

# VÝVOJ NÁZOROV NA GEOMORFOLOGICKÚ HODNOTU HORNÍN V SLOVENSKEJ GEOMORFOLOGICKEJ LITERATÚRE

IMRICH SLÁDEK

**Imrich Sládek: The development of views on the geomorphological rock value in Slovak geomorphological literature. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 14, 2014, 2, 10 tabs., 32 refs.**

Geomorphological rock value is a fundamental concept in geomorphology. This term is in widespread geomorphological literature, and also widely accepted. Nevertheless, individual authors have different views on the allocated number of degrees of resistance of rocks, and almost never mentioning the criteria for their allocation. In our contribution we have attempted to give an overview of the most important views on the geomorphological rock value, and thereby contribute to the discussion about this issue. The core of contribution form opinions of Slovak authors about geomorphological rock value, but due to the affinities and completeness we now present the view of some Czech authors, too. The greatest problem is the lack of classification criteria used to allocate different degrees of resistance of rocks, respectively varieties, since most of the authors have not specified them in their work. It would be appropriate in the future to establish these criteria and use them when allocating degrees of resistance in individual territories. At the same time, it would be very useful in the future to consolidate the number of degrees allocated resistance, optimal three. In particular, highly resistant, moderately resistant and less resistant rocks, respectively complexes of rocks. In the second stage allocate varieties according to the nature of a particular area.

**Key words:** geomorphological rock value, the sensitivity of rocks, degree of resistance of rocks

## ÚVOD

Jedným zo základných pojmov v geomorfológii je geomorfologická hodnota hornín. Tento pojem je v geomorfologickej literatúre aj v učebniciach veľmi rozšírený, a tiež všeobecne akceptovaný, na čo poukazuje už NOVOTNÝ (2002a). Napriek tejto všeobecnej akceptácii sa vyskytujú určité nezrovnalosti. Niektoré z nich uvádza NOVOTNÝ (2002a), ktorý zároveň poukazuje na potrebu diskusie k tejto problematike. Naším článkom chceme do tejto diskusie prispieť. V článku podávame prehľad názorov jednotlivých autorov na geomorfologickú hodnotu hornín. Z tohto prehľadu vyplýva, že jednotliví autori sa v charakteristike geomorfologickej hodnoty hornín značne líšia. V našom prehľade sa snažíme o syntetický prístup, pričom si všimame kritéria na vyčlenenie jednotlivých stupňov odolnosti hornín, príp. variet. Jadro článku tvoria názory slovenských autorov, avšak pre príbuznosť a úplnosť prinášame aj pohľad niektorých českých autorov v osobitnom odseku.

## PREHLAD NÁZOROV NA GEOMORFOLOGICKÚ HODNOTU HORNÍN U SLOVENSÝCH AUTOROV

Prvýkrát sa s geomorfologickou hodnotou hornín stretávame u LUKNIŠA (1954), ktorý

hovorí, že horniny sú tým odolnejšie, čím je ich minerálny obsah tvrdší, ich štruktúra odolnejšia, menej nasakujú vodou, sú lepšie priepustné, sú ťažšie rozpustné a ťažšie sa rozpadávajú, pričom tieto vlastnosti sa spájajú tak rozlične, že niektoré z nich zväčšujú a iné zase znižujú odolnosť hornín voči exogénnym procesom. Tento pojem neskôr rozvíja MAZÚR (1963), ktorý pod týmto pojmom chápe jednak celkovú odolnosť hornín voči deštruktívnym procesom, ako aj vzťah určitých foriem a procesov k istým horninám, resp. komplexom hornín. Ide napr. o väzbu zosuvov alebo krasových javov na určité horniny. Odolnosť chápe nie ako konštantnú, ale ako premenlivú hodnotu, ktorá súvisí so zmenami prostredia a jeho procesov. Ide tu o prejav určitej horniny alebo komplexu hornín voči deštruktívnym procesom v celkovom efekte vývoja reliéfu.

