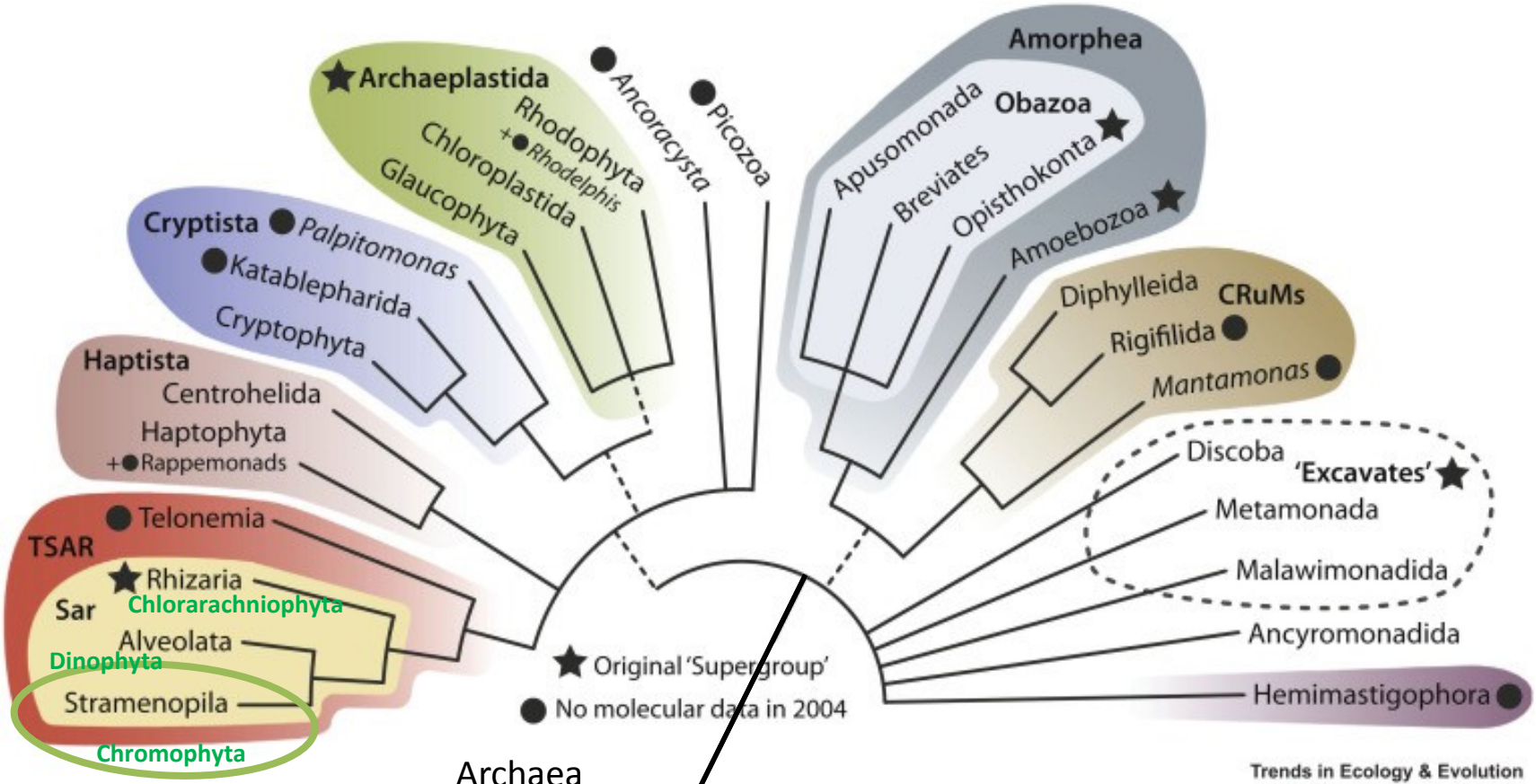
# Fylogeneze a diverzita řas a hub:
# 3. a 4. přednáška

## TSAR:

## Stramenopila (Heterokontophyta, Chromophyta, Ochrophyta)

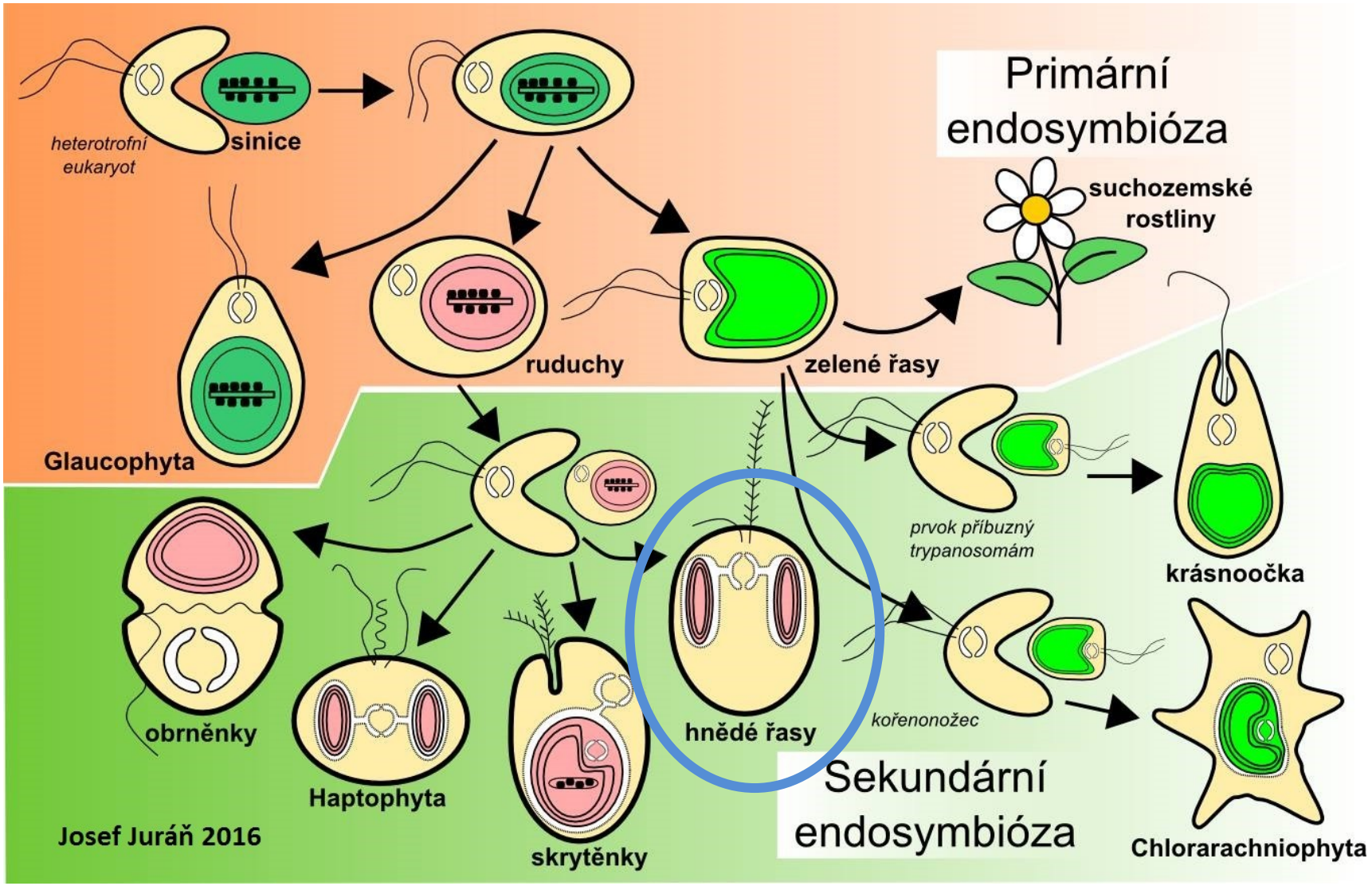
# Systém




Archaea

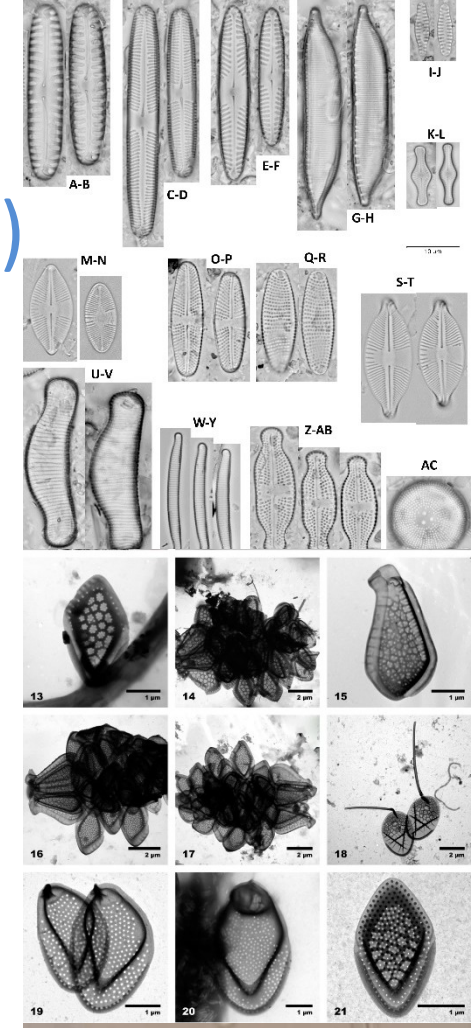
Bacteria
(Cyanobacteria)

Burki et al. 2020


Primární endosymbióza
heterotrofní eukaryot
sinice
suchozemské rostliny
ruduchy
zelené řasy
Glaucophyta
prvok příbuzný trypanosomám
krásnoočka
obrněnky
Haptophyta
skrytěnky
hnědé řasy
kořenonožec
Sekundární endosymbióza
Chlorarachniophyta
Josef Juráň 2016

# Oddělení Heterokontophyta (Chromophyta, Stramenopila)

- Dva nestejně dlouhé bičíky:
  - Pleuronematický bičík (pohybový)
  - Akronematický bičík
- Fotoautotrofní řasy
- Chloroplasty se 4 membránami:
  - Chlorofyl a, c
  - Fukoxantin, vaucheriaxantin
- Olej, polyfosfátová zrnka – volutin



<u>Třídy</u>:

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

# Chrysophyceae – zlativky, chrysomonády

- Bičíkovci – jednotlivě nebo v koloniích
- Nahé buňky
- Mixotrofní výživa – fotosyntéza, osmotrofie, fagotrofie
- Dva nestejně dlouhé bičíky
- Fotoreceptor - retinal
- Stigma v prohlubni pod povrchem chloroplastu
- 4 mikrotubulární kořeny
- Chlorofyly a + c, fukoxantin

# Chrysophyceae – zlativky, chrysomonády

- Bičíkovci – jednotlivě nebo v koloniích
- Nahé buňky
- Mixotrofní výživa – fotosyntéza, osmotrofie, fagotrofie
- Dva nestejně dlouhé bičíky
- Fotoreceptor - protein retinal
- Stigma v prohlubni pod povrchem chloroplastu
- 4 mikrotubulární kořeny
- Chlorofyly a + c, fukoxantin

