

# Karnijski boksitni horizont na Kopitovem griču pri Borovnici – ali je v njegovi talnini »pozabljena« stratigrafska vrzel?

## Carnian bauxite horizon on the Kopitov grič near Borovnica (Slovenia) – is there a »forgotten« stratigraphic gap in its footwall?

Bogomir CELARC

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, SI-1000 Ljubljana;  
e-mail: bogomir.celarc@geo-zs.si

*Ključne besede:* karnij, cordevol, ladinij, boksit, Kopitov grič, Slovenija

*Key words:* Carnian, Cordevolian, Ladinian, bauxite, Kopitov grič, Slovenia

### Izvleček

Talninske plasti pod karnijskem boksitom na Kopitovem griču so po avtorjevem mnenju ladinijske in ne karnijske (cordevolske) starosti. Med karnijskimi klastiti in spodaj ležečimi apnenci in dolomiti je prisotna znatna stratigrafska vrzel, ki je posledica prekinitev v sedimentaciji in erozije, boksit pa je rezultat prepevanja v času emerzije.

### Abstract

Beds underlying the Carnian bauxite on the Kopitov grič (Slovenia) are by the author's opinion not Carnian (Cordevolian), but Ladinian age. The considerable stratigraphical gap is presented between Carnian clastic rocks and underlying limestones and dolomites. Bauxite is result of the weathering during the emersion.

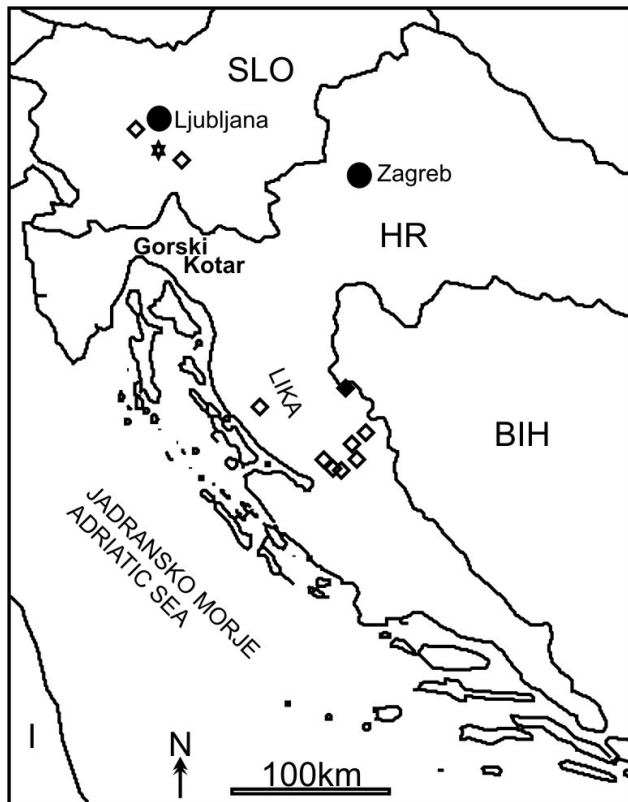
### Uvod

Na območju Tetide je v geološki literaturi že dolgo poznan dogodek v spodnjem karniju, ko je zaradi nenadne prekinitev karbonatne produkcije na platformah prišlo do odlaganja terigenih klastičnih sedimentov. V bazenskih okoljih so se v sicer karbonatnem zaporedju pričeli odlagati horizonti črnih glinavcev. To je tako imenovani rabeljski dogodek v Južnih Alpah in v zahodnih Severnih apneniških Alpah ter »Reingraben preobrat« (ang. turnover) v vzhodnih Severnih apneniških Alpah (SCHLAGER & SCHÖLNBERGER, 1974). Oba se močno odražata v bio- in litofaciesu kamnin. Karbonatne platforme v Južnih Alpah in v Severnih Apneniških Alpah so bile subaersko dvignjene zaradi relativnega padca nivoja morske gladine v spodnjem karniju (BOSELLINI, 1984; BRANDNER, 1984). SIMMS in RUFFEL (1989) sta predlagala za ta dogodek izraz »pluvialni dogodek«, ki je prekinil pretežno aridno klimo v zgornjem triasu. Koližija Cimmeridov z Evrazijo naj bi povzročila, da so bila velika območja v vzhodnem delu severne Tetide relativno dvignjena, kar je povzročilo spremembe v oceanski cirkulaciji in močan dotok terigenih sedimentov. Nastal je tudi monsunki vzorec klime (SIMMS & RUFFEL, 1989).

