

Geol. vjesnik	27	35—51	4 sl. u tekstu, 1 tab.	Zagreb, 1974
---------------	----	-------	---------------------------	--------------

551.24(161.15-16.44-45)

STJEPAN BAHUN

### TEKTOGENEZA VELEBITA I POSTANAK JELAR-NASLAGA

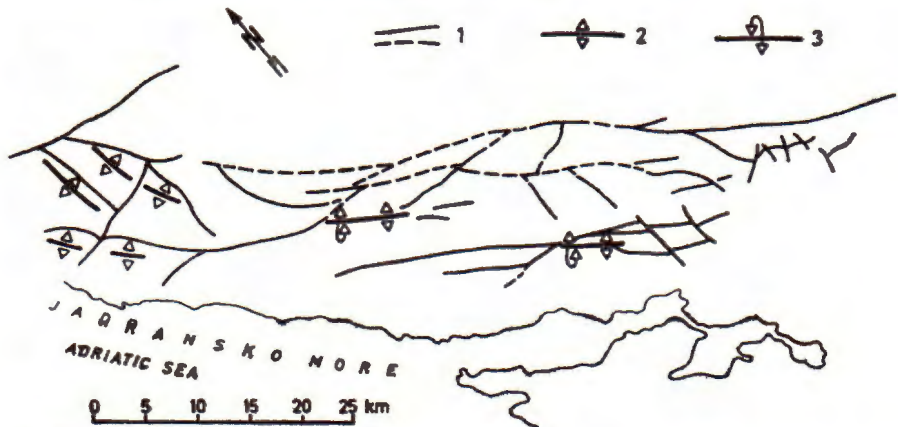
Rekonstrukcija tektogenetskih promjena pokazuje da je za Velebit karakteristično tangencijalno kretanje u prvoj fazi orogenetskih pokreta. Paralelno s tim dolazilo je i do rupturnih poremećaja koji su u drugoj, završnoj fazi postali dominantni. Prema tome suvremena struktura blokova predstavlja sekundarne tektonske elemente.

U vezi s rupturnim poremećajima u području današnje Like, Velebita i Hrvatskog Primorja nastale su pretežno karbonatne Jelar-naslage, a u rubnim dijelovima prostranijeg bazena s južne strane današnjeg Velebita, klasične Promina-naslage.

Zahvaljujući opsežnim i relativno detaljnim istraživanjima u okviru izrade Osnovne geološke karte SFRJ, područje Vanjskih Dinarida postalo nam je poznatije i jasnije prije svega u pogledu litostratigrafskih odnosa. Takva nova i upotpunjena slika rasporeda litostratigrafskih članova daje nam mogućnosti za preispitivanje shvaćanja o proteklim geološkim zbivanjima, posebno u tektogenezi. To je osobito došlo do izražaja u planini Velebitu, jednoj od markantnih geomorfoloških i geoloških jedinica unutar hrvatskog dijela Vanjskih Dinarida, kojom su se bavili mnogi istraživači nadopunjujući saznanja o stratigrafiji i litologiji, ali razilazeći se vrlo često u tektonskim koncepcijama. Tako se mogu razlikovati dvije skupine više ili manje oprečnih mišljenja o tektonici Velebita. Postoje mišljenja da Velebit nije značajnije tangencijalno kretan pa predstavlja autohton poremećen rasjednom tektonikom. Tome nasuprot, prema mnogim autorima, masiv Velebita je pokrenut prema jugozapadu i prema tome predstavlja alohton u okviru jedne tektonske jedinice višeg reda.

Interesantno je primijetiti da su autori koji su u ovim područjima vršili detaljnija istraživanja, stvorili mozaik koji po njihovom mišljenju

ne može upućivati na alohtoniju Velebita, već naprotiv uz manje izuzetke, ukazuje da se radi o autohtonom i razmjerno malo poremećenom terenu. Među prvima Salopek (1914) smatra da je Velebit autohton i da nije pokretan, a kasnije (1952) ističe da se radi o jugozapadnom krilu velike antiklinale u kojoj su glavni poremećaji rasjednog karaktera. Polšak & Milan (1962) obrazlažu autohtonost ovog područja nedostatkom facijelnih i geotektonskih razlika između zone Visokog krša i Primorske zone zbog čega ih, smatraju oni, ne treba odvajati. Nikler, Sokač & Ivanović (1965) i kasnije Ivanović (1968) smatraju slično kao i Salopek (1952) da Velebit predstavlja autohtono jugozapadno krilo rasjednute antiklinale. Sokač (1969 i osobito 1973) daje zakružen i vrlo detaljan prikaz geologije Velebita, te zastupa mišljenje da Velebit predstavlja autohton, a da je današnja struktura odraz dugotrajne i postupne evolucije od paleozoika do danas. U grafičkoj rekonstrukciji te evolucije svi poremećaji svode se na normalne, pretežno vertikalne rasjede, koji se nalaze ili na mjestima inicijalnih lomova ili su mlađi pa ne dopiru do paleozojskih naslaga. Tako bi Velebit predstavljao autohtono jugozapadno krilo antiklinale odvojeno od »ličkog sredogorja«  
tzv. ličkim rasjedom, bez znakova navlačnih ili reversnih struktura (sl. 1). U vezi s tim, tercijski vapnenački klastiti Like i Hrvatskog Primorja (Jelar-naslage) prikazani su kao najmlađi član Promina-naslaga koji je nastao molasnom sedimentacijom u toku pomicanja bazena prema sjeveru, bez prethodnih značajnijih tektonskih poremećaja.



Sl. (Text-Fig.) 1

Osnovne crte današnjih površinskih tektonskih odnosa u Velebitu. Rekonstrukcija prema Sokaču (1973). 1 — značajniji utvrđeni i pretpostavljeni rasjedi, 2 — normalne bore, 3 — prebačene bore.

Main contours of recent tectonic relations in Mt. Velebit. Reconstruction according to Sokač (1973). 1 — main determined and supposed normal, mainly vertical, faults, 2 — normal folds, 3 — overturned folds.

