

Geološka zgradba Kamniško-Savinjskih Alp

Jure Žalohar in Bogomir Celarc

Geological structure of the Kamniško-Savinjske Alps

The Kamniško-Savinjske Alps are positioned in the northern part of central Slovenia, roughly between the town of Kamnik in the south and the Savinja River in the north. In the regional sense, these mountains belong to the eastern continuation of the Southern Alps extending from the northeastern Italy across northwestern Slovenia. In the tectonic context, the Kamniško-Savinjske Alps and the Southern Karavanke Mountains represent a mega shear-lens positioned between the Periadriatic lineament and the subparallel Sava fault (FODOR *et al.*, 1998; VRABEC, 2001). Before the dextral displacement along the strike-slip Sava fault, they were adjacent to the eastern (Slovenian) part of the Julian Alps (PLACER, 2008). Consequently, the area is highly faulted and different stratigraphic units are often tectonically separated from each other.

The stratigraphical development of the Triassic in the Kamniško-Savinjske Alps was defined by the extensional tectonics in the Middle and Late Anisian, and Ladinian. This resulted in successive disintegration of the Slovenian carbonate platform, formation of which started as early as in the Upper Permian and covered almost complete Slovenian territory (BUSER *et al.*, 1982; HASS *et al.*, 1995; BUSER *et al.*, 2007). As a consequence, numerous carbonate platforms were successively formed in the area of the Kamniško-Savinjske Alps during the Triassic period. The deposition of platform limestones and reef limestones was interrupted in the Anisian and Ladinian by deposition of deeper sea sediments of the Velika planina Horizon, Strelovec Formation, Loibl Formation, Buchenstein Formation, and Korošica Formation. These horizons and/or formations all yielded numerous vertebrate reach fossil sites.

Lega in nastanek in Kamniško-Savinjskih Alp

Kamniško-Savinjske Alpe skupaj s Karavanami in Julijskimi Alpami pripadajo Južnim Alpam. Alpsko gorstvo je nastalo v kredno-terciarni orogenezi po koliziji Apulijske litosferske plošče (del Afriške plošče) in Evrazijske litosferske plošče, na katero se je Apulijska narinila (SCHMID *et al.*, 1996, 2004; PLACER, 2008). Pri tem so se sedimentne kamnine med obema ploščama nagubale in lomno deformirale. Območje stika obeh plošč danes predstavlja Periadriatski lineament (PAL) oziroma pravilneje Periadriatski prelom ali Periadriatska prelomna cona, ki je najpomembnejša geološka struktura v bližnji okolici Kamniško-Savinjskih Alp.

Periadriatski lineament je kompleksna polifazna subvertikalna prelomna cona, ki poteka vzdolž skoraj celotnih Alp (SCHMID *et al.*, 1996). Približno vzporedno s Periadriatskim lineamentom poteka tudi Savski prelom, ki omejuje Karavanke in Kamniško-Savinjske Alpe na jugu. Savski prelom je v resnici del Periadriatske prelomne cone. Južne Alpe so bile paleogeografsko del Dinaridov, vendar so se od njih ločile v miocenu (PLACER, 2008). Danes jih na severu omejujejo Periadriatski lineament ter Labotski in Ljutomerski prelom, na jugu pa Južnoalpska narivna meja in Savski prelom. V Južnih Alpah izdanjajo mezozojske kamnine Julijske karbonatne platforme in Slovenskega bazena, ki se je v mezozoiku razprostiral med Julijsko karbonatno platformo

na severu in Dinarsko karbonatno platformo na jugu. Južno od Periadriatskega lineamenta v Karnijskih Alpah in Karavankah izdanjajo tudi starejše, paleozojske kamnine (MIOČ, 1997; PLACER, 2008). V Kamniško-Savinjskih Alpah najdemo tudi spodnjeoligocenske plasti Panonskega bazena. Največji obseg imajo v dolini Kamniške Bistrice in Korošice kot njenega pritoka. Na zahodnih pobočjih Velike planine jih najdemo celo na nadmorski višini nad 1200 m, kar kaže, da so Kamniško-Savinjske

Alpe območje relativno mladega dvigovanja. Območje med Periadriatskim lineamentom in južno ležečim sistemom Savski prelom-Celjski prelom FODOR *et al.* (1998) interpretirajo kot ogromno strižno lečo z zapletenim mehanizmom notranje deformacije in rotacije posameznih tektonskih blokov. V neogenu se je ob Periadriatskem lineamentu izvršil desni zmik, velikosti dobrih 100 km, ob Savskem prelomu pa verjetno do okoli 50 km (PLACER, 1996a; VRABEC, 2001). Najvzhodnejši izdanek cone