V Zunanjih Dinaridih (slika 1), na območju osrednje Slovenije med Ligojno in Ribnico (BUSER & LUKACS, 1966; BUSER et al., 1967; BUSER, 1969; BUSER & LUKACS, 1979; BUSER, 1980; DOZET, 1979, 2004) ter na Hrvaškem v Liki (ŠINKOVEC, 1970) najdemo v karniju pojave bolj ali manj debelih horizontov kraških boksitov. Za nastanek boksitov je potrebna znatna subaerska ekspozicija, ki naj bi po nekaterih ocenah trajala več kot en milijon let in humidno okolje v času njegovega nastajanja (npr. MINDSZENTY et al., 1995).

### Talnina boksitov na Kopitovem griču in nejasnosti pri njeni stratigrafski uvrstitvi

Talnino boksitov na Kopitovem griču (slika 2e) naj bi tvorila »kasijanski« dolomit in apnenec karnijske (cordevolske) starosti. DOZET (1979, 2004) je v člankih ponovil v Sloveniji že dolgo uporabljeno trditev, da so talninske plasti z algo *Diplopora annulata* cordevolske (karnijske) starosti in so ekvivalent kasijanskega dolomita v italijanskih Dolomitih. Opozoriti je potrebno, da se cordevolska podstopnja uradno ne uporablja več (OGG, 2004), če pa se že uporablja, potem ustreza julu 1/I, oziroma amonitni subconi *Trachyceras aon*.



Slika 1. Karta pojavov karnijskih boksitov v osrednji Sloveniji in v Liki na Hrvaškem. Nezapolnjeni rombi: pojav karnijskih boksitov v splošnem; zvezdica: Kopitov grič; zapolnjen romb: Skočaj (Hrvaška).

Figure 1: Map of Carnian bauxite occurrences in the Central Slovenia and in Lika in Croatia. Empty rhombs: Carnian bauxite occurrences in general; star: Kopitov grič locality (Slovenia); filled rhomb: Skočaj locality (Croatia).

V vseh objavljenih delih do leta 2000, v katerih je omenjena alga *D. annulata* (GRANIER & GRGASOVIĆ, 2000) to praktično vsi, razen slovenskih geologov, uvrščajo v ladinjsko stopnjo. Od 147 citatov sinonimike za algo *D. annulata*, jo le trije (vsi iz Slovenije) uvrščajo v karnij (GRANIER & GRGASOVIĆ, 2000). Vzrok za napačno stratigrafsko uvrščanje vrste *D. annulata* je iskati v površnem ali napačnem določanju, saj so geologi praviloma vse najdbe členjenih dzikladicej na terenu pripisali tej vrsti, od koder je podatek zašel v geološko literaturo. Iz cassianskega dolomita v italijanskih Dolomitih alga *D. annulata* ni znana, pač pa jo geologi opisujejo npr. v srednjetrijskih apnencih Latemarja in Marmolade, kjer je njena starost usklajena z amonitno conacijo (PIROS & PRETO, 2008; PIROS, osebna informacija). Tudi za Severne apneniške Alpe velja, da seže alga *D. annulata* samo do konca ladinija, v karniju oziroma cordevolu = jul 1/I (NITTEL, 2006) pa ni prisotna. Najnovejše raziskave ladinjskih plasti planine Svilaja v Zunanjih Dinaridih Hrvaške (JELASKA et al., 2003; BALINI et al., 2006; GRGASOVIĆ et al., 2007) kažejo, da se v ladinjskih pregibnih sedimentih vrsta *D. annulata* pojavlja skupaj s konodontnimi elementi ladinjske cone Hungaricus. Iz istih plasti z diploporami so bili opisani tudi amoniti, ki jih uvrščajo v ladinjsko cono Gredleri oz. v spodnji del cone Archelaus.