S druge strane koncepciju klasične alohtonije Velebita zastupaju autori koji su se u svojim raspravama više ili manje teoretski bavili prostranim područjima cjelokupne geosinklinale Dinarida (s eugeosinklinalnim i miogeosinklinalnim dijelovima) u kojima je Velebit samo jedan dio znatno veće cjeline. Pri tom oni nisu uzimali u obzir niz detaljnih podataka koji se uklapaju u predložene sheme alohtonije. Na ovom ću mjestu spomenuti samo neka mišljenja. Tako pojedini autori često, ne spominjući Velebit, obuhvaćaju ga u svojim shemama i kartama u većim tektonskim jedinicama koje su navučene prema jugozapadu: »zapadno-crnogorsko-hrvatska zona Visokog krša« (K o s s m a t, 1924), »vapnena zona Dinarida« (K o b e r, 1952), »navlaka Visokog krša« (P e t k o v i ć, 1958, 1961, S i k o š e k & M e d w e n i t s c h, 1965). Neki od autora pak smatraju da je Velebit čelo navlake Visokog krša koje je vršilo pritisak na područje Ravnih Kotara što je rezultiralo strukturama nagnutim prema jugozapadu (S i k o š e k & U c c e l l i n i, 1960, S i k o š e k & M a k s i m o v i ć, 1971). Velebit kao zasebnu jedinicu izdvojili su V i d o v i ć (1970) kao »velebitski sinklinorij-navlaku«; M i l j u š (1971) kao »velebitsku navlaku« koja ima formu utonule bore s korjenom dalje na sjeveroistoku; O l u i ć, G r a n d i ć, H a č e k & H a n i c h (1972) kao »velebitsko-snežničku jedinicu« koja je inicijalno oformljena u paleozoiku a danas se ne nalazi na primarnom mjestu. U pogledu domašaja alohtonije u Velebitu S i m i ć (1935) smatra da je Velika Paklenica tektonsko okno u »velebitskoj navlaci«, dok P o s a v e c (1970) navodi da je Velebit navučen preko 10 km.

Nešto drugačiji pristup problemu ima H e r a k (1971a) koji govori o tangencijalnom pokretu čitavog karbonatnog kompleksa s Ličkom Plješevicom i Velebitom uz popratnu rasjednu dezintegraciju, smještajući čelo dislokacije negdje ispod mora.

Na kraju ovog kratkog prikaza spomenimo još autore koji smatraju da je Velebit u osnovi autohton, ali da unutar njega ima reversnih elemenata (M i l o v a n o v i ć, 1950), odnosno da je velebitska antiklinala samo neznatno navučena na eocen u području Jablanca (Č i r i ć, 1960 — 1963).

Očito je, dakle, prema svemu iznesenom da dileme o tektonici Velebita nisu nove i da usprkos sve većem opsegu dostupnih podataka ostaju u skoro nepromijenjenom obliku od početka stoljeća do danas, pa stanje o tom problemu najbolje prikazuje H e r a k (1973a) str. 84. ovim riječima: »... U tom pogledu Velebit je pravo 'prkos-brdo'. O njegovom izdizanju, boranju i rasjedanju nema sumnje. O tom svjedoče i slojevi nagnuti prema moru i poremećeni rasjedima na mnogim mjestima. Oni u stvari čine dio nekadašnje velike bore s jezgrom u području ličkih paleozojskih naslaga koje su danas na površini zahvaljujući razaranju i odnošenju njihova mezozojskog tjemena. No geolozi se još uvijek pitaju je li Velebit na svojem prvotnom mjestu ili je i on pokrenut prema moru

kao dio velike krške navlake. Odgovora ima i potvrdnih i niječnih, bez jednoznačnih dokaza. Isto vrijedi za teren sjeveroistočno od ličkog rasjeda. U novije vrijeme zaokupljaju nas razložna razmišljanja nije li i on tangencijalno pomaknut i navučen prema jugozapadu a navlačne su mu karakteristike zamaskirane ličkim rasjedom koji je mlađeg datuma.«

U namjeri da se pokušamo za korak približiti rješenju problema izvršena je analiza nekih dosad ustanovljenih pojava i odnosa koje se teško mogu jednoznačno obrazložiti. Tako npr. slika tektonskih odnosa na površini svojim izgledom strukture blokova, vertikalnim i subvertikalnim rasjedima, bez znakova tangencijalnih pokreta upućuje na autohtoni položaj. S druge pak strane tektonske osobine susjednih područja i neki detalji unutar samog Velebita ukazuju na tangencijalne pokrete. Upravo takva disharmonija činjenica u okviru tumačenja bilo koje od koncepcija poslužila je kao osnova za pokušaj rekonstrukcije načina i slijeda postanka današnje strukturne slike Velebita, čime bi naoko nepodudarne pojave bile logično objašnjene. Zbog toga ćemo ovdje razmotriti neka od pitanja pa ih pokušati povezati u jednu cjelinu:

— Kakva je veza između tektonike Velebita i navlačne tektonike okolnih područja?

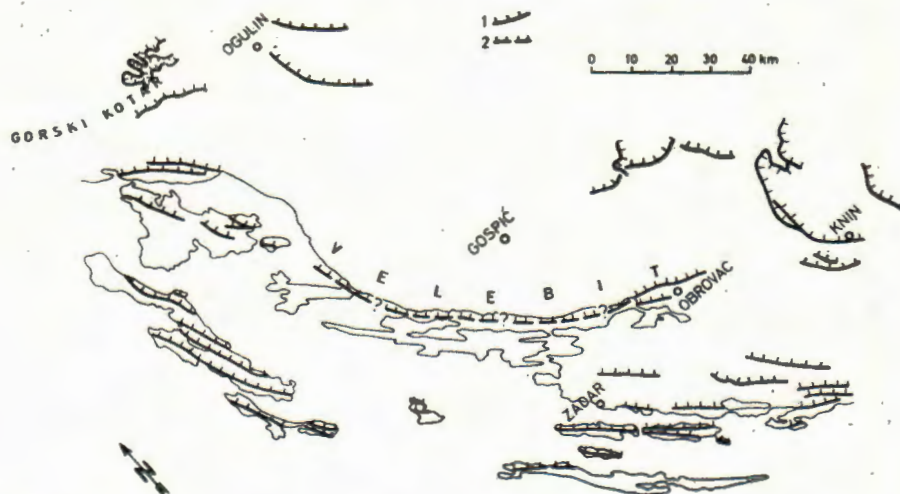
— Kako obrazložiti nedostatak srednjih krakova duž normalnih rasjeda u velikom broju bora u području Velebita?

— Kako tumačiti reversne rasjede s jugozapadne strane Velebita?

— Kako su nastale prebačene bore u Brušanima i u Velikoj Paklenici?

— Postoji li, a ako postoji kakva je, veza između tektonskih pokreta u Velebitu i formiranje Jelar-naslaga u Lici i Promina-naslaga u Dalmaciji?

