

RASPORED UZDUŽNIH, REVERSNIH I NORMALNIH RASJEDA I KONSTRUKCIJA OBLIKA I DUBINA PLOHA PODVLAČENJA

Ivan **BLAŠKOVIĆ**

Ključne riječi: Vinodol-Gorski kotar, tektonika, plitka kristalna podvlačenja, oblik i dubina ploha podvlačenja, normalni i reversni rasjedi

Key words: Vinodol - Gorski kotar area, tectonic, shallow crustal underthrusting, morphology and depth of the underthrusting surfaces, normal and reverse faults.

U području dijela Vinodola i Gorskog Kotara izvršena je analiza rasporeda uzdužnih normalnih i reversnih rasjeda. Ustanovljene su određene pravilnosti rasporeda rasjeda i izdvojeni predjeli s dominacijom rasjeda određenog karaktera. Predjeli s dominacijom normalnog rasjedanja, tj. tektonske subsidencije tretirani su kao moguće zone kristalnih podvlačenja.

Na osnovi usporedbe s mikrostrukturama na geometriziranim geološkim profilima izvršena je konstrukcija oblika i dubina "glavne" i udruženih zona podvlačenja.

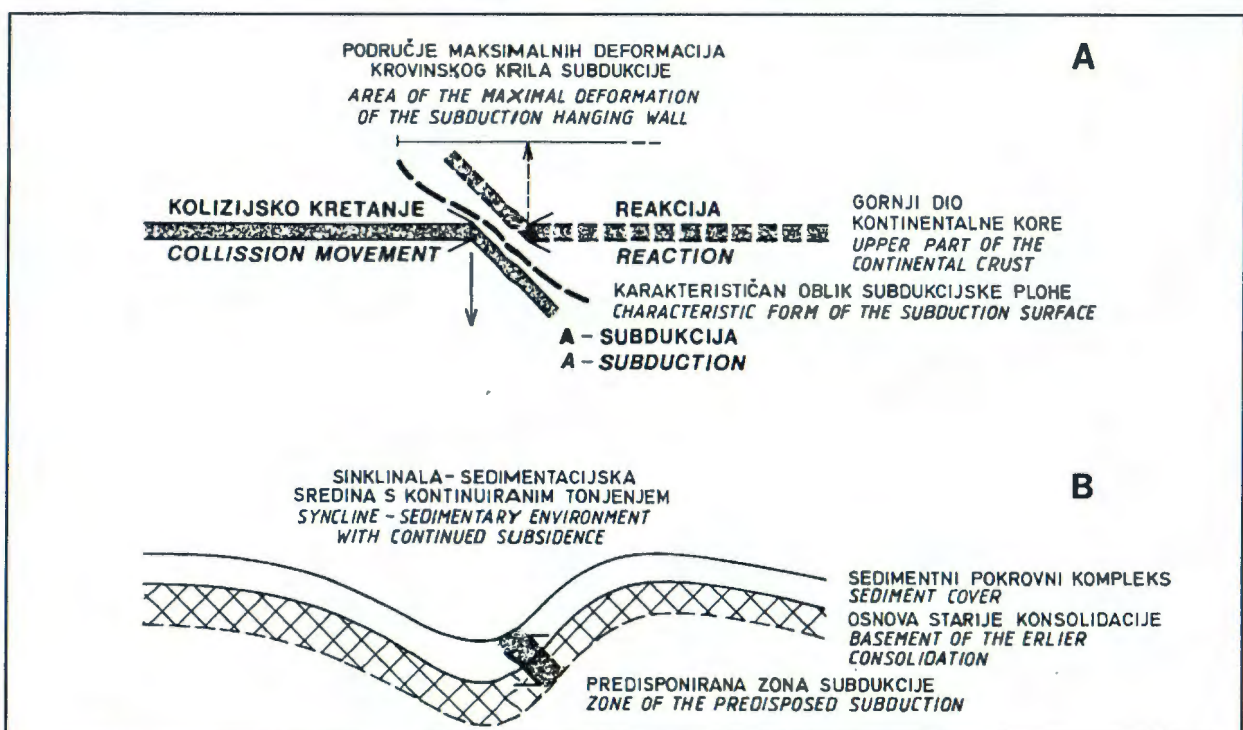
In the area of a part of Vinodol and Gorski Kotar it is accomplished the analysis of the disposition of the longitudinal normal and reverse faults was accomplished. Certain regularities were noticed in the disposition of the faults, and the areas with the domination of the faults of definite character were separated. The areas with the dominant normal faulting, i. e. tectonic subsidence, were treated as the probable zones of crustal underthrusting.

On the basis of comparison to the microstructures on the geometrized geological cross-sections the construction of the forms and depths of the "main" and the joint crustal underthrusting zones were accomplished.

1. UVOD

Jadranska karbonatna platforma u procesu kolizije Afričke i Evropske ploče dezintegrirana je udruženim, zonama plitkih subdukcija - podvlačenja unutar kontinentalne kore. Svaka od tih zona na površini je

izražena kao navlaka ili reversni rasjed većeg domašaja i znatnog pružanja, a vezana je uz labilnu sinklinalnu strukturu s klastičnim sedimentima fliškog odnosno molasnog karaktera (sl.1.).



Slika 1. A. Pojednostavljeni prikaz kretanja ploča i oblika plohe A - subdukcije

B. Morfološko-strukturne karakteristike područja predisponirane subdukcije.

Fig 1. A. Simplified presentation of plate movements and morphology of the A - subduction surface.

B. Morphologic - structural characteristics of the predisposed subduction area.

"Krovinsko krilo" zone podvlačenja, uslijed reakcije na kolizijski pritisak, izdiže se i strukturno deformira ovisno o obliku plohe podvlačenja. (BLAŠKOVIĆ & ALJINOVIĆ, 1981).

Sekundarne strukturne deformacije u tom krilu su u obliku bora i rasjeda, uglavnom paralelnog pružanja zoni podvlačenja.

Ovaj prikaz je izrađen uglavnom na osnovi tektonskih osobitosti u području Hrvatskog primorja i Gorskog kotara. Naime, dolinom Vinodola i njenim produžetkom prema sjeverozapadu brazdi jedna od zona plitke subdukcije - podvlačenja (HERAK, 1980., BLAŠKOVIĆ & ALJINOVIĆ, 1981.). Podvlačenje je u smjeru sjeveroistoka (Sl.2.).

"Krovinsko krilo" zone podvlačenja obuhvaća područje sjeveroistočnog oboda Vinodola i dio Gorskog kotara.

U građi promatranog prostora sudjeluju klastične i karbonatne naslage širokog kronostratigrafskog raspona, od mlađeg paleozoika do srednjeg eocena. Najmlađe naslage, klastiti srednjeg eocena, rasprostranjeni su u zoni subdukcije, tj. u Vinodolu i dolini Rječine, a najstarije, također pretežno klastični sedimenti,

rasprostranjeni su u središnjim dijelovima Gorskog kotara.

