

# GEOTEKTONSKI OKVIR ZARAVNI U KRŠU

(S 5 SLIKAMI)

## GEOTECTONIC FRAME OF KARST PLAINS

(WITH 5 FIGURES)

MILAN HERAK

Referat na Simpoziju o kraškem površju  
Postojna, 12.—14. junija 1985

*Paper presented on the Symposium of karst surface  
Postojna, June 12—14, 1985*

Naslov — Address  
dr. MILAN HERAK  
Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti  
41000 Zagreb, Ante Kovačića 5  
Jugoslavija

**Sažetak**

UDK 551.24:551.44  
551.44:551.24

**Herak Milan: Geotektonski okvir zaravni u kršu**

Novija geotektonska istraživanja pokazuju da su položaj i rasprostranjenost nekih zaravni u kršu dijelom uvjetovani i geotektonskim okvirom, pa određivanje stupnja alohtonije olakšava rekonstrukciju cjelovitog procesa nastanka zaravni. Za ilustraciju prikazani su primjeri u diseciranom i akumuliranom orogenskom kršu.

**Abstract**

UDC 551.24:551.44  
551.44:551.24

**Herak Milan: Geotectonic frame of karst plains**

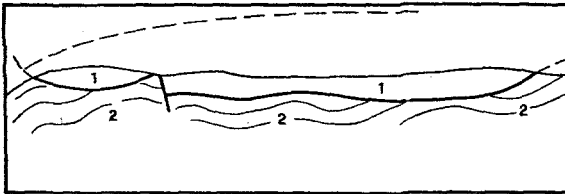
The recent geotectonic investigations have shown that the situation and the distribution of some karstic plains are partly influenced by geotectonics, thus the degree of allothony facilitates the reconstruction of the entire process of the plains origin. Some examples in dissected and accumulated orogenic karst are given for illustration.

## UVOD

U analizi morfologije krških terena, redovito se u dovoljnoj mjeri uvažava uloga vode, klime, strukture i kemizma stijena kao i elementarnih (lokalnih) tektonskih oblika, ali najčešće izostaje uočavanje značenja širih geotektonskih odnosa u genezi površinskih oblika, osobito većih zaravni. Razlog je tome što su klasične geomorfološke koncepcije nastale u vrijeme kada alohtona tektonika (bilo kojega tipa) nije još bila stekla ni pravo građanstva, a kamoli da bi postala osnovom svih tektogenetskih analiza, kao što je to danas. Štoviše, danas se bez mobilističkog razmišljanja (uz potreban kritičan odnos) ne može u potpunosti izvršiti suvremena interpretacija većih površinskih oblika krških terena orogenskog tipa. Zato ćemo se u ovoj prilici zadržati samo na tipovima krških terena koji nose obilježja akumuliranog i diseciranog krša kojima je upravo navlačna tektonika odredila širi okvir i neke bitne unutrašnje odnose o kojima ovisi tip i stupanj propusnosti, odnos prema eroziji i dr., pa ovo izlaganje treba shvatiti samo kao dopunu, a nikako ne kao zamjenu za bilo koju standardnu metodu geomorfologije.

## PRIMJERI U DISECIRANOM KRŠU

Osvrnut ćemo se najprije na nekoliko primjera orogenskog diseciranog krša. Taj tip krša nalazimo u tzv. Unutrašnjim Dinaridima i u dijelu jadranskog strukturnog kompleksa na kojem je razvijen transgresivan paleogenski (uglavnom eocenski) fliš. U jednom i drugom području došlo je, zbog navlačne tektonike, do dezintegriranja karbonatne podloge i do stvaranja strukturnih odnosa u kojima su dijelovi primarnog karbonatnog kompleksa odvojeni nepropusnim naslagama što je imalo bitnog odraza na cjeloviti krški proces. No, i u takvim terenima postoje znatne razlike u ovisnosti o litostratigrafiji i drugim faktorima. Za ilustraciju, navest ću neke primjere.



