Željko Arbanas, dipl.ing.građ.
Mr. Čedomir Benac
Branka Jardas, dipl.ing.građ.

UTJECAJ MORFOLOŠKIH, GEOLOŠKIH I GEOTEHNIČKIH OSOBITOSTI NA PROSTORNO PLANIRANJE I RAZVITAK OPĆINE CRIKVENICA

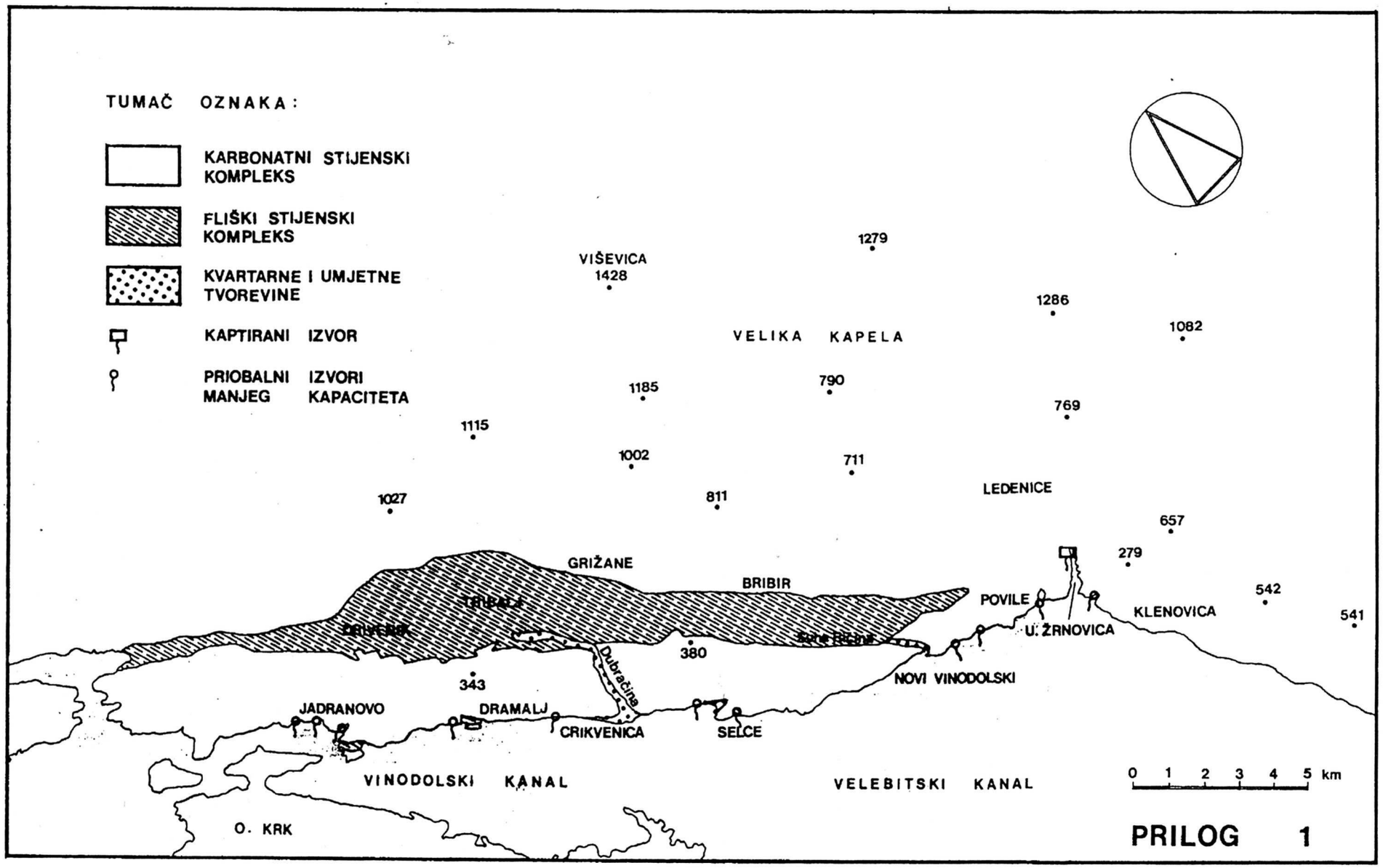
Uvod

Prostornim i razvojnim planovima definiraju se namjene pojedinih površina unutar određenog područja za duže vremensko razdoblje: stambene zone, industrijske zone, koridori prometnica, poljoprivredne površine, zelene zone i sl. Na temelju njih određuje se i tip i vrst objekata na pojedinim površinama. Pri izradi tih planova uglavnom se poštuje morfologija terena, ali iznimno rijetko njegove inženjersko-geološke i geotehničke osobitosti. Međutim, izvedba objekata na geotehnički nepovoljnim lokacijama može poskupjeti izgradnju pojedinih objekata za nekoliko puta, a troškovi sanacije, zbog odabira neadekvatnog temeljenja, mogu sve to još i multiciplirati. Nažalost, u Vinodolskoj dolini brojni su slučajevi oštećenja objekata visokogradnje i prometnica zbog neadekvatna lociranja i temeljenja. Začuđujuće je da se to događa danas kad su saznanja inženjerske geologije i geotehnike dostigla visoku razinu. Geotehnički najpovoljnije lokacije u općini Crikvenica, a posebice u Vinodolskoj dolini, već su iskorištene, pa predstoji gradnja na manje povoljnijim, ili čak nepovoljnijim, lokacijama. Zato je neophodno poštivati morfološke, geološke i geotehničke osobitosti terena prilikom izrade prostornih i razvojnih planova.

Osobitosti reljefa

U morfološkom smislu, veći dio priobalja općine Crikvenica nastavak je Kastavske zaravni i proteže se od Kraljevice na sjeverozapadu do uvale Mala Draga jugoistočno od Novog Vinodolskog. Tu morfološku cjelinu presijeca kanjon Dubračine, smješten poprečno u odnosu na pružanje obale, a dolina Suhe Ričine kod Novog Vinodolskog manje se ističe u reljefu. Priobalna zaravan blago se izdiže prema sjeveroistoku gdje je presječena paralelno smještenom Vinodolskom dolinom. Bokovi tog najizraženijeg