



UDRUŽENJE INŽENJERA
GEOTEHNIČARA U BIH

Sarajevo, 14/03/2023.

TUNELOGRADNJA U BIH KORIDOR Vc

TUNELI U DINARSKIM MASIVIMA DARKO ŠARIĆ & DONAT UŽAREVIĆ

Darko Šarić, dipl. ing. građ.
Donat Užarević, dipl. ing. građ.
Institut IGH d.d. Zagreb
Hrvatska



Ovaj projekat finansira
Evropska unija

Western Balkans
Investment Framework **WBIF**
BUILDING THE EUROPEAN FUTURE TOGETHER



AC JP Autoceste FBiH

DINARSKO GORJE ILI DINARIDI

- mlade su ulančano gorje jugoistočne Europe.
- između jadranske obale i rijeke Save i protežu se oko 645 kilometara od rijeke Soče i Trnovskog Gozda na sjeverozapadu do rijeke Drim i Prokletije u sjevernoj Albaniji na jugoistoku.
- ime je dobilo po planini Dinari koja se nalazi u Dalmaciji uz granicu s Bosnom i Hercegovinom, otprilike po sredini Dinarida.
- zaleđe istočnojadranske obale, počevši od Rijeke u Hrvatskoj pa do Bara u Crnoj Gori, čine impozantne planine dinarskog krša, što je najveće krško područje u Europi.
- Velebit (1758 m), Biokovo (1762 m) i Dinara (1831 m) najviše su planine u hrvatskim Dinaridima, a najviši vrh svih Dinarida je Maja Jezercë (2694 m) uz granicu Albanije i Crne Gore.



- zahvaljujući jakoj neotektonskoj aktivnosti jadranske ploče imaju jedan od najkompleksnijih krških reljefa na svijetu.
- duljinom čine dominantno gorje u Jugoistočnoj Europi. Granica su kulture, klime, kao i mediteranskog i neobalnog krajolika.
- tek nakon drugog svjetskog rata krenuli su veći i tehnički zahtjevni projekti prometnog povezivanja srednje Europe sa Sredozemljem kroz Dinaride.

NAČELA (PRINCIPI) STRUKTURIRANJA DINARSKOG GORJA

- dugotrajnim razmatranjem i uz korištenje brojnih izvora (od znanstvenih pa do planinarskih), utvrđene su slijedeće podjele:

- **I. Podjela na temeljne morfološke (reljefne) cjeline**

Dinarsko gorje obično se dijeli u 3 paralelna pojasa. Ovi pojasevi su u stvari izduženi planinski lanci koje čini mnoštvo planinskih masiva, nizova i grebena. Ti pojasevi su:

- A. Primorski pojas** (još se nazivaju Jugozapadni, Obalni, Litoralni pojas), broj 1 na karti.
- B. Središnji pojas** (još se nazivaju Pojas visokih planina, Područje visokih planina), broj 2 na karti.
- C. Sjeveroistočni pojas**, broj 3 na karti.



- **II. Prepoznavanje zemljopisnih (geografskih) područja unutar svakog od tri dinarska planinska pojasa**
- radi se o geografskim područjima, unutar određenih planinskih pojaseva, u kojima se nalazi više planinskih grupa s istim ili sličnim karakteristikama.
- **III. Prepoznavanje pojedinačnih reljefnih i strukturnih planinskih grupa unutar svakog od geografskih područja**
- veliki planinski masivi (kao što su masivi Velebita, Prenja, Durmitora, Bjelasice)
- grupacija planina sa zajedničkim karakteristikama ili zajedničkom karakteristikom - zajednički lanac, vijenac, niz.

GEOLOGIJA I HIDROLOGIJA OPĆENITO

- stijene koje izgrađuju Dinarsko gorje nastajale su u velikom oceanu Tethys tijekom dugog geološkog vremena od razdoblja krede (prije 140 milijuna godina), pa sve do sredine tercijara (prije 30 milijuna godina)
- taloženjem mineralnih skeletnih ostataka vodenih organizama tijekom milijuna godina, nastajali su debeli slojevi taloga koji su, postupnim procesima kompakcije i cementacije, na kraju pretvoreni u čvrstu stijenu – vapnenac
- sudar Afričke ploče s Europskom (prije 65 milijuna godina) uzrokovao je smanjenje oceana što je popraćeno intenzivnim tektonskim pokretima. Horizontalni su se slojevi naborali, razlomili i izdigli iz mora te stvorili goleme planinske lance kao što su Alpe i Dinaridi. Njihovim je trošenjem u dublje dijelove mora stizao, povremeno nošen podmorskim lavinama, sitnozrnasti sediment od kojeg su nastale uslojene stijene koje nazivamo fliš
- Dinarsko gorje, u kojemu prevladavaju karbonatne stijene, odnosno vapnenci, je tipski i klasični primjer krškog gorja. Ostali krški lanci u Europi su uglavnom manje ili izolirane vapnenačke planine, npr. niži rubni vrhovi sjevernih i južnih Alpa, dio Tatra, Kantabrijsko gorje u Španjolskoj, Pinda u Grčkoj, itd.

