

MILAN HERAK

SOME TECTONICAL PROBLEMS OF THE EVAPORITIC AREA IN THE DINARIDES OF CROATIA

With 1 text-figure

Based on new field observations and published data, a revised tectonical pattern of the zone with evaporites in the Croatian part of the Dinarides is proposed.

INTRODUCTION

In the recent time a confrontation of different tectogenetic concepts has influenced on some stratigraphical interpretations, especially concerning the evaporitic complexes with or without red clastics in the Dinarides and in the Adriatic insular belt.

New data collected during the last decade have led to some age emendations and a new, more critical approach to reconstructing dynamics. This procedure disturbed the balance more than desirable. New possibilities have been taken as new, proven facts, despite the lack of commonly acceptable documents, with the consequence that idealized patterns have kept substituting for each other.

In this paper the most important problems will be selected, with a tendency to find out methodological and factographical elements applicable to the explanation of the most interesting problems concerning the stratigraphical and tectonical position of the evaporitic complexes. The investigations have been supported by the Fund for Scientific Research of the P. R. of Croatia.

AGE OF THE EVAPORITES

The evaporites in the Dinarides for a long time were considered of the Permian or Permian-Triassic age; in the recent time, however, various opinions proposing the age from the Permian to the Cretaceous have been published. The reason for diverse opinions lies in the fact that the evaporites (mostly together with some red clastics) are in a direct contact with different stages of the Triassic, Jurassic, Cretaceous, and Tertiary, and the contact are variously interpreted.

To find out the common basis for further discussions, it is necessary to determine the oldest rocks in contact with the evaporites, the oldest period characterized by conditions most convenient for evaporitic sedimentation, and the tectonical process causing the recent structural pattern adequate for an explanation of different attitudes of the evaporitic complexes.

The reconstruction of the lithostratigraphic succession in the evaporitic areas is complicated due to the diapirism and overthrust tectonics, as well as to the lack of fossils at some important localities. The problems have been even more actual when in some carbonate rocks close to the evaporites a number of Jurassic fossils have been determined (especially in the Una valley and its surroundings), and consequently the entire rock complex together with the evaporites and the accompanying clastics has been considered of the Jurassic-Cretaceous age (Šušnjar, & al., 1965).

An analogous interpretation has been applied afterwards to the marls with the evaporites on the isle of Vis, in the surroundings of Komiža (Šušnjar, 1967), as well as to some Bosnian localities.

In that way all the evaporities have been correlated with the evaporitic-carbonate complexes registered in the bore holes in the Adriatic coastal belt (Ravni Kotari, etc.), where the carbonate part is of the Jurassic or Cretaceous age.

In the course of time some new very important data have been collected.

First of all, numerous sedimentological analyses by B. Šćavničar have shown the consistency of the composition of the Lower Triassic beds. First, the heavy minerals have to be mentioned, consisting of apatite (dominant), turmaline (often), rutile (often), brookite (in small quantities), and epidote (infrequent). The grains are mostly rounded. The micas are always, and chlorite often, present. The intrabasinal detritus is also a characteristic feature. The subarcoses, protoquartzites, and micaceous siltites are the most common rocks. No other rock unit in the Dinarides has even a similar composition (Šćavničar & Šušnjara, 1967; Šćavničar, Sokač & Velić, 1972; Šćavničar, 1973). In this way, and by means of some additional fossils, especially the foraminiferal species *Meandrospira iulia* (Premoli Silva), the Lower Triassic age was confirmed at the isle of Velika Palagruža, in the surroundings of Sinj and Vrlika, in the Petrovo and Kosovo Poljes, etc.

New data have been collected also in the surroundings of Srb in the Una valley, especially at Brotnja, Osredci, Cvjetnić, etc. At Brotnja, in the samples collected by M. Herak, I. Grimani, and S. Bahun, and considered a part of the Triassic, I. Gušić has determined *Diplotremina astrofimbriata* Kristan-Tollman and »*Neoendothyras*« sp., both characteristic for the Middle Triassic. The rocks overlie on one side a complex of deposits containing evaporites and red clastics. Also at some other localities the age has been emended in favour of the Triassic.

But, as a matter of fact, some evaporitic complexes, or only parts of them, are really in direct contacts with Jurassic carbonate rocks, as stated by Šušnjar & al. (1965).

It has to be pointed out that it was previously believed that the oldest doubtless rock units in direct contact with evaporitic deposits belong to the Lower Triassic. At the localities where the structural changes are less expressed, the evaporites together with some red clastics, which do not display the Lower Triassic characteristics, clearly underlie the oldest Lower Triassic sediments, or are partially pressed into them.

The logical consequence should be that the evaporitic deposits in the entire area examined are of the same age (Permian or Permo-Triassic), while the explanation of the recent attitudes within different lithostratigraphical units should depend on the tectonics.

