

INŽENJERSKOGEOLOŠKE ZNAČAJKE PODRUČJA TUNELA "GRIČ"

Engineering-geological characteristics of the tunnel "Grič" area

Davor Pollak¹⁾ & Vlatka Vuić²⁾ & Goran Mitrović²⁾

¹⁾ Institut za geološka istraživanja, Sachsova 2, Zagreb

²⁾ Institut građevinarstva hrvatske, Rakušina 1, Zagreb

Ključne riječi: inženjerskogeološke značajke, vapnenci, "Jelar" breče, tunel "Grič", Hrvatska

Key words: engineering-geological characteristics, limestones, "Jelar" breccia, tunnel "Grič", Croatia

1. UVOD

Cestovni tunel "Grič" nalazi se na autocesti Zagreb-Split, dionici Otočac-Lički Osik u blizini naselja Ličko Lešće, a sastoji se od dvije dvotračne tunelske cijevi. Približne je dužine 1200 m, s maksimalnim nadslojem 60 m. Za potrebe geotehničkog projekta provedena su istraživanja: inženjerskogeološko kartiranje koridora ukupne širine 200 m u mjerilu 1:1000; istraživačko bušenje 5 bušotina ukupne dubine 240 m (BRAUN & POLLAK, 2000); geofizička terenska ispitivanja uzduž i poprečno na osi tunela, seizmička refrakcija (Delta-t-V metoda) 18 profila (MITROVIĆ & GRGEC, 2000.) i geoelektrično profiliranje LIS tehnikom, 3 profila. Također su provedena i laboratorijska ispitivanja jednoosne tlačne čvrstoće i brzine širenja ultrazvučnih valova na 28 uzoraka. Iskop tunela izveden je po principima nove austrijske tunelske metode (NATM), uz stalni inženjerskogeološki nadzor (VUIĆ, 2004). Tijekom nadzora utvrđene su stvarne značajke stijenske mase i moguće ih je usporediti s onima koje su utvrđene temeljem istraživačkih radova.

2. GEOLOŠKE ZNAČAJKE PODRUČJA

Najstarije stijene u području tunela pripadaju donjoj kredi (K_1). Transgresivno na krednim naslagama nalaze se "Jelar" naslage (E_3Ol), dok su veće vrtače ispunjene crvenicom.

Osnovne stijene su sivi do sivosmeđi masivni i debelo uslojeni **vapnenci** (K_1) (VELIĆ et al., 1970). Vapnenci su raspucani i razlomljeni tijekom mnogobrojnih tektonskih faza. Duž zastupljenih diskontinuiteta odvijali su se dijagenetski procesi koji su doveli do stvaranja **tektogeno-dijagenetskih breča**, koje se s vapnencima vrlo nepravilno izmjenjuju. Lokalno se nalaze i tanji proslojci intraformacijskih breča u kojima je mjestimično vidljiva normalna gradacija.

"Jelar" naslage su predstavljene sedimentnim **brečama i brečokonglomeratima** (E_3Ol) u kojima su polimiktni nesortirani uglati do poluzaobljeni fragmenti stijena veličine od nekoliko mm do desetak cm. Vezivo je detritično karbonatno i glinovito-karbonatno, a boja mu je obično crvenkasta. Odnos količine fragmenata i veziva je varijabilan.

Istraživano područje je u tektonskom pogledu vrlo komplicirane građe, s brojnim rasjedima različite geneze i starosti. Generalna orijentacija slojeva je 239/19, a najveći značaj imaju rasjedi smjera pružanja sjever-jug i istok-zapad, uz koje su obično vezane i šire razlomljene zone.

3. DISKUSIJA O INŽENJERSKOGEOLOŠKIM ZNAČAJKAMA

Površina terena je u području tunela izuzetno **okršena**, velikih zjevova diskontinuiteta (preko 10 cm), s brojnim vrtačama strmih obronaka. Neke od njih su vrlo velike, promjera 160 m i dubine preko 30 m. Većina od spomenutih vrtača u dnu ima tlo (crvenica) varijabilne debljine. Inženjerskogeološkim kartiranjem na površini su uočene jame manjih dimenzija. Iskopom tunela uvidjelo se da su jame i kavernozne zone u dubljim zonama vrlo brojne i vezane na iste sustave diskontinuiteta kao i na površini. Ne samo to, nego se većina njih nalazi na pukotinama i rasjedima koji su ustanovljeni kartiranjem ili geofizičkim istraživanjima.