Morfologická hodnota hornín vyplýva z ich fyzikálnych a chemických vlastností a ovplyvňuje ju mocnosť súvrství, úložné pomery, charakter prostredia a stav vývoja reliéfu. MAZÚR (1963) uvádza, že pri stanovení geomorfologickej hodnoty hornín ide skôr o celé série (určité komplexy) hornín než o jednotlivé horniny, ktoré by prakticky nebolo možné stanoviť pri neustálom striedaní sa a premenlivých vlastnostiach. Vo svojej práci rozlišuje tri stupne odolnosti a v rámci nich osem variet podľa nadväznosti určitých procesov a typov reliéfu na ne (**Tab. 1**). Pri ich vyčleňovaní vychádzal

\* Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra geológie a paleontológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovensko, e-mail: sladeki@fns.uniba.sk

Odolnosť	Varieta	Hornina, resp. komplex hornín
1. Veľmi odolné komplexy hornín	a) granitoidná varieta	granodiority a granity so šošovkami kryštálických bridlic
	b) varieta masívnych vápencov a dolomitov	vápence a dolomity krížňanskej série, svetlé vápence a dolomity chočskej a strážovskej série, lavicovité až masívne vápence pienidných sérií, manínskej a kosteleckej série
2. Stredne odolné komplexy hornín	a) varieta karbonatických zlepcov	súľovské zlepence centrálneokarpatského paleogénu
	b) varieta tenkolavicovitých, chemicky menej čistých karbonatických hornín	lavicovité vápence a dolomity obalu (trias), jurské, triasové a spodnokriedové vápence, slienité vápence, sliene, slienité bridlice, vápnené pieskovce krížňanskej série
	c) varieta arkózovitých a kremitých komplexov	arkózovité až kremité pieskovce a zlepence, sericitické bridlice mladopaleozoického obalu (perm), kremence a kremité pieskovce mezozoického obalu (trias)
	d) pieskovcová varieta	kriedové série bradlového pásma s prevahou pieskovcových, lokálne zlepcových polôh, eocénne pieskovce vonkajšieho flyšu
3. Málo odolné komplexy hornín	a) flyšoidná varieta	centrálneokarpatský a vonkajší flyš
	b) varieta slienitých komplexov mezozoika	spodnokriedové sliene a slienité bridlice krížňanskej série, kriedové série bradlového pásma s prevahou slienitých a bridličnatých polôh

**Tab. 1** Geomorfologická hodnota hornín Žilinskej kotliny a príľahlých pohorí (MAZÚR 1963)

predovšetkým z terénneho výskumu, avšak neuvádza konkrétne kritéria, na základe ktorých uvedené stupne a variety vyčlenil.

Z kritérií Mazúra vychádza aj Jakál, ktorý ich aplikuje na územie Silickej planiny (JAKÁL 1975). V skúmanom území hodnotí horniny v rámci ich stratigrafických komplexov a ich vzájomným porovnávaním. K trom skupinám vyčlenených Mazúrom pridáva štvrtú – neodolné horniny (**Tab. 2**).

Encyklopédia Zeme (ČINČURA et al. 1983) uvádza, že geomorfologická hodnota hornín závisí od tvrdosti, štruktúry a odlučnosti hornín. Horniny sú tým odolnejšie, čím je ich tvrdosť väčšia a odlučnosť menšia. Význam má hlavne priestorové rozloženie hornín s rôznou geomorfologickou hodnotou. V rámci hornín s vysokou hodnotou odolnosti sa na stredne odolné môže viazať zníženina, v rámci málo odolných zasa vyvýšenina. Príčinou je selektív-

na erózia, pri ktorej erodujú najskôr menej odolné zložky (vznikajú v nich negatívne tvary), pričom na odolnejších vznikajú pozitívne tvary. Selektívna erózia je teda dôsledkom geomorfologickej hodnoty hornín.

V Atlase SSR (1980) je publikovaná mapa morfologickej hodnoty hornín (ČINČURA 1980), v ktorej sú horniny začlenené do štyroch stupňov odolnosti s 11 varietami (**Tab. 3**). Kritériom na vyčlenenie stupňov odolnosti boli formy povrchu, ktoré sa vytvorili na horninách, resp. komplexoch hornín. Na základe podmienok vzniku hornín boli vyčlenené variety v rámci stupňov odolnosti. Podkladmi pre spracovanie mapy boli listy geologických máp ČSSR v mierke 1:200 000 a geologická mapa ČSSR v mierke 1:500 000. Autor mapy poníma morfologickú hodnotu hornín podobne ako Mazúr dvojakým spôsobom. Jednak ako celkovú odolnosť hornín voči deštruktívnym proce-

Stupne odolnosti hornín	Hornina, resp. komplex hornín
Veľmi odolné horniny	hrubokryštalické vápence, strednotriasové gutensteinské a wettersteinské vápence, vápence karnu a norika, dolomity
Stredne odolné horniny	slienité vápence kampilu, pieskovce, piesčité vápence, vápnené zlepence
Málo odolné horniny	slienité bridlice a pieskovce werfenu
Neodolné horniny	košická a poltárska formácia

