

**PALEOEKOLOŠKE ZNAČILNOSTI VREMSKIH  
PLASTI V OKOLICI ŠKOCJANSKIH JAM**

PALEOECOLOGICAL PROPERTIES OF THE  
VREME BEDS IN THE VICINITY OF  
ŠKOCJANSKE JAME (ŠKOCJANSKE JAME  
CAVES, SLOVENIA)

MARTIN KNEZ

**Izvleček**

UDK 551.44 . 551.781 (497.12)

**Knez, Martin: Paleokološke značilnosti vremskih plasti v okolici Škocjanskih jam**

Iz vremskih plasti sta iz paleokološkega in deloma biostratigrafskega stališča obdelana dva profila iz neposredne okolice Škocjanskega jamskega sistema. Osnovni namen naloge je bil torej proučevanje okolja sedimentacije plasti z giroplevrami in aprikardijami v vremskih plasteh. Ugotovljeno je, da so številne školjke iz rodu Gyropleura, Apricardia in morda še druge školjke v apnencih vremskih plasti na drugotnem mestu. Giroplevre so živele v plitvi vodi nedaleč od obale. Na drugotno mesto so jih prinesli valovi in tokovi, ki so jih povzročila neurja in nevihte. Odsotnost rapidionin v horizontih z giroplevrami potrjuje trditev, da so bile lupine nametane proti obali, saj so rapidionine živele v izrazito lagunskem okolju. Na plitvo okolje sedimentacije kažejo tudi laminiti.

Ključne besede: geologija, paleoekologija, biostratigrafija, vremske plasti, Gyropleura, Apricardia, Škocjanske jame, Slovenija

**Abstract**

UDC 551.44 . 551.781 (497.12)

**Knez, Martin: Paleoecological properties of the Vreme beds in the vicinity of Škocjanske jame (Škocjanske jame Caves, Slovenia)**

From paleoecological and partly biostratigraphical point of view two profiles of Vreme beds from the immediate vicinity of Škocjanske jame cave system are treated. The basic goal of this study was to find out the sedimentary environment of the layers containing Gyropleura and Apricardia within the Vreme beds. It was assessed that numerous shells of Gyropleura and Apricardia genus and maybe some other shells too within the limestones of the Vreme beds lie on the secondary site. The shells lived in shallow water not far from the coast. To the secondary site they were transported by the waves and currents caused by storms and tempests. The absence of Rhapydionina within the horizons containing Gyropleura and Apricardia confirms the statement that the shells were thrown towards the coast as the Rhapydionina lived in prominently lagoon environment. The laminites too indicate the shallow sedimentary environment.

Key words: geology, paleoecology, biostratigraphy, Vreme beds, Gyropleura, Apricardia, Škocjanske jame, Slovenia

*Naslov - Address*

mag. Martin Knez, dipl. ing. geol., raziskovalni sodelavec  
Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU  
Titov trg 2  
SI-66230 Postojna, Slovenija

## UVOD

Iz vremskih plasti sta predvsem iz paleoekološkega in deloma biostratigrafskega stališča obdelana dva profila iz neposredne okolice Škocjanskega jamskega sistema.

V vremskih plasteh sem podrobno proučeval predvsem plasti z giroplevrami ter način pojavljanja lupin in njihovih odlomkov v posameznih horizontih. S tem sem želel dobiti paleoekološke podatke, oziroma rešiti vprašanje primarnosti ali sekundarnosti ostankov giroplever. Poleg giroplever so v nekaterih delih vremskih plasti številne tudi foraminifere in alge.

Iskreno se želim zahvaliti mentorju prof. dr. R. Pavlovcu za kritične in vstrajne pripombe, sodelavcem na Inštitutu za raziskovanje krasa ZRC SAZU za razumevanje in moralno podporo, akad. prof. dr. M. Pleničarju in doc. dr. B. Ogorelcu za ogled terena, pregled zbruskov in nasvete, T. Kolar-Jurkovšek za pomoč pri izbiri literature ter M. Zaplatilu, I. Lapajni in M. Grmu za izdelavo fotografij.

## DOSEDANJE RAZISKAVE OZEMLJA MED DIVAČO IN VREMSKIM BRITOFOM GLEDE NA OBRAVNAVANO PROBLEMATIKO

### POLOŽAJ PROFILOV VREMSKI BRITOF IN ŠKOCJANSKE JAME GLEDE NA ŠIRŠO GEOLOŠKO ZGRADBO

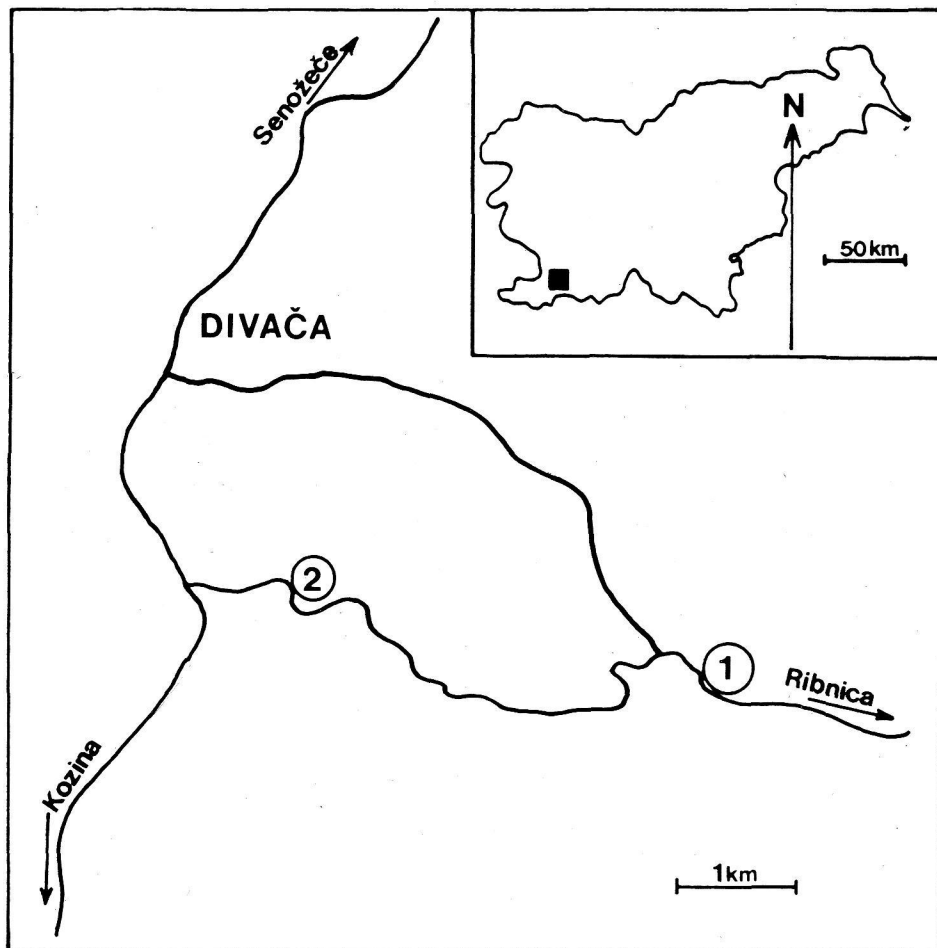
Raziskana profila sta na prostoru Osnovne geološke karte listov Trst (Pleničar, Polšak & Šikić 1969) in Ilirska Bistrica (Šikić, Pleničar & Šparica 1972) in sicer v neposredni bližini Divače (sl. 1). To je na jugovzhodnem robu tektonske enote Tržaško - Komenska planota blizu meje z brkinskim terciarjem (Šikić & Pleničar 1975; Pleničar, Polšak & Šikić 1973). Kot tektonska enota nižjega reda pripada Tržaško - Komenska planota oziroma Tržaško - Komenski antiklinorij (Buser 1973) Jadransko - Jonski nagubani coni (Pleničar 1970). To celotno ozemlje je del nekdanje Dinarske karbonatne platforme (Drobne et al. 1988; Buser 1989). Po Buserju (1988) pripada to ozemlje Zunanjim Dinaridom, M. Herak (1986, 1989) pa področje južne Slovenije uvršča v Adriatik.

Na Tržaško-Komenski planoti so relativno homogene strukture, od katerih so najpogostejše sinklinale, antiklinale in obsežne prelomne cone. Te so posledica enotne

karbonatne sestave ozemlja, ki so bile kot samostojen tektonski blok ob tektonskih pritiskih (Jurkovšek et al. 1989). Geološke strukture imajo v glavnem dinarsko smer. V zahodnem delu planote so tektonske linije usmerjene predvsem v smeri vzhod-zahod.

### LIBURNIJSKA FORMACIJA

Pretežno karbonatne sedimente, ki nastopajo v jugozahodni Sloveniji in Istri med rudistnimi apnenci in apnenci z alveolinami ter numuliti, kamor danes uvrščamo tudi vremske



Sl. 1. Položaj profilov. 1-Vremski Britof, 2-Škocjanske jame.

Fig. 1. The location of profiles. 1 - Vremski Britof, 2 - Škocjanske jame.

plasti, je imenoval G. Stache leta 1872 liburnijska stopnja ali protocen. To skladovnico kamnin je (Stache) podrobno preiskoval v letih 1859, 1864, 1867, 1872, 1875 in jo 1889 razdelil na tri dele: spodnji foraminiferni (imperforatni) apnenci, kozinske plasti z vložki glavnega haracejskega apnenca in zgornji imperforatni (miliolidni) apnenec. Stachejeva razdelitev naj bi imela le facialni pomen (Hamrla 1960). Kasneje so liburnijsko stopnjo ovrednotili kot formacijo. Liburnijska formacija (Pavlovec & Pleničar 1979, 1981a) naj bi bila kronolitološki pojem. To pomeni, da vključujemo v liburnijsko formacijo litološko in facialno podobne plasti iz istega razvojnega cikla (od maastrichtija do thanetija).

D'Ambrosi (1931) je liburnijsko formacijo vzporejal s "spilecciano", Hamrla (1959, 1960) pa tudi "liburnik".

Plasti liburnijske formacije so različni avtorji uvrščali v kreda, v terciar ali spodnji del v kreda in zgornjega v terciar (Stache 1889; Pavlovec 1963a, 1963b, 1968; Bignot 1972, 1987; Pavlovec & Pleničar 1981a).

Danes imenujemo spodnji del liburnijske formacije vremske plasti, ki so zgornjemaastrichtijske starosti, srednji del so danijske kozinske plasti, vrhnji del pa miliolidni apnenci thanetijske starosti (Stache 1889; Pavlovec 1963a, 1963b, 1965, 1981a, 1981b; Hamrla 1959, 1960; Drobne 1968, 1979; Bignot 1972, 1987; Hötzl & Pavlovec 1979, 1981; Drobne et al. 1988, 1989; Pavlovec & Drobne 1991).



*Sl. 2. Profil Vremski Britof.  
Fig. 2. Vremski Britof profile.*

Obsežen zgodovinski pregled biostratigrafskih, geotektonskih, hidrogeoloških, paleolitskih, speleoloških, paleogeografskih raziskav ter raziskav mineralnih nahajališč v liburnijski formaciji navajajo Pavlovec in sodelavci (1989). V sestavku, ki opisuje razvoj geološkega znanja o Krasu, kjer so tudi številni podatki o liburnijski formaciji, podaja Martinis (1989).

Meje treh delov liburnijske formacije so zaradi vertikalnega in horizontalnega prepletanja favne nestalne (Stache 1880, 1889; Pleničar 1956). To pomeni, da so istočasno na raznih krajih nastajali različni faciesi ali da ponekod nekaterih delov liburnijske formacije sploh ni. V Istri in Dalmaciji ni vremskih plasti. Favna kozinskih plasti v Istri se nekoliko razlikuje od značilnih oblik v južni Sloveniji (Hamrla 1960).

Nastanek liburnijske formacije sovpada z laramijsko fazo (Buser 1989; Herak 1989). S tem si lahko razložimo heterogenost in hitro spreminjanje sedimentacijskih pogojev (Pavlovec, 1981c).

### VREMSKE PLASTI

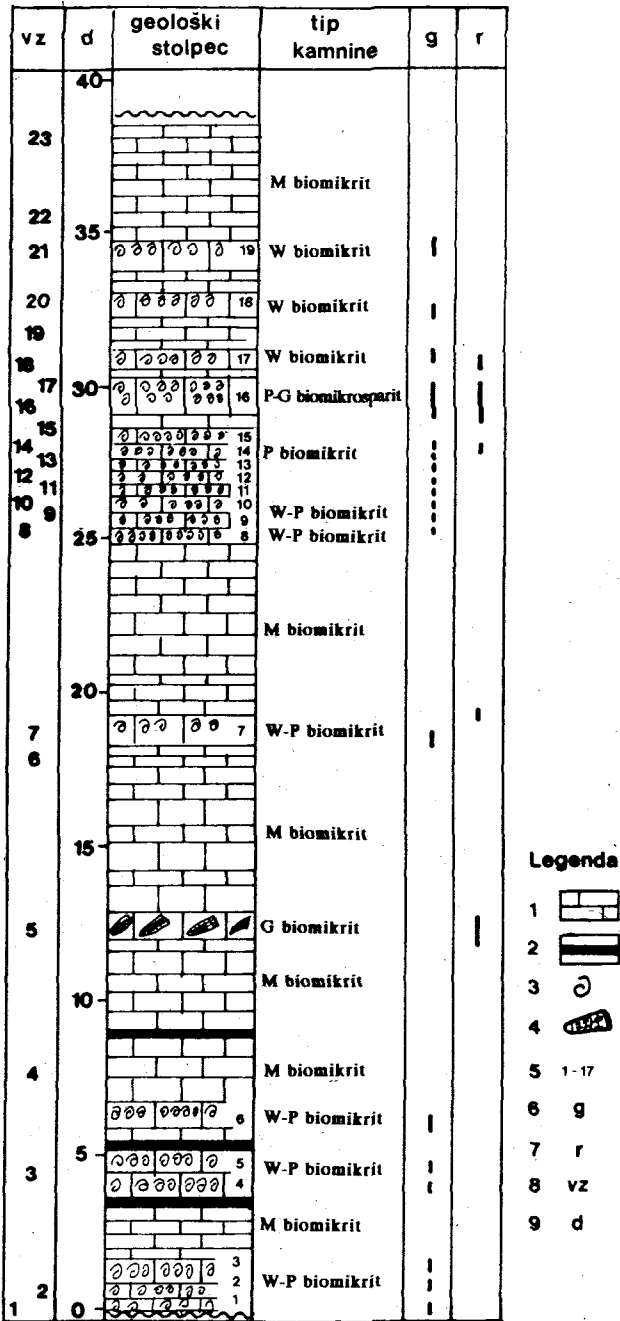
Glede starosti vremskih plasti je bilo zelo veliko različnih mnenj. Stache (1889) jih je uvrstil v "protocen", Schubert (1905) v danij (kreda), Vardabasso (1923) v eocen (paleocen) in D'Ambrosi (1942, 1955) v zgornjo kreda. Pleničar (1961) in Martinis (1962) imenujeta vremske plasti "apnenci z giroplevrami" in jim pripisujeta danijsko (kreda) starost. Pavlovec (1963a) je vremskim plastem dal ime in jih uvrstil v spodnji del liburnijske formacije v danij (paleocen). Po Bignotu (1972) so vremske plasti senonijske starosti. Za danijsko starost se je opredelila tudi Drobne (1977, 1979). Ker Pavlovec in Pleničar (1979) trdita, da je meja med kreda in terciarjem nad vremskimi plastmi, Hötzl in Pavlovec (1979) zagovarjata maastrichtijsko starost plasti z giroplevrami v profilu Vremski Britof. Podobno se opredeljujeta tudi Pavlovec in Pleničar (1981a) in prideta istega leta (1981b) do zaključka, da so vremske plasti zgornjemaastrichtijske, kar velja še danes (Hötzl & Pavlovec 1979; Pavlovec 1981c; Drobne et al. 1988, 1989; Pavlovec & Drobne 1991).