TECTOGENETIC CHANGES

If we take for granted that the evaporites in question are mostly of the same age (no matter of which one), we need for the explanation of their genesis special environments characterized by lagunal sedimentation. Looking for them we have to exclude the whole Mesozoic, because in that time movements promoted first the deepening of the basins, then an emersion characterized by karstification and lateritization, and finally a more or less continuous sedimentation of shallow carbonate deposits. Earlier, during the Permian, however, there were positive movements, with an increase of terrestrial elements and lagunal sediments like dolomites. The differentiation of facies is clearly expressed. Finally there were emersions as a logical consequence of the long general rising, as the final effects of Hercynian orogeny, as it was already pointed out, even in recent time (Herak, 1971; Šćavničar, 1973). The final effects were different. This may be illustrated by the following examples.

Between Gračac and Bruvno, Lika, the Anisian carbonate sediments overlie the Paleozoic clastics. In the southeastern part of Pilar hill, Gračac and Sv. Rok, the Lower Triassic is scarcely developed. At Egeljac, between Sv. Rok and the northeastern slope of Mt. Velebit, the Lower Triassic begins by basal conglomerates containing Upper Permian, mostly dolomitic, fragments, while westward of Sv. Rok some nontypical terrestrial sandstones and conglomerates are present, being time-equivalents mostly of the older part of the Lower Triassic typical sediments.

On the contrary, in the surroundings of the village of Brušane near Gospić, as well as in the Velika Paklenica (at the southwestern slope of the Mt. Velebit), a continuous dolomitic sequence between the Permian and the Lower Triassic is present, displaying a sudden increase of quartz admixtures, indicating changes connected with emersion in the vicinity (Herak, Sokač & Šćavničar, 1967).

In Gorski Kotar, the transitional barite-dolomite sequence, followed by Lower Triassic clastic sediments, were deposited (Ščavničar & Šušnjara, 1967; Đurđanović, 1967; Ščavničar, 1973).

In north Croatia the Lower Triassic is missing only in Slavonia while at the margin of the Pannonian basin (Banija, Kordun, Samoborsko gorje, Zagrebačka gora, and Ivanščica) some changes in colour and in grain size going from the Permian to the Lower Triassic may be a consequence of intrabasinal movements without a clear discontinuity, despite an earlier different opinion (Herak, 1956).

The mentioned examples show that an assumption of possible lagunal sedimentation at the end of the Permian, as well as a little earlier and later, may be positive, and consequently, in accordance with the accepted age of the evaporites (Permian or Permo-Triassic).

For the final acceptance of the foregoing assumptions it is necessary to explain the different attitudes of the evaporites, despite their coincidental origin. The most adequate concept is based on both diapiric and overthrust tectonics.

Some localities are easy to be explained, e.g. Velika Palagruža, and Komiža. Since they are located in the less disturbed Adriatic-Jonian zone, the outcrops are due to diapirism only, initiated by faulting. Even intrusions into the younger beds (Upper Triassic, Jurassic) may be explained in that way.

The complexes registered in bore holes only (Ravni Kotari, etc.), due to the lack of any red clastics and to the presence of a rhythmical exchange with Young Mesozoic carbonate sediments, may be left out of our present discussions, because they may represent a special case, though not necessarily.

The other localities i. e., the surroundings of Sinj and Vrlika, the Petrovo and Kosovo Poljes, the localities southwest and west of Plavno, and the Una valley with its surroundings, need to be additionally explained in order to be presented as varied types of the same tectonics.

Taking the age of the evaporites as determined, diapirism should be responsible for their recent position. It remains only to establish the time when it happened. For this purpose two localities are very useful, for analysis, i. e., the brook Radljevac and the Zrmanja valley.

The Radljevac brook locality is placed near Plavno, within the well established overthrust (Poštak) with the Lower Triassic at the base (Grimani & al. 1966; Chorowicz, 1970). By reexamining the »tectonical window« of Plavno, I. Grimani, M. Herak, and S. Bahun collected numerous samples of limestones representing the autochthon below the Lower Triassic. M. Grimani determined several microfossils, and among them *Nummoloculina heimi* Bonet, *Valvulamina picardi* Henson, *Aeolisaccus inconstans* Radoičić and *Thaumapoporella parvovesiculifera* (Raineri). Consequently, the tectonical window Plavno is built up of middle Cretaceous limestones. The evaporites are located within the overlying Lower Triassic clastics. They contain some fragments of the Lower Triassic itself. This may be explained by a diapi-

ric displacement of the evaporites through the already overthrust Lower Triassic. The only alternative could be a sedimentation of the evaporites in a basin whose coast was built up of Lower Triassic sediments. In that case, the age of the evaporites would be younger while the basin would have originated from structural changes of the orogenic type. But, such an assumption is not probable because in that region a more or less continuous sedimentation occurred from the Lower Liassic to the Upper Cretaceous.