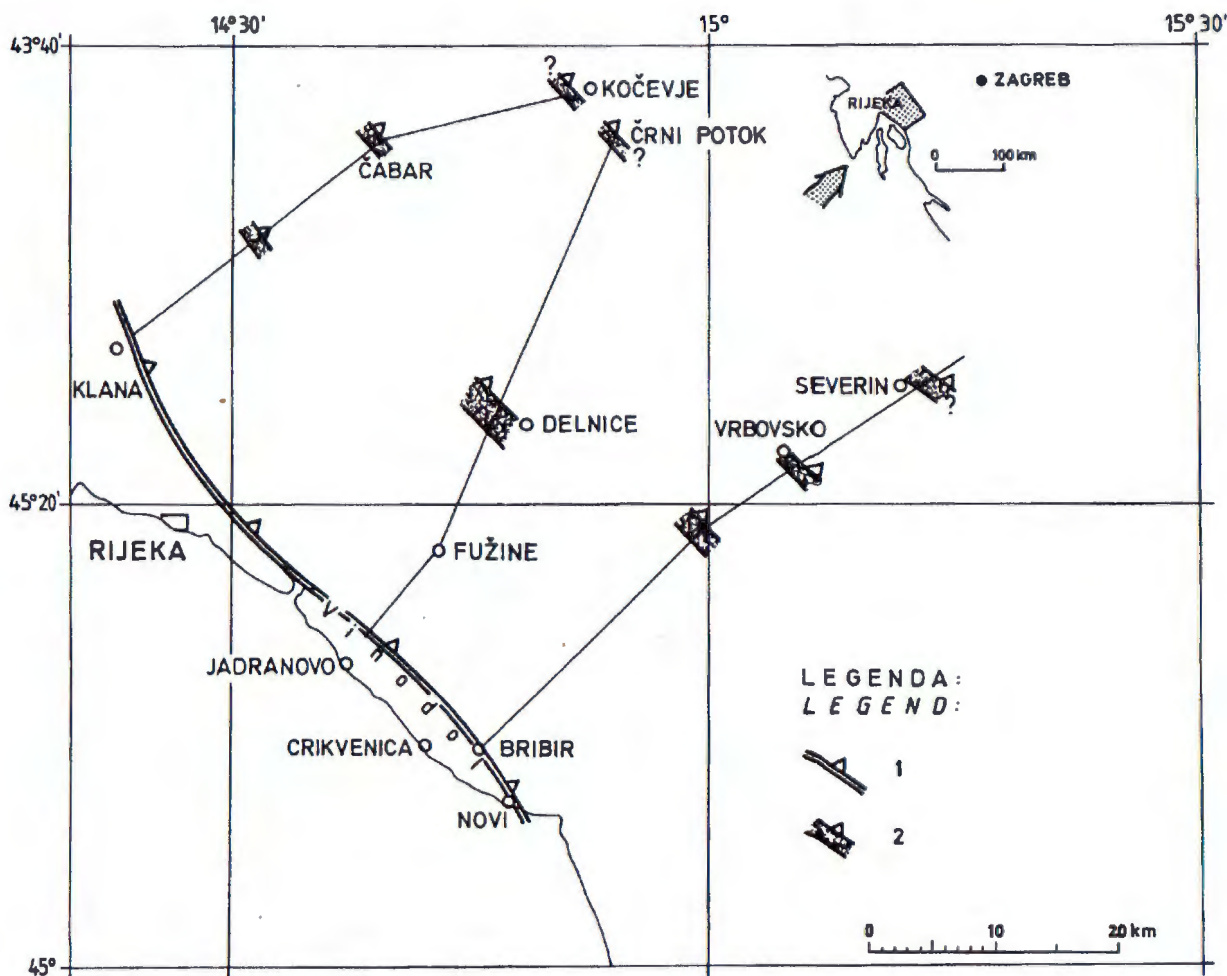
U tektonskom sklopu izrazita je dominacija struktura dinarskog pravca pružanja i jugozapadne vergencije. To su bore, rasjedi reversnog i normalnog karaktera i navlake; relativna alohtonija u ovom području uočena je već u mnogim prijašnjim radovima, (HERAK et al., 1961., HERAK, 1971, 1980, SAVIĆ, 1976, 1982, ŠIKIĆ, 1980. i dr.).

Poprečni i dijagonalni rasjedi pridonose kompliciranosti geološke građe, narušavajući kontinuitet u pružanju struktura i pojedinih kronostratigrafskih jedinica.

Područje Gorskog Kotara, izdignuto podvlačenjem kao "krovinsko krilo" plitke subdukcije, prema rasporedu kronostratigrafskih jedinica, i s obzirom na niz paralelnih bora manje amplitude savijanja, iako poremećeno rasjedima reversnog i normalnog karaktera te navlakama, doimlje se u generalnom planu kao antiklinalna struktura odnosno brahiantiklinorij.

2. ANALIZA UZDUŽNIH RASJEDA

U navedenom geološkom okviru pažnja je posvećena rasjedima dinarskog pravca pružanja, i to onima reversnog i normalnog karaktera. Ovdje su i označeni navlačni



Slika 2. Položajna karta s lokacijom profila; 1 - "Glavna" i 2 - indicacije udruženih zona plitke subdukcije.

Fig. 2. Situation map with the position of the cross section. 1 - The "Main" and 2 - indication of the associated zones of the shallow subduction.

kontakti tretirani kao reversni rasjedi. Sve je to uglavnom obavljeno na odgovarajućim listovima Osnovne geološke karte Jugoslavije, u mjerilu 1:100.000. To su listovi Ilirska Bistrica (ŠIKIĆ et al., 1972), Delnice (SAVIĆ & DOZET, 1984), Črnomelj (BUKOVAC et al., 1983), Crikvenica (ŠUŠNJAR et al., 1970) i Ogulin (VELIĆ & SOKAČ, 1981). Pri tome su poštivane u najvećoj mjeri interpretacije površinskih podataka od strane autora pojedinih listova. Slobodniji je prilaz u interpretaciji struktura dubljeg dometa.

Uočena je određena pravilnost rasporeda rasjeda s obzirom na karakter i intenzitet poremećaja. Paraklaze gotovo svih rasjeda, kao što je i za očekivati, u navedenom generalnom strukturnom sklopu s obzirom na kolizijski pritisak, nagnute su prema sjeveroistoku. (U ovom slučaju uzeta je sloboda interpretacije podataka s listova Osnovne geološke karte, a odnosi se na položaj paraklaza rasjeda normalnog karaktera.)

Pravilnost rasporeda sastoji se u slijedećem: rasjedi reversnog karaktera su uglavnom locirani u jugozapadnom/im krilulima antiklinale/a, a rasjedi normalnog karaktera u sjeveroistočnom/im krilulima antiklinale/a i u jezgri-ma sinklinale-a.

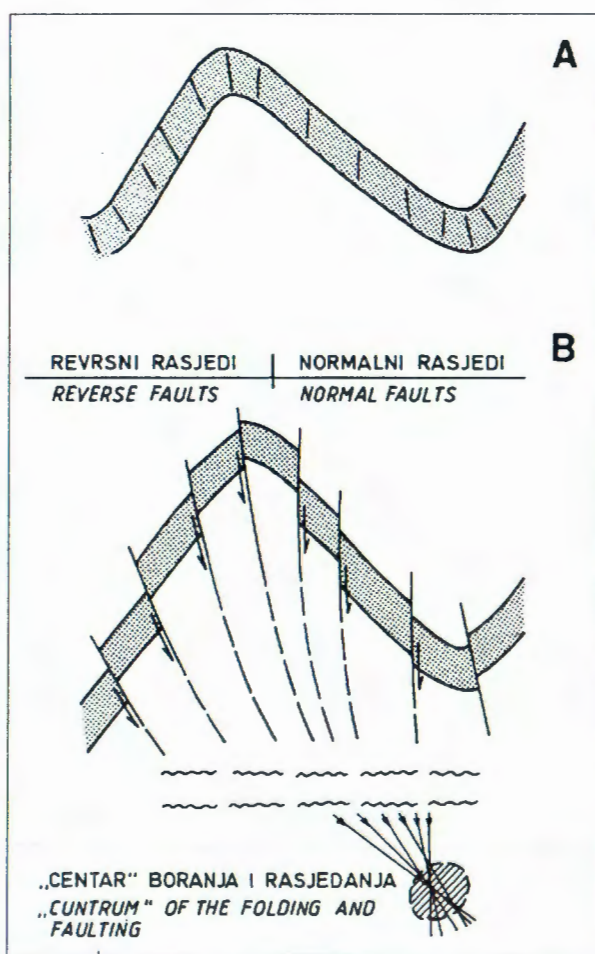
Ta pravilnost promatrana u jednoj kompletnoj bori, koja je formirana i rasjedima dislocirana u kontinuiranom slijedu istog uzorka postanka, može se pojednostavljeno protumačiti kao rezultat sukobljavanja kolizijskog tangencijalnog (horizontalnog) pritiska i reakcije stijena "krovinskog krila" podvlačenja (sl.3.).

