

Fylogeneze a diverzita řas a hub:  
3. přednáška  
Heterokontophyta (Chromophyta)



Barbora Chattová



# Oddělení Heterokontophyta (Stramenopila)

- Fotoautotrofní řasy
- Pleuronematický bičík (pohybový)
- Akronematický bičík
- Chromatofory se 4 membránami
- Chlorofyl a, c
- Fukoxantin, vaucheriaxantin
- Olej, polyfosfátová zrnka – volutin

## Třídy:

- Bacillariophyceae
- Chrysophyceae
- Synurophyceae
- Xanthophyceae
- Phaeophyceae
- Eustigmatophyceae

# Chrysophyceae- zlativky

- Bičíkovci
- Chrysomonády/zlativky
- Fotoreceptor
- Protein retinal
- Stigma v prohlubni pod povrchem chloroplastu
- 4 mikrotubulární kořeny
- Fukoxantin



# Chrysophyceae- zlativky

- Pulzující vakuoly (v hypotonickém prostředí)
- Mukocysty, diskobolocysty
- Lorika - celulóza, chitin, křemité šupiny
- Stomatocysty: odpočívající stádia
- Hologamie - pohlavní proces
- Mixotrofie: i druhy s chloroplasty získávají z organické hmoty dusík a uhlík
- Auxotrofie: závislost na příjmu vitamínů z okolí



Odd.: Heterokontophyta Třída: Chrysophyceae Řád: Chromulinales

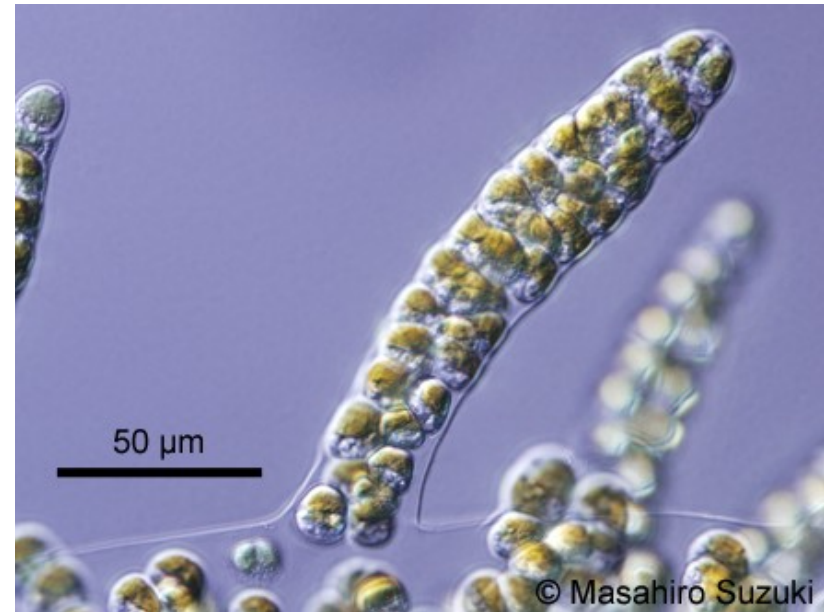
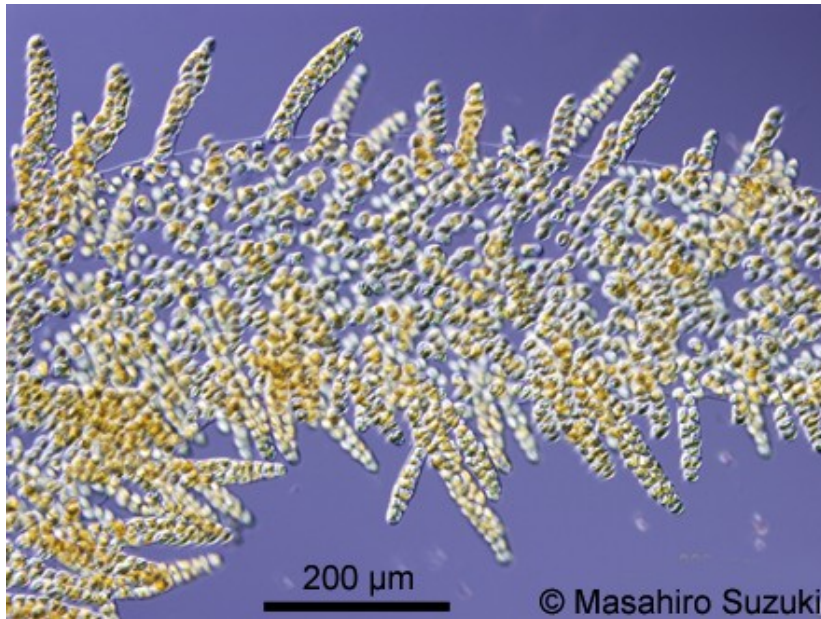
*Dinobryon* sp.



© Gerd Günther 2008

<http://www.mikroskopie.de/>

Odd.: Heterokontophyta Třída: Chrysophyceae Řád: Hydrurales



*Hydrurus foetidus*

# Synurophyceae

- Povrch delšího bičíku - šupiny
- Fotoreceptor na bázi bičíku (ztlustlina)
- Kinetozomy jsou rovnoběžné, 2 mikrotubulární kořeny
- Chlorofyl a, c, fukoxantin
- Pulzující vakuoly v zadní části buňky
- Fotoautotrofie
- Jenom sladkovodní druhy
- Oligotrofní vody
- Křemité šupiny - taxonomie (SEM)
- Vyhraněná autekologie druhů

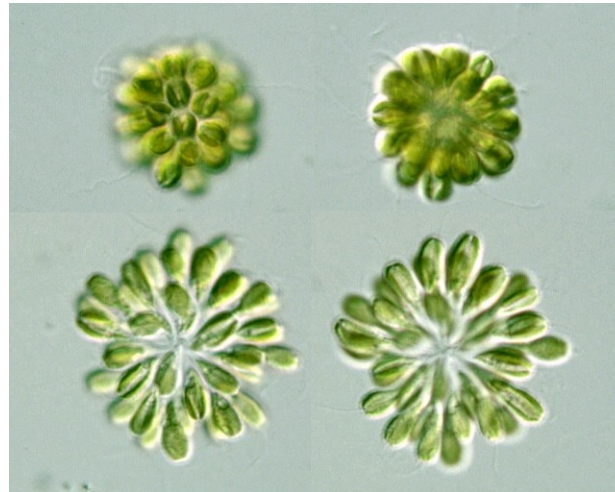


Odd.: Heterokontophyta Třída: Synurophyceae Řád: Synurales

*Synura* sp.



<http://pinkava.asu.edu>



<http://protist.i.hosei.ac.jp>



*Mallomonas* sp.



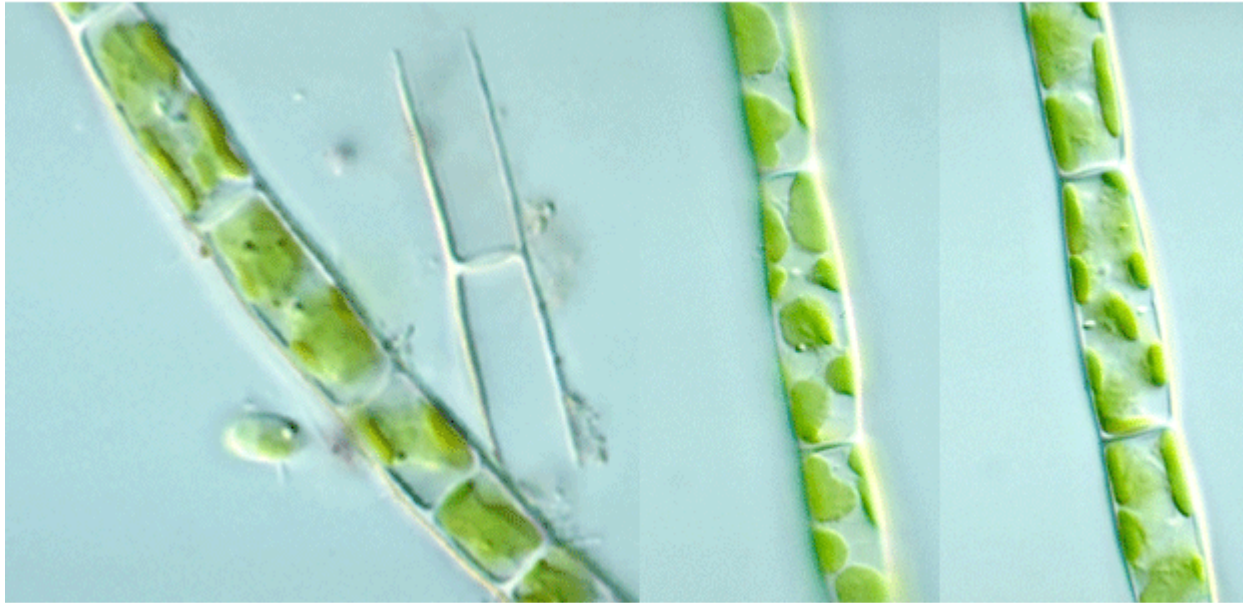
# Xanthophyceae

- Monadoidní až sifonální organizační stupeň
- Terčovité chloroplasty
- Chlorofyly a, c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>, Xantofyly (chybí fukoxantin)
- Nahé pyrenoidy
- Zásobní látka olej
- Dvoudílná buněčná stěna
- Heterokontní
- Nepohlavní rozmnožování - zoospory, synzoospory, aplanospory
- Vývojový paralelizmus

