

Patologija numulitin

The Pathology of Nummulitins

Rajko Pavlovec

Katedra za geologijo in paleontologijo,
Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Aškerčeva 12

Avtor poroča o zanimivih numulitinskih hišicah, ki se razlikujejo od normalnih oblik. Opisuje več primerkov, zbranih v istrskem flišu in v nekaterih drugih najdiščih. Spremembe deli na tri skupine glede na njihov nastanek. V prvo skupino šteje patološke pojave, nastale zaradi mehanskih poškodb ali zaradi tujih organizmov, ki so živeli na numulitinskih hišicah ali pa so vrtali vanje, da bi našli hrano. V drugi skupini navaja zraščanje dveh ali več osebkov, obrnjene zavoje in kamrice, dvojne zavoje in kamrice ter druge spremembe, ki imajo vzrok v organizmu samem. Spremembe tretje skupine so tako pogoste, da jih imamo lahko za taksonomski znak, npr. adventivne kamrice. Ker numulitine niso mogle živeti v flišnem okolju, so bile njihove hišice poškodovane in regenerirane še preden so bile sedimentirane v flišnem morju.

Different deviations of the nummulitin tests are recorded. The anomalies observed on the specimens taken from the Istrian flysch and some other localities are classified in three groups according to their origin. (1) Replacements for injuries caused mechanically or by organisms which become attached or bore for food into tests of living animals. (2) Two or three individuals joined together, reversed whorls or chambers, doubled whorls or chambers, and other changes originating from the organisms themselves. (3) Changes being so frequent that they are considered to be a taxonomic feature, e. g. adventive chambers. Since the nummulitins did not live in the conditions of the flysch sedimentation, their tests had already been damaged and regenerated before they were deposited in the flysch formation.

Uvod

Patološki pojavi pri foraminiferah niso redkost in so bili v literaturi že večkrat opisani. Pogostni so pri makroforaminiferah, posebno pri numulitinah. O teh so poročali že v prejšnjem stoletju, med prvimi P. De la Harpe (1883), A. D'Archiac in J. Haime (1853), W. B. Carpenter (1859) in drugi. Obsežnejši pregled patoloških pojavov pri numulitinah je naredil P.

Rozlozsnik (1927, 96 do 106), v novejšem času pa A. Tasnádi-Kubacska (1962). Tudi s področja Jugoslavije so bili že opisani patološki primerki numulitin.

Patološke spremembe pri numulitinah so včasih napačno označene kot anomalije. Na drugi strani ne moremo šteti k patološkim pojavom tistih znakov, ki jih skoraj redno kažejo posamezne vrste. Zato jih moramo imeti za manj pomembne taksonomske znake.

V tem članku avtor poskuša razvrstiti patološke pojave pri numulitinah v več skupin. Za primere pa navaja fosilni material, ki ga je zbral v naših krajih.

Pregled patoloških pojavov

Izhajajoč iz tega, da je patologija nauk o boleznih, smemo šteti k patološkim pojavom numulitin vse tisto, kar je bilo povzročeno zaradi zunanjih ali notranjih vplivov in se pojavlja samo pri nekaterih primerkih določene vrste. Glede na izvor ločim naslednje vrste patoloških pojavov:

1. Poškodbe, ki imajo svoj izvor zunaj organizma. Takšne poškodbe delim na dve skupini:

a) mehansko povzročene poškodbe, ki se pri marsikateremu osebkku regenerirajo;

b) poškodbe, ki jih povzroče roparski organizmi (predatorji, plenilci), navadno z namenom, da pridejo do protoplazme, zaradi česar žival največkrat pogine.

2. Spremembe, ki imajo svoj izvor v organizmu samem. Sem štejemo zraščene osebkke, obrnjene zavoje ali kamrice, podvojene zavoje ali kamrice in podobno. Včasih je takšne patološke spremembe težko ločiti od mehansko povzročenih patoloških pojavov.

3. Spremembe, ki jih imamo lahko za vrstni znak. To niso pravi patološki pojavi. Takšne so npr. adventivne kamrice pri vrsti *Nummulites puschi* D'Archiac et Haime, znižanje in temu sledeče zvišanje zavoja malo pred koncem hišice pri vrsti *Operculina exiliformis* Pavlovec, in podobno.

1 a. Mehanske poškodbe

O mehanskih poškodbah je podrobno pisal P. Rozlozsnik (1927, 97 do 100). Spoznal je, da so imeli numuliti veliko zmožnost regeneracije, kar kaže na veliko vitalnost protoplazme (A. Tasnádi-Kubacska, 1962, 31). Večkrat so bili najdeni primerki, pri katerih se je odlomljeni del zaprl s tanko lamelo, nad njo pa so nastajale nove kamrice. Celo pri primerku, pri katerem je bil odlomljen precejšnji del hišice z nukleokonhom vred, je prišlo do regeneracije. Najlaže se regenerira mlad osebek, pri starejšem pa regeneracija ni popolna. Po A. Tasnádi-Kubacski (1962, 33 do 34) se ob razpadu numulitne hišice regenerira samo večjedrska mikrosferična generacija, makrosferična pa samo v tistem delu, v katerem je glavno jedro. Posebno občutljiva je žival takrat, kadar izide protoplazma iz hišice, da bi naredila novo kamrico. V dveh do treh dneh pa se strdi stena okrog nove kamrice.

V numulitinskih hišicah so večkrat našli tuje vključke, okrog katerih je rasla naprej (P. Rozložník, 1927, 105). Poročajo tudi o vključkih delov diskociklinskih hišic. Takšni primeri so najpogostejši pri vrstah *Nummulites millicaput* Boubée, *N. brongniarti* D'Archiac et Haime, *Assilina spira* (De Roissy) in drugih.

1 b. Delo roparskih organizmov

Med najpogostejšimi sledovi delovanja tujih organizmov v numulitinskih hišicah so nekakšni rovi ali kanali. O njih je pisal že A. Heim (1908, tab. 3, sl. 3 a in 5). Skozi hišico vrste *Nummulites uranensis* Heim poteka tak rov nepravilno in preseka več zavojev. T. Kecskeméti (1962, 78 do 79) je našel na Madžarskem kar 41 primerkov numulitov s sledovi delovanja tujih organizmov. Luknjice so ekscentrične in imajo na notranjem robu obročasto skulpturo. Do sredine hišice ne segajo, kar kaže na roparske organizme, ki so iskali protoplazmo. Ker luknjice niso nikoli regenerirane, je moral numulit po vdoru roparja propasti.

Katerim organizmom naj bi pripadali ti plenilci? T. Kecskeméti misli predvsem na polže iz rodu *Natica*, katerih hišice so pogoste v nahajališčih s preluknjanimi numuliti. Spongije tudi topijo foraminiferne hišice, vendar imajo tako nastale luknjice vseskozi enak premer. Alge uničujejo septa in zavojne robove še živih organizmov (A. Tasnádi-Kubacska, 1962, 38).

