Litofaciesna in konodontna conacija spodnjetriasnih plasti severozahodnega dela Zunanjih Dinaridov (Gorski Kotar, Hrvaška)

Lithofacies and Conodont Zonation of Lower Triassic in Northwestern External Dinarides (Gorski Kotar, Croatia)

Dunja Aljinović[1], Tea Kolar-Jurkovšek[2], Bogdan Jurkovšek[2]

[1] Rudarsko-geološki naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska; E-mail: daljin@rgn.hr
[2] Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; E-mail: tea.kolar@geo-zs.si, bogdan.jurkovsek@geo-zs.si

Received: July 29, 2005 **Accepted:** October 28, 2005

Izvleček: Raziskani spodnjetriasni sedimentni kompleks Gorskega Kotarja predstavlja del Zunanjih Dinaridov. Raziskano je pet profilov, v katerih je bilo mogoče razlikovati več litofaciesov. Prevladujoče karbonatne litofaciese, ki karakterizirajo začetek spodnjetriasne sedimentacije, zaradi vse večjega vpliva terigenega materiala v mlajših delih triasa postopno zamenjajo pretežno klastični sedimenti. Različni faciesi so interpretirani kot sedimenti ooidnih sipin omejenega robnega šelfa, ki se vsled transgresije transformira v prostrano epikontinentalno morje. Natančni podatki kronostratigrafskega položaja raziskanih sedimentov znotraj spodnjetriasnega sedimentnega kompleksa doslej niso bili znani. Zato so bile izvedene obširne dodatne paleontološke raziskave s ciljem definiranja konodontnih con, s katerimi bi lahko podrobneje opredelili starost faciesov raziskanih profilov. Ugotovljene so bile cone *parvus-isarcicella* in *obliqua* ter podcona *Platyvillosus*. Konodontna conacija in litofaciesna definicija prispevata k boljšemu definiranju širšega spodnjetriasnega sedimentacijskega prostora in omogočata korelacijo z drugimi deli zahodne Tetide.

Abstract: The investigated area of the Gorski Kotar region (Croatia) is located in the External Dinarides. In the Lower Triassic sedimentary complex several facies were differentiated and interpreted as deposits of a restricted ooid rimmed shelf that transforms to a wide epicontinental sea due to continuous transgression. Predominantly carbonate sedimentation that characterized the beginning of deposition had changed and the increased terrigenuous influx was noticed in the later deposited sediments. Five sections have been sedimentologicaly and palaeontologicaly investigated. The paper aims to present the chronostratigraphic position of the investigated sections based on conodont fauna. The biostratigraphical data allow recognition of the *parvus-isarcicella* zones, *obliqua* Zone and *Platyvillosus* Subzone. The conodont zonation and lithofacial definition contribute to the definition of the Lower Triassic depositional realm of the External Dinarides and prove the correlative elements for comparison with some other parts of the Western Tethys.

Ključne besede: spodnji trias, plitvovodni morski litofacies, konodonti, Zunanji Dinaridi, Hrvaška.
Key words: Lower Triassic, Shallow marine lithofacies, Conodonts, External Dinarides, Croatia.

Scientific paper

UVOD

Spodnjetriasne plasti Gorskega Kotarja v severozahodnem delu Zunanjih Dinaridov (Hrvaška) so bile dolgo časa predmet različnih nasprotujočih razlag. Na Osnovni geološki karti SFRJ 1:100.000, list Delnice niso izdvojene, temveč so uvrščene v podoben litološki kompleks zgornjetriasnih sedimentov (SAVIĆ & DOZET, 1984, 1985). ŠĆAVNIČAR IN ŠUŠNJARA (1966, 1967), ĐURĐANOVIĆ (1967) in BABIĆ (1968) so poleg litoloških značilnosti pri izdvajanju in definiranju spodnjetriasnih plasti upoštevali tudi najdbe foraminifere *Meandrospira iulia* in značilne makrofavne v osrednjem delu Gorskega Kotarja. BABIĆ (1968) iz plitvomorskih sedimentov vzhodnega dela Gorskega Kotarja navaja vrste *Pseudomonotis (Claraia)* cf. *orbicularis* (Richtofen), *Myacites (Anodontophora) fassaensis* (Wissmann), *Myacites (Anodontophora)* cf. *canalensis* (Catullo), *Pseudomonotis (Claraia)* cf. *inaequicostata* (Benecke). Natančnejše litološke raziskave (ŠĆAVNIČAR, 1973) so dale dodatne osnove za razlikovanje spodnje- in zgornjetriasnih plasti, ki temelje na bistvenih razlikah v sestavi težke mineralne frakcije (prisotnost ali odsotnost filosilikatov). Najdbe mikro- in makrofosilov so bili doslej edini kronostratigrafski podatki, na osnovi katerih pa ni bilo mogoče natančneje razčleniti plasti spodnjega triasa. Čeprav sta PALINKAŠ IN SREMAC (1987) pisala o kontinuirani sedimentaciji iz perma v spodnji trias, do danes P-T meja ni palontološko dokazana. Na področju Gorskega Kotarja je prav tako težko privzeti razčlenitev na starejše "seiske" in mlajše "campilske" plasti kot je mogoče ponekod v drugih delih Zunanjih Dinaridov, n.pr. na območju Knina in Muća v Dalmaciji (ŠĆAVNIČAR IN ŠUŠNJARA, 1983; ALJINOVIĆ, 1995; JELASKA ET AL., 2003), zato je raziskavam spodnjetriasnega kompleksa v Gorskem Kotarju definitivno manjkala kronostratigrafska komponenta.

Spodnjetriasni konodonti Hrvaške so bili doslej poznani le iz dveh profilov Dalmacije. V profilu Muć, ki je bil predlagan za tipičen zgornjeskitijski profil v Evropi, so bile opravljene številne geološke raziskave (HERAK ET AL., 1983, ŠĆAVNIČAR IN ŠUŠNJARA, 1983; ŠĆAVNIČAR ET AL., 1983; JELASKA ET AL., 2003). Litostratigrafski profil Muća so HERAK ET AL., (1983) v grobem razdelili v več neformalnih enot (od spodaj navzgor): bazalni karbonatni kompleks ter člene A, B in C. Apneno-laporni kompleks člena B vsebuje pogoste fosile, med drugimi tudi konodonte *Ellisonia triassica* Müller, *Hadrodontina anceps* Staesche, *Neospathodus triangularis* (Bender) in *Pachycladina tricuspidata* Staesche. Na osnovi fosilne vsebine so avtorji ta člen primerjali s členom Val Badia v Dolomitih, vendar dodajajo, da ima verjetno ta enota na Muću (člen B) večji stratigrafski razpon. Dolomitni kompleks člena C je na osnovi litostratigrafskih značilnosti anizijske starosti. Tudi vzhodneje od Muća v profilu ob cesti na Zelovo (planina Svilaja) izdanja velik del spodnjetriasnega zaporedja, vendar sedimenti P-T intervala niso razkriti (JELASKA ET AL., 2003). Iz najnižjega oolitnega dela profila je bila izdvojena konodontna združba, ki pripada coni *obliqua*. V njej prevladuje element *Pachycladina obliqua* Staesche v združbi z redkejšimi predstavniki *Hadrodontina* sp. (tip *biserialis*) in *Parachirognathus ethingtoni* Clark.

