

FOTOGEOLOŠKA DETERMINACIJA PREBAČENIH BORA

S osam slika u tekstu i jednom tablom

Prikazan je način fotogeološke determinacije prebačenih bora na temelju razlike u kutu nagiba njihovih krila, odnosno razlike u širini presjeka krila na erozionoj površini.

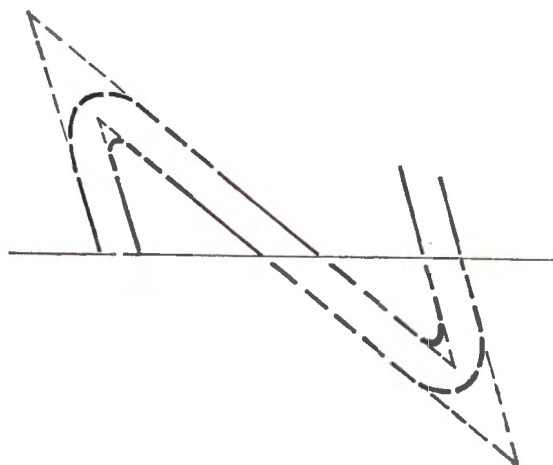
Prebačene bore su čest i karakterističan oblik deformacija sedimentnog strukturnog sklopa formiranog pod djelovanjem tangencijalnih tektonskih pokreta (tabla I). Njihove izdužene i stisnute forme s krilima nagnutim u istom smjeru, često stvaraju prividni utisak velike debljine pojedinih monotonih serija. To naročito dolazi do izražaja kod naslaga slabe litološke ili biostratigrafske diferencijacije, gdje nedostaju reperi koji bi svojim pravilnim ponavljanjem ukazali na ovo multipliciranje istovjetnih slojeva. U tom slučaju, većinom uspješnu i brzu metodu utvrđivanja eventualnog postojanja prebačenih bora omogućava fotogeološka obrada terena. Bora će se lako evidentirati već širim fotogeološkim pregledom zahvaljujući zatvaranju trasa slojeva na čelima strukture. Međutim, zbog istog smjera nagiba krila prebačene bore, ostaje problem razlikovanja koji dio bore predstavlja anti-formu, odnosno, sinformu.

Uz postavku da je prebačena bora, neovisno o svojoj materijalnoj građi, rezultat upornog tangencijalnog potiskivanja stalne orijentacije, tok njezinog oblikovanja treba u prvom redu pretpostaviti geometrijskoj konstituciji ishodne forme, to jest normalnoj uspravnoj bori. Otpori koji proizlaze iz položaja konstrukcionih elemenata uspravne bore prema ovom specifičnom stresu uvjetuju tok njezine deformacije. Bora održava svoj kontinuitet, prilagođujući se stresu premještanjem materijalne građe kinematski uslovljenim modificiranjem položaja svojih elemenata. Pod uvjetom trajanja kontinuirane deformacije, uspravna bora mijenja oblik u kosu, pa prebačenu, i konačno u izoklinalnu boru.

Fotogeološki promatrane trase slojeva na zaravnjenoj orografskoj površini, pokazivat će isti smjer nagiba slojeva za oba krila prebačene bore. Međutim, zbog različitog kinematskog ponašanja krila predcrteža prema stresu, krila imaju i odgovarajuću međusobnu razliku u kutu nagiba, ovisno o

stupnju napredovanja kontinuirane deformacije. Uslijed toga, skupina slojeva istog kuta nagiba (tj. jedno krilo), konvergira ka skupini slojeva drugog kuta nagiba. Njihova virtualna sjecišta determiniraju šarnire bore, a ujedno i položaj krila (normalan ili prebačeni) i njihovo mjesto u bori (sl. 1).

