

JOŽICA ZUPANIČ

SILICIFIKACIJA PELAGIČKIH VAPNENACA I KARBONATNIH
TURBIDITA GORNJE KREDE

Opisane su osobine rožnjaka i nepotpuno silicificiranih vapnenačkih sedimentata. Ove su stijene stvorene u toku dijagenetskih procesa zamjenom prvotno karbonatne stijene sa SiO_2 . Izvori SiO_2 bili su silicijski skeleti radiolarija i spikule silicijskih spužvi.

UVOD

U Žumberku, Gorjancima i okolici Krškog rasprostranjeni su sedimenti gornje krede. Starost ovih stijena određena je kao turon-senon ili senon na većem broju izdanaka (Gorjanović-Kramberger, 1894; Nedžla-Devčić, 1957 i usmena obavijest; Pleničar, 1958; Ramovš, 1958; Herak, 1965, 1968).

Stijene su pretežno vapnenačke, a po prvotnom postanku mogu se razlikovati dvije glavne skupine.

Jedna skupina sedimentata predstavlja pelagičke tvorevine, nastale polaganim taloženjem najsitnijih čestica. To su sitnozrnati vapnenci, koji mogu biti laporoviti.

Druga skupina je turbiditskog porijekla, a sedimenti su nastali povremenim i brzim taloženjem čestica različite veličine iz mutnih struja. Te su čestice donošane iz različitih daljina i čine dodatak autohtonoj pelagičkoj sedimentaciji. Ova skupina obuhvaća lapore, laporovite vapnence, manjim dijelom sitnozrnate vapnence, kalcisiltite, kalkarenite, kvarckalkarenite i vapnenačke breče. Njihov udio u naslagama gornje krede mijenja se od mjesta do mjesta. U područjima bližim izvorima detritusa oni su pretežni, pa i isključivi sastojak, a dalje od izvora njih ima sve manje i debljinom mogu biti podređeni pelagičkim sedimentima.

Sedimenti obaju osnovnih genetskih skupina mogu biti rano dijagenetski pretvoreni u rožnjake, odnosno silicificirani do različitog stupnja. Takve stijene istraživane su u okolici Budinjaka, Sošica, Sv. Gere, istočno od Kostanjevice i zapadno od Krškog, i one su predmet ovoga rada.

NAČIN POJAVLJIVANJA I OSOBINE ROŽNJAKA

Učestće rožnjaka (i nepotpuno silicificiranih karbonatnih stijena) u naslagama gornje krede je vrlo promjenljivo. Na pojedinim profilima (npr. zapadno od Krškog, istočno od Kostanjevice i oko Sv. Gere) učestvuju s 4-6% u ukupnoj debljini sedimenata pojedinih izdanaka, na drugima (kod Sošica i Budinjaka) samo s 1-2%.

Posebnu zanimljivost pruža način njihova pojavljivanja u odnosu na vrste vapnenačkih sedimenata. Tako u naslagama, gdje dolaze različite vrste sedimenata, najveći dio rožnjaka je unutar arenitskih stijena, a posebno su česti u »čistim« kalkarenitima. U vapnenačkim brečama, kalcisilitima i laporima uglavnom ih nema, a u sitnozrnatim vapnencima su rijetki. Kako se rožnjaci, koji dolaze u kalkarenitima, razlikuju po nekim osobinama od rožnjaka u sitnozrnatim vapnencima, to će posebno biti opisani rožnjaci u kalkarenitima, a posebno oni u sitnozrnatim vapnencima.

Rožnjaci u kalkarenitima. Kalkareniti koji sadržavaju rožnjake mogu biti vertikalno graduirani, paralelno laminirani, strujno laminirani i konhultno strujno laminirani. Veličina čestica obuhvaća cijeli raspon veličinske klase arenita (0,06-2 mm). Sortiranje čestica je srednje dobro do dobro ($S_o=1,8$ do 1,5). Sastoji se pretežno od karbonatnih čestica, među kojima su glavni sastojci ulomci organskih skeleta i ulomci karbonatnih stijena. Dolaze još i male bentoske foraminifere i skeleti pelagičkih organizama. Silicijski skeleti su rijetki. Nekarbonatnih čestica obično nema više od 10% i to su uglavnom zrna kvarca i čestice rožnjaka. Osnove najčešće uopće nema, nego su zrna zbijena jedno uz drugo. Ako dolazi, tada je ima vrlo malo i sastoji se od mikrita i vrlo sitnih karbonatnih čestica (veličine do 0,04 mm).

