

**PRISPEVEK K PALEOEKOLOGIJI JURSKIH
HIDROZOJEV V SLOVENIJI**

(Z 2 slikama v tekstu in 1 tablo slik)

**A CONTRIBUTION TO THE PALAEOECOLOGY OF JURASSIC
HYDROZOA FROM SLOVENIA**

(With 2 Figures in Text and 1 Plate)

DRAGICA TURNŠEK

SPREJETO NA SEJI ODDELKA ZA PRIRODOSLOVNE
VEDE RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE IN MEDICINSKE
VEDE SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI
DNE 20. DECEMBRA 1968 IN NA SEJI PREDSEDSTVA
DNE 20. JANUARJA 1969

UREDIL: AKADEMIK IVAN RAKOVEC

UVOD

Fosilni hidrozoji so izredno občutljive živali, ki so se lokalno hitro spreminjale in prilagajale okolju. Zato so važen indikator področja, v katerem so živele, in potemtakem pomembni pri raziskovanju paleoekologije.

Na razmeroma majhnem ozemlju južne Slovenije so se v spodnjem malmu izoblikovali trije tipi hidrozojske favne, ki so vezani na tri ločena področja. To so hidrozoj *Cladocoropsis* v južnem favnističnem področju, parastromatopridni hidrozoji, korale in hetetide v srednjem favnističnem področju in aktinostromaridni hidrozoji v severnem favnističnem področju. Sklepam, da so se različni tipi razvili zaradi tega, ker so v vsakem področju vladali nekoliko drugačni ekološki pogoji. Področja s posameznimi favnističnimi tipi si slede v ozkih in dolgih pasovih od jugozahoda proti severovzhodu, kar nam takoj vsiljuje domnevo, da so sledili ali nekdanjemu poteku obale ali pa poteku podmorskega praga.

Da bi ugotovila, kakšne so bile paleoekološke razmere v posameznih področjih, in kakšna je bila paleogeografska slika Slovenije v zgornji juri, sem preučila obliko in strukturo hidrozojskih kolonij v posameznih področjih ter preiskala vso spremljajočo favno in litološki značaj sedimentov. Obenem sem primerjala jurski razvoj v južni Sloveniji z razvojem v severni Sloveniji in drugod. V ta namen sem zbrala podatke o razvoju jurskih skladov v Julijskih Alpah in Karavankah ter preiskala vzorce s severne Dolenjske, kjer razvoj zgornje jure doslej sploh ni bil znan.

Ob tej priložnosti se zahvaljujem Slovenski akademiji znanosti in umetnosti in Skladu Borisa Kidriča, ki sta materialno podprla raziskave.

Zahvalo sem dolžna kolegoma S. Buserju, ki mi je nudil stratigrafske podatke, in F. Drobnetu, ki je izdelal petrografske analize hidrozojskih apnencev. Zahvaljujem se prof. A. Ramovšu in L. Šribarjevi za terenske podatke, ki še niso objavljeni.

Posebno zahvalo sem dolžna svojemu predstojniku prof. dr. I. Rakovcu za številne dragocene nasvete.

NEKAJ PODATKOV IZ ŽIVLJENJA FOSILNIH HIDROZOJEV

Za pravilno ugotovitev hidrozojskih paleoekoloških razmer v Sloveniji je primerjava z že znanimi ugotovitvami nujno potrebna. To predvsem zaradi tega, ker so se izredno občutljive hidrozojske kolonije lahko razvijale le v določenih specifičnih razmerah, ki so morale biti enake povsod, kjer se je ta favna pojavljala.

Navedla bom nekaj najvažnejših podatkov iz življenja grebenskih organizmov, ki jih je zbral Wells (1957). Podatki veljajo za hidrozoje, korale

ter nekatere druge grebenske organizme in lahko služijo kot važen pripomoček tudi pri interpretaciji paleoekoloških razmer pri nas.

Hidrozoji in korale so mesojedi, ki žro zooplankton. Ker so prirasli, dobe hrane le toliko, kolikor se ta sama giblje ali jo prenašajo valovi. Zato je za življenje teh organizmov velikega pomena vodna cirkulacija, ki poleg prinašanja hrane služi tudi za to, da preprečuje sedimentacijo na grebenskih organizmih. Sedimentacijsko blato bi namreč te občutljive organizme zadušilo.

Hidrozoji rastejo od površine do globine 90 metrov. Največ jih uspeva v globini do 50 m. Najugodnejša je temperatura od 25 do 29°C in slanost od 34 do 36‰. Vdor sladke vode s kopnega je lahko smrten. Poznamo primer, ko je izredno močan nalive v trenutku uničil koralni greben ob obali Avstralije (Hedley, 1925).

Rast kolonij je v veliki meri odvisna od temperature. Ob nizki temperaturi nastane zastoj v rasti, ob toplem obdobju je rast hitrejša. Masivne kolonije rastejo počasneje. Nekateri raziskovalci menijo, da je temperatura celo važnejša za rast kolonij kot globina in tako razlagajo najdbe hidrozojev in koral v različnih globinah.

Vzrok za večjo ali manjšo geografsko razširjenost raznih vrst lahko med drugim iščemo v dolžini larvalnega stadija. Če traja ta dolgo, omogoča veliko razširjenost, če je kratek, je življenjski prostor grebenov razmeroma majhen, čeprav so pogoji za rast ugodni na večjem prostoru.

Za preučevanje grebenov je velikega pomena oblika kolonij, ki je odvisna od raznih faktorjev, predvsem od vodnega gibanja. Razvejane kolonije, listnate, s finimi skeleti niso prilagojene na močno valovanje, ampak so značilne za dobro zaščitene strani grebenov. Masivne kolonije pa so odporne proti valovanju in so rastle na predelih, ki so bili izpostavljeni zunanjim vplivom.

Tako so raziskovalci na podlagi omenjenih lastnosti mogli sklepati na ekološke razmere hidrozojske favne v vseh geoloških obdobjih.

Paleozojski hidrozoji iz skupine Stromatoporoidea so imeli veliko vlogo pri nastanku grebenov. Bili so celo pomembnejši in pogostnejši kot rugozne in oktokorale. Edino tabulatne korale so jih po svoji množičnosti prekašale. V splošnem velja ugotovitev, da je hidrozojem manj prijalo blatno morsko dno kakor koralam, bili so torej bolj občutljivi za okolje. Velike masivne kolonije se pojavljajo navadno v čistih apnencih, kar pomeni, da so se lahko nemoteno razvijale in rastle le v čisti vodi. V apnencih s primesmi laporjev ali glin pa so kolonije manjše ali pa imajo nepravilne oblike gomoljev ali prevlek. Druge fosilne združbe med stromatoporami so razmeroma redke, ker so ob ugodnih pogojih kolonije stromatopor zadušile druge organizme.

Cooper (1966) je raziskoval ekološko razširjenost devonskih brahiopodov v severozahodni Evropi. Ugotovil je več tipov brahiopodov, ki se v ozkih pasovih vlečejo od obale proti odprtemu morju. Kot spremljajočo favno omenja tudi korale in stromatopore. Zanimivo je, da je dobil stromatopore le na grebenski barieri, ki meji na odprto morje. Brahiopodi in korale so bliže obali.

Iz zgornjega paleozoika in triade so znani le redki hidrozojski ostanki. To so nekateri posamični primerki, prave grebenske tvorbe pa so redke.

Kolonije hidrozojev iz tega časa so večinoma nepravilne in majhne. Klimatski in drugi pogoji verjetno niso bili ugodni, da bi se ta favna mogla razviti v vsej svoji moči. Nekateri raziskovalci domnevajo, da se je v zgornjem paleozoiku spremenil gradbeni material, da so hidrozoji začeli izločati v glavnem hitinast skelet, zaradi česar se fosilno niso ohranili. Posebnost iz tega časa je hidrozojski rod *Heterastridium* iz zgornje triade, za katerega raziskovalci domnevajo, da je globokomorski. Kolonija ni prirasla, ampak se je premikala po dnu (Flügel, 1959), kar je edini tak primer med hidrozoji.

Za jurske in kredne hidrozoje je še pred nekaj desetletji veljalo mnenje, da niso tako pogostni in ne tako pomembni za grebene kot njihovi paleozojski predniki. Novejše najdbe in raziskave pa kažejo, da so zlasti zgornjajurski hidrozoji zelo pogostni in skupaj s heksakoralami prav grebenotvorni. Bogata nahajališča jurskih hidrozojev poznamo iz Španije, Portugalske, iz Italije, iz raznih krajev Mediterana, iz srednje in južne Evrope, iz Bližnjega vzhoda, iz Japonske, in skoraj povsod sestavljajo razne grebenske sisteme.

Danes poskušajo raziskovalci s strukturnimi analizami sedimentov ugotoviti čim natančnejše ekološke razmere, v katerih naj bi rasli hidrozoji oziroma korale. Struktura sedimentov, delež posameznih sestavin, zaobljenost in drugo naj bi poleg fosilne združbe pokazalo natančno okolje sedimentacije, to je moč vodne cirkulacije, dotok tujega materiala, dolžino transporta sedimentov in drugo.

Na podlagi sedimentoloških metod in strukturnih analiz je Fenninger (1966) mogel zelo natančno ugotoviti, da so zgornjajurski hidrozoji v Tressensteinu in Plassenu uspevali v plitvomorskem okolju. Gradili so razne grebenske tvorbe in bariere, ki so zavzemale velik regionalni obseg.

Ob koncu mezozoika je fosilna skupina Sphaeractinoidea izumrla. V kenozoiku prevladujejo hidroidi in meduzne oblike, ki fosilno niso popolno ohranjene. Pomen in razširjenost grebenskih hidrozojev sta veliko manjša kot v paleozoiku in mezozoiku.

Za primerjavo s fosilnimi najdbami in za ugotavljanje paleoekologije fosilnih hidrozojev so pomembne raziskave recentnih hidroidov v Rdečem morju (Mergner, 1966). Avtor je ugotovil, da blizu obale ni živalstva. Tu je plitva abrazijska cona z mirno vodo in blatnim dnom, ki je sovražnik hidroidov in življenja sploh. Grebeni s hidroidi se pojavljajo na odprtem morju, stran od obale, in sicer le tam, kjer so močni tokovi, čista voda in zadostna količina kisika.

Iz vseh navedenih podatkov lahko povzamemo, da so bili hidrozoji v vseh geoloških obdobjih v glavnem grebenske plitvomorske živali. Dehorne (1920) meni, da so to predvsem organizmi plitvih tropskih voda. Le redki primerki so uspevali v globokih morjih. Tik ob obali je okolje premalo čisto in ni ugodno za rast hidrozojev. Velika večina grebenskih tvorb uspeva na robu šelfa ali praga, ki meji na odprto morje. Zelo važni pa so še sistemi površinskih in podvodnih tokov na posameznih področjih, ki lahko nudijo ugodne pogoje za grebene.

Bourgeat (1888) je raziskoval grebenske tvorbe v gorovju Jura. Greben Valfin v južni Juri kaže prehod od lapornega šelfnega razvoja preko greben-

skega faciesa v globlji amonitni bazen. Grebeni s hidrozoji, koralami in dicerasi so na robu šelfa.

Raziskave grebenskih tvorb v Rdečem morju so pokazale, da zaradi pomanjkanja kisika in hrane dobimo manj grebenov na plitvinah, več pa na robovih in bregovih, ki segajo proti odprtemu morju (Nesterov, 1955).

Vsako najmanjše neugodje in sprememba okolja vpliva na rast grebenov ali povzroča spremembe na obliki kolonij, na strukturi cenosteja in na redkosti primerkov. Prevelike ekološke spremembe, zlasti spremembe temperature ali močnejša epirogenetska premikanja lahko povzročijo naglo izumrtje hidrozojskih in drugih grebenskih organizmov na večjem območju. Ob ugodnih pogojih pa se ti zopet razbohotijo na istem ali drugem mestu. Navadno se ta mesta v geoloških dobah menjavajo, ker poznamo zelo bogata nahajališča hidrozojev na istem kraju navadno samo iz enega stratigrafskega horizonta. Najugodnejši temperaturni in drugi pogoji za hidrozoje so bili vsekakor v devonu, ko dobimo hidrozojske grebenske tvorbe skoraj na celotni zemeljski obli. V mezozoiku so večinoma skoncentrirane na območje Tetide in še tu se nahajališča menjavajo v posameznih geoloških oddelkih. Današnje grebenske tvorbe so vezane le na tropsko in subtropsko podnebje, vendar je vloga hidrozojev v njih močno podrejena.