# Chrysophyceae- zlativky

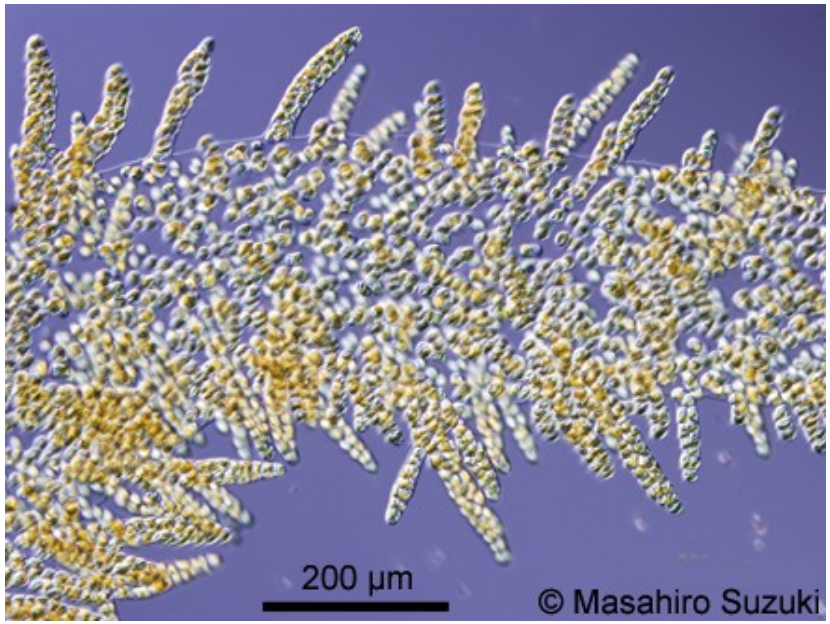
- Pulzující vakuoly (v hypotonickém prostředí)
- Mukocysty, diskobolocysty
- Lorika - celulóza, chitin, křemité šupiny
- Stomatocysty: odpočívající stádia
- Hologamie - pohlavní proces
- Mixotrofie: i druhy s chloroplasty získávají z organické hmoty dusík a uhlík
- Auxotrofie: závislost na příjmu vitamínů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

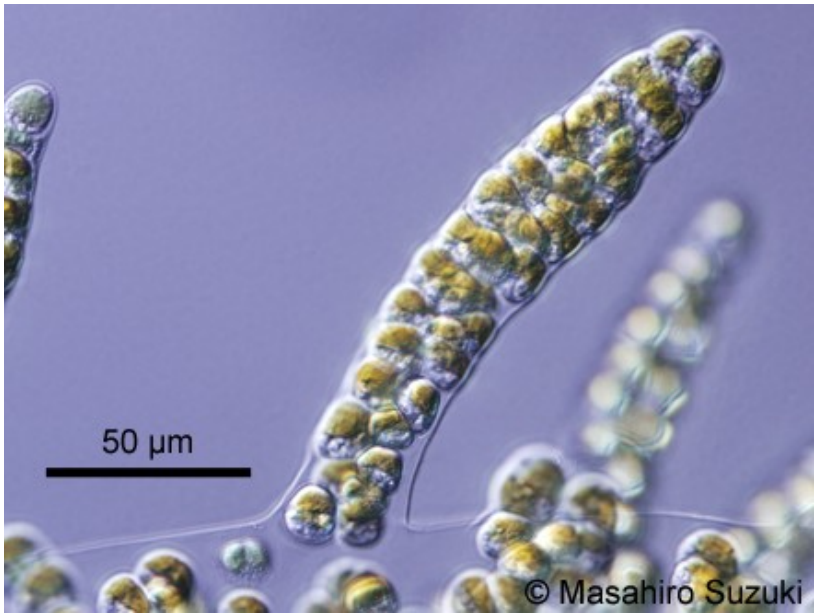
Odd.: Heterokontophyta Třída: Chrysophyceae Řád: Chromulinales

*Dinobryon* sp.

http://www.mikroskopie.de/

Odd.: Heterokontophyta Třída: Chrysophyceae Řád: Hydrurales




*Hydrurus foetidus*

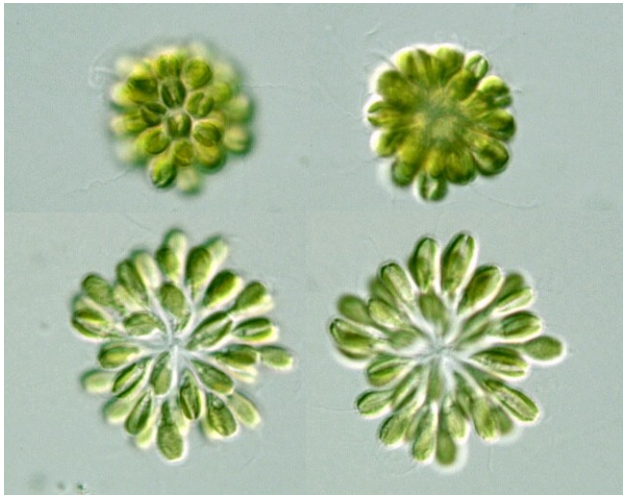
# Synurophyceae

- 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.

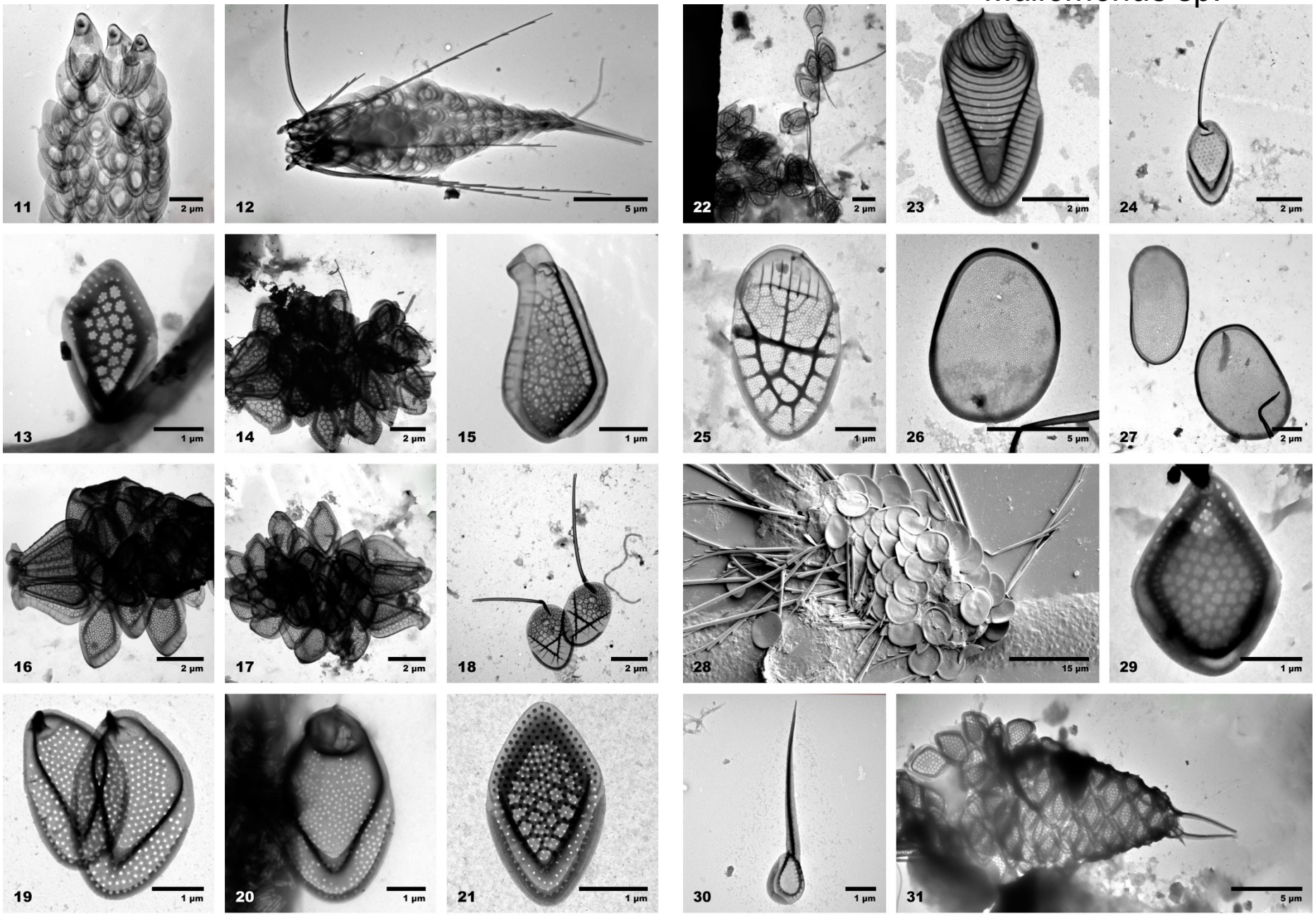
http://pinkava.asu.edu



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

# *Mallomonas* sp.

*Mallomonas* sp.




orig. Jana Faturová

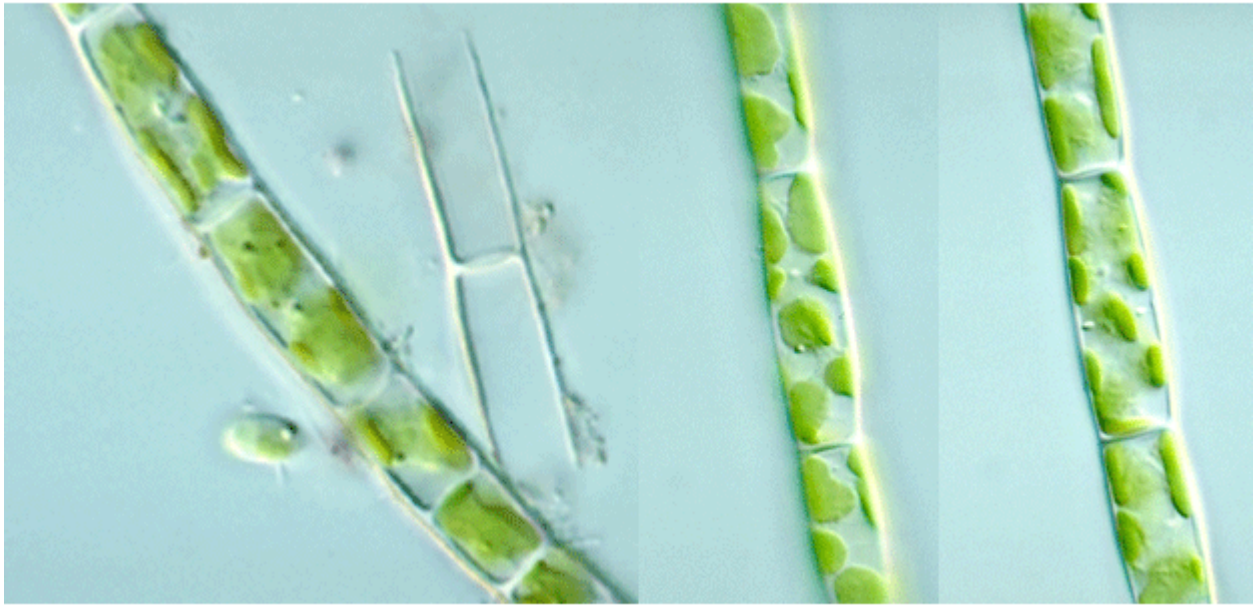
http://chrysophytes.eu/

# Xanthophyceae

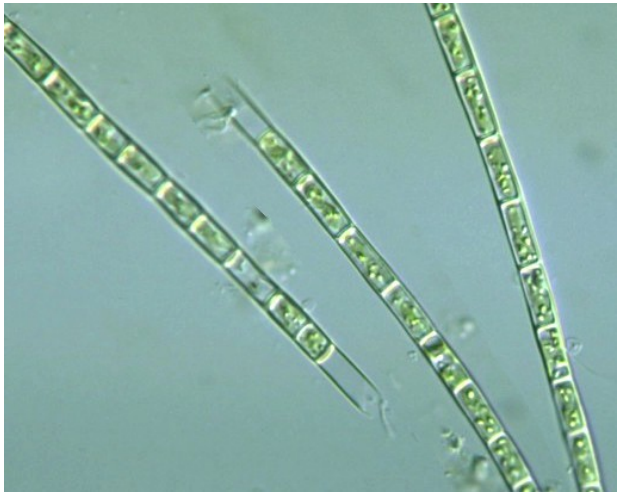
- Monadoidní až sifonální organizační stupeň
- Terčovité chloroplasty
- Chlorofyly a, $c_1$, $c_2$, Xantofyly (chybí fukoxantin)
- Nahé pyrenoidy
- Zásobní látka olej
- Dvoudílná buněčná stěna
- Heterokontní
- Nepohlavní rozmnožování - zoospory, synzoospory, aplanospory
- Vývojový paralelizmus

