

Značajke gornjopermskih karbonatno-evaporitnih naslaga Dinarida

Kiš, Gustav

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:710408>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-17**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Gustav Kiš

**ZNAČAJKE GORNJOPERMSKIH
KARBONATNO-EVAPORITNIH
NASLAGA DINARIDA**

Seminar III
Preddiplomski studij geologije

Mentor:
Damir Bucković

Zagreb, rujan 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

ZNAČAJKE GORNJOPERMSKIH KARBONATNO-EVAPORITNIH NASLAGA DINARIDA

Gustav Kiš

Rad je izrađen: Geološki odsjek, PMF, Sveučilište u Zagrebu

Sažetak:

Gornjopermski sediment središnjeg dijela Dinarida sadrži tri glavna facijesa: 1. karbonate (lagunarni, plimski vapnenci), 2. evaporite (gips, anhidrit) s ranodijagenetskim dolomitima, 3. klastične stijene (siltit, pješčenjak) te jedan poseban tip stijena – šupljikave karbonatne breče. Superpozicijski slijed ta tri facijesa i šupljikavih breča često nije potpuno jasan zbog pokrivenosti terena i vegetacije, te zbog intenzivne tektonske poremećenosti naslaga. Evaporiti su najstariji facijes, a na njima leže klastični i/ili karbonatni facijes i šupljikave karbonatne breče. Klastične stijene su taložene u okolišima prednjeg žala i/ili u okolišima plaja do slanih jezera. Šupljikave karbonatne breče su interpretirane kao terestičke tvorevine, tj. kao sekundarni površinski produkti fizičkog i kemijskog trošenja tektonski razdrobljenih karbonatno-evaporitnih sedimentata. Vapnenci karbonatnog facijesa nastali u udruženju s evaporitima pripadaju sedimentima taloženim u ograničenim, plitkim, slanim lagunama ili u vrlo plitkom potplimskom ili plimskom okolišu regresivnog ciklusa. Evaporiti koji su danas na površini zastupljeni gipsom nastalim hidratacijom anhidrita, taloženi su u evaporitnim uvjetima u rubnim dijelovima epikontinentalnog morskog bazena koji je zbog opće regresivne tendencije i permanentne progradacije obale, odnosno stalnog povlačenja mora, završavao formiranjem i duže vremena održavanjem sabkha i plaja uvjeta. Po svojim sedimentacijskim značajkama ti se evaporiti mogu usporediti s evaporitima “Bellerophon formacije” u gornjem permu Južnih Alpa, Italije.

Ključne riječi: karbonati, evaporiti, ranodijagenetski dolomiti, terestičke breče, okoliši obalne sabkhe i plaje, gornji perm, Dinaridi

Rad sadrži: 22 + VIII stranica, 12 slika, 23 literaturna navoda

Jezik izvornika: hrvatski ...

Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

Mentor: Prof. dr. sc. Damir Bucković, Geološki odsjek, PMF

Ocjenjivači: Doc. dr. sc. Igor Felja; V. pred. mr. sc. Dražen Kurtanjek

Datum završnog ispita: 23 rujan 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

CHARACTERISTICS OF UPPER PERMIAN CARBONATE AND EVAPORITE DEPOSITS OF DINARIDES

Gustav Kiš

Thesis completed in: Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb

Abstract:

The Upper Permian sediments from central part of the Dinarides contains three main facies: 1. carbonates (lagoonal, intertidal limestones); 2. evaporites (gypsum, anhydrite) with early-diagenetical dolomites, 3. clastic rocks (siltstones, sandstones) and one special rock type – carbonate cavity breccias. The superposing succession of three main facies types and facies of carbonate cavity breccia is often indistinct due to soil and vegetation and intensive tectonic disruption of the sequences. Evaporites are the oldest facies and are succeeded by clastic and/or carbonate facies and carbonate cavity breccias. The clastic rocks were deposited either fore-shore or playa to salt-lake playa environment. The carbonate breccias are interpreted as terrestrial features, i.e. secondary surface products of physical and chemical weathering of tectonically disrupted carbonate-evaporite sediments. Limestones of the carbonate facies occurring in association with evaporites belong to sediments deposited in restricted shallow, hypersaline lagoons or in very shallow subtidal to intertidal environments of the regressive cycle. The present surface gypsum evaporites (products of hydration of anhydrite), were deposited in evaporation conditions around the edges of an epeiric marine basin, which in conditions of a general regressive tendency and permanent coastal seawards progradation, ended in the formation and maintenance of sabkha and playa conditions. The Upper Permian evaporites of central Dinarides are comparable with evaporites from the Bellerophon Formation from the Southern Alps, Italy.

Keywords: Carbonates, Evaporites, early diagenetic dolomites, Terrestrial breccias, Coastal Sabkha and Playa, Upper Perm, Dinarides

Seminar contains 22 + VIII pages, 12 figures, 23 references

Original in: Croatian ...

Thesis deposited in: Central Geological Library, Department of Geology, Faculty of Science

Supervisor: Prof. Dr. Damir Bucković, Department of Geology, Faculty of Science

Reviewers: Associate Professor Igor Felja, Ph.D; Dražen Kurtanjek, MSc.

Date of the final exam: September 23, 2022

Sadržaj

| | |
|---|------|
| 1. Uvod _____ | 1 |
| 2. Pregled dosadašnjih istraživanja _____ | 2 |
| 3. Značajke, podrijetlo i sedimentno okruženje gornjopermskih evaporitnih kompleksa | 4 |
| 3.1. Petrografija i taložni okoliši karbonatnog facijesa _____ | 4 |
| 3.2. Taložni okoliši i podrijetlo evaporitnog facijesa _____ | 6 |
| 3.3. Podrijetlo (geneza) karbonatnih šupljikavih breča _____ | 14 |
| 4. Rasprava _____ | 17 |
| 5. Zaključci _____ | 20 |
| 6. Literatura _____ | 21 |
| 7. Popis slika _____ | VIII |