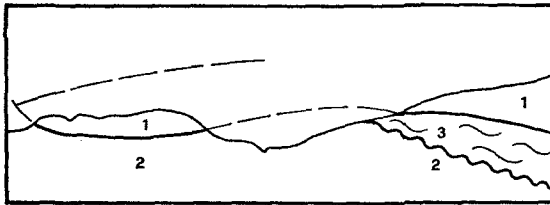
Sl. 1 Šire područje Peštera:  
1 — navučene trijaskе naslage,  
2 — jursko-kredni »vulkanogeno-sedimentni« kompleks

Fig. 1. Broader area of Peštera:  
1 — the nappe of Triassic deposits,  
2 — Jurassic-Cretaceous »volcanic-sedimentary« complex

U području Unutrašnjih Dinarida postoje prostrane karbonatne površine poput onih u području Peštera (sl. 1), Devetaka i dr. Danas se znade da se tu radi o navlakama trijaskih pretežno karbonatnih stijena na jursko-kredne »vulkanogeno-sedimentne« tvorevine u kojima ima i ultramafita, ali u širem prostoru i tipičnog fliša. Prema tome, već su pri samom navlačenju nastali zaravnjeni oblici, koji su kasnije izdignuti i izloženi najprije eroziji, a po smirivanju tektonske dinamike, i koroziji koja je dala završno oblikovanje. Da bi se mogao odrediti stupanj korozije, valjalo bi znati točan litostratigrafski ras-

Sl. 2. Model diseciranih karbonatnih kompleksa (desno) i akumuliranih (lijevo) u Žumberku i Beloj Krajini:  
1 — navučeni trijaski dolomiti,  
2 — jurski vapnenci,  
3 — kredni fliš

Fig. 2. Model of dissected carbonate complexes (right) and accumulated ones (left) in the area of Žumberak and Bela Krajina:  
1 — the nappe of Triassic dolomites,  
2 — Jurassic limestones,  
3 — Cretaceous flysch



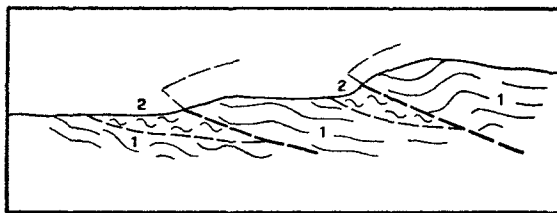
pon navučenog karbonatnog kompleksa i učinak erozije. Što se raspona tiče, sigurno je jedino da se kretao unutar općeg raspona karbonatnih naslaga srednjega i gornjega trijasa. To bi mogla biti i jedina osnova za određivanje učinka erozije i korozije zajedno, a to znači i za razdvajanje uloge tektonike od uloge vode u oblikovanju više ili manje zaravnjenih područja.

Do sličnih odnosa može doći i u graničnom području tzv. Unutrašnjih i Vanjskih Dinarida, i to tamo gdje su trijasko karbonatne naslage navučene na rubni fliš Vanjskih Dinarida (sl. 2). Kao primjer može poslužiti područje Žumberka s dijelom Bele Krajine u susjednoj Sloveniji. Novija su istraživanja pokazala da tu postoji navlaka karbonatnih naslaga Unutrašnjih Dinarida na fliške i karbonatne naslage Vanjskih Dinarida, pa je i to bitno pridonijelo primarnoj zaravnjenosti nekih prostora izgrađenih od dolomita, gdje bi teško bilo i zamisliti uvjete za dalekosežnije korozivno djelovanje vode (npr. u području između Sošica i Kostanjevice). No, i unutar toga područja ima razlika koje su uvjetovane činjenicom da karbonatna navlaka dijelom pokriva rubni fliš (pa je diseciran karbonatni kompleks), a dijelom karbonatni kompleks Vanjskih Dinarida, te je došlo do akumuliranja karbonatnih naslaga. Dok su u prvom dijelu površinske krške forme rijetke ili čak i nedostaju, u drugom dijelu postoji jaka propusnost podloge navlake, koja se sastoji od jurskih i krednih vapnenaca. U koliko su oni bliže površini, u toliko više utječu na propusnost navučenih dolomita, pa se mjestimično i u njima mogu pojavljivati ponikve, uvale, pa i ponori.

