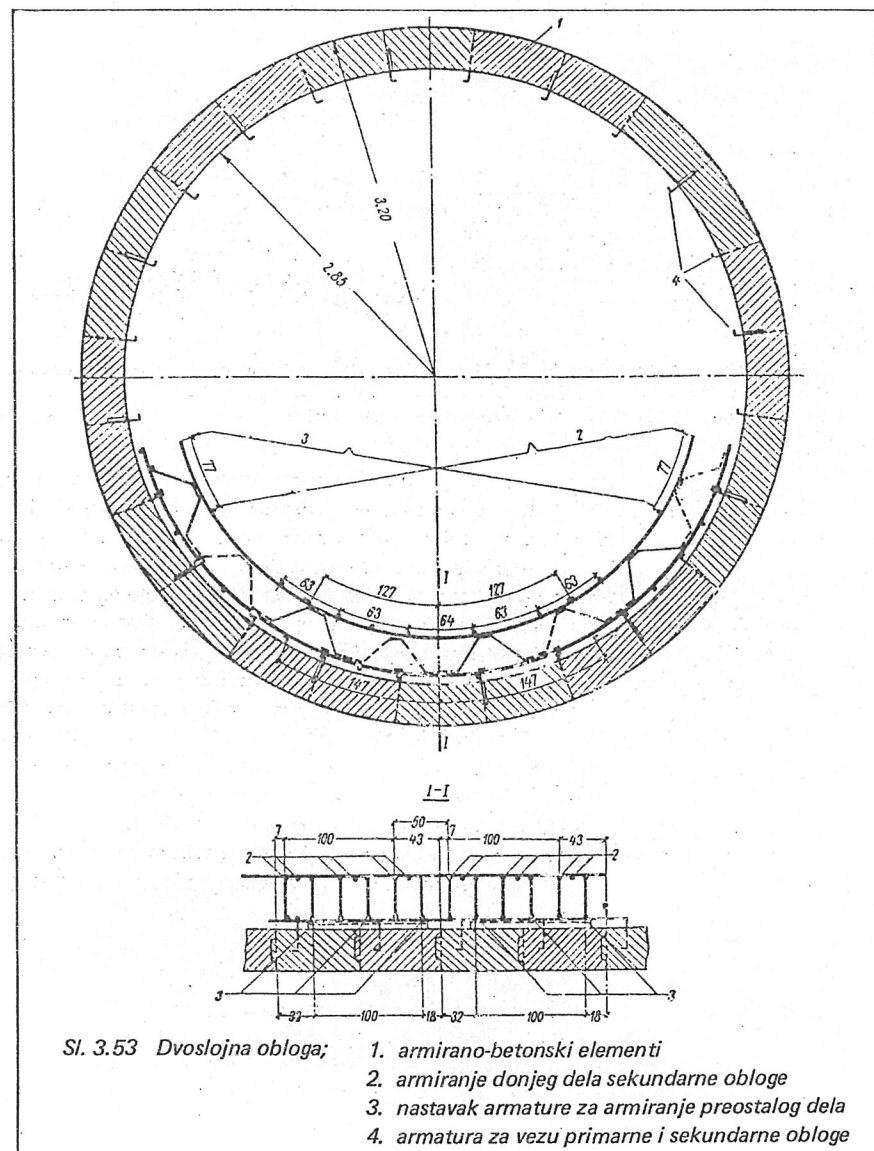
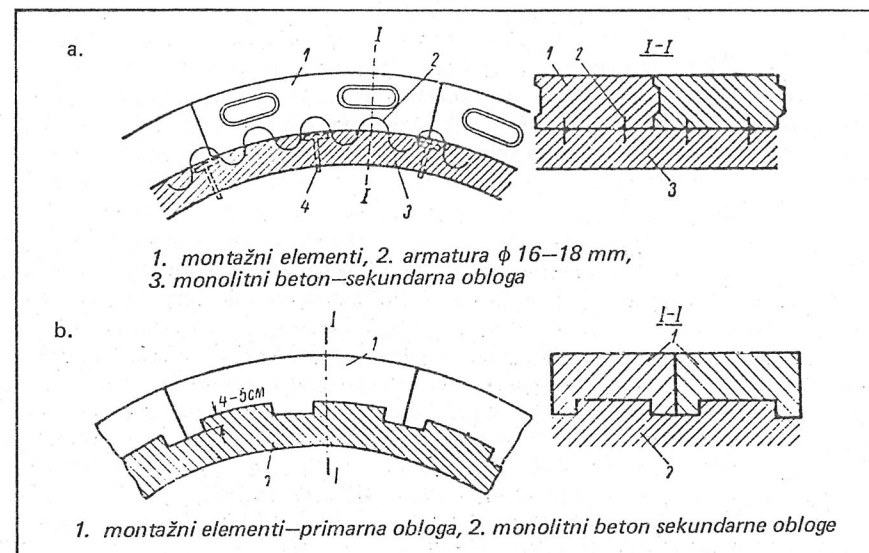


