

O GEOLOŠKEM RAZVOJU KLASIČNEGA KRASA
ABOUT THE GEOLOGICAL DEVELOPMENT OF CLASSICAL KARST

RADO GOSPODARIČ

Referat na Simpoziju o kraškem površju
Postojna, 12.—14. junija 1985
*Paper presented on the Symposium of karst surface
Postojna, June 12—14, 1985*

Naslov — Address

dr. RADO GOSPODARIĆ, znanstveni svetnik, izr. prof.
Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU
66230 Postojna, Titov trg 2
Jugoslavija

UDK 551.763.3(24)(497.12)
551.78/79(24)(497.12)
551.44(497.12)

Izvleček

Gospodarič Rado: O geološkem razvoju klasičnega krasa.

Prispevek obnavlja dosedanje znanje o paleogeografskih razmerah in zakrasevanju v zgornji kredi in terciarju ter ugotavlja faze zakrasevanja v kvartarju. Pokazani so favnistični in floristični, posebej pa sedimentološki dokazi o stratigrafskem zaporedju izvotljevanja in zasipavanja kraških jam med kraškimi polji in v ponornih območjih kraških ponikalnic. Z novejšimi podatki je dopolnjen geološko-geomorfološki model S. Brodarja (1952) o razvoju kraških jam v kvartarju. Nakazani so nerešeni problemi datiranja terra rosse in puhlice ter raznovrstnih fluvialnih sedimentov na kraškem površju in v podzemlju, ki ovirajo geokronološko usklajevanje številnih geoloških in geomorfoloških podatkov s klasičnega krasa Slovenije.

UDC 551.763.3(24)(497.12)
551.78/79(24)(497.12)
551.44(497.12)

Abstract

Gospodarič Rado: About the geological development of classical Karst.

The article resumes the knowledge on paleogeographic conditions and karstification in Upper Cretaceous and Tertiary and established the phases of karstification in Quaternary. Faunistic and floristic, and specially sedimentological proofs of the stratigraphic sequences of cavitation and filling of karst caves among karst poljes and in ponor regions of karst sinking streams are shown. By the recent data geologic geomorphological model of S. Brodar (1952) about the karst caves development in Quaternary is completed. Terra rossa and loess dating as well as several fluvial sediments on the karst surface and in the underground are presented as the unsolved problems, impeding the geochronological adjustment of several geological and geomorphological data from Classical Karst of Slovenia.

O GEOLOŠKEM RAZVOJU KLASIČNEGA KRASA

Za uspešno preučevanje krasa neke pokrajine neobhodno potrebujemo podatke o geološki zgradbi in geološkem razvoju. V analizo in sintezo vključujemo geološki čas od nastajanja kamnine do njenih tektonskih deformacij, od prvega kopnega do današnjega površja.

Za obravnavani del klasičnega krasa, ki je pretežno razvit v krednih in paleocenskih apnencih, imamo že dokaj opredeljene litološke osnove zakrasevanja, manj pa vemo o geokronološkem zaporedju nastajanja in oblikovanja tega krasa. Če na zakrasevanje v mezozoiku in starejšem terciarju še lahko sklepamo po stratigrafsko opredeljenih boksitih in po emerzijah kopnega, potem je ugotavljanje zakrasevanja v neogenu na obravnavanem krasu zelo otežkočeno, ker ne poznamo tod ustreznih sedimentov. O geološko-geomorfološkem razvoju posameznih tukajšnjih kraških pojavov pretežno iz kvartarja sicer poročajo nekateri raziskovalci (S. Brodar, 1952; I. Gams, 1965; R. Gospodarič, 1976; R. Gospodarič in P. Habič, 1979), vendar smo še daleč od stratigrafsko utrjene regionalno in globalno veljavne geokronologije obdobja zakrasevanja v neogenu in kvartarju.

Na obravnavanem krasu so najbolj razgaljene in zakrasele kamnine kredne periode. Njihovo razširjenost ter stratigrafsko in tektonsko razmerje do

jurskih skladov v talnini in terciarnih plasti v krovlini prikazujejo in opisujejo geološke karte in tolmači, predvsem listi Postojna, Ilirska Bistrica in Trst v merilu 1:100.000 (M. Pleničar, 1970; D. Šikić in M. Pleničar, 1975; M. Pleničar, A. Polšak, D. Šikić, 1973). V splošnem gre za plitvomorske in nadplimske sedimente v spodnji kredi ter grebenske in obgrebenske apnenice v zgornji kredi. Podrobnejše podatke z Divaškega, Postojnskega in Cerkniškega krasa sta s tem v zvezi objavila R. Gospodarič (1983) ter J. Čar in R. Gospodarič (1984).

