

Kraški rob

Geološki prerez vzdolž AC Kozina – Koper

Kraški rob (landscape term)

Geologic section along the motorway Kozina – Koper (Capodistria)

Ladislav PLACER

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: lplacer@geo-zs.si

Ključne besede: Tektonika, meja Dinaridi – Jadransko-Apulijsko predgorje, Istra, podrivni pas, Kraški rob (pokrajinsko ime), kraški rob (geomorfološka stopnja)

Key words: Tectonics, the border Dinarides – Adria-Apulia foreland, Istria, subthrusting belt, Kraški rob (»Karst Edge«, landscape term), karst edge (kraški rob, geomorphologic step)

Izvleček

Geološki profil po avtocesti od Kozine do Kopra je v celoti odkril geološko zgradbo mejnega pasu med Jadransko-Apulijskim predgorjem in Dinaridi, ki je nastal pri podrivanju Jadransko-Apulijskega predgorja (Istra, Furlanija) pod Zunanje Dinaride (Kras, Čičarija). Pri tem se je znotraj podravnega pasu izoblikovala geomorfološka stopnja, ki je nastala tam, kjer je apnenec narinjen na fliš. Za del geomorfološke stopnje se je v zadnjem desetletju 20. stoletja uveljavil izraz Kraški rob. Glede na geološke in geomorfološke danosti je treba razlikovati **Kraški rob** kot pokrajinsko ime za stene nad dolinama Osapske reke in zgornje Rižane in **kraški rob** v splošnem pomenu, ki je sinonim za geomorfološko stopnjo iz prepadnih sten in strmih karbonatnih pobočij v celoti med izlivom Timave in Učko, ki tvorijo mejni pas med kraškim planotastim svetom Krasa in Čičarije na eni strani ter flišno Istro s tržaškim flišnim obalnim pasom na drugi.

Abstract

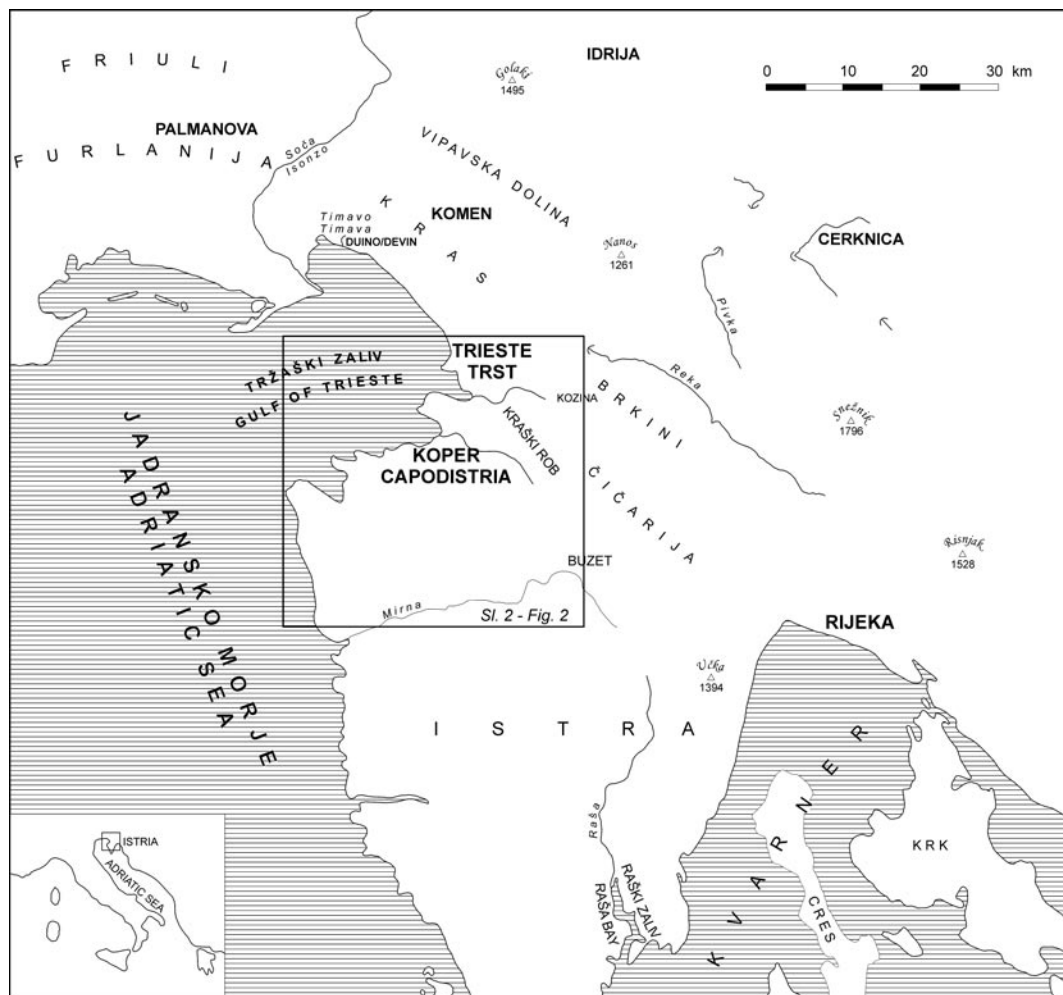
Geologic section along the motorway from Kozina to Koper in totality exposed geologic structure of the border belt between Adriatic-Apulian foreland and Dinarides that was formed by subthrusting of Adriatic-Apulian foreland (Istria, Friuli) underneath External Dinarides (Kras, Čičarija). During this process within the subthrusting belt a geomorphologic step was formed at sites where limestone became overthrust on flysch beds. A part of this geomorphologic step became known in the last decade of 20th century as the Kraški rob (Karst edge). With respect to geologic and geomorphologic considerations the term **Kraški rob** (»Karst Edge«) as landscape term for cliffs above the valleys of the Osapska reka and upper Rižana rivers should be distinguished from term **karst edge** (kraški rob) as a general term which is a synonym for the geomorphologic step consisting of precipitous cliffs and steep carbonate slopes situated entirely between the mouth of the river Timava and Mt. Učka that form the border belt between the karstic plateaus of Kras and Čičarije from one side, and the flysch Istria with the Trieste flysch coastal zone on the other side.

Uvod

Primorska avtocesta v celoti seka geomorfološko stopnjo med Čičarijo in Istro (sl. 1). S strukturno-geološkim kartiranjem zemeljskih del med gradnjo odseka avtoceste med Kozino in Srminom v letih 1999–2004 je bila natančneje ugotovljena njena geološka zgradba. Za del obravnavane stopnje se je v zadnjem desetletju 20. stoletja uveljavil izraz Kraški rob, ki pa doslej še ni bil natančneje opredeljen, zaradi česar ga različni avtorji različno razumejo. V tem sestavku poizkušamo postaviti izhodišče za njegovo definicijo.

Termin Kraški rob so po Ogrinu & Mužini (2005) prvi uporabili pisci zbornika

Kraški rob in Bržanija (1990), kot sinonim za ozemlje krajevnih skupnosti Črni Kal. Pojma v zborniku niso utemeljili niti natančneje omejili, vendar se je prijel (npr. Kunaver & Ogrin, 1993, Sovinc & Lipej, 2003). Toda posamezni pisci so ga razumeli različno, nekateri zelo široko kot geomorfološko stopnjo med Devinom in Učko, nekateri med Socerbom in Mlini. V projektu »Ohranitev in varstvo ogroženih habitatov in vrst na območju Kraškega roba« v okviru Life – Nature 2002 (Sovinc & Lipej, 2003) je v Kraški rob zajeto ostenje med Socerbom in Rakitovcem in del ozemlja nad in pod stenami, vendar brez sten med Kubedom in Mlini. Različno razumevanje Kraškega roba je povezano z različnimi zornimi koti



Sl. 1. Geografska skica ozemlja med Furlanijo in Kvarnerjem

Fig. 1. The geographic sketch map of the area between Friuli and Kvarner

gledanja na ta fenomen. Kljub raznolikemu pojmovanju pa je najpomembnejša za definicijo Kraškega roba njegova geomorfološka izraznost v obliki bolj ali manj razčlenjene reliefne stopnje brez katere sploh ne bi govorili o Kraškem robu, kot menita Ogrin in Mužina (2005), temveč kvečjemu o »kraškem robu« ali »robu krasa« nasproti flišnemu ozemlju. Ker pa je geomorfološka stopnja pogojena z geološkim razvojem, je treba fenomen Kraškega roba osvetliti z geološkega, geomorfološkega in geografskega vidika.

