

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Foraminifera ostrova Rab

Anna Poštulková

Praha 2009

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Foraminifera ostrova Rab

Foraminifera from island Rab

Autor: Anna Poštulková

Ročník studia: VI. osmiletého gymnázia

Škola: Gymnázium Elišky Krásnohorské,
Ohradní 55, Michle, Praha 4

Studijní obor: Všeobecný

Název a č. oboru: Geologie, geografie; 05

Konzultant: Doc. RNDr. Katarína Holcová, CSc.
Ústav geologie a paleontologie PŘF UK

Praha 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V dne podpis:

Poděkování.

Největší dík patří Doc. RNDr. Kataríně Holcové, CSc. za poskytnutí materiálů, obětavou pomoc a podnětné připomínky při vedení mé práce. Dále děkuji RNDr. Lucii Juříčkové, Ph. D. za pomoc s určováním měkkýšů, RNDr. Martinu Mazuchovi, Ph. D. za odborné vedení při práci s elektronovým mikroskopem a v neposlední řadě také RNDr. Radku Mikulášovi, CSc. za odborné sdělení ohledně vrteb ve stěnách dírkovců

Anotace

Ve své práci jsem se zaměřila na zástupce dírkovců žijící na ostrově Rab poblíž chorvatského pobřeží.

Ze vzorků sedimentu jsem vybrala zástupce dírkovců, které jsem detailně studovala pomocí elektronového mikroskopu. Určila jsem druhy dírkovců a sestavila jsem tabule. Nalezla jsem 19 druhů dírkovců, z nichž všechny náležely k mělkovodním druhům. Nalezla jsem i mutace a vrtby ve schránkách způsobené autotrofními organismy.

Klíčová slova: foraminifera, dírkovci, dírkonošci, Jaderské moře, taxonomie, elektronový mikroskop

Anotation

My research concerns foraminifera from Croatian island Rab.

I selected representatives of foraminiferal strain from samples of sediment. I took pictures of them at elektron microscope and made plates of each individual species. 19 foraminiferal species were recorded, all species are classified to shallow – water species. I found also some mutations and holes made by autotrophic organisms.

Key words: foraminifera, Adriatic Sea, taxonomy, electron microscope

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Teoretická část.....	6
2.1 Úvod a historie výzkumu.....	6
2.2 Zařazení do systému	7
2.3 Stavba těla.....	7
2.4 Schránka.....	9
2.4.1 Morfologie schránky	9
2.4.2 Morfologie jednotlivých částí schránky	11
2.4.3 Terminologie popisu schránek.....	13
2.5 Ekologie.....	13
2.5.1 Výskyt.....	13
2.5.2 Výživa	15
2.5.3 Pohyb	15
2.5.4 Rozmnožování.....	16
3. Metodika	16
3.1 Sběr	16
3.2 Izolace foraminifer ze sedimentů dna	16
3.2.1 Plavení.....	16
3.2.2 Separace organických zbytků z výplavu	17
4. Výsledky	17
4.1 Rab	17
4.2 Charakteristika organického obsahu ve výplavech.....	18
4.3 Nalezené druhy	18
4.3.1 Narušení stěn foraminifer autotrofními organismy.....	27
5. Diskuze	27
6. Závěr.....	27
7. Soupis zdrojů.....	28
8. Slovníček	29

1. Úvod

Zajímám se o geologii a paleontologii, proto se jsem se chtěla podobnou tematikou zabývat i v mé práci.

Zaměřila jsem se na skupinu mořských prvoků – dírkovců. S výběrem tématu mi pomohla paní Doc. RNDr. Katarína Holcová, CSc. z Ústavu geologie a paleontologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, která mi poskytla vzorky, jež odebrala v sedimentech chorvatského ostrova Rab.

Zkoumala jsem schránky recentních, tedy v současnosti žijících dírkovců. Mohlo by se proto zdát, že to nemá s mnoho společného s paleontologií. Zkoumáním recentních dírkovců však můžeme zjistit mnoho i o životě těch již fosilizovaných. Výzkum živých dírkovců je velmi důležitý pro pochopení ekologických vztahů a způsobu života fosilních dírkovců. Tento způsob výzkumu se nazývá princip aktualizmu.

2. Teoretická část

2.1 Úvod a historie výzkumu

Dírkovci spadají do říše prvoků (Rosypal S. a kol., 2003). Název foraminifera je odvozen od latinských slov foramen (otvor) a ferre (nést). Můžeme je také nalézt pod názvem dírkonošci. Jedná se o velice starobylou skupinu. Existence druhů žijících na dně je prokázána již od kambria, planktonické druhy se vyvinuly asi o 250 milionů let později v éře druhohor. Zástupce dírkovců můžeme nalézt v hojném počtu i v současnosti, přestože byly nejprve zkoumány pouze jako fosilie. V současnosti je známo asi 40 tisíc druhů dírkovců z toho 4 tisíce recentních

(<http://www.kbi.zcu.cz/veda/paleontologie/zoopaleontologie/prvoci/index.php>,
<http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/foraminifera.htm>).

Objektem vědeckého zkoumání se dírkovci stali v 17. století. Jejich důkladnému prozkoumání však stálo v cestě nedokonalé vybavení přírodovědců, kteří měli k dispozici pouze vybroušená zvětšovací skla. Mikroskop byl totiž vynalezen až koncem 17. století.

Prvním převratným krokem ve výzkumu foraminifer byla práce přírodovědce **Alcide d'Orbignyho**, který v roce 1826 publikoval své názory na foraminifery ve svém díle „Tableau Méthodique de la Classe des Céphalopodes“. Již z názvu je však zjevné, že je zařadil mezi hlavonožce (céphalopodes = hlavonožci). Mikrohlavonožce rozdělil do tří tříd, z nichž jednou byly právě Foraminifery. Dnes používáme tento název jako označení pro celou skupinu. Přes špatné zařazení se jedná o první podrobné roztřídění této skupiny (Boersma, A. 1998).

Koncem 19. století se přírodovědec **H. B. Brady** zúčastnil na britské lodi Challenger plavby kolem světa. Zde nashromáždil množství vzorků. Své výzkumy pak publikoval roku 1888 v práci „Challenger Reports“, kde nalezneme množství ilustrací dírkovců. Bradyho práci

upravil v roce 1960 Barker. Po jeho úpravě zůstává toto dílo konečnou prací o holocénních foraminiferech světových oceánů.

Po 1. světové válce nabývají foraminifery na důležitosti v určování stáří hornin pro potřeby ropného průmyslu. Ukázaly se totiž být v určování stáří hornin stejně dobrými pomocníky jako souvrství. Podnět daný ropnými společnostmi urychlil výzkum foraminifer a jiných mikrofosilních skupin. Nejvýraznější osobností tohoto výzkumu byl přírodovědec **August Cushman** z USA, který založil výzkumnou laboratoř v Sharonu ve státě Massachusetts. Vychoval mnoho studentů a publikoval obsáhlé práce mezi jinými také „The Classification and Economic Use of Foraminifera“. Založil první časopis o výzkumu foraminifer „Contributions of the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research“ dnes vydávaný pod názvem „Journal of foraminiferal research“ (Boersma, A. 1998).

2.2 Zařazení do systému

Výstupy v oblasti systematického zařazení se velmi často mění. Proto jsou dírkonošci podle jiných systémů často zařazováni pod kmen kořenonožců.

Říše: prvoci (Protozoa)
Podříše: Archezoa
Podříše: Neozoa
Kmen: trubénky (Choanozoa)
Kmen: kořenonožci (Rhizophoda)
Kmen: hlenky (Mycetozoa)
Kmen: **dírkonošci** (Foraminifera)
Kmen: paprskovci (Actinopoda)
Podříše: Euglenozoa
Podříše: Alveolata

(Rosypal S. a kol., 2003: Nový přehled biologie, Scientia, str. 156)

2.3 Stavba těla

Tělo foraminifer je rozlišeno na protoplazmu a schránku, která sestává z jedné nebo více komůrek. Podle počtu komůrek poznáme stáří jedince.

Zrnitou organickou **protoplazmu** najdeme pouze u živých jedinců. Vyplňuje celý prostor schránky a částečně z ní vystupuje i ven, buď větším ústím, nebo drobnými póry na povrchu schránky, podle kterých ostatně dírkovci získali své pojmenování. Tyto výběžky protoplazmy tvoří síť nitkovitých panožek (pseudopodií), kterými si dírkovec obstarává potravu.