Prema mjerenjima **orijentacije** svih **diskontinuiteta** koji su izraženi na površini, a zatim i u tunelu, može se vidjeti njihova vrlo dobra podudarnost. Površinski podaci su u većoj mjeri raspršeni od onih u tunelu. Zanimljivo je također "iščezavanje" diskontinuiteta slojevitosti koji su na razini tunela mnogo rjeđe zastupljeni. Obje pojave, se mogu pripisati vrlo snažnoj okršenosti u površinskoj zoni. Naime, trošenjem u površinskoj zoni uglavnom dolazi do širenja zijeva svih diskontinuiteta, pa i slojnih ploha, koje su na razini tunela zatvorene do te mjere da ne predstavljaju diskontinuitete u

inženjerskom smislu. Trošenjem u površinskoj zoni također dolazi do "zaobljavanja" izdanaka, što je utjecalo na raspršenost mjerenja orijentacija diskontinuiteta na površini.

Ne čudi različitost u mjerenjima i procjenama **veličine blokova** na površini i na razini tunela. Međutim, očekivalo se da će zbog okršavanja, blokovi stijenske mase u pripovršinskoj zoni biti manji, nego što je to u dubljim zonama trošenja. Na to ukazuju i RQD vrijednosti.

Razlika u intaktnom materijalu vapnenaca i breča najbolje je izražena preko **jednoosne tlačne čvrstoće**. U vapnencima ona uglavnom iznosi 90-120 MPa, dok je u brečama jako ovisna o značajkama matriksa i varira u širokom rasponu. U brečama sa značajnijim udjelom glinovite komponente u vezivu iznosi 20-60 MPa, dok se kod breča s gotovo isključivo karbonatnim vezivom kreće u rasponu 90-100 MPa. Nije utvrđena ovisnost čvrstoće o zoni trošenja.

Usporedimo li podatke o procijenjenoj **postojanosti** diskontinuiteta, vidjet ćemo da su one na površini manje nego na razini tunela. Međutim nije baš jasno mijenja li se postojanost diskontinuiteta procesima trošenja ili su tijekom istraživanja procjene bile krive.

Ostale značajke diskontinuiteta su očekivane. U površinskoj zoni **zjevovi** su vrlo veliki (preko 10 cm), a diskontinuiteti uglavnom prazni. Idući dublje, u podpovršinske i dublje zone trošenja zjevovi diskontinuiteta su sve manji, a prevladava glinovita **ispuna**. **Hrapavosti** diskontinuiteta su u obje zone procijenjene sasvim jednako – uglavnom kao neznatno hrapavi.

Sudeći po navedenim IG značajkama koje karakteriziraju stijensku masu u području tunela, ne čudi što gotovo 50% tunela prema **RMR** klasifikaciji (Bieniawski, 1989) pripada III, a samo 24% II kategoriji. Slični odnosi kategorija bili su predviđeni u zaključku istraživačkih radova (tablica 1). Sukladno očekivanjima, u "trošnijim" zonama utvrđenim geofizičkim ispitivanjima prevladavaju slabije kategorije stijenske mase.

KATEGORIJA	UKUPNO IZVEDENO		UKUPNO PROGNOZIRANO	
	(m)	%	(m)	% (u odnosu na izvedeno stanje)
II	583.90	23.94	560.00	104.27
III	1198.80	49.15	1235.00	97.07
IV	389.00	15.95	355.00	109.58
V	267.40	10.96	295.00	90.64
UKUPNO	2439.10		2445.00	

Tablica 1. Kategorije kvalitete stijenske mase: u tunelu i prema prognozi.

Table 1. Rock mass category: from the tunnel and according to prognosis.

4. ZAKLJUČAK

Usporedimo li gotovo sva inženjerskogeološka svojstva karbonatnih stijena na površini i na dubljim razinama, doći ćemo do zaključka da se njihova inženjerskogeološka svojstva uvelike razlikuju. To saznanje je vrlo bitno prilikom određivanja parametara za klasifikaciju stijenskih masa u dubljim zonama trošenja.

LITERATURA

- BIENIAWSKI, Z. T. (1989): Engineering rock mass classifications. John Wiley & Sons, New York, str. 251
- BRAUN, K.; POLLAK, D. (2000): Autocesta Bregana-Zagreb-Dubrovnik; Dionica Otočac-Lički Osik, Inženjerskogeološki izvještaj za tunel "Grič", Institut za geološka istraživanja, 54/00
- MITROVIĆ, G.; GRGEC, D. (2000): Autocesta Bregana-Zagreb-Dubrovnik; Dionica Otočac-Lički Osik, Refrakcijska seizmika i geoelektrika, Institut građevinarstva Hrvatske d.d., Knjiga: IIIB-1-B-X-0010-0804-A
- VELIĆ, I.; BAHUN, S.; SOKAČ, B.; GALOVIĆ, I. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Otočac, Inst. za geol. istraž. Zagreb.
- VUIĆ, V. (2004): Autocesta Zagreb-Split, Dionica Otočac-Lički Osik; Građevina: Tunel "Grič", Izvedeno stanje; Institut građevinarstva Hrvatske d.d.