

Vulkaniti Stolova kao građevinski kamen

LIDJA M. KUREŠEVIĆ, Institut IMS, Beograd

IVANA M. DELIĆ-NIKOLIĆ, Institut IMS, Beograd

OLIVERA T. VUŠOVIĆ, Institut IMS, Beograd

Stučni rad

UDC: 552.323:691.2(497.11)

Vulkaniti Stolova južno od Kraljeva predstavljeni su malim vulkanitskim telima dacito-andezita. Ovi vulkaniti su od otvaranja kamenoloma Kamenica pored reke Ribnice korišćeni za dobijanje kocke, agregata i ploča za oblaganje. Fizičko-mehanička svojstva ovog kamena, kao i njegov mineraloško-petrološki sastav ispitivani su u Institutu IMS iz Beograda dugi niz godina, i prikazani u ovom radu. Iako su fizičko-mehanička svojstva svežijih delova stenske mase dobra, zbog nedostatka monolitnosti, intenzivne ispucalosti, heterogenog izgleda i nepovoljnog lučenja, ovi vulkaniti nisu interesantni sa aspekta arhitektonskog građevinskog kamena, ali ispunjavaju uslove za primenu kao tehnički građevinski kamen, i upravo navedena svojstva olakšavaju njihovu eksploataciju.

Ključne reči: Stolovi, Kamenica, dacit-andezit, građevinski kamen

1. UVOD

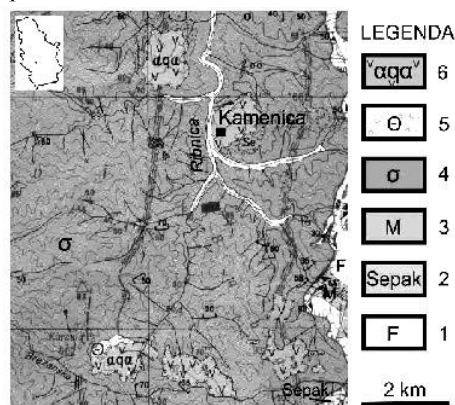
Oblast planine Stolovi se nalazi oko 130 km južno od Beograda, i oko 12 km južno od Kraljeva. Vulkanite Stolova čini nekoliko manjih masa dacito-andezita, koji se javljaju duž reke Ribnice i Brezanske reke. Svaka od vulkanskih masa ima površinu od oko 1 km², i na međusobnim su rastojanjima 1-3 km. Kamenolom Kamenica, otvoren u ovim vulkanitima još 1928. godine je dugi niz godina eksploatisan radi dobijanja sitne kocke. Kamenički andezit je upotrebljen i za oblaganje centralnih trgova u Kraljevu. Danas se koristi za proizvodnju agregata za putogradnju.

2. GEOLOŠKA GRAĐA TERENA

Geološka građa oblasti Stolova je prikazana na OGK SFRJ 1:100 000 list Vrnjci [1]. Mala vulkanitska tela Stolova su sa svih strana ograničeni mezozojskim serpentinitima (slika 1). Serpentiniti Stolova, odnosno serpentinisani harcburgiti, manje lerzolititi, duniti i pirokseniti, predstavljaju deo tzv. ibarskog ultramafitskog kompleksa. Na istoku se javljaju metamorfne stene (sericitsko-hloritski škriljci, metapeščari, epidot-aktinolitski škriljci, metabaziti i karbonatne stene) srednjetrijske starosti.

Vulkaniti Stolova se nalaze u okviru Kopaoničkog bloka Eksterne vardarske subzone [2]. Utisnuti

su duž raseda Ribnice, pružanja pravcem sever-jug, i duž raseda Brezanske reke, koji se pruža pravcem istok-zapad.



Slika 1 - Geološka građa terena u oblasti vulkanita Stolova (prema Uroševiću i dr., 1973). Legenda: 1. serija sericit-hlorititskih škriljaca i metamorfisanih peščara; 2. hlorit-epidot-aktinolitski škriljci i metabaziti; 3. kalkšisti i mermiri; 4. harzburgiti (Se - serpentinisani; sa tačicama - hidrotermalno promenjeni); 5. vulkanoklastiti dacito-andezita; 6. dacito-andeziti.

3. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE MAGMATSKOG KOMPLEKSA

Vulkaniti Stolova su predstavljeni dacito-andezitima. Andezit preovlađuje, a delovi u kojima je zastupljen i kvarc, predstavljaju dacite. Ove vulkanitske

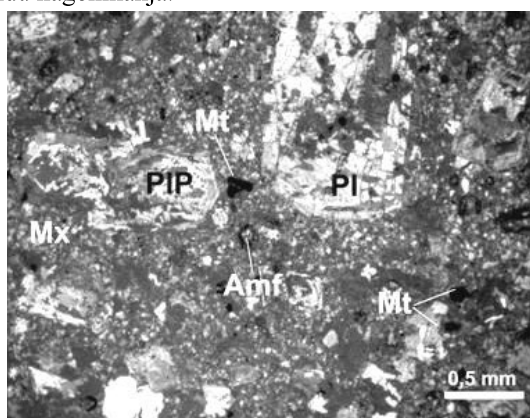
Adresa autora: Lidja Kurešević, Institut IMS, Beograd, Bulevar Vojvode Mišića 43

Rad primljen: 04.04.2013.

Rad prihvaćen: 14.06.2013.

mase predstavljaju apikalne delove plutona utisnutog u serpentinite Stolova [3].

Mineraloško-petrografskom analizom, stena je određena kao hornblenda andezit, u čiji sastav ulaze plagioklas (andezin), amfibol (hornblenda), ređe biotit i kvarc kao primarni minerali, i kalcit, minerali glina, epidot, hlorit, sericit, opal, magnetit i pirit kao sekundarni minerali. Osnovna masa je mikrokristalasta ili vrlo sitnozrna, potpuno kristalisala. Struktura stene je holokristalasto porfiriska. Tekstura je promenljiva – u nekim delovima stenske mase je masivna, dok je u nekim delovima jasno izražena plinparalelna. Zrna metaličnih minerala se javljaju kao pojedinačna (slika 2, centralni deo preparata) ili u vidu nagomilanja.



Slika 2 - Mikrofotografija preparata andezita pod ukrštenim Nikolovim prizmama (Mx – matriks, Pl – plagioklas, PIP – propilitisani plagioklas, Mt – metalični minerali, Amf – amfibol).

Magmatska aktivnost tokom koje su formirani vulkaniti Stolova, najverovatnije je genetski povezana sa magmatskom aktivnošću koja je dala granitoide Željina i/ili Kopaonika, kao i prostrane vulkanitske mase južno od Ušća, mada po izgledu ovi vulkaniti najviše podsećaju na vulkanite južnih ogranaka Kotle nika (Ratina). Urošević i dr. [1] smatraju da je vulkanska aktivnost u ovoj oblasti počela u oligo-miocenu,

a završila se krajem donjeg miocena. Geohronološke analize nisu vršene. Prema Cvetkoviću i dr. [4], vulkaniti Stolova pripadaju formaciji kasnopaleogeno-neogenih vulkanita centralne ose Balkanskog poluostrva, podgrupi srednje do visoko kalijskih kalkoalkalnih stena. Hemijski sastav je prikazan u tabeli 1.

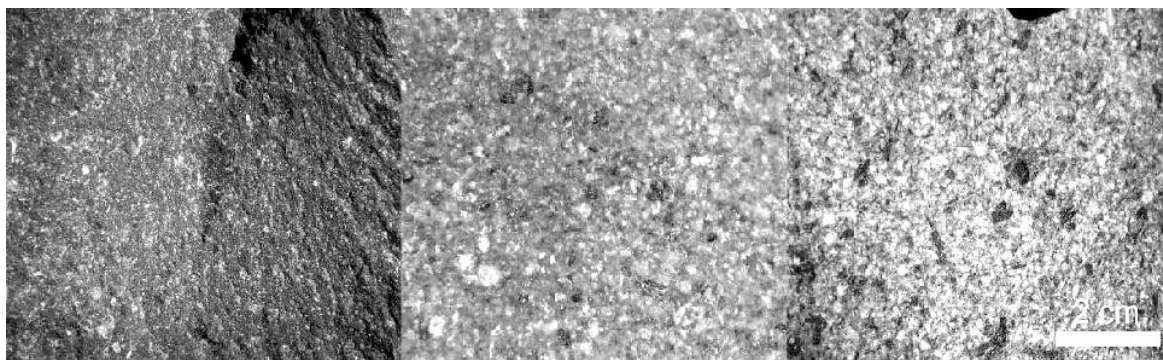
Tabela 1. Rezultati hemijskih analiza vulkanita Stolova (izvršenih u Institutu IMS, 2013. godine).

