

Paleontologija vaje

Aleksander Horvat in Luka Gale

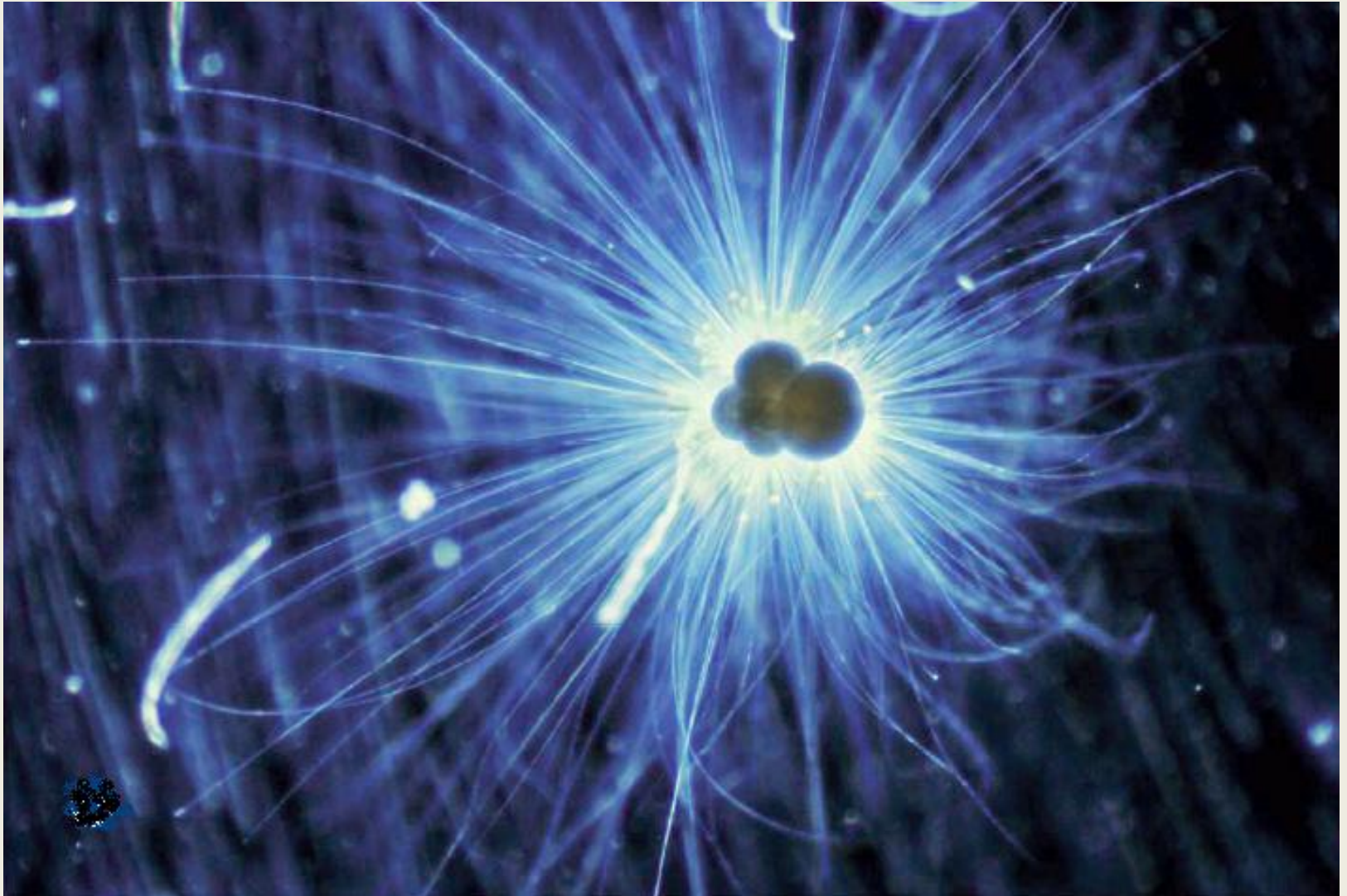
Foraminifere

štud. I. 2008/09

Phylum: Protozoa (praživall)

Classis: Rhizopoda (korenonožci)

Ordo: Foraminifera (luknjičarke, foraminifere)

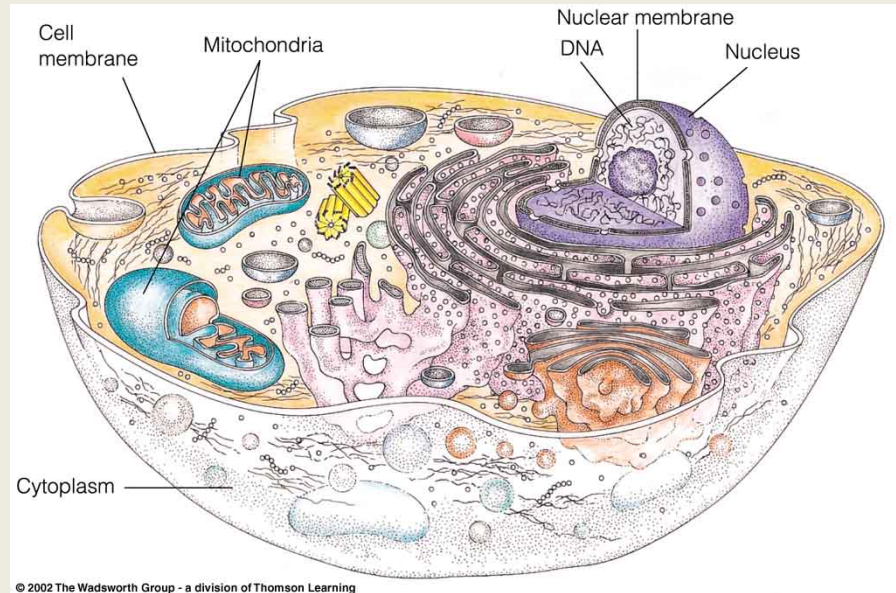


Foraminifere (luknjičarke):

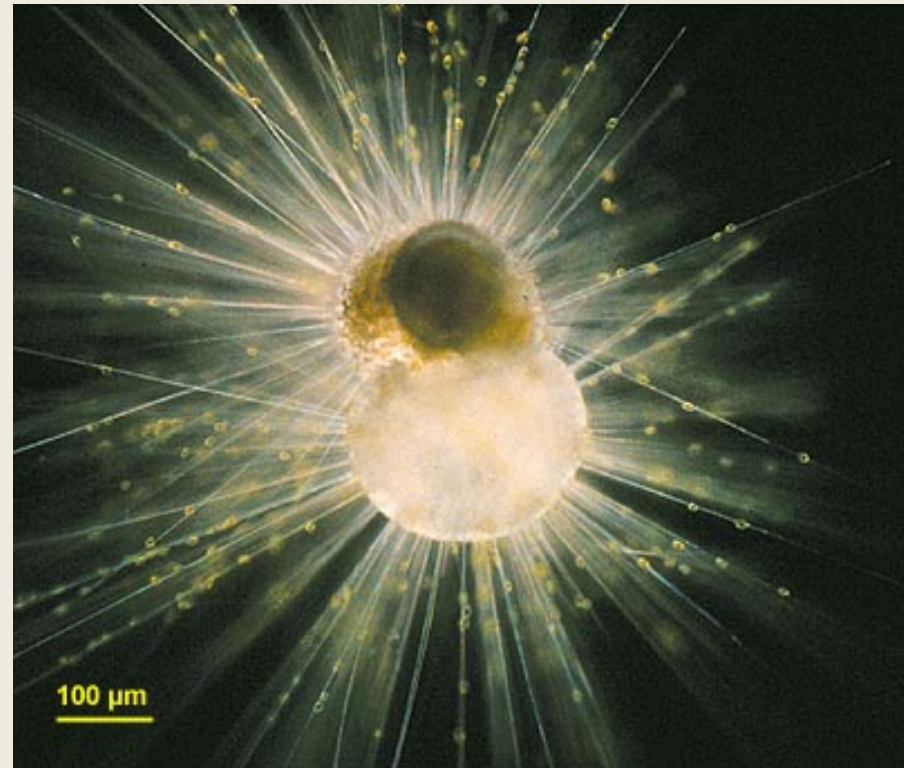
- Enocelični evkarionti;
- velikost par 10 μm do 20 μm ;
- danes skoraj 900 rodov, okoli 10.000 vrst, od tega le 40-50 rodov planktonskih;
- bentoške znane od kambrija dalje, planktonske od jure;
- preučujemo v zbruskih ali izolirane;

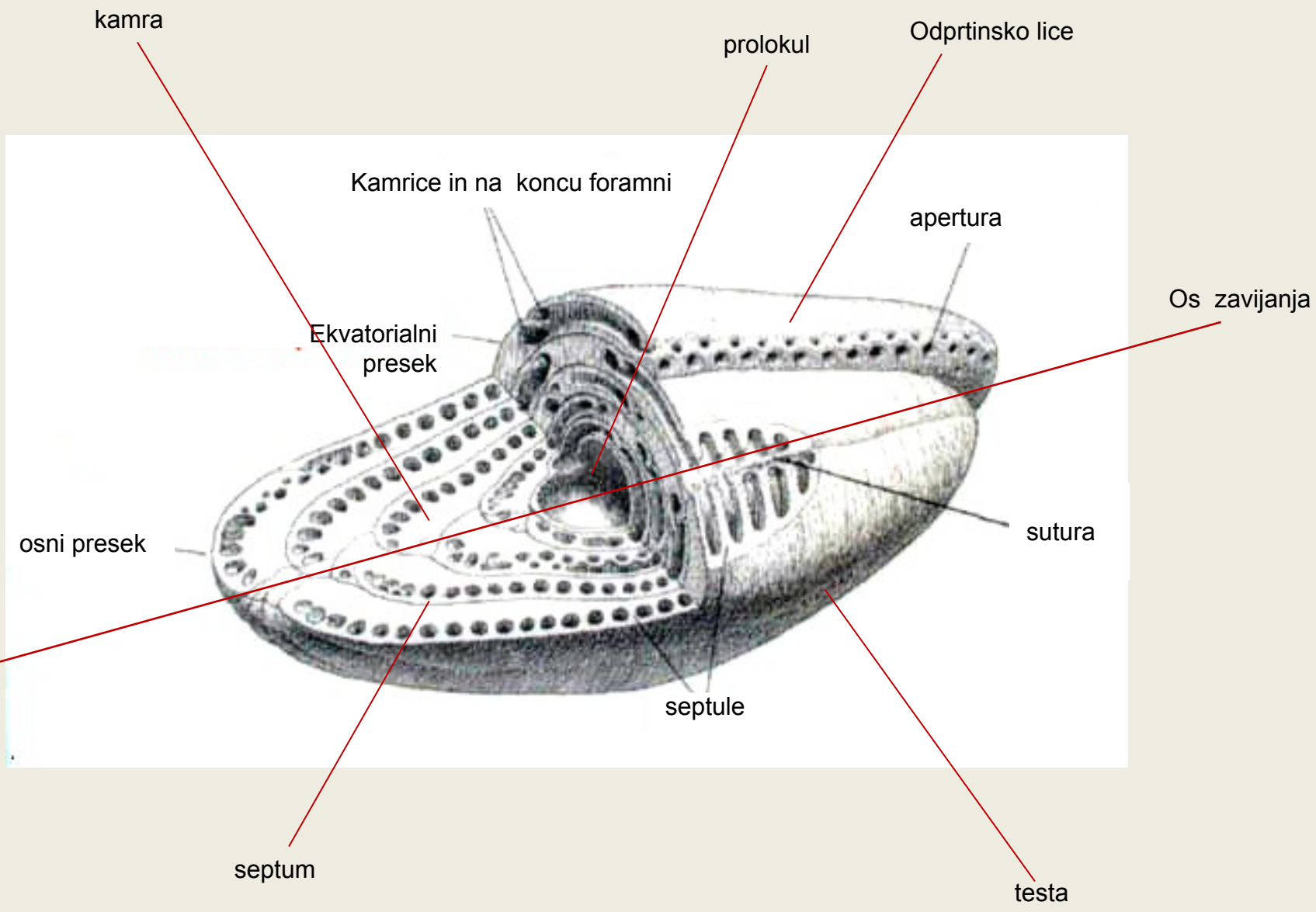
- taksonomski kriteriji:

- zgradba in narava stene (mineralna sestava, orientacija kristalov, lamele...);
- število kamer;
- način zavijanja;
- oblika ustja (aperture);
- življenjsko okolje in način življenja (plankton, bentos).



© 2002 The Wadsworth Group - a division of Thomson Learning

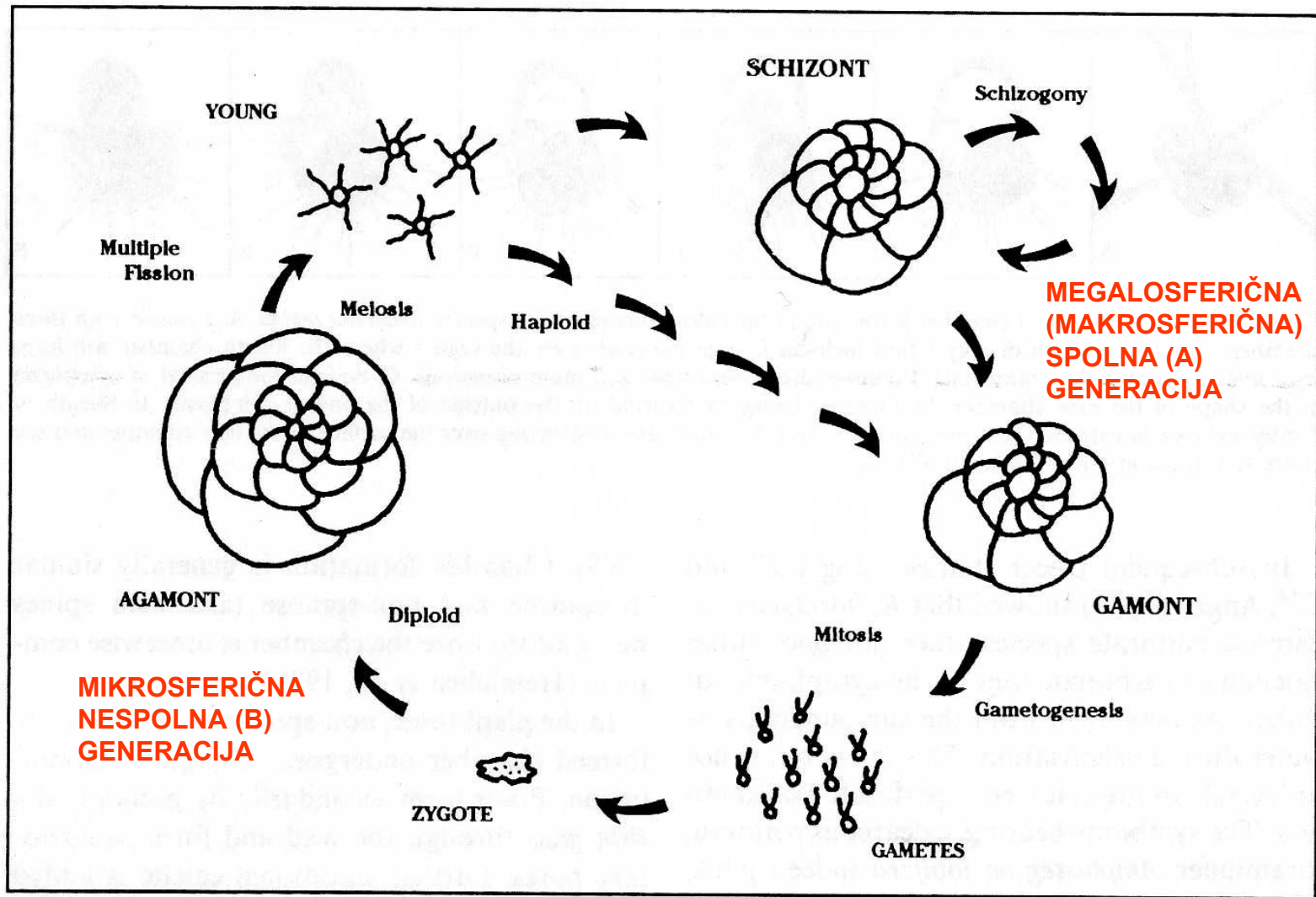




Alveolina sp.; planispiralo evolutno zavijanje

Slovarček taksonomsko pomembnih izrazov

- **septum**: stena, ki ločuje lumina dveh zaporednih glavnih kember.
- **septulum**: skeletni predelek, ki se razteza iz lateralne stene med sosednjima stranskima ali cilindričnima kamricama.
- **kamra (loculus)**: prostor med skeletnimi elementi teste, zgrajen v enem koraku rasti.
- **kamrica**: segmenti ali pododdelki kamre.
- **ustje (apertura)**: primarna odprtina v testi ali med elementi teste; povezuje intra- in ekstratalamno citoplazmo;
- ventralno (umbilikalno)/dorzalno (apikalno)/lateralno
- **prolokul**: začetna kamra pri obeh generacijah.
- **protokonh**: prva kamra teste, v kateri se diferencira devterokonh.
- **foramen**: odprtina, ki povezuje lumina zaporednih glavnih kamer in predstavlja prehod za funkcionalno endoplazmo; nastane lahko iz primarne aperture, ali sekundarno z resorpcijo delov septuma.
- **šiv (sutura)**: linija pritrjanja stene kamre na prejšnjo testo.
- **odprtinsko (aperturno) lice**: površina stene kamre, kjer je glavno ustje.
- **aboralno**: nasproti aperturemu (ustnemu) koncu
- **apeks (vrh)**: začetni del teste.
- **devterokonh**: kamra, ki neposredno sledi protokonhu in se razlikuje od naslednjih kamer po obliki in pogosto tudi po velikosti.
- **distalno**: najdlje od prolokula v smeri rasti.
- **dimorfizem**: pojav iste vrste v dveh oblikah (megalosferična in mikrosferična testa).
- **dorzalna (spiralna) stran**: stran teste pri trohospiralnih oblikah, na kateri je prolokul, ali kamor je prolokul pomaknjen.
- **proksimalno**: najbližje prolokulu; nasproti smeri rasti.
- **psevdopodiji**: poltrajni ali trajni ekstratalamni (zunaj hišice) ektoplazmatski izrastki.
- **testa**: hišica ali skeletni element foraminifer.



Pri foraminiferah je močno izražen **spolni dimorfizem**. V razvojnem nizu se menjavajo haploidni **megalosferični** gamonti in diploidni **mikrosferični** agamonti. Agamonti se producirajo z mejozo oz. večkratno celično delitvijo, medtem ko se gamete producirajo z mitozo. Pri nekaterih vrstah vključuje življenjski cikel tudi shizont, ki nastane iz agamonta in se razmnožuje nespolno. Ti lahko vključujejo zaporedje večih nespolnih ciklov. (po Sen Gupta, 1999).

Razmnoževanje foraminifer in spolni dimorfizem

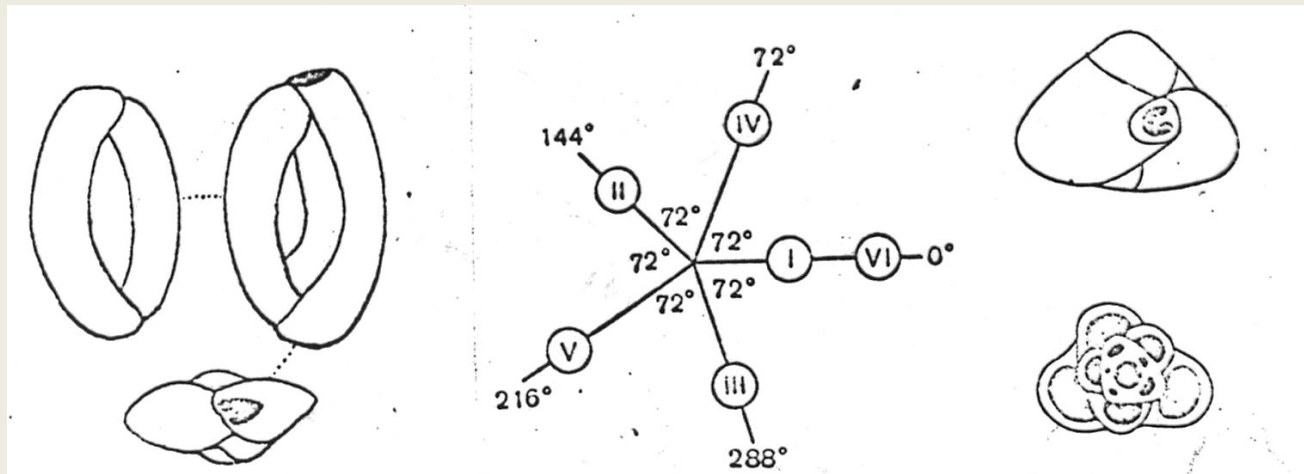
Odrasel **gamont** (enojedern, haploiden, **megalosferičen** z velikim prolokulom in razmeroma majhnim premerom cele hišice) preide mitozo (navadna celična delitev, kjer se ohrani število kromosomov) in sprosti nastale bičkaste gamete (haploidne) v vodo. Tu poteče združitvev (fuzija) gamet v zigoto. Zigota preživi kratko obdobje kot gola ameba brez hišice, ki se hrani in raste. Čez čas kalcinira – nastane mikrosferični prolokul. Iz zigote oz. prolokula zraste **agamont**. Ta je diploiden ($2n$ kromosomov), večjedern, ima razmeroma majhen prolokul (**mikrosferična** generacija), a veliko hišico. Čez čas poteče mejoza (delitev celice, kjer se diploidno število kromosomov razpolovi) in nastanejo haploidne (n kromosomov) hčerinske celice. Iz haploidnih posameznikov zrastejo spet enojedrni in haploidni gamonti. Pojav, da sta pri isti vrsti prisotna morfološko različna gamont in agamont, imenujemo **SPOLNI DIMORFIZEM**.

Pri nekaterih foraminferah se vmes pojavijo še zaporedni nespolni cikli. Agamont preide mejozo in večkratno fizijo, da producira haploidne mlade osebkke, ki dozoriijo v enojedrnega gamonta (A2). Alternativno lahko agamont (B) z večkratno fizijo producira osebkke druge nespolne generacije, **shizonte** (A1), ki lahko dalje začne zaporedje nespolnih generacij. Ta, izbirna, menjava generacij, je znana tudi kot **biološki trimorfizem**. A2 in A1 sta megalosferični generaciji in ju morfološko pogosto ne moremo ločiti. (po Sen Gupta 1999)

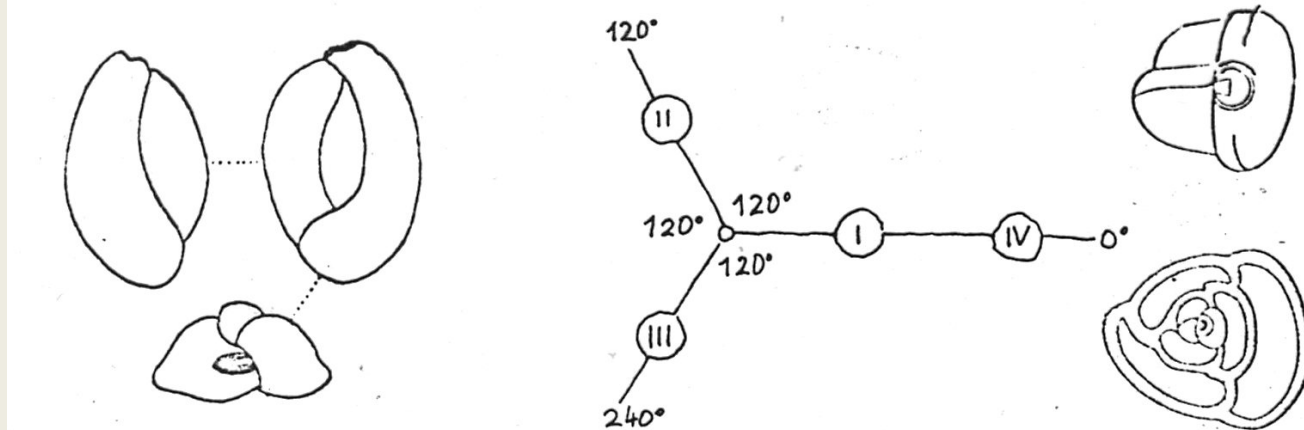
Nekatere morfološke lastnosti hišice:

- Število kamer:
 - enokamrične (unilokularne, monotalamne);
 - večkamrične (multilokularne, politalamne);
- Način dodajanja kamer:
 - premočrtno (uniserialno, biserialno, triserialno);
 - zavijanje (planispiralno, trohospiralno, streptospiralno);
 - krožna (koncentrična) rast;
 - miliolinsko (trilokulinsko in kvinkvelokulinsko).
- Stopnja prekrivanja zavojev:
 - involutno: mlajši zavoj prekriva prejšnjega;
 - konvolutno: mlajši zavoj le delno prekriva prejšnjega;
 - evolutno: mlajši zavoj leži na prejšnjem;
 - devolutno: zavoja se ne dotikata, lahko povsem odvita hišica.

