od Sklenej Huty, potok východne od Sokolovej, západne od Soviny, Bohatá a potok na východ od Majdánu. Náplavové kužele ukladajú i prítoky Bohatej z oblasti melafýrovej série. Náplavový kužel potoka od Sklenej Huty je dlhý asi 200 m a v doline Bariny široký 60—70 m. V odkryve bolo vidieť 3 m hrubú vrstvu červenkastého hlinito-ílovitého materiálu (zvetraliny keuperu). Sporadicky sa vyskytujú neopracované úlomky vápencov, dolomitov a kryštálických bridlíc. V záreze potoka sú bloky vápencov veľkosti 0,5—1 m a množstvo neopracovaného štrku rôznej veľkosti. Podobný charakter majú všetky už spomínané kužele v pohorí.

Parná pri vyústení z Malých Karpát ukladá mohutný náplavový kužeľ, ktorý pre-rezáva na západnom okraji. Kužeľ možno rozdeliť na 3—4 vekove rozdielne časti, vrátane aluviálnej nivy. Štrky jednotlivých častí sa odlišujú petrografickým zložením a stupňom zvetrania (35). Kužeľ je dobrým infiltračným územím, ktoré je schopné udržať veľké kvantá vody. V zníženinách hladina spodnej vody, udržiavaná prítokom z kužela, vystupuje trvale na povrch a vytvára močiare. V odkryve vo vrchnej časti má kužeľ nasledovné zloženie. Na povrchu je asi 40 cm hlinito-ílovitá vrstva s prímесou sprasovaných hĺn. Je prehumóznená, a preto tmavšia. Pod ňou nasleduje asi 20 cm hrubá piesčito-hlinitá vrstva, ktorá má hnedasté sfarbenie. Od nej až po dno odkryvu (2 m) sú štrky, pokračujú však hlbšie. V štrkovej vrstve prevažujú opracované i ostrohrannejšie štrky vápencov a dolomitov, v menšom množstve sa nachádzajú štrky melafýrov, melafýrových tufov, kremitých pieskocov a kremencov. Prevládajú štrky veľkosti zemianska, vlašského orecha a menšie, nachádzajú sa však i štrky veľkosti do 30 cm.

**A k u m u l a č n é f o r m y s v a h o v e j m o d e l á c i e.** Sutinové kužele a kamenitá sutina vôbec sú produktom periglaciálnej klímy. Sutinovými kužeľmi sú často zakončené krátke svahové doliny s veľkým spádom. V kužeľoch prevažuje hlinito-piesčitý materiál, miestami sú vápencové, dolomitové alebo kremencové bloky veľkosti do 50 cm. Kamenitá sutina vytvára viac-menej široký pruh na príkrych svahoch na odolných horninách (kremence, strednotriasové vápence, dolomity a melafýry). Pruh kamenitej sutiny s veľkosťou do 50 cm sa nachádza na východnom svahu Sokolovej a západnom svahu Soviny. Kamennou sutinou sú lemované svahy prelomových dolín medzi kozími chrbtami na melafýroch. Sutina je prevažne drobná, ostrohranná, veľkosti najviac 30—40 cm. Široké pásy balvanitých sutín a kamenných morí sa nachádzajú na príkrych JV svahoch vápencových kulís Vápennej, Veterníka a Starého pláštá. Najsúvislejší a najrozsiahlejší pruh kamenitej sutiny lemuje JV svahy kulisy Čierna skala. Pod vysokou skalnou stenou je pruh dlhý asi 1,2 km a široký 200—250 m. Pod skalnou stenou prevláda veľkosť vajca, päste, postupne balvany nadobúdajú veľkosť ľudskej hlavy a pri dolnom ukončení 80—100 cm. Na miernejších svahoch, smerom do doliny, sa rôzne husto nachádzajú bloky vápenca veľkosti 2—3 m, ktoré sa na svoje terajšie miesto dostali buď odkotúľaním, alebo soliflukciou.

#### ANTROPOGÉNNE FORMY

Na vytváraní foriem v študovanej oblasti sa zúčastňuje i človek. Na vysokých vápencoch sú založené dva malé lomy v doline Bariny na východ od Rybárne a veľký lom v severnom svahu Krča. Menšie lomy sú na krinoidových vápencoch na juh od Lo-

šonca a v doline Škarbáka pri vyústení z pohoria. Najväčší kameňolom s intenzívnou ťažbou je na melafýroch v SZ svahu Váškov.

Na aluviálnej nive Bariny v Rybárni je vybudovaných 13 nových rybníkov.

## NÁČRT GEOMORFOLOGICKÉHO VÝVOJA

Na základe preštudovanej literatúry a poznatkov, ktoré som získal v priebehu vlastnej práce, načrtujeme krátky geomorfologický vývoj študovaného územia.