The second instructive locality is the Šović brook and Prevlje in the Zrmanja valley. The data collected through a detailed mapping and by means of bore holes are published by F. Fritz in this same number of the *Geološki vjesnik*. At this opportunity, only the most important facts will be selected. The evaporites have been registered within the different horizons of the allochthonous Triassic. But they also underlie the Lower Triassic. Since the bore holes did not pass through the evaporitic body, the diapiric form is quite probable, having the root within the autochthon.

Consequently, the diapiric provenance of the evaporites and of some clastics from the autochthon is also valid for other localities in question. Thus, it is possible only in this way to explain the occurrence of the evaporitic bodies below as well as in the overthrust units of different ages.

To complete the foregoing considerations, it is necessary to reconstruct in general the whole tectogenetical process connected with the evaporites (Fig. 1).

The concept is based on the prevailing considerations of the tangential displacement of the Dinarides as a whole, from northeast to southwest. The style and the degree of allochthonic displacement were defined by several factors. The differences of Mesozoic mega-facies and unequal distribution of older structures were most important. They caused the formation of two groups of tangential units, with the actual contact line Jabuka-Sinj-Muč-Petrovo Polje-Knin-Zrmanja valley, continuing to the north. The fact that the northeastern group of units overlies the southwestern part is proved by the previously mentioned »tectonical window« at Plavno and by tectonical relations in the surroundings of Srb, Neteka, Osredci, Mt. Čemerica, etc. According to this concept, the Plavno window may be considered an outcrop of a relative autochthon, because the relevant Cretaceous limestones are considered to belong to the underlying, but also moved, terrain. The carbonate rocks of the Triassic, Carnian clastics, and carbonate complexes of the Jurassic and Cretaceous in the surrounding of Srb, etc., have the same position. The Lower and Middle Triassic of Čemerica, which are in an allochthonous position on Jurassic limestones (Bukovac & al. 1966), represent only erosional relics of the northeastern group of the moved units, previously connected with the Lower Triassic sediments at Osredci and other localities in the region of Osječenica, considered Jurassic-Cretaceous by Šušnjarić & al. (1965). The Lower Triassic age and the partially allochthonous position were already registered by

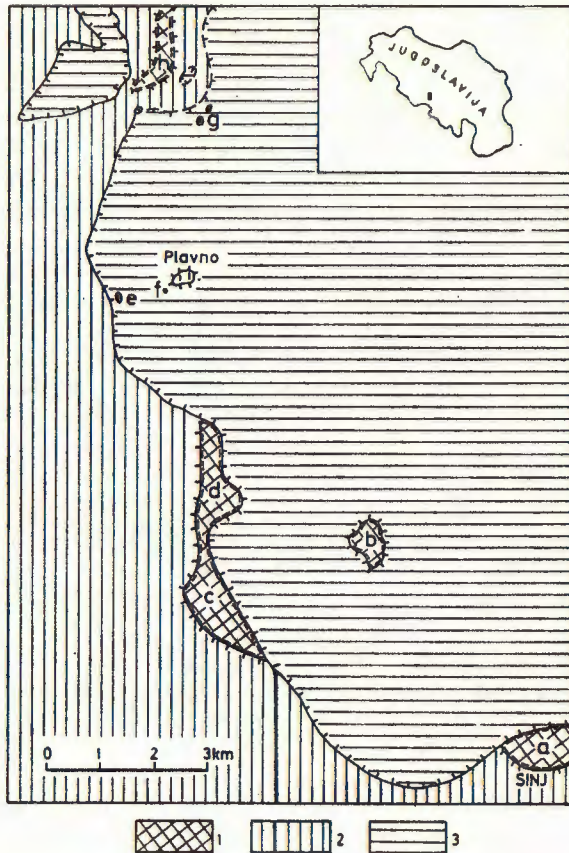


Fig. 1. Sketch-map of the area of the »diapiric windows« between Sinj and Una valley:

1. »diapiric windows« of the autochthon (a-Surroundings of Sinj, b-Surroundings of Vrlika, c-Petrovo Polje, d-Kosovo Polje, e-Šović Brook, f-Radljevac Brook, g-Lička Kaldrma, h-Una valley)
2. southwestern group of the tangentially moved units
3. northeastern group of the tangentially moved units

Sl. 1. Skica područja »dijapirskih okana« između Sinja i doline Une:

1. »dijapirska okna« outohtona (a-okolica Sinja, b-okolica Vrlike, c-Petrovo polje, d-Kosovo polje, e-Šović potok, f-Radljevac potok, g-Lička Kaldrma, h-dolina Une)
2. jugozapadna grupa tangencijalno pokrenutih jedinica
3. sjeveroistočna grupa tangencijalno pokrenutih jedinica