To će se odraziti rasjedanjem upravo u trendu reversnog "istiskivanja" antiklinalnih, kao odraz reakcije, i normalnog rasjedanja u smislu "zaostajanja" sinklinalnih dijelova bore, kao posljedica subdukcijskog kretanja. Time su i u strukturi bore predodređeni dijelovi kompresijskih struktura - reversnih rasjeda odnosno relaksacijskih - normalnih dislokacija.

Nameće se zaključak da je smještaj i položaj paraklaza reversnih i normalnih rasjeda određen sistemom tenzijskih pukotina u primarnoj kosoj do prebačenoj bori, tj. pojedine od tenzijskih pukotina prelaze u rasjede odgovarajućeg karaktera. Paraklaze u površinskoj zoni zadržavaju osnovni položaj ishodišnih pukotina, uz smanjenje nagiba u dubljim dijelovima formirajući strukturu imbrikacijske lepeze reversnih odnosno listrički odraz normalnih rasjeda.

Polazeći od navedenih postavki izvršena je analiza rasjeda reversnog i normalnog karaktera na promatranom području na tri profila.

Osim karaktera rasjeda data je i procjena intenziteta rasjedanja, tj. veličina skoka. Apsolutnu vrijednost skoka nije moguće ocijeniti zbog razlika u debljinama jedne te iste konostratigrafske jedinice, te razlikama u broju izdvojenih jedinica na pojedinim listovima. U obzir su uzeti relativni pokazatelji, izdvojene jedinice. Tako su rasjedi najmanjeg intenziteta - skoka unutar jedne konostratigrafske jedinice. Rasjedi većeg intenziteta dovode do kontakta jedinica sve to većeg konostratigrafskog raspona.



Slika 3. A. Kosa bora sa sistemom tenzijskih pukotina kao primarna struktura deformacije.

B. Razvoj i raspored normalnih i reversnih rasjeda iz pukotinskog sistema kose bore u kontinuiranom procesu strukturnih promjena. (Preuredjeno prema KARL, 1964).

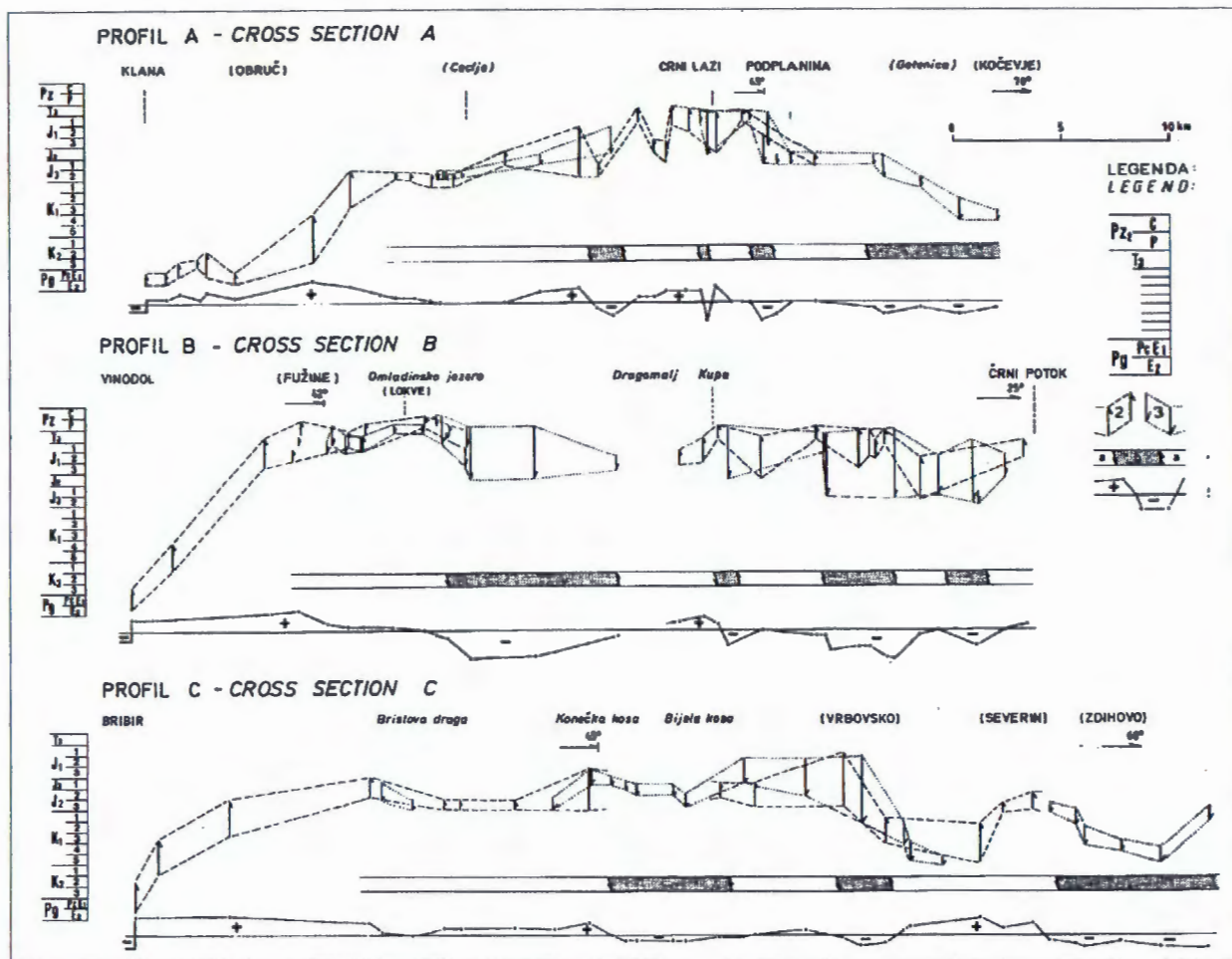
Fig. 3. A Inclined fold with tension joint system as primary structure of the deformation.

B. Development and distribution of the normal and reverse faults from the joint system of the inclined fold, in continued process of the structural deformation. (Modified after KARL 1964).

Međusobnim povezivanjem rasjeda reversnog odnosno normalnog karaktera, uz uvažavanje grafički predočene veličine skoka, izdvojeni su intervali profila s dominacijom dislokacija određenog karaktera, odnosno dijelovi profila na kojima su prisutni reversni i normalni rasjedi. Kako bi se što jasnije istaknule razlike između intervala profila različitog karaktera rasjedanja, dodatno je iskazana razlika površina intenziteta s pozitivnom oznakom za reversna odnosno negativnom oznakom za normalna kretanja.