Novejše sedimentološke raziskave v Gorskem Kotarju (Aljinović, 1997; Aljinović & Tišljar, 2000) so dale rezultate za detajlno interpretacijo litofaciesov, medtem ko podatki o starosti plasti manjkajo, zato je bila korelacija litofaciesov različnih lokalitet negotova, prav tako pa tudi definiranje sedimentacijskega prostora. Sledile so kompleksne raziskave, katerih cilj je kronostratigrafsko definiranje izdvojenih litofaciesov na osnovi konodontnih analiz. Ti ponujajo natančne kronostratigrafske podatke o sedimentih, v katerih drugih fosilov ni ali pa njihova slaba ohranjenost ne omogoča natančne določitve. Vsi raziskani spodnjetriasni profili so dopolnjeni z rezultati mikropaleontoloških analiz.

Konodontni elementi *Hindeodus parvus*, *Platyvillosus costatus* in *Pl. hamadai* so tokrat prvič najdeni v Zunanjih Dinaridih. Sestav konodontnih združb, kakor tudi natančna litofacialna razčlenitev spodnjetriasnih plasti predstavljajo prispevek k definiranju sedimentacijskega prostora Zunanjih Dinaridov. Na osnovi litologije in konodontne conacije je omogočena primerjava z drugimi prostori Zunanjih Dinaridov, kakor tudi sosednjih prostorov zahodne Tetide (Notranji Dinaridi: Jadarska cona in Južne Alpe: Dolomiti, Karnijske Alpe).

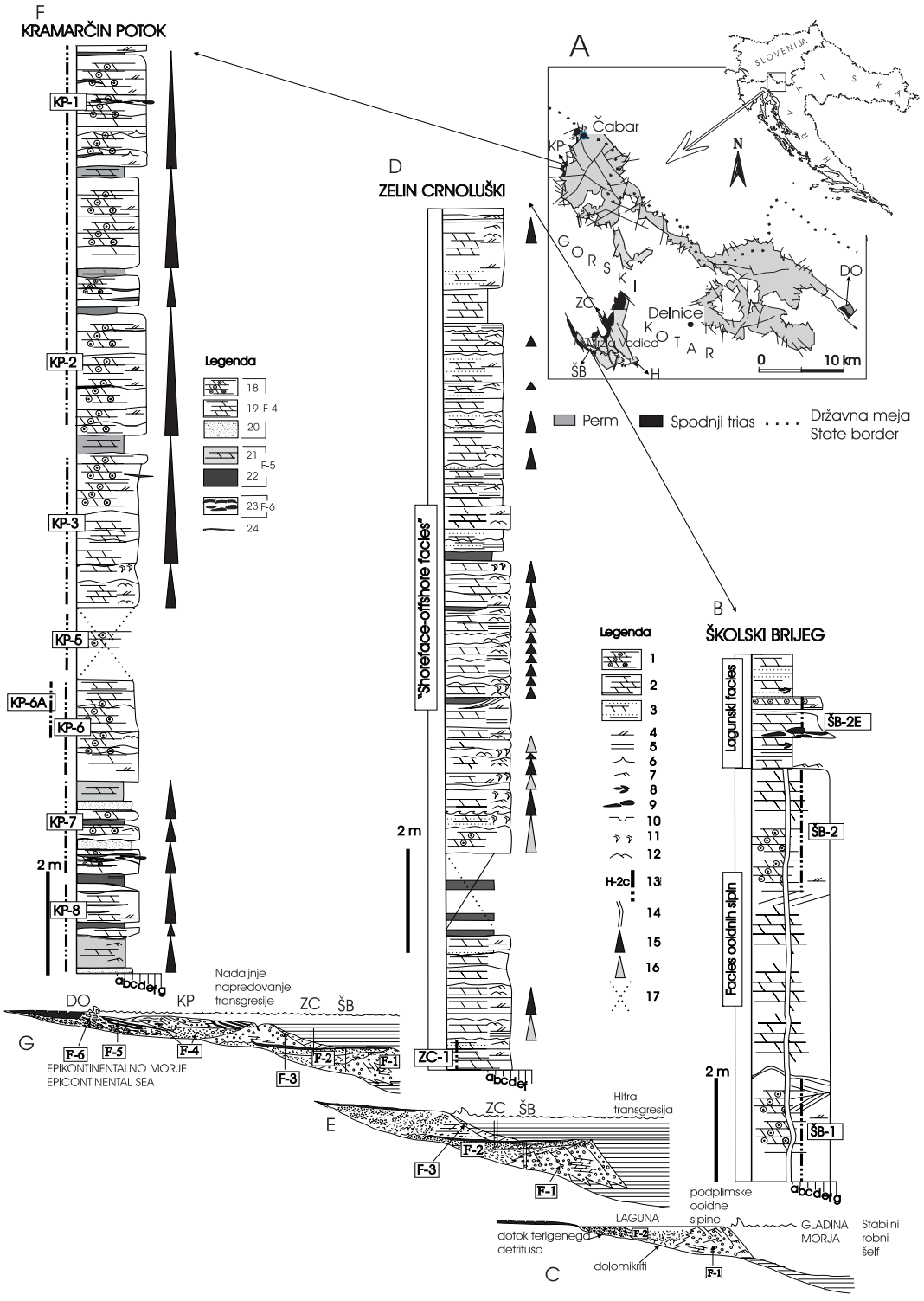
Geološke razmere

Hribovito območje Gorskega Kotarja se nahaja v severozahodnem delu Zunanjih Dinaridov. Raziskani profili ležijo na prostoru globokih prelomov (Prelogović et al., 2004), širše območje pa tektonsko označujejo narivne strukture (Herak, 1980). Zaradi intenzivne tektonike so izdanki spodnjetriasnih sedimentov redki in prostorsko omejeni (slika 1A), korelacija med posameznimi profili pa razmeroma težka in negotova. Ker so dobri kronostratigrafski markerji redki, interpetacija sedimentacijskega okolja sloni v glavnem le na interpretaciji pogojev nastanka prisotnih litofaciesov in na predpostavljenem generalnem vertikalnem zaporedju plasti. Na osnovi podatkov dosedanjih raziskav in glavnih značilnosti sedimentov je spodnjetriasni sedimentacijski prostor v generalnem smislu interpretiran kot področje stabilnega kontinentalnega šelfa. Na permskih sedimentih transgresivno ležijo karbonatni in mešani karbonatno-siliciklastični sedimenti spodnjega triasa, ki so raziskani v petih lokalitetah.

Raziskani profili: litofacies in konodontna favna

Spodnjetriasni sedimenti so raziskani v petih lokalitetah: H-Homer, ŠB-Školski Brijeg, ZC-Zelin Crnoluški, KP-Kramarčin Potok in D-Dobra (slika 1B,D,F). Opazne so litofacialne razlike osrednjega dela Gorskega Kotarja (okolica Lokev in Mrzle Vodice) in robnih delov območja - mejno območje s Slovenijo v okolici Čabra in Vrbovsko. Pričetek sedimentacije spodnjega triasa označuje dominantna karbonatna sedimentacija z močnejšim terigenim vplivom in povečano vsebnostjo siliciklastične komponente v mlajših nivojih. Litofacialna analiza je dopolnjena z raziskavo konodontov v vseh petih profilih.