Najstaršie povrchové formy v študovanom území sú tvrdoše. Východiskom pri určovaní genézy študovaného územia sú zvyšky eróznno-denudačných systémov mladších než tvrdoše. Urbánek sa o to pokúsil porovnávaním ich vzájomného vzťahu ku korelátnym sedimentom v nížine (33). Dochádza k nasledujúcim záverom. Sarmatským sedimentom odpovedá denudácia, ale reliéf, ktorý bol jej výsledkom, nepoznáme. S mocnými, ťovitými panónskymi sedimentmi je paralelný plochý eróznno-denudačný povrch, ktorého zvyšky sú už v dnešnom reliéfe bežné. Vrchnopliocénnym sedimentom odpovedá vznik a vývoj dolín s priečnym profilom v podobe roztvoreného „V“. Valašskej fáze odpovedajú doliny s priečnym profilom typu zovretého „V“, a štrková akumulácia v nížine. Urbánek datuje vznik stredohorskej rovne do panónu na rozdiel od predchádzajúcich prác, keď sa považovala za sarmato-panónsku.

V študovanom území sú zachované zvyšky troch geomorfologických cyklov. Zvyšky dvoch systémov zarovnaných povrchov sú od seba oddelené rovnomernými alebo konvexnými svahmi. Stredohorská roveň sa vyvinula v panóne deštrukciou staršieho reliéfu. Jej zvyšky sa nachádzajú vo výškach 400–540 m n. m. Po vytvorení zarovnaného povrchu najstaršieho cyklu došlo k horotvorným pohybom (rhodanská fáza), ktoré podmienili vznik malokarpatskej hrasti. Vytvorili sa základné makrotvary — pohorie a nížina, ktoré sú priamymi predchodcami dnešných makrotvarov. Zdvihom bola vyvolaná hĺbková erózia vodných tokov, ktorá spolu s tektonickými pohybmi začala rozrušovať skupinu tvarov najstaršieho geomorfologického cyklu.

Začína sa nový eróznny cyklus, ktorého konečným produktom je nižší, mladší poriečny systém zarovnaného povrchu, ktorý vznikol vo vrchnom pliocéne. Odpovedajú mu zvyšky, sledujúce Parnú vo výškach 220–470 m n. m. Tektonické pohyby valašskej fázy koncom vrchného pliocénu mali za následok prerušenie tohto cyklu, omladenie reliéfu a začiatok nového eróznneho cyklu, ktorý trvá dodnes. Týmito pohybmi sa nevytvorili nové povrchové tvary. Šlo skôr o celkové vyzdvihnutie pohoria bez jeho výraznejšej vnútornej tektonickej diferenciacie. Vyzdvihnutie pohoria vyvolalo novú vlnu hĺbkovej erózie a jej odpovedajúcu akumuláciu na úpätí pohoria. Do tejto fázy sa datuje vznik kátlovskej hrasti a začiatky tvorenia jaskyne Driny. Koncom tejto vývojovej etapy mal reliéf študovanej oblasti základné črty už veľmi blízke dnešnému reliéfu.

Kvartérna erózia sa prejavila v generáciách náplavových periglaciálnych kuželov na úpätí pohoria. V chladných periglaciálnych oblastiach silne zatažené toky akumulovali na úpätí štrkový materiál v podobe náplavových kuželov. V interglaciáloch a holocéne boli kužele erózne rozrezávané. Prebiehalo tiež vytváranie akumuláčnych tvarov svahovej modelácie. Jaskyňa Driny bola silne zahĺnená, začala sa tvoriť jej kvapľová výzdoba. V priebehu najmladšieho eróznneho cyklu vznikla drobná tvarová výplň, ktorá je výsledkom klimaticky podmienených procesov.\*

\* Geomorfologické mapovanie a výskum v uvedenej oblasti som vykonával v rámci diplomovej práce r. 1964. Za uvedenie do terénu, cenné rady a pomoc, ktoré mi počas výskumu i spracúvania materiálu poskytol, srdečne ďakujem prof. dr. M. Luknišovi.