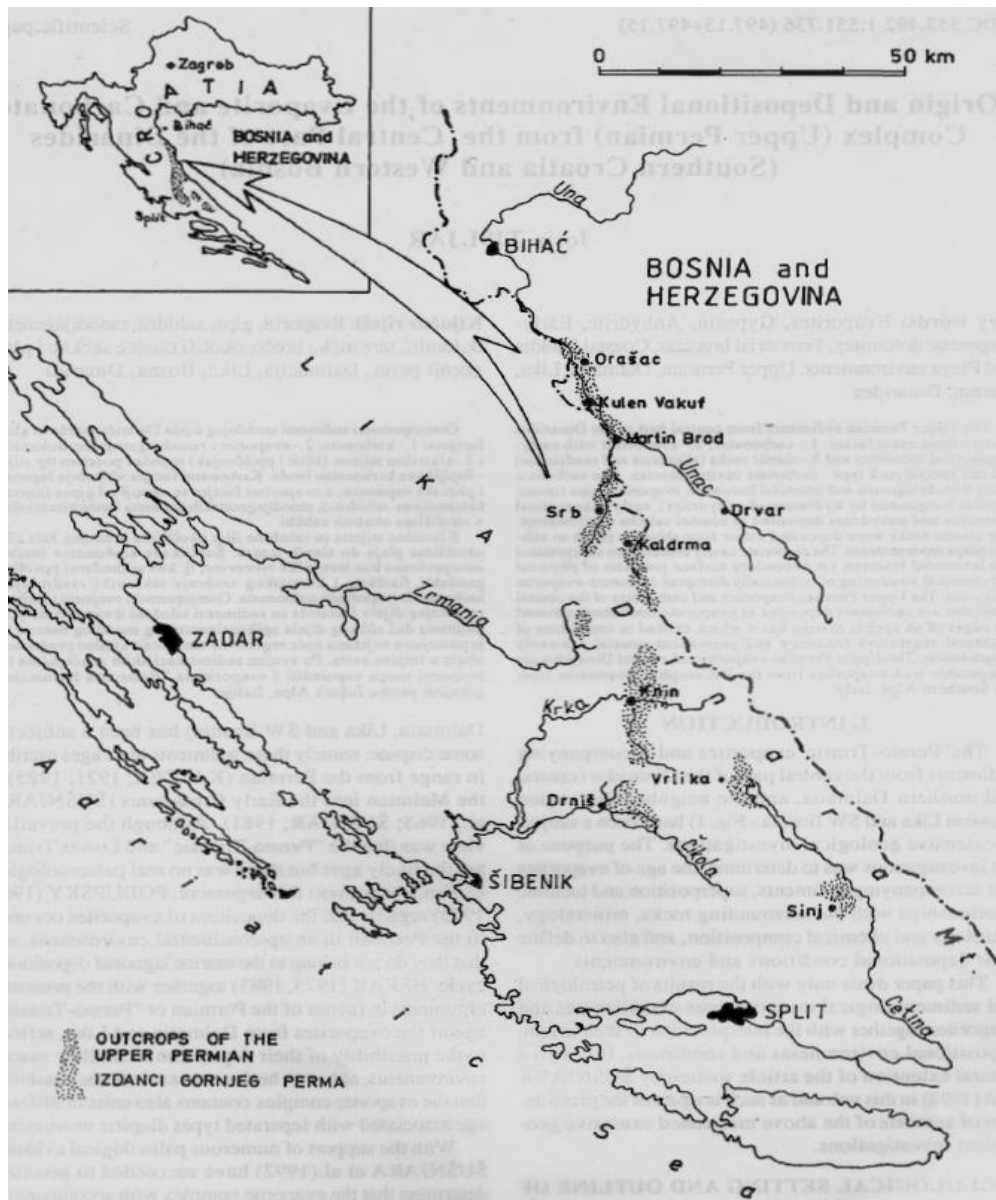
1. Uvod

Permo-trijaski evaporitni kompleks s pratećim sedimentima bio je predmet opsežnih i složenih geoloških istraživanja. U ovom seminaru koji se temelji na radu TIŠLJAR (1992) prikazani su rezultati petroloških i sedimentoloških istraživanja evaporita i karbonata iz središnjeg dijela Dinarida (središnja i sjeverna Dalmacija, te područje između Like i sjeverozapadne Bosne (slika 1), zajedno s tumačenjem njihovog podrijetla (geneze). Uz pridruženi članak koji su napisali ŠUŠNJARA et al (1992), a koji je publiciran u istom svesku, u ovom završnom seminaru predstavljena je sinteza opsežnih geoloških istraživanja koja su se provodila kako bi se odredila starost karbonata i evaporita i pridruženih sedimenta, tektonski odnosi s okolnim stijenama, proučila mineralogija, petrologija i kemijski sastav, te odredilo stanje taloženja i okoliša.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Starost evaporita i pridruženih sedimenata iz središnjeg dijela Dinarida (središnja i sjeverna Dalmacija, Lika i jugozapadna Bosna) dugo je bila predmet rasprava i razmimoilaženja. Ovim sedimentima pripisivana je različita starosna dob u rasponu od perma (KATZER, 1921; 1925) preko malma sve do rane krede (ŠUŠNJAR et al., 1965; ŠUŠNJAR, 1981). PODUPSKY (1963, 1973) je pak smatrao da se taloženje evaporita dogodilo u permu u epikontinentalnom okruženju i da evaporiti ne pripadaju marinskim (morskim) lagunskim ciklusima taloženja. HERAK (1973, 1983) je zajedno s argumentima u prilog permske ili permsko-trijaske starosne dobi evaporita iz područja Dalmacije i Like, pretpostavljao mogućnosti njihovog taloženja u plitkim morskim sredinama, premda on, također, ne isključuje mogućnost da evaporitni kompleksi sadrže jedinice različite starosti povezane s odvojenim tipovima dijapirnih pokreta.

Konačno su ŠUŠNJARA et al. (1992), uz pomoć brojnih palinoloških dokaza, uspjeli precizno utvrditi da evaporitni kompleks s pridruženim sedimentima iz središnje Dalmacije pripada donjem dijelu kasnog perma, a na širokom području Srba u Lici srednjem stadiju kasnog perma.



Slika 1: Karta područja istraživanja gornjopermskog evaporitnog kompleksa središnjeg dijela Dinarida

3. Značajke, podrijetlo i sedimentno okruženje gornjopermskih evaporitnih kompleksa

Permske sekvence u središnjoj i sjevernoj Dalmaciji, Lici i zapadnoj Bosni (slika 1) sadrže tri glavna tipa facijesa: 1.- karbonatne stijene (uglavnom vapnenac), 2.- evaporite (gips i anhidrit) i ranodijagenetske dolomite i 3.- klastične stijene tj. siltite, pješčenjake i vrlo rijetko konglomerate (Slike 1, 2 i 3 u članku: ŠUŠNJARA et al., 1992; str. 96-99). Posebna vrsta facijesa su šupljikave karbonatne breče ili tzv. „rauhwackes“ – ŠUŠNJARA et al. (1992). Evaporiti su najstariji facijes, a nasljeđuje ih klastični i/ili karbonatni facijes i šupljikave karbonatne breče (ŠUŠNJARA et al., 1992). Međutim superpozicijski slijed ta tri facijesa i šupljikavih breča vrlo često je teško odrediti zbog prekrivenosti terena i vegetacije, kao i zbog intenzivne tektonske poremećenosti naslaga.

Kao što je detaljno opisano u poglavlju 3.2, pod općenitim nazivom „evaporiti“ ovdje se podrazumijeva evaporitni facijes, tj. gips bez makroskopski vidljivih dolomita i s dolomitskim laminama i krhotinama dolomikrita. Odnos između evaporita i šupljikavih karbonatnih breča je pak puno složeniji. Iako se breče redovito pojavljuju neposredno iznad evaporita, a rijetko udružene s karbonatnim stijenama, njihov je stratigrafski položaj dvojbjen jer su kao proizvod trošenja tektonski poremećenih i izluženih stijena evaporita i/ili karbonatnog facijesa, nastale na površini zemlje u više različitih kronostratigrafskih jedinica. Nepostojanje većeg broja izdanaka s jasnim međusobnim vertikalnim slijedom i jasnim lateralnim odnosima triju glavnih facijesa, kao i činjenica da ne postoji uvijek egzaktno utvrđeni odnos tih facijesa u vremenu i prostoru, značajno otežava interpretaciju uvjeta i okoliša taloženja gornjopermskih sedimenata.

3.1. Petrografija i taložni okoliši karbonatnog facijesa

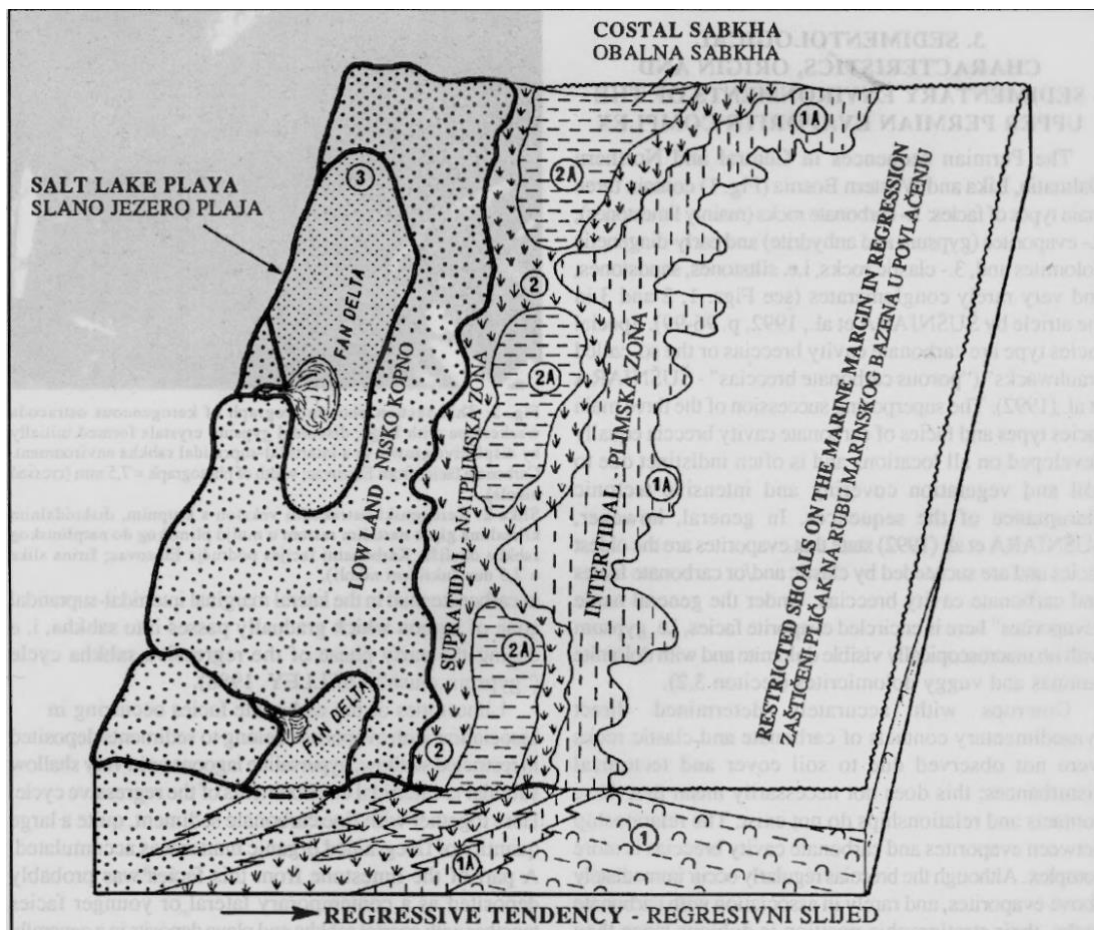
Gornjopermski karbonatni facijes sastoji se od slojevitih, mjestimično vodoravno laminiranih, tamnosivih i crnih kerogenih madstona (mudstones), vekstona (wackestones), s naslagama peleta i ostrakoda, te kristalnih (mikrosparitnih) vapnenaca bogatih organskim tvarima i piritom. Oni su manje-više intenzivno kasnodijagenetski dolomitizirani ili rekristalizirani. Rijetko ovaj facijes sadrži dolomite nastale kasnodijagenetskom dolomitizacijom „vekstona“ i „madstona“. Sporadično se nalaze tamnosivi kerogeni kriptokristalni vapnenci, madstoni i peletoidni vekstoni i pekstoni, rjeđe peletoidni grejnostoni (grainstones) koji sadrže pseudomorfoze kalcita ili kerogenske ostrakodne