morfološkog oblika na teritoriju općine Crikvenica vrlo su strmi, osobito na sjeveroistočnoj strani. Odatle se teren postupno izdiže prema masivu Velike Kapele gdje vrh Viševice doseže 1428 metara nadmorske visine. Južno od uvale Žrnovnica generalni smjer pružanja obale mijenja se od SZ-JI u SSZ-JJI. Teren se postupno izdiže prema obroncima Velike Kapele na sjeveroistoku i istoku (prilog 1).

Vinodolski kanal se proširuje od sjeverozapada prema jugoistoku u Velebitski kanal. Između Jadranova i poluotoka Lanterna na otoku Krku, širina kanala ne prelazi 500 metara, a između Vrbnika i Novog Vinodolskog doseže 9 kilometara. Za razliku od pretežno strmih obala, dno kanala je zaravnjeno. Najveća dubina kanala u sjeverozapadnom području iznosi oko 40 metara, blago se povećava prema jugoistoku, tako da tek u ravnini Novog Vinodolskog prelazi 60 metara. Zanimljivo je da je dubina od 60 metara registrirana i u najužem dijelu tog morskog prolaza kod Jadranova.


TUMAČ OZNAKA:
KARBONATNI STIJENSKI KOMPLEKS
FLIŠKI STIJENSKI KOMPLEKS
KVARTARNE I UMJETNE TVOREVINE
KAPTIRANI IZVOR
PRIOBALNI IZVORI MANJEG KAPACITETA
VIŠEVICA
1428
1279
1286
1082
VELIKA KAPELA
1185
790
769
1115
1002
711
LEDENICE
1027
811
657
279
GRIŽANE
BRIBIR
TRIBALJ
POVILE
KLENOVICA
542
541
U. ŽRNOVICA
380
343
Dubračina
NOVI VINODOLSKI
JADRANOVO
DRAMALJ
CRIKVENICA
SELCE
VINODOLSKI KANAL
VELEBITSKI KANAL
0 1 2 3 4 5 km
O. KRK
PRILOG 1

Uz granicu općine Rijeka i Jadranova obala je razvedena zbog fosilnih jaruga, približno okomitih na pružanje obale. Između poluotoka kod Jadranova i Kačjaka obala je stjenovita, nije razvedena i uz obalnu liniju vrlo strma. Jedini žali nalaze se na lokaciji Havišće i na sjeverozapadnom rubu poluotoka Kačjak. Stjenovita i nerazvedena, iako nešto blaže položena obala pruža se i od poluotoka Kačjaka preko Crikvenice sve do Selca. U gradskoj jezgri Crikvenice prirodni oblik obale izmijenjen je nasipavanjem i izgradnjom. Morsko dno pliće je i zbog nanosa Dubračine.

