



GRAĐEVINSKI
FAKULTET

SEMINARSKI ZADATAK:

**PRIMJENA MIKROARMIRANOG MLAZNOG BETONA NA PODRUČJU
MEHANIKE STIJENA**

Mostar, travanj, 2005.g.

student: Stjepan Kapural

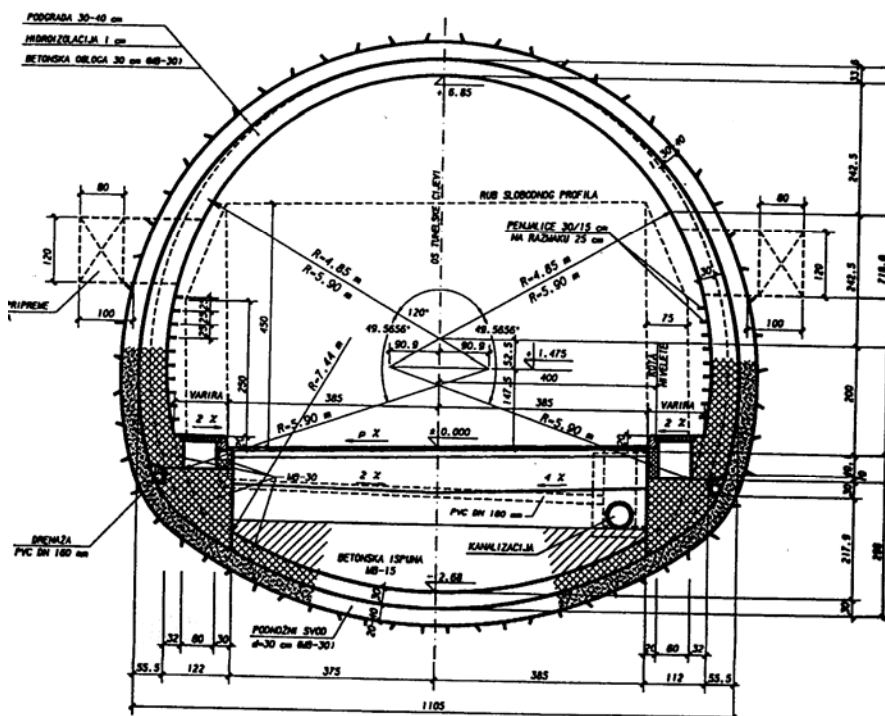
Primjena i uloga mikroarmiranog mlaznog (prskanog) betona u primarnoj podgradi tunela

Tunelska podgrada koja se postavlja odmah nakon iskopa izravno je vezana za utvrđenu kategorizaciju stijena. Projektom su dani standardni tipovi podgrade za očekivane kategorije stjenke mase.

Međutim, kao posljedica varijacija u odnosu na očekivane karakteristike stjenke mase, standardne tipove podgrade za očekivane kategorije stjenke mase potrebno je usklađivati tijekom izvedbe. Usklađivanje se izvodi u dogovoru s projektantom i nadzornim inženjerom.

Prskani mlazni beton (torkretom) je osnovni element primarne podgrade tunela i njegova primjena ima višestruko značenje:

- zaštita higroskopskih stijena i stijena osjetljivih na prisustvo zraka;
- oblaganjem se sprječavaju pojave bubrenja;
- stvara se obloga koja je u toku vezivanja betona popustljiva zbog visokog modula elastičnosti, a kasnije ima visoku nosivost i krutost u otvrdlom stanju;
- sprečava odlamanje manjih blokova;
- sloj prskanog betona stvara kvalitetnu ljusku nekvalitetnoj stijeni;
- zatvaranjem pukotina i vezivanjem za stijenu poboljšavaju se mehanička svojstva stijene i sprečava se raspadanje.