Rezultati analize su predočeni grafički na slici 4. Iz njih je moguće izvesti nekoliko zaključaka o karakteru struktura i tektonizmu. Kao opći zaključak na sva tri profila, s obzirom na raspored konostratigrafskih jedinica na površini terena, ističe se u općem planu antiklinalna odnosno antiklinorijska struktura.

Raspored rasjeda dinarskog pružanja s obzirom na karakter pokazuje grubu podudarnost s odgovarajućim dijelovima antiklinalnih odnosno sinklinalnih struktura. Istaknuti su dijelovi profila intenzivnijeg izdizanja



Slika 4. Profil rasporeda i intenziteta normalnih i reversnih rasjeda

Legenda: 1. Starost stijena na površini; 2. reversni i 3. normalni rasjedi s relativnom veličinom skoka i zone dominantnog karaktera rasjedanja; 4. intervali profila s tendencijom tektonskog a izdizanja i b spuštanja; Intervali a i b određeni su i na osnovi geološke situacije na odgovarajućem dijelu trase profila. 5. intervali profila s dominacijom + reversnog ili - normalnog rasjedanja.

Fig. 4. Cross section of the distribution and intensity of the normal and reverse faults.

Legend: 1. Chronostratigraphic units on the surface; 2. revers and 3. normal faults with relative displacement and zones of the dominant of faulting character; 4. intervals of the cross sections with tendency of the tectonic a. upheaving and b subsidence; Intervals a and b are also determined on the basis of geological setting along the certain part of cross sections; 5. intervals of the cross sections with predomination of + reserve or - normal faulting.

reversnog karaktera, kao i uže definirani predjeli spuštanja ili točnije zaostajanja blokova uz pretežno normalne rasjede.

Prema podacima geološke karte, utvrđen je relativni kontinuitet dinarskog pružanja, reversnog karaktera i intenziteta rasjedanja u zoni "glavnog" subdukcijskog kontakta dolinom Vinodola i Rječine. U toj zoni smještene su polazne točke sva tri profila. Njihovom usporedbom ističe se zajednička široka zona s dominacijom reversnog rasjedanja, nakon koje slijede, idući prema sjeveroistoku, na sva tri profila jasnije ili slabije izražene zone normalnog i reversnog rasjedanja.

No valja istaći da su u središnjim dijelovima profila i na njihovim krajnjim sjeveroistočnim dijelovima izražene zone s dominantnim normalnim rasjedanjem. To su intervali u predjelima Obli vrh i Golenica na profilu A, Veliki Tomac - Dragomalj i Srobotnik - Morava na profilu B, te Bijela kosa i Zdihovo na profilu C. Povezivanje tih zona nije moguće zbog velike udaljenosti profila.

Međutim, u rekonstrukciji disjunktivnih struktura dubljeg dometa, polazeći od prije navedene postavke, zonama intenzivnijeg normalnog rasjedanja u dodiru s onima reversnog karaktera, a u smjeru kolizijskog pritiska, pridaje se značaj slijedećeg, pridruženog kontakta podvlačenja. Promjene intenziteta rasjedanja na sva tri profila mogle bi biti indikator promjena intenziteta subdukcijske aktivnosti po pružanju sve do prestanka te aktivnosti.

3. OBLIK I DUBINA "PLOHE" PODVLAČENJA

Opća slika geološke građe "krovinskog krila" plitke subdukcije, osobito na profilu B, generalno antiklinorijska građa, te položaj i raspored rasjeda normalnog i reversnog karaktera, nameću usporedbu s mikrotektonskim elementima uzorka sa Čičarije (BLAŠKOVIĆ & ALJINOVIĆ, 1981). Ta usporedba sugerira i sličan oblik "plohe" plitke subdukcije iz područja Vinodola i doline Rječine.

Na samom uzorku već površnim pregledom mikrostrukturnih detalja "krovinskog krila" plohe podvlačenja, izuzimajući površinski sloj, zapaža se interesantna relacija između "točke" infleksije plohe i struktura "krovinskog krila" (sl.5.).

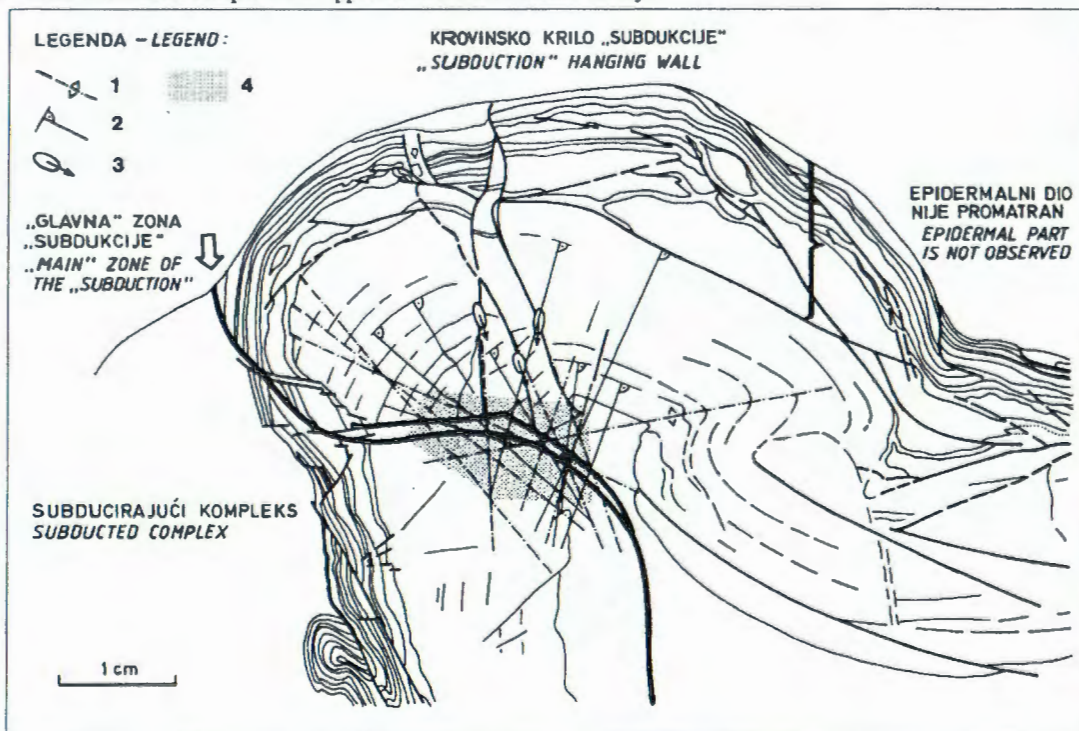
Pod pojmom "točka" infleksije podrazumijeva se

šire područje plohe podvlačenja, na njenom prijelazu iz konkavnog u konveksni oblik.

Kao prvo, "točka" infleksije doimlje se kao centar antiklinalnog savijanja "krovinskog krila". To antiklinalno savijanje smješteno je iznad izrazito konkavnog dijela plohe subdukcije, između njenog izlaska na površinu



Slika 5a. Mikrostrukture. Uzorak gornjekrednog vapnenca. Čičarija.
Fig. 5a. Microstructures. Sample of the upper cretaceous limestone. Čičarija.



Slika 5.b. Photo-skica mikrostrukture kao osnova za usporedbu sa strukturama istraživanog područja.
Legenda: 1. Rasjedi i produžeci rasjednih ploha, 2. normale na slojeve; 3. preliminarna pozicija najduže osi elipsoida deformacija, 4. područje = "točka" infleksije.
Fig. 5.b. Photo-sketch of the microstructures as a correlation ground with structures of the investigated area.
Legend: 1. Faults and extension of the fault planes; 2. layer normals; 3. preliminary position of the longest axis of the deformation ellipsoid; 4. area = inflexion "point"

uzorka i "točke" infleksije.

