



# 45



## 9. MEDZINÁRODNÁ BANÍCKA KONFERENCIA 9th INTERNATIONAL MINING CONFERENCE

### ŤAŽBA VULKANICKÝCH HORNÍN NA SLOVENSKU

#### MINING OF ERUPTIVE ROCKS IN SLOVAKIA

*Darina Čabalová<sup>1</sup>*

**Abstract:** The presented paper deals with a complex evaluation of the problem of extraction of eruptive rocks which are mostly used in the building practice in Slovakia. The greatest attention is devoted to the water absorption analysis, which represents the standard criterion conditioning the eruptive rocks extraction. Partial results of a study dealing with eruptive rocks water absorption are introduced in the paper as well. The results achieved in numerous experiments proved the fact that the negative effect of water contained in eruptive rocks on their properties depends on the pore structure (positive or negative) rather than on the extent (percentage) of adsorption. The results of the experiments were applied in the process of compiling the basic SCM 72 1800 Standards (Natural Stone for Construction and Stone Products) where water absorption is mentioned as an informative value.

#### 1. Úvod

Vulkanické horniny na Slovensku predstavujú jednu z najdôležitejších surovín na zhotovovanie rôznych foriem stavebného kameňa. Svedčí o tom 254 existujúcich kameňolomov (v ťažbe, občas ťažených, ako i opustených), založených predovšetkým v andezitoch, ktoré predstavujú najčastejšie exploatovanú horninu na Slovensku. Okrem toho sa ťažia v rozsiahlej miere pre stavebnú prax bazaltové horniny (29 kameňolomov), najmä nefelinické bazanity Cerovej vrchoviny. V menšej miere sa ťažili, resp. ťažia u nás melafýry (7 existujúcich kameňolomov), diabázy (6 kameňolomov) a dacity (8 kameňolomov). Andezity a bazaltové horniny predstavujú ťažiskovú surovinu na zhotovovanie hruboobpracovaných kamenárskych výrobkov a drvené kamenivo. Čadiče sa u nás ťažia i pre petrurgické účely (tavený čadič). Ryolity, ďalší významný typ vulkanických hornín na Slovensku (20 kameňolomov) predstavuje dôležitú surovinu predovšetkým z hľadiska historického. Už od 13.st. sa začali využívať na výrobu mlynských kameňov (archívne doklady až v prvej polovici 16.st.). Nepriamym dôkazom dlhej tradície tejto výroby je i pomenovanie obce Žarnovica (žarnovica - kamenný mlyniec). Význam ryolitov spočíva tak v značnom rozsahu, ako i rozmanitosti spôsobov ich použitia v minulosti. V stavebnej praxi predstavovali veľmi rozšírenú surovinu na výrobu kvádrov, na budovanie pilierov mostov, oporných múrov, obklady budov, tunelov, i na výrobu regulačného kameňa. Z historického hľadiska je významné použitie ryolitov pre dekoratívne účely (napr. gotické a renesančné portály budov v Banskej Štiavnici), ako i pre účely sochárske (morový stĺp v Kremnici, Svätá Trojica v Banskej Štiavnici a pod.).

Pri ťažbe vulkanických hornín Slovenska sa stretávame s dvomi vážnymi rozporami. V prvom rade je to nutnosť zosúladenia potrieb dostatočného množstva surovín pre stavebnú prax so záujmami ochrany prírody,

<sup>1</sup> *Doc.RNDr. Darina Čabalová, CSc.*, Katedra geotechniky Stavebnej fakulty STU Bratislava, Radlinského 11, 813 68 Bratislava.  
Tel.: ++421 / 7 / 326 393. Fax : ++421 / 7 / 325 642

ako i potreba vedecky správneho posudzovania kvalitatívnych parametrov pórovitých typov vulkanických hornín z hľadiska možnosti ich využívania v stavebnej praxi.