Promotrimo li granična područja Velebita, zapažamo da su ona uz manja odstupanja prošla vrlo sličnu evoluciju do glavnih strukturnih promjena (relativno mirna sedimentacija kroz mezozoik i dio tercijara) što znači da su glavni orogenetski pokreti započeli u sličnom ambijentu na širem području, a to bi logično trebalo rezultirati i sličnim njihovim krajnjim efektima. U Gorskom Kotaru (Herak, Bojanić, Šikić & Magdalenić, 1961; Bahun & Gušić, 1971), u istočnoj Lici u području Kremena i Udbine (Bahun, Bukovac & Šušnjar, u tisku) u području lista Knin Osnovne geološke karte SFRJ (Grimani, Juriša, Šikić & Šimunić, u tisku), u Zapadnoj Bosni (Papeš, 1967, Mojičević, 1971) itd., dakle relativno blizu Velebitu, dokazana je ili alohtonija znatnijih razmjera ili barem reversni poremećaji (sl. 2). Uzimajući u obzir ove podatke trebalo bi pretpostaviti da je i područje Velebita u okviru geosinklinalnog pojasa koji je bio dug tisuće kilometara, širok stotine kilometara, primarne debljine sedimenata preko 7 000 metara (od čega preko 5 500 metara otpada na mezozojske sedimente), bilo zahvaćeno orogenetskim pokretima istog stila i sličnog domašaja kao što je to barem u bližim dijelovima Dinarida, pa da prema tome prvotna tektonika mora imati i tangencijalne karakteristike. Ako bi uporno ostali



Sl. (Text-fig.) 2

Osnovne crte današnjih površinskih tektonskih odnosa u susjednim područjima Velebita. Rekonstrukcija prema Geološkoj karti SFRJ 1 : 500 000 i autorima spomenutim u tekstu. 1 — dislokacije s reversnim karakteristikama, 2 — pretpostavljeni reversni ili navlačni kontakt kroz velebitski kanal.

Main contours of recent tectonic relations in the surroundings of Mt. Velebit. Reconstruction according to the Geological Map of Yugoslavia 1 : 500 000, and according to the authors mentioned in the text. 1 — dislocations with reverse characteristics, 2 — supposed reverse dislocation along the Velebit channel.

kod tvrdnje da Velebit nije pokretan, da u njegovoj strukturi nema reversnih rasjeda i da se radi isključivo o vertikalnim rasjedima i o blok-tektonici, morali bismo pretpostaviti dva tipa prvotne tektonike: jednu »vertikalnu« za područje Velebita i drugu tangencijalnu za gotovo sva okolna područja. To je teško zamisliti, jer upravo da i pretpostavimo da u Velebitu nije bilo tangencijalnih pokreta, ili da on nije kretan prema moru, moramo se upitati ne bi li tada čela danas ustanovljenih navlaka u graničnim područjima, u prošlosti dosizala i preko Velebita? (Na profilima Brušana i Paklenice erozijom je »skinuto« preko 6 000 metara primarne debljine sedimentata. Što nas priječi da na tu debljinu dodamo još npr. 1 000 metara ili više alohtona, budući da ionako ne znamo maksimalni iznos koji je erodiran?). Nadalje, možemo se upitati kako je došlo do formiranja reversnih struktura u primorju i otocima (sl. 2) ako je Velebit na sebi zadržao pritiske sa sjeveroistoka i ako se on sam nije pomicao? Želimo li, prema tome, Velebit uklopiti u jednu veću cjelinu koja ima određene zajedničke karakteristike (litostratigrafski slijed, tekton-

ske karakteristike, slijed geoloških zbivanja), moramo i u pogledu tektonike biti svijesni da današnja površinska slika tektonskih odnosa predstavlja samo odraz posljednjih, vertikalnih tektonskih pokreta koji su maskirali ili uz pomoć erozije uništili tragove primarne tangencijalne tektonike (sl. 3 i tabla I).

U Osnovnoj geološkoj karti SFRJ listovi Udbina (Bahun, Bukovac, Sokač & Šušnjari, u tisku) i Gospić (Sokač, Šćavničar & Velić, u tisku) i u geološkoj karti priloženoj uz rad »Geologija Velebita« (Sokač, 1973) duž čitavog Velebita (a posebno je to dobro vidljivo kod Brušana i Velike Paklenice), na površini uz dijagonalne rasjede nedostaju srednji krakovi bora (sl. 3c). Budući da su uz dislokacije redovito relativno spuštена sjeveroistočna krila rasjeda, mogao bi se steći dojam da je takva površinska slika rezultat reversnog rasjedanja s vergencijom prema sjeveristoku. Takvi bi pokreti, međutim, bili posve suprotni opće prihvaćenoj i tako reći dokazanoj tvrdnji o »potiscima sa sjeveroistoka«. Budući da su položaji paraklaza vertikalni a ne s nagibom prema jugozapadu, takva pretpostavka ne može doći u obzir.

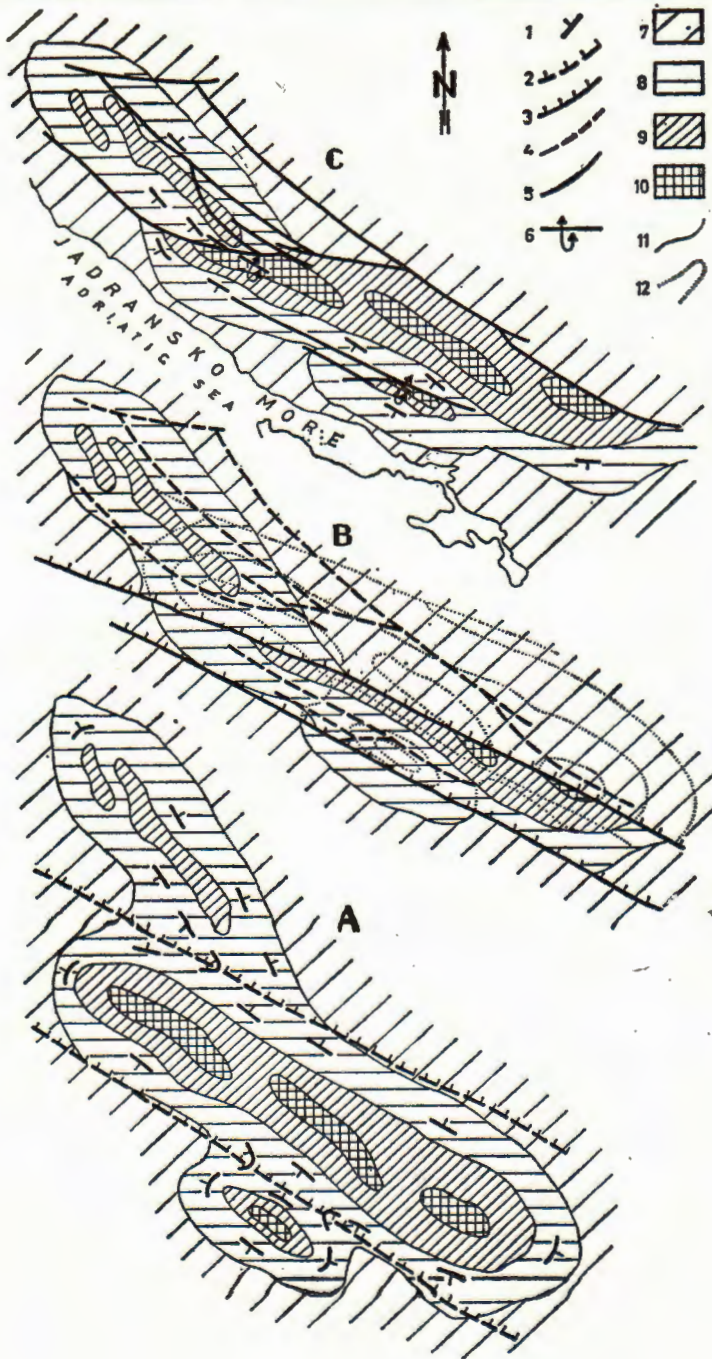
Ostaje dakle pitanje što se dogodilo, kuda su nestali, ili gdje se danas nalaze srednji krakovi bora u području Velebita? U nastojanju da se to pitanje objasni pokušao sam rekonstruirati razvoj tektonike Velebita, što je prikazano u priloženim profilima (tabla I). Rekonstrukcija se osniva na pretpostavci opisanoj ranije, tj. da bi karakteristike primarne, prvotne tektonike Velebita i okolnih područja u sklopu Dinarida morale biti slične, odnosno da su u prvoj fazi tektonskih poremećaja prevladavajuću ulogu imali reversni rasjedi i navlake, a nakon toga da su slijedili poremećaji vertikalnog karaktera (sl. 3). Ta je faza prikazana na tabli I, I—VII/2. Rekonstrukcija je izvršena »umetanjem« dijela srednjeg kraka bore na mjestima gdje je na temelju površinskih podataka zaključeno