Rožnjaci se u ovim sedimentima javljaju kao slojevi ili nodule.

Debljina »slojeva« rožnjaka u pojedinim slučajevima odgovara debljini arenitskog sedimenta (od nekoliko milimetara do 20 cm), no ovakvi primjeri su dosta rijetki. Najčešći su rožnjaci koji zahvaćaju samo određeni dio debljine kalkarenita. Bočno mogu mijenjati debljinu, a ponekad se stanjuju i nestaju ili se pak protežu kao niz nodula i leća. Silicifikacija u pravilu uništava prvotne teksture. Međutim, kad se izmjenjuje po nekoliko silicificiranih i nesilicificiranih lamina kalkarenita, prvotna tekstura ostaje vidljiva. Istu posljedicu ima i silicifikacija koja je u pojedinim laminama različitog intenziteta.

Nodule rožnjaka su najčešće nepravilnog oblika. Najveće među njima dosežu katkada veličinu čovječje glave, a najsitnije se mogu zapaziti tek pomoću mikroskopa.

Uslojeni i nodularni rožnjak sastoji se od amorfnog SiO_2 , najvjerojatnije opala, i mikrokristaliničnog kvarca (veličine zrna od nekoliko mikrona do 50 mikrona). Silicijski skeleti radiolarija i spikule silicijskih spužvi se vrlo rijetko vide u njima. Ti su skeleti u većini slučajeva otopljeni i za mijenjani

sparitskim ili mikritskim kalcitom, a pri tome im je njihov vanjski oblik ostao sačuvan. Ponegdje, međutim, oni mogu biti prekristalizirani u mikrokristalinični kvarc ili kalcedon.

Rožnjaci najčešće nisu »čiste« stijene. U njima se naime mogu zapaziti relikti prvotne nepromijenjene stijene, kao i nakupine sparita i idiomorfna zrna kalcita. Da je količina kalcijeva karbonata u rožnjacima promjenljiva, potvrđuju i četiri kemijske analize, koje su pokazale vrlo različite vrijednosti CaCO_3 : od 8 do 45% (SiO_2 : od 55 do 92%). To su dakle većinom vapnoviti rožnjaci.

Kalkareniti rijetimično sadrže i raspršena zrna mikrokristaliničnog kvarca, ili su takva zrna koncentrirana u tanke nizove koji, djelomično ili potpuno, poput aureola obavijaju polja sparita nastalog prekristalizacijom iz kalkarenita. Ovi bi se kalkareniti, koji imaju malu količinu SiO_2 i sačuvane sastojke, strukture i teksture, mogli označiti kao silicijski kalkareniti.

Iz kalkarenita rožnjak može prelaziti i u sediment koji slijedi na njemu (to su ili prelazni tipovi kalkarenita i sitnozrnatog vapnenca, ili u rijetkim slučajevima kalcisilitit).

Rožnjaci u sitnozrnatim vapnencima. Sitnozrnati vapnenci (koji mogu biti slabo laporoviti) pretežno su izgrađeni od mikrita, čija najveća zrna dosižu do 40 mikrona. U mikritu su rasuti skeleti pelagičkih organizama (uglavnom foraminifera i radiolarija), te spikule spužvi. Ovi skeleti mogu ponegdje biti koncentrirani u lamine.

Uslojeni i nodularni rožnjaci su u sitnozrnatim vapnencima rijetki. Po oblicima pojavljivanja SiO_2 (mikrokristalinični kvarc i amorfni SiO_2) jednaki su rožnjacima iz kalkarenita. Jednaka je i pojava relikata prvotne stijene i krupnih zrna kalcita, pa su i ovi rožnjaci najčešće vapnoviti. Glavna je razlika u tome, što ovdje rožnjaci češće sadržavaju skelete radiolarija i spikula spužvi, a to je i razumljivo, jer stijena, u kojoj se nalaze, sadrži više tih sastojaka. Skeleti ovih biogenih čestica su ili zamijenjeni kalcitom, ili prekristalizirani u mikrokristalinični kvarc ili kalcedon.