S stališča zakrasevanja je zanimiva litološko-petrološka sestava krednih skladov. V mikritnih in sparnitnih apnencih imamo namreč vključene tudi dolomitizirane in silificirane apnenice, ki zaradi slabše topnosti zavirajo zakrasevanje na površju in v podzemlju. Zanimiva je tudi različna skladnatost in z njo povezana različna razpokanost apnenčevih skladov, saj vpliva na morfologijo podzemeljskih rogov in na oblike površinskega krasa.

Doslej še ni pojasnjeno, čemu imamo na obravnavanem ozemlju prav v zgornjekrednih kamninah najbolj razvit površinski in podzemeljski kras. Možno je, da te kamnine bolj zakrasevajo, ker so primarno in sekundarno bolj proпустne kot krovni paleocenski apnenici, saj so lahko bile že na prehodu iz kredne v terciarno periodo tektonsko deformirane in na občasnem kopnem izpostavljene prvemu zakrasevanju.

Karbonatni danijski in drugi paleocenski skladi se razlikujejo od krednih po litološki in petrološki sestavi pa tudi po organskih ostankih (R. Pavlovic, 1963). V teh apnencih so kraški pojavi slabše razviti, manj je tudi kraških jam, ki tudi po razsežnostih ne dosegajo onih v krednih apnencih. To je posebej izrazito na Divaškem krasu in na zahodnem obrobju Pivške kotline, kjer je ta primerjava možna zaradi zvezne sedimentacije. Domnevamo, da so paleocenski apnenici v primerjavi s krednimi slabše topni, manj primarno in sekundarno porozni ter manj tektonsko porušeni.

Kredne in paleocenske kamnine so bile v eocenski epohi transgresivno prekrivane s flišnimi kamninami v debelini najmanj 600 m, vse skupaj pa v oligocenu nagubane in prerinjene tudi do 30 km daleč. To tektonsko dogajanje je za naše območje rekonstruiral L. Placer (1981) in pokazal, da se je na Komenski alohton (Divaški kras, jugozahodni del Pivške kotline) narinila Snežniška gruda (osrednji in vzhodni del Pivške kotline, Postojnski kras, Cerkniški kras), na njo pa Hrušinski pokrov (Nanos, Hrušica, Slivnica). Del Hrušiškega pokrova na flišu Snežniške grude je lepo ohranjen v Smihelski tektonski krpi (J. Čar in A. Juren, 1980). Tako tektonsko deformirane litostratografske skladovnice so bile podvržene geomorfološkim procesom in tudi zakrasevanju. S kopnega Komenskega alohtona je morala biti najprej erodirana debela flišna formacija, da so apnenici v talnini lahko začeli zakrasevati, na kopnem območju karbonatnih pokrovov pa je bilo zakrasevanje možno takoj po končanem narivanju.

Kakšne so bile takrat siceršnje paleogeografske razmere na območju obravnavanega krasa, lahko le ugibamo, ker nimamo tod ohranjenih tedanjih sedimentov. Lahko le sklepamo, da so se v morja stekale reke s tedaj še pretežno flišnega kopnega, kjer je bila po I. Rakovcu (1947/48) morebiti že zasnovana razvodnica med vzhodnimi, zahodnimi in južnimi morji. Na panonski

strani poznamo karbonatne in klastične oligocenske plasti ter miocensko molaso, na alpski in predalpski (zahodni) strani pa oligocenski fliš in miocensko molaso (M. P. Gwinner, 1971).

V miocenu moremo računati s pojavi disjunktivne tektonike. Če ne prej, so v tej epohi dolgi zmični prelomi NW—SE in NE—SW smeri razkosali nagubano in narivno zgradbo. Oživiljeni in novi prelomi (med njimi idrijski, predjamski, divaški, raški in drugi) so po eni strani porušili sklade in ustvarili vse vrste prelomnih con, po drugi strani pa vodoravno, poševno in navpično premetili kamninske enote za več sto, tudi tisoč metrov. Takrat so bile že zasnovane depresije in vzpetine ter površinski rečni sistemi v pokrajini s tropsko in subtropsko klimo ter bujno vegetacijo (I. Rakovec, 1952/53).