Chorowicz (1970). So we have to distinguish two contacts of the first order between the two mentioned groups of the tangential units. First, the real one, actually overridden by the northeastern group of units, and the second, representing the peripheral margin of the same moved group. Between the two mentioned limits there are pre- and post-orogenic disturbance zones (covered or exposed), relevant for post-orogenic diapirism. When covered, they influence mainly the lower (southwestern) group of units, being rejuvenated in the post-orogenic time. The exposed ones have disturbed either the lower (southwestern) group only (in the surroundings of Sinj, in the Petrovo Polje, Kosovo Polje and in the surroundings of Srb, Neteka, etc.) or both of them (Vrlika, Radljevac, Zrmanja, Lička Kaldrma). The influence on the upper units is not visible because they have been removed before the deposition of the Neogene. The localities in the Zrmanja valley, at Vrlika, Radljevac, and Lička Kaldrma, etc., are in the zones where the lower and upper groups are evidently disturbed after the formation of overthrusts. The disturbances of that type are the places of postorogenic diapirism accompanied by intrusions of evaporites together with some Permo-Triassic or even Lower Triassic clastics into the rock units not only of different ages but also of different tectonical macro-units (in this case the northeastern and southwestern groups of tangentially moved units are in question).

In the described way, a special kind of autochthonous windows have been formed, which could be considered postorogenic »diapiric windows«, originating from the real autochton (consisting of Paleozoic rocks) by a vertical displacement through both groups of the tangentially moved terranes (northeastern and southwestern ones), parallel to, or within, the zone of their overlapping. The diapirs in the surroundings of Sinj, the Petrovo and Kosovo Poljes now represent the »diapiric windows« within the lower moved group of units, due to removal of overlapping units. The same is valid for the diapirs in the Una Valley. On the contrary, the diapirs of Vrlika, Radljevac, Zrmanja valley, and Lička Kaldrma are »diapiric windows« of both the lower and the upper groups of tangentially displaced units. Hence the differences among them, completed by erosion, and partially by the sedimentation of the Neogene.

CONCLUSION

The foregoing considerations may represent a reliable basis for the following conclusion: It is possible to accept the primary opinions of the Permian or Permo-Triassic age of the evaporites in contact with some red clastics without fossils. Originally they belong to the disruption of the relevant part of the Dinarides, being the base of the disruption of the tangentially displaced groups of units. Due to post-orogenic diapirism, they have become the »diapiric windows« of the autochton, pierced through

both the southwestern and the northeastern groups of the tangentially displaced units. The differences among them are the consequence of the following factors: the type and the degree of disturbances, the differences of rigidity of mega-facies within the two groups, the structural heritage below overthrusts, the type and the degree of the post-orogenic faulting and block movements (vertical and horizontal), the different mobility of the evaporitic completes depending on the previous factors, and unequal post-orogenic and post-diapiric erosional activity.

REFERENCES

- Babić, Lj. (1968): O trijasu Gorskog Kotara i susjednih područja (Sur le Trias dans le Gorski Kotar et les régions voisines). *Geol. vjesnik*, 21, 11-18, Zagreb.
- Bukovac, J., Savić, D., Sikirica, V. & Šušnjara, M. (1966): Osnovna geološka karta SFRJ-e 1:100.000. List Drvar. Beograd (in print).
- Chorowicz, J. (1970): La transversale de Zrmanja (Yougoslavie). *Bull. Soc. géol. France* (7), 12/6, 1028-1033, Paris.
- Đurđanović, Z. (1967): Prilog poznavanju donjeg trijasa u Gorskom Kotaru (The Lower Trias of the Gorski Kotar region). *Geol. vjesnik*, 20, 107-110, Zagreb.
- Grimani, I., Šikić, K. & Šimunić, A. (1966): Osnovna geološka karta SFRJ-e, 1:100.000. List Knin. Beograd (in print).
- Herak, M. (1956): Geologija Samoborskog gorja (Geologie des Samoborer Gebirges). *Acta geol.* 1 (Prir. istraž. Jugosl. akad. znan. umjet. 27), 49-73, Zagreb.
- Herak, M. (1971): Beitrag zur Rekonstruktion der orogenetischen Dynamik in den Dinariden Kroatiens. Premier symp. sur les phases orogén. dans les domaines de l'Europe alpine (Beograd-Bor, 1970). *Savez geol. društava SFRJ*, 35-40, Beograd.
- Herak, M., Sokač, B. and Šćavničar, B. (1967): Correlation of the Triassic in SW Lika, Paklenica and Gorski Kotar (Croatia). *Geol. sbornik Slov. akad. vied. (Geol. Carpathica)*, 18/202, Bratislava.
- Ivanović, A., Šćavničar, B., Sokač, K. & Gušić, I. (1971): Stratigrafski položaj i petrografske karakteristike evaporita i klastita okolice Drniša i Vrlike u Dalmaciji (Stratigraphic position and clastic deposits in the environs of Drniš and Vrlike, Dalmatia). *Geol. vjesnik*, 24, 11-33, Zagreb.
- Šćavničar, B. (1973): Klastiti trijasa u Gorskog kotaru (Clastic sediments of the Triassic in the Gorski Kotar region). *Acta geol.* 7/3 (Prir. istraž. Jugosl. akad. znan. umjet. 39), 1-60, Zagreb.
- Šćavničar, B., Sokač, B. & Velić, I. (1972): Lower Triassic of the Island of Velika Palagruža. *Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl.*, 17/7-8, 220-221, Zagreb.
- Šćavničar, B. & Šušnjara, A. (1967): Geološka i petrografska istraživanja trijaskih naslaga u Gorskom kotaru - područje Lokve-Gerovo (Recherches géologiques et pétrographiques des couches triassiques de Gorski Kotar en Croatie, région Lokve-Gerovo). *Geol. vjesnik*, 20, 87-105, Zagreb.
- Šušnjara, M. (1967): Stratigrafska i strukturalna problematika otoka Visa (Stratigraphical and structural problems of the island Vis). *Geol. vjesnik*, 20, 175-188, Zagreb.