HIDROZOJSKA PODROČJA V SLOVENIJI

Že uvodoma sem omenila, da ločimo na Slovenskem tri zgornjejurske hidrozojske tipe, ki se pojavljajo v treh ločenih področjih. Ta področja so: južno favnistično področje s hidrozojem *Cladocoropsis*, srednje favnistično področje s parastromatoporiidnimi hidrozoji in severno favnistično področje z aktinostromariidnimi in sferaktinidnimi hidrozoji.

Področje s hidrozoji tipa *Cladocoropsis*

Če upoštevamo obliko in velikost hidrozojskih kolonij kot enega važnih faktorjev pri ugotavljanju paleoekologije, je *Cladocoropsis* eden najmanjših predstavnikov te fosilne skupine. Njegova paličasta kolonija s premerom največ do 8 mm, z nepravilno razvejanimi skeletnimi elementi in cevmi je vse prej kot oblikovalec grebenov. Pojavlja se v skladovitih apnencih, ponekod bituminoznih in lapornih, ki zavzemajo na površini zelo velik obseg (Nanos, področje okolice Cerknškega jezera, Racna gora in Snežnik, Velika in Mala gora pri Ribnici, in Kočevsko). Poleg hidrozoja *Cladocoropsis* dobimo v teh skladih še številne foraminifere in alge. Pri novejših raziskavah smo na tem šelfu dobili ponekod tudi grebenske hidrozoje. Na Racni gori in Snežniku so bili najdeni predstavniki rodov *Parastromatopora*, *Milleporidium*, *Dehornella*, *Spongiomorpha*, *Shuqraia*, *Steineria* ter korale in hetetide, torej grebenska favna, ki je podobna favni v srednjem favnističnem področju. Verjetno so bili od časa do časa na nekaterih mestih šelfa ugodni pogoji za naselitev in rast grebenskih organizmov, ki so se razširili s srednjega področja na južno področje. Mikrostruktura vseh organizmov je klinogonalna.

V glavnem je bila voda na šelfu bolj mirna, da so se nemoteno odlagale velike količine gostega plastovitega mikritskega apnenca. Na parastromatoporiidnih grebenčkih in v njihovi okolici pa so apnenci oolitni in psevdoolitni, ker je bila verjetno tukaj intenzivnejša vodna razgibanost.

Področje s parastromatoporiidnim tipom hidrozojev

Parastromatoporiidni tip hidrozojev se pojavlja v srednjem favnističnem področju, ki se razprostira v nekaj kilometrov širokem pasu od Trnovskega gozda preko Logaške planote in Ajdovca do Bele krajine. Po sestavi hidrozojske favne bi to področje mogli imeti za del južnega področja, po strukturi sedimentov pa za del severnega področja. V srednjem področju se pojavljajo hidrozojski rodovi *Parastromatopora*, *Dehornella*, *Milleporidium*, *Spongiomorpha*, *Hudsonella*, *Reticullina*, *Disparistromaria* in druge. Zelo številne so korale in hetetide, ki v tem področju prevladujejo nad hidrozoji. Za večino omenjenih fosilov je značilna klinogonalna mikrostruktura. V cenosteju prevladujejo vertikalni elementi. Horizontalne lamele so podrejene, le tabule so ponekod zelo pogostne. Pri vseh organizmih je značilna tubularna zgradba. Oblika kolonij je različna. Nekaj je okroglastih in masivnih, prevladujejo pa razvejane, prevlekaste oblike, ki se prepletajo med seboj in sestavljajo prave organogene apnenice. Velikost kolonij je od 1 cm do 10 cm v premeru. Apnenci imajo oolitno, psevdoolitno in sparitsko strukturo.

Svetlejši apnenec govori za čisto vodo, oolitni sparit za vodno cirkulacijo. Cevaste kolonije organizmov kažejo na razmeroma hitro in funkcionalno rast. Polipi so se obdajali z enostavnimi cenostilnimi cevmi, redkeje z bolj kompliciranimi gradbenimi elementi. Za trdnjšo oporo so izločali le pogostne tabule.

Glede na izredno bogastvo grebenskih organizmov kakor tudi glede na obliko izdankov na površini moremo srednje favnistično področje imenovati grebensko tvorbo.

Tak tip hidrozojev in drugih organizmov najlažje postavimo v zatišno grebensko okolje. Cirkulacija vode je zmerna, ekološki pogoji so razmeroma ugodni, kar omogoča rast številnih grebenskih organizmov. Sedimentacija morskega blata je tu mnogo manjša kot v južnem področju. Ker je južno šelfno področje mirno, je morsko valovanje prihajalo od zunanje strani, to je od severa oziroma severovzhoda. Glavno moč valov pa je severni aktinostromariidni greben zadržal. Srednje področje je tako v nekakem zatišju, proti jugu pa je povezano z južnim področjem. Od časa do časa je grebenska favna srednjega področja celo prodrla proti jugu in naselila nekatere predele šelfa. Prav tako je srednje področje neposredno povezano s severnim področjem, ker se na nekaterih mestih meša favna obeh področij. Tako mešano favno dobimo v okolici Lisca in Dobrniča in severno od Predmeje na Trnovskem gozdu. Tu dobimo med parastromatoporiidnimi hidrozoji in koralami primerke rodov *Astrotylopsis* in *Actinostromina*, ki sta sicer pomembna in pogostna predstavnika aktinostromariidnih hidrozojev, to je severnega področja.

Področje z aktinostromaridnim in sferaktinidnim tipom hidrozojev

V severnem favnističnem področju, ki se vleče od Banjške planote na Trnovskem gozdu preko Doba, Karteljevega in Mačkovca do Metlike, se pojavljajo aktinostromaridni hidrozoji in sferaktinide. To so rodovi *Astrostylopsis*, *Actinostromina*, *Desmopora*, *Coenostella*, *Sporadoporidium*, *Tubuliella*, *Sphaeractinia* in *Ellipsactinia*. Za vse je značilna ortogonalna mikrostruktura skeletnih elementov. Poleg teh dobimo še rodova *Cylicopsis* in *Burgundia* z zrnato mikrostrukturo. Korale in hetetide so redke. Korale so večinoma solitarne.

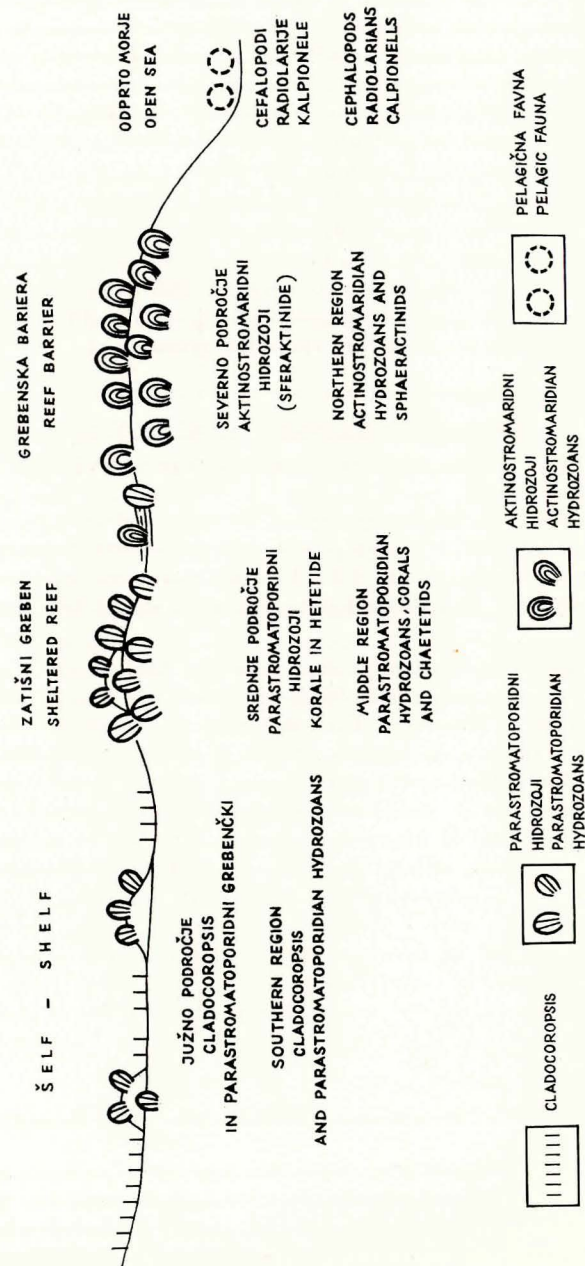
Hidrozojske kolonije severnega področja so velike, lepo ohranjene, masivne, imajo okroglaste, oblaste, poloblaste in druge oblike. Dosegajo velikost do 30 cm. V cenosteju so močno razviti horizontalni elementi, ki so jih kolonije izločale za trdnjšo oporo in kljubovanje okolju. Sedimenti severnega področja so svetlo sivi organogeni detritični, neskladoviti in ponekod brečasti sparitski apnenci.

Oblika kolonij, množičnost grebenske favne in struktura sedimentov kažejo na to, da je severno favnistično področje prava grebenska tvorba. Glede na močno prevladovanje hidrozojske favne ga lahko imenujemo celo hidrozojski greben. Taka bohotna rast hidrozojskih kolonij je bila možna le ob najugodnejših pogojih. Ti pogoji pa so bili zelo čista voda ter zadostna množina kisika in hrane. Razgibanost vode je morala biti močna, ker v tem področju skoraj ne opazimo druge sedimentacije razen rasti in odmiranja organizmov. To močno morsko valovanje bi lahko bilo ob obali ali v njeni bližini. Vendar v tako obalno okolje težko postavimo občutljiv hidrozojski greben. Poleg tega smo na zunanji strani grebena dobili malmsko pelagično favno in sedimente. Zato iz tega lahko zanesljivo sklepam, da je aktinostromaridni greben tvoril grebensko bariero, ki je predstavljala mejo med šelfom in globljim morjem. Valovi so prihajali z globljega morja in butali ob hidrozojski greben. Za oporo so kolonije gradile močne masivne kolonije in izrazite horizontalne lamele, da so kljubovale valovom. Po drugi strani pa so prav ti valovi prinašali hrano in preprečevali sedimentacijo, kar je ugodno vplivalo na rast grebenskih organizmov.

Na zunanji strani aktinostromaridnega grebena dobimo na več mestih brečaste apnenice z odlomki hidrozojskih kolonij. Te breče so nastale tako, da so valovi odtrgali dele grebenskih organizmov, ki so padali na pobočje in se tam ponovno spajali v brečo.

Zgornjejurski grebenski kompleks v Sloveniji je podoben številnim recentnim in fosilnim grebenskim tvorbam. To niso atoli niti priobalni grebeni, ampak barierni tip grebenov, ki sledi robu šelfa oziroma kontinentalnega praga. Kažejo tudi značilno zonarno strukturo. V posameznih zonah (področjih) se poleg različnih hidrozojskih tipov pojavlja še drugačna favnistična združba in nekoliko drugačen tip sedimentov. Aktinostromaridni hidrozoji sestavljajo zunanji obrobni del grebenskega sistema, parastromatopordni hidrozoji in korale pa notranji zatišni del. *Cladocoropsis* ne gradi grebenov, ampak obsežne biostrome ali trate (sl. 1).

ŠEMATSKA SKICA JURSKIH HIDROZOJSKIH GREBENSKIH SISTEMOV V SLOVENIJI SHEMATIC SKETCH OF JURASSIC HYDROZOAN REEF SYSTEMS IN SLOVENIA



Zonarno pojavljanje organizmov omenjajo številni raziskovalci grebenov. Mayor (1918) je opazoval zonarnost v koralnih grebenih na otoku Murray. Različne organske asociacije, ki se pojavljajo v zonah, si razlaga kot posledico različne temperature, različnega premikanja vode in sedimentacije blata. Risbec (1931) omenja grebene s pasovito strukturo ob Novi Kaledoniji. Vzroki so podobno kot pri nas v nekoliko spremenjenih ekoloških razmerah, ki se kažejo prav na prehodu plitvine ali šelfa v globlji morski svet.