# *Tribonema* sp.

Tribonema

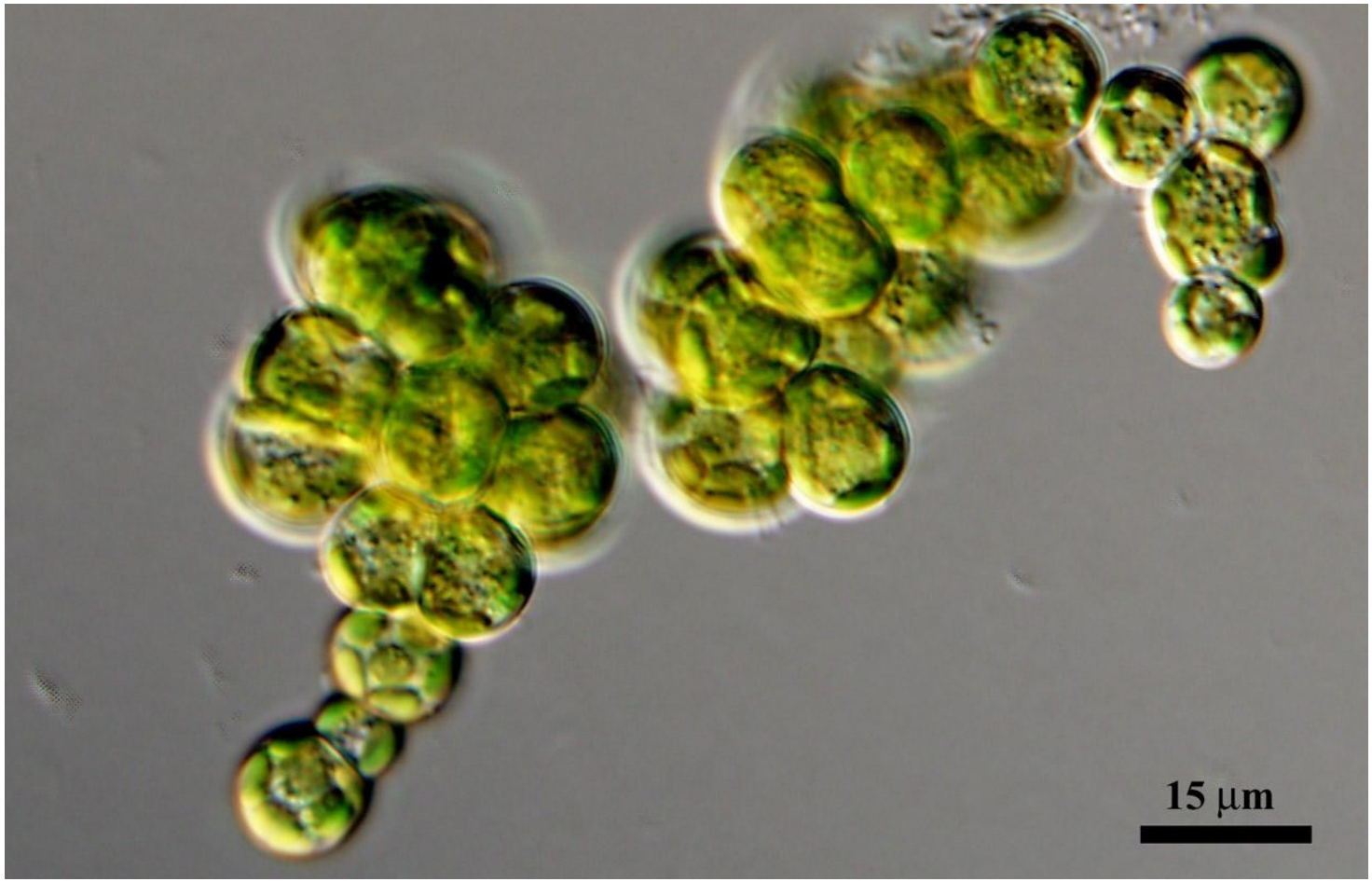


All after Entwisle et al. (1997)



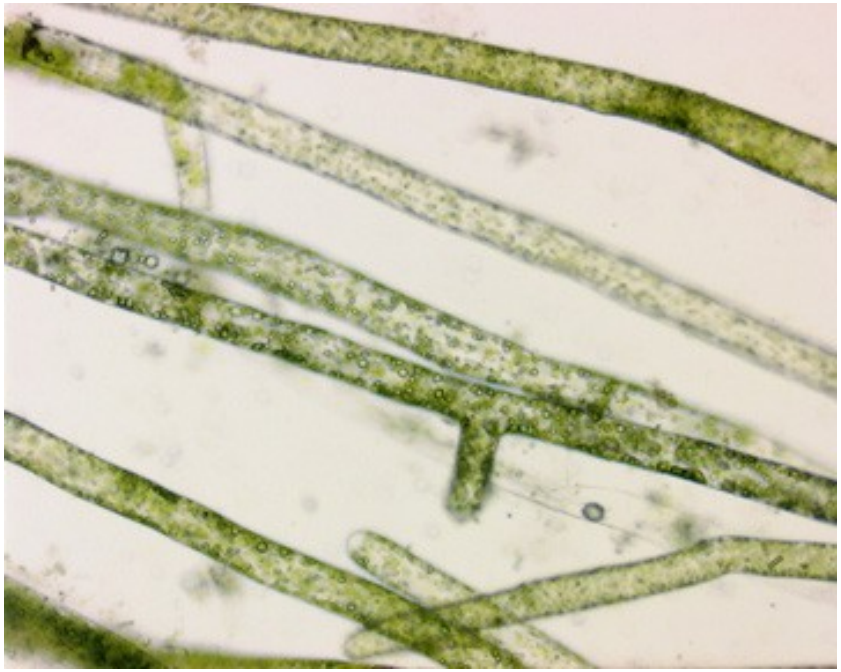
http://protist.i.hosei.ac.jp

# *Heterococcus* sp.




http://ccala.butbn.cas.cz

# *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, $c_1$,$c_2$,$c_3$
- Fukoxantin, violaxantin
- Nahý pyrenoid
- Laminaran, manitol, olej
- Fysody (vakuoly obsahující baktericidní fenol fukosan)

# Rodozměna

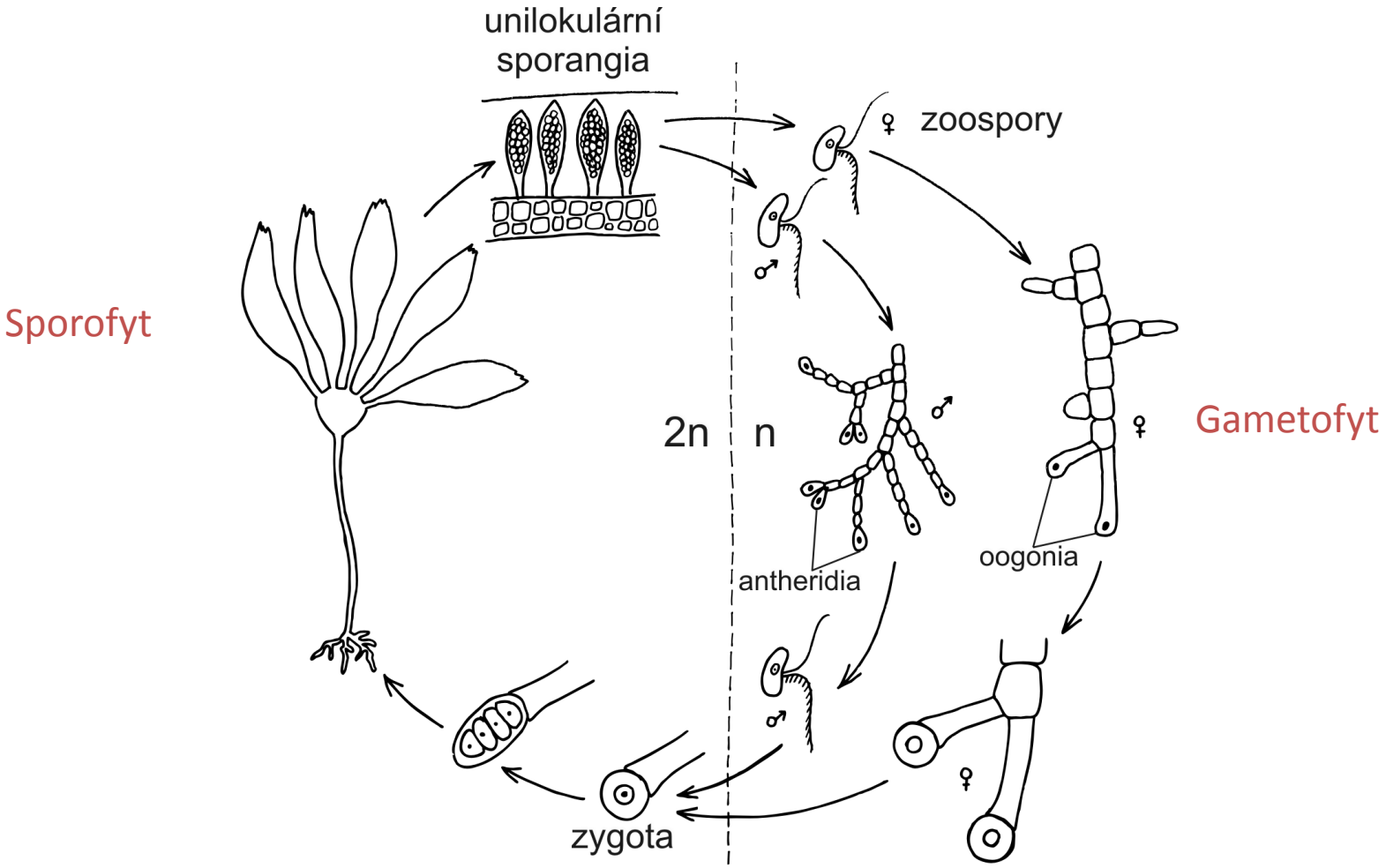
- Izomorfická rodozměna: gametofyt a sporofyt nejsou morfologicky odlišné, u primitivnějších skupin – např. řád Ectocarpales
- Heteromorfická rodozměna: gametofyt omezen, řád Laminariales