Geološka zgradba

Kraški rob leži v prehodnem pasu med Dinarskim gorstvom in Istro. Predstava o geološki zgradbi tega pasu se je v zadnjih desetletjih spreminjala in dopolnjevala skladno z regionalnimi geološkimi raziskavami. Ustrezno interpretacijam se je spreminjala tudi terminologija. Tako imenujejo to območje Šikić in Polšak (1963) Čičarija; Pleničar et alii (1973) luskasta struktura Čičarije; Šikić in Pleničar (1975) kredna-paleogenska zgradba Čičarije; Buser (1972, 1976) naluskana, oziroma luskasta zgradba Čičarije; Placer (1981) Čičarijska naluskana zgradba. Italijanski avtorji so nariv Tržaško-Komenskega antiklinorija proti jugozahodu obravnavali kot podaljšek reverzne ali narivne cone katere osrednji strukturni element je Palmanovski prelom (linea di Palmanova). Kartirajoči geologi so pri izdelavi Osnovne geološke karte SFRJ 1 : 100.000 uvajali terminologijo formalne regionalne tektonske rajonizacije po listih. Placer je leta 1981 povezal njihove ugotovitve v enoten kinematsko-dinamski model in uporabil termin, ki so ga uvedli Pleničar in sodelavci (1973) in Buser (1972, 1976). V dinamskem smislu je zgradbo zaledja Tržaškega zaliva in Istre razlagal kot enotni narivni model Zunanjih Dinaridov, tako tudi Caligaris in sodelavci (2003). Že prvi rezultati kartiranja AC Kozina-Koper pa so nakazali podpiranje Istre pod Dinarsko gorstvo (Placer, 2002, 2005; Placer et al., 2004) o čemer sta pisala že Blašković in Aljinović (1981). Razvil se je podrivni pas katerega potek v severni Istri je prikazan na sl. 2. V smislu tektonske rajonizacije gre za podpiranje Jadransko-Apuljskega predgorja pod Zunanje Dinaride.

Tu je treba ločevati pojma podpiranje in narivanje. Nasproti podrinjeni Istri stojita Trnovski in Hruški pokrov, ki kažeta na izrazit narivni mehanizem. Oba mehanizma si v geološki zgodovini sledita zaporedoma, krovno narivanje trnovskega sistema pokrovov je eocensko-oligocenske starosti, njegova inicialna struktura je najvišje ležeči Trnovski pokrov ali krovna enota nad njim. Podpiranje Istre pod Dinarsko gorstvo je zgornjemiocenske in postmiocenske starosti in je domnevno aktivno še danes (Rižnar et al., 2007, v tej reviji), njegova inicialna struktura je najnižje ležeči strukturni blok. Podpiranje in narivanje sta dinamska fenomena, morfologija narivov in podrivov pa je enaka, zato se uporablja elementarne termine, kot npr. narivni prelom in narivna cona, tudi znotraj podravnega pasu.

Termini kot kraški narivni rob, narivna zgradba Čičarije, čičarijska narivna zgradba, narivna zgradba roba Tržaško-Komenskega antiklinorija in podobno so opisni in sinonimi za zgradbo posameznih delov podravnega pasu, zato jih je mogoče uporabljati kot splošne izraze. Treba je tudi opozoriti na termina naluskana in narivna zgradba, ki kažeta na različno razumevanje značaja in dolžine narivanja. V prvem primeru gre za reverzne prelome in krajše premike, v drugem za narivne prelome in večje premike.

Podrivni pas v zaledju Istre in Tržaškega zaliva je sestavljen iz več narivnih con in je različno širok. V najširšem poznanim delu med Kozino in Koprom doseže 15-16 km. Mejo pasu tvorita na severovzhodu in jugozahodu mejni narivni coni. V vidnem območju se podrivni pas vleče od obale Tržaškega zaliva do obale Kvarnerskega zaliva v vzhodni Istri. Podrivni pas na površju sestavljajo zgornjekredne, paleocenske in spodnje in srednjeeocenske karbonatne kamnine Jadransko-Dinarske karbonatne platforme in eocenski fliš, ki je produkt njenega razpadanja. Geomorfološka stopnja v podrivnem pasu je pogojena z izdanki narivov karbonatnih kamnin na prehodni laporovec in eocenski fliš. Tam kjer je fliš narinjen na fliš ni morfoloških anomalij ali pa so te neizrazite. Antiklinalni greben ob vzhodni obali Istre je sestavni del podravnega pasu, vendar je sekundarno tektonsko deformiran in se v tem smislu loči od podravnega pasu v zaledju Istre.

Geološki prerez vzdolž AC Kozina – Koper

Profil na sl. 3A poteka po trasi avtoceste med Kozino in Koprom ter je projiciran na ravnino, ki je pravokotna na narivne strukture (sl. 2). Na njem je podana zgradba podrivnega pasu v celoti. Prikazano je tudi razmerje med podrivnim pasom in geomorfološko stopnjo na območju Črnega Kala.

Podrivni pas je sestavljen iz več narivnih con, ki se v vzdolžni smeri na večje razdalje prepletajo med seboj ali pa so ločene ali segmentirane in premiki narivanja bočno prehajajo od ene narivne cone na drugo. Naš profil poteka preko najširšega vidnega dela podrivnega pasu in je za celotni pas orientacijski ne pa referenčen. Bočne spremembe so namreč velike in tako vplivajo na zgradbo, da jih ni mogoče prikazati v enem profilu.

Opis profila je shematski. Stratigrafiji je posvečeno le toliko pozornosti kolikor je nujno potrebno za razumevanje vsebine in je povzeta po Jurkovšku in sodelavcih (1996). Najstarejše plasti pripadajo plastnatemu in neplastnatemu apnencu santonijsko-campanijske starosti z rudisti, biostromami in biohermami. Debelina teh plasti znaša največ 400 m. Nad njim leži diskordantno odloženi plastnat in tanko plastnat apnenec, lapornati apnenec in apnenčeva breča s tanjšimi izoliranimi plastmi črnega premoga ter v zgornjem delu plastnatega miliolidnega apnenca Liburnijske formacije. Ta je zgornjekredne maastrichtijske in spodnjeterciarne paleocenske starosti. Te plasti dosežejo največ 450 m. Sledi normalno odloženi plastnat alveolinski in numulitni apnenec spodnjeeocenske starosti (alveolinsko-numulitni apnenec). Debelina teh plasti znaša največ 300 m. Alveolinsko-numulitni apnenec prehaja v laporni apnenec in laporovec, ta pa v eocenske flišne plast, ki dosežejo debelino nekaj sto metrov. Za laporovec se je uveljavil izraz prehodne plasti ali prehodni laporovec.