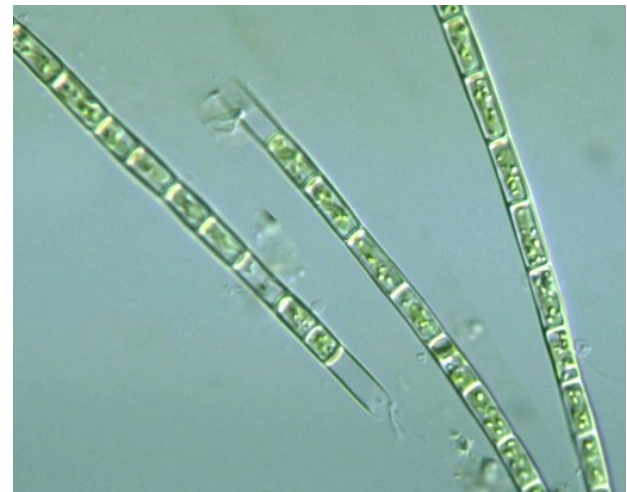


# *Tribonema* sp.

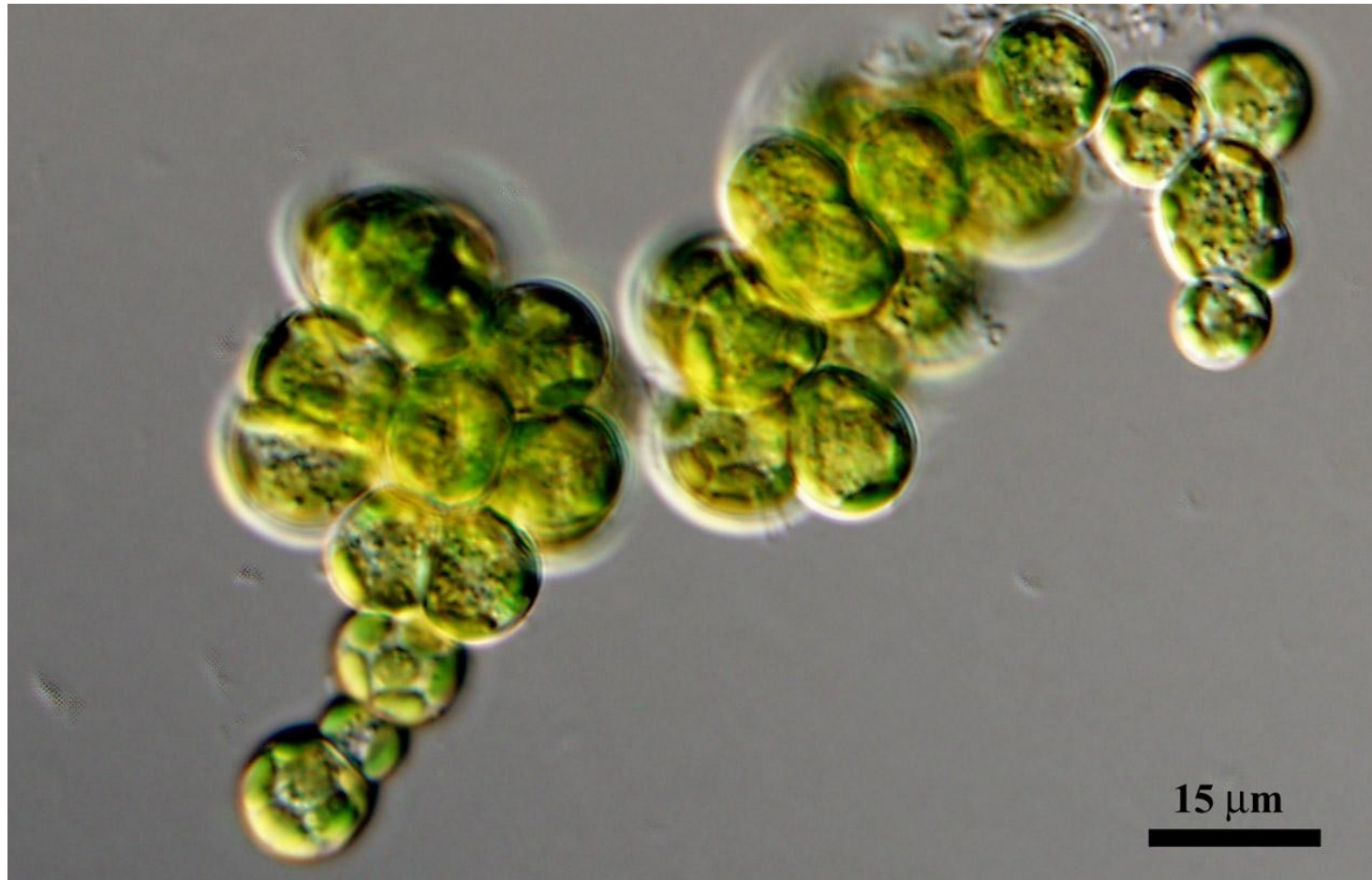
Tribonema



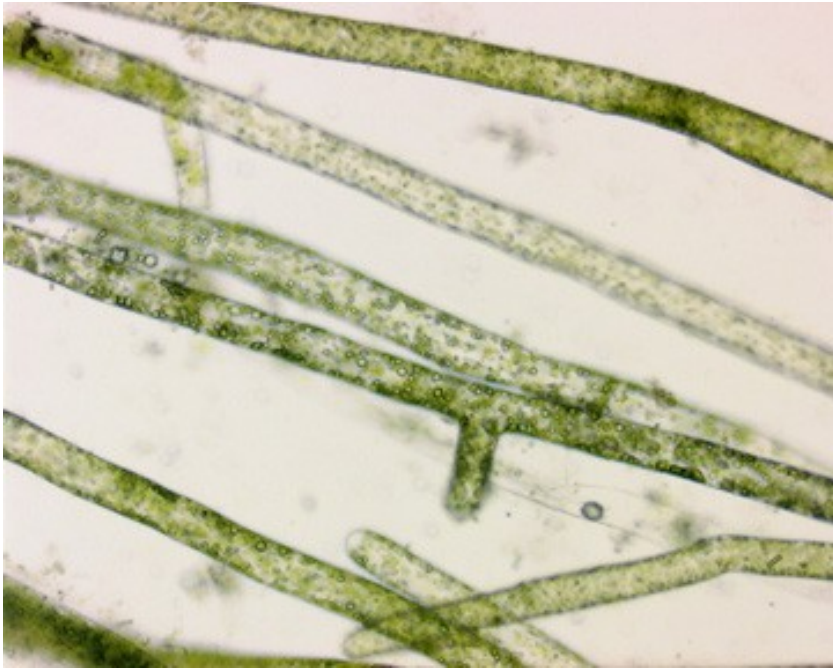
All after Entwisle et al. (1997)



# *Heterococcus* sp.



# *Vaucheria* sp.



<http://fmp.conncoll.edu>



# Phaeophyceae

- Hnědé řasy (chaluhy)
- Mořská makrofyta
- Sladkovodní rody *Lithoderma*, *Bodanella*
- Stichoblast – stélka (fyloidy, kauloid, rhizoidy)
- Diferencovaná pletiva (krycí, asimilační a mechanické)
- Plynové měchýřky
- Chlorofyly a, c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>, c<sub>3</sub>
- Fukoxantin, violaxantin
- Nahý pyrenoid
- Laminaran, manitol, olej
- Fysody (vakuoly obsahující baktericidní fenol fukosan)



# Rodozměna

- **Izomorfická rodozměna:** gametofyt a sporofyt nejsou morfologicky odlišné, u primitivnějších skupin – např. řád Ectocarpales
- **Heteromorfická rodozměna:** gametofyt omezen, řád Laminariales
- U řádu Fucales není gametofyt vyvinut, haploidní jsou pouze gamety



# Rodozměna

- **Izomorfická rodozměna:** na haploidním gametofytu vznikají gametangia- gamety- kopulací vzniká planozygota- z ní vyklíčí diploidní sporofyt- na něm vyrostou sporangia- zoospory- ze zoospor vznikají nové gametofyty
- **Oogamie:** gametofyt nese gametangia jednoho pohlaví, samčí gametangia: anteridia, samičí: oogonia  
gametangia produkují gamety- splynutím gamet vzniká zygota  
ze zygoty vyroste diploidní sporofyt- v něm vznikají tetraspory  
spory vyklíčí v gametofyt
- **Heteromorfická rodozměna:** na fyloиду se vytvoří spory- z nich vyklíčí gametofyt (mikroskopický)- gametangia- gamety (spermatozoidy a oogonia)- zygota- sporofyt



# Rodozměna

U řádu Fucales: gametofyt jako samostatná rostlina chybí

Vegetativní stélka: diploidní sporofyt- tvorba receptakulí- uvnitř vlastní gametangia- konceptakula