Pri jurskih grebenih v Sloveniji je pomembna še ena ugotovitev. Hidrozojski tipi posameznih področij se ločijo predvsem po mikrostrukturi skeletnih elementov. V severnem področju se pojavljajo hidrozoji z ortogonalno in zrnato mikrostrukturo, v srednjem in južnem pa pretežno organizmi s klino-gonalno mikrostrukturo (parastromatoporidni hidrozoji, hetetide in nekatere korale). Iz tega lahko sklepamo, da so posamezni mikrostrukturni tipi nastajali kot posledica različnih ekoloških razmer, v katerih so organizmi uspevali.

PALEOGEOGRAFSKE RAZMERE V JURSKI DOBI NA OZEMLJU DANAŠNJE SLOVENIJE

Za čim natančnejšo ugotovitev okolja, v katerem naj bi živeli spodnjemalmski hidrozoji v Sloveniji, sem morala preučiti paleogeografske razmere širše okolice v vsej jurski dobi. Posebno pozornost sem posvetila favnistični jurski združbi, na podlagi katere sem sklepala na takratne življenjske razmere.

Na slovenskem ozemlju smo že doslej ločili v jurski dobi dva faciesa, ki smo ju imenovali alpski facies (po Alpah) in kraški facies (po kraški pokrajini v južni Sloveniji). Taka delitev je imela predvsem tektonski značaj. Novejše raziskave so potrdile, da gre v resnici za dva razvoja sedimentov. Kraški facies predstavlja plitvomorska sedimentacija v južni Sloveniji, za alpski facies pa je značilna globljemorska sedimentacija v severnem delu Slovenije (sl. 2). V Sloveniji ustrezata oba faciesa približno alpskemu in kraškemu terenu, zato bi mogli za slovensko ozemlje uporabljati še naprej stara naziva. V primerjavi s celotnim mediteranskim ali celo tetidnim področjem pa naša naziva postaneta neprimerna, ker se alpski facies pojavlja tudi v Dinaridih in drugje. Plitvi in globlji morski predeli so se na celem tetidnem področju nepravilno prepletali med seboj. Zato je bolje, če tudi pri nas uvedemo splošne nazive, kot je plitvomorski in globljemorski facies. Mojemu mnenju se je pridružil tudi I. Rakovec (Enciklopedija Jugoslavije, 1968, 317).

Plitvomorska sedimentacija v južni Sloveniji

V jurski dobi je v vsej južni Sloveniji vladala plitvomorska sedimentacija, ki je bila skoraj neprekinjena od začetka liade do konca portlandija in se je nadaljevala v kredno dobo. Nastajale so pretežno karbonatne kame-nine, le ponekod dobimo vmes laporne primesi. Ta plitvomorski razvoj je natančno obdelal Buser (1962, 1965a, 1965b), mikrofavnistične značilnosti

iz okolice Zagradca pa je podala tudi Šribarjeva (1966). Zato bom iz tega faciesa naštel samo nekaj najvažnejših fosilov.

Med liadno favno so najštevilnejše školjke litiotide in megalodontide, foraminifera *Orbitopsella praecursor* in alga *Palaeodasycladus mediterraneus*. V zgornji liadi se ponekod pojavljajo brahiopodi, ki segajo še v dogger.

Doggerska favna je zelo skromna. Pojavlja se foraminifera *Protopenoplis striata*, ki sega še v spodnji malm, ponekod se dobe redke korale in drugo. Zanimivo pa je, da se proti severu doggerski skladi tanjšajo in v severnem favnističnem področju ponekod popolnoma izginejo.

V spodnjem malmu je v južni Sloveniji uspevala grebenska favna koral in hidrozojev, v zgornjem malmu pa je v vsem plitvomorskem razvoju prevladovala alga *Clypeina jurassica*. Na mnogih mestih plitvomorskega področja dobimo v srednjem malmu nahajališča boksita, ki kažejo na morskoregresijo.

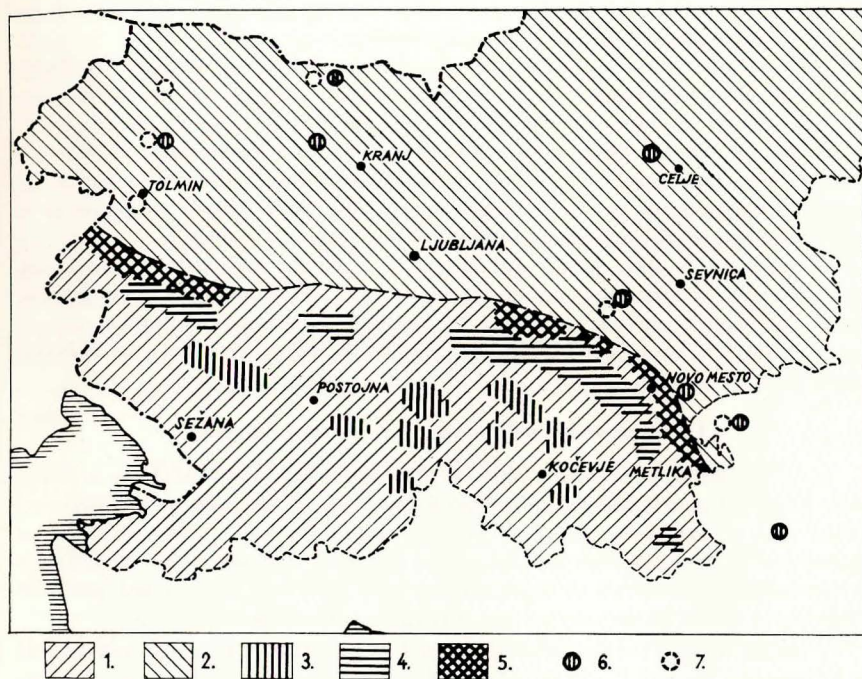
Globljemorska sedimentacija v severni Sloveniji

Severno oziroma severovzhodno od plitvomorskega razvoja, to je v Juljskih Alpah, Karavankah, na severnem Dolenjskem in južnem Štajerskem, kakor tudi v Žumberku pri Beli krajini, dobimo v vsej jurski dobi favno in sedimente, ki kažejo na globljemorski nastanek. Zbrala sem vse podatke o dosedanjih raziskavah in ugotovitvah, sama pa sem še posebej preučila vzorce iz severne Dolenjske, od koder nismo imeli nobenih podatkov.

V raznih krajih severne Slovenije so bile najdene radiolarije, cefalopodi in kalpionele. Za radiolarije in cefalopode je znano, da so večinoma pelagični organizmi, redki pa se dobe tudi v plitvih vodah, medtem ko so kalpionele tipični predstavniki pelagičnega okolja, torej globljega morja. Kalpionele se pojavljajo v psevдобреčasem, pa tudi fino-zrnatem organskem detritusu z radiolarijami. Raziskovalci domnevajo, da so material ponekod prenašali valovi, zaradi česar so nastajale brečaste strukture. V severni Sloveniji dobimo res neenotno sedimentacijo. Na nekaterih mestih so fino-zrnati sedimenti, drugje brečasti. Tako lahko na podlagi favne in tudi sedimentov sklepamo da je bilo na področju severne Slovenije globlje morje.

Liada. V liadni dobi so se v Juljskih Alpah in Karavankah sedimentirali rdeči apnenci in laporni apnenci z roženci. Favna je v glavnem cefalopodna, dobe se še brahiopodi, krinoidi, spikule spongij in radiolarije (Ramovš, 1964). V zadnjem času so bila najdena v okolici Jelovice še nova liadna nahajališča. V njih je dobil Ramovš (1968) foraminifere *Involutina* sp., *Lenticulina* sp., *Neoangulodiscus*? sp., radiolarije, *Stomiosphaera* sp., aptihe, algo *Sestrosphaera* sp., koralo *Epismiliopsis* sp. in druge. Podobna favna je bila najdena tudi v okolici Mežice v Karavankah (Ramovš et Rebek, 1967), kjer je najpogostnejša foraminifera *Involutina liassica*.

Enako liadno združbo, kakršna je v Alpah in Karavankah, je dobila Radoičić (1966) v Sošicah v Žumberku. Le da Radoičićeva uporablja drugačna imena za foraminifere kot A. Ramovš. Foraminifero *Involutina liassica* imenuje *Spirillina liassica*, *Neoangulodiscus leischneri* pa *Vidalina martana*.



Sl. 2. Razširjenost plitvomoškega in globljemoškega jurskega faciesa v Sloveniji
Fig. 2. Distribution of shallow marine and deeper marine Jurassic facies in Slovenia

Legenda — Legend:

1. Ozemlje plitvomoškega jurskega faciesa v južni Sloveniji.
Territory of shallow marine Jurassic facies in southern Slovenia.
2. Ozemlje globljemoškega jurskega faciesa v severni Sloveniji.
Territory of deeper marine Jurassic facies in northern Slovenia.
3. Cladocoropsis v južnem favnističnem področju.
Cladocoropsis in southern faunistical region.
4. Parastromatoporični hidrozoji v srednjem favnističnem področju.
Parastromatoporian hydrozoans in middle faunistical region.
5. Aktinostromaridni hidrozoji v severnem favnističnem področju.
Actinostromaridian hydrozoans in northern faunistical region.
6. Liadna in doggerska globljemoška fauna.
Liassic and Middle Jurassic deeper marine fauna.
7. Malska globljemoška fauna.
Malmian deeper marine fauna.

Iz severne Dolenjske sem podrobneje raziskala nahajališča med Sevnico in Mokronogom, ki jih je že Žlebnik (1958) prištel domnevni liadni in doggerski dobi. V njih omenja korale, bodice morskih ježkov, belemnite, lupine podobne školjki *Lithiotis* in drugo. Sama sem iz tega nahajališča

preiskala precej vzorcev za ugotovitev mikrofavnistične združbe. V zbrskih S-5 in S-6 iz nahajališča vzhodno od Gradišča pri Sevnici sem dobila številne odlomke krinoidov in spikule spongijs, pa tudi lupine pelagičnih školjk in radiolarije. Pomembna je najdba foraminifere *Spirillina liassica*, ki se pojavlja na vsem ozemlju severne Slovenije in v drugih liadnih globljemoških področjih v Dinaridih (Papeš et Vlahinič, 1968, Radoičič, 1966).

Domnevno liadne sklade omenja Grad (1962) na Bizeljskem, med Rudnico in Savo, Germovšek (1953) pa v okolici Mirne in Velike Loke.

Šribarjeva (ustno sporočilo) je dobila foraminifero *Spirillina liassica* v tako imenovanih ponikvanskih apnencih na Štajerskem.

Iz vseh omenjenih nahajališč lahko povzamemo, da se je liadno globljemoško področje razširjalo na vsem ozemlju Julijskih Alp in Karavank, na vsem severnem Dolenjskem in je segalo še daleč v severovzhodno Slovenijo.

V doggerski dobi ni bila razlika v razvoju v južni in severni Sloveniji tako izrazita kot v liadi. V Julijskih Alpah in Karavankah so nastajali ponekod glinasti skrilavci in ploščati apnenci z roženci, drugje pa tudi oolitni in koralni apnenci. Povsod se pojavlja foraminifera *Protopenneroplis striata*.

V Žumberku omenja Radoičič iz te dobe radiolarije in ehinoderme, pa tudi oolitne apnenice.

Na severnem Dolenjskem, v Vozenku, je dobil Ramovš v brečastem apnencu *Protopenneroplis striata*, ki govori za doggersko, pa tudi spodnjemalmsko starost skladov. Številne primerke *Protopenneroplis striata* sem dobila tudi na pobočju Gorjancev severno od Miklavža.

Malm. V malmski dobi je bila paleogeografska slika na ozemlju Slovenije enaka kot v liadi. V južni Sloveniji je bila plitvomorska sedimentacija, v severni pa nekoliko globlja. Meja med obema razvojem je v spodnjem malmu zelo dobro določena, ker jo predstavlja severni rob aktinostromaridnega grebena. Potekala je od Banjske planote na Trnovskem gozdu čez Ivančno gorico, Radohovo vas, Karteljevo, ob gradu Hmeljnik naprej proti jugovzhodu, čez Mirno peč, Mačkovec in Graben, po zahodnem delu Gorjancev ter vzhodno od Suhorja do Želebeja pri Metliki. V zgornjem malmu je do te meje segala alga *Clypeina jurassica*.