### Sl. (Text-fig.) 3

Shematska rekonstrukcija slijeda tektonogenetskih promjena u Velebitu. Usporediti s tablom I: I—VII/1, 2, 4, 6. A — početak tangencijalnih pokreta, formiranje bora, B — maksimum tangencijalnih pokreta, sužavanje prostora, formiranje reversnih struktura i navlaka, C — današnja tektonska slika na površini prouzročena rasjedanjem duž normalnih, pretežno vertikalnih, rasjeda i erozijom. 1 — položaj slojeva, 2, 3 — reversni rasjedi, 4, 5 — normalni, uglavnom vertikalni rasjedi, 6 — prebačene bore, 7 — jura, kreda i tercijar, 8 — jura, 9 — trijas, 10 — paleozoik, 11, 12 — geološke granice.

Schematic reconstruction of succession of tectonical movements in Mt. Velebit. Compare with Plate I, I—VII/1, 2, 4, 6. A — Beginning of tangential movements, formation of the folds, B — Maximum of tangential movements, compression in the terrain, formation of reverse faults, overturned folds and overthrusts, C — Recent tectonic relations on the surface caused by normal, mainly vertical, faults, and by erosion. 1 — attitude of beds, 2, 3 — reverse faults, 4, 5 — normal, mainly vertical, faults, 6 — overturned folds, 7 — Jurassic, Cretaceous and Tertiary, 8 — Jurassic, 9 — Triassic, 10 — Palaeozoic, 11, 12 — geological boundary.

Bahun: Tektogeneza Velebita



da oni nedostaju. Time je postignuta cjelovitost bora (tabla I, I—VII/1). Međutim, budući da se na osnovi površinskih podataka ne može ustanoviti na kojim se mjestima nalaze strmije a gdje blaže položene paraklaze uzet je za srednji nagib kut od 40—50° kao reversni rasjed (tabla I, I—VII/2,3), iako se mogu pretpostaviti položaji dislokacija koji su i znatno blaži. Tako rekonstruirani profili i profili iz okolnih terena za koje i na površini postoje nedvojbeni podaci što govore za alohtoniju, pokazuju u osnovi isti mehanizam. Slijedeća faza obuhvaća vertikalne pokrete »relaksacijskog karaktera« (tabla I, I—VII/4,5), tako da su reversne i navlačne strukture presječne normalnim rasjedima. Konačna slika, prema tome, u većoj ili manjoj dubini nosi reversne elemente o dimenzijama kojih se ne može govoriti dok se ne nađu na površini, kao što je to npr. u susjednom području kod Kremena i Udbine. Takvih reversnih struktura ima svakako više nego što je prikazano na profilima, ima ih na širem prostoru i ima ih različitog intenziteta i položaja. Ovdje opisanom koncepcijom, prema tome, želi se na osnovi objektivno priznatih dokumenata i područje Velebita »uklopiti« u slijed, formu i stil geoloških zbiivanja kakva su dokazana u susjednim područjima a karakteristična su za čitave Vanjske Dinaride. Tako bi došli do termina »relativni autohton« koji češće spominje M. Herak pa ga i u najnovije vrijeme primjenjuje u prikazu tektonike Dalmatinske Zagore (Herak, 1973a). Prema svemu se čini da bi se taj naziv mogao upotrijebiti i za područje Velebita jer se i tu radi o terenu koji čini podlogu »naljuskanim« terenima sa sjeveroistoka, a i sam je otkinut od podloge i pokrenut, što pokazuju tektonske karakteristike reversnih pa i navlačnih obilježja, iako poremećaji unutar samog Velebita svojim domašajem ne prelaze okvire primarnog stratigrafskog slijeda naslage.

S jugozapadne strane Velebita, bilo neposredno uz sam njegov rub, bilo dalje prema jugozapadu na obali ili na otocima, ustanovljeni su reversni rasjedi pa i navlake s pokretom prema jugozapadu (Zrmanja, područje Ravnih Kotara, Krk, Cres, Pag, Olib itd., sl. 2). Takve je strukture teško obrazložiti ako bi se pretpostavilo da je Velebit autohton, odnosno da za vrijeme orogenetskih pokreta koji su formirali Dinaride nije pomican, pa je prema tome »štiti« od poremećaja područja na jugozapadu. Vjerojatnije je, međutim, da je i područje današnjeg Velebita moralo biti otkinuto od podloge, pokrenuto i »komprimirano« na manji prostor. Rezultat toga su reversni rasjedi pa i navlake i formiranje danas postojećih reversnih struktura na jugozapadu. Posebno je pri tom pitanje, postoji li duž obale pod morem jedna izrazitija reversna ploha ili zona reversnih paraklaza duž kojih je čitava masa Velebita više ili manje pokrenuta prema jugozapadu. Neki od autora (Sikošek & Medwentsch, 1965, Posavec, 1970, Herak, 1971a, Miljuš, 1971) to i pretpostavljaju, što bi i prema ovdje iznesenoj koncepciji bilo sasvim logično i moguće. S tim bi i predodžba o efektima tektonskih pokreta u osnovi bila u okvirima prikaza navedenih autora.



U Osnovnoj geološkoj karti SFRJ, listovi Gospić (Sokač, Ščavničar & Velić, u tisku) i Udbina (Bahun, Bukovac, Sokač, & Šušnjarić, u tisku) i geološkoj karti Velebita (Sokač, 1973), u području paleozojskih jezgara antiklinala kod Brušana i Velike Paklenice registrirani su vertikalni i prebačeni slojevi i prebačena krila bora (sl. 1). Bore su prebačene prema jugozapadu, što je u skladu s izloženom koncepcijom o tangencijalnim pokretima prema jugozapadu. Za postanak tih struktura teško je dati drugačije objašnjenje, jer uz normalne rasjede one ne bi mogle nastati.