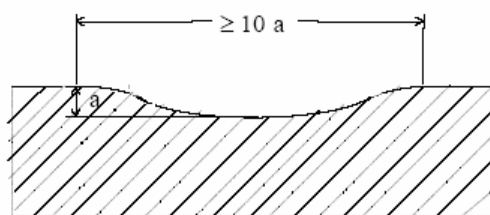


Podloga od mlaznog betona

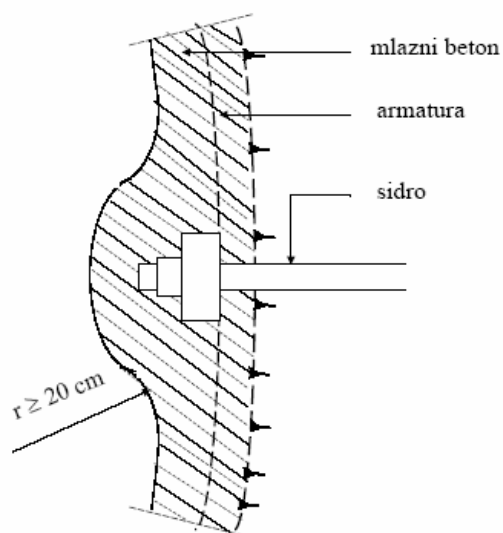
Na cijeli profil tunelske cijevi potrebno je nanijeti sloj mlaznog betona optimalne debljine i čvrstoće. Podloga od mlaznog betona mora biti suha prije izvedbe hidroizolacijskog sloja. Ravnost podloge od mlaznog betona mora biti takva, da se trake termoplastične PVC folije mogu nesmetano međusobno spojiti. Zbog mogućeg oštećenja folije na izvedenoj površini mlaznog betona ne smije biti ostataka armature, sidara, čeličnih lukova, žice i sl.

Ravnost podloge izvedene od mlaznog betona mora biti takva da zadovolji sljedeće uvjete:

- odnos duljine i visine pojedine neravnosti ne smije biti manja od 10 : 1 ;
- najmanji radijus pojedine neravnosti ne smije biti manji od 20 cm.



Slika 1 Dopuštena neravnost podloge od mlaznog betona



Slika 2 Dopuštena zakrivljenost podloge od mlaznog betona

Izvedba prskanja

Prije početka nanošenja mlaznog betona napraviti će se pripremni radovi za podgradu stijene:

- slaba i nevezana stijena bit će uklonjena s površine;
- stijena će biti kartirana tako da se može razjasniti ukupna potreba za podgradom;
- mjesta propuštanja vode bit će isušena bilo drenažnim kanalima ili će biti začepljena upotrebom cementne smjese ubrzanog djelovanja - mortom ili injektiranjem.

Za prskanje će se poduzeti slijedeće:

- prethodno vlaženje bit će izvršeno osim ako nije specificirano drugačije;
- velike šupljine bit će pažljivo zapunjene prije glavnog nanošenja;
- prskanje će započeti od dna i nastaviti se prema gore da se izbjegne prskanje po odskoku;
- smjer mlaznice općenito će se održavati okomito prema površini;
- brzina i udaljenost prskanja bit će optimalna za maksimalno prijanjanje i nabijanje mlaznog betona.

Optimalna udaljenost između mlaznice i površine ugradbe je 1,0 do 1,3 metra. Mlaznica se postavlja pod pravim kutom na površinu. Uobičajeno se koriste najmanje dvije mlaznice. Najveća debljina jednog sloja mlaznog betona koja se ugrađuje neće biti veća od 15 cm. Ako debljina mora biti veća, sljedeći slojevi ne ugrađuju se prije nego prethodni sloj ne postigne dovoljnu čvrstoću da podnese dodatni sloj/slojeve. Ovi dodatni slojevi trebaju se ugraditi u roku od najviše tri dana. Čelični lukovi, armaturna mreža i druge armature ubetoniraju se u mlazni beton kako je prikazano na nacrtima u projektu. Armaturne mreže i šipke moraju biti s unutrašnje strane prekrivene sa minimalno 2 cm mlaznog betona ili kako je navedeno u projektu. Ako se postavlja više od jednog reda armature, drugi red se postavlja nakon što se prvi ubetonira i prekrije mlaznim betonom.

U zdravoj stijeni, sloj mlaznog betona prati površinu stijene sa odgovarajućim zaobljenjem. Kod stršenja zdrave stijene stvarna debljina mlaznog betona može se lokalno smanjiti na dvije trećine specificirane debljine. Ovo se primjenjuje samo za dobre kategorije stjenke mase. Otpadni mlazni beton će se ukloniti odmah po završetku svake ugradnje mlaznog betona.

Ni u kom slučaju se otpadni materijal ne vraća u izvedbu. Rad se neprekidno mora odvijati tako da nema nikakvog otpadnog materijala. Izvođač će utvrditi, a nadzorni inženjer odobriti način za određivanje ukupne debljine mlaznog betona. Određivanje debljine mlaznog betona može se izvoditi pomoću vizualnih markera/vodilica postavljenih prije ugradnje mlaznog betona ili rupama ubušenim nakon završetka ugradnje mlaznog betona.