komponenta	udeo (%)
SiO ₂	57,96
TiO ₂	0,93
Al ₂ O ₃	12,72
Fe ₂ O ₃ *	9,76
MnO	0,24
MgO	1,50
CaO	8,72
Na ₂ O	1,61
K ₂ O	3,32
P ₂ O ₅	0,17
g.ž.	2,56
zbir	99,49

* - ukupno Fe izraženo kao Fe₂O₃;

g. ž. – gubitak žarenjem

Terenska opažanja su pokazala da je pokrivenost terena značajna, što otežava sagledavanje dimenzija i karakteristika vulkanitskih masa, osim u kamenolomu Kamenica. Boja andezita je promenljiva. Može biti tamnosiva do crna, siva do sivo-zelena, ili je izbeljen, u zavisnosti od stepena i vrste alteracije. Stena je neravnomerno propilitisana, silifikovana, argilisana i kalcitšana. U različitim delovima vulkanitske mase prevlađuju različiti fenokristali. Na rastojanjima od po nekoliko centimetara se smenjuju zone sa različitim učešćem svetlih i tamnih minerala, obično sa promenljivim udelom i/ili krupnoćom belih zrna feldspata, što uzrokuje jasne razlike u vizuelnom izgledu pojedinih zona stenske mase (slika 3). U sitnozrnoj osnovnoj masi se najčešće zapažaju fenokristali hornblende dužine do 7 mm. Orijentacija najkrupnijih zra hornblende se jasno zapaža.



Slika 3 - Razlike u izgledu stenske mase

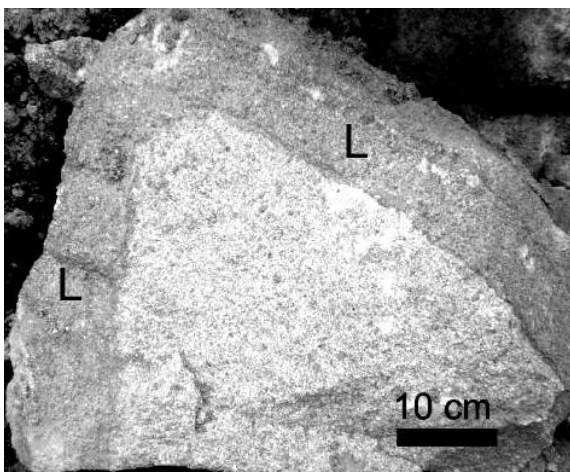
Na površini je prisutan sloj zemljišta debljine oko 50 cm, ispod kojeg je zona intenzivno raspadnute stene, visine 1-2 m. U nižim delovima profila je stenska masa intenzivno ispucala, izdijeljena na sitne blokove (5-50 cm, vrlo retko preko 1 m) nepravilnih oblika. Lučenje stene je pločasto i kuglasto u obodnim delovima vulkanitske mase, a u centralnim nepravilno (poliedarsko), pri čemu se formiraju pretežno sitni komadi (slika 4).



Slika 4 - Pločasto do nepravilno lučenje (Kamenica).

Uklupci su prisutni, mada relativno retko. Prevlađuju uklupci nepravilnih oblika, uglasti, tamnosive do crne boje, vidljivih dimenzija najčešće do 3x1,5 cm, a ima i krupnijih.

U vulkanitima su definisani sistemi pukotina sa elementima pada: a) (192-197)/(62-80) pukotine lučenja, koje razdvajaju ploče; b) (290-301)/(55-70) u okviru ploča formiraju manje blokove; c) 184/50 u okviru malih blokova formiraju još manje komade. Sve ove pukotine su stisnute, i duž njih se javljaju skrame limonita (slika 5); d) vertikalne pukotine, sa pružanjem u pravcu 284-104°.