Od skupno petindvajset preiskanih vzorcev jih je trinajst vsebovalo konodontne elemente, vendar je njihova vsebnost večinoma nizka ali zelo nizka. Izjemo


F
KRAMARČIN POTOK
KP-1
KP-2
KP-3
KP-5
KP-6A
KP-6
KP-7
KP-8
2 m
Legenda
18
19 F-4
20
21 F-5
22
23 F-6
24
D
ZELIN CRNOLUŠKI
"shoreface-offshore facies"
ZC-1
2 m
A
SLOVENIJA
HRVATSKA
Čabar
KP
N
GORSKI KOTAR
DO
ZC
Delnice
Mrzla Vodica
ŠB
H
0 10 km
Perm
Spodnji trias
Državna meja
State border
B
ŠKOLSKI BRIJEG
Legenda
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
H-2c
13
14
15
16
17
Lagunski facies
Facies ooidnih sipin
ŠB-2E
ŠB-2
ŠB-1
2 m
abcdefg
Nadaljnje napredovanje transgresije
DO
KP
ZC
ŠB
G
F-6
F-5
F-4
F-2
F-1
F-3
EPIKONTINENTALNO MORJE
EPICONTINENTAL SEA
Hitra transgresija
E
podplimske ooidne sipine
LAGUNA
GLADINA MORJA
Stabilni robni šelf
dotok terigenega detritusa
dolomikriti
C

predstavljajo elementi konodontnega aparata *Pachycladina obliqua*, ki so večinoma nepopolno ohranjeni. Barvni indeks kondonotov (CAI – Color Alteration Index) je višji od 5, kar kaže na temperature po sedimentaciji v območju od 300-480 °C in 490-720 °C (Epstein et al., 1977; Rejebian et al., 1987).

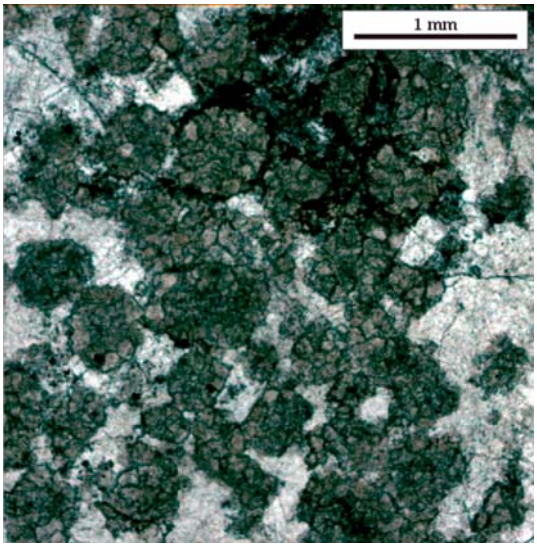
Profila Homer in Školski Brijeg

Dominantno karbonatni razvoj spodnjega triasa je najbolje viden v osrednjem delu Gorskega Kotarja v starih kopih barita, v lokalitetah Homer, zahodno od Lokev in v lokaliteti Školski Brijeg blizu Mrzle Vodice (slika 1B). V obeh lokalitetah na permskih

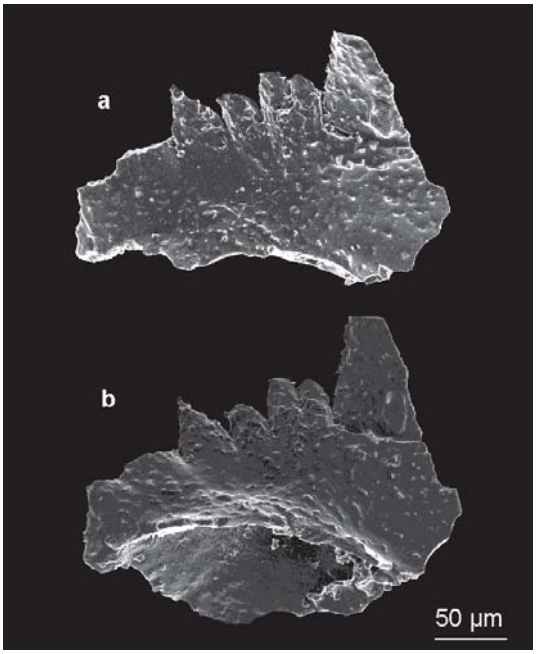
Slika 1. A) Lokacija profilov in geološka karta raziskanega območja (prirejeno po Savić in Dozet, 1984 in Bukovac et. al., (1983)); **B)** Zaporedje sedimentov v profilu Školski Brijeg; **C)** sedimentacijski model spodnjetriasnih plasti profila Školski Brijeg: Facies ooidnih sipin (F-1) predstavlja bariero odprto proti morju oziroma z laguno v zaledju (F-2). **D)** Zaporedje sedimentov v profilu Zelin Crnoluški; **E)** Sedimentacijski model profila Zelin Crnoluški: Hitra transgresija je povzročila potopitev ooidne bariere in nastanek nove obale z vplivom odprtega morja, ki se manifestira v nizu značilnih nevihtnih sekvenc "shoreface-offshore" faciesa (F-3); CZ –položaj profila Zelin Crnoluški, ŠB – položaj profila Školski Brijeg; **F)** Zaporedje sedimentov v profilu Kramarčin Potok; **G)** Sedimentacijski model profila Kramarčin Potok: Napredovanje transgresije je povzročilo nastanek prostranega epikontinentalnega morja, ki se odraža v robnem severo-zahodnem in vzhodnem delu Gorskega Kotarja. Vpliv kopna v prostranih plitvinah je viden v povečani količini peščenega (siliciklastičnega) materiala. Sedimenti so interpretirani kot ooidno-peščeni facies F-4, facies zatišnega zaliva F-5 in facies intraformacijskih konglomeratov F-6. DO položaj profila Dobra, KP položaj profila Kramarčin Potok.
Legenda: 1-dolomitizirani ooidni grainstone, 2-dolomit, 3-peščeni dolomit in karbonatni peščenjak, 4-navzkrižna slojevitost, 5-horizontalna laminacija, 6-valovne sipinice, 7-tokovna laminacija, 8-intraklastični detritus, 9-muljni klasti, 10-žlebaste erozijske teksture, 11-bioturbacija, 12-kopasta navzkrižna laminacija ("hummocky-cross lamination"), 13-vzorčevani interval z oznako vzorcev, 14-baritne žile, 15-sekvence z zmanjševanjem zrn, 16-predpostavljene sekvence z zmanjševanjem zrn, 17-delno pokrit interval, 18-ooidni grainstone, 19-dolomit, 20-peščenjak, 21-laminiran dolomikrit in siltit, 22-rdeč siltit in glinovec, 23-intraformacijski konglomerat, 24- nepravilni vložki glinovca. Velikost zrn: a-glina, b-silt, c-zelo drobnozrnat pesek, d-drobnozrnat pesek, e-srednjezrnat pesek, f-debelozrnat pesek, g-psefit.