Periadriatskega lineamenta pri Slovenskih Konjicah seka desnozmčni Labotski prelom, ob katerem premik znaša okoli 20 km. Večji del premika se je izvršil po miocenu, verjetno v pliocenu (KÁZMÉR *et al.*, 1996). Razmik Periadriatskega lineamenta ob Labotskem prelomu je verjetno povzročil nastanek Šoštanjskega preloma, ki se zahodno od Šoštanja odcepi od Periadriatskega lineamenta in se na vzhodu priključi Labotskemu prelomu. Ob Šoštanjskem prelomu je nastal Velenjski bazen, ki vsebuje

preko 1000 m sedimentov srednjepliocenske do kvartarne starosti (BREZIGAR, 1986). Ob severnem robu Karavank leži Celovski bazen s klastičnimi sedimenti srednjemiocenske do kvartarne starosti, ki dosegajo debelino do 1000 m (POLINSKI & EISBACHER, 1992; NEMES *et al.*, 1997). Preko sedimentov Celovskega bazena so ob položnih naravnih ploskvah narinjene mezozojske in paleozojske kamnine Karavank za okoli 5 km (POLINSKI & EISBACHER, 1992). Podobno so Karavanke v najvzhodnejšem podaljšku strukture Severnih Karavank v Sloveniji narinjene na srednjemiocenske sedimente (MIOČ & ŽNIDARČIČ, 1977; PLACER, 1996b), bočno pa miocenske plasti deloma erozijsko nalegajo na mezozoik Karavank (VRABEC, 2001). VRABEC (2001) zato domneva, da se je narivanje začelo šele po srednjem miocenu. V mežiškem rudišču je PLACER (1996b) v kraških kanalih ob lezikah v triasnem apnencu opazil plasti horizontalno laminirane in povsem nekonsolidirane gline, ki so bile pri gubanju skupaj s triasnimi plastmi zarotirane v poševno lego. Čeprav starost te gline ni bila natančno določena, lahko domnevamo, da gre za mlad sediment in posredno sklepamo na zelo mlado narivanje Pecinega nariva v strukturi Severnih Karavank (PLACER, 1996b). Možnost, da se je tudi glavna faza narivanja Kamniško-Savinjskih Alp zgodila po srednjem miocenu, podpirajo tudi nagubane srednjemiocenske plasti v Tunjiškem gričevju in Tuhinjski dolini, ki so ponekod celo v inverzni legi (PREMRU, 1983a; ŽALO HAR & ZE VNIK, 1996, 2006; VRABEC, 2001).

V večini geološke literature raziskovalci interpretirajo, da naj bi bile Kamniško-Savinjske Alpe, podobno kot so Julijske Alpe, narinjene proti jugu. MIOČ *et al.* (1983) označujejo osrednji del Kamniško-Savinjskih Alp kot Savinjski nariv, ki je ekvivalenten Julijskemu pokrovu v Julijskih Alpah (PLACER, 2008). Strukturno pod Savinjskim narivom naj bi ležal Južnokaravanški nariv.



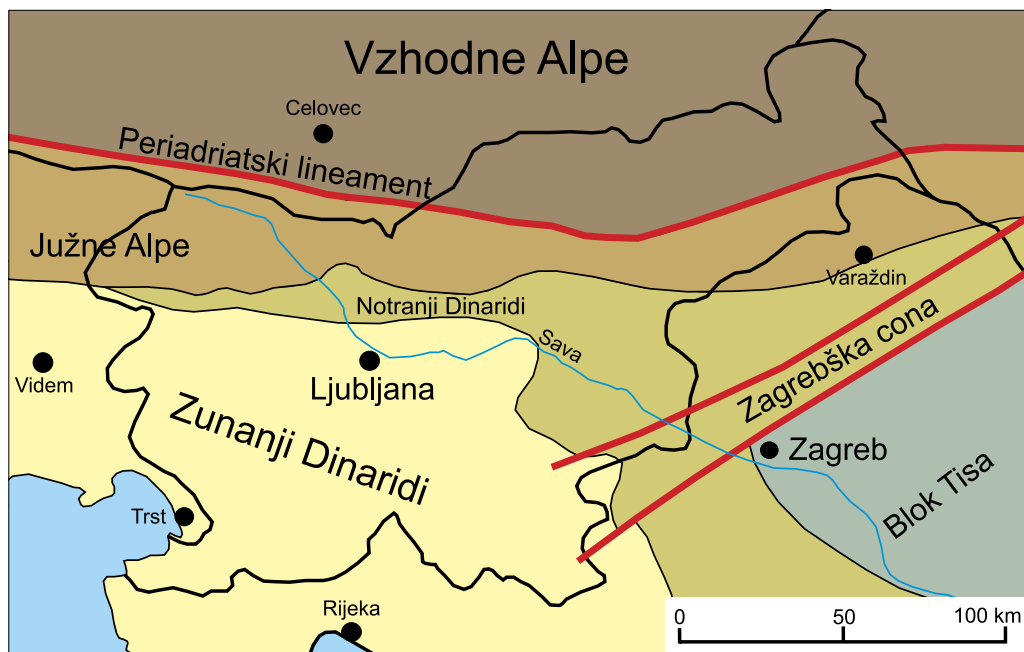
Kamniško sedlo.