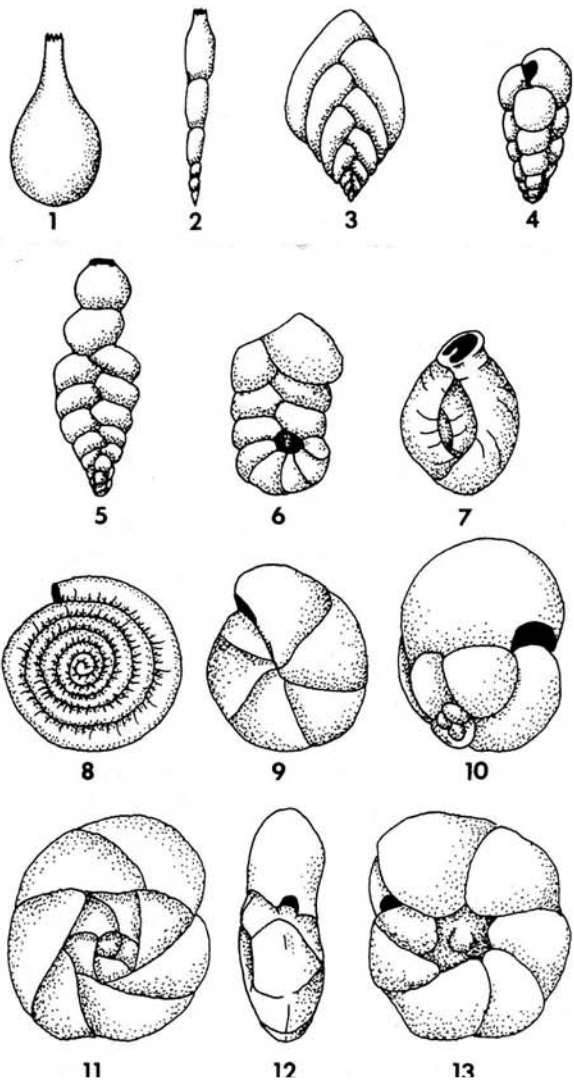
Način dodanjanja kamer pri miliolidah



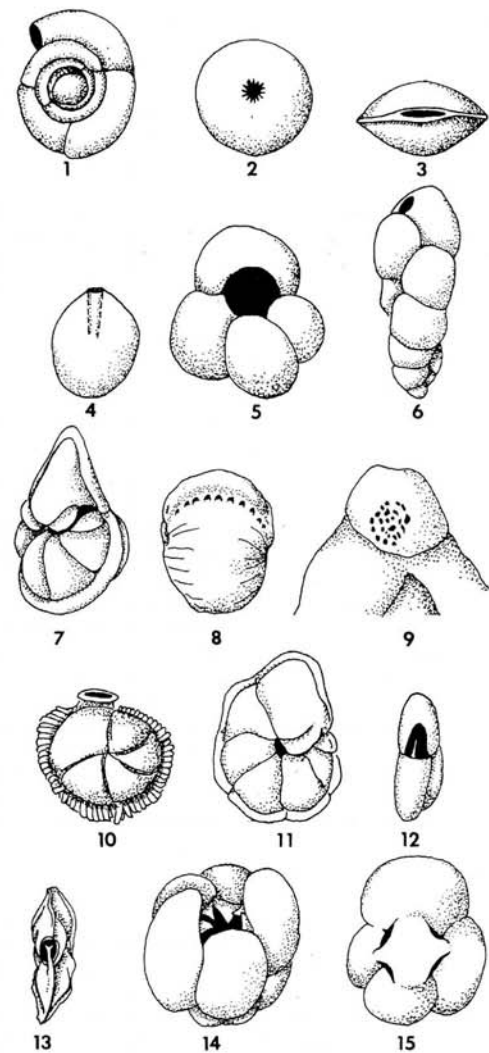
sl.3. Quinqueloculina sp. s 5 kamrami na zavoju



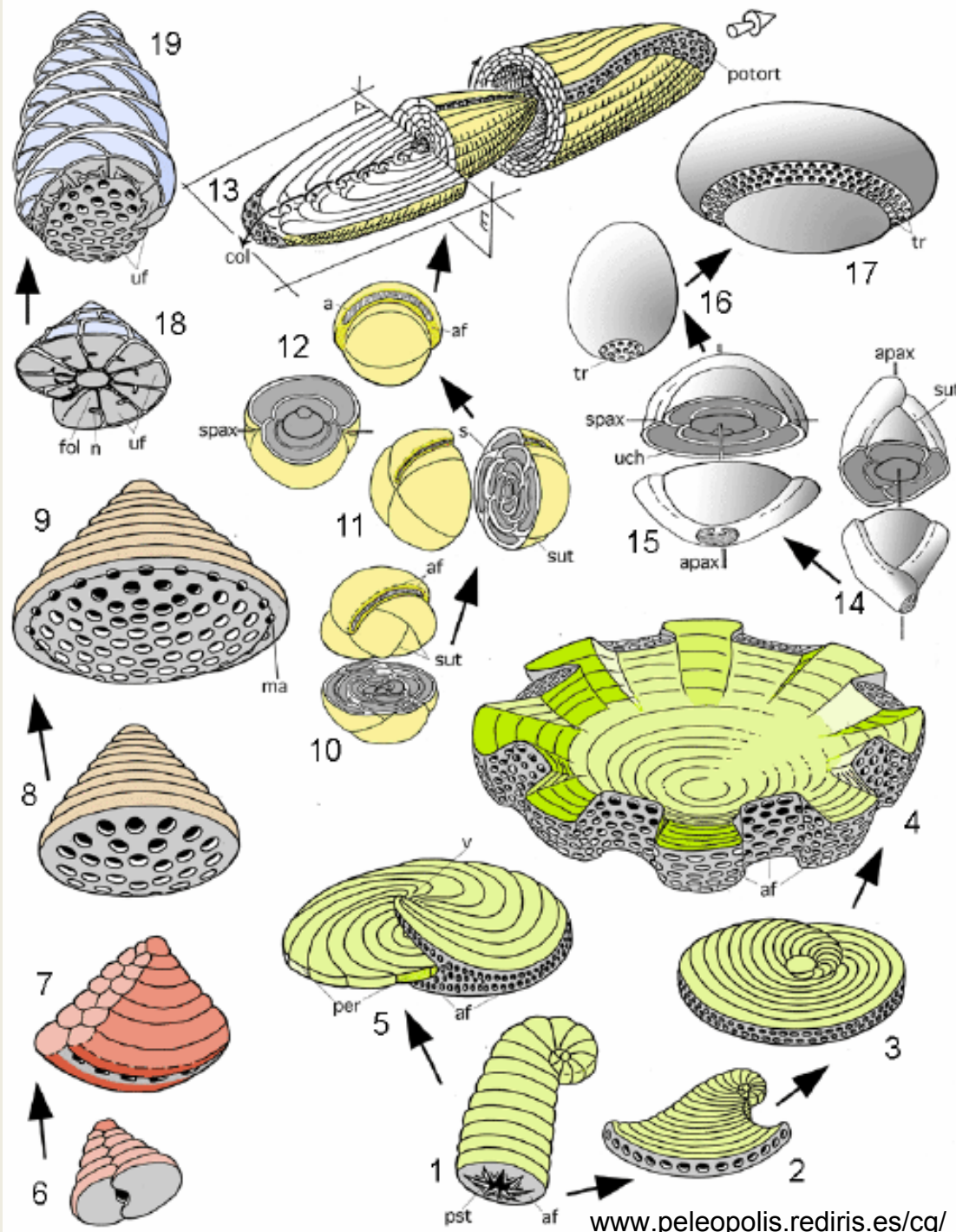
sl.4. Triloculina s 3 kamrami na zavoju



Glavni načini razporeditve kamer: 1) ena kamra; 2) uniserialno; 3) biserialno; 4) triserialno; 5) triserialno do biserialno do uniserialno; 6) planispiralno do biserialno; 7) miliolino; 8) planispiralno evolutno; 9) planispiralno involutno; 10) streptospiralno; 11-13) trochospiralno (11 dorzalen pogled; 12 ventralen pogled; 13 ventralen pogled). Po Sen Gupta (1999).

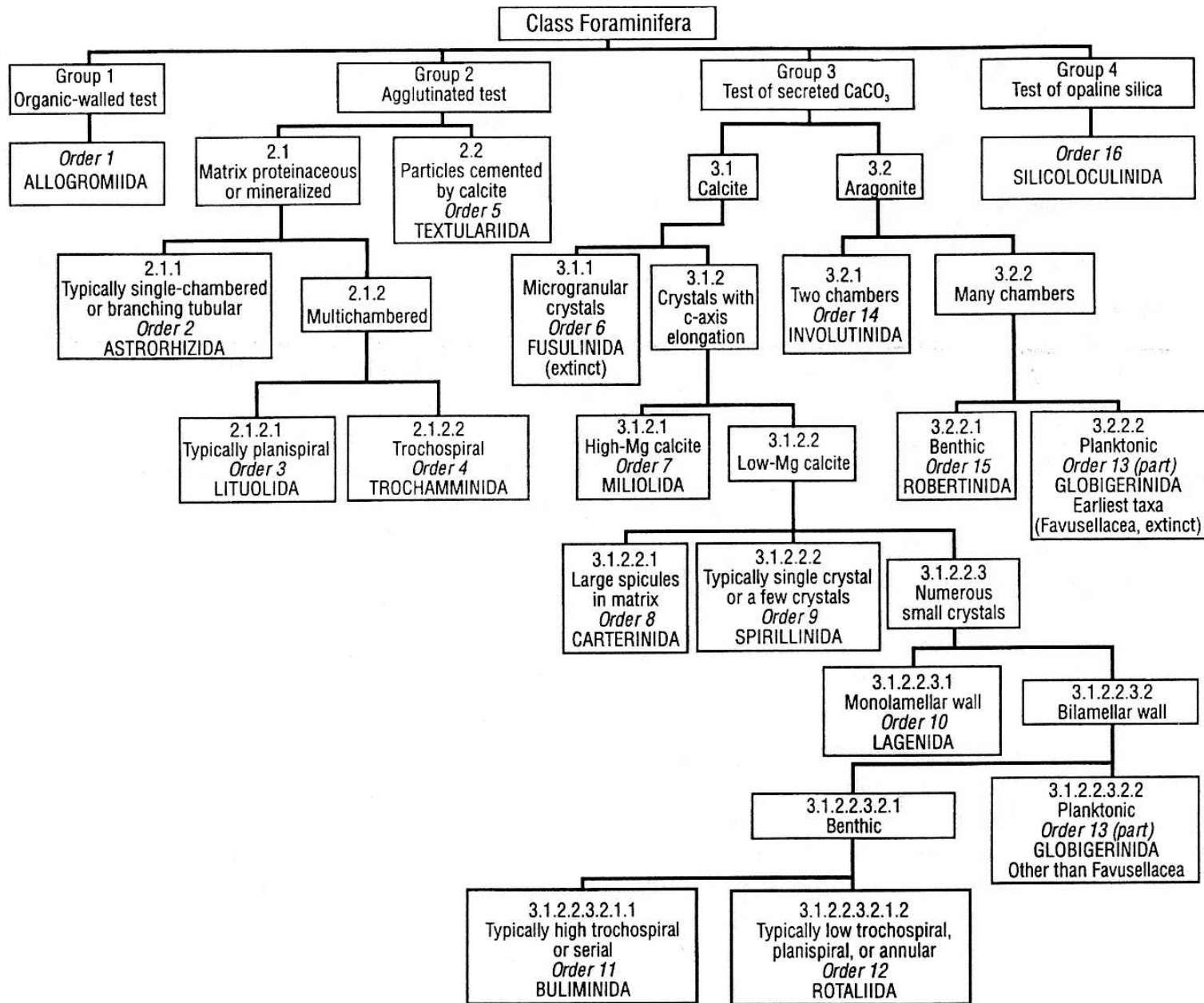


Glavne vrste aperture (ustja): 1) odprt konec cevi; 2) terminalno radialno; 3) terminalno režasto; 4) terminalno z entosolenijsko cevjo; 5) umbilikalno; 6) pentljusto; 7) interiomarginalno; 8) interiomarginalno večkratno; 9) s fialniško ustno; 10) s preprosto aperturno ustno; 11) s preprostim zobom; 12) s razcepljenim zobom; 13) z razcepljenim zobom; 14) z umbilikalnim zobom; 15) z umbilikalno bulo. Po Sen Gupta (1999).



Razporeditev kamer in odprtinska lica (po <http://paleopolis.rediris.es>): 1: planispialno; 2, 3: planispiralno evolutno; 4. anularno koncentrično; 5: planispiralno involutno; 6, 7: biserialno; 8, 9: uniserialno; 10-12: streptospiralno involutno; 13: planispiralno fuziformno; 14, 15: miliolidno (kvinkve in trilokularno); 16, 17: unilokularno koncentrično; 18: nizko trohospiralno; 19: visoko trohospiralno.

a: apertura, af: odprtinsko lice; apax: odprtinska os; col: columella; fol: folium; ma: marginalna apertura; n: petlja; per: periferija; potort: polarno zavijanje; pst: peristoma; spax: os zavijanja



Klasifikacijska shema foraminifer (Sen Gupta 1999).

Subordo Textulariina

- Stena teste je aglutinirana, delci so cementirani z nizko Mg kalcitom.

Glomospira densa (anizij)

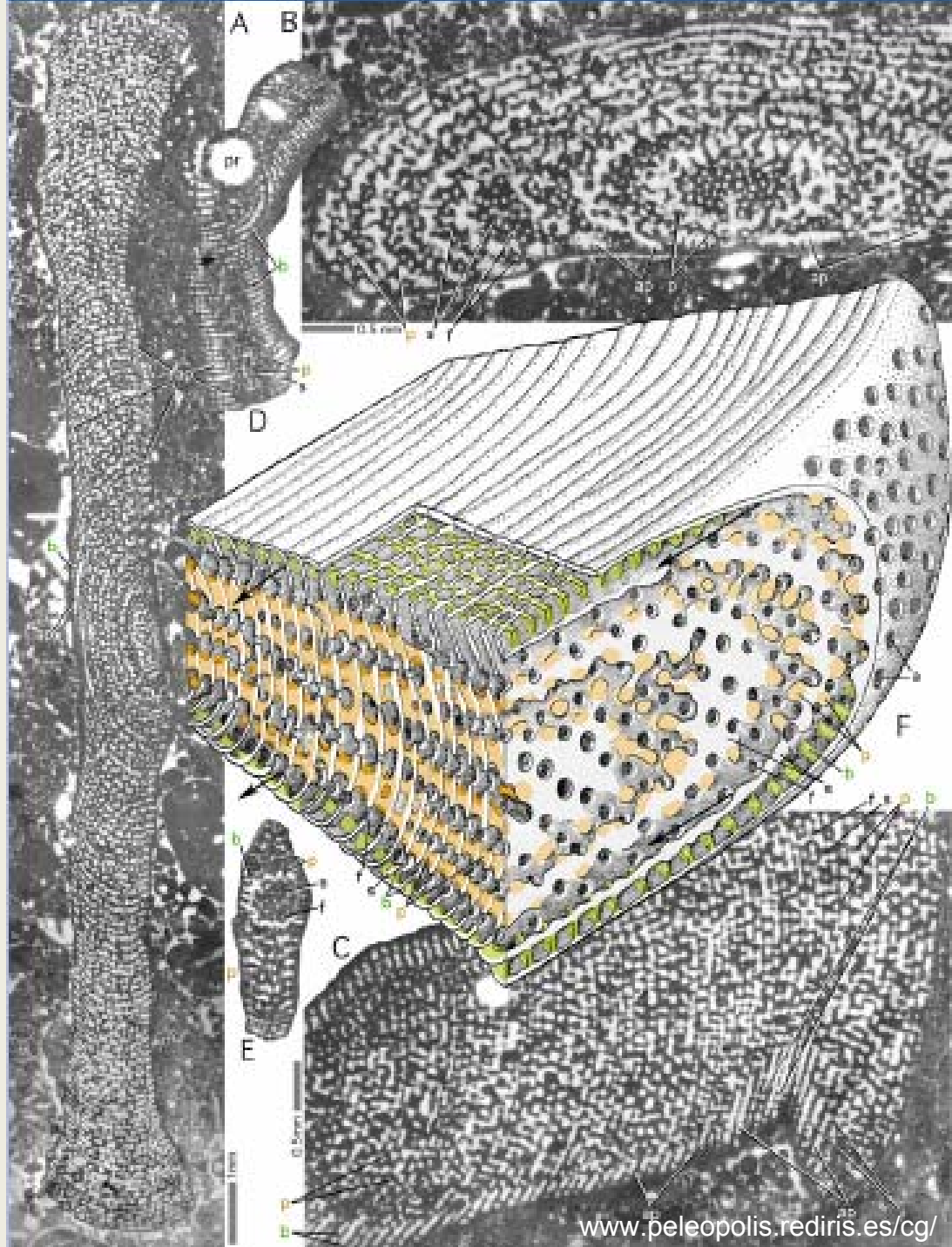
- Velika hišica je **neppravilno kroglasta, včasih elipsoidna** ali subkvadratna v preseku;
- sestoji iz sferične embrionalne kamrice, ki ji sledi dolga **cevasta nepredeljena kamrica**;
- druga kamrica se **klobčičasto zvija** okoli embrionalne kamrice in tvori številne bolj ali manj pravilne kroglaste zavoje in se konča z ustjem;
- širina druge kamrice počasi narašča;
- aglutinirana stenka (redko vidno);
- premer okoli 1 mm.





Orbitopsella praecursor (Iias)

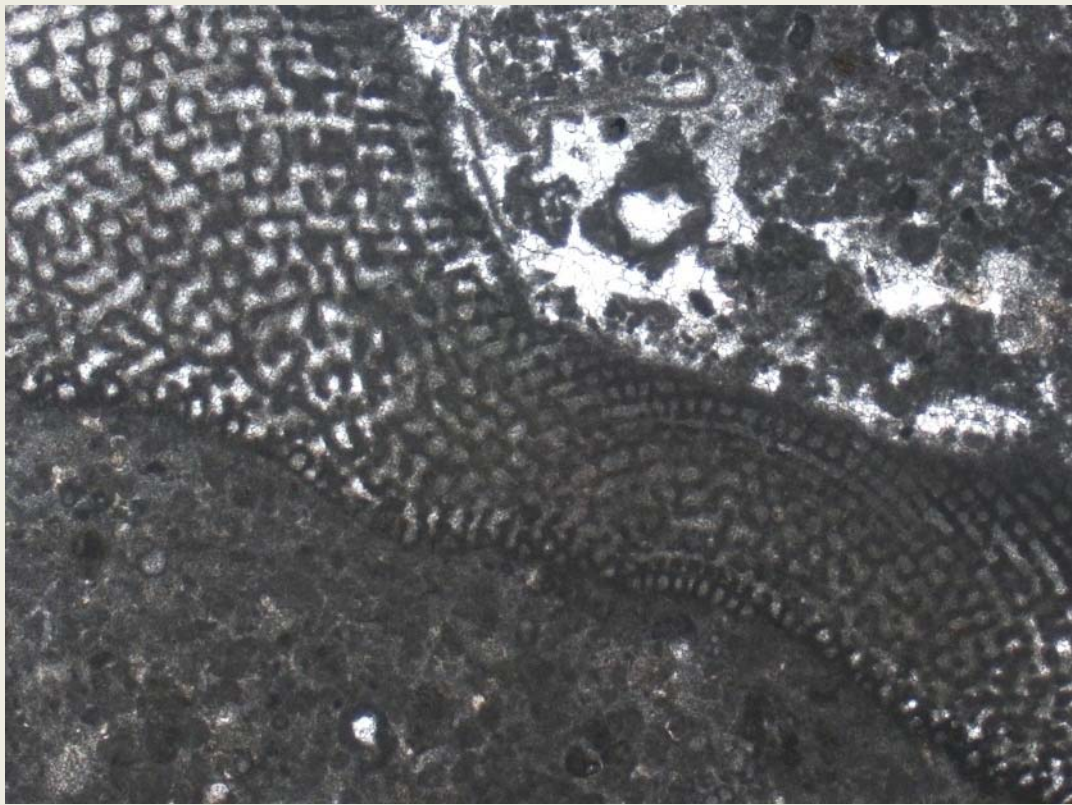
- **Velika** (premer do 18 mm), **bikonveksna** hišica; **zunanji rob je močno poudarjen**;
- stenka je drobno aglutinirana;
- megalosferična oblika je drobna, mikroskopske velikosti in ledvičaste oblike;
- zadnja kamrica nosi sitasto ustje.



Zgradba foraminifere *Orbitopsella* (Po <http://paleopolis.rediris.es>): preprost eksoskelet s stebričastim endoskeletom in diskoidalno hišico.

A) Poševen presek popolnega mikrosferičnega rimerka; B) poševen presek mikrosferičnega primerka; septa odebeljenjega roba so presekanе tangencialno; C) poševen tangencialen presek mikrosferičnega primerka; D) poševen centralen presek megalosferične oblike; E) transverzalen presek megalosferične generacije, vzporedno z osjo zavijanja; F) shematski model.

p: steber; f: foramen; pr: prokonh; s: septum.

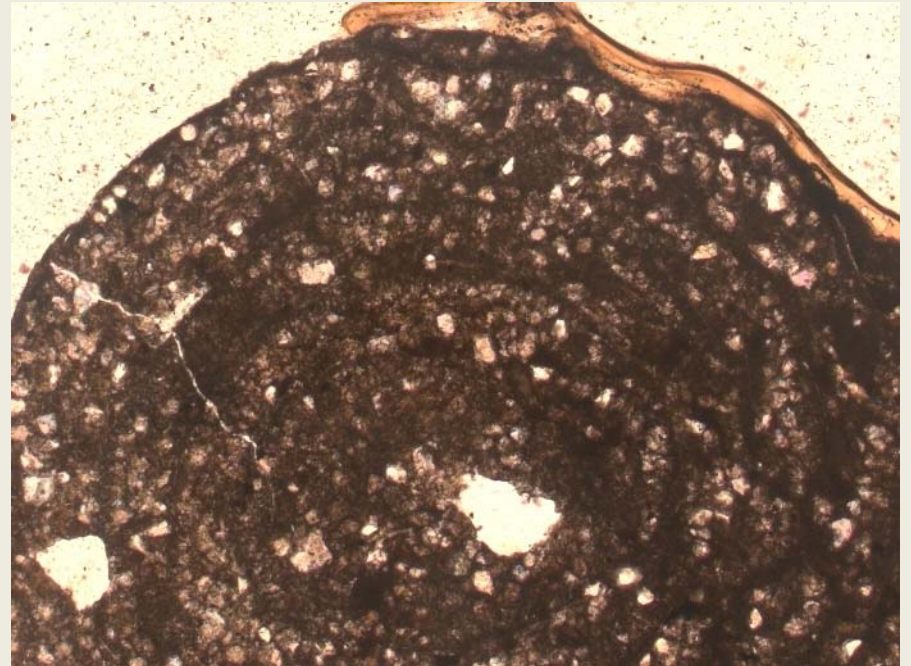


Orbitopsella praecursor



Loftusia sp. (zg. kreda)

- Fuziformna oblika;
- velik protokoh;
- aglutinirana stenka.