Ukoliko postoji makar i minimalna litološka razlika pojedinih paketa slojeva, terenski često teško uočljiva, fotogeološki se obično ističe kao pouzdan reper. Međusobna razlika u kutu nagiba krila očitovat će se na erozionoj

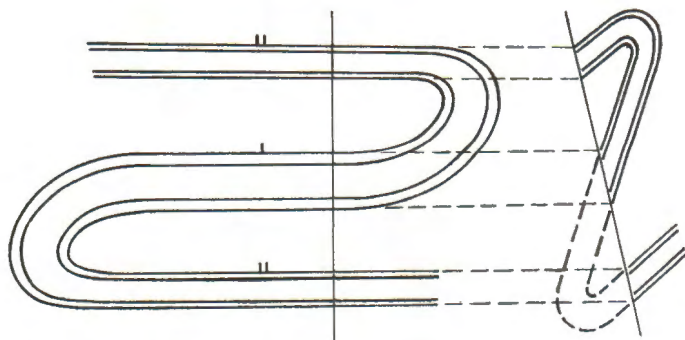


Sl. 1. Rekonstrukcija prebačene bore na temelju razlike u nagibima krila.

Fig. 1. Reconstruction of the overfold based upon the difference in the limb dips.

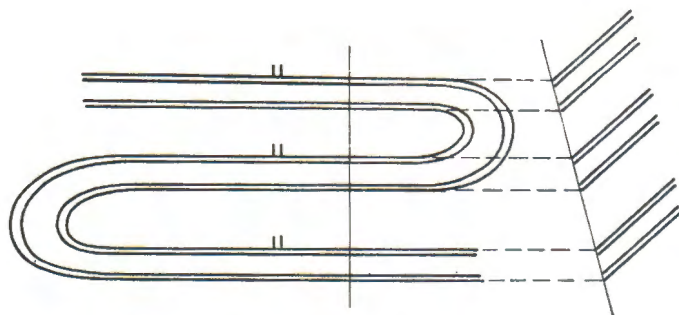
površini odgovarajućom razlikom u širini repnog paketa slojeva. Područje šireg izdanka odgovarat će slojevima manjeg kuta nagiba (normalno krilo), a uža izdanak većem kutu nagiba slojeva (prebačeno krilo) (sl. 2).

Mogućnost fotogeološke determinacije osjetno se smanjuje kod višeg stadija kontinuirane deformacije bore. U krajnjem slučaju, izoklinalna prebačena bora ima praktički jednake kutove nagiba oba krila, dakle, paralelna krila bez sjecišta, pa i bez razlike u širini njihovih projekcija na erozionoj površini (sl. 3). U tom slučaju preostaje mogućnost detaljnijeg fotogeološkog pregleda užeg područja čela strukture. Na tim mjestima prelamanja krila i tonjenja šarnira sačuvan je, makar i u minimalnim razmjerima, reliktni niži strukturnog stadija (prebačena bora), što znači još uvijek i vidljiva razlika u kutu nagiba krila, odnosno razlika u širini presjeka krila (sl. 4).



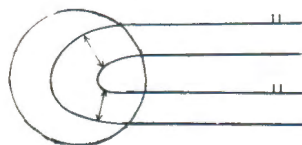
Sl. 2. Rekonstrukcija prebačene bore na temelju razlike u širini izdanka repernog paketa slojeva.

Fig. 2. Reconstruction of the overfold based upon the difference in the limb projection width on the erosion surface.



Sl. 3. Prebačena izoklinalna bora s karakterističnim paralelnim krilima i jednako širokim projekcijama krila na erozionoj površini.

Fig. 3. Isocline overfold with characteristic parallel limbs and equally wide limb projection on the erosion surface.

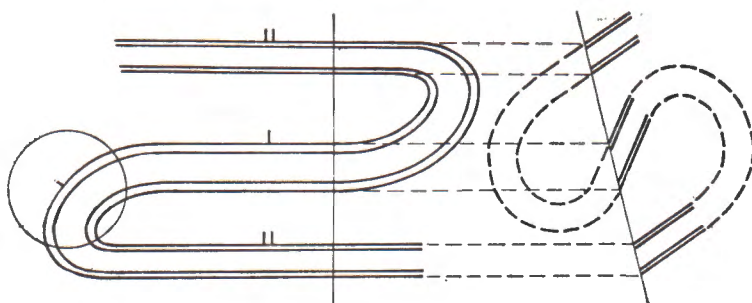


Sl. 4. Područje prebačene izoklinalne bore s izraženom razlikom u nagibima krila i širini njihovih izdanaka.

Fig. 4. The area of isocline overfold with distinct difference in the limb dips and the width of their projection on the erosion surface.