obloge. Na slici 3.53 je prikazano jedno takvo rešenje. Armatura koja je ostavljena iz montažnih elemenata služi za povezivanje sa armaturom sekundarne obloge da bi se ostvarilo uzajamno sadejstvo. Povezivanje obloge od montažnih elemenata sa oblogom od monolitnog betona može biti sa armaturom $\phi 16-18$ mm (sl. 3.54) ili ispunjavanjem prostora između rebara kasetiranih montažnih elemenata.



Sl. 3.53 Dvoslojna obloga; 1. armirano-betonski elementi
2. armiranje donjeg dela sekundarne obloge
3. nastavak armature za armiranje preostalog dela
4. armatura za vezu primarne i sekundarne obloge



Sl. 3.54 Povezivanje obloge od montažnih elemenata sa oblogom od monolitnog betona

Za gravitacione tunele sa montažnim elementima u odnosu na statičko-konstruktivne uslove može se postaviti potpuna analogija sa tunelima za potrebe saobraćaja, s obzirom da se na ovim objektima može da izostavi druga, sekundarna obloga. Pri tome je važno napomenuti da se problem zaptivanja spojnica mora uspešno rešiti.

Ukoliko se primenjuju navedena rešenja sa dvoslojnom oblogom, zaptivanje spojnica na prstenu od montažnih elemenata nije primarno. Vododrživost obloge obezbeđuje ova druga od livenog betona, koja se kasnije ugrađuje u tunelu. U protivnom, ako je tehničko rešenje samo obloga od montažnih elemenata, kao što je rečeno, problem se svodi na obezbeđenje vodonepropustljivosti spojnica između elemenata.

Posebno se ističe da u našoj zemlji do sada nije primenjivana obloga od montažnih elemenata za hidrotehničke tunele sa unutrašnjim pritiskom. Za dovodni tunel HE „Zavoj“ kod Pirota projektovana je obloga od montažnih armirano-betonskih blok elemenata. Svakako da će se u periodu eksploatacije objekta pokazati preimućstva, a i eventualni nedostaci ovakvog tehničkog rešenja. U svakom slučaju sa ovim rešenjem učinjen je napredak u oblasti građenja hidrotehničkih tunela.