madstone/veystone s velikim, diskoidnim kristalima gipsa (slika 2) ili kalupne šupljine kristala gipsa zauzete sekundarnim mineralima: opalom, kalcedonom i/ili kvarcom. Gips je, u početku, nastao rastom u karbonatnom mulju u lateralnim (bočnim) rubnim plimskim dijelovima laguna koje postupno prelazi u sabkhu, tj. tijekom početne faze regresivnog sabkha ciklusa („gipsana kaša“ – SELLEY, 1988).



Slika 2: Kerogenski ostrakodni vekston s krupnim diskoidnim kristalima gipsa nastalim rastom u mulju plimskog do natplimskog sabkha okoliša. Karbonatni facijes područja Elezovac; širina slike = 7.5 mm (ukriženi nikoli)

Vapnenci karbonatnog facijesa koji se javljaju udruženi s evaporitima pripadaju sedimentima taloženim u ograničenim, plitkim, jako slanim lagunama ili u vrlo plitkom potplimskom ili plimskom okolišu regresivnog ciklusa. Dio vapnenca iz ovog facijesa vjerojatno je taložen kao istovremeni lateralni ili mlađi facijes zajedno sa sabkha i plaja sedimentima, u istom općem regresivnom ciklusu na rubovima epikontinentalnog mora (slika 3). Djelomično su se mogli nataložiti čak i nakon što su obalne i kopnene sabkhe prestale postojati, uglavnom lateralno, u nešto dubljim, tj. udaljenijim područjima epikontinentalnog mora ili morskog bazena sa stalnom tendencijom sužavanja – regresivni ciklus (slika 3). Zbog kontinuiranog pada morske vode, lagune i plitke uvale koje su ondje postojale nisu se mogle transformirati u sabkhe tijekom progradacije obale (slika 3).



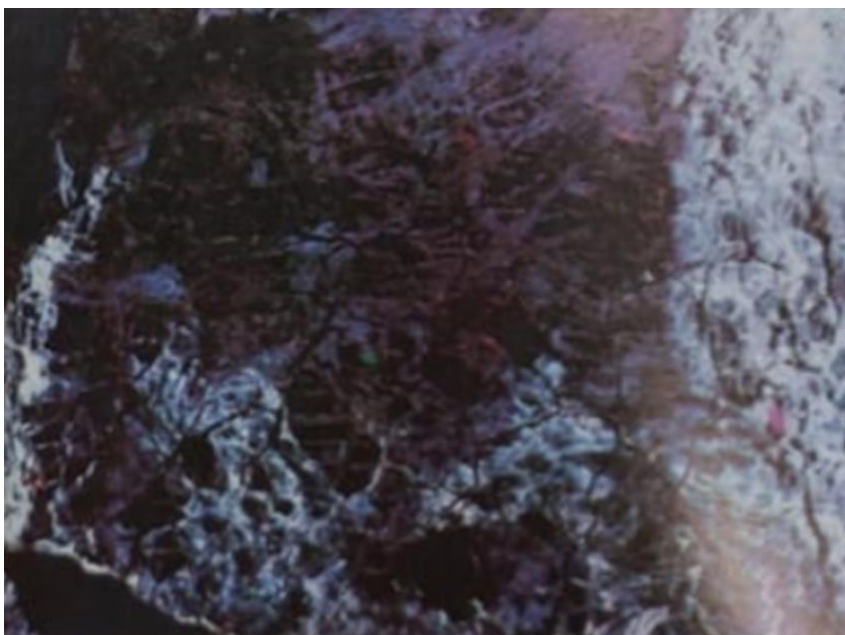
Slika 3: Shematizirani prikaz okoliša taloženja gornjopermskog karbonatno-evaporitnog kompleksa: 1 i 1A = karbonatni facijes; 2 i 2A = evaporitni facijes i 3 = klastični facijes. Mjestimično 1 A i 2 može biti i klastični facijes, a deltne lepeze su mogle biti oblikovane i u morskome zaštićenom pličaku (nije prikazano na slici)

3.2. Okoliši taloženja i podrijetlo evaporitnog facijesa

U vršnim (gornjim) sekvencama evaporitnog facijesa često se javljaju proslojci dolomita, a također se slojevi evaporita izmjenjuju sa slojevima dolomita (slika 4), ili se javljaju dolomitno-evaporitne breče nastale naknadnim tektonskim, a ne sinsedimentacijskim procesima drobljenja proslojaka dolomita i evaporita (slike 5 i 10). U dubljim dijelovima evaporitnog facijesa ne pojavljuju se značajne količine makroskopski vidljivih slojeva dolomita ili lamina.



Slika 4. Gips s tankim slojem tektonski razlomljenog laminiranog ranodijagenetskog dolomita. Evaporitno-dolimitski facijes područja Labrovića kuća kod Sinja



Slika 5: „Dolomitno-gipsana breča“ nastala tektonskim drobljenjem sabkha ciklusa sastavljenih od tankoslojevitih izmjena dolomita i anhidrita (potisnutog gipsom?). Evaporitno-dolomitni facijes, gipsolom Mali Kukor u Kosovom polju

Na nekim mjestima (npr. u gipsolomu „Slane Stine“, ili u bušotinama iz Glavica, Sinjsko Polje) evaporiti sadrže samo dolomitne fragmente ili relikte dolomitsko-evaporitne breče što je rezultat intenzivnog tektonskog drobljenja, diapirizma i/ili zamjene dolomita anhidritom. Često sadrže razlomljene, tanke naizmjenične lamele dolomita i gipsa. Brojni izdanci sadrže dolomit koji nosi izolirane nodule gipsa ili dolomit sa šupljinama i pukotinama ispunjenim sekundarnim gipsom što je rezultat hidratacije anhidrita ili anhidrita i sekundarnog gipsa. Također se često nalaze slojeviti i laminirani gipsevi u kojima se pojavljuju proslojci, lamine ili relikti laminiranih i stromatolitnih dolomita (slike 6, 7 i 8) s tzv. „enterolitičkim boranjem“ (BOSELLINI & HARDIE, 1973). Premda po obliku vrlo slična tektonskim deformacijama, ta su „enterolitička boranja“ („enterolithic folds“) nastala kemijskim promjenama volumena sedimenta uslijed stezanja proslojaka i slojeva evaporita pri procesima hidratacije anhidrita u gips i dehidratacije gipsa u anhidrit. Tijekom hidratacije anhidrita u gips, tj. pri primanju vode, povećava se volumen za cca 38% što izaziva snažna naprezanja posebice kad se taj reverzibilni proces više puta ponavlja tijekom geološke povijesti.