- krš (srb. kras, sloven. kras, engl.& njem. Karst, talij. carso, fran. causse) je tip reljefa koji se razvija na tlu sastavljenom od topljivih stijena (najčešće vapnenac] - kalcijev karbonat (CaCO_3) ili dolomit - magnezijev karbonat (MgCO_3)
- krš na stijenama u kojima je preko 50% magnezijevog karbonata se naziva dolomitni krš
- osnovna značajka krškog reljefa je izrazita i selektivna topljivost stijena. Posljedica toga je da nastaje posebni obrnuti reljef s mnogo kamenih udubina i uzvisina
- čvrste stijene kalcijevog karbonata (vapnenca) su većinom na površini gole pa prevladava kamenito tlo, ali je često i vapnenac pokriven tlom pa nastaje pokriveni 'zeleni' krš na kojem se razvija osobita krška vegetacija

Ukratko nabrojane specifičnosti, karakteristike Dinarskog gorja vezanog uz krški fenomen:

- krški reljef (špilje-pećine, ponikve-vrtače, škrape, uvale-udoline, krška polja, krška gorja, krški otoci),
- krški vodotoci (osnovna opća značajka vodotoka u kršu je manjak vode na pretežno sušnoj površini, ali je istodobno mnogo vode u podzemlju gdje uz kišnu klimu u dubljim šupljinama nastaju prirodni vodni rezervoari; podzemni vodotoci – ponornice, podzemna jezera).

U nastavku su ukratko spomenute i vode Dinarskog gorja, od kojih:

- rijeke pripadaju dvama slivovima (25% Jadranskom, a 75 % Crnomorskom slivu),
- krška jezera nastala krškom erozijom (Crveno i Modro jezero u Hrvatskoj),
- sedrena jezera pretežno prirodno nastala u sedrenim krškim dolinama zbog sedrenih pregrada (npr. jezero Visovac na dalmatinskoj Krki i Plitvička jezera u Lici, Plivsko jezero kod Jajca i dr.),
- krško-tektonska jezera nastala djelovanjem erozije u kombinaciji s tektonskim potonućem (Skadarsko jezero u Crnoj Gori i Albaniji).

IZGRADNJA TUNELA U DINARSKOM GORJU, KRŠU

Krš pokriva 46% teritorija RH, a sama izgradnja može biti izuzetno izazovna zbog svih specifičnosti koje su ukratko navedene u nastavku:

- **geološke formacije**, iako su većinom zastupljene karbonatne stijene vrlo dobrih fizikalno-mehaničkih karakteristika stijena, stijenske mase te izvedba tunela u takvim formacijama spada u skupinu tunela kod kojih je ponašanje podzemnog iskopa pri iskopu i stabilizaciji iskopa primarno uvjetovano strukturnim defektima u stijenskoj masi, s izuzetkom tektonskih zona i rasjeda koji se naravno također pojavljuju prilikom iskopa, mogu se pojaviti i pojavljuju se stijene vrlo slabih fizikalno-mehaničkih karakteristika npr. fliš (primorski pojas gorja, Dalmacija, Istra) i klastične naslage (Gorski kotar) kod kojih je izvedba tunela i ponašanje podzemnog iskopa pri iskopu i stabilizaciji iskopa najčešće uvjetovana stanjima naprezanja i njihovom promjenom.

Prilikom projektiranja tunela za gore navedene formacije projektanti uvelike koriste empirijski pristup temeljen na iskustvu stečenom prilikom realizacije prijašnjih projekata, a čiju osnovu čine inženjerske klasifikacije stijenskih masa, koje omogućuju sistematizaciju stečenih iskustava u pogledu odnosa između kvalitete stijenske mase, načina iskopa i zahtijevane podgrade u tunelu. Najčešće su korištene Geomehanička klasifikacija Bieniawskog (RMR sustav), Bartonova Q klasifikacija i GSI sustav.

Iako rjeđe, ali se ne smije u potpunosti isključiti i zone s pojavom vrtača, paleovrtača u potpunosti ispunjenih s glinom, koje su same po sebi vrlo izazovne prilikom izvedbe tunela.

Slijedom navedenog, nestabilnosti tunela zabilježene tijekom iskopa cestovnih tunela u Dinarskom kršu Hrvatske su uglavnom bile posljedica nepovoljne strukturne geologije s obzirom da se radi o malim naprezanjima (malim dubinama tunela) u odnosu na čvrstoću stijenske mase. Nestabilnost se očitovala u ispadanju blokova iz kalote, bokova ili iz speleoloških objekata iznad tunela.

Također su zabilježene i nestabilnosti urušavanjem zona u kojima se javljaju materijali niske čvrstoće (gline, fliš, klastiti i slično). Takove nestabilnosti se u većini slučajeva ne mogu pripisati nepredvidivim okolnostima već su češće posljedica nepoštivanja projektne dokumentacije i pravila struke.