Podobne paleogeografske in klimatske razmere domnevamo tudi v pliocenski epohi (M. Pleničar, 1956). V tedanjih kotlinah so iz močvirnatih gozdov nastali kasnejši ligniti, kakor jih poznamo v Kočevju in Kanižarici (A. Budnar-Tregubov, 1961), v Kosezah pri Ilirski Bistrici, pri Pisci severno od Reke in drugod (A. Šercelj, 1965). V pokrajini današnjega Primorskega in Notranjskega krasa naj bi erozijski procesi oblikovali široka podolja in zapustili na njih prodnate fluvialne sedimente (A. Melik, 1951, 1952; A. Winkler, 1957; D. Radinja, 1967), korozijski procesi pa ustvarili tropskemu ali subtropskemu krasu podobne reliefne oblike (P. Habič, 1968; D. Radinja, 1972). Raziskovalci menijo, da se je šele proti koncu pliocenske epohe moglo uveljaviti intenzivno podzemeljsko zakrasevanje in oblikovanje razsežnih kraških jam. Navedena, dostikrat protislovna gledanja na geološki razvoj našega krasa v pliocenu so oprta večinoma na lokalne in regionalne geomorfološke analize površja, ne pa tudi na zelene stratigrafske in geokronološke podatke. To je razumljivo, če upoštevamo, da ne poznamo zanesljivo datiranih kraških ali jamskih sedimentov iz mlajšega terciarja.

Današnji kraški relief odraža predvsem geomorfološke procese iz klimatskih obdobij kvartarja. Ta obdobja imamo pri nas relativno stratigrafsko opredeljena na podlagi fosilne favne in flore (I. Rakovec, 1956; 1975; A. Šercelj, 1962), najdene v izvenjamskih in jamskih sedimentih, pa tudi na podlagi modela razvojnih faz zakrasevanja, ki ga je sestavil S. Brodar (1952), ko je strnil izsledke preučevanja jamskih sedimentov Notranjskega in Primorskega krasa.

V razvojnem modelu kraških jam računa S. Brodar (1952) na »glavno erozijsko fazo« v mlajšem pliocenu, o čemer pa kot omenjeno, iz naših krajev nimamo stratigrafskih dokazov. Morebitnih tedanjih jam še nismo odkrili, ker so verjetno komaj ohranjene zaradi 100 in več metrov denudacijsko znižanega površja v kvartarju. Da so pa kraške jame na Primorskem krasu že bile razvite na prehodu pliocena v kvartar, lahko sklepamo po najdbah sesalske združbe, značilne za villafranchien, v rdečkasti kostni breči v jami Šandalji I pri Puli (M. Malez, 1968). Kljub kraški denudaciji pa so se ponekod na Notranjskem krasu vendarle ohranile nekatere spodnjekvartarne jame in sedimenti kot npr. na Logaškem ravniku (Verd, Lom) in na Zgornji Pivki (Parje). V tukajšnjih sivih karbonskih glinah je namreč A. Šercelj (1968, 1973) določil pelod tegelenske vegetacije iz predgünškega interglaciala. Podobna vegetacija je bila ugotovljena tudi v ilovici na flišni podlagi pri Bukovici pri Ilirski Bi-

strici (A. Šercelj, 1961). Razgibano površje naših krajev je bilo torej v spodnjem kvartarju že zakraselo in prevotljeno, očitno pa kraška polja tedaj še niso bila tako poglobljena, da bi omogočala podzemeljski pretok ponikalnic skozi pogloblitve jame v današnjih višinah kot je mišljeno v Brodarjevi 1. erozijski fazi. Poglobljanje jam in polj je treba uvrstiti tudi v srednji kvartar.

Z geološkega stališča je zanimivo vprašanje o starosti »flišnega zasipa«, ki naj bi v »prvi mogočni akumulacijski fazi« zasul kraške jame in prekril tudi depresije Notranjskega in Primorskega krasa (S. Brodar, 1952). Na različne naplavine tega favnistično in floristično sterilnega zasipa so zadeli pri paleolitskih izkopavanjih v kraških jamah ter ga stratigrafsko uvrstili v predriško obdobje, saj so ga vedno našli pod sedimenti zgornjega kvartarja (F. Osolc, 1968).