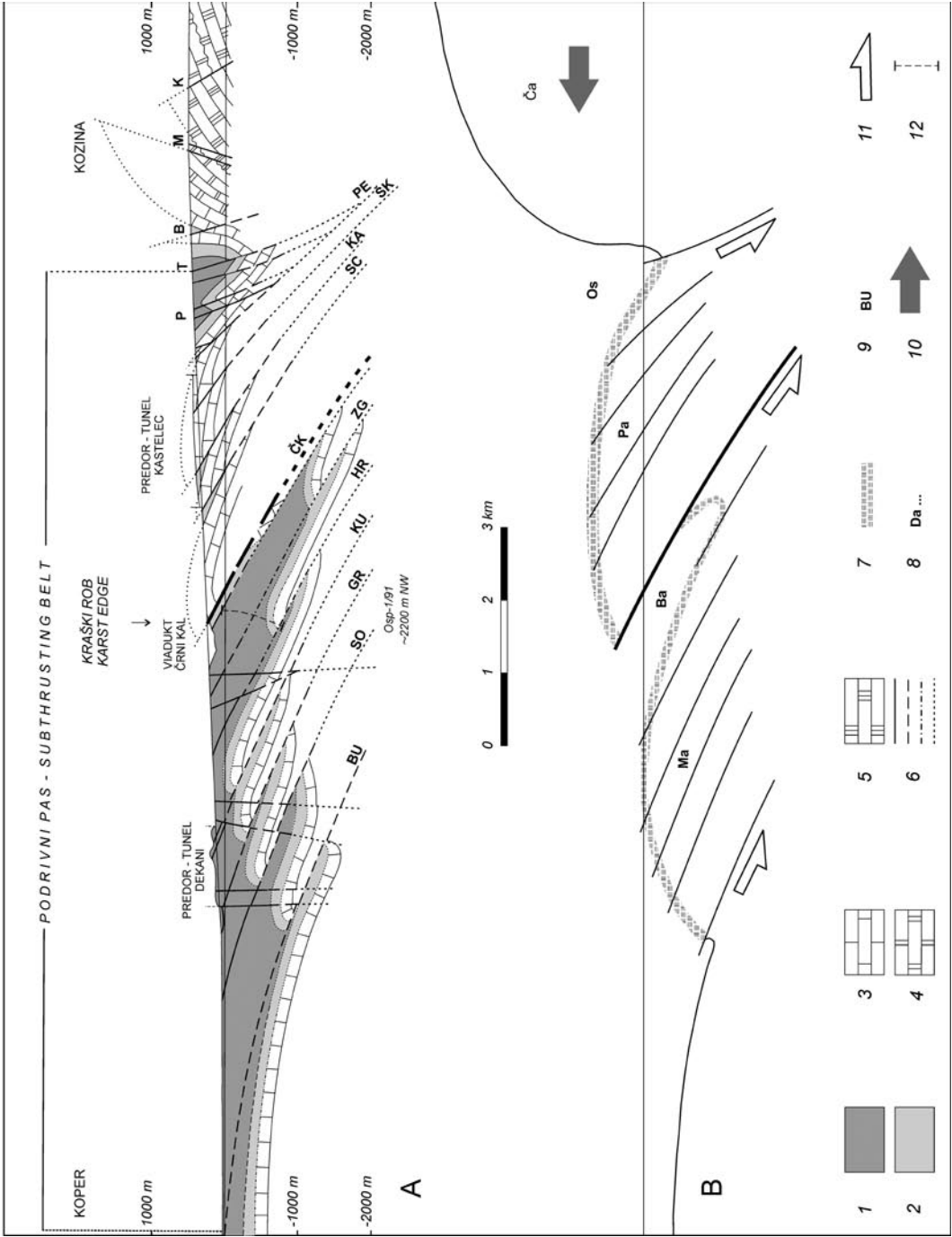
V profilu na sl. 3A so označeni nivo avtoceste, kastelski in dekanski predor ter črnokalski most. Merjeni podatki v trasi avtoceste o smeri in vpadu prelomnih ploskev so zabeleženi v oklepaju ob imenu preloma. Z mastnim tiskom so zabeležene meritve glavnih prelomnih ploskev, z navadnim tiskom pa meritve vzporednih prelomnih ploskev znotraj prelomne cone. Če je bila merjena ploskev izven trase avtoceste je

zabeležen kraj meritve. Strukturni opis profila poteka od severovzhoda proti jugozahodu. Prične se v jugozahodnem krilu skrajnega severozahodnega dela Čičarijskega antiklinorija, ki je na tem mestu reduciran na enostavno antiklinalo – Ča. Njeno jedro tvorijo plasti santonijsko-campanijske apnenca, krili pa plasti Liburnijske formacije in alveolinsko-numulitni apnenec. Kozinski poševnozmični prelom – K (10/60, 0/60, 0/70), Matarski prelom – M (205/65, 220/75, 30/90) in Brgodski prelom – B (60/70) niso povezani z genezo Čičarijskega antiklinorija, niti podrivnega pasu, temveč spadajo v neki drugi deformacijski krog, ki ga tu ne obravnavamo. Jugozahodno krilo antiklinale preide proti jugozahodu v Ocizelsko brahisinklinalo – Os s flišem v jedru, ki je ponekod poševna, ponekod pa rahlo prevrnjena proti jugozahodu. V jedru sinklinale nastopa prva narivna struktura podrivnega pasu v tem profilu, Trmunski reverzni prelom – T (60/70, 60/90) imenovan po ledini Trmun in kmalu zatem Preški reverzni prelom – P (70/70) imenovan po Prešnici. Oba spremlja več vzporednih prelomov. Interpretacija stika prehodnih plasti z alveolinsko-numulitnim apnencem v sinklinalnem sedlu je interpolacija poteka te meje na površju med Brgodom in Petrinjami na jugovzhodu ter Nasircem in Botačem na severozahodu.

Jugozahodno krilo Ocizelske brahisinklinale se proti jugozahodu izravna v obširni kraški večstopenjski ravnik iz alveolinsko-numulitnega apnenca, ki blago visi proti severozahodu in tone pod flišne plasti srednjega toka Glinščice. Ravnik je razkosan z narivnimi prelomi od najbolj strmega Petrinjskega narivnega preloma – PE (60/40, 60/35, 60/45), preko Škrkloviškega – ŠK (60/45), imenovanega po hribu Škrklovica (461 m) blizu kastelskega predora, Kastelskega – KA (80/30, 80/40) in Socerbskega – SC (70/20 po vrtnah v črnotiškem kamnolomu, 70/15 po konstruiranem vpadu med Socerbom in Bollyncem) do Črnokalskega narivnega preloma – ČK (60/10 v golici nad Gabrovico, 60/20 v golici pod Prebenegom v Italiji, 50/20 v useku hitre ceste nasproti strojne tovarne v Dolini v Italiji), ki tvori v obravnavanem profilu jugozahodno mejo ravnika. Vpadi omenjenih narivnih prelomov so bili merjeni v ploskvi ob kateri je alveolinsko-numulitni apnenec narinjen na prehodni laporovec, za katero smatramo, da je glavna narivna ploskev ali glavni narivni prelom širše narivne

cone. Ta zajema vzporedne narivne prelome v samem apnencu in v prehodnem laporovcu. Izjemi sta meritvi glavne narivne ploskve Črnokalskega narivnega preloma v Prebenu in Dolini, kjer sta talna in krovn

na gruda iz flišnih plasti, vendar je narivna cona toliko razkrita, da je mogoče določiti glavno narivno ploskev. Jugozaahodno od čela Črnokalskega narivnega preloma v obravnavanem profilu ni



več izdankov alveolinsko-numulitnega apnenca, ki je severovzhodno od tod praviloma gradil antiklinalno usločena čela narivnih grud. Nastopajo le narivne grude iz flišnih kamnin, ki so ob narivnih conah narinjene proti jugozahodu. Alveolinsko-numulitni apnenec je tu prekrit s flišnimi kamninami in izdanja le različno daleč jugovzhodno od profila. Pri kartiranju zemeljskih del so bile ugotovljene zaporedoma od Črnokalskega narivnega preloma proti jugozahodu naslednje narivne cone: Zaniogradska – ZG, Hrastoveljska – HR, Kubejska – KU, Gračiška – GR, Sočerska – SO in Buzetska narivna cona – BU. Pri tem je pomembno omeniti razliko v zgradbi narivnih con severovzhodno in jugozahodno od Črnokalske narivnega preloma. Od Petrinjskega do Črnokalskega narivnega preloma je razmeroma lahko ločiti glavno narivno ploskev, v tem primeru glavni narivni prelom, od spremljajočih narivnih prelomov, zato je smiselno določno omenjati Črnokalski in druge narivne prelome, same narivne cone pa so tu debele le nekaj deset metrov. V narivih fliša na fliš pa dosežejo narivne cone izjemno debelino, do več sto metrov in je le v primerih popolne razkritosti mogoče določiti glavno narivno ploskev. Povsod pa je mogoče omejiti širino narivne cone, oziroma njen presek s površjem. Zato je na tem odseku primerneje uporabljati ta termin. Zaniogradska narivna cona se v trasi AC pojavi v jugozahodnem izteku Črnokalskega mostu in sega do sedla med Škrljevico in Belicami (40/30, 50/30, 60/30). Zaradi velike debeline, skoraj