Severno oziroma severovzhodno od te meje so bili najdeni v malmskih skladih značilni globljemoški fosili, in sicer radiolarije, kalpionele in cefalopodi.

1. Pri Tolminu, to je severno od sferaktinidnih hidrozojev Banjske planote, je Šribarjeva (1964) dobila malmske pelagične kalpionele. Na podlagi teh najdb je Buser (1965b) že domneval na direktno povezavo plitvega morja južne Slovenije z globljim morjem na severu.

2. Pri Sošicah v Žumberku, to je v bližini belokranjskih sferaktinidnih nahajališč, je Radoičič (1966) dobila malmske radiolarije in kalpionele. Določila je vrsti *Calpionella alpina* Lorenz in *C. elliptica* Cadisch, ki se pojavljata v združbi z *Globochaete alpina* Lombard. S to najdbo je tudi na

južnem delu našega hidrozojskega grebena ugotovljena in dokazana povezava šelfa ali plitvine z globljim morjem proti severovzhodu.

3. Na severnem Dolenjskem doslej nismo poznali nobenih malmskih skladov in smo sklepali, da sploh niso bili odloženi. Pri raziskavah profila med Sevnico in Mokronogom pa sem v nahajališču zahodno od Gradišča (S-2) dobila številne kalpionele. Določila sem vrsti *Calpionella alpina* in *C. elliptica*, portlandijski vrsti, ki se pojavljata tudi v Žumberku. To nahajališče je nedaleč od sferaktinidnega grebena pri Dobu in Karteljevem. Tako je končno tudi na severnem Dolenjskem dokazana sedimentacija v malmu in s tem direktna povezava hidrozojskega grebena z globljim morjem.

Poleg že omenjenih nahajališč s pelagičnimi kalpionelami in radiolarijami so v severni Sloveniji znani še cefalopodi iz kimmeridgijskih skladov v Julijskih Alpah. Tudi ta favna označuje globljemorski nastanek.

Področja severne Slovenije ne moremo primerjati s cefalopodnim razvojem jure v Srednji Evropi, Mediteranu in drugje, kjer lahko jurske sklade horizontiramo prav na podlagi cefalopodne favne. Pri nas je cefalopodov veliko manj, pač pa mestoma prevladujejo radiolarije in kalpionele in tudi sedimentacija je precej neenotna. Podobno združbo poznamo še na ozemlju celotnih Alp, v raznih krajih Dinaridov, Apeninov, Pirenejev in drugje.

Glede na litološke in favnistične razlike med razvojem v južni in severni Sloveniji pa brez dvoma lahko govorimo o dveh faciesih. Ne smem zanikati, da med pelagično favno severne Slovenije dobimo ponekod tudi odlomke fosilov, značilnih za plitvomorski razvoj. Toda tu ne gre za asociacijo različnih favnističnih združb, marveč so te odlomke morski valovi odtrgali od matične kamenine in jih zanesli v globlje morske predele, kjer so se pomešali s tamkajšnjo favno. Obratnega primera, da bi se pelagična favna pojavljala med pravo primarno plitvomorsko ali grebensko favno, doslej v Sloveniji ne poznamo. V Sloveniji imamo torej dve sedimentacijski področji, ki sta pod morsko gladino povezani med seboj in se ločita samo po globini.

Kako daleč je globljemorsko področje segalo proti severu, ne morem reči, ker so kraji še premalo raziskani, ali pa so jurski skladi prekriti z mlajšimi sedimenti. Verjetno so pripadale vse Alpe in Karavanke ter severna Dolenjska in Štajerska globljemu morju, ki se je proti severu zopet poplitnilo. Grebenska favna v Tressensteinu in Plassenu v Avstriji ter v gorovju Jura pripada že severnemu plitvemu neritičnemu področju. Globljemorsko področje s pelagičnimi tintinami se je razširjalo tudi proti jugu po vzhodnem delu zunanjih Dinaridov (Radoičić, 1967). Meja med plitvim in globljim morjem je v Sloveniji precej ravna, v južnejših Dinaridih pa se globlji predeli v raznih oblikah zajedajo v plitvo področje in v grebenske tvorbe.

V tej razpravi sem želela preučiti samo paleoekološke razmere malmskih hidrozojev. Pri tem sem se oprla predvsem na ugotovitve, da dobimo na nekaj mestih v severni Sloveniji globljemorske malmske sedimente in favno, podrobneje jih pa nisem preučevala. Aktinostromaridni greben je torej mejil na odprto morje in pripada tipu bariernega grebena. Prepričana pa sem, da bom s podrobnejšimi raziskavami globljemorskega faciesa dobili še jasnejšo sliko o razvoju jurskih skladov v severni Sloveniji. V mislih imam predvsem krške in velikotrnske sklade na severnem Dolenjskem in južnem

Štajerskem. Če je del teh skladov triadne in del zgornjekredne starosti, je verjetno, da jih del pripada tudi jurski dobi. V prid tej domnevi govori najdba pelagičnih malmskih kalpionel v lapornatih apnencih pri Sevnici, ki so zelo podobni velikotrnskim skladom.

Na razpredelnici podajam najznačilnejše fosile iz obeh jurskih faciesov v Sloveniji:

Doba Age	Plitvomorski facies (južna Slovenija) shallow marine facies (southern Slovenia)	Globljemorski facies (severna Slovenija) deeper marine facies (northern Slovenia)
Zgornji malm Upper Malmian	Clypeina jurassica Pianella annulata	Calpionella alpina Calpionella elliptica radiolarije — radiolarians
Spodnji malm Lower Malmian	grebenski hidrozoji — reef hydrozoans Gladocoropsis korale, hetetide — corals, Chaetetidae Pfenderina, Kurnubia	radiolarije — radiolarians cefalopodi — cephalopods
Dogger Dogger	Protopeneroplis striata redke korale — rare corals	Protopeneroplis striata cefalopodi — cephalopods korale — corals
Lias Liassic	Lithiotis problematica Orbitopsella praecursor Palaeodasycladus mediterraneus	Spirillina liassica Vidalina martana radiolarije — radiolarians cefalopodi — cephalopods

PALEOGEOGRAFSKI POLOŽAJ SFERAKTINIDNIH HIDROZOJEV IN NJIHOVA STRATIGRAFSKA PROBLEMATIKA

Na Hrvaškem je razvoj jurskih skladov v glavnem podoben našemu. Primerjava hidrozojskih apnencev na Hrvaškem z našimi je pa še toliko lažja, ker je Milan (1968) zelo natančno obdelal hidrozojsko favno Velebita in Like. Ugotavlja hidrozojske združbe, ki se popolnoma ujemajo s slovenskim južnim in srednjim področjem na eni strani, in aktinostromaridnim ali sferaktinidnim severnim področjem na drugi strani. Sferaktinidni hidrozoji na Hrvaškem prav tako lateralno prehajajo v sklade s cefalopodi, kar Milan (1965, 1968) razlaga tako, da so uspevali podolžni grebeni daleč od obale, ob njih pa so se razširjale lagune, v katerih so najpogostejše nastajali tanko plastoviti in ploščati apnenci z roženci in amonitno favno. Amonitni favni Hrvaške Milan pripisuje značaj cirkalitoralne amonitne favne.

V Bosni in Hercegovini so pri najnovejših raziskavah ugotovili v jurski dobi prav tako dva razvoja. Imenujejo ju plitvomorski ali južni razvoj in severni ali globljemorski razvoj. Po litoloških značilnostih in po favni se ujemata z našim »alpskim« in »kraškim« faciesom. Elipsaktinije se pojavljajo bližje globljemorskemu razvoju (Papeš in Vlahinić, 1968).

V Črni gori sem mogla iz raznih zelo dobro obdelanih profilov dobiti približno enako paleogeografsko sliko. Na jugozahodu se v glavnem pojavljajo plitvomorske favnistične združbe, na severovzhodu, to je na Kraljevi gori in v Plevljah pa favna cefalopodov, radiolarij in pelagičnih kalpionel (Radoičić, 1966, 1967).

Jurska favna v Italiji je podobna favni v Sloveniji in ostalih Dinaridih. Italijanski raziskovalci omenjajo plitvomorsko favno litiotid, hidrozojev, foraminifer in alg ter globljemorsko favno cefalopodov in kalpionel. Da bomo lažje primerjali položaj sferaktinid pri nas in v Italiji, si nekoliko поблиže pogledimo dve tamkajšnji nahajališči.

Colacicchi in Praturlon (1965) sta preučevala jurski plitvomorski oziroma šelfni razvoj v Centralnih Apeninih. Med drugim ločita v malmu dve zoni hidrozojev in koral, ki se vlečeta v dveh vzporednih pasovih v dinarski smeri. Zgornja skeletna cona (upper skeletal zone), ki vsebuje sferaktinide, ustreza našemu severnemu favnističnemu področju. Pojavlja se na šelfnem robu in meji na globlji pelagični bazen, v katerem sta raziskovalca dobila sedimente s pelagičnimi kalpionelami. Spodnja skeletna cona (lower skeletal zone) v Apeninih vsebuje v glavnem koralne in hetetide in ustreza našemu srednjemu favnističnemu področju. Ta je bolj v notranjosti šelfa. Vidimo torej, da v Centralnih Apeninih podobno kot v Sloveniji sferaktinide sestavljajo prav tako barierni greben na šelfnem obrobju, ki meji na globlje morje.

V Benečiji je podrobne stratigrafske in regionalne geološke razmere prikazal Cousin (1963). Zgornjejurske sklade in favno ter njihov medsebojni odnos moremo v celoti primerjati z razvojem na Trnovskem gozdu in pri Tolminu. Tudi v Benečiji meje sferaktinidni apnenci proti severu na malmske pelagične apnenice z roženci ter sklade s kalpionelami. Severno od sferaktinidnih apnencev sta tudi lias in dogger razvita v pelagičnem faciesu.

Takih primerov bi lahko naštevala še več. V znanem štramberskem nahajališču sferaktinid omenjajo raziskovalci tudi cefalopodno favno. Po vsej verjetnosti gre za enak primer bočnega prehajanja, vendar tam razmere še niso povsem jasne.

V Plassenu in Tressensteinu hidrozojski apnenci prav tako lateralno prehajajo v oberalmske globljemorske sedimente (Fenninger, 1966). Vendar teh nahajališč ne moremo primerjati z našimi, ker v Plassenu in Tressensteinu ni sferaktinid.

Iz vsega lahko vidimo, da so sferaktinidni hidrozoji vezani povsod na posebne ekološke pogoje. Uspevali so le na ozkem robu med šelfom in globljim morjem. Zaradi te specifične zahteve si tudi lahko razložimo, da so sferaktinide in aktinostromaride imele v primerjavi s parastromatoporiidnimi in mileporidiidnimi hidrozoji le majhen regionalni obseg. Znanе so samo v Mediteranu, Italiji, Jugoslaviji, v Dobrudži, v Ernstbrunnu v Avstriji in Štramберку na Češkem. Ne poznamo pa jih na vsem ostalem področju Tetide, to je v jugozahodni Evropi, severni Afriki in Aziji, kjer so bili drugi hidrozoji zelo razširjeni.

Pri primerjavi hidrozojskih ekoloških in paleogeografskih razmer se nisem ozirala na njihovo različno stratigrafsko uvrstitev.

O stratigrafskem položaju in pomenu sferaktinid in drugih aktinostromaridnih hidrozojev sem že podrobno razpravljala (Turnšek, 1966, 391 do 393). Dodam lahko še to, da si tudi v paleoekološkem oziru lažje razložim, da so vsi hidrozojski tipi in koralna grebenska favna uspevali v istem obdobju, to je v spodnjem malmu. Takrat so bili dani najugodnejši temperaturni in drugi pogoji za množično grebenko rast. Ob koncu spodnjega malma pa so se temperaturne razmere le malenkostno spremenile, kar je bilo dovolj, da grebenki organizmi niso več uspevali, čeprav je konfiguracija morskega dna ostala nespremenjena. Vse grebenske tvorbe, to je aktinostromaridne hidrozoje, parastromatoporiidne hidrozoje, koralne in hetetide ter *Cladocoropsis* je zamenjala alga *Clypeina jurassica*, ki je s svojo združbo preplavila ves plitvomorski prostor. Če bi bili hidrozojski tipi iz posameznih področij različnih starosti, bi morali vsaj nekje dobiti vse tri tipe v enem in istem profilu, kjer bi sledili od spodaj navzgor. Nasprotno pa dobimo na nekaterih mestih pomešano favno severnega in srednjega področja ali srednjega in južnega področja, kar dokazuje njihovo istočasno pojavljanje.