Většina foraminifer tvoří **pevnou schránku** (Pokorný, 1954). Schránky se liší jak materiálem, tak tvarem, což je základem systematického členění.

Vývojově nejstarším typem je **organická schránka**. V průběhu času se měnil názor na druh její stavební látky. Původně se mělo za to, že se jedná o chitin (stejně jako stavební látka těl hmyzu). Další teorie říkala, že jde o látku podobnou spíše rohovině, dále se tedy mluví o schránce z keratinu (Averincev, 1904: podle Pokorný, 1954). Dnes tuto látku složenou z polysacharidů a bílkovin označujeme jako tektin. Jak se organismy v průběhu evoluce snažily schránku zpevňovat, vznikaly další druhy.

Aglutinovaná schránka je slepená. Tu si vývojově starší foraminifery slepují z cizorodých částíček. Někdy je toto slepování druhotným procesem, kdy dírkovec jen doplňuje svou sekreční schránku. Je zjištěno, že povaha sebraného materiálu se u jednotlivých druhů dírkovců liší druhem částíček a dokonce i jejich barvou. Nejde tedy o náhodný sběr, ale o výběr, a to často velmi pečlivý. Tento způsob třídění materiálu popisuje u různých druhů rodu *Psammospaera* August Cushman (Pokorný, 1954). Dírkovci ke stavbě používají zrnka písku, jehlice hub, lupínky slídy a dokonce i schránky jiných dírkovců. Ke spojení těchto jednotlivých částíček slouží tmel vylučovaný dírkovcem. Tmelů je více druhů, z nichž nejpůvodnější je tektinový. Načervenalá barva schránek je způsobena obsahem trojmocného železa. Studenomilní dírkovci tvoří jednodušší aglutinované schránky většinou s použitím křemitého nebo tektinového tmele, protože chladné vody obsahují větší množství oxidu uhličitého, který vápenaté schránky rozpouští (Pokorný, 1954).

V prvohorách se u dírkovců vyvinul typ **mikrogranulární schránky**, který se považuje za spojení mezi aglutinovanou a sekreční schránkou. Stěna schránky je složena z mikroskopických krystalků kalcitu spojených vápenatým tmelem. Přibližně kulovitá zrnka kalcitu byla řazena náhodně nebo uspořádána vzhledem k povrchu schránky. Materiál dodává schránce charakteristický cukrovitý vzhled (Boersma, 1998) (www.eforams.icsr.agh.edu.pl).

Vápenitá **sekreční schránka** se nejspíše vyvinula z aglutinované tím, jak postupně narůstalo procento tmele z vápence (CaCO_3), až převážil tmel nad aglutinovanými částíčkami. Obal z vápence sám o sobě k ochraně stačil, proto se začaly tvořit schránky čistě z vápenatého tmele a dírkovci přestali vytvářet aglutinovanou schránku, protože se stala zbytečnou. Čistě vápenatá schránka sestává z drobných kalcitových zrníček. Vápenec je ve schránkách převážně v kalcitové modifikaci.

U některých jedinců, kteří mají v dospělosti zcela vápenatou schránku, můžeme pozorovat v jejích nejstarších částech známky aglutinace. Podle jiné teorie vzniku tohoto druhu schránky je však možné, že vznikla přímo z tektinokřemičitého typu podobně jako u ramenonožců, měkkýšů, členovců a hlavonožců (Pokorný, 1954).

Schránka však není pouze z uhličitanu vápenatého, ale je v ní obsaženo mnoho různých mikropříměsí, jejichž množství závisí na vlivu prostředí (salinita, teplota,...). Například podíl hořčíku se zvyšuje se zvyšující se teplotou (Pokorný, 1954: podle Clarka a Wheelera).

Sekreční schránku recentních tj. současných foraminifer rozlišujeme podle vzhledu na dvě skupiny: porcelanité a sklovité.

Porcelanní jsou neprůsvitné a mléčně bílé, podobně jako porcelán. Jejich stěna je složena z malých vápencových krystalků, díky nimž se dopadající světlo odráží i lomí. Orientace krystalků není jednotná, často se mění i v průběhu vývinu jedince. V procházejícím světle mají schránky hnědou barvu, tento charakteristický rys často fosilizací zanikne (Pokorný, 1954).

Sklovité (hyalinní) mají stěny průsvitného až průhledného vzhledu. Stěny jsou složeny z kalcitových hranolků postavených kolmo na povrch stěny. Některé druhy jsou však zařazeny mezi sklovité a přitom mají schránky zcela neprůhledné. Mají obdobnou strukturu jako průhledné formy, jejich tzv. subporcelanní vzhled je způsoben buď větší tloušťkou stěny u druhů se zrnitou mikrostrukturou stěn, nebo pórovitostí stěn. Vývojový vztah mezi běžným paprscitým a zvláštním zrnitým uspořádáním stěny není dosud zcela jasný. Pravidla, která platí pro současné druhy, jsou popírána zkušenostmi s fosilizovanými dírkovci a naopak (Pokorný, 1954).

Jak už napovídá jejich název, je přítomnost pórů u dírkovců důležitým jevem pro jejich správné zařazení. Póry jsou nápadné obzvláště u dírkovců s vápenatou schránkou, proto se podle nich schránky dělí na dvě skupiny: **perforátní** (s póry) a **imperforátní** (bez pórů).

Perforátní druh bývá často ztotožňován se sklovitou strukturou, ale může se zřídka vyskytnout i u porcelanního typu. Velikost pórů je různá, ale zpravidla je u jednotlivých forem poměrně stálá. Často se mění i v průběhu ontogeneze. Některé póry dorůstají takových rozměrů, že je můžeme považovat za přechod k ústí. Většinou ale neměří více než půl mikronu. Velikost a četnost pórů má vliv na průchod světla schránkou a tím na její vzhled (Pokorný, 1954).

Zajímavé výzkumy byly též vedeny ohledně orientace schránky. V rámci jednoho druhu s trochospirálním typem schránky (viz. Morfologie schránky) se totiž často vyskytují jedinci s **levotočivou** i **pravotočivou** schránkou. Pravotočivost a levotočivost souvisí nejspíše se střídáním generací (Pokorný, 1954).

2.4 Schránka

2.4.1 Morfologie schránky

Znalost morfologie schránky dírkovců je velmi důležitá pro jejich zařazení do systému i studium jejich života a fylogeneze. Všechna kritéria pro vznik určitého tvaru schránky ještě nejsou zcela prozkoumána, je však nesporné, že na něj mají vliv fylogenetické procesy i životní podmínky jedince.

Nejprve je třeba seznámit se s různými možnostmi tvaru schránek, které se vyvíjejí nejspíše adaptací dírkovců na prostředí, ekologickými vlivy a přirozeným výběrem.

Nejjednodušší schránkou je **jednokomůrková**. Nejpodobnějším typem jednokomůrkové formě jsou dva typy aglutinovaných schránek, z nichž jedna, charakteristická pro čeleď *Astrorhizidae*, je uspořádána tak, že centrální část komůrky vybíhá

v několik ramen s otvory na konci (obr. 10-3,11). Druhým typem, náležejícím k čeledi *Saccaminidae*, je tvořen kulovitou nebo oválnou komůrkou s jedním nebo více otvory (obr. 10-1,2).

Velmi jednoduchým tvarem je **rourka** otevřená na obou koncích (obr. 10-4).

Z jednoduších schránek se vytváří složitější útvary. Z baňkovitého jednodušího tvaru jsou odvozeny dva typy. U prvního z počáteční komůrky vybíhá přímá trubicovitá rourka, která se někdy větví (obr. 10-6,10). Druhý tvoří tvary v **plošné nebo nepravidelné spirále** (obr. 10-13,41).

Tvar s krásným názvem „**šňůra perel**“ čeledi *Reophaeidae* můžeme odvodit od přímé nedělené rourky. Jedná se o přímý komůrkovaný typ, který může vzniknout dvojím způsobem. Buď opakovaným zaškrfováním rourky, nebo z baňkovitého tvaru tím, že dceřinné komůrky zůstávaly spojeny (obr. 10-6,45).

Mnohokomůrková planispirální schránka je vyvinuta z ploše spirální (planispirální) nedělené rourky. Její primitivnější formou je evolutní typ (obr. 10-14). Později se objevuje involutní typ (obr. 10-15). Z involutního se pak dále vyvinul zvláštní vřetenovitý tvar, u něhož je osa vinutí delší než výška (obr. 10-16). Z evolutního prstencový cyklický typ (obr. 10-17,18).