TUNEL MALA KAPELA

- primjer pojave vrtače na ulaznom dijelu tunela



TUNELI SVETI ROK I MALA KAPELA

- ispadanje većeg bloka iz speleološkog objekta i slom primarne podgrade u tunelu Sveti Rok (slika lijevo)
- ispadanje većeg bloka iz speleološkog objekta u tunelu Mala Kapela (slika desno)



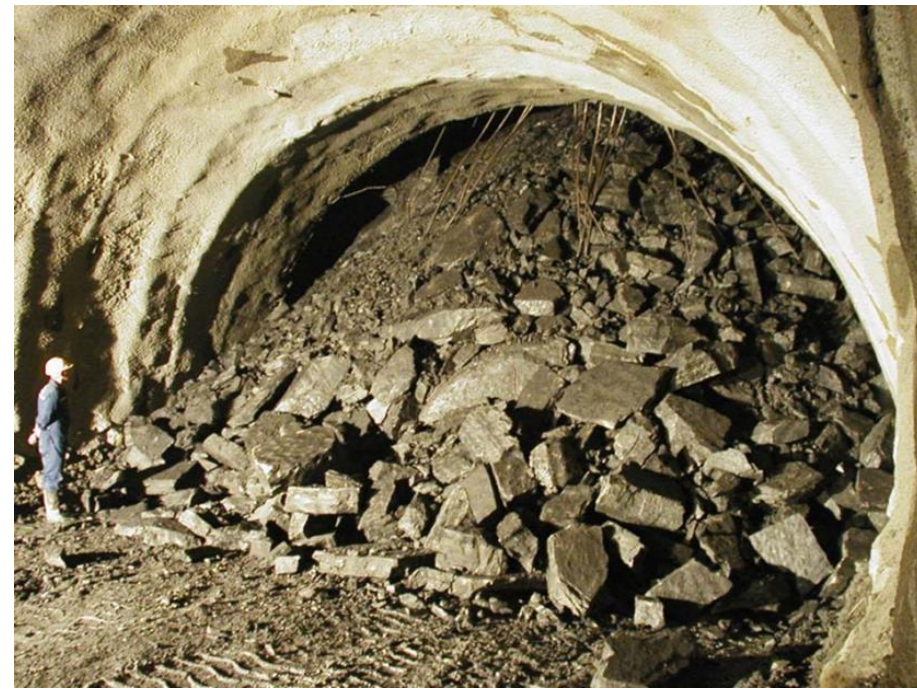
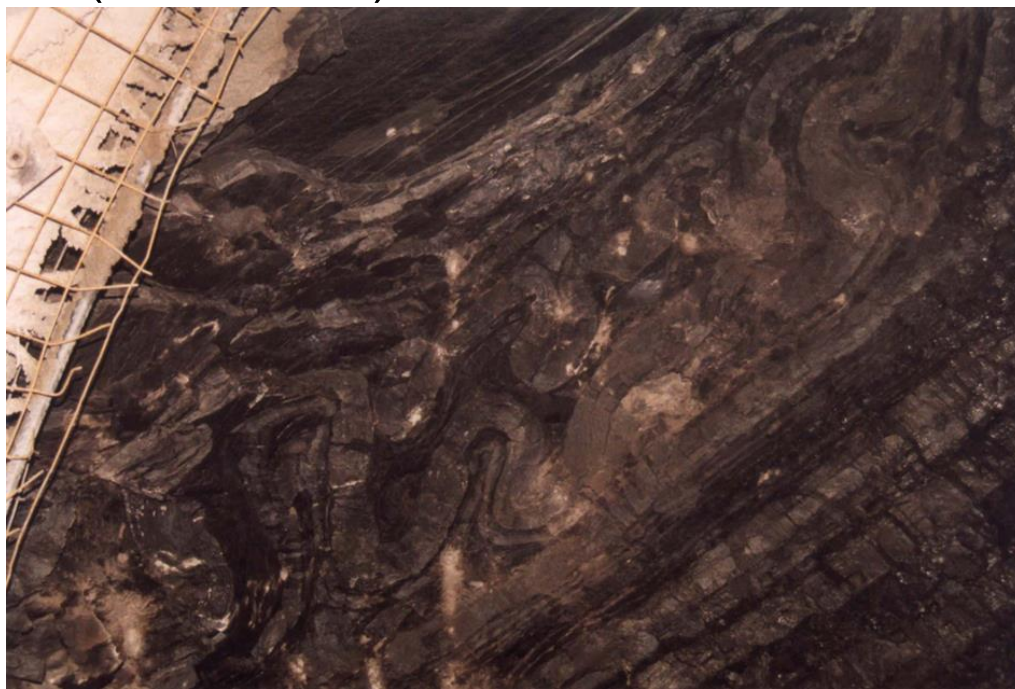
SJEVERNA CIJEV TUNELA UČKA

- pojava paleovrtače ispunjene glinom u svodu tunela i kontakt s donjokrednim vapnencima (slika lijevo)
- prijelazna zona gornjokrednih rudistnih vapnenaca s flišnim naslagama eocena u kojim dominira lapor (slika desno)



TUNEL JAVOROVA KOSA

- iskop tunela vršen u klastičnim naslagama mlađeg paleozoika zastupljenim glinovitim škriljavcem (šejlom), siltitom, sitno i krupnozrnatom pješčenjakom i konglomeratom (laminirane serije klastita i krupnoklastične serije) prikazan na slikama lijevo i u sredini
- urušavanje tunela kao posljedica nepoštivanja projektne dokumentacije i pravila struke, neovisno o izuzetno zahtjevnim geotehničkim uvjetima izvedbe podzemnog iskopa u klastičnim naslagama mlađeg paleozoika (slika desno)



TUNEL KOBILJAČA

- rušenja dijela tunela (primarne podgrade) u desnoj cijevi od st. 3+383 do st. 3+412 (slika lijevo).
- Urušavanje tunelskog otvora imalo je za posljedicu formiranje ljevkastog otvora promjera cca 20 do 25 metara na površini terena i dubine 4 do 8 metara (slika desno). Nadsloj zarušene dionice do površine terena iznosi od cca 25 metara (st. 3+410) do cca 30 metara (st. 3+383). Tijekom iskopa desne cijevi, podzemni iskop tunela je ušao u zonu visokoplastične gline u punom profilu. Zanimljivo je da je tijekom iskopa lijeve cijevi u istoj zoni primijećena samo jača karstifikacija. Osni razmak između cijevi na tom dijelu iznosi 25 m.