350 m, so deformacije v njej razpršene na manjše narivne prelome in medplastne premike. Čelna guba alveolinsko-numulitnega apnenca v narivni grudi nad narivno cono izdanja v Zaniogradu. Hrastoveljska narivna cona dosega v useku AC debelino le nekaj deset metrov, zaradi česar so flišne kamnine v njej močno zgnetene (30/15), na odseku od ankaranskega krožišča proti Škofijam pa je odkrita na dolžini okoli 400 m in dosega debelino okoli 200 m (40/20, 40/25). Alveolinsko-numulitni apnenec v narivni grudi te narivne cone izdanja med Hrastovljami in Dolino. Kubejska narivna cona je bila v trasi AC kartirana ob vzhodnem ustju dekankega predora (50/30, 35/30). Najlepše jo poudarjajo rahlo inverzne subvertikalne plasti prevrnjene gube v desnem pobočju pritoka Tinjanskega potoka, ki izvira pod vasjo Kolombar pri Tinjanu in teče pod avtocesto tik pred vzhodnim ustjem dekankega predora. Po izrazitih gubah in manj poudarjenih narivnih prelomih izgleda, da se Kubejska narivna cona od Kubeda proti severozahodu polagoma izklinja in se zahodno od Kolombara že močno oslABLJENA naslanja na Hrastoveljsko narivno cono. Alveolinsko-numulitni apnenec v pripadajoči narivni grudi izdanja na hribu Griža severozahodno od Kubeda. Gračiško narivno cono je bilo mogoče na trasi AC slediti od zahodnega ustja dekankega predora do ankaranskega krožišča in na odcepu za škofije (20/20). Vidna je tudi v Milokih nad zalivom Sv. Jerneja za Debelim rtičem. Alveolinsko-numulitni apnenec v pripadajoči

Sl. 3. Zgradba podrivnega pasu: **A** Poenostavljen geološki prerez podrivnega pasu vzdolž avtoceste Kozina – Koper. Projekcija na ravnino P – P (sl. 2); **B** Razčlenitev narivne in podrivne geometrije

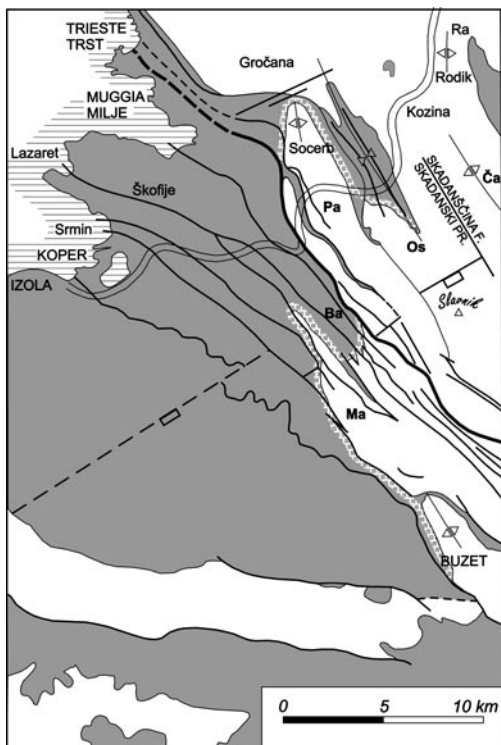
1. Eocenski fliš; 2. Prehodni laporovec (prehodne plasti); 3. Srednjeocenski alveolinsko-numulitni apnenec; 4. Paleocenski in maastrichtijski apnenec (Liburnijska formacija); 5. Zgornjekredni apnenec; 6. Geološka meja: vidna, ekstrapolirana, določena z geofizikalnimi metodami in globokimi vrtnami, hipotetična; 7. Ovojnica čel narivnih grud po meji alveolinsko-numulitnega apnenca s prehodnim laporovcem; 8. Razčlenjene gube; **Pa** – Podgorska razčlenjena antiklinala, **Bs** – Bržanska razčlenjena sinklinala, **Ma** – Movraška razčlenjena antiklinala; 9. Narivni prelomi, narivne cone, reverzni prelomi, prelomi, gube. Glej legendo na sl. 2; 10. Smer narivanja Dinaridov v zgornjem eocenu do spodnjem oligocenu (Čičarijski antiklinorij, Rodiška antiklinala); 11. Smer podrivanja Istre po srednjem miocenu; 12. Vrtina Osp-1/91

Fig. 3. The structure of the subthrusting belt: **A** Simplified geologic section along the motorway Kozina – Koper. Projection on the plane P – P (fig. 2); **B** Subdivision of the thrusting and subthrusting geometry

1. Eocene flysch; 2. Transitional marl (transitional beds); Middle Eocene alveoline-numulite limestone; 4. Paleocene and Maastrichtian limestone (Liburnian Formation); 5. Upper Cretaceous limestone; 6. Geologic border: extrapolation, determined by geophysical methods and boreholes, hypothetical; 7. Enveloping line of fronts of thrust blocks following the boundary of alveolinsko-numulitic limestone with the transitional marl; 8. Segmented folds: **Pa** – Podgorje segmented anticline, **Bs** – Bržanija segmented syncline, **Ma** – Movraž segmented anticline; 9. Thrust faults, thrust fault zones, reverse faults, faults, folds. See the explanation on the fig. 2; 10. Thrusting direction of the Dinarides in the Upper Eocene – Lower Oligocene (Čičarija anticlinorium, Rodik anticline); 11. Subthrusting direction of the Istria after Middle Miocene; 12. Borehole Osp-1/91

narivni grudi izdanja v Gračišču. Sočerska narivna cona zaradi prekritosti ni bila kartirana v trasi AC temveč v njeni bližini na griču Srmin v starem laporokopu (20/20) in na Pobegih ter Sv. Antonu. V pripadajoči narivni grudi izdanja alveolinsko-numulitni apnenec v Lukinih pri Sočergi. Buzetska narivna cona je skrajna jugozahodna meja podrivnega pasu. Na trasi AC ni bila vidna nikjer, ker v času njene izgradnje med ankaranskim krožiščem in Koprom geološko-strukturna spremljava ni bila predvidena. Odkrita je bila najprej v zgornji Dragonji (Placer et al., 2004) in nato sledena do naselja Triban v bližini Škocjana pri Kopru. Za Buzetsko narivno cono je značilno, da je obseg deformacij ob njej na območju zgornje Dragonje zelo velik, saj znaša širina pasu inverznih plasti pod glavno narivno ploskvijo 1,5 km, ocenjena debelina inverzije od glavne narivne ploskve do osi obnarivne polegla sinklinale pa okoli 400 m. Obseg inverzije se proti severozahodu hitro zmanjšuje in je pri Tribanu neznaten. To kaže na padanje intenzitete narivanja proti severozahodu kot je bilo že omenjeno pri Kubejski narivni coni.

Konstrukcija globinskih razmer v profilu na sl. 3A sloni na podatkih vrtine Osp-1/91, na razporeditvi kontaktov med alveolinsko-numulitnim apnencem in prehodnim laporvcem v posameznih narivnih grudah, ki jih je na površju mogoče povezati z ovojnicco od Buzeta preko Kubeda, Hrastovelj, Zanigrada, Ospa, Socerba, Boljubca in Boršta do Petrinj (sl. 4). Na poenostavljenem profilu na sl. 3B je konstruirana le ovojnicca narivnih čel, ki je posneta po profilu na sl. 3A. Na geološki karti (sl. 4) in v profilu (sl. 3B) je vidna anomalija med Črnokalskim in Kubejskim narivnim prelomom, ki se kaže na površju kot globoka dolina Hrastoveljskega potoka nad izvirom Rižane po kateri se vleče dolg jezik fliša proti Dolu, v profilu pa kot poševna zajeda fliša pod Črnokalsko narivno grudo. Anomalija je posledica sorazmerno velikega premika ob Črnokalski narivni coni, ki je bistveno večji od premika ob drugih narivnih conah podrivnega pasu in predstavlja jugovzhodni podaljšek Palmanovskega narivnega preloma (linea di Palmanova, Palmanova line). Na profilu na sl. 3B je podana poenostavljena predstava o splošni zgradbi podrivnega pasu. Od severovzhoda proti jugozahodu si sledijo: skrajni severozahodni del Čičarijskega antiklinorija, poševna do pre-



Sl. 4. Poenostavljena karta podrivnega pasu. Potek ovojnice čel narivnih grud po meji alveolinsko-numulitnega apnenca s prehodnim laporvcem. Legenda na sl. 2 in sl. 3