- 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

- Heteromorfická rodozměna: na fyloidu se vytvoří spory- z nich vyklíčí gametofyt (mikroskopický)- gametangia- gamety (spermatozoidy a oogonia)- zygota- sporofyt




Laminariales - heteromorfická rodozměna. © Markéta Krautová

Heteromorfická rodozměna: na fyloidu 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

- Oogamie:

  gametangia uvnitř konceptakulí: anteridia, oogonia

  gametangia produkují gamety- splynutím gamet vzniká zygota

  ze zygoty vyroste diploidní sporofyt- v něm vznikají tetraspory

  spory vyklíčí v gametofyt

# *Laminaria* sp.

http://www.solpugid.com

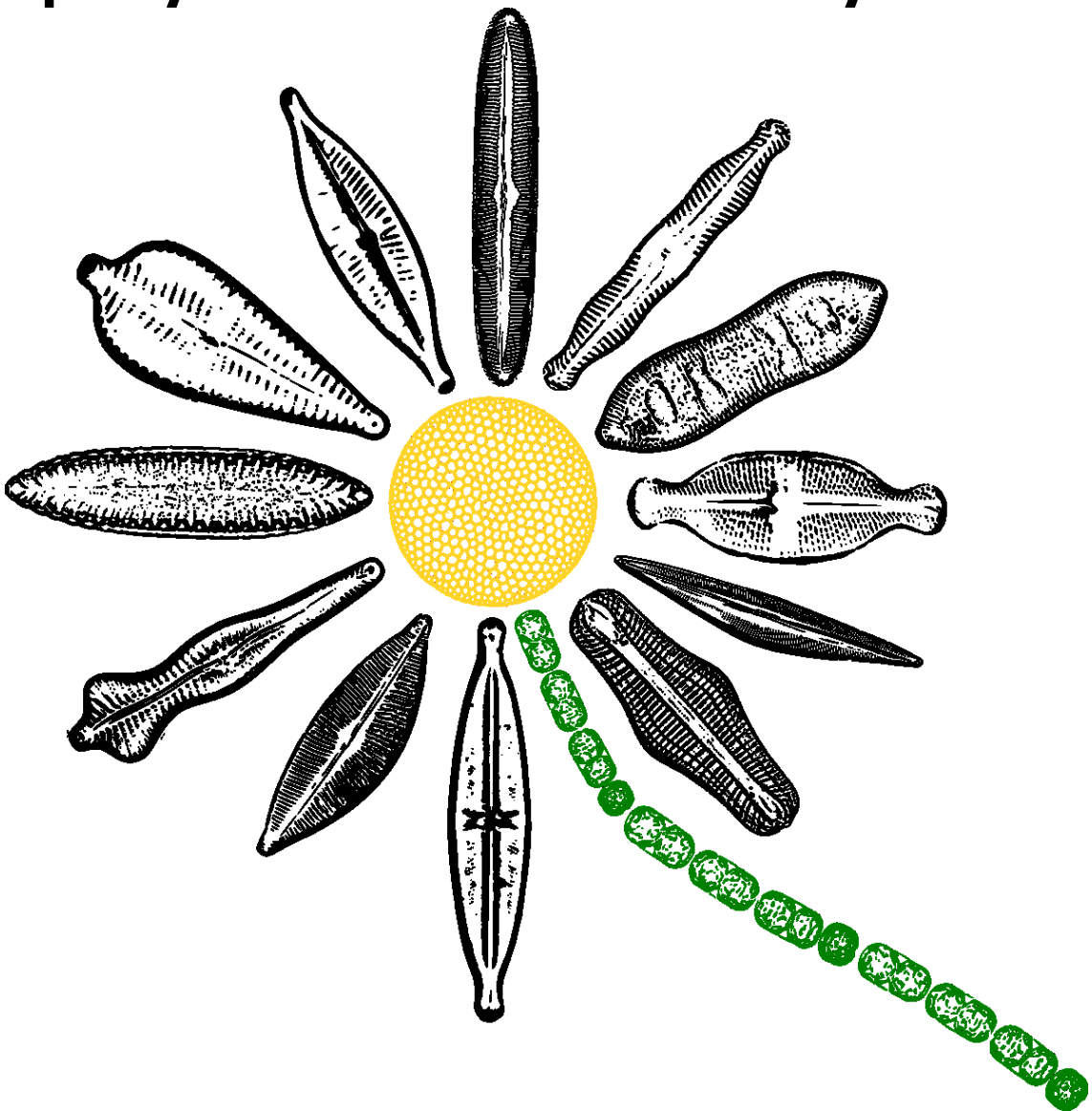
# *Fucus vesiculosus*

http://www.aphotomarine.com

# *Sargassum* sp.

http://oceanexplorer.noaa.gov

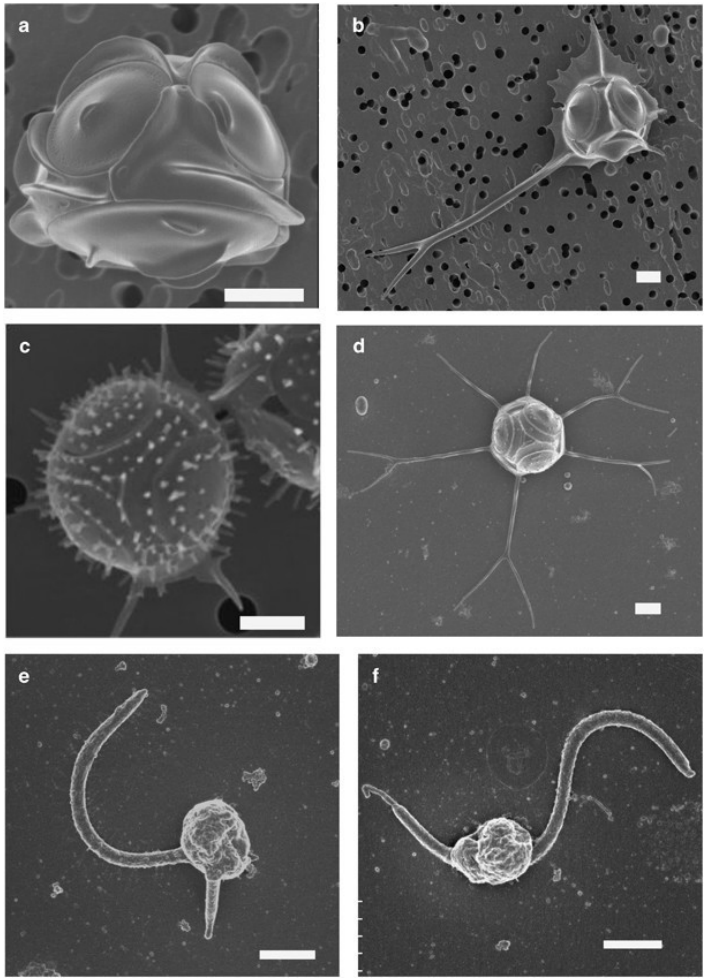
# Bacillariophyceae - Rozsivky



# Nejbližší příbuzní

Bolidophyta

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



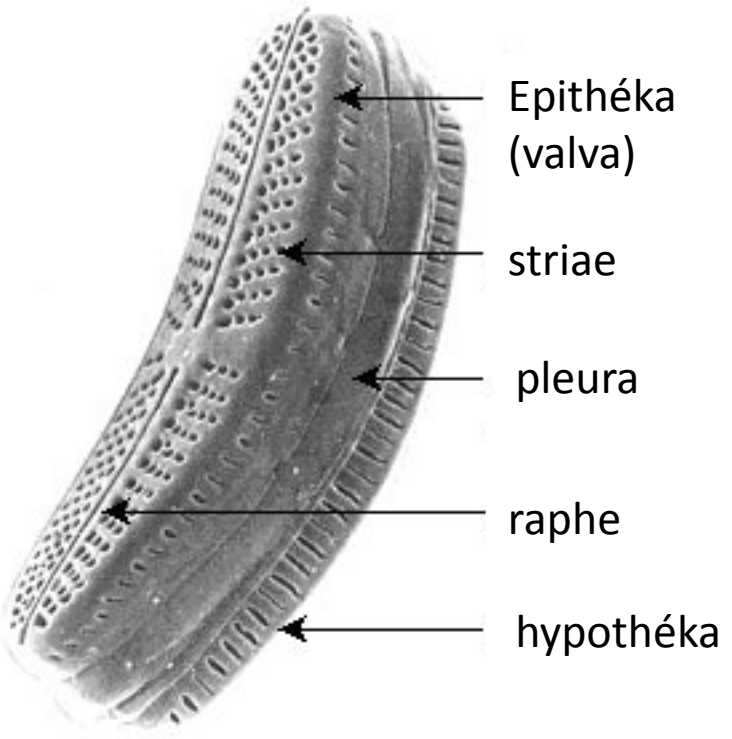

*Bolidomonas* sp.

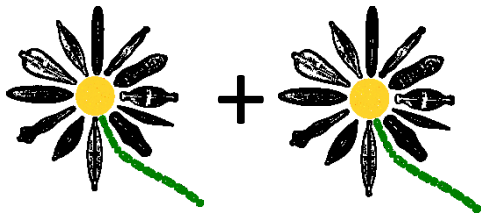
# Obecná charakteristika

- Jednobuněčné
- Převážně vodní
- Žijící jednotlivě či v koloniích
- Dvoudílná křemitá frustula
- Diatotepin
- Vychytávání kyseliny křemičité z prostředí, ukládání v SDV
- Polymer $SiO_2$
- 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)