Tudi če pri nas mogoče *D. annulata* res seže še v karnij, to še ni dokaz, da so plasti v katerih jo najdemo res karnijske starosti, če v njih ni mikrofosilov, ki se dokazano pojavljajo samo v karniju (npr. algi *Poikiloporella duplicata*, *Clypeina besici*).

Podobna stratigrafska pozicija talnine boksitov je interpretirana tudi drugje v osrednji Sloveniji.

### Talnina boksitov v hrvaškem delu Zunanjih Dinaridov

Na Hrvaškem se karnijski boksiti pojavljajo pretežno v Liki (ŠINKOVEC, 1970; SOKAČ et al., 1976a, 1976b; TIŠLJAR et al., 1991; TIŠLJAR, 2001). Ležijo na ladinjskih apnencih in dolomitih, ponekod pa tudi na anizijskih apnencih in dolomitih (slika 2b). Pod boksiti ali karnijskimi klastičnimi kamninami je povsod prisotna znatna diskordanca, ponekod manjka celoten ladinij, kot npr. v Skočaju (slika 1) južno od Bihaća (ŠINKOVEC, 1970). Na prvi pogled je stratigrafska situacija podobna kot v Sloveniji. Tudi tu se v talninskih apnencih pojavlja *Diplopora annulata*, ki pa jo na Hrvaškem uvrščajo v ladinij (SOKAČ & VELIĆ, 1979; GRANIER & GRGASOVIĆ, 2000). Material za nastanek boksitov naj bi v Liki izviral iz ladinjskih klastičnih kamnin, ki se povsod nahajajo v bližini nahajališč boksita in so bočni ekvivalent platformnih ladinjskih apnencev, ki so bili kasneje zaradi erozije odkriti in presedimentirani.

### Krovnina boksitov in njihova starost

Nad boksitnim členom nastopa na Kopitovem griču klastični člen, temu pa sledi karbonatni člen in prehodne plasti (DOZET, 1979, 2004). Vsi omenjeni členi tvorijo tako imenovane borovniške plasti, debeline približno 200 m (slika 2f). Borovniške plasti še niso bile podrobno datirane, tako da ni znano ali pripadajo julu ali tuvalu. Prav tako ni bil natančneje datiran spodnji del glavnega dolomita v krovnini borovniških plasti.

Na Hrvaškem uvrščajo glavni dolomit pretežno v norij (ŠINKOVEC, 1970; TIŠLJAR, 2001). Karbonatni člen borovniških plasti s pelagičnim faciesom, je dober kandidat za natančneje (konodontne) datacije.

### Čas trajanja diskordance med borovniškimi plastmi z boksiti in talninskimi plastmi

Pri prekinitvah sedimentacije moramo ločiti čas trajanja prekinitve sedimentacije in stratigrafsko praznino, ki se je ustvarila zaradi prekinitve (ne-depozicije) in erozijskega odstranjevanja talnine. Če ni erozijskega odnašanja, je trajanje prekinitve sedimentacije enaka časovnemu razponu stratigrafske vrzeli.