Šušnjar, M., Bukovac, J., Marinčić, S. & Savić, D. (1965): Stratigrafija gipsnih naslaga unske doline i korelacija s poznatim evaporitnim naslagama i popratnim facijesima u Primorju, Dalmaciji, Lici i zapadnoj Bosni (Stratigraphie der Gipsschichten im Una-Tal und Korrelation mit bekannten Evaporitschichten und Begleit-Fazies im Küstenland, in Dalmatien, Lika und West-Bosnien). Acta geol. 5 (Prir. istraž. Jugosl. akad. znan. umjet. 35), 407-422, Zagreb.

M. HERAK

NEKI TEKTONSKI PROBLEMI POJASA S EVAPORITIMA U DINARIDIMA HRVATSKE

Uvod

Konfrontacija različitih tektogenetskih shvaćanja odrazila se u posljednje vrijeme i u stratigrafskoj interpretaciji naslaga mezozoika unutar kojih nalazimo evaporitne komplekse, s klastitima i bez njih.

Novi podaci, uglavnom prikupljeni u posljednjem desetljeću, omogućili su određene korekcije starosti pojedinih litostratigrafskih jedinica. No, pri tom se nije moglo izbjeći da se prekorači granica objektivnoga na taj način što su nove mogućnosti ponekad uzimane kao dokazane činjenice, usprkos nedostatku takvih dokumenata koje bi većina mogla i htjela prihvatiti. Tako je jedna idealizirana slika zamijenjena drugom.

Ovdje ćemo se osvrnuti samo na neke važnije probleme s namjerom da se dopune metodološki i faktografski elementi potrebni za stratigrafsku i tektonsku interpretaciju evaporitnih kompleksa.

Istraživanja su obavljena uz materijalnu potporu Republičkog fonda za naučni rad SR Hrvatske.

Starost evaporitnih naslaga

Nakon što su evaporiti, zajedno s crvenim klastitima bez fosila, smatrani dugo vremena permjskima ili permotrijaskim, u posljednje je vrijeme došlo do nagle promjene, pa se mišljenja o ostarosti razlikuju u rasponu od perma do krede. Razlog je tome ustanovljena činjenica da su evaporiti u izravnom kontaktu s različitim nivoima trijasa, jure i krede, pa i tercijsara, a sarni se kontakti različito interpretiraju.

Da bi se našla kakva takva opća osnova za dalju izmjenu mišljenja potrebno je odrediti najstarije stijene s kojima su evaporiti u kontaktu (njih zato što je u pitanju tektonika dijapirizma), zatim najstarije razdoblje koje se odlikovalo uvjetima povoljnim za lagunsku sedimentaciju širih razmjera, kao i rekonstruirati tektonske procese koji su mogli uzrokovati današnje strukturne odnose što se odlikuju varijabilnošću litostratigrafskog i strukturnog okvira pojedinih područja s evaporitima.

Da su odnosi komplicirani zbog dijapirizma i navlačne tektonike, već je dugo poznato. No, predložena rješenja nisu se podudarala zbog nedostatka fosila kojima bi se mogla ustanoviti jasna sukcesija litostratigrafskih elemenata koja bi poslužila za objašnjenje tektonike. Kada su još na osnovi novo otkrivenih fosila, mnoge karbonatne naslage u području Srba, Neteke i okolici određene kao jurske, a evaporiti i klastiti toga područja svrstani u juru odnosno kredu (Šušnjar i dr. 1965), došlo je do još veće divergencije mišljenja. U to se uklopio i analogan tretman evaporita i lapora kod Komiže (Šušnjar, 1967), pa i šire iznesene analogije s evaporitnim kompleksima nabašenim u području Ravnih kotara i dr.