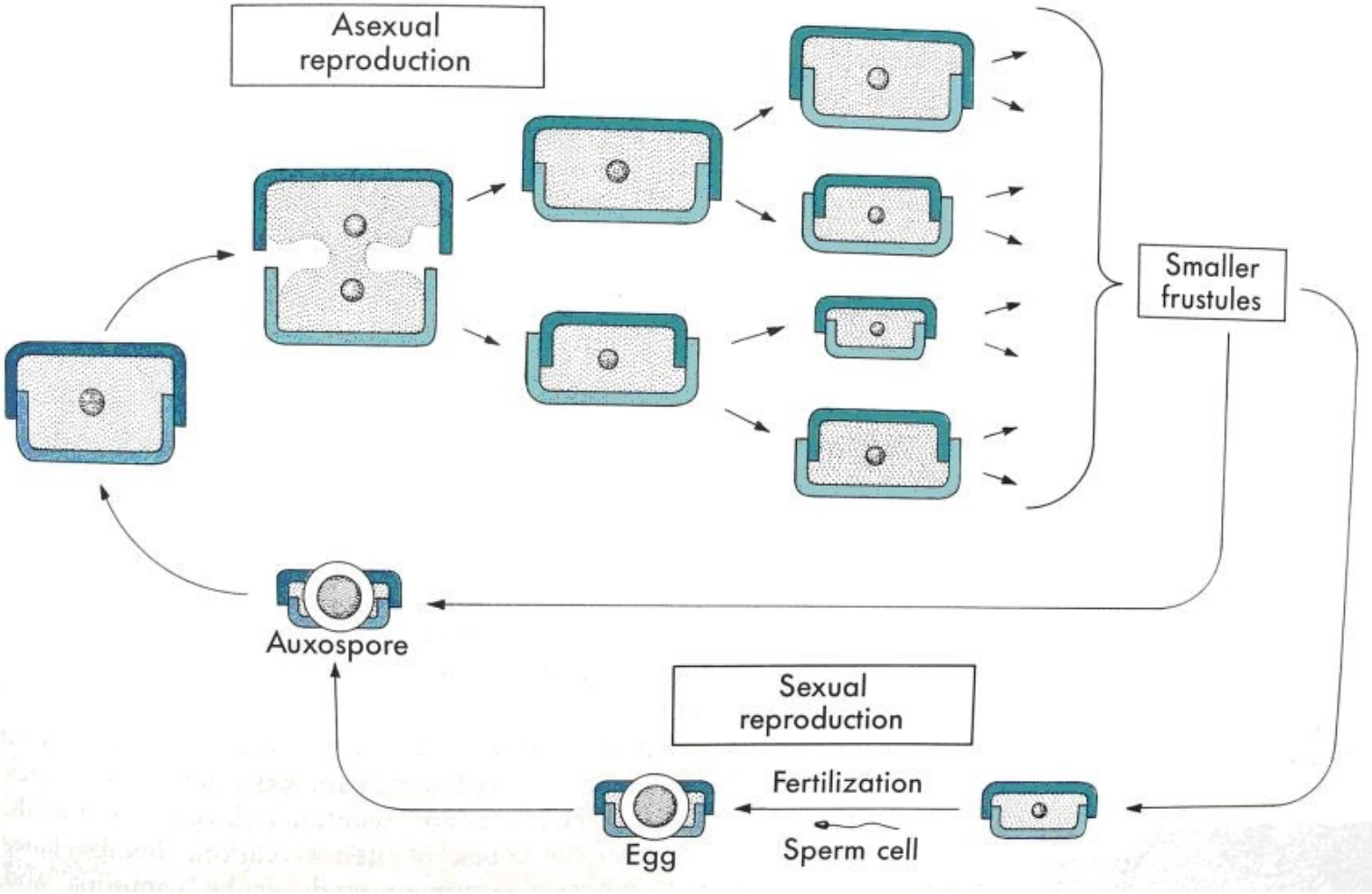
# Morfologie

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





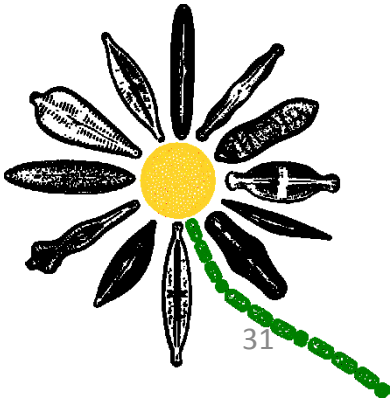
# Rozmnožování



# Nepohlavní rozmnožování

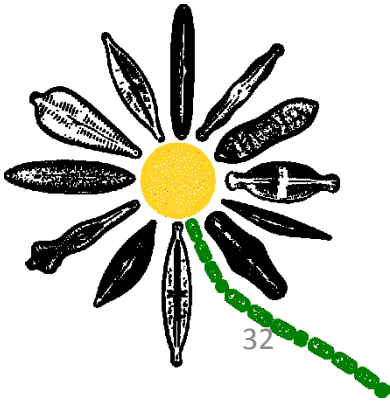
- Výrazně častější
- Rozdělení mateřské buňky na dvě poloviny
- Každá dceřiná buňka získá polovinu schránky
- Zděděná polovina představuje vždy novou EPITHÉKU
- Aktivní dotvoření druhé poloviny schránky
- Zmenšování rozměru schránek

→ 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)

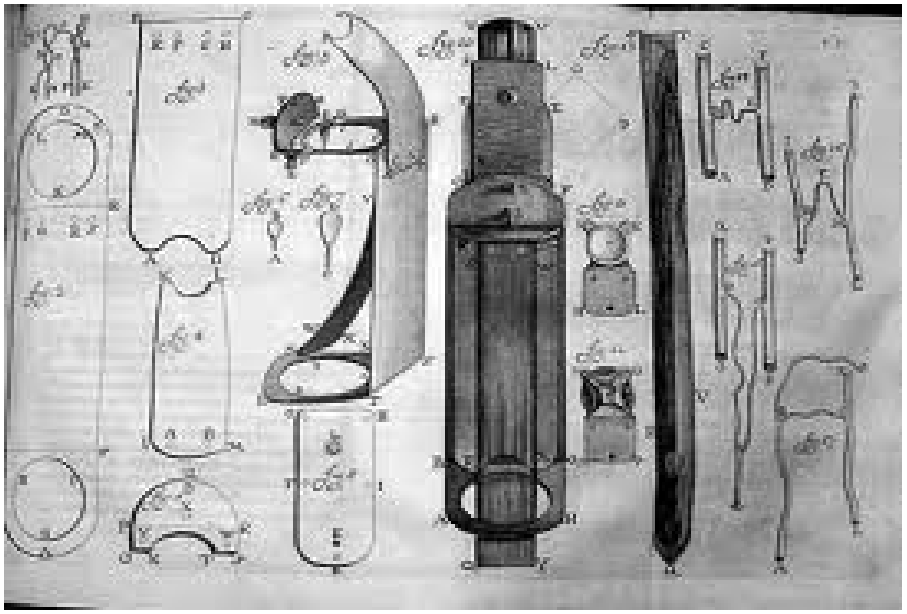


# Pohlavní rozmnožování – centrické rozsivky

- 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



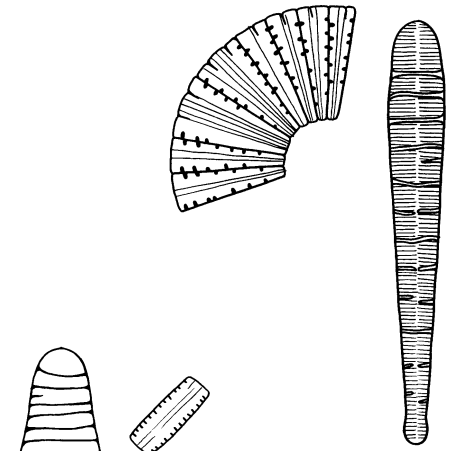
# Systém

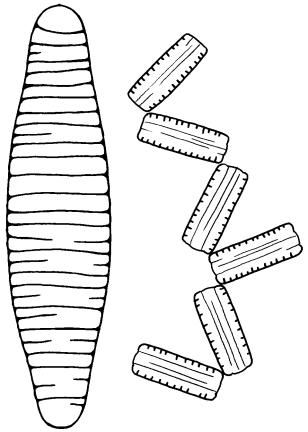
1. Centrické rozsivky – valvární pohled je kruh
Např. *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Aulacoseira*, *Melosira*

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)*

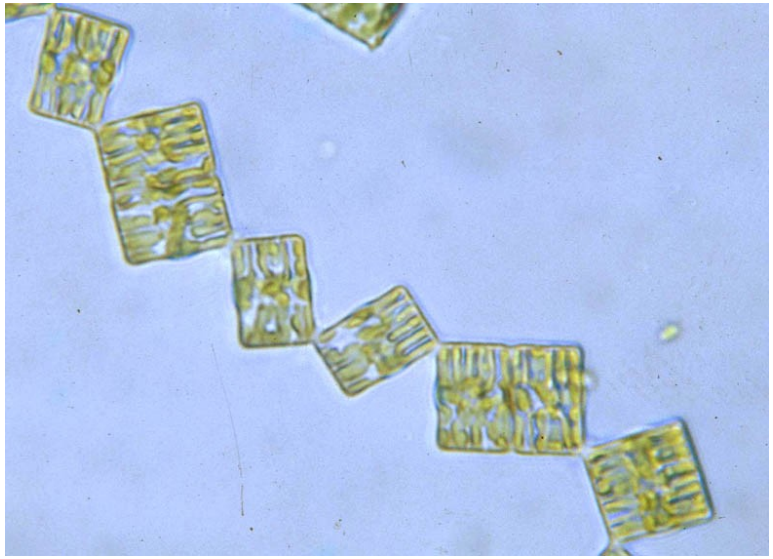
# Rozsivky bez raphe

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

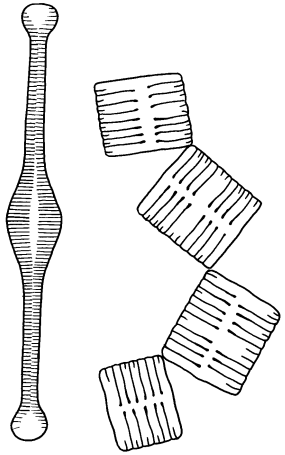


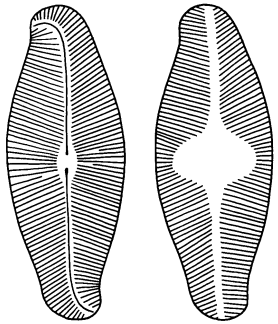


*Staurosira construens* var. venter

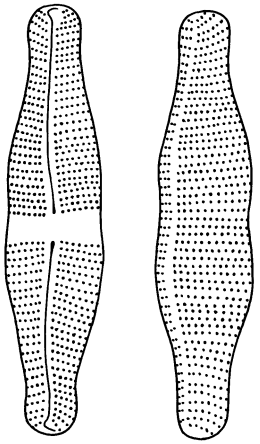


*Tabellaria* sp.





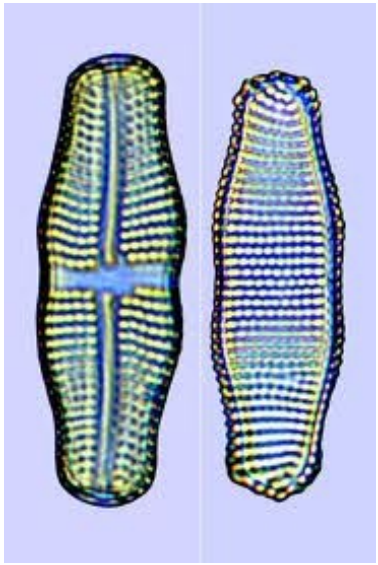
# Rozsivky s raphe na jedné valvě



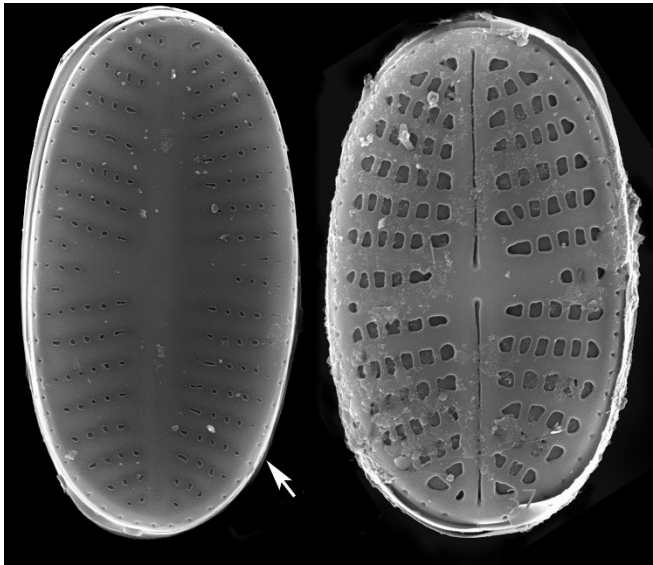
- Redukce raphe na jedné valvě, vyplněno křemíkem (pseudoraphe)
- Odlišná striace na valvě s raphe a bez raphe
- Bilaterálně symetrické