Nekateri avtorji (npr. MINDSZENTY et al., 1995) navajajo, da imajo prekinitve sedimentacije na območjih, kjer najdemo boksit (notranjost in pasivni robovi kontinentalnih plošč) časovni razpon od 1 do 10 milijonov let. Boksiti nastanejo kot posledica subaerskega kemičnega preprevanja v





humidnih tropskih in subtropskih razmerah. Primerjajo jih z železom in aluminijem bogato preperino, ki nastaja v deževnih gozdovih (oxisol). Minimalni čas ekspozicije za njihov nastanek je ocenjen na vsaj en milijon let. Boksiti ne dokazujejo le subaerske ekspozicije, ampak tudi obdobje humidnih tropskih pogojev z močno povečanim erozijskim delovanjem.

Za Kopitov grič lahko predpostavimo najmanjši čas ekspozicije vsaj en milijon let, stratigrafska praznina pa je zaradi erozije podlage, ki jo dokazujejo karnijski klastiti, še večja (slika 2d). Maksimalna stratigrafska vrzel v Hrvaških Zunanjih Dinaridih (karnijski klastiti ležijo na anizijskih plasteh) znaša najmanj  $9 \pm 1,5$  milijonov let, kar je celoten čas trajanja ladinija (OGG, 2004).

Na Kopitovem griču ni v nobenih delih omenjena znatna stratigrafska praznina, ki bi nastala kot posledica hiatusa in erozije. DOZET (1979, 2004) sicer omenja, da julski boksiti ležijo diskordantno na cordevolskih apnencih in dolomitih, vendar pa vmes ni prikazane, niti omenjene v tekstu nobene stratigrafske praznine. V klastični enoti se skupaj nahajajo presedimentirane vulkanogene kamnine, ki so zagotovo ladinijske starosti in klasti cordevolskih (po našem mnenju ladinijskih) apnencev in dolomitov (DOZET, 1979, 2004).

Težko je razložiti, da v konglomeratih in brečah skupaj nastopajo klasti relativno različnih starosti. Verjetneje je, da so bili hkrati erodirani in preneseni različni ladinijski bočni ekvivalenti. Tako so morali biti ponekod v kopni fazi prav gotovo erodirani tudi klastični in vulkanogeni členi ladinijskih kamnin. Nelogično se torej zdi, da bi na Kopitovem griču karnijski (cordevolski) apnenec in dolomit diskordantno prehajal v julske plasti, saj se s tem zanika obstoj znatne stratigrafske praznine. Bolj logična razlaga govori, da karnijske plasti diskordantno nalegajo na ladinijske plasti, tako da je erodiran del ladinijskega zaporedja, v delu karnija pa je bila karbonatna platforma dvignjena in na njej ni potekala morska sedimentacija.

Čas trajanja emerzije na območju Kopitovega griča je iz podatkov, ki so na voljo danes, nemogoče oceniti. Zaradi nedoločene starosti tako krovne kot talne tudi ne vemo, kako velika je stratigrafska vrzel.

## Razprava

Nejasnosti med primerjavo triasnih razvojev v Sloveniji in na Hrvaškem so najbolj prikazane v prispevku BUSERJA (1979) iz 16. evropskega mikropaleontološkega kolokvija (DROBNE (ur.), 1979). V tem delu BUSER prikazuje razvoj triasnih plasti v Sloveniji (tu nas zanima predvsem razvoj v Zunanjih Dinaridih), SOKAČ & VELIĆ (1979) pa prikazujeta razvoj triasnih plasti v kraškem delu hrvaških Dinaridov. Glavna razlika je v razumevanju stratigrafskega položaja tako imenovanih diplopornih apnencev in dolomitov v odnosu do vulkanogeno – sedimentnega faciesa ladinija. BUSER (1979) uvršča diploporni apnenec in dolomit dosledno nad vulkanogeno – sedimentni facies la-

dinija in njihovo medsebojno litološko mejo enači s kronostratigrafsko mejo med ladinijem in karnijem (cordevolom). Medtem SOKAČ & VELIĆ (1979) označujeta diploporni apnenec in dolomit ter vulkanogeno sedimentni facies kot bočna ekvivalenta in sta zato enake – ladinijske starosti.