Kada se radi o orogenskom diseciranom kršu u okviru jadranskog strukturnog kompleksa (u otočnom i priobalnom području, zatim u Hercegovini i dijelom u Dalmatinskoj Zagori), susrećemo se s dodatnim problemima. Oni se odnose ne samo na stupanj navlačenja nego i postnavlačne erozije, budući da je starosni raspon navučenih karbonatnih naslaga na fliš mnogo širi a debljina veća. Obično postoji kombinacija karbonatnih naslaga krede i paleogena i eocenskog fliša (sl. 3). U tom sklopu fliš, iako najmlađi, prekinuo je primarni

Sl. 3. Pojednostavljeni model vezanih navlaka kredno-paleogenskih vapnenaca (1) i eocenskog fliša (2)

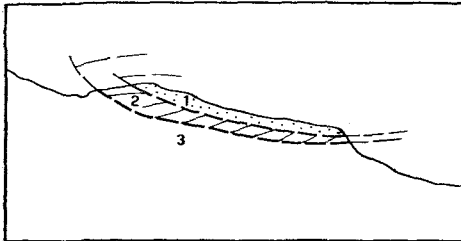
Fig. 3. Simplified overthrust model of Cretaceous-Paleogene limestones (1) and Eocene flysch (2)



kontinuitet karbonatnih stijena, reducirao dubinu krške propusnosti i ograničio ulogu vode u formiranju krških oblika. Te su pojave dovoljno poznate, pa se nećemo njima detaljnije baviti. No, valja ponovno upozoriti da Promina formacija koja je karakteristična za to područje, a dijelom i Jelar formacija, jasno pokazuju da je proces mehaničke erozije za vrijeme navlačne tektonike i neposredno nakon njezina smirivanja, bio veoma intenzivan, pa je tako olakšao korozivnu ulogu vode u konačnom modeliranju površinskih oblika.

## PRIMJERI U AKUMULIRANOM KRŠU

Još je veće značenje navlačne tektonike u orogenskom akumuliranom kršu, kojemu uglavnom pripada i pojas Visokog krša. U ovom se slučaju, naime povezuju primarno odvojeni karbonatni kompleksi, kao što je već naznačeno u prikazu graničnog područja Vanjskih i Unutrašnjih Dinarida u Žumberku. No, ovdje je debljina akumuliranih karbonatnih naslaga veća, a tektonska poremećenost dublja što bitno utječe na raspored i cirkulaciju podzemnih voda i na njihovu ulogu u postanku podzemnih i nadzemnih krških oblika. Kada se još uzme u obzir da su procesom navlačenja obuhvaćene i neke starije nepropusne naslage (u prvom redu paleozoika i donjeg trijasa), onda je genezu nekih većih površinskih oblika još teže rekonstruirati, pa svaka simplifikacija predstavlja opasnost od krivih ili barem nepotpunih zaključaka. Klasičan primjer za to jesu polja i druge prostranije zaravni u Lici. Donedavno je Lika smatrana klasičnim autohtonim terenom, pa su isključivo na toj osnovi izvođeni zaključci o karbonatnim zaravnima različita tipa i prostranstva. Zato je i razumljivo da je teorija korozivnih zaravni upravo tu našla prvo uporište. Danas, međutim, znamo da čitavom tom prostoru navlačna tektonika daje osnovno strukturalno obilježje, koje je poremećeno i zamaskirano kasnijom radijalnom tektonikom. Na rubovima polja susrećemo čela navlačenja, na zaravnima navlačke, a u nekim spuštenim područjima tektonska okna. Postoje čak i indicije o navučenom paleozoiku. O znatnom kretanju i mehaničkom razaranju različitih kompleksa govore i bogato razvijene makroklastične karbonatne naslage Jelar formacije u kojoj ima fragmenata od donjeg trijasa do paleogena.