Na kraju valja nam se upustiti u nešto opsežniju diskusiju o vezi između postanka terciarnih vapnenačkih klastita (Jelar-naslaga) i tektogeneze Velebita.

Tercijarni vapnenački klastiti opisivani su od strane mnogih autora (Poljak, 1938, Crnolatac & Milan, 1957, Polšak, 1956, Bahun, 1962, 1963, Herak, 1971b, Sokač, 1973 itd.). Mnogo je diskutirano o sastavu i vremenu postanka, ali je malo autora moglo reći nešto konkretnije o načinu njihova postanka. Zaključci o tom problemu uglavnom se kreću oko snažne erozije jako izražene postfliške morfologije i sedimentacije u obližnjim bazenima. Konkretnije, iako bez detaljnije analize, je mišljenje Heraka (1971b, str. 29) koji smatra da se radi o molasnim sedimentima. To potvrđuju analize litoloških karakteristika, jer su breče sastavljene od uglavnom nezaobljenih i nesortiranih ulomaka najrazličitijeg sastava (ovisno o vrsti materijala od kojeg su nastali), a vapnenci, laporoviti vapnenci, gline i lapori vertikalno i lateralno se s njima postupno ili naglo izmjenjuju. U njima nema jasnih teksturnih elemenata pa se ne može nazrijeti tektonika bora; jedino su vrlo često i gusto ispresijecani rasjedima i pukotinama. Zacijelo su u vrijeme njihova postanka i na mjestu njihova postanka vladali veoma dinamični uvjeti sedimentacije. Mora se još dodati da, koliko je dosad poznato, usprkos očitj diskordanciji prema podlozi, nije ustanovljen niti jedan lokalitet na kojem bi se moglo sasvim sigurno ustanoviti tipični transgresivni odnos prema starijim naslagama. Te su naslage rasprostranjenje skoro kontinuirano s obje strane Velebita (nema ih jedino između Metka i Gračaca), na sjeveru dopiru do Otočca a na sjeverozapadu do Udbine (sl. 4). Nalazi ih se i na otocima, a leže nepravilno, bez obzira na postojeće strukture, na svim litostratigrafskim članovima od srednjeg trijasa do terciara. Debljina im varira, a bušotinama je dokazano da su deblje od tristo metara (Bahun, 1962). Iz opisanog, a ponajviše na osnovi terenskih impresija, stječe se dojam da su ovi klastiti nastali na taj način da su fragmenti stvoreni drobljenjem, otkidanjem i rušenjem (ne transportiranjem vodom!) dospijevali u bazene, gdje je bilo izvršeno povezivanje u breču, kalkarenit ili, ako u određenom času nije bilo krupnoklastičnog materijala, taložile su se gline, laporoviti vapnenci i dr., dakle finozrnati sedimenti sastojci kojih su transportirani iz udaljenijih područja. Da bi



Sl. (Text-fig.) 4

Rasprostranjenje Jelar-naslaga i Promina-naslaga u graničnim područjima Velebita. 1 — starije naslage, 2 — Jelar-naslage, 3 — Promina-naslage.

Distribution of Jelar deposits and Promina deposits in the surroundings of Mt. Velebit. 1 — older deposits, 2 — Jelar deposits, 3 — Promina deposits.

se mogli ostvariti opisani potrebni uvjeti, mora se u pomoć pozvati tektoniku koja je u stanju formirati jako istaknute i strme odsjeke pogodne za urušavanje i odlamanje prethodno zdrobljenog materijala. Na profilima (tabla I, I—VII) prikazana je rekonstrukcija prema kojoj bi se najprije duž reversnih rasjeda pojedini dijelovi postupno izdizali nad okoli-

nom, dajući pri tome lomljenjem, drobljenjem, otkidanjem i urušavanjem materijal za stvaranje vapnenačkih klastita (tabla I, 1-VII/3—4). U toj fazi je glavna masa erodiranog materijala usmjerena prema zapadu i jugozapadu (osim u sjevernim područjima prikazanim na tabli I, profili I i II, gdje je zbog manjeg intenziteta tektonskih pokreta došlo do slabijeg izdizanja pa je urušavanje i snažanje moglo biti usmjereno i prema istoku). Nakon toga nastupa relaksacija u kojoj se pojedini dijelovi spuštaju duž normalnih rasjeda (pretežno vertikalnih), pa se stvara mogućnost za još intenzivnije razaranje tako diseciranog terena i urušavanje u depresije nastale rasjedima u koje nanovo prodire voda i u kojima se dalje nastavlja stvaranje klastita (tabla 1, I—VII/5—6). Konačno, kad tektonika prestane djelovati dolazi do završne erozije koja s najistaknutijih dijelova »skida« tercijarne klastite zajedno sa starijim sedimentima, ponegdje ih ostavlja spuštene uz rasjede iako na većim visinama, dok su najbolje sačuvani u onim dijelovima koji su rasjedima spušteni najniže. Danas su to područja uz jadransku obalu i u Lici.

U uskoj vezi s tim trebalo bi promatrati i postanak ogromne mase konglomerata koji su južno od Velebita pribrojeni Promina-naslagama. Očito je da su uvjeti s te strane Velebita u vrijeme njihova formiranja bili nešto drugačiji. Postojao je prostraniji bazen u koji su urušeni fragmenti, nastali lomljenjem i otkidanjem duž reversnih i ostalih rasjeda na južnom rubu Velebita, mogli postići zaobljenost i određenu sortiranost, vertikalnu diferencijaciju a time i osnovna teksturna obilježja. Iz toga bi dakle proisticalo da je izvorni materijal i za Jelar-naslage u Lici i podvelebitskom primorju i za karbonatne klastite Promina-naslaga u području Obrovca i Dalmatinske Zagore nastao na isti način lomljenjem, drobljenjem, otkidanjem i rušenjem za vrijeme tektonskih pokreta u završnim fazama orogenetskih gibanja, nakon čega je došlo do formiranja novog sedimenta južno od Velebita u rubnim dijelovima prostranog bazena, a u području današnjeg Velebita i u Lici u dinamičnijim uvjetima i vjerojatno u većem broju manjih bilo spojenih bilo odvojenih bazena.