Suhi postupak

Cement i agregati doziraju se u specificiranim i proračunatim omjerima. Mjerenje se obavlja težinski. Prilikom doziranja agregat treba biti osušen ili dovoljno ocijeđeni kako bi sadržaj vlage bio stabilan, ne veći od 7%. Miješanje cementa i agregata obavlja se mehanički strojem za miješanje. Mlazni beton se ne ugrađuje ukoliko se ugradnja ne može završiti u roku od 90 minuta od vremena miješanja. Vremenski raspon bit će što kraći, naročito u razdoblju visokih temperatura zraka i velike vlažnosti. Vrijeme miješanja je najmanje 3 minute.

Za suhi postupak, praškasti ili tekući dodaci za ubrzanje vezivanja dodaju se suhoj mješavini. Praškasti dodaci se doziraju i dodaju na mjestu neposredno prije nego što suha mješavina ulazi u stroj za ugradnju mlaznog betona. Tekući ubrzivač isporučuje se posebnom dozirnom pumpom i dodaje suhoj mješavini na sapnici ili blizu nje. Tijekom hladnog vremena treba paziti da se održe svojstva vezivanja mlaznog betona zagrijavanjem vode, agregata, ili oboje, ovisno o temperaturi. Tijekom razdoblja toplog vremena, sadržaj vode u agregatima za suhi postupak održava se iznad 4%.

Mokri postupak

U mokrom postupku primjenjuju se samo tekuće vrste sredstva za ubrzanje vezivanja. Ova sredstva dodaju se na sapnici ili blizu iste. Količina sredstva za ubrzanje vezivanja mora se kontrolirati od pumpe za ubrzivač kako bi bila proporcionalna kapacitetu pumpe za beton. Sapnica mora biti takova da se osigura homogeno miješanje ubrzivača sa mokrom mješavinom.

Njega mlaznog betona

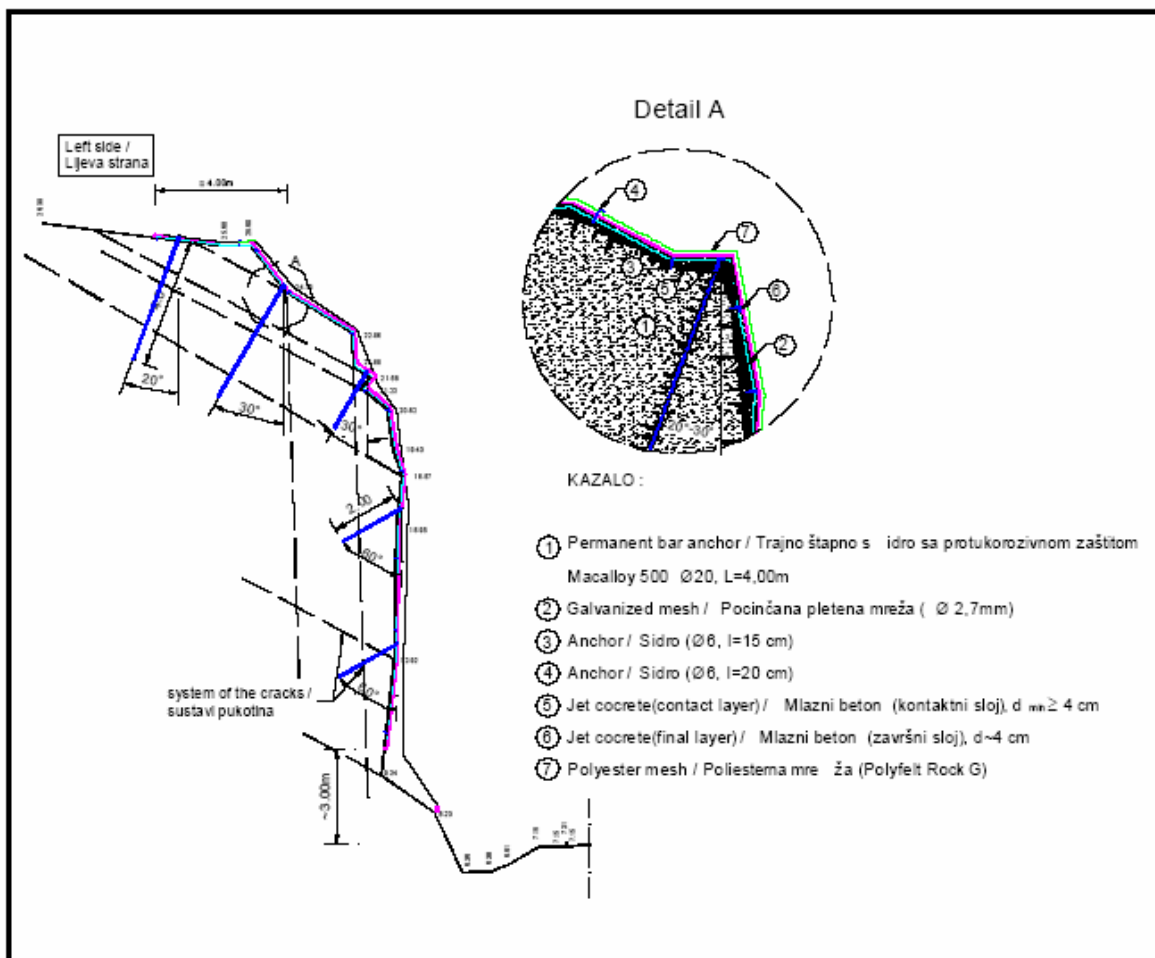
Sredstva za njegu koja slabe vezu neće se koristiti gdje se treba nanijeti daljnji sloj mlaznog betona. Testovi na terenu o vezi između slojeva moraju se izvršiti prije početka radova ako se koristi bilo koja druga vrsta sredstva za njegu. Po potrebi, sredstvo za njegu će se ukloniti mlazom vode, pjeskarenjem ili sličnim postupkom, prije nanošenja narednog sloja. Zaštita od mraza potrebna je dok mlazni beton ne razvije tlačnu čvrstoću od najmanje 5 MPa.