Fig. 4. Simplified map of the underthrusting belt. Passage of the enveloping line joining the fronts of thrust blocks along the boundary of alveolinal-nummulitic limestone with the transitional marl. Legend on fig. 2 and fig. 3

vrnjena Ocizelska brahisinklinala, narivno razkosana ali razčlenjena (segmentirana) antiklinala nad Črnovrško narivno cono, Črnovrška narivna cona, narivno razkosana ali razčlenjena sinklinala pod Črnovrško narivno cono, narivno razkosana ali razčlenjena antiklinala nad Buzetsko narivno cono in istrska gruda. Lege narivnih con pod ovojnicco so le nakazane in jasno kažejo na povečevanje vpadnega kota narivnih ploskev od jugozahoda proti severovzhodu, ki se odraža kot prehod položnih narivnih prelomov v bolj strme in nazadnje v reverzne prelome, kar je eden pomembnejših dokazov podiranja. Enak geometrijski model podiranja na širšem območju Kvarnerja sta ugotovila že Blašković in Aljinović (1981). Ponovno pa moramo opozoriti na velike bočne spremembe, zato modela na sl. 3B ne moremo uporabiti za ves podrivni

pas v Istri. Buzetska narivna cona, ki ima v profilu 3A ali 3B neznaten obseg, ima na območju zgornje Dragonje in Sočerge tak pomen kot Črnovrška narivna cona. Zaradi lažjega sporazumevanja je smiselno poimenovati vse tri razčlenjene gube. Tako je guba nad Črnovrško narivno cono imenovana Podgorska razčlenjena antiklinala – Pa po Podgorskem krasu v njenem jedru. Pod Črnovrško narivno cono je Bržanska razčlenjena sinklinala – Ba imenovana po Bržaniji in najnižje leži Movraška razčlenjena antiklinala – Ma po Movražu in Movraški vali v njenem jedru. Čičarijski antiklinorij in njegov segment Rodiška antiklinala nista del podrivnega sistema, temveč sta nastali v starejši fazi narivanja Zunanjih Dinaridov.

Podrivanje Istre je potekalo neenakomerno s prekinitvami in spreminjajočo dinamiko, zato so danes ploskve narivnih prelomov rahlo nagubane. Tako vpadajo ponekod celo proti jugozahodu. Gubanju je sledilo ponovno podiranje. Upoštevanje te komponente zahteva poseben konstrukcijski postopek, ki še ni bil objavljen, zato je profil idealiziran.

Vloga Palmanovskega narivnega preloma je pomembna. Za podkrepitev dve ugotovitvi: 1. Geometrija podiranja v Istri je nad tem prelomom drugačna od geometrije podiranja pod njim in 2. Na obravnavanem prostoru Slovenije je zanimiva ugotovitev o poteku biosedimentarnih con (BiosZ 3 in 4) na podlagi mikrofosilov. Vzoredno na NE strani Palmanovskega narivnega preloma, oziroma njegove cone, poteka paleobiogeografska meja med apnenci paleocenske in spodnjeeocenske starosti (BiosZ 3) ter med apnenci srednjeeocenske starosti (BiosZ 4) (Drobne et al., 2006, figs 9,10,11). Različna biotska vsebina določena v profilih in vrtninah govori za oddvojen paleoprostor sedimentacije že po kredno terciarni meji.

Geomorfološka stopnja

Vidna posledica podiranja Istre pod Dinarsko gorstvo je nastanek geomorfološke stopnje med Istro na eni in Krasom ter Čičarijo na drugi strani, ki se vleče od izvira Timave do Učke. Posledica podiranja je tudi greben ob vzhodni obali Istre od Učke do polotoka vzhodno od Raškega zaliva, vendar ima ta nekoliko drugačen strukturalni razvoj, pa tudi v geomorfološkem smislu ne ločuje planotastega sveta od Istre (sl. 1). Obseg in predvsem širina geomorfo-

loške stopnje je posledica zgradbe podrivnega pasu, odvisna je od lege osi narivnih gub znotraj narivnih grud, ki polagoma tonejo proti severozahodu. Zaradi tega izdajnajo v jugovzhodnem delu podrivnega pasu starejše karbonatne kamnine platforme, v severozahodnem delu pa mlajše laporovčeve in flišne kamnine. Tako je relief podrivnega pasu neenoten, neizrazit je tam, kjer je fliš narinjen na fliš, močno izrazit tam, kjer je apnenec narinjen na prehodni laporovec in fliš ter manj izrazita tam, kjer je apnenec narinjen na apnenec. Tako je reliefna stopnja na severozahodu od Timave do sten nad Hrastovljami enostavna in izrazita, na jugovzhodu proti Učki, kjer izdajnajo karbonatne kamnine v čelih vseh narivnih grud, pa je reliefna stopnja v celoti razvita stopničasto, vendar manj izrazito, saj je apnenec narinjen na apnenec. Profil na sl. 3A leži v severozahodnem delu geomorfološke stopnje, kjer je v vidnem območju podrivni pas najširši, okoli 15 do 16 km. Tu je stopničasta zgradba široka le okoli 2 km vendar izrazita, ker je omejena le na nekaj zgornjih narivnih grud, kjer je apnenec narinjen na fliš. V osrednjem in jugozahodnem delu profila je fliš narinjen na fliš.

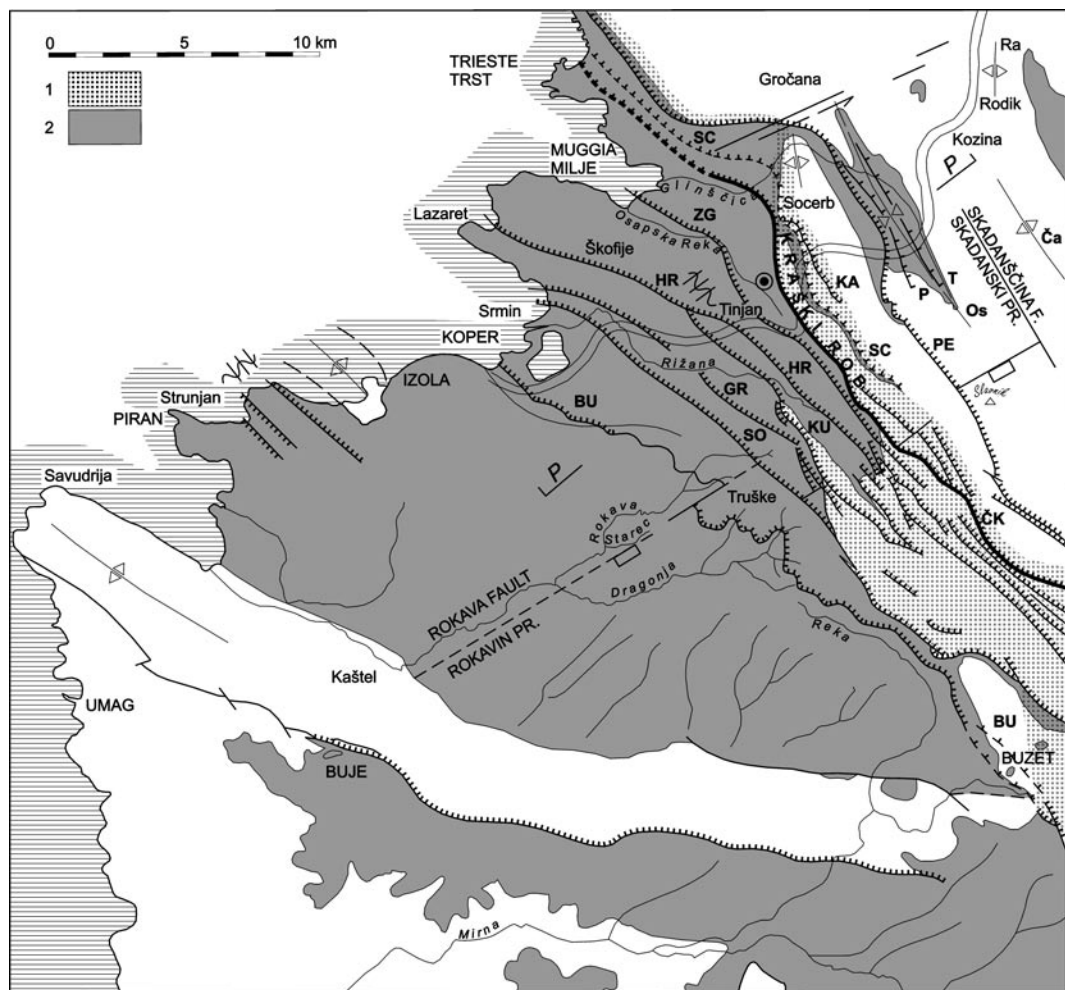
Geomorfološka stopnja je potemtakem zgrajena iz karbonatnih kamnin in v bistvu sledi ovojnici alveolinsko-numulitnega apnenca v čelih narivnih grud. Tam, kjer je fliš narinjen na fliš se stopnja v reliefu ni ohranila. Erozija jo je odstranila delno že med narivanjem in pozneje.