Orbitolina sp. (sp.-zg.kreda)

-Velika hišica (premer do 30 mm); v obliki variira od **konične do diskoidalne in izrazito konveksno-konkavne**;

- **uniserialno urejene plitve čašaste kamre**, ki se **postopno večajo v premeru**;

- dvoplastna stena: tanka zunanja in debela notranja, ki se lahko izteza v notranjost in tvori dodatne pregrade;

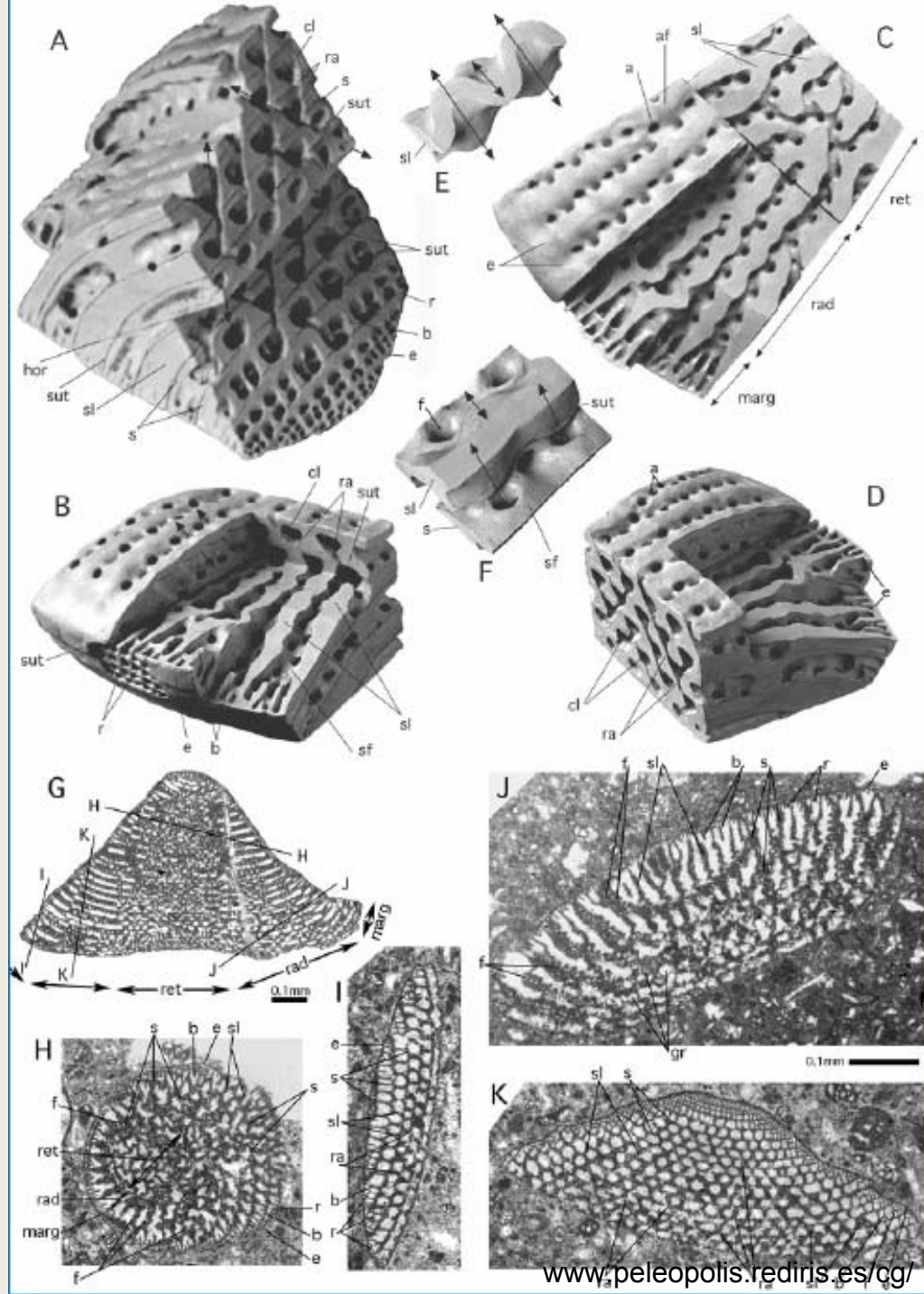
- dimorfizem: mikrosferična generacija ima zavite prve kamrice; megalosferična generacija ima velik prolokul;

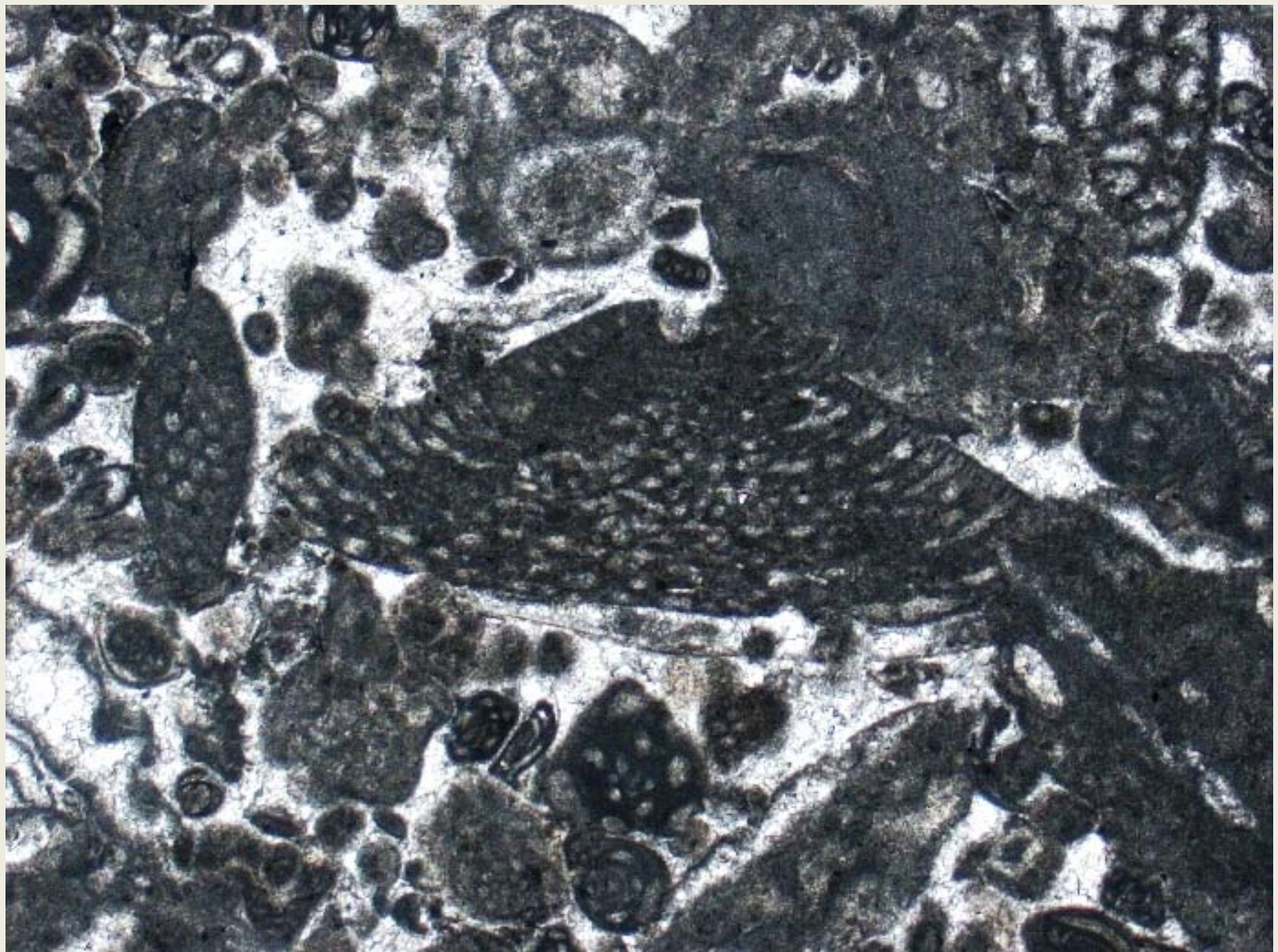
- kamre so predeljene v radialne kamrice s **cikcakastimi glavnimi pregradami, ki so na vrhu odebeljene** (trikotniki v prerezu!); obrobje je dodatno predeljeno z **vertikalnimi in horizontalnimi ploščicami** v celice;

- celična stena vključuje različne količine terigenega materiala; zunanja plast je drobno, notranja pa grobo aglutinirana.

Sruktura orbitoline (po <http://paleopolis.rediris.es>): A-D) poševni in vertikalni pogledi na bazo stožca; E-F) detajli septuluma v radialni coni diskoidalne oblike; G-K) naključni preseki.

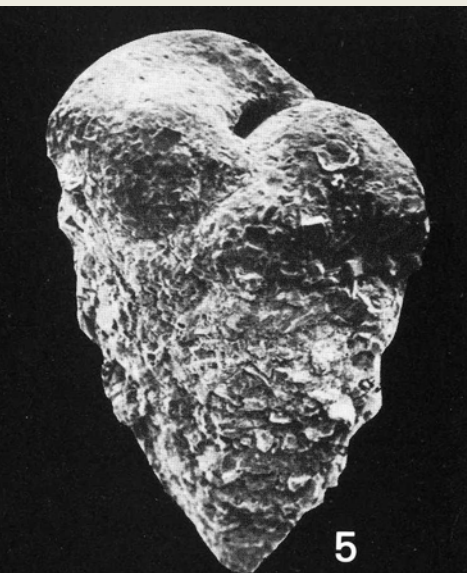
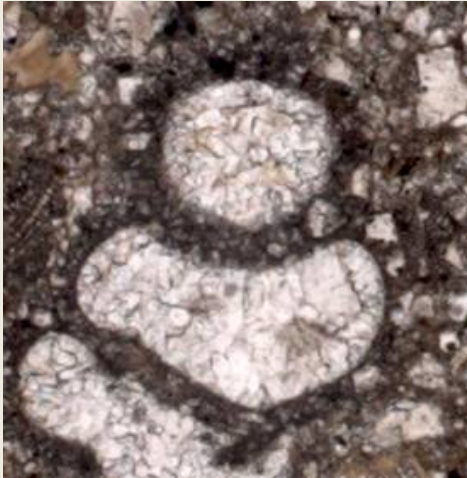
ch: kamrica; e: epiderm; gr: debela zrna v steni; sut: sutura





Textularia sp. (devon-rec.)

- Opazno **aglutinirana** stenka;
- hišica je že ob začetka **biserialna**;
- ustje na bazi ustne površine.



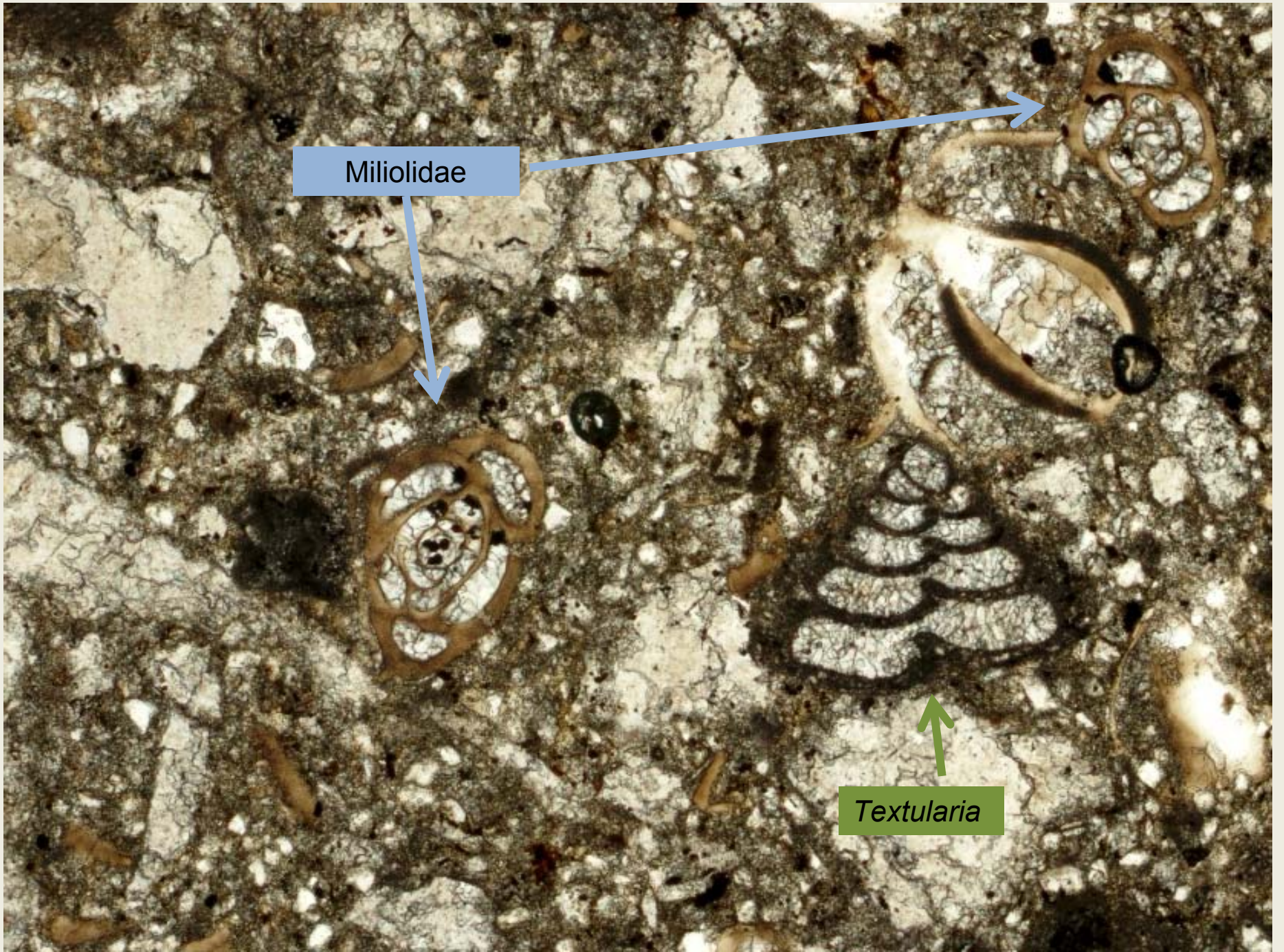
Po Cimerman in Langer (1991)

foramen



Miliolidae

Textularia



Subordo Fusulinina

-Stena iz izločenega mikrogranularnega CaCO₃, kristali niso enotno orientirani;

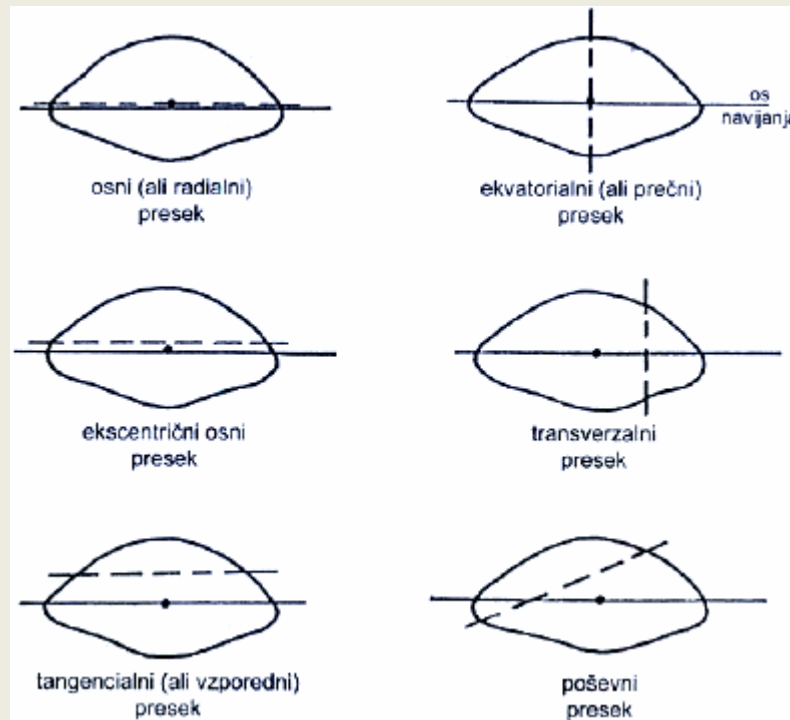
Superfamilia Fusulinoidea

Devon –zg. perm; prve velike bentoške foraminifere (kamnotvorne);

- izredno pomembne za stratigrafijo mlajšega paleozoika;

- preučevanje v zbruskih: **osni (aksialni, radialni) presek** (leži v osi zavijanja hišice in seka sredino prolokula = prve kamrice) za najpomembnejše notranje strukture in ontogenetske spremembe;

ekvatorialni (prečni, sagitalni) presek (pravokotno na os zavijanja hišice, seka sredino prolokula) za obliko zavojnice in konture posameznih kamric, meritve premera, višine kamrice...; + ekscentrični osni presek, ekscentrični ekvatorialni presek (oba sta blizu prolokula), tangencialni (vzporedni) presek (leži v ravnini, ki je vzporedna z osjo zavijanja, a leži daleč od prolokula – za opazovanje kunilkul), transverzalni presek, poševni presek.



Različne vrste prerezov. Po Novak (2006).

- Pomembna je zgradba stene (spiroteke): sestavljajo jo ekvidimenzionalna mikrogranularna zrna kalcita; primarna stena je dvoplastna – iz **tektuma** (tanka, temna organska plast) in **diafanoteke** (debelejša, svetlejša, s karbonati bogata plast pod tektumom); nekatere skupine fuzulinoidej so dodale različne plasti ali **tektorije** (domnevno sekundarne, epitekalne usedline); pri nekaterih se je dalje na tektumu razvila plast, ki je ponavadi temnejša in bolj gosta od diafanoteke in pokriva dna kamric, razen v zadnjem zavoju – **zunanji tektorij**; pri najbolj napredni skupinah se pod diafanoteko pojavi še **notranji tektorij**, ki pokriva strop kamric (razen zadnje); kadar je notranji tektorij razvit, postane diafanoteka svetlejša in bolj prosojna;

-Pri družini Schwagerinidae se tektorij reducira in diafanoteka debeli in vse bolj perforira; pore se večajo in začnejo tvoriti debele kanale; ti se ob tektumu pregrajujejo v tanjše cevke, ki lahko celo prodrejo tektum; spiroteka postane spet dvoplastna, iz tektuma in podnje, debelejše alveolarne plasti (**karioteka**); debelejše pore so imenovane alveoli in označujejo spodnjo (notranjo) karioteko;

- septi pregrajujejo notranjost hišice v kamrice in se raztezajo od enega pola do drugega; pri močno nagubanih septa se lahko nasproti ležeči gubi dotakneta, kar vodi do nastanka celic; stike dveh nasprotnih si gub imenujemo mostički; zadnji del hišice se imenuje anteteka;





- po septih so bolj ali manj naključno razporejene septalne pore;

- notranjo komunikacijo med sosednjimi kamricami omogočajo foramni;

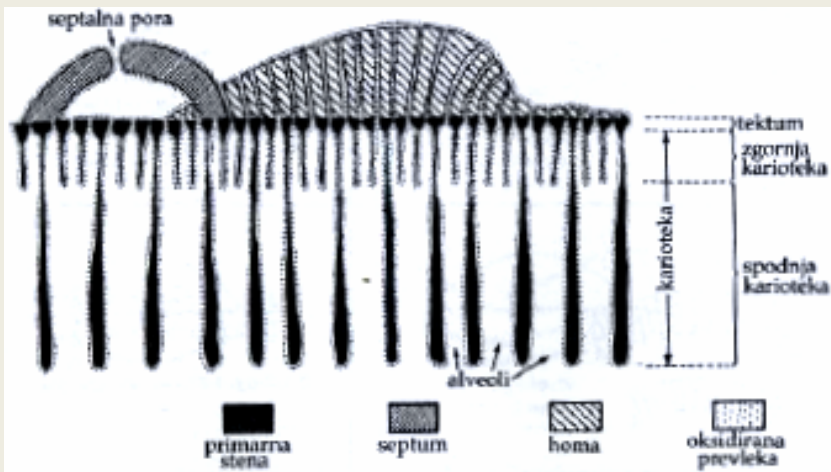
- osne zapolnitve in gubanje sept povečuje trdnost hišice;

- pogosto je polarno sukanje (torzija);

- biometrični znaki: dolžina, širina hišice, število zavojev, zunanji premer prolokula, radij-vektor (razdalja od sredine prolokula do zunanjega oboda stene), razmerje dolžina:premer.

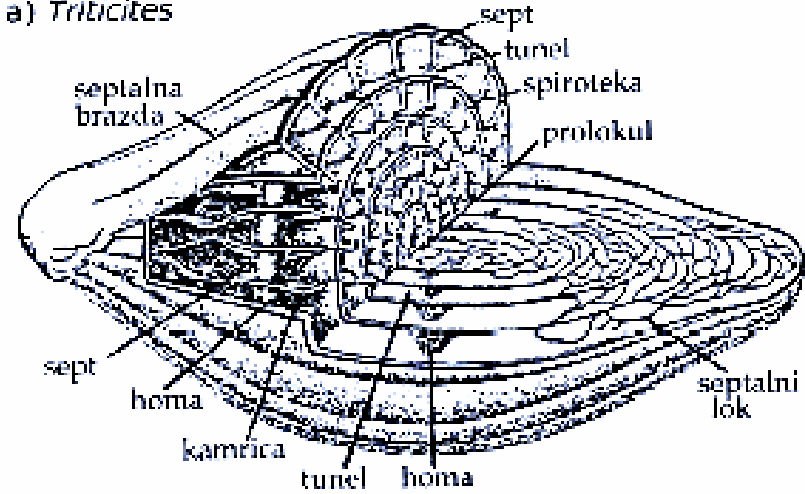
	<p>DVOPLASTNA STENA (<i>Millerella</i>-tip stene) (družini Ozawainellidae, Schubertellidae)</p>
	<p>TRIPLASTNA STENA (<i>Profusulinella</i>-tip stene) (družina Fusulinidae)</p>
	<p>ŠTIRIPLASTNA STENA (<i>Fusulinella</i>-tip stene) (družina Fusulinidae)</p>
	<p>KARIOTEČNA STENA (<i>Triticites</i>-tip stene) (družina Schwagerinidae)</p>

Tipi stene. Stena je vedno dvoplastna! Tri- ali štiriplastnatost sta le navidezni in sta posledici sekundarno odloženega materiala. Po Novak (2006).

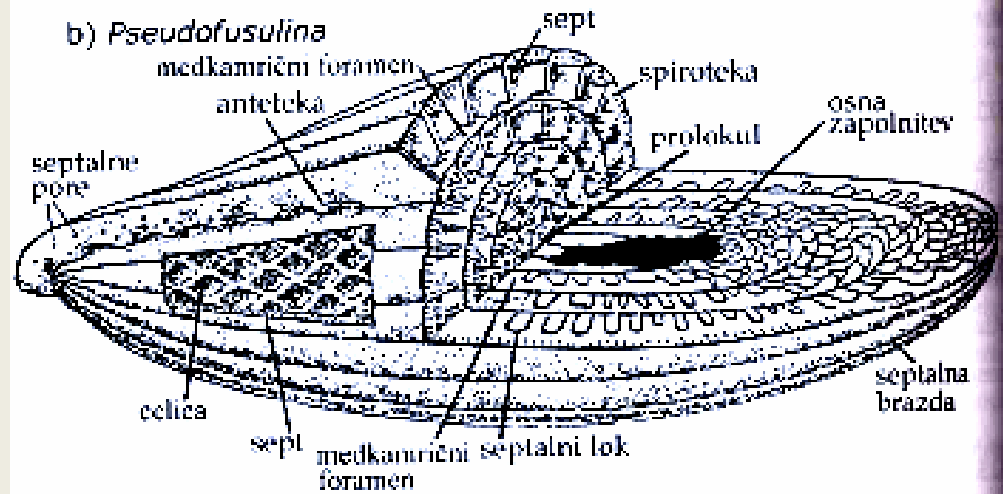


Po Novak (2006).

a) *Triticites*

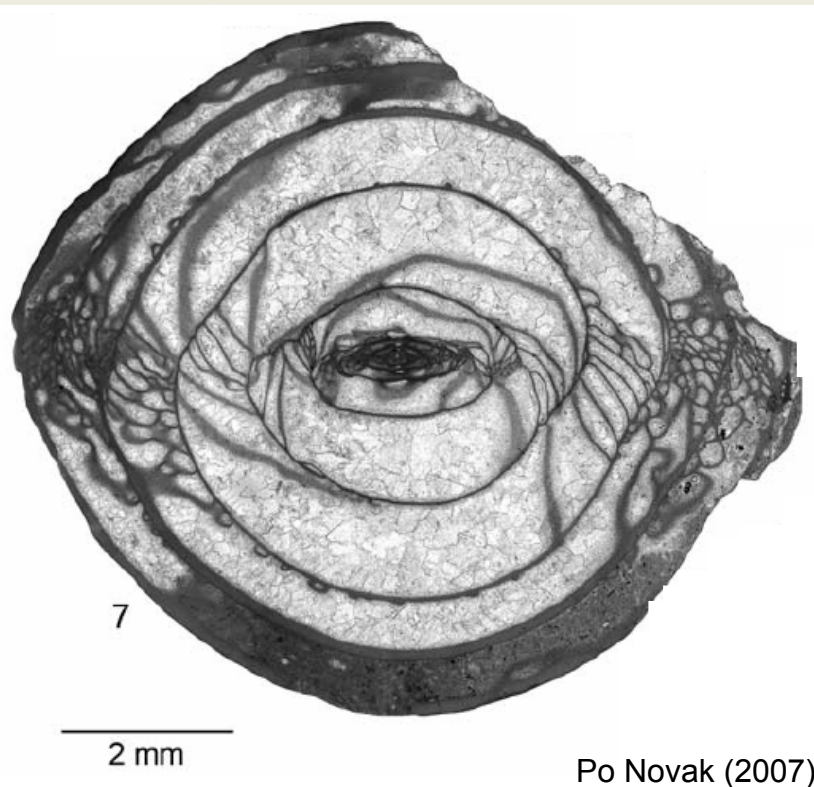


b) *Pseudofusulina*



Sphaeroschwagerina carniolica (sp.perm)

- **Velika sferična** hišica z **izbočenima poloma**; pri 9 zavojih doseže velikost 7-10 mm; dolžina je približno enaka širini;
- zelo majhen prolokul (60-90 μm); sledijo mu trije tesno zaviti podolgovati zavoji; hišica se v četrtem zavoju močno razširi in naslednji trije zavoji so močno usločeni; zadnji ali zadnja dva zavoja sta spet nekoliko tesneje zavita;
- stena notranjih kamric je zelo tanka, v mlajših pa se postopno debeli; gubanje septov je šibko (le rahlo valovit septalni preseki); nizki zaobljeni loki so le tu in tam vidni na dnu kamric;
- zaradi **polarnega zavijanja** kamric se na polih septa prepletajo v gosto mrežo;
- drobne home na vseh zavojih.