U sitnozrnatim vapnencima česta je pojava da zrna kvarca (0,01–0,05 mm), a ponegdje i amorfni SiO_2 dolaze među sitnim zrnima kalcita (0,03–0,05 mm) nastalim prekristalizacijom osnove. Katkada su zrna kvarca koncentrirana u male nakupine bez jasnih kontura prema vapnencu, ili su pak nanizana duž ili oko mikroskopski sitnih pjega sparitskog kalcita. Ovi vapnenci sadrže 2 do 14% SiO_2 (13 kemijskih analiza). Zato bi mnoge od njih s pravom mogli nazvati silicijski vapnenci.

Između silicijskih vapnenaca s jedne strane i vapnovitih rožnjaka s druge strane postoje, s obzirom na sadržaj SiO_2 , svi prelazi, koji se katkada mogu pratiti čak i unutar jednog sloja.

POSTANAK ROŽNJAKA I PORIJEKLO SiO_2

Pojava rožnjaka promjenljivog oblika i debljine u detričnoj stijeni (kalkarenitu), čije su čestice istaložene iz mrutne struje, sama je za sebe dovoljan dokaz da su rožnjaci stvoreni nakon taloženja. Isto pokazuju i relikti prvotne neizmijenjene stijene u rožnjaku, bilo da se radi o kalkarenitu ili sitnozrnatom vapnencu. Jednako se može zaključiti i iz odnosa i kontakta rožnjaka i karbonatne stijene. Kontakt je redovito jako neravan, a katkada jedna stijena duboko zadire u drugu. Uz kontakt vapnenačka je stijena u pravilu prekrystalizirana u sparitski kalcit (0,05–0,08 mm), uz potpuno brisanje prvotne strukture i sastojaka. U pojedinim slučajevima, idući od silicificirane stijene u nesilicificiranu, intenzitet prekrystalizacije opada. Tako uz rožnjak dolaze krupna zrna kalcita, a udaljujući se od kontakta sparit prelazi u mikrosparit (0,03–0,05 mm) sa ili bez vidljivih i prekrystaliziranih organskih ostataka, dok konačno ne pređe u neizmijenjenu stijenu. Negdje se uz kontakt javlja samo mikrosparit, a izravni kontakt bez »prelazne« zone je rijedak i zapažen samo u sitnozrnatim vapnencima. Širina »prelazne« zone, u kojoj je vapnenačka stijena prekrystalizirana, može u rijetkim slučajevima doseći i do 1 cm, ali je obično tanja i varira od 0,05 do 4 mm.

S obzirom na činjenicu da su rožnjaci nastali silicifikacijom nakon sedimentacije, nameće se pitanje porijekla SiO_2 . Da bi se dao odgovor na to pitanje, potrebno je podsjetiti da su silicijski skeleti (radiolarija i spikule silicijskih spužvi) u sitnozrnatim vapnencima uglavnom otopljeni i zamijenjeni kalcitom. Skeleti ovih organizama bili su bez dvojbe glavni izvori SiO_2 . Da li su bili i jedini, ili su uz njih djelovali i drugi izvori (npr. otapanje detritičnog kvarca ili rožnjaka) za sada nije poznato. Otopljeni SiO_2 je migrirao iz silicijskih skeleta i ponovno se taložio silicificirajući pri tom vapnenačke stijene. Pojava silicifikacije u sitnozrnatim vapnencima svjedoči o razmjerno kratkom putu migracije SiO_2 , odnosno o njegovom taloženju u neposrednoj blizini izvora. Međutim, za silicifikaciju kalkarenita SiO_2 je morao doći iz silicijskih skeleta sitnozrnatih vapnenaca, pa je prema tome njegov put migracije bio razmjerno dug. Naime, kalkareniti obično ne sadrže silicijske skelete.

Silicifikacija je uvijek povezana s otapanjem kalcita i njegovom migracijom u smjeru suprotnom od migracije SiO_2 . Migraciju CaCO_3 pokazuju kalcitizirani silicijski skeleti, kao i ovaj sparitskog ili mikrosparitskog kalcita oko silicificiranih partija.

