

Branka JARDAS
dipl.ing.građ., Institut građevinarstva Hrvatske Zagreb, PC Rijeka

Željko ARBANAS
dipl.ing.građ., Institut građevinarstva Hrvatske Zagreb, PC Rijeka

Čedomir BENAC
doc.dr., dipl.ing.geol., Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

GEOTEHNIČKI PROBLEMI NA TRASI JADRANSKE AUTOCESTE U ZALEĐU RIJEKE, HRVATSKA

SAŽETAK: Trasa Jadranske autoceste projektirana je u prostornim i prometnim studijama šireg područja grada Rijeke, kao obilaznica grada, koja ima jake prometne zahtjeve u povezivanju gradskog i prigradskog prometa. Na trasi autoceste od čvora Orehovica do čvora Sv. Kuzam, koridor autoceste položen je po jugozapadnoj padini Draške doline. Reljef terena je vrlo rasčlanjen, a geološka građa složena. Strme bokove doline i okolna uzvišenja izgrađuju gornjokredne, pretežito vapnenačke stijene. One su izrazito raspucale i okršene. Dno Doline oblikovano je u paleogenskom flišu, sastavljenom većinom od siltita s proslojcima lapora, pješčenjaka i brečokonglomerata. Stresovi uzrokovani tektonskim pokretima izrazito su deformirali flišnu stijensku masu. Površinski dio fliša zahvaćen je procesima fizičko-kemijskog raspadanja, promjenljivog intenziteta i dubine. Matične stijene fliša pokrivene su koluvijalno-deluvijalnim tvorevinama, koje su mjestimično veće debljine. Na njima je izraženi egzodinamički procesi (erozija i klizanja). Za potrebe projektiranja trase i objekata u više navrata su izvršena kompleksna geotehnička istraživanja. Ustanovljena je potencijalna nestabilnost nekih dijelova padina kao i aktivna klizišta. Zbog male vodopropusnosti terena i pojava erozije, površinske vode izazivaju značajne probleme. Složena geološka građa i potencijalno nestabilne padine čine dionicu između čvora Orehovica i čvora Sv. Kuzam u geotehničkom smislu jednom od najtežih na budućoj Jadranskoj autocesti. Mogućnost polaganja trase ograničena je postojećim naseljima, uskim prometnim koridorom, zahtjevanim brojem čvorišta i projektnim elementima autoceste. Pri projektiranju ove dionice autoceste, glavni problemi su prouzročeni lokalnim geotehničkim uvjetima. Zato su, zbog strmih i nestabilnih padina, planirani visoki nasipi zamijenjeni vijaduktima. Umjesto visokih zasjeka u flišnoj stijenskoj masi, projektirani su potporni zidovi. Predviđena je izgradnja dva tunela, koji se zbog morfologije koridora nisu mogli izbjeći. U radu su prikazani rezultati kompleksnih geotehničkih istraživanja (inženjerskogeoloških, geofizičkih, sondažnih i geomehaničkih) izvršenih za potrebe projektiranja trase i objekata. Analizirani su geotehnički parametri za padinske tvorevine i flišnu stijensku masu, što je omogućilo izdvajanje sredina različitih geotehničkih svojstava.

GEOTECHNICAL PROBLEMS ON THE ADRIATIC HIGHWAY ROUTE NEAR THE CITY OF RIJEKA, CROATIA

SUMMARY: In the traffic as well as in the space planning studies The Adriatic Highway route is planned to by-pass The City of Rijeka, which have very high requirements in the traffic binding of its down-town and suburban parts. The route between the Orehovica and St. Kuzam junctions is laid along the south-west slope corridor of The Draga Valley. The terrain is of a very irregular relief and of complex geological structure. The steep valley slopes and the surrounding hills are mostly of limestone rocks, dating from the Upper Cretaceous age, and are jointed and carstified. The valley bottom is of Paleogene flysch, mostly of siltstone with marl, sandstone and breccio-conglomerate layers. The stresses caused by tectonic movements significantly deform the flysch rock masses. The cover flysch layer is exposed to physical and chemical weathering. The flysch bedrock is covered by debris deposits, at parts of thicker layer; exogenetic processes (erosion and landsliding) being present.

Several complex geotechnical investigations have been performed for needs of designing the route itself as well as the surrounding sites. Possible instability of the valley slopes as well as landsliding has been recorded. Due to small permeability of the terrain the running waters cause considerable erosion. The route between the Orehovica and St. Kuzam junctions is in geotechnical terms the most difficult part of The Adriatic Highway because of its complex geological structure and the possible slope instability. Route designing is limited by the existing settlements, narrow traffic corridor and the required project elements, the major problems being the geotechnical conditions. The already mentioned steep and unstable slopes are the reason that the projected embankments were replaced by viaducts. For the same reasons the deep cuts in the flysch rock mass were substituted by retaining walls. As to the irregular relief the two planned tunnels could not have been avoided. This paper indicates the complex geotechnical investigations (engineering geological mapping, geophysical sounding, drilling and soil mechanical testing) performed for the designing needs of the route and structure sites. The analysed geotechnical properties of the debris deposits and the weathered and fresh flysch rock masses enabled detailed geotechnical zoning.