Jugoistočno od Selca pruža se također nerazvedena obala izuzimajući manje uvale Slana i Jasenova. Reljef je uz obalnu liniju vrlo strm, gotovo vertikalan. Visine padina smanjuju se prema Novom Vinodolskom. Jugoistočno od Novog Vinodolskog i Povila obala je razvedena. Zaljevi su uvučeni duboko u kopno. Posebno se morfološki ističu Mala Draga (Porto Teplo) i Žrnovnica.

Obala između Klenovice i granice s općinom Senj na jugu je stjenovita, većinom strma i nerazvedena. Blaži priobalni reljef je prisutan u mjestima Klenovica i Smokvica, u predjelu rtova Čardak i Klišta, te na lokacijama Kozica i Sibinj.

Geološka građa

Priobalno područje i podmorje općine Crikvenica pripada dijelu Dinarida u kojem je izražena sva specifičnost geološke građe te pojedine geotektonske jedinice. To područje izgrađuje naslage varijabilnog i litološkog sastava, a njihov primarni strukturni položaj intenzivno je poremećen tektonskim pokretima. Razvijeni su sedimenti čija se starost kreće od gornje jure pa sve do recentnih naslaga. Litološke jedinice razlikuju se različitim biostratigrafskim, facijalnim i litološkim značajkama. Unutar njih česte su vertikalne i horizontalne promjene, što ukazuje na različite uvjete sedimentacije te oscilacije sedimentnog prostora (1, 2).

Za to područje karakteristično je tektonsko suženje prostora. Osnovni raspored strukturnih oblika i tektonskih deformacija prouzročili su tangencijalni pokreti. Formirane su polegle i prevrnute bore te reversni rasjed s elementima navlačenja i karakterističnog su dinarskog pravca pružanja SZ-JI. Tako nastale strukture poremetili su mlađi, neotektonski rasjedi poprečnog i dijagonalnog smjera pružanja. Ta mlađa tektonika je, uz ostalo, izazvala rascljanjivanje struktura na mnogo manjih cjelina, diferencijalno kretanje pojedinih blokova te dezintegraciju i maskiranje tangencijalnih struktura (3).

O postanku reljefa

Izgled današnjeg reljefa u cijelom kvarnerskom prostoru kojem pripada i općina Crikvenica, posljedica je tektonskih pokreta, te erozijsko-akumulacijskih procesa u bližoj geološkoj prošlosti. Kvarnersko područje nalazi se na kontaktu dvaju velikih geotektonskih cjelina: Dinarida i Jadranskog bazena, pa je njihova kolizija bitno utjecala na morfogenezu tog prostora (4).

Smatra se da su tektonski pokreti na prijelazu iz paleogena u neogen značajno utjecali na razvitak sadašnjeg reljefa. Tada je nastupila subdukcija jadranske karbonatne platforme zajedno s labilnim međuplatformskim pojasom pod dinarsku karbonatnu platformu. Stvorene su reversne strukture i navlake pa se danas na više mjesta zapažaju navlačci, tektonska okna i poluokna. Zbog navlačenja regionalnih razmjera znatno su reducirane pojave paleogenskih vapnenaca i klastita (fliš). (Prilog 1).

Na području kvarnera, od neogena do kvartara traje faza emerzije te prevladavaju kopneni uvjeti ili pak jezerska sedimentacija u dijelu Vinodolske doline (5). Zbog spomenutih tektonskih pokreta izdižu se Dinaridi, spušta jadranski bazen, a obalna linija se pomoče prema zapadu. U relativno dugoj kopnenoj fazi tijekom neogena intenzivni su egzogeni geomorfološki procesi čija je posljedica snažna erozija i snižavanje reljefa. Vertikalni pokreti promjenjivog intenziteta i predznaka nastavljaju se i u pleistocen (6). U kvarnerskom području započinje transgresija mora. Međutim, zbog klimatskih promjena razina Jadranskog mora varira između glacijalnih i interglacijalnih razdoblja i do 100 m (7). U razdobljima niže razine mora u morskim kanalima Kvarnera, pa tako i u Vinodolskom kanalu, vladaju vjerojatno kopneni uvjeti uz intenzivnu eroziju. U najdubljim dijelovima bila je moguća i jezerska sedimentacija (8).