Otapanje i kalcitizacija skeleta radiolarija i spikula silicijskih spužvi zbivali su se tek nakon prekrivanja mlađim sedimentom, što se može zaključiti po sačuvanoj vanjskog oblika skeleta, kao i po katkada sačuvanoj građi stijenci. Međutim, ti su se procesi počeli zbivati netom nakon prekrivanja (u toku rane dijageneze), dok je još sediment bio rahoč i natopljen vodom. Poroznost i permeabilnost u tom stadiju još nisu bitno izmijenjeni, pa porne vode, ukoliko su nezasićene sa SiO_2 , relativno lako otapaju

silicijske skelete (Siever, 1962). Što se tiče vremena kad se zbilo otapanje silicijskih skeleta, zanimljiv je podatak o sastavu pornih voda recentnih sedimenata koji sadrže silicijske skelete. Siever & dr. (1965) nalaze da one imaju više otopljenog SiO_2 , nego morska voda uz dno, pa zaključuju da se otapanje silicijskih skeleta zbilo vrlo rano u razdoblju dijageneze. To se dobro podudara s ovdje izvedenim zaključcima.

ZAKLJUČAK

Rožnjaci, vapnoviti rožnjaci i silicijski vapnenci i kalkareniti nastali su silicifikacijom vapnenačkih stijena, i to sitnozrnatih vapnenaca i kalkarenita. Glavni izvor SiO_2 bili su silicijski skeleti radiolarija i spikule silicijskih spužvi, koji su bili istaloženi kao sastojci sitnozrnatog vapnenca. Ti su skeleti bili otopljeni (i zamijenjeni kalcitom), a SiO_2 je migrirao i ponovno se taložio vršeci silicifikaciju. Silicifikacija sitnozrnatog vapnenca je rjeđa pojava i svjedoči o razmjerno kratkom putu migracije SiO_2 unutar stijene koja ga je prvotno sadržavala. Silicifikacija kalkarenita je česta, pa s obzirom na prvotni nedostatak SiO_2 u njima, on je morao doći iz silicijskih skeleta sitnozrnatog vapnenca. Silicifikacija je izvršena neposredno nakon prekrivanja, dakle rano dijagenetski, i predstavlja rezultat promijenjenih uvjeta nakon taloženja.

LITERATURA

- Gorjanović-Kramberger, D. (1894): Geologija gore Samoborske i Žumberačke. Rad Jugosl. Akad. 120, (Matemat.-Prirodosl. razr. 18), 1-83, Zagreb.
- Herak, M. (1965): Prilog paleontološkoj dokumentaciji mezozoika u Samoborskom gorju i SI Žumberku. Geol. vjesnik 18/2, 325-331, Zagreb.
- Herak, M. (1968): Noviji rezultati istraživanja osnovnih stratigrafskih jedinica u Žumberku. Geol. vjesnik 21, 111-116, Zagreb.
- Nedčla-Devidé, D. (1957): Značenje globotruncanida za rješavanje nekih stratigrafskih problema u Jugoslaviji. 3. kongres geologa FNRJ, 134-154, Sarajevo.
- Pleničar, M. (1958): Poročilo o globokomorskom razvoju krednih plasti pri Košanjevici. Geologija 4, 152-156, Ljubljana.
- Ramovš, A. (1958): Starost »Krških skladov« v okolici Krškega. Geologija 4, 149-151, Ljubljana.
- Siever, R. (1962): Silica solubility, 0°-200°C., and the diagenesis of siliceous sediments. J. Geol. 70/2, 127-150. Chicago.
- Siever, R., Beck, K. C. & Berner, R. A. (1965): Composition of interstitial waters of modern sediments. J. Geol. 73/1, 39-73, Chicago.

J. ZUPANIĆ

SILICIFICATION OF THE UPPER CRETACEOUS PELAGIC LIMESTONES
AND CALCAREOUS TURBIDITES

Chert and related rocks are the result of the replacement of fine grained (pelagic) limestone and calcarenite (turbidite) by silica. The main source of the silica were radiolarian skeletons and silica sponge spicules deposited as constituents of fine grained limestone. Silica skeletons were dissolved and replaced by calcite. The dissolved silica migrated and was redeposited, replacing CaCO_3 (silicification). The silicification of fine grained limestone (not frequent) proves migration within rock, which primarily comprised silica skeletons. The silicification of calcarenite is a frequent feature in spite of the lack of primary silica. The silica has come from silica skeletons contained in fine grained limestone. The replacement occurred quickly after the sediment had been buried, and it represents the result of new physico-chemical conditions.

Primljeno (Received): 01. 02. 1973.

*Mineraloško-petrografski zavod,
Prirodoslovno-matematički fakultet*

*Department of mineralogy and
petrography, Faculty of Science
Zagreb, Demetrova 1*