UVOD

U području Draške doline, od Orehovice do Sv. Kuzma, u zaleđu Rijeke, predviđena je izgradnja dionice Jadranske autoceste. Projekt predmetne dionice od Čvora Orehovica do Čvora Sv. Kuzam u ukupnoj dužini 6.355 km u svim fazama projektiranja od idejne studije do glavnog projekta izradio je Rijekaprojekt - Niskogradnja iz Rijeke. Nepovoljna morfologija terena, složeni geotehnički uvjeti, izgrađenost pojedinih lokacija kao i prometni zahtjevi uslovlili su vođenje trase u relativno usko raspoloživom koridoru, koji uglavnom prolazi po uzdužnom kontaktu flišnog i vapnenačkog stijenskog kompleksa. Sve to rezultiralo je velikim brojem objekata na trasi tako da su na relativno kratkom potezu smještene tri čvora: Čvor Orehovica, Čvor Draga i Čvor Sv. Kuzam, dva tunela: Tunel Draga i Tunel Sv. Kuzam, Viadukt Vežica te niz manjih objekata - pješačkih prijelaza i prolaza.

Projektiranju trase i građevina prethodili su geotehničkih istražnih radovi. Izvođeni su od 1985. do 1991. godine, u skladu s pojedinim fazama projektiranja. Sušačka Draga, kojom prolazi predmetna dionica, izgrađena je od dvije bitno različite inženjerskogeološke sredine: strmi bokovi doline izgrađeni su od vapnenaca, a dno doline izgrađuju klastične naslage paleogenskog fliša (Slika 1.). Kontakt navedenih sredina često je nejasan, a geotehničke značajke naslaga na kontaktima znatno su nepovoljnije od uobičajenih.

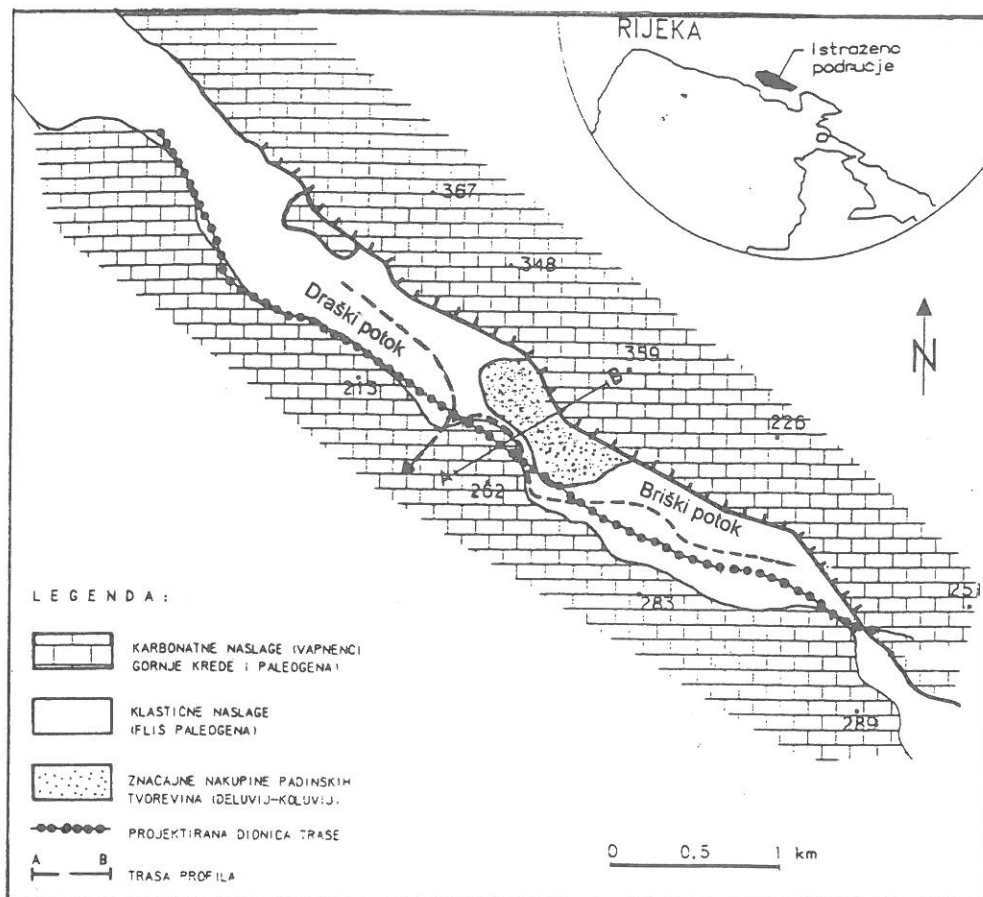
Geotehnički istražni radovi sastojali su se od inženjerskogeoloških, geofizičkih i geomehaničkih istraživanja. Nakon sondažnog bušenja izvršena je inženjerskogeološka determinacija i geotehnička klasifikacija cjelokupnog jezgrenog materijala te laboratorijske analize odabranih uzoraka tla i stijenske mase. Izvršeno je i detaljno inženjerskogeološko kartiranje koridora. Geofizički istražni radovi izvedeni su primjenom dvije metode i to seizmičkih refrakcijskih mjerenja na površini i seizmičkih mjerenja u bušotinama (down-hole).