1. Andrusov D., *Pajštúnsky príkrov na severnom svahu Malých Karpát*. Věstník stát. geolog. úst. 21, Praha 1946. — 2. Andrusov D., *Geológia Slovenska*. Praha 1938. — 3. Cambel B., *Geologicko-petrografické problémy SV časti kryštalinika Malých Karpát*. Geolog. práce, zoš. 36, SAV Bratislava 1954. — 4. Cambel B., *Poznámky k otázke kremencov v Malých Karpatoch*. Geolog. práce, Zprávy 1, SAV Bratislava 1954. — 5. Čechovič V., *Geologická mapa malafýrových pásem v Malých Karpatoch*. Práce Štát. geol. úst., zoš. 17, Bratislava 1948. — 6. Daneš J., *Ke štúdiu Malých Karpát po stránce geologickej a geomorfologickej*. Sborník Přírodoved. odb. vlastivedného múzea v Bratislave, Bratislava 1931. — 7. Devdariani A. S., *Geomorfologija — matematickej metode*. Itogi nauki, Moskva 1966. — 8. Droppa J., *Smolenický kras v Malých Karpatoch*. Zemeisipný sborník SAVU III, Bratislava 1951. — 9. Hromádka J., *Orografické triedení Čs. republiky*. Sborník ČSZ LXI, Praha 1956. — 10. Hromádka J., *Morfologický vývoj Slovenska*. Československá vlastiveda, díl I, Příroda 1929, Praha.

11. Hromádka J., *Zemepis okresu bratislavského a malackého*. Vlastived. sborník okresu bratislavského a malackého, díl II, Bratislava 1935. — 12. Klimaszewski M., *Zásady konštrukcie geomorfologických máp horských oblastí*. Geograf. čas. č. 3, Bratislava 1964. — 13. Koutek J. — Zoubek V., *List Bratislava 4758*. Knihov. SGÚ XVIII, Praha 1936. — 14. Krcho J., *K problému zostrojenia máp gradientov spádu, máp izoklin, izalumklin, izalumchrón*. Geograf. čas., č. 1, Bratislava 1964. — 15. Lukniš M., *Denudačné a prechodné formy k normálnym riečnym formám v pohorí Tribča*. Práce Štát. geol. ústavu 17, Bratislava 1948. — 16. Lukniš M., *Príspevok ku geomorfológii povrchového krasu Stratenskej hornatiny*. Sborník prác Prír. fak. SU, sv. 12, Bratislava 1945. — 17. Lukniš M., *Poznámky ku geomorfológii Beckovskej brány a príslahých území*. Práce Štát. geol. ústavu, zoš. 15, Bratislava 1946. — 18. Lukniš M., *Morfologická štúdia Tribča*. Geographica Slovaca. Hromádkov sborník, SAV Bratislava 1949. — 19. Lukniš M., *Všeobecná geomorfológia*. Skriptá, časť I, Bratislava 1954. — 20. Lukniš M., *Zpráva o geomorfologickom a kvartérno-geologickom výskume Malých Karpát (Dolina Vydrice)*. Geograf. čas., č. 3—4, Bratislava 1955.

21. Lukniš M., *Pozostatky starších povrchov zarovnávania reliéfu v čs. Karpatoch*. Geograf. čas., č. 3, Bratislava 1964. — 22. Lukniš M. — Mazúr E., *Súčasný stav a novšie výsledky geomorfologického výskumu na Slovensku*. Geograf. čas., č. 2—3, Bratislava 1956. — 23. Lukniš M. — Plesník P., *Nížiny, kotliny a pohoria Slovenska*. Bratislava 1961. — 24. Maheľ M., *K stratigrafii obalovej série Malých Karpát*. Geol. sborník III, Bratislava 1952. — 25. Maheľ M., *Tektonik der zentralen Westkarpaten*. Geol. práce, zoš. 60, Bratislava 1961. — 26. Mazúr E., *K zásadám geomorfologickej rajonizácie Západných Karpát*. Geograf. čas., č. 3, Bratislava 1964. — 27. Mazúr E., *Principy konštrukcie a návrh legendy prehľadnej geomorfologickej mapy 1:200 000 pre oblasť Československých Karpát*. Geograf. čas., č. 1, Bratislava 1964. — 28. Mazúr E., *Žilinská kotlina a príslahlé pohoria*. Geomorfológia, kvartér. Bratislava 1963. — 29. Mazúr E., *K problematike geomorfologického mapovania všeobecne a so zvláštnym zreteľom na územie ČSSR*. Geograf. čas., č. 2, Bratislava 1963. — 30. Mazúr — Mazúrová, *Mapa relatívnych výšok Slovenska a možnosť ich použitia pre geografickú rajonizáciu*. Geograf. čas., č. 1, Bratislava 1965.

31. Plesník P., *Ochranné lesy v Malých Karpatoch*. Zem. sbor. SAV IV, č. 1—2, Bratislava 1952. — 32. Škvarček A., *Geomorfologické pomery strednej časti Malých Karpát*. Geograf. čas., č. 2, Bratislava 1966. — 33. Urbánek J., *Malé Karpaty a príslahlá časť Podunajskej nížiny v oblasti Jur—Pezinok*. Náuka o zemi I, 1966, SAV Bratislava. — 34. Zaťko M., *Geomorfologické pomery v oblasti Dubová—Častá—Dolany v strednej časti Malých Karpát*. Acta, Bratislava 1959. — 35. *Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, list Wien—Bratislava*. Bratislava 1962. — 36. *Kras a jaskyne Malých Karpát*. Bratislava 1952. — 37. *Sjazdový sprievodca*. XII. sjazd Čs. spol. pre mineralógiu a geológiu, Bratislava 1961.