Z ploše spirální nedělené rourky je vyvinuta i **trochospirální schránka**, která se nazývá také hlemýžďí, helicoidní a konchospirální. Nejdříve se vyvinul nedělený typ (obr. 10-29), později rozdělený v komůrky (obr. 10-30). Trochospirální typ může druhotně přejít zpět ve planispirální jako u čeledi *Nummulitidae* (obr. 10-31,32). Může z něj také vzniknout složitý **orbitoidní** typ s vrstvami bočních komůrek.

Triseriální typ je vysoce spirálním typem, u kterého vždy komůrky dalších závitů leží přímo nad sebou (obr. 10-34).

Rozvinutím trochospirálního nebo planispirálního typu vznikají **biseriální** nebo **monoseriální** typy. U planispirálního se vytváří buď typ biseriální (textularoidní), který potom může přejít v monoseriální, nebo vzniká rovnou monoseriální typ (obr. 10-19 až 28). Z trochospirálního typu vzniká biseriální redukcí počtu komůrek ze tří na dvě v jenom závitě. Pokud redukce pokračuje, může se tvořit monoseriální typ (obr. 10-33, 35 až 38).

Z planispirálního přes biseriální stadium vzniká tvar, kdy jsou komůrky v přímé sérii uspořádány do tvaru písmene V (obr. 10-24).

Na konci fylogenetického vývoje vznikají z přímočarých monoseriálních typů zas jednoduší.

Kuželovité schránky jsou odvozeny od trochospirálního typu. Jednotlivé komůrky tvoří celou základnu a schránka nabývá podoby nízkého komolého kužele.

Typ lomené spirály vznikl buď z klubičkovitě vinuté nedělené rourky, nebo z typu planispirální nedělené rourky (obr. 10-41,42).

Popis různých tvarů schránek podle obrázku: Pokorný, V. (1954): *Základy zoologické mikropaleotologie, Nakladatelství Československé akademie věd*

2.4.2 Morfologie jednotlivých částí schránky

Proloculum je označení pro počáteční komůrku dírkovce. Podle způsobu spojení s ostatními komůrkami rozlišujeme **orthostylní** proloculum (obr. 10-1), které je spojeno s následujícími komůrkami prostým otvůrkem nebo otvůrkem na konci rovné trubičky, a **flexostylní** proloculum (obr. 10-5), které je s nimi spojeno spirálně zakřiveným průchodem. U složitějších foraminifer se můžeme setkat se zárodečnou částí složenou ze dvou i více komůrek, které se liší od ostatních svou formou. Tento útvar pak nazýváme **nukleokoncha**.

Postembryonální komůrky se vytváří po proloculu. Mají nejrůznější tvary: trubicovité, kapkovité, kulovité, sedlovité, válcovité, hranolovité, tří i čtyřhranné, nepravidelné atd. Jak postupně komůrky přirůstají, jejich objem se zvětšuje.

Srůstem **přepážek** (sept) mezi komůrkami a stěnou schránky vznikají tzv. **švy** (sutury). U spirálních forem existují ještě spirální švy, které oddělují sousední závit. Pokud jsou švy ztlustělé, říkáme jim švy **limbátní**.

2.4.2.1 Ústí

Velmi důležitou součástí schránky je **ústí**, jehož poloha a tvar jsou podstatné pro systematické určování dírkovců. Ústí (apertura) je větší otvor ve stěně schránky, kterým proniká ven protoplazma. Každý jedinec má většinou jen jedno ústí, můžeme se setkat i s rody dírkovců, u kterých může najednou fungovat několik ústí, což jim umožňuje růst více komůrek najednou. Některé druhy dokonce v průběhu evoluce, kdy byla snaha ústí stále zmenšovat, o ústí zcela přišly a jeho funkci přebraly póry.

Jednoduchým druhem je jednoduché okrouhlé ústí na zadním konci komůrky. Zadním koncem je u trubicovitých schránek míněně nezúžený konec rourky (obr. 11-1). U spirálních forem rozeznáváme tři druhy ústí podle polohy. Prvním je ústí basální (obr. 11-2) při vnitřním švu čelní stěny poslední komůrky, který je nejběžnějším typem. Druhým je ústí centrální (obr. 11-3) blízko středu čelní stěny. Třetím pak ústí obvodové neboli periferní (obr. 11-4). Pro typ komůrek seřazených do jedné řady je charakteristické terminální ústí (obr. 11-5).

Postupným vývojem se rozlišily také různé tvary ústí na okrouhlá, polokruhovitá (obr. 11-9), srpkovitá (obr. 11-6), šterbinovitá (obr. 11-7), slzovitá (obr. 11-8), trojhranná a čtyřhranná.

Z původních rovných a nepřesahujících okrajů ústí se vyvinuly složitější typy. Jedním z nich je vyvýšený okraj v podobě krčku nebo pysku (obr. 11-10). Opakem je tzv. entosoleniální rourka nebo ploténka (obr. 11-11), což je okraj pokračující dále dovnitř komůrky. Modifikace okrajů ústí nejspíše slouží k lepšímu ulpívání protoplazmy.

Zvláštní formou je pak ústí paprscité. U nejvyspělejších forem je ústí odděleno od komůrky přehrádkou, která za vnějším ústím vytváří aperturální komůrku (obr. 11-13). U několika čeledí se vyskytuje dendriticky větvené ústí (obr. 11-12), které bývá někdy svrchu kryto vápenatými ploténkami. Spolu se seriálními ústími nejspíše přispívá tento typ ústí u imperforátních dírkovců k lepší komunikaci protoplazmy s okolím.

Častá jsou složená ústí sestávající z několika drobných otvorů a řesetovitá ústí, skládající se z velkého množství otvůrků, které často pokrývají většinu plochy čelní stěny komůrky. Řesetovitá ústí se liší svým vnikem. Mohou být primární nebo mohou vzniknout až sekundárně srůstem ústních zoubků nebo vytvořením trámečků mezi ústními paprsky. Účelem tohoto typu ústí je nejspíše také zlepšení ulpívání protoplazmy stejně jako u modifikovaných okrajů ústí.

Musíme rozlišovat mezi ústím a druhotnými otvory, které vznikly resorpcí na vnitřních mezikomůrkových přepážkách a říkáme jim foramina.

2.4.2.2 Stěny a komůrky

Jedním z důsledků fylogeneze je komplikování jednodušších forem stěn a komůrek, dále jsou některé tyto procesy popsány.

Pokud u aglutinovaných typů stěny druhotně ztloustnou a jsou prostoupeny mnoha nepravidelnými kanálky, které se rozšiřují v dutinky, říkáme jim **labyrintní stěny**. Když vylučování aglutinovaného materiálu pokračuje uvnitř komůrek, až se komůrka zaplní hmotou s mnoha dutinkami, zavádíme pro ně termín **labyrintní komůrky**.

Také u vápenitých schránek dochází k druhotnému ztlušťování stěn. Druhotně vytvořený celek tzv. druhotná kostra je často ve formě vrstvy. Ta je jedolitého charakteru i u typů s perforovanými stěnami.

U aglutinovaných i vápnitých forem se setkáváme s **komůrečkami**, které vznikají druhotným přepažením komůrek.

Jedním ze zpevňovacích prvků schránky jsou **pilířky a hřebíky**, které prostupují celou schránkou, buď v nepravidelném, nebo pravidelném uspořádání. Jejich přítomnost se projevuje na povrchu schránky vyvýšenými granulacemi v místě jejich zakončení.

U pokročilých forem se setkáváme s **kanálkovou soustavou**. Kanálky se tvoří v různých částech kostry. Můžeme je pozorovat, až když jsou vyplněny cizorodou látkou.

U složitých foraminifer orbitoidního typu rozlišujeme dva druhy komůrek: **základní** (rovníkové) **komůrky** ležící v rovníkové rovině a po obou jejich stranách **bočné** (laterální) **komůrky**. Bočné komůrky často leží ve více řadách nad sebou, navzájem jsou propojeny jemnými póry ve svých stropech a dnech.

Povrch schránek může být lesklý a hladký, ale i drsný nebo zrnitý. Časté jsou jamky nebo naopak výrůstky na jejich povrchu. U aglutinovaných se objevují výrůstky zřídka např. v podobě blanitých lemů, zato u vápenatých jsou velmi hojné. Různé lemy, blanité lišty, mřížky a žebra slouží jako zpevnění a souvisí často s vnitřní kóstrou. Trnovité výrůstky pomáhají při ukotvení.