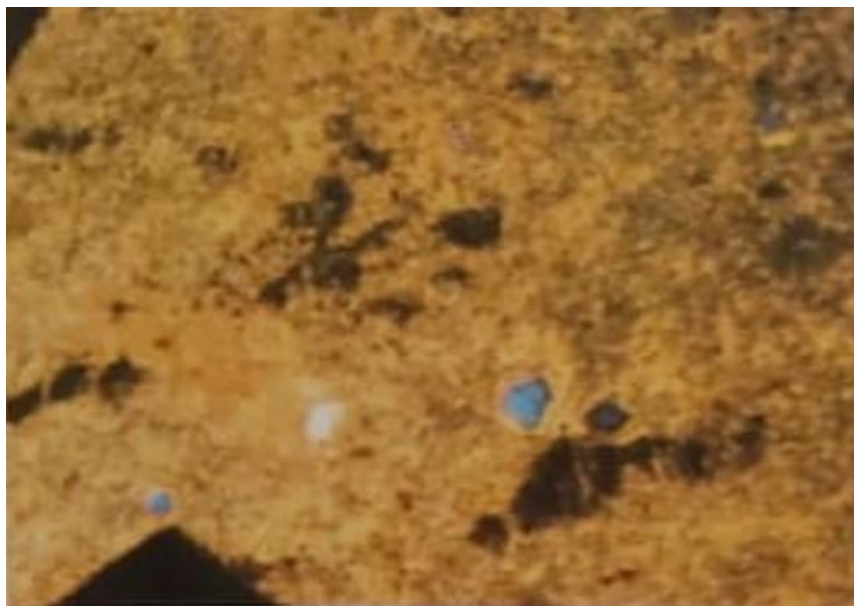
Slika 6: Gipsani sloj s reliktima tankoslojevitog, organskom materijom bogatog dolomikrita. Gips je nastao hidratacijom anhidrita koji je u sabhka uvjetima potiskivao dolomit. Evaporitno-dolomitni facijes Labrovića kuće kod Sinja. Visina slike = 3,3 mm (ukriženi nikoli).

Evaporiti sadrže ili gips ili anhidrit ili oboje (slike 4-10). Gips se nalazi na površini ili blizu površine, a anhidrit u dubljim dijelovima gipsoloma ili u bušotinama, jer je gips ovdje pretežno sekundarni mineral nastao hidratacijom anhidrita što je vidljivo u mikroskopskim izbruscima (slike 8 i 9). Potpuna hidratacija anhidrita očituje se homogenim, vlaknastim kristalima gipsa koji sporadično sadrže izolirane korodirane relikte anhidrita i vrlo tanke tamnosive, tu i tamo žućkasto-smeđe lamele ili trake organske tvari, pirita ili gipsa koje su pigmentirane Fe-mineralima. Vlaknasti agregati kristala gipsa sporadično sadrže grublji autigeni kalcit ili/i rjeđe sekundarni dolomit, te obično ranodijagenetske ostatke dolomikrita (slike 6, 7 i 8). Hidratacija anhidrita povećava se s opadanjem temperature i smanjenjem saliniteta pornih voda u evaporitima. Pojačana je nakon prodora svježije, meteorske vode u anhidrit (MURRAY, 1964). U ovom slučaju gdje su evaporiti bili višekratno intenzivno tektonski lomljeni, drobljeni i rasjedani, očigledno je da je hidratacija anhidrita u gips nastupila nakon što su evaporiti tektonikom, dijapirizmom i erozijom dospjeli vrlo blizu površini ili na samu površinu gdje su bili izloženi jakom utjecaju meteorskih (oborinskih), slatkih površinskih i podzemnih voda.

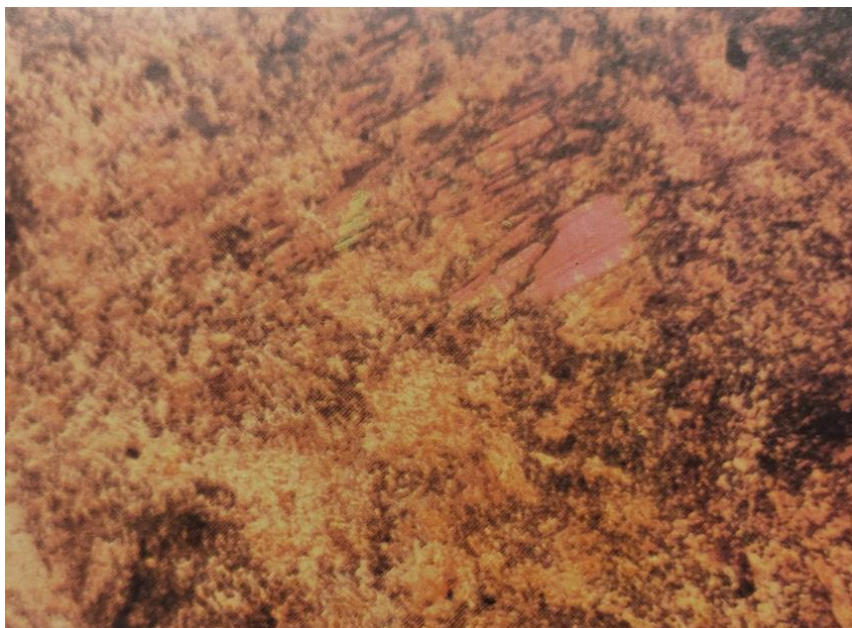


Slika 7: Gips s tankim laminama dolomikrita (dio sloja boranog u enterolitnu strukturu). Gips je nastao hidratacijom sabkha anhidrita koji je u sabkha okolišu potiskivao laminirani dolomit. Evaporitni facijes Kninskog polja, širina slike = 3,3 mm (ukriženi nikoli)

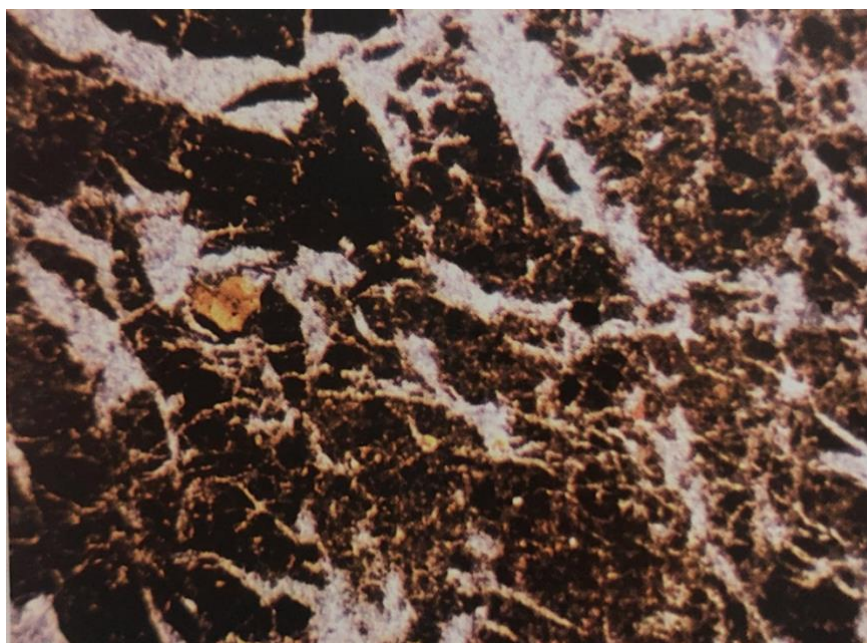
Neki evaporiti sadrže makroskopski vidljive slojeve dolomita (slika 4), lamine ili relikte lamina i/ili tektonski razlomljenih i tankih slojeva dolomita u obliku „dolomitno-gipsane“ breče (slike 5 i 10). Premda se u većini evaporita ovi dolomiti ne vide makroskopski oni su redovito prisutni u mikroskopskim, tankim presjecima evaporita (slike 6, 7 i 8). Slojevi dolomita tipično imaju oblik leće i mogu biti bočno (lateralno) kontinuirani do najviše 3-10 metara, a lamine ne više od nekoliko cm. Najupečatljivija struktura dolomita su dugačke uske tabularne šupljine, lećaste ili jajolike šupljine promjera 0,5-2 mm. Prema teksturi, strukturi i sastavu dolomiti se definiraju ili kao dolomikriti, dolopelmikriti ili stromatoliti s desikacijskim pukotinama ili pukotinama stezanja (shrinkage cracks). Svi ti dolomiti su natplimski ranodijagenetski dolomiti ili evaporitni dolomiti nastali u istom sedimentacijskom ciklusu kao i anhidrit, tj. u regresivnim sabkha ciklusima (isprva kao nakupljanje mulja u plitkoj potplimskoj ili ograničenoj laguni na rubu široke sabkhe, a onda kao rano-dijagenetska dolomitizacija u natplimskom okolišu). Naizmjenični ciklusi dolomita i gipsa sačuvani su na mnogim mjestima. Ove cikličke izmjene (dolomit-gips) odgovaraju članovima B i C regresivnog sabkha ciklusa usporedivo sa sabkha ciklusom u Arab-Darb Formaciji (WOOD & WOLFE, 1969).



