

## 2 Geomorfološke značilnosti morskega dna, obale in zaledja

*Karel Natek, Blaž Repe, Uroš Stepišnik*

### 2.1 Geomorfološke razmere zaledja

Za razliko od tektonsko močno razčlenjenega območja Kraškega roba je gričevnato zaledje naše obale geološko razmeroma enovito, tako da geološka zgradba v večjem delu pokrajine nima ključne vloge pri izoblikovanosti površja. Kamninska podlaga je večinoma eocenski fliš z menjavanjem plasti laporja in peščenjaka, vendar se razlike med njimi kažejo le v drobni izoblikovanosti površja kot pobočne police ali nekaj metrov visoke stopnje z občasnimi slapovi v dnu dolin na debelejših plasteh odpornejšega apnenca, npr. na potoku Stranica pod vasjo Trebeše, Veli vir na Reki pod vasjo Sokoliči (Placer in sod., 2004). Prevladujoča reliefna značilnost so široka uravnjena slemena, »... živahno razčlenjena, na gosto razrezana z omrežjem rečic in potokov ter potočkov, izoblikovana v brezštevilne doline in dolinice ter grape, brda, gričke in griče, ki se po veliki večini držijo v dolgih pobočjih in hrbtih« (Melik, 1960, str. 146).

#### Geološka zgradba

Po starejši razlagi tektonske zgradbe sestavljajo preučevano območje naslednje tri tektonske enote: tržaški paleogeni bazen, tektonski prodor Savudrija–Buzet in luskasta struktura Čičarije (Pleničar, Polšak, Šikić, 1973, str. 41). Po novejši Placerjevi razlagi tektonske zgradbe Slovenije (Placer, 2008) je območje Koprskih brd del Jadransko–Apulijskega predgorja, ki sicer obsega velik del Istre. Tukajšnji fliš je po njegovem mnenju nastal ob razpadanju Jadransko–dinarske karbonatne platforme v začetku terciarja in se je odlagal v globljem morju ob njenem vznožju. Od srednjega miocena dalje naj bi se ta tektonska enota podirala pod Zunanje Dinaride vzdolž črnokalskega narivnega preloma.

V podlagi Koprskih brd so paleogeni morski sedimenti, ki so se v paleocenu in začetku eocena odlagali v plitvem morju (miliolidni, foraminiferski, alveolinski in numulitni apnenci); na površju se kažejo le ob prelomih ob severnem vznožju bujskega krasa ter na območju mesta Izole. V eocenu se je morje poglobilo in odtlej so nastajali globljemorski klastični sedimenti (fliš), iz katerih je največji del Koprskih brd. Fliš je sestavljen iz zaporednih sekvenc laporja, peščenjaka z vložki breč, numulitnih breč in apnencev in je rezultat odlaganja iz t.i. kalnih tokov, ki so se s takratnega kontinentalnega pobočja prožili proti globljemu morju (Pleničar, Polšak, Šikić, 1973, str. 30). Iz zmesi sedimentov in vode so se najprej odložili največji delci (iz

njih so nastale plasti peščenjaka), nato finejši glineni delci (lapor), sčasoma se je spet povrnila 'normalna' morska sedimentacija (plasti apnenca). Geologi so južno od Izole ugotovili štiri cikle pojavnosti plasti: začnejo se z numulitno apneno brečo, ki postaja navzgor vse bolj drobnostnata in preide v peščeni apnenec. Ta prehaja navzgor v lapornate plasti, v katerih so posamezni prodniki peščenega laporja in peščenjaka ter tanki vložki peščenjaka. Sledi izrazita litološka meja in navzgor ponovno numulitne apnene breče naslednjega ciklusa; debelina ciklusov znaša od 50 do 100 m (Pleničar, Polšak, Šikić, 1973, str. 31).

*Slika 2.1: Plasti eocenskega fliša v Strunjanskem klifu. (foto: D. Ogrin)*



Na južni strani se nad Piranskim zalivom in dolino ob spodnji Dragonji z razmeroma strmim robom dviguje 3 do 5 km širok, močno zakrasel hrbet iz krednega apnenca, t.i. bujski kras oziroma bujska antiklinala. Pri Kaštelu, ki stoji na zgornjem robu strmega pobočja, znaša višinska razlika med uravnjenim in zakraselim vršnim delom ter dolinskim dnom ob Dragonji okoli 160 m, pri Kanegri okoli 80 m; povprečni nakloni znašajo od 17 do 35°. Apnenčaste plasti zmerno vpadajo proti severu in jugu, na jugovzhodnem koncu pri Buzetu pa apnenčasti hrbet potone pod paleogenske sklade (Pleničar, Polšak, Šikić, 1973, str. 31). Placer (2008, str. 211–212) ima to strukturo za del Jadransko-Apulijskega predgorja, dela Jadranske mikroplošče.