Poznavanje oscilacija razine Jadranskog mora od posljednjeg risvirmskog interglacijala do danas detaljnije je u odnosu na starija razdoblja kvartara. Prije približno 100.000 godina na vrhuncu risvirmskog interglacijala, razina mora bila je slična današnjoj, ili nešto viša. U maksimumu virma more je bilo niže za oko 96 metara. Zbog tako niske erozijske baze, a sudeći prema rezultatima istraživanja u priobalju Rijeke (9, 10), vjerojatno je da je u tom razdoblju definitivno oblikovan kanjonski dio Dubračine usijecanjem u karbonatnu stijensku podlogu. Slično se može pretpostaviti i za mnoge doline bujičnog porijekla.

Posljednja, holocenska transgresija počinje prije 16.000 godina. Bila je vrlo nagla, pa je prije 10.000 godina razina mora bila niža za 30 metara, a prije 2.000 godina za oko 2 metra (11). Postoje dokazi da je istodobno došlo do epirogenetskog spuštanja cijelog područja Kvarnera, koje je bilo različitog intenziteta na pojedinim lokacijama. Zbog nagla dizanja morske razine u holocenu, more je prodrlo s jugoistoka u sadašnji Vinodolski kanal i preplavilo nekadašnje kopno. Transgresija je u početku bila nagla, a porast morske razine brži od oplićavanja. Rezultati bušenja pokazuju da je bio stvoren estuarij nastao potapanjem fosilne doline Dubračine. U posljednjim tisućljećima taloženje i oplićavanje dna odvijalo se brže od dizanja morske razine. Zbog toga se ušće Dubračine pomicalo sve više prema otvorenom moru, a nekadašnji estuarij je potpuno zatrpan. Materijal istaložen oko ušća uzduž obalne struje premještale su prema sjeverozapadu, što je vidljivo i po morfologiji dna.

Usporenim podizanjem morske razine u posljednjim tisućljećima, stvoreni su uvjeti za naglašenije destruktivno djelovanje mora u litoralnoj zoni. Međutim, zbog specifičnih maritimnih prilika te relativno čvrstih karbonatnih naslaga, u procesu marinske erozije samo je lokalno izmijenjen reljef obale. Sadašnji izgled prvenstveno je posljedica strukturno-tektonskog sklopa onih naslaga koje sačinjavaju osnovnu stijensku masu. To je osnovni razlog da dužinski vrlo mali dio obale čine prirodni žali.

Hidrološke i hidrogeološke prilike

Karbonatni stijenski kompleks, sastavljen od vapnenaca, dolomita i breča jurske, kredne i paleogenske starosti, izgrađuje najveći dio obalnog pojasa te cjelokupno planinsko zaleđe općine Crikvenica. Te naslage su u cjelini dobre vodopropusnosti. Odlikuju se krškim, odnosno sekundarnim pukotinsko-kavernoznim tipom poroziteta. Značajke takve vrste terena su nedostatak površinskih tokova i značajna podzemna cirkulacija voda. Rasjedne zone, koje prati jača kavernoznost i ispucalost, najvažniji su drenovi podzemnih voda. Zbog izrazite upojnosti i propusnosti, oborinske vode brzo

prodiru u podzemlje gdje je dinamika vode vrlo složena. Kontinuitet podzemnih tokova kroz karbonatnu stijensku masu razvija slabo vodopropusni fliški kompleks u Vinodolskoj dolini. Te naslage imaju ulogu hidrogeološke barijere (12).

U vezi s opisanim hidrogeološkim karakteristikama terena, je i raspored površinskih vodotokova te priobalnih i podmorskih izvora u obalnoj zoni općine Crikvenica (prilog 1).

U more utječu samo dva, uglavnom stalna vodotoka. To su Dubračina, čije je ušće u centru Crikvenice, te Suha Ričina s ušćem u centru Novog Vinodolskog. Kako im se slivno područje prostire većinom po terenu fliške građe koji je podložan jakoj eroziji, spomenute rječice u vrijeme intenzivnih oborina donose značajne količine sitnih čestica koje se talože oko ušća.

U jarugama u predjelu Jadranova nema površinskih vodotoka. Nasuprot, tome, u dubokim jarugama jugoistočno od Novog Vinodolskog javljaju se površinski tokovi u razdoblju izrazitih oborina.