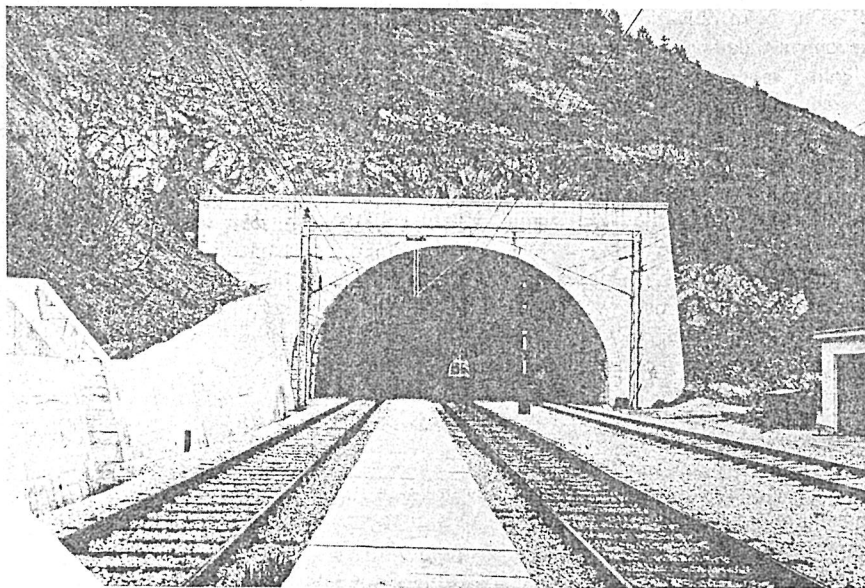
3.6 TUNELSKI PORTALI

Ulazni i izlazni delovi tunela počinju i završavaju se posebnim objektima koji su na granici između tunelske cevi i preduseka. Ovi objekti se nazivaju portali i ima ih dva: prema porastu kilometraže ulazni, odnosno izlazni portal tunela. Sastavni (deo portalnog zida je tunelska konstrukcija dužine 2–4 m. S obzirom da je ona u sklopu celog rešenja portala naziva se portalni prsten. Njegove su dimenzije veće od početne tunelske konstrukcije.

Osnovna funkcija portala je da u fazi eksploatacije obezbedi stabilnost ulaznih i izlaznih deonica, kao i zaštitu ovih delova od eventualnih odrona. U fazi građenja, naročito u mekim stenskim masama i na padinama koje su potencijalna klizišta, prethodnom izradom portalnog zida postiže se sigurniji i bezbedniji ulazak u brdski masiv.

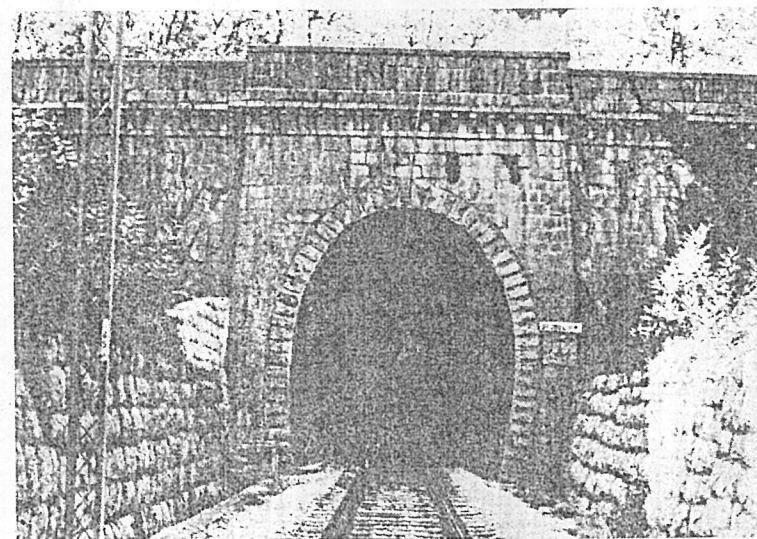
Ako se tuneli grade u čvrstim stenama koje nisu podložne raspadanju, portalni zid može izostati, ali se zato izvlači samo tunelski prsten. U stenama podložnim uticajima vlage i vazduha čelo preduseka se oblaže zidom da bi se zaštitila od uticaja koji izazivaju njeno raspadanje. Kada se tunel gradi u mekim stenskim masama, mora se uraditi potporni zid — portal sa licem nagnutim obično u odnosu 10:1, pa se i gornji svod u portalnom prstenu izvodi u nagibu 1:10, tako da izlazi na lice portala pod pravim uglom. Zbog toga na delu portalnog prstena tunel ima promenljiv presek sa postepenim prelazom od normalnog slobodnog profila ka većem profilu na portalu. Na portalnom zidu ističe se portalni venac, konstantne širine (obično 60 cm) po celom obimu tunelskog otvora, a izlazi iz ravni zida za 10 cm. Vrh venca se završava takozvanim završcem, koji je za 10–15 cm viši nego sam venac.