Slika 5 - Oksidacija duž oboda prirodnih blokova i komada stene (L – koloracija limonitom).

4. OCENA MOGUĆNOSTI PRIMENE

U poređenju sa drugim vrstama nemetalnih mineralnih sirovina, u oceni arhitektonskog građevinskog kamena (AGK) postoje specifični uslovi koji moraju biti ispunjeni [5,6]: a. strukturna građa stenske mase; b. dekorativnost; c. postojanost odnosno trajnost; d. fizičko-mehanička svojstva stenske mase propisana standardom SRPS B.B3.200; e. tehničko-tehnološka svojstva. Na sva ova svojstva stenske mase presudno utiču procesi geneze stene i postgenetski procesi. Za primenu kao tehnički građevinski kamen (TGK) neophodno je da stenska masa ispunjava propisane uslove u pogledu vrednosti fizičko-mehaničkih karakteristika (SRPS B.B2.009, U.E4.014, U.E9.028).

a. Faktor strukturne građe stenske mase odnosi se na zahtev industrije AGK da se kamen vadi u vidu jedrih monolita koji po dimenzijama odgovaraju preradi u industrijskim pogonima i predstavlja jedan od osnovnih preduslova za ležišta AGK. Zavisí pre svega od gustine i prostorne orijentacije sistema pukotina i prslina. Stenska masa ima potencijal sa aspekta AGK ako se iz nje može dobiti određeni broj krupnih, jedrih blokova sa određenim stepenom homogenosti (sklopa, boje i dr.). Stenska masa vulkanita Stolova je nepovoljno lučena (pločasto, kuglasto i poliedarski) i intenzivno tektonizirana, sa gustom mrežom pukotina, koja je deli na sitne komade nepravilnih oblika. Najkrupniji komadi imaju dimenzije do 3,5x2x1,5 m, ali ovako krupni blokovi su vrlo retki (slika 6). Ploče u obodnim delovima vulkanitske mase su debljine od nekoliko do 50 cm.



Slika 6 - Nepravilni oblici prirodnih i miniranih blokova stenske mase (Kamenica).

b. Dekorativna svojstva kamena obuhvataju zajedničku percepciju niza svojstava kamena – boje, šare (sklopa), njihove homogenosti kroz stensku masu, i prisustva ili odsustva diskontinuiteta i defekata. Dekorativnost kamena iz vulkanita Stolova je niska. Stena je nehomogenog, promenljivog izgleda, sitnozrna, ponegde sa krupnijim, korodovanim zrnima amfi-

bola. Boja stene je pretežno siva, u promenljivim tonovima – od tamnosive do svetlosive, ponegde sa vidljivom zelenkastom nijansom zbog promenljivog stepena i tipa alteracija.

c. Postojanost odnosno trajnost kamena se ogleda u njegovoj otpornosti na uticaj različitih agenasa površinskog raspadanja. Podrazumeva odsustvo štetnih minerala koji mogu da ugroze otpornost kamena na uticaje atmosferilija (prisustvo štetnih minerala je najčešće posledica hidrotermalnih alteracija, ali i geneze same stene) i stepen površinske raspadnutosti stene pod uticajem atmosferilija i/ili stepen hidrotermalnih promena koje mogu da olakšaju površinsko raspa-

danje. Trajnost kamena iz vulkanita Stolova je ugrožena zbog prisustva produkata hidrotermalnih alteracija – štetnih minerala: pirita, minerala glina, kalcita, hlorita. Silifikovani delovi stenske mase imaju viši stepen fizičko-mehaničke stabilnosti i bolju trajnost.

d. Fizičko-mehanička svojstva magmatskih stena imaju presudan uticaj na područje njihove primene. Laboratorijska ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava (tabela 2) različitih delova stenske mase su pokazala da tamniji varijeteti stenske mase imaju bolja svojstva. Uzorci su poreklom sa različitih dubina vulkanitskog tela (0-90 m dubine), i nije primećeno da su uzorci sa veće dubine kvalitetniji.