Kraški rob

Pisci zbornika Kraški rob in Bržanija (1990) niso definirali termina Kraški rob, opisovali pa so območje krajevne skupnosti Črni Kal. Nosilca projekta »Ohranitev in varstvo ogroženih habitatov in vrst na območju Kraškega roba« (Sovinc & Lipej, 2003) sta zajela stene od Socerba do Kavčiča (883 m) nad Rakitovcem, oziroma do hrvaške državne meje, ki pa ne predstavlja morfološke meje. Nekateri pohodniki, ki se oglašajo na spletnih straneh razumejo pod Kraškim robom geomorfološko stopnjo od Devina do Učke. Dejstvo je, da izraz Kraški rob med Kraševci in Istrani ni bil poznan, po objavi pa se je hitro prijel in bil razumljen širše od predstav avtorjev imenovanega zbornika. Stojimo torej pred vprašanjem ali uporabljati termin Kraški rob kot oznako geomorfološke stopnje od Timave

do Učke ali kot oznako geomorfološke stopnje v Istri jugovzhodno od Socerba oziroma Glinščice do Učke ali pa skrajno selektivno samo za ostenje med Socerbom in Kavčičem torej le na območju Slovenije. Poleg tega se pojavlja tudi vprašanje ali ga uporabiti kot geografsko oziroma pokrajinsko ime ali kot splošno oznako za mejni pas med svetom nad geomorfološko stopnjo, torej Krasom in Čičarijo, ki je zgrajen iz karbonatnih kamnin in svetom pod geomorfološko stop-

njo v dnu Tržaškega zaliva in Istri, ki ga sestavljajo pečene in laporovčeve flišne kamnine. Pomembno je tudi, da hribovje južno od Učke sicer pripada podrivnemu pasu, vendar je doživelo v deformacijskem smislu nekoliko drugačno genezo. Če upoštevamo idejo avtorjev termina Kraški rob in razsežnost geomorfološke stopnje znotraj podrivnega pasu, potem je najbolj smiselno uporabljati termin **kraški rob** z malo začetnico za geomorfološko stopnjo med

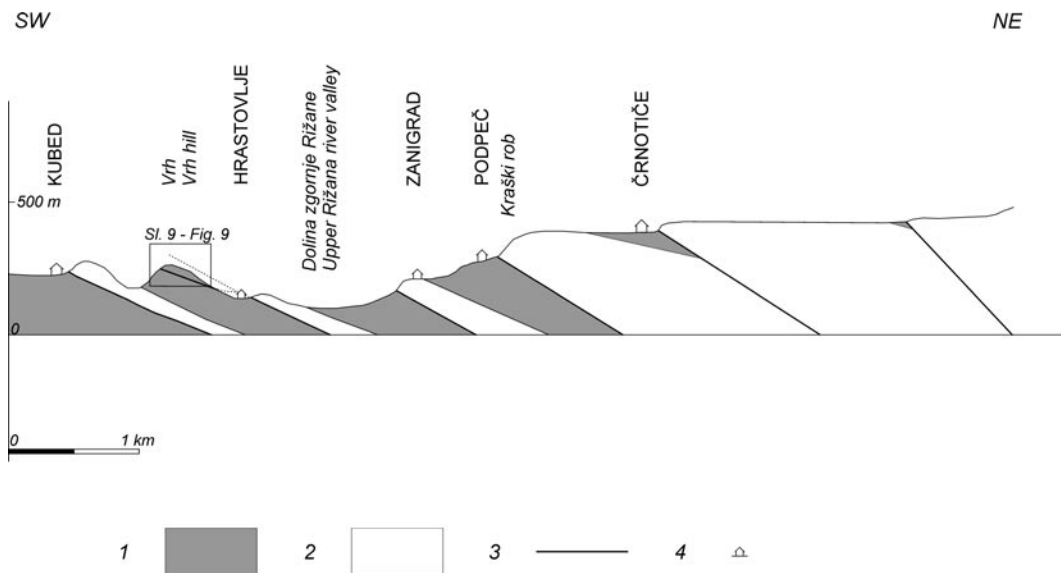


Sl. 5. Obseg geomorfološke stopnje iz karbonatnih kamnin znotraj podrivnega pasu med Trstom in Buzetom

1. Reliefna stopnja, kraški rob v geomorfološkem smislu; 2. Stene nad dolino Osopske reke in zgornje Rižane, Kraški rob kot pokrajina

Fig. 5. Extent of the geomorphologic step of carbonate rocks within the underthrusting belt between Trieste and Buzet

1. Geomorphologic step, the karst edge in geomorphologic sense; 2. Cliffs above the Osopka reka river and upper Rižana river valleys, Kraški rob (»Karst Edge«) as landscape



Sl. 6. Prevladujoča značilnost kulturne krajine kraškega roba v sintetičnem geološkem prerezu. Naselja dinarskega tipa v okolju narivne zgradbe

1. Fliš in prehodni laporovec; 2. Alveolinsko-numulitni apnenec; 3. Narivni prelom; 4. Naselje

Fig. 6. Predominating characteristics of the karst edge cultural landscape in synthetic geologic section. Dinaric type settlements in the environment of overthrust structure

1. Flysch and the transitional marl; 2. Alveoline-numulite limestone; 3. Thrust fault

izlivom Timave in Učko, ki predstavlja bolj ali manj širok mejni pas strmih karbonatnih pobočij in prepadnih sten med kraškima planotama Krasom in Čičarijo nasproti flišni Istri in tržaškemu obalnemu flišnemu pasu. Za stene nad dolino Osapske reke in zgornje Rižane pa **Kraški rob** z veliko začetnico kot pokrajinsko ime, ki se je v slovenski obči in strokovni javnosti že udomačilo (sl. 5).

Morfološke, biološke, mikroklimatske in naselitvene značilnosti kraškega roba so tište posebnosti, ki so posledica reliefnih danosti geomorfološke stopnje. Meje kraškega roba niso ostre, ker je mogoče njegove značilnosti obravnavati z vseh naštetih vidikov. Za ponazoritev, da je to vprašanje kompleksno, samo dva primera. Prvi je vezan na naselitveni vzorec kraškega roba tam, kjer je alveolinsko-numulitni apnenec narinjen na prehodni laporovec in fliš v več stopnjah. Na sl. 6 je v sintetičnem profilu podana lega vasi in polj v razmerah stopničastega reliefa. Naselja v tem modelu so vezana na večje narivne grude in postavljena v zavetju stene naslednje krovniške narivne enote, na izravnanim delu grude pa so polja. Take vasi so npr. Boljunec (Bagnolli), Dolina

(S. Dorligo d' Valle), Kastelec, Črnotiče, Osp, Gabrovica, Brežec pri Podgorju, Zazid, Rakitovec, Dol pri Hrastovljah, Kubed, Gračiče, Smokvica, Movraž, Dvori nad Mlini, Mlini in še katero. Opisana značilnost je vezana na geomorfološko stopnjo in *specifična* za kraški rob, vendar vsa naselja nimajo take lege. Pred seboj imamo dinarski tip naselitve, ki je specifičen glede na narivno tektoniko. Ker najdemo enak tip naselitve v dinarskem pasu tudi ob kraških poljih, ki niso vezana na narivno tektoniko, bi bilo morda smiselno govoriti o dveh podtipih. Drugi primer je povezan z gradnjo obdelovalnih teras tam, kjer je fliš narinjen na fliš. Narivne cone so tu debele tudi do več sto metrov. Če potekajo po flišnih plasteh, kjer se menjavajo 10 do 20 cm debele plasti peščenjaka in peščenega laporja, so te plasti močno nagubane ali pa se iz sistemskih razpok razvijejo manjše duplikacije, kjer so narinjena telesa peščenjaka velika do 30 ali 40 cm in predstavljajo naravne zidake za zidanje teras, zmleti in prepereli peščeni lapor pa zemljo za njihovo polnilo (sl. 7). Peščenjak je razkosan tudi v nagubanih delih narivnih con. Značilen tak primer so terase na hribu Krasca severovzhodno od Kubeda, ki leži



Sl. 7. Hrastoveljska narivna cona v flišnih plasteh iz peščenjaka in peščenega laporovca.