## **2. Preskúmanosť vulkanických hornín Slovenska z hľadiska možnosti ich ťažby**

V rokoch 1960 - 1980 sa realizoval na Slovensku rozsiahly vyhládavací geologický prieskum, ktorý mal zabezpečiť suroviny potrebné pre stavebnú činnosť, ako i pre dekoračné účely. Vhodné ložiská vulkanických hornín sa skúmali z regionálneho hľadiska v oblasti Pohronskeho Inovca (1967), v okolí Krupiny (1967), v Malých Karpatoch (1970), v oblasti Vtáčnika (1970, 1972) a Gemera (1977). Taktiež sa prehodnotili ložiská andezitu Šiatoroš (1957), Sása (1959, 1983), Brehov (1966), Dobrá Niva (1967, 1975), Hubošovce (1969), Nová Lehota - Šechwaldská dolina (1975), Stožok (1976, 1982), Opatovce - Zlaté Moravce (1977), Fintice (1979), Šiatorská Bukovinka (1979, 1982), Ruskov (1980, 1981, 1982), Zvolen - Sekier (1983), Breziny (1984), Babiná - Sása (1984) a Čierne Kľačany (1984). Celkovo sa preskúmala možnosť ťažby na 31 ložiskách andezitov. Z ďalších petrografických typov hornín vulkanického charakteru sa prehodnotili možnosti využitia melafýru v oblasti Malých Karpát a v okolí Brezna (ložisko Lošonec a dolina Bystrá), ako i diabázu z Gemera (ložisko Dobšina a Markuška). Možnosť využitia čadiča bola preskúmaná na ložiskách Konrádovce (1984), Čamovce (1986) a Bulhary (1986).

## **3. Ťažba vulkanických hornín vo vzťahu k potrebe ochrany prírody**

V súvislosti s potrebou ochrany prírody u nás je možné konštatovať, že značné množstvo ložísk vulkanických hornín sa nachádza na území chránených krajinných oblastí. Ilustruje to príklad najmasovejšie ťaženej vulkanickej horniny na Slovensku, andezitov.

Na územiach, kde sa tieto horniny vyskytujú, boli vyhlásené štyri chránené krajinné oblasti. V stredoslovenskej neovulkanickej oblasti sa nachádzajú tri: Chránená krajinná oblasť (CHKO) Štiavnické vrchy, CHKO Poľana a CHKO Ponitrie (len určitá časť je situovaná v neovulkanitoch). Vo východoslovenskej neovulkanickej oblasti bola vyhlásená chránená krajinná oblasť Vihorlat. Na území chránených krajinných oblastí stredoslovenského neovulkanického pásma sa nachádza 59 kameňolomov (v ťažbe, opustených i občas ťažených), z toho 31 je založených v andezitoch. Na území CHKO Vihorlat na východnom Slovensku (najmenšej CHKO na Slovensku), sa nachádza celkovo 12 kameňolomov, z toho 11 je založených v andezitoch. Z uvedeného prehľadu vyplýva, že na Slovensku je 42 kameňolomov, založených v andezitoch, situovaných na územiach chránených krajinných oblastí. Návrhy opatrení na riešenie stretu záujmov na týchto ložiskách sa uvádzajú v Územných priemetoch ochrany prírody jednotlivých CHKO, ktoré boli spracované pre jednotlivé chránené krajinné oblasti na Slovensku v osemdesiatych rokoch.

V období 60 - 80- tých rokov sa u nás vykonával rozsiahly vyhládavací prieskum surovín vhodných pre stavebné a dekoračné účely. Na mnohých ložiskách vulkanických hornín s veľmi dobrými vlastnosťami, vytipovaných v rámci vyhládavacieho prieskumu, sa neuskutočnila vyššia etapa prieskumu a následná ťažba v dôsledku stretu záujmov ťažby a ochrany prírody. Preto naďalej zostáva prvoradou úlohou hľadať kompromisy pri riešení potrebného množstva surovín na výrobu rôznych foriem stavebného kameňa na jednej strane a potrebou ochrany prírody (najčastejší stret záujmov pri ťažbe hornín u nás) na strane druhej.