Drugo, većina rasjeda normalnog a osobito reversnog karaktera s produžetkom paraklaza gravitira širem području "točke" infleksije.

Iz preliminarne analize elipsoida deformacija većine mikrostruktura "krovinskog krila", proizlazi generalna usmjerenost najduži osi deformacija i presijedanje njihovih produžetaka u "točki", bolje rečeno, području infleksije plohe plitke subdukcije.

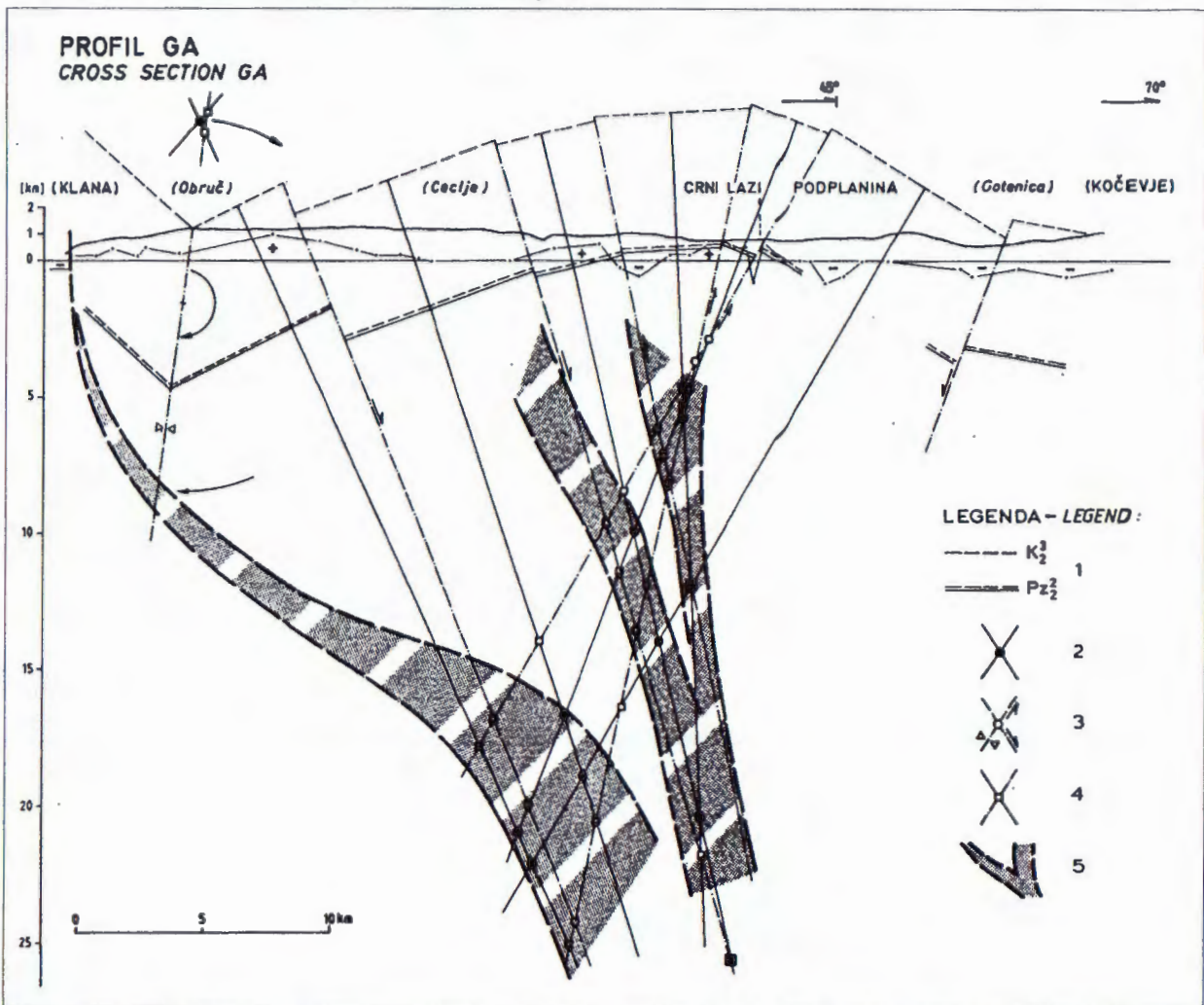
Nadalje, na samom uzorku u "točki" infleksije je ishodište maksimalnog broja normala na "slojne" plohe struktura "krovinskog krila".

Sinklinalna mikrostruktura uzorka odgovara konkavnom dijelu plohe smještenom ispod "točke" infleksije. Centar sinklinalnog savijanja mikrostrukture smješten je normalno izvan uzorka, i to na sličnoj udaljenosti od središnje linije sinklinalno savijenog kompleksa kao i odgovarajući konkavni dio subdukcijske plohe.

Polazeći od navedenih zaključaka izvršena je u

promatranom području i interpretacija dubinskih tektonskih odnosa, tj. oblika i dubine "plohe" podvlačenja primjenom onih zaključaka, koji su u ovom momentu bili mogući s obzirom na izvor podataka (sl. 6, 7 i 8).

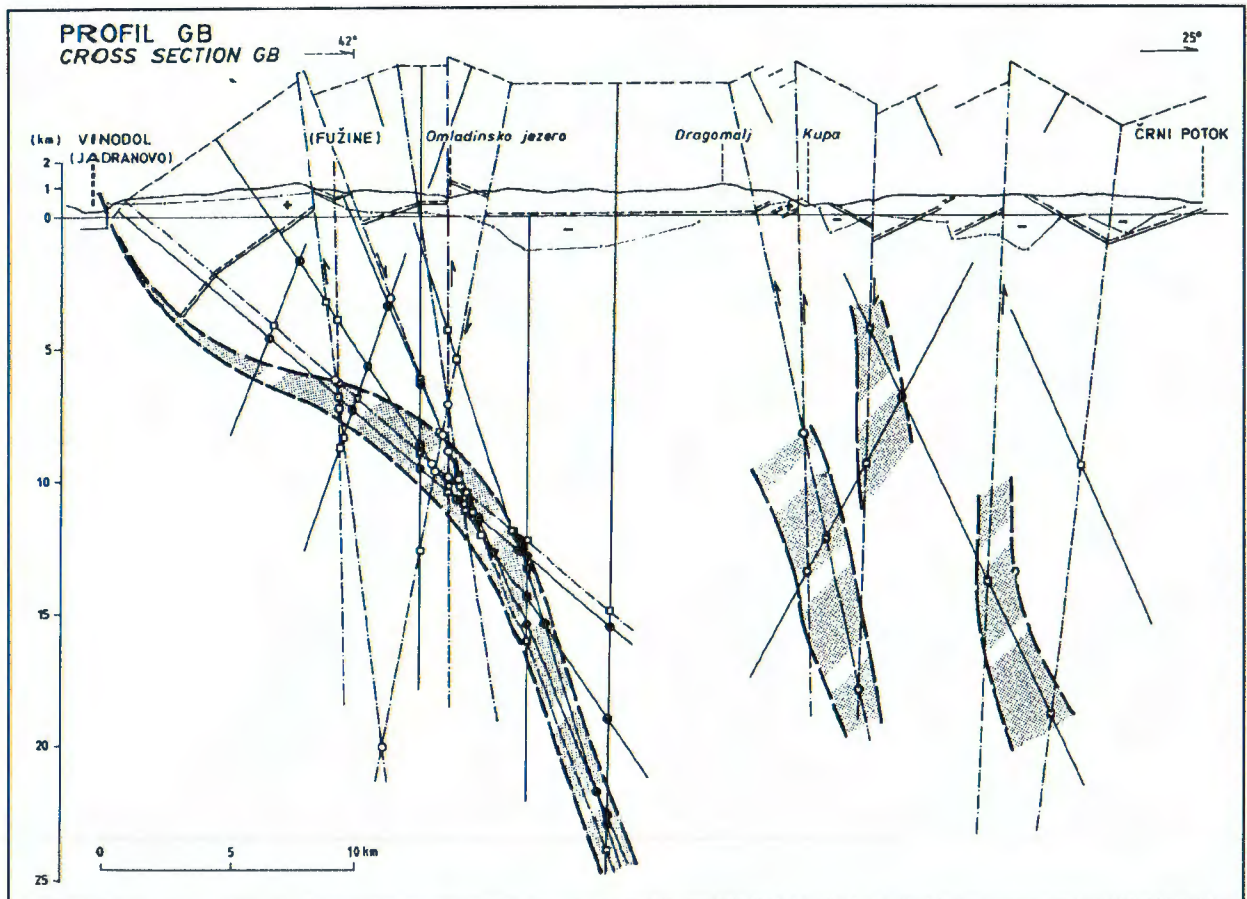
U cilju pojednostavljenja procesa analize geološke građe na profilima je izvršena geometrizacija tektonskih elemenata. U prvom redu izdvojeni su intervali geoloških profila, koji obuhvaćaju naslage jedne ili više kronostratigrafskih jedinica, a za koje je karakterističan sličan položaj slojeva; na geometriziranom profilu grafički je naznačena srednja vrijednost veličine nagiba (dominira dinarski pravac pružanja naslaga). Nadalje, prema podacima listova Osnovne geološke karte SFRJ 1:100.000, uzete su srednje vrijednosti debljina svih izdvojenih jedinica i na geometriziranom profilu označen je kompleks sedimenata određen s dvije reperne plohe, međusobno paralelne. To su donja u vršnom dijelu gornjopaleozojskih sedimenata i gornja ploha u vršnom dijelu naslaga gornje krede.