2. Notranji vzroki patoloških pojavov

J. Popescu-Voitiesci (1908, 211) je poročal o dvojčkih vrste *Nummulites distans* Deshayes. Oba osebka sta naredila protokonh in devterokonh. Nato sta se združila in rasla skupaj. Isti avtor (str. 212) je našel numulite, zlasti vrsto *Nummulites millicaput*, pri kateri je hišica razdeljena na dve krili, ali celo na tri ali štiri krila. Takšen primer iz Bakonjskega gozda (str. 213) je na videz sestavljen iz dveh organizmov. V resnici pa gre za delitev enega samega organizma, saj so ostali posamezni deli še naprej v komunikaciji.

P. Rozložník (1927, 101) je pri dvojnih hišicah numulitov uporabil nomenklaturu kot za druge foraminifere. Univalentne hišice so tiste, pri katerih raste po spojitvi dveh osebkov ena sama hišica. Pri bivalentnih hišicah kljub spojitvi dveh organizmov raste vsak osebek posebej. Vendar pri bivalentni hišici vrste *Nummulites perforatus* Montfort na zunaj ni bilo opaziti ničesar razen nekoliko ovalne hišice. Nadalje so se po P. Rozložníku zraščali predvsem osebki, izhajajoči od iste matične živali. H. Staffin R. Wedekind (1910) sta ločila različne tipe dvojnih hišic. Pri prvem sta se gameti spojili še preden se je okrog njiju naredila stena. Pri takšnih združenih numulitih je začetna kamrica nenormalno velika. Pri drugem tipu sta se gameti združili v času, ko se je začela delati stena in se zato protokona obeh organizmov nista mogla povsem združiti. Zato nenormalno velika začetna kamrica ni čisto okrogla. Pri tretjem tipu sta se najprej izoblikovali začetni kamrici in se je šele nato nadaljevala skupna rast. Takšna numulitna hišica ima dva protokona, nadaljnja rast pa je skupna.

Podobno kot P. Rozlozsnik opisuje univalentne hišice T. Kecs-keméti (1962), ki jih je našel na Madžarskem kar 52. Do takšne hišice naj bi prišlo največ pri mladih organizmih, zakaj poleg protokonha je le malo zavojev. Vendar je vprašanje, če ni numulit hitro poginil prav zaradi združitve dveh osebkov.

Bivalentnih hišic je na Madžarskem mnogo manj kot univalentnih. T. Kecs-keméti je našel samo štiri. Primer dvojne hišice iz Italije sta opisala tudi G. Corrá in V. De Zanche (1966), več patoloških pojavov pri numulitinah pa še posebej V. De Zanche (1966).

Ločitev univalentne in bivalentne dvojne numulitne hišice ni povsem upravičena. Razlika je predvsem v stopnji razvoja posameznega osebka v času, ko se je spojil z drugim osebkom. V obeh primerih gre vsaj na enem mestu za skupno rast zavojev in najbrž tudi za stapljanje protoplazme iz obeh delov hišice.

3. »Patološki« pojavi kot sistematski znaki

P. Rozlozsnik (1927, 103 do 104) je našel numulite, ki imajo nekatere zavoje odebeljene. Zaradi njih je dobila hišica nepravilno obliko. Takšne pojave je prvi opazoval K. E. Schafhäutl (1863, 81), in jih je imenoval »ekscen-trične akcesorne kamrice«. R. Régé (1916, sl. 4) jih je našel celo pri istrskih numulitinah. Odebelitev se začne včasih večati tako, da se od tam naprej razveja hišica na dva dela.

Večkrat se pojavijo odebelitve na mestu, kjer je bila prej večja ali manjša poškodba (P. Rozlozsnik, 1927, 104 do 105, sl. 39). Na recentnih forami-niferah so videli, da nastane izboklina tam, kjer pride protoplazma v stik s tujim predmetom (T. Kecs-keméti, 1962, 75). V tem primeru gre za pravi pato-loški pojav. Vendar že P. Rozlozsnik ni izključeval možnosti, da so ode-belitve zavojev podoben pojav kot podvojitve zavojev pri večjih numulitnih in asilinskih hišicah. Takšne podvojitve zavojev ima P. Rozlozsnik za dege-nerativni znak, čeprav so npr. pri vrstah *Nummulites millicaput*, *Assilina expo-nens* (Sowerby) in nekaterih drugih tako pogostne, da veljajo skoraj za takso-nomski znak.

Ali takšne dvojne zavoje lahko štejemo med patološke pojave ali ne, nam osvetljuje problem, zakaj dvojni zavoji sploh nastanejo. Nekatere velike hišice mikrosferičnih generacij numulitin imajo tudi več tisoč kamric. Pri vrsti *Num-mulites gizensis* Forskal so jih našeli 6000, pri *N. millicaput* celo 10 000 (G. I. Nemkov, 1960 a). Upoštevati moramo, da so največje numulitine živele prav v luteciju, ko je bilo eocensko morje največje in temperatura najvišja. V takš-nem okolju je najbrž tudi hitro naraščala množina protoplazme, ki je izločala vse večje število kamric. Pri hitri rasti hišic pa je lahko prišlo do obrnjenih zavojev ali njihove podvojitve. Zato teh pojavov ni mogoče imeti za degenera-cijo, ampak prej za hiperspecializacijo, zaradi katere so pozneje pri poslabšanju življenjskega okolja takšne velike numulitine propadle.

Na nekaj podobnega je mislil tudi T. Kecs-keméti (1962, 76), ki je pre-učil mnogo primerkov s podvojenimi zavoji. Pri 95 % od njih ni našel sledu o poškodbah na mestih, kjer so zavoji podvojeni. Pravi, da pri numulitih ob optimalnih življenjskih razmerah razvoj ni šel v smer večanja kamric, ampak

v smer podvojitve zavojev, torej povečanja števila kamric. Pri vrsti *Nummulites sismondai* D'Archiac et Haime je zaradi podvojitve zavojev naštel namesto 808 kamric kar 4000 kamric. Povečanje števila kamric je bilo torej kar petkratno!

Poleg naštetih pojavov je opisal P. Rozlozsnik (1927, 83 do 84) abnormalne kamrice, kot so abortivne, adventivne, intrakordalne in intralamelarne kamrice. Označil pa jih ni kot patološke kamrice, ampak kot abnormalne. Vendar mnogi takšne kamrice prištevajo k patološkim pojavom.