Zbog takvih hidrogeoloških odnosa u zaleđu, jača koncentracija priobalnih i podmorskih izvora (vrulje) javlja se na obalnom potezu između Novog Vinodolskog i Klenovice. Posebno je značajno izvorište u Uvali Žrnovnica gdje je izgrađen vodozahvat. Sjeverozapadno od tog predjela, izvori su rijetki i malog kapaciteta. Iznimno je nešto veća koncentracija izvora oko Jadranova.

Izdašnost izvora vrlo je promjenjiva, a što je karakteristika krškog terena i ovisi ponajviše o oborinskom režimu u slivnom području. Istjecanje je obično veće u jesensko-zimskom kišnom razdoblju, a najslabije krajem ljeta i početkom jeseni.

Seizmotektonske značajke područja

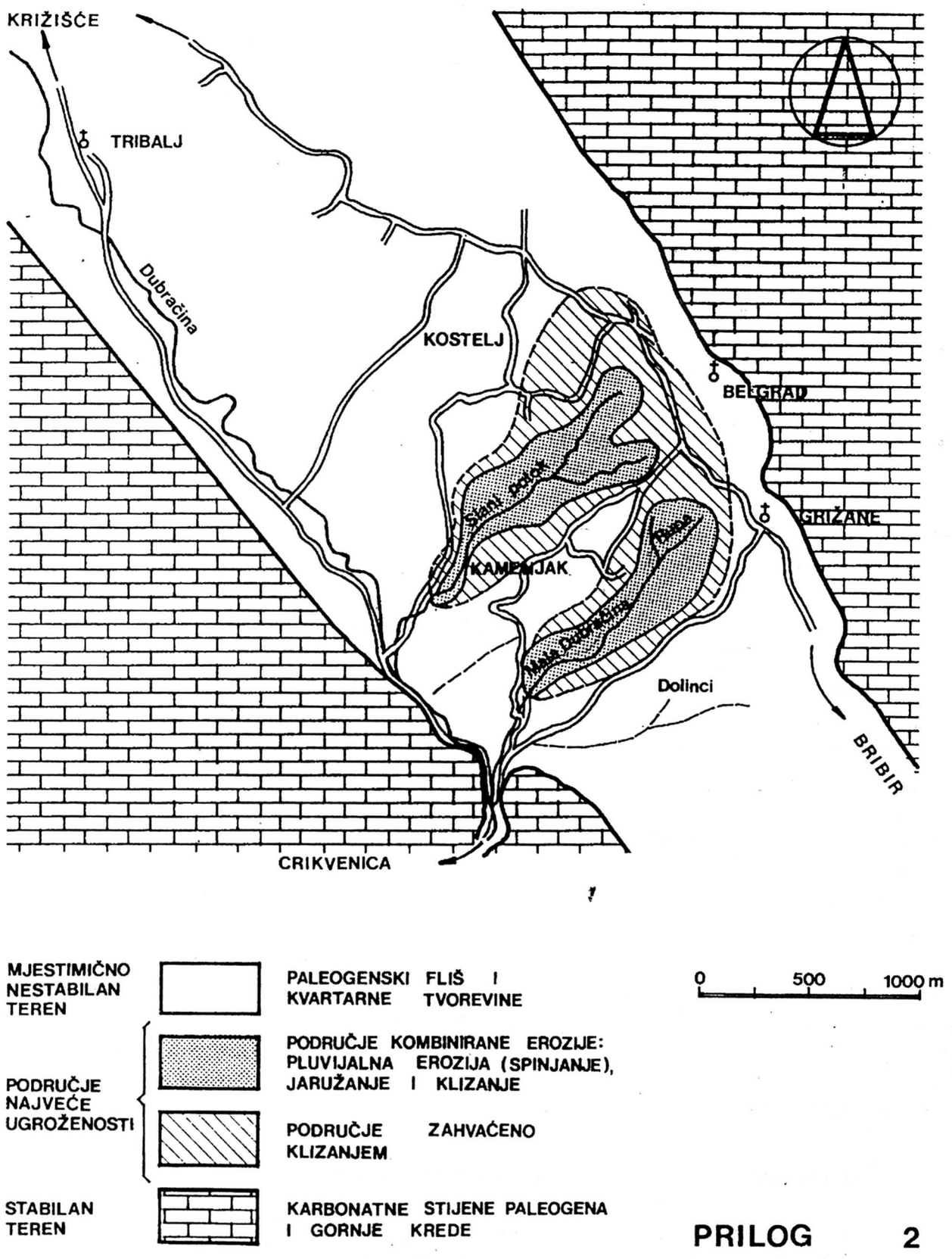
Priobalni dio teritorija općine Crikvenica pripada tektonskoj jedinici Ilirska Bistrica - Klana - Rijeka - Omišalj - Novi Vinodolski koje je seizmički vrlo aktivno. Tu tektonsku jedinicu karakteriziraju tangencijalni tipovi deformacija: reversni rasjedi, navlačenja i boranja. Osim uzdužnih deformacija prisutan je i niz mlađih poprečnih rasjeda (3, 13). Epicentralna područja nalaze se na mjestima gdje glavne uzdužne deformacije presijecaju poprečni rasjedi. Značajna epicentralna zona nalazi se između Bribira i Grižana.