Območje črnokalskega naravnega preloma predstavlja vzhodno mejo gričevnatega zaledja naše obale in se v pokrajini kaže kot izrazita strukturna stopnja in pokrajinska ločnica – Kraški rob. V Sloveniji imamo malo takšnih izrazitih ločnic, na tem robu pa se prekrivajo tako naravnogeografske (reliefne, podnebne, vegetacijske) kot družbenogeografske značilnosti (večstoletna meja med Beneško republiko in habsburškim imperijem). Po starejši geološki razlagi je to luskasta struktura Čičarije, sestavljena iz več kot 20 majhnih lusk (zelo poleglih

gub ali manjših narivov), v katerih se menjavajo plasti odpornejših alveolinskih in numulitnih apnencev ter manj odpornega fliša, po Placerju (2008, str. 215) pa je to narivna meja med Zunanji Dinaridi in Jadransko-Apulijskim predgorjem. Skladi v glavnem vpadajo proti severovzhodu pod kotom 20 do 40° (Pleničar, Polšak, Šikić, 1973, str. 42). V apnenčastih plasteh so nastale nizke stene ali strma pobočja, v manj odpornih flišnih plasteh so položnejša pobočja in manjše pobočne police. Zlasti okrog Rakitovca v južnem delu Kraškega roba so luske zelo drobne in številne, prav pri tej vasi je v dolžini enega kilometra na površju kar pet lusk (Natek in sod., 1993).

**Slika 2.2:** Luskasta zgradba Kraškega roba v okolici Zanigrada. (foto: D. Ogrin)



Narivna/luskasta zgradba plasti se kaže v reliefu še zahodno od Kraškega roba, oziroma od pasu nižjega površja ob zgornjem toku Rižane in Osapske reke. Na manjši apnenčasti luski stoji taborska cerkev v Hrastovljah, precej večje apnenčaste luske s skladnimi severovzhodnimi pobočji so Krasca (272 m), Griža (263 m), podolgovati hrbet Lačne (451 m) južno od Kubeda, ki stoji prav ob tesni vrzeli v tem ozkem hrbtu, pa dolg hrbet Vela griža (417 m) – Gradec (410 m) – Veliki Badin (359 m) med Movraško ter Gračiško in Lukinsko valo. Proti zahodu postaja luskasta zgradba na površju vse manj očitna, zelo verjetno pa se nadaljuje pod plastmi eocenskega fliša še dlje proti zahodu (Pleničar, Polšak, Šikić, 1973, str. 42). Zmanjševanje tektonskih pritiskov proti jugozahodu se kaže tudi v nagnjenosti plasti eocenskega fliša na površju: v vzhodnem delu Koprskih brd plasti zmerno vpadajo proti severovzhodu, proti zahodu pa so skladi le rahlo in na drobno nagubani, vpadni kot plasti je čedalje manjši, v najzahodnejših delih ob obali so ponekod že skoraj v vodoravni legi ali vpadajo v različne smeri pod zelo majhnim kotom, npr. na Debelem rtiču, pri Strunjanu in Piranu.

## Izoblikovanost površja

Glavna značilnost Koprskih brd so ».. široka slemena v n.v. 250–400 m, vmes so globoko vrezane doline s strmimi pobočji in težko prehodnimi povirnimi grapami« (Natek, Natek 2008, str. 27). V grobem prevladuje usmerjenost glavnih slemen in dolin od vzhoda proti zahodu, tako da se menjavanje teh dveh oblik izrazito kaže tudi v izoblikovanosti same obale: ob ustjih obeh večjih dolin (Rižane in Dragonje) sta širši naplavni ravnici in v njunem zahodnem nadaljevanju tudi oba večja zaliva ob naši obali (Koprski in Piranski zaliv), vmes sega gričevje neposredno do obale in se ponekod končuje z izrazitimi klifi tik nad morsko obalo. Že starejši preučevalci so ugotovili povezanost med velikostjo dolin in zalivov (večji vodotok oziroma dolina se steka v večji zaliv), kar nedvomno kaže, da so današnji zalivi zgolj potopljeni spodnji deli rečnih dolin (Kokole, 1956; Melik, 1960; Šifrer, 1965).