Vremske plasti sestavljajo predvsem temni drobnoplastnati, ponekod močno bituminozni apnenci, redkeje laporni apnenci in premogovi skrilavci ter vložki premoga (Pleničar 1956; Hamrla 1959, 1960; Pavlovec 1965). Med omenjenimi plastmi so najverjetneje tudi singenetske breče (Drobne & Pavlovec 1991). V nekaterih horizontih so številne "hamidne školjke" (Pleničar 1961) iz rodu *Gyropleura* in *Apricardia* (Pleničar 1992), foraminifere *Rhapydionina liburnica*, *Montcharmontia appenninica* in miliolide (Drobne 1981; Pavlovec & Drobne 1991).

---

*Sl. 3. Geološki stolpec profila Vremski Britof. 1-apnenec, 2-močno bituminozna kamnina, 3- giroplevre, 4-rapidionine, 5-št. horizonta z giroplevrami, 6-giroplevre, 7-rapidionine, 8-vzorec, 9-debelina (m).*

*Fig. 3. The geological column of Vremski Britof profile. 1 - limestone, 2 - very bituminous rock, 3 - Gyropleura, 4 - Rhapydionina, 5 - no. of Gyropleura horizon, 6 - Gyropleura, 7 - Rhapydionina, 8 - sample, 9 - thickness (in m).*



Fosilni ostanki kažejo, da se je večji del vremskih plasti sedimentiral v plitvem morju (Höttl & Pavlovec 1981; Pavlovec 1981c), blizu obale in deloma v plitvih lagunah (Drobne & Pavlovec 1991), ki so bile najverjetneje občasno omejene z rudistnimi biohermami (Pavlovec & Pleničar 1983).

## OKOLICA PROFILOV VREMSKI BRITOF IN ŠKOCJANSKE JAME

Na podlagi 16-tih raziskovalnih vrtin, podatkov iz premogovnika in površinske geologije je Hamrla (1959) opisal profil produktivnih liburnijskih plasti pri Vremskem Britofu v skupni debelini okrog 300 m. V tem opisu so posredno vključene tudi vremske plasti, ki naj bi po njegovih podatkih nastale deloma v morskem, deloma v brakičnem in sladkovodnem okolju.

Hamrla (1959) horizontov z giroplevrami in rodu *Gyropleura* izrecno ne omenja. Prav tako ne omenja vrste *Rhapydionina liburnica*, temveč le *peneroplide*, čeprav so vsi ti fosili pogosti v opisanem profilu. Hamrla omenja nekatere rodove haracej, polžev in miliolid. Kaj misli z "morsko favno školjk" iz besedila ni jasno razvidno, vendar so to gotovo horizonti z giroplevrami.

Pri ponovnem opisu profila iz okolice Vremškega Britofa Hamrla (1960) ne navaja bistvenih novosti. Podobno kot leta 1959 ugotavlja pod glavnim morskim horizontom v splošnem tri sladkovodne z dvema vmesnima morskima fazama, nad glavnim morskim horizontom pa dve sladkovodni fazi z vmesno morsko.

Pleničar (1961) je pri podrobnejši obdelavi krednih plasti južne Primorske in Notranjske raziskoval tudi spodnji del liburnijske formacije, kamor spada tudi okrog 350 m debel profil številka 2 (Pleničar, 1961), ki se začne pri Škofljah ob kontaktu spodnjesezionijskih in zgornjesezionijskih apnencev (vremske plasti) in sega do "morskega horizonta" južno od Vremškega Britofa.

Iz "morskega horizonta" v bližini Divače opisuje Pleničar (1961) dve pol metra debeli plasti hamidnih školjk iz rodu *Gyropleura*, ki sta med seboj oddaljeni okrog 1 m. Med njima je apnec z redkimi oogoniji haracej, foraminiferami in malimi ostrigami, ki kažejo na morsko okolje. Po njegovih podatkih dobimo obe plasti pri Divači, Kozini, vzdolž pasu liburnijske formacije od Vremškega Britofa do Lipice, ter na robu Reške flišne kadunje. Omenja tudi vrsti *Rhapydionina liburnica* in *Rhipidionina liburnica*, tekstularide in rotalide.

Pleničar (1961) je prvi opisal rod *Gyropleura* iz "foraminifernih apnencev in apnencev z giroplevrami", kot je imenoval te plasti. Med drugim ugotavlja, da so v spodnjem delu kozinskih apnencev giroplevre na primarnem mestu in da pripadajo ti apnenci kredni dobi.

Pavlovec (1963a) se opira na Pleničarjev (1961) profil iz okolice Vremškega Britofa, opisal pa je med drugim tudi do takrat iz tega ozemlja neznane favnistične in floristične vrste. K Vremskem Britofu se vrača tudi pri problemu starosti vremskih plasti ter pri paleogeografski predstavitvi.

Istega leta je Pavlovec (1963b) objavil podobno tematiko, vendar s poudarkom na stratigrafiji produktivnih liburnijskih plasti.

Stratigrafski pregled liburnijskih plasti v severozahodni Jugoslaviji je Pavlovec podal

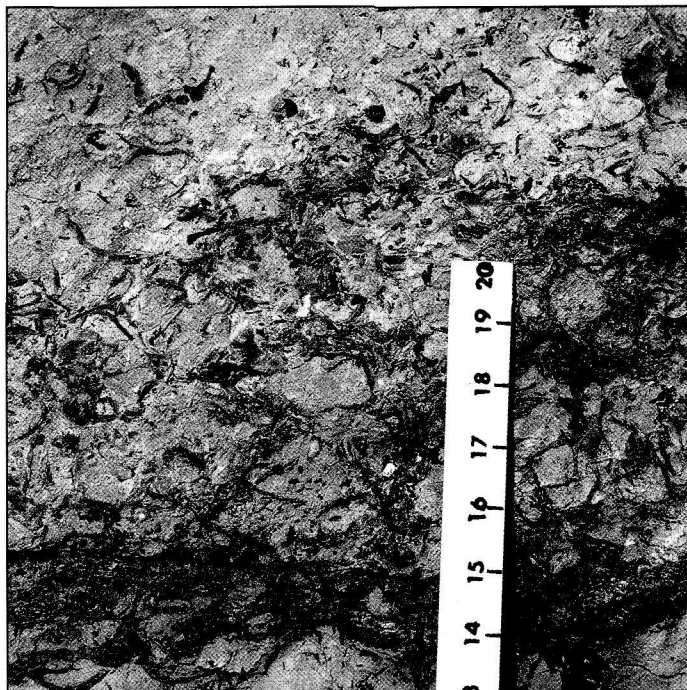


leta 1964. Kratek pregled plasti s premogom iz Vremškega Britofa povzema Bignot (1972) po Lodinu (1883) in Iwanu (1904).

Drobne (1979) omenja iz senonija ali danija v okolici Vremškega Britofa dva ali več horizontov školjk iz rodu *Gyropleura*, med katerimi so v nekaterih plasteh foraminifere *Rhapydionina liburnica* in *Rhipidionina liburnica*. V apnencih naj bi bili pogosti tudi ostanki haracej, miliolide in polži iz rodu *Stomatopsis*.

Profil v cestnem useku pri vasi Vremški Britof sta prvič opisala Hötzl in Pavlovec (1979). Od skupne debeline 50 m sta na skici litološkega stolpca predstavila le 16 m. V spodnjem delu profila sta opisala svetlosiv apnenec z lupinami giroplever, ki so v nekaterih delih kamnotvorne. V srednjem delu se izmenjavajo plasti z giroplevrami s plastmi temnega bituminoznega apnenca, ki ponekod vsebuje do 10 cm premogu podobne vložke. V apnencu so pogoste različne foraminifere in redke alge. V zgornjem delu profila opisujeta v apnencu pogostejše giroplevre, miliolide in foraminiferi *Rhapydionina liburnica* in *Rhipidionina liburnica*. Med pomembnejšimi fosili omenjata še vrsto *Montcharmontia apenninica*, *Discorbis* (sensu Bignot 1972), *Bolivinopsis* sp., *Miliolidae* (*Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp., *Spiroloculina* sp.), *Thaumatoporella parvovesiculifera* in ostrakode.

Opis profila pri Vremškem Britofu z nekaterimi novimi podatki se ponovno pojavi dve



Sl. 4. Tretji horizont z giroplevrami.

Fig. 4. The third horizon containing *Gyropleura*.

leti kasneje (Pavlovec 1981a). Avtor poudarja, da so horizonti z giroplevrami ena od značilnosti vremskih plasti.

Istega leta omenjata profil pri Vremskem Britofu Hötzl in Pavlovec (1981). Menita, da so tu najbolj razgaljene vremske plasti, saj profilom v drugih krajih manjka spodnji oziroma zgornji del, ponekod pa so prekinjeni zaradi tektonike.

V zvezi s problemom foraminifernih združb je leta 1981 omenjeni profil predstavila tudi Drobne. Omenja predvsem foraminiferni vrsti Rhapydionina liburnica in Rhipidionina liburnica ter med plastmi apnenca vložke premoga. Da se v maastrichtijskih apnencih iz okolice Vremskega Britofa pojavljajo dva ali več horizontov z školjkami iz rodu Gyropleura, ter da so med temi horizonti foraminifere Rhapydionina liburnica, poročata še Drobne in Pavlovec (1991). Zadnja objava opisa profila pri Vremskem Britofu z nekaterimi novimi pogledi glede avtohtonosti oziroma alohtonosti giroplever, je iz leta 1991 (Pavlovec & Drobne).

Profila Škocjanske jame ni do sedaj nihče opisal. Geologijo bližnje okolice Škocjanskih jam je nekoliko podrobneje opisal le Gospodarič (1983). V svoji razpravi daje večji poudarek speleogenezi Škocjanskih jam, vendar omenja vremske plasti kot skladnate in drobnoskladnate apnence s plastmi premoga. Uvršča jih v zgornji maastrichtij in morda danij. Osnovni geološki podatki za ta prostor pa so v Tolmaču za list Trst (Pleničar, Polšak & Šikić 1973) in Ilirska Bistrica (Šikić & Pleničar 1975) ter na Osnovnih geoloških kartah listov Trst (Pleničar, Polšak & Šikić 1969) in Ilirska Bistrica (Šikić, Pleničar & Šparica 1972).

## OPISI PROFILOV

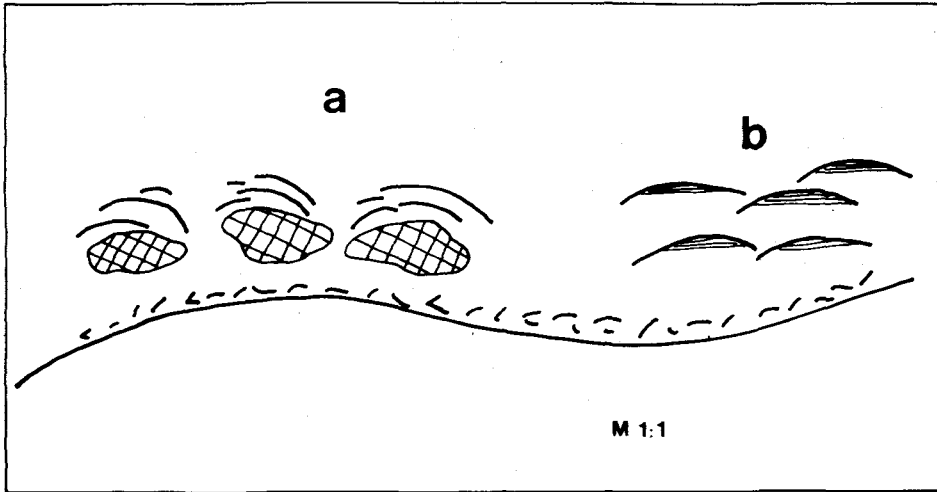
### PROFIL VREMSKI BRITOF

#### UVOD

Profil je bil leta 1979 (Hötzl & Pavlovec) odkrit v dolžini okrog 130 m, debelina plasti je bila okrog 50 m. Zaradi zaraščanja in rušenja sten cestnega useka je danes mogoče videti le še slabih 40 m (sl. 2). Horizonti z giroplevrami se pojavljajo v skupni dolžini 84 m in ta del sem tudi natančno opisal. Vpad plasti je večinoma 140/30.

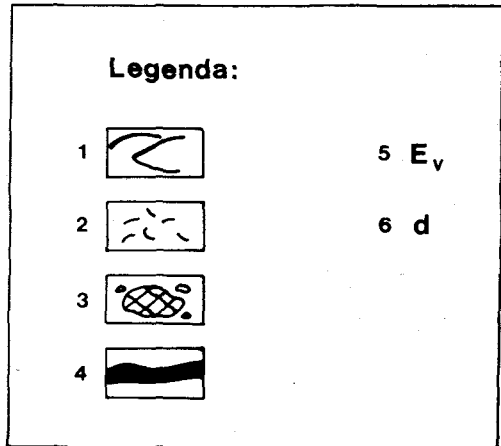
Kljub več opisom okolice Vremskega Britofa se do sedaj ni še nihče podrobno ukvarjal s horizonti z giroplevrami in s položajem lupin giroplever ter njihovih odlomkov.

Pri nadaljnem opisu bom govoril le o bolj poznanem rodu Gyropleura, čeprav so po mnenju Pavlovca in Pleničarja iz leta 1983 v horizontih tudi školjke iz rodu *Apricardia*. V svoji razpravi pa Pleničar (1992) jasno navaja, da se pojavljajo v vremskih plasteh poleg giroplever tudi aprikardije in sicer vrsta (*Apricardia pachiniana* Sirna), ki je značilna za zgornji senon.



Sl. 5. Odsek tretjega horizonta z giroplevrami z intraklasti (a) in dežnikasto poroznostjo (b). Legenda: 1-dobro ohranjene lupine giroplever, 2-razlomljene lupine giroplever, 3-intraklasti, 4-močno bituminozna kamnina, 5-relativna vrednost energije vode, 6-relativna debelina horizonta z giroplevrami (v cm).

Fig. 5. A section of the third horizon containing Gyropleura with intraclasts (a) and shelter porosity (b). Legend: 1 - well preserved Gyropleura shells, 2 - broken Gyropleura shells, 3 - intraclasts, 4 - very bituminous rock, 5 - relative value of water energy, 6 - relative thickness of Gyropleura horizon (in cm).



## LEGA PROFILA VREMSKI BRITOF

Profil Vremski Britof leži 3,5 km jugovzhodno od Divače v cestnem useku ceste Divača - Ribnica severno od vasi Vremski Britof v dolini reke Reke.

## HORIZONTI Z GIROPLEVRAMI

V profilu Vremski Britof je 19 horizontov z giroplevrami (sl. 3), ki sem jih označil z od spodaj navzgor zaporednimi številkami od 1 do 19.

### 1. giroplevrski horizont

Debelina horizonta se spreminja od 5 do 8 cm. V tem horizontu so skoraj same cele lupine, velike večinoma do 3 cm; odlomkov, med katere štejem vse razlomljene dele lupin, je izredno malo, lateralno pa ponekod lupine in odlomki izginejo. Večinoma sta v sedimentu obe školjčni lupini skupaj. Pod in nad horizontom z giroplevrami ni drugih makrofosilov. Horizont z giroplevrami se ostro začne in pravtako konča. V spodnjem delu horizonta z giroplevrami leži nekoliko več lupin vzporedno druga nad drugo in tesno druga ob drugi. Lupine so verjetno zaradi pritiskov v sedimentu precej sploščene. Proti vrhu horizonta z giroplevrami je sploščenih lupin vse manj. Tudi nesploščenih lupin giroplever in njihovih odlomkov je tam manj. Postopno je navzgor vse več celih in lepo ohranjenih posamičnih lupin giroplever, ki se ne dotikajo med seboj, kot je to v nižjih delih horizonta.