Figure 1. A) Location of sections and geologic map of the investigated area (modified after Savić & Dozet, 1984); **B)** Školski Brijeg section located in the central part of Gorski Kotar; **C)** The model of sedimentation proposed for Školski Brijeg section: Shallow shelf with the subtidal ooid bars as a barrier (F-1) and the land laying lagoon (F-2); **D)** Zelin Crnoluški section located between central and marginal part of the Gorski Kotar region; **E)** The model of sedimentation proposed for Zelin Crnoluški section: due to rapid transgression the bars drowned and a new coast formed opened to the influences of waves and storms which can be seen in vertical succeeded storm sequences – forming shoreface-offshore facies F-3; proposed position of the sections ŠB - Školski Brijeg and ZC - Zelin Crnoluški; **F)** Kramarčin Potok section located in the marginal part of Gorski Kotar; **G)** The model of sedimentation proposed for Kramarčin Potok section: due to the advanced transgression the wide epicontinental sea is established with the deposition in ooid-sandy shoals (F-4) and restricted muddy bays (F-5); proposed position of the sections KP – Kramarčin Potok and DO – Dobra;
Legend: 1-dolomitised oolitic grainstone, 2-dolomite, 3-sandy dolomites and calcarenaceous sandstones, 4-cross bedding, 5-horizontal lamination, 6-wave ripples, 7-current ripple cross-lamination, 8-intraclastic detritus, 9-mud clasts, 10-gutter cast structure, 11-bioturbation, 12-hummocky cross-lamination, 13-sampled interval, 14-barite veins, 15-fining upward sequences, 16-uncertain fining upward sequences, 17-partly covered interval, 18-ooid grainstone, 19-dolomite, 20-sandstone, 21-laminated dolomicrite and siltite, 22-red siltite and shale, 23-flat-pebble conglomerate, 24-shale partings. Grain size: a-shale, b-silt, c-very fine sand, d-fine sand, e-medium sand, f-coarse sand, g-pebbles.

Slika 2. Zaporedje sedimentov v profilu Školski Brijeg; *Hindeodus parvus* v spodnjem delu profila (facies F-1) dokazuje najnižji del spodnjega triasa.
Figure 2. Školski Brijeg section where in facies F-1 *Hindeodus parvus* has been found (lower part of the section).



Slika 3. Mikrofotografija dolomitiziranega ooidnega grainstona z epigenetsko baritno mineralizacijo v medzrnskem prostoru.
Figure 3. Photomicrograph of dolomitised oolitic grainstone with relict of ooid detritus and epigenetic barite mineralization in intergranular space (white).



Slika 4. *Hindeodus parvus* (Kozur & Pjatakova, 1976), coni *parvus–isarcica*, Školski Brijeg, vzorec ŠB-1 (GeoZS 3636).
Figure 4. *Hindeodus parvus* (Kozur & Pjatakova, 1976), *parvus–isarcica* zones, Školski Brijeg, sample ŠB-1 (GeoZS 3636).

sedimentih transgresijsko ležijo ooidni apnenci, ki so izdvojeni kot **facies ooidnih sipin (F-1)** (slika 2). Prevladujoča značilnost tega faciesa je navzkrižna slojevitost apnenca in baritno-piritna mineralizacija (slika 3). Ooidne sipine faciesa F-1 so ustvarjale tipično morfologijo "bariernih sipin", nameščenih med odprtim morjem in obalo (slika 1C). Za njimi, v smeri proti obali se je v lagunah sedimentiral karbonatni mulj, z občasnim dotokom terigenega siliciklastičnega detritusa. Ti sedimenti so izdvojeni kot **lagunski facies (F-2),** ki ga označujejo tankoplastovit dolomikrit, peščen dolomikrit in karbonatni peščenjak.

Za konodontne raziskave smo analizirali pet vzorcev iz profila Homer, vendar sta le dva pozitivna (H-1, H-2). Najdeni konodontni elementi so slabo ohranjeni in ne omogočajo določitve.

Iz profila Školski Brijeg smo preiskali štiri vzorce, od katerih dva (ŠB-1, ŠB-2) vsebujeta po en element rodu *Hindeodus*. V vzorcu ŠB-1 je določena vrsta *Hindeodus parvus* (Kozur & Pjatakova) (slika 4).

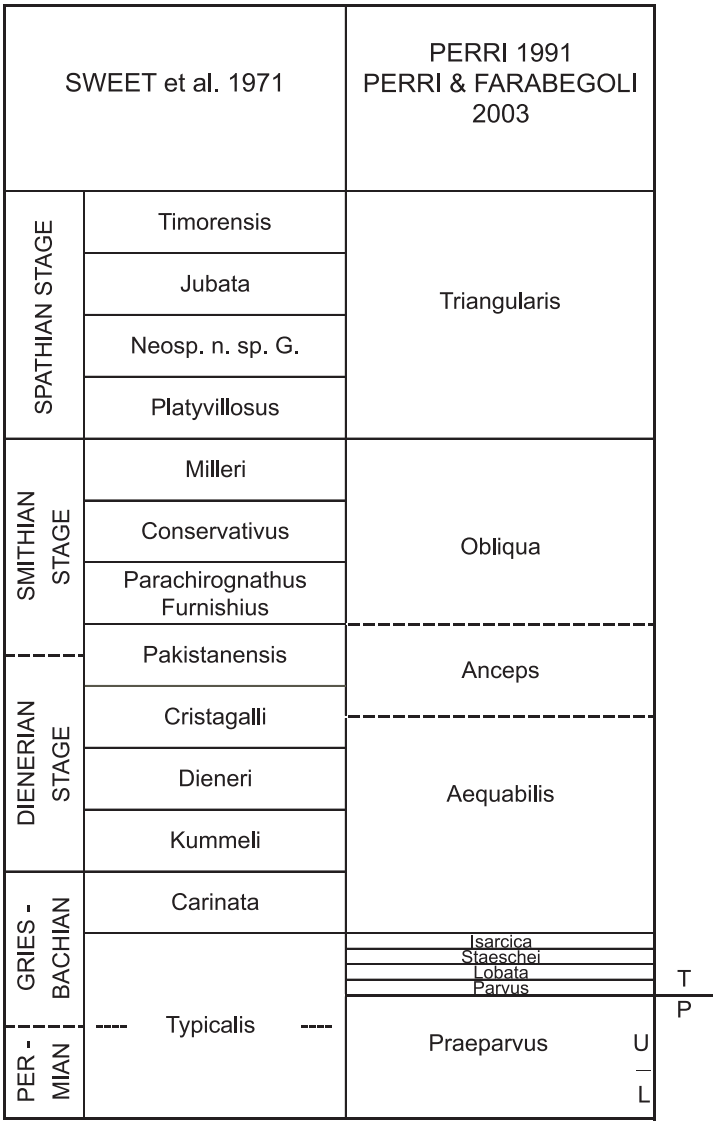
Profil Zelin Crnoluški

Razvoj spodnjetriasnih karbonatnih kamnin tega profila se razlikuje od razvojev v profilih Homer in Školski Brijeg. V krovnini faciesa ooidnih sipin F-1 ni lagunskega faciesa F-2, marveč so sedimenti **"shoreface-offshore" faciesa F-3** (slika 1D). Zanj so značilni mikro- do makrokristalasti dolomiti in peščeni dolomiti z redkimi vložki siltita in

so organizirani v "fining- upward" sekvencah (slika 1D) z značilnostmi nevihtne sedimentacije. Sedimentacija "shoreface–offshore" faciesa je potekala v močno razburkani coni blizu obale odprtega šelfa (slika 1E).

Iz profila Zelin Crnoluški smo pregledali le vzorec iz njegovega spodnjega dela (ZC-1). Ta vsebuje maloštevilne konodontne elemente *Hadrodontina* sp., *Pachycladina obliqua* Staesche in *Parachirognathus* sp.

Tabela 1. Shematski prikaz primerjave spodnjetriasnih standardnih konodontnih con po Sweet et al., 1971 s konodontno conacijo Južnih Alp (po PERRI, 1991 IN PERRI & FARABEGOLI, 2003).
Table 1. Schematic presentation of standard conodont biozones for the Lower Triassic (after Sweet et al., 1971) correlated with conodont zonation of the Southern Alps, Italy (after PERRI, 1991 AND PERRI & FARABEGOLI, 2003).