Slika 8: Sloj gipsa iz evaporitnog facijesa: mikroskopski izbrusak pokazuje više relikata dolomikrita (tamno) i anhidrita (plavo-ljubičasto) unutar gipsane mase nastale hidratacijom anhidrita. Područje Bistrice, širina slike = 3,3 mm (ukriženi nikoli)



Slika 9: Mikroskopski izbrusak evaporitnog facijesa pokazuje hidrataciju anhidrita u gips koja je najintenzivnija duž pukotina kalavosti; širina slike = 7.5 mm (ukriženi nikoli)



Slika 10: Tektonski razdrobljeni dolomikriti po pukotinama intenzivno potiskivani žilama gipsa. U dolomikritu se nalaze i sitni relikti anhidrita (žuto) koji ukazuju na dolomitno-anhidritni sabhka ciklus. Evaporitno-dolomitni facijes područja Bistrice, širina slike = 7.5 mm (ukriženi nikoli)

Evaporiti u kojima makroskopski nije moguće zamijetiti dolomitne proslojke i lamine („čisti evaporiti“) obično sadrže dolomit, kako to pokazuju mikroskopske analize (slike 6, 7, 8) u obliku tankih, raskinutih i „naboranih“ lamina, nazvanih „enterolitička struktura“ ili „enterolitičko boranje“ (BOSELLINI & HARDIE, 1973) i nepravilnih nakupina/agregata. To su zapravo relikti dolomitnih slojeva i lamina koje pripadaju članu B sabkha taložnog ciklusa koji je sačuvan nakon procesa „enterolitičkog boranja“, tj. kroz nekoliko razdoblja naprezanja hidratacijom anhidrita u gips i dehidracijom gipsa u anhidrit. Relativno mala količina dolomita u „čistim evaporitima“ može biti posljedica pomaka i podizanja evaporitnih slojeva dijapirizmom, koji ih odvaja od lomljivih neizmještenih karbonatnih članova sabkha ciklusa. Dijapirijsko podizanje i ranodijagenetska zamjena dolomita anhidritom u sabkha okolišu je česta i vrlo izražena (SHEARMAN, 1966).

Dok evaporiti povezani s ranodijagenetskim dolomitima pokazuju glavna obilježja podrijetla iz okoliša taloženja obalnih sabkhi, za evaporite bez makroskopski vidljivog dolomita ili s dolomitom koji se javlja u obliku tankih slomljenih laminata, nabranih traka i relikata, ne postoji nedvosmisleno tumačenje s obzirom na uvjete taloženja i okoliš.

Evaporiti koji su danas na površini zastupljeni gipsom (proizvod hidratacije anhidrita) taloženi su u evaporacijskim uvjetima oko rubova epikontinentalnog morskog bazena, tj. u širokom pojasu na pustinjskoj karbonatno-obalnoj liniji priobalnih sabkhi, u uvjetima opće regresivne tendencije i trajne obalne progradacije nastale zbog kontinuiranog pada razine mora. Ti su uvjeti prestali s razvojem dugotrajnih sabkha i plaja okoliša i konačno s jezerskim (bilo sa slanom ili bočatom vodom), riječnim i kopnenim okolišem. Očigledno je da su plimske i natplimske zone (klastične i karbonatne) progradirale prema moru čineći tako sedimente ovih facijesa dijakronima (slika 3).

U ograničenim plićacima, lagunama i plimskim sredinama došlo je do taloženja vapnenca u isto vrijeme dok je na prednjem žalu i obalnom licu s prevladavajućim siliciklastičnim sedimentima, plajama i jezerima (sa slanom, bočatom/ili slatkom vodom), malim deltama i rijekama, prevladavalo klastično taloženje (slika 3). Ovi klastični sedimenti, osobito taloženi na prednjem žalu, plaji i slanom jezerskom okruženju, često sadrže kockaste kalupe od izluženih kristala halita koji su se izvorno precipitali u sušnim razdobljima polusušnih ili sušnih klimatskih uvjeta. Iako gornjopermski izdanci evaporita, s potpunom „regresijom sabkha ciklusa“ (WOOD & WOLFE, 1969) nisu pronađeni u središnjem području Dinarida, često se opažaju B i C članovi ili sukcesija A člana (odjeljak 3.1) sabkha ciklusa. Stoga se

može zaključiti da su evaporiti koji sadrže ranodijagenetske dolomite oblikovani u okolišu obalne sabkhe (slika 3). Masivni evaporiti, koji sadrže samo dolomitne relikte, vjerojatno su oblikovani u sličnim uvjetima visokog isparavanje na rubnim dijelovima plitkog epikontinentalnog mora sa stalnom tendencijom regresije i razvojem dugotrajnih sabkhi. Ti evaporiti, unatoč njihovoj debljini (zbog dijapirizma), ne sadrže debele pakete laminacijske izmjene karbonata, anhidrita i halita. Većina evaporita taloženih u potplimskim i marinskim okolišima s nešto dubljom vodom (lagune, zaljevi itd) ili se odlikuju prethodno spomenutom pravilnom tanko laminiranom izmjenom unutar kontinuirane debljine evaporitnih sedimenata od nekoliko stotina metara ili pak pripadaju „trakastim anhidritima“ ili varva anhidritima bogatim organskom supstancom i izmjenom s halitima (RICHTERBERNBURG, 1955; SCHREIBER, 1986). Poznato je da naslage halita nisu uobičajene ili ne uspijevaju u karbonatnoj-anhidritnoj sabhka evaporitnoj sekvenci (SELLEY, 1988).

Budući da takva svojstva evaporita nisu opažena, time se isključuje tumačenje njihovog podrijetla u potplimskim ili dubljim morskim sredinama.

Relativno mala količina dolomita i odsutnost potpunih sabkha ciklusa (A-faza: algalni vapnenac – homogena; B-faza: laminarni i dolomit strukture ptičjeg oka – algalni mat dolomit i C-faza: nodularni anhidrit; WOOD & WOLFE, 1969.) u gornjopermskim evaporitima središnjeg dijela Dinarida, osobito u dubljim dijelovima evaporitnih slojeva mogu se protumačiti na sljedeći način:

- sabkha anhidriti taloženi su u dugovječnom sabkha okruženju s polusušnom do sušnom klimom u C-fazi regresivnog sabkha ciklusa s visokim koncentracijama i priljevom Ca-sulfata, u kojima anhidrit više-manje potpuno zamjenjuje dolomit oblikovan u B-fazi;

- dijapirizmom su iz primarne sukcesije sabkha ciklusa bile kretane evaporitne mase, ali ne i značajnije količine karbonata, što je rezultiralo koncentracijom evaporita