**Tab. 1** Geomorfologická hodnota hornín Silickej planiny (JAKÁL 1975)

Odolnosť	Varieta
I. stupeň odolnosti	prevažne komplexy hlbinných a žilných magmatitov, paleovulkanitov, migmatitov a rúl
	prevažne komplexy neovulkanitov
	prevažne komplexy masívnych vápencov a dolomitov, miestami karbonatické zlepence
II. stupeň odolnosti	prevažne komplexy kryštalických bridlic
	prevažne komplexy hornín v slienitom vývoji s lavičnatými vápencovými polohami
	prevažne komplexy psamitických hornín
III. stupeň odolnosti	prevažne komplexy pyroklastík neovulkanitov
	prevažne peliticko-psamitické komplexy
IV. stupeň odolnosti	prevažne sedimentárna výplň kotlín a erózných brázd
	prevažne komplexy spraší, sprašových hĺn, hĺn a viatych pieskov
	prevažne komplexy súvislých fluvialných pokrovov

**Tab. 3** Geomorfologická hodnota hornín podľa Atlasu SSR (ČINČURA 1980)

som, jednak ako vzťah určitých foriem a procesov k istým horninám, resp. komplexom hornín.

Podľa LACIKU (1997 a 1999) je geomorfologická hodnota hornín vyjadrením stupňa odolnosti hornín voči rušivej činnosti exogénnych geomorfologických procesov. Mäkké, voči eróžno-denudačným procesom málo odolné horniny majú nízku geomorfologickú hodnotu. Tvrdé, voči eróžno-denudačnej deštrukcii veľmi odolné horniny majú vysokú geomorfologickú hodnotu. Podľa nej sú horniny zatriedené do klasifikácie (Tab. 4).

LACIKA (2000) poníma geomorfologickú hodnotu ako súbor vlastností pasívnej štruktú-

ry, ktoré sa rozhodujúcim spôsobom podieľajú na formovaní pasívnych morfoštruktúr. Rozoznáva klimatický a štruktúrny aspekt geomorfologickej hodnoty hornín. Klimatický aspekt vyjadruje, že tá istá hornina mení svoju geomorfologickú hodnotu v závislosti od klímy. Napríklad žula je v miernom pásme stredne odolná až odolná, kým v tropickom pásme je málo odolná. Štruktúrny aspekt vyjadruje ovplyvnenie geomorfologickej hodnoty štruktúrnymi a litologickými vlastnosťami hornín, ako sú stupeň stmelenia (diagenézy), tvrdosť, tepelná vodivosť, rozpustnosť a priepustnosť, odlučnosť a puklinovitosť. Platí, že vyššiu geomorfologickú hodnotu majú horniny, ktoré spĺ-

Geomorfologická hodnota hornín	Veľmi odolné horniny	Stredne odolné horniny	Málo odolné horniny
Magmatické horniny	bazalty	stmelené vulkanoklastiká	rozpadavé vulkanoklastiká
	andezity	granity	propylitizované vulkaninty
	ryolity	granodiority	
		diority	
		pegmatity	
		aplity	
Sedimentárne horniny	kremence	slienité vápence	bridlice
	vápence	pieskovce	ílovce
	dolomity	zlepence	siltovce
			rozpadavé pieskovce
			rozpadavé zlepence
			štrky
			piesky
			silty
			íly
Metamorfované horniny	amfibolity	ruly	mylonity
		svory	
		fylity	
		migmatity	

**Tab. 4** Geomorfologická hodnota hornín vyskytujúcich sa na Slovensku (LACIKA 1999)

Veľmi odolné horniny	Stredne odolné horniny	Málo odolné horniny
kremité spevnené sedimenty - kremenec, rádiolarit	pieskovec	ílovité horniny - íl
výlevné horniny - ryolit, andezit, čadič	zlepenec	sopečný tuf
metamorfované horniny - ortorula, amfibolit	tufit	spraš
granitoidy	slieňovec	dolomitová drvina
karbonáty - vápenc, dolomit	opuka	

**Tab. 5** Odolnosť hornín voči pôsobeniu exogénnych procesov v podmienkach miernej klímy (BIZUBOVÁ a ŠKVARČEK 1992, MARKO et al. 2007)

ňajú tieto podmienky: sú viac stmelené, tvrdšie, menej tepelne vodivé, menej rozpustné, celistvejšie. Význam stupňa priepustnosti nie je jednoznačný, nakoľko pórovité horniny s vysokou priepustnosťou znižujú účinky vodnej erózie a hornina sa tak javí odolnejšia.