# *Laminaria* sp.



<http://www.solpugid.com>

# *Fucus vesiculosus*

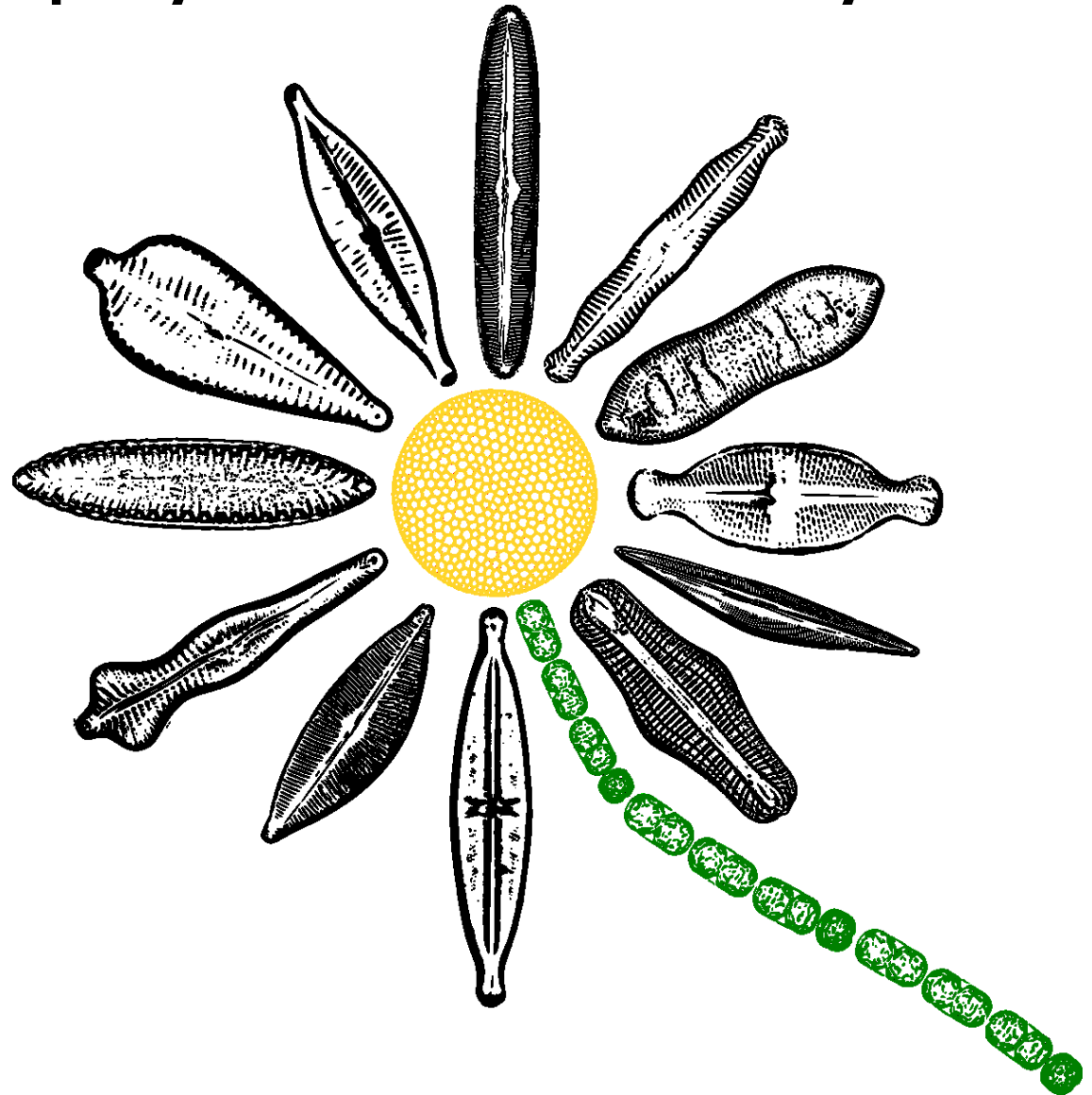


# *Sargassum* sp.

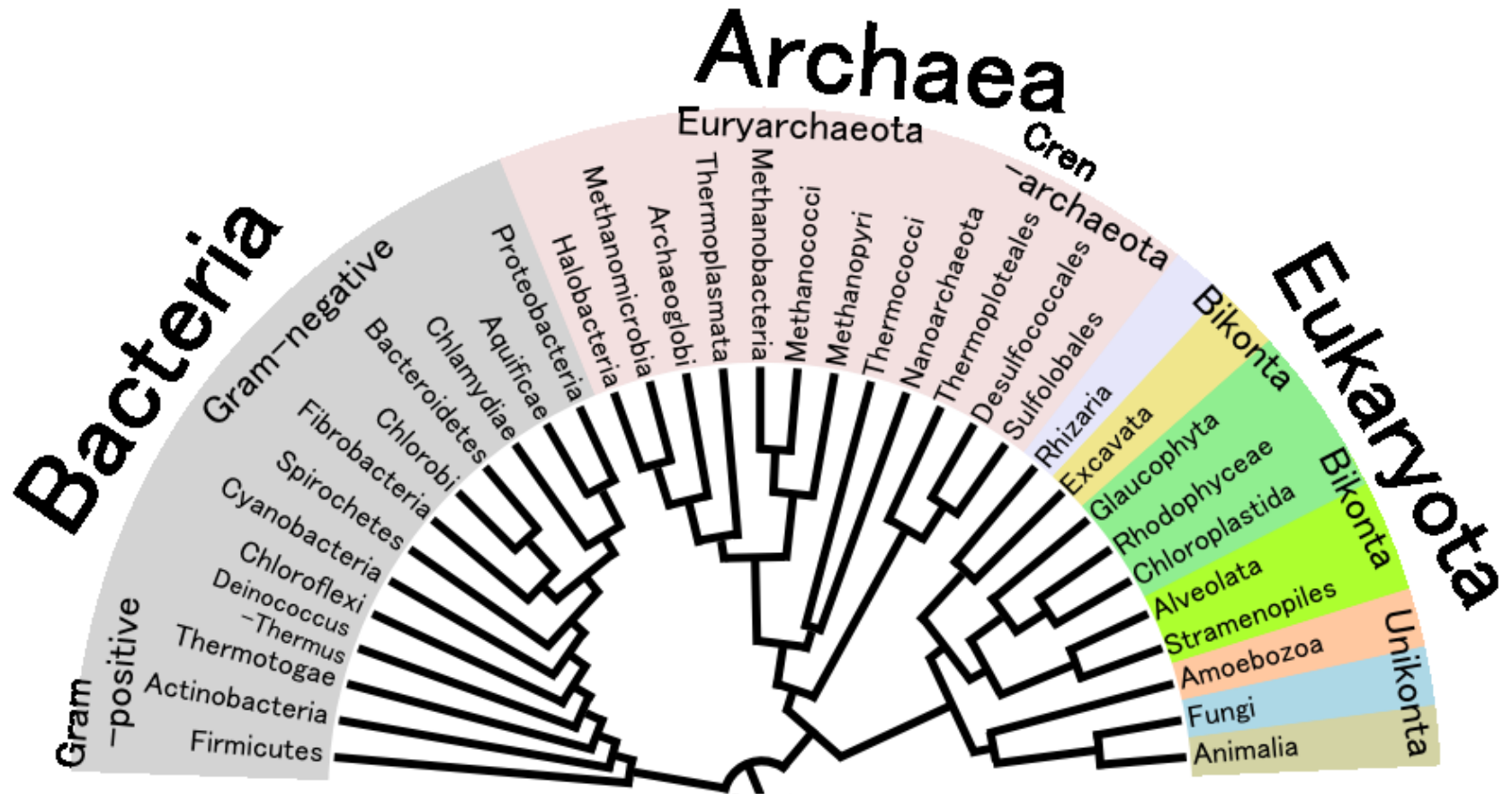
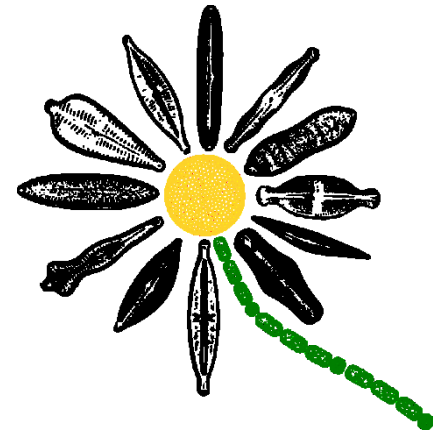


<http://oceanexplorer.noaa.gov>

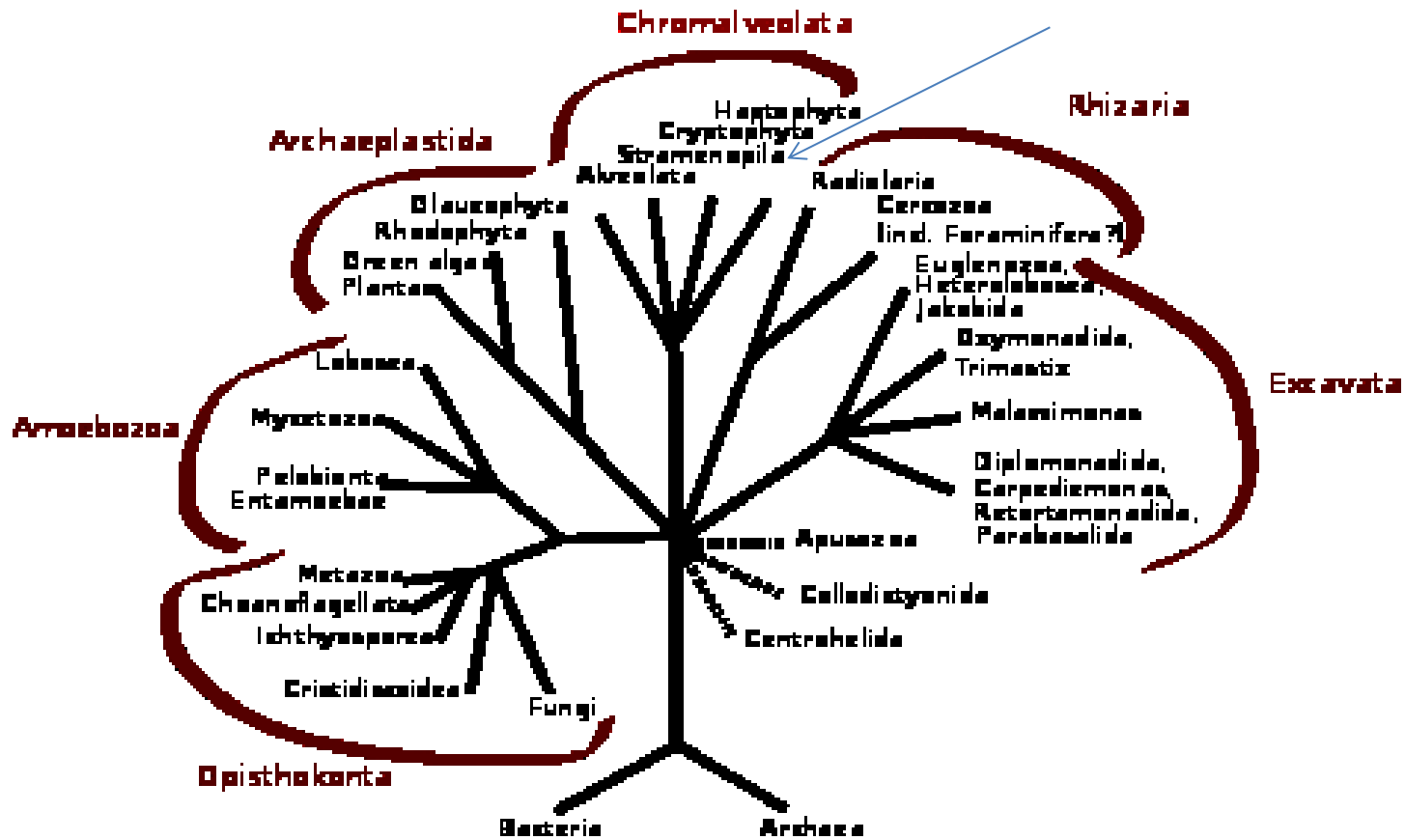
# Bacillariophyceae - Rozsivky

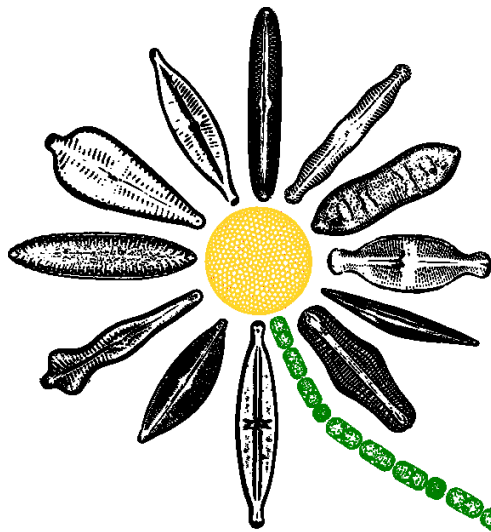


# Postavení v systému

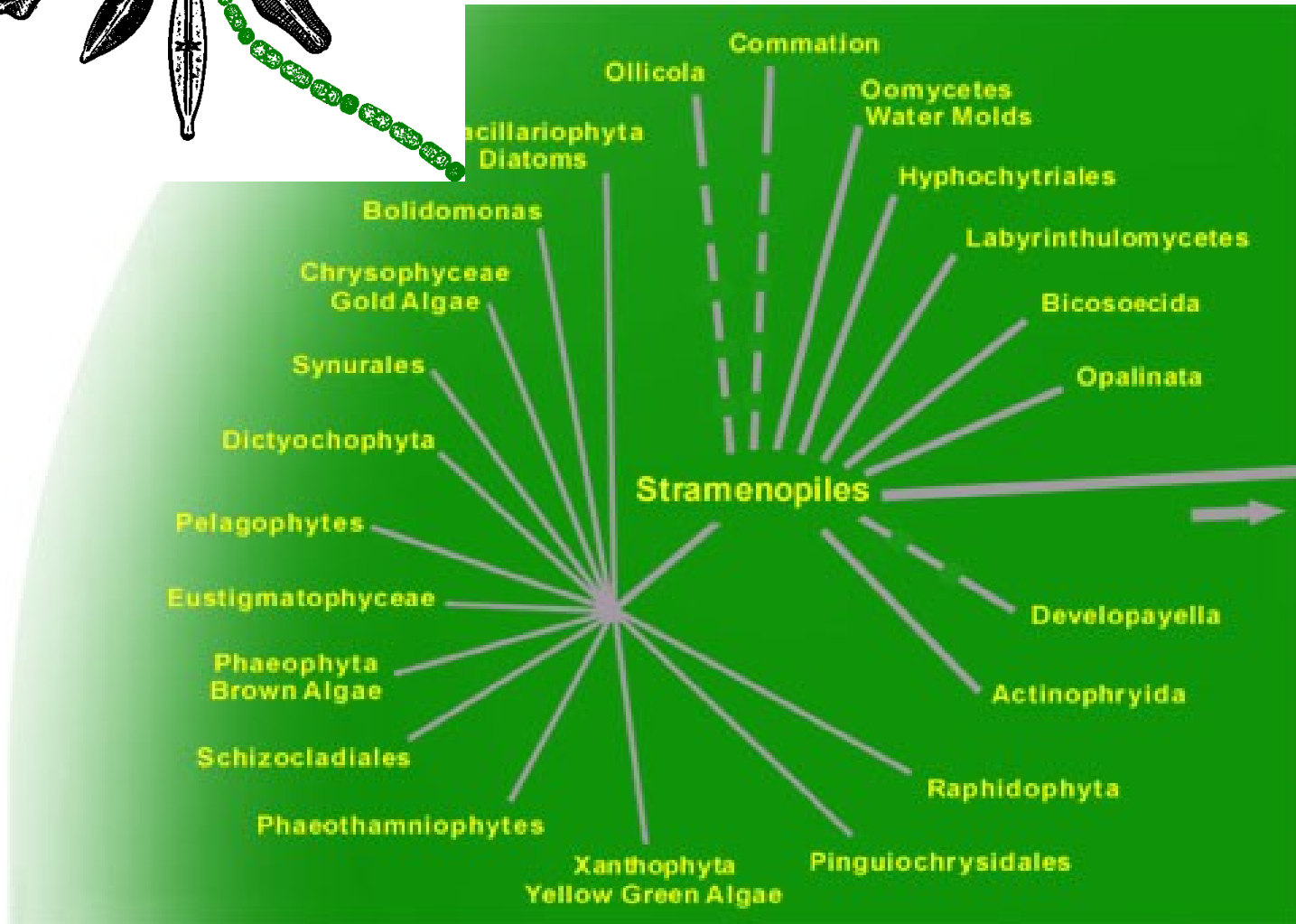


# Postavení v systému Eukaryot

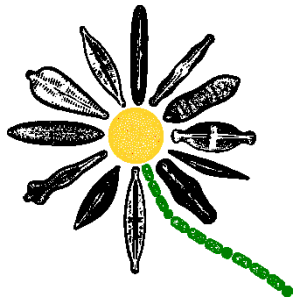




# Stramenopila







# Nejbližší příbuzní

## Bolidophyta

- Jednobuněční bičíkovci
- Mořský pikoplankton
- Objeveny až r. 1990



*Bolidomonas* sp.