- Řád Achnanthales
  - *Achnanthes*
  - *Cocconeis*
  - *Psammothidium*
  - *Planothidium*
  - *Karayevia*
  - *Lemnicola*
  - *Achnanthidium*
  - *Eucocconeis*

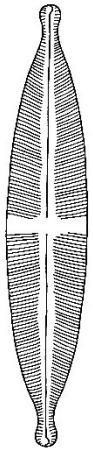
*Achnanthes coarctata*



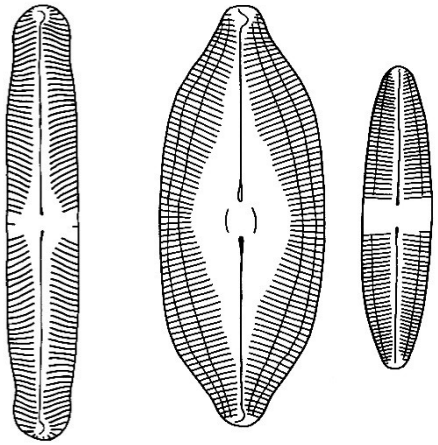
*Psammothidium curtissimum*
heterovalvární

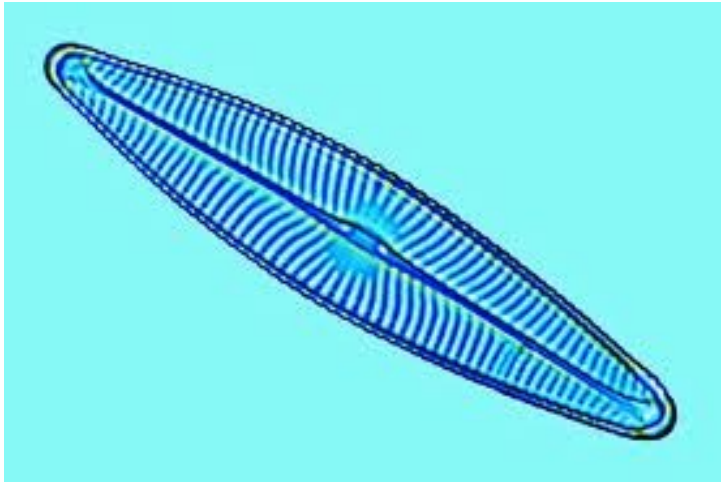


# *Rozsivky s raphe na obou valvách*

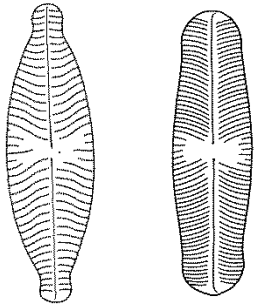


- Valvy bilaterálně symetrické
- Raphe vyvinuto na obou valvách
- Buňky mohou být velmi pohyblivé
- Tato skupina má největší diverzitu mezi sladkovodními rozsivkami

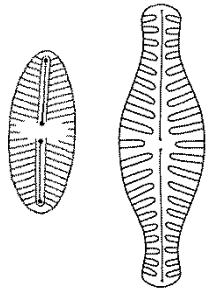


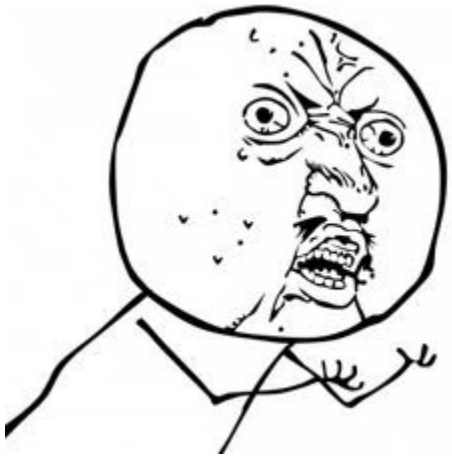


*Navicula lanceolata*

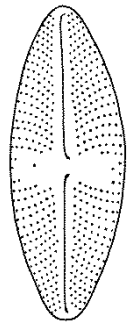


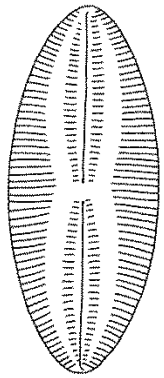
# Rody vzniklé z rodu *Navicula*

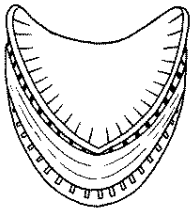


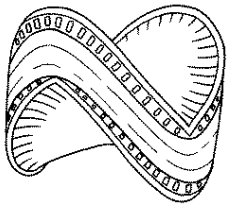


- *Craticula*
- *Sellaphora*
- *Luticola*
- *Geissleria*
- *Hippodonta*
- *Fallacia*
- *Chamaepinnularia*
- *Muelleria*
- *Cavinula*
- *Decussata*
- *Cosmioneis*
- *Microcostatus*
- *Diadesmis*
- *Fistulifera*
- *Adlafia*
- *Mayamaea*
- *Kobayasiella*
- *Placoneis*
- *Aneumastus*



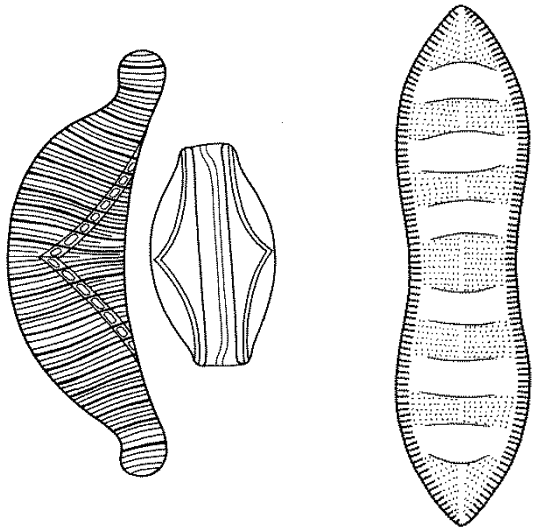


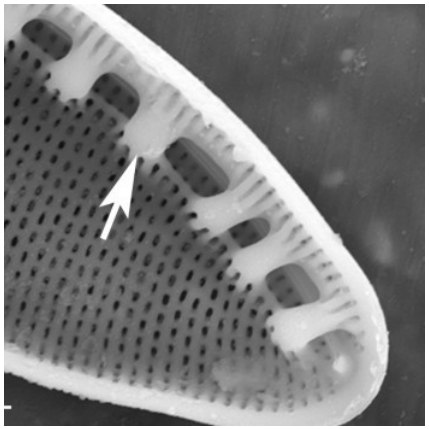


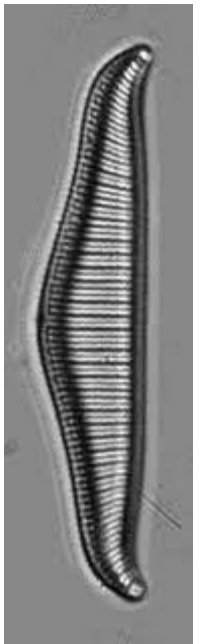


# Rozsivky s kanálkovou raphe

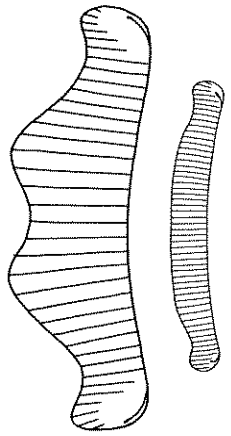
- Rhopalodiales
- Bacillariales
- Surirellales
- Kanálková raphe: štěrbina, pod níž probíhá trubice překlenutá křemitými můstky (**fibuly**). Trubice je spojena s vnitřním prostorem buňky otvory (**portuly**). Kanálková raphe bývá uložena blízko okraje valvy.



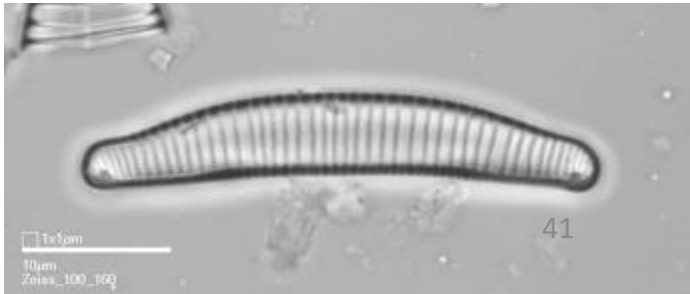




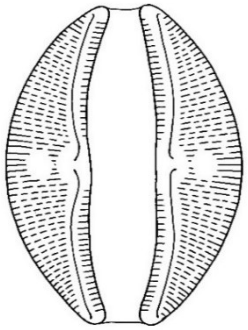
# *Eunotiales*



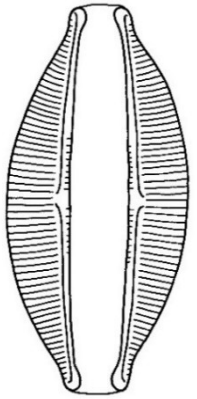
- Raphe velmi redukované, nízká motilita
- Raphe na boku
- Na valvách mohou být rimoportuly
- Malá skupina, acidobionti
  - *Eunotia*
  - *Actinella*
  - *Semiorbis*
  - *Peronia*



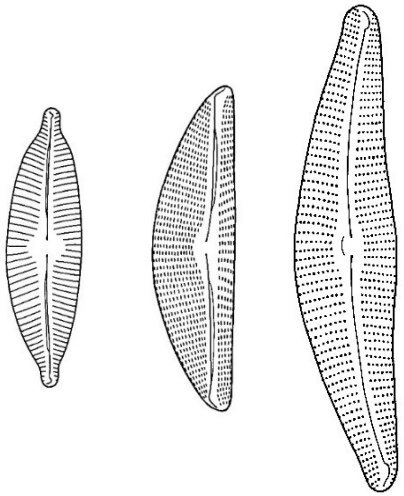
*Eunotia fallax*



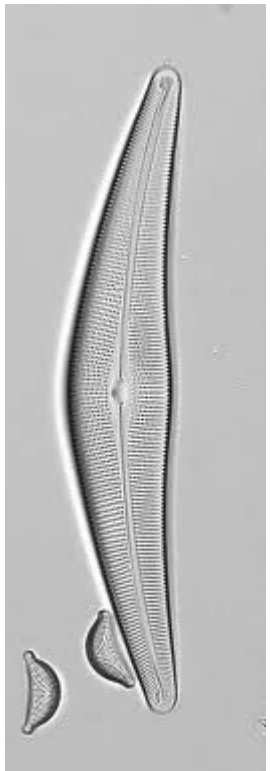
# Cymbelloidní rozsivky



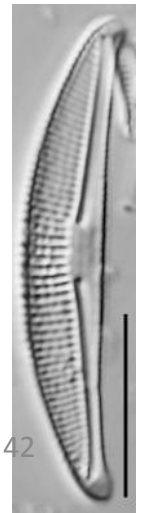
- Asymetrické k apikální ose
- *Amphora*
- *Cymbella*
- *Cymbopleura*
- *Encyonema*
- *Encyonopsis*
- *Reimeria*