ZAKLJUČAK

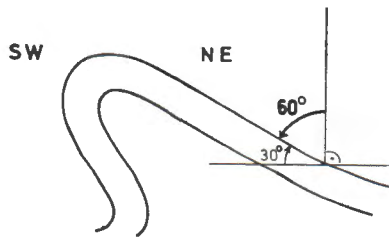
Osnovno poznavanje karakteristika strukturnog sklopa istraživanog područja, kao i uvažavanje strukturnog obilježja svake specifične bore u svim njezinim projekcijama, isključuje mogućnost proizvoljne geometrijske sheme. Suprotno tome, nepodudarnost bilo kojeg pojedinog elementa mora rezultirati problematičnim rješenjima. Kao primjer može poslužiti jedna takva prividna rekonstrukcija lepezaste bore, čiju ispravnost potpuno osporava već samo jedan nekarakterističan konstitucijski element (sl. 5).



Sl. 5. Primjer neispravne rekonstrukcije prebačene bore.

Fig. 5. The example of a wrong reconstruction of the overfold.

Rekonstrukcija opisanih struktura temelji se na primjerima jadranskog područja Vranjskih Dinarida, karakterističnog po deformacijama tipičnim za tangencijalne tektonske pokrete. U ovim su terenima prebačene bore nagnute prema jugozapadu (rjeđe prema jugu), na temelju čega se obično zaključuje o jugozapadnom smjeru tangencijalnih pokreta. Međutim, neovisno o stvarnom smjeru djelovanja ovih sila, njihov je nedvojbena rezultat jugozapadni nagib bora (eventualno južni). Poznajući kinematsku uslovljenost toka deformacije bore, ovo će iskustvo u većini slučajeva omogućiti određivanje položaja i pripadnosti slojeva krilima strukture, i onda kad nije dostupno međusobno upoređivanje razlike kutova nagiba u oba krila (slabo pregledne strukture, dislocirane strukture, ljske). Naime, pod djelovanjem stresa, bora je mijenjala svoj prostorni položaj i oblik, naginjući se prema jugozapadu. Pri tome normalno krilo pokazuje veći otklon prema jugozapadu od zamišljene vertikalne ravnine, a prebačeno krilo manji otklon u istom smjeru. Fotogeološki promatrano, to odgovara manjem sjeveroistočnom, odnosno većem sjeveroistočnom nagibu slojeva. Zbog toga se u većini slučajeva može očekivati da načelno svi slojevi koji imaju sjeveroistočni kut nagiba između 0° i 40° (što odgovara komplementnom kutu jugozapadnog otklona krila od zamišljene vertikalne ravnine, između 90° i 50°), predstavljaju normalne položaje slojeva sjeveroistočnog krila antiforme (sl. 6). S druge strane, slojevi sa sjeve-

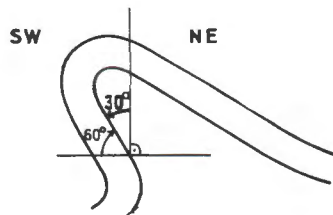


Sl. 6. Odnos otklona krila i nagiba slojeva za normalno krilo prebačene bore.

Fig. 6. Relation between limb declines and bed dips for the normal limb of the overfold.

roistočnim kutom nagiba između 50° i 90° (što odgovara jugozapadnom otklonu krila između 40° i 0°) trebalo bi da predstavljaju prebačene slojeve, koji pripadaju prebačenom jugozapadnom krilu antiforme (sl. 7).

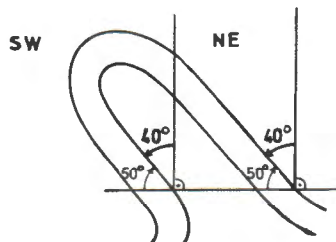
Očito je da za ovakav način određivanja ostaje problematično područje sjeveroistočnog nagiba slojeva između 40° i 50° : prvo, zbog smanjene



Sl. 7. Odnos otklona krila i nagiba slojeva za prebačeno krilo.

Fig. 7. Relation between limb declines and bed dips for the inverted limb.

razlike između komplementnih kutova jugozapadnog otklona krila strukture i mjerljivog sjeveroistočnog kuta nagiba slojeva; drugo, zbog toga što se u tim područjima nagiba mogu očekivati izoklinalne bore, kod kojih je odnos kuta otklona krila i nagiba slojeva identičan za oba krila (sl. 8).