Treba reći još riječ-dvije o priloženim profilima (tabla 1). Oni su rekonstruirani retrogradno od današnjih površinskih tektonskih karakteristika. Za razliku od uobičajenih rekonstrukcija, između početnih faza u kojima se formiraju bore i faze u kojoj dominiraju normalni (pretežno vertikalni) rasjedi danas vidljivi na površini, interpolirana je faza tangencijalnih pomaka čiji su tragovi u ovom području ili ispod površine ili su uništeni erozijom. Profili djeluju pomalo kruto, geometrijski, zbog toga jer je bilo najmanje komplicirano grafički »baratati« s paralelnim borama. Isto tako kruto djeluju i rasjedi. I oni su konstruirani sasvim geometrijski, ali smatramo da je ovom prilikom bilo važnije prikazati zamišljeni princip stvaranja struktura, nego se bez podataka pokušavati dovinuti prirodnim odnosima i tako doći u priliku da se ekstretno pogriješi. Posebno ističemo da profile treba promatrati u postupnosti događaja i da npr. profili I—VII/2 i I—VII/4 na tabli I, nikada i nisu mogli

izgledati tako kao što su prikazani, već da bi to bio njihov izgled da nije bilo egzogenih utjecaja koji su djelovali istovremeno s tektonskim pokretima. Nadalje, ovom rekonstrukcijom nije se željelo ponovno ulaziti u datiranje faza promjena, jer se onome što je već mnogo puta rečeno jedva nešto nova može dodati. Težište je u načinu i slijedu događaja koji su vezani uz tektoniku Velebita, što je, nadam se, iz priloženih profila vidljivo.

### ZAKLJUČAK

Problem tektonskog položaja Velebita zaokupljao je pažnju mnogih istraživača, pa su se tokom vremena formirale dvije u osnovi oprečne koncepcije o njegovoj tektonskoj građi. Prema prvoj koncepciji Velebit nije značajnije tangencijalno kretan pa predstavlja autohton poremećen rasjednom tektonikom, dok prema drugoj koncepciji Velebit je pokrenut prema jugozapadu i prema tome predstavlja alohton u okviru jedne tektonske jedinice višeg reda. Budući da su nam u posljednje vrijeme postali dostupni noviji podaci i interpretacije litostratigrafije i tektonike Velebita i okolnih područja (Osnovna geološka karta SFRJ, Geologija Velebita, Sok a č, 1973) ovim je radom izvršen pokušaj da se naoko nepodudarne pojave dovedu u logičan slijed geoloških događaja. Tako se mogu izdvojiti dva osnovna pitanja:

— Kako protumačiti nedostatak srednjih krakova bora u području Velebita?

— Kakvi su poremećaji morali prethoditi formiranju Jelar-naslaga u Lici i Promina-naslaga u Dalmaciji?

Nedostatak srednjih krakova bora u recentnoj površinskoj slici Velebita treba tumačiti tektonskim zbivanjima koja su se odigrala u dvije faze: u prvoj su se zbili tangencijalni pokreti prema jugozapadu koji su rezultirali reversnim rasjedima, prebačenim borama pa i navlakama, a u drugoj fazi tzv. relaksacijski pokreti karakterizirani normalnim rasjedima koji su reducirali ili maskirali srednje krakove bora i dali Velebitu karakteristike blok tektonike.

Dosadašnje diskusije o karbonatnim klastitima tercijara (Jelar-naslage) ponajčešće nisu obuhvaćale detalje oko načina postanka ovih sedimentata. S obzirom na njihov molasni karakter, vrijeme i način njihova postanka moramo vezati uz orogenetske pokrete tijekom kojih su se formirale prije opisane strukture u dvije faze pri čemu je nastalo obilje klastičnog materijala. Od njega su u kontinentalnom dijelu vjerojatno u više manjih bazena nastajale Jelar-naslage, a s jugozapadne strane Velebita u rubnom dijelu prostranijeg bazena, Promina-naslage.

Dodamo li k tome da granična područja Velebita pokazuju nedvojbeno karakteristike alohtonih terena, a da i u samom Velebitu postoje preba-

čene strukture, možemo zaključiti da današnja površinska tektonska slika strukture blokova nastala normalnim rasjedima ne dokazuje autohtonost, već se može tumačiti kao efekt posljednjih vertikalnih pokreta, dok se skoro svi ostali elementi mogu uklopiti u koncepciju prema kojoj je i Velebit otkinut od podloge i pokrenut prema jugozapadu.

Primljeno 10. 01. 1974.

*Geološko-paleontološki zavod,  
Prirodoslovno-matem. fakultet,  
41000 Zagreb, Soc. revolucije 8*

#### LITERATURA

- Bahun, S. (1962): Vapnenci Promina-naslaga u području Krušćice u Lici. — *Geol. vjesnik*, 15/1, 101—106, Zagreb.
- Bahun, S. (1963): Geološki odnosi okolice Donjeg Pazarišta (Trijas i tercijarne Jelar-naslage). — *Geol. vjesnik*, 16, 161—170, Zagreb.
- Bahun, S. (1973): Odnos krškog procesa i fluvijalne erozije u području Like. — *Krš Jugosl., Jugosl. akad.*, 8/5, 91—100, Zagreb.
- Bahun, S. & Gušić, I. (1971): Neke karakteristike tektonike Gorskog Kotara. — *Ljetopis Jugosl. akad.*, 75, 445—447, Zagreb.
- Bahun, S., Bukovac, J., Sokač, B. & Šušnjar, M. (u tisku): Osnovna geološka karta SFRJ list Udbina 1: 100 000. — Savezni geol. zavod, Beograd.
- Crnolatac, I. & Milan, A. (1957): Prilog poznavanju prominskih naslaga Like. — *Geol. vjesnik*, 12, 49—52, Zagreb.
- Cirić, M. (1960—63): Le développement des Dinarides Yougoslaves pendant le cycle Alpin. — *Livre mém. P. Fallot, 2. Soc. géol. France*, 256—282, Paris.
- Grimani, I., Juriša, M., Šikić, K. & Šimunić, A. (u tisku): Osnovna geološka karta SFRJ list Knin 1: 100 000. — Savezni geol. zavod, Beograd.
- Herak, M. (1971a): Beitrag zur Rekonstruktion der orogenetischen Dynamik in den Dinariden Kroatiens. — I Simpozijum o orogenskim fazama u prostoru Alpske Evrope. Beograd—Bor (1970), 35—40, Beograd.
- Herak, M. (1971b): Neke specifičnosti Dinarskog krša. — Simpozij o zaštiti prirode u našem kršu Jugosl. akad., 25—34, Zagreb.
- Herak, M. (1973a): Pregled geološke građe Like. — *Lika u prošlosti i sadašnjosti*, Zbornik 5, 79—85, Hist. arh. u Karlovcu, Karlovac.
- Herak, M. (1973b): Some tectonical problems of the evaporitic area in the Dinarides of Croatia. — *Geol. vjesnik*, 26, 29—40, Zagreb.
- Herak, M., Bojanić, L., Šikić, D. & Magdalenić, A. (1961): Novi elementi tektonike u području gornjeg toka rijeke Kupe. — *Geol. vjesnik*, 14, 245—251, Zagreb.
- Ivanović, A. (1968): Fotogeološka karta Jadranskih otoka i obale od ušća Krke do Bakra. — I kolokvij geol. Dinaridov 1, 221—227, Ljubljana.
- Kober, F. (1952): Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens. — *Posebna izd. Geol. inst. Srpske akad.* 3, 1—81, Beograd.
- Milovanović, B. (1950): Geološko-tektonska skica Jugoslavije. — *Geol. za rudare I dio*, 411—425, Beograd.