Na osnovi izvršenih istražnih radova pristupilo se projektiranju na trasi i građevinama. U fazi projektiranja presudan utjecaj na konačno rješenje imale su ustanovljene geotehničke značajke terena. U sklopu geotehničkog projektiranja određeni su bitni elementi poprečnih profila.

GEOLOŠKI OPIS ŠIREG PODRUČJA

Područje Sušačke Drage izgrađeno je od karbonatnih naslaga gornje krede i paleogena, klastičnih naslaga paleogena i kvartarnih tvorevina (Slika 1.). Gornjokredne naslage zastupljene su slojevitim i masivnim vapnencima koji uokviruju dolinu sa sjeveroistočne i jugozapadne strane. Paleogeni vapnenci leže transgresivno na gornjokrednim vapnencima. Protežu se uz rubove dolina, a širina njihovog pojavljivanja uvjetovana je tektonskim odnosima.

Klastične naslage paleogena nalaze se na nižim dijelovima dolinskih strana te na dnu doline. Osnovnu masu tog flišnog kompleksa sačinjavaju pjeskoviti do glinoviti siltiti. Također su ustanovljeni pješčenjaci, te vapnoviti lapori i brečokonglomerati.



Slika1. Geološka karta Sušačke Drage

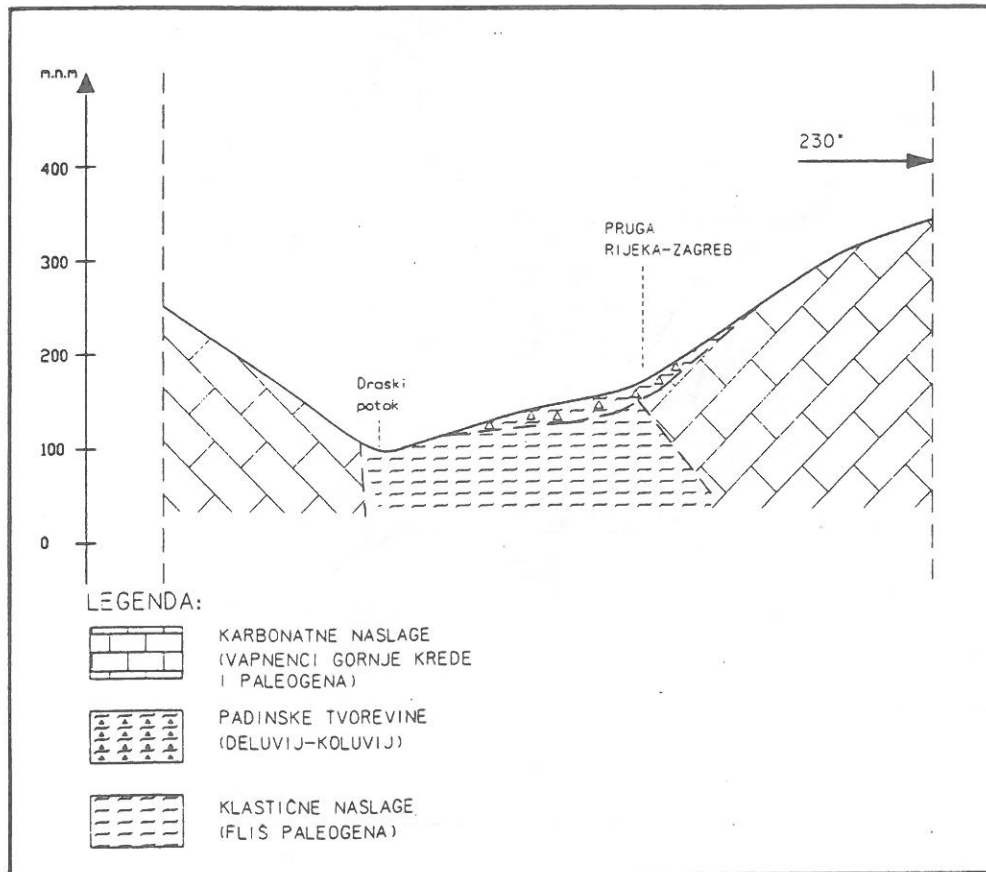
Novija tumačenja geodinamskog razvoja kvarnerskog prostora polaze od spoznaje da je tijekom mlađe geološke prošlosti došlo do podvlačenja Jadranske karbonatne platforme (Adrijatik) zajedno s labilnim međuplatformskim pojasom (Epiadrijatik) pod Dinarsku karbonatnu platformu (Dinarik) (Herak, 1991). Na širem planu imamo zato slijedeći odnos: navlačenje Dinarika na Adrijatik, i Adrijatika na Istru, kao dijela Jadranske karbonatne platforme.