Podľa BIZUBOVEJ a ŠKVARČEKA (1992) a BIZUBOVEJ (2005) a je geomorfologická hodnota hornín celková odolnosť hornín voči geomorfologickým činiteľom a procesom, ktoré tieto činitele vyvolávajú. Závisí od minerálneho zloženia, štruktúry a textúry, a tiež od vlastností hornín ako sú pevnosť, tvrdosť, odlučnosť, rozpukanosť, pórovitosť, priepustnosť, nasiakavosť, tepelná vodivosť, odolnosť voči zvetrávaniu a pod. Patrí medzi geomorfologické podmienky, ktoré ovplyvňujú geomorfologické procesy a tvary nimi vytvorené. Z takto definovanej geomorfologickej hodnoty hornín vychádza aj MARKO et al. (2007), ktorý uvádza voľne spracovanú tabuľku podľa BIZUBOVEJ a ŠKVARČEKA (1992). Ide o tabuľku odolnosti hornín voči pôsobeniu exogénnych procesov v podmienkach miernej klímy (**Tab. 5**).

Poznatky o geomorfologickej hodnote hornín sa dajú využiť pri konštrukcii litogeografických máp. BIZUBOVÁ a PACHEROVÁ (1996) pri tvorbe týchto máp zaraďujú morfológickú hodnotu hornín medzi syntetické vlastnosti horninového prostredia. Údaje o relatívnej odolnosti hornín voči vonkajším reliéfovým procesom a celkovej deštrukcii považujú BIZUBOVÁ a MACHOVÁ (1994) za špeciálne litogeografické charakteristiky dôležité pri hodnotení vzťahu reliéf – hornina.

MICHAELI (2001) zostavila tabuľku (**Tab. 6**) geomorfologickej hodnoty hornín na území Hornádskej kotliny. Pri vyčleňovaní jednotlivých stupňov a variet vychádzala z MAZÚRA (1963).

NOVOTNÝ (2002a, 2002b a 2006), aplikoval poznatky o geomorfologickej hodnote hornín na reliéf bradlového pásma Kysuckej vrchoviny. Chápe ju ako súhrn vlastností hornín, resp. vyjadrenie vzťahov medzi procesmi, horninami a výsledným georeliéfom. Hierarchické rozdelenie horninových komplexov, čiže určenie rozdielov medzi jednotlivými súvrstviami na základe štúdia geologických pra-

Odolnosť	Varieta	Hornina, resp. komplex hornín
1. Veľmi odolné komplexy hornín	1.1 varieta pestrofarebných klastických sedimentov s výlevnými telesami bazaltov a andezitov	lavice hrubozrných pieskovcov, jemnozrné červeno-fialové bridlice s pelosideritovými a karbonátovými konkréciami a šošovkami karbonátov, telesá tholeitových bazaltov a andezitov
	1.2 varieta netypického flyšu	bielopotocké súvrstvie vnútrokarpatského paleogénu podtatranskej skupiny, prevládajú tu droby a drobové pieskovce, arkózové pieskovce a arkózy, polymiktné zlepenec
2. Stredne odolné komplexy hornín	2.1 varieta hrubých klastík	borovské súvrstvie, brekie, zlepenec, pieskovce, vápence, vápencové zlepenec, siltovce
	2.2 varieta travertínov	sypký penovec, štruktúrny penovec, pramenit, masívny travertín
	2.3 varieta typického flyšu	zuberecké súvrstvie, kremité ílovce, droby, menilitové ílovce, drobnozrné zlepenec, polymiktné zlepenec, pieskovce
3. Málo odolné komplexy hornín	3.1 varieta subflyšu	hutnianske súvrstvie premenlivo vápnité až nevápnité ílovce s polohami pelokarbonátov, pieskovce, siltovce

**Tab. 6** Geomorfologická hodnota hornín Hornádskej kotliny (MICHAELI 2001)

Odolnosť	Hornina
1) veľmi odolné komplexy hornín	lavičnaté až masívne vápence kysuckej série
2a) stredne odolné komplexy hornín – vápencová varieta	tenkolavičnaté, chemicky menej čisté vápence a slienité vápence kysuckej a manínskej série
2b) stredne odolné komplexy hornín – pieskovcová varieta	kriedové súvrstvia flyšového charakteru kysuckej a manínskej série s prevahou pieskovcov alebo zlepcov
3a) málo odolné komplexy hornín – flyšoidná varieta	súvrstvia magurského a hričovsko-podhradského paleogénu s prevahou slieňov
3b) málo odolné komplexy hornín – varieta slienitých komplexov mezozoika	kriedové súvrstvia kysuckej a manínskej série s prevahou slieňov
4) veľmi málo odolné (nespevnené) komplexy hornín	

**Tab. 7** Geomorfológická hodnota hornín Kysuckých bradiel (NOVOTNÝ 2006)

meňov je dosť náročné, pretože aj geologicky pestré územie môže byť rovnomeré z hľadiska geomorfologickej hodnoty hornín. NOVOTNÝ (2005 a 2006) vychádzal z klasifikácie MAZÚRA (1963), ktorú aplikoval na svoje územie (Tab. 7). Oproti Mazúrovej klasifikácii v nej neuvádza horniny, resp. horninové komplexy, ktoré nemá vo svojom území.