Uobičajena projektna rješenja sanacije urušaka

- predpobijanje, pipe roof, višefazni iskop
- poboljšanje karakteristika urušenog materijala sustavom mlazno injektiranih stupnjaka ukoliko je urušeni materijal pogodan za takovo poboljšanje te ukoliko se radi o malim nadslojima, iskop se opet izvodi s nekom od metoda predpobijanja u više faza

Prekopprofilni iskop

- prekopprofilni iskop kao posljedica karstifikacije i strukturnih svojstava stijenske mase, odnosno kao posljedica neadekvatnog miniranja, koraka napredovanja, pravovremenog podgrađivanja, općenito nepoštivanja geotehničkih uvjeta izvedbe podzemnog iskopa i pravila struke
- problem usuglašavanja stavova svih sudionika u gradnji o opravdanosti prekopprofilnog iskopa

- **krški fenomeni**, kao što su špilje-pećine, kaverne..., krški vodotoci u podzemlju zahtijevaju individualni tretman tijekom iskopa i stabilizacije iskopa koje će ovisiti o njihovoj veličini i položaju u odnosu na podzemni iskop, vodopravnim uvjetima... Samim time i korištenje standardnih klasifikacijskih metoda RMR ili Q nije primjenjivo, odnosno upitna je njihova vjerodostojnost primjene kod speleoloških objekata (šupljina).

Većina istraženih speleoloških objekata u tunelima su bili vertikalni speleološki objekti. Naime, tuneli najčešće prolaze zonama u kojim je tečenje vode uglavnom vertikalno. Ove zone doseže dubinu od nekoliko stotina do tisuću metara i tek ispod ovih dubina dolazi do vodoravnog tečenja podzemnih voda.

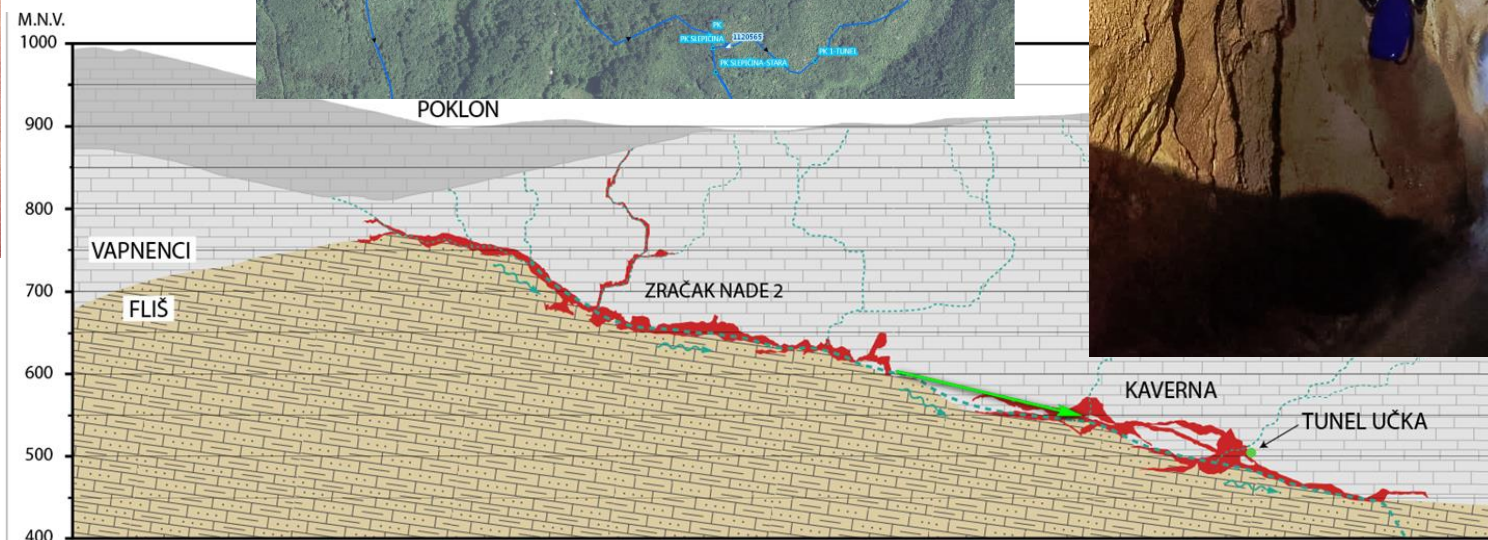
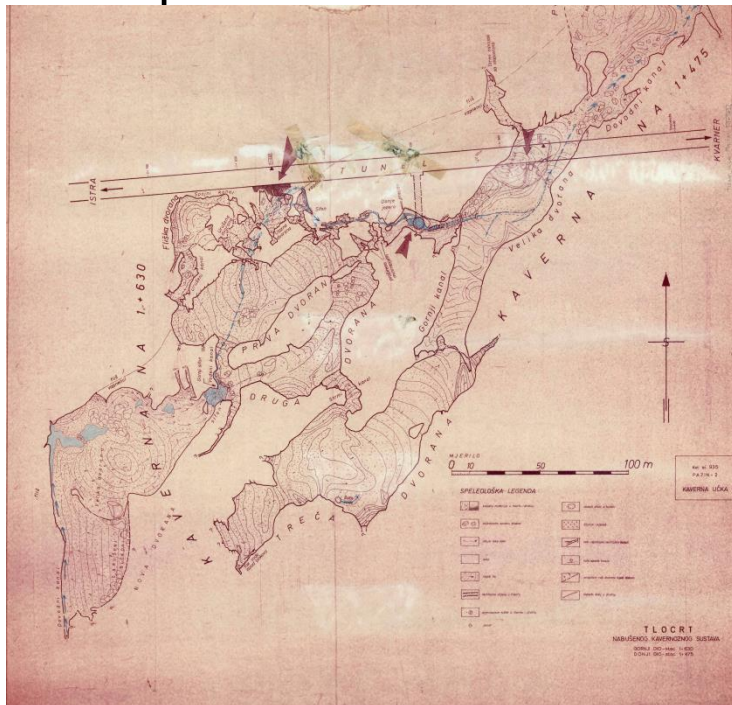
U takvim zonama su najčešće potrebne modifikacije osnovnih podgradnih sklopova uvažavajući speleološke fenomene, ponekad su potrebna i premoštenja speleoloških objekata izvedbom AB ploča, mostova unutar tunela ili zatrpavanjem do nivoa prometnice vodeći računa o hidrogeološkom te biološkom značenju predmetnog speleološkog objekta. Također je često potrebno kaptirati, prihvatiti, drenirati i izgraditi sustav odvodnje podzemnih voda kako bi se minimalizirali utjecaji na sam tunel.