Istraženo područje, nalazi se u sklopu geotektonske jedinice Adrijatik. U tektonski aktivnim razdobljima paleogena i neogena, uslijed djelovanja globalnog stresa po pravcu SZ - JI uzrokovanog spomenutim podvlačenjem, došlo je do deformacija stijenske mase. Kredne i eocenske naslage boraju se u formi niza uspravnih i paralelnih antiklinala i sinklinala. Napredovanjem deformacijskog procesa, uz isti ili sličan iznos globalnog stresa, javlja se tektonski transport naslaga manje duktilnosti (karbonatni kompleks) uz novonastale plohe mehaničkih diskontinuitete po naslagama veće duktilnosti (flišni kompleks). Na taj način nastale su strukture osnovnog regionalnog pružanja SZ - JI (Blašković, 1991).

Nakon promjene smjera regionalnog stresa na S - J, tijekom neogena i kvartara dolazi do rotacije prostora prema jugu u jugozapadu te kretanja masa po dislokacijama povoljno orijentiranim u odnosu na pravac stresa. Javljaju se strukturno nove pojave: smičući rasjedi približnih smjerova pružanja S - J i SI - JZ, dizanje i spužtanje blokova po starim i novonastalim dislokacijama, njihovo naginjanje i rotacija (Prelogović et al., 1995).

Strukturna jedinica Klana - Bakar - Vinodol, u čijem se sklopu nalazi i istraženo područje Draške doline, uslijed takvih tektonskih pokreta poprimila je značajke tektonske grabe. Dodiri između karbonatnog i flišnog kompleksa obilježeni su rasjedima. Reversni karakter rasjeda sa sjeveroistočne strane dokazan je jugoistočno u području Bakra (Kleiner et al., 1968) i Bakarca (Magdalenić et al.,

1991). Jugozapadni dodir također je rasjednog karaktera, ali drugačije kinematike. U području Sušačke drage ustanovljen je rasjed subvertikalne paraklaze (Arbanas et al., 1994) (Slika 2.).



Slika 2. Poprečni geološki profil Draške doline

Uslijed opisanog stresa, flišni stijenski kompleks je izrazito deformiran. Efekti deformacija najizraženiji su upravo na dodirima blokova. Zbog različitih naprezanja, utiskivani su relativno kruti karbonatni blokovi u plastičnije naslage fliša, pa plohe rasjednih dodira na mnogim mjestima više nisu jedinstvene. Komponentalno kretanje deformiralo je fliš kao složeni litofacijalni kompleks. Visoki kontrasti u pogledu duktilnosti, rezultirali su usrotnim ponašanjem komponenti flišnog kompleksa prilikom tektonskih deformacija. Pretpostavlja se da se pojavljuju paraklaze reversnih rasjeda, a osobito je naglašen klivaž osne ravnine. Zato se čak može govoriti i o niskom stupnju metamorfizma u sitnozrnastim članovima fliša (Magdalenić et al., 1992).

INŽENJERSKOGEOLOŠKE OSOBITOSTI SUŠAČKE DRAGE

Sve ustanovljene naslage u području Sušačke Drage mogu se, prema svojim inženjerskogeološkim osobitostima, svrstati u dva specifična litogenetska kompleksa: karbonatni i flišni.

U stijenama karbonatnog kompleksa oblikovane su padine iznad doline. To su čvrste, ali mjestimično izrazito raspucale i okršene stijene. Pretežito su velike upojnosti i vodopropusnosti. Stijenska masa je pretežito ogoljela, a vezani i aktivni sipari su vrlo ograničeni.