Taktiež uvádza, že dôležitá je miera odlišnosti v odolnosti medzi jednotlivými súvrstviami. Pre jej objektívne posúdenie je potrebné získať dôkladnejšie poznatky o fyzikálnych a chemických vlastnostiach jednotlivých typov hornín a zistiť ako konkrétne sa tieto vlastnosti prejavujú pri eróznodenučných procesoch. Tieto informácie by mala poskytnúť inžinierska geológia, ktorá sa však zameriava na hodnotenie konkrétnych lokalít s ohľadom na konkrétne antropogénne zásahy do krajiny. Môže ísť napríklad o hodnotenie citlivosti hornín a zraniteľnosti horninového prostredia. Inžinierski geológovia pri tomto hodnotení vychádzajú z STN 44 3705. Podľa tejto normy je citlivosť hornín definovaná ako

schopnosť horninového prostredia reagovať na pôsobenie faktorov zraniteľnosti vyvolaných pôsobením technického systému na horninové prostredie. Za faktory zraniteľnosti sú považované geologické aktivity, resp. procesy (vrátane antropogénnych), ktoré spôsobujú znižovanie kvality jednotlivých prvkov geologického prostredia (Tab. 8). Príkladom môžu byť práce ZACHAROVA (2001) a ZACHAROVA a TOMETZA (2001) z územia Slovenského krasu.

Geomorfológovia, ktorí chcú získať poznatky o vlastnostiach hornín v skúmanom území sú nútení si urobiť vlastné laboratórne analýzy vzoriek, čo je však finančne i časovo náročná úloha vzhľadom na množstvo vzoriek a z toho vyplývajúci objem laboratórnych prác. Čiastočným riešením by mohol byť v poslednom období publikovaný Inžiniersko-geologický atlas hornín Slovenska (HOLZER et al. 2009), ktorý obsahuje podrobné informácie o 146 lokalitách z pohľadu inžinierskej geológie. Obsahuje základné atribúty a charakteristiky horninového prostredia (skalných a poloskalných hornín),

Zmena hladiny podzemnej vody (zmena hydrogeologického režimu)
Zmena vlhkosti horniny
Zmena teploty horniny
Zmena morfológie terénu
Seizmické a iné otrasy
Mechanické a fyzikálne rozpojovanie hornín
Chemické rozpúšťanie hornín vrátane vylúhovania tmelu
Premiestňovanie rozvoľnených hornín vodnou, veternou alebo inou silou
Sedimentácia horninového materiálu vo vodnom alebo suchom prostredí
Ukladanie odpadov a iných človekom vytvorených, zmenených a premiestnených materiálov
Odkrytie horninového prostredia

**Tab. 8** Faktory zraniteľnosti horninového prostredia (ZACHAROV a TOMETZ 2001)

ktoré sú rozhodujúce pre jeho správanie. Jeho súčasťou je tiež relačná databáza, ktorej výhodou je možnosť výpočtov a hodnotení s novými údajmi a tiež modifikácia štruktúry a údajov v databáze. Vytvorená databáza môže slúžiť ako základ, ktorý sa môže postupne dopĺňať o nové lokality, príp. sa môže rozšíriť o ďalšie informácie relevantné pre litogeografiu a geomorfológiu.

DZUROVČIN (2000) uvádza tabuľku (Tab. 9) odolnosti hornín v miernej klíme, ktorú upravil podľa KLIMASZEWSKÉHO (1981). Z nej vyplýva, že sedimenty sú pomerne odolné voči zvetrávaniu, ale ľahko podliehajú vodnej či veternej erózii. Magmatické a metamorfované horniny sú naopak odolné voči fluvialnej erózii, ale pomerne ľahko zvetrávajú. Príčinou je ich genéza pod povrchom Zeme, t.j. v odlišnom termodynamickom a chemickom prostredí. Keď sa dostanú na povrch, stávajú sa nestabilné a dochádza k ich rozrušovaniu.