Tabela 2. Rezultati laboratorijskih ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava kamena (prikazani podaci potiču iz trinaest izveštaja o ispitivanju, izvršenih u periodu između 1968. i 2010. godine.)

Svojstvo kamena	Standard SRPS	Jedinice mere	Rezultati ispitivanja	
			opseg variranja	srednja vrednost
Otpornost na dejstvo mraza	B.B8.001	-	-	postojan
Postojanost na dejstvo Na ₂ SO ₄	B.B8.002	%	gubitak mase 0-22,14 %	gubitak mase 2,16 %
Upijanje vode	B.B8.010	%	0,17-3,36	0,86
Pritisna čvrstoća	B.B8.012	MPa		
u suvom stanju			68-312	185
u vodozasićenom stanju			61-303	168
posle 25 ciklusa zamrzavanja-odmrzavanja			92-279	177
Otpornost prema habanju brušenjem	B.B8.015	cm ³ /50 cm ²	7,04-32,04	12,07
Savojna čvrstoća	B.B8.017	MPa	19,00-36,41	23,57
Zapreminska masa sa šupljinama	B.B8.032	g/cm ³	2,520-2,650	2,591
Zapreminska masa bez šupljina		g/cm ³	2,601-2,720	2,676
Koeficijent zapreminske mase		-	0,933-0,992	0,968
Poroznost		%	0,8-6,7	3,2
Toplotno širenje	ISO 10545-8	mm/m	0,536-0,602	0,574
Koeficijent linearnog toplotnog širenja		*10 ⁻⁶ 1/°C	7,150-7,520	7,350

Ocena kvaliteta kamena izvršena je prema preporučenim svojstvima [7]. Prema zapreminskoj masi kamen je težak, poroznost umerena, a upijanje vode je malo. Čvrstoća na pritisak je visoka. Prema otpornosti na habanje, kamen je tvrd. Veći deo opitnih tela je pokazao predisponiranje ravni pucanja duž prisutnih pukotina i naprslina.

e. Obradljivost kamena je obrnuto proporcionalna njegovoj trajnosti. Tehničko-tehnološka svojstva kamena iz vulkanita Stolova su povoljna zbog odsustva krupnih zrna kvarca i liskuna. Ovo se ne odnosi na zone sa silifikacijom, čija je trajnost bolja, ali je obrada teža i skuplja zbog povećane tvrdine kamena.

5. DISKUSIJA

S obzirom na rezultate laboratorijskih ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava, ovaj kamen bi prema uslovima kvaliteta propisanim u standardu SRPS B.B3.200 mogao da se koristi kao arhitektonski građevinski kamen, za izradu ploča za sve vrste oblaganja u enterijeru i u eksterijeru za oblaganje vertikalnih površina. Vrednosti otpornosti prema habanju brušenjem omogućavaju primenu u spoljnom oblaganju horizontalnih površina sa umerenim i intenzivnim pešačkim saobraćajem. Međutim, neophodno je napomenuti da uzorci iz pojedinih delova stenske ma-

se imaju znatno slabije vrednosti od propisanih za sve ove namene. Zbog prisustva pirita, primena u eksterijeru se ne preporučuje.

Kada se sagledaju svi uslovi koje treba da ispuni stenska masa sa aspekta AGK, može se zaključiti da i pored povoljnih fizičko-mehaničkih svojstava kamena, primena kao AGK u smislu dimenzioniranog kamena za izradu ploča za oblaganje nije moguća zato što nije moguće dobijanje blokova odgovarajućih dimenzija.