Popis různých částí schránky a obrázků popisující ústí: *Pokorný, V. (1954): Základy zoologické mikropaleontologie, Nakladatelství Československé akademie věd*

2.4.3 Terminologie popisu schránek

U spirálních foraminifer (rody: *Peneroplis*, *Elphidium*) mluvíme o čelním pohledu, kolmém na čelní plochu poslední komůrky, a o bočním pohledu, rovnoběžném s osou vinutí.

U trochospirálních (rod *Ammonia*) rozlišujeme spirální (dorsální, hřbetní) stranu, na které je vrchol s proloculem a na které můžeme pozorovat závity, a umbilikální (ventrální, břišní), která je spirální protilehlá. Dále rozlišujeme periferní pohled, kolmý na osu vinutí, a čelní pohled na čelní stěnu poslední komůrky (Pokorný, 1954).

U schránek miliolidního typu (rody: *Quinqueuloculina*, *Massilina*, *Lachlanella*, *Spiroloculina*, *Adelosina*, *Pseudotriloculina*, *Triloculina*) mluvíme o bočním pohledu kolmém na osu vinutí, aperturálním pohledu, rovnoběžném s osou vinutí, pohlížejícím na stranu s ústím a periferním pohledu, kolmém na osu vinutí, pohlížejícím ze zploštělé strany schránky na stěnu obvodové komůrky.

U seriální schránky (rod *Textularia*) mluvíme o bočním pohledu, z něhož jsou viditelné seriálně řazené komůrky, o periferním pohledu, z kterého je viditelná boční strana jedné řady komůrek a o aperturálním pohledu (Pokorný, 1954).

2.5 Ekologie

2.5.1 Výskyt

Většina dírkovců žije pouze v moři, menší část žije v brakické vodě.

Dírkovci jsou velmi zhruba rozděleni do tří základních skupin podle velikosti a způsobu života. První skupinou jsou **planktonické druhy**, které se volně vznášejí ve vodním sloupci. Jen velmi málo druhů dírkovců žije planktonicky. Tyto druhy jsou perforovány, mají složitá ústí a na povrchu množství trnů nebo Jehliček, které jim usnadňují vznášení.

Další dvě skupiny obsahují dírkovce žijící na dně (tzv. bentózní). Ti se dělí na velké a malé. **Velké bentózní foraminifery** jsou výjimečné právě svým velkým vzrůstem. Dorůstají totiž velikosti až několika milimetrů. Mají velmi složitou vnitřní strukturu schránky, kterou můžeme obdivovat pouze v průřezu nebo výbrusu. **Malé bentózní foraminifery** byly poprvé popsány v 16. a 17. století, byly však zařazeny mezi hlavonožce a měkkýše kvůli své podobě ve svinuté formě. Nemůžeme to však přírodovědcům zazlívat, protože měli tehdy k dispozici pouze zvětšovací skla. Mikroskop byl vynalezen až na konci 17. století. Velikost některých menších dírkovců se pohybuje mezi 0,1 až 0,2 mm (Boersma, 1998).

Většina dírkovců žije na dně, kde se buď pohybuje pomocí panožek (vagilní bentos), nebo žije přisedle na řasách, tvrdém podloží nebo na schránkách jiných organismů (sesilní bentos). U přisedlých druhů se spodní část modeluje podle tvaru podložky. Významná skupina dírkovců žije v sedimentech dna jako infauna v hloubce 1 – 5 cm, vzácně i 10 cm pod povrchem dna. (Doc. RNDr. Katarína Holcová, Csc.: ústní sdělení)

Na výskyt dírkovců má zásadní vliv množství živin a obsah kyslíku, které se mění s teplotou. Změny teploty souvisí s hloubkou, proto většinou můžeme rozdělit druhy do

pásem podle hloubky. Hloubka má význam pro druhy symbiotizující s řasami, které vyžadují světlo. Zde však záleží i na průhlednosti vody.

Podle nároků na teplotu rozdělujeme dírkovce do dvou skupin geografických faun. U první skupiny chladnomilných faun se příliš neprojevují geografické rozdíly. Chladné vody na severu a na jihu planety jsou totiž propojeny studenými vodami v hloubkách. V důsledku množství oxidu uhličitého ve studených vodách, který rozpouští vápenaté schránky, tvoří si chladnomilní dírkovci převážně primitivní aglutinované schránky (Pokorný, 1954).

Teplomilné druhy jsou vázány na povrchové vody, které podléhají vlivu lokálních klimatických podmínek. Proto už se u nich geografické rozdíly projevují. V současných mořích jsou podle Cushmana čtyři geografické fauny: východoafrická, indopacifická, mediteranní a západoindická. V teplých vodách je intenzivně vylučován vápenec, proto jsou pro teplomilné druhy typické velké vápenaté formy (Pokorný, 1954).

Rozšíření dírkovců ovlivňuje zrnitost sedimentu a množství potravy, které souvisí s obsahem dusíku v sedimentu. Vlivem množství kyslíku může dojít k menšímu vzrůstu jedinců.

Jen málo druhů se přizpůsobilo brakickým vodám, jedinci jsou zato velmi tvarově rozmanití. Změna salinity totiž vede k nepravidelnému růstu (Pokorný, 1954).

Foraminifery byly nalezeny i ve slaných vnitrozemských vodních nádržích jako je Kaspické moře nebo Aralské jezero.

Živí dírkovci se nacházejí i v drobných slaných jezírkách (např. ve vnitrozemí Rumunska (Filipescu, 2008). Subrecentní dírkovci z podobného prostředí se našli i u nás v oblasti Čejčského jezera na Moravě (Bubík: ústní sdělení).

Pozoruhodný je výskyt foraminifer ve slaných podzemních vodách pouště Kara-kum v Turkmenistánu. Jsou zde nejspíše jako pozůstatek z dob, kdy byla tato oblast propojena se Středozezemním mořem.

Ve sladkých vodách se vyskytují zástupci čeledi *Allogromiidae* (Pokorný, 1954). V současnosti je většina autorů neřadí mezi foraminifery.

2.5.2 Výživa

Dírkovci mají panožky složené z tenkých vláken z gelové hmoty, zatahujících se zpět dovnitř jedince na principu dopravního pásu. Na tomto „pásu“ přemísťuje dírkovec částičky dovnitř a ven z vnitřní protoplazmy. Tento systém se nazývá přelévání protoplazmy a je nejtypičtější vlastností protoplazmy dírkovců.

Neustále se přelévající, zrnitá protoplazma vytéká ústím ze schránky. Může se rychle zatáhnout do schránky pomocí podobného proudivého pohybu jako u améb, když mění svůj tvar. Přelévání je důležité jak pro shánění potravy, tak pro vylučování (Boersma, 1998).

Potrava je vyhledána a upoutána k povrchu rozsáhlých pseudopodií, chemicky rozložena na využitelné části a ty jsou pomocí přelévání protoplazmy dopraveny do endoplazmy.

Odpadní materiál se hromadí v malých hnědých částech, které jsou přeléváním vedeny z endoplazmy skrz pseudopodia a jsou vypuštěny do vody nebo klesnou k substrátu.

Dírkovci přijímají potravu několikrát denně. Přijímání potravy se odehrává vně schránky kromě u některých planktonických forem a některých členů bentózních *Miliolidae*, kteří mají velké ústí, skrz které je potrava vtažena přímo do schránky (Boersma, 1998).

Několik druhů planktonických i bentózních dírkovců žije se symbiotickými řasami, které jim svou fotosyntézou poskytují zdroj výživy.

Některé bentózní foraminifery přijímají potravu pomocí filtrování (*Bathysiphon*), ale nejvíce se jich živí usazeninami nebo se pasou a přinejmenším jeden kmen (*Entosolenia*) je znám jako parazitický (Boersma, 1998).

Bentózní dírkovci se živí rozsivkami, řasami, bakteriemi a organickými částičkami, parazitické pak zachycenými částičkami z protoplazmy hostitele.

Planktoničtí dírkovci se zřejmě živí planktonickými rozsivkami a jinými řasami, křemitými bičíkovci, buchankami a jiným mikroplanktonem.

Foraminifera jsou lovena mikroskopickými plži, mlži, ploutvonožci, korýši, červy a možná i zooplanktonem velkým jako buchanky.

V mnoha případech jsou dírkovci jen součástí sedimentu a při tom, jak se pasou na dně, jsou sami spásáni nic netušícími bezobratlými (Boersma, 1998).

2.5.3 Pohyb

Bentózní foraminifera mohou být přisedlá (*Cibicides*) nebo vagilní. Mohou se pohybovat pomocí panožek po usazeninách na mořském dně, na listech řas nebo jiných podkladech.