SLÁDEK (2009) sa zaoberal praktickým určovaním geomorfologickej hodnoty hornín pomocou Schmidt hammer testu, ktorým sa meria tvrdosť horniny, resp. ich jednoosá pevnosť. Svoj výskum realizoval v pohorí Žiar. Z výskumu vyplýva, že pevnosť hornín dáva predstavu o ich geomorfologickej hodnote a môže dať odpoveď na potenciálnu veľkosť a mieru odnosu materiálu z určitej zdrojovej oblasti. Nevyplýva z toho však, že pevnosť hornín sa rovná ich geomorfologickej hodnote.

URBÁNEK (2001) vo svojom článku hovorí, že geomorfologická hodnota hornín je skôr vzťah ako vlastnosť, a to vzťah medzi horninou a klímou, čiže v rôznej klíme je tá istá hornina rôzne odolná. To znamená, že so zmenou klí-

my sa mení i odolnosť hornín, že od neogénu prešli horniny na Slovensku charakteristickými zmenami svojej odolnosti. Tvrdí, že by bolo vhodné vypracovať klasifikáciu hornín podľa ich odolnosti meniacej sa v dôsledku klimatických zmien v období neogén – kvartér. Užitočnosť klasifikácie by spočívala v novom pohľade na pasívne morfoštruktúry. O takúto klasifikáciu sa pokúsil NOVOTNÝ (2002a) na území bradlového pásma Kysuckej vrchoviny. V súlade s LACIKOM (2000) rozlišuje tri obdobia s odlišnými morfoklimatickými podmienkami ako v súčasnosti, a to miocén s teplou humídnu klímou, pliocén s teplou arídnu klímou a pleistocén s periglaciálnymi morfoklimatickými podmienkami. Ku každému obdobiu uvádza veľmi zjednodušenú mapu geomorfologickej hodnoty hornín v daných podmienkach, pričom vyčleňuje tri skupiny: málo odolné, stredne odolné a najodolnejšie horniny. Kritériom na vyčlenenie sú schémy DEMEKA (1987), resp. KLIMASZEWSKÉHO (1978 a 1981).

#### PREHĽAD NÁZOROV NA GEOMORFOLOGICKÚ HODNOTU HORNÍN U ČESKÝCH AUTOROV

PAUK a HABĚTÍN (1979) delia horniny podľa odolnosti voči zvetrávaniu na tri skupiny, a to na horniny veľmi odolné, stredne odolné a málo odolné (Tab. 10). Hranica medzi nimi je však dosť neurčitá.

DEMEK (1987) chápe geomorfologickú hodnotu hornín podobne ako MAZÚR (1963). Zdôrazňuje však, že je to veličina relatívna a nezávisí len od vlastností hornín, ale je dosť značne ovplyvňovaná okolím horninového sys-

Hornina	Štruktúra	Textúra	Súdržnosť	Stupeň tvrdosti	Všeobecná odolnosť voči zvetrávaniu	
			kg/cm <sup>2</sup>		mechanickému	chemickému
Bazalt	pevná	masívna	1100 – 4000	6 – 8	veľká	veľká
Gabro	zrnitá	masívna	1700 – 3000		veľká	veľká
Kvarcit	pevná	vrstevnatá	1300 – 4000	7	veľká	veľká
Porfýr	porfýrická	masívna	1300 – 3000	7	veľká	veľká
Žula	zrnitá	masívna	1500 – 3000	6 – 7	veľká	stredná až malá
Diabáz	pevná	masívna	1800 – 2500		veľká	veľká
Rula	bridličnatá	vrstevnatá	1200 – 2800		malá	stredná
Metamorf. bridlica	bridličnatá	vrstevnatá	900 – 2500		malá	stredná
Kryšt. vápenec	pevná	vrstevnatá	400 – 1800	3	veľká	stredná
Vápenec	pevná	vrstevnatá	80 – 1400	2 – 3	stredná až malá	malá
Dolomit	pevná	vrstevnatá	500 – 1800	2,5 – 4	stredná až malá	stredná
Pieskovec	zrnitá	vrstevnatá	100 – 2500	4 – 7	stredná až malá	veľká
Slieň	pevná	vrstevnatá			malá	malá
Ílovitá bridlica	bridličnatá	vrstevnatá	750 – 1100		malá	veľká

**Tab. 9** Odolnosť hornín v miernej klíme (podľa KLIMASZEWSKÉHO 1981 upravil DZUROVČIN 2000)

Odolnosť	Horniny
Veľmi odolné horniny	kremenné žily, kremenné a uhličitanové sedimenty, vyvreté a premenné horniny
Stredne odolné horniny	druhohorné a starotret'ohorné zlepenca a pieskovce s uhličitanovým tmelom, sopečné tufity a tenko vrstevnaté vápence s ílovitou prímiesou
Málo odolné horniny	ílovce, ílovité bridlice, slienito-ílovité horniny, mladotret'ohorné piesčito-ílovité horniny, spraše a sopečné tufy

**Tab. 10** Geomorfologická hodnota hornín (PAUK a HABĚTÍN 1979)

tému. Preto je potrebné hodnotiť každú z vlastností horniny s prihliadnutím ku konkrétnym fyzicko-geografickým podmienkam okolia horninového systému.