Primjena i uloga mikroarmiranog mlaznog (prskanog) betona kod stabiliziranja kosine

Stabilizacija gornjeg ruba usjeka

U gornjoj zoni usjeka proces degradacije je najviše izražen, jer tu definitivno djeluje vegetacija sa svojim korijenjem, koje proširuje postojeće pukotine. Time se blokovi isključuju iz osnovne mase, te tako nastaju preduvjeti za obrušavanje blokova. U toj zoni su najveći hidrometeorološki utjecaji, odnosno, najveća raskvašavanja i utjecaji mraza. Iz ovih razloga predviđaju se sljedeći sanacijski radovi:

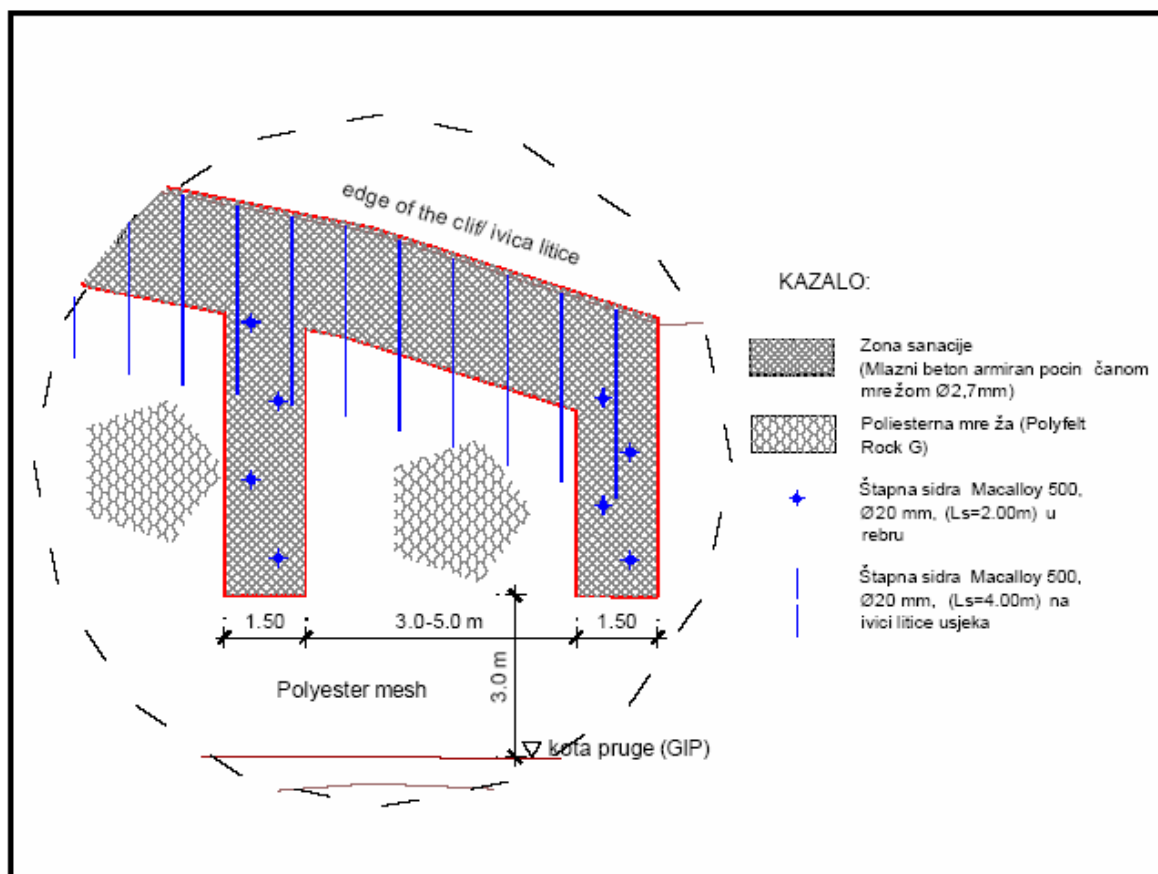
- čišćenje niskog i visokog raslinja u ovoj zoni širine 3,0 do 4,0 m i visine oko 2,0 m;
- nanošenje kontaktnog sloja mlaznog betona debljine minimalno 4 cm;
- ugradnja trajnih štapnih sidara duljine 4,0 m;
- nanošenje završnog sloja mlaznog betona, u prosječnoj debljini 4 cm, armiranog sa pletenom čeličnom mrežom.