Sl. 8. Isti odnosi otklona krila i nagiba slojeva za oba krila prebačene izoklinalne bore.

Fig. 8. The same relations of limb declines and bed dips for both limbs of the isocline overfold.

Isključe li se iz razmatranja ovi nagibi, uzroke mogućih nepodudarnosti treba u prvom redu tražiti u sekundarnim poremećajima. Pod tim se misli ne samo na specifične lokalne promjene, nego i na deformacije izazvane naknadnim netangencijalnim tektonskim pokretima (polegle i utonule bore).

Primljeno 20. 3. 1972.

Institut za geološka istraživanja,
Zagreb, Kupaska 2

LITERATURA

- Marinčić, S., Magaš, N., Borović, I. (1966): Osnovna geološka karta SFRJ list, Split 1:100.000. Fond struč. dokum. Inst. geol. istraž., 4305, Zagreb.
- Marinčić, S., Korolija, B. i suradnici (1969): Osnovna geološka karta SFRJ list, Omiš 1:100.000. Fond struč. dokum. Inst. geol. istraž. 4673, Zagreb.

S. Marinčić:

PHOTOGEOLOGICAL DETERMINATION OF OVERFOLDS

Overfolds represent a very frequent and significant form of deformation of the sedimentary structural patterns, formed under the tangential tectonic movement influence. Their lengthened and contracted forms, with the limbs inclined in the same direction, often give a false impression of the great thickness of some monotonous strata. In many cases an overfold may be fairly successfully and equally quickly detected by photogeological means, due to the closing of bed traces at the fold fronts. The same dipping direction of both limbs, however, makes the distinction between the anticline and the syncline ever more difficult.

Presuming that the overfold, regardless of its material constitution, results from a constant tangential drift towards the same direction, the course of its deformation should be first of all sought in the geometrical constitution of the primaevial form, i. e. in the normal symmetrical fold. The fold keeps its material continuity adapting itself to the stress by the kinematically conditioned modification of the position of its elements. On condition that the continual deformation lasts, the normal fold changes into an inclined one, then into an overfold, and finally into an isoclinal one.

Photogeologically observed, the beds of both limbs of the overfold show the same dipping direction. But due to the different kinematic reactions of the limbs to the stress, they will also show the corresponding mutual difference in the dip angle, dependent on the increase of the continual deformation. Therefore, the group of beds of the same dip angle, i. e. one limb, converges towards the group of another dip angle. Their intersections determine the crest or the trough of the fold, while the limbs show both their own position, either normal or inverted, and the position in the fold (fig. 1).

If there is even a minimal lithological difference between some sets of beds, the mutual difference in the limb dip angles will be shown in the corresponding difference in the cross-section width of this set of beds on the erosion surface. Wider cross-section area corresponds to the beds of a smaller dip angle (the normal limb), while the narrower cross-section corresponds to the greater dip angle (the inverted limb) (fig. 2).

There is a remarkably declining possibility of photogeological determination at a higher degree of the continual fold deformation. At its furthest, an isoclinal fold has virtually equal dip angles of both limbs, i. e. it has parallel limbs without an intersection and, consequently, without any difference in their cross-section widths on the erosion surface (fig. 3). In such a case, there is a possibility of a more detailed photogeological observation of the fold front narrower area. At these places, the relic of lower structural stage (the overfold) has been though only minimally preserved, which means there is a yet visible difference in the dip angle of the limbs, i. e. the difference in the cross-section width of the limbs (fig. 4).

The reconstruction of the described folds is based upon the examples from the Adriatic area of the Dinarids; this area is known for its deformations typical of tangential tectonic movements. In this area the overfolds incline southwestward (rarely southward). If one knows the kinematic conditions of the fold deformation course, they will enable him, in most cases, to determine which beds belong to which limbs, even when the mutual comparison of differences between the dip angles of both limbs seems impossible (folds hardly detectable, dislocated folds). In other words, under the stress influence the fold changes its position and its form inclining southwestwards. At the same time the normal limb shows a greater drift southwestward from the imagined vertical plane, while the inverted limb shows a smaller or greater northeastern dip of beds. In numerous cases, therefore, one can expect that, generally taken, all the beds that have the southeastern dip between 0° and 40° (which is the complementary angle of the southwestern limb drift from the imagined vertical plane between 90° and 50°) represent the ordinary bed positions of the northeastern anticline limb (fig. 6). On the other hand, the beds of the northeastern dip between 50° and 90° (which is the southwestern limb drift between 40° and 0°) should represent the inverted beds which belong to the southwestern inverted anticline limb (fig. 7).