Profil Kramarčin Potok in profil Dobra

V severozahodnem (Čabar) in vzhodnem delu Gorskega Kotarja (Vrbovsko) niso najdeni karbonatni faciesi F-1, F-2 in F-3, kar lahko razložimo s paleogeomorfološkimi razmerami tega področja, to je s postopnim širjenjem morskega sedimentacijskega prostora in napredovanjem transgresije. Bližina in vpliv kopna se izraža v povečanem donosu siliciklastičnega, pretežno peščenega materiala in v visoki vsebnosti rdečega železovega pigmenta. V vertikalnem zaporedju se izmenjujejo **ooidno-peščeni facies F-4** (dolomitizirani ooidni grainstone ali peščenjaki), **facies plitvin z muljastimi sedimenti (facies zatišnega zaliva) F-5** in **facies intraformacijskih konglomeratov F-6**. Menjavanje teh faciesov je značilno za "seiske" plasti.

Profil Kramarčin potok

V profilu se izmenjujejo sedimenti faciesa F-4 in F-5, ki so organizirani v sekvencah s zmanjšavanjem zrn (slika 1F). Od teh sekvenc vsaka prične z ooidnim apnencem in/ali rdečim peščenjakom (F-4) in konča z laminiranimi dolomiti in muljastimi sedimenti zatišnih zalivov (F-5) (slika 1F). Za sedimentacijski prostor sta značilna obilica terigenega materiala in njegovo mešanje z intrabazenskim (ooidnim) detritusom. Prisotnost rdečega železovega pigmenta kaže na dobro prezračno plitvomorsko okolje (slika 1G).

Facies F-5 označuje menjavanje zelo tankih plasti in lamin dolomikrita in silta. Usedanje delcev različne zrnavosti kaže na različno energijo tokov ali nakazuje na obstoj permskih plimskih tokov.

Iz profila Kramarčin Potok smo mikropaleontološko analizirali skupno devet vzorcev. Določeni so naslednji elementi: *Pachycladina obliqua* Staesche, *Platyvillosus costatus* Staesche, *P. hamadai* Koike, ? *Parachirognathus* sp., *Hadrodontina* sp. (tip *biserialis*), ? *Ellisonia* sp. in *Foliella gardenae* (Staesche).

Profil Dobra

Značilnosti profila Dobra je prisotnost plasti konglomerata s muljnimi klasti ki so izdvojeni kot facies intraformacijskih konglomeratov (F-6). Facies F-6 se nepravilno izmenjuje s faciesoma F-4 in F-5, podobno kot v profilu Kramarčin Potok. Pojavi nezaobljenih fragmentov (razlomljenih muljnih lamin ali plasti) in izsušitvenih razpok kažejo na razmeroma plitvo okolje ter na akumulacijo razlomljenih fragmentov in situ.

Vsi vzorci (skupno pet) za konodontne analize so bili vzeti iz faciesa F-4. Združbo sestavljajo odlomki konodontnih elementov *Hadrodontina* sp., ? *Ellisonia* sp. in *Pachycladina obliqua* Staesche.

Komentar k spodnjetriasnim konodontom

Stratigrafsko pomembne spodnjetriasne vrste pripadajo skupini *Hindeodus-Isarcicella*. Prvi pojav (FAD-first appearance datum) vrste *Hindeodus parvus* je bil izbran za definiranje spodnje meje triasnega sistema, kar je potrdila tudi Mednarodna komisija za stratigrafijo in stratotip za permsko-triasno mejo odobrila profil D v Meishanu, Kitajska (Yin, 1993; Yin et al., 1996; 2001). *Hindeodus parvus* je lahko določljiva vrsta z veliko geografsko razširjenostjo in ima

veliko facialno toleranco in je hkrati prva globalno razširjena vrsta, ki se pojavi tik nad minimumom favnistične diverzitete, ki jo nakazuje minimum $\delta^{13}C$ (KOZUR, 1996).

Različne spodnjetriasne konodontne biofaciese v odvisnosti od litofaciesa, so najprej prepoznali v Severni Ameriki (SOLIEN, 1979; CLARK & CARR, 1984; PAULL, 1982; PAULL & PAULL, 1994). Konodontne conacije spodnjega triasa so slonele na vrstah iz različnih biofaciesov. Šele v letu 1998 sta Orchard in Krystyn uvedla dvojne konodontne cone za najnižji del triasa Spitija (Himalaja), v kateri je vpeljana conacija na osnovi rodu *Neogondolella* in inter-kalibrirana z vzporedno conacijo na osnovi skupine *Hindeodus-Isarcicella.* Ločeni conaciji je omogočilo prepoznavanje dveh konodontnih biofaciesov: prevladujoči pelagični biofacies z *Neogondolella* in manj zastopan biofacies s skupino *Hindeodus-Isarcicella.* Vpliv faciesa na sestav P-T konodontnih združb so temeljito proučevali ORCHARD (1996), KOZUR (1996) in ORCHARD & KRYSTYN (1998). Ugotovljena je različna pogostnost rodov *Hindeodus* in *Neogondolella*: gondolellide so bolj pogoste v globljih in /ali hladnejših morskih okoljih, medtem ko je *Hindeodus* uspeval bližje obali, v plitvejših in/ali toplejših območjih. KOZUR (1996) navaja izjemno visoko ekološko toleranco skupine *Hindeodus typicalis,* ki presega toleranco ostalih konodontov, saj se pojavljajo v številnih plitvovodnih sedimentih in so zato najbolj primerni za korelacijo.

Prvo popolnejšo konodontno conacijo za spodnji trias je uvedel SWEET (1970), ki je bila razdeljena na 9 konodontnih biocon. Na Simpoziju za konodontno biostratigrafijo so predlagali razdelitev celotnega triasnega sistema v 22 biocon, od tega je bilo 13 biocon v spodnjem triasu in so slonele na podatkih iz Pakistana in zahodnega dela ZDA (SWEET ET AL. 1971). Zgornjo mejo vsake cone označuje prvi pojav vodilne konodontne vrste za naslednjo biocono.

Zaradi povečanega poznavanja biostratigrafije v različnih delih sveta in uvedbo številnih novih vrst ter hkratno dopolnjeno ali popravljeno stratigrafsko in geografsko pojavljanje starejših vrst je botrovalo bolj natančnim biostratigrafskim shemam. Pri primerjavah je potrebno upoštevati razlike v taksonomiji (npr.: *H. minutus* so številni avtorji vsaj deloma vključili v sinonimiko vrste *H. praeparvus*), kakor tudi na ostale razlike, na katere je opozoril že MATSUDA (1985), predvsem prvi pojav posamezne vrste in sestav združb v različnih območjih/ provincah. Tabela 1 je shematski prikaz primerjave standardnih konodontnih biocon spodnjega triasa po SWEETU ET AL. (1971) s konodontno conacijo Južnih Alp (PERRI, 1991; PERRI & FARABEGOLI, 2003). Natančna razdelitev najnižjega dela spodnjega triasa Južnih Alp je mogoča zaradi srednje do hitre sedimentacije (medium – high sedimentation rate) P-T intervala (PERRI & FARABEGOLI, 2003).