Recenzoval M. Lukniš

## GEOMORPHOLOGISCHE VERHÄLTNISSE DES FLUSSGEBIETES DER PARNÁ IN DEN KLEINEN KARPATEN

Das bearbeitete Gebiet befindet sich im mittleren Teil der Kleinen Karpaten, westlich der Gemeinden Horné Orešany, Lošonec und Smolenice. Bei der Arbeit wurde die Methode der geomorphologischen Kartierung und der morphologischen Analyse verwendet. Ergebnis ist die vorgelegte geomorphologische Karte und die Karte der geomorphologischen Regionen.

Die Aufbauelemente des bearbeiteten Gebietes sind der kristalliner Kern, der mesozoische Mantel, der Neogen und Quartärsedimente. Das Kristallinikum wird vom kristallinen Schiefer gebildet, das Mesozoikum von der kleinkarpatischen, chotscher und križňaner Einheit. Seine heterogene petrographische Zusammensetzung, in der sich schnell nacheinander die widerständige Schichten mit den weniger widerständigen wechseln findet seine Widerspiegelung im bunten Relief.

Der Charakter des Flussnetzes ist von den Strukturverhältnissen bestimmt. Das Bassin hat die Form eines Halbfächers. Die kleinkarpatische Wasserscheide ist ziemlich nach Westen verdrängt. Die Formen der Quellennischen sind von den lithologischen Eigenschaften der Gesteine abhängig und haben eine Grösse von  $2 \times 3$  m bis  $5 \times 7$  m, die Tiefe übersteigt nicht die 1,5 m.

Die Strukturform der Käme des Typs Crets ist an den sehr widerständigen Wettersteinkalken entwickelt. Schmale, dachförmige hogbacks binden sich an die mächtigen Komplexe der Mitteltriaskalksteine und eruptive Melaphyre. An den widerständigen Gesteinen welche aus den umliegenden weniger widerstandsfähigen Schichtgruppen hervorsteigen bilden sich Härtlinge.

Im kartierten Gebiet sind deutlich Reste zweier Systeme der Verebnungsflächen bemerkbar, des Mittelgebirgssystems in der Höhe von 400–540 m und des Flusssystem in der Höhe von 220–470 m. ü. M. Die Abhänge kann man genetisch voneinander unterscheiden und zwar sind es tektonisch bedingte Erosions-denudationshänge und Erosionsdenudationshänge. Morphologisch wurden die Abhänge in mässige (Neigung  $1-6^\circ$ ), steile ( $6-20^\circ$ ) und abschüssige (unter  $20^\circ$ ) eingeteilt. Die Täler der Hauptströme Parná und Bobota haben ungf. W–O Richtung. Die oberen Ströme haben in der Länge von 4 km ein 50–70 % Gefälle. Der Fluss Parná weist beim Übergang aus dem Gebirge in die Trnava Tafel in einer Länge von 4,4 km ein Gefälle von  $9 \frac{0}{00}$  auf.

Die am meist verbreitete Formen des Oberflächenkarstes sind Karren und Blockkarrenfelder, die als scharfkantige Ausläufer bis in 50 cm Tiefe auspräpariert, vorkommen. Die Dolinen erreichen 15 m im Durchmesser und 4 m Tiefe. Der weitere Typ des Oberflächenkarstes sind Schlottedolinen des Typs Aven. Zu den Karsttälern gehören die Durchbruchabschnitte der Täler des Škarbák, Barina und Bohatá. Die Karstquellen haben Barrierencharakter bei der Berührung der Mitteltriaskalksteinen mit dem obergelagerten, undurchlässigen Schiefer des Keuper. Ihre Ausgiebigkeit schwankt zwischen 2 bis 71 l/Sec. Der unterirdische Karst wird von der Klufthöhle in der Malá Skala und von der Tropfsteinhöhle. Driny vertreten. Diese entstand infolge der chemischen Wirkung des Oberflächenwassers. Der Gesamtcharakter des unterirdischen Labyrinthes der Gänge wird von der Tektonik bestimmt.

Die Akkumulationsformen sind durch schmale alluviale Auen, pleistozäne Schwämmkegel und Formen der Hangmodellation vertreten, hauptsächlich durch breite Streifen blockartigen Schuttes und Blockmeere.

Zum Schluss wird ein kurzer Überblick über die geomorphologische Entwicklung des Gebietes gegeben. Auf Grund der morphologischen Analyse wird die Karte der geomorphologischen Regionalisation vorgelegt (siehe Kartenbeilage).