### 2. horizont

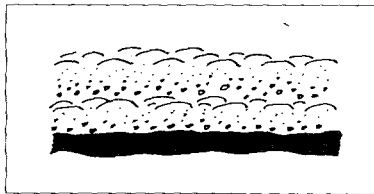
Ta horizont leži 70 cm nad prvim. Debel je 15 cm. V njem so večinoma razlomljene lupine giroplever. Celih lupin je po približni oceni največ 5%. Horizont z giroplevrami ima v spodnjem in zgornjem delu ostro mejo. V spodnjem delu horizonta je precej večjih (10 mm) zaobljenih delcev kamnine, katere uvrščam med intraklaste. Njihovo število se lateralno hitro spreminja.

Spodnja površina drugega horizonta z giroplevrami je na nekaterih delih valovita in kaže na takratno podlago, na katero so bile lupine giroplever prenešene. Lateralno so ponekod celo do 4 cm velike vdolbine v nekdanjem morskem dnu, katere so zapolnjene z lupinami. Ker so vdolbine v drugem horizontu le lokalne anomalije, je potrebno poudariti, da je v splošnem spodnja ploskev horizonta z giroplevrami bolj ali manj ravna in gladka do rahlo valovita.

Po celotnem drugem horizontu z giroplevrami so lupine giroplever v glavnem enakomerno razporejene. Izjema sta le najnižji in najvišji del, debela po 0,5 cm, kjer so lupine giroplever pogostejše. Horizont ima tako v vertikalnem preseku dva ekstrema v pojavljanju lupin giroplever. V sredini horizonta ležijo večji in manjši delci lupin giroplever v smeri plasti. Tam je tudi več celih lupin giroplever, ki jih je ponekod celo več kot odlomkov.

### 3. horizont

Med drugim in tretjim horizontom z giroplevrami je 45 cm sivega mikritnega apnenca brez giroplever. Debelina tretjega horizonta je 17 cm. Spodnja površina horizonta je precej neravna, množina lupin giroplever pada od spodnjega proti zgornjemu robu horizonta. Proti vrhu horizonta je več drobcev (deli lupin, manjši od 5 mm) lupin (sl. 4), ki končno postopno izginejo. Tretji horizont z giroplevrami torej nima tako razporejenih lupin kot drugi horizont



Sl. 6. Odsek četrtega horizonta z giroplevrami. Legenda pri sl. 5.

Fig. 6. A section of the fourth horizon containing Gyropleura. Legend at Fig. 5.

z giroplevrami. Tam, kjer se število giroplever navzgor zmanjšuje, opazimo številne dele v kamnini, kjer giroplever sploh ni ali so zelo redke.

Na bazi horizonta je 1 do 2 cm debel pas kamnine, v katerem so giroplevre izredno nakopičene. Lupine ležijo ena na drugi in so vzporedne s plastmi. 50 do 60 % lupin giroplever, velikih od 1 do 2 cm, je celih ali malo poškodovanih. Področja z redkimi giroplevrami imajo dvojen značaj (slika 5):

- a) Polja vsebujejo intraklaste, na katerih ležijo lupine giroplever;
- b) Pod lupinami opazujemo jasno izraženo dežnikasto poroznost (sl. 5).

#### 4. horizont

Četrty horizont je 2,90 m nad tretjim in je debel 9 cm. Za četrti horizont je značilno, da so giroplevre v dveh tankih polah nad 8 cm debelo močno bituminozno plastjo (sl. 6). Pri obeh tankih polah z lupinami giroplever izgleda, da sta bili odloženi na zgornjo površino dveh sedimentacijsko različnih apnenčevih delov plasti. Prvo, 2 cm debelo polo, ki leži na močno bituminoznem horizontu, sestavljajo drobni intraklasti, drugo pa drobnozrnat mikritni sediment, v katerem se navzgor manjša velikost zrn.



*Sl. 7. Peti horizont z giroplevrami.*

*Fig. 7. The fifth horizon containing Gyropleura.*

5. horizont

Peti horizont z giroplevrami leži 35 cm nad četrim horizontom in je debel 6 cm (sl. 7). Spodnja ploskev petega horizonta z giroplevrami je zelo valovita, tako da variira navzgor in navzdol za okrog 4,5 cm. Vdolbine oziroma kotanje na nekdanji morski podlagi so zapolnjene tako z drobirjem lupin giroplever kot s celimi lupinami.

Drobci lupin giroplever so nad vdolbinami razporejeni v zelo tankih (0,5 cm) nakopičenjih (v horizontu makroskopsko izgledajo kot debelejšje črte), ki so vzporedni s plastnatostjo (sl. 8). Med drobci so tudi redkejšje cele lupine, ki imajo debelejšje stene od drobcev.

6. horizont

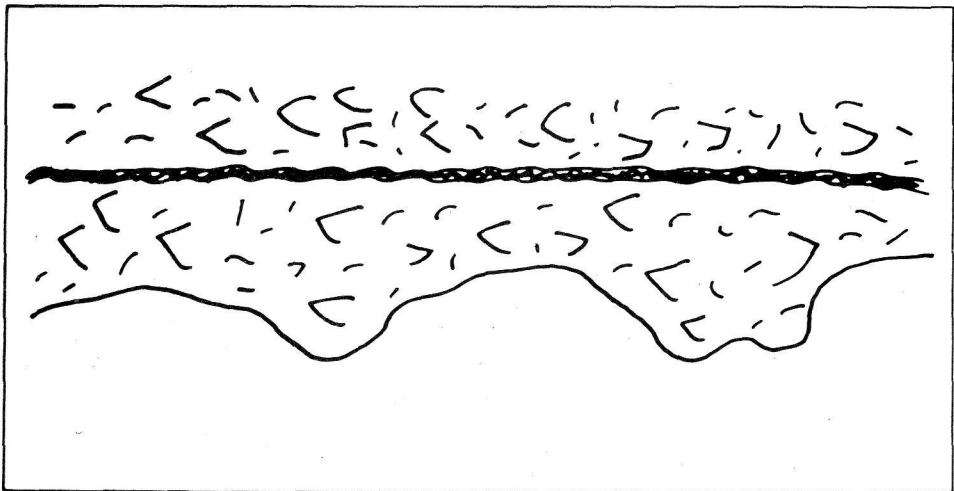
Med petim in šestim horizontom z giroplevrami je 105 cm apnenca brez lupin giroplever. Šesti horizont z giroplevrami je debel 7 cm.

V najnižjih 2 cm horizonta so redki odlomki lupin giroplever, ki so se vsedli na rahlo valovito površino morskega dna. Množina odlomkov se po horizontu lateralno ponekod močno spreminja. Med lupinami v sedimentu ni intraklastov ali plastiklastov. Sledi 3 cm debel del horizonta, v katerem je do približno 85% celih lupin giroplever.

Delu horizonta s celimi lupinami sledi do 2 cm debel del horizonta s številnimi pomešanimi celimi lupinami in njihovimi odlomki.

7. horizont

Med šestim in sedmim horizontom je 11,80 m apnenca brez giroplever. Sedmi horizont je debel 7 cm in leži v profilu 4,60 m nad točko 26 iz profila, ki sta ga opisala Hötzl in Pavlovec (1979).



Sl. 8. Odsek petega horizonta z giroplevrami z valovito spodnjo ravnino. Legenda pri sl. 5.  
Fig. 8. A section of the fifth horizon containing Gyropleura with undulated lower plain.  
Legend at Fig. 5.

Pod sedmim horizontom je 20 cm bituminoznega mikrita s homogeno sestavo, v katerem je nekaj stilolitnih šivov. V njem sem in tja opazimo redke dendrite. Fosilnih ostankov v mikritni plasti ni.

Številne giroplevre se v sedmem horizontu pojavijo nenadoma. V tem horizontu dobimo večinoma cele lupine giroplever, nekaj je tudi odlomkov. Zdrobljenih lupin ni.

Takoj nad horizontom z giroplevrami so v 30 cm debelem apnencu številne miliolide, ki jih nad doslej opisanimi horizonti z giroplevrami nisem opazil. Navzgor sledi mikritni apnec brez fosilov. V njem so številni stilolitni šivi.

Nad in pod sedmim horizontom z giroplevrami je apnec veliko bolj temen, skoraj črn in bolj bituminozen kot v samem horizontu z giroplevrami.

#### 8. horizont

Mikritnemu apnencu brez fosilov sledi navzgor osmi horizont z giroplevrami, ki je oddaljen od sedmega 7,40 m in je debel od 13 do 16 cm. Bočno opazimo na kratke razdalje manjše spremembe debeline. Večina lupin giroplever je velika okrog 4 cm. Zelo lepo je izražena spodnja valovita površina horizonta, ki predstavlja nekdanje morsko dno (sl. 9). Navzgor in navzdol odstopa za nekaj centimetrov.

Osmi horizont z giroplevrami se začne z 1 cm debelo polo nakopičenih lupin giroplever,



*Sl. 9. Osmi horizont z giroplevrami.*

*Fig. 9. The eight horizon containing Gyropleura.*

ki v sedimentu ležijo tako, da so z daljšo osjo vzporedne s plastnatostjo. Cele lupine giroplever so dobro ohranjene, njihovi odlomki pa imajo ostre robove.

Zanimivo je tudi to, da je v zgornjem delu horizonta večina lupin giroplever dobro ohranjenih in v se druga druge ne dotikajo. Med seboj so oddaljene vsaj en centimeter.

Podobno, kot pri šestem, so tudi v tem horizontu z giroplevrami jasno ločeni trije tipi vsedanja lupin giroplever (sl. 10):

a) V kotanjah oziroma nekakšnih vdolbinicah, globokih od 3 do 5 cm, ležijo v različnih smereh nakopičene lupine giroplever, ki kotanje popolnoma zapolnjujejo;

b) Na bolj ali manj ravnem delu nekdanjega morskega dna so se vsedale lupine giroplever in kjer je horizont z giroplevrami debel nekaj centimetrov; ta del horizonta z giroplevrami hkrati v enaki debelini prekriva tudi zapolnjene kotanje;

c) Na dvignjenih delih nekdanjega morskega dna lupin giroplever skoraj ni. Zanimivo je, da ležijo lupine giroplever v sedimentu vedno tako, da je njihova daljša os vzporedna s plastnatostjo.

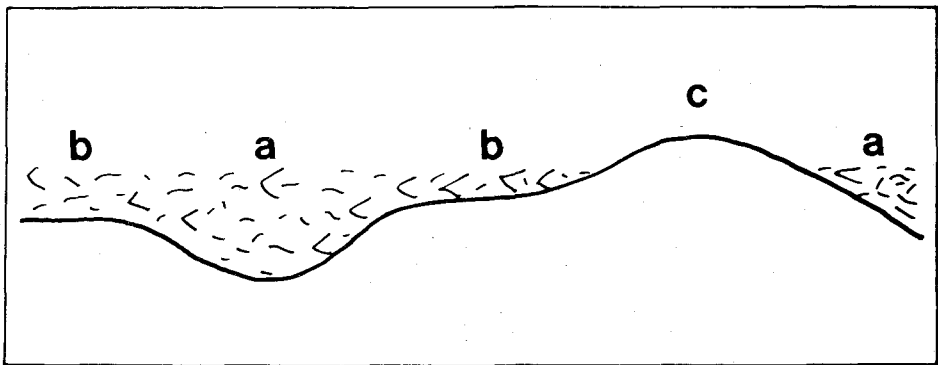
#### 9. horizont

Med osmim in devetim horizontom z giroplevrami je 40 cm apnenca brez g. Debelina devetega horizonta je okrog 5 cm. Spodnja meja je zelo neizrazita, saj se začne postopoma z redkimi drobnimi odlomki lupin giroplever. Višje v horizontu je sicer odlomkov lupin giroplever več, vendar ne presežejo velikosti 1 cm.

Deveti horizont z giroplevrami je zanimiv zato, ker se prvič v horizontih z giroplevrami pojavijo tudi rapidionine.

#### 10. horizont

Deseti horizont z giroplevrami je pri točki 30, v profilu Hötzla in Pavlovca (1979). Med devetim in desetim horizontom z giroplevrami je 40 cm apnenca brez g. Zaradi izredne nagrudenosti sem nanešenih lupin giroplever je 6 cm debel deseti horizont z giroplevrami popolnoma črne barve in diši po bitumnu. Spodnji dve tretjini horizonta vsebujeta drobce



Sl. 10. Tri področja vsedanja lupin giroplever. Legenda pri sl. 5.

Fig. 10. Three areas of the Gyropleura shells deposition. Legend at Fig. 5.



lupin giroplever, velikih nekaj milimetrov. Vmes so redke miliolide. V zgornji tretjini horizonta z giroplevrami dobimo skoraj cele lupine. Pod desetim horizontom z giroplevrami je rjav do temnorjav apnenec z miliolidami in redkimi rapidioninami.

Takoj nad njim je svetlejši, temnosiv apnenec z redkimi odlomki giroplever in z maloštevilnimi rapidioninami, ki postanejo po petih do desetih centimetrih zelo številne.

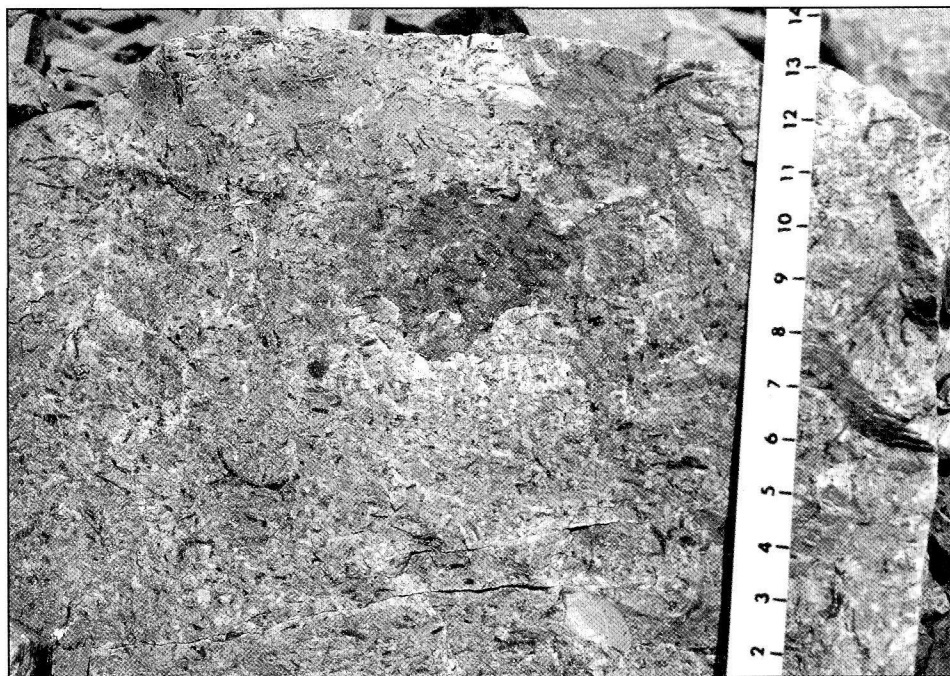
#### 11. horizont

Med desetim in enajstim horizontom z giroplevrami ležijo posamezne cele lupine giroplever in posamezni intraklasti, kar je sicer v profilu Vremski Britof redkost.

Enajsti horizont z giroplevrami je 12 cm debel, temnorjav do črn, močno bituminozni apnenec, v katerem so nakopičene lupine giroplever, pomešane z njihovimi odlomki. Srednji del horizonta vsebuje redkejše cele lupine giroplever.

#### 12. horizont

Dvanajsti, 4 cm debel horizont z giroplevrami, se začne 10 cm nad enajstim horizontom. Večinoma zaradi pritiskov sploščene in zdrobljene lupine giroplever ležijo v črnem bituminoznem sedimentu. Horizont z giroplevrami v zgornjem delu hitro preide v svetlosiv do temnosiv apnenec z redkimi miliolidami in rapidioninami.