Abortivne kamrice so tiste, pri katerih se od ene septe odcepi druga ali več drugih. To pomeni, da se vsa septa ne začenjajo ob strehi kamric, ampak ob prejšnji septi. P. Rozlozsnik si je predstavljal, da je bilo v kamrici premalo protoplazme, ki ni zapolnjevala celotnega prostora. Zato so se septa izločala tam, kjer je še bila protoplazma. Po A. Tasnádi-Kubacski (1962, 33) takšna razlaga danes ni dopustna. Po P. Rozlozsnikovi razlagi je nastala najprej normalna kamrica in pozneje abortivna. Moderna citologija pa govori o tem, da se zmanjša volumen protoplazme zaradi raznih zunanjih vplivov, predvsem kemičnih in mehanskih.

Podobno kot abortivne kamrice so po P. Rozlozsnikovem mnenju nastale adventivne kamrice. To so majhne kamrice med septami in zavojnim robom. Omenil sem že, da so adventivne kamrice zelo značilne za vrsto *Nummulites puschi*, pri kateri gre za taksonomski znak in ne za patološki pojav.

Intralamelarne kamrice ima T. Kecskeméti (1962, 77) za nekakšne začasne podvojitve zavojev. Če vzamemo podvojitve zavojev kot nepatološki pojav, ampak za tvorbo organizma samega, oziroma pri nekaterih vrstah numulitin skoraj kot taksonomski znak, potem tudi intralamelarne in intrakordalne kamrice niso patološki pojav. Vendar te tvorbe in njihov nastanek še niso dovolj preučeni.

Patologija numulitin na območju Jugoslavije

Na patološke pojave pri istrskih numulitinah je opozoril že R. Régé (1916), saj so zlasti v flišnih plasteh zelo pogostni. Na tabli 12, slika 1, je prikazal R. Régé makrosferično obliko vrste *Nummulites laevigatus* Bruguière, pri kateri se bočno razraščajo kar trije osebki. O patoloških pojavih na hišicah oligocenskih numulitin je poročal R. Pavlovec (1961, 396 do 397, sl. 14 in 15). Pojav različno velikih kamric je razložil z različno množino protoplazme. Nepravilno odebeljena in zapognjena septa je našel pri vrsti *Nummulites intermedius* D'Archiac iz Poljšice v Sloveniji in pri *N. fabianii* Prever iz Crne Skale v Makedoniji. Večkrat je nepravilno odebeljen tudi zavojni rob. Na podobne pojave naletimo pri vrsti *Nummulites incrassatus* De la Harpe iz Crne Skale. Na enem primerku so bili najdeni zlomljeni zavojni rob in septa v zunanjih treh zavojih. Naprej proti sredini hišice poškodba ni bila vidna. To pomeni, da je numulitna hišica dobro prenesla mehanske učinke.

Zanimiv je primer ilerdijske vrste *Operculina exiliformis* iz Jelšan v južni Sloveniji (R. Pavlovec, 1966, 272 do 273), ki ima malo pred koncem zunanjega zavoja rahlo vboklino. To si je mogoče razložiti z nesorazmerno hitro naraščajočimi zavoji glede na množino protoplazme. Zato se je zadnji zavoj nekoliko znižal, nato še enkrat zvišal, nakar je bila rast hišice končana. Znižanje

hišice pri tej operkulini je torej prav nasproten pojav kot podvojitve zavojev in kamric pri preveliki množini protoplazme. Pri vrsti *Operculina exiliformis* so včasih blizu vbokline abortivne kamrice, ki tudi kažejo na pomanjkanje protoplazme. Vboklina hišice pri tej operkulini pa ni patološki pojav, saj je tako pogost, da je za primerke iz Slovenije prav značilen. Šele v primeru, če bodo ugotovili, da v drugih nahajališčih vrsta *Operculina exiliformis* nima vrte hišice, bo treba prišteti ta znak k patološkim pojavom, povzročenim zaradi neugodnega okolja ali kakih drugih vzrokov.

Iz flišnih plasti na otoku Krku so bili opisani zanimivi fosili, in sicer polž *Onustus*, ki je oblepljen z numulitnimi in asilinskimi hišicami, ter solitarne korale, ki so se naselile na numulitne hišice (R. Pavlovec, 1964, 5 do 6). Tu pravzaprav ne gre za patološke pojave, saj je polž *Onustus* najbrž uporabil hišice poginulih živali. Tudi korale se verjetno niso naselile na živih organizmih.

V spodnjelutecijskem alveolinsko-numulitnem apnencu iz okolice Karojbe pri Pazinu v Istri je bilo najdenih več mikrosferičnih oblik vrste *Nummulites laevigatus* (R. Pavlovec, 1969, tab. 4, sl. 2). Notranji zavoji so večkrat zlomljeni in potem regenerirani. Najprej se navadno poškodba zapre s tanko skorjo. Pri naslednjih zavojih se poškodba še malo pozna, potem pa sledi normalna rast hišice (tabla 1, sl. 1).

Pri mnogih numulitinskih hišicah iz Jugoslavije so pogosta znižanja zavojev. Vzrok je lahko mehanski, torej poškodba zavojnega roba, lahko pa je posledica pomanjkanja protoplazme. Pri znižanih zavojih so kamrice skoraj vedno podaljšane. Protoplazma zaradi poškodbe ni mogla graditi normalnih kamric. Zato je septa izločevala redkeje kot pri normalnih zavojih.

Pri velikih numulitinskih hišicah z jugoslovanskega ozemlja, kot so *Nummulites millecaput* ali *Assilina exponens*, se pojavljajo dvojni zavoji. Večkrat so obrnjeni v nasprotno smer kot normalni zavoj. Takšni obrnjeni zavoji so precej značilni za vrsto *Nummulites pratti* D'Archiac (cf. G. I. Nemkov in Barhatova, 1961, tab. sl. 13). V zbirki katedre za geologijo in paleontologijo univerze v Ljubljani je primerek te vrste, najden v Vrahosu na otoku Kefalonija v Grčiji. Našel ga je nemški geolog Peter Hug. Pri tem primerku je zelo dobro viden nazaj obrnjen zavoj, ki je po velikosti, številu in obliki kamric enak normalnemu zavoju. Zakaj nastane drugače usmerjen zavoj, je težko pojasniti. Najbrž prevelika množina protoplazme ni bila posebno občutljiva za natančno gradnjo posameznih elementov hišice. Poleg tega je ob obrnjenem zavoju normalni zavoj rasel naprej in za drugi zavoj ni bilo dovolj prostora. Zato si je protoplazma poiskala rešitev v tem, da je začela izločati nazaj usmerjeni zavoj. Takšen dvojni zavoj se kmalu konča in sledi normalna rast hišice.

Pri primerkih vrste *Nummulites campesinus* Schaub iz Goriških brd. (F. Cimerman et al., 1974, tab. 17, sl. 1) so pogostne luknje, ki potekajo skozi hišico. Gre za delo roparskih organizmov.

Iz Vipolž v Goriških brdih je patološki primerek asilinske hišice, pri kateri sta dva zraščena osebka. Zaradi tega sta rasli dve ločeni krili hišice.