Slika 6. Konstrukcija oblika i dubine ploha subdukcije. Geometrizirani profil GA (Klana - Kočevje). Legenda: 1. Promatrani sedimentni kompleks, 2. sjecište normala slojeva, 3. sjecište simetrala slojeva s oznakom strukturnog karaktera, 4. sjecište normale i simetrale, 5. pretpostavljeni položaji "glavne" i udruženih zona plitke subdukcije.

Fig. 6. Construction of the morphology and depth of the subduction surfaces. Geometrised cross section GA (Klana - Kočevje)

Legend: 1. Observed sedimentary complex, 2. intersection point of the layer normals, 3. intersection point of the bisectors between the neighbouring layer intervals, with signs of structural character, 4. intersection point of the normal and bisector; 5. proposed positions of the "main" and associated zones of the shallow subduction.



Slika 7. Konstrukcija oblika i dubine ploha subdukcije. Geometrized profil GB (Jadranovo - Črni potok).

Legenda: vidi sl. 6.

Fig. 7. Construction of the morphology and depth of the subduction surfaces. Geometrised cross section GB (Jadranovo - Črni potok).

Legend: see fig. 6.

Na tako priređenim profilima izvršena je grafička analiza kako slijedi. Izvučene su normale na svaki od izdvojenih intervala određene srednje vrijednosti veličine nagiba slojeva. Isto tako predočene su simetrale kuteva između antiklinalno ili sinklinalno položenih susjednih intervala. Posebno su označene simetrale koje predstavljaju rasjede normalnog ili reversnog karaktera.

Sjecišta normala na osrednjene plohe intervala, i sjecišta simetrala antifornih ili sinformnih dodira izdvojenih intervala, kao i sjecišta normala i simetrala, na sva tri profila pokazuju određenu koncentraciju na manjoj površini i na određenoj dubini. Ta konstatacija se odnosi na dijelove profila s izrazitom antiklinalnom strukturom; ispod sinklinalne strukture nema koncentracije sjecišta.

Polazeći od usporedbe s mikrostrukturama uzorka, navedena koncentracija i oblik površine sjecišta interpretirani su kao "točka" infleksije i trag dijela "plohe" plitke subdukcije.

Na sva tri profila koncentracija sjecišta ispod prve antiklinalne strukture idući prema sjeveroistoku u vezana je u interpretaciji na "glavnu" zonu plitke subdukcije dolinom Vinodola i Rječine, i u takvim uvjetima izvršena je na profilima rekonstrukcija oblika i dubine "plohe" plitke subdukcije. Na tragu te "plohe", u njezinom dubljem konkavnom dijelu je smještena i simetrična slika polja

istovrsnih sjecišta sinklinalne strukture (profili GB i GC).

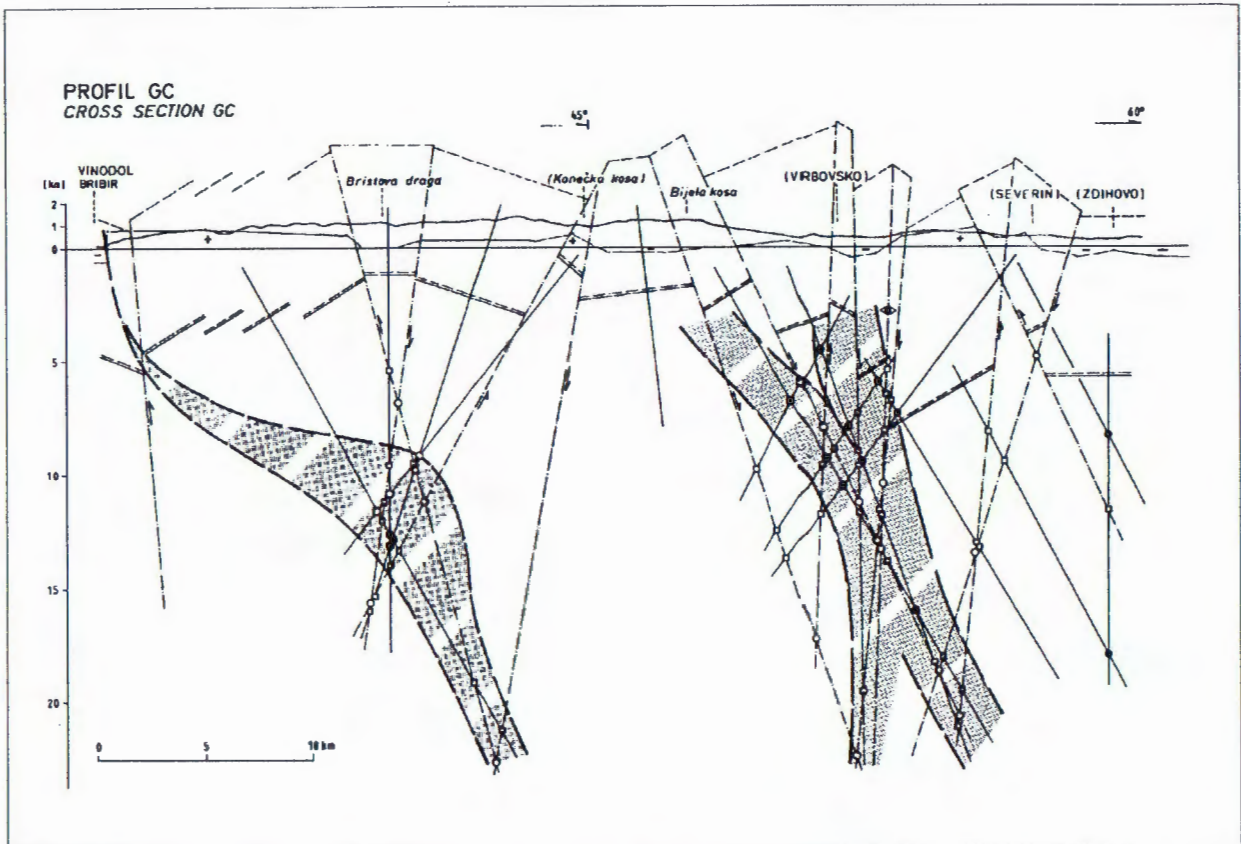
Na geometrizedanom profilu GA polje koncentracije sjecišta veće je površine, na profilima GB i osobito GC jasno su odvojena nova polja koncentracije sjecišta u sjeveroistočnim dijelovima promatranih profila. Navedeni podaci interpretirani su kao posljedica udruženih zona podvlačenja, pri čemu je moguće stapanje dviju zona na određenoj dubini, kako je to pretpostavljeno na profilima GA i GC.