Usek za lovsko kočo na hribu nad Kortinami pri Rižani (osrednji del narivne cone)

Fig. 7. The Hrastovlje thrusting zone in flysch beds of sandstone and sandy marl.

Cut in the slope behind hunting hut on hill above Kortine near Rižana (central part of thrusting zone)



Sl. 8. Pogled na talninski del Hrastoveljske narivne cone na hribu Vrh nad Hrastovljami

Fig. 8. View of the basal part of Hrastovlje thrusting zone on the hill of Vrh above Hrastovlje village

znotraj Hrastoveljske narivne cone, katere zgradba je vidna ob regionalni cesti Rižana – Kubed po celem severovzhodnem pobočju Krasce in čez njen greben. Vpad Hrastoveljske narivne cone je viden na jugovzhodnem pobočju hriba Vrh nad Hrastovljami (sl. 8). Narivne cone znotraj podrivnega pasu, ki so temeljni geološko-strukturni gradbeni element kraškega roba, segajo tudi na območja naselij Dekani, Milje, Ankaran, Marezige, ki pa ležijo izven geomorfološke stopnje. Zato je treba kulturno krajino, ki temelji na fenomenu narivnih con obravnavati kot pomemben vendar *nespecifični* element kraškega roba.

Naselitvenih vzorcev in vzorcev kulturne krajine je na območju kraškega roba več, vsi pa so povezani s tipom strukturno-geološkega modela, ki pa se lateralno znatno spreminja. Zaradi tega jih bo potrebno s tega vidika podrobneje obdelati.

V praktičnem življenju bo mogoče uporabljati le tisto razumevanje kraškega roba in Kraškega roba, ki ga bodo osvojili domačini ali se bo udomačil v strokovni literaturi. V tem članku so podani kriteriji, ki povzročajo najmanj vsebinskih nejasnosti. Vsekakor pa je kraški rob v predlaganem smislu tako zanimiv in raznolik, da kar kliče po temeljiti geografski obdelavi tega prostora na geoloških, geomorfoloških, naselitvenih in habitatnih podlagah. Vsekakor pa bi preširoko ali preohlapno razumevanje tega termina razvodenilo njegovo bistvo. Primer preširokega zajema je uvrstitev spodmola v Steni ob reki Dragonji, pod naseljem Dragonja, med spodmole Kraškega roba (Kunaver & Ogrin, 1993). Ta spodmol leži izven podrivnega pasu in je bolj slučajno kot vzročno tudi s strukturnega vidika drugačen od spodmolov v stenah kraškega roba. Pokrajinsko ime Kraški rob označuje v tem smislu že uveljavljeno oznako za določeno ostenje.

Ob tej priliki se najlepše zahvaljujem dr. J. Kunaverju in dr. D. Ogrinu za njuno pomoč pri vsestranski geografski osvetlitvi Kraškega roba, ki mi je pomagala pri končnem sklepu.

Kraški rob (landscape term)

Geologic section along the motorway Kozina–Koper (Capodistria)

Introduction

The new Ljubljana–Koper motorway crosses at its section between Kozina and Koper the border area between Istria belonging to Dinaric foreland, and Čičarija and Kras that belong to the External Dinarides (fig. 1). Based on results of surface mapping older researchers ascribed to this belt inbricate structure (Šikić & Polšak, 1963/1973; Šikić & Pleničar, 1967/1975), named by Pleničar et al., (1965/1973) and Buser (1972, 1976) the inbricate structure of Čičarija. This was included by Placer (1981) under the term Čičarija inbricate structure into the thrusting system of the External Dinarides that presumingly was formed between Eocene and Oligocene. The Italian geologists connected the uplift of the Trieste–Komen plateau (Kras plateau) with the Palmanova reverse fault (linia di Palmanova, Palmanova line). The first to write on the overthrust character of this boundary in the Trieste territory were Calligaris et al., (2003).

Geologic accompaniment of the motorway construction in 1999–2004 showed that the boundary belt does not contain reverse faults, but thrust faults that were active in post-Miocene times due to underthrusting of Istria under the External Dinarides (Placer, 2002, 2005; Placer et al., 2004). During this process a wide subthrusting belt formed that is exposed from the Kvarner to Gulf of Trieste.

The course of the subthrusting belt in northern Istria is shown on the structural sketch in fig. 2. In its structure take part rocks of the Adriatic–Dinaric carbonate platform that comprise outcropping Cretaceous, Paleocene, Lower and Middle Eocene carbonate beds, transition marl and flysch rocks of Eocene age that are products of its disintegration (Jurkovšek et al., 1996). Since subthrusting contains the dynamic aspect of structure development, in the following the appropriate terminology is used, as the terms overthrusts, thrust faults, thrust zones and thrust units.

Section of subthrusting belt

In the Kozina–Koper section the new motorway crosses entirely the subthrusting belt shown in profile on fig. 3A. The profile is synthetic, the contacts from the motorway axis being projected on the plane at right angle on geologic structures which results in undeformed thicknesses and dips of overthrust units. The subthrusting belt strikes generally NW–SE dipping toward NE. It consists of two structural levels that are separated by the Črni Kal thrust fault, or the Črni Kal overthrust zone. The latter is a southeastern prolongation of the Palmanova overthrust fault (linea di Palmanova) toward southeast. Interpretation in depth of profile is based on data of borehole Osp-1/91 and of surface map on fig. 2.

The influence area of thrust faults is in case of limestone thrust on limestone or flysch rocks relatively narrow, and it amounts to a few tens of meters at most. Where flysch is thrust over flysch rocks, however, the interbedding boundaries acquire the role of partial thrust planes, and the zones of influence of thrust faults may become up to several hundred meters thick. In such cases the principal thrust plane, or the principal thrust fault, can be established only exceptionally, therefore the term 'thrust zone' is more appropriate.

The structure on profile fig. 3A can be simplified by drawing an enveloping line through the fronts of thrust blocks along the boundary between transition marl and limestone with alveolinas-numulites as shown in map on fig. 4 and in simplified profile on fig. 3B. The jump of the envelope at the Črni Kal thrust zone (ČK) indicates the proportionally larger shift along it, and we consider it to be identical with the Palmanova thrust zone, or its southeast prolongation.

Profil on fig. 3B shows a simplified structure of the contact of External Dinarides with the Dinaric foreland, that consist of the Čičarija anticlinorium (Ča), Ocizla inclined to slightly overturned brachisyncline (Os), Podgorje segmented anticline (Pa), Bržanija segmented syncline (Bs), Movraž segmented anticline (Ma) and the Istria block. The Čičarija anticlinorium formed during the thrusting phase of External Dinarides between Eocene and Oligocene. Subthrusting of Istria is a process that started in Middle Miocene and is perhaps active even at present. The tendency of increasing thrust-

ing zones' dip from southwest toward northeast, from gentle thrust faults across steeper thrust faults to reverse faults indicates a distinctive subthrusting geometry, described in Istria and Kvarner already by Blašković & Aljinović (1981).

Kraški rob and karst edge

The subthrusting belt is a geomorphologic phenomenon in the part where exposed rocks of the carbonate platform are thrust on the transition marl and flysch (fig. 5). Predominant limestone with alveolinas-nummulites is outcropping in largely precipitous cliffs and to a lesser extent steep slopes that can be traced from source of Timavo (Timava) river at the Trieste bay to Mt. Učka and Raša bay at eastern coast of Istria. Since structures within the thrust units gently dip northwestward, the carbonate platform rocks are exposed mostly in the southeast. This is the reason why the morphologic step between Timavo and Črni Kal village is about 2 km wide with one or two precipitous steps, while southeastward it widens to 10 km and more, with several precipitous steps. Precipitous cliffs and steep slopes represent an important meteorologic barrier, and they offer favorable conditions for development of distinct floral and faunal habitats. The natural barrier resulted also in special characteristics of human settlements, and in forming of a specific cultural landscape. Owing to historical and natural particularities the authors of the anthology »Kraški rob in Bržanija« (1990) or »Karst Edge and Bržanija region« introduced the term Kraški rob for the part of the geomorphologic step above Črni Kal (Ogrin & Mužina, 2005). The proposers of the project »Preservation and protection of endangered habitats and species in the region of Kraški rob« (Sovinc & Lipelj, 2003) extended the meaning of this term to the region from the cliffs at the village and castle of Socerb to the Kavčič hill (883 m) above Rakitovec at border with Croatia, although it does not represent a geomorphologic boundary. The term Kraški rob was rapidly accepted, although variously understood by various authors, in the most extreme case even for the extent from Devin to Mt. Učka.