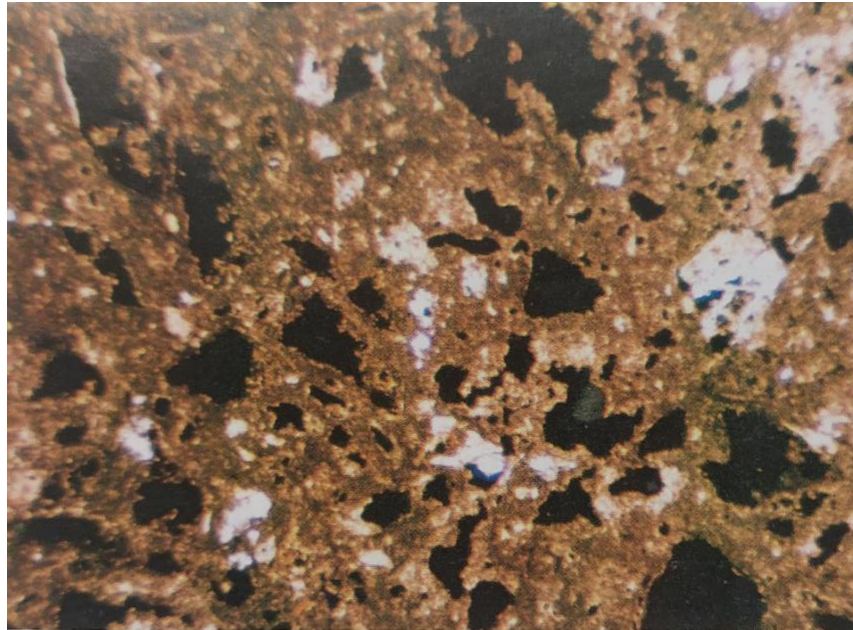
- zbog intenzivne tektonske aktivnosti krti karbonatni slojevi (tj. B dolomitni član sabkha ciklusa) bili su jače razdrobljeni i milonitizirani, a njihovi ostaci su kasnije više – manje u potpunosti potisnuti gipsom. Zbog ispiranja gipsa na površini izdanaka, ostaci dolomita se opetovano koncentriraju i oblikuju bilo kao „dolomitno-gipsane breče“ ili kao „rauhwackes“ šupljikave breče.

3.3. Podrijetlo (geneza) karbonatnih šupljikavih breča

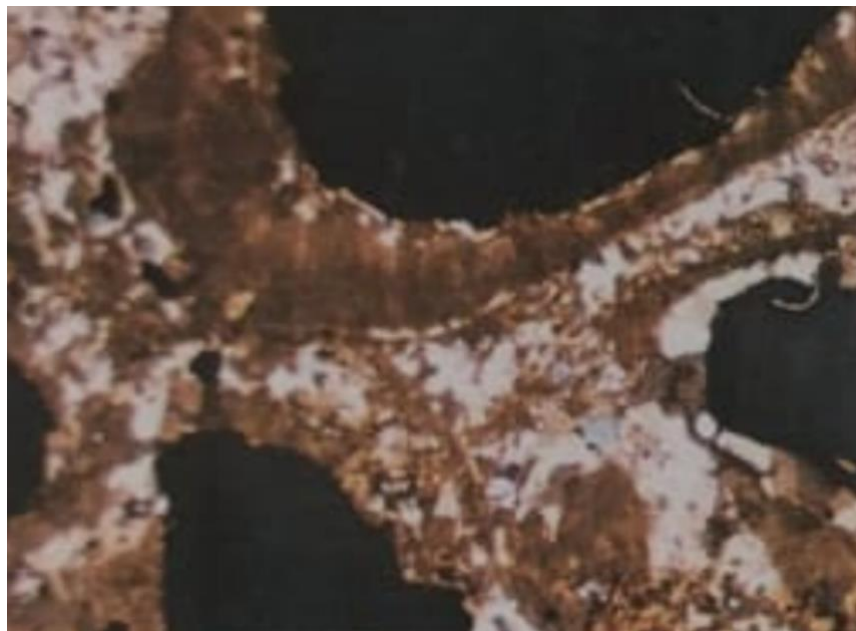
Karbonatne šupljikave breče ili „*rauhwackes*“ često se pojavljuju zajedno s evaporitima u različitim i donekle nerazjašnjenim odnosima. Iako je problem njihove stratigrafske povezanosti s evaporitnim i karbonatnim facijesom još uvijek nedefiniran, zbog više generacija breče u rasponu od kasnog perma i predneogena do kvartara (ŠUŠNJARA i sur., 1992), kao i zbog vrste njihovog razvoja, opažene značajke podrazumijevaju slično ili čak identično podrijetlo.

One su visoko porozne, celularne, pune malih šupljina, šupljikavih breča, koje makroskopski nalikuju na sedru. Breče sadrže različite količine nerazvrstanih, kutnih fragmenata s korodiranom površinom i rubovima, te različite količine cementa (slike 11 i 12). Fragmenti permskih vapnenaca, ranodijagenetski dolomiti i evaporiti prevladavaju. Fragmenti dolomita su obično manje ili više dedolomitizirani, a ulomci evaporita potpuno ili djelomično izluženi (velike šupljine u breči, slike 11 i 12). Cement se sastoji od kriptokristalnih do makrokristalnih laminarnih, pizoidnih ili speleotemnih akumulacija kalcita pigmentiranih s Fe-oksikom i hidroksikom, te nečistoća od siliciklastičnog materijala (slika 12).

Ne samo da se dogodilo izluživanje fragmenata evaporita, nego su i ulomci dedolomita iz potonje, razlomljene dedolomitizirane mase mogli biti mehanički ili kemijski uklonjeni, a preostale kalupne šupljine mogle su naknadno biti djelomično ili u potpunosti ispunjene s kalcitnim cementom. Uglavnom je to bio razlog zbog čega je breča imala staničnu strukturu i šupljikavu strukturu, te zašto se izluživanje fragmenata stijena uglavnom događalo nakon što su one bile djelomično ili potpuno cementirane u breču (slike 11 i 12). Ispiranje je obično imalo mali ili nikakav učinak na cement (slika 12).



Slika 11 (gore) i slika 12 (dolje): Mikroskopski izbrusci karbonatnih šupljikavih breča: fragmenti evaporita i dolomita i šupljine nastale izluživanjem pojedinih fragmenata: mikrokristalasti i pizoidni kalcitni cement oko fragmenata i šupljina. Sinjsko polje, širina slika = 7,5 mm



Šupljikave breče definitivno nisu morskog podrijetla već pokazuju izrazita kopnena obilježja. Njihova pojava na povišenim površinama brda, kao i njihovo neusklađeno preklapanje s temeljnim evaporitnim ili karbonatnim naslagama bez obzira na položaj podinskih slojeva, sastav i strukturu, implicira da su one sekundarni proizvodi fizikalnog i kemijskog trošenja tektonski poremećenih gornjopermskih evaporitnih i karbonatnih sedimenata. Bilo da je to bilo zbog terestričke faze na kraju perma ili zbog post-permskog tektonskog dizanja/uzgona i postavljanja na površinu permskih evaporita i karbonatnih sedimenata, sedimenti su bili istrošeni u kopnenim uvjetima. Proizvodi takvih promjena vremenskih uvjeta bile su karbonatne šupljikave breče. Istrošeni proizvodi bilo od postojeće polusušne do sušne klime s oskudnim kišnicama i intenzivnim isparavanjem ili od meteorske i porne vode zasićene Ca-hidrogenkarbonatom, postupno su cementirani s kalcitnim cementom nalik na koru, pizoid ili speleotem u manje više kompaktne breče. Zbog izluživanja evaporita i fragmenata dedolomita, u breči se tako razvijaju šupljine dajući im stanični i/ili šupljikavi izgled. Intenzivna dedolomitizacija je pojačana visokim sadržajem Ca u porama otopine (tj. niski molarni omjer Mg/Ca) koji je pak povezan s otapanjem i ispiranjem gipsa. Ovim bi moglo objasniti zašto se šupljikave breče ili „rauhwackes“ obično javljaju u povezanosti s karbonatno-evaporitnim facijesom.

4. Rasprava

Kao što je već rečeno, starost evaporita i pridruženih sedimenata iz središnjeg dijela Dinarida dugo je bila predmet rasprava i razmimoilaženja. Stoga je bilo potrebno provesti kompleksna geološka istraživanja kako bi se interpretirala geneza, minerologija, petrologija, tektonski odnosi s okolnim stijenama, kao i uvjeti i okoliši taloženja karbonatnih i evaporitnih sedimenata „permo-trijasa“ središnjeg dijela Dinarida. Gornjopermski sedimenti središnje i sjeverne Dalmacije, Like i zapadne Bosne sadrži tri glavna facijesa: 1. karbonate; 2. evaporite (gips, anhidrit) s ranodijagenetskim dolomitima; 3. klastične stijene (tj. pelite, siltite, pješčenjake i vrlo rijetko konglomerate) te jedan poseban tip stijena – šupljikave karbonatne breče (ŠUŠNJARA et al., 1992).