*Sl. 11. Zelo zdrobljene lupine giroplever.  
Fig. 11. Very broken Gyropleura shells.*

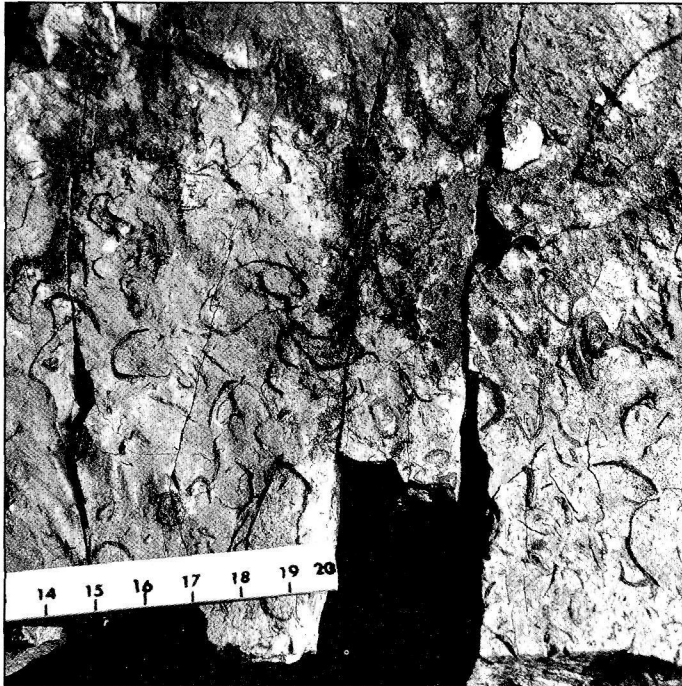
13. horizont

Med dvanajstim in trinajstim, 12 cm debelim horizontom z giroplevrami, je 50 cm apnenca brez giroplever in drugih fosilov.

Mikrosparitni apnenec pod trinajstim horizontom z giroplevrami hitro preide v bolj debelozrnat apnenec s številnimi rapidioninami in odlomki ter drobirjem giroplever. Celih lupin giroplever v tem horizontu ni. Po celotnem horizontu so giroplevre enakomerno razporejene. Drobcji lupin giroplever so znotraj trinajstega horizonta z giroplevrami razvrščeni v 1 cm debelih pasovih. Horizont se konča brez izrazitih prehodnih delov. Nad njim je mikrosparitni apnenec.

14. horizont

35 cm nad trinajstim je 11 cm debel štirinajsti horizont mikritnega apnenca z giroplevrami. Ima podobne značilnosti kot drugi horizont z giroplevrami. Ob spodnjem in zgornjem robu je v debelini 3 cm veliko nakopičenih celih lupin in odlomkov giroplever. V sredini horizonta so cele lupine redkejše in se le izjemoma dotikajo med seboj. Takšna razporeditev lupin giroplever v horizontu se ponekod bočno delno spreminja. V srednjem delu horizonta so tri, zaradi velike koncentracije lupin giroplever, temne proge. Rapidionin v tem horizontu nisem opazil.



*Sl. 12. V sedemnajstem horizontu z giroplevrami so večinoma cele lupine.*

*Fig. 12. Within the 17<sup>th</sup> horizon containing Gyropleura the whole shells predominate.*

Štirinajsti horizont z giroplevrami preide navzgor v 40 cm debel, skoraj bel apnec brez giroplever.

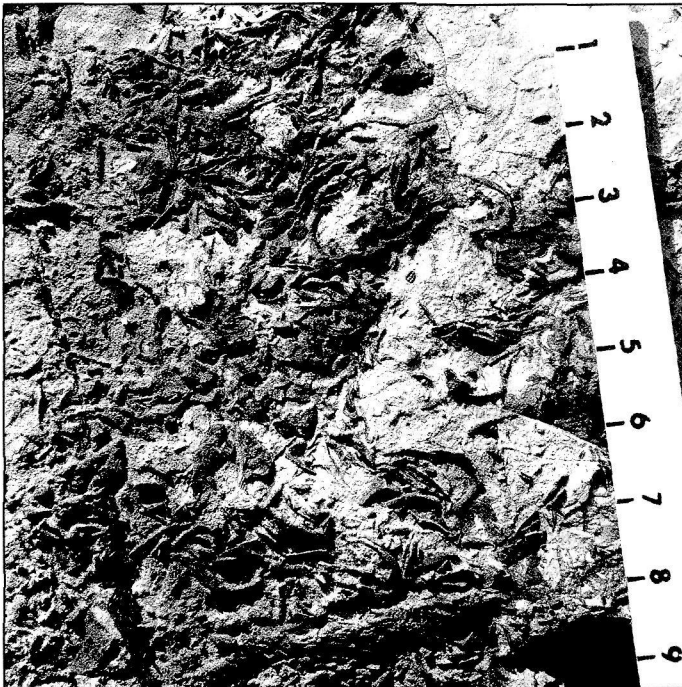
#### 15. horizont

Razdalja med štirinajstim in petnajstim horizontom z giroplevrami je 15 cm. Tri centimetre debel horizont s celimi lupinami giroplever in njihovimi odlomki se pojavi brez postopnega prehoda in v vrhnjem delu prav tako preide v svetlosiv mikrosparit s posameznimi miliolidami.

#### 16. horizont

Med petnajstim in šestnajstim horizontom z giroplevrami je 85 cm svetlosivega apnenca z redkimi miliolidami in rapidioninami. Debelina šestnajstega horizonta je 90 cm. 5 do 10 cm pod šestnajstim horizontom število rapidionin hitro narašča in je v apnencu tik pod začetkom horizonta največje. Množina rapidionin ostane enaka ali se še nekoliko poveča v spodnjem delu šestnajstega horizonta, v katerem so skoraj izključno drobci in odlomki lupin giroplever (sl. 11). Tu je rapidionin toliko, da so skoraj kamnotvorne.

Proti vrhu šestnajstega horizonta z giroplevrami se množina zdrobljenih lupin giroplever postopno zmanjšuje, zmanjšuje pa se tudi količina rapidionin. Na koncu šestnajstega



Sl. 13. Izsek devetnajstega horizonta z giroplevrami.

Fig. 13. A section of 19<sup>th</sup> horizon containing *Gyropleura*.

horizonta, razen redkih izjem, izginejo tudi rapidionine. Takrat pa nastopijo v večjem številu miliolide, ki jih je prej skupaj z rapidioninami manj.

17. horizont

Med šestnajstim in sedemnajstim horizontom z giroplevrami je 45 cm apnenca 35 cm debel sedemnajsti horizont se začne in konča z neizrazito mejo. V njem so večinoma cele lupine giroplever (sl. 12). V srednjem delu horizonta so med posameznimi drobcami lupin giroplever tudi redke rapidionine, ki jih je nekoliko več le v zgornjem delu sedemnajstega horizonta, kjer drobcami lupin giroplever prevladuje nad celimi lupinami. Rapidionin od tu naprej v profilu Vremski Britof ni več.

18. horizont

Osemnajsti, 5 cm debel horizont z giroplevrami, je 170 cm nad sedemnajstim. Horizont vsebuje enakomerno pomešane cele lupine giroplever in njihove odlomke.

19. horizont

Devetnajsti horizont je 180 cm nad osemnajstim. Debel je 20 cm in ima podobne lastnosti kot osemnajsti horizont z giroplevrami (sl. 13).



*Sl. 14. Profil Škocjanske jame.*

*Fig. 14. Škocjanske jame profile.*

## PROFIL ŠKOCJANSKE JAME

### UVOD

Po Geološki karti krasa Škocjanskih jam (Gospodarič 1983) in drugih podatkih (Gospodarič 1984) sem izbral del, v katerem je zajetih večji del vremskih plasti. Profil sem označil kot Škocjanske jame (sl. 14).

### LEGA PROFILA ŠKOCJANSKE JAME

Profil Škocjanske jame leži v neposredni bližini upravne zgradbe Škocjanskih jam HTG v povprečno manj kot 1 m visokem useku poti med cesto, ki povezuje Matavun z regionalno cesto Divača - Kozina in upravno zgradbo Škocjanskih jam HTG. To je na skrajnem severovzhodnem delu Osnovne geološke karte SFRJ, list Trst, v merilu 1:100 000 (Pleničar, Polšak & Šikić 1969). Profil Škocjanske jame se začne tam, kjer je po Gospodaričevi karti (1983) začetek maastrichtijskih plasti in se konča tam, kjer je na tej karti maastrichtijske plasti prehajajo v spodnjepaleocenske.

### OPIS PROFILA ŠKOCJANSKE JAME

Profil Škocjanske jame je dolg 160 m. Zaradi delne pokritosti v spodnjem in zgornjem delu lahko debelino plasti le ocenimo na približno 80 m (sl. 15). V profilu se izmenjujejo večinoma zelo bituminozni lamelirani in nelamelirani apnenci različnih debelin. Fosili so v profilu redki, saj je v spodnjem delu le en horizont z oogoniji haracej, v zgornjem delu pa so v okrog dva metra debelih plasteh posamezni rudisti. V zgornjem delu profila je en horizont z giroplevrami. Vpad plasti v profilu se spreminja med 190/30 in 200/30.

#### Plast 1 (0 m)

Spodnjih 28 m profila je slabo razgaljenih. Na začetku profila v plasti 1 je temnorjav do črn mikritni in rahlo bituminozni apnenec brez fosilov.

#### Plasti 2 (7,5 m), 3 (20 m) in 4 (23 m)

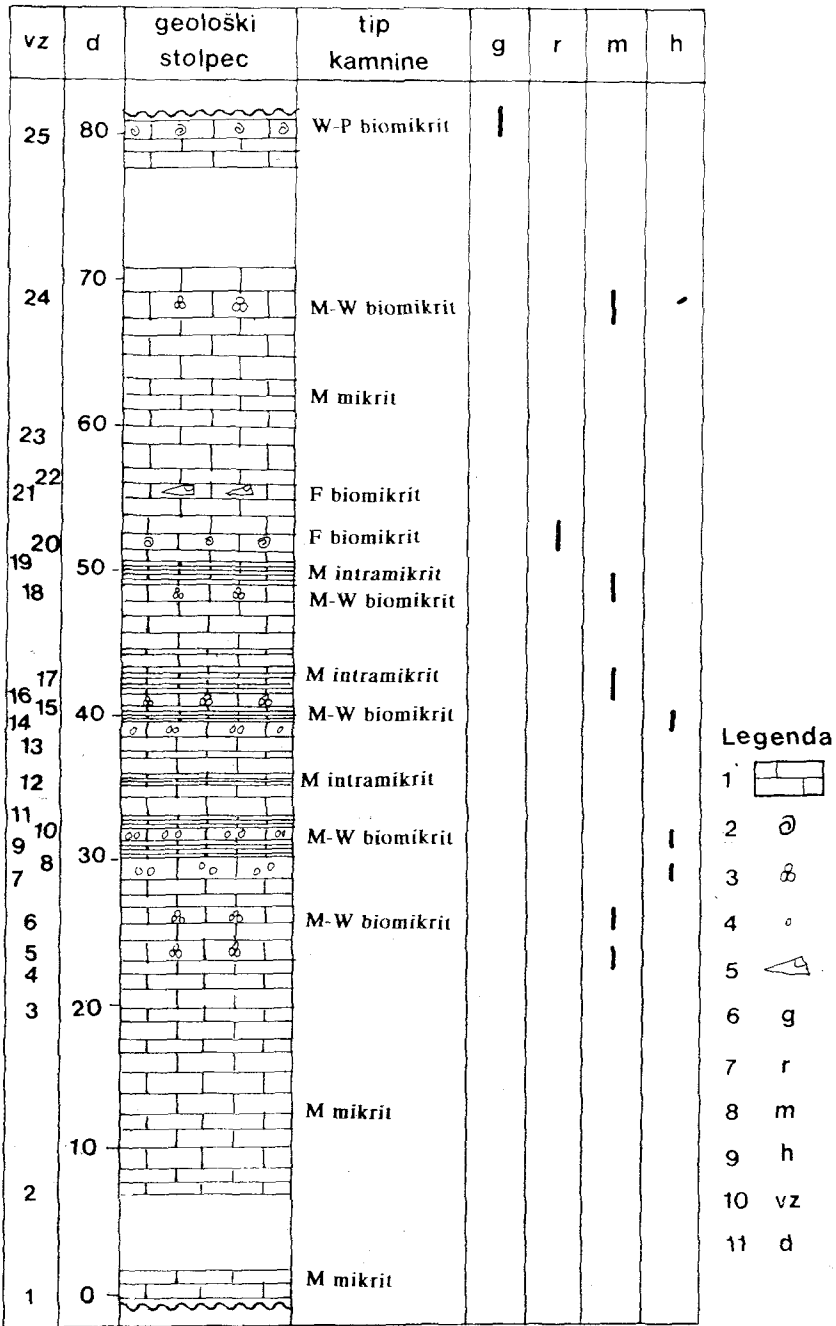
Med plastmi 2 in 4 je mikrosparitni apnenec svetlo siv, ponekod deloma zdrobljen in rahlo dolomitiziran. Tudi v teh plasteh ni fosilov.

#### Plasti 5 (24,5 m) in 6 (26,5)

V spodnjem delu (24,5 m) svetlosivega mikrosparitnega apnenca so posamezne miliolide. Pri 26,5 m je 10 cm debel horizont s posameznimi miliolidami. Apnenec je mikritnega tipa, temnorjav, bituminozen in močno prekrstaljen.

#### Plast 7 (28 m)

V plasti 7 je apnenec temnorjav in ne vsebuje fosilov.



Plasti 8 (29 m) in 9 (31,5 m)

Apnenec je v tem delu profila mikrosparitnega tipa, svetlorjav in rahlo bituminozen. V plasti 8 so v nekaj centimetrih zelo redki nepoškodovani oogoniji haracej.

Plast 10 (32,5 m)

V plasti 10 leži na 10 cm debelem stromatolitnem apnenecu 8 cm debel horizont mikritnega apnenca z oogoniji haracej. Meje med stromatolitnim tipom apnenca in mikritnim apnencom z oogoniji haracej je ostra, vmes ni bilo prekinitve sedimentacije. Horizont s haracejami prehaja v 15 cm debel horizont svetlorjavega lameliranega apnenca brez fosilov.

Plast 11 (33 m)

Apnenec je drobno laminiran. Posamezne bolj ali manj ravne in med seboj vzporedne lamine, ki jih sestavljajo drobnji, 1 do 2 mm veliki intraklasti in plastiklasti, so debele do 2 mm. Dolomitizirani apnenec ne vsebuje fosilov.

Plast 12 (35,5 m)

Drobno vzporedno laminiran (debelina lamin je od 1 do 2 mm) stromatolitni apnenec (LLH-stromatoliti) preide pri točki 12 v nelaminiran homogen in gost mikritni apnenec brez fosilov. Logan, Rezak in Ginsburg (1964) razlikujejo dva osnovna tipa stromatolitov, ki se kažeta tudi v profilu Škocjanske jame:

-LLH-stromatoliti ("Laterally Linked Hemispheroids"), ki se v sedimentu kažejo kot ravne do rahlo nagubane in s cementom bogate lamine;

-SH-stromatoliti ("Stacked Hemispheroids") imajo med seboj deloma ločene valovito oblikovane skorje.

Plast 13 (37 m)

V plasti 13 je nekaj deset centimetrov drobno lameliranega stromatolitnega svetlo do temnorjavega apnenca tipa "LLH". Lamine se na prepereli površini izredno lepo vidijo. Apnenec ne vsebuje fosilov.

Plasti 14 (39 m) in 15 (39,5 m)

Mikritni apnenec je med plastema 14 in 15 svetlorjav in nelaminiran. V njem so posamezne haraceje ter stilolitni šivi, razporejeni v vseh smereh.

V plasti 15 postane apnenec zopet izrazito laminiran (LLH-stromatoliti) in kodrav. Stromatoliti imajo značaj deloma LLH-stromatolitov, deloma SH-stromatolitov.