Izrazito uravnanost slemen je slikovito opisal Melik (1960, str. 161–162): »Glavni značaj dajejo pokrajini široki ploščati hribi, ki se vlečejo med grapami. Marsikje delajo vtis ravnih gora. Njihova višina se giblje največ med 440–470 m, a se proti zahodu spušča na ovršne ravnote nekaj malega nad 400 m. Nad njimi se dvigajo le redke še višje kope, okrog 480 m visoko. ... Ob tej najvišji vršini so v bočju izoblikovane terase in zaobljeni položni presledki, zlasti lepo vidno v klinih in pomolih med pritoki.« Kokole (1956) je v takratnem prevladujočem okviru Davisove teorije o cikličnem razvoju reliefa opredelil najvišje uravnane dele površja na nadmorskih višinah okoli 500 m kot ostanke nekdanjega pliocenskega peneplena, niz t.i. slemenskih nivojev pod to višino pa kot rezultat postopnega postpliocenskega zniževanja erozijske baze. Takšna razlaga je danes zastarela, v mnogih primerih je moč ugotoviti, da so uravnani deli slemen povezani z odpornejšimi plastmi peščenjaka ali apnenca v flišu, čeprav to podrobno še ni bilo preučeno.

**Slika 2.3: Za Koprška brda so značilna široka slemena z vmesnimi globoko vrezanimi dolinami. (foto: D. Ogrin)**





V priobalnem delu gričevja je Šifrer (1965) ugotovil šest nivojev teras in jih povezal z velikimi nihanji višine morske gladine v pleistocenu (5–10 m, 15–20 m, 28–35 m, 50–60 m, 80–110 m, 120–130 m in 150–160 m). Ker na njih za zdaj nismo našli korelativnih naplavin ali fosilnih ostankov in ne razpolagamo z absolutnimi datacijami, te hipoteze ni moč niti potrditi niti ovreči. Dejstvo je, da so velika nihanja gladine Sredozemskega morja v pliocenu in kvartarju dokazali na nekaterih drugih obalnih območjih, vendar ujemanje višin terasnih ostankov ni dovolj za dokončno potrditev, saj je treba upoštevati tudi živahno tektonsko aktivnost in možnost, da so vsaj nekatere od teh 'teras' v Koprskih brdih skoraj zagotovo tudi posledica odpornejših plasti v flišu.

## Recentni geomorfni procesi

Za izoblikovanost površja sta ključnega pomena dve značilnosti fliša: razmeroma šibka odpornost proti preperevanju in neprepustnost za vodo. Zaradi velikega deleža lapornatih plasti je flišna podlaga sklenjeno in na debelo prekrita z ilovnato preperino, zaradi neprepustne podlage pa celoten presežek padavin odteka površinsko. Koprška brda so poleg visokogorskega sveta edina slovenska pokrajina z izrazitimi erozijskimi žarišči; poleg neprepustne podlage k temu prispevajo podnebne značilnosti (intenzivnost padavin, evapotranspiracija) in v preteklosti človek s kmetijsko rabo strmih pobočij. Vpliv slednjega na razširjenost erozijskih žarišč se kaže v njihovem hitrem zaraščanju v zadnjih desetletjih, kar je posledica izrazito zmanjšanega pritiska na obdelovalne površine. Po mnenju Titla (1965) je ta pritisk dosegel vrhunec v drugi polovici 19. stoletja, ko je domače prebivalstvo zaradi velikega povpraševanja po kmetijskih pridelkih v Trstu intenzivno širilo obdelovalne terase celo na severna in zelo strma pobočja, veliko obremenitev okolja je predstavljala tudi pašna živinoreja. To seveda ne pomeni, da so erozijska žarišča nastala šele takrat, zanesljivo pa je to preprečevalo ponovno zaraščanje teh površin z avtohtonim rastlinstvom.

V obdobju med obema svetovnjima vojnama » ... je erodiranost zemljišč gotovo predstavljala problem, saj so jo v tridesetih letih, v času velikih melioracijskih del [obdobje italijanske okupacije; op. pisca], skušali sanirati s sajenjem črnega bora« (Staut, 2004, str. 122). Tudi po drugi svetovni vojni so občasno nadaljevali s stabilizacijskimi deli, tako s pogozdovanjem kot z gradnjo protierozijskih pregrad in drugimi ukrepi, s čimer so močno zmanjšali količino sproščenega materiala (Globevnik, 2001; Staut, 2004).