Such a way of determination apparently does not solve the area of the northeastern dip between 40° and 50° : first, because of the diminished difference between the complementary angles of the southwestern fold limb drift and the measurable northeastern dip of beds; second, because in these dip areas one can expect the isoclinal folds in which the relation between the limb drift angle and the dip of the beds is identical for both limbs (fig. 8). Unless these dips are taken into consideration, the causes of the possible disharmony should be sought in the secondary tectonic disturbance.

Received March 20, 1972

*Institute of Geology,
Koturaška 47, Zagreb*

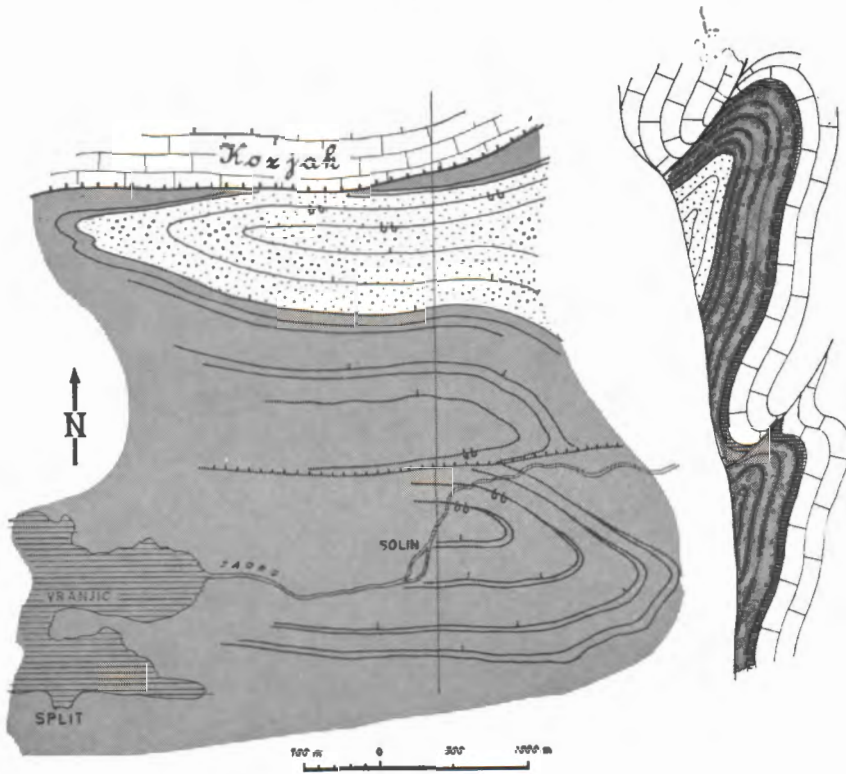
TABLA - PLATE I






Fotogeološka karta (lijevo) i profil (desno) prebačenih bora u eocenskim naslagama kod Šplita.

Photogeological map (on the left) and a profile (on the right) of overfolds in the Eocene strata near Split.

FOTOGEOLOŠKA KARTA PREBAČENIH BORA U EOCENSKIM NASLAGAMA
KOD SPLITA

PHOTOGEOLOGICAL MAP DISPLAYING OVERFOLDS IN THE EOCENE STRATA
NEAR SPLIT



-  GORNJOEOCENSKE PROMINSKE BREČE
UPPER EOCENE PROMINA BRECCIAS
-  SREDNJOEOCENSKI FLIŠ
MIDDLE EOCENE FLYSCH
-  DONJOEOCENSKI FORAMINIFERSKI VAPNENCI
LOWER EOCENE FORAMINIFERA LIMESTONES
-  GORNJOKREDNI VAPNENCI
UPPER CRETACEOUS LIMESTONES
-  TRASE SLOJEVA
TRACES OF STRATA