Mt Kamniško sedlo.

V magistrskem delu se je CELARC (2001) ukvarjal tudi z vprašanjem obstoja nariva Kamniško-Savinjskih Alp od meje z Avstrijo zahodno od Matkovega kota do vrha grebena med Logarsko dolino in Robanovim kotom. V nasprotju s predhodnimi raziskovalci Celarc ni našel dokazov za obstoj Savinjskega nariva. Povsod je lahko opazoval le normalno litološko zaporedje med ladinjskimi, pretežno ploščastimi kamninami in masivnimi cordevolskimi apnenci. Te ugotovitve je dodatno podkrepil v doktorski disertaciji (CELARC, 2004). Na podlagi normalne lege zgornjetriasnih karbonatnih kamnin na srednjetrojstnih klastičnih kamninah v Julijskih Alpah (SKABERNE *et al.*, 2003) in enake situacije v Kamniško-Savinjskih Alpah PLACER (2008) ugotavlja, da je potrebno opustiti idejo o Julijskem (oziroma Savinjskem) pokrovu in namesto tega obravnavati Julijske Alpe kot narivno grudo. Posamezne narivnice v Julijskih Alpah in Kamniško-Savinjskih Alpah pa so lahko le lokalnega značaja.

VRABEC (2001) se je ukvarjal s strukturno analizo Savskega preloma in se pri tem dotaknil tudi zgradbe Kamniško-Savinjskih Alp. Glede na geometrijo luskaste zgradbe v hribu Grohat in glede na generalni vpad plasti proti W ali WSW je ugotovil, da so se Kamniško-Savinjske Alpe narivale proti NE in ne proti jugu, kot je bilo mišljeno do tedaj. Do podobnih sklepov sta prišla VRABEC & DAIČMAN (2003) tudi pri preiskavi SW–NE usmerjenega profila iz doline Kamniške Bistrice, vzdolž Kamniške Bele, mimo Kope, Rzenika, Zeleniških Špic, preko Čohavnice in Vežice do Korošice.

Pomembna strukturna enota na preiskovanem ozemlju je tudi stik Kamniško-Savinjskih Alp in Karavank. Ta loči dve tektonski enoti, ki se razlikujeta po litološki sestavi in tudi po orientaciji tektonskih struktur. Medtem ko v Južnih Karavankah prevladujejo prelomi s smerjo E–W, v NE-delu Kamniško-Savinjskih Alp prevladujejo NE–SW usmerjeni prelomi. Prelom, ki predstavlja stik Karavank in Kamniško-Savinjskih Alp, je CELARC (2002)



Poenostavljena geotektonska karta Slovenije (po PLACER, 2008, in HERLEC & HLAD, 2005).
Simplified geotectonic map of Slovenia (after PLACER, 2008, and HERLEC & HLAD, 2005).