Erozijska žarišča in jakost denudacijskih ter erozijskih procesov so razmeroma dobro poznani v porečju Dragonje, podobne razmere pa so tudi v drugih delih Koprskih brd. Natek (1990, str. 61) je s pomočjo letalskih posnetkov iz leta 1975 v porečju Dragonje ugotovil 304 erozijska žarišča s skupno površino 486 hektarjev ter 936 grap in večjih erozijskih jarkov s skupno dolžino 278,9 km. Staut (2004, str. 114) je primerjal obseg erozijskih žarišč v porečju Dragonje med letoma 1957 in 2003 ter ugotovil zmanjšanje z 2,74 km<sup>2</sup> na vsega 0,36 km<sup>2</sup>. To je povzročilo tudi bistveno zmanjšanje sproščanja materiala s teh erozijskih žarišč in ostalih pobočij v celotnem porečju Dragonje. Na Podjetju za urejanje hudournikov so v letu 1971 količino tega materiala s pomočjo Gavrilovičeve metode ocenili na 44.000 m<sup>3</sup>/leto (citirano

po: Staut, 2004, str. 122), medtem ko je Staut z isto metodo, vendar z nekoliko drugačnimi koeficienti, za isto leto ocenil količino sproščenega materiala na 26.665 m<sup>3</sup>/leto in za leto 2003 bistveno zmanjšanje na vsega 6.665 m<sup>3</sup>/leto (Staut 2004, str. 112).

*Slika 2.4: Erozijsko žarišče Na babah v zgornji Rižanski dolini. (foto: D. Ogrin)*



Še natančnejše podatke o jakosti denudacijskih in erozijskih procesov je na podlagi enoletnih meritev (od aprila 2005 do aprila 2006) pridobil Zorn (2007; Zorn, Mikoš, 2008, 2009). S pomočjo erozijskih polj velikosti 1 x 1 m je prišel do naslednjih rezultatov: z golih tal v mlademu nasadu oljk (naklon pobočja 5,5°) je v letu dni odneslo 90.134,3 kg materiala z vsakega hektarja površine, s travnika v zaraščanju (naklon 9°) je v istem času odneslo samo 1681,5 kg/ha, iz gozda na položnejšem pobočju (naklon 8°) 3.911,5 kg/ha in iz gozda na strmejšem pobočju 4.148,7 kg/ha. Ker je kamninska podlaga v celotnih Koprskih brdih povsem enaka in tudi ostali dejavniki niso bistveno drugačni, lahko te vrednosti ekstrapoliramo na celotno gričevje. Žal nimamo podobno natančnih podatkov za druga območja v Sloveniji, a nam ti rezultati dobro pojasnjujejo 'trdoživost' erozijskih žarišč, ki se zelo počasi zaraščajo, in velike količine drobnih naplavin v dnu večjih dolin in ob njihovem izteku v morje, predvsem ob izlivu Dragonje in Rižane.

## 2.2 Geomorfološke značilnosti obale in morja

Obala je meja med morjem in kopnim in je rezultat delovanja geomorfnih procesov v morju in na kopnem. Slovensko obalo uvrščamo v riaški tip obale, kjer v notranjosti zalivov reke in

potoki nanašajo material in ustvarjajo obsežne obalne ravnice, na obalah flišnih polotokov pa je abrazija oblikovala klife. Manjši del obale, na območju Izole, je izoblikovan v apnencih.

Današnja slovenska obala je izredno dinamična, saj je rezultat delovanja intenzivnih abrazijskih in akumulacijskih geomorfni procesov na eni strani in podnebnih sprememb v holocenu, ki so povzročile transgresijo morja, na drugi strani. Spremembe morske gladine in geomorfne procese, povezane z njimi, so na območju Slovenske Istre in vzhodnega Jadrana raziskovali številni znanstveniki (npr. Šifrer, 1965; Šegota, 1968, 1973; Gams, 1970; Radinja, 1973; Kozličič, 1987; Ogorelec in sod., 1987; Šegota in Filipčič, 1991; Marocco, 1991, 1998; Žumer, 1990; Correggiari in sod., 1996; Orožen Adamič, 2002). Njihova odkritja so v skladu s splošnimi ugotovitvami globalnega dviga morske gladine, ki je bila preučena na podlagi datacij s  $^{14}\text{C}$  in Th/U (Fairbanks, 1989, 1990).