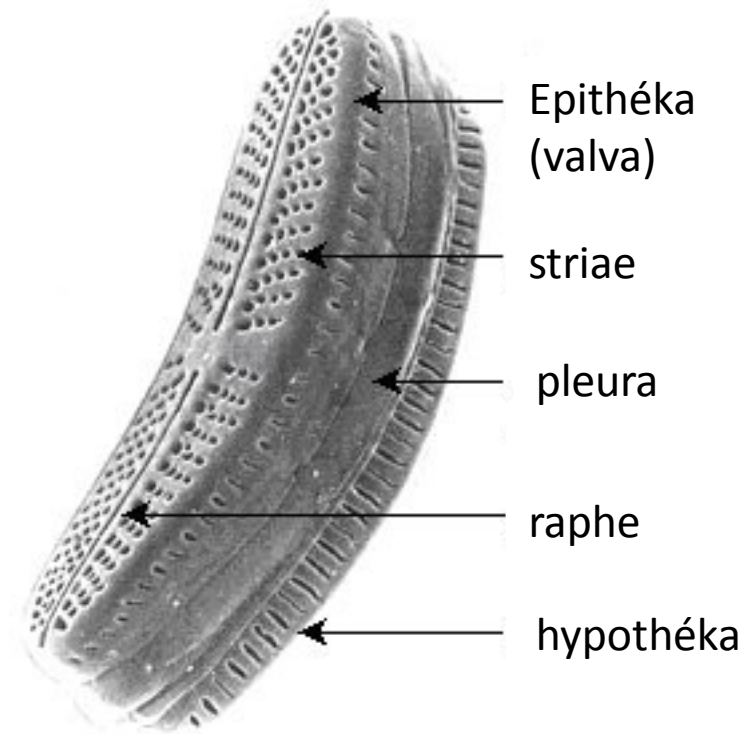


## Obecná charakteristika

- Jednobuněčné
- Převážně vodní
- Žijící jednotlivě či v koloniích
- Dvoudílná křemitá frustula
- Diatopéin
- Vychytávání kyseliny křemičité z prostředí, ukládání v SDV
- Polymer  $\text{SiO}_2$
- Hnědé chloroplasty
- Chlorofyly a,  $c_1, c_2, c_3$
- Xanthofyly - **fukoxantin**, diatoxantin, diadinoxantin
- Volutin, chrysolaminaran, olej (*vznik ropy*)
- Diktyozomy – produkce slizu a polysacharidů
- Pleuronematický bičík - gamety
- Auxospora – zygota
- Otevřená mitóza
- Diplontní životní cyklus
- Klidová stádia
- Diatomit (křemelina)

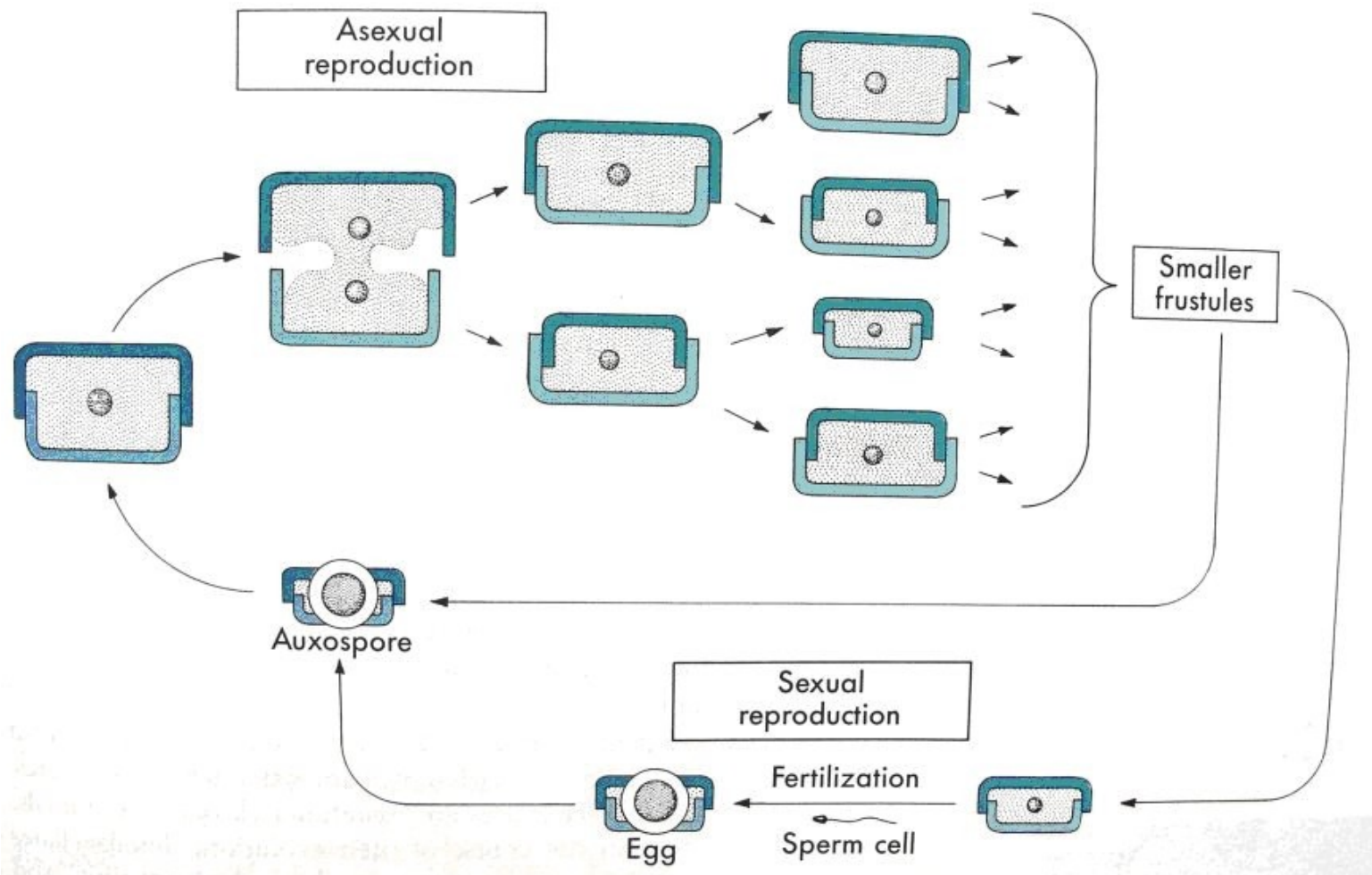
# Morfologie

- Schránka- frustula
- Epithéka
- Hypothéka
- Valva
- Pleura
- Raphe
- Striae
- Centrální nodulus
- Radiálně souměrné – Centrické
- Dvoustraně souměrné – Penátní





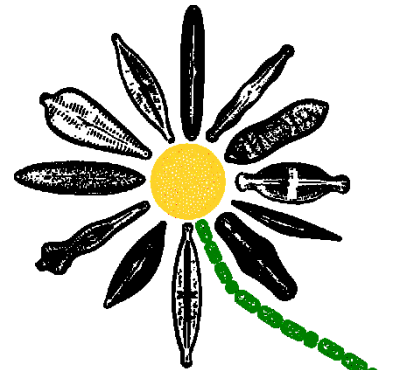
# Rozmnožování



# Nepohlavní rozmnožování

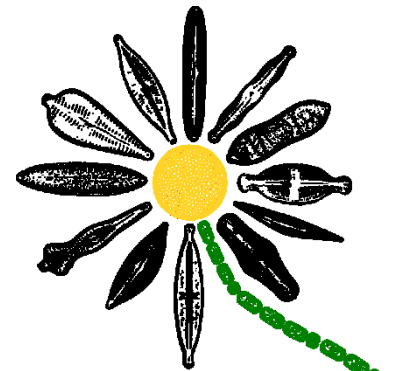
- Výrazně častější
- Rozdělení mateřské buňky na dvě poloviny
- Každá dceřiná buňka získá polovinu schránky
- Zděděná polovina představuje vždy novou EPITHÉKU
- Aktivní dotvoření druhé poloviny schránky
- Zmenšování rozměru schránek

→ pohlavní rozmnožování



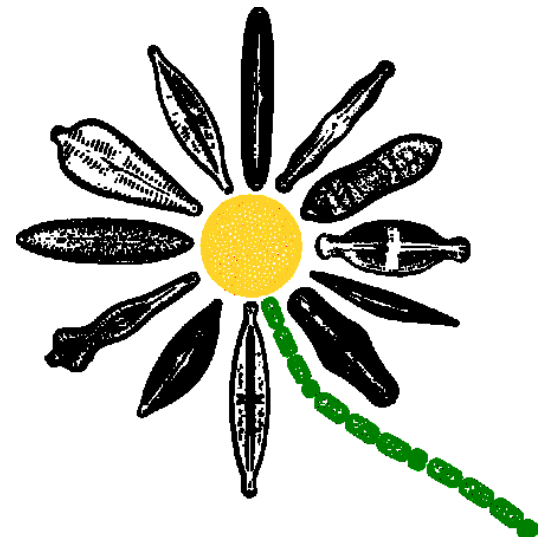
# Pohlavní rozmnožování – penátní rozsivky

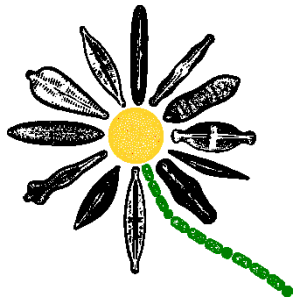
- Meiotický vznik dvou haploidních gamet
- Izogamie (stejné gamety)
- Anizogamie (rozdílná velikost gamet)
- Gamety bez bičíků, pohyb améboidním způsobem
- Splynutí protoplastů (konjugace)
- Auxospora (velká kulovitá buňka, podélné prodlužování)
- Uvnitř auxospory dochází k mitóze- vznikne diploidní iniciální buňka
- Vytvoření frustuly (auxospora kryta pouze polysacharidy)



# Pohlavní rozmnožování – centrické rozsivky

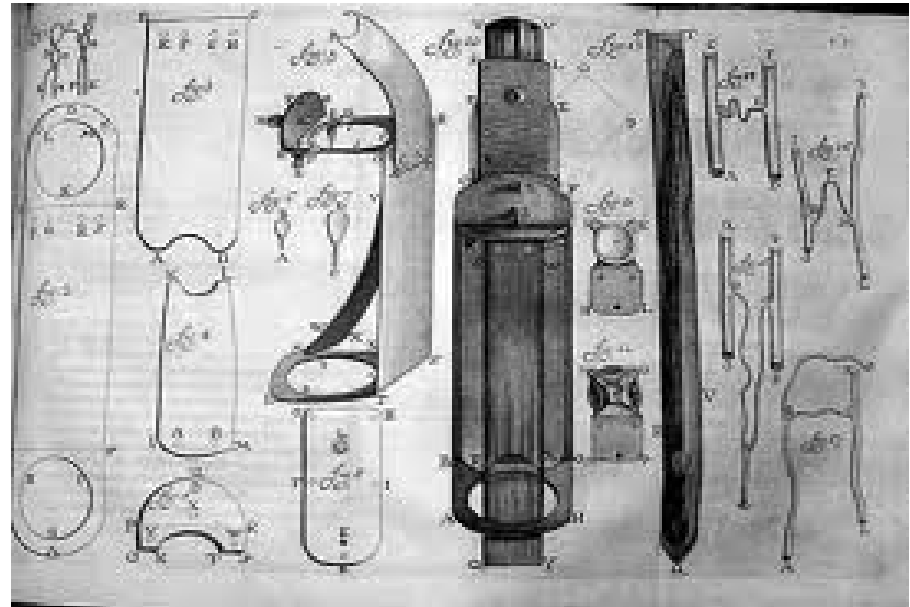
- Oogamie
- Z jedné buňky vznikne oogonium, v něm oosféra
- Z druhé antheridium se 4 spermatozoidy
- Spermatozoidy mají bičík!
- Dále proces podobný jako u penátních rozsivek
- Auxospora a iniciální buňka vždy nápadně větší než vegetativní buňky