Sl. 4. Dio navlačnog sustava u Gorskom kotaru:

- 1 — paleozojski i trijaski klastiti,
- 2 — trijaski dolomiti,
- 3 — jurski vapnenci

Fig. 4. A part of the nappe system in Gorski Kotar:

- 1 — paleozoic and Triassic clastics,
- 2 — Triassic dolomites,
- 3 — Jurassic limestones

Samim rasjedima bilo bi nemoguće objasniti toliki starosni raspon izdanaka i njihov današnji raspored u kojem starost fragmenata više upućuje na blizinu ishodišnog područja u okviru navlake nego na dubinu erozije koja bi bila potrebna da se odgovarajući izdanci pojave na površini. Zato lički zaravnjeni prostori traže dodatnu tektonsku evaluaciju, kako bi se moglo razlučiti ono što je posljedica navlačne tektonike od pojava nastalih naknadnim djelovanjem vode.

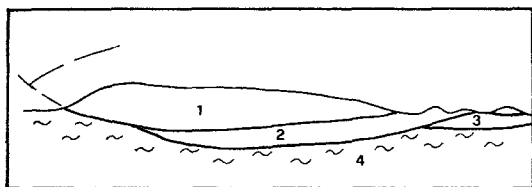
Zanimljiv je i primjer Gorskog kotara (sl. 4) gdje kompleks navlake paleozoika i trijasa leži na veoma poremećenim jurskim vapnencima s nešto dolomita. Budući da se radi o inverziji stratigrafskih kompleksa, pa na juri najprije leže trijaski dolomiti, zatim trijaski klastiti, a na njima (dijelom in na juri) paleozojski klastiti, jasno je da u formiranju današnje površine važnu ulogu valja pripisati navlačenju ali i eroziji. Navlačenjem su stvorene zarav-

njene površine koje su kasnije izdignute i dijelom poremećene. Kako su se u početku na površini nalazile upravo nepropusne klastične naslage paleozoika i trijasa, proces mehaničke erozije došao je do punog izražaja na što upućuju i sačuvani često veoma mali erozijski ostaci klastičnih naslaga na dolomitima trijasa ili čak i na vapnencima jure. Nakon uklanjanja dijela toga pokrivača, voda je mogla djelovati i na karbonatnu osnovu. Dolomiti su uglavnom mehanički trošeni i odnošeni bilo površinski ili kroz otvorene šupljine u podlozi izgrađenoj od jurskih vapnenaca. Prema tome korozivna je aktivnost više pridonijela proširivanju podzemnih šupljina nego oblikovanju površine, iako se time ne želi takva njezina uloga potpuno isključiti.

Novija istraživanja upućuju na mogućnost da i jurske naslage u ovom strukturnom kompleksu predstavljaju navlačnu jedinicu koja leži na pelagičkim manje propusnim, pa i nepropusnim naslagama (koje se povezuje s tolminskim i budvanskim pojasevima). U koliko se to pokaže ispravnim, tada bi i činjenica da sve vode iz tog prostora gravitiraju crnomorskom a ne jadranskom slivu, imala svoje logično objašnjenje.

Analognim uključivanjem alohtone tektonike, mogu se objasniti i mnogi dosad neriješeni problemi makromorfologije krša, osobito krških polja i njihovih rubnih zaravni. No, to prelazi okvir ovog prikaza, kojemu je jedini cilj da potakne kompleksniji pristup rješavanju tih problema.

Pa ipak, dodat ću par riječi o području u kojem se nalazimo i njegovoj široj okolini. Elementi navlačne tektonike u novije se vrijeme sve češće ističu, pa mislim da ne treba dokazivati da se uglavnom radi o akumuliranom orogenskom kršu. Međutim, pojava fliša i ispod navlaka (sl. 5) nameće pitanje o