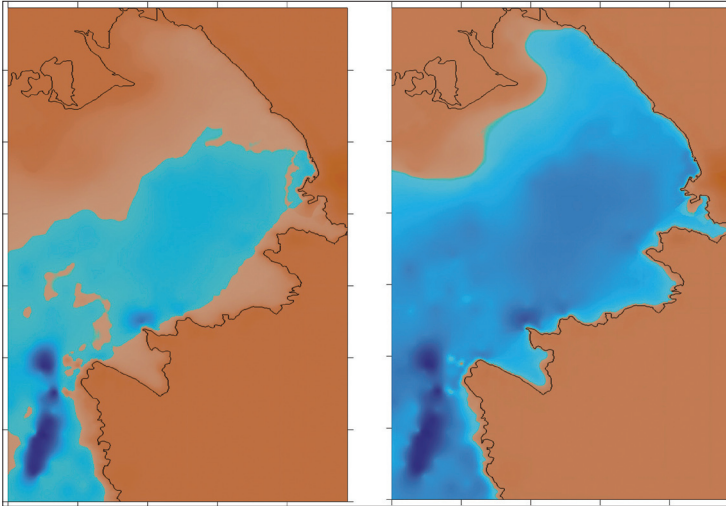
Obala oziroma morska gladina je bila v času viška würmske poledenitve pred 18.000 leti približno 120 metrov nižja, kot je danes, in je segala nekje do črte Zadar–Ancona. Dvig morja ob koncu pleistocena je bil sprva hiter, saj se je morska gladina v povprečju dvigovala za več kot 10 metrov v 1.000 letih. Največji obseg morja v severnem Jadranu je bil ugotovljen pred približno 5.000 leti, ko je segalo še približno 50 kilometrov v notranjost delte Pada, prav tako je bilo poplavljen območje Beneške lagune in lagun pri Maranu in Gradežu. Kasneje se je dvigovanje precej upočasnilo; v zadnjih 2.000 letih se je morje dvignilo le še za okrog 2 metra, kar pomeni v povprečju 1 mm na leto (Ogorelec in sod., 1997). Rečna akumulacija je bila v zadnjih 5.000 letih hitrejša od dviganja morske gladine, zato se deli obal, kamor reke nanašajo gradivo, počasi pomikajo v morje. To je posebej očitno ob izlivu Pada, Tilmenta in Soče, na območju Slovenije pa ob izlivu Rižane, Dragonje in Drnice.

Kot je bilo že omenjeno, je bila obala Jadranskega morja v času viška zadnje poledenitve na območju današnjega srednjega Jadrana. Paleogeografske razmere v skrajnem severnem delu Jadranskega morja, ki danes pripada Sloveniji, lahko približno rekonstruiramo na podlagi podmorskega reliefa. Hidrološke razmere najverjetneje niso bile dosti drugačne od današnjih. S severa je na območje današnjega Tržaškega zaliva pritekala reka Soča in na celotnem območju akumulirala izdatne količine fluvioglacialnih prodnih nanosov. Timava je najverjetneje izvirala tam, kjer izvira danes; je kraška reka in ne prenaša večjih količin mehanskega materiala. Tako jo je Soča s svojimi nanosi odrinila proti jugovzhodu pod planoto Kras in ob Koprsko brda. Iz smeri jugovzhoda sta predvsem Rižana in Dragonja nanašali obsežne količine proda, ki ponekod segajo tudi do 113 metrov pod današnjo morsko gladino (Šifrer, 1965). S paleogeografsko rekonstrukcijo toka Timave lahko tudi pojasnimo, zakaj se najgloblji del Tržaškega zaliva nahaja v njegovem vzhodnem in jugovzhodnem delu – pod planoto Kras in vzdolž današnje slovenske obale.

Na podlagi podmorske topografije in datacije sedimentov v Koprskem zalivu sklepajo (Ogorelec in sod., 1997), da je morje pred približno 10.000 leti prvič v holocenu doseglo območje današnjega slovenskega morja. Ozek morski zaliv je segal ob današnji obali Slovenije v smeri severovzhoda in je verjetno obsegal tudi zunanji del današnjega Piranskega zaliva (Šifrer,

1965) in zagotovo notranji del Koprskega zaliva, nekje do območja med Žusterno in Kopro (Ogorelec in sod., 1997).

**Slika 2.5:** Širše območje Tržaškega zaliva 7.500 let pred sedanostjo, ko je bila gladina morja 20 m pod sedanjo (levo), in 6.000 let pred sedanostjo (desno), ko je bila gladina morja 10 m nižja od sedanje (Fairbanks, 1989).