Do potvrde ili promjene iznesenih shvaćanja moglo se doći na temelju dopunjene dokumentacije i novih terenskih opažanja.

Kao prvo, treba spomenuti sedimentološke analize pomoću kojih je B. Šćavničar ustanovila postojanost sastava donjotrijaskih naslaga u području naših Dinarida i u Jadranskom području, kao i stalne razlike po kojima se mogu lučiti od svih ostalih mezozojskih (dakako i paleozojskih) klastita toga područja. Uz to su pronađeni i neki novi fosili, pa je donji trijas identificiran na Velikoj Palagruži (Šćavničar, Sokač & Velić, 1972) kod Drniša i Vrlike (Ivanović i dr. 1971), u Gorskom kotaru (Šćavničar & Šušnjara, 1967; Đurđanović, 1967; Šćavničar, 1972), kod Ribarića blizu Ogulina (Babić, 1968), itd. Na nekima od lokaliteta nedvojbeno je ustanovljeno da evaporitne naslage s crvenim klastitima bez fosila dolaze u podini dokazanog donjeg trijasa (Velika Palagruža, okolica Sinja, Vrlika, Petrovo polje, Kosovo polje). U novije vrijeme to su pokazala detaljna kartiranja i bušenje u dolini Zrmanje.

Novi su podaci prikupljeni i u području šire okolice Srba, Osredaka, Cvjetnića itd. Kod Brotnje, npr. pri terenskom obilasku (M. Herak, I. Grimani i S. Bahun) prikupljeni su uzorci iz naslaga koje su smatrane trijaskima, a nalaze se između evaporitnih kompleksa i klastita koji bi mogli odgovarati karniku. Mikropaleontološki sadržaj odredio je I. Gušić kao *Diplostromina astrosimbriata* Kristan-Tollman i »*Neoendothyra*« sp., koje su karakteristične za srednji trijas. Kako se to podudara i s terenskim zapažanjima da jedan dio karbonatnih i klastičnih naslaga, revizijom određenih kao jura odnosno kreda, treba ponovno vratiti u trijaski okvir, nameće se zaključak da su evaporiti s klastitima u kontaktu sa srednjim trijasom na jednoj strani i s jurom na drugoj, što je u vezi s dijapirskom i navlačnom tektonikom. Dakako da im je u tom slučaju i starost analogna starosti prije spominjanih lokaliteta.

Ako prihvatimo mišljenje da su svi evaporiti, što su u vezi s crvenim klastitima, iste starosti (ne prejudicirajući koje) potrebno je pretpostaviti široke mogućnosti za više ili manje istovremenu lagunsku sedimentaciju.

Tragajući za takvim uvjetima u istraživanom području moramo isključiti čitav mezozoik, u kojem su pokreti u osnovi vodili najprije produbljivanju sedimentacijskih prostora i povezivanju morske sredine. Zatim je dolazilo do kraćih lokalnih emerzija, pa regionalnih izdizanja praćenih procesom okršavanja i lateralizacije, da bi napokon prevladala relativno jednolična karbonatna sedimentacija s lokalnim nemirnom i intrabazenskim kretanjima. Uz takve odnose očito nije moglo biti uvjeta za lagunsku sedimentaciju širokih razmjera.

Međutim, u permu i na prelazu u trijas, odnosi su bili bitno drugačiji, a vodili su u krajnjoj konsekvenciji izdizanju uz znatnu diferencijaciju sedimentacijskih prostora i terigene utjecaje. Taj proces predstavljao je završetak hercinskog dijasrofizma koji se u različitim područjima različito odrazio. No u cjelini je očito pogodovao formiranju prostranih laguna i okopnjavanju, o čemu je već više puta bilo govora, pa i u najnovije vrijeme (npr. Herak, 1971; Šćavničar, 1972), kojom su prilikom dani iscrpljeniji podaci te ih ne treba ponavljati. Spomenut ću samo da bi promjene u boji i granulaciji na prelazu iz perma u donji trijas u sjevernoj Hrvatskoj (s izuzetkom Slavonije gdje ga nema) mogli objasniti i intrabazenskim promjenama bez okopnjavanja, za razliku od prije izraženog mišljenja o manjoj diskordanciji (Herak, 1956). Prema tome i analiza dinamike potkraj paleozoika i u mezozoiku podržava mišljenje o permskoj odnosno permotrijaskoj starosti evaporita.

Tektogenetske promjene

Za jednoznačnije prihvaćanje izloženog, potrebno je objasniti kako je došlo do položaja evaporita u različitim tektofacijalnim okvirima, kakve nalazimo u istraživanom području.