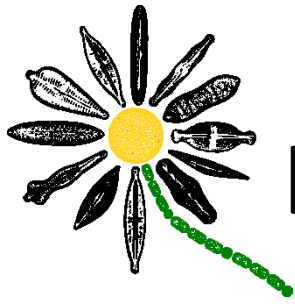


# Vynález mikroskopu

- kolem roku 1590, holandský brusič čoček a výrobce brýlí **Zacharias Jansen**
- Velké zdokonalení **Anthony Van Leeuwenhoek** (1632-1723), holandský obchodník s látkami

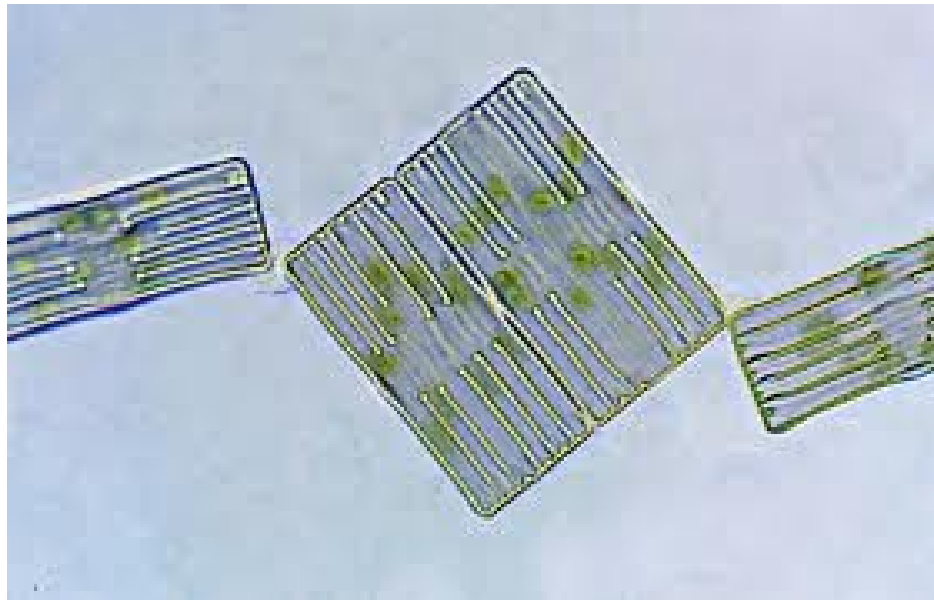


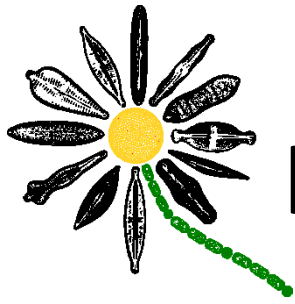




# Historie diatomologie

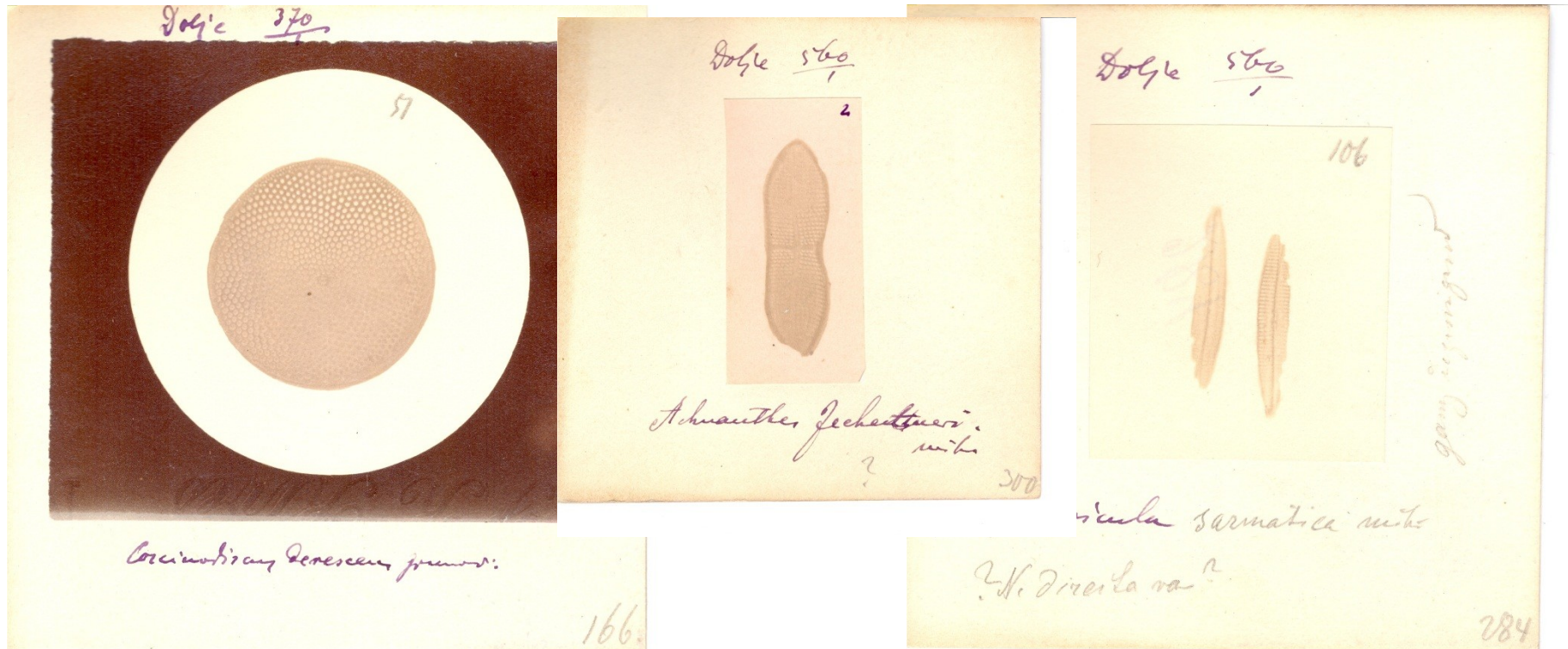
- 1703 první zmínka o rozsivkách
- Autor neznámý
- Pravděpodobně pozoroval *Tabellaria flocculosa*
- Své pozorování předvedl na schůzce Royal Society of London.





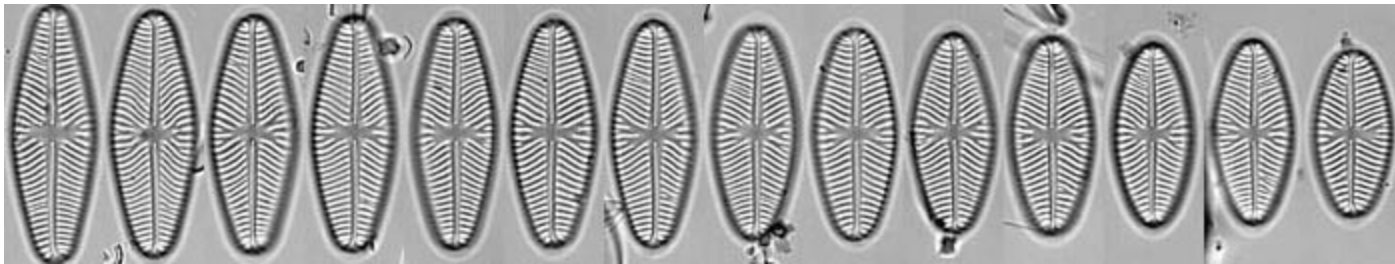
# Historie diatomologie

- První mikrofotografie rozsivek vznikla kolem roku 1860 ve Frankfurtu nad Mohanem
- József Pantocsek, kvalitní historické fotografie (kolem roku 1884), maďarský vědec



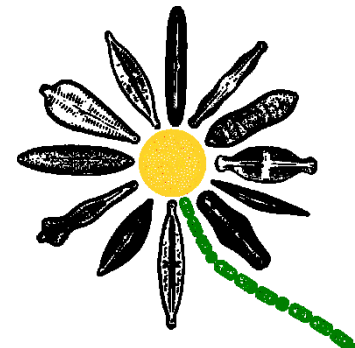
# Základní diagnostické znaky

- Velikost a tvar frustuly
- (pozor na změnu velikosti a tvaru v průběhu životního cyklu)



*Navicula reinhardtii*

- Počet strií na 10 mikrometrů
- Přítomnost, velikost a tvar různých struktur na frustule (velikost a tvar centrálních/terminálních nodulů , tvar zakončení raphe, orientace strií...)



# System

## 1. Centrické rozsivky – valvární pohled je kruh

Např. *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Aulacoseira*, *Melosira*

## 2. Penátní rozsivky – podlouhlé, eliptické nebo kopinaté, dvoustranně souměrné

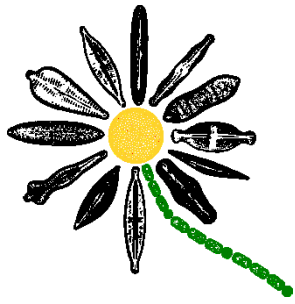
2a. rozsivky bez raphe (*Tabellaria*, *Diatoma*, *Asterionella*, *Fragilaria*, *Synedra* )

2b. rozsivky s jedním raphe po celé délce jedné schránky (*Achnanthes*, *Diploneis*)

2c. rozsivky se dvěma velmi krátkými raphe na konci schránky (*Eunotiales*)

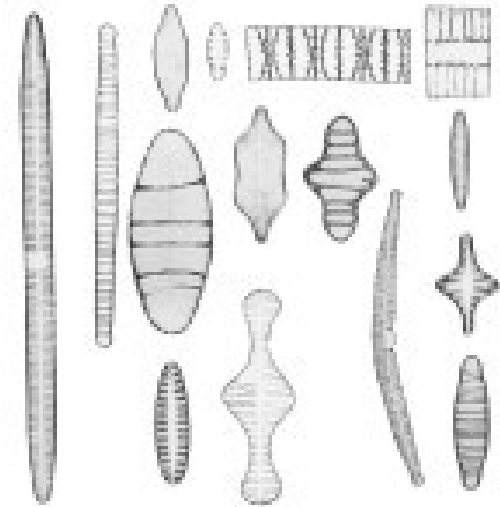
2d. rozsivky se dvěma raphe (*Navicula*, *Pinnularia*, *Cymbella*, *Gyrosigma*, *Gomphonema*)

2e. rozsivky s raphe ve zvláštních kanálcích (*Nitzschia*, *Surirella*)

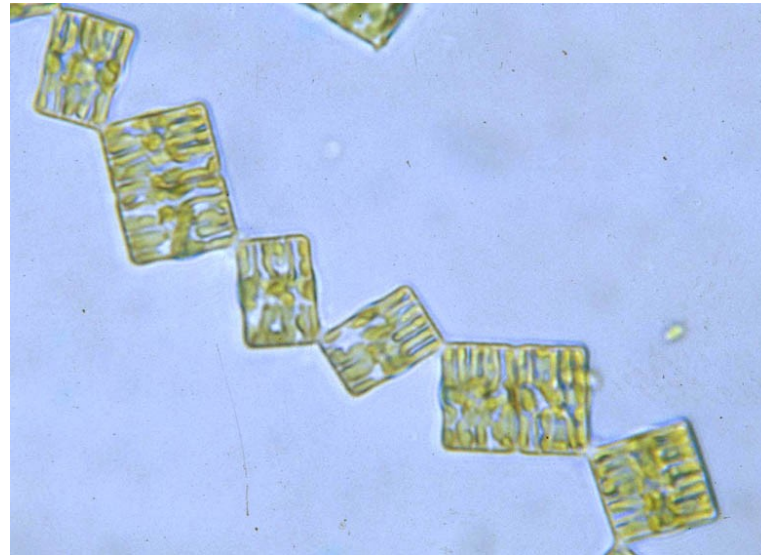


# Rozsivky bez raphe

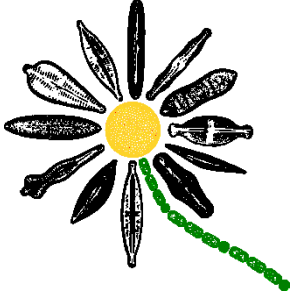
- Valvy dvoustraně souměrné
- Nemají raphe (postrádají aktivní pohyb)
- Občas mají rimoportuly (diagnostický znak)



*Staurosira construens* var. *venter*



*Tabellaria* sp.