- Miljuš, P. (1971): Geološko-tektonska građa i povijest razvoja vanjskih Dinarida i Jadrana. — Disert. Rudarsko-geol.-metaluršk. fakultet u Beogradu, Beograd.
- Mojičević, M. (1971): Klastiti jure i krede u SR Bosni i Hercegovini. — Magist. rad Prirodosl.-matem. fakultet u Zagrebu, Zagreb.
- Nikler, L., Sokač, B. & Ivanović, A. (1965): Strukturna građa sjeveroistočnog Velebita. — Acta geol. 5 Jugosl. akad., 384—396, Zagreb.
- Oluić, M., Grandić, S., Haček, M. & Hanich, M. (1972): Tektonska građa Vanjskih Dinarida Jugoslavije. — Nafta, 23/1—2, 3—6, Zagreb.
- Papeš, J. (1967): Stratigrafsko-tektonski i hidrogeološki odnosi u području Livna i Duvna. — Magist. rad Prirodosl.-matem. fakultet u Zagrebu, Zagreb.
- Petković, V. (1958): Neue Erkenntnisse über den Bau der Dinariden. — Jahrb. geol. Bundesanst., 101/1, 1—20, Wien.
- Polšak, A. (1956): Nova nalazišta prominskih klastičnih sedimenata u Hrvatskom Primorju. — Geol. vjesnik, 10, 91—103, Zagreb.
- Polšak, A. & Milan, A. (1962): Facijelni i tektonski odnosi sjeveroistočnog područja Like. — Ref. V savj. geol. FNRJ 1, 63—75, Beograd.
- Poljak, J. (1938): Promina-naslage Velebita i Like. — Vesn. geol. inst., 6, 25—33, Beograd.
- Posavec, M. (1970): Resultate photogeologisch-strukturgeologischer Interpretation der SW Bereiche Kroatiens. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 62, 40—45, Wien.
- Salopek, M. (1914): Moderna alpinska tektonika i geologija Hrvatske i Slavonije. — Glasn. Hrv. prirodosl. društva, 26/4, 84—108, Zagreb.
- Salopek, M. (1952): O gornjem permu Velike Paklenice u Velebitu. — Rad Jugosl. akad., 289, 5—26, Zagreb.
- Sikošek, B. & Maksimović, B. (1971): Geotektonska rajonizacija Jadranskog pojasa. — Nafta, 4—5, 278—301, Zagreb.
- Sikošek, B. & Medwenitsch, W. (1965): Neune Daten zur Fazies und tektonik der Dinariden. — Verh. geol. Reichsanst., Sonderb. G, 86—102, Wien.
- Sikošek, B. & Uccellini, S. (1960): Jedan karakterističan profil Jadranskog pojasa. — Nafta, 11/1, 7—11, Zagreb.
- Simić, V. (1935): Gornji perm u Velebitu i tektonika Velike Paklenice. — Glasn. geogr. društva, 21, 73—78, Beograd.
- Sokač, B. (1969): Paläostrukturen der Trias in dem Gebiete des Gorski Kotar und des Velebitgebirges. — Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl., (A), 14/5—6, 142, Zagreb.
- Sokač, B. (1973): Geologija Velebita. — Disert. Prirodosl.-matem. fakultet, Zagreb.
- Sokač, B., Šćavničar, B. & Velić, I. (u tisku): Osnovna geološka karta SFRJ list Gospić 1 : 100 000. — Savezni geol. zav., Beograd.
- Vidović, M. (1970): Prilog rejonizaciji i morfotektonici spoljnih Dinarida. — I kolokvij geol. Dinaridov 2, 67—72, Ljubljana.
- Zupanič, J. (1969): Promina naslage planine Promine. — Geol. vjesnik, 22, 477—498, Zagreb.

S. BAHUN

THE TECTOGENESIS OF MT. VELEBIT AND THE FORMATION  
OF JELAR DEPOSITS

Recent investigations carried out in connection with work on the basic geological map of Yugoslavia have completed and cleared up many lithostratigraphic relations in the Dinarids. This has opened the possibility to check also the conceptions concerning the former geologic history. This is also the subject of current debates on the tectogenesis of Mt. Velebit, which has so far resulted in grouping the views of scholars into two groups of more or less divergent opinions. The authors who have personally performed detailed field investigations in these regions are mostly of the opinion that Mt. Velebit has not been considerably displaced and that it represents an autochthonous region, disturbed by fault tectonics (Salopek 1914, 1952, Polšak & Milan 1962, Nikler, Sokač & Ivanović 1965, Ivanović 1968, Sokač 1969, 1973). On the other hand, those authors who have dealt with larger areas of the Dinaric geosyncline from a more or less theoretical point of view, argue for an allochthonous conception of Mt. Velebit, so that Mt. Velebit would be incorporated within a tectonic unit of a higher rank (Kossmat 1924, Simić 1935, Kober 1952, Petković 1958, 1961, Sikošek & Uccellini 1960, Sikošek & Medwenitsch 1965, Posavec 1970, Herak 1971, Miljuš 1971, Sikošek & Maksimović 1971, Oluić, Grandić, Haček & Hanich 1972). Few authors belong to the group of those who may be called »transitional« between the two extremes, i. e. who think of Mt. Velebit as being autochthonous, but with minor reverse or overthrust elements (Milovanović 1950, Ćirić 1960—63).

Thus, the dilemma is still present, and is probably caused by the fact that recent tectonical relationships in the area of Mt. Velebit on the surface have block-tectonical characteristics, with mainly vertical faults, which points to their autochthony (text-fig. 1). Against that, the neighbouring regions, as well as certain details within Mt. Velebit proper, reflect rather strong tangential movements (text-fig. 2). Therefore, we shall here raise some questions which cannot be logically explained by the autochthonous conception, and will attempt to bring into a common perspective certain objectively established discrepant facts, resulting in a logical interpretation of geologic succession.

1. Results of lithostratigraphic investigations show that the entire area had a nearly identical geologic evolution: relatively quiet marine sedimentation through the Mesozoic and a part of the Tertiary, which was interrupted by strong orogenic movements with mainly tangential characteristics in the second half of the Tertiary. These movements produced numerous reverse structures and overthrusts in adjacent regions (Herak, Bojanić, Šikić & Magdalenić, 1961, in Gorski Kotar; Bahun, Bukovac, Sokač & Sušnjar — forthcoming — in the region of Kremen and Udbina; Grimani, Juriša, Šikić & Šimunić — forthcoming — in the region of the Knin section of the Basic Geological Map of Yugoslavia, Papeš, 1967; Mojičević, 1971, in the region of West Bosnia). If the region of Mt. Velebit is excluded from the influence of tangential movements (text-fig. 2), one must suppose that the reverse structures and overthrusts from northeast have passed over the »autochthonous« ridge of Mt. Velebit, and from that fact

alone considerable movements towards southwest are to be expected. Hence we must always keep in mind that the recent tectonic picture reflects only the final vertical movements, which have hidden or, assisted by erosion, destroyed the traces of the primary tangential tectonics (text-fig. 3, Plate I).