V slovenskih Zunanjih Dinaridih zato ležijo diskordantno nad cordevolskim dolomitom in apnencem boksit in klastične kamnine julske starosti, v hrvaških Dinaridih pa ležijo nad ladinijskimi diplopornimi apnenci in dolomiti diskordantno odloženi rdeči karnijski klastiti.

Različna interpretacija stratigrafskega položaja diplopornih apnencev v Zunanjih Dinaridih Slovenije in njihove uvrstitve v karnij, namesto njihove uvrstitve kot bočni ekvivalent vulkanogeno – sedimentnega faciesa v ladiniju, je privedla tudi do različnih interpretacij diskordance s karnijskimi boksiti na Kopitovem griču. Dosedanjo razlago, da obstaja diskordanca med cordevolskimi in borovniškimi plastmi julsko-tuvalske starosti, lahko zamenjamo z razlago, da ležijo julsko-tuvalske plasti z boksitom diskordantno na ladinijskem diplopornem apnencu, vmes pa je znatna stratigrafska vrzel, ki je nastala kot posledica hiatusa in erozije (slika 2c). Časa pričetka emerzije se ne da ugotoviti, ker je erozija odstranila znaten del talninskih plasti. Trajanje emerzije prav tako ni znano, za nastanek bokstita je po literaturnih podatkih (MINDSZENTY et al., 1995) potrebna ekspozicija vsaj en milijon let. Konec odlaganja boksita bi lahko natančno določili z datiranjem klastičnega člena, manj natančno, vendar še zmerom zadovoljivo pa z datiranjem nad njim ležečega karbonatnega člena. Zanimivo je, da na Kočevskem in v Gorskem Kotarju (slika 2a) karnijske plasti erozijsko-diskordantno nalegajo na spodnjetriasne plasti, emerzija naj bi se po DOZETU (1989, 1990), pričela že v skitiju, čeprav so našli v karnijskih klastitih presedimentirane klaste z ladinijskimi algami (ŠČAVNIČAR & ŠUŠNJARA, 1967). Tudi na tem območju ni upoštevan efekt erozije, da je ta lahko odstranila celotno zaporedje srednjega triasa. Menimo, da je tudi redukcija srednje triasnih kamnin v Gorskem Kotarju povezana s karnijsko erozijo in se emerzija ni pričela že v spodnjem triasu.

## Zaključek

Karnijska emerzija in posledično nastanek bokstita na Kopitovem griču sta najverjetneje povezana z »rabeljskim dogodkom« v Južnih Alpah in zahodnih Severnih apneniških Alpah in »Reingrabenskim« preobratom v vzhodnih Severnih apneniških Alpah, ki sta se dogodila v spodnjem karniju. Erozija v času emerzije je odstranila različne debeline spodaj ležečih zaporedij.

## Carnian bauxite horizon on the Kopitov grič near Borovnica (Slovenia) – is there a »forgotten« stratigraphic gap in its footwall?

### Extended summary

In the geological literature, there is well known Lower Carnian event with the termination of the carbonate platform production and deposition of the terrigenous clastic sediments, and sedimentation of the black shales horizons in the basin environments. This is so called Raibl event in the Southern Alps and western Northern Calcareous Alps or Reigraben turnover in the western Northern Calcareous Alps (SCHLAGER & SCHÖLNBERGER, 1974). SIMMS & RUFFEL (1989), proposed »pluvial event« that interrupted mostly arid climate in Late Triassic. Cimmerian and Eurasian collision resulted in uplifting of the vast areas in the eastern part of the northern Thetis that change ocean circulation pattern and onset of the monsoonal climate.