Jedan od takvih kolektora podzemnih voda, a danas neupitno važan za sustav javne vodoopskrbe Liburnije (grad Opatiju), je kaverna (kompleksni kavernozi sustav impresivnih dimenzija, prva, druga, treća dvorana, nova, velika, meandri, kanali...) u tunelu Učka, slučajno otkrivena prilikom izbijanja južne tunelske cijevi u srpnju 1977. godine, 1600 m od kvarnerskog ulaza u tunel.

Obzirom da kaverna kao speleološki objekt nema prirodnog ulaza, takve je objekte teško pronaći. Glavni geomorfološki čimbenik razvoju ovakvog podzemnog sustava čini hidrogeološki odnos okršenih vapnenaca te „prijelaznih naslaga“ fliša. Vapnenci kredne i paleogenske starosti navučeni su na mlađe naslage eocenskog fliša koji čine erozijsku bazu i onemogućuju produbljivanje vadozne zone.

JUŽNA CIJEV TUNELA UČKA

- kompleksni kavernozni sustav slučajno otkriven prilikom iskopa južne cijevi tunela Učka



- vodeni tok pojavljuje se u Novoj dvorani na visini od 45 m iznad nivelete tunela, a njezino je poniranje 40 m ispod razine tunela u ponornoj zoni. Vodozahvat pitke vode uspješno je izveden probijanjem novog pristupa 15 m ispod razine ceste s ugradnjom četiriju usisnih crpki. Minimalni dotok vode u podzemlju iznosi 12,5 do 16 l/s, a maksimalni i nekoliko stotina l/s. Prosječno se ispumpa i kroz spremnik pred tunelom propusti 1200000 m³ vode godišnje. Na površini iznad špiljske šupljine utvrđena je zaštitna zona vodozahvata. U ponornoj šupljini ispod nivelete tunela izgrađen je betonski potporanj radi osiguranja tunelske cijevi.
- kaverna u tunelu Učka najveći je i najdublji istražen speleološki objekt u Primorsko-goranskoj županiji. Speleološka istraživanja započinju već 1977. godine prilikom bušenja tunela Učka kada je otkrivena kaverna u tunelu Učka, a koja je zatim (kompleksni sustav) istražena do duljine 1490 m i 135 m visinske razlike. Daljnjim istraživanjima (s vremenskim odmakom) je konačno u veljači 2018. godine, istražena jama Zračak nade 2 povezana je s Kavernom u tunelu Učka u jedinstveni sustav.
- osim iz speleološkog aspekta, Sustav je vrlo zanimljiv kako je već i ranije spomenuto i iz hidrogeološkog i vodoopskrbnog aspekta obzirom da je većina podzemnih kanala formirana na kontaktu karbonata i fliša po kojem teku podzemni tokovi. Glavni vodeni tok kaptiran je za vodoopskrbu već 1983. godine te do danas čini strateško važan izvor pitke vode za grad Opatiju i Liburnijsku rivijeru.