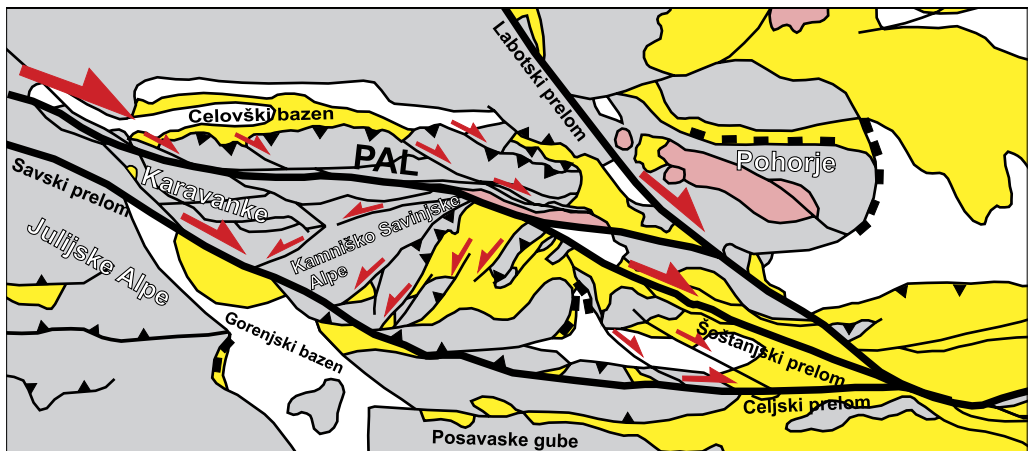
poimenoval Podolševski prelom. Ob njem izdanjajo kamnine zelo različnih starosti (paleozoik, trias). Podolševski prelom predstavlja skrajno južno mejo Karavank, ki tu mejijo na togi karbonatni blok Kamniško-Savinjskih Alp.

Stratigrafski pregled

V tektonskem smislu Kamniško-Savinjske Alpe in Južne Karavanke predstavljajo ogromno strižno lečo med Periadriatskim in Savskim prelomom (FODOR *et al.*, 1998; VRABEC, 2001). Pred desnim zmikom ob Savskem prelomu so Kamniško-Savinjske Alpe predstavljale vzhodno nadaljevanje Julijskih Alp (PLACER, 2008). Zaradi izjemne tektonske deformiranosti so danes posamezne stratigrafske enote ločene med seboj. Nепrekinjeno zaporedje je opisal CELARC (2004), nato pa še CELARC & GORIČANOVA (2007) z območja ostenj Križevnika. Ne glede na množico objavljenih razprav in več geoloških kart, ki

pokrivajo območje Kamniško-Savinjskih Alp (TELLER, 1898a, 1898b; MIOČ, 1983; MIOČ *et al.*, 1983; PREMUR, 1983a, 1983b), ostaja srednjetriasna stratigrafija Kamniško-Savinjskih Alp razmeroma slabo raziskana. Zaenkrat še nimamo splošno priznanih imen za posamezne formacije. Kjer je bilo le mogoče, smo v tem besedilu zato uporabili že uveljavljena imena s področij Julijskih Alp (CELARC & KOLAR - JURKOVŠEK, 2008), Karnijskih Alp (GIANOLLA *et al.*, 1998) in Južnih Karavank (KOZUR *et al.*, 1994, 1996). V tem delu podajamo le kratek in splošen stratigrafski pregled. Podrobnejši pregled, predvsem pregled formacij in horizontov, v katerih smo našli ostanke vretenčarjev, je podan v naslednjih poglavjih.

Stratigrafski razvoj triasnih plasti v Kamniško-Savinjskih Alpah je bil povezan z ekstenzijsko tektoniko v srednjem in zgornjem aniziju in ladiniju. Ta je povzročila postopni razpad Slovenske karbonatne platforme, ki je od zgornjega perma obsegala skoraj celotno ozemlje današnje Slovenije (BUSER *et al.*,



- 1) 2) 3)

Poenostavljena tektonska karta severne Slovenije. Prikazani so največji prelomi, kvartarni bazeni, paleozojske in mezozojske kamnine (1), terciarni sedimenti Panonskega bazena (2) in terciarne intruzivne kamnine (3). Poenostavljeno po FODOR *et al.* (1998) in VRABEC (2001).

Simplified tectonic map of Northern Slovenia showing the largest faults, Quaternary basins, Paleozoic and Mesozoic rocks (1), Tertiary sediments of the Pannonian basin system (2) and Tertiary intrusive rocks (3). Simplified after FODOR *et al.* (1998) and VRABEC (2001).

1982; HASS *et al.*, 1995; BUSER *et al.*, 2007; BUSER *et al.*, 2008). Platforma je bila prelomljena ob številnih, večinoma W–E poteka-jočih prelomih na posamezne bloke, ki so se pogrezili različno globoko. Nekateri bloki pa so se celo relativno dvignili in tvorili kopnine (GORIČAN & BUSER, 1989). Ponekod so se tako začeli odlagati konglomerati, drugod megabreče ali globljevodni morski sedimenti. Istočasno pa je tektonska dejavnost povzročila nastajanje neptunskih dajkov in kamnin spilitno-keratofirske združbe (npr. BUSER *et al.*, 1982; CELARC & GORIČAN, 2007).