In the part of the External Dinarides in central Slovenia between Ligojna and Ribnica (BUSER et al., 1967; BUSER, 1969; DOZET, 1979, 2004) and in Lika region in Croatia (ŠINKOVEC, 1970), there are occurrences of more or less thick horizons of carstic bauxites (Fig. 1). In the Kopitov grič near Borovnica village, 20km south of Ljubljana, Slovenia, according to DOZET (1979, 2004) the footwall of the Julian bauxites belongs to the Cassian dolomite of Cordevolian age (Fig. 2e), with the algae *Diplopora annulata*. Cordevolian substage is officially abandoned (OGG, 2004), and corresponds to the Julian 1/I, although is still used by some authors. According to this interpretation, no significant stratigraphic gap (due to the nodeposition and erosion) is present between bauxite and its footwall. It has to be emphasized, that practically whole (except for the Slovenian territory) geological literature ranges *D. annulata* as Ladinian guide form (GRANIER & GRGASOVIĆ, 2000 and references therein), for example: Croatia – Mt. Svi-laja area (BALINI et al., 2006; JELASKA et al., 2003, GRGASOVIĆ et al., 2007), Dolomites - Italy (PIROS & PRETO, 2008), Northern Calcareous Alps – Austria (NITTEL, 2006), to mention only several. There is no known occurrence of this alga from the Cassian dolomite in the Italian Dolomites.

In the Croatian part of the External Dinarides, bauxites occur in Lika (ŠINKOVEC, 1970; SOKAČ et al., 1975, 1976; TIŠLJAR et al., 1991; TIŠLJAR, 2001) and are positioned discordantly on the Ladinian limestones and dolomites, somewhere also on the Anisian limestones and dolomites (Fig 2b). Significant stratigraphic gap is present everywhere, but in the Skočaj locality (ŠINKOVEC, 1970), whole Ladinian succession is missing. Stratigraphic situation is similar as in Slovenia and there is also limestone with *D. annulata* in the footwall of the bauxites in the Lika. In Croatia, *D. annulata* belongs to the Ladinian stage and because of this (by our opinion more correct) interpretation, there exists stratigraphic gap of the significant duration.

Borovnica beds (divided in Clastic member, Carbonate member and Transitional beds), (Do-

ZET, 1979; 2004) form the hanging wall of the bauxites in Kopitov grič, which are not yet sufficiently dated, also the age of the Main Dolomite above Borovnica beds could be Carnian or Norian. So, the exact age of bauxites, approximated with the age of their hanging wall is unknown.

Bauxite deposition requires significant subaerial exposure, with duration of 1–10 million years and mostly humid environment (MINDESZENTY et al., 1995). Because of such conditions, there are also strong erosion processes. For the Kopitov grič, minimal subaerial exposition of 1 milion years may be assumed, but stratigraphic gap is bigger because of strong erosion, which is proven with Carnian clastics, with components mostly from underlying rocks. There is no significant stratigraphic gap as the result of hiatus and erosion described in the Kopitov grič (DOZET, 1979, 2004), although discordant position of bauxites on the Cassian limestones and dolomites is mentioned in the text. However, it is not logical, that in Kopitov grič and other localities in Central Slovenia, Cordevolian limestone and dolomite discordantly pass in to the Julian rocks with bauxite, because in this way significant stratigraphic gap is denied. More logical answer would be that Carnian beds are positioned discordantly on Ladinian ones, which are partly eroded (Fig. 2c, d). In the part of Carnian, carbonate platform emerged, and there was no marine sedimentation. Due to the insufficient datations, duration of emersion in the Kopitov grič is not possible to establish yet.

Basic misunderstanding of the stratigraphic position of the Ladinian diploporal limestones and dolomites in the Slovenian External Dinarides which are attributed to the Lower Carnian, instead as a lateral equivalent of the Ladinian volcanogenic-sedimentary facies, resulted in the wrong interpretation of the discordance with Carnian bauxites in the Kopitov grič. We could change previous interpretations, that there is discordance between Cordevolian limestones and dolomites and Julian units with bauxites, with more logical explanation, that Julian units are positioned discordantly on Ladinian ones, and there is significant gap in between. It is worth to mention, that in Kočevsko and Gorski Kotar regions, Carnian clastic beds are discordantly positioned on the Lower Triassic beds (Fig 2a). According to DOZET (1989; 1990), emersion already started in Scythian, although there were resedimented pebbles with Ladinian algae reported in the Carnian clastics (ŠČAVNIČAR & ŠUŠNJARA, 1967). Also in this area, effect of erosion is not taken in to the consideration, which possibly eroded whole Middle Triassic succession. We assume that reduction of Middle Triassic rocks in the Kočevsko and Gorski Kotar is connected with the Carnian erosion.