Speleogeološke raziskave v Postojnskem jamskem sistemu (R. Gospodarič, 1967) so pokazale, da je flišni zasip v jamah in na površju sestavljen iz več različnih stratigrafsko-petroloških členov, ki odražajo več akumulacijskih podfaz, vmesni hiatusi pa tudi več erozijskih podfaz.

Eno takih podfaz lahko domnevamo v gūnški poledenitvi, ko računamo s poglobljanjem kraških polj in jam (poševne etaže od 526 m na 470 m v Postojnskem jamskem sistemu, od 550 m na 510 m v Cerkniskem jamskem sistemu, nadalje v Križni jami, v Trhlovcu in Divaški jami). Razen ostankov primitivnega medveda v kostni breči pri Vrhovljah (I. Rakovec, 1975) ter hladnodobne vegetacije v spodnjih plasteh v Zalogu pri Novem mestu (A. Šercelj, 1961) v širšem območju obravnavanega krasa pa sicer nimamo o gūnških sedimentih in zakrasevanju trdnih stratigrafskih dokazov.

Mnogo bolje je favnistično in floristično utrjen kromerijski interglacial. V zgornjem delu sedimentov omenjenega Zaloga pri Novem mestu so našli ostanke etruščanskega nosoroga (A. Šercelj, 1961), v območju Pivške kotline naj bi domoval podvodni konj *Hippopotamus antiquus* (I. Rakovec, 1975); o bogati sesalski favni v kostnih brečah v fosilnih jamah dalmatinskega območja poroča M. Malez (1968). Jamski sedimenti iz tega interglaciala pa na našem krasu doslej še niso ugotovljeni, čeprav bi glede na subtropsko klimo lahko računali na nastajanje sige v jamah ter na nadaljnje poglobljanje podzemeljskih rogov med kraškimi polji.

Mindelske naplavine v debelini 30 m je ugotovil A. Šercelj (1966) na skalni podlagi Ljubljanskega barja. Gre za naplavine mrzle, aridne klime v takratnem periglacialnem območju med Alpami in Sredozemljem, ko je bila gladina morja znatno nižja od današnje v tako imenovani rimski regresiji (P. Woldstedt, 1958). Glede na bližino alpskih ledenikov in bolj oddaljeno morsko obalo smemo na našem območju računati s tundri ali stepi podobno pokrajino, pokrito s periglacialnimi klastičnimi sedimenti. V številnih kraških špranjah, v grbinah in v obodu Pivške kotline (Selce, Slovenska vas, rob Košanske doline) in Divaškega krasa (Ležeče) so ohranjeni sprijeti kremenčevi peski, morebiti ostanki puhličnega pokrova, ki je bil sicer kasneje skoraj v celoti odplavljen v rečne doline in ponorne jame. Tu zavedamo na presedimentirane pasovite ilovice in ilovnate peske, ki jim po enolični petrološki sestavi sodeč, ni mogoče pripisati samo flišno poreklo. Takšne sedimente smo našli namreč tudi v zgornjih rovih Križne jame (R. Gospodarič, 1974),

kjer flišnih kamnin v širši okolici ne poznamo. O puhlici podobnih sedimentih na našem krasu doslej še nismo razmišljali, čeprav je zelo verjetno, da so bili tod odloženi tako kot v Istri. Najbližje znano nahajališče puhličnih peskov na kraškem površju poznamo v Savudriji (A. B o g n a r, 1978).

K mindelskim sedimentom štejemo tudi pesek in prod pisanega roženca ter pasovite ilovice psevdovarvnega tipa na skalni podlagi pri Prestranku in Slavini, pri Pivki ter drugod po Pivški kotlini, nadalje v Postojnskem jamskem sistemu ter v jami Trhlovci in Divaški jami, kjer smo jih pred kratkim odkrili (R. G o s p o d a r i č, 1985). Speleogenetske analize so pokazale, da so verjetno v srednjem kvartarju oziroma proti koncu mindelske poledenitve obstajale hidrološke razmere, pri katerih so debele ilovnate plasti zasipavale v spodnjem kvartarju izoblikovane kraške jame.