Trag udruženih i "glavne" zone podvlačenja na površini terena označen je intervalima profila s izrazitom dominacijom normalnih rasjeda, kako je to i označeno na profilima A, B, C (sl.4) i GA, GB, GC (Sl.6,7,i 8).

Raspršenost sjecišta normala i simetrala, kao što je to slučaj na profilu GB, ispod Kupe, može se tumačiti kao posljedica jednako vrijedno nagnute ili blago konkavne plohe podvlačenja.

Opći zaključak sa sva tri profila odnosi se na oblik, i dubinu "ploha" podvlačenja.

"Plohe" "glavne" subdukcije pokazuju zakrivljenost s dva konkavna dijela u smjeru kolizijskog pritiska, i istaknutom "točkom" infleksije. Zakrivljenost "ploha" udruženih zona podvlačenja opada u smjeru kolizijskog pritiska sve do jedinstvenog strmo nagnutog blago konkavnog oblika. To omogućuje prijenos kolizijskog



Slika 8. Konstrukcija oblika i dubine ploha subdukcije. Geometrizirani profil GC (Bribir - Zdihovo).

Legenda: vidi sl. 6.

Fig. 8. Construction of the morphology and depth of the subduction surfaces. Geometrised cross section GC (Bribir - Zdihovo).

Legend: see fig. 6.

horizontalnog pritiska na veće udaljenosti, do pretpostavljeno idućeg "glavnog" subdukcijskog kontakta. Dubina "točke" infleksije plohe je različita. Kreće se od 6 - 13 km za plohu veće zakrivljenosti, te od 14 - 22 km za onu manje zakrivljenosti. Doseg u dubinu je do 25 kilometara.

Ovakvo duboko zahvaćanje u kontinentalnu koru, zahtjeva i odgovarajuća istraživanja geofizičkih parametara, koja će vjerojatno i uslijediti.

4. KRITIČKI OSVRT NA PRIMIJENJENU METODU

Sam pristup opisanoj analizi s krutom geometrizacijom izvršen je usprkos određenih saznanja o značajnim nedostacima, te zahtijeva i određene napomene.

Već sam izbor trase profila može bitno utjecati na rezultat. Zatim izbor intervala profila sa sličnom veličinom nagiba slojeva također može dovesti do znatnih razlika u rezultatu, ako se uzmu u obzir različiti stupnjevi deformacije unutar istog kompleksa u njegovom plicem ili dubljem dijelu. To osobito dolazi do izražaja kada su u geometrizirani prikaz uključeni i podaci o tektonskim elementima starije konsolidacije, u ovom slučaju hercinske za stijene mlađeg paleozoika.

Nedostatak analize odnosi se i na primjenu ujednačene debljine promatranog sedimentnog kompleksa.

I poznati geološki elementi građe su izostavljeni,

kao što je već pri je navedena činjenica navlačnih struktura, zatim povijanje osi bora te paraklaza normalnih i reversnih rasjeda.

Međutim, sve je to učinjeno u interesu pristupa da bi isti bio što je moguće više oslobođen subjektivnog utjecaja, u smislu detaljnije interpretacije geoloških odnosa, a time i šire primjenjiv. Interes da se dobiju podaci o smještaju i obliku osnovnog uzročnika generalnih deformacija, plohe plitke subdukcije, i zahtjeva svjesno izostavljanje složenih struktura epidermalnog dijela kompleksa stijena na određenom području.

Može se uputiti i prigovor za upotrebu uzorka s mikrostrukturama kao osnove za usporedbu i interpretaciju makrostrukturnih odnosa dubljeg dometa. Otežavajuća okolnost pri takvoj obradi je i nedostatak sličnih radova u dostupnoj geološkoj literaturi. Poticaj ovakvom pristupu nalazi se u navodima De SITTER-a (1956, str. 313) "of the fundamental analogy between microfolds and macrofolds". I dalje "the very close resemblance between microfolds and macrofolds gives us an opportunity of studying folding and faulting in the microfold sample and applying the conclusions in tectonic deformation in general".

Nadalje, uzeto je u obzir da je određena geotektonska jedinica kojoj pripadaju i promatrano područje i područje uzorka (Čičarija) označena sličnim strukturnim osobitostima.

5. ZAKLJUČAK

Rezultati izvršene analize uzdužnih rasjeda reversnog i normalnog karaktera u području dijela Hrvatskog primorja i Gorskog Kotara, a u uvjetima kolizije i plitkih subdukcija kontinentalne kore mogu se navesti u nekoliko konstatacija.

Utvrđena je izvjesna pravilnost rasporeda uzdužnih rasjeda prema karakteru rasjedanja. U boranom kompleksu, dinarskog pružanja koji generalno odgovara antiklinorijskoj građi Gorskog Kotara, reversni rasjedi koncentrirani su pretežno u jugozapadnim krilima i tjemenu (Jezgri) antiklinala, a normalni u jugozapadnim krilima i dnu (Jezgri) sinklinala. Takovom koncentracijom izdvajaju se predjeli s tendencijom izdizanja odnosno tonjenja. S osloncem na dolinu Vinodola i u produžetku Rječine, kojom brazdi jedna od značajnijih zona plitke subdukcije kontinentalne kore, a vezana je na interval izrazitog tonjenja, u predjelima Gorskog Kotara, u kojima su dominantna normalna rasjedanja, mogu se pretpostaviti i druge, udružene zone podvlačenja. Pokazatelji takovih zona naziru se u predjelima Crni lazi (profil A), Omladinsko jezero - Kupa (profil B) te između Konečke i Bijele kose na profilu B. Isto tako, sudeći prema izrazitoj dominaciji normalnih rasjeda i sinklinalnom položaju, mogu se pretpostaviti u okviru lokaliteta Kočevje (profil A) i Crni potok (profil B). Na profilu C jedna od udruženih zona podvlačenja može se locirati u predjelu Vrbovskog. Međusobno povezivanje tih zona nije uputno zbog velikih udaljenosti između profila.