U vremenu građenja tunela kamenom i izrada portalnih zidova pa čak i potpornih na delu preduseka bila je takođe od obrađenog kamena sa jedne strane. Ovakav način građenja portalnih zidova zadržao se i kada se počeo primenjivati beton kao materijal za tunelsku konstrukciju. Međutim, takav način građenja i kamen kao građevinski materijal potpuno je potisnut i zamenjen sa betonom (sl. 3.55).

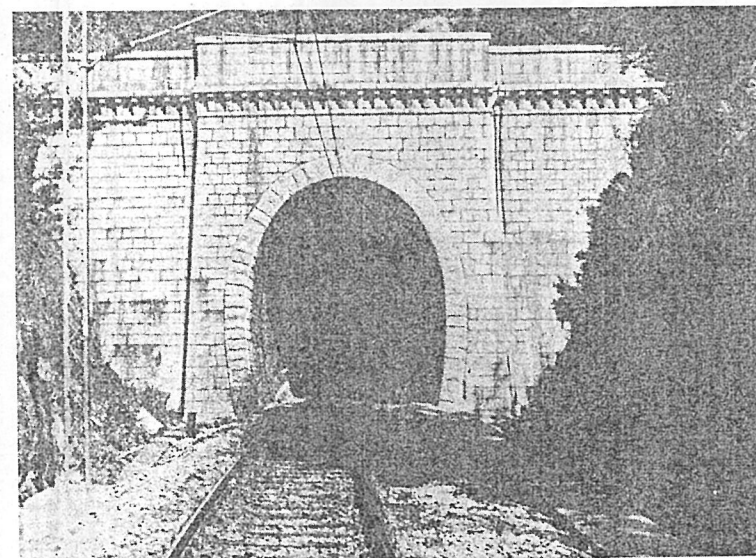


Sl. 3.55 Izgled portalnog zida na pruzi Beograd—Bar

Činjenica je da je kamen plemenitiji građevinski materijal od betona i da se portalni zidovi građeni od kamena bolje i lepše uklapaju u prirodnu celinu. Kao primeri lepog izgleda portala ozidanih u kamenu su ulazni (sl. 3.56) i izlazni (sl. 3.57) portal tunela „Sozina” na pruzi Beograd—Bar. I portalni zidovi od betona mogu zadovoljiti sve uslove stabilnosti



Sl. 3.56 Ulazni portal železničkog tunela „Sozina”