Doslej obravnavani »mindelski« klastični sedimenti so v podzemlju in na površju pokriti ali s sigo ali s mešanico rdeče ilovice, limonitnih kongrecij in gruščem belega roženca (iz primarnih plasti v krednih in paleocenskih apnencih). Ti petrološko in klimatsko povsem drugačni sedimenti so nastajali na površju v mindel-riškem interglacialu in bili kasneje v zgornjem kvartarju, v »drugi erozijski fazi« po S. B r o d a r j u (1952), preloženi v podzemlje, kjer jih najdemo v obilnih količinah. S tem mnenjem odpiramo vprašanje nastajanja terra rosse, ki doslej ni bila dovolj upoštevana kot stratigrafsko pomembna paleoprst v sestavi kvartarnih sedimentov.

V stratigrafskem pogledu so sedimenti zgornjega kvartarja ali iz »druge akumulacijske faze« po S. B r o d a r j u (1952) najbolj preučeni, kar je bilo že večkrat opisano (F. O s o l e, 1968, S. B r o d a r, 1970; R. G o s p o d a r i č, 1981; 1981a; 1982; 1984). Jamski sedimenti so izraženi s sigami in grušči, z rdečo ilovico in alohtonimi naplavinami, kjer prevladuje predvsem gradivo flišnega izvora. Poglavitni jamski rovi so bili ponovno zasipani in občasno na novo izdolbljeni, vendar manj izrazito kot poprej v srednjem in spodnjem kvartarju. Poglobljene so bile podzemeljske struge v Škocjanskih jamah in v Kačni jami, v Postojnskem in Cerknškem jamskem sistemu, v Križni jami in drugod, prav tako so bila znižana tla kraških polj, ki so sicer pokrita s sedimenti vseh vrst, najbolj izrazito s tistimi iz würmskega glaciala. Morfološko je značilno oblikovanje globokih udornic nad jamskimi sistemi (R. G o s p o d a r i č, 1985). Speleogenetski procesi so dovolj dokumentirani vse do holocena, manj skladno pa povezani z geomorfološkimi procesi na površju. To zanimivo problematiko pa bomo obravnavali kdaj drugič.

Pri preučevanju krasa ter aktualističnih in historičnih procesov zakrasevanja združujemo raziskovalne metode in postopke geološke, geografske in drugih strok. Posledice fizikalno-kemično-klimatskih procesov geološke preteklosti poskušamo razporejati in vstavljati v geološki čas. Pri tem imamo enkrat več, drugič manj uspeha. Na primeru krasa v širši okolici Postojne smo obnovili večinoma že znane paleogeografske razmere kredne in terciarne periode. Pri tem smo zadeli na problem različno zakraselih krednih in paleocenskih apnencev ter na problem zakrasevanja v neogenu. Tudi o zakrasevanju v začetku kvartarne periode nimamo zanesljivih stratigrafskih dokazov, čeprav vsi mislimo, da se je takrat začelo najbolj uveljavljati.

Pri geokronološkem preučevanju krasa smo bolj kot na drugih terenih soočeni s problemi kvartarne stratigrafije. Slabo poznamo klimatsko-stratigrafski položaj ledenodobne puhlice, toplodobne terra rosse ter fluvialnih peskov in prodiv različnega porekla. Zadevamo tudi na neusklajeno in pomanjkljivo datirane organske ostanke in sige.

Vse to po eni strani otežkoča uvrščanje lokalnih geološko-geomorfoloških pojavov v regionalne in globalne okvire, po drugi strani pa odpira neomejene možnosti za iskanje, dopolnjevanje, preverjanje in usklajevanje različnih najdb in ugotovitev. To poskušamo doseči tudi s številnimi strokovnimi srečanji, med njimi tudi z našim.