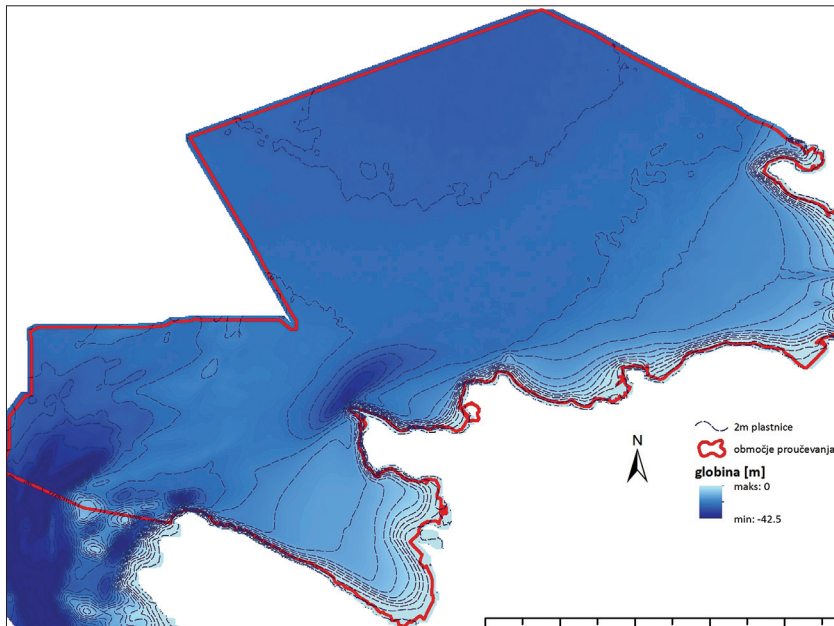
Nagla transgresija morja je trajala do 5.000 let pred sedanostjo in je zapolnila skoraj celotno kadunjo današnjega slovenskega morja. Dinamika rečne akumulacije ni sledila naglemu dvigu morske gladine, zato so bila ustja rek umaknjena globlje v rečne doline. Na podlagi podatkov iz vrtnin vemo, da je bilo na območju današnjega ustja Rižane morje globoko okoli 15 metrov (Ogorelec in sod., 1997). Podobno je bilo tudi v Piranskem zalivu, saj se drobnozrnati sedimenti, najverjetneje iz morskega sedimentacijskega okolja, v severnem delu Sečoveljskih solin nahajajo na globini približno 100 metrov, menjavanje frakcij proda in drobnozrnatih sedimentov pa lahko spremljamo v vrtninah med vasema Dragonja in Sečovlje (Šifrer, 1965).

Naglemu dvigu morske gladine do približno 5.000 let pred sedanostjo je sledilo obdobje njenega počasnega dvigovanja. Tedaj je bila slovenska obalna črta podobna današnji, le strmi klifni deli obale so segali globlje v morje, nizke akumulacijske ravnice ob izlivih rek pa so bile pomaknjene globlje v kopno. Sledilo je obdobje abrazije klifnih delov obale in akumulacije v potopljenih rečnih dolinah. Obsežna abrazijska polica približno 10 metrov pod današnjo morsko gladino, ki se nahaja pretežno pod današnjimi klifi, nam priča o počasnem dvigu morja in spremljajočih abrazijskih procesih v zadnjih 5.000 letih, ko je morje segalo približno do te globine (Orožen Adamič, 1981, str. 43). V tem času je bila hitrost umikanja klifov pogojena z lokalno kamninsko zgradbo in njihovo izpostavljenostjo. Tako se je klif pod cerkvijo sv. Jurija v Piranu v zadnjih 5.000 letih umaknil za približno 75 metrov, klifi v južnem delu Strunjanskega zaliva pri Pacugu za 120 metrov, ob rtiču Strunjan za 75 metrov, na rtiču Ronek