Novejši raziskovalci dokazujejo zgornjemalmsko starost sferaktinidnih apnencev z njihovim lateralnim prehajanjem v sklade z algo *Clypeina jurassica*. Glede na to, da so hidrozojski apnenci neskladoviti, predstavljajo lahko apnenci s *Clypeina jurassica* povsod stratigrafsko mlajši horizont, to je vertikalni prehod. Grebenska favna je pustila ob koncu spodnjega malma precej členovito in neravno morsko dno. Na ta razgibani relief so se začeli odlagati skladi, ki so zapolnjevali tudi nižje ležeče predele v okolici grebenov. Zato se zde kot njihovi lateralni ekvivalent, v resnici pa so mlajši. Lahko se celo zgodi, da dobimo algo *Clypeina jurassica* skupaj s hidrozoji v isti plasti. To si moremo razlagati tako, da so alge zašle v razpoke grebenov, ali pa so bili odlomki grebenskih organizmov odtrgani in pomešani z mlajšimi sedimenti in favno.

V prid spodnjemalmski starosti sferaktinidnih in aktinostromaridnih hidrozojev govori tudi vedno več novih najdb. V Črni gori je Radoičić (1966) dobila sferaktinide v spodnjem malmu. Tudi v Dobrudži v Romuniji (po pismenem sporočilu paleontologinje dr. A. Barbulescu, z dne 12. 3. 1968) so bili nekateri aktinostromaridni hidrozoji najdeni v kimmeridgijskih plasteh.

Res je Germovšek (1954) aktinostromaridne hidrozoje v Mačkovcu in Grabnu pri Novem mestu uvrstil v domnevni titon, toda pri takratnem poznavanju geologije v Sloveniji je to starost določil samo na podlagi starejše, zlasti Canavarijeve literature. Pri poznejših raziskavah pa je bilo natančno preučeno (Buser, 1965, Turnšek, 1966), da aktinostromaridni hidrozoji v vsej Sloveniji pripadajo spodnjemu malmu.

Ne izključujem možnosti, da se redke posamične oblike sferaktinid pojavljajo še v zgornjem malmu ali celo v kredi, vendar so to presedimentirani primerki nekdanj bogate grebenske skupine.

Zato menim, da bi morali vsi stratigrafi glede na omenjene razloge dati grebenskim zgornjejurskim hidrozojem njihovo pravo stratigrafsko pozicijo.

NEKONTINUIRANA SEDIMENTACIJA V GLOBLJEM MORJU

V krajih, kjer je bila najdena globljemorska jurska favna, raziskovalci hkrati ugotavljajo nekontinuirano sedimentacijo. Na posameznih krajih v profilih manjkajo različni stratigrafski členi. Nekje leži srednja liada na triadnih skladih, drugje srednja liada manjka, spet na drugem kraju ni doggerskih skladov, ali ni ugotovljen celoten malm. V veliki večini profilov pa manjka spodnja kreda.

Stratigrafske diskordance v jurski dobi so bile ugotovljene v Julijskih Alpah in Karavankah (Ramovš, 1964), na severnem Dolenjskem (Buser, 1965 b), v Bosni in Hercegovini (Papeš in Vlahinić, 1968) pa tudi v severni Italiji (Cousin, 1963) in drugje.

Prekinitve v sedimentaciji bi lahko bile posledica kopnih erozijskih faz (Buser, 1965 b). Glede na najdbe pelagične favne pa je taka razlaga težko sprejemljiva. V primeru kopnih erozijskih faz bi se moralo morsko dno neprestano dvigati in spuščati, tako da bi bilo enkrat nad morsko gladino, drugič pa globlje kot sosednji teren, ki je ostal ves čas plitvomorski. Če bi se voda iz teh ozemelj res večkrat umikala in zopet transgredirala, bi morali dobiti tudi obalne in kopenske sedimente in favno. Nasprotno pa sedimenti in favna, ki jih dobimo, kažejo na globljemorski nastanek. Breče tu in tam sicer dobimo, toda te si lahko razlagamo kot pobočne breče podmorskih grebenov ali pa so nastale kot posledica podmorskega drsenja materiala.

Prekinitve v sedimentaciji po mojem mnenju niso posledica kopenskih erozijskih faz v posameznih obdobjih, ampak posledica raznih podmorskih faktorjev. V posameznih obdobjih se sedimenti sploh niso odlagali, ker bodisi ni bilo materiala, bodisi ni bil ugoden relief za sedimentacijo, ali pa so material podmorski tokovi in valovi sproti odnašali. Le na mestih, kjer je bilo večje zatišje, se je material akumuliral. Zato dobimo na enem kraju sedimente enega obdobja, drugje druge, ponekod pa tudi celoten neprekinjen profil skladov.

Znano je, da strma pobočja grebenskih tvorb in drugih izboklin niso primerna za enakomerno odlaganje sedimentacijskega materiala. Neenakomerna obtežitev tal privede do drsenja materiala, ki potem v obliki kep ali blokov pada v večje globine med drugi nastajajoči sediment. Tako na mestu, kjer se je začelo drsenje, nastane navidezna prekinitve v sedimentaciji (Herak, 1960).

V plitvejšem delu batialnega področja valovi nimajo vpliva na sedimentacijo, pač pa delujejo tu razni površinski in globinski morski tokovi, ki spreminjajo razpored sedimentov. V teh plitvejših batialnih področjih, kamor bi spadala tudi obravnavana področja, se večkrat sedimentira zelo grob material, kjer ga močni podmorski tokovi premetavajo, odnašajo, in ga na drugih mestih odlagajo. Zato je razumljivo, da je sedimentacija neenakomerna, vmes večkrat pride do navideznih diskordanc, ki so pa vse podvodne in nimajo z erozijami na kopnem nobene zveze.

Podmorske stratigrafske diskordance ali bolje rečeno prekinitve v sedimentaciji so tudi v novejši literaturi večkrat omenjene. Fuganti in Mosna (1966) sta raziskovala stratigrafske, sedimentološke in mikropaleontološke

značilnosti starejših jurskih skladov v severni Italiji, v okolici Trsta. Na večjih površinah sta ugotovila v liadi in doggerju stratigrafske vrzeli. Razlagata jih tako, da je zaradi naglega pogrezanja morskega dna prišlo do pospešenih podmorskih tokov, ki so na nekaterih mestih preprečili sedimentacijo.

Zanimive so ugotovitve Fabriciusa (1962), ki je raziskoval facialne razvoje v zgornji triadi in spodnji juri na ozemlju Bavarsko-tirolskih Alp. Izumrli grebenski relief ima vpliv na poznejšo sedimentacijo. Zaradi podmorskih tokov na grebenih ni sedimentov, ker se ti vsedajo le v grebenske razpoke ali pa jih tokovi odneso. Nastane navidezna erozijska faza, ki pa ni posledica orogeneze, ampak posebnih okoliščin v morju samem.

Nekontinuirano sedimentacijo v severni Italiji ugotavljata v globljem morju tudi Cousin in Auboin (ustno sporočilo), ki jo prav tako razlagata z morskimi tokovi in drugimi podmorskimi faktorji.

Tudi raziskave današnjih morij in morskega dna govore o tem, da sedimentacija v morju ni povsod enaka, da je marsikje sploh ni.

Povrnimo se še enkrat k paleogeografskim razmeram v Sloveniji. V jurski dobi je nekako po sredini Slovenije potekal od zahoda proti vzhodu in jugovzhodu podvodni prag, ki je predstavljal mejo med plitvim morjem na jugu in globljim morjem na severu. Najbolj natančno sem to mejo preučila v malmu, ker jo predstavlja prav rob aktinostromaridnega grebena. V liadi je potekal približno tam kot v malmu, v doggerju pa je bil pomaknjen nekoliko proti jugu. Na ta način si lahko razložimo pomanjkanje doggerskih skladov v severnem favnističnem področju, kjer spodnjemalmski hidrozoji ležijo ponekod direktno na liadnih skladih s školjko Lithiotis. Pobočje podvodnega praga je bilo precej strmo in sedimenti so z njega drsli v globino ali pa so jih valovi odplakovali. Tako je nastala navidezna diskordanca v doggerju.

Tudi stratigrafske vrzeli v Julijskih Alpah, Karavankah in na severnem Dolenjskem si razlagam z raznim podmorskim delovanjem in ne z erozijskimi fazami na kopnem. To delovanje se kaže v raznih podmorskih tokovih, ki so material odnašali, ali pa je bil relief morskega dna razgiban, in je material drsel s strmih pobočij ter ponekod puščal navidezne vrzeli. Mogoče se je področje severne Slovenije prepočasno pogrezalo, zaradi česar je bila sedimentacija minimalna.

Poleg nekaterih jurskih horizontov manjkajo v severni Sloveniji tudi spodnjekredni skladi. Enako vrzel v sedimentaciji so ugotovili še v Bosni in Hercegovini. Morda je bilo v tem času na omenjenem ozemlju kopno, toda nikjer nimamo kopenskih spodnjekrednih sedimentov. Na bazi zgornjekrednega fliša dobimo ponekod brečaste plasti, kakršne pa zasledimo še večkrat v samem flišu, zato ne morejo biti dokaz, da so nastajale na kopnem.

V zgornji kredi je bila paleogeografska slika približno enaka kot v jurski dobi. Na jugu je bila plitvomorska sedimentacija z rudisti, na severu globljemorska z globotruncanami (Pleničar, 1958). Globotrunkane so bile ugotovljene na več krajih v severni Sloveniji. Ramovš (1958) jih je dobil v okolici Krškega, Žlebnik (1958) v velikotrnskih skladih, Pleničar (1958) pri Kostanjevici, Grad (1961, 1962) jih omenja na Bizeljskem in v Posavskih

gubah in Rijavčeva (1965) pri Slovenskih Konjicah. V zadnjem času je dobil Ramovš (1967) globotrunkane tudi na Možjanci v Savinjskih Alpah.

Zaradi podobnosti paleogeografske slike v jurski dobi in v zgornji kredi, moremo upravičeno sklepati, da se ta tudi v spodnji kredi ni bistveno spreminjala. Zato si tudi pomanjkanje spodnjekrednih skladov lažje razložim s podmorsko erozijo in s tokovi kot pa z erozijskimi fazami na kopnem. Za dokončno razlago tega problema bo v bodoče treba več pozornosti posvetiti geološkim razmeram severne Slovenije, zlasti morebitnim spodnjekrednim skladom.

POVZETEK

Zgornjejursko hidrozojsko favno v Sloveniji delimo na tri tipe, ki se pojavljajo v treh ločenih favnističnih področjih. Področja si sledijo v vzporednih pasovih od severa proti jugu. Na podlagi primerjave z že znanimi ekološkimi faktorji, s podrobnim študijem spremljajoče favne ter s strukturnimi analizami hidrozojskih sedimentov sem ugotovila, da so vsi hidrozojski fosili uspevali v plitvem morju, vsak pa v nekoliko drugačnih razmerah. Sestavljali so razne grebenske sisteme biohermnega in biostromnega tipa.

Hidrozoj *Cladocoropsis* je s svojim drobnim cenostejem naseljeval plitvo šelfno morje. V združbi alg in foraminifer je sestavljal obsežne biostrome.

Srednje favnistično področje so naseljevali hidrozoji v glavnem iz družin Parastromatoporidae in Mileporidiidae ter številne korale in hetetide. Sestavljali so podolgovato grebensko tvorbo, ki je uspevala v zatišju aktinostromaridnega grebena, in jo zato imenujem zatišni greben. Od časa do časa so parastromatoporiidni hidrozoji prodrli proti jugu in naselili nekatere predele na šelfu, to je v južnem področju. Na nekaterih mestih pa se je favna srednjega področja mešala s hidrozoji severnega področja.