Slika 3 Karakterističan poprečni presjek s elementima tehničkog rješenja sanacije

Stabilizacija jače degradiranih dijelova usjeka

U zonama izuzetno loše strukturne stjenske građe iz kojih prijeti opasnost obrušavanja većih blokova predviđa se izradba stabiliziranih rebara u trakama širine oko 1,5 m.



Slika 4 Uzdužni pogled na kosinu usjeka

U ove trake ulaze sljedeći stabilizacijski elementi:

- nanošenje kontaktnog sloja mlaznog betona debljine minimalno 4 cm;
- ugradnja trajnih štapnih sidara duljine 2,0 m;
- nanošenje završnog sloja mlaznog betona u prosječnoj debljini 4 cm, armiranog sa pletenom čeličnom mrežom.

Prednosti primjene mikroarmiranog mlaznog betona sa čeličnim vlaknima

Prednosti primjene mikroarmiranog mlaznog betona sa čeličnim vlaknima u odnosu na mlazni beton armiran armaturnom mrežom su slijedeće:

- manji utrošak mlaznog betona (zbog potrebne manje debljine);
- armaturna mreža se uvijek postavlja na određenoj udaljenosti od stijene te je potrebno više mlaznog betona da se armaturna mreža prekrije (min. debljina 10 cm.);
- manji utrošak rada zbog nekorištenja armaturnih mreža (nije potrebna skela);
- s mikroarmiranim mlaznim betonom se bolje slijede neravnine iskopa, odnosno konfiguracija istog;
- rad je sigurniji s mikroarmiranim mlaznim betonom jer se armaturne mreže postavljaju u uvjetima nepotpune stabilizacije podzemnog iskopa te je utoliko opasniji rad;
- postiže se višestruka ušteda u vremenu ugradnje mikroarmiranog mlaznog betona radi bržeg napredovanja radova na definitivnom osiguranju tunelskog iskopa;
- rad u skućenom prostoru lakše je organizirati uporabom mikroarmiranog mlaznog betona.

Literatura

- 1) *Glavni projekt građevinskih radova tunela "Sv. Rok"*, knjiga A. (svibanj 1997), IGH Zavod za prometnice, Zagreb,
- 2) *Geotehnički projekt tunela "Sv. Rok"*, (1997), IGH Zavod za geotehniku, Zagreb
- 3) *Izvedbeni projekt sanacije usjeka željezničke pruge Gabela*, Irena Filipović, Zlatko Langof, Nada Raguž, Zoran Šteger
- 4) *Projekt sanacije «Savića usjeka»*, Conex Mostar, listopad 1998