2. The lack of middle limbs of the folds along the normal faults in a number of anticlines in the region of Mt. Velebit, and particularly in the region of Brušane and Velika Paklenica (Sokač, 1973), may at first sight indicate that the structures have been moved towards the northeast. However, since no other indications for this type of »retrograde overthrusts« have so far been recognized, this impression in solving the tectonics of Mt. Velebit must be abandoned for the time being. In an effort to explain the lack of the middle limbs of folds on the surface, a reconstruction of succession of the tectonic movements in the region of Mt. Velebit has been carried out (text-fig. 3, Plate I), in accordance with the analogous movements in the vicinity. In the first phase, tangential movements were active (text-fig. 3a and 3b, Plate I: I—VII/1 and 2) resulting first in the formation of folds, then reverse faults and even overthrusts. Afterwards block-faulting took place along normal, mostly vertical, faults, so that primary reverse and overthrust structures have been hidden or, later, destroyed by erosion (text-fig. 3c, Plate I: I—VII/5 and 6).

3. Reverse faults and even overthrusts in the region southwest of Mt. Velebit, both on the seashore and on the islands (the region of the Zrmanja river, Ravni Kotari, the islands of Krk, Cres, Olib, Pag, etc; text-fig. 2) would be difficult to understand if Mt. Velebit were considered autochthonous, that is, not having been moved towards the southwest during orogenic movements. However, these structures are easily understood if Mt. Velebit is supposed to have been moved due to pressures coming from the northeast. The amount of displacement, however, remains difficult to establish.

4. The southwesterly overturned anticlines in Mt. Velebit (Brušane and Velika Paklenica) are easily explained as a result of tangential movements towards the southwest. On the other hand, the formation of these structures by normal faults is difficult to accept.

5. Tertiary calcareous clastic deposits of Lika and Mt. Velebit (Jelar deposits, Promina deposits) have been described by numerous authors (Poljak, 1938; Polšak, 1956; Crnolatac & Milan, 1957; Bahun, 1962, 1963, 1973; Herak, 1971; Sokač, 1973). However, it is mostly their composition and age that have been discussed, not the genesis. Herak (1971) considers them mollase sediments, despite the lack of an adequate analysis. Their composition supports that view. They consist mainly of carbonate breccia, with unsorted fragments of different size and origin, alternating irregularly, laterally and vertically, with limestones, marly limestones, clays and marls. They show no elements of tectonical structures, and they overlie irregularly older structures surrounding Mt. Velebit (text-fig. 4). Although their non-conformable position is obvious, typically transgressive relationship has, so far, never been established. Their thickness exceeds 300 m (Bahun, 1962). All the above mentioned characteristics point to rather strong tectonical movements before and during the time of their formation, resulting in highly dissected ground morphology, which, in turn, gave the material for the formation of such a heterogeneous sediment. Such an environment must have been produced by intense tectonic activity, and therefore the formation of these deposits is to be considered as a process accompanying the rupture deformations (Plate I: I—VII/3 and 5) caused by orogenic movements. Parallel to the above described tectonic activity in Lika, Mt. Velebit and Hrvatsko Primorje, identical events took place on the southern side of Mt. Velebit, where typical Promina deposits were laid down in the marginal parts of a large sedimentary basin.



In conclusion, it may be said that the reconstruction of the tectogenetic processes shows that tangential movement was characteristics of Mt. Velebit during the first phase of the orogenic disturbances. Parallel to that, rupture deformations also occurred, acquiring the dominant role in the second, i. e. final, phase. Consequently, recent block-structure seen on the surface to-day does not contradict the allochthonous conception of Mt. Velebit. In connection with rupture deformations in the regions of Lika, Mt. Velebit, and Hrvatsko Primorje, carbonate clastic Jelar-deposits have been formed, whereas in the marginal parts of a larger basin south of Mt. Velebit typical Promina deposits have been formed.

*Received 10 January 1974*

*Department of Geology and Paleontology  
Faculty of Science, University of Zagreb,  
41000 Zagreb, Socijalističke revolucije 8*

## TABLA — PLATE I

Rekonstrukcija postanka današnjih tektonskih odnosa u Velebitu. (Usporediti sa slikom 3). Početak tektonskih pokreta obilježen je formiranjem bora (I—VII/1) od kojih su neke kose i prebačene (III/1, IV/1 i VI/1). Nastavak tangencijalnih poremećaja odražava se u pojavi reversnih rasjeda (vjerojatno i navlaka, I—VII/2). U rekonstrukciji su zbog jednostavnosti sve reversne paraklaze crtane pod nagibom od 40—50°. Neposredno nakon toga slijede pokreti vertikalnog karaktera, što je odraženo normalnim i pretežno vertikalnim rasjedima koji presijecaju reversne i navlačne strukture. U zonama bilo reversnih bilo normalnih rasjeda nastale su velike mase zdrobljenog i odvaljenog materijala kao i mnogobrojne istaknute morfološke forme (I—VII/3, 4, 5) tako da se u izoliranim bazenima stvaraju Jelar-naslage. Konačna tektonska slika koju danas susrećemo na površini (I—VII/6) ima karakteristike »blok-strukture« koju su dali u vremenskom slijedu posljedni normalni, pretežno vertikalni rasjedi. Time su reversni elementi u terenu prikriveni ili su tokom tektonskih pokreta kao i u novije doba snažnom erozijom uništeni.

Reconstruction of the formation of recent tectonical relations in Mt. Velebit (compare with text-fig. 3). The beginning of tectonical movements is characterized by the formation of folds (I—VII/1), some of which are overturned (III/1, IV/1 and VI/1). Further tangential movements produce reverse faults (and probably even overthrusts; I—VII/2). In order to simplify the graphic reconstruction, all reverse dislocations are drawn with the dip of 40—50°. Afterwards, vertical movements occur resulting in normal and mostly vertical faults which cut across the reverse and overthrust structures. Along the fault zones (both reverse and normal) large amounts of disintegrated and broken material originated, as well as numerous outstanding morphological forms (I—VII/3, 4, 5), giving rise to the formation of Jelar deposits in separated basins. The final tectonical setting, as shown on the surface to-day, has the characteristics of the »block-structure« produced by the youngest normal, mostly vertical, faults. Thus, earlier reverse structures are obliterated in the field or even destroyed by erosion during tectonical movements, as well as in the recent time.

I PRIZNA - BAKOVAC

II CESARICA - DONJE PAZARIŠTE

III MAŽURANI - OŠTARIJE

IV LUKOVO ŠUGARJE - BRUŠANE

V KRUŠČICA - POČITELJ

VI SELINE - MEĐUVODE

VII OBROVAC - RIČICE