Neoschwagerina craticulifera (sr. in zg.perm)



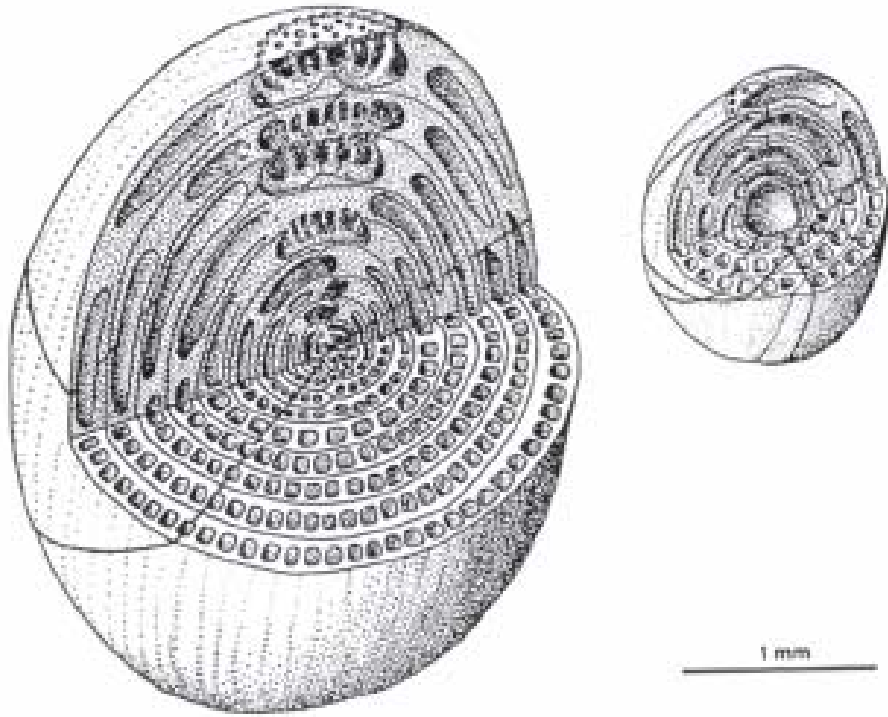
Vretenasta hišica; septa pregrajujejo vsak zavojev v več kamer (vidno v ekvatorialnem prerezu); kamre so pregrajene še z **dodatnimi septi** na kamrice (vidno v osnem preseku); v primerjavi s *S. carniolica* so septa pravilnejša in bolj urejena; septa segajo do dna zavoja ali pa je na bazi foramen (ustje je sestavljeno iz več odprtin).

Subordo Miliolina

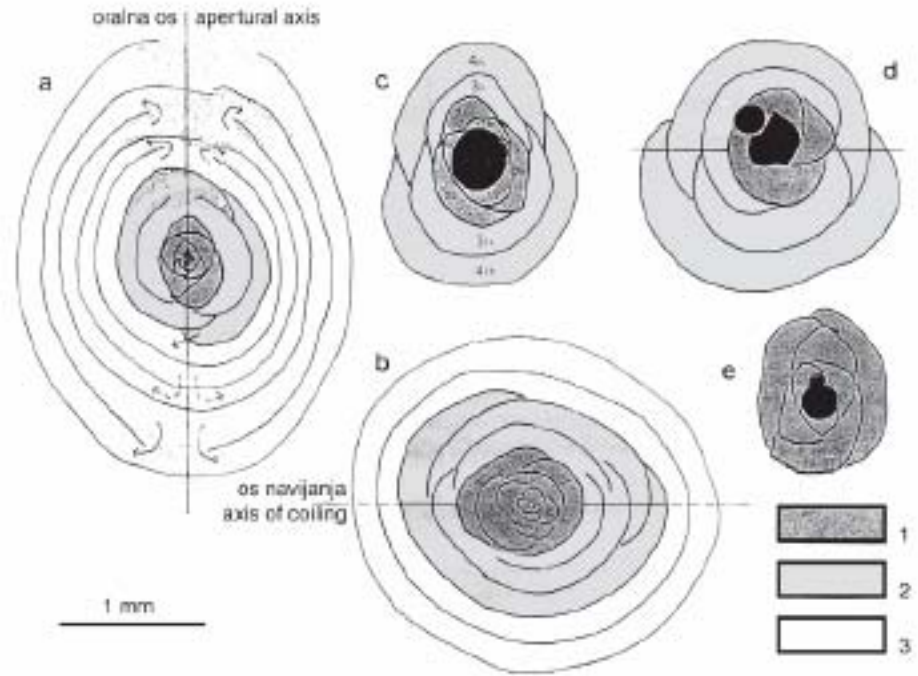
- Porcelanasta hišica iz visoko Mg kalcita;
- prave pore na protokonhu, kasneje neperforirane ali imajo psevdopore; morske ali brakične; karbon – rec.

Familia Miliolidae (eocen - rec.)

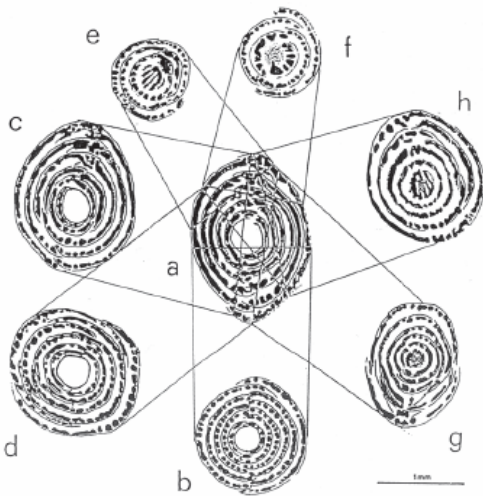
- Hišica je **jajčaste (ovoidne) oblike**, raztegnjena v smeri rasti;
- osnovni element je kamra, ki kot **krhelj** nalega na vertikalno, oralno (ker poteka preko ustja) os;
- na enem zavoju sta vedno zaporedno odloženi dve kamri; pri popolnem ontogenetskem razvoju si zaporedno sledi razporeditev kamer vidnih na obodu hišice od 5, 3, 2 ali 1 kamre; odgovarjajoči stadiji so imenovani **kvinkve-, tri-, bi- ali mono- (uni-) -lokulidni**;
- stenka je **karbonatna, porcelanasta**,
- ustje (trematofor) leži na polu vsake kamre, terminalno; je v obliki zaokrožene reže, ki je gladka ali nazobčana, ali preobražena v večjo sitasto ustje; ustje podpira eden ali več stebričkov v preseptalnem prostoru pod površino ustja;
- lumen kamre obdaja odebeljena osnovna plast; pogosto se oblikujejo vmesne stene z vzdolžnimi, nizkimi ali visokimi, sklenjenimi ali prekinjenimi grebeni, tudi s stebrički, ki se lahko dotikajo vrhnje, krovne plasti kamre;
- dimorfizem: razlike v velikosti, številčnosti, ornamentaciji osnovne plasti, razporeditvi kamer v ontogenetskem razvoju (pri manjši, a številčnejši megalosferični generaciji je število preraščanj reducirano);
- velike tudi do 12 mm, tipično 0.5-1 mm.



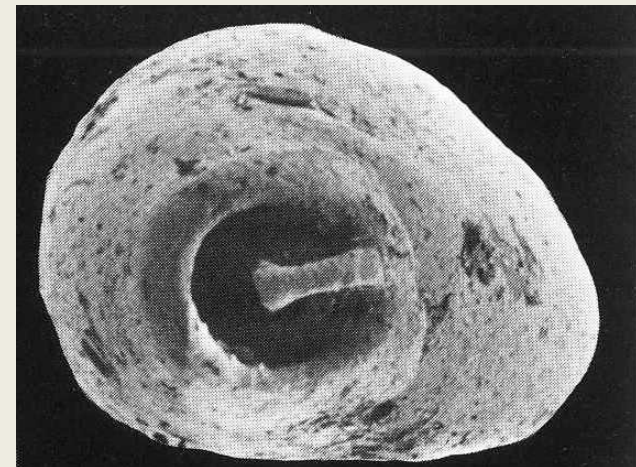
Stereograma mikro- (forma B) in megalosferične (forma A) generacije. Po Dobne et al. (2002).



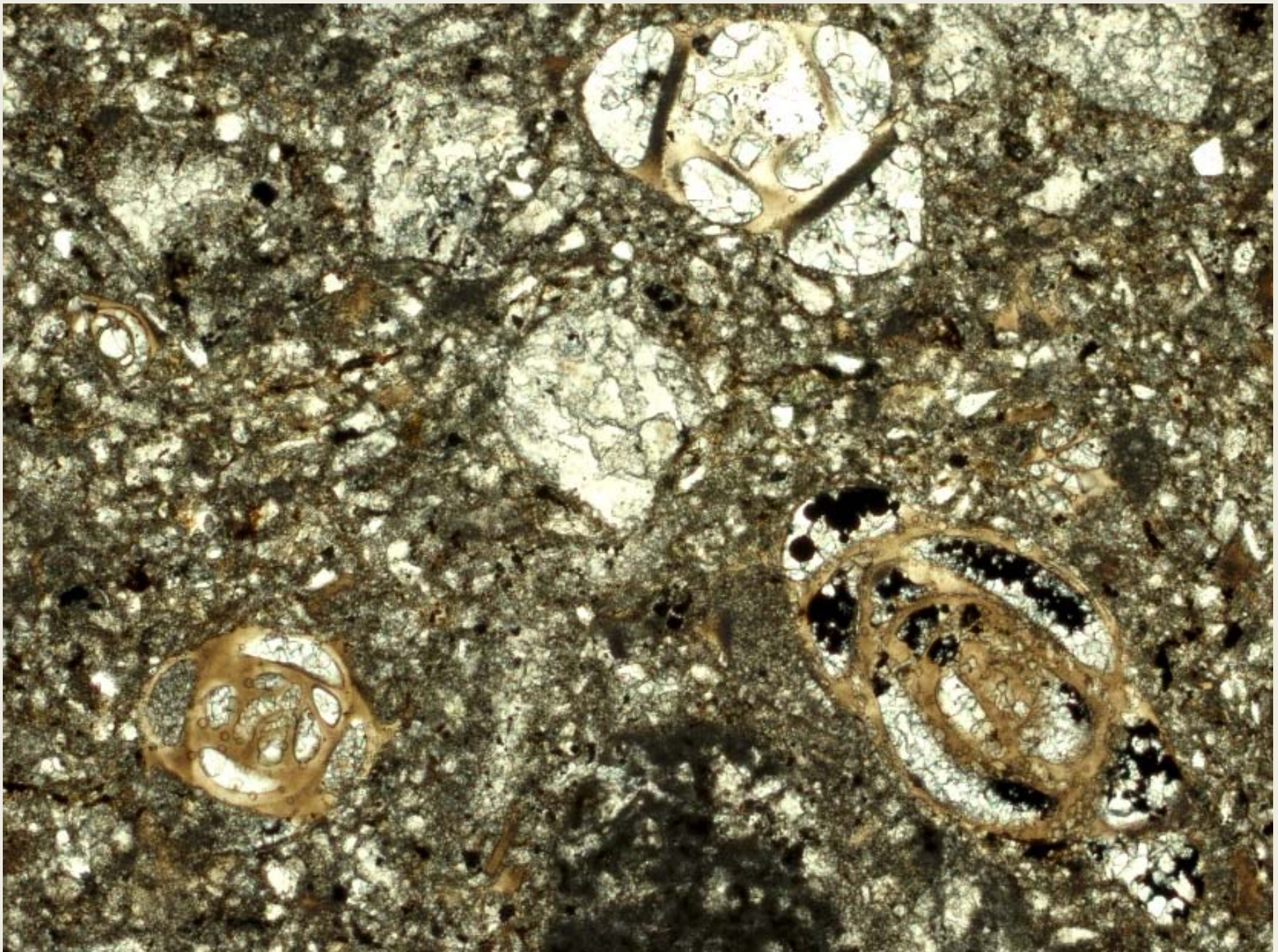
Primer ontogenije miliolid: 1 = kvinkve; 2 = bi-, 3 = monolokulinski stadij; a, b mikrosferična; c, d, e megalosferična generacija. Po Drobne et al. (2002).



Različni prerezi. Po Drobne et al. (2002).



Po Cimerman in Langer (1991)

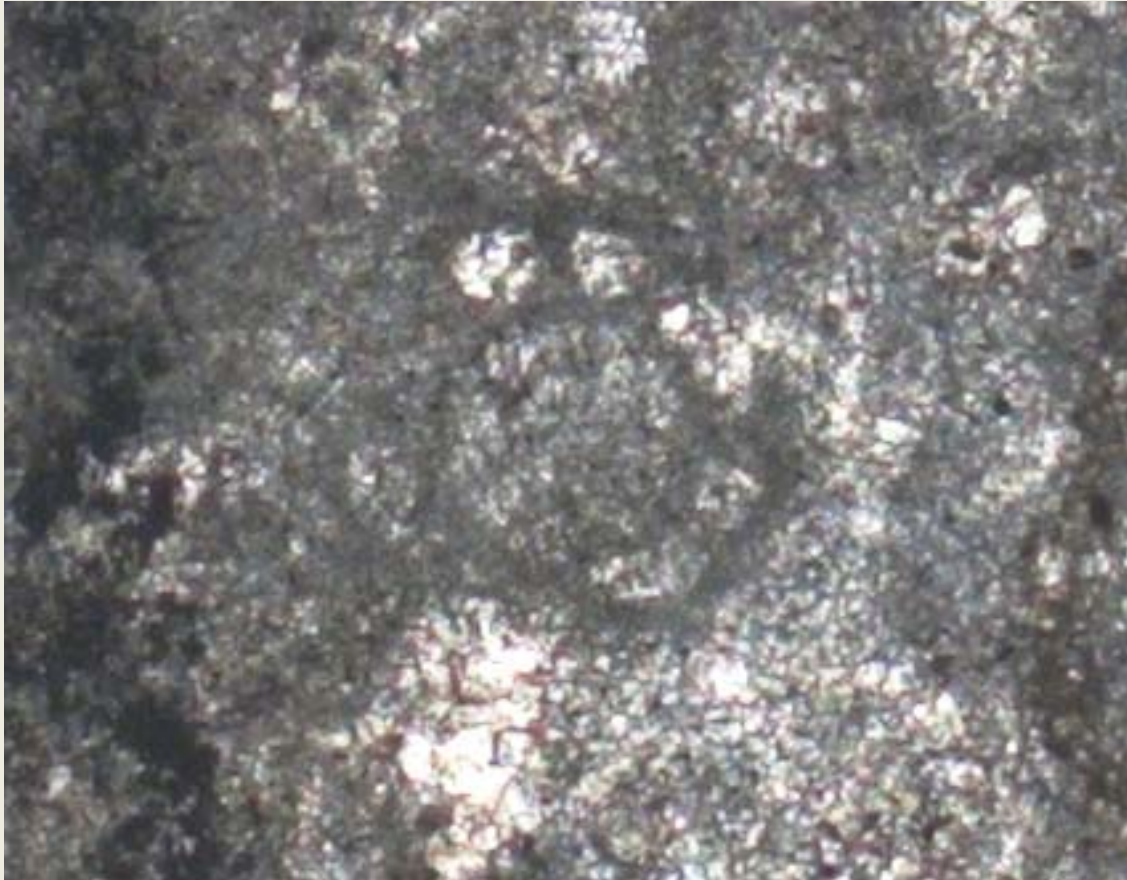


***Meandrospira* sp.** (sp.perm – rec.)

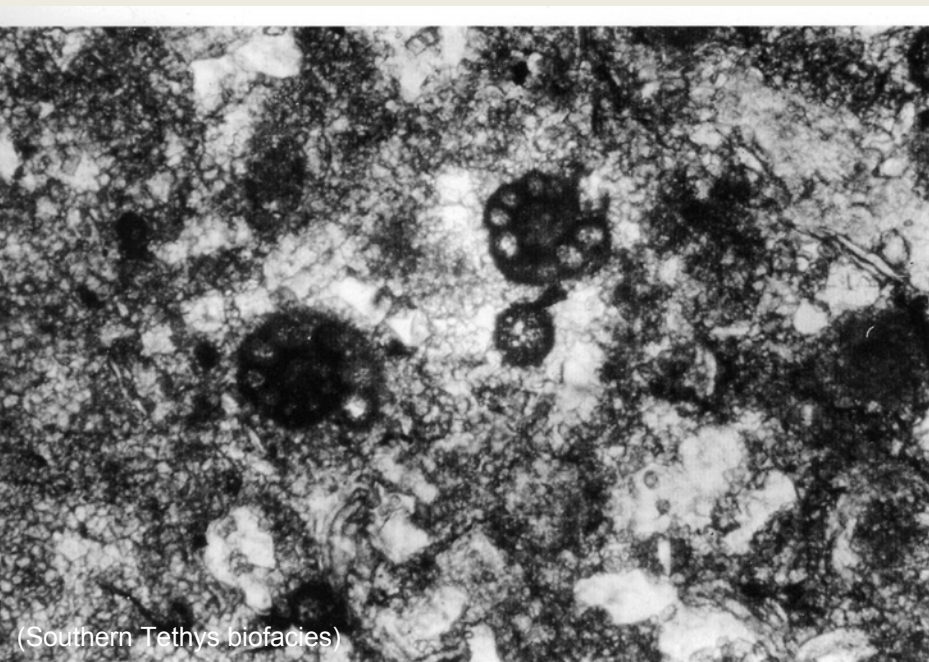
-**Majhna** hišica (0.1-0.5 mm) sestoji iz dveh kamric; druga kamrica se streptospiralno zavija okoli prve v obliki dolge cevi;

- stenka je neperforirana porcelanasta; ustje je enostavno terminalno.

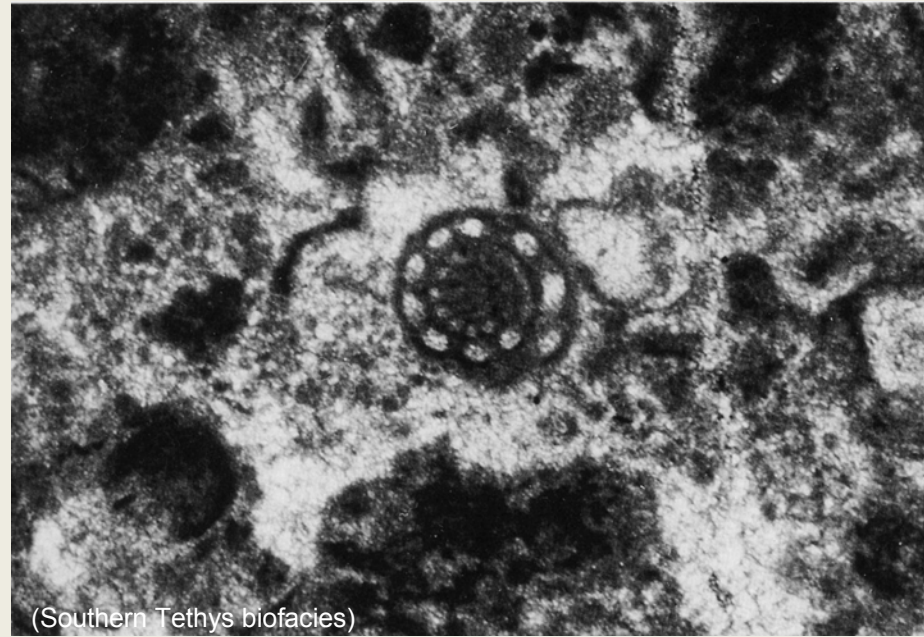
M. pussila (sp.trias) – manjša; *M. dinarica* (anizij) (večja, več zavojev (3.5-5.5), ozki zavoji, v zadnjem zavoju 7-10 “kamer”)



Neznačilen prerez.



Meandrospira pusilla - skit



Meandrospira dinarica - anizij

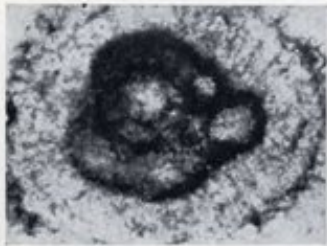


Fig. 1 - Sezione obliqua. (280 x)

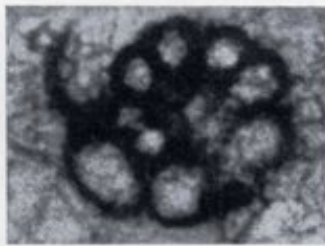


Fig. 2 - Sezione equatoriale,

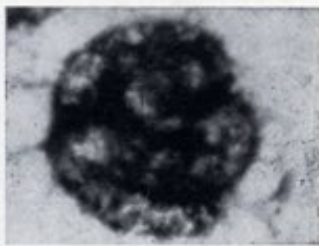


Fig. 3 - Sezione tangenziale assiale.

(280 x)

(280 x)

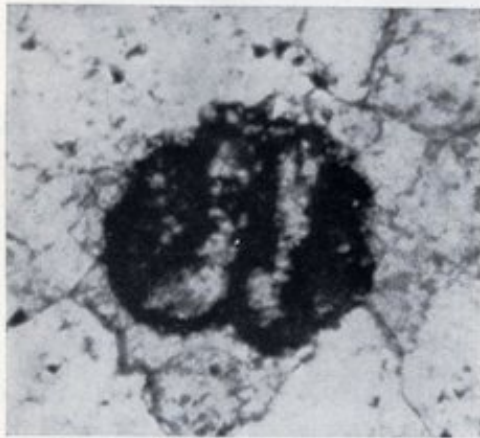


Fig. 4 - Sezione subassiale, (280 x)



Fig. 5 - Sezione subassiale, (500 x)

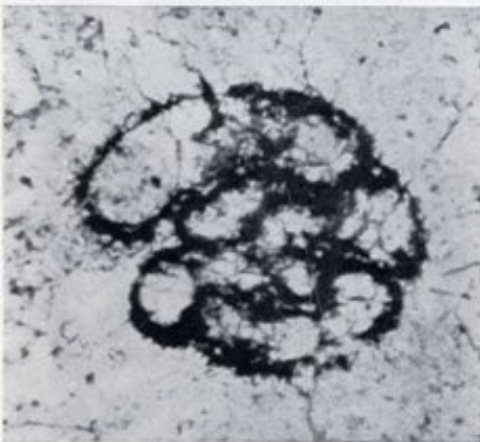


Fig. 6 - Sezione equatoriale, (330 x)

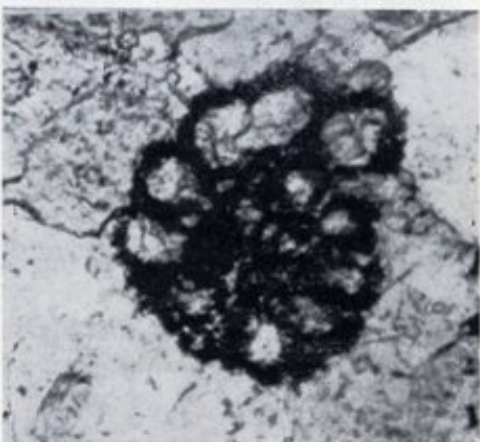


Fig. 7 - Sezione tangenziale assiale, (330 x)

Različni prerezi *M. iulia*:

Fig. 1: poševen prerez;

Fig. 2: ekvatorialen prerez;

Fig. 3: tangencialni aksialni prerez;

Fig. 4: subaksialni prerez;

Fig. 5: subaksialni prerez;

Fig. 6: ekvatorialni prerez;

Fig. 7: tangencialni aksialni prerez.

(Masoli 1966)

(za dodatno razlago glej še fuzulinide)

Mesoendothyra croatica - dogger

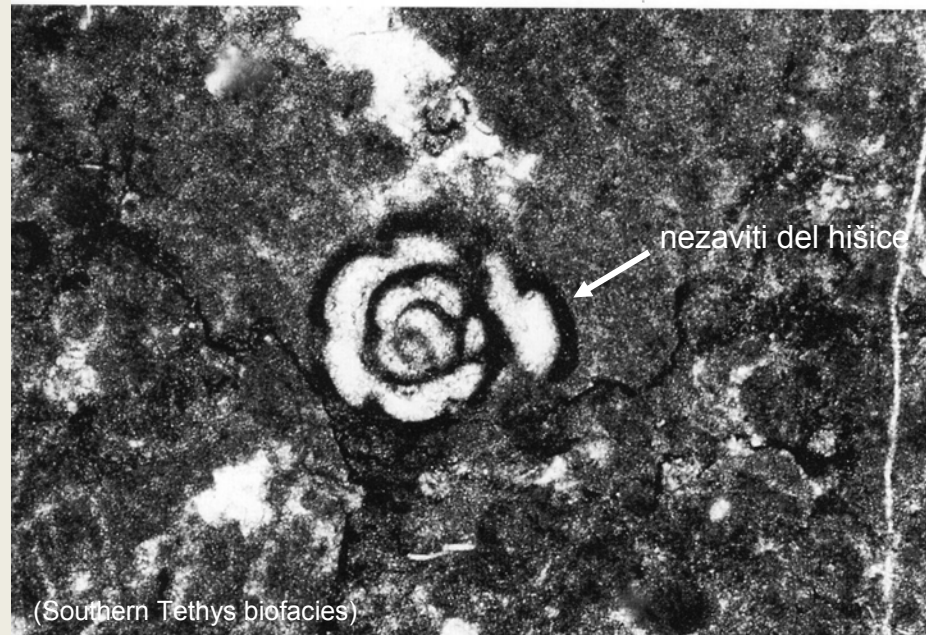
V prvih 3-4 zavojih je hišica involutno zavita, v kasnejših stadijih je hišica nezavita in linearna. Ravnina zavijanja se od zavoja do zavoja spreminja in znaša 10° - 30° . V aksialnem (vertikalnem) preseku je videna dobro izražena konveksna umbikalna regija. Linearni del hišice ni vedno viden, bodisi zaradi tega ker ni razvit, ali zaradi nepopolne ohranjenosti hišic.

Število kamric je v prvih dveh zavojih okoli 6, v mlajših zavojih postopoma narašča na 8-10.

Stenka je debela, mikrogranularna. Septa so kratka in debela sestavljena iz ene plasti, včasih slabo konveksna proti ustju.

Ustje je v zavitem delu hišice preprosto, bazalno. V nezavitem delu hišice je ustje centralno in široko, pomaknjeno v sredino septalne ravnine.

Hišica je velika 0,75-1 mm, premer zavitega dela znaša 0,5 mm, premer nezavitega dela pa 0,25 mm.