Podľa BLAŽKOVEJ (2010) geomorfologická hodnota hornín záleží od týchto faktorov:

- odolnosť hornín voči zvetrávaniu,
- tepelná odolnosť (menší rozdiel medzi povrchom a jadrom – rýchlejší rozpad),
- priepustnosť hornín (voda vsiakne a nenaruší povrch alebo nevsiakne, steká po povrchu a narušuje ho),
- rozpustnosť.

Výsledkom rozdielnej geomorfologickej hodnoty hornín sú rozdielne tvary v georeliéfe. Odolnejšie horniny tvoria konvexné tvary (vyvýšeniny, elevácie) a menej odolné konkávne (zníženiny, depresie).

## DISKUSIA

Z uvedeného prehľadu vyplýva značná rozdielnosť v ponímaní geomorfologickej hodnoty hornín u jednotlivých autorov. Za najväčší nedostatok považujeme chýbajúce klasifikačné kritéria slúžiace na vyčlenenie jednotlivých stupňov odolnosti hornín, resp. variet, ktoré autori väčšinou vo svojich prácach explicitne neuvádzajú. Bolo by vhodné v budúcnosti stanoviť tieto kritéria a používať ich pri vyčleňovaní stupňov odolnosti v jednotlivých územiach. Umožnilo by to lepšie porovnávanie zaradenia hornín do stupňov odolnosti v rôznych územiach. Zároveň sa nám javí ako veľmi účelné do budúcnosti zjednotiť počet vyčlenených stupňov odolnosti, optimálne na tri, a to veľmi odolné, stredne odolné a málo odolné horniny, resp. komplexy hornín. V druhom stupni vyčleňovať variety podľa charakteru konkrétneho územia, čiže vzťahu procesov a typov reliéfu ku konkrétnym horninám v danom území.

Geomorfologická hodnota hornín vystihuje väzby medzi vrchnou časťou litosféry a ostatnými zložkami fyzickogeografickej sféry (najmä georeliéfom). Meniace sa morfo-klimatické podmienky mali vplyv aj na zmenu odolnosti

hornín voči prejavom exogénnych síl. Preto v súlade s URBÁNKOM (2001) považujeme za dôležité vypracovať klasifikáciu hornín podľa ich odolnosti meniacej sa v dôsledku klimatických zmien, a to hlavne v období neogén – kvartér.

Nepochybne zaujímavé a prínosné by bolo porovnanie názorov na geomorfologickú hodnotu hornín u zahraničných autorov. Ponechávame to však na osobitný príspevok.

## ZÁVER

V našom príspevku sme sa pokúsili podať prehľad najdôležitejších názorov na geomorfologickú hodnotu hornín na Slovensku, a tým prispieť do diskusie o tejto problematike. V dnešnej dobe sa v slovenskej geomorfologickej literatúre s problematikou geomorfologickej hodnoty hornín stretávame pomerne sporadicky, poslednými publikovanými prácami z tejto oblasti bolo dielo SLÁDEKA (2009), príp. štúdie NOVOTNÉHO (2002a, 2005 a 2006). Je potrebné ale poznamenať, že v podstate každá regionálna geomorfologická štúdia obsahuje aj informáciu o geomorfologickej hodnote hornín, aj keď v rôznom rozsahu. Príspevok má význam najmä ako sumarizačný prehľad doposiaľ publikovaných prác v prostredí slovenskej geomorfologickej obce a môže tak byť východiskom pre budúce geomorfologické štúdie v tejto problematike.

## LITERATÚRA

- BIZUBOVÁ, M. (2005). *Geológia a geomorfológia. Vybrané kapitoly pre externé štúdium geografie vo verejnej správe*. Geografika, Bratislava, 58 p.
- BIZUBOVÁ, M., ŠKVARČEK, A. (1992). *Geomorfológia (vysokoškolské skriptá)*. Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Bratislava, 228 p.
- BIZUBOVÁ, M., MACHOVÁ, Z. (1994). Pokus o litogeografickú mapu. *Acta Facultatis rerum naturalium Universitas Comeniana, Geographica*, 35, 17 – 25.