ZAKLJUČKI

Na prostoru Gorskega Kotarja smo raziskali pet profilov: Homer, Školski Brijeg, Zelin Crnoluški, Kramarčin Potok in Dobra. Spodnjetriasni sedimentni kompleks Gorskega Kotarja se razlikuje v lateralni in vertikalni porazdelitvi faciesa. V centralnem delu prevladuje sedimentacija stabilnega

robnega šelfa ("stable rimmed shelf") in zanj značilni plitvovodni karbonatni faciesi. Bazalni interval ooidnega apnenca z navzkrižno plastovitostjo in debelino ca 10 m (Homer, Školski Brijeg) je interpretiran kot ooidna sipina, medtem ko na njem ležijo predvsem tankoploščasti ali laminirani, sivi dolomikriti, peščeni dolomiti ali karbonatni peščenjaki, ki so verjetno bili odloženi v laguni, (slika 1C). Ooidni apnenec verjetno predstavlja bariero odprto proti morju oziroma v laguno v zaledju. Zaradi posledic plime in oseke so nastajale ooidne sipine. Ooidni grainstone je bil kasneje dolomitiziran, medtem ko lagunski facies odraža zgodnjediagenetske procese. V profilu Školski Brijeg je določena konodontna vrsta *Hindeodus parvus*. Ta vrsta je pomembna za določitev P-T intervala in njen prvi pojav (FAD – first appearance datum) dokazuje spodnjo mejo triasnega sistema (Yin et al., 2001).

Hitra transgresija je povzročila potopitev ooidne bariere in nastanek nove obale, ki jo predstavljajo dolomiti in peščeni dolomiti v tipičnem "shoreface-offshore" faciesu (Zelin Crnoluški) (slika 1E).

Nadaljnje napredovanje transgresije je povzročilo nastanek prostranega epikontinentalnega morja. To je razvidno v sedimentih profilov Kramarčin Potok in Dobra (zahodni in vzhodni del Gorskega Kotarja). Vpliv kopna v prostranih plitvinah je viden v povečani količini peščenega (siliciklastičnega) materiala z bistveno večjim deležem rdečega železovega pigmenta, ki kaže na dobro prezračeno okolje nastanka. Rdeči siliciklastični sedimenti teh dveh profilov odgovarjajo tipičnim "seiskim plastem".

Konodontna favna treh profilov, Zelin Crnoluški, Kramarčin Potok in Dobra, označuje prisotnost vrste *Pachycladina obliqua* v združbi z nekaterimi značilnimi spodnjetriasnimi rodovi (*Ellisonia, Hadrodontina, ? Parachirognathus* in *Platyvillosus*). *P. obliqua* je pomemben biostratigrafski element za lokalno konodontno conacijo, podobno kot drugod v zahodni Tetidi.

Konodontne združbe iz petih raziskanih lokalitet Gorskega Kotarja označuje prisotnost rodu *Hindeodus* v najstarejših plasteh, v mlajših plasteh pa se večinoma pojavlja združba *Pachycladina - Hadrodontina* ter ponekod tudi *Ellisonia.* Redki predstavniki rodov *Foliella* in *Platyvillosus* se pojavljajo v dveh nivojih. Za vse najdene konodontne rodove menimo, da kažejo na plitvovodno okolje, le *Hindeodus parvus* je ubikvitarna vrsta, saj je navzoča v plitvih in bazenskih okoljih.

Na osnovi konodontne združbe je bilo mogoče izdvojiti naslednje cone in podcono (od najstarejše k najmlajši):

- **coni *parvus-isarcica*.** Združbo predstavlja le rod *Hindeodus*. Določena vrsta *H. parvus* je ekološko zelo tolerantna, saj se pojavlja v plitvejših in globjih okoljih. *H. parvus* je stratigrafsko pomembna spodnjetriasna vrsta in je globalno prepoznaven marker permsko-triasne meje. Njegov stratigrafski razpon poleg cone *parvus* sega še v naslednjo cono *isarcica* (sensu Kozur 1996, 2003);

- **cona *obliqua*.** To cono označuje prevladujoči element *Pachycladina obliqua* Staesche. Ponekod se ta pojavlja kot monospecifična favna (profil Dobra), drugod (Kramarčin Potok, Zelin Crnoluški) pa jo spremljajo še predstavniki rodov *Hadrodontina* in ? *Parachirognathus,* redkeje tudi *Ellisonia* in *Foliella.* Vsi omenjeni rodovi so značilni za plitvovodna okolja spodnjega triasa. *P. obliqua* je geografsko razširjena vrsta, njen razpon sega od smithija do spathija (PERRI & ANDRAGHETTI, 1987). V Severni Ameriki združbo *Pachycladina-Hadrodontina* primerjajo s cono 7 (cona *Parachirognathus-Furnishius*) sensu SWEET ET AL. (1971) in jo tako uvrščajo v smithijsko stopnjo (Solien, 1979). Ta vrsta ima velik biostratigrafski pomen v zahodni Tetidi in jo zato upoštevamo tudi pri konodontni conaciji Slovenije (KOLAR-JURKOVŠEK & JURKOVŠEK, 1996);

- **podcona *Platyvillosus*.** V profilu Kramarčin Potok smo ugotovili nivo s *Platyvillosus*. To je redko zastopan spodnjetriasni rod, ki je v združbi predstavljen z dvema vrstama: *P. costatus* (Staesche) in *P. hamadai* Koike. V biozonaciji SWEETA IN SOD. (1971) je cona 10 (cona *Platyvillosus*) izdvojena v najnižjem delu spathija na osnovi pojava tega rodu. Vrsta *P. costatus* je bila prvič opisana iz campilskih plasti Južnih Alp (STAESCHE, 1964). Kasneje so bile opisane še nekatere maloštevilne vrste tega rodu. Najstarejši pojavi rodu iz dienerijskih plasti so zabeleženi samo v nekaterih lokalitetah Azije (GOEL, 1977; KOIKE, 1988), zato je povsem verjetno, da je pojavljanje rodu zaradi ekoloških faktorjev geografsko in stratigrafsko omejeno.

Izdvojitev nivoja s *Platyvillosus* (podcona *Platyvillosus* znotraj cone *obliqua)* temelji tudi na podatkih o njegovem pojavljanju drugod v zahodni Tetidi in je poznana iz campilskih plasti Južnih Alp in zahodne Srbije. Vrsti *Foliella gardenae* in *Platyvillosus costatus,* se pojavljata v campilskih plasteh, vendar nikoli hkrati (STAESCHE, 1964) in glede na njuno različno vertikalno pojavljanje sta bili izdvojeni cona *costatus* v spodnjem delu, in cona *gardenae* v njenem zgornjem delu (BUDUROV & PANTIĆ, 1974).

SUMMARY

Lithofacies and Conodont Zonation of Lower Triassic in Northwestern External Dinarides (Gorski Kotar, Croatia)

The investigated area of the Lower Triassic sedimentary complex in the Gorski Kotar region – Croatia, is located in the External Dinarides between the Alps and the Velebit Mt. The Lower Triassic depositional environment is envisaged as shallow marine realm of a passive continental margin (JELASKA ET AL., 2003). Sedimentary complex differentiates in predominantly carbonate sedimentation that characterise the beginning of deposition with upward increasing trend of terrigeneous influx. Five Lower Triassic sections (Homer, Školski Brijeg, Zelin Crnoluški, Kramarčin Potok and Dobra) have been investigated (ALJINOVIĆ, 1997) (Fig. 1A), but their chronostratigraphical position was uncertain due to lack of fossils or their inadequate preservation.