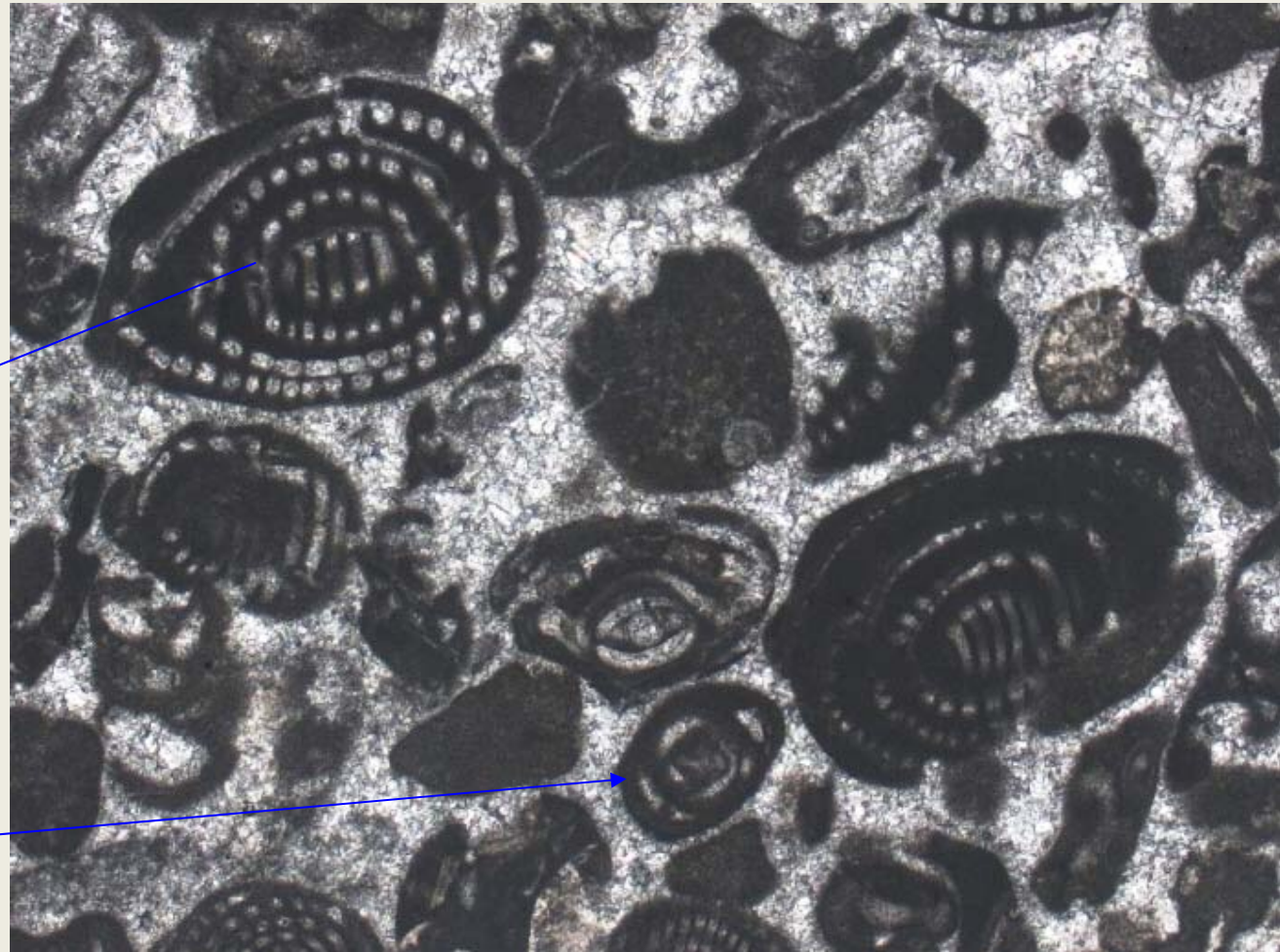


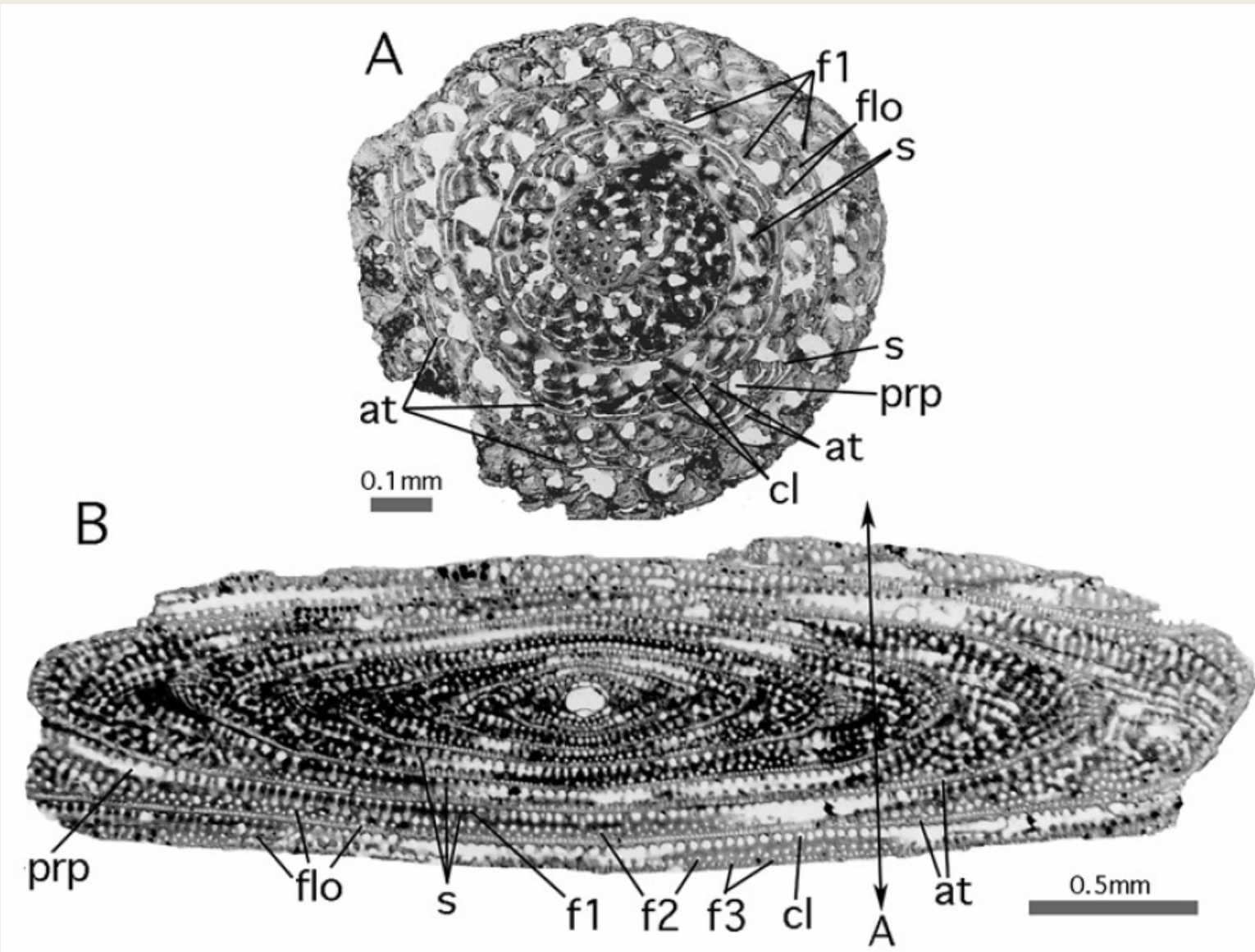
***Alveolina* sp.** (paleocen - eocen)

- **Fuziformna** hišica (oblika pšeničnega zrna); velika do 10 cm!; razpotegnjena po osi zavijanja;
- zavijanje okoli vzdolžne osi (**v začetku streptospiralno, nato teži k planispiralnemu**); zavoji so pregrajeni s številnimi **luknjičastimi septi**;
- stenka je **neperforirana porcelanasta** in je na mestih priraščanja sept vbočena; stena je odebeljena;
- **plitvo priobalno toplo morje.**

Značilni "stebrički" v tangencialnem prerezu (prerezane septule)

miliolide

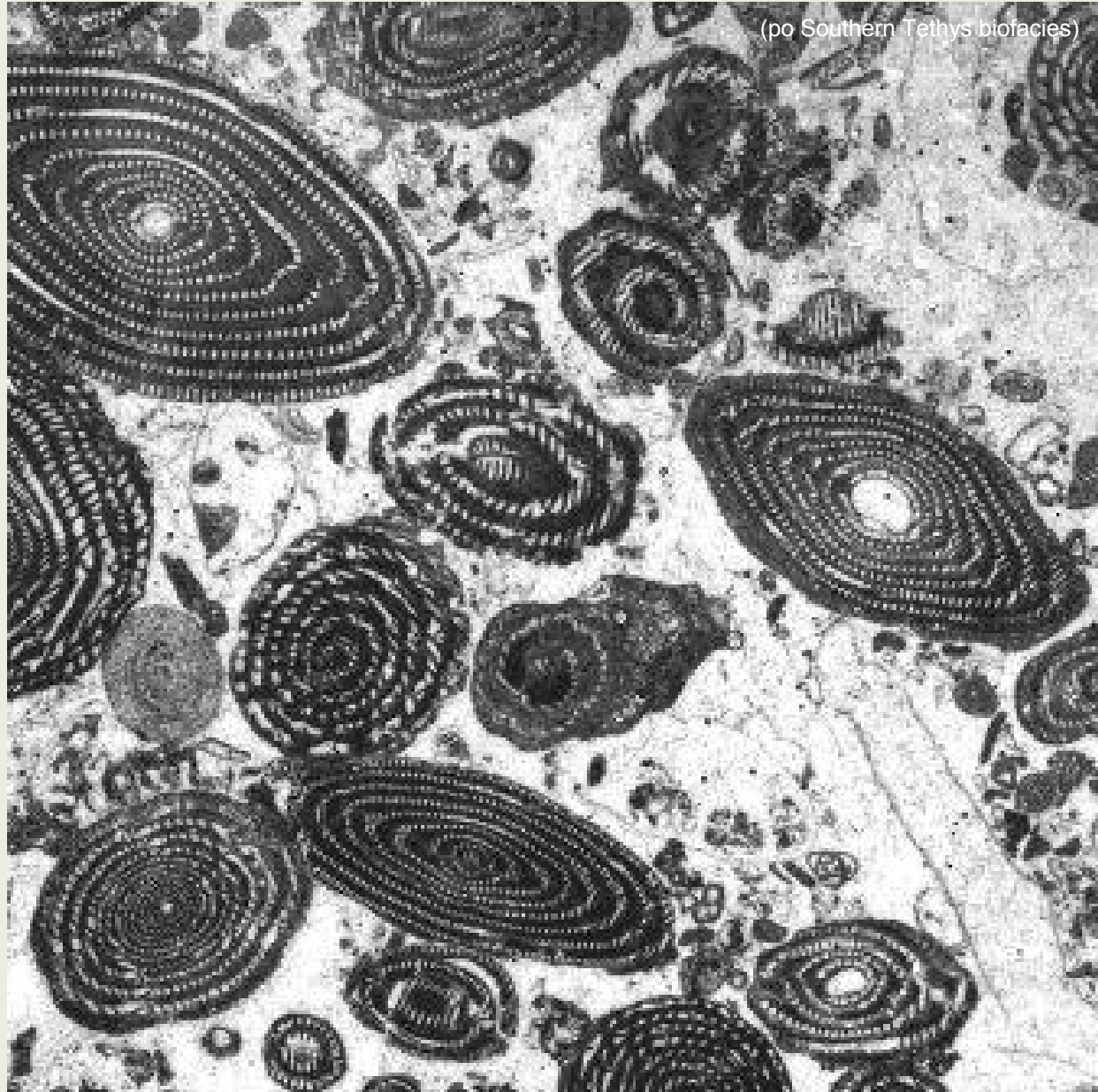




Alveolina (po www.peleopolis.rediris.es):

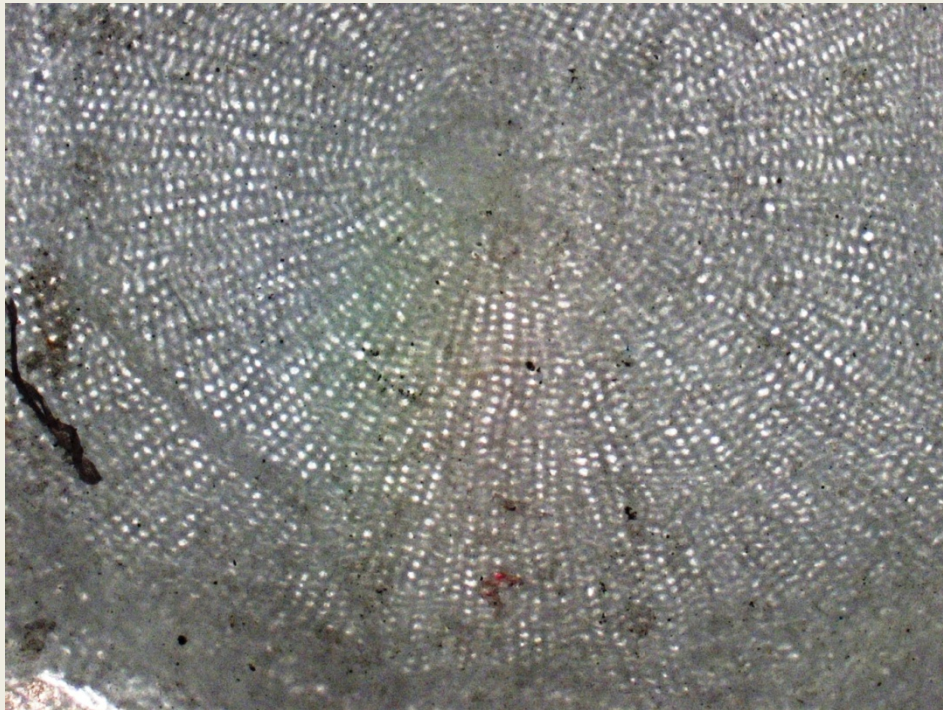
A) Prečnen presek; dvojna puščica na sliki B kaže položaj prereza A; B) osni presek;
 cl: kamrice; f1, f2, f3: foramen; flo: dno; s: septum

Alveolinski apnenec

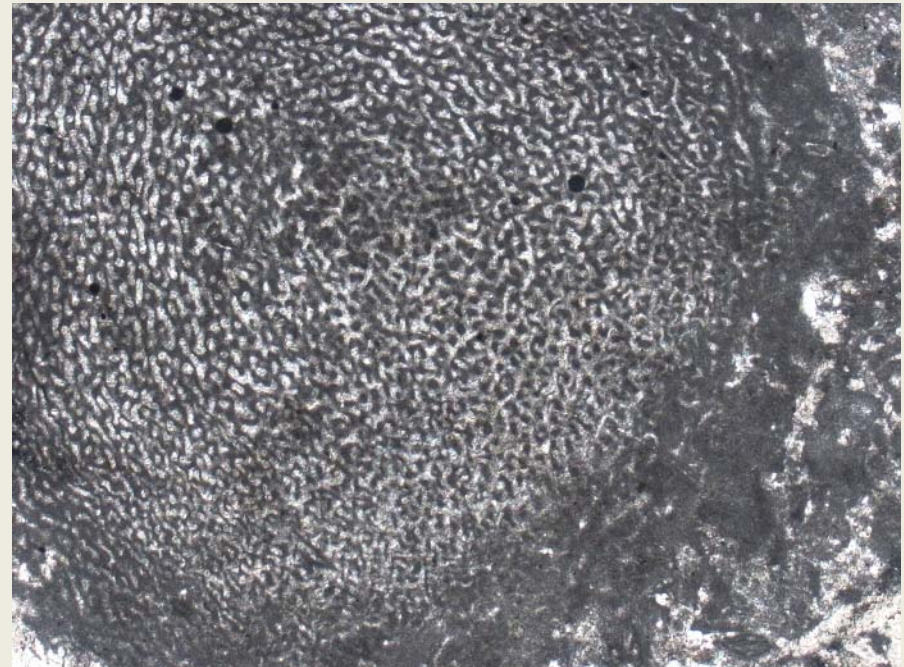


Keramosphaerina tergestina (zg.kreda)

- **Kroglasta hišica** meri v premeru 5-12 mm ali več;
- prve kamrice so urejene streptospiralno, kasnejše pa so urejene v nepravilne koncentrične plasti; med ontogenezo se nove kamrice dodajajo na celotni površini hišice, zato **raste v radialni smeri**;
- tangencialni prerezi kažejo **nepravilne cevaste kamre**; centralni prerezi kažejo **radialne vrste kamer**, ki jih ločujejo radialno usmerjeni psevdo-stebrički (te tvorijo lateralni deli sosednjih kamer);
- sekundarne kamrice;
- na kamnini vidna kot "beli krogci" (npr. Nanos).



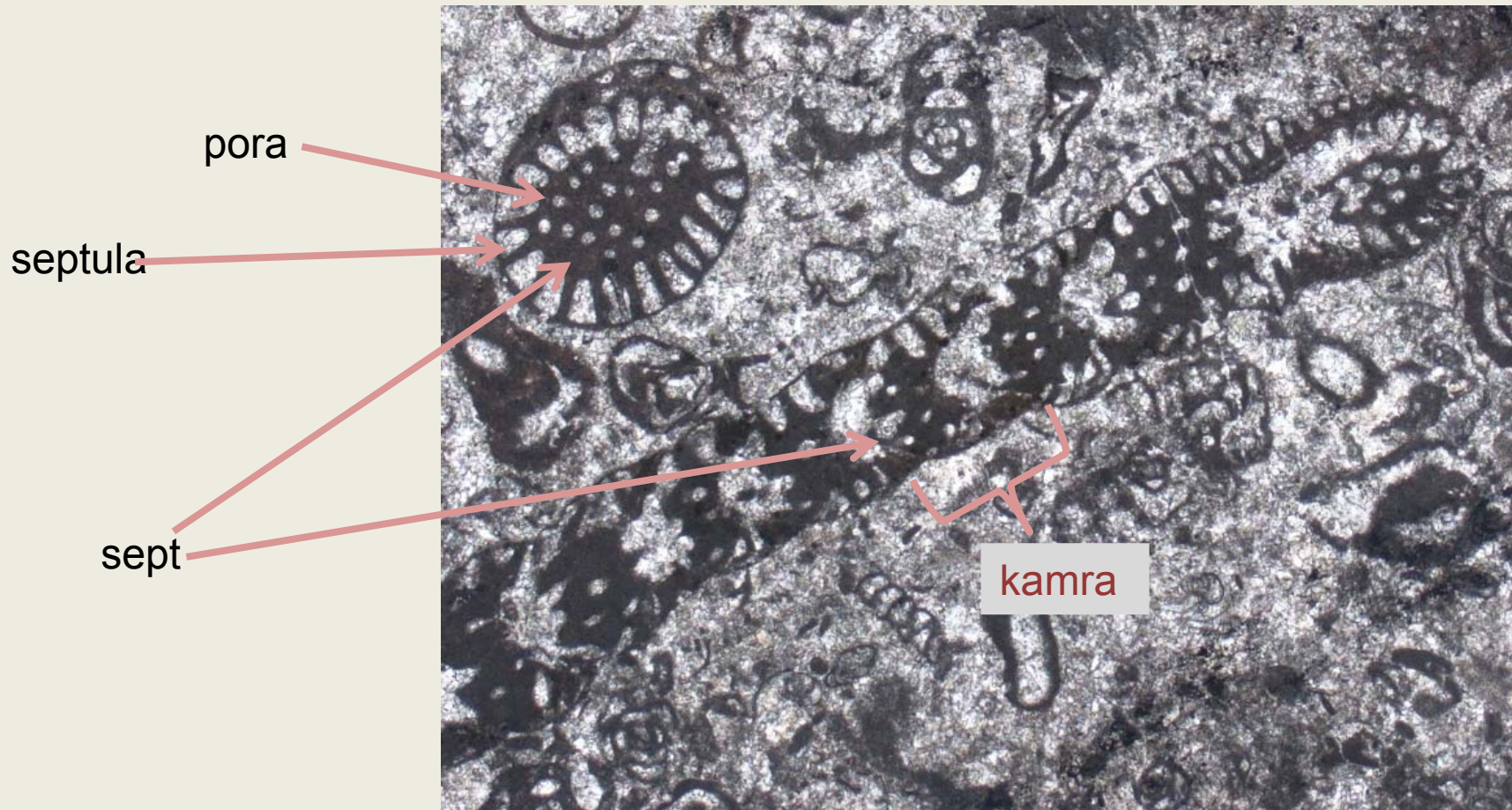
V sredinskem prerezu je vidna radialno žarkovita struktura.



V tangencialnem prerezu je zgradba bolj neurejena, poudarjena je koncentrična struktura.

Rhapydionina liburnica (zg.kreda)

-Jasen dimorfizem: megalosferična hišica je **konična ali subcilindrična**, ima **okrogel prerez** in je dolga več kot 7 mm in široka okoli 2 mm; v začetku se zavija planispiralno; **kamrice urejene uniseriialno**; mikrosferična hišica je pahljačasta, velika več kot 1 cm in okoli 7 mm široka, z obokanimi kamricami (včasih opisana kot loče rod *Rhypidionina liburnica*); notranja zgradba je pri obeh generacijah podobna; **radialne notranje pregrade delijo kamre še dodatno v kamrice**; stenka je karbonatna, neperforirana porcelanasta; ustje je terminalno, večporno, s številnimi sekundarnimi ustji; bilateralna simetrija.



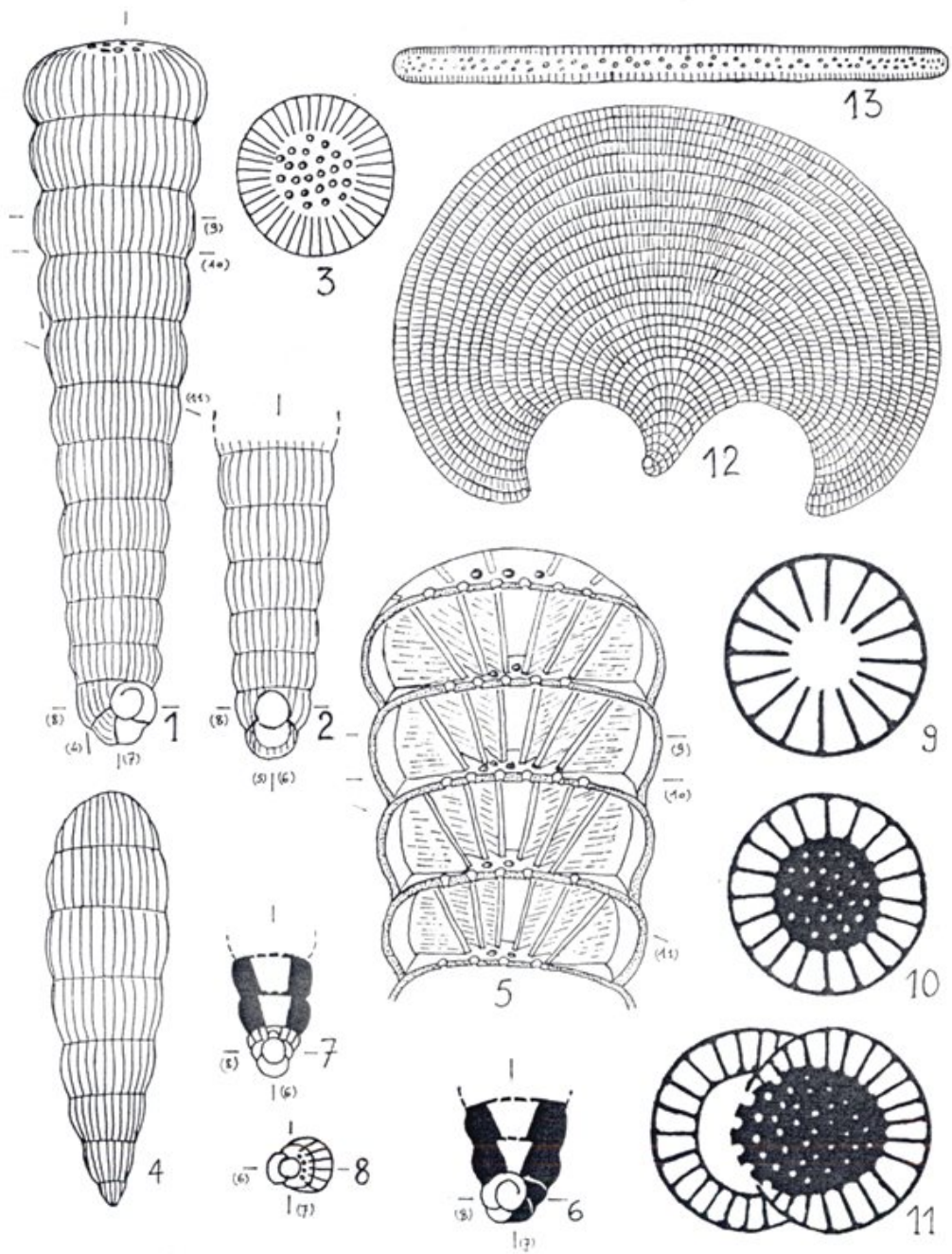


Fig. 1

Rhapsydionina liburnica.
 (Fig. 12: mikrosferična generacija)
 (Bignot 1970)

Subordo Involutinina

- Aragonitna stena, iz dveh kamer.