Najstarejše kamnine na preiskanem ozemlju so spodnjetriasne starosti. V večini starejše literature jih imenujejo tudi skitske plasti. Danes se poimenovanje skitij za spodnji trias opušča, namesto skitija pa razdelimo spodnji trias na induanij in olenekij. V tem delu zaradi uporabnosti kljub temu še vedno uporabljamo klasično poimenovanje. Spodnjetriasne plasti predstavljajo raznobarvni peščenjaki in laporasti apnenci **Werfenske formacije**, ki ponekod vsebujejo zelo bogato amonitno favno z vrsto *Tirolites cassianus*, pogosti so tudi polži vrste *Natiria costata* in sledovi bioturbacije.

Nad spodnjetriasnimi skitskimi plastmi sledi **anizijsko zaporedje**. Spodnjeanizijski dolomiti ali algni apnenci s foraminifero *Meandrospira dinarica* predstavljajo ekvivalent **Spodnjemu Serlskemu dolomitu** v italijanskem delu Južnih Alp. Lateralno prehajajo ali pa se izmenjujejo s konglomeratnimi ali brečastimi horizonti ali celo s temnimi laminiranimi bituminoznimi apnenci in laporci z omejenim obsegom. Debelina anizijskega dolomita je zelo različna. Ocenjujemo, da dosega od 50 do 500 m.

Na Veliki planini se pojavlja približno 200 m debel **Horizont Velike planine**, v katerem smo našli pomembna nahajališča anizijskih vretenčarjev. Horizont Velike planine sestoji iz temnih laminiranih do debeloplastnatih bituminoznih apnencev, ki verjetno predstavljajo lateralni ekvivalent spodnjeanizijskega dolomita v spodnjem delu in nekoliko mlajših srednjeanizijskih plasti Strelovške formacije v zgornjem delu. Kljub številnim vzorcem, ki smo jih

zbrali, da bi v njih našli konodonte, noben vzorec ni bil pozitiven. Zato natančna starost Horizonta Velike planine ostaja vprašljiva.

Nad spodnjeanizijskim dolomitom in njegovimi lateralnimi ekvivalenti sledijo plasti **Strelovške formacije**. Strelovška formacija izdanja v celotnem osrednjem delu Kamniško-Savinjskih Alp in predstavlja značilen markirni horizont za stratigrafske in tektonske raziskave. Debelina Strelovške formacije znaša do 60 m, sestoji pa iz zaporedja temnih laminiranih bituminoznih laporovcev, muljevcev in apnencev ter iz svetlih laminiranih do debeloplastnatih apnencev in dolomitov. V teh plasteh se pojavljajo številni fosili polžev, školjk, ramenonožcev, morskih lilij, morskih ježkov, rib in plazilcev. V plasteh Strelovške formacije nismo našli konodontov, zato je njena natančna starost nekoliko vprašljiva. Glede na stratigrafsko lego nad spodnjeanizijskimi karbonati Serlske formacije ter pod zgornjeanizijskimi karbonati Contrinske formacije je Strelovška formacija verjetno srednjeanizijske starosti (najverjetneje pelsonske starosti).