Veliko patoloških numulitin je tudi na sosednjem furlanskem ozemlju. V Subidi pri Krminu so v eocenskem flišnem peščenem laporju in v breči številni numuliti in asiline. Dva primerka sta posebno zanimiva. Pri prvem (tabla 1, sl. 2) so trije zavoji normalni. Pri tretjem zavoju se je na enem mestu zavojni

rob poškodoval. Tam je izhajala protoplazma in izločala nepravilne kamrice. Vse to je imelo za posledico izbočenost hišice. Na nasprotni strani poškodovanega dela hišice pa so naslednji trije zavoji rasli normalno, kot bi ne bilo pri tej asilini nobene poškodbe.

Druga asilina (tabla 1, sl. 3) pripada obliki, ki je znana tudi iz Goriških brd (*Assilina* sp. = n. sp. sensu Schaub 1963; F. Cimerman et al., 1974). V petem zavoju se pojavi dvojni zavoj, ki obsega samo tri kamrice. Ta dodatni zavoj se hitro dvigne in takoj zniža oziroma konča. Naslednji zavoj je nad dvojnimi zavojem še nekoliko dvignjen, sedmi zavoj pa je samo še rahlo ovalen, potem pa dvojni zavoj ni več vplival na rast drugih zavojev.

Veliko patoloških numulitinskih hišic je tudi pri vrsti *Nummulites friulanus* Schaub iz Rožaca (Abazzia di Rosazzo) v Furlaniji.

Dvojne in trojne hišice iz Istre

Takšne hišice so bile omenjene že v prejšnjih poglavjih in niso posebna redkost. Veliko primerkov je najti v istrskem flišu in tudi v alveolinsko-numulitnem apnencu na tem področju. Problematični pa so primerki, katerih hišice so samo upognjene in ne kažejo na zraščanje dveh ali treh osebkov. Ob cesti Koper—Pula južno od Grožnjana je bil najden v lutecijskem apnencu numulit, ki verjetno pripada vrsti *Nummulites millecaput*. En primerek je samo malo, drugi pa močno upognjen. Vprašanje je, ali je upogib posledica zraščanja dveh organizmov in se hišica ni razvila v dve jasni krili, ali pa gre za posledico mehanske poškodbe (tabla 2, sl. 1 in 2).

Upognjeno hišico vrste *Nummulites millecaput* sem našel tudi v flišu pri Gračišču nedaleč od Pićna v Istri. Tudi na tem primerku ni opaziti zraščanja dveh osebkov. V prerezu hišice blizu sredine je videti na konveksni strani precej normalno nadaljevanje zunanji zavojev iz ene polovice hišice v drugo. Na konkavni strani hišice zavojev ni videti. Ker tudi na konveksni strani manjkajo notranji zavoji, sklepam, da je prišlo v mladem stadiju do mehanske poškodbe, zaradi katere numulit ni rasel več normalno naprej, ampak se je upognil. V konkavnem delu so se izločali nepravilni zavoji vse do konca rasti, medtem ko so nastajali na nasprotni strani pravilni zunanji zavoji.

Značilna hišica vrste *Nummulites millecaput* z dvema krili je bila najdena pri Gračišču v Istri. Obe krili se ločita že skoraj od sredine. Spojila sta se torej mlada osebka. Eno krilo hišice se je pri bolj ali manj samostojni rasti tako močno zavihalo, da je postavljeno skoraj pravokotno na drugo krilo hišice (tabla 3, sl. 1). Pri Gračišču je bilo najdenih še več takšnih primerkov. Eden od njih ni dosegel prave velikosti in je vprašanje, če pripada vrsti *Nummulites millecaput*. Obe krili sta se razrasli pod kotom okrog 45° (tabla 3, sl. 2).

Dve ali več kril, nastalih iz dveh ali več osebkov, se torej ne razrašča pod enakim kotom. Primerek vrste *Nummulites millecaput* iz Gračišča (tabla 3, sl. 3) ima ločeni krili že skoraj od središča naprej. Tam, kjer se krili stikata, se kamrice ne nadaljujejo iz enega krila v drugo. Vmes so nepravilne stene, oziroma nekakšna brezoblična masa. Obe krili sta rasli zelo blizu skupaj, pa se v poznejši rasti kljub temu nista združili. Na zunanjem koncu sta se celo nekoliko upognili proč drug od drugega.

Pri pravkar opisanem primerku je še tretji, majhen del, ki se pojavlja blizu sredine hišice in ki ni rasel naprej. Združili so se torej kar trije primerki, od katerih sta dva povzročila rast dveh enakovrednih kril hišice, tretji pa je kmalu propadel.

Zlomljene hišice iz Istre

Pri nekaterih numulitnih hišicah je vzrok za razraščanje v dve krili mehanska poškodba. Tako nastala krila hišice so manjša kot krila, ki nastanejo kot posledica dveh ali več osebkov. *Nummulites millecaput* iz Gračišča ima hišico blizu zunanjega roba nekoliko zlomljeno. Od tam naprej sta rasli dve krili (tabla 4, sl. 1). Na drugi strani hišice, prav nasproti opisanega zloma, je majhen greben, nastal prav tako zaradi mehanske poškodbe. Ker leži ta greben nasproti prej opisane poškodbe, se mi zdi verjetno, da je oboje nastalo istočasno in da je takrat rahlo počila hišica na obeh straneh.

Severno od Rakotole pri Pazinu je bil najden v spodnjem delu lutecijskega fliša *Nummulites millecaput*, pri katerem je bila hišica poškodovana blizu roba in blizu sredine (tabla 4, sl. 2). Na obeh mestih je začela rasti nenormalno, vendar sta obe tako nastali krili majhni in tanki. Notranje krilo, ki je začelo rasti ob poškodbi pri sredini hišice, svoje rasti ni nadaljevalo. To daje misliti, da numuliti niso imeli celotne hišice napolnjene s protoplazmo, ampak je bil osrednji del prazen ali vsaj nesposoben za regeneriranje poškodovanih delov. Na istem primerku sta še dve močni krili, ki sta začeli rasti ločeno skoraj od sredine naprej. Pri zunanjem robu se obe krili zrasteta (tabla 4, sl. 2). Vse to pomeni, da so posamezna krila numulitnih hišic rasla na razne načine in da je protoplazma tudi v teh krilih komunicirala med seboj.

Zlomov je pri numulitinskih hišicah iz Istre precej. Makrosferična generacija vrste *Assilina spira* (De Roissy) iz Gračišča je bila do petega zavoja odlomljena. Odlom je prekrila tanka stena. Nato so zavoji rasli naprej. Šesti je ob odlomu še nepravilen, kamrice v njem pa so zelo nepravilne (menjavajo se daljše in krajše kamrice, septa so različno nagnjena). Pri sedmem zavoju se še nekoliko čuti zaraščena poškodba, kamrice pa so normalne ali skoraj normalne. Šesti zavoj je odlom že povsem zakril in na zunaj je vidna poškodba samo v tem, da je hišica rahlo ovalna (tabla 5, sl. 1).