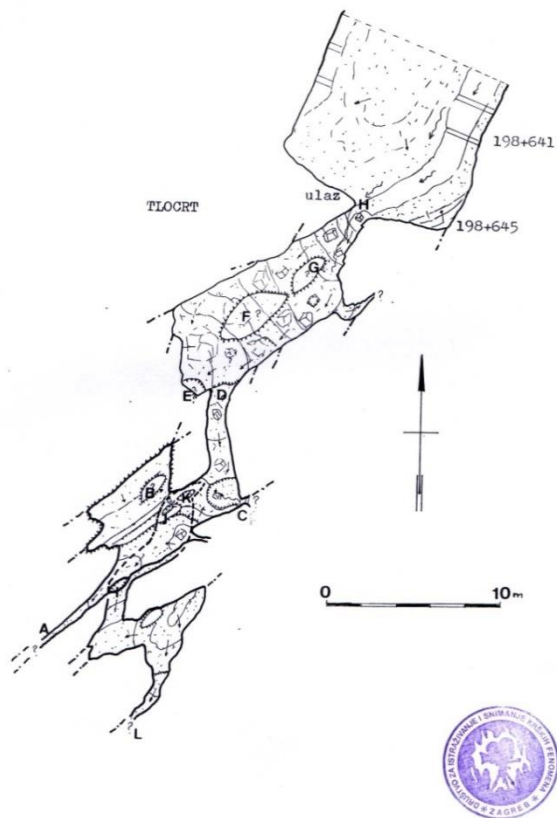
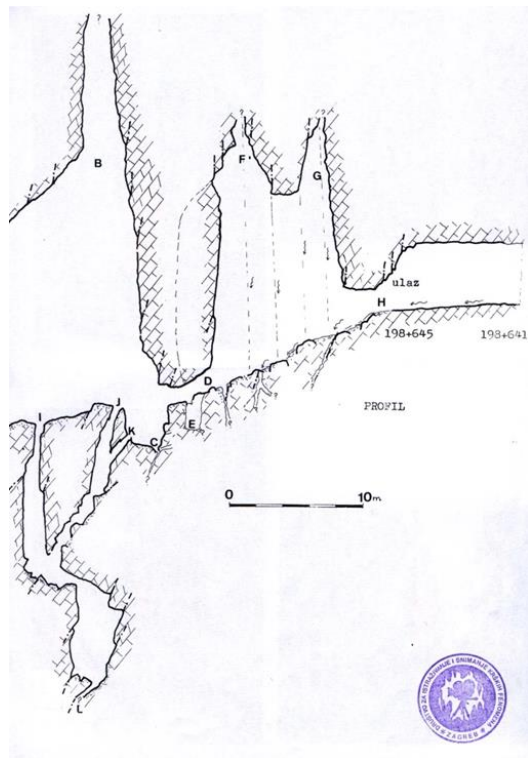
TUNEL ŠUBIR

- pojava špilje na trasi tunela tijekom izvedbe podzemnog iskopa



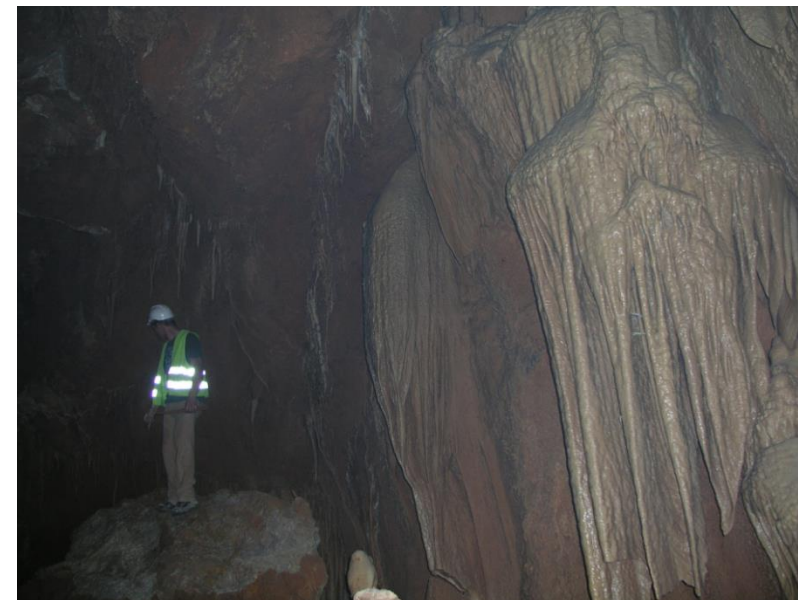
TUNEL SVETI ROK

- jedna od špilja na trasi tunela



TUNEL MEĐAK

- špilja u podini neposredno na izlazu trotračnog tunela (nadsloj cca 10 metara), koja nije otkrivena prilikom provedbe istražnim radovima



SJEVERNA CIJEV TUNELA UČKA

- špilja u desnom boku blizu izlaza tunela na kvarnerskoj strani prema južnoj cijevi



TUNELA VRATA

- iako je tunel (južna cijev) dugačak samo 262 m na trasi tunela se prilikom izvedbe podzemnog iskopa u trijaskim dolomitima pojavila velika špilja (dužine cca 50 m u pravcu tunelske osi, visine cca 35 m, volumena nešto većeg od 50.000 m³), za čije je premoštenje bilo potrebno izgraditi most rasponske konstrukcije cca 47,5 m.
- posebno je zanimljivo i iznenađujuća pojava špilje s obzirom da tijekom iskopa prve cijevi nije bilo nikakvih naznaka da se u neposrednoj blizini (osni razmak tunelskih cijevi 25 m) nalazi ovako velika podzemna dvorana.



- **klizišta i odroni**, ovakve se pojave također pojavljuju u Dinarskom gorju s izrazito velikim utjecajem prilikom izvedbe tunelskih predusjeka.