## **4. Vlastnosti vulkanických hornín z hľadiska možnosti ich ťažby**

Vulkanické horniny v dôsledku spôsobu vzniku sú v mnohých prípadoch značne pórovité a vyznačujú sa preto i zvýšenými hodnotami nasiakavosti. Hodnota nasiakavosti bola jedným z najdôležitejších normových kritérií, rozhodujúcich o možnosti ťažby hornín pre stavebné účely. Táto skutočnosť vo veľkej miere blokovala možnosť ťažby vulkanických hornín na Slovensku. Veľké rozpory vznikali najmä pri vyhládavacích geologických prieskumných prácach. Mnohé ložiská vulkanitov, ktoré spĺňali všetky ďalšie požadované kritériá kvality pre možnosť ťažby, nemohli byť odporúčané pre realizáciu vyšších etáp prieskumu a následnú ťažbu preto, že nezodpovedali normovej požiadavke maximálne prípustnej hodnoty nasiakavosti.

Dlhoročné skúsenosti s využívaním vulkanitov v stavebnej praxi však poukázali na skutočnosť, že číselný údaj, charakterizujúci nasiakavosť horniny (%), nie je v súlade s intenzitou negatívneho vplyvu vody na jej vlastnosti. Z uvedených dôvodov sme v rámci vedecko-výskumnej práce na Katedre geotechniky venovali tejto problematike značnú pozornosť. Výsledky rozsiahleho výskumu potvrdili, že o intenzite negatívneho vplyvu vody na tie vlastnosti, pri ktorých sa uplatní vplyv vody (mrazuvzdornosť, odolnosť voči zvetrávaniu, atď.), rozhoduje nie množstvo vody, ale charakter pórov (najmä ich veľkosť), v ktorých sa voda v hornine nachádza. Každá vulkanická hornina má svoju pórovú štruktúru, ktorú reprezentujú nasledovné parametre: pomerné zastúpenie pórov rôznej veľkosti (diferencovaná pórovitosť), tvar pórov, ich priestorové rozmiestnenie, spojitosť a objem pórov v hornine. Výsledky výskumu preukázali, že intenzitu negatívneho vplyvu vody na horninu nemožno prognózovať na základe stanoveného percenta nasiakavosti, ale len na základe výsledkov tých skúšok, pri ktorých sa prejaví vplyv pôsobenia vody v konkrétnej pórovej štruktúre skúšanej horniny. Potvrdil sa značný vplyv diferencovanej pórovitosti pri štúdiu negatívneho vplyvu vody na horninu. Napr. z hľadiska mrazuvzdor-

nosti je nebezpečná len určitá skupina pórov. Voda v makropóroch nezhoršuje vlastnosti hornín pri pôsobení mrazu na horninu. Vyplýva to ako z konfrontácie pórozimetrických analýz skúšaných hornín s výsledkami laboratórnych skúšok hornín odobratých v kameňolome, tak i z výsledkov skúšok makropórovitých ryolitov po ich dlhodobom použití (napr. v podobe kvádrov piliera mostu vybudovaného na Váhu pri Bytči). Výsledky rozsiahleho výskumu vulkanických hornín potvrdili, že pri priaznivej pórovej štruktúre sa vyznačujú dobrými vlastnosťami aj pórovité a nasiakavé vulkanity.