---

*Sl. 15. Geološki stolpec profila Škocjanske jame. 1-apnenec, 2-giroplevre (rudisti), 3-miliolide, 4-oogoniji haracej, 5-polži, 6-giroplevre 7-rudisti, 8-miliolide, 9-haraceje, 10-vzorec, 11- debelina (m).*

*Fig. 15. Geological column of the Škocjanske jame profile. 1 - limestone, 2 - Gyropleura (rudists), 3 - milliolides, 4 - oogonia of Haracea, 5 - mollusks, 6 - Gyropleura, 7 - rudists, 8 - milliolides, 9 - Haracea, 10 - sample, 11 - thickness (in m).*

Plast 16 (41 m)

Vzporedno laminirani apnenec hitro preide v nelamelirani temnorjav do črn apnenec z številnimi miliolidami. Horizont z miliolidami je debel 30 cm, sediment pa je vseskozi enak. Nad horizontom z miliolidami je 50 cm črnega, deloma razpokanega bituminoznega apnenca brez fosilov. Razpoke so zapolnjene z debelokristalastim kalcitom in so razporejene v nepravilni mreži.

Plast 17 (41,5 m)

Apnenec je v plasti 17 drobno laminiran. Lamine so med seboj oddaljene 1 mm. Debelina tega "LLH stromatolitnega" apnenca je 1 m.

Plast 18 (47,5 m)

Znotraj plasti 18 so v 16 cm debelem horizontu temnorjavega apnenca miliolide. Ta apnenec prehaja navzgor v lamelirani apnenec.

Plast 19 (51 m)

Apnenec je drobno laminiran. Lamine so vzporedne s plastnatostjo (značilni LLH-stromatoliti). Drobna laminiranost se lepo vidi na prepereli površini (sl. 16). Iz kamnine izstopajo zlasti svetlejše lamine.



*Sl. 16. Drobna laminiranost v plasti devetnajst.*  
*Fig. 16. Thin laminae within the 19<sup>th</sup> layer.*



Plast 20 (52 m)

V plasti 20 se pojavljajo rudisti. Sledimo jih tudi nad plastjo 20 v skupni debelini 2 m. M. Pleničar je določil vrsto *Bournonia* vionceky. Rudisti so v temnorjavem apnencu zelo redki, saj je na površini 1 m<sup>2</sup> največ 5 njihovih predstavnikov ter nekaj odlomkov lupin. Rudistni apnec je mikritnega tipa, homogen in ni laminiran, deloma je prekrstaljen.

Plast 21 (56 m)

Svetlorjavi apnec debel 40 cm, vsebuje posamezne polže, ki jih je še manj kot rudistov. Višina prekrstaljenih hišic polžev je do 2 cm. V tem delu profila so plasti apnenca debelejše kot drugod (od 40 do 60 cm).

Plast 22 (56,5 m)

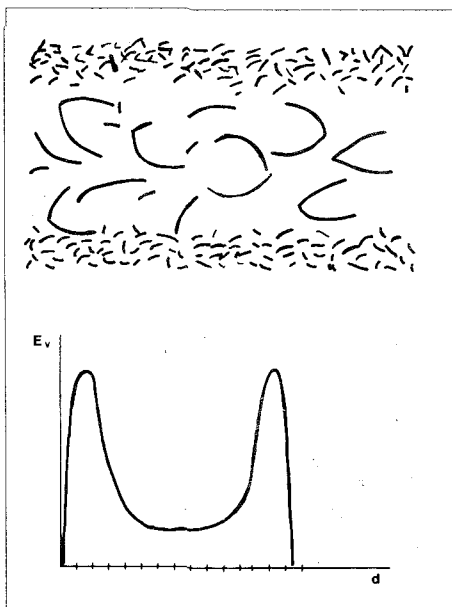
Pri 56. metru (plast 22) profila je svetlorjavi gosti apnec z briozoji, velikimi do 6 mm. Povprečna velikost osebkov je okrog 3 mm. Briozoji so razporejeni v več do 5 cm debelih horizontih, so vzporednih s plastnatostjo. V tanjših, do 2 cm debelih horizontih so briozoi še posebno številni.

Plast 23 (58 m)

Temnorjavi bituminozni mikritni apnec ne vsebuje fosilov.

Plast 24 (68 m)

Na 68. metru (plast 24) je rahlo prekrstaljen, svetlorjav apnec z miliolidami.



Sl. 17. Število lupin *Gyropleura* je približno enako v spodnjem in zgornjem delu horizonta. V sredini horizonta je lupin manj; tip B (zgoraj), diagram energije vode med sedimentacijo (spodaj). Legenda pri sl. 5.  
Fig. 17. The number of *Gyropleura* shells is approximately equal in the lower and upper part of the horizon. In the middle of the horizon there are less shells; type B (up), diagram of the water energy during the sedimentation (down). Legend at Fig. 5.

## Plast 25 (80 m)

Zadnja plast v profilu (plast 25) vsebuje do 4 cm debel horizont z giroplevrami. V tem horizontu so zelo številni odlomki školjčnih lupin, veliki nekaj milimetrov. Zapolnjujejo nekakšne vdolbine oziroma razpoke, ki so se verjetno na morskem dnu ustvarile med sedimentacijo. Smer zapolnjenih vdolbin in razpok je zelo različna, večkrat je celo pravokotna na plasti. Nad in pod horizontom z giroplevrami dobimo v mikritni osnovi posamezne do 5 mm velike odlomke lupin.

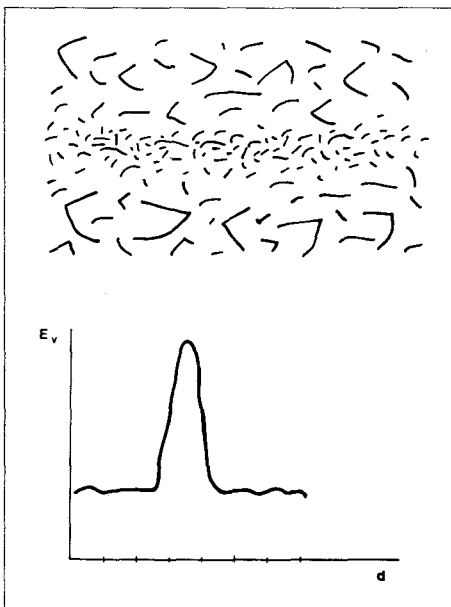
## PALEOEKOLOŠKA OPAZOVANJA

## PALEOGEOGRAFSKE IN PALEOEKOLOŠKE ZNAČILNOSTI LIBURNIJSKE FORMACIJE

Plasti liburnijske formacije so nastajale od maastrichtija do thanetija (Pavlovec & Drobne 1991). Pleničar, Polšak in Šikić (1973) pišejo, da je prostor Slovenskega Primorja ob koncu krede zajelo laramijsko gubanje. V nastale sinklinale je v daniju in paleocenu transgrediralo morje. Po Šikiću in Pleničarju (1975) so v tem delu pri koncu krede znaki splošnega dviganja ozemlja. Na prehodu krede v terciar pa je morsko dno večkrat osciliralo.

Po sedimentaciji plasti z rudisti, je sledila regresija, zaradi katere so v Sloveniji začele nastajati vremske plasti (Pavlovec 1981c).

Podobno opisuje zgodovino nastajanja tega dela ozemlja Buser (1973). V zgornjem senoniju so se nekateri deli Tržaško - Komenske planote dvignili iz morja. V senoniju in



Sl. 18. Največ lupin giroplever je v sredini horizonta in manj v spodnjem in zgornjem delu; tip C (zgoraj), diagram vode med sedimentacijo lupin (spodaj). Legenda pri sliki 5.

Fig. 18. The most of Gyropleura shells are in the middle of the horizon and less in its lower and upper part; type C (up), diagram of water during the shells sedimentation (down). Legend at Fig. 5.

paleocenu so se pogosto menjavali morski, brakični in sladkovodni pogoji sedimentacije.

Sedimenti liburnijske formacije naj bi se po Stachejeveih (1872) predstavah usedale v bližini zelo razčlenjene obale. Morje naj bi bilo deloma brakično, med lagunami pa naj bi bili estuariji in ločena obalna jezera Stache (1889). Z upoštevanjem pojavljanja koskinolin in miliolid se Cita (1955) bolj navdušuje za epikontinentalni kot kontinentalni nastanek liburnijskih plasti.

Breče in boksiti liburnijske formacije, ki so na več mestih po Primorski, kažejo na takratno regresijo morja, ki naj bi bilo plitvo s krajevnimi kopninami. V morskih lagunah in deloma v sladkovodnih jezerih se je sedimentacija liburnijske formacije vršila brez večjih vmesnih tektonskih premikov (Pleničar 1961). Na koncu krede je prišlo sicer do dviganja, ki pa je imelo značaj epirogenetskih in ne orogenetskih procesov (Pleničar 1970).

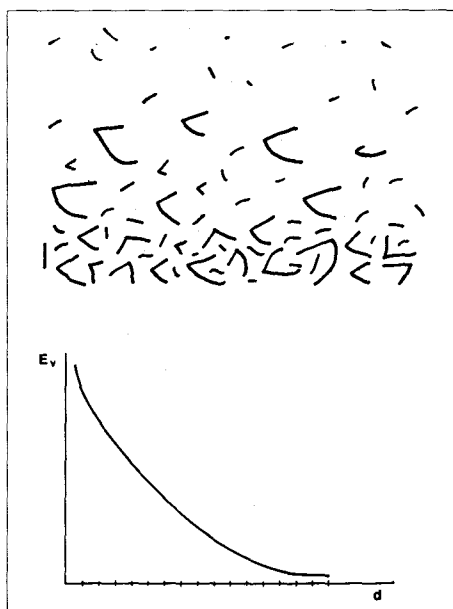
Pri sladkovodnih plasteh liburnijske formacije se je Stache (1889) opiral na polže, plasti premoga in haraceje. Vse tri značilnosti vremskih in kozinskih plasti se v številnih plasteh in horizontih pojavljajo v raziskanih profilih. Za polže je Pavlovec (1963a) izrazil dvom, da bi bili sladkovodni. Hamrla (1959) je prišel do zaključka, da so premogi nastajali tudi v limnično-brakičnem okolju. Nekateri mislijo, da je bil kras v času odlaganja liburnijske formacije že dobro razvit (Hamrla 1959; 1960) in da zato ne moremo pričakovati številnih tekočih voda, ki bi polnile obalna jezera (Pavlovec 1963a).

Po Nortonovih conah je Rhapydionina liburnica, ki se v profilu Vremski Britof pojavlja v več horizontih, najvažnejši fosil maastrichtijskih vremskih plasti (Drobne et al. 1988) in je daleč najpogostejša v coni A, kjer naj bi bila globina morja do približno 9 m in temperatura morja od 21°C do 31°C (Pavlovec 1963a).

Glede na podatke K. Drobne in sodelavcev (1988; 1989), so se vremske plasti v okolici

Sl. 19. Število lupin *Gyropleura* se v horizontu postopno manjša od spodnjega proti zgornjemu robu horizonta; tip D (zgoraj), diagram vode med sedimentacijo lupin (spodaj). Legenda pri sl. 5.

Fig. 19. The number of *Gyropleura* shells in the horizon progressively diminishes from lower to upper horizon's part; type D (up), diagram of water during the shells sedimentation (down). Legend at Fig. 5.



profila Dolenja vas, ki kaže podobnosti z v tej nalogi opisanimi profili, odlagali na mirnem in plitvem zatišnem šelfu z nizkim energijskim indeksom (1-2). Takšno okolje naj bi bilo enotno na širšem prostoru slovenskega dela Zunanjih Dinaridov.

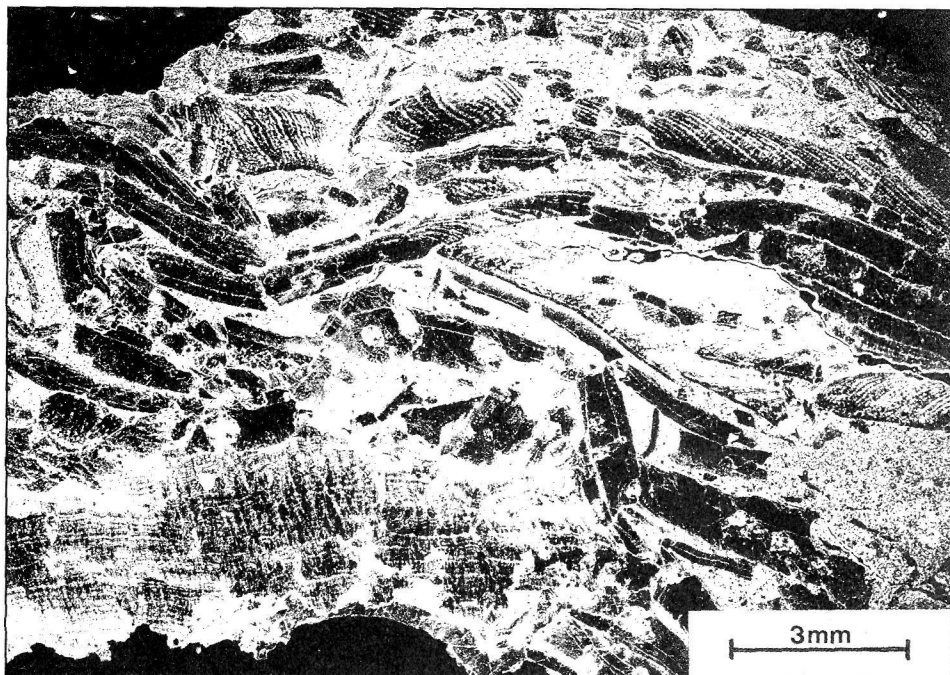
Torej, po novejših raziskavah niso plasti liburnijske formacije v celoti morske ali v celoti sladkovodne. Nad vremskimi plastmi so apnenci s številnimi haracejami. Ti apnenci kažejo na bližino sladkovodnega ali brakičnega okolja (Pavlovec, 1981c).

## VREMSKE PLASTI

### TIPI HORIZONTOV Z GIROPLEVRAMI

Glede na pojavljanje lupin giroplever v preiskanih profilih razlikujem več tipov horizontov z giroplevrami.

1. Glede na vertikalne razlike v nastopanju lupin giroplever in njihovih odlomkov v horizontu sem določil pet tipov:



*Sl. 20. Lupine giroplever so v horizontih večinoma tako številne, da se dotikajo med seboj.*  
*Fig. 20. The Gyropleura shells are so numerous within the horizon that they touch each other.*

Tip A: število lupin giroplever se v horizontu postopno veča od spodnjega proti zgornjemu robu horizonta;

Tip B: število lupin giroplever je približno enako v spodnjem in zgornjem delu horizonta z giroplevrami. V sredini horizonta je lupin giroplever manj (sl. 17);

Tip C: Največ lupin giroplever je v sredini horizonta in manj v spodnjem in zgornjem delu (sl. 18);

Tip D: število lupin giroplever se v horizontu postopno manjša od spodnjega proti zgornjemu robu horizonta. (sl. 19);

Tip E: število lupin giroplever je približno enako po vsem horizontu.

2. Glede na ohranjenost lupin giroplever v horizontu sem ločil tri tipe:

Tip 1: Večinoma cele lupine giroplever;

Tip 2: Cele lupine giroplever in njihovi odlomki;

Tip 3: Večinoma odlomki lupin giroplever.



Sl. 21. V večini horizontov so lupine giroplever razlomljene in zdrobljene.

Fig. 21. In most of the horizons the Gyropleura shells are broken or fragmented.

## INTERPRETACIJA HORIZONTOV Z GIROPLEVRAMI

Pleničar (1961) piše o hamidnih školjkah, kamor s tega področja uvršča samo rod *Gyropleura*. Živele naj bi od spodnjega dela zgornje krede do najmlajšega senona. V zadnjem času so geologi (Pavlovec & Pleničar 1983) mnenja, da niso vse školjke, ki jih danes dajemo v rod *Gyropleura* iz tega rodu, kar je predvideval že Pavlovec (1963a). Zaradi slabe ohranjenosti so domnevali (Pavlovec & Pleničar 1983), da jih je vsaj del iz rodu *Apricardia* ali še iz drugih rodov. Danes je znano, da se aprikardije (*Apricardia pachiniana* Sirna) v vremskih plasteh resnično pojavljajo (Pleničar 1992).