Aktinostromaridni in sferaktinidni hidrozoji severnega področja so v svoji rasti dosegli maksimum. Velike in masivne hidrozojske kolonije so skoraj edini prebivalci grebena, ki ga prav zaradi tega imenujem hidrozojski greben. Aktinostromaridni hidrozoji severnega področja so sestavljali grebensko bariero, ki je predstavljala mejo med plitvim šelfnim morjem na jugu in nekoliko globljim odprtim morjem na severu Slovenije. Morsko dno se je prav ob grebenu nagnilo v globino, ker dobimo že nekaj kilometrov proč od grebena pelagično malmsko favno.

Za malmsko hidrozojsko favno v Sloveniji velja torej ugotovitev, da so bili za množično rast grebenschih aktinostromaridnih hidrozojev najprimernejši pragovi ali šelfna obrobja, ob katerih so se razširjala globlja morska področja. Valovanje je bilo ob tem grebenu precej močno. Na šelfih in v drugih plitvomorskih predelih so uspevali parastromatoporiidni in mileporidiidni hidrozoji in zavzemali velike površine, vendar so mnogokje zastajali za koralami in hetetidami.

Zanimiva je še ugotovitev, da se hidrozojski tipi posameznih področij ločijo po mikrostrukturi. V severnem favnističnem področju se pojavljajo hidrozoji z ortogonalno in zrnato mikrostrukturo, v srednjem in južnem pa predvsem organizmi s klinogonalno mikrostrukturo. Iz tega bi lahko skle-

pali, da je mikrostruktura skeletnih elementov posledica določenega okolja, v katerem je rasel organizem.

Na ozemlju, ki leži severno oziroma severovzhodno od aktinostromaridnega hidrozojskega grebena, se pojavljajo v malmskih skladih pelagični fosili. Pri Tolminu, na severnem Dolenjskem in v Žumberku so bile najdene radiolarije in kalpionele, v Julijskih Alpah pa kimmeridgijski cefalopodi. Favna in litološki značaj sedimentov kažeta, da imamo v Sloveniji v jurski dobi dva faciesa, in sicer plitvomorskega na jugu in globljemorskega na severu. S tem je tudi natančno ugotovljen paleogeografski položaj hidrozojskih grebenov.

V krajih z globljemorsko favno je bila na več mestih ugotovljena nekontinuirana sedimentacija. Stratigrafske vrzeli po mojem mnenju niso posledica erozijskih faz na kopnem, pač pa je do prekinitve v sedimentaciji prišlo v morju samem. Ali ni bilo sedimentacijskega materiala, ali morski relief ni bil primeren za odlaganje, ker je material polzel s pobočij in raznih drugih vzpetin v globlje predele, ali pa so podmorski tokovi material sproti odnašali. Akumuliral se je le na nekaterih zatišnih krajih.

SUMMARY

A CONTRIBUTION TO THE PALAEOECOLOGY OF JURASSIC HYDROZOA FROM SLOVENIA

Introduction

The fossil Hydrozoa are exceptionally susceptible animals that had locally rapidly changed and adapted themselves to their surroundings. They serve therefore as an important indicator of the area in which they lived and are thus important for the study of the palaeoecology.

In a comparatively small region of southern Slovenia three types of hydrozoan fauna formed during the Lower Malmian that are connected with three separate areas. These are the hydrozoan *Cladocoropsis* in the southern faunistic area, the parastromatoporiid Hydrozoa, corals, and Chaetetidae in the central faunistic area, and the actinostromaridian Hydrozoa in the northern faunistic area. We believe that these different types had developed due to the somewhat different ecologic conditions prevalent in each of these areas. The areas with individual faunistic types follow each other in narrow and long belts that extend from the southwest to the northeast, a fact which immediately leads us to supposition that they had followed either a former direction of the shore or the course of some submarine shelf.

In order to find the palaeoecological conditions prevalent in individual areas and to determine the palaeogeographic picture of Slovenia during the Upper Jurassic the author of the present study has investigated the form and the structure of hydrozoan colonies in individual areas and studied all the accompanying fauna and the lithologic character of the sediments. At the same time the author compared the Jurassic development of southern Slovenia with that of northern Slovenia and elsewhere. For this purpose she has collected all the data available on the Jurassic strata in the Alps and in the Karavanke mountains, and investigated all the samples from the northern part of Lower Carniola (Dolenjska) from which no development of the Upper Jurassic has been known so far.

The Hydrozoan Areas in Slovenia

For the correct evaluation of the palaeoecologic conditions in Slovenia in which the Hydrozoa had lived a comparison with the already known ecologic findings is urgently necessary. This is true above all because of the exceptional susceptibility

of hydrozoan colonies which could prosper only under certain specific conditions that had to be the same in all those places where this fauna prospered.

In their investigation of the ecology of the fossil Hydrozoa, the scholars have among other things studied the sediments in which the Hydrozoa appear; they have investigated the accompanying corals and other fauna and made comparisons with the present-day ecologic conditions under which the Hydrozoa and the corals can still be found living.

It has been established that during all geologic periods the Hydrozoa have been above all animals that lived in shallow sea on submarine shelves. They prospered above all in tropic waters and only few specimens are known from the deep sea. For their life in large groups their organisms need clear water, sufficient quantities of oxygen, a certain degree of salinity, warm climate, and enough food. Being firmly attached to the ground, they get their food largely with waves; for this reason the circulation of water is very important for their existence. Very important for temperature conditions are also systems of surface and submarine streams in individual areas while the influences coming from the land are disadvantageous to them.

Even the slightest unfavourable condition and change in the surroundings influences the growth of the reef and causes changes in the form and growth of colonies, in the structure of the coenosteum, and in rarity of the specimens. Too great ecologic changes, especially those of the temperature, or strong epirogenetic movements may lead to the rapid extinction of the hydrozoan and of other reef building organisms over a larger area. Under favourable conditions, however, they may return again and flourish in the same or in some other spot.

The Area with the Hydrozoan Type of *Cladocoropsis*

Taking into consideration the form and the size of hydrozoan colonies as one of the important factors in the study of the palaeoecology, we find the *Cladocoropsis* to be one of the smallest representatives of this fossil group. It builds a rodlike colony with a diameter of up to 8 mm at the most, and has irregularly branched skeletal elements and tubes, its microstructure being clinogonol. It appears in stratified dark grey and in some places bituminous limestones. On the surface it covers large areas and forms extensive biostromes. Besides the hydrozoan *Cladocoropsis* we find in the same strata also numerous foraminifers and algae. During recent investigation of the terrain we have found also the reef building Hydrozoa on the mountains Racna gora and Snežnik. Among them we could identify the genera *Parastromatopora*, *Milleporidium*, *Dehornella*, *Spongiomorpha*, *Shugraia*, *Steineria*, corals, and Chaetidae, thus a fauna which is the same as in the central faunistic area.

All this fauna is typical of the shallow sea. On the basis of the form of organisms, the lithological character of rocks, and the faunistic association we may conclude that the sedimentation area of the southern region was an extensive shelf with a comparatively flat floor. Over this shelf the water was mainly calm so that large quantities of a dense stratified micritic limestone could be deposited. From time to time there existed in some parts of this shelf favourable conditions for the settlement and growth of reef building organisms that spread from the central area to the southern area. On small parastromatopoid reefs, and in their neighbourhood, the limestones are oolitic or pseudoolitic, probably due to the increased speed of water circulation in these places.

The Area with the Parastromatopoid Type of the Hydrozoa

The parastromatopoid type of the Hydrozoa appears in the central faunistic area which extends in a belt a few kilometres broad from the plateau Trnovski gozd through the central Slovenia down to the part of Slovenia called Bela krajina. On the basis of the composition of its hydrozoan fauna this area could be considered as a part of the southern area, and on the basis of the structure of the sediments as a part of the northern area. In this central area we encounter the hydrozoan genera *Parastromatopora*, *Dehornella*, *Milleporidium*, *Spongiomorpha*, *Hudsonella*, *Reticullina*,

Disparistromaria, and others. In this area, however, the hydrozoan *Cladocoropsis* is missing. Very numerous are corals and Chaetidae which here prevail over the Hydrozoa. The clinogonol microstructure is characteristic of the majority of fossils here quoted. In the coenosteum vertical elements are prevalent. Horizontal lamellae are subordinate, only tabulae are in some places very frequent. All organisms have a characteristic tubular structure. The form of colonies varies. Some are sphaeric and massive, yet the branching, encrusting forms which mutually intertwine and form true organogenic limestones are prevalent. The size of colonies is from 1 to 10 cm. The limestones have oolitic, pseudoolitic, or sparitic structure.

In view of the exceptional richness of reef organisms and with respect to the form of the outcrops on the surface, this central area could be called a reef formation.

The limestone with its lighter colour betrays a pure water, and the oolitic sparite the water circulation. The tubular colonies of organisms point to a comparatively rapid and functional growth. The polyps surrounded themselves with simple coenosteal tubes, more rarely with more complex structural elements, such as transverse trabeculae and others. For a firmer support they excreted only the frequent tabulae.

The Hydrozoa and other organisms from the central area may be best attributed into a sheltered reef surroundings. The circulation of water was moderate, the ecologic conditions comparatively favourable, and all this made possible the growth of numerous reef organisms. The sedimentation of the sea mud was here much smaller than in the southern area. The southern shelf area being calm, the sea waves must therefore have come from the external side, that is from the north or northeast. The main force of the waves, however, was kept back by the northern actinostromarid reef. In this way the central area is partly sheltered, and towards the south it is connected with the southern area. From time to time the reef fauna of the central area spread even southwards and settled some parts of the shelf. On the other hand, the central area is directly connected with the northern area, which is proved by the fact that in some places the faunas from these two areas mix. In such places we can find among the parastromatopoid Hydrozoa and corals the specimens of the genera *Astrotylopsis* and *Actinostromina* which are important and frequent representatives of the actinostromarid Hydrozoa, that is of the northern area.

The Area with the Actinostromarid Type of the Hydrozoa

In the northern faunistic area which extends in a belt that is a few kilometres wide over the whole central Slovenia (fig. 2) we meet the actinostromarid Hydrozoa and the Sphaeractinidae; that is, the genera *Astrotylopsis*, *Actinostromina*, *Desmopora*, *Coenostella*, *Sporadoporidium*, *Tubuliella*, *Sphaeractinia*, and *Ellipsactinia*. The orthogonal microstructure of the skeleton is typical of all of them. Besides these we encounter also the genera *Cylicopsis* and *Burgundia* with their granular microstructure. The corals and the Chaetidae are rare. The corals are mainly solitary.

The hydrozoan colonies of the northern region are large, massive and have ellipsoidal, circular, or semicircular form. They reach a size of 30 cm. In the coenosteum we find strongly developed horizontal elements which were excreted by the colonies to create in this way a firmer support so that they could easier resist the surroundings. The sediments of the northern area are of a light grey colour and consist of organogenous, unstratified, and in some places brecciated sparitic limestone.

The form of the colonies, the great quantity of the reef fauna, and the structure of the sediments indicate that this northern faunistic area is a true reef formation. Because of the great prevalence of the hydrozoan fauna we may even call it the hydrozoan reef. Such an exuberant growth was possible only under the most favourable conditions. These conditions were a very pure water and the sufficient quantity of oxygen and of food. The circulation of water must have been very turbulent, which is proved by the fact that in this area we find almost no other sedimentation except the growth and the dying of organisms. Such a strong undulation of the sea could have taken place either along the shore or in its proximity. At the outer side of the reef, however, the Malmian pelagic fauna and sediments have been found which excludes the possibility that at that side there was dry land. We may therefore with certainty conclude that the actinostromarid reef formed a reef barrier that represented

the border between the shelf and the deeper sea. The waves came from the open deeper sea and struck against the reef. For their support the colonies built strong massive colonies and distinctive horizontal lamellae in order to be able to thus resist the waves. On the other hand, these same waves brought food and prevented sedimentation which favourably influenced the growth of the reef organisms.

At the outer side of the actinostromarid reef we find in several places brecciated limestones with fragments of hydrozoan colonies. These breccias developed in such a way that the waves broke off parts of reef organisms which afterwards fell on the slope on which they again joined into the breccia.