A facial assemblage investigated in central part of Gorski Kotar region (Homer, Školski Brijeg and Zelin Crnoluški sections) differs from those appeared in marginal parts (Kramarčin Potok and Dobra sections). In central part the shallow water carbonate facies predominate. Basal cca. 10 m thick cross-bedded interval of ooid grainstones (Homer and Školski Brijeg sections) was interpreted as dolomitised **ooid bar facies (F-1)** (Fig. 1B, Fig. 2) that possibly formed subaqueous oolithic barrier with the landward laying lagoon. The overlaying thin or medium-bedded grey dolomicrites, sandy dolomites and calcarenaceous sandstones were interpreted as **lagoonal facies (F-2).** Storms and post-storm tidal reworked processes influenced the deposition of ooid bars. Ooid grainstones were late diagenetically dolomitised (Fig. 3), while the **lagoonal facies (F-2)** reflects the early diagenetic processes. The widening of the lagoon has been conceived through overall transgressive trend (Fig. 1C). The rapid transgression caused in-place drowning of the ooid bars and formation of a new seaward oriented coast that is represented by sediments organized in typical storm sequences of Crnoluški Zelin section and defined as **shoreface-offshore facies (F-3)** (Fig. 1D,E)**.** Deposition occurred near fair weather wave base of unrestricted shelf. The intense influx of a dominantly red siliciclastic terrigenous material has been recorded in the Lower Triassic sediments of the marginal, north-western and eastern parts of Gorski Kotar region (Kramarčin Potok and Dobra sections). The thick-bedded ooid bar facies as well as overlaying lagoonal facies are missing in those sections. Vertical successions are characterised by the interbedded **ooid-sandy shoal facies (F-4)** (oolithic limestone/dolostone and sandstone beds) and carbonate silicilastic mudstone or red siltite of **restricted bay facies (F-5)** (Fig. 1F)**.** Flat pebble conglomerates appear occasionally and are defined as **F-6.** Beds vary in thickness from few decimetres up to 1 m and are organised in fining upward sequences that represent shifting of a laterally existed ooid/sandy shoals and restricted muddy bays (Fig. 1F,G). The lithofacies present in Kramarčin Potok and Dobra sections resemble red clastic sediments i. e. Siusi Beds of the Southern Alps that make them compatible to the wide area of the External Dinarides. The different lateral facies distribution was interpreted as the result of transgression that transformed narrow rimmed shelf with ooid bars and lagoon facies to unrestricted shelf and finally to the wide epicontinental sea (Fig. 1C,E,G).

This interpretation has never been proved while the precise chronostratigraphic dating of the investigated sections were missing in previous investigations. Therefore the lithofacial investigations were supplemented by conodont studies at each of five localities. The oldest investigated strata are marked by the presence of *Hindeodus parvus* in the Školski Brijeg section (Fig. 4). The first appearance datum (FAD) of this taxon has been approved to define the base of the Triassic system (Yin et al., 2001). The biostratigraphical data obtained from the five studied sections in Gorski Kotar allow recognition of the *parvus-isarcicella* zones, *obliqua* Zone and *Platyvillosus* Subzone (Table 1). The conodont zonation and lithofacial definition contribute to the definition of the Lower Triassic depositional realm of the External Dinarides and prove the correlative elements for comparison with some other parts of the Western Tethys.

Zahvala

Raziskavo sta finančno omogočila Hrvaško ministrstvo za znanost, izobraževanje in šport ter Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (program P1-0011 and projekt J1-6665). Laboratorijske analize so bile opravljene na Rudarsko-geološki naftni fakuteti, Zagreb in na Geološkem zavodu Slovenije, Ljubljana. Posnetki z elektronskim mikroskopom so bili narejeni na Paleontološkem inštitutu ZRC-SAZU, Ljubljana. Avtorji se zahvaljujejo doc. dr. Bojanu Ogorelcu (Ljubljana) za kritični pregled članka. Delo je prispevek projekta IGCP 467.

REFERENCES

ALJINOVIĆ, D. (1995): Storm Influenced Shelf Sedimentation - an Example From the Lower Triassic (Scythian) Siliciclastic and Carbonate Succession near Knin (Southern Croatia and Western Bosnia and Herzegovina). *Geologia Croatica* 48/1, 17-32, Zagreb.

ALJINOVIĆ, D. (1997): Facijesi klastičnih sedimenata mlađega paleozoika i starijega trijasa Gorskoga kotara / The Upper Palaeozoic (Permian) and Lower Triassic Sedimentary Facies in Gorski Kotar Region. *Ph.D. Thesis*. *University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engeneering*, Zagreb, 146 p.

ALJINOVIĆ, D. & TIŠLJAR, J. (2000): Razvoj karbonatnih i siliciklastičnih facijesa donjega trijasa Gorskoga kotara (Hrvatska) / The evolution of Lower Triassic Siliciclastic and Carbonate Facies in Gorski Kotar (Croatia). In: VLAHOVIĆ, I.& BIONDIĆ, R. (eds.) - *Second Croatian Geological Congress, Proceedings.* 65-68, Zagreb.

BABIĆ, LJ. (1968): O trijasu Gorskog kotara i susjednih područja / Sur le Trias dans le Gorski Kotar et les région voisines. *Geol. vjesnik* 22, 11-23, Zagreb.

BUDUROV, K. & PANTIĆ, S. (1974): Die Conodonten der Campiller Schichten von Brassina (Westserbien). I. Stratigraphie und Conodonten-Zonen. *Bull. Geol. Inst*., Ser. Paleont. 23, 105-113, Sofia.

BUKOVAC, J., POLJAK, M., ŠUŠNJAR., M & ČAKALO, M. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Črnomelj / Basic Geological Map of SFR Yugoslavia 1:100.000, Sheet Črnomelj. *Savezni geološki zavod*, Beograd.

CLARK, D.L. & CARR, T.R. (1984): Conodont biofacies and biostratigraphic Schemes in Western North America: A model. In: CLARK, D.L. (ed.) - Conodont Biofacies and Provincialism. *Geol. Soc. Am., Spec. Pap.* 196, 1-9, Boulder.

ĐURĐANOVIĆ, Ž. (1967): Prilog poznavanju donjeg trijasa u Gorskom kotaru / Recherches géologiques et pétrographiques des couches Triasiques de Gorski Kotar en Croatie (Région Lokve-Gerovo). *Geol. vjesnik* 20, 107-111, Zagreb.

EPSTEIN, A.G., EPSTEIN, J.B. & HARRIS, L.D. (1977): Conodont Alteration Index - and Index to Organic Metamorphism. *Geol. Surv. Prof. Pap*. 995, p. 27, Washington.

GOEL, R.K. (1977): Triassic conodonts from Spiti (Himachal Padesh), India. *Journ. Paleont*. 56/6, 1085-1103, Tulsa.

HERAK, M. (1980): Sustav navlaka između Vrbovskog i Delnica u Gorskom kotaru (Hrvatska) / The nappe-system between Vrbovsko and Delnice in Gorski Kotar (Croatia). *Acta Geologica* 10/2, 35-51, Zagreb.

Herak, M., Šćavničar, B. Šušnjara, A., Đurđanović, Ž., Krystyn, L. & Gruber, B. (1983): The Lower Triassic of Muć - Proposal for a standard section of the European Upper Scythian. *Schrift. Erdwiss. Komm.* 5, 93-106, Wien.

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, 225-230, Ljubljana.

Koike, T. (1988): Lower Triassic conodonts *Platyvillosus* from the Taho Limestone in Japan. *Sci. Repts. Yokohama Nat. Univ.,* Sec. II, 35, 61-79, Yokohama.