Alge na numulitnih hišicah

Marsikatera numulitna hišica iz Istre je prekrita s skeletom koralinacej. Posebno pogosti so takšni primerki v flišnih plasteh. Najpogostejša vrsta, prerasla z algami, je *Nummulites millecaput*. Najbrž je vzrok temu velika ploščata hišica, ki je bila ugodna za naselitev alge. Nekatere hišice so povsem obrasle s koralinacejami, katerih skorja sega celo čez rob hišice na drugo stran. Druge imajo z algami prekrit samo del površja (tabla 5, sl. 2). Ker je precej numulitnih hišic čisto prekritih z algino skorjo, sklepam, da so se alge naselile na hišice po smrti živali, ali da so jo vsaj do konca obrasle šele po smrti. V nahajališčih z numuliti, ki so pogosto prevlečeni z algami, najdemo navadno tudi precej ostankov koralinacej.

Posebno zanimiva je hišica vrste *Nummulites millecaput* iz okolice Trviža pri Pazinu. Numulit je prekrit s skorjo koralinacej. V notranjosti numulitne hišice so luknje, ki so jih povzročili plenilski organizmi. Luknje so zapolnjene s sedimentom. To pomeni, da so paraziti napadli numulita, uničili protoplazmo in s tem žival samo. V luknjice, ki so jih naredili plenilci, je prišel sediment. Šele potem so numulitno hišico naselile alge (tabla 6, sl. 1). Pri primerku *Nummulites millecaput* iz Gračišča segajo luknjice skozi numulitno hišico celo v algo. To pomeni, da so plenilci napadli numulita in tudi algo. V tem primeru moramo seveda misliti na živega numulita, ki so ga naselile alge, sicer plenilec ne bi prodiral v njegovo notranjost (tabla 6, sl. 2).

Vzroki poškodb pri istrskih numulitinah

Patološki primerki numulitin niso redki, med nekaterimi istrskimi numulitinami pa jih je celo zelo veliko. Zato je zanimivo vprašanje, kaj je povzročilo te spremembe.

Poglejmo najprej nahajališče pri Gračišču nedaleč od Pićna v Istri. To nahajališče je po številu patoloških primerkov numulitin doslej pri nas najbogatejše. Pogostne so nepravilno zapognjene hišice, hišice z dvema ali celo tremi krili, v glavnem vrste *Nummulites millecaput*. Precej hišic je zlomljenih in regeneriranih.

Skušajmo ugotoviti, zakaj je prav v nahajališču pri Gračišču toliko patoloških primerkov. Numulitine nastopajo v lutecijskem flišu in sicer v olistostromah. Za nastanek tega nahajališča je bila že podana razlaga (R. Pavlovic, 1969). Ker numulitine, korale in drugi tamkajšnji fosili niso mogli živeti v nemirnem in blatnem morju, v kakršnem so nastajale olistostrome, je moral material za flišne sedimente prihajati od drugod, kot so prihajale numulitinske hišice, korale in drugi fosili. Ostanke organizmov so se pomešali med flišni material šele po smrti. Četudi so numuliti in asiline prihajali med olistostromski material še živi, tam niso dolgo zdržali. Na eni strani je bil kameninski material zanje pregrob, na drugi strani pa tudi morske globine niso bile primerne za numulitine, ki so živele v plitvejšem morju (G. I. Nemkov, 1960b). Numulitine so torej prihajale med flišni material že mrtve ali pa so poginile kmalu potem, ko so se pomešale med flišni sediment.

Čeprav bi se bile numulitinske hišice poškodovale šele takrat, ko so zašle med flišni material, se ne bi mogle več regenerirati, saj so hitro poginile. Numulitine so se torej poškodovale že tam, kjer so živele. To domnevo potrjujejo patološki primerki numulitin, ki jih najdemo v alveolinsko-numulitnem apnencu, torej na kraju, kjer so numulitine živele. Ker pa so patološki primerki numulitin v flišu mnogo številnejši kot v drugih kameninah, vseeno sklepamo na določeno zvezo med sedimentacijo fliša in poškodbami pri numulitinah. Nastajanje fliša so spremljala močnejša ali šibkejša orogenetska premikanja. Iz nastajajočega gorovja v bližini flišnih kadunj je prihajalo v flišno morje veliko klastičnega materiala. Zelo verjetno je treba s tem tudi povezovati občasno vsipanje velikih množin debelih kosov kamenin, kakršne najdemo v flišu pri Gračišču. Če so bili tektonski premiki vzrok za obsežnejše drsenje kameninskega materiala v morje, potem moramo pričakovati razne motnje, kot so

valovi, premiki in podobno, tudi v tistem delu morskega bazena, kjer so živeli numuliti in asiline. Pri tem je lahko prišlo do poškodb dosti občutljive numulitinske hišice.

Pri patoloških primerkih iz Gračišča moramo torej misliti na posledice valovanja, tokov ali udarcev (cf. A. Tasnádi-Kubacska, 1962, 27), torej prav na pojave, ki so najbrž tudi v šelfnem morju spremljali nastajanje flišnih sedimentov. Na cono valovanja kot vzrok za poškodbe je mislil tudi T. Kecs-keméti (1962, 77) pri preučevanju vrste *Nummulites perforatus* iz Madžarske.

Prepričan sem, da je velik del patoloških sprememb na numulitinskih hišicah pri Gračišču in v drugih istrskih nahajališčih nastal zaradi zunanjih vplivov in ne zaradi degeneracije ali celo »senilnosti« osebkov, kakor je to označila D. Spieglerjeva (1958, 1058). Našla je namreč patološke pojave skoraj pri tretjini primerkov vrste *Nummulites vascus* Joly et Leymerie iz okolice Latdorfa. Prav tako moramo pri primerkih iz Istre izključiti vpliv vulkanskega delovanja. Tega ima namreč vsaj delno za vzrok patološkim pojavom pri numulitinah in alveolinah V. De Zanche (1966), ker so v okolici Vicenze v severni Italiji, od koder izhajajo patološke numulitine, takrat res delovali vulkani.

Sklep

Patološki pojavi so pri numulitinah tako pogosti, da težko najdemo primerjavo celo med ostalimi foraminifernimi skupinami. Med nenormalno razvitimi hišicami ali deli hišic moramo ločiti takšne, ki so resnično patološki primeri, in takšne, pri katerih so nekatere posebnosti tako pogoste, da jih lahko štejemo za taksonomski znak. Med obema skupinama nenormalnih pojavov pri numulitinah pa je včasih težko potegniti mejo.