U naslagama fliša oblikovani su niži dijelovi padina i dno doline. Zbog naprezanja izazvanih tektonskim pokretima različitih smjerova i intenziteta, matična stijena flišnog kompleksa pretrpjela je izrazite deformacije. Posljedica toga je visok supanj deformiranosti flišnog kompleksa kao i naglašena kalavost pelitskih članova. Oni su, osobito varijeteti siltita, podložni ubrzanoj fizičko-kemijskoj razgradnji. Zbog oksidacije akcesornih minerala, posebno pirita, karakteristična sivoplavičasta boja sviježe matične stijene postaje žučkastosmeđa. Povećavanjem volumena kod oksidacije, razara se i struktura stijene. Prodoranjem vlage kroz nastale pukotine uzrokuje bubrenje minerala gline, posebice onih

montmorilonitne grupe, čije je prisustvo ustanovljeno u flišu Sušačke Drage. U procesu raspadanja sitnozrnastih članova fliša, značajno je izluživanje CaCO_3 komponente, od 25 % u svježim siltitima do 10 do 15% u kori raspadanja.

Matična stijena fliša u Sušačkoj Dragi pokrivena je korom fizičko-kemijskog raspadanja različite debljine i stupnja ragradnje. Osim toga, mjestimično su, osobito na sjeveroistočnom rubu doline, ustanovljene i padinske tvorevine, odnosno deluvijalno-koluvijalne nakupine (Slika 1., 2.). Nastale su nakupljanjem produkata razgradnje, u prvom redu fliša, ali i karbonatnih stijena uslijed erozije i gravitacijskog transporta. Zato se susreću tvorevine različitog litološkog sastava i stupnja dijageneze kao što su dobro vezane siparne breče i poluvezani sipari, u kojima prevladavaju odlomci vapnenačkog podrijetla, ili deluvij gdje prevladava glinovita komponenta. Po granulometrijskom sastavu uzorci iz pokrivača pripadaju širokom području od prašinih glina do pjeskovitog praha. Uzorci siltita, osušeni i usitnjeni te uronjeni u vodu, po granulometrijskim analizama sadrže od 35 do 75 % glinovitih čestica i 5 do 65 % praha. Sadržaj pijeska je znatno manji i kreće se do 30 %. Granice plastičnosti kreću se u istim granicama za pokrivač i potpuno raspadnutu i zaglinjenu zonu fliša.

Izražene egzodinamičke pojave karakteristične su za sve flišne terene, pa tako i za istraženo područje Sušačke Drage. Zbog slabopropusnog glinovitog pokrivača, u razdobljima učestalih padalina pojavljuje se čitava mreža vodotokova, koji se kroz Draški potok dreniraju u more (Slika 1, 2). Zato mjestimično na jugozapadnoj strani doline, vidljive duboko usječene jaruge, smještene okomito u odnosu na korito Draškog potoka. Osim toga, otkrivene je i pojava pluvijalne erozije usporedbom topografskih 1:1000, izrađenih na temelju zračnih snimanja obavljenog 1977. i 1987. godine. Zamjećene su promjene položaja izohipsa na sjeveroistočnoj strani padina, gdje nije vidljiva erozija jaružanjem.

GEOTEHNIČKI MODELI FLIŠNIH PADINA

U toku izvođenja istražnih radova izvršena su brojna laboratorijska ispitivanja uzoraka tla radi utvrđivanja fizičkih i mehaničkih značajki fliških naslaga na cjelokupnom istraženom području. Laboratorijski istražni radovi uglavnom su provedeni na uzorcima tla, odnosno pokrivača i djelomično na uzorcima potpuno rastrošenog siltita. Laboratorijska ispitivanja jako raspadnutog do svježeg siltita gotovo uopće nisu provedena. Razlozi leže u nemogućnosti uzimanja neporemećenih uzoraka iz bušotina, kako zbog oštećenosti stijenske mase u jako do srednje trošnim siltitima, tako i zbog nagle degradacije i raspadanja slabo raspadnutih do svježih siltita nakon uklanjanja geostatskih pritisaka i izlaganja zraku i vodi prilikom istražnog bušenja.

Kod razlučivanja pripadnosti pojedinim zonama trošnosti fliša, kao i ostalih geotehničkih sredina, uz vizualan pregled jezgrenog materijala, znatnu ulogu imali su geofizički istražni radovi. Pokazalo se, da je mjerenjem brzina elastičnih valova u bušotinama, moguće utvrditi stupanj trošnosti fliša. Rezultati mjerenja pokazali su da su potpuno rastrošeni materijali, ukoliko se još nalaze u zoni aeracije, karakteristični po brzinama P - valova manjim od 800 m/s i brzinama S - valova do 300 m/s. Vrijednosti brzina za P - valove od 800 do 1200 m/s i za S - valove 300 do 450 m/s mogu se pripisati potpuno trošnom flišu prekrivenom debljim slojem pokrivača. Srednje trošan fliš obilježavaju brzine u granicama za P - valove od 1200 do 1600 m/s i za S - valove 450 do 600 m/s, dok su one u nerastrošenom flišu > 2000 m/s odnosno > 600 m/s. Finije gradacije trošnosti flišnih materijala mogle bi se ustanoviti daljnim poboljšanjem opreme za mjerenje i preciznosti mjerenja brzina u bušotinama i na otvorenim izdancima.