Za lokalitete u području jadranskih otoka, objašnjenje se može naći u običnom dijapirizmu, koji je uvjetovan rasjedanjem. Pa čak i prodor u karbonatne naslage mogao se na taj način ostvariti.

U kojoj bi se to mjeri moglo primijeniti i na područje Ravnih kotara, zasada je nemoguće decidirano odgovoriti. No, ni takvu mogućnost ne bi trebalo ispustiti iz vida, iako je također moguće da se radi o specifičnom slučaju, na što bi upućivala relativno pravilna izmjena evaporitnih i karbonatnih naslaga. Međutim, dok god traju istraživanja, ne bi valjalo ni jednu mogućnost a priori isključiti.

Što se tiče lokaliteta između Sinja i Srba, odnosi su tako varijabilni i zamršeni da zaslužuju i detaljniji komentar.

Prihvaćajući permsku odnosno permotrijasku starost za evaporite i uvažavajući različite tektofacijelne okvire u kojima se danas nalaze, dijapirizam se ponovno čini najprihvatljivijim uzrokom toga stanja. Pitanje je samo kada se to dogodilo i u kakvim uvjetima? Na to nam najbolje mogu odgovoriti podaci iz područja Radljeva potoka, južno od Plavna, i iz doline Zrmanje u području Šović potoka i Prevjesa.

Radljevac se nalazi u području sada već dovoljno poznate navlake kojoj bazu čine naslage donjega trijasa (Grimani i dr. 1966; Chorowicz, 1970). Evaporiti se nalaze upravo u tom alohtonom donjem trijasu, južno od tektonskog okna kod Plavna, koje upravo bjelodano potvrđuje spomenutu alohtoniju. Zbog njegove važnosti, detaljnije su ispitivani vapnenci okna i njihov donjotrijaski obrub. Iz skupljenih uzoraka vapnenaca (I. Grimani, M. Herak i S. Bahun) M. Grimani je odredila *Nuruloculia heimi* Bonet, *Valvulammina picardi* Henson, *Aeolisaccus inconstans* Radoičić, *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) i dr., što pokazuje da vapnenci okna Plavno pripadaju srednjem dijelu krede. To je važno istaknuti zbog relativno male udaljenosti evaporita u okviru alohtonog donjeg trijasa od kojega su, prema prihvaćenoj koncepciji, čak i stariji. U traženju odgovora na pitanje kako su i kada dospjeli u takav položaj, važno je uočiti da na površini evaporita nalazimo veće ili manje uklopke materijala donjega trijasa. Iz toga se može logično zaključiti da su evaporiti dijapirski prodrli kroz donji trijas i pri tom poneli i fragmente donjotrijaskih stijena. To se moglo dogoditi prije navlačenja i poslije njega. S obzirom na karbonatnu mezozojsku građu okna i moguće tektonske zone kao preduvjet dijapirizma u takvim uvjetima, ovdje se zastupa mišljenje da je do prodora evaporita došlo nakon navlačenja o čemu će kasnije biti više govora.

Drugi još instruktivniji lokalitet nalazi se u dolini Zrmanje u području Šović potoka i Prevjesa. Budući da se u istom broju Geološkog vjesnika nalazi detaljan prikaz geoloških odnosa u vezi s evaporitima kojemu je autor F. Fritz, ovdje ćemo ponoviti samo one elemente koji su važni za interpretaciju općih odnosa. Na površini i još više u bušotinama ustanovljeni su evaporiti ispod donjeg trijasa, u šuplinama donjega trijasa i u osnovi ladinika gdje su praćeni karbonatnim klastitima. S obzirom na to da bušotina nije doprla do podine, može se pretpostaviti da se i ovdje radi o dijapirskim pojavama, koje su zadržale svoje prvotne karakteristike, pa je logičan zaključak o postnavlačnom dijapirizmu, a da se korijen nalazi u dubljem autohtonu.

Tome u prilog govori i nalazište kod Ličke Kaldrme gdje su evaporiti u kontaktu s donjim i gornjim trijasom i donjom kredom, a rasprostranjenost im je relativno malena.

U okviru kompleksnih odnosa to se može ustvrditi i za područje šire okolice Srba gdje su, kao što je već rečeno, evaporiti u kontaktu s trijasom i jurom, a međusobni su odnosi toliko zamršeni da se normalnom superpozicijom i tektonikom bez dijapirizma ne bi moglo objasniti prisustvo na relativno uskom prostoru naslaga od perma do gornje jure bez određenog kontinuiteta, iako se takav kontinuitet zapaža i u široj okolici.

Za sve te pojave, kao i za objašnjenje lokaliteta oko Sinja, Vrlike, Petrova polja i Kosova polja, treba naći kompleksno objašnjenje koje prikazuje skica (sl. 1).