Carnian emersion and development of bauxite in the Kopitov grič is result of the Lower Carnian Raibl event or Reingraben turnover. Erosion removed different thicknesses of underlying successions during time of hiatus.

## Reference

- BALINI, M., JURKOVŠEK, B. & KOLAR-JURKOVŠEK, T. 2006: New Ladinian ammonoids from Mt. Svilaja (External Dinarides, Croatia). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 112/3: 383–395.
- BOSELLINI, A. 1984: Progradation geometries of carbonate platforms: examples from the Triassic of the Dolomites, Northern Italy. *Sedimentology* 31: 1–24.
- BRANDNER, R. 1984: Meeresspiegelschwankungen und Tektonik in der Trias der NW-Tethys. *Jb. Geol. B.-A.* 126: 435–475.
- BUSER, S. 1969: Osnovna geološka karta SFRJ, list Ribnica, 1 : 100.000. Zvezni geološki zavod (Beograd).
- BUSER, S. 1979: Triassic Beds in Slovenia. In: DROBNE, K. (ed.) 1979: 16th European Micropaleontological Colloquium (Zagreb – Bled): 17–25.
- BUSER, S. 1980: Stratigrafske vrzeli v paleozojskih in mezozojskih plasteh v Sloveniji. *Simp. reg. geol. paleont. Zavod reg. geol. paleont. RGF, Univ. Beograd (Beograd)*: 335–345.
- BUSER, S. & LUKACS, E. 1966: The results of recent geological bauxite exploring in Slovenia. *Referati 6. savet. geol. FLRJ*, 2 (Ohrid): 292–304.
- BUSER, S., GRAD, K. & PLENIČAR, M. 1967: Osnovna geološka karta SFRJ, list Postojna, 1 : 100.000. Zvezni geološki zavod (Beograd).
- BUSER, S. & LUKACS, E. 1979: Bauxite in Slovenia. *Ann. Inst. Geol. Hungarici*, 54, 3 (Budapest): 209–220.
- DOZET, S. 1979: Karnijske plasti južno in zahodno od Ljubljanskega Barja. *Geologija* 22/1 (Ljubljana): 55–70.
- DOZET, S. 1989: Tektonska premikanja v mlajšem paleozoiku in mezozoiku (južna Slovenija). *RMZ – Mining and metallurgy quarterly* 36/4 (Ljubljana): 663–673.
- DOZET, S. 1990: Triasni skladi Kočevske in Gorskega Kotarja – *RMZ – Mining and metallurgy quarterly* 37/2 (Ljubljana): 141–160.
- DOZET, S. 2004: O karnijskem oolitnem železnatem boksitu Kopitovega griča ter o plasteh v njegovi talnini in krovni. *RMZ – Materials and Geo-environment* 51/4 (Ljubljana): 2191–2208.
- DROBNE, K. (ed.) 1979: 16th European micropaleontological colloquium. Geological development in Slovenia and Croatia. (Ljubljana): 1–258.
- GRANIER, R. C. B. & GRGASOVIĆ, T. 2000: Les Algues Dasycladales du Permien et du Trias. Nouvelle tentative d'inventaire bibliographique, géographique et stratigraphique. *Geologica Croatica* 53/1 (Zagreb): 1–197.
- GRGASOVIĆ, T., KOLAR-JURKOVŠEK, T. & JURKOVŠEK, B. 2007: Preliminary report on Ladinian dasycladalean algae from Mt. Svilaja (Croatia). In: GRGASOVIĆ, T. & VLAHOVIĆ, I. (eds.) 2007: 9th International Symposium on Fossil Algae Croatia 2007, Field Trip Guidebook and Abstracts (Zagreb): 6.