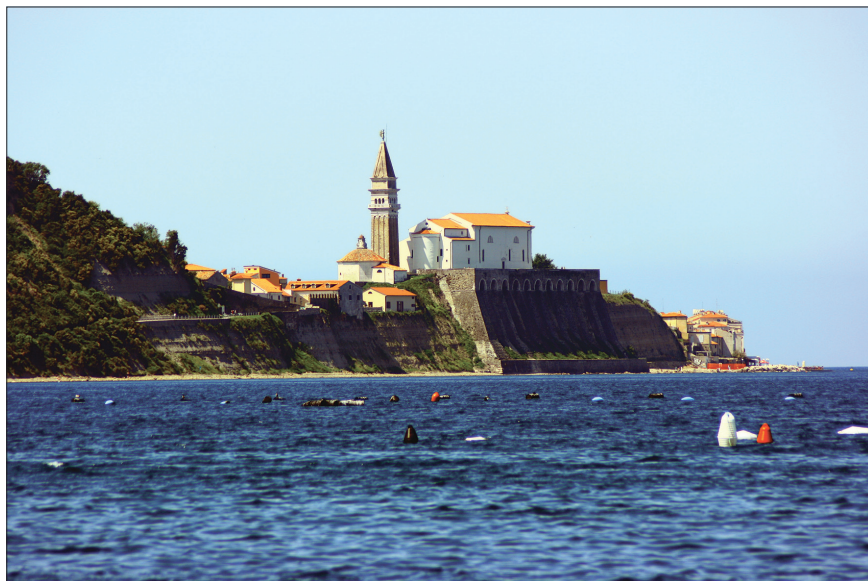
za približno 100 metrov in klif pod Belvederjem za približno 150 metrov. Širino abrazijske police pod klifom med Izolo in Koprrom je zaradi antropogenih sprememb obale težko določiti, njen potopljeni del je širok od 150 do 200 metrov. Abrazijska polica med Ankaranom in Debelim rtičem je široka približno 150 metrov, med Debelim rtičem in državno mejo z Italijo v Zalivu Sv. Jerneja pa približno 100 metrov. Najobsežnejša abrazijska polica v slovenskem morju se nahaja pred Debelim rtičem, kjer je široka kar 300 metrov (slika 2.6).

**Slika 2.6:** Podmorski relief slovenskega morja.



Na podlagi podatkov o širini abrazijskih polic lahko sklepamo, da je povprečna hitrost umikanja klifov ob naši obali v zadnjih 5.000 letih med 1,5 in 6 cm na leto. Dinamika umikanja je odvisna predvsem od litološke zgradbe; v primeru piranskega klifa, kjer prevladujejo skladi flišnega peščenjaka, in rtičev Ronek in Strunjan, kjer izdanjajo odpornejše plasti apnencev, je hitrost umikanja klifov najmanjša. V primeru klifov, kjer prevladujejo plasti laporjev, kar je posebej očitno na Debelem rtiču, pa je umikanje hitrejše in dosega nekajkrat večje vrednosti. Tem vrednostim ustrezajo tudi ocene umika klifa na območju piranske stolnice, kjer se je klif v zadnjih 300 letih umaknil za 6 do 7 metrov, kar znaša približno 1 do 2 cm na leto (Žumer, 1990). Še večjo dinamiko umika klifa v zadnjem času pa lahko potrdimo na območju Debelega rtiča, kjer so nemški strelski jarki in utrjen objekt (najverjetneje bunker) iz časa 2. svetovne vojne, ki so se nahajali nad klifom, že skoraj popolnoma odstranjeni. Ocenjujemo, da se je ta klif v zadnjih 70 letih umaknil za približno 5 metrov, kar ustreza povprečju umikanja klifov v zadnjih 5.000 letih.

*Slika 2.7: Da bi preprečili umikanje klifa in porušitev cerkve Sv. Jurija v Piranu, so klif in obalo pod njo utrдили s posebnim podpornim zidom. (foto: B. Repe)*



## Viri in literatura

- Correggiari, A., Roveri, M., Trincardi, F., 1996. Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic Sea. *Il Quaternario*, 9, str. 697–704.
- Fairbanks, R. G., 1989. A 17.000 year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep ocean circulation. *Nature*, 342, str. 637–642.
- Fairbanks, R. G. 1990. The age and origin of the “Younger Dryas climate event” in Greenland ice cores. *Paleoceanography*, 5, 1, str. 937–948.
- Gams, I., 1970. Severna obala Strunjskega polotoka. *Proteus*, 33-2, str. 56–62.
- Globovnik, L., 2001. Celosten pristop k urejanju voda v povodjih. Ljubljana, Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 167 str.
- Kokole, V., 1956. Morfologija Šavrinskega gričevja in njegovega obrobja. *Geografski zbornik*, 4, str. 185–119.
- Kozličič, M., 1987. Antička obalna linija Istre u svijetlu hidroarheoloških istraživanja. *Arheološka istraživanja u Istri*, 11, str. 135–165.
- Marocco, R., 1991. Evoluzione tardopleistocenica-olocenica del delta del F. Tagliamento e delle lagune di Marano e Grado. *Il Quaternario*, 1, str. 224–232.