Osnovne seizmičke značajke spomenute zone su pojave velikog broja relativno slabijih potresa u razdobljima pojačane seizmičke aktivnosti. Najjači potres u tom području registriran je 12. ožujka 1913. godine, intenziteta $I_0 = VIII^0$ MCS i magnitude M = 5.8 s epicentrom kraj Bribira (14). Kao katastrofalan potres koji je pogodio Vinodolsku dolinu i otoke spominje se potres 1323. godine vjerojatnog intenziteta $I_0 = IX^0$ MCS (15).

Inženjerskogeološke i geotehničke osobitosti terena

S obzirom na fizičko-mehaničke značajke naslage koje izgrađuju područje općine Crikvenica mogu se svrstati u sljedeće inženjerskogeološke tipove (prilog 1):

- karbonatni stijenski kompleks,
- fliški stijenski kompleks,
- kvartarne naslage i umjetne tvorevine.



Shematska geodinamička karta područja slanog potoka (prema: dr.V.Jurak), 1992.

Karbonatni stijenski kompleks vidljiv je na površini terena na najvećem dijelu općine Crikvenica. Fliški kompleks nalazi se na dnu Vinodolske doline, te površinski ograničenim lokacijama kod Jadranova, Dramlja i Novog Vinodolskog. Kvartarne naslage i umjetne tvorevine također su prostorno vrlo ograničene (prilog 1).

Karbonatni stijenski kompleks izgrađuje naslage gornje jure, donje i gornje krede te paleogena. Po litološkom sustavu to su vapnenci, dolomitični vapnenci, dolomiti i karbonatne breče. Pripadaju grupi dobro vezanih kamenitih stijena. Izgrađuju najveći dio obalnog pojasa. Njihove fizičko-mehaničke karakteristike u manjoj mjeri ovise o litogenetskim značajkama, a većinom od stupnja tektonske oštećenosti i karstificiranosti. U cjelini se ipak može konstatirati da su to geotehnički uglavnom vrlo pogodni tereni za izgradnju, povoljni u pogledu stabilnosti i pretežno dobre nosivosti. Na prostorno ograničenim lokalitetima odstupanja mogu nastati uslijed nepovoljne morfologije ili debljih nakupina kvartarnih naslaga, čije su fizičko-mehaničke značajke slabije. Unutar naslaga karbonatnog kompleksa nalaze se i lokacije perspektivne za eksploataciju tehničkog, a možda i arhitektonskog kamena. To se posebno odnosi na zone vapnenaca gdje se i sada na lokaciji Podbadanj odvija eksploatacija (16).

Fliški stijenski kompleks izgrađuju klastične naslage paleogenske starosti. Po litološkom sastavu to su pretežno siltiti s proslojcima sitnozrnastih siltoznih pješčenjaka i kruponozrnastih polimiktnih pješčenjaka (grauvaka). U podređenom položaju u građi fliša sudjeluju brečokonglomerati i vapnenci. U cjelini pripadaju grupi polukamenitih odnosno mekih stijena. Zbog svog litološkog sastava te stupnja litogeneze, siltiti koji čine najveći dio ovog stijenskog kompleksa, izrazito su neotporni na djelovanje egzogenih sila. To je posebno uočljivo u Vinodolskoj dolini, gdje su pojedini dijelovi potpuno ogoljeli ili su prekriveni nakupinama potencijalno nestabilnog glinovitog materijala. Drastičan primjer kombiniranog erozijskog djelovanja i pojava klizišta je područje Slanog Potoka i Male Dubračine. Na površini od nekoliko kvadratnih kilometara, u središnjem dijelu doline, zemljište je potpuno degradirano. Unatoč brojnim mjerama sanacije proces degradacije nije zaustavljen, pa su i danas očite pojave degradacije šumskih i poljoprivrednih površina, a ugrožena je i cesta između Triblja i Grižana (prilog 2).