Tudi pri nas, zlasti v istrskem flišu, so bile najdene numulitine z različnimi nepravilnostmi, med njimi gre za prave patološke znake in za znake, ki jih štejemo že za značilnost vrste. Ker numulitine niso živele med materialom, iz katerega so nastale flišne kamenine in tudi ne na dnu flišnega morja, so torej patološke spremembe nastale že tam, kjer so numulitine živele. Med flišne kamenine so prišle že poškodovane in regenerirane hišice.

V tem delu in v drugih publikacijah so patološke spremembe in njihovi vzroki opisani in pojasnjeni samo na podlagi opazovanja skeletnih delov. Zanesljivejšo razlago nastanka patoloških pojavov pa bo mogoče dati šele po primerjavi z recentnimi foraminiferami, ki so podobne numulitinam.

Literatura

- Carpenter, W. B. 1859, Researches on the Foraminifers. Part III.— Phil. Transact. Roy. Soc. 149, 1—41, pl. 1—6. London.
- Cimerman, F., Pavlovec, R., Pavšič, J. in Todesco, L. 1974, Biostratigrafija paleogenskih plasti v Goriških brdih. — Geologija 17, 7—130, tab. 1—34, 1 priloga. Ljubljana.
- Corrà, G. in De Zanche, V. 1966, Un Nummulite mostroso nei calcari Eocenici di Avesa (Verona). — Natura Alpina 17, 111—114. Trento.
- D'Archiac, A. in Haime, J. 1853, Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde, précédée d'un résumé géologique et d'une monographie des Nummulites. — 1—373, pl. 1—36. Paris.

- De la Harpe, P. 1883, Monographie der in Aegypten und der libyschen Wüste vorkommenden Nummuliten. — *Palaeontographica* 30, 155—216, Taf. 30—35. Cassel.
- Heim, A. 1908, Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. — *Abh. Schweiz. Paläontol. Ges.* 35, 1—301, Taf. 1—8, 2 Beil. Zürich.
- Kecskeméti, T. 1962, Pathologische Erscheinungen an Nummuliten. — *Ann. Hist. — nat. Musei Nat. Hungar., Min. Palaeontol.* 54, 73—84. Budapest.
- Nemkov, G. I. 1960a, Dimorfizm u numulitov. — *Voprosi mikropal.* 3, 50—66. Moskva.
- Nemkov, G. I. 1960b, Sovremennije predstaviteli semejstva Nummulitidae i ih obraz žizni. — *Bjull., Moskov. obšč. ispit. prirod.* 35, 79—86, 1 tabla. Moskva.
- Nemkov, G. I. in Barhatova, I. I. 1961, Nummuliti, assilini i operkulini Krima. — *Trudi Akad. nauk, Geol. muz.* 5, 1—124, tab. 1—11, 1 priloga. Moskva — Leningrad.
- Pavlovec, R. 1961, K poznavanju eocenskih in oligocenskih numulitov Jugoslavije. — *Razprave Slov. akad. znan. umet., IV. razred* 6, 367—416, tab. 1—7. Ljubljana.
- Pavlovec, R. 1964, Interesting fossils from the island Krk (Croatia). — *Bull. sci., Conseil. Acad. Yougoslav. A* 9, 5—6. Zagreb.
- Pavlovec, R. 1966, K taksonomiji numulitin. *Operculina exiliformis* n. sp. iz paleogena v južni Sloveniji. — *Razprave Slov. akad. znan. umet., IV. razred* 9, 253—297. Ljubljana.
- Pavlovec, R. 1969, Istrske numulitine s posebnim ozirom na filogenezo in paleoekologijo. — *Razprave Slov. akad. znan. umet., IV. razred* 12, 153—206, tab. 1—13, Ljubljana.
- Popescu—Voitiesci, J. 1908, Abnormale Erscheinungen bei Nummuliten. — *Beitr. Pal. Geol. Österr.—Ung. Orients* 21, 211—214. Wien—Leipzig.
- Regé, R. 1916, Nummuliti et Orbitoidi di alcune località istriane. — *Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Mus. Civ. Stor. Nat. Milano* 55, 193—234, tav. 12, Pavia.
- Rozlozsnik, P. 1927, Einleitung in das Studium der Nummulinen und Assilinen. — *Mitt. Jb. Ungar. geol. Anst.* 26, 1—154, Taf. 1. Budapest.
- Schafhäutl, K. E. 1863, Der Kressenberg und die südlich von ihm gelegenen Hochalpen. — *Süd-Bayerns Lethaea Geognostica*. 1—487, Taf. 1—86. Leipzig.
- Spiegler, D. 1958, Abnormale Entwicklungserscheinung an Nummuliten vom Fundpunkt Brandhorst bei Bünde. — *Geologie* 7, 1058—1065. Berlin.
- Staff, H. in Wedekind, R. 1910, Der Oberkarbon Foraminiferensapropelit Spitzbergens. — *Bull. Geol. Inst. Univ.* 10, 81—123. Upsala.
- Tasnádi-Kubacska, A. 1962, Paläopathologie. — 1—269. Budapest.
- De Zanche, V. 1966, Osservazioni sulla patologia di Nummuliti ed Assilini e sul singolare stato di conservazione di Alveoline nei pressi di Albanello in Valle del Chiampo (Vicenza). — *Mem. Ist. geol. min. Univ.* 25, 1—17, tav. 1—2. Padova.

Tabla 1 — Plate 1

Sl. 1. *Nummulites laevigatus* Bruguière, oblika B. Alveolinsko numulitni apnenec, spodnji lutecij. Karojba v Istri. 10 × povečano

Eden od notranjih zavojev je bil odlomljen in potem prekrit s tanko skorjo. Poškodba je vidna še v naslednjem zavoju, nato se nadaljuje normalna rast

Fig. 1. *Nummulites laevigatus* Bruguière, B form. Alveolina-nummulitic limestone, Lower Lutetian. Karojba in Istria. 10 × enlarged

In the inner part of the test a whorl was broken off and covered up with a thin wall. The following whorl is deformed too, and then a normal growth is continued

Sl. 2. *Assilina* sp. Eocenski fliš. Subida pri Krminu, Furlanija. 10 × povečano
Hišica je bila med rastjo poškodovana in potem regenerirana

Fig. 2. *Assilina* sp. Eocene flysch. Subida near Cormons, Friuli. 10 × enlarged
The test was damaged during its growth and subsequently regenerated

Sl. 3. *Assilina* sp., n. sp. Peyrac sensu Schaub 1963. Eocenski fliš. Subida pri Krminu, Furlanija. 8 × povečano

Peti zavoj je podvojen, vendar samo za tri kamrice. Šesti zavoj je na tem mestu izbočen, vsi naslednji pa rastejo normalno

Fig. 3. *Assilina* sp., n. sp. Peyrac sensu Schaub 1963. Eocene flysch. Subida near Cormons, Friuli. 8 × enlarged