Ve skutečnosti je často velmi obtížné sledovat je při kultivaci v laboratoři na Petriho miskách, protože mají protivný zvyk přelézt okraje misek a utéct.

Jejich průměrná rychlost může být 1 cm za hodinu, což je úctyhodné pro organismus měřící přibližně 0,5 mm (Boersma, 1998).

Několik druhů recentních planktonických foraminifer migruje ve vodním sloupci nahoru k hladině. Tento pohyb není prováděn pomocí pohybu pseudopodií, ale pravděpodobně změnami v chemii protoplazmy, např. obsahem vzduchu (Boersma, 1998).

2.5.4 Rozmnožování

Pro foraminifera je typické **střídání pohlavní a nepohlavní generace**. Byl u nich objeven tzv. **dimorfismus**, kdy u jednoho typu schránky objevujeme formu s malým proloculem a velkou schránkou – mikrosférická forma a druhou formu s velkým proloculem a malou schránkou – makrosférická forma (Pokorný, 1954).

Nepohlavní mikrosférická forma má větší počet jader. Po dosažení dospělosti dojde k dvojímu či trojímu mitotickému dělení. Po rozdělení se dceřiná jádra obalí vlastní kulovitou schránkou. Tímto vytvořené proloculum je makrosférického typu, tedy větší než ostatní komůrky (Pokorný, 1954).

Pohlavní makrosférická forma má ve středu své schránky pouze jedno jádro, které se v dospělosti opakovaně mitoticky dělí, až při posledním redukčním dělení vznikají gamety. Při dělení u makrosférické formy dochází ke spojení schránek více jedinců, tento jev se nazývá plastogamie. Vytvářené gamety jsou dvou typů. Jde buď o běžné bičíkaté zoospory, nebo améboidní buňky bez bičíků, které se tvoří jen vzácně. Sloučením gamet vznikne jedinec mikrosférického typu (Pokorný, 1954).

3. Metodika

3.1 Sběr

Jednotlivé vzorky sedimentu se odebírají pomocí speciálních rámečků, které se zasunou do sedimentu a potom se podeberou zespodu destičkou, čímž se oddělí 100 cm³ sedimentu do hloubky sedimentu 2 cm.

Naše vzorky byly odebrány v zátocě ostrova Rab do hloubky vody 1 metru. Odebrala je Doc. RNDr. Katarína Holcová, CSc. v srpnu 2008.

V zátocě na severní straně ostrova bylo odebráno devět vzorků sedimentu (obr. C1, C2, Tabulka 1).

3.2 Izolace foraminifer ze sedimentů dna

3.2.1 Plavení

První metodou čištění vzorků je plavení na sítích (obr. B1 – B4), kdy se oddělí nečistoty a různě velké částičky. Po usušení můžeme se vzorky dále pracovat.

Naše vzorky byly plavením na sítích v Ústavu geologie a paleontologie rozděleny do dvou frakcí, jedna s velikostí nad 3 mm a druhá 0,063 – 3 mm. Výplav se usušil při pokojové teplotě a uskladnil v PE sáčcích s přesným popisem místa odběru vzorku.

3.2.2 Separace organických zbytků z výplavu

Výplav se nasype v jedné vrstvě, tak aby se zrna nepřekrývala, na vybírací ploténku (obr. A3). Ploténku umístíme pod zvětšovací zařízení s dostatečným osvětlením, nejlépe pod binokulární lupou, aby byl obraz trojrozměrný. Poté vzorky prohlédneme a vybíráme je z ploténky paleontologickou jehlou (obr. A2) nebo entomologickou pinzetou. Podle své potřeby třídíme vybrané vzorky do Frankeho schránek (obr. A1), které musíme opatřit popisem.

Při separaci jsem pracovala s binokulární lupou značky SZP 11-TH při zvětšení 16 x 4,5 a binokulární lupou značky STS 752 při zvětšení 20 x 4.

Pro pozorování větších detailů se využívá elektronový mikroskop. Já jsem pracovala s elektronovým mikroskopem JEOL JSM – 6380. Vybrané schránky jsem nalepila na oboustranně lepicí pásku, připevněnou k podložce z vodivého materiálu. Schránky jsem lepila do řad a pečlivě zapisovala, ze kterého pochází vzorku. Poté se podložka i se vzorky pokoví vrstvičkou zlata, aby se proud elektronů od povrchu lépe odrážel a zabránilo se vytvoření nekvalitního obrazu.

Po vložení podložky do vakuové komory, jsem pod odborným vedením RNDr. Martina Mazucha, Ph. D. pořídila snímky jednotlivých vzorků či detailů schránky.

4. Výsledky

4.1 Rab

Ostrov Rab leží při pobřeží Chorvatska v severním Jaderském moři jako součást pásu Kvarnerských ostrovů oddělených od pevniny Velebitským průlivem. Jeho rozloha činí 90,8 km². Ostrov se nachází na souřadnicích 44° 45' 25" severní šířky, 14° 45' 39" východní délky (<http://www.maplandia.cz/chorvatsko/primorje-gorski-kotar/rab/>).

Vzorky byly odebrány v zátoce na Loparském poloostrově, který se nachází na severní straně ostrova. Celý ostrov je složen z druhohorních vápenců, poloostrov je však z eocénních pískovců uložených v paleoústí. Proto se na něm mohly vytvořit písčné pláže, v této části Jaderského moře tak vzácné (<http://www.globalgeopark.org/publish/portal1/tab108/info3191.htm>).

Salinita Jaderského moře se pohybuje kolem 38 ‰ (38 g v 1 l tj. 1 kg vody). V jižní části moře je salinita vyšší. Míra slanosti závisí na různých faktorech: hloubka, blízkost ústí řek, teplota vody (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Salinita>).

4.2 Charakteristika organického obsahu ve výplavech

Z devíti odebraných vzorků jsem vybrala zástupce 19 druhů dírkovců. Všechny druhy náleží k mělkovodním společenstvům. K některým druhům jsem našla pouze jednoho zástupce dírkovců (více Tabulka 2).

Podrobné informace o organickém obsahu výplavů najdete v Tabulce 1.

4.3 Nalezené druhy

***Adelosina cliarensis* (Heron-Allen a Earland, 1930)**

tab. 5, obr. 4 - 6

1930 *Quingueloculina cliarensis* – Heron-Allen a Earland, str. 58, pl. 3, obr. 26, 31

1991 *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen a Earland) – Cimerman a Langer, str. 26, pl. 18, obr. 1-4

Tvar podlouhlý s přibližně kruhovými bočními okraji. Proloculum je následováno a úplně objato planispirálně stočenou druhou komůrkou. Proloculum a druhá komůrka jsou propojeny trubicovitým průchodem, ležícím přímo skrz proloculum. Třetí komůrka přirůstá pod úhlem 80°, další komůrky přirůstají pod úhlem 160°, proto jsou nakonec viditelné 4 komůrky z vnějšku. Stěna porcelanní, mléčně bílá a imperforátní. Povrch hladký. Ústí okrouhlé, vytvořené na krku, ohraničené nepříliš vyvinutým kruhovým lemem a vybavené zubem ve tvaru T.

Rozměry nalezených schránek se pohybovaly okolo 1 mm na délku a 0,4 mm na šířku.

***Adelosina intricata* (Terquem, 1878)**

tab. 5, obr. 1 - 2

1878 *Quingueloculina intricata* – Terquem, str. 73, pl. 8, obr. 16 – 21

1991 *Adelosina intricata* (Terquem) – Cimerman a Langer, str. 27, pl. 18, obr. 9 – 10

Schránka porcelanní, s přibližně oválným obrysem a s ostře stočenými okraji. Komůrky se rapidně zvětšují a narůstají podle adelosinního modelu. Povrch je pokryt četnými podélně uspořádanými žlábkami. Okrouhlé ústí je na krku, ohraničené lemem a vybavené zoubkem.

***Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758)**

tab. 1, obr. 1 - 8

1758 *Nautilus beccarii* – Linnaeus, str. 710 (podle Ellis a Messina, 1940)

1991 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) – Cimerman a Langer, str. 76, pl. 87, obr. 3 – 4

Schránka vypouklá na břišní i hřbetní (spirální) straně s nízkým trochospirálním závitěm. 3,5 – 4 závitě viditelné z evolutní hřbetní strany, břišní strana je involutní. Břišní a hřbetní strana s charakteristickou kresbou (příčné hřebeny a výstupky). Ztluštělé švy na hřbetní straně bez otvorů. Okraj kruhovitý, stěna perforovaná. Mezikomůrkový prostor na břišní straně je ostře ohraničen. Primární ústí leží mezi okraji a mimo umbilikum, oblouk vede od okraje a pokračuje okolo trojúhelníkového výrůstku.