# Rozsivky s raphe na jedné valvě

- Redukce raphe na jedné valvě, vyplněno křemíkem (pseudoraphe)
- Odlišná striace na valvě s raphe a bez raphe
- Bilaterálně symetrické

- Řád Achnanthes

*Achnanthes*

*Cocconeis*

*Psammothidium*

*Planothidium*

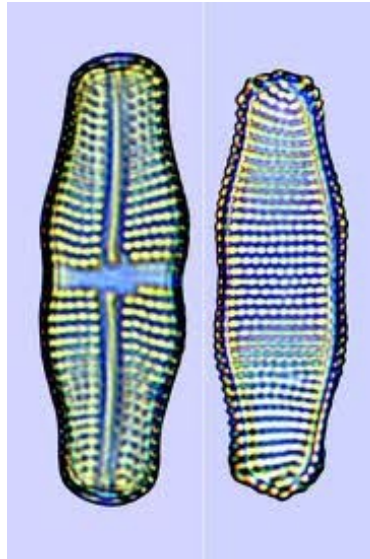
*Karayevia*

*Lemnicola*

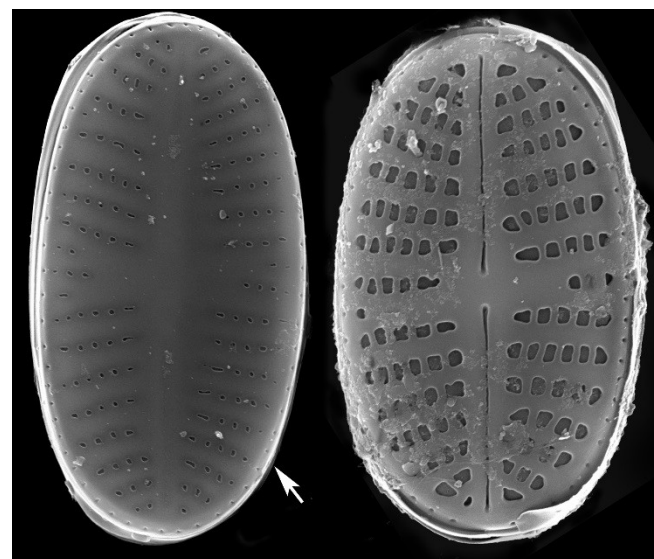
*Achnantheidium*

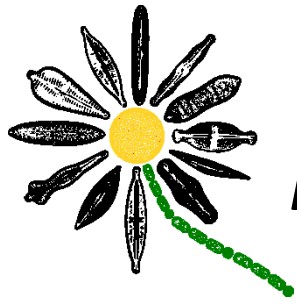
*Eucoconeis*

*Achnanthes coarctata*



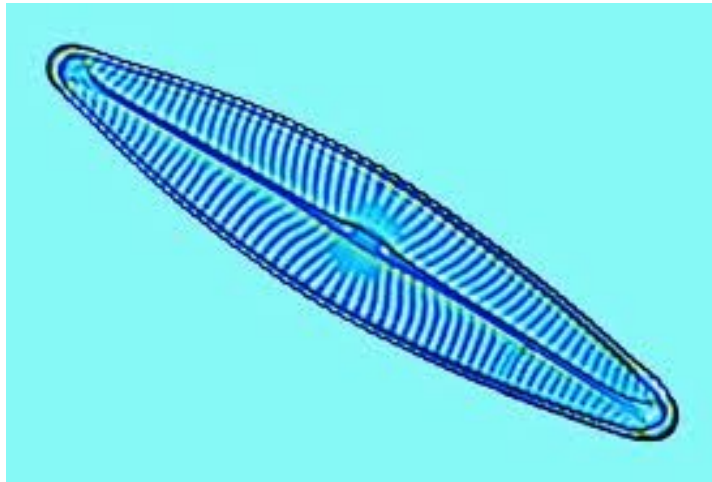
*Psammothidium curtissimum*  
heterovalvární





## *Rozsivky s raphe na obou valvách*

- Valvy bilaterálně symetrické
- Raphe vyvinuto na obou valvách
- Buňky mohou být velmi pohyblivé
- Tato skupina má největší diverzitu mezi sladkovodními rozsivkami



*Navicula lanceolata*



## Rody vzniklé z rodu *Navicula*

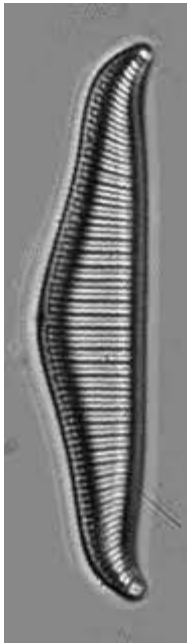
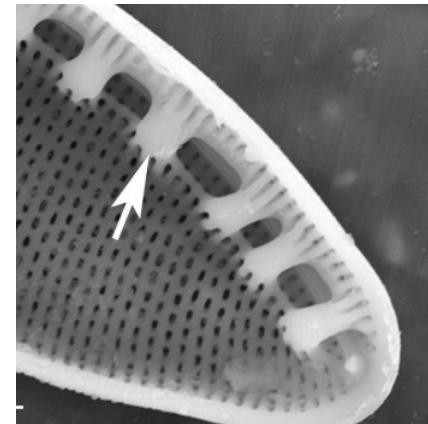


- *Craticula*
- *Sellaphora*
- *Luticola*
- *Geissleria*
- *Hippodonta*
- *Fallacia*
- *Chamaepinnularia*
- *Muelleria*
- *Cavinula*
- *Decussata*
- *Cosmioneis*
- *Microcostatus*
- *Diadesmis*
- *Fistulifera*
- *Adlafia*
- *Mayamaea*
- *Kobayasiella*
- *Placoneis*
- *Aneumastus*



# Rozsivky s kanálkovou raphe

- Rhopalodiales
- Bacillariales
- Surirellales
- Kanálková raphe: štěrbina, pod níž probíhá trubice překlenutá křemitými můstky (**fibuly**). Trubice je spojena s vnitřním prostorem buňky otvory (**portuly**). Kanálková raphe bývá uložena blízko okraje valvy.





## *Eunotiales*



- Raphe velmi redukované, nízká motilita
- Raphe na boku
- Na valvách mohou být rimoportuly
- Malá skupina, acidobionti
  - *Eunotia*
  - *Actinella*
  - *Semiorbis*
  - *Peronia*

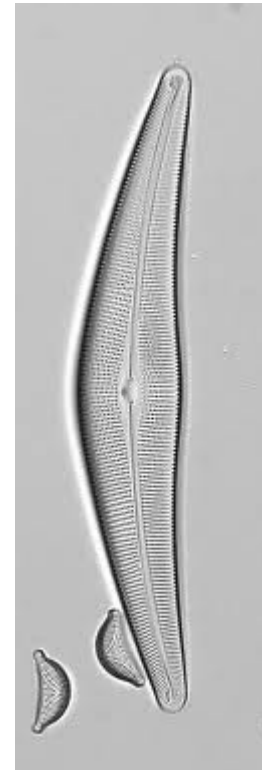
*Eunotia fallax*





# Cymbelloidní rozsivky

- Asymetrické k apikální ose
- *Amphora*
- *Cymbella*
- *Cymbopleura*
- *Encyonema*
- *Encyonopsis*
- *Reimeria*



*Cymbella lanceolata*



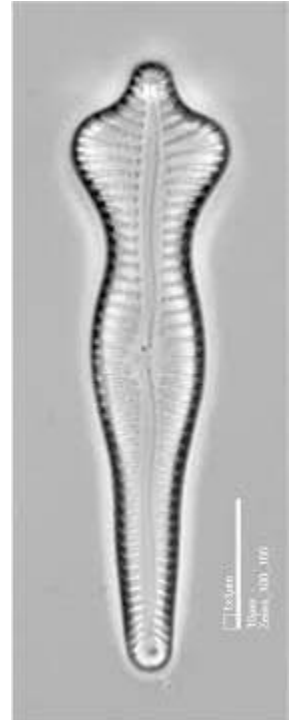
*Amphora veneta*



## Gomphoidní rozsivky- asymetrické



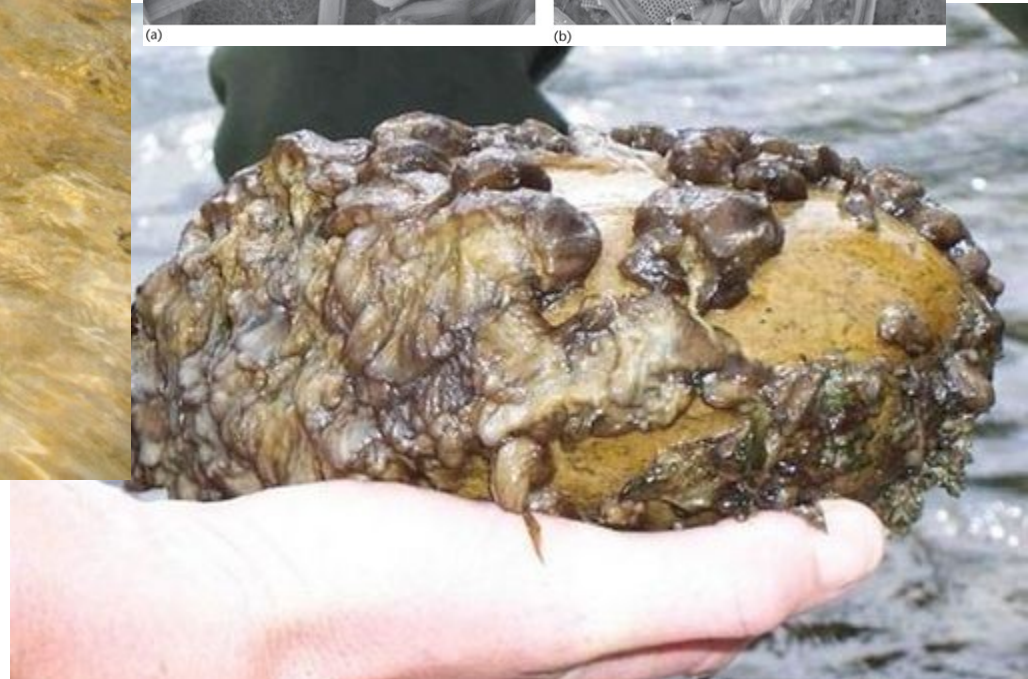
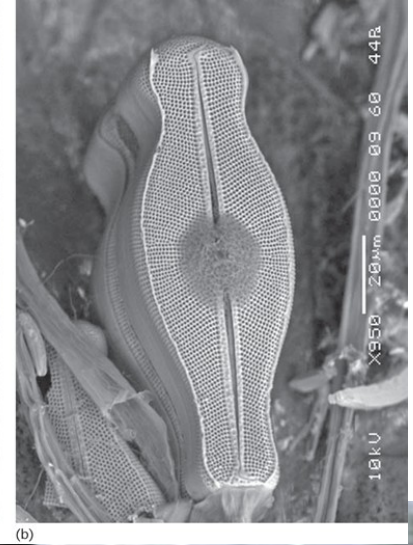
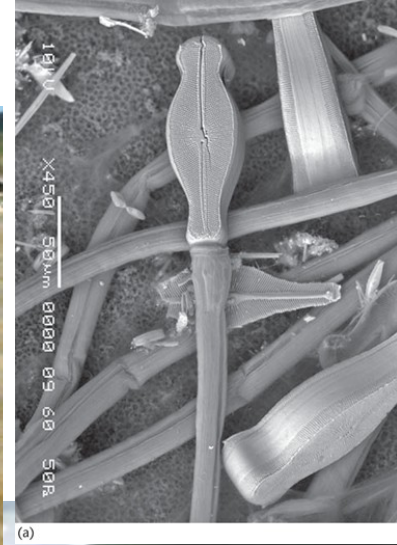
- Valvy jsou asymetrické k transapikální ose, symetrické k apikální ose
- Tvar frustuly klavátní (heteropolární)
- Z pleurálního pohledu klínovitý tvar
- Výrazné koncové pole (tvorba stopek)
- Různé ekologické nároky druhů