The fifth whorl has three chambers in its doubled part. The adjacent whorl curves slightly outwards and then a normal growth is continued

Tabla 1 — Plate 1

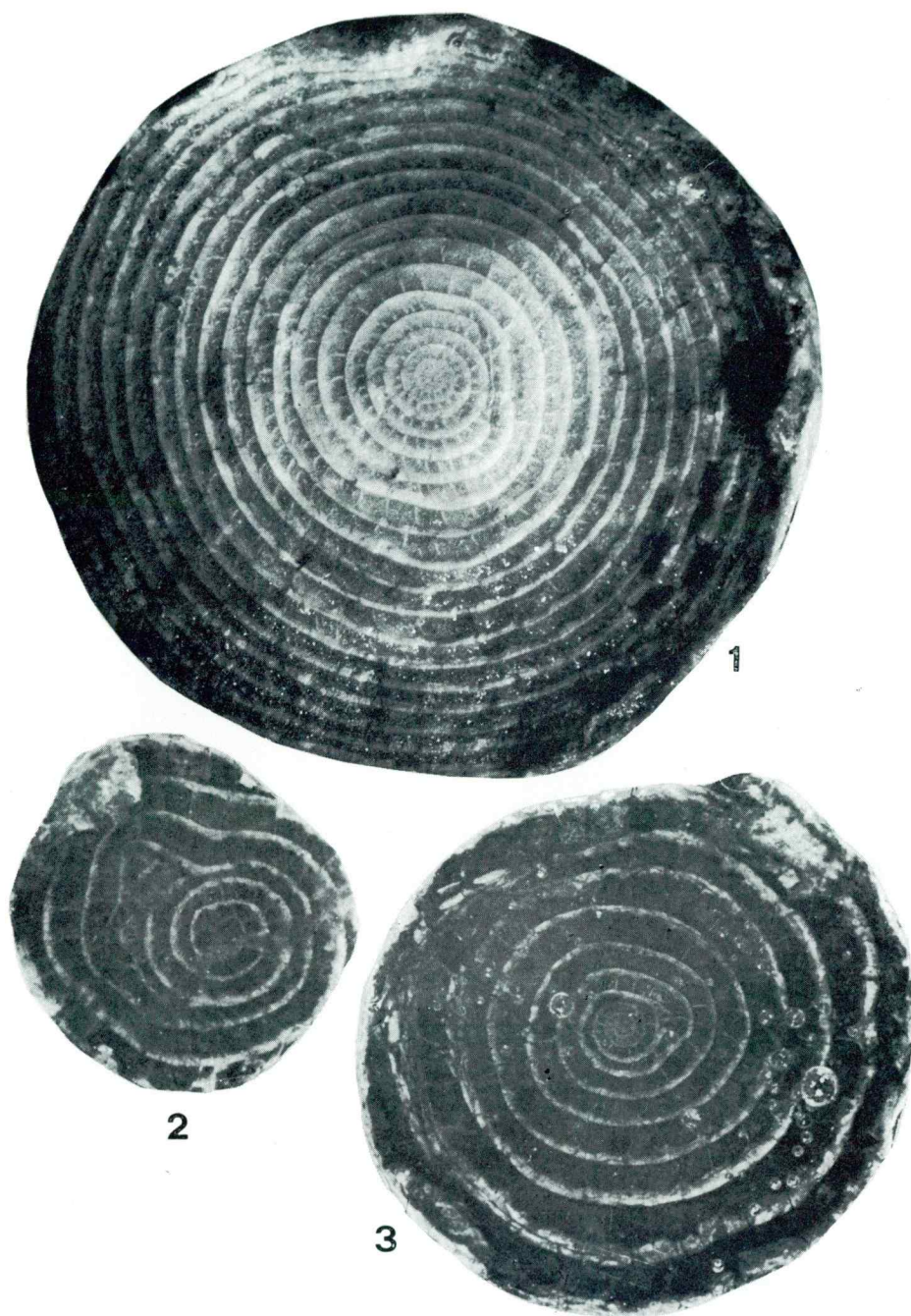


Tabla 2 — Plate 2

Sl. 1. in 2. Numulit iz lutecijskega apnenca južno od Grožnjana v Istri. 3 × povečano
Numulitna hišica je deformirana zaradi zunanjega pritiska ali zaradi zraščanja dveh
osebkov

Figs. 1.—2. Nummulites from the Lutetian limestone. South of Grožnjan in Istria.
3 × enlarged

A nummulite test deformed either by an external pressure or by coalescing of two
individuals

Tabla 2 — Plate 2

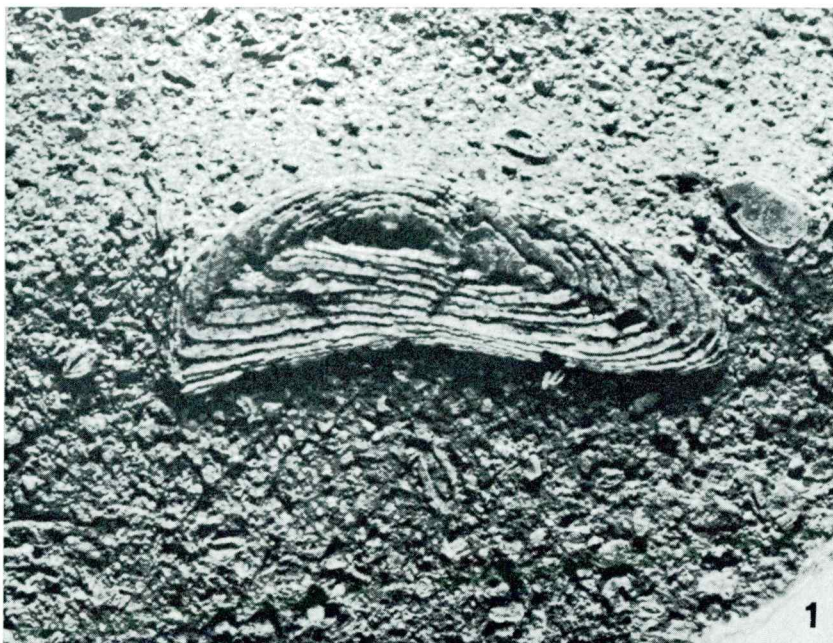


Tabla 3 — Plate 3

Sl. 1 do 3. *Nummulites millecaput* Boubée, oblika B. Lutecijski fliš, Gračišće v Istri.
3 × povečano

Tri numulitne hišice, od katerih je vsaka nastala po združitvi dveh ali več osebkov, razraščajočih se naprej pod pravim kotom (sl. 1) ali pod ostrim kotom (sl. 2 in 3)

Figs. 1—3. *Nummulites millecaput* Boubée, B form. Lutetian flysch, Gračišće in
Istria. 3 × enlarged