Stara naselja Vinodola su izgrađena na geotehnički najpovoljnijim već u potpunosti iskorištenim lokacijama. Novi objekti se grade na geotehnički manje povoljnim ili čak i na izuzetno nepovoljnim lokacijama. Zbog nepoznavanja lokalnih uvjeta tla, objekti se vrlo često neadekvatno temelje, što je vidljivo po brojnim oštećenjima. Neadekvatno izvedene konstrukcije pored toga, često pridonose i smanjenju globalne stabilnosti tla. To je posebno evidentno na mnogim oštećenjima prometnica kroz Vinodolsku dolinu, ponekim i više puta bezuspješno saniranim. Svemu tome pridonosi i činjenica da se cijela Vinodolska dolina nalazi u seizmički vrlo aktivnom području.

Kvartarne tvorevine izgrađuju pokrivač na karbonatnoj ili fliškoj stijenskoj masi. U litološkom i genetskom pogledu to su vrlo raznolike tvorevine. Stoga imaju i vrlo različite fizičko-mehaničke karakteristike. Najznačajnije su:

- *crvenica:* rasprostranjena je u obliku tanjih nekontinuiranih naslaga na karbonatnoj stijenskoj masi. Deblje nakupine nalaze se na dnu brojnih vrtača u planinskom zaleđu općine,

- *bujični nanos:* to su šljunkovite nakupine ustanovljene na više lokacija u jarugama u priobalju te na bokovima Vinodolske doline,

- *padinske tvorevine:* aktivni sipar i vezane siparišne breče osobito su česte na bokovima Vinodolske doline, a deluvijalne naslage na flišu,

- *riječni nanos:* je pjeskovito-prašinasti materijal ustanovljen na ušću Dubračine i Suhe Ričine,

- *marinski talog:* je vrlo raznolikog granulometrijskog sastava, a što zavisi od dinamike mora na pojedinoj lokaciji. Uz obalu su to šljunkovite nakupine ili veći blokovi nastali destruktivnim djelovanjem mora na stijensku masu koja izgrađuje obalnu zonu. Prema dubini prevladava ljušturasti pijesak nastao većinom u procesu bioerozije karbonatne obale. U još dubljoj zoni prevladava sitni pijesak i prah. Pretpostavlja se da je većinom donešen riječnim tokovima iz fliškog zaleđa. Materijal je u cjelini slabo konsolidiran do nekonsolidiran.

U geotehničkom pogledu kvartarne tvorevine predstavljaju relativno nepovoljnu sredinu u pogledu stabilnosti, nosivosti i deformabilnosti. Međutim, zbog relativno male debljine tih slojeva, što je posebno izraženo u najprisutnijim naslagama - crvenici, objekti se temelje na dohvatnoj podlozi koja ima bolje geotehničke karakteristike. Veći problemi mogući su pri većim debljinama tih naslaga.

Umjetne tvorevine su nastale nasipavanjem obalnog ruba i morskog dna prilikom širenja priobalnih naselja. Vrlo su raznolika litološkog sastava. U geotehničkom pogledu slični su kvartarnim tvorevinama i za potrebe projektiranja zahtijevaju detaljne geotehničke radove.

Zaključci

Iz prethodnog teksta vidljivo je da je teren u općini Crikvenica izgrađen od litogenetski raznolikih naslaga koje zato imaju vrlo nejednolike geotehničke značajke. Lokacije su izgrađene od stabilnih i dobro nosivih karbonatnih naslaga pa sve do eroziji podložnog fliškog kompleksa prekrivenog često nestabilnim glinovitim pokrivačem. Nepoznavanje lokalne geološke građe, a s tim u svezi i geotehničkih značajki, dovodi do potpuno neadekvatna smještaja pojedinih objekata. Posljedice su produženje rokova i povećanje troškova izgradnje. Nepoštivanje lokalnih geoloških i geotehničkih prilika prilikom projektiranja i izgradnje dovodi do kasnijih oštećenja i potrebe sanacije samog objekta, a često i šireg okoliša. Budući razvojni i prostorni planovi općine Crikvenice moraju poštivati morfološke, geološke i geotehničke značajke. To znači da izradi razvojnih i prostornih planova moraju prethoditi odgovarajuća geološka i geotehnička istraživanja. Tako dobivene podloge moraju sadržavati sve parametre kojima bi se opisali lokalni geotehnički uvjeti, posebno deformabilnost i globalna stabilnost. Na temelju toga potrebno je izraditi karte pogodnosti za gradnju.