Rozměry nalezených schránek se pohybovaly 1,23 – 0,569 mm na délku a 1,05 – 0,509 mm na šířku.

Ekologie rodu *Ammonia*:

Infauna, volně; blátivý písek; ? býložraví; brakičtí, mořští, velmi slané prostředí; teplé, mírné – tropické; 0 – 30 °C, 0 – 50 m; brakické a velmi slané laguny, skryté mělčiny (Murray, 1991)

***Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758)**

tab. 8, obr. 7

1758 *Nautilus crispum* – Linnaeus, str. 709 (podle Ellis a Messina, 1940)

1991 *Elphidium crispum* (Linnaeus) – Cimerman a Langer, str. 77, pl. 90, obr. 1 – 6

Schránka involutní, planispirální a čochkovitého tvaru z bočního pohledu, po obou stranách s knoflíkem. Okraj hranatý až ostrý, s lemem. U dospělců je v závitě 22 – 28 komůrek. Komůrky a švy výrazně ohnuté dozadu. Švy s tenkými výraznými žebry. V umbilikální části je charakteristický knoflík s poměrně pravidelnou strukturou. 12 – 16 mostíků s protáhlými jamkami mezi nimi. Povrch hladký bez hrbolků. Hlavní ústí jsou seřazena mezi okraji v jedné řadě četných pórů. Každý pór je opatřen půlkruhovým střechovitým lemem. Vertikální kanálky procházející knoflíkem se rozvíjí během postupného přirůstání vrstev schránky během ontogeneze. Patří k zástupcům rodu *Elphidium* s lemem.

Byl nalezen pouze jeden zástupce ve vzorku č. 9.

***Elphidium macellum* (Fichtel a Moll, 1798)**

tab. 8, obr. 1 - 6

1798 *Nautilus macellus* var. *beta* – Fichtel a Moll, str. 66, pl. 10, obr. h-k

1984 *Elphidium macellum* (Fichtel a Moll) – Rögel a Hansen, str. 50, pl. 14, obr. 4, pl. 15, obr. 1-2 (lektotyp)

1991 *Elphidium macellum* (Fichtel a Moll) – Cimerman a Langer, str. 78, pl. 89, obr. 9

Tvar planispirální, involutní a plochý. Obrys okraje přibližně kruhovitý, okraj ostrý. 21 – 24 komůrek v posledním závitě, od konce ohnuté. Švy se střetávají v břišní oblasti a tvoří charakteristický knoflík, který vytváří poněkud nepravidelnou strukturu s malými jamkami vycházejícími ze svislých septálních kanálků protínajících umbilikus. Dospělé komůrky s 12 – 15 mostíky. V místě napojení mostíků k tenkým ševním žebřům dochází k nepravidelностям povrchu, povrch je hrbolatý. Primární ústí je složeno z jedné řady pórů mezi okraji na nízké bázi poslední komůrky. Patří k zástupcům rodu *Elphidium* s lemem.

Rozměry nalezených schránek se pohybovaly 0,9 – 0,5 mm na délku a 0,9 – 0,4 mm na šířku.

Rozdíly mezi druhy *Elphidium macellum* a *crispum*:

Elphidium crispum má zaoblený ostrý okraj, oproti tomu *E. macellum* má okraj hrbolatý, komůrky tvoří výčnělky.

E. macellum má na spojích mostíků s žebry nepravidelności, mohou se tvořit i hrbolky, *E. crispum* má jednolitější povrch. Knoflík *E. crispum* je pravidelnější a bez hrbolků.

Ekologie rodu *Elphidium*:

S lemem: epifauna, volně; písek, vegetace; býložraví; mořští; mírné – teplé; 35 - 70‰, 0 – 50 m; skryté mělčiny

Bez lemu: infauna, volně; bahno, písek; býložraví – živící se detritem;

0 - 70‰; brakické až velmi slané bažiny a laguny, skryté mělčiny, (horní batyál pouze *E. clavatum*) (Murray, 1991)

***Lachlanella planciana* (d'Orbigny, 1839)**

tab. 6, obr. 5 – 6

1839a *Quinqueloculina planciana* – d'Orbigny, str. 186, pl. 10, obr. 24, 25, pl. 11, obr. 4 – 6

1991 *Lachlanella planciana* (d'Orbigny) – Cimerman a Langer, str. 34, pl. 30, obr. 1 – 2

Schránka vřetenovitá z bočního pohledu a téměř čočkovitá z aperturálního pohledu. Komůrky přibližně trojúhelníkovité v horizontálním průřezu, řazeny podle quinqueloculinního modelu. Pět komůrek je viditelných z vnějšku. Povrch hustě pokryt

četnými žlábkami. Ústí podlouhlé s přibližně rovnoběžnými okraji, ohraničené ohrnutým obústním lemem a vybavené dlouhým zubem s krátkým dvojklaným zakončením.

***Lachlanella variolata* (d'Orbigny, 1826)**

tab. 6, obr. 7

1826 *Quinqueloculina variolata* – d'Orbigny, str. 302, č. 26

1991 *Lachlanella variolata* (d'Orbigny) – Cimerman a Langer, str. 35, pl. 31, obr. 1 – 12

Schránka porcelanité, přibližně eliptická až vřetenovitá z bočního pohledu a vejčitá až čočkovitá z aperturálního pohledu. Komůrky uspořádány podle quinqueloculinního modelu. V raném stadiu s okrouhlými okraji, další komůrky začínají být během ontogeneze s žebry. Povrch je pokryt charakteristickým síťovitým vzorem. Ústí podlouhlé, límcovité s rovnoběžnými stranami, ohraničené ohrnutým obústním lemem a vybavené dlouhým zoubkem s krátkým dvojklaným zakončením.

Byl nalezen pouze jeden zástupce ve vzorku č. 1.

***Massilina gaultieriana* (d'Orbigny, 1839)**

tab. 6, obr. 1

1839a *Quinqueloculina gaultieriana* – d'Orbigny, str. 186, pl. 11, obr. 1 – 3

1991 *Massilina gaultieriana* (d'Orbigny) – Cimerman a Langer, str. 35, pl. 29, obr. 6 – 9

Tvar oválný z bočního pohledu a čočkovitý z periferního pohledu. Komůrky trojúhelníkové ve vodorovném průřezu, zpočátku forma quinqueloculinní, dále téměř biloculinní (komůrky přirůstají v jedné rovině: Pokorný, 1954) a evolutní. 5 komůrek viditelných z vnějšku. Povrch hladký, stěna porcelanité. Ústí podlouhlé, ohraničené obústním lemem a opatřené dlouhým, odstávajícím zoubkem s krátkým dvojklaným zakončením.

Byl nalezen pouze jeden zástupce ve vzorku č. 1 s rozměry 1,39 a 1 mm.

***Massilina secans* (d'Orbigny, 1826)**

tab. 6, obr. 2 - 4

1826 *Quinqueloculina secans* – d'Orbigny, str. 303, č. 43

1991 *Massilina secans* (d'Orbigny) – Cimerman a Langer, str. 35, pl. 30, obr. 7 - 12

Schránka vejčitá z bočního pohledu, vřetenovitá v horizontálním průřezu s okrouhlým, u dospělců s člunkovitým okrajem. Komůrky rapidně narůstají ve velikosti i objemu, trojúhelníkovité v horizontálním průřezu. První komůrky narůstají podle

quineloculinního modelu, další téměř planispirálně jako u *Spiroloculin*. Stěna porcelanní, povrch mírně hrbolatý (mikrorýhy). Ústí je podlouhlé, zarovnané s povrchem, ohraničené silným obústním lemem a opatřené podlouhlým, vyčnívajícím zoubkem, na konci slabě rozdvojeným.

Ekologie rodu *Massilina*:

Epifyty, přisedlé; rostliny; býložraví; mořští; mírné – teplé; skryté mělčiny (Murray, 1991)

***Peneroplis pertusus* (Forskål, 1775)**

tab. 3, obr. 5 – 8

1775 *Nautilus pertusus* – Forskål, str. 125 (podle Ellis a Messina, 1940)

1991 *Peneroplis pertusus* (Forskål) – Cimerman a Langer, str. 49, pl. 49, obr. 1 – 8

Schránka porcelanní, stlačená s mírně okrouhlým okrajem. První komůrky jsou řazeny planispirálně, následující komůrky narůstají v šíři i míře klenutí. Komůrky v dospělosti narůstají jen slabě do výšky. Prohloubení v umbiliku po obou stranách schránky. Povrch je pokryt rovnoběžnými přímými žebry a žlábký. Z čelního pohledu a mezi žebry jsou drobné otvory. Ústí je složené a sestává z několika nepravidelných až oválných pórů. Každý pór je ohraničen obústním lemem.