Sl. 5. Slovenski kras:  
1-3 karbonatne navlake,  
4 - fliš

Fig. 5. Slovenian Karst:  
1-3 carbonate nappes,  
4 - flysch

prisutnosti i diseciranog orogenskog krša. Na prvi pogled odgovor bi bio pozitivan. Ali, detaljnija analiza pokazuje da taj fliš u podlozi navlaka nije prekinuo primarne karbonatne komplekse, jer je on nastao u samostalnom sedimentacijskom prostoru koji se odlikovao pelagičkim uvjetima od gornjeg trijasa do eocena. Prema tome, te su naslage primarno odvajale različite karbonatne platforme, (jadransku i dinarsku), pa zato njihova prisutnost u podlozi dinarskih struktura nema nikakvo posebno značenje u odnosu na kršku klasiifikaciju. Naveo sam ovaj primjer i zato da upozorim kako sama litostratigrafija i lokalna tektonika nisu dostatni za ocjenu složenih tipova krških terena kakvi su disecirani i akumulirani krški kompleksi. S obzirom na to da kod nas upravo takvi tipovi krša pretežu, smatram da bi ovakav pristup morfo-genetskim problemima olakšao i upotpunio geomorfološku sliku krških prostora orogenskih karakteristika, a jednako tako i u svim ostalim analognim geotektonskim pojasevima.

Ovo je izlaganje zapravo tematski nastavak referata pod naslovom »Geotektonski okvir speleogeneze« (Herak; Deveti jugosl. speleol. kongres, Karlovac 1984, Zbornik predavanja, 111—129, Zagreb 1984), pa se u njemu može naći dodatna literatura.

## GEOTECTONIC FRAME OF KARST PLAINS

### Summary

(1) Every analysis of karst morphology should be, more than usually, based on a reliable geotectonic concept of the area in question, especially when dissected and accumulated orogenic karst terrains are involved. Such an approach is even more needed in case of karst plains which, within the orogens (i. e. mountain belts), to a great part owe their basic extension to overthrust or even nappe tectonics, the final modelling being performed by mechanical and chemical activity of water.

(2) Several carbonate plains within the Inner Dinarides, e. g. Pešter, Devetak, etc. are true nappes of Triassic rocks underlain by Jurassic-Cretaceous »volcanic-sedimentary« complexes (Fig. 1) or by marginal flysch covering carbonate platform (Fig. 3). They have been separated from the basement of the Inner Dinaric area in question, and are to be considered as a part of the dissected orogenic karst. The recent shape is due to tectonic, erosion and corrosion (obviously to a lesser extent).

Dissected karst terrains within the Adriatic structural complexes have been formed in different conditions, i. e. Cretaceous-Paleogene carbonate rocks (predominantly limestones) are disintegrated, and at least partly separated by Eocene flysch (Fig. 3) due to overthrusts (or even nappes). The existence of Promina formation (molasse consisting of predominantly carbonate fragments) testify mechanical activity of waters which, jointly with contribution of corrosion, modelled the recent topography.

(3) Accumulated karst terrains are best recognizable along the High Karst Belt. The poljes surrounded by plains are numerous, but different in origin.

The areas of the Lika were mostly considered as tectonically autochthonous. Hence, the origin of flat surfaces was ascribed mainly to water corrosion. However, the recent investigations have supplied reliable data of nappe structures. The preserved calcirudites of Jelar formation, being mechanically accumulated, indicate that beside tectonics and corrosion also erosion contributed to modelling of flat surfaces.

In the area of Gorski Kotar it is evident that the main cause of flat surfaces has been nappe tectonics (confirmed by inverse lithostratigraphic sequences), followed by partial erosion of Paleozoic and Triassic clastics which are the uppermost nappe unit (Fig. 4). There was not much left for surficial corrosion. However, it was extensively active in the karst interior (under the nappe system).

The areas of Slovenski Kras (Slovenian Karst) is as well to be classified as accumulated orogenic karst, despite of their basement consisting of flysch deposits (Fig. 5). The reason for such a conclusion is in fact that this particular flysch belongs to an independent belt (primarily dividing two carbonate platforms). Hence, it does not dissect any homogenous carbonate complex. This is a good example to show that the knowledge of lithostratigraphy and local tectonics only is not sufficient for a reliable classification of orogenic karst types. There is also needed a complete insight into time and space relations of the whole major tectonic belt to which belongs the area under estimation.