Involutina sp. (zg.trias – zg.kreda)

- **Lečasta**, sploščena hišica; sočasno nalaganje aragonita na obeh straneh, zato je **sredina debelejša**;
- **kroglasti začetni kamrici sledi planispiralno zavita druga kamrica**;
- umbilikalno polje je pokrito s sekundarnimi kalcitnimi elementi;
- stenka je prvotno aragonitna in se nadomesti s kalcitom, ki je navadno še dodatno prekristaljen;
- ustje je terminalno.

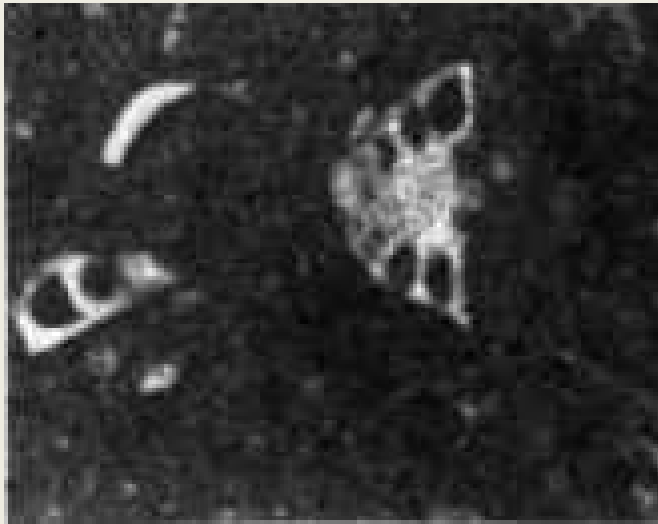


Lamelliconus (Trochlina) multispirus (karnij)

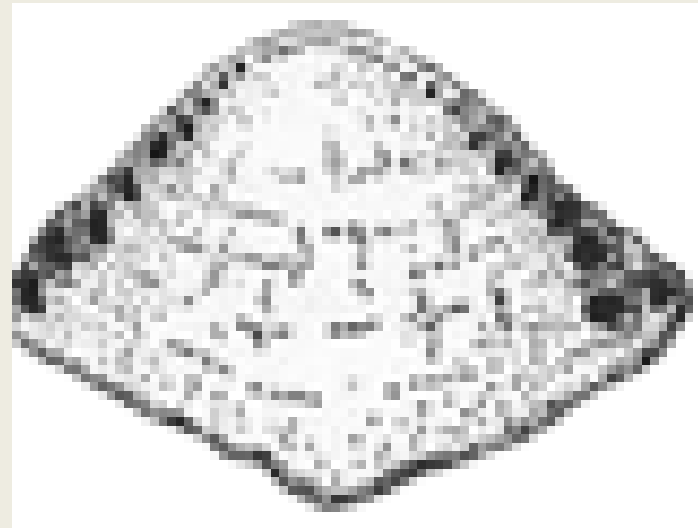
-Lečasta hišica;

- od kroglastega prolokula se **trohospiralno stolpičasto zavija nedeljena druga kamrica**, ki se končuje z enostavnim terminalno nameščenim ustjem; drugo kamrico lahko opazujemo na spiralni strani; na popkovni strani je viden le zadnji zavo;

- stenka je perforirana.



<http://www.unipg.it/~gparisi/WWW3/Images/Cor-te1.jpg>



<http://www.gsi.ir/Images/paleontology/plate309-4.gif>

Subordo Globigerinina (aragonitne ali kalcitne in bilamelarne, več kamer, planktonske)

***Globotruncana* sp.** (zg. kreda)

- vse do 40h let 20. stol. so sem uvrščali skoraj vse trohospiralne kredne planktonske foraminifere z enim ali dvema gredljema; v 30ih so se zavedli njihovega stratigrafskega pomena;

-Trohospiralna hišica z izbočeno spiralno stranjo;

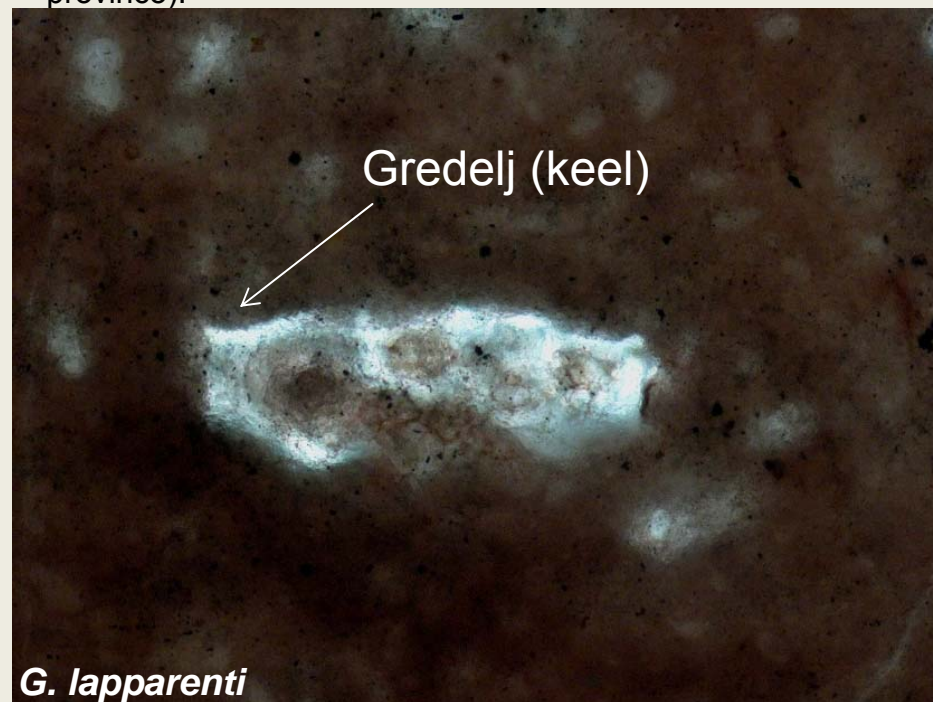
- prve kamrice so globularne, kasnejše so od strani stisnjene, konične z deloma nagubano površino; šivi so nepravilno zaviti, nekoliko dvignjeni in odebeljeni;

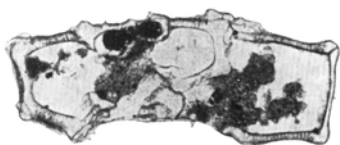
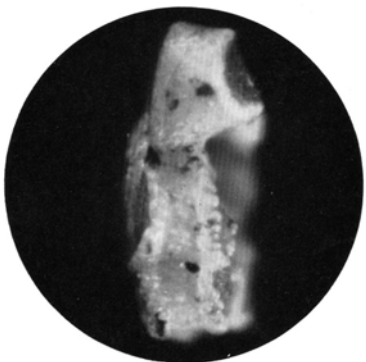
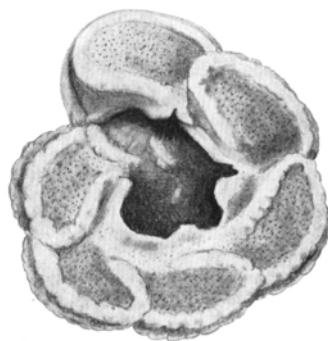
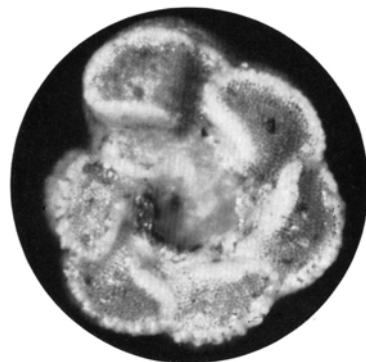
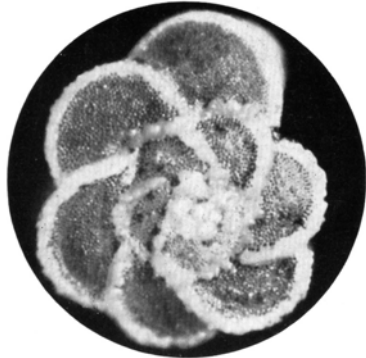
- popek je širok; primarna apertura je umbilikalna, zaščiten s tegilo (perforirano ploščico);

- na robu sta dva **grebena** (***G. lapparenti***), ki ju ločuje gladko polje; pri nekaterih vrstah sta spojena v en greben (***G. stuarti***); *G. stuarti* ima bikonveksno hišico, trapezoidne kamrice;

- stenka je karbonatna; med grebeni in dvignjenimi suturami je gladka;

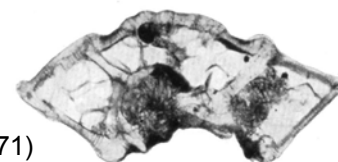
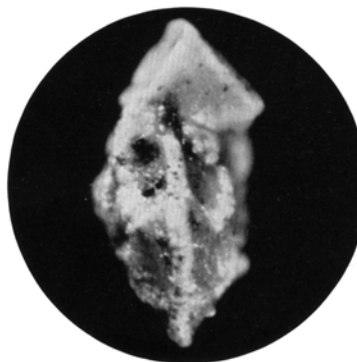
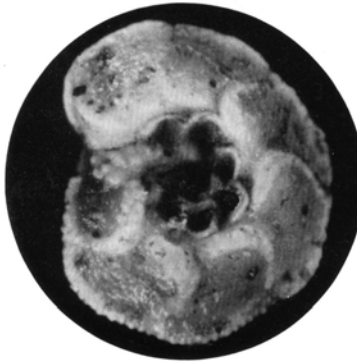
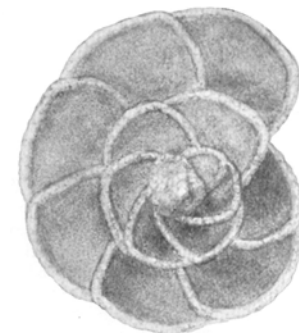
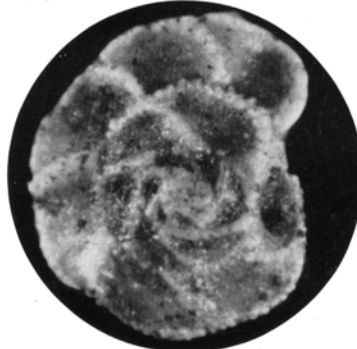
- debela stena in vozli so značilni za oblike živeče v toplih vodah tetidine province (v kredni poznamo še borealno provinco).





(po Postuma, 1971)

Globotruncana lapparenti - 100x pov.



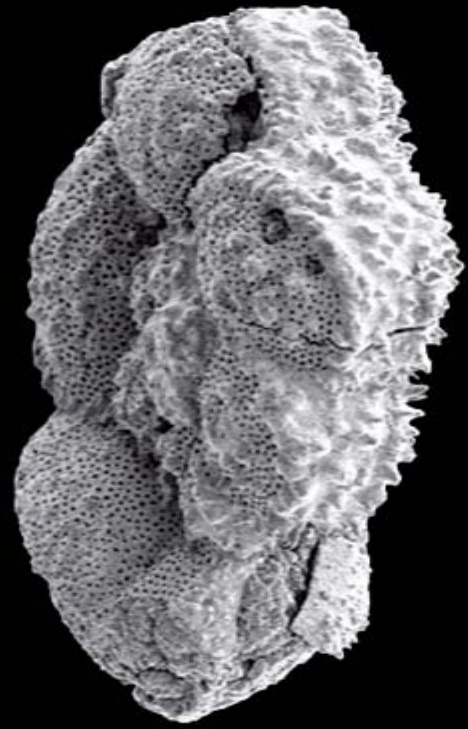
(po Postuma, 1971)

Globotruncana stuarti - 100x pov.

Globotruncana

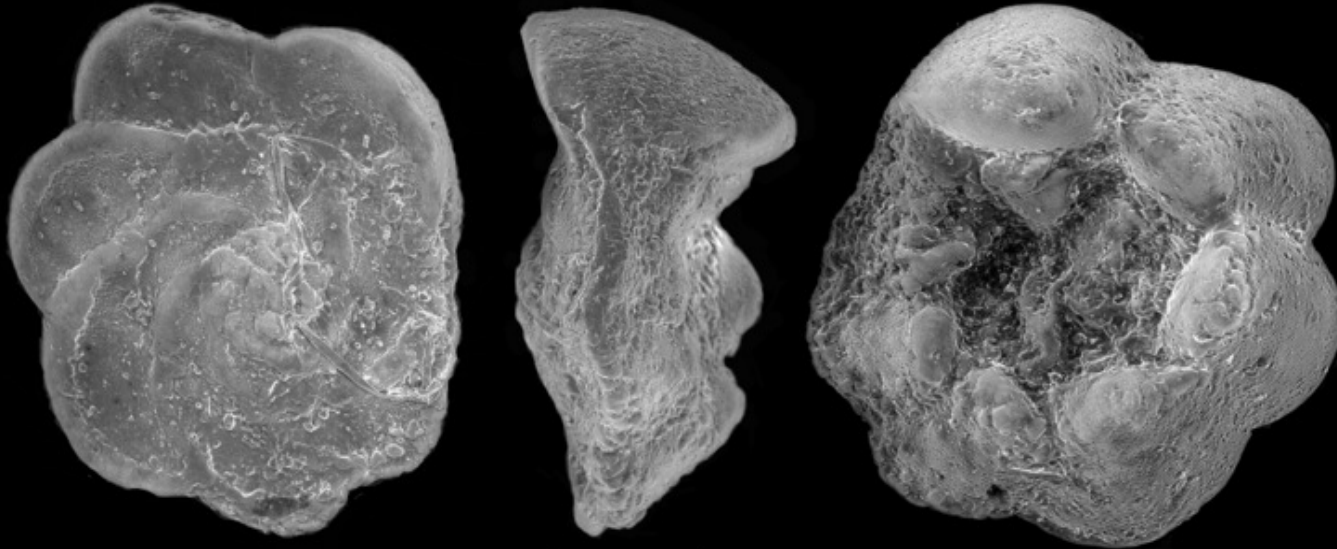
G. lapparenti

<http://www.foraminifera.eu/globotruncana-lapparenti-weillohe.htm>



BF 002

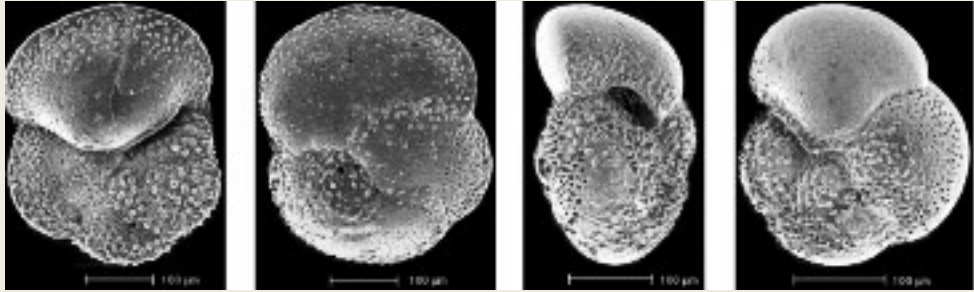
MH



G. marianosi

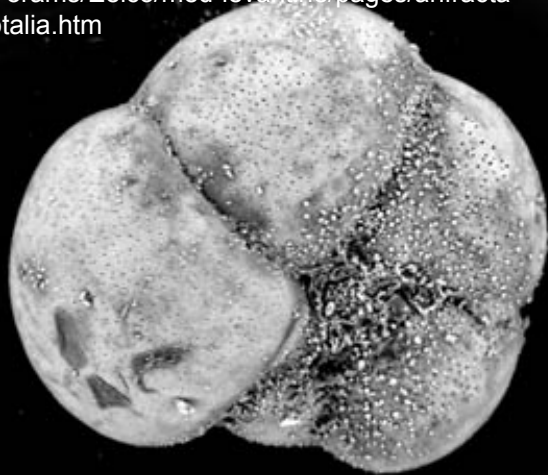
http://calphotos.berkeley.edu/cgi/img_query?query_src=&enlarge=0000+0000+0405+1476

Globorotalia, Globigerina



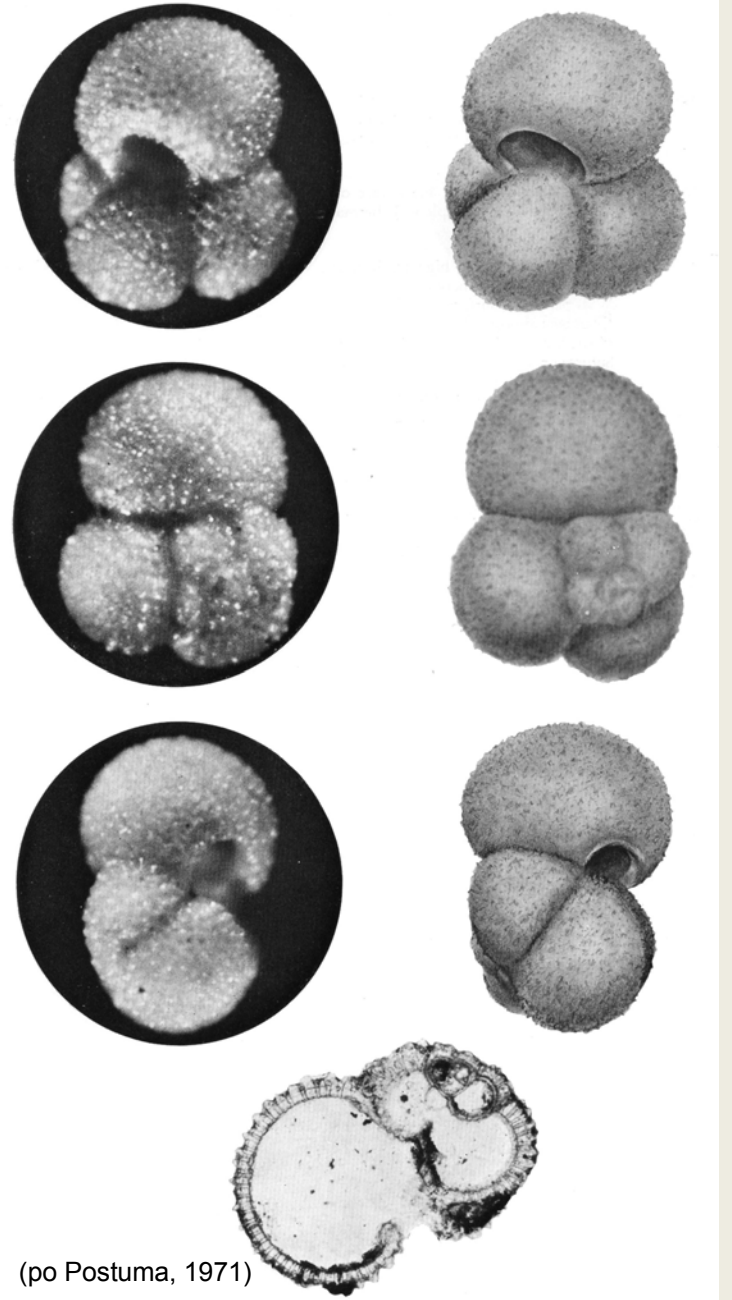
http://www-odp.tamu.edu/publications/182_SR/005/005_p4.htm

<http://www.soton.ac.uk/~bam2/col-index/fossil-index/Forams/Eelco/med-levantine/pages/anfracta-globorotalia.htm>



15kV X200

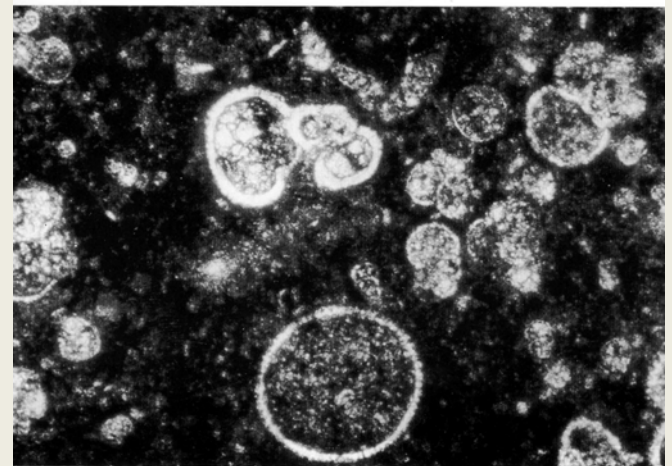
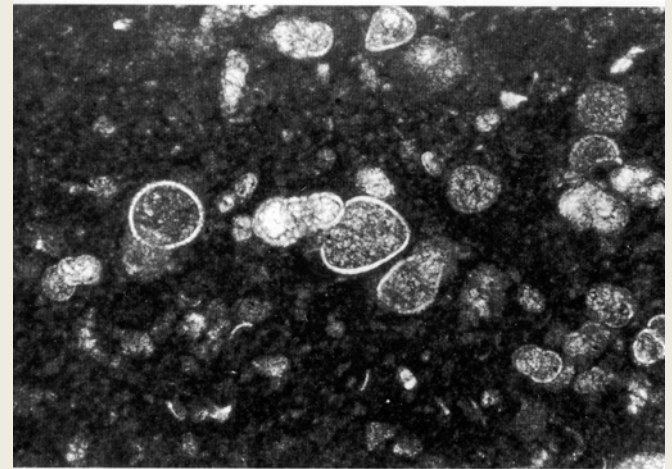
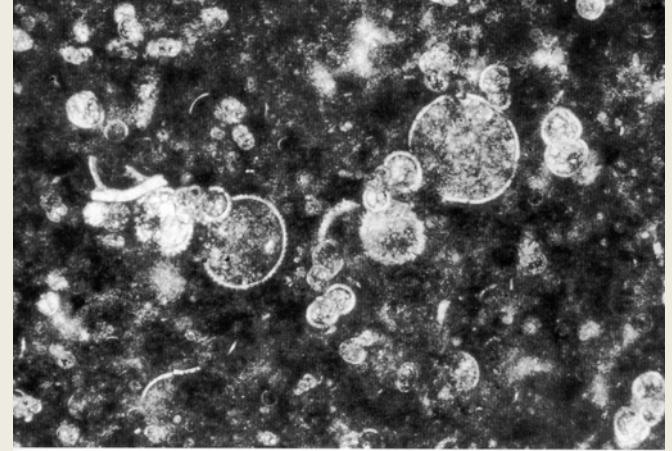
100µm 000474



(po Postuma, 1971)

Globigerina praebulloides - paleogen

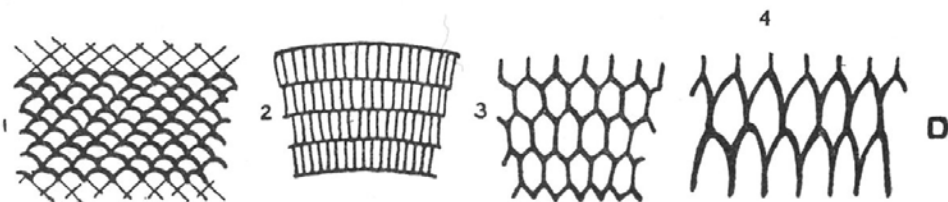
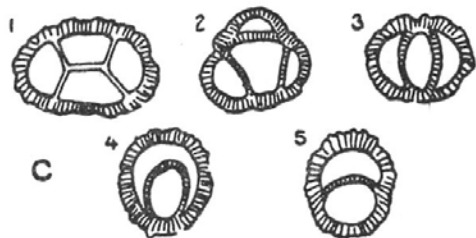
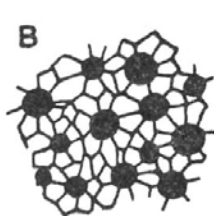
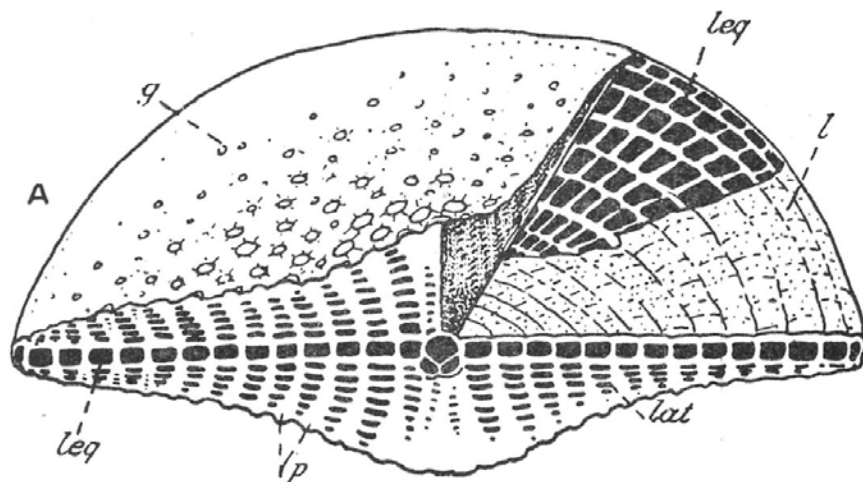
Paleocenske plankotnske foraminifere v zbrusku
(po Southern Tethys biofacies)



Subordo Rotaliina

Kalcitna hišica; bilamelarna stena, več kamer, trohospiralno zavijanje (tipično nizko), planispiralno, obročasto ali nepravilno zavijanje

Morfologija protokohna in kamer pri diskociklinah in orbitoidih



A

l - porozna spiralna lemela
leg - ekvatorilane kamre
lat - sekundarne kamre
p - stebri
g - granule, zrna na površini