Poznámky:

Peneroplis pertusus má rhodofytní symbionty (Leutenegger, 1984: podle Cimerman, Langer, 1991), kteří dávají růžovou barvu protoplazmě. V souladu se světelnými požadavky symbiontů, nalezneme ho proto převážně v hloubce mezi 0 – 20 m. Kdekoli je porost vegetace, většina jedinců se nachází jako epifyty na různých druzích substrátu. V usazeninách je tohoto druhu nedostatek.

Rozměry nalezených schránek se pohybovaly 0,5 mm na délku a 0,4 mm na šířku.

***Peneroplis planatus* (Fichtel a Moll, 1798)**

tab. 2, obr. 1 – 7, tab. 3, obr. 1 – 4, tab. 9, obr. 1 - 3

1798 *Nautilus planatus* – Fichtel a Moll, str. 91, pl. 16, obr. a-h

1991 *Peneroplis planatus* (Fichtel a Moll) – Cimerman a Langer, str. 50, pl. 50, obr. 1-6

Schránka porcelanní, stlačená s okrajem téměř ve tvaru U u dospělých komůrek. První komůrky se řadí planispirálně, následující komůrky výrazně narůstají v šíři i v míře klenutí. Komůrky jen mírně narůstají do výšky. Velmi slabé prohloubení na břišní straně schránky. Povrch je pokryt rovnoběžnými přímými žebry a žlábký. Z čelního pohledu a mezi

žebry jsou drobné otvory. Ústí je složené a sestává z více méně lineárně uspořádaných oválných až nepravidelných pórů. Každý pór je ohraničen obústním lemem.

Poznámky:

Peneroplis planatus má rhodofytní symbionty (Leutenegger, 1984: podle Cimerman, F., Langer, M. R., 1991) a je proto vázaný na hloubku mezi 0 – 50 m ve Středozezemním moři. Žijící exempláře byly nalezeny hlavně v různých typech substrátů rostlinného původu.

Rozměry nalezených schránek se pohybovaly od největšího jedince s 1,39 mm délky a 0,969 mm šířky po nejmenšího mladého s 0,323 mm na délku a 0,266 mm na šířku. Ve vzorku č. 4 převažovali jedinci většího věku.

Rozdíly mezi druhy *Peneroplis planatus* a *P. pertusus*:

Peneroplis planatus má stlačenější schránku než *Peneroplis pertusus*. Pórů tvořících ústí je více a jsou drobnější. *Peneroplis pertusus* je celkově robustnější ale přitom dorůstá menších rozměrů.

Ekologie rodu *Peneroplis*:

Epifauna, přisedlé; rostliny a tvrdý substrát; 35 – 53‰, 18 - 27°C, 0 – 70 m; laguny a nejskrytější mělčiny (Murray, 1991)

***Pseudotriloculina laevigata* (d'Orbigny, 1826)**

tab. 7, obr. 3 - 5

1826 *Triloculina laevigata* – d'Orbigny, str. 300, č. 15

1991 *Pseudotriloculina laevigata* (d'Orbigny) – Cimerman a Langer, str. 43, pl. 39, obr. 8 – 12

Schránka porcelání, podlouhlá z bočního pohledu a oválná z aperturálního pohledu. Komůrky zabírají polovinu závitů a jsou kryptoquineloculinně uspořádané. Tři komůrky viditelné z vnějšku. Okraj komůrek přibližně kulatý, okraje komůrky s téměř rovnoběžnými stranami. Povrch s mikrožlábkami. Ústí vejčité, límcovité, ohraničené slabě vyvinutým obústním lemem a vybavené dlouhým, mírně vyčnívajícím zoubkem s krátkým dvojklaným zakončením.

Poznámky:

Liší se od *Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny, 1839b (ne 1826) svými rovnoběžnějšími stranami komůrky.

***Quinqueloculina auberiana* (d'Orbigny, 1839)**

tab. 9, obr. 7

1839 *Quinqueloculina auberiana* – d'Orbigny, str. 139, pl. 123, obr. 1 – 3

1991 *Quinqueloculina auberiana* (d'Orbigny) – Cimerman a Langer, str. 36, pl. 32, obr. 8 – 9

Schránka porcelanní a imperforátní, trojúhelníkovitá z aperturálního pohledu a slabě nepravidelná z bočního pohledu. Komůrky zabírají polovinu závitů. Pět komůrek je viditelných z vnějšku. Okraje ostře ohraničené. Povrch zvrásněný drobnými propojenými žlábkami. Terminální ústí, ohraničené lemem a vybavené krátkým zubem.

Byli nalezeni pouze dva jedinci blízcí tomuto druhu. Bohužel v nedostatečné kvalitě pro zařazení s jistotou.

***Quinqueloculina limbata* (d'Orbigny, 1826)**

tab. 5, obr. 3

1826 *Quinqueloculina limbata* – d'Orbigny, str. 302, č. 20

1991 *Quinqueloculina limbata* (d'Orbigny) – Cimerman a Langer, str. 37, pl. 34, obr. 1 – 5

Schránka porcelanní a imperforátní, přibližně eliptický tvar z bočního pohledu a přibližně trojúhelníkovitý tvar se zakulaceným okrajem z aperturálního pohledu. Komůrky zabírají polovinu délky závitů a řadí se podle quinqueloculinního modelu, proto je nakonec vidět z vnějšku pět komůrek. Povrch je pokryt podélně řazenými žebry, ale žebra jsou převážně na okraji (stejně jako jsou u raných komůrek viditelných v průřezu). Ústí je okrouhlé, ohraničené límcovitým obústním lemem, mírně prodloužené na velmi krátkém krčku a vybavené dvojklaným zoubkem.

Byl nalezen pouze jeden zástupce ve vzorku č. 1.

***Quinqueloculina pseudobuchiana* (Luczkowska, 1974)**

tab. 4, obr. 1 – 5, tab. 9, obr. 4 - 5

1974 *Quinqueloculina pseudobuchiana* – Luczkowska, str. 58, pl. 4, obr. 5, pl. 5, obr. 1, 2

1991 *Quinqueloculina pseudobuchiana* (Luczkowska) – Cimerman a Langer, str. 38, pl. 35, obr. 1 – 4

Tvar vejčitý až přibližně kulatý z bočního pohledu, přibližně trojúhelníkovitý z aperturálního pohledu. Komůrky, trojúhelníkovité ve vodorovném průřezu, jsou uspořádány podle quinqueloculinního modelu (narůstají pod úhlem 144°, 5 komůrek tvoří

na příčném řezu dva závit: Pokorný, 1954), ale jen tři ze čtyř komůrek jsou viditelné z vnějšku. Povrch s téměř rovnoběžnými a kulatými rýhami. Ústí protáhlé, ohraničené obústním lemem a vybavené dlouhým dvojklaným zoubkem.

Rozměry nalezených schránek se pohybovaly od největšího jedince s rozměry 1,15 a 0,836 mm k nejmenšímu jedinci s rozměry 0,529 a 0,505 mm.

***Quinqueloculina seminula* (Linnaeus, 1758)**

tab. 4, obr. 6 – 8

1758 *Serpula seminula* – Linnaeus, str. 786, pl. 2, obr. 1 a-c (podle Ellis a Messina, 1940)

1991 *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus) – Cimerman a Langer, str. 38, pl. 34, obr. 9-12

Vzhled porcelaní, z bočního pohledu oválný, z aperturálního pohledu trojúhelníkovitý. 3 – 4 komůrky viditelné z vnějšku. Povrch hladký. Ústí přibližně kruhové, ohraničené slabě vyvinutým lemem a vybaveno jednoduchým zubem.