Na osnovi preliminarne strukturne analize mikrostrukturnih elemenata uzorka sa Čičarije i usporedbe sa strukturama istraživanog područja, pretpostavlja se i sličan oblik "plohe" Vinodolske subdukcije, s generalnim nagibom prema sjeveroistoku; u površinskom dijelu vrlo strm s postupnim prijelazom u vrlo blag do gotovo horizontalan te nakon "točke" infleksije ponovno sa sve većim nagibom. "Točki" infleksije "plohe" pridaje se značaj korjena boranih i osobito disjunktivnih struktura. U jedinstvenom uzroku tektonskih promjena kod kojih je boranje praćeno rasjedanjem, pretpostavlja se sučeljavanje paraklaza imbrikacijskih reversnih rasjeda i normalnih listričkih rasjeda upravo u "točki" infleksije.

Analizom geometriziranih profila GA, GB i GC, na osnovi koncentracije sjecišta normala na slojeve i simetrala anti i sinformi, dobivena je slika oblika i dubine "glavne" i tragova udruženih zona plitkih krustalnih podvlačenja. Njihov izraz na površini pretpostavlja se u navedenim intervalima profila s dominacijom normalnog rasjedanja.

S obzirom na oblik podaci s geometriziranih profila sugeriraju određenu pravilnost; ploha "glavne" subdukcije je maksimalne zakrivljenosti s istaknutom točkom infleksije između dva konkavna dijela u smjeru kolizijskog pritiska. Istim smjerom zakrivljenost ploha udruženih zona podvlačenja opada sve do jedinstvenog strmo nagnutog blago konkavnog oblika. Takva promjena oblika objašnjava i smanjenje intenziteta alohtonije istim

smjerom, kao i daje mogućnost prijenosa kolizijskog horizontalnog pritiska na veće udaljenosti do pretpostavljeno idućeg "glavnog" subdukcijskog kontakta.

Dubina točke infleksije je različita. Kreće se od 6 - 13 kilometara, a doseg plohe u dubinu je i do 25 kilometara.

Navedeni rezultati opisane analize nužno zahtijevaju i provjeru geofizičkim istraživanjima.

6. LITERATURA

- BLAŠKOVIĆ, I. & ALJINOVIĆ, B. (1981): Mikrotektonski elementi kao osnova za model tektonske građe šireg područja Kvarnera. Zbornik radova simpozija "Kompleksna naftnogeološka problematika podmorja i priobalnih dijelova Jadranskog mora", Split (1981), 1, 87-100, Zagreb.
- BUKOVAC, J., ŠUŠNJAR, M., POLJAK, M. i ČAKALO, M. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ, 1 : 100.000, list Črnomelj, (L 33 - 91). Geološki zavod Zagreb, Geološki zavod Ljubljana, Savez geol. zavod. Beograd.
- DE SITTER, L.U. (1956): Structural Geology. McGraw-Hill, I. ed. IV+552, New York.
- HERAK, M., BOJANIĆ, L., ŠIKIĆ, D. i MAGDALENIĆ, A. (1961): Novi elementi tektonike u području gornjeg toka rijeke Kupe. - Geol. vjesnik, 14, 245-251, Zagreb.
- HERAK, M. (1971): Tektonska osnova hidrogeoloških pojava u okolini Skrada, Gorski Kotar. - Ljetopis Jugosl. akad. znan. umjetn., 75 (1969-1970) 425-426, Zagreb.
- HERAK, M. (1980): Zur Ergänzung tektonischer Grundlagen des westcroatischen Aussendinariden. - Ann. Naturhist. Mus. Wien, 83, 127-133, Wien.
- HERAK, M. (1980): Sustav navlaka između Vrbovskog i Delnice u Gorskom Kotaru (Hrvatska). - Acta Geologica, 10/2, 35-51, Zagreb.
- KARL, F. (1964): Anwendung der Gefugekunde in der Petrotektonik. I. Teil., 143, Tektonische hefte, 5, Verlag Ellen Pilger, Clausthal - Zellerfeld.
- SAVIĆ, D. (1976): Tectonic characteristics of the region between Delnice, Brod na Kupu and Skrad, Croatia. - Bull. sci. Cons. Acad. Yug., (A) 21/3-6, 69-70, Zagreb.
- SAVIĆ, D. (1982): Problem tektonskog sklopa Gorskog Kotara. - Geol. vjesnik, 35, 87-92, Zagreb.
- ŠIKIĆ, D. (1980): O tektonskoj građi u slivu gornjeg toka Kupe. - Geol. vjesnik, 31, 151-156, Zagreb.
- ŠIKIĆ, D., PLENIČAR, M. & ŠPARICA, M. (1972): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, List Ilirska Bistrica (L 33-89). - Inst. geol. istraž. Zagreb, Geološki zavod Ljubljana i Savez geol. zavod, Beograd.
- ŠUŠNJAR, M., BUKOVAC, J., NIKLER, L., CRNOLATAČ, I., MILAN, A., ŠIKIĆ, D., GRIMANI, I., VULIĆ, Ž. & BLAŠKOVIĆ, I.

(1970): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, list Crikvenica, (L 33-102). - Inst. geol. istraž. Zagreb, Savez. geol. zavod, Beograd.

SAVIĆ, D. & DOZET, S. (1984): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, list Delnice, (L 33-90).

- Geol. zavod Zagreb i Geol.zavod Ljubljana, Savez.geol.zavod, Beograd.

VELIĆ, I. & SOKAČ, B. (1981): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, list Ogulin (L 33-103). Geol.zavod Zagreb, Savez geol.zavod, Beograd.

DISPOSITION OF THE LONGITUDINAL, REVERSE AND NORMAL FAULTS AND THE CONSTRUCTION OF THE FORMS AND DEPTHS OF THE UNDERTHRUSTING SURFACES

I. Blašković

In the area of a part of Hrvatsko Primorje and Gorski Kotar, the analysis of the disposition of the reverse and normal faults on three cross-sections was accomplished. Definite regularity in the disposition of the faults according to their character has been ascertained. The reverse faults are mainly concentrated in anticlinal, and the normal faults in synclinal structures. Regarding such character of disposition, and with the survey of the relative intensity of the faulting, the intervals of the cross-sections with tendencies to the tectonic upheaving or subsidence have been separated.

Observed in the conditions of the African and European plate collision, the Adriatic carbonate platform is desintegrated by the zones of crustal, continental subductions. One of these zones is positioned in Vinodol (HERAK, 1980, BLAŠKOVIĆ & ALJINOVIĆ, 1981) in the explored area. In the context of this examination, the subduction zone is designated as the "main". Its position in the surface corresponds to the intervals of the tectonic subsidence. Structural deformations in the area of the north-eastern edge of Vinodol and a part of Gorski Kotar that is observed as the "hanging-wall" of the "main" subduction zone, depend on the form of the underthrusting surface (BLAŠKOVIĆ & ALJINOVIĆ, 1981).

Similarity of the microstructures of the sample from Čičarija to the structures of the "hanging-wall" of the Vinodol subduction zone suggests the presumption of the similar form of the underthrusting surface too.

Taking into consideration certain relations between the elements of the microstructures and the forms of the "subduction" surface on the sample, in the geometrized geological cross-sections, the construction of the forms and depths of the "main" and the joint crustal subduction zones— surfaces was accomplished. The tracks of the surfaces are marked by the intersections of the normals on the layers and the bisectrices of antiforms and synforms.

Taking into consideration their form, the cross-sections data suggest certain regularity; the "main" subduction surface is convolved to a maximum degree, with the detached inflexion "point" between two concave parts, in the direction of the collision stress.

In the same direction the convolution of the surfaces of the joint underthrusting zones decreases to the uniform, sheer inclined, moderately concave form. That enables the transmission of the collision stress at larger distances to the presumed next "main" subductional contact.

The depth of the inflexion "point" of the "main" subduction surface is different. It varies within the range from 6 to 15 kilometres, and the surfaces reach as far as 25 kilometres in the depth.