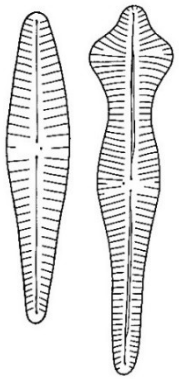


*Cymbella lanceolata*



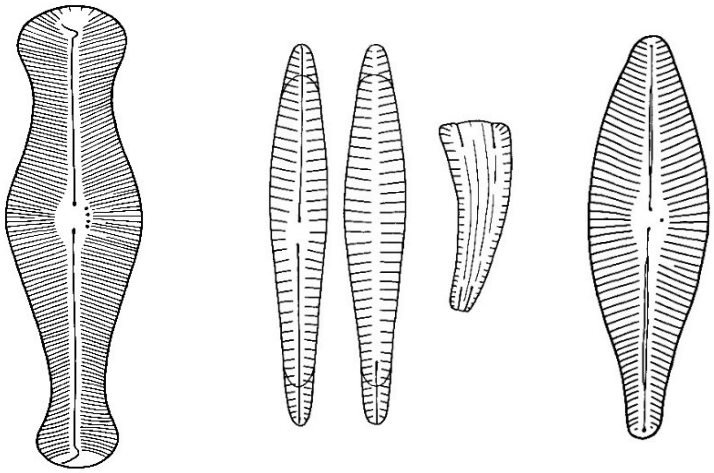
*Amphora veneta*

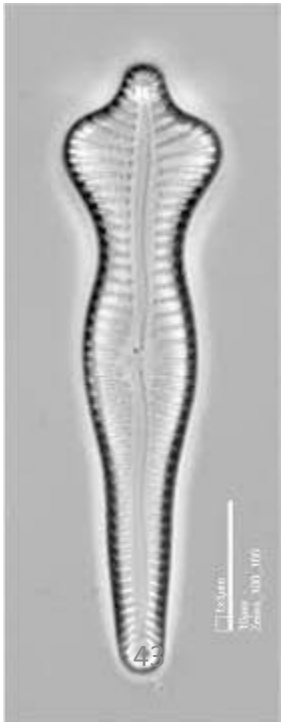




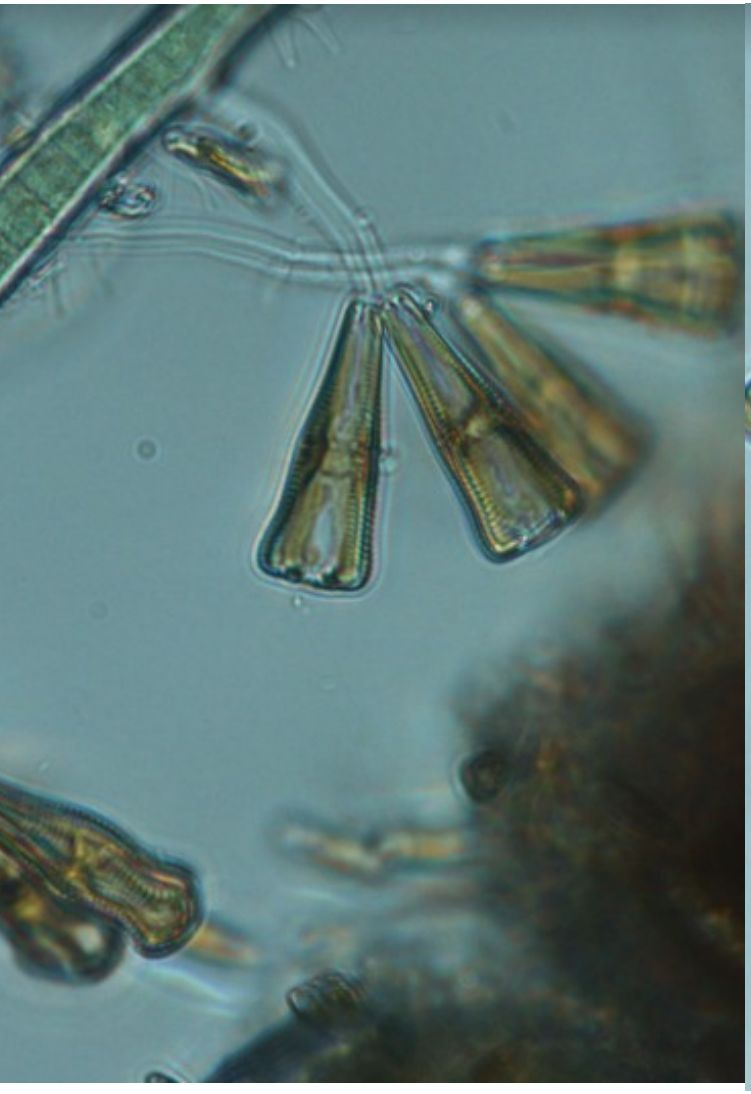
# Gomphoidní rozsivky- asymetrické

- 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

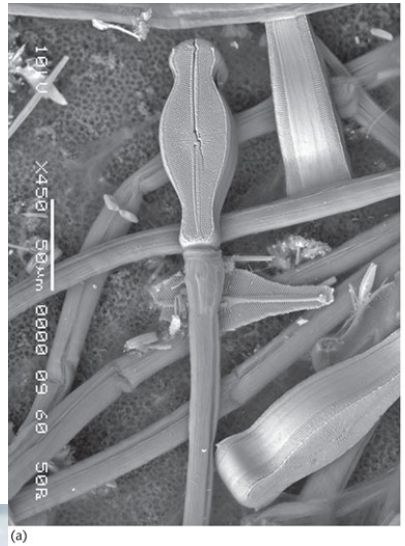




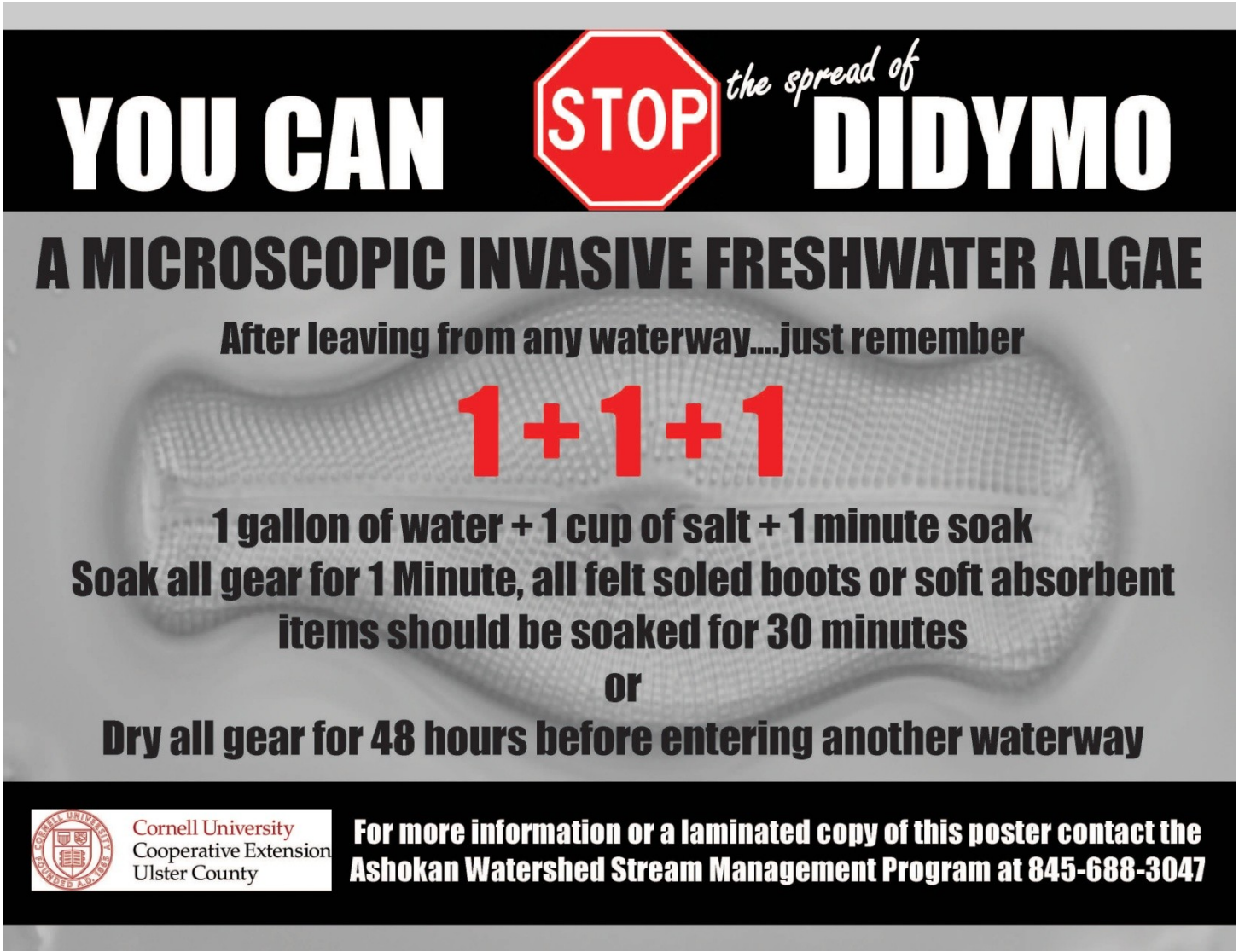
*Gomphonema acuminatum*

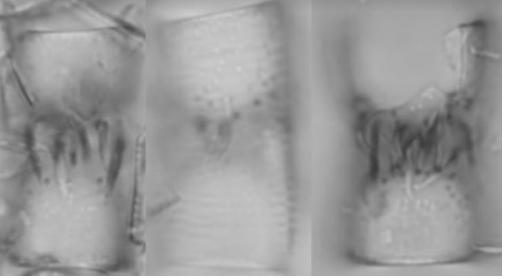


# *Didymosphenia*



# *Didymosphenia*

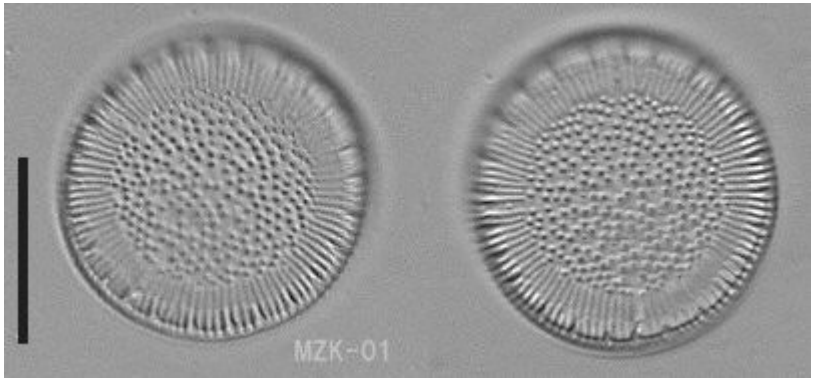




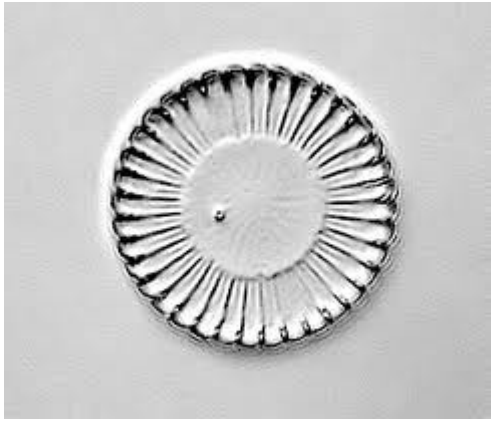
# Centrické rozsivky

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

*Puncticulata praetermissa*

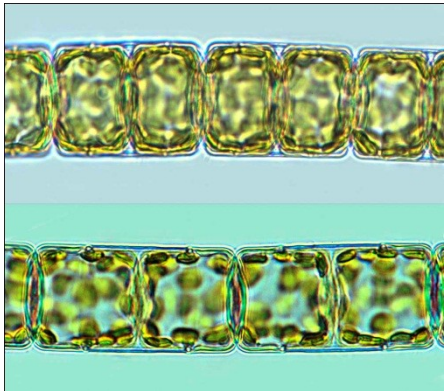



*Cyclotella meneghiniana*

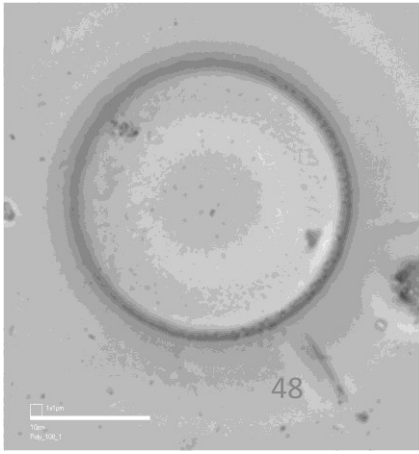


# *Melosira*

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



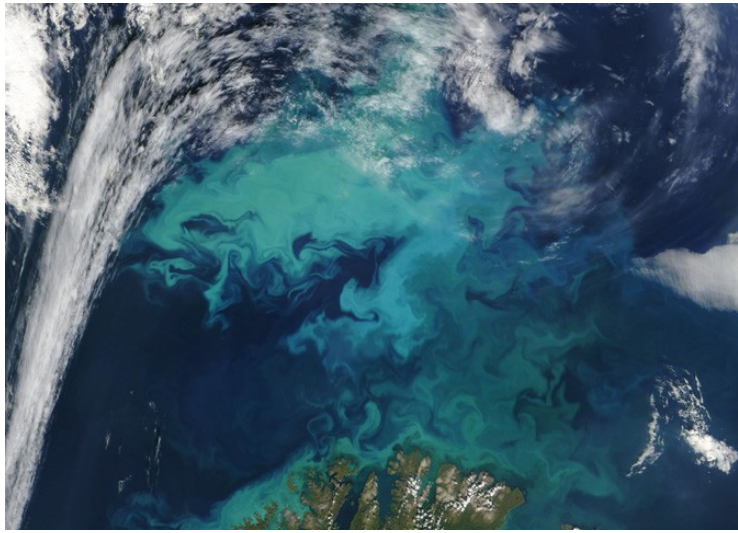
*Melosira varians*



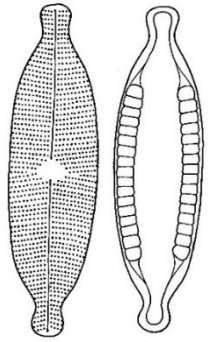
# Ekologie

- 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)

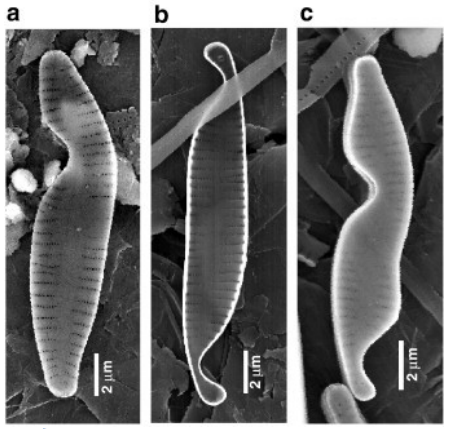
Bentos