Z poznatkov, získaných dlhoročným výskumom vulkanických hornín vyplynulo, že nasiakavosť hornín predstavuje len informatívny údaj, poukazujúci na schopnosť horniny prijať určité množstvo vody za určitých, presne stanovených podmienok (STN 72 1155). Číselná hodnota nasiakavosti závisí od dĺžky doby sýtenia vzoriek (nasiakavosť po 48 hod., nasiakavosť do ustálenej hmotnosti), od tlakových podmienok skúšky (nasiakavosť za zníženého, alebo normálneho atmosférického tlaku), od teploty (nasiakavosť za varu, nasiakavosť stanovená pri izbovej teplote), od rýchlosti ponárania vzorky do vody (postupne podľa návodu, alebo naraz) a od charakteru pórovej štruktúry skúšanej horniny. Nasiakavosť skúšanej horniny môžeme preto charakterizovať rôznymi číselnými hodnotami, ktoré sú napriek rôznosti, v súlade s požiadavkami STN 72 1155 na skúšanie nasiakavosti. V tabuľke 1 sú uvedené hodnoty nasiakavosti ryolitov z Hliníka nad Hronom, ktoré predstavujú v dôsledku vysokej hodnoty pórovitosti (max. 33%) a nasiakavosti (max. 11%) dobré médium pre štúdium nasiakavosti. Pod bodom 1 až 4 sú uvedené hodnoty nasiakavosti, stanovené za rôznych podmienok podľa predpisov STN 72 1155 (Stanovenie nasiakavosti a zdanlivej pórovitosti prírodného stavebného kameňa). Všeobecne sa predpokladá, že k maximálnemu nasýteniu horniny vodou dochádza v podmienkach za zníženého atmosférického tlaku ( $NV_{atm}$ , stanovené pomocou vývevy, ktorou sa vo vákuovom zvone vytvorí tlak 3 kPa). Do akej miery, a či je ešte hornina schopná prijať vodu i po tejto skúške, sme zisťovali v špeciálne konštruovanom prístroji v laboratóriu pracoviska Baugrundinstitut LGA v Norimberku. Horninové vzorky pórovitých ryolitov z Hliníka nad Hronom boli vystavené po vákuovej skúške ešte tlaku 15 MPa, ktorý pôsobil na vzorky pod vodou. Výsledky skúšky, uvedené v tab.1 pod bodom 5 potvrdili, že hornina prijala ďalšie množstvo vody do svojho pórového priestranstva.

P.č.	Spôsob skúšania nasiakavosti	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	Priemer
1.	Nasiakavosť po 48 hod. ( $NV_{48}$ )	7,28	7,42	6,65	7,47	6,81	7,13
2.	Nasiakavosť do ustálenej hmotnosti ( $NV$ )	7,44	7,64	6,79	7,73	7,09	7,34
3.	Nasiakavosť za varu ( $NV_{100}$ )	9,52	10,09	8,62	9,74	9,13	9,42
4.	Nasiakavosť za zníženého atmosférického tlaku 3 kPa ( $NV_{atm}$ )	9,67	10,48	9,16	9,35	9,13	9,56
5.	Nasiakavosť za použitia tlaku pod vodou 15 MPa ( $NV_{15 MPa}$ )	10,41	10,49	10,29	10,24	9,72	10,23

Tab.1. Hodnoty nasiakavosti ryolitu z Hliníka nad Hronom - 1 až 4, nasiakavosť podľa STN 72 1155, bod 5 kontrolná skúška nasiakavosti za použitia tlaku pod vodou 15 MPa.

V tabuľke 2 sú uvedené hodnoty nasiakavosti, ktoré boli získané sledovaním časového faktoru dynamiky sýtenia v pórovej štruktúre ryolitov z Hliníka nad Hronom. Uvedené informácie, ako i neuvádzané výsledky štúdia nasiakavosti andezitov (Fintice, Stožok, Hubošovce, Babiná-Sása, Breziny, Šiatorská Bukovinka, Ruskov-Strahuľka) potvrdili, že číselná hodnota nasiakavosti je relatívna, závisí od podmienok, pri ktorých sa skúška vykonala. Preto je nesprávne hodnotiť kvalitu horniny mechanicky, len na základe číselnej hodnoty nasiakavosti. Z uvedených dôvodov nie je možné odporučať nasiakavosť ako záväzné normové kritérium, podmieňujúce možnosť ťažby hornín.