Ekologie rodu *Quinqueloculina*:

Epifauna, volně nebo přisedle; rostliny nebo sediment; býložraví; mořské – velmi slané, 32 – 65‰, chladné – teplé; velmi slané laguny, mořské měřiny, vzácně batyální (Murray, 1991)

***Spiroloculina dilatata* (d'Orbigny, 1846)**

tab. 7, obr. 7

1846 *Spiroloculina dilatata* – d'Orbigny, str. 271, pl. 16, obr. 16 – 18

1991 *Spiroloculina dilatata* (d'Orbigny) – Cimerman a Langer, str. 30, pl. 22, obr. 5 – 8

Schránka porcelaní a vřetenovitá z bočního pohledu. První stadium je složeno z okrouhlého prolocula a trubicovité druhé komůrky, která zabírá polovinu závit. Třetí komůrka narůstá pod úhlem 90°, další komůrky podle biloculinního modelu a evolutně. Povrch schránky je pokryt drobnými, přerušovanými žlábkami a hřebínky, tudíž se zdá mírně hrboletý. Ústí je přibližně čtverhranné, mírně prodloužené, ohraničené obústním lemem a vybavené relativně dlouhým jednoduchým dvojklaným zoubkem.

Byl nalezen pouze jeden zástupce ve vzorku č. 1.

Ekologie rodu *Spiroloculina*:

Epifauna, volně nebo přisedle; sediment nebo rostliny; býložraví; mořští – velmi slané prostředí, mírné – teplé, 0 – 40 m; laguny, skryté měřiny (Murray, 1991)

***Textularia bocki* (Höglund, 1947)**

tab. 7, obr. 6

1947 *Textularia bocki* – Höglund, str. 171, pl. 12, obr. 5,6

1991 *Textularia bocki* (Höglund) – Cimerman a Langer, str. 21, pl. 10, obr. 3 - 6

Vzhled biseriální na celé schránce, klínovitého tvaru z bočního pohledu a oválný z aperturálního pohledu. Více než 20 komůrek u dospělých jedinců. Stěna aglutinovaná a prostoupená póry. Švy ohnuté a vpadlé. Ústí má tvar nízkého oblouku na bázi poslední komůrky.

Byl nalezen pouze jeden zástupce ve vzorku č. 1 s rozměry 0,75 a 0,603 mm.

Ekologie rodu *Textularia*:

Epifauna, ? přisedle; tvrdý substrát a písek; ? živící se detritem; mořští, chladné – teplé, 0 – 500 m; laguny, mělčiny až batyál (Murray, 1991)

***Triloculina schreiberiana* (d'Orbigny, 1839)**

tab. 7, obr. 1 – 2

1839 *Triloculina schreiberiana* – d'Orbigny, str. 174, pl. 9, obr. 20 – 22

1991 *Triloculina schreiberiana* (d'Orbigny) – Cimerman a Langer, str. 46, pl. 44, obr. 1 – 2

Schránka porcelanité, v dospělosti triloculinní, oválná z periferního pohledu a přibližně trojúhelníkovitá z aperturálního pohledu. Komůrky slabě vypouklé. Tři komůrky viditelné z vnějšku. Obvodové komůrky jsou vypouklé. Povrch s propojenými mikrožlábkami. Ústí kruhovitě, zarovnané s povrchem, ohraničené obústním lemem a vybavené dvojklaným zoubkem.

Ekologie rodu *Triloculina*:

Epifauna, volně nebo přisedle; bahno, písek, rostliny; býložraví, živící se detritem; mořské – velmi slané, 32 - 75‰, mírné – teplé; hlavně velmi slané laguny nebo mořské skryté mělčiny, některé batyální druhy (studené prostředí)

Popisy jednotlivých druhů volně přeloženy z *Cimerman, F., Langer, M. R. (1991): Mediterranean foraminifera, Slovenska akademija znanosti in umetnosti* a doplněny o vlastní pozorování

4.3.1 Narušení stěn foraminifer autotrofními organismy

Ve schránkách druhu *Peneroplis planatus* a *Quinqueloculina pseudobuchiana* jsem pozorovala vrtby. Jsou dílem nejspíše autotrofních organismů, pravděpodobně sinic. Podle naduřujícího povrchu vrteb lze usuzovat na ichnorod *Fascichnus*, pro ten je však typické prstovité větvení kanálků uvnitř schránky. Nalezené chodbičky tvořící nepravidelné síť odpovídají tedy spíše ichnorodu *Ichnoreticulina*, který ale tvoří hladký povrch (RNDr. Radek Mikuláš, CSc.: ústní sdělení).

5. Diskuze

Moje práce je první, která se zabývá takto mělkovodními společenstvy dírkovců, protože neexistuje systematické studium proměnlivosti extrémně mělkovodních společenstev. O dírkonošcích Jadranu podrobně pojednává Cimerman a Langer v díle *Mediterranean foraminifera*, nesoustředí se ale na mělkovodní foraminifery. Orsini a kol., (2006) sledovali společenstva z hloubky 11 – 64 m a Fiorini (2004) se zabývá společenstvy z hloubek 0 – 30 m a 100 – 120 m.

Podle Murraye (1991) jsem zjistila, že všechny mnou nalezené druhy patří k mělkovodním druhům.

6. Závěr

1. Vyhodnotila jsem 9 vzorků odebraných na ostrově Rab.
2. Určila jsem za použití elektronového mikroskopu 19 druhů dírkovců.
3. Ve stěnách schránek dírkovců jsem našla vrtby autotrofních organismů.
4. Nalezla jsem mutace v nárůstu komůrek.
5. Všechny zjištěné druhy náleží k mělkovodním druhům.

7. Soupis zdrojů

Literatura:

- Boersma, A., Haq, Bilal U. (1998): Introduction to marine micropaleontology, Elsevier
- Cimerman, F., Langer, M. R. (1991): Mediterranean foraminifera, Slovenska akademija znanosti in umetnosti
- Murray, J. W. (1991): Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera, Longman Scientific & Technical
- Pokorný, V. (1954): Základy zoologické mikropaleontologie, Nakladatelství Československé akademie věd
- Rosypal, S. a kolektiv autorů (2003): Nový přehled biologie, Scientia
- Petráčková, V., Kraus, J. a kolektiv autorů (2000): Akademický slovník cizích slov, Academia Praha

Internet:

1. Obrazový materiál:

- <http://www.maplandia.cz/chorvatsko/primorje-gorski-kotar/rab>

2. Články:

- [http://www.bioone.org/doi/abs/10.1661/0026-2803\(2004\)050%5B0045:BFAFUQ%5D2.0.CO%3B2](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1661/0026-2803(2004)050%5B0045:BFAFUQ%5D2.0.CO%3B2)
- <http://www.cosis.net/abstracts/EGU06/08098/EGU06-J-08098.pdf>
- <http://www.eforums.icsr.agh.edu.pl>
- <http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/foraminifera.htm>
- <http://www.globalgeopark.org/publish/portal1/tab108/info3191.htm>
- <http://www.kbi.zcu.cz/veda/paleontologie/zoopaleontologie/prvoci/index.php>
- <http://www.rabinfo.be/rabgeografie-engels.htm>
- <http://www.soc.cz>
- <http://cs.wikipedia.org>

8. Slovníček

Foraminifera	– latinský název pro dírkovce (též dírkonošce), kmen prvoků se schránkou
Jaderské moře	– vedlejší část Středozemního moře mezi Apeninským a Balkánským poloostrovem
Taxonomie	– obor zabývající se klasifikací organismů a jejich uspořádáním do hierarchického systému
Elektronový mikroskop	– zobrazuje pomocí proudu elektronů, dosahuje zvětšení v řádech statisíců
Fylogeneze	– vývoj druhu
Ontogeneze	– vývoj jedince
Morfologie	– nauka o tvarových vlastnostech organismů
Bentos	– skupina živočichů žijících na dně
Infauna	– bentos žijící uvnitř substrátu
Epifauna	– bentos žijící na povrchu dna
Juvenilní stadium	– nedospělé stadium živočicha
Vagilní	– pohyblivý
Sesilní	– přisedlý
Batyál	– dno v hloubce 200 – 2000 m
Detrit	– drobné částice organické hmoty vznášející se ve vodě nebo usazené na dně

Vocabulary

Foraminifera	– protozoa strain with shells
Adriatic Sea	– part of Mediterranean Sea
Taxonomy	– science about classification and categorization of organisms
Electron microscope	– uses a ray of electrons for taking picture and reaches magnification about hundred thousands
Fylogeny	– race development
Ontogeny	– individual development
Morphology	– science about form properties of organisms
Bentos	– group of organisms living at the bottom
Infauna	– organisms living in substrate
Epifauna	– organisms living at substrate
Juvenile stage	– young stage of organism
Vagile organism	– moveable organism
Sessile organism	– clinging to the bottom
Bathyal	– bottom at a depth of 200 – 2000 metres
Detritus	– minute particles of organic matter floating in water or sedimented at the bottom