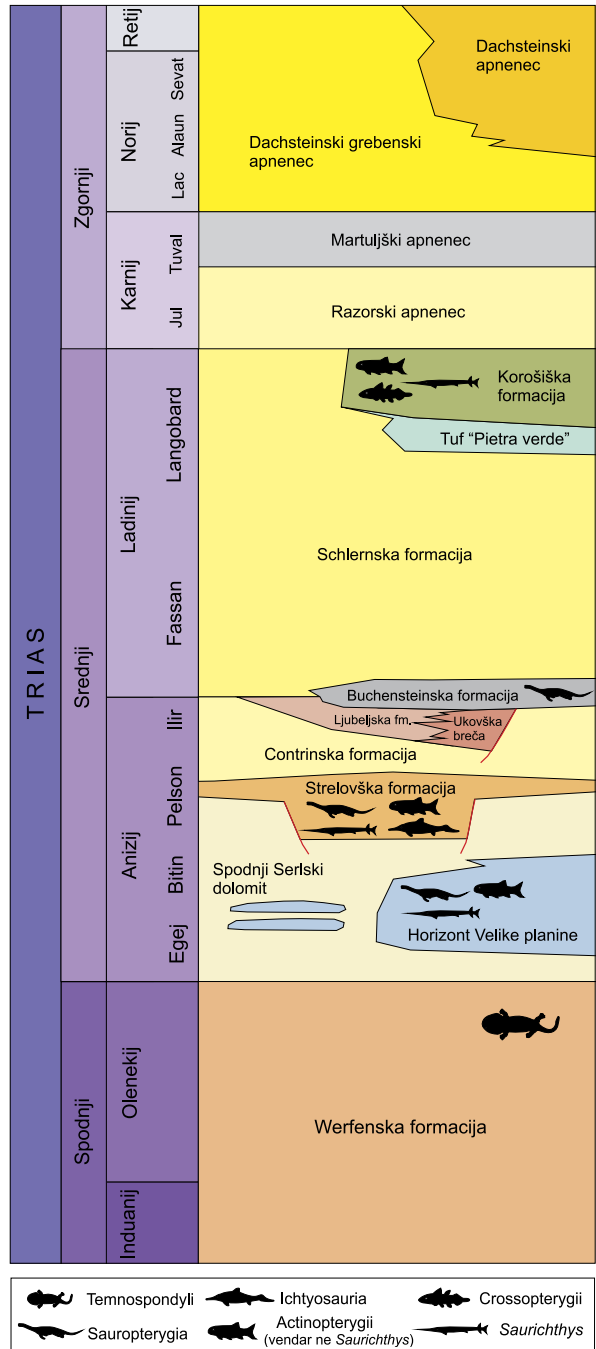
Nad Strelovško formacijo sledijo masivni svetlosivi platformni apnenci **Contrinske formacije** v debelini do 300 m. Ponekod se v njih pojavljajo tanke plasti temnega laporovca in glinavca s številnimi rastlinskimi ostanki in majhnimi ramenonožci. Contrinska formacija je bila presekana z neptunskimi dajki, ki so jih zapolnili rdeči meljasti sedimenti. Nad Contrinsko formacijo sledijo plasti **Ljubeljske formacije**, ki sestojijo iz rdečega pelagičnega (globljemorskega) apnenca, bogatega z radiolariji, ki kažejo na ilirsko starost plasti (CELARC & GORIČAN, 2007). Biostratigrafsko jih lahko postavimo v amonitno cono *Kellnerites*. Plasti Ljubeljske formacije dokazujejo razpad in potopitev karbonatne platforme v zgornjem aniziju (iliru). Ljubeljski formaciji sledijo **polimiktčne breče in konglomerati** (ekvivalenti **Ukovške breče**). Megabreče so bile odložene v globljih delih polgrabnov, ki so nastali kot posledica diferencialnih premikov posameznih blokov zaradi ekstenzijske tektonike (CELARC & GORIČAN, 2007). Polimiktčne breče in konglomerati navzgor preidejo v

laporovce in laporaste apnenice **Buchensteinske formacije** ter v apnenice z algo *Diplopore annulata*, ki lahko ustrezajo **apnencem tipa Pontebba** (*sensu* FOIS & JADOUL, 1983). Skupna debelina opisanih »pisanih ladinjskih kamnin« v Kamniško-Savinjskih Alpah ne presega nekaj deset metrov.

Nad temi plastmi sledi več kot 600 m debelo zaporedje masivnega apnenca ladinjske **Schlernske formacije**. V nekaterih delih sedimentacijskega bazena plitvovodna sedimentacija ni bila prekinjena. Tam apnenci Contrinske formacije prehajajo v Schlernsko formacijo neposredno brez prekinitev.

V zgornjem delu je bilo odlaganje plasti Schlernske formacije prekinjeno z odlaganjem tufov (»pietra verde«) in plasti ploščastih apnencev z roženci in kalkarenitov s školjkami *Daonella lommeli*. Te plasti so langobardske starosti in smo jih uvrstili v **Koroško formacijo** (JURKOVŠEK, 1984; CELARC 2004, 2007). Na Korošici pri Kocbekovem domu lahko opazujemo plasti zelenega tufa, nad katerim sledi več deset metrov debelo zaporedje tanko-debeloplastnatega bituminoznega apnenca z rožencem in zelo bogato favno školjk (JURKOVŠEK, 1984), številnimi amoniti in ostanki vretenčarjev. Lokalno se plasti Koroške formacije sploh niso odložile. Na takšnih mestih lahko najdemo breče, ki kažejo na diskordanco med karbonatnimi kamninami Schlernske formacije in mlajšimi karnijskimi apnenci (CELARC, 2004). Konec odlaganja plasti Koroške formacije zaznamuje napredovanje (progradacija) zgornjeladinjske do karnijske karbonatne platforme proti odprtemu morju.