If considering the idea of authors of the term Kraški rob and the dimension of the

geomorphologic step within the subthrusting belt, it seems the most appropriate to use the term **karst edge** with lowercase initial for the geomorphologic step between Timavo and Mt. Učka that represents a more or less wide border belt of steep carbonate slopes and precipitous cliffs between the karstic plateaus of Čičarija and Kras as opposed to flysch Istria and the coasta Trieste flysch belt. The western slope of the ridge south of Učka does not correspond to definition of the karst edge. For cliffs above the Osapska reka river valley and upper Rižana river we use **Kraški rob** (»Karst Edge«) with major initial as a landscape term already accepted by the Slovenian general and professional public (fig. 5).

Definition of subthrusting belt and explanation of its internal structure would require a more detailed analysis of relationships between geologic structure and geomorphology, and analysis of colonization and habitat specificity of the karst edge. As an example, on fig. 6 appears in a synthetic profile the position of villages and fields in an area of the graded geomorphologic step. The settlements in this model are localized on larger thrust nappes, in shelter sites under the cliff of the subsequent thrust unit, while village fields extend on the levelled part of the thrust unit. Such villages are for example Bagnolli (Boljunec), S. Dorligo d' Valle (Dolina), Kastelec, Črnotiče, Osp, Gabrovica, Brežec near Podgorje, Zazid, Rakitovec, Dol near Hrastovlje, Kubed, Gračišče, Smokvica, Movraž, Dvori above Mlini, Mlini, and a few more. The described characteristics is connected with the geomorphologic step, and is *specific* for the karst edge. It is the dinaric type of colonization which is specific with regard to overthrusting tectonics. As a similar type of colonization in dinaric belt occurs also along the karst poljes that are not connected with overthrust tectonics, it would make sense to distinguish between two subtypes. The second example is connected with development of farming on terraces in areas of flysch overthrusting on flysch. The overthrusting zones are here up to several hundred meters thick. If they pass along flysch bedding planes with alterations of 10 to 20 cm thick sandstone and sandy marl layers, these beds are heavily folded, or there develop from system fissures duplications of overthrust sandstone bodies of 30 or 40 cm in size. The latter are used as natu-

ral bricks for erecting walls of terraces, and the crushed and weathered marl as material for soil on them (fig. 7). Sandstone is broken into pieces also in the folded parts of overthrust zones. A characteristic case is presented by the terraces on the Krasca hill northeast of Kubed, situated within the Hrastovlje thrusting zone, the structure of which is visible along the regional road Rižana–Kubed in the entire northeastern slope of Krasca and across its ridge. The dip of the Hrastovlje thrust zone can be observed on the southeastern slope of the Vrh hill above Hrastovlje (fig. 8). The thrusting zones within the subthrusting belt that are the basic geologic-structural construction element of the karst edge, extend also as far as to the range of villages of Dekani, Muggia (Milje), Ankarani, Marežice, which, however, are located outside the geomorphologic step. Therefore the cultural landscape based on the phenomenon of thrust zones should be considered as an important, though *unspecific* element of the karst edge.

There are several colonization and cultural landscape patterns in the area of the karst edge. They will have to be studied in more detail in connection with the type of the structural-geologic model. This model, however, has a considerable lateral variability.

Let me thank at this occasion most cordially doctors J. Kunaver and D. Ogrin for their assistance in many-sided consideration of the Karst edge which helped me to reach the definitive conclusion.

Literatura - References

- Blašković, I. & Aljinović, B. 1981: Mikrotektonski elementi kao osnova za model tektonske građe šireg područja Kvarnera (Microtectonic elements as a basis for tectonic model of the broader Kvarner area). Simp. Kompleksna naftno-geološka problematika podmorja i priobalnih djelova Jadranskog mora, Split, Zbornik radova (Proceedings), 87–100, Zagreb.
- Buser, S. 1972: Geologija Slovenskega primorja. V brošuri *Ekskurzije*, 3–9, 6. kongres speleologov Jugoslavije, Sežana – Lipica.
- Buser, S. 1976: Tektonska zgradba južnozhodne Slovenije (Tektonischer Aufbau Südwest-Sloveniensiens). – Geotektonika, geofizika, 3, 54–57, 8. jugoslovanski geol. kongres, 1974, Bled. Ljubljana.
- Calligaris, R., Forti, F., Forti, F. & Libero, N. 2003: La situazione geologica della »Carisia Gulia« – con particolare riguardo al Carso

Classico ed Istria. – *Hydrores 2002*, 21–39, Trieste.

Drobne, K. & Ogorelec, B. 2006: Inquadramento geologico del Paleogene nel SO della Slovenia / Geologic overview of the Paleogene of SW Slovenia; Divača : stop 3. in: Melis, R., Romano, R., Fonda, G.(eds). – *Giornate di paleontologia 2006, Trieste 8–11 giugno 2006: guida alle escursioni*. Trieste: Editioni Univ. di Trieste, 35–45, figs 8–13, incl ref. 58–61, Trieste.

Jurkovšek, B., Toman, M., Ogorelec, B., Šribar, L., Drobne, K., Poljak, M. & Šribar, Lj. 1996: Formacijska geološka karta južnega dela Tržaško-Komenske planote, Kredne in paleogenske karbonatne kamnine, 1 : 50.000 (Geological map of the southern part of the Trieste-Komen plateau, Cretaceous and Paleogene carbonate rocks, 1 : 50.000). Geološki zavod Ljubljana, pp 143, Ljubljana.

Jurkovšek, B. & Kolar-Jurkovšek, T. & Ogorelec, B. 1997: Geologija avtocestnega odseka Divača-Kozina. – *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 7/11, 161–186, Koper.

Kunaver, J. & Ogrin, D. 1993: Spodmoli v stenah kraškega roba. – *Annales, Ser. Hist. Nat.* 3/3, 61–66, Koper.

Ogrin, D. & Mužina, D. 2005: Pokrajinskoekološke značilnosti območja med Kavčičem in Tinjanom. – *Meje in konfini*, 289–332, ured. Rožac Darovec, V., Univerza na Primorskem, Annales, Koper.

Placer, L. 1981: Geološka zgradba jugozahodne Slovenije (Geologic structure of southwestern Slovenia). – *Geologija*, 24/1, 27–60, Ljubljana.

Placer, L. 2002: Predhodna objava rezultatov strukturnega profiliranja Kraškega roba in Istre, AC Kozina – Srmin, Sečovelje (Preliminary results of structural profiling of the Karst edge and Istria, Motorway Kozina–Srmin, Sečovelje). – *Geologija*, 45/1, 277–280, Ljubljana.

Placer, L., Košir, A., Popit, T., Šmuc, A. & Juvan, G. 2004: The Buzet Thrust Fault in Istria and overturned carbonate megabeds in the Eocene flysch of the Dragonja Valley (Slovenia). – *Geologija*, 47/2, 193–198, Ljubljana.

Placer, L. 2005: Strukturne posebnosti severne Istre (Structural curiosity of the northern Istria). – *Geologija*, 48/2, 245–251, Ljubljana.

Pleničar, M., Polšak, A. & Šikić, D. 1973: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000, Tolmač za list Trst. Beograd.

Rižnar, I., Koler, B. & Bavec, M. 2007: Recentna aktivnost regionalnih struktur v zahodni Sloveniji. – *Geologija*, 50/1, 111–120, Ljubljana.

Šikić, D. & Polšak, A. 1973: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000, Tolmač za list Labin. Beograd.

Sovinc, A. & Lipej, B. 2003: Life-Nature 2002, Ohranitev in varstvo ogroženih habitatov in vrst na območju Kraškega roba »<http://www.zrs-kp.si/projekti/life/OpisProjekta.html>«

Šikić, D. & Pleničar, M. 1975: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000, Tolmač za list Ilirska Bistrica. Beograd.

Kraški rob in Bržanija: zbornik ob 500-letnici fresk v Hrastovljah. Lekt. Hočevnar J., Pokrajinski muzej Koper, str. 152, 1990.