O avtohtonosti oziroma alohtonosti lupin giroplevver so bila mnenja deljena, saj nekateri avtorji zagovarjajo avtohtonost, drugi alohtonost. (cf. Pleničar 1961; Pavlovec & Drobne 1991).



Sl. 22. Pod lupino giroplevve so v sparitem cementu različni bioklasti.

Fig. 22. Below the *Gyropleura* shells various bioclasts are found in sparitic cement.

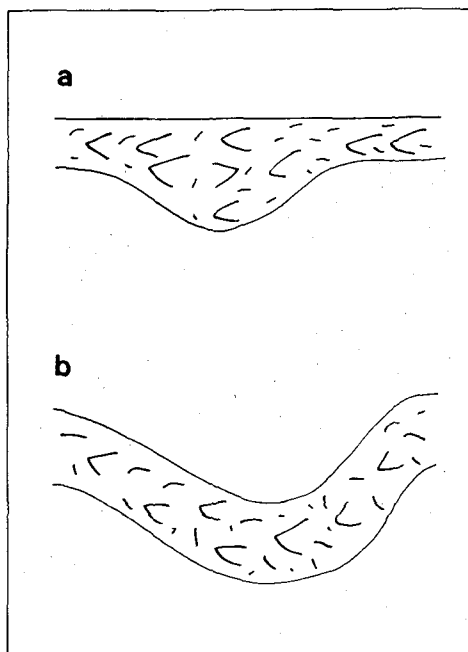
Že po prvih raziskavah sem se v večini primerov nagibal k tanatocenozi giroplever. To pomeni, da življenjsko okolje giroplever in aprikardij ni bilo na mestu, kjer jih najdemo danes. Hamidne školjke iz rodu *Gyropleura* in *Apricardia* so najverjetneje živele v mirni vodi, v plitvinah, zakopane v mulj (Pleničar, ustno sporočilo). Ta možnost ustreza tudi dejstvu, da kljub temu, da nekateri primerki lupin izgledajo izredno debeli (nekaj mm), so v povprečju še vedno tanjši od lupin školjk, ki so in še živijo v vodi z večjo energijo. Od slednjih bi namreč pričakoval debelejšje lupine. Zunanja površina lupine je tudi brez dodatnih ojačitev (reber in podobno), kar navadno kaže na mirno življenjsko okolje.

Primarnega nahajališča giroplever do danes še ne poznamo. Lupine giroplever so prinašali na mesto, kjer jih danes najdemo občasni vodni sunki, ki so imeli po mojem mnenju izvor v hujših nevihtah ali daljših neurjih. Valovi so lupine giroplever nakopičili (sl. 20) v zatišnem delu sedimentacijskega bazena. O podobnih dogajanjih v recentnih karbonatnih bazenih med drugimi pišejo tudi Ginsburg & Hardie (1975) in Schneider (1975). Ta ugotovitev se sklada tudi z dejstvom, da med horizonti ni lupin giroplever, saj bi v nasprotnem primeru lahko med horizonti z giroplevrami pričakovali vsaj nekaj lupin giroplever. Torej obstaja velika verjetnost, da so opisani horizonti tanatocenoza. Po prepričanju Ogorelca se v recentnih zatišnih obrežnih delih bazenov lahko med nevihtnimi obdobji odloži tudi po več deset centimetrov sedimenta.

Lupine rodu *Gyropleura*, ki jih je Pleničar (1961) izoliral iz sedimenta, niso zaobljene, torej ne kažejo znakov transporta in naj bi bile avtohtone. Vendar je takrat opisal samo dva horizonta z giroplevrami, medtem ko ni našel tudi po več deset centimetrov debelih

Sl. 23. Vse vdolbine nekdanjega morskega dna, globoke nekaj centimetrov, so zapolnjene z odlomki lupin in bolj ali manj celimi ostanki lupin. Nad zgornjim robom vdolbin pa je horizont z lupinami giroplever povsod enako debel, kot da vdolbin pod njim sploh ne bi bilo.

Fig. 23. All the niches of the former sea floor, some centimeters deep, are filled up by the fragments of shells and more or less whole rests of the shells. Above the upper margin of the niches the horizon with *Gyropleura* shells is evenly thick giving the impression that there are no hollow below it.



horizontov, polnih odlomkov in drobcov lupin giroplever. Tak tip horizontov namreč prevladuje v profilih Vremski Britof in Škocjanske jame.

Celih lupin giroplever (tip 1) je v horizontih z giroplevrami (na primer prvi, drugi, sedemnajsti horizont) zelo malo (okrog 5%). Kjer dobimo cele lupine se večinoma med seboj ne dotikajo (floatstone). Med školjkami ni drugih fosilov. Ker so lupine dobro ohranjene in sta večinoma obe lupini skupaj, je najverjetneje, da jih je na mesto sedimentacije prinesel počasen, umirjen vodni tok. Vendar bi kljub temu pričakovali med školjkami ostanke drugih organizmov, ki so živeli v takratnem plitvem morju, na primer alge, foraminifere in drugo. Pri tem pa ne smemo povsem izključiti možnosti, da so giroplevre tipa 1 poginjale in situ in so zaradi le rahlega valjenja po morskem dnu ostale bolj ali manj nepoškodovane. V enem ali drugem primeru sklepam na umirjeno sedimentacijo.

V večini horizontov so lupine giroplever razlomljene in zdrobljene (tip 3) (sl. 21), kar



*Sl. 24. Horizonti so večinoma navzdol in navzgor ostro omejeni.*

*Fig. 24. Downwards and upwards the horizons are usually sharply delineated.*



kaže na močne vodne tokove in valove, ki so s seboj nosili lupine giroplever in jih na poti drobili. Velikost razlomljenih delov lupin giroplever je pri večini horizontov nekaj milimetrov in največkrat ne preseže en centimeter.

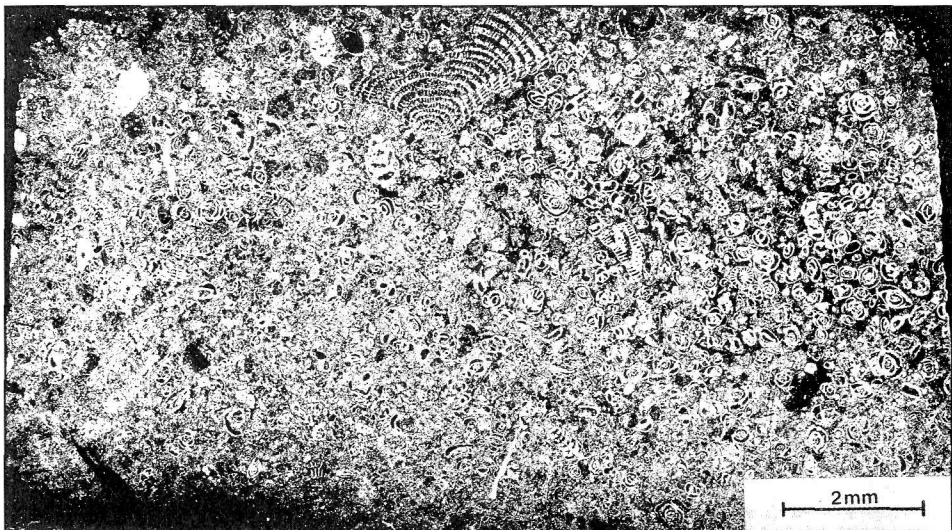
Takšna stanja lupin giroplever je mogoče pojasniti najmanj na dva načina:

1. Lupine giroplever so se zdrobile ob daljšem transportu in so padale na morsko dno razlomljene.

Velike količine drobirja lupin giroplever v nekaterih horizontih so lahko posledica večje energije vode v kateri so se lomile lupine.

2. Lupine giroplever so v nekaterih horizontih (na primer drugi horizont z giroplevrami) relativno tanjše (1 mm) od lupin v prvem horizontu z giroplevrami in je morda to vzrok za močno lomljenje lupin. V tem primeru ni potrebno misliti na daljši transport. Hkrati je potrebno vedeti, da so lupine giroplever velike od 2 do 4 cm. Za trdnost je gotovo pomembno razmerje debelina lupin : velikosti lupin.

V prostoru med lupinami giroplever so ponekod delci sedimenta, veliki tudi do nekaj centimetrov. To so intraklasti ter plastiklasti, ki so jih gibanje vode ali vodni tok nanegli v plitvejši vdolbine na morskem dnu. Vdolbine so izoblikovane v mikritni osnovi, ki je pomešana z odlomki lupin giroplever. Prav tak sediment obdaja in prekriva intraklaste. Ker so v horizontih z giroplevrami in intraklasti navzgor intraklasti vse manjši, sklepam, da je takšno sedimentacijo horizontov z giroplevrami najbrž potrebno pripisati pojemačemu vodnemu toku. Ta je s svojo energijo najprej s seboj prenašal intraklaste in drobil lupine, v končni fazi pa je že zdrobljene lupine giroplever v suspenziji le še odložil.



Sl. 25. En primerek B generacija vrste *Rhapydionina liburnica*, ki se ne pojavlja med lupinami giroplever. Prevladujejo miliolide.

Fig. 25. One specimen of B generation of *Rhapydionina liburnica* species which does not occur among the *Gyropleura* shells. *Milliolides* prevail.

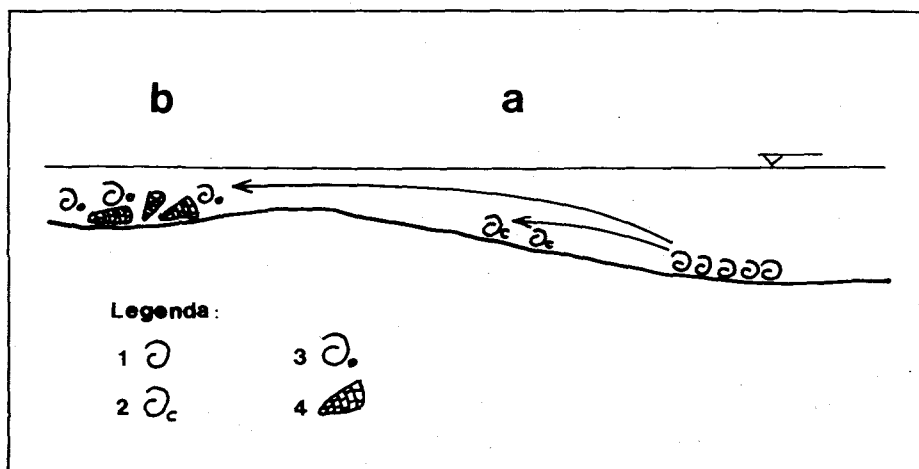
Večina horizontov (tipi A, B, E, 2 in 3) z giroplevrami ima ostro zgornjo mejo. Lupine giroplever naenkrat izginejo, spremembe v sedimentu pa ni. Na zgornjem robu horizonta cele lupine in njihovi odlomki ne ležijo vzporedno s plastnatostjo. Po njihovi legi sodeč so bili navpično in poševno zapičeni v sediment. Najverjetneje so se v mehko blato zapičili med premetavanjem po morskem dnu zaradi povečane energije vode. Ker imajo cele lupine giroplever in njihovi odlomki v zgornjem delu horizonta z giroplevrami ostre robove, menim, da lupine giroplever v tem horizontu niso preživele daljšega transporta.

V primeru (predvsem tretji horizont z giroplevrami, tip D2), ko so posamezne lupine giroplever, ki se med seboj ne dotikajo, s konveksno stranjo obrnjene navzgor in je pod njimi interni sediment (sl. 22), kaže stanje na manjšo energijo vode, saj bi lupine giroplever sicer odplavilo ali bi jih vodni tok nagrmadil drugo na drugo.

Glede na gost, temnorjav do črn bituminozni mudstone okrog lupin giroplever in glede na orientacijo lupin predpostavljam, da je bila sedimentacija precej mirna. Zdi se, da je bila energija vode nizka, vendar s stalnim gibanjem, na kar kaže tudi rahlo izpran mikritni cement. Ker predpostavljam, da so lupine giroplever na mesto sedimentacije prišle bolj ali manj cele, bi zaradi stalnega gibanja vode na mestu tudi lahko prišlo do (dodatnega) drobljenja lupin giroplever na mestu sedimentacije.

Ponekod so med drobci tudi posamezne cele lupine (tip 2), ki imajo debelejšje lupine kot v drobcih. Pri tem se postavi vprašanje, ali drobci niso razlomljene lupine juvenilnih primerkov, starejše debelejšje lupine pa so ostale cele.

Možno je, da v takšnih horizontih z giroplevrami ni igral važne vloge samo način (različna energija vode) nakopičenja lupin, temveč trdnost lupin; transport lupin giroplever z nevihtnimi valovi je bil lahko sorazmerno počasen in so se pri tem razlomile le naključne



Sl. 26. Možen transport lupin giroplever med sedimentacijo.

Fig. 26. A possible transport of *Gyropleura* shells during the sedimentation.

šibkejše lupine, lahko pa je bilo kopičenje lupin giroplever hitro in so se vse lupine, debelejše in tanjše, lomile enako.

Možnost, da bi bili na področju, od koder so bile lupine giroplever prinešene, samo občasno ugodni pogoji za razvoj giroplever in bi takrat prišlo do hiperprodukcije organizmov, zavrača med drugim značilnost šestega horizonta z giroplevrmi. Vse vdolbine nekdanjega morskega dna, globoke nekaj centimetrov, so zapolnjene z odlomki lupin in bolj ali manj celimi ostanki lupin. Nad zgornjim robom vdolbin pa je horizont z lupinami giroplever povsod enako debel, kot da vdolbin pod njim sploh ne bi bilo (sl. 23).

Če bi giroplevre živele na mestu, kjer jih najdemo fosilizirane, bi bil horizont z giroplevrmi vsaj približno enakomerno debel tako v vdolbinah kot tam, kjer teh ni. V šestem horizontu pa kotanje ne vplivajo na debelino horizonta z giroplevrmi, saj je zgornja meja tega horizonta popolnoma ravna oziroma vzporedna s plastnatostjo. To nedvomno dokazuje, da so bile giroplevre vsaj nekoliko prenešene.

V osmem horizontu z giroplevrmi je lepo izražena spodnja meja, ki predstavlja nekdanje morsko dno. To predstavlja enega tipičnih primerov obrežnega dela morja, kjer pod vplivom valov in vodnih tokov pride do erozije morskega dna. S takšno razlago se strinja tudi B. Ogorelec.

Johnson in Baldwin (1986) pišeta, da naj bi erozijske površine (kot je v našem primeru na sliki 9), ki "presekajo" enakomerno plastnatost, nastale v času kratkotrajnih valov ali tokov z visoko energijo vode kakor tudi med daljšo periodo vetrovnega, nevihtnega vremena. Ista avtorja sta mnenja, da je v pogojih povečane energije vode kot tudi spremembe smeri vodnega toka erodiran vrhnji, nevezani del plasti. Pri tem voda odnese del materiala, ki ga lahko kasneje odloži na istem mestu ali v neposredni bližini. Erozijska sled pa v kamnini ostane.

Glede na te podatke in v skladu z razmišljanjem o transportu in sedimentaciji lupine giroplever v šestem horizontu z giroplevrmi predvidevam, da so bili med sedimentacijo osmega horizonta podobni paleoekološki pogoji. Valovanje oziroma vodni tok, s katerim so prihajale na prostor sedimentacije lupine giroplever, je bil nekoliko šibkejši, kot je bil med sedimentacijo šestega horizonta z giroplevrmi, saj je med lupinami le malo njihovih drobcev. Lupine v šestem in osmem horizontu so enako orientirane, kar kaže, da so bile bolj ali manj mirno odložene na takratno morsko blato.