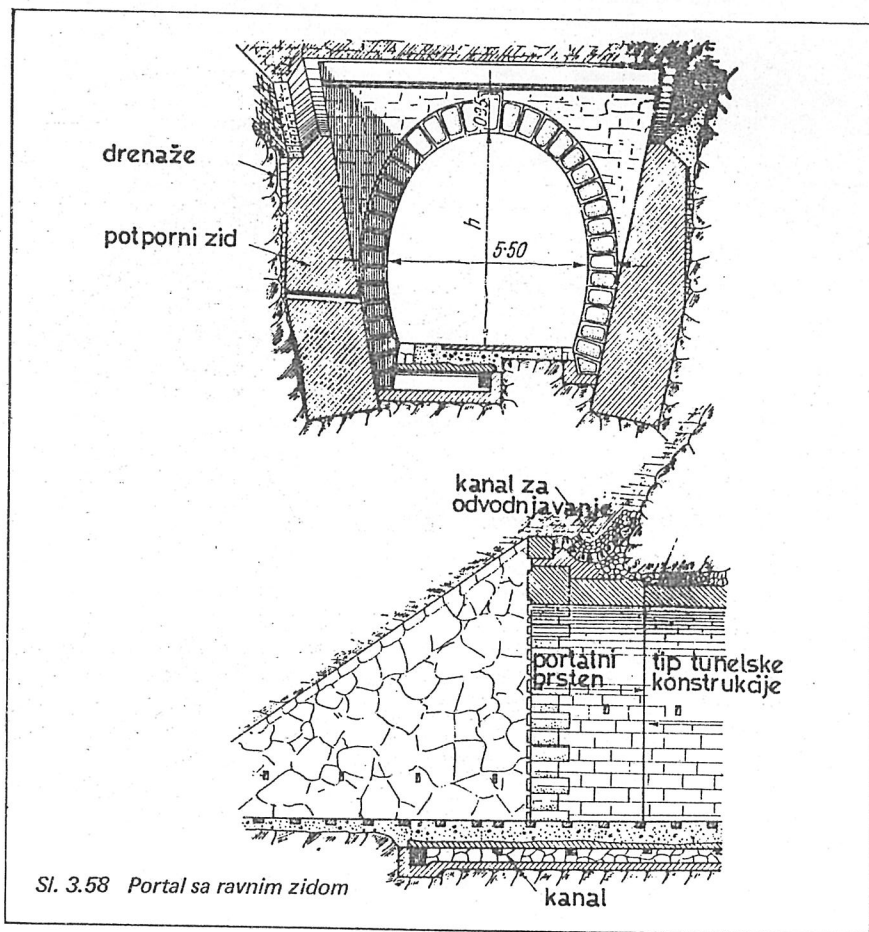


Sl. 3.57 Izlazni portal železničkog tunela „Sozina”

i estetike ako su dobro projektovani i kvalitetno izvedeni. Na žalost, u našoj zemlji u poslednje vreme dovoljno se ne poklanja pažnja ovim objektima, pa i kada su oni građevinsko-arhitektonski rešeni. Ovakvom prilazu dosta utiču investitori u interesu „štednje“ i izvođači radova zbog što „bržeg“ završetka radova. Zato imamo objekte loše izvedene koji se kasnije u fazi eksploatacije popravljaju, saniraju ili grade novi.

Tuneli na saobraćajnicama za velike brzine, kao i hidrotehnički tuneli, moraju imati kompleksno rešene ulazne i izlazne objekte. Ovo se posebno odnosi na tunele na auto-putu i na tunele na magistralnim pravcima kada je potrebno rešavati veštačko provetravanje i osvetljenje.

Izgled tunelskog portala zavisi od poprečnog nagiba terena. Čeonii zid portala završava se gore ravno (sl. 3.58), u slučaju kada je poprečni nagib terena blago nagnut, ili stepenasto, ako je teren preduseka u poprečnom smislu jače nagnut. U ovom slučaju i krilni zidovi