LITERATURA

- Bognar, A., 1978: Les i lesu slični sedimenti Hrvatske. Geogr. glasnik, 40, 21—39, Zagreb.
- Brodar, S., 1952: Prispevek k stratigrafiji kraških jam Pivške kotline, posebej Parske golobine. Geogr. vestnik, 24, 43—76, Ljubljana.
- Brodar, S., 1970: Paleolitske najdbe v jami Risovec pri Postojni. Acta carsologica SAZU, 5, 271—295, Ljubljana.
- Budnar, A.-Tregubov, 1961: Mikropaleobotanička istraživanja uglja iz Kočevja i Kanižarice. Vesnik Inštituta za geol.-geof. istr., 19/1, 278—286, Beograd.
- Čar, J., A. Juren, 1980: Šmihelska tektonska krpa. Geologija, 23/2, 279—283, Ljubljana.
- Čar, J., R. Gospodarič, 1984: O geologiji krasa med Postojno, Planino, Cerknico. Acta carsologica SAZU, 12 (1983), 91—105, Ljubljana.
- Gams, I., 1965: H kvartarni geomorfogenezi ozemlje med Postojnskim, Planinskim in Cerkniškim poljem. Geogr. vestnik, 37, 61—101, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1974: Fluvialni sedimenti v Križni jami. Acta carsologica SAZU, 6, 327—366, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1976: Razvoj jam med Pivško kotlino in Planinskim poljem v kvartarju. Acta carsologica SAZU, 7, 8—135, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1981: Die Entwicklung der Karsthöhlen in der Umgebung von Postojna im jüngeren Pleistozän. Intern. Spel. Meeting, (1971), 219—229, Athens.
- Gospodarič, R., 1981: Generacije sig v klasičnem krasu Slovenije. Acta carsologica SAZU, 9 (1980), 90—110, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1982: Stratigrafija jamskih sedimentov v Najdeni jami. Acta carsologica SAZU, 10 (1981), 176—194, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1983: O geologiji in speleogenezi Škocjanskih jam. Geol. zbornik, 4, 163—172, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1984: Jamski sedimenti in speleogeneza Škocjanskih jam. Acta carsologica SAZU, 12 (1983), 27—48, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1985: Age and Development of Collapse Dolines above the Cave Systems, the Examples from Classical Karst of Slovenia (NW-Yugoslavia). Ann. Soc. Geol. Belg., t. 108, 113—116, Liege.
- Gospodarič, R., P. Habič, 1979: Kraški pojavi Cerkniškega polja. Acta carsologica SAZU, 8 11—156, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1985: O speleogenezi Divaške jame in Trhlovce. Acta carsologica SAZU, 13 (1984), 5—38, Ljubljana.
- Gwinner, P.M., 1971: Geologie der Alpen. E. Schweizerbart'sche Verlag, 1—477, Stuttgart.
- Habič, P., 1968: Kraški svet med Idrijco in Vipavo. Inštitut za geografijo SAZU, 11, 1—241, Ljubljana.
- Malez, M., 1968: O razvoju kvartara na področju vanjskih Dinarida. Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov, 1. del, 203—210, Ljubljana.
- Melik, A., 1951: Pliocenska Pivka. Geogr. vestnik, 23, 17—39, Ljubljana.
- Melik, A., 1952: Zasnova Ljubljaničinega porečja. Geogr. zbornik, 1, 5—31, Ljubljana.
- Osole, F., 1968: Jamski sedimenti notranjsko-primorskega krasa kot posledica pleistocenskih klimatskih nihanj. Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov, 1. del, 197—201, Ljubljana.
- Pavlovec, R., 1963: Stratigrafski razvoj starejšega paleogena v južnozahodni Sloveniji. Razprave 4. razreda SAZU, 7, 419—556, Ljubljana.
- Placer, L., 1981: Geološka zgradba jugozahodne Slovenije. Geologija, 24/1, 27—60, Ljubljana.
- Pleničar, M., 1956: Razvoj pliocena v Sloveniji. Prvi jug. geološki kongres (Bled), 55—58, Ljubljana.
- Pleničar, M., 1970: Tolmač za Osnovno geološko karto, list Postojna, 1—62, Beograd.
- Pleničar, M., A. Polšak, D. Šikič, 1973: Tolmač h geološki karti list Trst, 1—68, Beograd.