B

tangensilani presek s stebri (temno) in sekundarnimi kamrami

C - vrste protokohna

D - oblike ekvatorialnih kamer

1 - *Orbitoides*

2 - *Discocyclina*

3 - *Lepidocyclina*

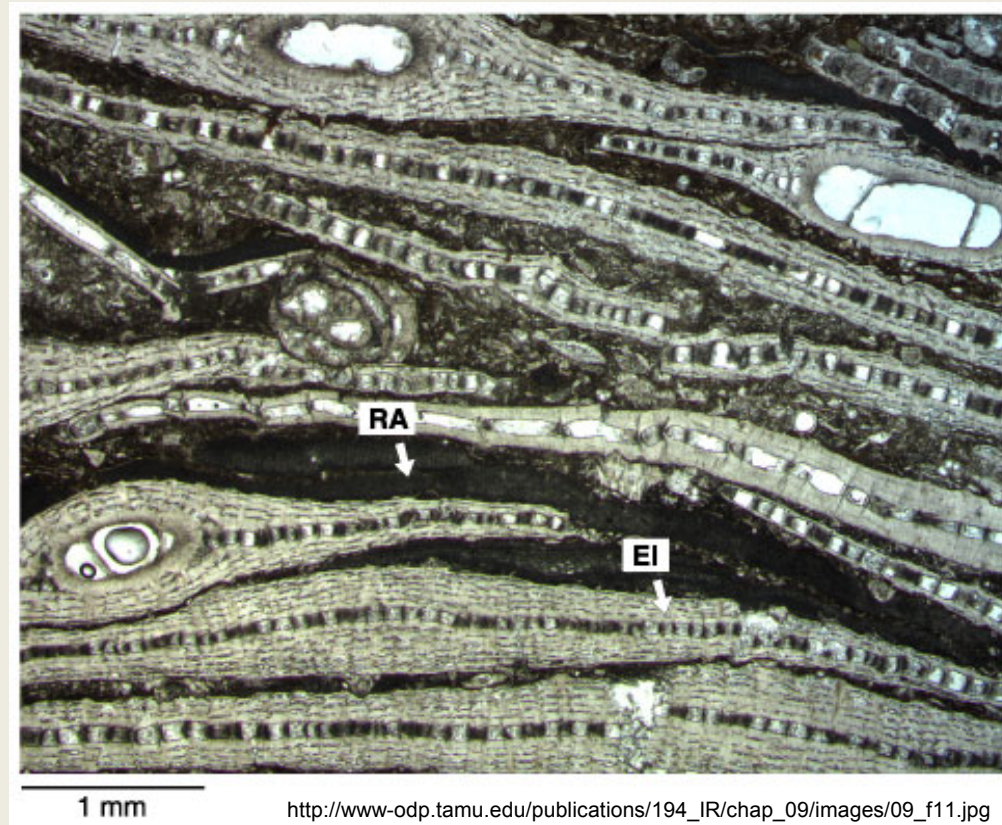
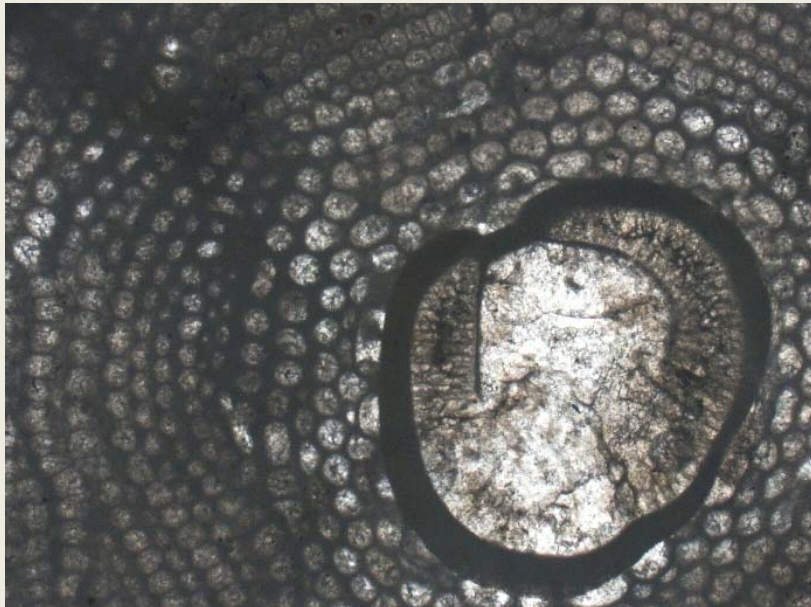
4 - *Miogypsina*

(po Kochansky-Devide, 1964)

Lepidocyclina sp. (eocen- miocen)

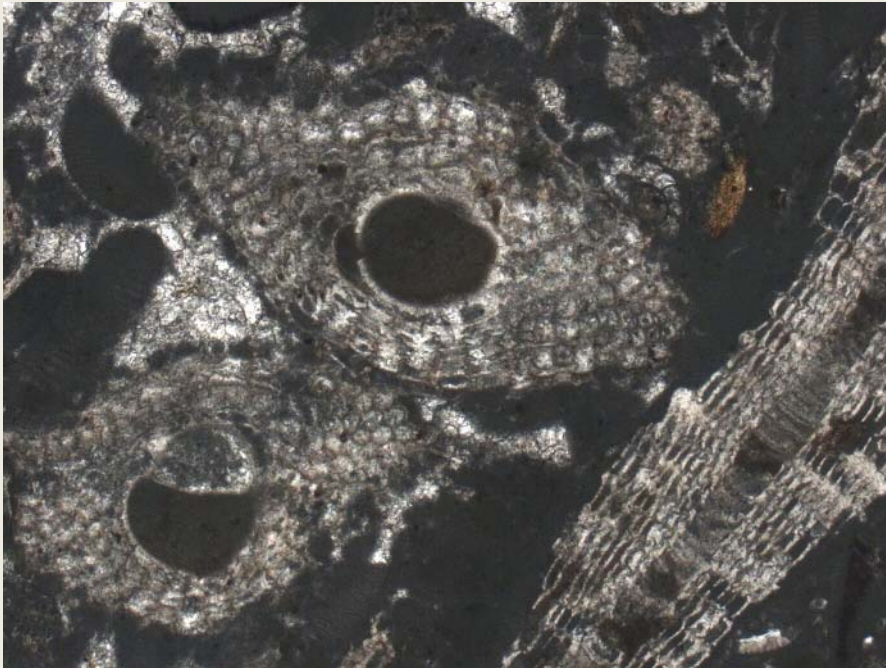
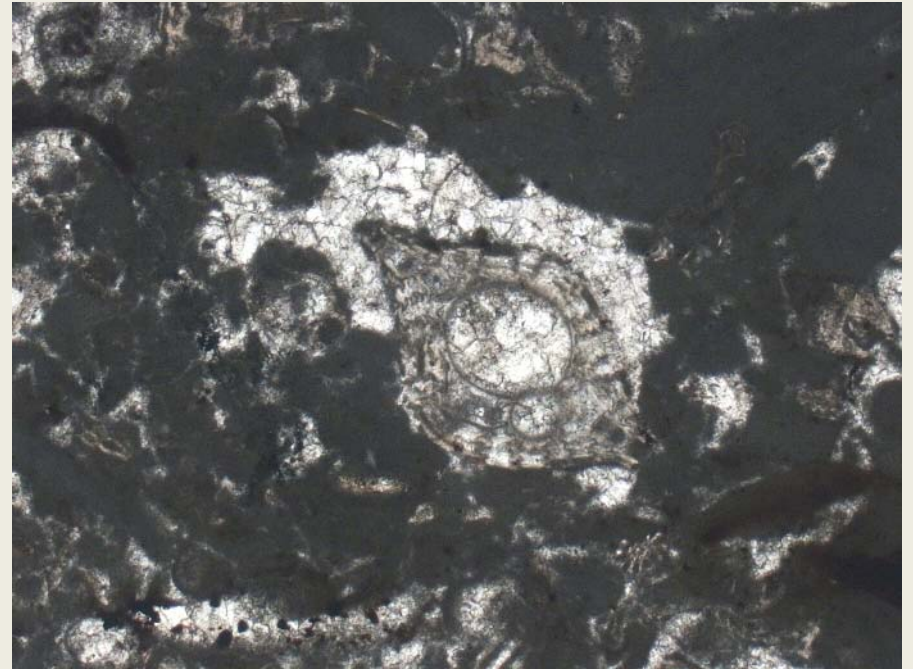
Diskasta involutna hišica z izbočenim središčem, velika do 5 cm;

- v embrionalnem delu ima 2-10 heksagonalnih kamric, ki jih prekrivajo lateralne kamrice;
- **dvojni nukleokonh** je obkrožen z dvojnimi enako velikimi devterokonhom; kasnejše kamrice niso pravilno razporejene, so obokane in **šesterokotne**;
- lateralno polje ima stebričke.



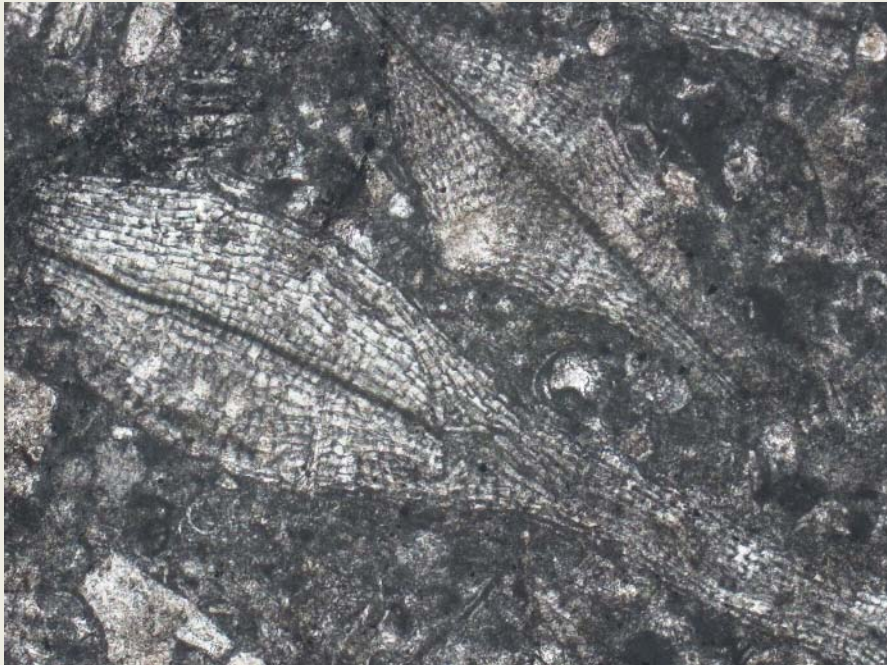
Orbitoides media (zg. kreda)

Hišica v premeru velika do 5 cm, lečasta, simetrično bikonveksna do planokonveksna; megalosferična generacija ima 4-kamričen embrio; protokonh je vertikalno stisnjen; okoli so polmesečaste kamre; sekundarne kamre variirajo v obliki in velikosti.



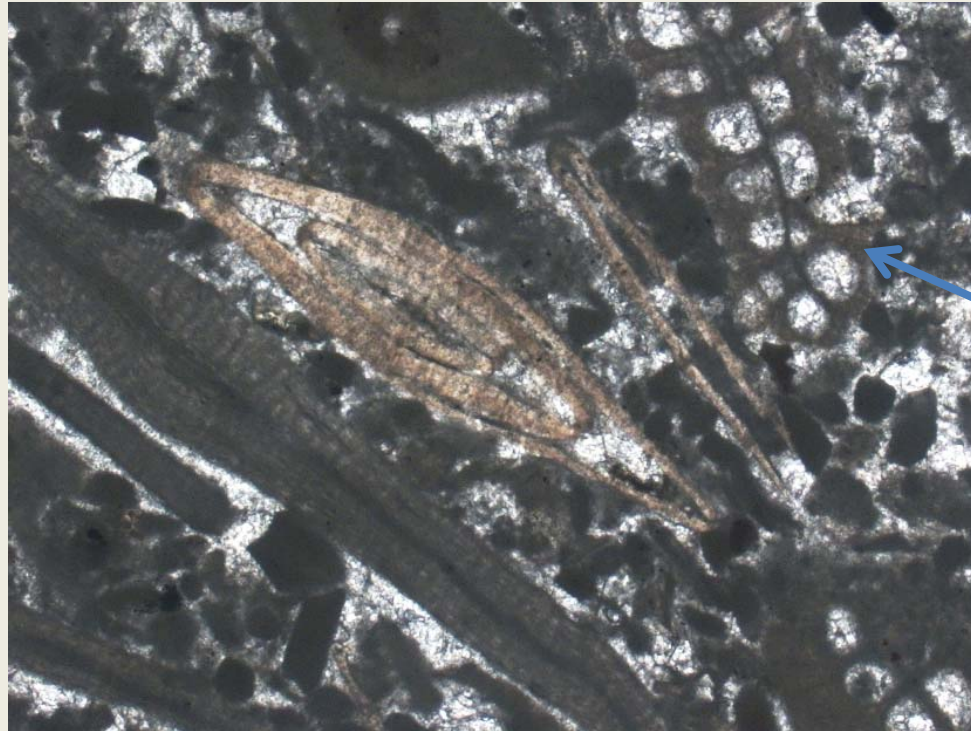
Discocyclina nummulitica (eocen)

- Diskasta hišica, lahko večja od 2 cm; diskoidalna do lečasta, tanka ali napihnjena v osrednjem delu;
- dvodelno začetno kamrico obdajajo ledvičaste mlajše kamrice;
- ekvatorialne kamrice imajo v prečnem prerezu ravne, pravokotno postavljene septa, po katerih se loči od podobnega roda *Orbitoides*; radialne predelitve ekvatorialnih kamer tvorijo koncentrične obroče pravokotnih kamric;
- stenka je karbonatna, s temno vmesno plastjo, ki predstavlja interseptalni prostor;
- površina je zrnata.



***Nummulites* sp.** (paleocen – oligocen)

- let. *nummulus* = novčič;
- Bilateralna simetrija; **involutno planispiralno zavijanje; tudi vmesni prostori so involutni;**
- hišica je karbonatna, stenka perforirana in zelo robustna;
- zunanjščina je gladka ali drobno granulirana;
- spiralna zavojnica je pregrajena s številnimi **srpastimi septi**; zavoji so med seboj spojeni s stebrički, ki jih opazujemo v radialnem (aksialnem, osnem) prerezu;
- razvojni niz od operkulin (evolutne) do numulitov;
- živel v plitvih in toplih delih morij do 50-60 m globoko; stenofacielni (občutljivi na T, slanost, čistočo vode, globino).



Mahovnjak (briozoj)



<http://www.westsussexgeology.co.uk/nummulites.jpg>



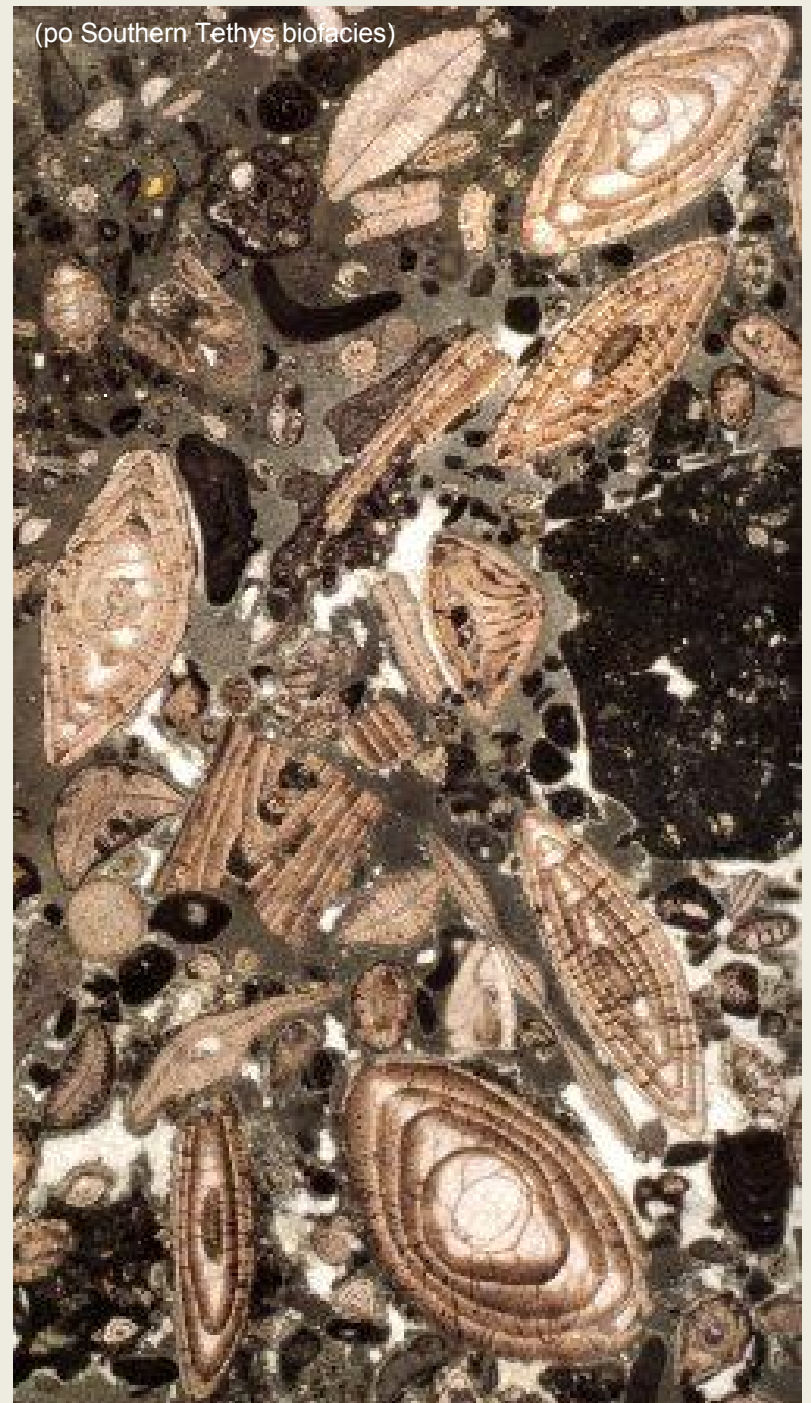
<http://www.freewebs.com/geologist/PHTO0013.JPG>



http://farm4.static.flickr.com/3188/2548146769_37592453bb.jpg?v=

Numulitni apnenec

(po Southern Tethys biofacies)



Alveolinsko-numulitni apnenec

Alveoline in numulite zaradi podobne ekologije pogosto v kamninah najdemo skupaj.

Alveolinsko-numulitni apnenci predstavljajo značilen karbonatni facies v zahodni Sloveniji od zg. paleocena do srednjega eocena.

alveoline

numuliti

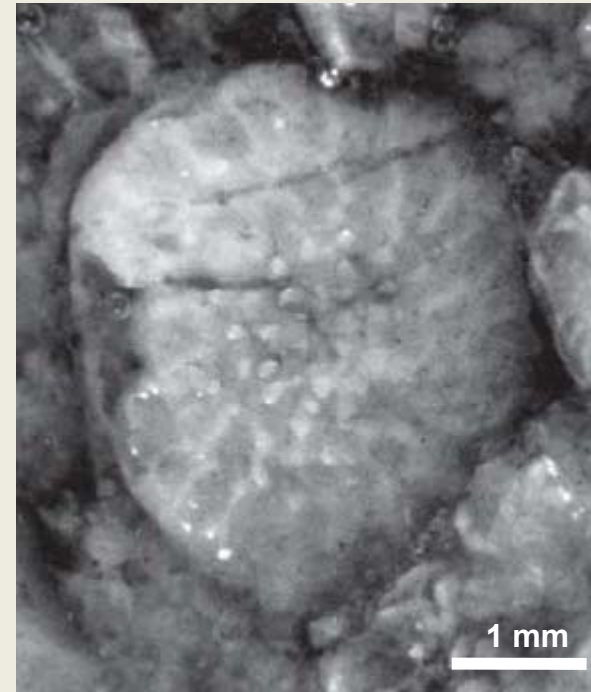


***Assilina spira* (paleocen – eocen)**

- lamelarna, **planispiralna**, involutni zavoji in evolutni vmesni prostori;
- **lečasto sploščena hišica**;
- **zavojnica je vidna že na zunanji površini hišice; septa so ravna in se šele v zgornji tretjini srpasto upognjejo**;
- stenka je karbonatna, perforirana;
- običajno nastopajo skupaj z alveolinami in numuliti;

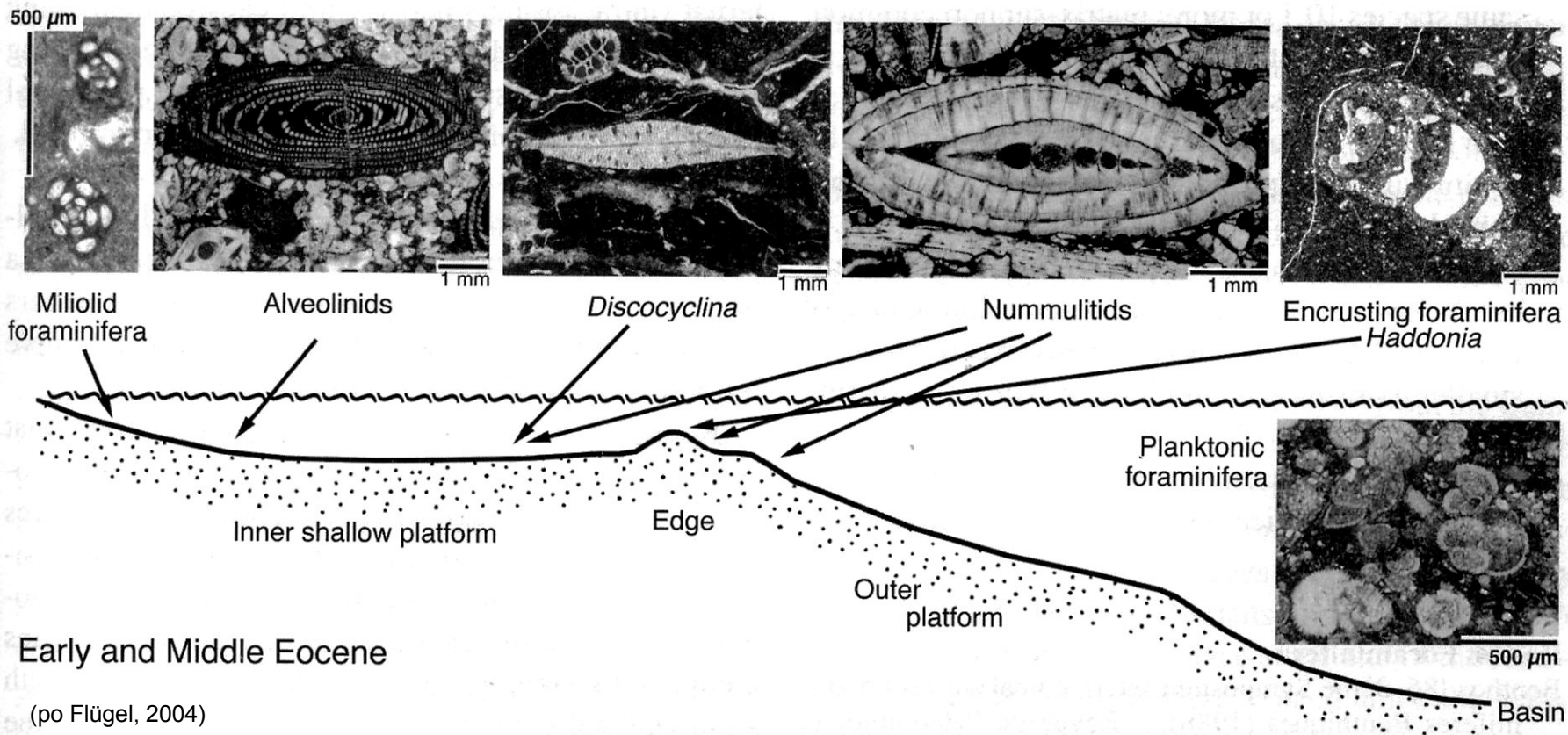
Včasih so posebej ločili rod *Operculina*, ki so ga ločili po:

- diskasto sploščena hišica; evolutni spiralni zavoji in evolutni vmesni prostori;
- zavoji se hitro višajo (se ne prekrivajo, temveč le dotikajo drug drugega);
- septa so v celoti ali vsaj v zgornjem delu srpasto zavita;
- stenka je karbonatna, lamelarna in močno perforirana;
- gladka površina.