*Gomphonema acuminatum*



# *Didymosphenia*





# *Didymosphenia*

**YOU CAN**



*the spread of*

**DIDYMO**

**A MICROSCOPIC INVASIVE FRESHWATER ALGAE**

**After leaving from any waterway...just remember**

**1 + 1 + 1**

**1 gallon of water + 1 cup of salt + 1 minute soak**

**Soak all gear for 1 Minute, all felt soled boots or soft absorbent items should be soaked for 30 minutes**

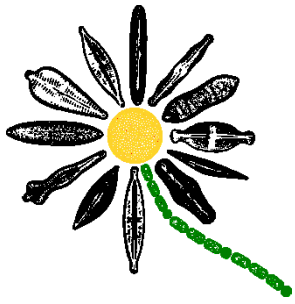
**or**

**Dry all gear for 48 hours before entering another waterway**



Cornell University  
Cooperative Extension  
Ulster County

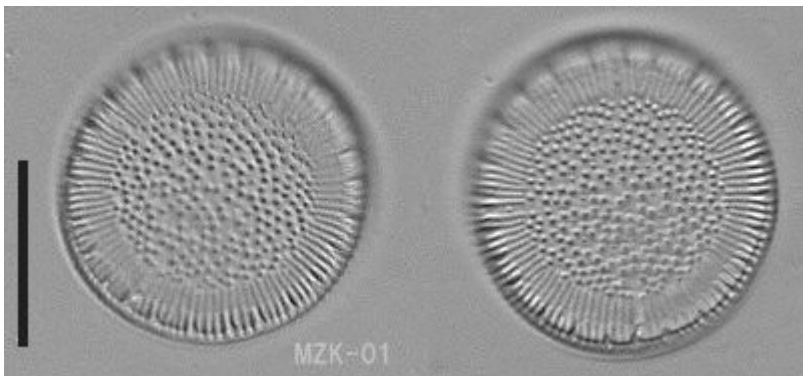
**For more information or a laminated copy of this poster contact the Ashokan Watershed Stream Management Program at 845-688-3047**



# Centrické rozsivky

- Valvy s radiální symetrií (většinou)
- Frustuly bez raphe, buňky se aktivně nepohybují
- Frustuly mohou mít fultoportuly a rimoportuly
- Pohlavní rozmnožování je oogamie

*Puncticulata praetermissa*



*Cyclotella meneghiniana*

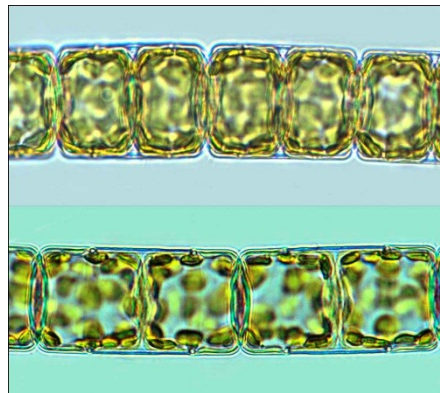




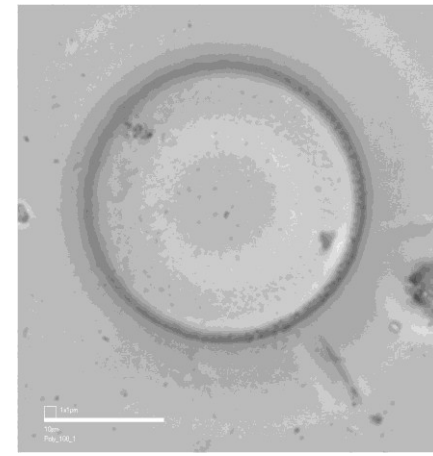
# *Melosira*



- Pleura hodně prodloužená
- Tvoří kolonie, téměř vždy je najdeme v pleurálním pohledu
- Bez ornamentace
- Bez trnů



*Melosira varians*

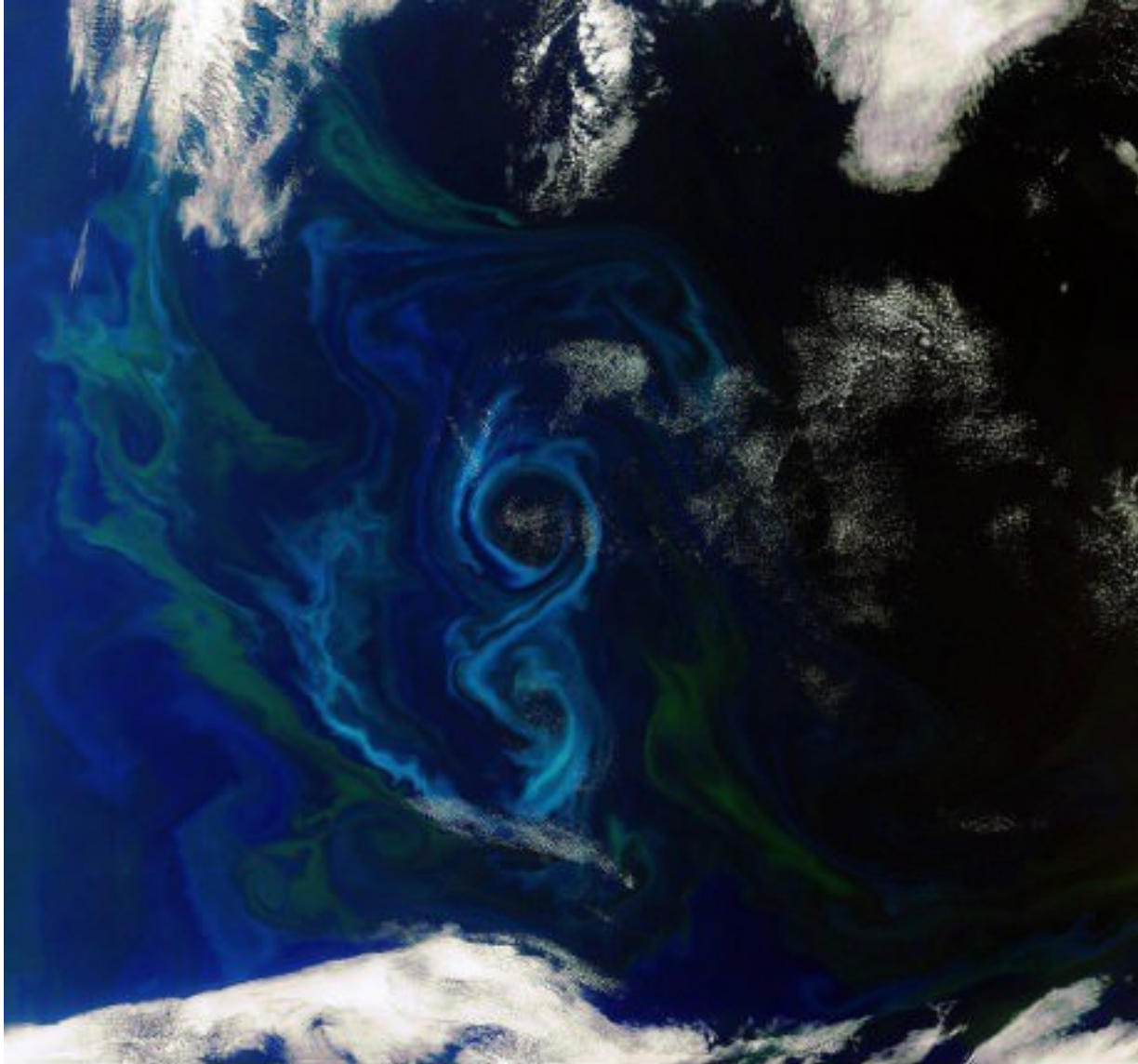
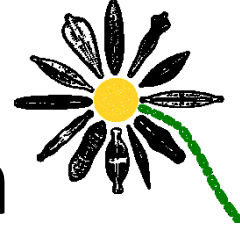




# Ekologie

- Jedna z hlavních akvatických fotosyntetických skupin
- Důležitá součást globální primární produkce
- Mořské i sladkovodní (*centrické-převážně mořské, ve sladkých vodách planktonní, penátní často sladkovodní a přisedlé*)
- Plankton
- Bentos
- Perifyton
- Mohou žít epizoicky (velryby) i endozoicky (dírkonoši)
- Jarní a podzimní vrchol ve sladkých vodách
- Ekologické nároky mnohdy druhově specifické (biomonitoring)
- Pevnost schránky- zachování v sedimentech

# Mořský fytoplankton



# Ekologie



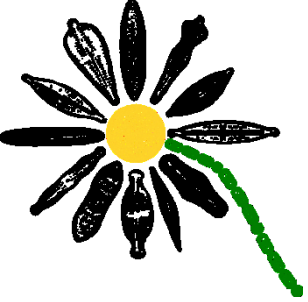
- Vodní květ (sinice) x vegetační zákal (zlativky, rozsivky)

## Bentos

- Rozsivky jsou nejčastěji přichyceny k substrátu pomocí slizu

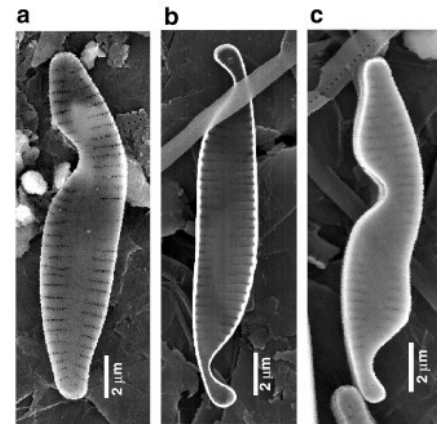
### Způsoby přichycení k substrátu:

- Celou plochou: *Cocconeis*
- Jedním koncem: *Fragilaria*
- Slizové stopky: *Gomphonema*
- Slizové trubice: *Encyonema*



# Význam rozsivek

- Biomonitoring
- Biopaliva
- Forezní diatomologie
- Testování optických mikroskopů
- Diatomit
- Výzkum klimatických změn
- Paleoekologické rekonstrukce
- Detektory těžkých kovů a radiace



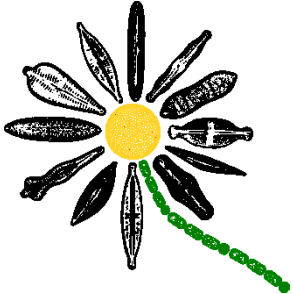
- Podílí se min. 20% na veškerém objemu C fixovaného během fotosyntézy (více než deštné pralesy)

Rozsivkám vděčíme za náš každý pátý vdech...