The Upper Jurassic reef system from Slovenia resembles numerous recent and fossil reef formations. These are neither atolls nor fringing reefs running along a coast, but rather reef barriers that extend along the rim of a shelf. They show also a characteristic zonal structure. In individual zones we find besides various hydrozoan types also other faunistic associations and a somewhat different type of sediments which produces the impression of their zonal character. This phenomenon is typical of numerous barrier reefs.

One more fact is important in connection with the Jurassic reefs from Slovenia. The hydrozoan types of individual areas differ above all in the microstructure of their skeletal elements. In the northern area we find Hydrozoa with the orthogonal and granular microstructure, and in the central and southern areas prevalently organisms with the clinogonal microstructure (the parastromatopod Hydrozoa, Chaetidae and some corals). This may justify us to conclude that individual microstructures developed as a consequence of different ecologic conditions in which these organisms prospered.

The Palaeogeographic Conditions during the Jurassic Period in the Territory of the Present-Day Slovenia

For a possibly precise determination of the environment in which the Lower Malmian Hydrozoa in Slovenia had lived, the author of the present work had to study the palaeogeographic conditions in wider surroundings. She has paid special attention to the Jurassic faunistic association on the basis of which she could make conclusions regarding the living conditions that existed in that period.

So far, two facies have already been established in the territory of Slovenia belonging to the Jurassic period; they have been called Alpine facies (after the Alps), and the Karstic facies (after the Karstic region in southern Slovenia). They have a more tectonic character. However, investigations have confirmed that they are in fact two developments of sediments. The Karstic facies from southern Slovenia is a shallow marine sedimentation, while the Alpine facies from the northern part of Slovenia is characterized by a deeper marine sedimentation.

The shallow marine sedimentation of southern Slovenia lasted uninterruptedly from the beginning of the Lias to the end of the Portlandian and continued into the Cretaceous. This development has already been carefully studied (Buser, 1962, 1965 a, b; Šribar, 1966); we will therefore mention only its most important fossils:

Among the Liassic fauna, most numerous are the Lithioids, the foraminifer *Orbitopsella praecursor*, the alga *Palaeodasycladus mediterraneus*. The Dogger fauna is very humble, in some places the *Protopeneroplis striata* occurs and reaches into the Lower Malmian, and occasionally corals can be found too. Towards the north in some places the Dogger strata end in a point. In southern Slovenia, the reef fauna of the Hydrozoa, Chaetidae, and corals prospered during the Lower Malmian, while in the Upper Jurassic the alga *Clypeina jurassica* was prevalent in the whole shallow sea development. In the Middle Malmian deposits of bauxite can be found in many places.

In various parts of northern Slovenia (the Alps, Karavanke, northern part of Lower Carniola /Dolenjska/, southern Styria, Žumberak), Radiolaria, Cephalopoda, and Calpionellae have been established. They are harbingers of a pelagic, or at least of a somewhat deeper open sea. The sediments are red and marly limestones with cherts, and breccias and other material.

During the Liassic period we find in northern Slovenia occasionally the cephalopod fauna, elsewhere also Brachiopoda, the spicules of Spongia, Crinoidea, Radiolaria, and most frequently the foraminifers *Spirillina liassica* (Plate 1.) and *Vidalina martana*. During the Dogger was the difference between the faunas of the two developments not so characteristic. In northern Slovenia we also find corals and frequently the foraminifer *Protopeneroplis striata*. In the Malmian from the northern Slovenia the Radiolaria, Cephalopoda, and the pelagic Calpionellae have been established (cf. the table in Slovene text, p. 223). Everywhere these begin to appear already close to the hydrozoan reefs. We may therefore consider the northern rim of the actinostromarid reef as the border between the shallow sea and the deeper sea facies in Slovenia (cf. figs. 1 and 2).

The deeper sea area of northern Slovenia can as a whole not be compared with the cephalopod Jurassic development in Central Europe and in the Mediterranean where it is just on the basis of the cephalopod fauna that the Jurassic strata can be divided into horizons. In northern Slovenia the Cephalopoda occur considerably less frequently. The Radiolaria and the Calpionellae, on the other hand, are occasionally prevalent. The sedimentation is not uniform. Such a Jurassic development is known from the whole area of the Alps and in various parts of the Dinarids and the Apennines.

If we compare the faunistic and lithologic characteristics of the Jurassic strata from southern and northern Slovenia we find the differences between the two to be so great that we are without any doubt allowed to speak of a shallow sea facies and of a deeper sea facies. We can not deny, however, that among the pelagic fauna from northern Slovenia we may occasionally find also fragments of fossils typical of the shallow marine development. This, however, is not due to an association of various faunistic groups; most probably these fragments were broken off by waves from their original rocks and carried into areas with deeper sea where they mixed with the fauna living there. The opposite case, that the pelagic fauna emerges among the true primary shallow marine or reef fauna has so far been unknown in Slovenia. Thus in Slovenia we have two sedimentation areas that were connected with each other below the sea surface and that differed from each other only by the depth of the sea in which they were living.

The Palaeogeographic Position of the Sphaeractinidae and Their Stratigraphic Problem

The palaeogeographic picture of Slovenia during the Malmian clearly shows that the actinostromarid hydrozoan reef had prospered on the rim of a shelf that bordered on a deeper open sea. Similar palaeogeographic positions are found for the sphaeractinid reefs in other parts of the Dinarids and in Italy.

A comparison of hydrozoan limestones from Slovenia with the similar fauna from Croatia has been made easier since a very precise study of the hydrozoan fauna from Velebit and Lika has been made by Milan (1968). He finds hydrozoan associations which completely agree with the fauna from the southern and central areas in Slovenia on the one hand, and with the actinostromarid northern area on the other. In Croatia, the sphaeractinid Hydrozoa also pass laterally into strata containing Cephalopoda. This is explained by Milan (1965, 1968) as being due to the fact that the longitudinal reefs had prospered far away from the coast; along these reefs spread the lagoons in which the thinly stratified and plated limestones with cherts and with the ammonitic fauna had most frequently developed. This ammonitic fauna from Croatia is considered by Milan to be circalittoral ammonitic fauna.

In Bosnia and Herzegovina, the Ellipsactinians also appear near the Malmian sediments of the deeper sea (Papeš and Vlahinić, 1968).

The palaeogeographic picture of Montenegro during the Jurassic resembled that of Slovenia. In its southwestern part the shallow marine faunistic associations (with the Malmian reef fauna) appear prevalently; in the northeast, however, that is, on

Kraljeva gora and at Plevlje, the fauna of Cephalopoda, Radiolaria, and of the pelagic Calpionellae is dominant (Radoičić, 1966, 1967).

The palaeogeographic position of the Sphaeractinidae in Italy is also similar to the position of such fossils in Slovenia and in other more southern Dinarids. Colacicchi and Praturlon (1965) have found that in Central Apennines the zone with the Sphaeractinidae appears on the rim of a shelf and borders on a deeper pelagic basin with Calpionellae. The same finding was made by Cousin (1963) in the country of Venezia. Here, too, the Upper Jurassic strata and their mutual relationship can be wholly compared with their development on the plateau Trnovski gozd and near Tolmin. In Venezia, the sphaeractinid limestones border also towards the north on the Malmian pelagic limestones with cherts and on strata containing Calpionellae.

We could continue to enumerate such cases. For the well known Štramberg finding place which contains the sphaeractinid fauna, the cephalopod fauna has also been mentioned. In all probability we have here a similar case of lateral transition, although for Štramberg the conditions have not yet been fully clarified.

At Plassen and at Tressenstein, the hydrozoan limestones also pass laterally into the Upper Malmian deeper marine sediments. We can, however, make no comparison with this finding place because of the absence of sphaeractinids in these Austrian finding places.

All this justifies us to conclude that the sphaeractinid Hydrozoa are connected with specific ecologic conditions. They prospered on the narrow rim only between the shelf and the deeper sea where a certain system of sea waves must have been prevalent. This specific requirement explains the fact that in comparison with the parastromatopod and milleporidid Hydrozoa, the sphaeractinids and the actinostromarids covered a small region only. They are known only from the Mediterranean, Italy, Yugoslavia, Dobrogea, from Ernstbrunn in Austria, and from Štamberg in Czechoslovakia. They are, however, unknown from other parts of the Tethys, that is from southwestern Europe, northern Africa, and Asia, where the parastromatopod Jurassic Hydrozoa are widely spread.

In this comparison of the ecologic and palaeogeographic conditions of the Hydrozoa, the author of the present study did not take into consideration their various stratigraphic distribution. She has already discussed in detail the stratigraphic position and significance of the sphaeractinids and of other actinostromarid Hydrozoa in another study (Turnšek, 1966, 423—424). It may be added, however, that it is also palaeoecologically easier to explain that all the hydrozoan types and the coral reef fauna prospered during the same period, that is, in the Lower Malmian. At that time the most favourable temperature and other conditions existed for the growth of the reef fauna in large quantities. Towards the end of the Lower Malmian, however, the temperature and other conditions changed only slightly, and this sufficed that the reef organisms could no longer prosper, in spite of the fact that the configuration of the sea floor remained unchanged. All reef formations were replaced by the alga *Clypeina jurassica* which with its association covered the whole area of the shallow sea. If the hydrozoan types in individual areas had existed at various ages — as this has been suggested by some scholars — we would have to find at least in some places all three types in one and the same profile, where they would follow each other from their older to their younger forms. On the contrary, however, we find in some places the faunas of the northern and southern regions mixed which proves their contemporary existence.

Recent scholars have suggested the Upper Malmian age of sphaeractinid limestones, calling in this connection attention to their lateral transition into strata containing the alga *Clypeina jurassica*. Taking into consideration the fact, however, that the hydrozoan limestones are not stratified, we may consider that the limestones containing *Clypeina jurassica* can always be a stratigraphically younger horizon. Towards the end of the Lower Malmian the reef fauna had left a rather dissected and uneven sea floor. The strata began to be deposited over this stirred relief; they filled also the lower lying areas in the neighbourhood of reefs. For this reason they

appear as their lateral equivalents, yet in fact they are younger. It is even possible to find the alga *Clypeina jurassica* in the same stratum with the Hydrozoa. This may be explained as being due to the fact that the algae had strayed into reef fissures, or that fragments of reef organisms had been broken off and had mixed with younger sediments and fauna.

An increasing number of findings speaks in favour of the Lower Malmian age of the sphaeractinid and actinostromarid Hydrozoa. In Montenegro, the sphaeractinids have been found in the Lower Malmian by Radoičić (1966). In Dobrogea in Rumania, too, according to a report of the palaeontologist A. Barbulescu, some actinostromarid Hydrozoa have been discovered in the Kimeridgian strata.

It is true that the actinostromarid Hydrozoa from Mačkovec and Graben near the town of Novo mesto have been placed by Germovšek (1954) into the supposed Tithonian; yet he could — taking into consideration the knowledge of the geology of Slovenia which was at that time available — make his evaluation of the age only on the basis of older literature, especially that by Canavari. Later investigations (Buser, 1965; Turnšek, 1966), however, have clearly shown that the actinostromarid Hydrozoa belong into the Lower Malmian.

We do not exclude the possibility that rare individual forms of sphaeractinids could still appear in the Upper Malmian, or even in the Cretaceous; yet these are transsedimented remains, of a formerly rich reef group.

We therefore think that the stratigraphists should adopt a common view, and give the reef Hydrozoa from the Upper Jurassic their true stratigraphic value.

The Discontinued Sedimentation in the Deeper Sea

In places where the deeper sea fauna has been discovered, we find simultaneously an interrupted sedimentation. In profiles of individual places various stratigraphic members are missing. In some places we find the Middle Lias lying on Triassic strata, in others the Middle Lias is missing, again elsewhere there are no Dogger strata, or even the whole Malmian may be absent. So far, such stratigraphic discordances have been known from the Alps and from the Karavanke mountains (Ramovš, 1964), the northern part of Lower Carniola (i. e., Dolenjska, cf. Buser, 1965), from Bosnia and Herzegovina (Papeš and Vlahinić, 1968), from northern Italy (Cousin, 1963), and from other places.