- Marocco, R., 1998. Evoluzione quaternaria della Laguna di Marano. *Il Quaternario*, 2, str. 125–137.
- Melik, A., 1960. Slovenija. Knj. 4, Slovensko primorje. Ljubljana, Slovenska matica, 546 str.
- Ministrstvo za promet, 2004. Batimetrični model podmorskega reliefa 25 x 25 m. Ljubljana, Geodetski inštitut.
- Natek, K., 1990. Erozija v porečju Dragonje. V: Orožen Adamič, M. (ur.). *Primorje*. Portorož, Zveza geografskih društev Slovenije, str. 61–66.
- Natek, K., Natek, M., 2008. Slovenija – portret države. Ljubljana, 203 str.
- Natek, K., Žumer, J., Ogrin, D., Topole, M., Hrvatina, M., Gabrovec, M., 1993. Geomorfološka inventarizacija Kraškega roba. Ljubljana, elaborat, 62 str.
- Ogorelec, B., Faganeli, J., Mišič, M., Čermelj, B., 1997. Reconstruction of paleoenvironment in the Bay of Koper (Gulf of Trieste, Northern Adriatic). *Annales*, 11, str. 87–200.
- Ogorelec, B., Mišič, M., Faganeli, J., Stegnar, P., Vrišer, B., Vukovič, A., 1987. Recentni sediment Koprškega zaliva. *Geologija*, 30, str. 79–92.
- Orožen Adamič, M., 1981. Prispevek k poznavanju izoblikovanosti podvodnega reliefa slovenske obale. *Geografski vestnik*, 53, str. 39–46.
- Orožen Adamič, M., 2002. Geomorfološke značilnosti Tržaškega zaliva in obrobja. *Dela*, 18, str. 143–155.
- Placer, L., 2008. Osnove tektonske razčlenitve Slovenije. *Geologija*, 51, 2, str. 205–217.
- Placer, L., Košir, A., Popit, T., Šmuc, A., Juvan, G., 2004. Buzetski narivni prelom v Istri in inverzne karbonatne megaplasti v eocenskem flišu v dolini Dragonje. *Geologija*, 47, 2, str. 193–198.
- Pleničar, M., Polšak, A., Šikić, D., 1973. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tolmač za list Trst. Beograd, Zvezni geološki zavod, 68 str.
- Radinja, D., 1973. Prispevek k poznavanju recentnega abrazijskega reliefa na primeru Strunjanske obale. Ljubljana, Mednarodni mladinski raziskovalni tabori 1971–1972, str. 72–94.
- Staut, M., 2004. Recentni erozijski procesi v porečju Dragonje. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 134 str.
- Šegota, T., 1968. Morska razina u holocenu i mlađem Würmu. *Geografski glasnik*, 30, str. 15–39.
- Šegota, T., 1973. Radiocarbon measurements and the Holocene and late Würm sea level rise. *Eiszeitalter und Gegenwart* 23/24, str. 107–115.

- Šegota, T., Filipčić, A., 1991. Arheološki i geološki pokazatelji holocenskog položaja razine mora na istočnoj obali Jadranskog mora. Zagreb, Radovi Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti 458/25, str. 149–172.
- Šifrer, M., 1965. Nova geomorfološka dognanja v Koprskem Primorju. Geografski zbornik, 9, str. 5–58.
- Titl, J., 1965. Socialnogeografski problemi na koprskem podeželju. Koper, Založba Lipa, 156 str.
- Zorn, M., 2007. Recentni geomorfni procesi na rečno-denudacijskem reliefu na primeru porečja Dragonje. Doktorsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 463 str.
- Zorn, M., Mikoš, M., 2008. Umikanje skalnih pobočij na erozijskih žariščih v Slovenski Istri. Geologija, 51, 1, str. 107–118.
- Zorn, M., Mikoš, M., 2009. Erozijska tal v slovenski Istri. Geologija, 52, 2, str. 221–232.
- Žumer J., 1990. Recentni razvoj klifov na obalah slovenske Istre. V: Natek, K. (ur.). Geomorfologija in geoeekologija, 5. znanstveno posvetovanje geomorfologov Jugoslavije. Ljubljana, str. 143–148.