Potrebno je prihvatiti koncept o tangencijalnom, ali diferenciranom pomaku čitavih Dinarida. Stil i stupanj alohtonog dislociranja ovisili su o više faktora, među

kojima su najvažniji nasljeđene prednavlačne strukture i njihov nejednolik raspored i razlike u mega-facijesima mezozoika. Posljedica svega toga jest formiranje dviju navlačnih grupa koje su u samom procesu navlačenja dezintegrirane, te se sada sa- stoje od više elementarnih jedinica. Površinska granica tih dviju navlačnih grupa na- nalazi se približno na liniji Jabuka-Sinj-Muč-Petrovo polje-Knin-Zrmanja s produ- ženjem prema sjeveru. S obzirom na ustanovljeno tektonsko okno kod Plavna i na alohtoniju donjega trijasa (a i drugih elemenata) s obje strane doline Une, uklju- čujući Čemernicu na jednoj i područje Osredaka itd., na drugoj strani, može se za- ključiti da i naslage okna Plavno, kao i naslage trijasa, jure i krede koje su smještene ispod alohtonog donjeg trijasa u širem prostoru oko doline Une, predstavljaju samo relativan autohton, jer pripadaju jugozapadnoj, manje pokrenutoj navlačnoj grupi od sjeveroistočne, kojoj je u osnovi plastičniji donji trijas. Zbog toga je i došlo do njihova preklapanja, usprkos općeg tangencijalnog pomaka, koji mora da se odigrao tako da se donji trijas odvojio od svoje starije baze s evaporitima koji su zadržali ka- rakteristike dubljega (pravoga) autohtona.

Nema sumnje da su stanovite tektonske zone postojale i prije navlačenja. Nove su stvorene prilikom navlačenja zbog nejednolikog otpora u vezi s facijelnim razli- kama. Napokon su se priključili i postorogenetski rasjedi (pri čemu je bilo i oživ- ljavanje nekih starijih), diferencirani vertikalni i uzdužni pokreti većih i manjih blo- kova, dijapirizam, bazenska mlađa sedimentacija i denudacija dezintegriranoga mate- rijala, što je sve rezultiralo današnjim odnosima koji su, u skladu sa zamršenom pro- šlošću, i sami zamršeni, a ponekad i zamaskirani.

Usvajajući takav vremenski smještaj glavnoga dijapirizma, možemo zaključiti da samo evaporiti s nešto klastita koji ih prate (a mogu pripadati permu ili donjem trijasu) predstavljaju odvjetke »pravoga«, u svakom slučaju dubokoga autohtona, pa možemo govoriti o »dijapirskim tektonskim oknima« od kojih su neka smještena samo u jugozapadnoj alohtonij grupi (vjerojatno zato što je dio sjeveroistočnih navu- čenih jedinica denudacijom uklonjen). Takvi su evaporiti s klastitima kod Sinja, u Petrovu polju i u Kosovu polju. Drugi su prodrli kroz obje navlačne grupe, s tim da su dijelom intrudirali u njih na različitim nivoima, bez dosega same površine čak i nakon denudacijskih procesa. Takvi su evaporiti s pratećim klastitima u području Vrlike, Radljeva, Šović potoka, Ličke Kaldrme, pa i područja doline Une i šire oko- lice.

Zaključak

Prihvaćajući postorogenetski dijapirizam iz autohtona na dubljim zonama pore- mećaja (uključujući i oživljavanje ranijih poremećaja), može se objasniti sve bo- gatstvo tektofacijelnih okvira evaporita i s njima povezanih klastita, u jednom konzi- stentnom stupnjevitom procesu za koji je potrebno da su: evaporiti permski ili permot- rijaski; da potječu iz autohtona po kojem su kretane grupe navlačnih jedinica s raz- ličitim intenzitetom tangencijalnog kretanja; da su prodrli prema površini i na povr- šinu na dubljim, ponekad navlakama zamaskiranim, rasjednim zonama; da im je do- seg ovisan o stupnju dezintegracije navlačnih kompleksa, kao i o mogućem povre- menom oživljavanju do u mlada razdoblja.

Zaključno bi se moglo reći da prednja razmatranja pokazuju da se zbivanja i sta- nja u vezi s evaporitima i njihovim okvirom, usprkos izrazite kompleksnosti, mogu shvatiti cjelovito u uzajamnoj ovisnosti litostratigrafskih, geodinamskih i strukturnih elemenata. Time se ni u kom slučaju ne želi isključiti potreba variranja ovoga kon- cepta u granicama novih spoznaja na osnovi dodatne dokumentacije i izmjene mi- šljenja i uvjerenja.

Primljeno (Received) : 05.02. 1973

*Geološko-paleontološki zavod
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu*

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