U pogledu primene kao tehnički građevinski kamen, samo je upijanje vode nešto veće od propisanog za više kategorije saobraćajnog opterećenja kod izrade habajućih slojeva od asfaltnih betona po vrućem postupku (SRPS U.E4.014), dok su ostali uslovi kvaliteta ispunjeni

6. ZAKLJUČAK

Vulkaniti Stolova imaju brojna svojstva koja ih čine nepogodnim za upotrebu kao AGK: magmatska tela su malih dimenzija, što utiče na iskorišćenje; stenska masa je intenzivno tektonizirana i u njoj prevladavaju sitni komadi i blokovi nepravilnih oblika, zapremine manje od 1 m^3 ; stena je hidrotermalno promenjena – silifikovana (što otežava i poskupljuje obradu), propilitisana i kalcitisana (što utiče na trajnost kamena); obodi blokova i komada su promenjeni pod uticajem atmosferilija (što utiče na iskorišćenje i fizičko-mehanička svojstva) i stena je kolorisana limonitom; stenska masa je izrazito heterogena po izgledu (i udelu pojedinih sastojaka), pri čemu se varijeteti po izgledu smenjuju na malim rastojanjima. Ovo otežava dobijanje blokova, odnosno ploča homogenog izgleda, što kasnije utiče na izgled obloženih površina. Pored navedenog, eksploatacija tehničkog kamena u ovom kamenolomu se vrši miniranjem, što trajno onemogućava dobijanje monolita potrebnih dimenzija za AGK. Sa druge strane, ispucalost i silifikovanost stene je upravo čini pogodnom za eksploataciju i primenu kao TGK, naročito kao agregata za puteve. S obzirom da stenska masa zadovoljava zahteve standarda za ove namene, njena primena je opravdana. Neophodno je obratiti pažnju na pojavu intenzivnije

alterisanih (izbeljenih) zona i prisustvo pirita, kao i drugih štetnih minerala.

LITERATURA

- [1] Urošević, M. i dr., Tumač za OGK 1:100 000 list Vrnjci, K 34-18, Zavod za geološka i geofizička ispitivanja, Beograd, s. 1-69, 1973.
- [2] Dimitrijević, M., Geologija Jugoslavije, Geoinstitut i Barex, Beograd, s. 1-205, 1995.
- [3] Đoković, I., Marović, M., Grubić, A., Pešić, L. i Toljić, M., Savetovanje "Geologija i metalogenija Kopaonika", Kopaonik, Republički društveni fond za geološka istraživanja Srbije, Beograd. s. 66-72, 1995.
- [4] Cvetković, V., Knežević, V., Pécskay, Z., Geology and Metallogeny of the Dinarides and the Vardar zone, The Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka-Serbian Sarajevo, p. 245-252, 2000.
- [5] Vakanjac, B., Zbornik radova RGF, sv. 19, Beograd, s. 15-35, 1976.
- [6] Mead, L. and Austin, G.S., Dimension stone, in: Industrial minerals and rocks: Commodities, Markets, and Uses, 7th edition, Society for mining, metallurgy and exploration (U.S.), Littleton, p. 907-923, 2006.
- [7] Bilbija N., i Matović, V., Primenjena petrografija, svojstva i primene kamena, Građevinska knjiga, Beograd, s. 1-417, 2009.
- [8] SRPS B.B3.200 Prirodni kamen, ploče za oblaganje – tehnički uslovi
- [9] SRPS U.E4.014 Izrada habajućih slojeva od asfaltnih betona po vrućem postupku – tehnički uslovi
- [10] SRPS B.B2.009 Prirodni agregat i kamen za proizvodnju agregata za beton – tehnički uslovi
- [11] SRPS U.E9.028 Izrada donjih nosećih slojeva od bitumeniziranog materijala po vrućem postupku – tehnički uslovi

SUMMARY**VOLCANIC ROCKS OF MT. STOLOVI AS A BUILDING STONE**

Volcanic rocks of the Stolovi Mt., located to the south of Kraljevo (central Serbia) are of dacite-andesite composition, intruded as small volcanic bodies into Mesozoic serpentinites. Since the opening of Kamenica quarry on the river Ribnica, these volcanic rocks have been quarried and used for production of cubes, aggregate and small slabs. Technical properties of the stone and petrographic examinations of the rock have been performed in the Materials testing institute in Belgrade for many decades and are here presented. Technical properties of the fresh rock mass zones are satisfying the demands of Serbian standards both for dimensional and technical stone. However, the use as dimensional stone is not possible due to lack of monoliths, intense tectonic fracturing, heterogenic appearance and irregular jointing of the rock, but these characteristics facilitate their quarrying as an aggregate.

Key words: *Stolovi Mt., Kamenica quarry, dacite-andesite, building stone*