Fizičko-mehaničke značajke pokrivača koluvijalno-deluvijalnih tvorevina pokazuju znatno rasprostiranje rezultata dobivenih laboratorijskim ispitivanjem (Tablica 1.). To se naročito odnosi na velik raspon parametara čvrstoće na smicanje, kohezije i kuta unutarnjeg trenja.

S obzirom da laboratorijska ispitivanja flišne stijenske mase uglavnom nisu izvršena, elastične karakteristike tla Poisson-ov koeficijent, Young-ov modul elastičnosti, modul smicanja i modul kompresibiliteta određeni su na osnovu izmjerenih brzina uzdužnih i poprečnih elastičnih valova dobivenih geofizičkim ispitivanjima. U Tablici 2. prikazane su dinamičke vrijednosti gornjih elastičnih karakteristika. Na osnovi korelacija moguće je odrediti i njihove statičke vrijednosti (Andrić i Sviben, 1983).

Tablica 1. Prikaz fizičko-mehaničkih značajki pokrivača (Arbanas et al., 1994)

Prostorna masa ρ	Kohezija c	Kut otpornosti na smicanje ϕ	Modul kompresije	
			Mk (MPa)	
g/cm^3	kN/m^2	$^\circ$	100	200
1.84-1.98	14-41.5	16-27	4.2-5.2	4.3-5.3

Gornje vrijednosti značajno se razlikuju promatrajući raspon od potpuno raspadnutog fliša (completely weathered) do intaktno flišne stijenske mase (fresh rock) (ISRM, 1978). Zato kod definiranja i korištenja pojedinih parametara u geostatičkim analizama, nužno je detaljno odrediti stupanj raspadnutosti stijenske mase.

Tablica 2. Prikaz elastičnih konstanti fliša na osnovi geofizičkih ispitivanja (Arbanas et al., 1994)

Geofizička mjerenja							
Stupanj rastraošenosti stijenske mase	Prostorna masa γ g/cm^3	Brzine širenja elast. seizmičkih valova		Poisson-ov koeficijent ν	Young-ov modul Edyn MPa	Modul smicanja Gdyn MPa	Modul kompresi- biliteta K MPa
		Vp m/s	Vs m/s				
Kora trošenja (CW)	1.46-1.96	1481-1600	563-597	0.383-0.389	2258-2606	623-713	3219-3870
Svježi silit (WS/F)	2.13-2.23	2222-2667	870-1000	0.376-0.387	5877-8290	1642-2273	7877-12179