Assilina plana (Pavlovec 2005)

Razširjenost eocenskih velikih foraminifer v sedimentacijskih okoljih



***Heterostegina* sp.** (eocen - recentno)

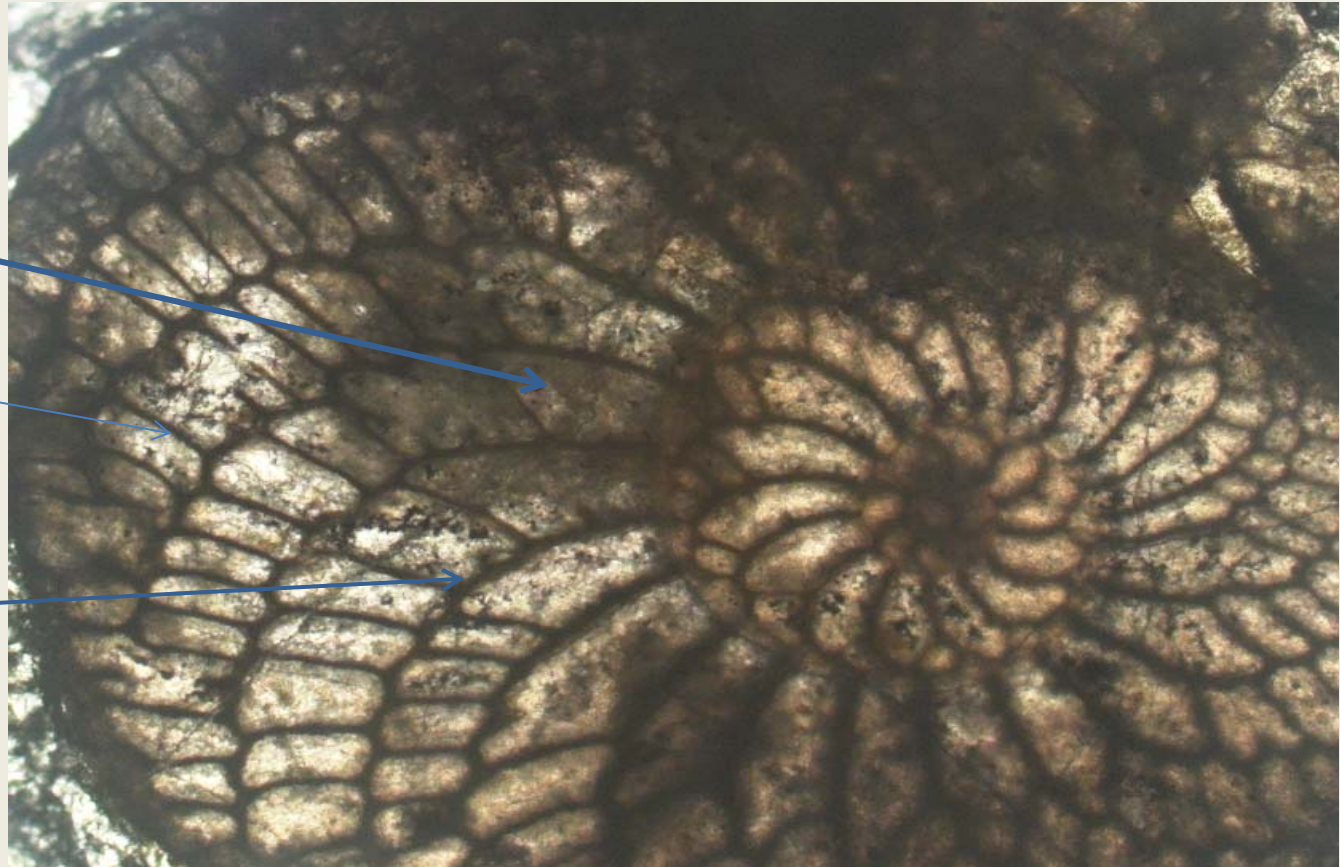
Heterostegina sodi v skupino numulitid. Od ostalih numulitidnih rodov se loči po značilno involutni hišici. Razvije se iz rodu *Operculina* z razvojem sekundarnih sept, ki jih operkuline še nimajo. V razvojni fazi lahko ločimo tri ontogenetske stadije: embrionalni stadij (protokonh in devterokonh), operkulinski stadij (kamre še niso diferencirane) in heterosteginski stadij (kamre že razdeljene v sekundarne).

Heterostegine živijo v tropskih in subtropskih vodah, v širokem spektru globin, vendar živi večina vrst plitveje od 30 m. .

prva kamrica
septuma

septula

septum



Ammonia beccarii (miocen – rec.)

Trohoidna hišica s konveksno dorzalno stranjo, kjer so kamre nameščene spiralno. Na ventralni strani je viden samo zadnji zavoje z odrto umbikalno režo in bradavičasto ornamentacijo.

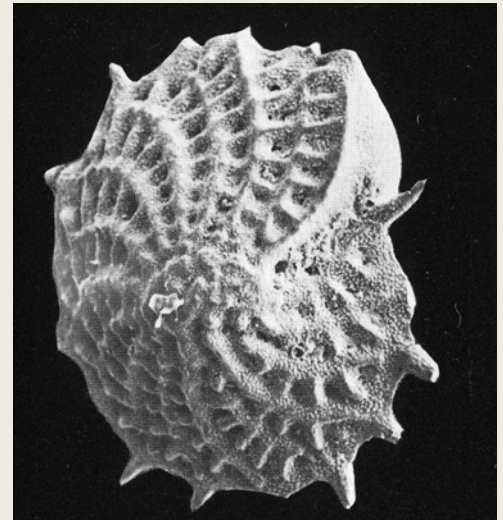
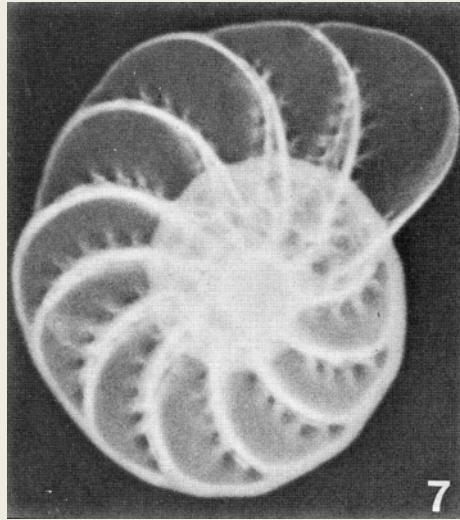
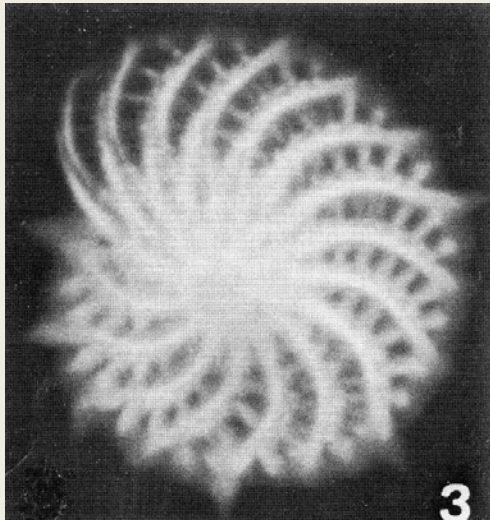
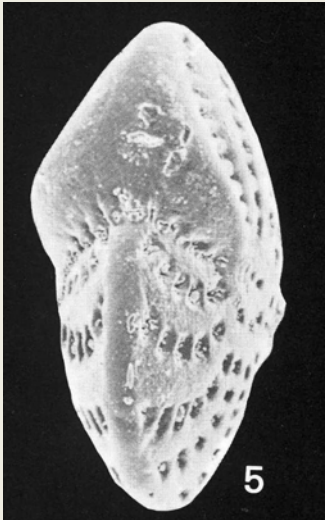
Vrsta je zelo razširjena in pogosta v miocenu Centralne Paratetide v biotopih z reducirano mineralizacijo. Oblika hišice je v veliki meri pogojena z ekološkimi faktorji.



Po Cimerman in Langer (1991)

Elphidium sp. (eocen – rec.)

- velika (do 2 mm) **lečasta, planispiralna involutna**, deloma evolutna hišica;
- na vsaki strani ima **umbilikalno jamico**;
- **šivi so zaviti in na zunanji strani nosijo rebra**;
- periferni obod je subcirkularen, gladek do zelo rahlo lobast;
- stenka je karbonatna, drobno perforirana;
- ustje je interiomarginalno in ima lahko dodatne odprtine.



Seznam foraminifer za vaje

Phylum **Protozoa** (praživali)
Classis **Rhizopoda** (korenonožci)
Ordo **Foraminifera** (luknjičarke)

Subordo **Allogromiina**
Subordo **Textulariina**

Glomospira densa (anizij)
Orbitopsella praecursor (sp. jura)
Loftusia sp. (zg. kreda)
Orbitolina sp. (sp. – zg. kreda)
Textularia sp. (devon – rec.)

Subordo **Fusulinina**

Sphaeroschwagerina carniolica (sp. perm)
Neoschwagerina craticulifera (sr. in zg. perm)

Subordo **Miliolina**

Familia Miliolidae (eocen – rec.)
Meandrospira pussila (sp. trias)
M. dinarica (anizij)
Mesoendothyra croatica (dogger)
Alveolina sp. (paleocen - eocen)
Keramosphaerina tergestina (zg. kreda)
Rhapydionina liburnica (zg. kreda)

Seznam foraminifer za vaje

Subordo **Involutinina**

Involutina sp. (zg. trias – zg. kreda)

Lamelliconus (Trocholina) multispirus (karnij)

Subordo **Globigerinina**

Globotruncana lapparenti (zg. kreda)

G. stuarti (zg. kreda)

Subordo **Rotaliina**

Lepidocyclina sp. (eocen - miocen)

Orbitoides media (kreda)

Ammonia beccarii (miocen-rec.)

Elphidium sp. (eocen-rec.)

Assilina spira (paleocen-eocen (-rec.))

Nummulites sp. (paleocen-oligocen)

Heterostegina sp. (oligocen)

Discocyclina nummulitica (eocen)

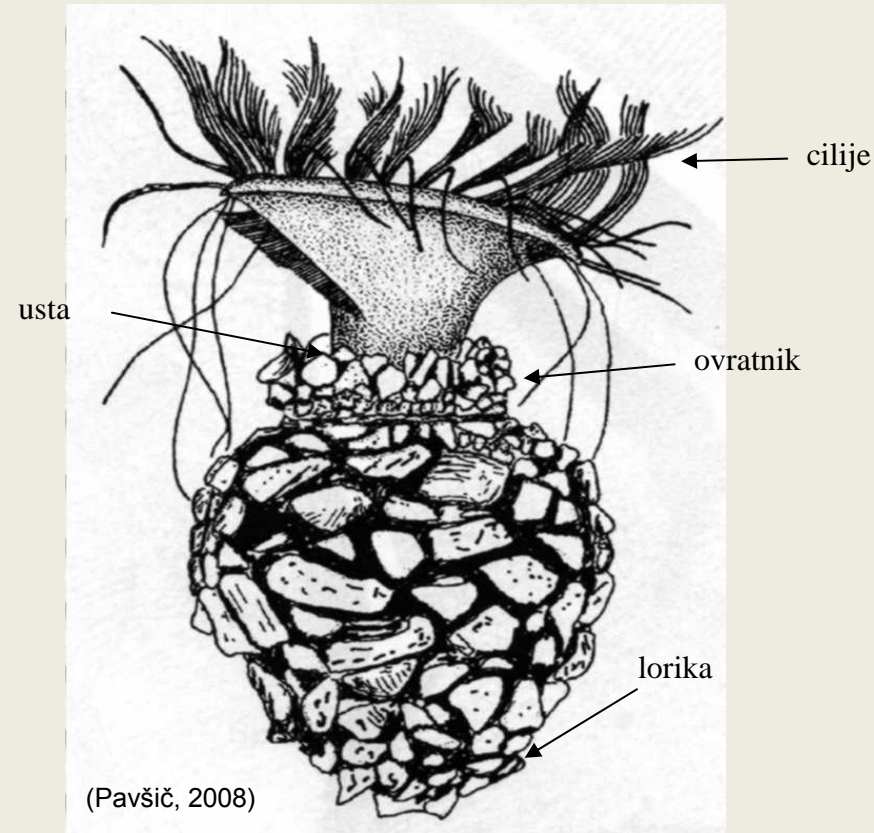
Ciliata

Tintinina

Calpionella

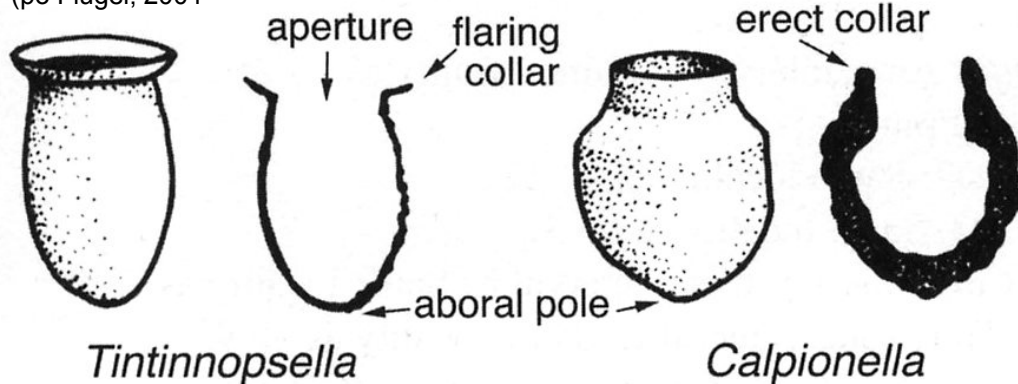
Kalpionele so izumrli zvonasto oblikovani mikrofosili (50-200 μm), ki so pogosti v pelagičnih kamninah zgornje jure in spodnje krede. Glede na morfološko podobnost jih uvrščamo k tintinam, t.j. recentni skupini zooplanktona. Zvonaste celice so zaprte v organski hišico (lorica), ki ima veliko oralno odprtino (apertura) in diferenciran aboralni konec hišice.

Kalpionele predstavljajo dobre zgornjejurske (tithonij) in spodnejkredne (valanginij) indeksne fosile.



Tintinopsis, recentno

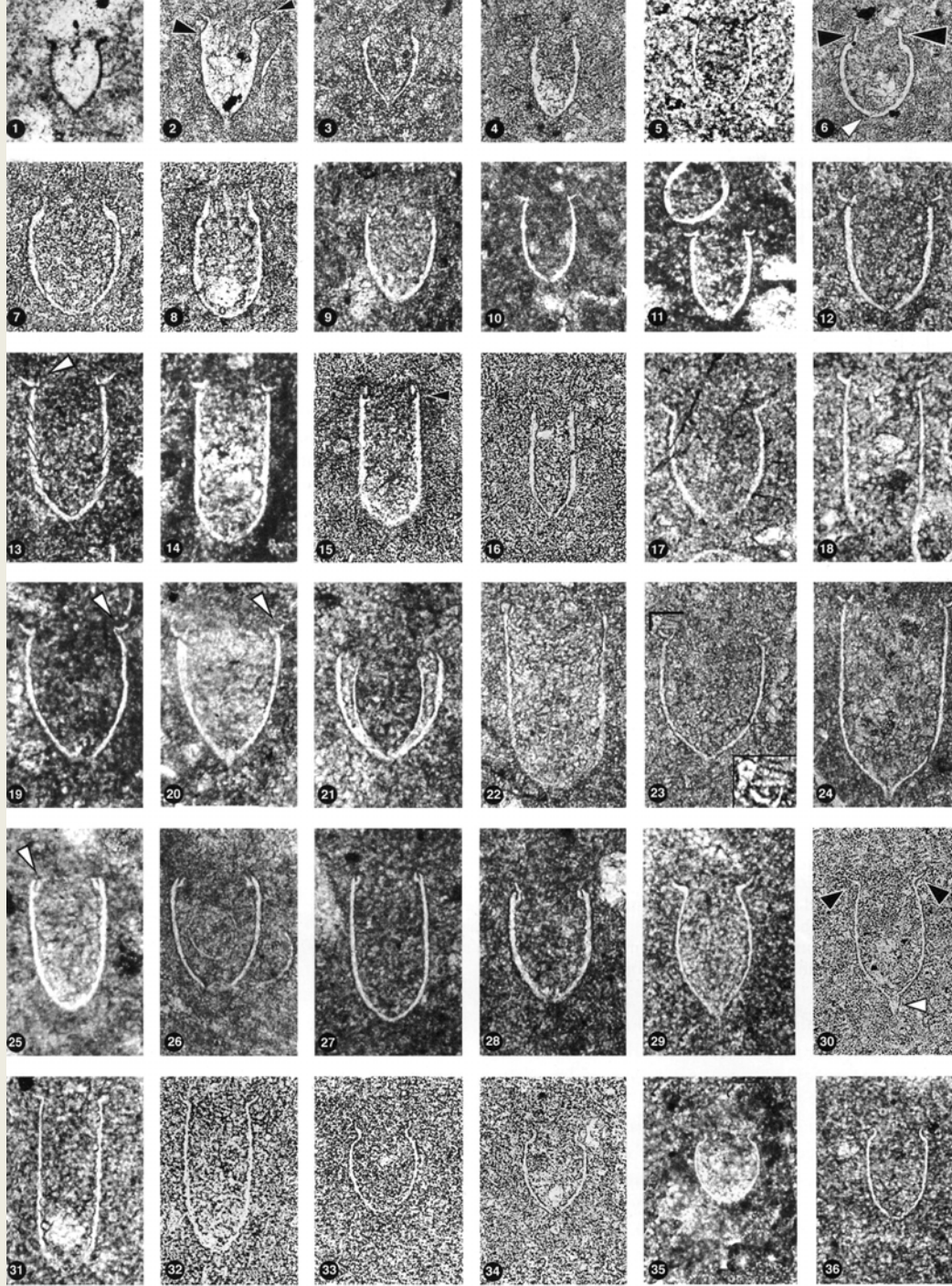
(po Flügel, 2004)



Biostratigrafija kalpionel

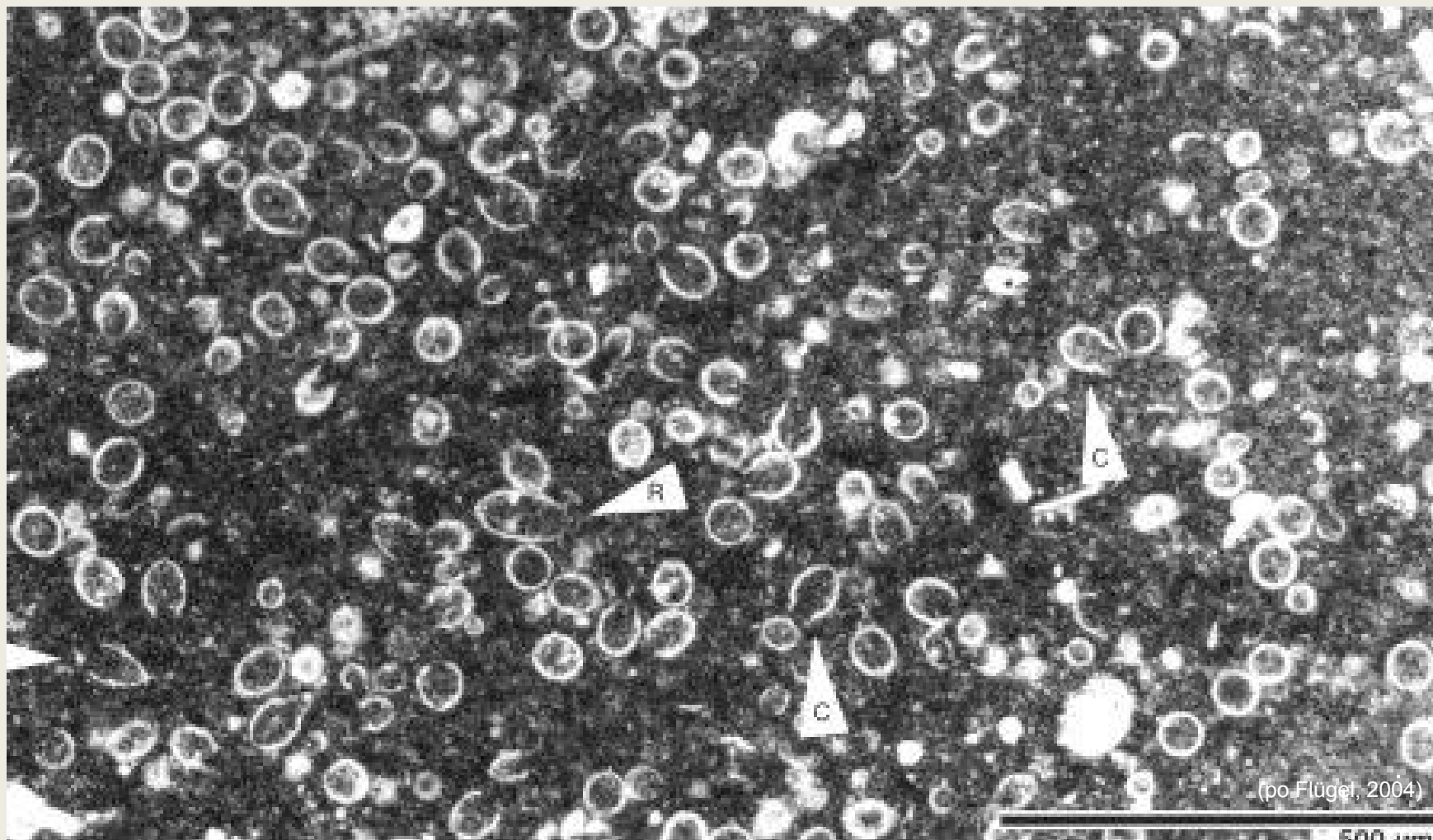
		Remane 1971		Grün and Blau 1997			
Cretaceous	Valanginian	E	Tinnopsella		gr. carpathica Pl. 77/29-30		
					gr. hungarica Pl. 77/34-35		
		Calpionellites		major Pl. 77/27			
				darderi Pl. 77/25-26			
		Berriasian	3	Calpionellopsis		dadayi Pl. 77/24	
						murgeanui Pl. 77/21	
	filipescui Pl. 77/23						
	D 2					oblonga Pl. 77/16	
						simplex Pl. 77/15	
	Jurassic		Tithonian	C	Calpionella		cadischiana Pl. 77/14
		B					elliptica Pl. 77/8
							alpina Pl. 77/6-7
		A		Crassicollaria		catalanoi Pl. 77/10	
						intermedia Pl. 77/2	
						remanei	
			Chitinoidea		andrusovi Pl. 77/5		
					bermudezi		
					boneti Pl. 77/1		
		dobeni					

(po Flügel, 2004)



100 μm

Kalpionelidni apnenec



LITERATURA:

- Arduini, P. & Teruzzi, G. Eds. 1986: The Macdonald encyclopedia of fossils. Macdonald & Co., London, 317 pp.
- Bignot, G. 1970: Contributin a l'etude des especes liburniennes des genres Rhapydionia Stache 1913 et Rhipidionina Stache 1913. – *Revue de Micropaleontologie*, 13/4, 222-236.
- Cherchi, A. & Schroeder, R. 1990: Keramosphaerina sarda n. sp., grand Foraminifere (Miliolacea) du Coniacien de Sardaigne. – *Micropaleontologie/Micropaleontology*, C. R. Acad. Sci. Paris, 310/2, 1567-1572.
- Cimerman, F. & Langer, M. L. 1991: Mediterranean foraminifera. Založba ZRC, ZRC SAZU, 93. Tab.
- Douglass, R. C. 1960: Revision of the family Orbitolinidae. – *Micropaleontology*, 6/3, 249-270.
- Drobne, K., Čosović, V & Robinson, E. 2002: Velike miliolide zgornje krede in paleogena skozi prostor in čas (Larger miliolids of the Late Cretaceous and Paleogene seen through space and time). *Geologija*, 45/2, 359-366, Ljubljana.
- Flügel, E. 2004: Microfacies of carbonate rocks. - Springer Verlag, 976 pp.
- Gušić, I. 1969, : Some new and inadequately known jurassic foraminifers from central Croatia: *Geološki Vjesnik*, v. 22, p. 55–88.
- Hottinger, L., Drobne, K. & Caus, E. 1989: Late Cretaceous, Larger, Complex Miliolids (Foraminifera) Endemic in the Pyrenean Faunal Province. – *Facies*, 21, 99-134.
- Hottinger, L., Halicz, E. & Reiss, Z. (1993): Recent foraminiferida from the Gulf of Aqaba, Red Sea. ZRC SAZU, Ljubljana, 179 pp., 230 Tab.
- Kochansky-Devide, V. 1964: PAleo zoologija. - Školska knjiga, 452 str.

- Lajmiš, L. 2006: *Numulitine, pomembna fosilna skupina za paleogen* (1. seminarska naloga). Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 25 pp.
- Masoli, M. 1966: Rinventimenti di »Meandrospira iulia« nel trias inferiore del Trentino – Alto Adige. – Studi Trentini di Scienze Naturali, 43/2, 326-333, Trento.
- Meric, E. 1965: Sur deux nouvelles especes de Loftusia e tun nouveau genre, Asterosomalina. – Revue de micropaleontologie, 8/1, 45-52.
- Novak, M. 2007: *Biostratigrafija mlajšega paleozoika Dovžanove soteske* (doktorska disertacija). Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 159 pp.
- Pavlovec, R. 1976: Patologija numulitin (The Pathology of Nummulitins). *Geologija*, 19, 83-106, Ljubljana.
- Pavlovec, R. 2005: Prispevek k numulitni favni iz prodnikov pri Stranica (To the knowledge of the nummulitins from the pebbles near Stranice, Central Slovenia). – *Geologija*, 48/1, 13-17.
- Pavšič, J (2003: *Paleontologija, I. del, Paleobotanika in paleontologija nevretenčarjev*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 451 pp.
- Radoičić, R. 1969: Aberantna grana fosilnih tintinina (podred Tintinnina) (La branche aberrante des tintinnines fossiles (sous – ordre Tintinnina). – *Palaeontologia Jugoslavica*, 9, 71 pp., 8 Tab.
- Postuma, J. A. 1971: *Manula of planctonic foraminifera*. - Elsevir Publ. Co., 420 pp.
- Sen Gupta, B. K. 1999: *Modern foraminifera*. – Kluwer academic publishers, Dordrecht-Boston-London, 371 pp.
- Southern Tethys biofacies. - Agip S.p.A., 285 pp.