Premda postoji ograničen broj velikih i za istraživanje povoljnih izdanaka koji pokazuju jasne odnose između vertikalne sukcesije i lateralne tranzicije tri glavna gornjopermska facijesa, tj. karbonatnog, evaporitnog i klastičnog facijesa, općenita interpretacija uvjeta i okoliša taloženja te podrijetlo/geneza svakog pojedinog facijesa kao i postojanje općeg regresivnog ciklusa u gornjem permu, ipak je bilo moguće. Odnos između taloženja klastita i evaporitnih uvjeta podrazumijeva se pojavom kalupa (mold) halita unutar jedinica klastita iz Vrlike i Knina (ŠČAVNIČAR, B., 1973). Na temelju litoloških karakteristika klastita iz okolnih područja Drniša i Vrlike (središnja Dalmacija; IVANOVIĆ et al., 1971), postoji korelacija s gornjim dijelom „Groeden facies“-a (poslije Groedental = Val Garden) iz šire regije Dinarida.

Shematski prikaz okoliša taloženja gornjopermskog karbonatno-evaporitnog kompleksa prikazan je na slici 3. Njegove značajke su da je tijekom kasnog perma opći permski regresivni ciklus bio na vrhuncu, da je sužavanje epikontinentalnog morskog taložnog bazena bilo u stalnom progresu, da gornjopermski vapnenci pripadaju lagunarnom i intertidalnom (plimskom) okruženju, te da je evaporitni facijes glavna karakteristika sabhka sedimenata, a da klastični facijes pokazuje tranziciju s obale, obalnog lica, obalnog žala, preko plaje i okoliša slanih jezera do aluvijalnih okruženja.

Tijekom kasnog perma, u današnjem području središnjeg dijela Dinarida, uz više-manje kontinuiranu regresivnu tendenciju, postojali su različiti uvjeti i okoliši taloženja definirani postojanjem plitkog epikontinentalnog mora s vrlo razvedenom obalnom linijom, uvalama i lagunama. Također, zbog općeg regresivne tendencije i progradacije obale u smjeru mora,

kao i postojanja širokih zona priobalnih sabkhi koje postupno prelaze u plaje i/ili slana jezera sa ili bez aluvijalne sedimentacije, a u konačnici i u terestičke (kopnene) okoliše (slika 3) bilo je moguće istodobno, na različitim mjestima, taloženje lagunarnog i plimskog (intertidalnog) sedimenta (karbonatni facijes), natplimskog (supratidalnog) i sabkha sedimenta (ranodijagenetski dolomiti i evaporiti), priobalnih okoliša s klastičnom sedimentacijom te plaja okoliša i okoliša slanijih jezera, sa ili bez riječnih ušća i delta, te mjestimično riječnih okoliša taloženja (klastični facijes) i općih terestičkih okoliša (gornjopermske šupljikave breče). U slučaju kontinuiranog općeg regresivnog slijeda, koji se događao uz više-manje pozitivne ili negativne oscilacije, normalna sukcesija bila bi: karbonatni facijes - evaporitni i/ili klastični facijes – klastični facijes (slika 3). Budući da okoliši taloženja nisu samo pod utjecajem opće regresivne tendencije, koja ima važnu ulogu u razvoju velikih lateralnih razlika facijesa, nego su također pod utjecajem niza drugih čimbenika, osobito periodičnih oscilacija razine mora, globalne i lokalne sinsedimentacijske tektonike, autocikličnosti, progradacije obale i plimskih ravnica, klimatskih varijacija, izmjena polusušnih do sušnih i kišnih razdoblja, to sve rezultira različitim lateralnim (bočnim) i vertikalnim (okomitim) slijedom facijesa od jednog do drugog lokaliteta. Na primjer, u središnjem dijelu planine Velebit (Oštarije, blizu Gospića) u kasnom permu bili su deponirani samo peritidalni karbonati bez evaporita u slijedećem slijedu: 1.- potplimski (subtidalni) do donje plimski (intertidalni) fuzulinski vapnenci; 2.- natplimski (supratidalni) dolomiti; 3.- crni organski bogati madstoni i bioklastični pakstoni pohranjeni kao organski bogati mulj (mud) u ograničenom plitkom zaljevu i/ili na rubu plitke lagune između velikih natplimskih područja, i 4.- natplimski dolomiti s crvenkastosmeđom ili sivom bojom interkalacije škriljaca u najgornjem dijelu (TIŠLJAR et al., 1991).

Iz prikazanih podataka i shematskog dijagrama (slika 3) evidentno je da su tijekom kasnog perma na širem području središnjih dijelova Dinarida postojali raznovrsni okoliši taloženja s obje postupne lateralne i vertikalne tranzicije sekvenci. Nakon i/ili tijekom taloženja vapnenca u morskom plićaku i sabkha evaporita zajedno s pridruženim ranodijagenetskim natplimskim (supratidalnim) dolomitima u općenito regresivnom režimu i lokalno promjenjivim vremenskim uvjetima, postupno je prestalo postojati plitko marinsko okruženje s taloženjem karbonata i obalne sabkhe s dolomitnom i evaporitnom akumulacijom. Ovi okoliši taloženja su se postupno ili naglo zamjenjivali klastičnim taloženjem u priobalju, plaji ili (slanim, bočnim?) prolaznim jezerskim ili riječnim

okolišima i u konačnici kopnenim uvjetima. Potonji su bili na svom vrhuncu u završnim fazama perma. Ponovno uspostavljanje režima plitkog morskog taloženja dogodilo se u početku trijasa.

Koreliramo li gornjopermske evaporite iz središnjeg dijela Dinarida sa sličnim sjevernim i zapadnoeuropskim evaporitima, na primjer „Zechstein evaporitima“ iz Poljske, Njemačke, Nizozemske i Danske, na temelju litološkog sastava, uvjeta i okoliša taloženja gornjopermskih evaporita Dinarida mora se iz razmatranja isključiti model prvog (Z-1) i drugog (Z-2) sedimentacijskog ciklusa „zechsteinskih evaporita“. Treći (Z-3) „Zechstein ciklus“ model taloženja (SCHREIBER, 1986) je, međutim, djelomično primjenjiv. Točnije, može se primijeniti završni dio trećeg (Z-3) ciklusa koji obuhvaća taloženje evaporita u završnoj fazi taloženja pri smanjivanju i oplićivanju (smanjenju dubine) bazena. Ovdje su se razvili samo anhidrit i ranodijagenetski dolomit u sabkhama te vapnenac i gips u subtidalnim (potplimskim) do plimskim (intertidalnim) zonama, dok taloženje halita i K-Mg-soli nije prisutno u ovim okruženjima.

Gornjopermski evaporitni facijes srednjeg dijela Dinarida po litološkim karakteristikama, sabhka ciklusima i okolišima taloženja prilično je sličan gornjopermskim evaporitima Bellerophon formacije iz južnih Alpa, Italija. „Belerofofski“ (Bellerophon) evaporitni ciklus tumači se kao regresivni ciklus koji je nastao u rubnom marinskom okruženju u uvjetima sušne klime, pri progradaciji „plimske ravnice“ preko plitkog potplimskog lagunarnog okoliša u dugo živućim sabkhama, odnosno pri progradaciji obale u smjeru mora (BOSELLINI & HARDIE, 1973).

5. Zaključci:

- Gornjopermski sediment središnjeg dijela Dinarida sadrži tri glavna facijesa: 1. karbonate (lagunarni, plimski vapnenci), 2. evaporite (gips, anhidrit) s ranodijagenetskim dolomitima, 3. klastične stijene (silit, pješčenjak) te jedan poseban tip stijena – šupljikave karbonatne breče. Evaporiti su općenito najstariji facijes, a na njima leže klastični i/ili karbonatni facijes i šupljikave karbonatne breče.
- Karbonatne šupljikave breče („rauhwackes“) visoko su porozne, celularne, sastavljene od fragmenata permskih vapnenaca, ranodijagenetskih dolomita, dedolomita i evaporita. Interpretirane su kao terestički sedimenti nastali zajedničkim djelovanjem tektonskog drobljenja, fizičkog i kemijskog trošenja karbonatno-evaporitnih stijena, na površini zemlje, u uvjetima tople i suhe klime, tijekom različitih kronostratigrafskih jedinica.
- Karbonatni facijes gornjeg perma sastoji se od slojevitih, mjestimice horizontalno laminiranih, tamnosivih i crnih vapnenaca, uglavnom madston do vekston tipa, nerijetko manje ili više intenzivno kasnodijagenetski dolomitiziranih ili rekristaliziranih. Rjeđe se nalaze kasnodijagenetski dolomiti nastali dolomitizacijom vekstona i madstona.
- Evaporiti koji su danas na površini zastupljeni gipsom nastalim hidratacijom anhidrita, taloženi su u evaporitnim uvjetima u rubnim dijelovima epikontinentalnog morskog bazena koji je zbog opće regresivne tendencije i permanentne progradacije obale, odnosno stalnog povlačenja mora, završavao formiranjem i duže vremena održavanjem sabkha i plaja uvjeta. Evaporitni facijes gornjeg perma u središnjem dijelu Dinarida je po svojim litološkim karakteristikama, sabkha ciklusima i okolišima taloženja sličan gornjopermskom evaporitnom facijesu „Bellerophon formacije“ (Južne Alpe, Italija)

6. Literatura

BOSELLINI, A. & HARDIE, L.A. (1973): Depositional theme of a marginal marine evaporite. - *Sedimentology*, 20, 5-27, Oxford.