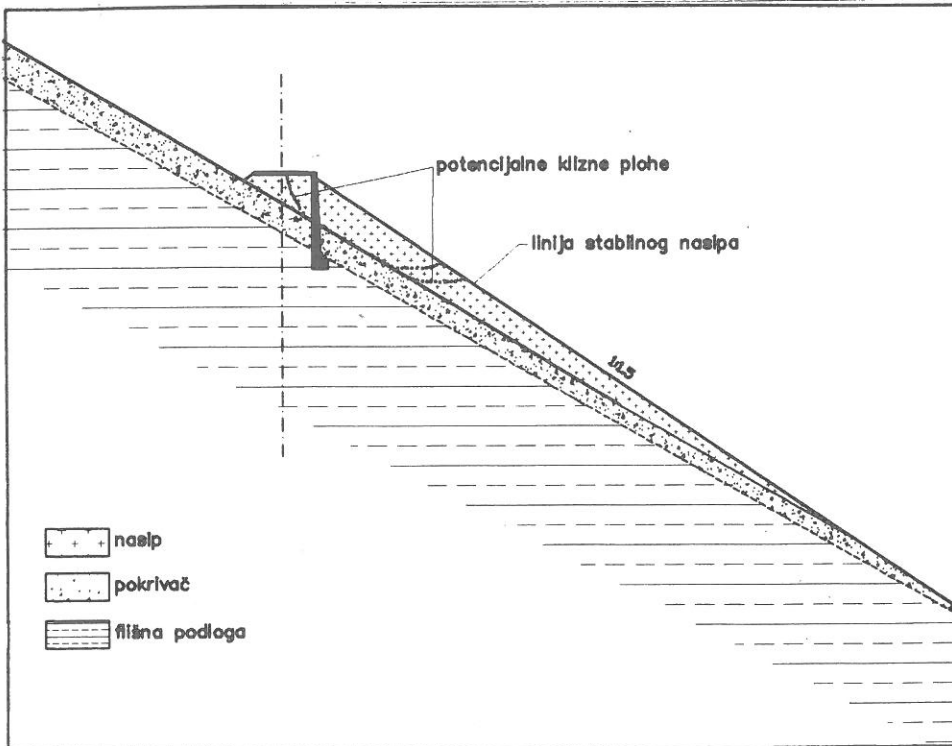
GEOTEHNIČKI PROBLEMI

Ograničenje pri projektiranju trase bio je uzak prometni koridor određen prostornim planom. Polaganjem trase, koju više nije bilo moguće slobodno voditi u tlocrtnom i visinskom smislu, prouzročeni su problemi zbog lokalnih geotehničkih osobitosti. Iako se pojedini problemi na trasi moraju rješavati pojedinačno s obzirom na česte promjene geotehničkih značajki i uvjeta u geotehničkom profilu, moguće je razlučiti dva osnovna tipa geotehničkih zahvata.

Problemi visokih nasipa

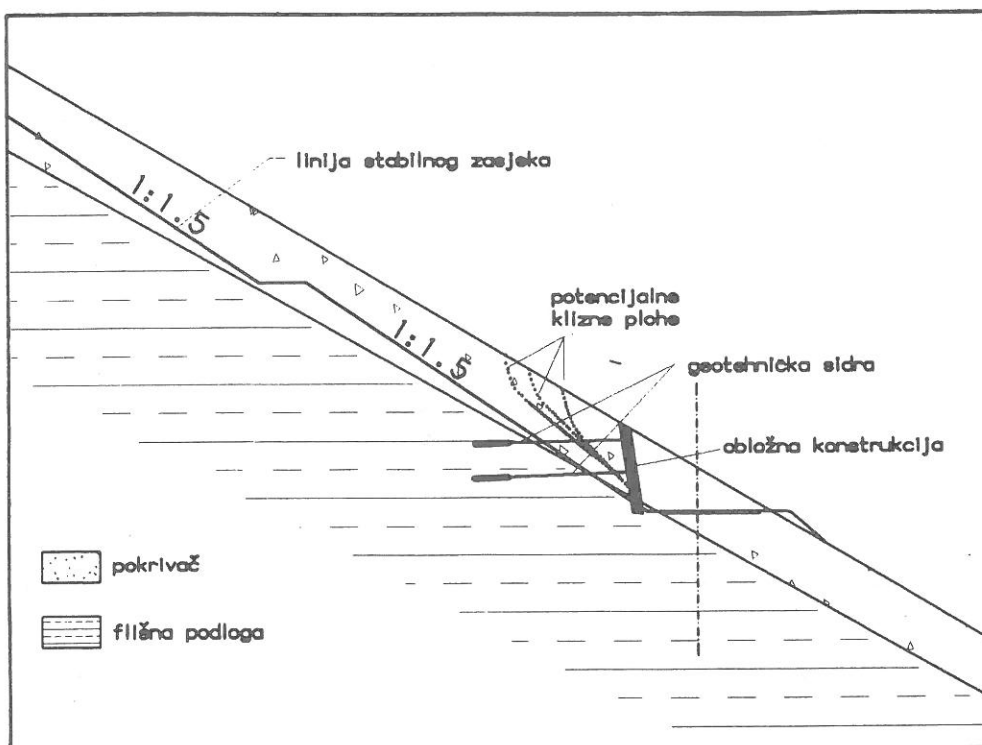
Na pojedinim odsjecima ceste, projektirana niveleta je znatno iznad kote postojećeg terena. Izgradnja nasipa onemogućena je iz više razloga. Nagib projektiranog pokosa bit će gotovo usporedan prirodnom nagibu padine. To nožicu nasipa znatno udaljuje od osi trase pa često izlazi izvan predviđenog koridora. Osim toga velika masa nasipa na pokrivaču (deluvij) smanjuje faktore sigurnosti potencijalnih kliznih ploha.

Tijekom projektiranja, predviđeni visoki nasipi zamijenjeni su potpornim konstrukcijama ili je cjelokupni nasip zamijenjen vijaduktom (Vijadukt Vežica). Temeljenje ovih konstrukcija projektirano je na flišnoj stijenskoj podlozi. Ovisno o debljini pokrivača projektirano je plitko temeljenje ili temelji na bušenim pilotima (Čvor Draga) (Slika 3.).