Kolar-Jurkovšek. T. & Jurkovšek. B. (1996): Contribution to the knowledge of the Lower Triassic conodont fauna in Slovenia. *Razprave 4. razr. SAZU* 37/1, 3-21, Ljubljana.

Kozur, H. (1996): The Conodonts *Hindeodus, Isarcicella* and *Sweetohindeodus* in the uppermost Permian and lowermost Triassic. *Geologia Croatica* 49/1, 81-115, Zagreb.

Kozur, H.W. (2003): Integrated ammonoid-, conodont and radiolarian zonation of the Triassic. *Hallesches Jahrb. Geowiss.,* Reihe B, 25, 49-79, Halle (Saale).

Matsuda, T. (1985) - Late Permian to Early Triassic Conodont Paleobiogeography in the "Tethys Realm". In Nakazawa. K. & Dickins. J.M. (eds.) - The Tethys. Her Paleogeography and Paleobiogeography from Paleozoic to Mesozoic. Tokai Univ. Press, 157-170, Tokyo.

Orchard, M.J. (1996): Conodont fauna from Permian-Triassic Boundary: observations and reservations. *Permophiles* 28, 29-35, Calgary.

Orchard, M.J. & Krystyn, L. (1998): Conodonts of the lowermost Triassic of Spiti, and new zonation based on *Neogondolella* succession. *Riv. Ital.Paleont. Strat*. 104, 341-368, Milano.

Palinkaš, L & Sremac, J. (1987): Barite-bearing Stromatolites at the Permian-Triassic Boundary in Gorski kotar (Croatia). *Mem. Soc. Geol. It.* 40, 259-264

Paull, R.K. (1982): Conodont Biostratigraphy of the Lower Triassic Rocks, Terrace Mountains, Northwestern Utah. *Utah Geol. Ass., Publ*. 10, 235-249, Salt Lake City.

Paull, R.K. & Paull, R.A. (1994): Lower Triassic transgresssive-regressive sequences in the Rocky Mountains, Eastern Great Basin, and Colorado Plateau, USA. In: Caputo, M.V., Peterson, J.A. & Franczyk, K.J. (eds.) – Mesozoic Systems of the Rocky Mountain Region, USA, 169-180, Denver.

Perri, M.C. (1991): Conodont biostratigraphy of the Werfen Formation (Lower Triassic), Southern Alps, Italy. *Boll. Soc. Paleont. It*. 30/1, 23-46, Modena.

Perri, M.C. & Andraghetti, M. (1987): Permian-Triassic boundary and Early Triassic conodonts from the Southern Alps, Italy. *Riv. Ital. Paleont. Strat.* 93/3, 291-238, Milano.

Perri, M.C. & Farabegoli, E. (2003): Conodonts across the Permian-Triassic boundary in the Southern Alps. *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg* 245, 281-313, Frankfurt a. M.

Prelogović, E., Pribičević, B., Ivković, Ž., Dragičević, I., Buljan, R.& Tomljenović, B. (2004): Recent structural fabric of the Dinarides and tectonically active zones important for petroleum-geological exploration in Croatia. *Nafta* 55, 155-161, Zagreb.

Rejebijan, V.A., Harris, A.G. & Huebner, J.S. (1987): Conodont color and textural alteration: An index to regional metamorphism, contact metamorphism and hydrothermal alteration. *Geol. Soc. Am. Bull*. 99, 471-497, Washington.

Savić, D. & Dozet, S. (1984): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Delnice / Basic Geological Map of SFR Yugoslavia 1:100.000, Sheet Delnice. *Savezni geološki zavod*, Beograd.

Savić, D. & Dozet, S. (1985): Tolmač lista Delnice. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. / Explanation of Sheet Delnice. Basic Geological Map of SFR Yugoslavia 1:100.000. *Savezni geološki zavod*: 66 p., Beograd.

Solien, M.A. (1979): Conodont biostratigraphy of the Lower Triassic Thaynes Formation, Utah. *Journ. Paleont.* 53/2, 2765-306, Lawrence.

Staesche, U. (1964): Conodonten aus dem Skyth von Südtirol. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 119/3, 247-306, Wien.

Sudar, M. (1986): Mikrofosili i biostratigrafija trijasa Unutrašnjih Dinarida Jugoslavije između Gučeva i Ljubišnje / Triassic microfossils and biostratigraphy of the Inner Dinarides between Gučevo and Ljubišnja Mts., Yugoslavia. *Geol. an. Balk. pol*. 50, 151-394, Beograd.

Sweet, W.C. (1970): Uppermost Permian and Lower Triassic Conodonts of the Salt Range and Trans-Indus Ranges, West Pakistan. In: Kummel, B. & Teichert, C. (eds.) - Stratigraphic Boundary

Problems: Permian and Triassic of West Pakistan. *Univ. Kansas, Dept. Geology. Spec. Publ*. 4, 207-275, Lawrence.

SWEET, W.C., MOSHER, L.C., CLARK, D.L., COLLINSON, J.W. & HASSENMUELLER, W.A. (1971): Conodont biostratigraphy of the Triassic. In: SWEET, W.C. & BERGSTROM, S.M. (eds.) - Symposium on Conodont Biostratigraphy. *Geol. Soc. Am. Mem*. 127, 441-465, Boulder.

ŠĆAVNIČAR, B. (1973): Klastiti trijasa u Gorskom kotaru / Clastic Sediments of the Triassic in the Gorski Kotar Region. *Acta Geologica* VII/3, 105-106, Zagreb.

ŠĆAVNIČAR, B. & ŠUŠNJARA, A. (1966): Sur la presence de Trias inferieur dans la region de Gorski Kotar en Croatie. *Bull. Sci., Yugosl.* 11, 7-9, Zagreb.

ŠĆAVNIČAR, B. & ŠUŠNJARA, A. (1967): Geološka i petrografska istraživanja trijaskih naslaga u Gorskom kotaru (područje Lokve i Gerovo / Recherches Geologiques et pétrographiques des couches Triasiques de Gorski Kotar en Croatie (Région Lokve-Gerovo). *Geol. vjesnik* 20, 87-106, Zagreb.

ŠĆAVNIČAR, B. & ŠUŠNJARA, A. (1983): The geologic column of the Lower Triassic at Muć (Southern Croatia). *–Acta Geologica* 13, 1-25, Zagreb

ŠĆAVNIČAR, B., ŠUŠNJARA, A. & PROHIĆ, E. (1983): The geologic column of the Lower Triassic in the Zmijavac Valley (Muć, Southern Croatia). In: BABIĆ, LJ. & JELASKA, V. (eds): Contribution to Sedimentology of Some Carbonate and Clastic Units of the Coastal Dinarides. *Excursion Guidebook, 4th I.A.S. Regional Meeting, Split, Yugoslavia,* 87-97, PMF, Zagreb

YIN, H. (1993): A proposal for the global stratotype section and point (GSSP) of the Permian - Triassic boundary. *Albertiana* 11: 4-30, Utrecht.

YIN, H., SWEET, W.C., GLENISTER, B.F., KOTLYAR, G., KOZUR, H., NEWELL, N.D., SHENG, J., YANG, Z. & ZAKHAROV, Y.D. (1996): Recommendation of the Meishan section as Global Stratotype Section and Point for basal boundary of Triassic System. *Newsl. Stratigr*. 34/2, 81-108, Stuttgart.

YIN, H., ZHANG, K., TONG, J., YANG, Z. & WU, S. (2001): The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic Boundary. *Episodes* 24, 102-114, Ottawa.