Three specimens of nummulite test having been secreted by two or more individuals each. The test growth advanced in two directions under a right angle (fig. 1) or under an acute angle (figs. 2 and 3)

Tabla 3 — Plate 3

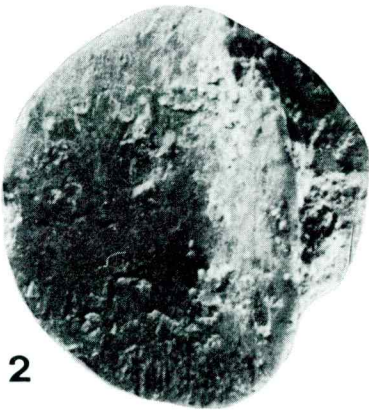


Tabla 4 — Plate 4

Sl. 1 in 2. *Nummulites millecaput* Boubée, oblika B. Lutecijski fliš, Gračišće (sl. 1)
in Rakotole (sl. 2) v Istri. 3 × povečano

Numulitna hišica z zavihanim robom zaradi zloma (sl. 1). Hišica je po združitvi dveh
osebkov najprej rasla v dve krili, ki sta se ob zunanjem robu spojili (sl. 2)

Figs. 1—2. *Nummulites millecaput* Boubée, B form. Lutetian flysch, Gračišće (fig. 1)
and Rakotole (fig. 2) in Istria. 3 × enlarged

The margin of a nummulite test has been turned up because of a fracture (fig. 1)
The test growth advanced in two wings after a coalescing of two individuals. In the
marginal section the two wings have been grown together again (fig. 2)

Tabla 4 — Plate 4

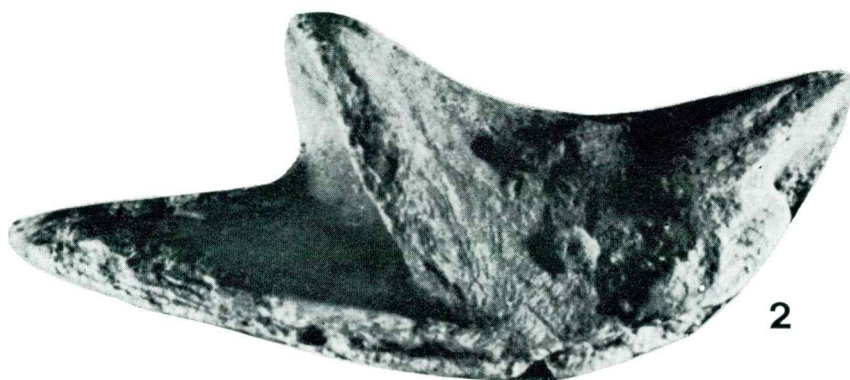
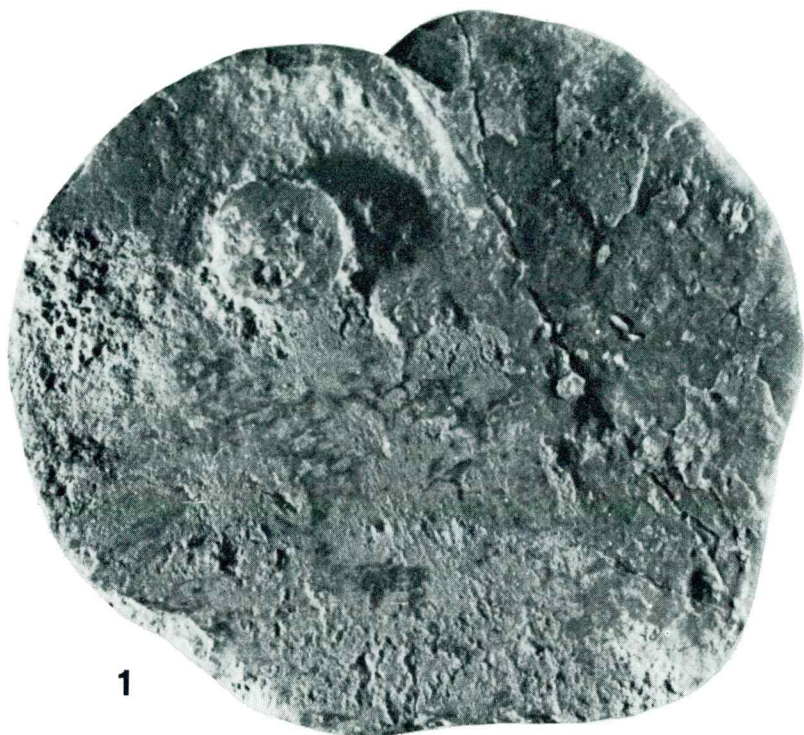


Tabla 5 — Plate 5

Sl. 1. *Assilina spira* (De Roissy), oblika A. Lutecijski fliš, Gračišće v Istri. $5 \times$ povečano
Mehansko poškodovana hišica je bila regenerirana, kar se vidi že na površju

Fig. 1. *Assilina spira* (De Roissy), A form. Lutetian flysch, Gračišće in Istria. $5 \times$ enlarged

The hurt test was regenerated, as clearly seen on its surface

Sl. 2. *Nummulites millecaput* Boubée, oblika B. Lutecijski fliš, Gračišće v Istri. $2 \times$ povečano

Corallinaceae rastejo na numulitni hišici

Fig. 2. *Nummulites millecaput* Boubée, B form. Lutetian flysch, Gračišće in Istria. $2 \times$ enlarged

Corallinaceae growing upon a nummulite test

Tabla 5 — Plate 5



Tabla 6 — Plate 6

Sl. 1. *Nummulites* aff. *millecaput* Boubée. Lutecijski fliš, Trviž pri Pazinu v Istri. 5,5 × povečano

Corallinaceae obraščajo numulitno hišico. V notranjosti hišice je videti mnogo rogov, ki so jih naredili roparski organizmi. Rovi so napolnjeni s sedimentom

Fig. 1. *Nummulites* aff. *millecaput* Boubée. Lutetian flysch, Trviž near Pazin in Istria. 5,5 × enlarged

A nummulite test overgrown with Corallinaceae. Many canals made by animals of prey and filled with sediment are seen inside the test

Sl. 2. *Nummulites* aff. *millecaput* Boubée. Lutecijski fliš, Gračišće v Istri. 5,5 × povečano

V numulitni hišici so luknje, ki so jih naredili roparski organizmi. Nekaj lukenj sega tudi v algo, ki obrašča numulitno hišico

Fig. 2. *Nummulites* aff. *millecaput* Boubée. Lutetian flysch, Gračišće in Istria. 5,5 × enlarged

A nummulite test showing several canals made by animals of prey. Note the canals born into alga overgrowing the nummulite test

Fotografije naredil Marjan Grm. — Photographs by Marjan Grm.

Tabla 6 — Plate 6