How could be explained this non-continued sedimentation? Interruptions in sedimentation could be a consequence of phases of erosion that had taken place while the land was dry. Such an interpretation, however, is hardly acceptable because of the findings of pelagic fauna. In case that there had been phase of erosion while the land was not covered by sea, the sea floor must have necessarily repeatedly risen and sunk, so that one time it would be above sea level, another time it would be situated lower than the surrounding terrain which during all this time was covered by shallow sea. If the water had really regressed from these areas and returned back to them, we would necessarily find in such areas sediments also and fauna that had developed on the shore and on the dry land. Contrary to this, the sediments and fauna indicate that they had developed in a deeper sea.

We therefore think these interruptions in sedimentation to be the consequence of various submarine factors. During individual periods sediments were not deposited either because there was no material for sedimentation available, or because the relief was not favourable for sedimentation, or because the material was carried away by submarine streams as soon as it was deposited. The material accumulated in calmer places only. We therefore find in one place sediments from one period, in another place from the other, and in some places even the whole uninterrupted profile. Similar interpretations have already been proposed by other researchers (Fugant and Mosna, 1966, Fabricius, 1962, cf. also Herak, 1960, and others). Recent investigations of the present-day sea and of the sea floor also indicate that in the sea the sedimentation is not the same in all places, and that in some places there is none whatever.

Literatura

- Bourgeat E., 1888. Recherches sur les formations coralligènes du Jura Méridional. 1—187, Pl. 1—16. Paris.
- Buser S., 1962. Razvoj jurskih slojev v slovenskem dinarskem gorovju. Report 5. Meeting Geol. Yugosl. 163—167, Beograd.
- Buser S., 1965a. Neue Forschungsergebnisse über die Juraschichten in Südslovenien. Anzeiger Math. Nat. Kl. Österr. Akad. Wiss. Jg. 1965, 161—165, Wien.
- Buser S., 1965b. Stratigrafski razvoj jurskih skladov na južnem Primorskem, Notranjskem in zahodni Dolenjski. Disertacija. Manuskript. Ljubljana.
- Colacicchi R. et A. Praturion, 1965. Stratigraphical and Paleogeographical Investigations on the Shelf — Edge Facies in Eastern Marsica (Central Apennines, Italia). *Geologica Romana*, 4, 89—118, T. 1—3, Roma.
- Cooper P., 1966. Ecological Distribution of Devonian Atrypid Brachiopods. *Palaeogeogr. -climatol. -ecolog.*, 2, 245—266, Amsterdam.
- Cousin M., 1963. Contribution à l'étude géologique des Préalpes carniques orientales (Alpes méridionales, province d'Udine, Italie). *Bull. Soc. Géol. France*, 7, sér. 5, 809—820, Paris.
- Dehorne Y., 1920. Les stromatoporoidés de Terrains Secondaires. *Mém. Explic. Carte Géol. France*. 1—170, Pl. 1—17. Paris.
- Fabricius F., 1962. Faziesentwicklung an der Trias/Jura — Wende in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.*, Jg. 1961, 113, 311—319, Hannover.
- Fenninger A., 1966. Riffentwicklung im oberostalpinen Malm. *Geol. Rundschau*, 56, 171—185, Stuttgart.
- Flügel E., 1959. Die Hydrozoen der Trias. *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, 109, 1—108, Stuttgart.
- Fuganti A. et S. Mosna, 1966. Studio stratigrafico-sedimentologico e micropaleontologico della facies giurassica del Trentino occidentale. *Studi Trentini Sci. Nat.*, A, 43, 25—105, Trento.
- Germovšek C., 1953. Obvestilo o geološkem kartiranju lista Novo mesto 1 (Trebnje), 2 (Novo mesto), 3 (Kočevje) v letih 1950—1951. *Geologija*, 1, 284—287, Ljubljana.
- Germovšek C., 1954. Zgornjejurski hidrozoji iz okolice Novega mesta. *Razprave Slov. akad. znan. umetn. IV. razr.*, 2, 341—386, Ljubljana.
- Germovšek C., 1955. O geoloških razmerah na prehodu Posavskih gub v Dolenjski kras med Stično in Šentrupertom. *Geologija*, 3, 116—135, Ljubljana.
- Grad K., 1961. Obvestilo o raziskavah krednih sedimentov v Posavskih gubah. *Geologija*, 6, 313—315, Ljubljana.
- Grad K., 1962. Geološke razmere med Rudnico in Savo. *Geologija*, 7, 113—118, Ljubljana.
- Hedley C. J., 1925. The natural destruction of a coral reef. *R. Geogr. Soc. Australasia Trans.*, 1, 35—40, Pl. 1.
- Herak M., 1960. *Geologija*, 1—433, Zagreb.
- Mayor A. G., 1918. Ecology of the Murray Island coral reef. *Carnegie Inst. Publ. Washington*, 213, 1—48, Pl. 1—19.
- Mergner H., 1966. Aufgaben und Ergebnisse der Hydroidenforschung im Roten Meer. *Umschau in Wissenschaft und Technik*, 24, 814—816, Frankfurt/M.
- Milan A., 1965. Korelacija malma Ličke Plješevice, Senjskog bila i jugozapadnih padina Velike Kapele. *Acta geol.*, 5, 367—372, Zagreb.
- Milan A., 1968. Facijelni odnosi i hidrozojska fauna malma primorskog dijela sjevernog Velebita i Velike Kapele. Disertacija. Manuskript., 1—122, T. 1—22, Zagreb.
- Nesterov V. D., 1955. Les récifs coralliens du Banc Farsan Nord /Mer Rouge/. *Inst. Océan (Monaco). Ann.*, 30, 1—53, Pl. 1—21.
- Papeš J. et K. Vlahinić, 1968. Stratigrafski pregled jurskih i donjokrednih naslaga u spoljnim Dinaridima BiH. Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov. 69—79, Ljubljana.
- Pleničar M., 1958. Poročilo o globokomorskem razvoju krednih plasti pri Kostanjevici. *Geologija*, 4, 152—156, Ljubljana.

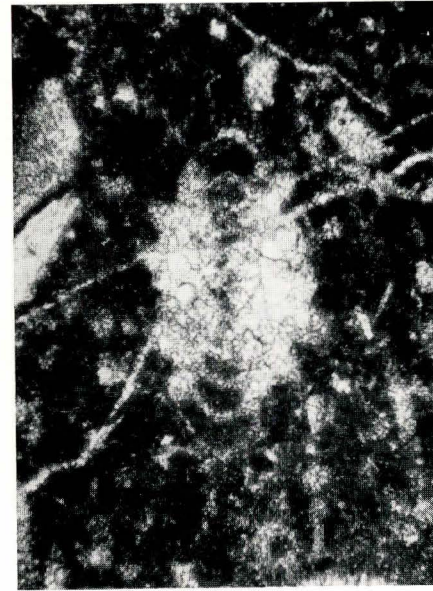
- Radoičić R., 1966. Microfacies du Jurassique des Dinarides Externes de la Yougoslavie. *Geologija*, 9, 5—377, Pl. 1—165, Ljubljana.
- Radoičić R., 1967. Bilješka o rasprostranjenju pelaških tintinina u spoljašnjim Dinaridima Jugoslavije. *Geološki glasnik*, 5, 111—116, T. 6—8, Titograd.
- Ramovš A., 1958. Starost »krških skladov« v okolici Krškega. *Geologija*, 4, 149—151, Ljubljana.
- Ramovš A., 1964. Der Jura Jugoslawiens. In: Hölder, Jura. *Handbuch d. Stratigr. Geologie.*, 4, 468—476, Stuttgart.
- Ramovš A., 1967. Erster Nachweis der Kreide — Schichten im Gebirge Savinjske Alpe, Nordwest-Jugoslawien. *Bull. Sci. Conseil. Acad. Yougosl.*, A, 12, 249—250, Zagreb.
- Ramovš A., 1968. Neue Fundorte der Jura-Schichten in den östlichen Julischen Alpen (Jelovica-Gebiet). *Bull. Sci. Conseil Acad. Yougosl.*, A, 13, 301, Zagreb.
- Ramovš A. et R. Rebek, 1967. Razvoj Jure v okolici Mežice. Vortrag am Symposium über die Geologie der Karawanken in Črna. Manuskript.
- Rijavec L., 1965. Izdanka krednih sedimentov severovzhodno od Prelog pri Slovenskih Konjicah. *Geologija*, 8, 119—120, Ljubljana.
- Risbec J., 1931. Quelques remarques sur l'allure des récifs frangeants en Nouvelle Calédonie. *Inst. Océanogr. de l'Indochine, Note*, 16, 23—32.
- Šribar L., 1964. Mikrofacies mezozojskih skladov v Sloveniji. Manuskript. Sklad Borisa Kidriča. Ljubljana.
- Šribar L., 1966. Jurski sedimenti med Zagradcem in Randolom v dolini Krke. *Geologija*, 9, 379—383, sl. 1—6, Ljubljana.
- Turnšek D., 1966. Zgornjejurska hidrozojska favna iz južne Slovenije. *Razprave Slov. akad. IV. r.*, 9, 335—428, T. 1—19, Ljubljana.
- Wells J. W., 1957. Corals. *Geol. Soc. America, Mem.*, 67, 1087—1104, USA.
- Zlebnik L., 1958. Prispevek k stratigrafiji velikotrnskih skladov. *Geologija*, 4, 79—93, Ljubljana.

RAZPRAVE IV. RAZREDA
DISSERTATIONES CLASSIS IV.
XII/5

Izdala
Slovenska akademija znanosti in umetnosti
v Ljubljani

Natisnila
tiskarna Ljudske pravice
v Ljubljani
1969

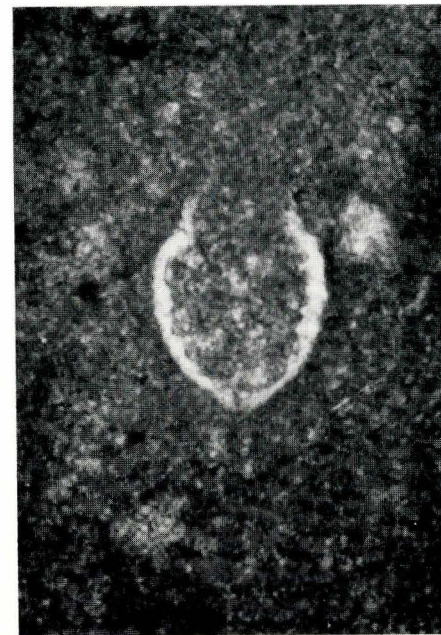
Naklada 1000 izvodov



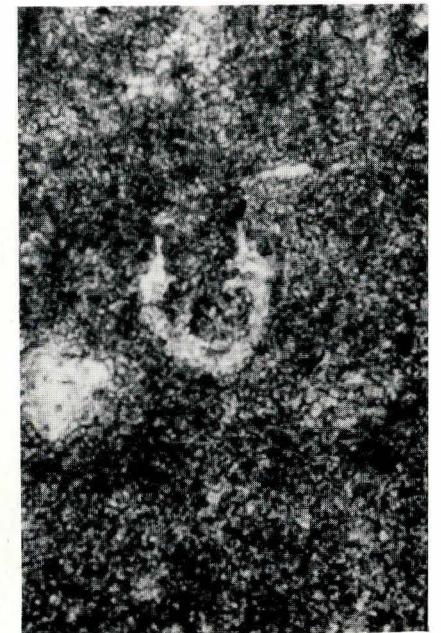
1



2



3



4

Tabla — Plate 1

Sl. — Fig. 1—2. *Spirillina liassica* (Jones)

Nahajališče vzhodno od Gradišča med Mokronogom in Sevnico
Zbrusek S-6, Lias, $\times 60$

Findingplace east of Gradišče between Mokronog and Sevnica
Thin section S-6, Lias, $\times 60$

Sl. — Fig. 3. *Calpionella alpina* Lorenz

Nahajališče zahodno od Gradišča med Mokronogom in Sevnico
Zbrusek S-2, Portlandij, $\times 460$

Findingplace west of Gradišče between Mokronog and Sevnica
Thin section S-2, Portlandian, $\times 460$

Sl. — Fig. 4. *Calpionella elliptica* Cadisch

Nahajališče zahodno od Gradišča med Mokronogom in Sevnico
Zbrusek S-2, Portlandij, $\times 460$

Findingplace west of Gradišče near Sevnica
Thin section S-2, Portlandian, $\times 460$