P.č.	čas sýtenia	Nasiakavosť vzoriek ryolitov z Hliníka nad Hronom (%)						
		L - 1	L - 2	L - 3	L - 4	L - 5	L - 6	Priemer

1.	1 min.	1.55	2.11	1.85	0.89	0.52	0.71	1.27
2.	3 min.	2.01	2.68	2.36	1.28	0.76	1.19	1.71
3.	5 min.	2.46	3.28	2.71	1.50	0.89	1.23	2.01
4.	10 min.	3.01	4.43	3.24	1.92	1.17	1.48	2.54
5.	20 min.	3.64	5.31	4.07	2.42	1.47	1.95	3.14
6.	30 min.	4.29	5.83	4.40	2.83	1.77	2.34	3.58
7.	1 hod.	5.17	6.69	5.32	3.59	2.41	2.99	4.36
8.	2 hod.	6.45	7.03	5.93	4.41	3.42	3.79	5.17
9.	3 hod.	6.93	7.04	6.23	5.35	4.96	5.20	5.95
10.	4 hod.	7.07	7.07	6.52	5.84	5.70	5.82	6.33
11.	6 hod.	7.04	7.17	6.61	6.53	6.53	7.11	6.83
12.	7 hod.	7.18	7.20	6.69	6.62	6.64	7.26	6.94
13.	1 deň	7.21	7.51	6.92	6.85	6.93	7.55	7.16
14.	7 dní	8.03	8.38	7.71	7.61	7.47	8.25	7.90
15.	8 dní	8.14	8.49	7.71	7.63	7.52	8.32	7.96
16.	9 dní	8.14	8.49	7.73	7.74	7.52	8.32	7.98
17.	1 mesiac	8.77	9.15	8.38	8.31	8.03	8.97	8.60
18.	2 mesiace	9.22	9.56	8.76	8.76	8.41	9.43	9.02
19.	3 mesiace	9.65	9.93	9.22	9.10	8.64	9.79	9.38
20.	5 mesiacov	9.78	10.07	9.27	9.25	8.86	9.95	9.53
21.	7 mesiacov	10.19	10.44	9.63	9.55	9.15	10.25	9.87
22.	9 mesiacov	10.22	10.60	9.70	9.55	9.15	10.35	9.92
23.	13 mesiacov	10.56	11.05	9.92	9.57	9.20	10.53	10.13
24.	17 mesiacov	10.64	11.07	10.04	9.57	9.20	10.53	10.18
nasiakavosť do ustálenej hmotnosti podľa STN 72 1155								
25.		8.10	8.40	7.70	7.60	7.50	8.30	7.94

Tab.2. Sledovanie dynamiky sýtenia ryolitov z Hliníka nad Hronom v závislosti na čase (1 - 24) v porovnaní s nasiakavosťou do ustálenej hmotnosti podľa STN 72 1155 (25).

## 5. Záver

Pri hodnotení hornín z hľadiska možnosti ich ťažby je potrebné postupovať veľmi citlivo. Vlastnosti hornín sú podmienené ich genézou. Zvýšené hodnoty pórovitosti a v dôsledku toho i nasiakavosti u vulkanických hornín sú zapríčinené rýchlym tuhnutím lávy na povrchu a nemusia mať za následok zhoršenie ich vlastností v takom rozsahu, aby sa nemohli ťažiť. Ak je skelet horniny zdravý a pórová štruktúra priaznivá, je hornina využiteľná v stavebnej praxi. Svedčia o tom spôsoby využitia makropórovitých ryolitov na Slovensku (obkladové kvádre rotundy na Chopku, piliere mostov na Hrone a Váhu, sochárske diela a pod.). Ak je pórová štruktúra nepriaznivá, prejaví sa to negatívne na výsledkoch skúšok, hodnotiacich vplyv vody v hornine. Výsledky výskumných prác boli akceptované pri zostavovaní základnej normy STN 72 1800 Prírodný stavebný kameň pre kamenárske výrobky (technické požiadavky). V uvedenej norme sa nasiakavosť uvádza len ako informatívna, nie záväzná hodnota.