- Radinja, D., 1967: Vremska dolina in Divaški kras. Geogr. zbornik, SAZU, 10, 156—269, Ljubljana.
- Radinja, D., 1972: Zakrasevanje v Sloveniji v luči celotnega morfogenetskega razvoja. Geogr. zbornik SAZU, 13, 197—242, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1947/48: Naši kraji v oligocenski dobi. Proteus, 9—10, 243—252, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1951/52: Naši kraji v pliocenski dobi. Proteus, 14, 1—18, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1952/53: Naši kraji v miocenski dobi. Proteus, 15, 1—5, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1956: Razvoj pleistocena na Slovenskem. Prvi jug. geološki kongres (Bled), 59—72, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1975: Razvoj kvartarne sesalske favne Slovenije. Arh. vestnik, 24 (1973), 225—270, Ljubljana.
- Šercelj, A., 1961: Staropleistocenska vegetacija v Zalogu pri Novem mestu. Razprave 4. razr. SAZU, 6, 417—434, Ljubljana.
- Šercelj, A., 1962: O kvartarni vegetaciji na Slovenskem. Geologija, 7, 25—34, Ljubljana.
- Šercelj, A., 1965: Staropleistocenska flora iz Bukovice pri Il. Bistici. Razprave 4. razr. SAZU, 8, 439—470, Ljubljana.
- Šercelj, A., 1966: Pelodne analize pleistocenskih in holocenskih sedimentov Ljubljanskega barja. Razprave 4. razr. SAZU, 9, 429—456, Ljubljana.
- Šercelj, A., 1968: Rezultati pelodnih analiz vzorcev vrtin pri Logatcu. Tipkopis v arhivu Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna.
- Šercelj, A., 1973: Poročilo o pelodnih analizah pasovite gline iz kraške jame v useku avtoceste pri Verdu. Tipkopis v arhivu Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna.
- Šikič, D., M. Pleničar, 1975: Tolmač h geološki karti list Ilirska Bistrica, 1—51, Beograd.
- Winkler, A., 1957: Geologisches Kräftespiel und Landformung. Springer Verlag, 1—822, Wien.
- Woldstedt, 1958: Das Eiszeitalter. Ferd. Enke Verlag, 2. Band, 1—438, Stuttgart.

ABOUT THE GEOLOGICAL DEVELOPMENT OF CLASSICAL KARST

Summary

The classical karst of Slovenia is built mostly in Cretaceous and Paleocene limestones. Their initial karstification was possible after the Pyrenees orogenesis and in Neogene, when the carbonate nappes were overthrust to Eocene flysch, while impermeable flysch rocks were eroded from autothous carbonate base (J. Čar, R. Gospodarič, 1984, J. Čar, A. Juren, 1980; R. Pavlovec, 1963; M. Pleničar, 1970; M. Pleničar, A. Polšak, D. Sikič, 1973; L. Placer, 1981; D. Šikič, M. Pleničar, 1975). In Neogene low relief energy of land between the Pannonian sea on the east and the Mediterranean sea on the west and south is considered, connected to karstification processes corresponding to the then tropical and subtropical climate (P. Habič, 1968; A. Melik, 1951, 1952; D. Radinja, 1967, 1972; I. Rakovec, 1947/48, 1951/52, 1952/53, 1956; A. Winkler, 1957; A. Budnar-Tregubov, 1961; M. P. Gwinner, 1971; M. Pleničar, 1956). More substantial geological, geomorphological and biostratigraphical arguments about transition of superficial water net to the underground we have only from Upper Pliocene and Lower Quaternary (I. Rakovec, 1975; M. Malez, 1968; A. Šercelj, 1961, 1962, 1965, 1968, 1973).

Speleogenetical processes expressed only in Middle Quaternary are proved by the then fluvioglacial sediments, terra rossa and flowstone preserved on the surface and in the big caves. Periglacial karst relief and underground were formed concordantly to glacial and interglacial climate (P. Woldstedt, 1958), erosion phases were followed by accumulation phases and vice versa (S. Brodar, 1952, 1970; I. Gams, 1965; R. Gospodarič, 1974, 1976, 1981, 1981a, 1982, 1983, 1984, 1985; A. Šercelj, 1966; A. Bognar, 1978; R. Gospodarič, P. Habič, 1968; F. Osolc, 1968). Thus organised relief and underground were in Middle and Upper Preistocene partly transformed and partly preserved till Holocene and up to-day.

In geologic history of classical karst, specially in the region of Cerknica, Postojna and Divača karst, several geochronological problems exist. The most visible are undefined stratigraphic borders Pliocene-Quaternary, non coordinate dating of quaternary sediments regarding faunistic and floristic findings and not yet studied connections between local stratigraphic statements with regional and global.