U karti bi se vrednovale pojedine lokacije ovisno o uvjetima temeljenja. Potreba izrade takvih podloga posebno je značajna za područje izgrađeno od fliških naslaga u Vinodolskoj dolini, gdje se javljaju i najveći problemi pri izvedbi objekata visokogradnje i prometnica. Potreba za takvim podlogama javlja se i na terenima izgrađenim od karbonatne stijenske mase, jer dosadašnja iskustva pokazuju da se i na terenima takve geološke građe mogu pojaviti ozbiljni problemi u svezi s temeljenjem objekata.

Poznato je da se između Bribira i Grižana nalazi seizmički aktivno epicentralno područje. Radi optimalnog prostornog planiranja i sigurnije gradnje nameće se potreba izrade, osim geotehničke, i seizmičke mikrorajonizacije.

Literatura

(1) Šušnjar, M., Bukovac, J., Nikler, L., Crnolatac, I., Milna, A., Šikić, D., Grimani, I., Vulić, Ž. et Blašković, I. (1970): OGK sfrj 1:100.000, L 33-102 Crikvenica, Sav. geol. zavod, Beograd.

(2) Grimani, I., Šušnjar, M., Bukovac, J., Milan, A., Nikler, L., Crnolatac, I., Šikić, D. et Blašković, I. (1973): Tumač za list Crikvenica, Sav. geol. zavod, Beograd.

(3) Prelogović, E., Blašković, I., Cvijanović, D., Skoko, D. et Aljinović, B. (1981): Seizmotektonske značajke vinodolskog područja, Geol. vjesnik 33, 75-93, Zagreb.

(4) Blašković, I. (1991): Raspored uzdužnih, reversnih i normalnih rasjeda i konstrukcija oblika i dubina ploha podvlačenja. Geol. vjesnik 44, 247-256, Zagreb. Primjena koncepcije na području Jadranskog mora, Pom. zbornik 28, 555-581, Rijeka.

(5) Blašković, I. (1983): O rasprostranjenosti i položaju pliocenskih i kvartarnih taložina u Vinodolu. Geol. vjesnik 36, 27-35, Zagreb.

(6) Prelogović, E. (1975): Neotektonska karta SR Hrvatske, Geol.vjesnik 28, 97-108, Zagreb.

(7) D' Ambrosi, C. (1975): L' Adriatico nel Quaternario, Atti Mus. Civ. St. Nat., 26(5), 129-175, Trieste.

(8) Prelogović, E. et Kranjec, V. (1983): Geološki razvitak područja Jadranskog mora, Pom. zbornik 21, 387-405, Rijeka

(9) Benac, Č. et Abranas, Ž. (1990): Sedimentacija u području ušća Rječine. Pom. zbornik 28, 593-609, Rijeka.

(10) Benac, Č. et Šegota, T. (1990): Potopljena ris-virmska abrazijska terasa u podmorju ispred Rijeke, Hrvatska, Geol. vjesnik 43, 43-52, Zagreb.

(11) Šegota, T. (1968): Morska razina u holocenu i mladjem virmu. Geograf. glasnik 30, 15-39, Zagreb.

(12) Jadranska autocesta. Dionica Vitoševo-Klenovica. Hidrogeološki radovi. Geološki izvještaj, Institut za geološka istraživanja, el.br. 164/90, 1990.

(13) Biondić, B., Cvijanović, D., Skoko, D. et Vulić, Ž. (1975): Seizmotektonska karata područja Rijeke, Zbornik radova 1. jug. simp. o seizmičkoj mikrorajonizaciji, 19, 1-5, Plitvička jezera.

(14) Cvijanović, D. (1988): Seizmičnost područja Jugoslavije, Seminar DGIT Dinamika tla, 1-19, Zagreb.

(15) Prelogović, E., Cvijanović, D., Aljinović, B., Skoko, D., Blašković, I. et Kranjec, V. (1982): Potresi u jadranskom području, Pom. zbornik 20, 413-431, Rijeka.

(16) Studija korištenja kamenoloma u općini Crikvenica, Gradjevinski institut OOUR FGZ Rijeka, el. br. 6400-1-512861/91, 1991.