V karniju so se odlagali večinoma plitvovodni platformni apnenci in grebenski apnenci, ki ustrezajo **Razorskemu apnencu** v Julijskih Alpah



Poenostavljen stratigrafski stolpec triasnih plasti v Kamniško-Savinjskih Alpah.

Simplified stratigraphic column of Triassic beds in the Kamniško-Savinjske Alps.

(CELARC & KOLAR - JURKOVŠEK, 2008). Regionalno poglobljanje ozemlja v tuvalu pa se je v prostoru današnjih Kamniško-Savinjskih Alp odrazilo z odložitvijo tankega horizonta pelagičnega rdečkastega **Martuljškega apnenca** v skupni debelini do 20 m. Močna progradacija norijske karbonatne platforme je vodila do odlaganja debelega zaporedja **Dachsteinskih apnencev**. Značilni Dachsteinski apnenci so se odlagali za progradirajočimi grebeni. Za debeloplastnate Dachsteinske apnence so ponekod značilne loferske cikloteme, občasno pa se vmes pojavljajo tudi grebenski apnenci (BUSER *et al.*, 1982).

- BREZIGAR, A. 1986: Premogova plast Rudnika lignita Velenje. *Geologija*, 28/29: 319–336.
- BUSER, S., RAMOVŠ, A., TURNŠEK, D. 1982: Triassic Reefs in Slovenia. *Facies*, 6: 15–24.
- BUSER, S., KOLAR - JURKOVŠEK, T., JURKOVŠEK, B. 2007: Triassic conodonts of the Slovenian Basin. *Geologija*, 50 (1): 19–28.
- BUSER, S., KOLAR - JURKOVŠEK, T., JURKOVŠEK, B. 2008: The Slovenian Basin during the Triassic in the Light of Conodont Data. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 127 (2): 257–263.
- CELARC B., KOLAR - JURKOVŠEK T. 2008: The Carnian-Norian basin-platform system of the Martuljek Mountain Group (Julian Alps, Slovenia): progradation of the Dachstein carbonate platform. *Geologica Carpathica*, 59 (3): 211–224.
- CELARC, B. 2001: Geološka zgradba ozemlja okolice Logarske doline. Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani: 112 str.
- CELARC, B. 2004: Geological structure of the northwestern part of the Kamnik-Savinja Alps. Ph.D. Thesis, University of Ljubljana: 137 p.
- CELARC, B. 2007: Middle and Late Triassic dynamics of the Julian Carbonate platform (Slovenia) in the light of the stratigraphy geosites frameworks. Geological heritage in the South-eastern Europe, Ljubljana, Slovenia 5.-9. September 2007 (Book of abstracts): 28–29.
- CELARC, B., GORIČAN, Š. 2007: Diferenciran razpad anizijske (ilirske) karbonatne platforme v Julijskih Alpah (Prisojnik) in Kamniško-Savinjskih Alpah (Križevnik). Reports, 18th Meeting of Slovenian Geologists, 18: 11–15.
- FODOR, L., JELEN, M., MÁRTON, E., SKABERNE, D., ČAR, J., VRABEC, M. 1998: Miocene-Pliocene tectonic evolution of the Periadriatic line in Slovenia – implications for Alpine-Carpathian extrusion models. *Tectonics*, 17: 690–709.
- FOIS, E., JADOUL, F., 1983: La Dorsale Paleocarnica anisica di Pontebba. *Riv. It. Paleont. Strat.*, 89 (1): 3–30.
- GIANOLLA, P., DE ZANCHE, V., MIETTO, P. 1998: Triassic Sequence Stratigraphy in the Southern Alps (Northern Italy): Defenition of Sequences and Basin Evolution. *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*, SEPM Special Publication, 60: 719–747.
- GORIČAN, Š., BUSER, S. 1990: Middle Triassic radiolarians from Slovenia (Yugoslavia). *Geologija*, 31-32: 133–197.
- JURKOVŠEK, B. 1984: Langobardske plasti z daonelami in pozidonijami v Sloveniji. *Geologija*, 27: 41–95.
- KÁZMER, M., FODOR, L., JÓZSA, S., JELEN, B., HERLEC, U., KUHLEMANN, J. 1996: Late Miocene paleogeography of Slovenia and the Southern Alps: a palinspastic approach. 6th Symposium on Tektonik Strukturgeologie-Kristallingeologie., Univ. of Salzburg: 212–214.
- KOZUR, H. W., KRAINER, K., LUTZ, D. 1994: Middle Triassic Conodonts from the Gartnerkofel – Zielkofel Area (Carnic Alps, Carinthia, Austria). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 137 (2): 275–287.
- KOZUR, H. W., KREINER, K., MOSTLER, H. 1996: Radiolarians and Facies of the Middle Triassic Loibl Formation, South Alpine Karawanken Mountains (Carinthia, Austria). *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 4: 195–269.
- MIOČ, P. 1983: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. Tolmač za list Ravne na Koroškem. Zvezni geološki zavod, Beograd, 69 str.
- MIOČ, P. 1997: Tectonic structures along the Periadriatic Lineament in Slovenia. *Geologica Croatica*, 50 (2): 251–260.