- BIZUBOVÁ, M., PACHEROVÁ, M. (1996). Niektoré prístupy k tvorbe litogeografických máp. *Acta Facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 39, 19 – 35
- BLAŽKOVÁ, M. (2010). *Základy geomorfologie*. Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem, 162 p.
- ČINČURA, J. (1980). Morfologická hodnota hornín. In Mazúr, E., ed. *Atlas SSR*. SAV – SÚGK, Bratislava.
- ČINČURA, J. et al. (1983). *Encyklopédia Zeme*. Obzor, Bratislava, 720 p.
- DEMEK, J. (1987). *Obecná geomorfologie*. Academia, Praha, 476 p.
- DZUROVČIN, L. (2000). *Geomorfológia*. Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešov, 268 p.
- HOLZER, R., LAHO, M., WAGNER, P., BEDNARIK, M. (2009). *Inžinierskogeologický atlas hornín Slovenska*. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 532 p.
- JAKÁL, J. (1975). *Kras Silickej planiny*. Osveťa, Bratislava, 152 p.
- KLIMASZEWSKI, M. (1978). *Geomorfologia*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Varšava, 1098 p.
- KLIMASZEWSKI, M. (1981). *Geomorfologia*. PAN, Varšava, 1067 p.
- LACIKA, J., (1997). *Geomorfológia*. Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Zvolen, 172 p.
- LACIKA, J. (1999). *Geomorfológia. Návod na cvičenia*. Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Zvolen, 68 p.
- LACIKA, J. (2000). Condition of the Neogene Planation in the Western Carpathians. *Revista du geomorfologie*, 2, 15 – 23
- LUKNIŠ, M. (1954). *Všeobecná geomorfológia. I. časť*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 341 p.
- MARKO, F., REICHWALDER, P., JABLONSKÝ, J., VOJTKO, R. (2007). *Geologické mapovanie. Metódy terénneho geologického výskumu*. Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 112 p.
- MAZÚR, E. (1963). *Žilinská kotlina a priľahlé pohoria*. *Geomorfológia a kvartér*. VEDA, Bratislava, 184 p.
- MAZÚR, E., ed. *Atlas SSR*. SAV – SÚGK, Bratislava.
- MAZÚR, E., JAKÁL, J., eds. (1982). *Atlas SSR. Textová časť*. VEDA, Bratislava, 164 p.
- MICHAELI, E. (2001). *Georeliéf Hornádskej kotliny*. Geografické práce, IX., 2/2001, Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešov, 154 p.
- NOVOTNÝ, J. (2002a). Príspevok k problematike geomorfologickej hodnoty hornín (príklad z bradlového pásma Kysuckej vrchoviny). In Kirchner, K., Roštinský, P., eds. *Geomorfologický sborník 1. Stav geomorfologických výskumů v roce 2002 (Brno, Česká republika, 10. - 11. júna 2002)*. Masarykova Univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta - Česká asociace geomorfologů, Brno, 105 – 108.
- NOVOTNÝ, J. (2002b). Reliéf bradlového pásma Kysuckej vrchoviny. *Geomorphologia Slovaca*, 2, 1, 66 – 78.
- NOVOTNÝ, J. (2005). Pasívne morfoštruktúry Kysuckých bradiel a ich neotektonická transformácia. *Geomorphologia Slovaca*, 5, 2, 49 – 62.
- NOVOTNÝ, J. (2006). *Geomorfologická analýza Kysuckých bradiel*. Geographia Slovaca, 22. Geografický ústav SAV, Bratislava, 158 p.
- PAUK, F., HABĚTÍN, V. (1979). *Geologie pro zeměpisce*. SPN, Praha, 224 p.
- SLÁDEK, J. (2009). Určovanie geomorfologickej hodnoty hornín metódou Schmidt Hammer test v južnej časti pohoria Žiar. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 9, 2, 78 – 86.
- URBÁNEK, J. (2001). Vybrané problémy geomorfologie Slovenska. *Geomorphologia Slovaca*, 1, 6 – 8.
- ZACHAROV, M. (2001). Silická planina – hodnotenie citlivosti hornín a zraniteľnosti horninového prostredia. *Slovenský kras*, XXXIX, 73 – 81.
- ZACHAROV, M., TOMETZ, L. (2001). *Silická planina: hodnotenie geologických činiteľov životného prostredia*. Elfa, Košice, 137 p.
- STN 44 3705 Hodnotenie citlivosti hornín a zraniteľnosti horninového prostredia.