Prenos materiala v krajših časovnih obdobjih opisujeta tudi Johnson in Baldwin (1986). Tako med drugim omenjata "facies sedimentov, ki so nastali pretežno pod vplivom plimskih tokov" ("Tide-dominated offshore facies"), ter "facies sedimentov, ki so nastali pretežno pod vplivom valov, viharjev ter neviht" ("Wave- and storm-dominated offshore facies").

V prvem primeru, ki ga navajata zgornja avtorja, bi zaradi sorazmerno počasnejšega sedimentiranja pričakoval dobro sortiranost lupin giroplever in njihovih odlomkov, ki so najrazličnejših velikosti. Prav tako bi pričakoval sortiranost sedimenta po velikosti, v katerem so lupine giroplever. Ker večinoma takšnih lastnosti v kamnini ne opazim, se moja predvidevanja skladajo z drugim primerom, ki ga navajata Johnson in Baldwin (1986). Avtorja govorita o nesortiranih nanosih materiala z valovi in tokovi, kar povzročijo vetrovi ob nevihtah in viharjih.

Kljub temu, da glede na sediment predvidevamo, da je bilo okolje sedimentacije lupin

giroplever plitvo (najverjetneje do 10 m) in da je bilo v takšnih globinah tudi njihovo življenjsko okolje, naj navedem podatek, da tip nevihtnih valov lahko s svojo bazo seže celo v globino 30 m (Seneš 1988).

Po Johnsonu in Baldwinu (1986) se z nevihtnimi valovi prenaša material v gostih suspenzijah. Pri profilu Vremski Britof je bilo to drobnozrnato karbonatno blato, ki so ga valovi skupaj z lupinami giroplever dvigali s plitvega morskega dna. Sediment, ki ga danes dobimo med lupinami giroplever je večinoma mikritnega tipa.

Ista avtorja (1986) pišeta, da takšni pogoji trajajo sorazmerno kratko v primerjavi z "nenevihtno" sedimentacijo, vendar lahko pričakujemo zaradi višje energije vode v zelo kratkih časovnih obdobjih znantne debeline sedimenta. Glede na recentna opazovanja smo skupaj z Ogorelcem, Pavlovcem in Pleničarjem podobno ugotovili tudi na terenu ob pregledu posameznih horizontov z giroplevrmi.

Horizonti s številnimi odlomki lupin giroplever so navzgor in navzdol ostro omejeni (na primer prvi, drugi, peti, dvanajsti, trinajsti in štirinajsti horizont z giroplevrmi. Sl. 24). Le v posameznih horizontih je postopen prehod iz apnenca brez giroplever v horizont z giroplevrmi (deseti, sedemnajsti in osemnajsti horizont z giroplevrmi). Posameznih lupin giroplever v apnencu med horizonti, razen redkih izjem, ni. To so osnovni dokazi za alohtonost lupin giroplever.

#### LAMINITI V PROFILU ŠKOCJANSKE JAME

Da je bilo v času sedimentacije vremskih plasti zelo plitvo okolje sedimentacije, pričajo tudi znatne debeline dolomitiziranih laminitnih apnencev v profilu Škocjanske jame. Številni avtorji (Laporte 1975; Read 1975; Hoffman 1975; Wanless 1975) menijo, da se v laminitnih apnencih anorganske lamine največkrat izmenjujejo z laminami, ki so ostanki delovanja modrozelenih cepljivk. To domnevam tudi za laminitne apnence v profilu Škocjanske jame. Glede na raziskave recentnih morskih plitvin (Monty 1967) naj bi laminitne stromatolitne skorje nastajale na medplimskem (intertidal) kot tudi na nadplimskem področju (supratidal), redkeje pa v nekoliko globljem (subtidal) in od valov zaščitenem okolju.

Do izmenjave organskih in anorganskih lamin je prišlo zaradi preplavljanja modrozelenih cepljivk na področju medplimske ravnice (intertidal) v času plime in sušitvijo med oseko (Gabelein & Hoffman 1969). Najverjetneje je bilo to področje blago nagnjene morske obale, na kateri je bil občasno močan vpliv plime in oseke. Na takšno okolje sedimentacije opozarja tudi Tišljar (1987). Med oseko je bila na medplimski ravnici omogočena rast modrozelenih cepljivk, med plimo pa je voda tja nanese tanjše ali debelejše plasti drobnozrnatega materiala. Okolje med nastajanjem stromatolitnih skorij je bilo torej izjemno plitvo in za življenje mnogih organizmov neprimerno. Tudi v nekaterih odsekih profila Škocjanske jame, kjer sem našel stromatoliten tip sedimenta, ni drugih fosilov.

Zaradi izhlapevanja morske vode ter zato hitre litifikacije se stromatoliti relativno lahko ohranijo (Tišljar 1987). Ker organsko snov zamenja cement, se trate modrozelenih cepljivk ne ohranijo. S propadom cepljivk nastanejo v sedimentu votline, ki jih kasneje zapolni kalcitni cement. Na ta način se v kamnini, kjer so bile nekoč cepljivke, kaže le fenestralna zgradba.

## RHAPYDIONINA LIBURNICA V PROFILU VREMSKI BRITOF

A in B obliki vrste Rhapsydionina liburnica se pojavljata v več horizontih v profilu Vremski Britof (Drobne 1981). Zanimivo je, da B generacije ni v horizontih s številnimi odlomki in drobci lupin giroplever (sl. 25). Pravtako se v bližini horizonta z giroplevrami rapidionine ne pojavljajo v večjem številu. Med šestim in sedmim ter med sedmim in osmim horizontom z giroplevrami, kjer je rapidionin veliko, ni giroplever, ki bi tvorile horizont. Rapidionine se zopet v večjem številu pojavijo med osmim in devetim horizontom. Rapidionine in lupine giroplever se v sedimentu med šestim in osmim horizontom pojavljajo ločeno; enkrat ene drugič druge.

V nekaterih primerih (na primer šestnajsti horizont z giroplevrami) so lupine giroplever skupaj z rapidioninami. V tem primeru rapidionine številčno prevladujejo nad giroplevrami. Lupine giroplever so med rapidioninami le kot odlomki in drobci, celih lupin med rapidioninami ni. Prav tako niso odlomki giroplever med rapidioninami nakopičeni niti v nekaj centimetrov debelih horizontih, temveč so nepravilno razporejeni po vsem horizontu z rapidioninami A generacije. Zato domnevam, da gre za povezavo pri odnosu rapidionine : odlomki lupin giroplever.

Možne razlage za razmerje med lupinami giroplever in rapidioninami je naslednje.

a) Vodni tok in valovanje sta lupine giroplever iz življenskega položaja nosila proti obali, kjer so živele rapidionine (Fleury 1970; 1979), vendar sta jih odložila pred biotopom z rapidioninami (sl. 26, položaj A). Zaradi kratkega transporta so lupine giroplever ostale bolj ali manj nepoškodovane, celih lupin giroplever in rapidionin pa skupaj ne najdemo.

b) Druga možnost je ta, da so lupine giroplever tokovi ali valovanje prenesli v zatišne plitvine oziroma lagune z rapidioninami, ki naj bi bile bolj oddaljene od sedimentacije celih lupin giroplever (slika 26, položaj B). Zaradi daljšega transporta v plitvejši in mirnejši okolje so lupine giroplever pretrpele hujše lomljenje in drobljenje, sedimentirale pa so se skupaj z rapidioninami. Nahajališče lupin giroplever je torej tudi v tem primeru tanatocenoza. V času, ko voda ni prenašala lupin giroplever v prostor z rapidioninami, so tam nastajali horizonti z rapidioninami, v katerih ni lupin giroplever.

## SKLEPI

Osnovni namen raziskave je bil proučevanje okolja sedimentacije plasti z giroplevrami in aprikardijami v vremskih plasteh.

Pri tem sem prišel do naslednjih ugotovitev.

1. Številne školjke iz rodu Gyropleura, Apricardia in morda še druge školje so v apnencih vremskih plasti na drugotnem mestu.

2. Giroplevre so živele v plitvi vodi nedaleč od obale. Na drugotno mesto so jih prinesli valovi in tokovi, ki so jih povzročila neurja in nevihte.

3. Odsotnost rapidionin v horizontih z giroplevrami potrjuje trditev, da so bile lupine nametane proti obali, saj so rapidionine živele v izrazito lagunskem okolju. Na plitvo okolje sedimentacije kažejo tudi laminiti.

LITERATURA IN VIRI

- D'Ambrosi, C., 1931: Note illustrative della carta geologica delle Tre Venezie, foglio Pisino.- Uff. Idrogr. Magistr. Acque ven., 1-79, Padova.
- D'Ambrosi, C., 1942: Cenni geologici sull'Istria nord-occidentale con particolare riguardo alla scoperta di nuovi affioramenti eocenici.- Boll. Soc. geol. Ital., 60, 311-324, Rome.
- D'Ambrosi, C., 1955: Note illustrative della carta geologica delle Tre Venezie, foglio Trieste.- Uff. Idrogr. Magistr. Acque ven., 1-60, Padova.
- Bignot, G., 1972: Recherches stratigraphiques sur les calcaires du Crétacé supérieur et de l'Eocène d'Istrie et des régions voisines. Essai de révision du Liburnien.-Trav. Lab. Micropaléont., 2, Univ. Paris, 6, 1-353, pl. 1-50, Paris.
- Bignot, G., 1987: Evolution comparée de deux bassins épicontinentaux dans le nord de la plaque Adriatique au Crétacé supérieur.- Mém. Géol. Univ., 11, 183-193, Dijon.
- Buser, S., 1973: Tolmač lista Gorica. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000.- Zvezni geološki zavod Beograd, 50 str., Beograd.
- Buser, S., 1988: Dinaridi.- Enciklopedija Slovenije, 2, 190 str., Ljubljana.
- Buser, S., 1989: Development of the Dinaric and the Julian carbonate platforms and of the Intermediate Slovenian Basin (NW Yugoslavia).- Mem. Soc. Geol. It., 40 (1987), 313-320, Roma.
- Cita, M. B., 1955: The Cretaceous-Eocene boundary in Italy.- Proc. 4. World Petrol. Congr., Sect. I/D, 6, 427-452, Rome.
- Drobne K., 1968. Nouvelles observations au sujet de couches de Trstelj en Slovénie.- Bull. sci. Acad. Yugosl., A, 13, 370, Zagreb.
- Drobne K., 1977: Alvéolines Paléogènes de la Slovénie et de l'Istrie.- Schweiz. Pal. Abh., 99, 132 p., 21 pl., Basel.
- Drobne K., 1979: Paleogene and Eocene Beds in Slovenia and Istria.- 16th Europ. Micropal. Coll., 49-63, Ljubljana.
- Drobne, K., 1981: Značilne foraminifere in njih združbe v podlagi danijskih plasti.- Simpozij o problemih danijske v Jugoslaviji, Zbornik referatov, Proceedings, 2, 85-97, Ljubljana.
- Drobne, K., Ogorelec, B., Pleničar, M., Barattolo, F., Turnšek, D. & M., Zucchi-Stolfa, M. L., 1989: The Dolenja vas section, a transition from Cretaceous to Paleocene in the NW Dinarides, Yugoslavia), Mem. Soc. Geol. It., 40, (1987), 73-84, 6 tavv. n. t., Roma.
- Drobne, K., Ogorelec, B., Pleničar, M., Zucchi-Stolfa, M. L. & Turnšek, D., 1988: Maastrichtian, Danian and Thanetian beds in Dolenja vas (NW Dinarides, Yugoslavia), microfacies, foraminifers, rudists and corals.- Razprave IV. razr. SAZU, 29, 147-224, Pl. 1-35, Ljubljana.
- Drobne, K. & Pavlovec, R., 1991: Paleocene and Eocene Beds in Slovenia and Istria.- Introduction to the Paleogene, SW Slovenia and Istria, Field-Trip Guidebook, IGCP Project 286-Early Paleogene Benthos 7-17, Ljubljana.
- Fleury, J. J., 1970: Le sénonien et l'éocène à microorganismes benthoniques du Klokova (zone du Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale).- Revue Micropal., 13, 30-44,

- Paris.
- Fleury, J. J., 1979: A propos d'une nouvelle espèce du Crétacé terminal de Grèce. Place du genre *Cyclospuedomia* parmi les Rhapydionininae (Foraminifères, Alveolinidae).- *Revue Micropal.*, 22, 19-28, Paris.
- Gabelein, C. D. & Hoffman, P., 1969: Algal origin of dolomite in interlaminated limestone-dolomite sedimentary rocks. In: Bricker, O. P. et al., *Carbonate Cements*.- Bermuda Biol. Station, Spec. Publ., 3, 226-235, Hamilton.
- Ginsburg, R. N. & Hardie, L. A., 1975: Tidal and storm deposits, Northwestern Andros Island, Bahamas.- In: Ginsburg, R. N., *Tidal Deposits*, 201-208, New York.
- Gospodarič, R., 1983: Jamski sedimenti in speleogeneza Škocjanskih jam.- *Geol. zbor.*, UEK, FNT, Montanistika, 4, 163-172, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1984: Jamski sedimenti in speleogeneza Škocjanskih jam.- *Acta carsologica SAZU*, 12, 27-48, Ljubljana.
- Hamrla, M., 1959: O pogojih nastanka premogišč na krasu.- *Geologija*, 5, 180-264, tab. 1-6, Ljubljana.
- Hamrla M., 1960: K razvoju in stratigrafiji produktivnih liburnijskih plasti Primorskega krasa.- *Rudar. - metal. zbornik*, 3, 203 - 216, Ljubljana.
- Herak, M., 1986: A new concept of geotectonics of Dinarides.- *Acta. geol.*, 16, 1, 1-42, Zagreb.
- Herak, M., 1989: Relationship between Adriatic and Dinaric Carbonate platforms.- *Mem. Soc. Geol. It.*, 40, (1987), 289-293, Roma.
- Hoffman, P., 1975: Shoaling-upward shale-to-dolomite cycles in the Rocknest Formation (Lower Proterozoic), Northwest Territories, Canada.- In: Ginsburg, R. N., *Tidal Deposits*, 257-268, New York.
- Hötzl, M. & Pavlovec, R., 1979: Excursion L, Vremski Britof-Vreme Beds.- 16th *Europ. Micropal. coll.*, 225-228, Ljubljana.
- Hötzl, M. & Pavlovec, R., 1981: Vremške plasti kot podlaga danijskim plastem v Zahodnih Dinaridih.- *Simpozij o problemih danija v Jugoslaviji*, Zbornik referatov, 133-136, Ljubljana.
- Iwan, A., 1904: Mitteilungen über das Kohlenvorkommen bei Britof-Urem-Skoflje nächst Divaca im Triester Karstgebiete.- *Oes. Zeit. Berg. Hüttenw.*, 52/16, 197-199, Wien.
- Johnson, H. D. & Baldwin, C. T., 1986: Shallow siliciclastic seas. V: Reading, H. G.- *Sedimentary Environments and Facies*.- Blackwell Sci. Pub., 229-282, Oxford-London.
- Laporte, L. F., 1975: Carbonate tidal-flat deposits of the Early Devonian Manlius Formation of New York State.- In: Ginsburg, R. N. *Tidal Deposits*, 243-250, New York.
- Lodin, M., 1883: Note sur certains combustibles tertiaires de l'Istrie et de la Dalmatie.- *Ann. Mines.*, 8/3, 209-233, Paris.
- Logan, B. W., Rezak, R. & Ginsburg, R. N., 1964: Classification and environmental significance of algal stromatolites.- *Journ. Geol.*, 72, 68-83, Chicago.
- Martinis, B., 1962: Ricerche geologiche e paleontologiche sulla regione compresa fra il T. Ludrio ed il F. Timavo.- *Riv. Ital. pal. strat.*, Mem., 8, 1-200, tav. 1-22, Milano.
- Martinis, B., 1989: The development of geological information on the "Carso".- *Mem. Soc. Geol. It.*, 40 (1987), 21-33, Roma.