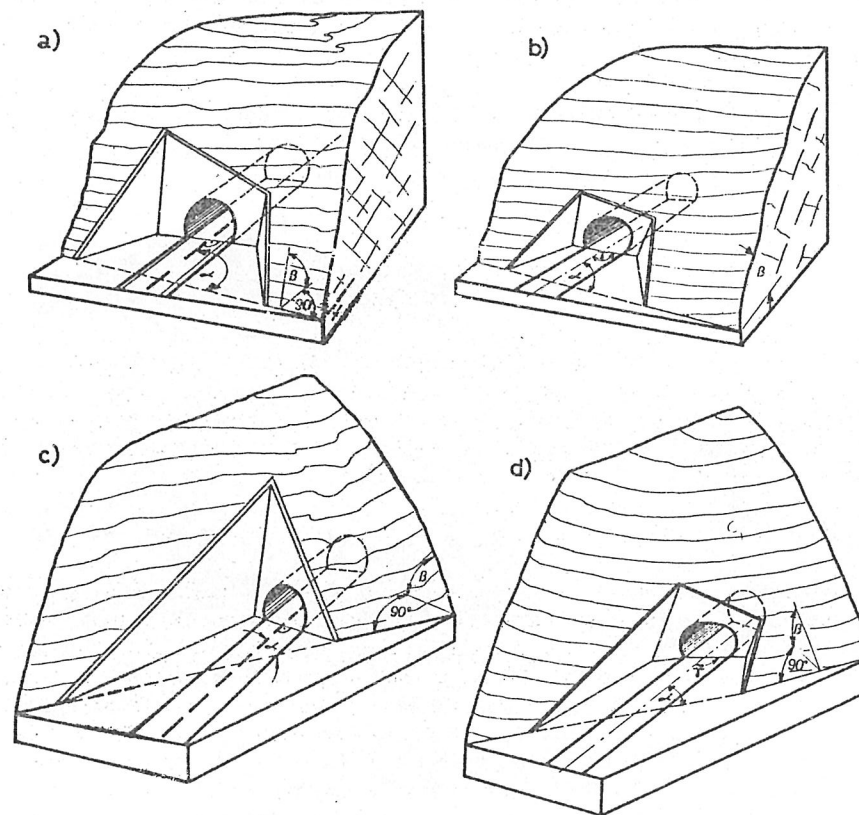


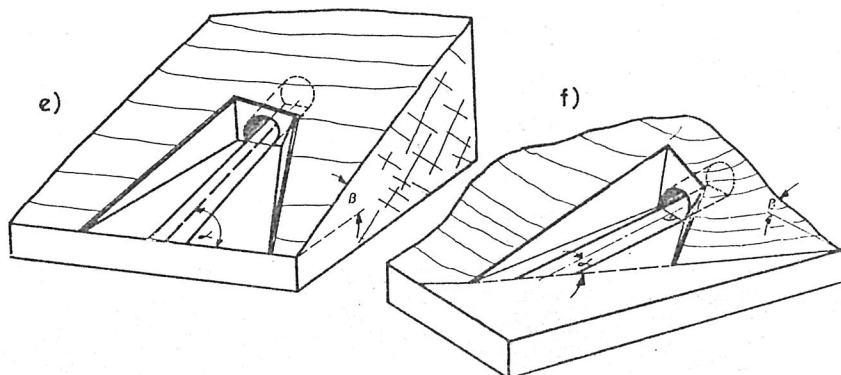
Sl. 3.58 Portal sa ravnim zidom

portala bilo da su ona upravna ili paralelna, nejednake su dužine, visine i preseka. Iza portalnog zida, a iznad portalnog prstena je kanal za odvodnjavanje.

Mesta ulaznog i izlaznog portala zavise od inženjersko-geoloških uslova terena. Ako je predusek u vodonosnom sloju, iza krilnih i potpornih zidova rade se drenaže, koje podzemnu vodu prikupljaju i posebnim otvorima izvedu u odvodni jarak. U ovakvim terenima na padinama, a posebno koja su potencijalna klizišta, dobro je izvući portalni zid i takve deonice uraditi tunelskim metodama. Ovakva rešenja su opravdana jer su manja investiciona ulaganja za vreme građenja u odnosu na troškove održavanja u fazi eksploatacije.

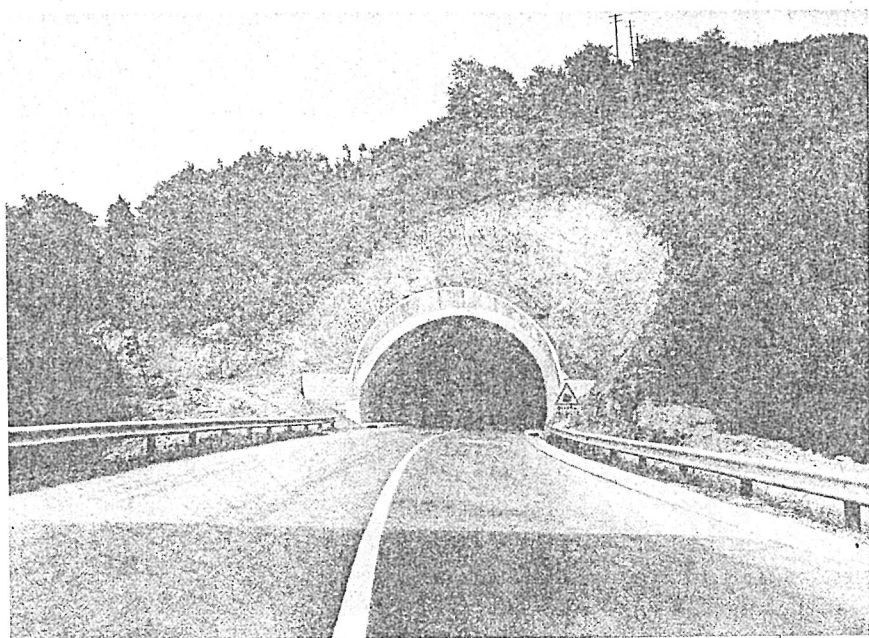
Pored navedenih elemenata na izbor portala i krilnih zidova bitno utiče i položaj trase u odnosu na brdski masiv, što je ilustrovano primerima na sl. 3.59 a-f.