HERAK, M. (1973): Some tectonical problems of the evaporitic area in the Dinari des of Croatia. - *Geol.vjesnik*, 26, 29-40, Zagreb.

HERAK, M. (1983): Some ideas and dilemmas concerning the genesis and tectonics of Adriatic and Peri-adriatic areas.- In: BABIĆ, L.J. & JELASKA, V.: Contributions to sedimentology of some Carbonate and Clastic units of the coastal Dinarides.- I.A.S.4th Regional Meeting Exurs. Guide-book, 7-11, Split.

IVANOVIĆ, A., ŠČAVNIČAR, B., SAKAČ, K. & GUŠIĆ, I. (1971) : Stratigrafski položaj i petrografske karakteristike evaporita i klas tita okolice Drniša i Vrlike u Dalmaciji. - *Geol. vjesnik*, 24, 11-33, Zagreb.

KATZER, F. (1921): Pregledna geološka karta Bosne i Hercegovine, list Banja Luka. M 1:200.000, Sarajevo.

KATZER, F. (1925): Geologie Bosnies und der Herzegovina - Geol. zavod Sarajevo, 1-480 (IH), 481-560 (liH), Sarajevo.

KINSMAN, D.J.J. (1965): Gypsum and anhydrite of recent age, Trucial Coast, Persian Gulf.- In: RAU, J.L. (Ed.): Second Symposium on Salt, 1.- North Ohio geol. Soc., 302-326.

KINSMAN, D.J.D. (1969): Modes of formation, sedimentary association and diagnostic features of shallow-water and supratidal evaporites.- *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 53, 830-840, Tulsa.

MURRAY, R.C. (1964): Origin and diagenesis of gypsum and anhydrite.- *J. Sediment. Petrol.*, 34, 512- 523, Tulsa.

PATTERSON, R.J. & KINSMAN, D.J.J. (1981): Hydrologic framework of a sabkha along the Persian Gulf.- *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 65, 1457- 1475, Tulsa.

PODUBSKY, V. (1963): Regionalne karakteristike geneze i geotektonskog položaja gips-anhidritskih ležišta zapadne Bosne i Hercegovine i Hrvatske.- *Geol. glasnik*, 7, 161-167, Sarajevo.

- PODUBSKY, V. (1976): Gips i anhidrit.- U: Mineralne sirovine Bosne i Hercegovine, Knj. II, Ležišta nemetala, 328-338 - Geoinženjering, Sarajevo.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1955): Uber saline Sedimentation.- Z. dt. Geol. Ges., 105, 593-645, Stuttgart.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1957): Isochrone Warven im Anhydrit des Zechstein.- Geol. Rdsch., 49, 132-148, Stuttgart.
- SCHREIBER, B.C. (1986): Arid Shorelines and Evaporites. -In: READING, H. G. (Ed.): Sedimentary Environments and Facies.- Blackwells Publ., 189-228, Oxford.
- SELLEY, R.C. (1988): Applied Sedimentology.- Acad. Press, 446 p. London San Diego, New York, Boston,
- SHEARMAN, D.J. (1966): Origin of marine evaporites by diagenesis.- Trans. Inst. Min. Metali., B., 75, 208-215.
- ŠČAVNIČAR, B. (1973): Kalupi kristala kamene soli (halita) u klastitima na području Vrlike i Knina. Geol. vjesnik, 26, 155-157, Zagreb.
- ŠUŠNJAR, M. (1981): Genetski faktori i geološke okolnosti mobiliteta i dijapirizma s osvrtom na imobilna i mobilna stanja kalcijско-sulfatnih naslaga u prostoru Dinarida.- Nafta, 1-221, 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. - Acta geol., 5, 407-422, Zagreb.
- ŠUŠNJARA, A., SAKAČ, K., GABRIĆ, A. & JELEN, M. (1992): Upper Permian Evaporites and Associated Rocks of Dalmatia and Borderline Area of Lika and Bosna.- Geologia croatica, 45, 95-114, Zagreb.
- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., SREMAC, J., VELIĆ, I., VESELI, V. & STANKOVIĆ, D. (1991): Excursion A - Velebit Mt., Permian - Jurassic. -In: VELIĆ, I. & VLAHOVIĆ, I. (Eds.): Some Aspects of the Shallow Water Sedimentation on the Adriatic Carbonate Platform (Permian to Eocene). Excursion Guide-Book at the Second Int.Symp. on the Adriatic Carbonate Platform, Zadar, May 1991., 1-50, Zagreb.
- WOOD, G. V. & WOLFE, M. J. (1969): Sabkha cycles in the Arab/Darb Formation off the Trucial Coast of Arabia- Sedimentology, 12, 165-191, Amsterdam

7. Popis slika

Slika 1. Karta područja istraživanja gornjopermskog evaporitnog kompleksa središnjeg dijela Dinarida

Slika 2. Kerogenski ostrakodni vekston s krupnim diskoidnim kristalima gipsa nastalim rastom u mulju plimskog do natplimskog sabkha okoliša. Karbonatni facijes područja Elezovac

Slika 3. Shematizirani prikaz okoliša taloženja gornjopermskog karbonatno-evaporitnog kompleksa: 1 i 1A = karbonatni facijes; 2 i 2A = evaporitni facijes i 3 = klastični facijes. Mjestimično 1 A i 2 može biti i klastični facijes, a deltne lepeze su mogle biti formirane i u morskom zaštićenom plićaku (nije prikazano na slici)

Slika 4. Gips s tankim slojem tektonski razlomljenog laminiranog ranodijagenetskog dolomita. Evaporitno-dolimitski facijes područja Labrovića kuća kod Sinja

Slika 5. „Dolomitno-gipsana breča“ nastala tektonskim drobljenjem sabkha ciklusa sastavljenih od tankoslojevitih izmjena dolomita i anhidrita (potisnutog gipsom?). Evaporitno-dolomitni facijes, gipsolom Mali Kukor u Kosovom polju

Slika 6. Gipsani sloj s reliktima tankoslojevitog, organskom materijom bogatog dolomikrita. Gips je nastao hidratacijom anhidrita koji je u sabhka uvjetima potiskivao dolomit. Evaporitno-dolomitni facijes Labrovića kuće kod Sinja

Slika 7. Gips s tankim laminama dolomikrita (dio sloja boranog u enterolitnu strukturu). Gips je nastao hidratacijom sabkha anhidrita koji je u sabhka okolišu potiskivao laminirani dolomit. Evaporitni facijes Kninskog polja

Slika 8. Sloj gipsa iz evaporitnog facijesa: mikroskopski izbrusak pokazuje više relikata dolomikrita (tamno) i anhidrita (plavo-ljubičasto) unutar gipsane mase nastale hidratacijom anhidrita. Područje Bistrice

Slika 9. Mikroskopski izbrusak evaporitnog facijesa pokazuje hidrataciju anhidrita u gips koja je najintenzivnija duž pukotina kalavosti

Slika 10. Tektonski razdrobljeni dolomikriti po pukotinama intenzivno potiskivani žilama gipsa. U dolomikritu se nalaze i sitni relikti anhidrita (žuto) koji ukazuju na dolomitno-anhidritni sabhka ciklus. Evaporitno-dolomitni facijes područja Bistrice

Slika 11. i 12. Mikroskopski izbrusci karbonatnih šupljikavih breča: fragmenti evaporita i dolomita i šupljine nastale izluživanjem pojedinih fragmenata: mikrokristalasti i pizoidni kalcitni cement oko fragmenata i šupljina. Sinjsko polje