- JELASKA, V., KOLAR-JURKOVŠEK, T., JURKOVŠEK, B. & GUŠIĆ, I. 2003: Triassic beds in the basement of the Adriatic-Dinaric carbonate platform of Mt. Svilaja (Croatia). *Geologija* 46/2 (Ljubljana): 225–230.
- MINDSZENTY, A., D'ARGENIO, B. & AIELLO, G. 1995: Litospheric bulges recorded by regional unconformities. The case of Mesozoic-Tertiary Apulia. *Tectonophysics* 252: 137–161.
- NITTEL, P. 2006: Beiträge zur Stratigraphie und Mikropaläontologie der Mitteltrias der Innsbrucker Nordkette (Nördliche Kalkalpen, Austria). *Geo Alp* 3: 93–146.
- OGG, J.G. 2004: The Triassic Period. In: GRADSTEIN, F., OGG, J. & SMITH, A. (eds.) 2004: *A Geological Time Scale 2004* (Cambridge): 271–306.
- PIROS, O. & PRETO, N. 2008: Dasycladalean algae distribution in ammonoid-bearing Middle Triassic platforms (Dolomites, Italy). *Facies* 54 (Erlangen): 581–595.
- SCHLAGER & SCHÖLNBERGER, 1974: Das Prinzip stratigraphischer Wenden in der Schichfolge der Nördlichen Kalkalpen. *Mitt. Geol. Ges. Wien* 66/67 (Wien): 165–193.
- SIMMS, M.J. & RUFFEL, A.H. 1989: Synchronicity of climate change and extinctions in the Late Triassic. *Geology* 17: 265–268.
- SOKAČ, B., ŠČAVNIČAR, B. & VELIĆ, I. 1976a: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000, Tolmač za list Gospić. Zvezni geološki zavod (Beograd): 1–64.
- SOKAČ, B., ŠUŠNJAR, M., BUKOVAC, J. & BAHUN, S. 1976b: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000, Tolmač za list Udbina. Zvezni geološki zavod (Beograd): 1–62.
- SOKAČ & VELIĆ 1979: Triassic, Jurassic and Lower Cretaceous of the Karst part of the Dinarids in the western Croatia. In: DROBNE, K. (ed.) 1979: 16th European Micropaleontological Colloquium (Zagreb – Bled): 79–100.
- ŠČAVNIČAR, B. & ŠUŠNJARA, A. 1967: Geološka i petrografska istraživanja trijaskih naslaga u Gorskom Kotaru (područje Lokve – Gerovo). *Geol. vjesnik* 20 (Zagreb): 82–106.
- ŠINKOVEC, B. 1970: Geology of the Triassic bauxites of Lika, Yugoslavia. *Acta geologica* 7/1 (Zagreb): 1–70.
- TIŠLJAR, 2001: Sedimentologija karbonata i evaporita. školska knjiga (Zagreb): 1–375.
- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., SREMAC, J., VELIĆ, I., VESELI, V. & STANKOVIĆ, D. 1991: Excursion A – Velebit Mt.: Permian to Jurassic. Middle Permian calcispongite patch-reef, Permian peritidal carbonates, Middle to Upper Triassic shallow marine limestones and continental sediments, Liassic shallow marine and bioturbated limestones. In: VLAHOVIĆ, I. & VELIĆ, I. (eds.): *Some Aspects of the Shallow Water Sedimentation on the Adriatic Carbonate Platform (Permian to Eocene)*. Second Internat. Symposium on the Adriatic Carbonate Platform, Excursion Guidebook (Zagreb): 3–52.