# Praktické využití

- Paleolimnologie: zjišťování subrecentní flóry, vývoje eutrofizace, acidifikace, globálního oteplování
- Křemelina (diatomit): tepelně izolační materiál, filtrace, absorpční materiál, plnidlo
- Diatomit + nitroglycerin = dynamit
- Potravinářský průmysl: zdroj betakarotenu
- Farmaceutický průmysl: prášek proti střevním parazitům
- Nanotechnologie





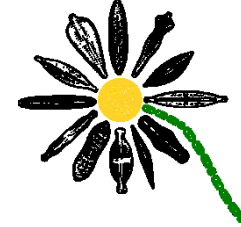
# Rozsivky jako bioindikátory

- velmi krátký generační čas- vysoká frekvence dělení
- schopny indikovat změny prostředí v krátkém čase

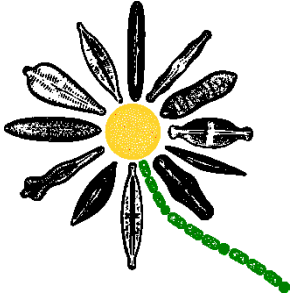
Rozsivky jsou schopné indikovat:

- organické znečištění
- acidifikaci
- trofii toku
- přítomnost těžkých kovů
- případně radiaci
- klimatické změny v paleoekologických studiích

# Bioindikátory



- Kyselá voda, pH, dystrofié: *Eunotia*, *Pinnularia*
- Acidifikace: *Eunotia*
- Oligotrofié: *Aulacoseira*
- Mezotrofié: *Asterionella*
- Eutrofié: *Stephanodiscus*



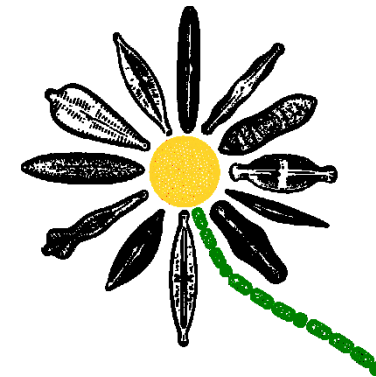
# Biologické hodnocení kvality vody

Proč rozsivky:

- citlivě reagují na změny jednotlivých faktorů
- levné
- ve vodním prostředí hojně zastoupené- dominantní složka fytobentosu
- význam v potravním řetězci
- jednoduché metody vzorkování
- vyhodnocení přesné
- uchování díky trvalým preparátům – archivace, případná kontrola



# Rozsivky v sedimentech



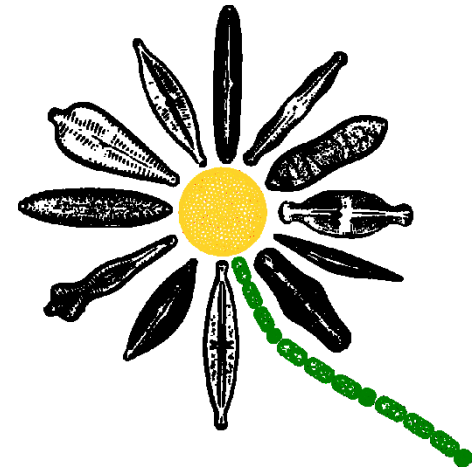
- Schopny spolehlivě indikovat vlastnosti prostředí
- Výborné zachování
- Důležité srovnání s recentními daty
  
- Rekonstrukce fyzikálních parametrů prostředí: výška hladiny vody, světelné podmínky, teplota a cirkulace vody
  
- Chemické parametry: chemismus vody, množství živin (především N a P), koncentrace uhlíku, pH, konduktivita a salinita

# Paleolimnologie na Svalbardu



# Retrospektivní metody na Svalbardu

- Klima se mění
- Změna bude mít/má dopad na lidstvo
- Arktida/Antarktida – nedotčeny tolik lidskou činností
- Jednoduché ekosystémy, krátké potravní řetězce
- Pokud se klima mění zde to bude vidět nejdříve



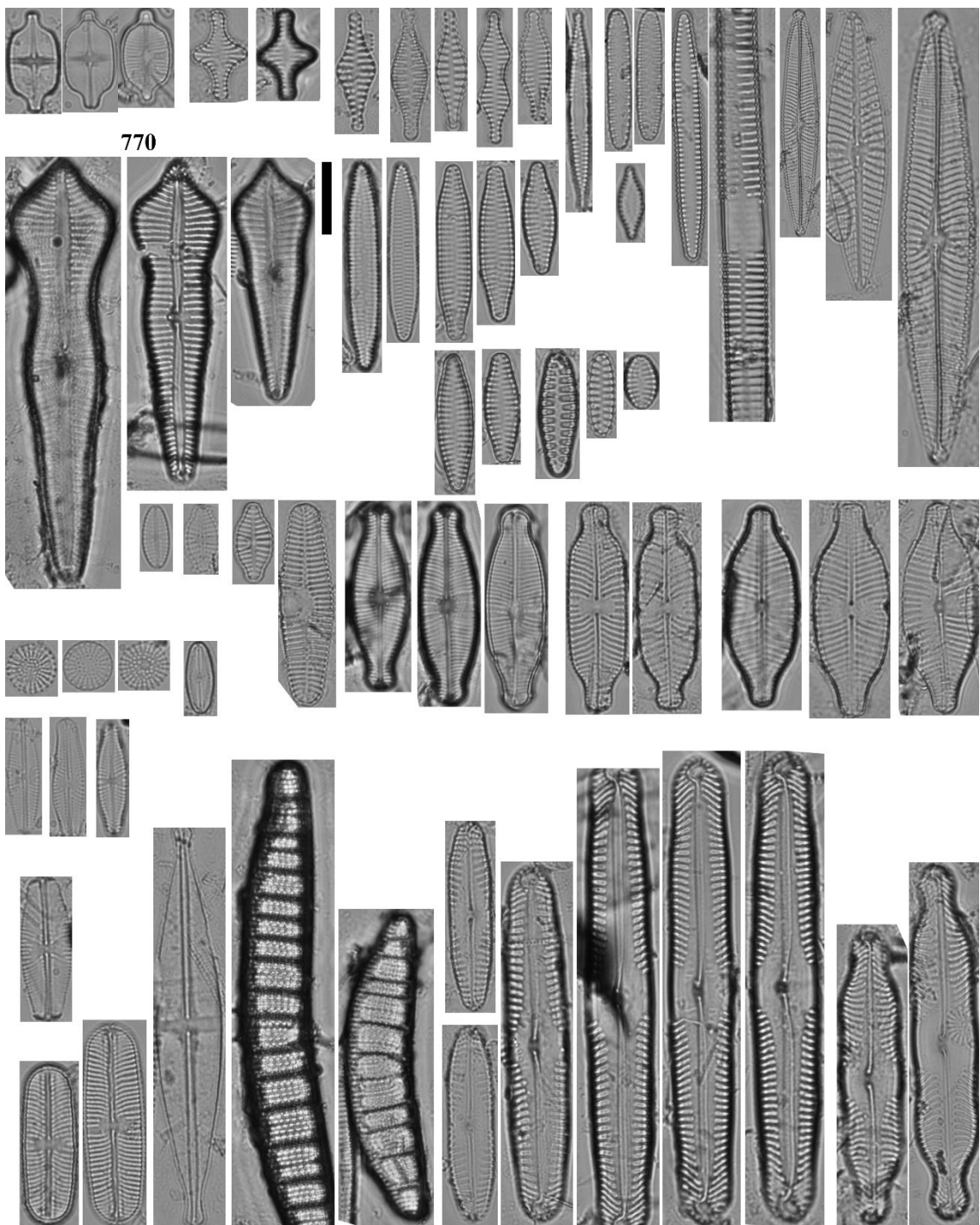
# Paleolimnologie na Svalbardu



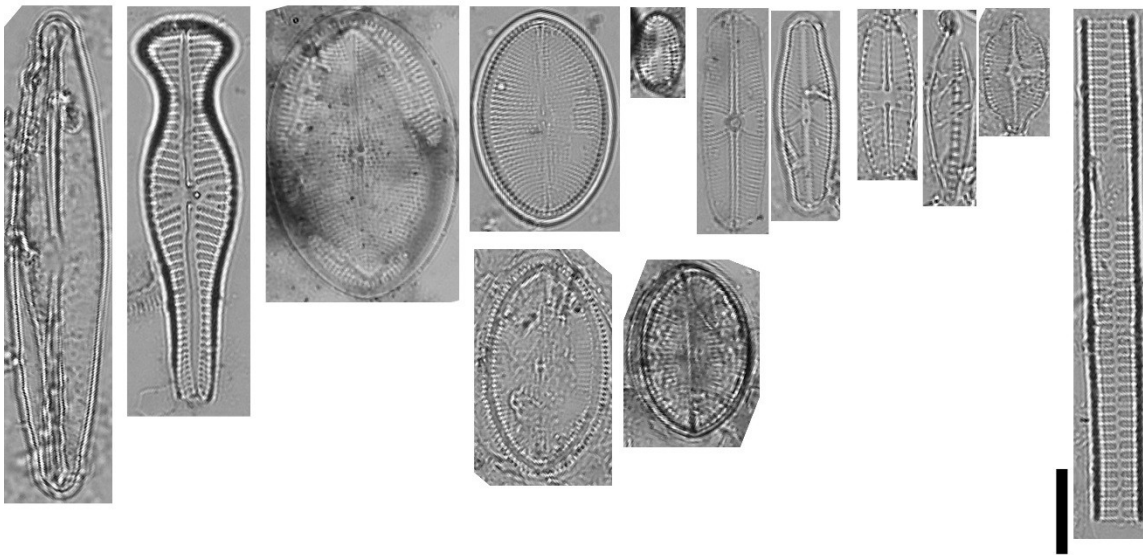
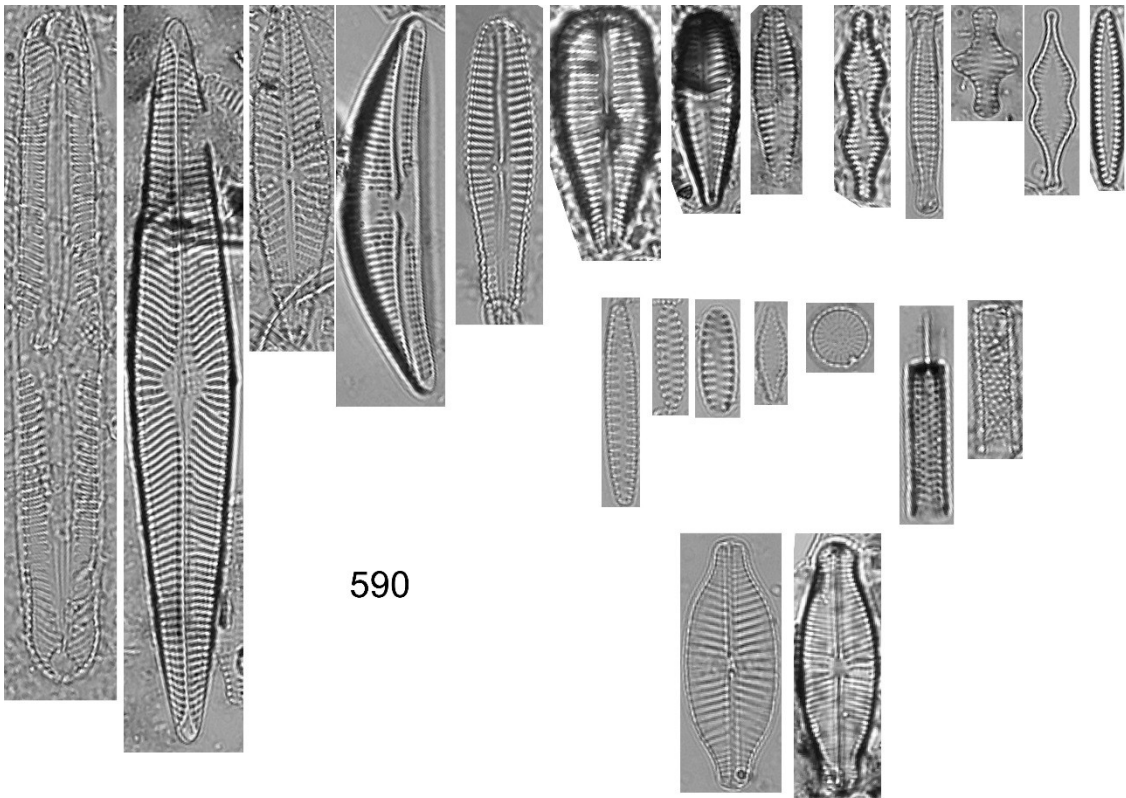












Děkuji za pozornost!