Klizište Bajer-Vrata na autocesti A6 neposredno uz tunel Vrata (smjer Rijeke) jedno je od najvećih klizišta na autocestama u RH, a usjek/predusjek tunela u gornjem dijelu izgrađuju pješčenjaci dok su u donjem dijelu prisutne mlađe naslage glinovitog škriljavca.

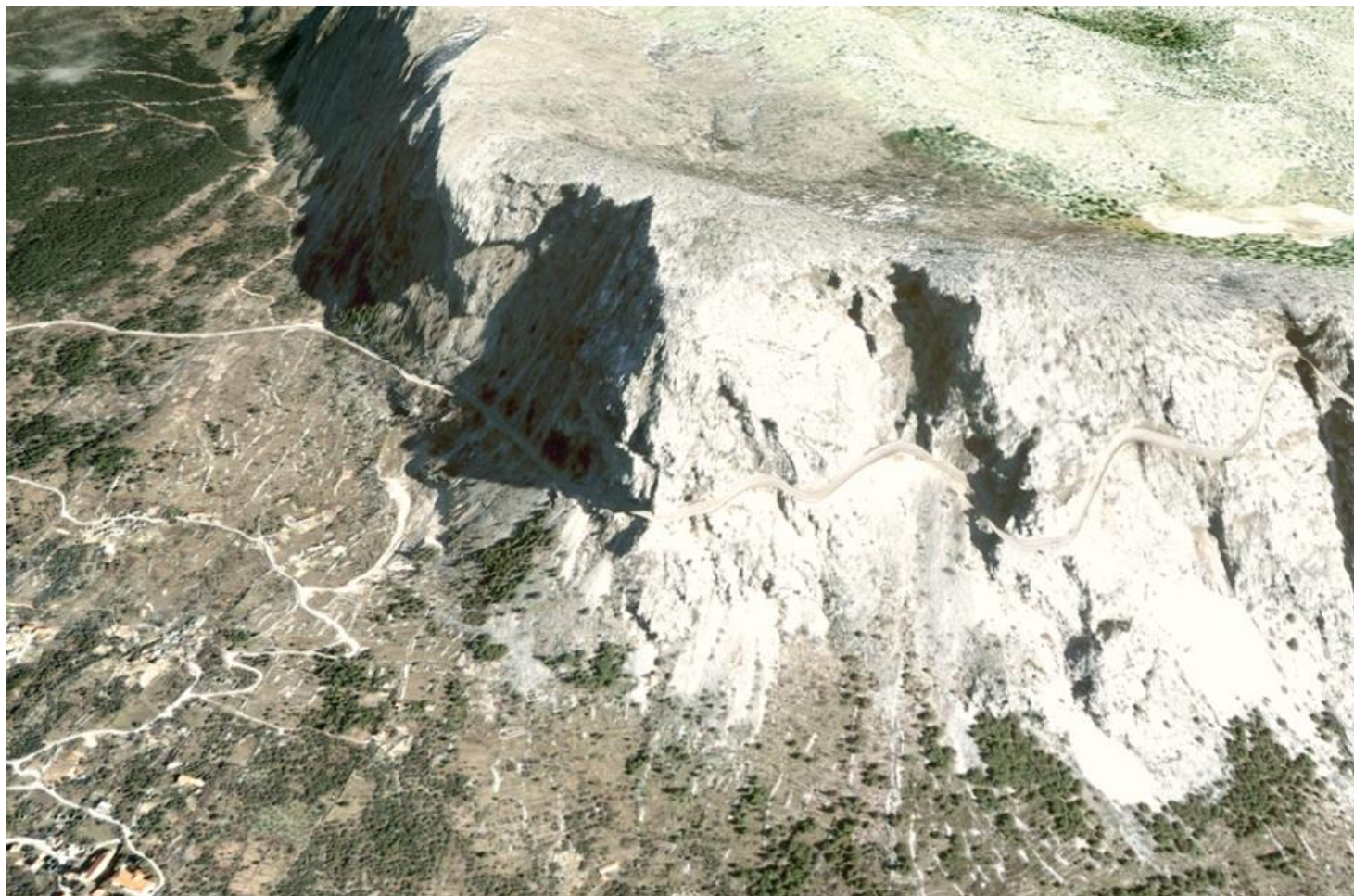
Može se navesti i primjer trase tunela Omiš na DC 8 koji u zoni karbonatnih stijenskih masa prolazi na udaljenosti od oko 350 do 400 m od naseljenog područja. Na predmetnom se području nalaze blokovi koji su u prirodnim uvjetima u labilnoj ravnoteži i potrebno je bilo eliminirati bilo kakve utjecaje iskopa predusjeka, tunela bušenjem i miniranjem na površinu terena. (Isti, vrlo sličan slučaj je i kod tunela Stupica na DC 512, planina Biokovo).

LOKACIJA KLIZIŠTA BAJER – TUNEL VRATA



LOKACIJA STUPICA

- aero slika lokacije DC 512 dionica Makarska-Vrgorac na lokaciji Stupica



- državna cesta DC 512 dionica Makarska-Vrgorac na lokaciji Stupica, pogled na prometnicu, planina Biokovo, gornjojurski vapnenci (slike lijevo i u sredini)
- veliki odron 24. 10. 2010. na državnoj cesti D512 Makarska - Ravča na predjelu Stupica koji je u cijelosti blokirao promet (slika desno)







Kako bi se izbjegle, minimalizirao utjecaj navedenih pojave (ukoliko je isto moguće) svakako je potrebno o navedenom voditi računa prilikom trasiranja prometnica. Opsežna (kvalitativna i kvantitativna) provedba geotehničkih istražnih radova značajno može pridonijeti najboljem odabiru trase prometnica kako s ekonomsko tako i sa tehničkog aspekta.