- MIOČ, P., ŽNIDARČIČ, M. 1977: Osnovna geološka karta Jugoslavije 1:100.000, list Slovenj Gradec. Zvezni geološki zavod Beograd.
- MIOČ, P., ŽNIDARČIČ, M., JERŠE, Z. 1983: Osnovna geološka karta SFRJ, list Ravne na Koroškem, 1 : 100.000. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- NEMES, F., NEUBAUER, F., CLOETHING, S., GENSER, J. 1997: The Klagenfurt basin in the Eastern Alps: an intra-orogenic decoupled flexural basin?. *Tectonophysics*, 282: 189–203.
- PLACER, L., 1996a: O premiku ob Savskem prelomu. *Geologija* 39, 283–287.
- PLACER, L. 1996b: Pecin nariv ob Periadriatskem lineamentu. *Geologija*, 39: 289–302.
- PLACER, V. 2008: Principles of the tectonic subdivision of Slovenia. *Geologija*, 51 (2): 205–217.
- POLINSKI, R.K., EISBACHER, G.H. 1992: Deformation partitioning during polyphase oblique convergence in the Karawanken Mountains, southeastern Alps. *Journal of Structural Geology*, 14: 1203–1213.
- PREMRU, U. 1983a: Osnovna geološka karta SFRJ, list Ljubljana, 1:100.000. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- PREMRU, U. 1983b: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. Tolmač za list Ljubljana. Zvezni geološki zavod, Beograd, 75 str.
- SCHMID, S. M., PFIFFNER, O. A., FROTHEIM, N., SCHÖNBORN, G., KISSLING, E. 1996: Geophysicalgeological transect and tectonic evolution of the Swiss-Italian Alps. *Tectonics*, 15 (5): 1036–1064.
- SCHMID, S. M., FÜGENSCHUH, B., KISSLING, E., SCHUSTER, R. 2004: TRANSMED Transects IV, V and VI: Three lithospheric transects across the Alps and their forelands. V: The TRANSMED Atlas: The Mediterranean Region from Crust to Mantle. Editors Cavazza W., Roure F., Spakman W., Stampfli G. M. & Ziegler P. A. 2004: A publication of the Mediterranean Consortium for the 32nd International Geological Congress.
- SKABERNE, D., GORIČAN, Š., ČAR, J. 2003: Kamnine in fosili (radiolariji) iz kamnoloma Kamna Gorica. *Vigenjc*, 3: 85–99.
- TELLER, F. 1898a: Eisenkappel und Kanker, Zone 20, Col. 11 (Geologische Spezialkarte der k. k. Österreichisch – Ungarischen Monarchie 5453, 1: 75 000). K. k. Geologische Reichsanstalt, Wien.
- TELLER, F. 1898b: Erläuterungen zur Geologischen Karte der k. k. Österreichisch – Ungarischen Monarchie Eisenkappel und Kanker. K. k. Geologische Reichsanstalt, Wien: 1–150.
- VRABEC, M. 2001: Structural analysis of the Sava Fault zone between Trstenik and Stahovica. Ph. D. Thesis, University of Ljubljana, Ljubljana, 94 p.
- VRABEC, M., DAJČMAN, G. 2003: Novi podatki o narivni zgradbi Kamniških Alp. *Geološki zbornik (Posvetovanje slovenskih geologov)*, 17: 171–173.
- ŽALO HAR, J., ZE VNIK, J. 1996: Terciarn e plasti v Tunjiškem gričevju. Poroč ilo, Oddelek za geologijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 139 str.
- ŽALO HAR, J., ZE VNIK, J. 2006: Miocenske plasti v Tunjiškem gričevju. *Kamniški zbornik*, 18: 289–301.