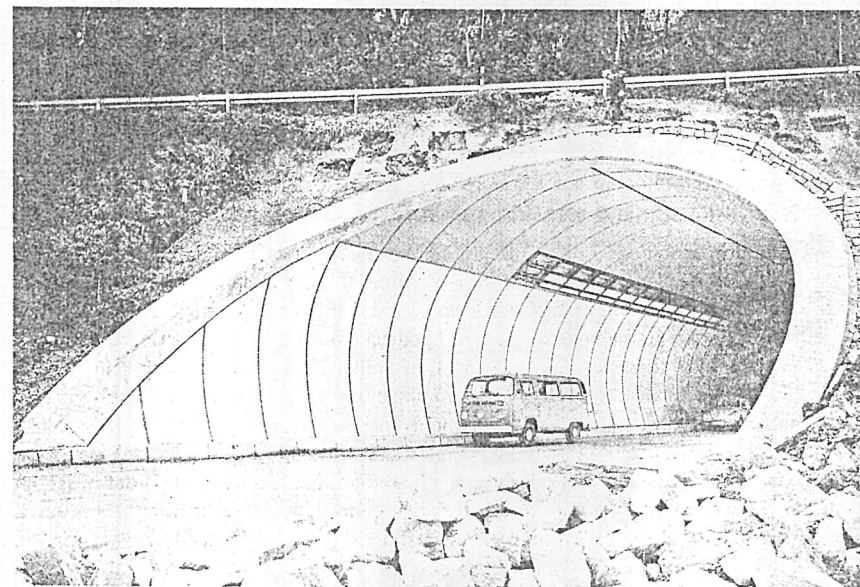
Sl. 3.59 Položaj portalnih i krilnih zidova u odnosu na brdski masiv

- a. portalni zid završen u nagibu
- b. portal sa ravnim zidom
- c. portalni zid kod jako strmih nagiba terena
- d. portal sa ravnim zidom i sa različitim dužinama potpornih (krilnih) zidova
- e. portal sa ravnim zidom. Dužine krilnih zidova su iste
- f. portal sa ravnim zidom i kosim krilnim zidovima



Sl. 3.60 Ulazni deo tunela „Sopot“ magistralnog puta Bela Palanka — Pirot (projektovao B. Popović)

Ukoliko je blag nagib terena u pravcu tunelske ose, izvlačenjem tunelske cevi i sečenjem sa jednom ravni paralelno ili skoro paralelno sa terenom dobija se povoljno rešenje i estetski izgled portala sa prirodnim prelaskom iz preduseka u tunelsku cev. Sa ovakvim rešenjem izostaju potporni zidovi preduseka, nema čeonog portalnog zida, a eksploatacioni uslovi su lakši za održavanje. S obzirom na zakošenu tunelsku cev, dobijaju se povoljniji prelazni svetlosni efekti. U SR Srbiji rešenja sa zakošenom cevi su na tunelima magistralnog puta Bela Palanka — Pirot (sl. 3.60).



Sl. 3.61 Izgled ulaznog portala tunela na auto-putu B-32