- Monty, C. L. V., 1967: Distribution and structure of recent stromatolitic algal mats, Eastern Andros Island, Bahamas.- *Ann. Soc. Geol. Belg.*, 90, 55-99, Bruxelles.
- Pavlovec, R., 1963a: Startigrafski razvoj starejšega paleogena v južnozahodni Sloveniji.- *Razprave IV. razr. SAZU*, 7, 419-556, Ljubljana.
- Pavlovec, R., 1963b: Stratigrafija produktivnih liburnijskih plasti v luči novih raziskav.- *Nova proizvodnja*, 14, 3-4, Ljubljana.
- Pavlovec, R., 1964: Stratigraphie des couches liburniennes au Nord-Ouest de la Yougoslavie.- *Mém. B. R. G. M.*, n. 28 (Coll. Paléog. Bordeaux 1962), t. 2, p. 711-719, Bordeaux.
- Pavlovec, R., 1965: Regionalni obseg liburnijskih plasti.- *Geologija*, 8, 135-138, Ljubljana.
- Pavlovec, R., 1968: Paleogenske plasti v Sloveniji.- *Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov*, 1, 123-127, Ljubljana.
- Pavlovec, R., 1981a: Vremski Britof-vremške plasti, zgornji maastrichtij.- *Simpozij o problemih danija v Jugoslaviji, Povzetki referatov, Ekскурzija*, 1, 48-52, Ljubljana.
- Pavlovec, R., 1981b: Profil Zavrhek-kozinske plasti, spodnji paleocen.- *Simpozij o problemih danija v Jugoslaviji, Povzetki referatov, Ekскурzija*, 1, 53-57, Ljubljana.
- Pavlovec, R., 1981c: Nekaj primerjav s plastmi liburnijske formacije izven jugoslovanskega ozemlja.- *Simpozij o problemih danija v Jugoslaviji, Zbornik referatov, Proceedings*, 2, 167-174, Ljubljana.
- Pavlovec, R. & Drobne, K., 1991: The Vremski Britof profile, Upper Maastrichtian.- *Introduction to the Paleogene, SW Slovenia and Istria, Field-trip guidebook, IGCP Project 286-Early Paleogene Benthos 43-45*, Ljubljana.
- Pavlovec, R. & Pleničar, M., 1979: The boundary between Cretaceous and Tertiary in the limestone beds of the West Dinarides.- *Symp. Cret.-Tert. Boundary events, Copenhagen*.
- Pavlovec, R. & Pleničar, M., 1981a: The boundary between Cretaceous and Tertiary in the limestone beds of the West Dinarides.- *Rudar.-metal. zbornik*, 28/1, 25-31, Ljubljana.
- Pavlovec, R. & Pleničar, M., 1981b: Novi pogledi na razvoj maastrichtija pri nas.- *Rudar.-metal. zbornik*, 28/4, 383-386, Ljubljana.
- Pavlovec, R. & Pleničar, M., 1983: Der ältere Teil der Liburnischen Formation in den NW-Dinariden.- *Zitteliana*, 10, 195-199, München.
- Pavlovec, R., Pleničar, M., Drobne, K., Ogorelec, B. & Šušteršič, F., 1989: History of geological investigations of the Karst (Kras) region and the neighbouring territory (Western Dinarides).- *Mem. Soc. Geol. It.*, 40 (1987), 9-20, Roma.
- Pleničar, M., 1956: Razvoj paleocena in eocena v Sloveniji.- *Prvi jugosl. geol. kongres, Bled, Predavanja in poročila*, 45-46, Ljubljana.
- Pleničar, M., 1961: Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem.- *Geologija*, 6, 22-145, Ljubljana.
- Pleničar, M., 1970: Tolmač lista Postojna. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000.- *Zvezni geološki zavod Beograd*, 62 str., Beograd.
- Pleničar, M., 1992: *Apricardia pachiniana* Sirna iz spodnjega dela liburnijskih plasti pri Divači.- *Geologija*, 35, 65-68, Ljubljana.
- Pleničar, M., Polšak, A. & Šikić, D., 1969: Osnovna geološka karta SFRJ Trst 1:100.000.- *Zvezni geološki zavod Beograd*, Beograd.



- Pleničar, M., Polšak, A. & Šikić, D., 1973: Tolmač lista Trst. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000.- Zvezni geološki zavod Beograd, 68 str., Beograd.
- Read, J. F.; 1975: Tidal-flat facies in carbonate cycles, Pillara Formation (Devonian), Canning Basin, Western Australia.- In: Ginsburg, R. N., Tidal Deposits, 251-256, New York.
- Schneider, J. A., 1975: Recent tidal deposits, Abu Dhabi, UAE, Arabian Gulf.- In: Ginsburg, R. N., Tidal Deposits, 209-214, New York.
- Schubert, R., 1905: Zur Stratigraphie des istrisch- norddalmatinischen Mitteleozäns.- Jb. Geol. R. A., 55, 153-188, Wien.
- Seneš, J., 1988: Principles of study of adriatic shelf ecosystems from the viewpoint of applications in geology.- Geologica Carpatica, 39, 3, 285-300, Bratislava.
- Stache, G., 1859: Die Eozängebiete in Inner-Krain und Istrien.- Jb. Geol. R. A., I, 10, 272-331, Taf. 1-8, Wien.
- Stache, G., 1864: Die Eozängebiete in Inner-Krain und Istrien.- Jb. Geol. R. A., II, 14, 11-115, Taf. 1, Wien.
- Stache, G., 1867: Die Eozängebiete in Inner-Krain und Istrien.- Jb. Geol. R. A., III, 17, 243-290, Taf. 1-6, Wien.
- Stache, G., 1872: Geologische Reisenotizen aus Istrien.- Verh. Geol. R. A., 215-223, Wien.
- Stache, G., 1875: Neue Beobachtungen in den Schichten der liburnischen Stufe.- Verh. Geol. R. A., 334-338, Wien.
- Stache, G., 1880: Die Liburnische Stufe.- Verh. Geol. R. A., 195-209, Wien.
- Stache, G., 1889: Die Liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte.- Abh. Geol. R. A., 13, 1-170, Taf. 1-8, Wien.
- Šikić, D. & Pleničar, M., 1975: Tolmač lista Ilirska Bistrica. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000.- Zvezni geološki zavod Beograd, 51 str., Beograd.
- Šikić, D., Pleničar, M. & Šparica, M., 1972: Osnovna geološka karta SFRJ Ilirska Bistrica 1:100.000.- Zvezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- Tišljar, J., 1987: Petrologija sedimentnih stijena.- Rudarsko-geološko-naftni Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, I-V + 242 str., Zagreb.
- Vardabasso, S., 1923: Uno sguardo alla stratigrafia del Terziario dell'Istria a proposito di un nuovo livello fossilifero.- Atti Acc. Ven. Trent. Istr., 14, 27-45, Padova.
- Wanless, H. R., 1975: Carbonate tidal flats of the Grand Canyon Cambrian.- In: Ginsburg, R. N., Tidal Deposits, 269-277, New York.

#### NEOBJAVLJENA DELA

- Jurkovšek, B., Poljak, M., Ogorelec, B., Buser, S., Toman, M. & Šribar, L., 1989: Geološka karta SFRJ 1:50 000, Kredne in paleogenske plasti Zunanjih Dinaridov. Vodnik ekskurzije.- 35 str., Ljubljana. (Tipkano poročilo. Arhiv Geološki zavod Ljubljana.)

## PALEOECOLOGICAL PROPERTIES OF THE VREME BEDS IN THE VICINITY OF ŠKOCJANSKE JAME

### Summary

### INTRODUCTION

From paleoecological and partly biostratigraphical point of view two profiles of Vreme beds (the lower part of the Liburnian formation) from the immediate vicinity of Škocjanske jame cave system are treated: the profile Vremski Britof and the profile Škocjanske jame.

In the Vreme beds I carefully studied the layers containing Gyropleura and Apricardia and the mode of the shells and their fragments appearance within the particular horizons. Thus I wished to get the paleoecological data, to solve the question of their primarity or secondarity respectively. In some parts of Vreme beds there are besides the Gyropleura and Apricardia numerous Foraminiferans and Algae.

### THE PROFILE VREMSKI BRITOF

In 1979 the profile Vremski Britof was discovered (Hötzl & Pavlovec 1979) of about 130 m long, the layers being about 50 m thick. Due to vegetation growth and roadcut breaking down only some 40 m may be seen today. The horizons with Gyropleura appear in the total length of 84 m and this part I described in more detail. The dip of strata is 140/30 mostly.

In spite of several descriptions of the Vremski Britof vicinity we are lacking the detailed study of Gyropleura and Apricardia horizons and the location of the shells or their fragments.

In continuation I shall write about better known genus of Gyropleura, although, according to the opinion of Pavlovec and Pleničar (from 1983) in these horizons the shells of Apricardia exist as well. Pleničar (1992) in his treatise distinctly quotes that in the Vreme beds there are besides Gyropleura the Apricardia too, namely the species (*Apricardia pachiniana* Sirna) characteristic for the Upper Senonian.

In the profile Vremski Britof there are 19 horizons containing Gyropleura.

### THE PROFILE ŠKOCJANSKE JAME

Since now nobody has described the profile in Škocjanske jame. The detailed geology of the Škocjanske jame vicinity was studied by Gospodarič (1983) only. In his treatise the speleogenesis of Škocjanske jame is more accentuated, nevertheless he mentions the Vreme beds as bedded and thin-bedded limestones containing some coal layers.

The Škocjanske jame profile is 160 m long. As it is partly covered in lower and upper

part its thickness may be evaluated to 80 m approximately. Very bituminous laminated and non-laminated limestones of various thickness alternate within the profile. The fossils within the profile are scarce, in lower part there is one horizon only containing oogonia of Haracea, and in upper part there are in about two meters thick beds single rudists. In the upper profile's part there is one horizon containing Gyropleura. The dip of strata within the profile changes between 190/30 to 200/30.

## **PALEOGEOGRAPHICAL AND PALEOECOLOGICAL PROPERTIES OF THE LIBURNIAN FORMATION**

The layers of the Liburnian formation, where the both profiles lie, were developing from the Maastrichtian to the Thanetian (Pavlovec & Drobne 1991). Pleničar & Polšak & Šikić (1973) write that the area of the Slovene Littoral was subdued to the Laramian folding at the end of the Cretaceous. The sea transgressed into existing sinkline in the Danian and the Paleocene. According to Šikić & Pleničar (1975) there are in this part the indications of the general uplifting of the area at the end of the Cretaceous. At the transition of the Cretaceous to Tertiary the sea floor frequently oscillated.

After the sedimentation of the layers with rudists the regression followed which is the cause of the Vreme beds origin in Slovenia (Pavlovec 1981c).

Similar description of the past of this part of the area is provided by Buser (1973). In the Upper Senonian some parts of the Trieste - Komen plateau uplifted from the sea. In the Senonian and in the Paleocene sea, brackish and fresh water conditions of sedimentation frequently alternated.

The breccias and bauxites of the Liburnian formation found on numerous places in the Littoral show the then sea regression which is supposed to be shallow with local lands. In the sea lagoons and partly in fresh water lakes the sedimentation of the Liburnian formation went on without remarkable intermediate tectonic displacements (Pleničar 1961). However at the end of the Cretaceous the uplifting occurred having the character of epigenetic and orogenic processes (Pleničar 1970).

According to the recent researches the Liburnian formation layers are not entirely marine nor entirely fresh water. Above the Vreme beds there are the limestones with numerous Haracea. These limestones indicate the vicinity of fresh or brackish water environment (Pavlovec 1981c).

## **THE INTERPRETATION OF THE HORIZONS CONTAINING GYROPLEURA**

Pleničar writes about Chamidae shells and from this area he ranks among them the Gyropleura genus only. They are supposed to live since lower part of the Upper Cretaceous to the youngest Senonian. In the last time the geologists (Pavlovec & Pleničar 1983) believe that all the shells which today are classified to Gyropleura genus do not belong to it as it was supposed by Pavlovec (1963a) already. Due to bad preservation it was presumed

(Pavlovec & Pleničar 1983) that one part at least belongs to *Apricardia* genus or to other genera even. Today it is known that *Apricardia* (*Apricardia pachiniana* Sima) really appears in the Vreme beds (Pleničar 1992).

The opinions about the autochthonous or allochthonous origin of the *Gyropleura* shells were shared, as some authors argue for autochthonous and the others for allochthonous origin (cf. Pleničar 1961; Pavlovec & Drobne 1991).

After the first researches already in most cases I was inclined towards the tanatocenosis of *Gyropleura*. It means that the living space of *Gyropleura* was not on the same spot where they are found today. The most probably the Chamide shells of *Gyropleura* genus lived in calm, shallow water burried into silt (Pleničar, oral communication). This possibility corresponds to the fact that although some samples of the shells are rather thick (some mm) in average they are thinner than the shells which lived and still live in the water with higher energy. Of the last we would namely expect thicker shells. The external shells surface does not have any additional strengthenings which usually indicate a calm life environment.

Till now we do not know the primary finding site of *Gyropleura*. The *Gyropleura* shells were transported to the place where they are found today by seasonal water pushes having their origin, according to my opinion in storms or longer lasting tempests. The waves accumulated the shells on leeward side of the sedimentary basin. Similar events in the recent carbonate basins are described by Ginsburg & Hardie (1975) and Schneider (1975). This statement corresponds to the fact that among the horizons there are no *Gyropleura* shells and if the case would be the opposite at least some of them must have been found. Hence a probability exists that the described horizons belong to tanatocenosis. Referring to the B. Ogorelec conviction in the recent leeward places of the coastal parts of the basins during the storms several ten centimeters of the sediment may be deposited.

According to appearance of *Gyropleura* shells in the studied profiles several types of the horizons containing *Gyropleura* are distinguished.

1. Referring to vertical stratification of *Gyropleura* shells and their fragments appearance, five types are distinguished:

Type A: The number of *Gyropleura* shells within the horizon progressively increases from lower towards the upper margin of the horizon;

Type B: The number of *Gyropleura* shells is approximately the same in the lower and the upper part of the horizon but in the middle there are less of shells;

Type C: The most of *Gyropleura* shells are in the middle of the horizon and less in the upper and lower parts;

Type D: The number of *Gyropleura* shells within the horizon progressively diminishes from lower towards the upper margin of the horizon;

Type E: The number of *Gyropleura* shells is approximately the same all over the horizon.

2. Referring to preservation of *Gyropleura* shells within the horizon three types are distinguished:

Type 1: Mostly complete articulated *Gyropleura* shells;

Type 2: Complete *Gyropleura* shells and their fragments;

Type 3: Mostly fragments of *Gyropleura* shells

## LAMINITES IN THE PROFILE OF ŠKOCJANSKE JAME

Considerable thickness of dolomitized limestones in laminae within the profile of Škocjanske jame indicates that during the time of the Vreme beds deposition the sedimentary environment was extremely shallow. Several authors (Laporte 1975; Read 1975; Hoffman 1975; Wanless 1975 ) believe that in these limestones the anorganic laminae the most frequently alternate with laminae which are the rests of the blue-green algae (cyanobacteria). The same is supposed for the laminated limestones in the Škocjanske jame profile. Referring to recent researches of sea shoals (Monty 1967) the laminated stromatolitic crusts originated at intertidal or even supratidal areas and rarely in deeper subtidal environment, protected against the waves.

## CONCLUSION

The basic goal of this research was to study the sedimentary environment of the Gyropleura and Apricardia layers within the Vreme beds.

1. Numerous shells of Gyropleura and Apricardia genus and maybe some other shells too are found within the Vreme beds at the secondary site.
2. Gyropleura lived in shallow sea not far from the coast, and have been transported to their secondary site by current action caused by storms and tempests.
3. The absence of Rhapydionina within the Gyropleura horizons confirms the statement that the shells were thrown towards the coast as Rhapydionina lived in lagoon environment. The laminae indicate the shallow sedimentary environment too.

Translated by Maja Kranjc