Slika 3. Shematski prikaz poprečnog profila s trasom u nasipu

Problemi prilikom zasjecanja padine



Slika 4. Shematski prikaz poprečnog profila s trasom u zasjeku

Zasjecanjem padine u usjecima i zasjecima značajno se narušava prirodna ravnoteža padine. Kod toga u pravilu, u gornjem dijelu zasjeka ostaje potencijalno nestabilan pokrivač, dok je u dnu zasjeka dosegnuta flišna podloga. To se posebno javlja kao problem na lokacijama gdje je pokrivač veće debljine. Ublažavanje projektiranog nagiba padine u pokrivaču zahtijeva veliku površinu, koja često zadire i izvan koridora trase (Slika 4.).

Flišna stijenska masa u podlozi stabilna je s nagibom pokosa 1:1.5. Zasjecanja s ovim nagibom pokosa zahtijevala bi velike zemljane radove. Tako bi se ogolile i velike površine. To je naročito značajno zbog ubrzanog raspadanja fliša, osobito njegove siltozne komponente te pojave erozije. Strmiji nagibi pokosa u flišu često nisu stabilni te je nužno dodatno osiguranje obložnim konstrukcijama. Zbog visokih zasjeka gravitacijske potporno-obložne zidove gotovo nije moguće izvesti, pa su projektirani obložni zidovi sa zategama sidrenim u flišnu stijensku masu.

ZAKLJUČAK

Kompleksnim geotehničkim istražnim radovima, koja su izvršena u više faza, ustanovljeno je da je geološka građa terena u području Sušačke Drage vrlo složena. Uzvišenja i viši dijelovi padine oblikovani su u čvrstim, ali mjestimično izrazito raspucalim i okršenim karbonatnim stijenama gdje problemi stabilnosti nisu izraženi. Nasuprot tomu, na nižim dijelovima padina i dnu doline nalazi se flišni stijenski kompleks. On je izrazito deformiran, raspadnut u površinskoj zoni i djelomično pokriven potencijalno nestabilnim koluvijalno-deluvijalnim tvorevinama.

Rezultati istraživanja ukazali su da se geotehnički profil kao i pripadajuće geotehničke značajke tla mijenjaju na relativno kratkim potezima trase i ne postoji mogućnost generaliziranja podataka geotehničkih istraživanja. S obzirom ovako složene geološko-geotehničke uvjete trase, pri geotehničkom projektiranju trase i građevina strogo su poštivani uvjeti tla i geotehnički parametri na svakoj analiziranoj mikrolokaciji. Geotehnički problemi vezani uz pojave nestabilnosti u zasjecima i nasipima riješeni su u vidu projektnih rješenja odabirom odgovarajućih geotehničkih konstrukcija.

LITERATURA

- (1) Andrić, M., Sviben, D. (1983). Primjena seizmoakustičnih metoda, Mehanika stijena, temeljenje, podzemni radovi, Zagreb, Vol.2, pp. 95-109.
- (2) Arbanas, Ž., Benac, Č., Andrić, M., Jardas B. (1994). Geotehničke osobitosti fliša na trasi Orehovica - Sv. Kuzam Jadranske autoceste kod Rijeke, Saopćenja savjetovanja Geotehnika prometnih građevina, Novigrad, Vol. 1, pp. 181-190.
- (3) Blašković, I. (1991). Raspored uzdužnih, reversnih i normalnih rasjeda i konstrukcija oblika i dubina ploha podvlačenja, Geološki vjesnik 44, pp. 247-256.
- (4) Herak, M. (1991). Dinaridi i mobilistički osvrt na genuzu i strukturu, Acta geologica 21, 2, pp. 35-117.
- (5) ISRM (1978). Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses, Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, Vol. 15, No. 6, pp. 319-368.
- (6) Jašarević, I., Jurak, V. (1987). Stability of the Flysch Coastal Slopes of the Adriatic Sea in the Static and Seismic Conditions, Proceedings of the Sixth International Congress on Rock Mechanics, Montreal, Vol. 2, pp. 411-418.
- (7) Kleiner, I., Nonveiller, E., Vulić, Ž. (1968). Fundiranje luke za rasute terete u Bakru, Građevinar 20, 8, pp. 229-240.
- (8) Magdalenić, A., Crnković, B., Jašarević, I. (1980). Problemi vezani uz radove u flišu, Generalni izvještaj, Zbornik radova 5. simpozija Jugoslavenskog društva za mehaniku stijena i podzemne radove, Split, Vol. 2, pp. 93-109.
- (9) Magdalenić, A., Jurak, V., Benac, Č. (1992). Inženjerskogeološka problematika izgradnje luke u jugoistočnom dijelu Bakarskog zaljeva, Pomorski zbornik 30, pp. 633-654.
- (10) Prelogović, E., Kuk, V., Jamičić, D., Aljinović, B., Marić, K. (1995). Seizmotektonska aktivnost Kvarnerskog područja, Saopćenja 1. Hrvatskog geološkog kongresa, Opatija, pp. 487-490.