Većina tunela iskopana je konvencionalnim načinom građenja, odnosno sam podzemni iskop se izvodio bušenjem i nekom od metoda konturnog miniranja. U rasjednim i oslabljenim (tektonskim) zonama te klastičnim naslagama, zonama sa dominantnim učešćem gline (stijenska masa/tlo vrlo slabih fizikalno-mehaničkih karakteristika) se iskop izvodio strojno (rovokopač...). Ponekad se pojavila i potreba za kombiniranim iskopom, odnosno iskopom rovokopačem uz miniranje pojedinih dijelova stijenske mase u profilu.

Tunelogradnja u kršu je kompleksan problem jer prije gradnje nije moguće istražiti sve krške fenomene, bez obzira na prije navedenu potrebu za opsežnom provedbom geotehničkih istražnih radova. Zbog toga se izvedbi tunela u kršu treba pristupiti čim fleksibilnije. Identificiranje hazarda i procjena rizika treba biti sastavni dio svakog većeg projekta u kršu.

TUNELI KOJE PROLAZE DINARSKIM GORJEM, KRŠKIM KRAJEVIMA RH

Oznaka	Neformalni naziv	Dionica	Duljina (km)	Tuneli
	Autocesta - <i>Dalmatina</i>	Zagreb (Lučko) - <u>Bosiljevo (A6)</u> - <u>Žuta Lokva (A7)</u> - <u>Split - Ploče (A10)</u> - Dubrovnik (<i>dovršeno do Ploča, u planu do Dubrovnika</i>) ¹	480,15	Sveti Marko, Mala Kapela, Brinje, Brezik, Plasina, Grič, Krpani, Sveti Rok, Ledenik, Bristovac, Čelinka, Dubrava, Konjsko, Zaranač, Bisko, Crna Brda, Stražina, Umac, Šubir
	Primorsko-goranska autocesta - <i>Goranka</i>	<u>Bosiljevo (A6)</u> - <u>Rijeka (Orehovica)</u>	81,25	Gložac, Rožman Brdo, Čardak, Pod Vugleš, Javorova Kosa, Lučice, Sopač, Sleme, , Vrata, Tuhobić, Hrasten
	Kvarnerska autocesta <i>Primorka, Obilaznica Rijeke</i>	Rupa (granica sa Slovenijom) - <u>Rijeka - Žuta Lokva (A1)</u> (<i>dovršeno do Križišća, u planu do Žute Lokve</i>)	28,00	Burlica, Sveti Kuzam, Drage, Katarina, Trsat, Škurinje 1 i Škurinje 2, Jušići
	Istarski ipsilon	<u>Kanfanar (A9)</u> - <u>Rijeka (Matulji)</u> (<i>dovršeno do Cerovlja, poluautocesta do Rijeke; u izgradnji nadogradnja na autocestu</i>)	64,20	Učka, Zrinščak 1 i Zrinščak 2
DC 404		<u>Rijeka (D8)</u> – <u>Luka Braidica – čvor Draga (A7)</u>	4,00	Pećine, Bobova
DC 532		<u>Baška Voda (D8)</u> – <u>Zagvozd (D62)</u>	10,50	Sveti Ilija
DC 425		<u>M. Prolog (D62)</u> – <u>Karamatići – čvor Čeveljuša (D8)</u>	17,60	Mali Prolog, Kobiljača, Puljani, Zmijarevići, Petrovac, Međak
DC 8	Obilaznica Omiša	<u>Stobreč – Dugi Rat – Omiš</u>		Brzet, Omiš
	Pristupne ceste mostu <u>Pelješac</u>	<u>Duboka – Sparagovići /Zaradeže</u>	14,40	Kamenice; Debeli Brijeg
	<u>Stonska obilaznica</u>	<u>Sparagovići/Zaradeže – Prapatno – Doli</u>	18,10	Polakovica, Supava
DC 512		<u>Makarska (D8)</u> – <u>Ravča (D62)</u>	30,6	Stupica
...				

ZAKLJUČAK:

Koliko god bila opsežna geotehnička istraživanja (nove metode, napredak tehnologije...) prije početka izrade projektne dokumentacije, te dosadašnje spoznaje vezane uz Dinarski krš prikupljene realizacijom mnogobrojnih projekata, tunelogradnja u kršu je i dalje kompleksna te puna izazova

Najbitnije je tijekom izgradnje (izvedbe podzemnog iskopa i stabilizacije) izbjeći, minimalizirati probleme koji se mogu predvidjeti (ulazak iskopa u materijale sa vrlo slabim fizikalno-mehaničkim karakteristikama, niske čvrstoće...) poštivajući projektну dokumentaciju i općenito pravila struke.

Probleme koji se javljaju tijekom izgradnje, a posljedica su nepredvidivih, teško predvidivih okolnosti (špilje, kaverne..., krški vodotoci u podzemlju) bitno je što detaljnije sagledati, istražiti i nakon toga izraditi što kvalitetnije tehničko rješenje.

HVALA NA PAŽNJI !