- Rozsivky jsou nejčastěji přichyceny k substrátu pomocí slizu

Způsoby přichycení k substrátu:

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

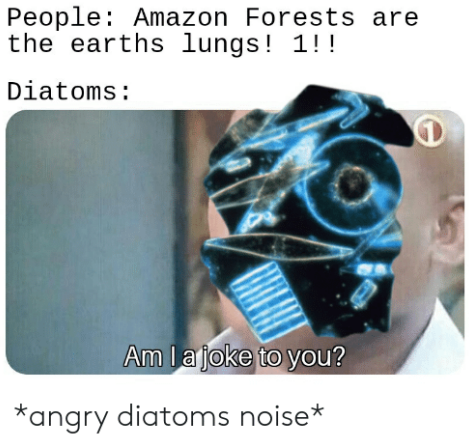
# Význam rozsivek




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

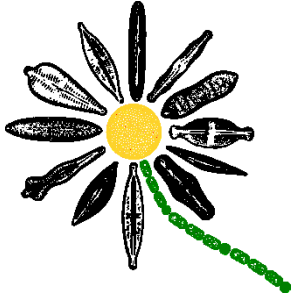
- Podílí se min. 20% na veškerém objemu C fixovaného během fotosyntézy (více než deštné pralesy)

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

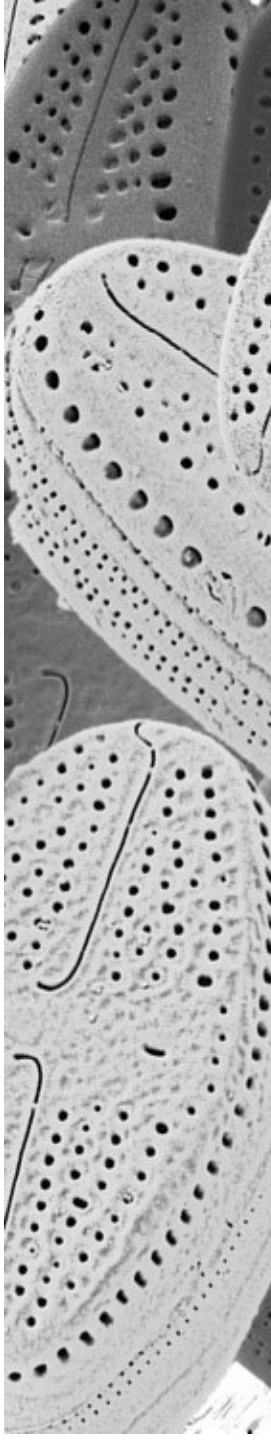
- velmi krátký generační čas- vysoká frekvence dělení
- schopny indikovat změny prostředí v krátkém čase

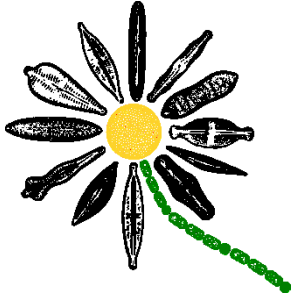
Rozsivky jsou schopné indikovat:

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

# Bioindikátory

- Kyselé vody, pH, dystrofie: *Eunotia, Pinnularia*
- Acidifikace: *Eunotia*
- Oligotrofie: *Aulacoseira*
- Mezotrofie: *Asterionella*
- Eutrofie: *Stephanodiscus*



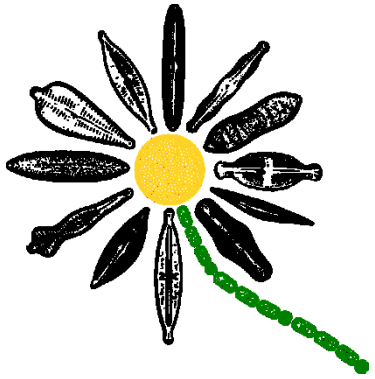


# Biologické hodnocení kvality vody

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

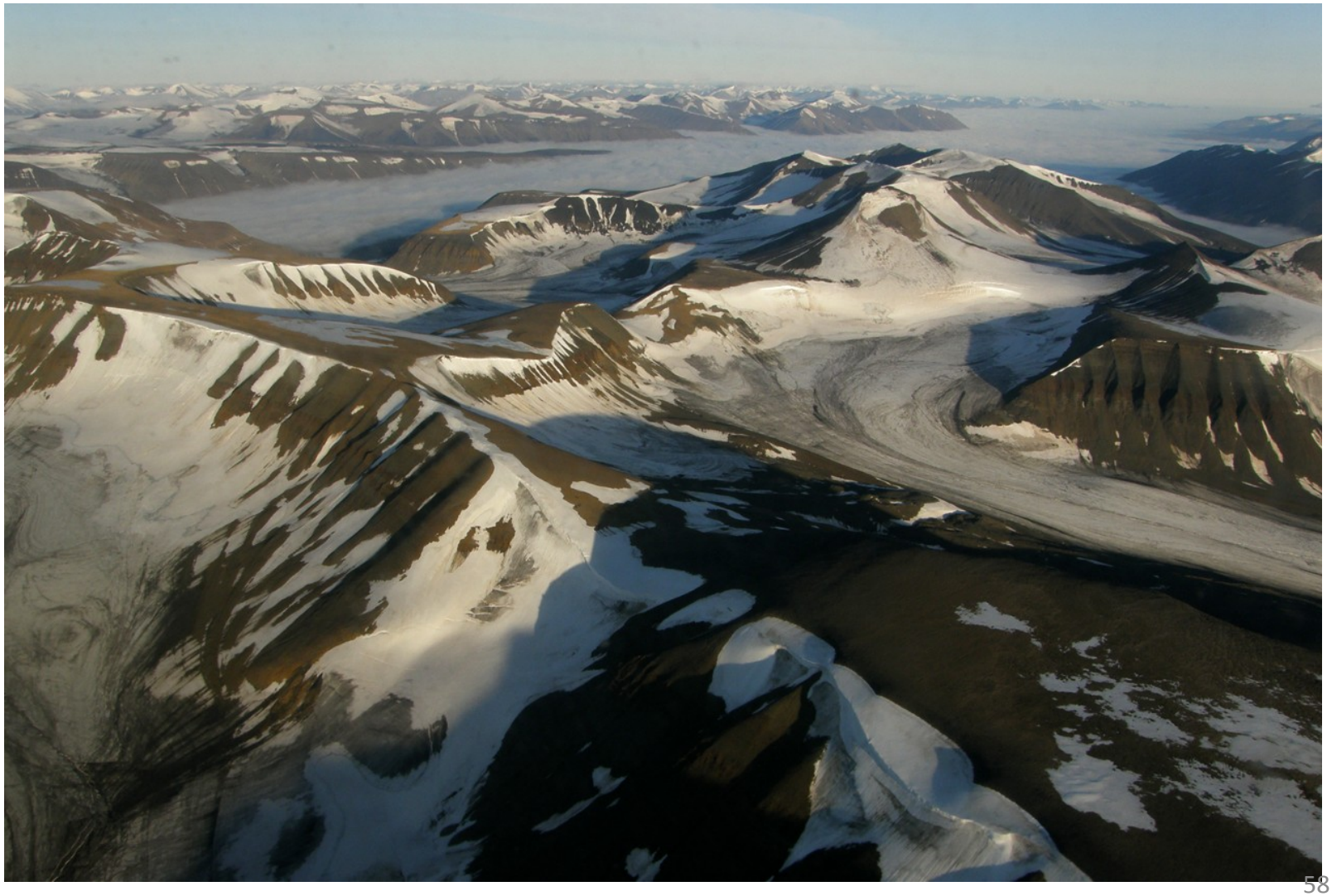


- Schopny spolehlivě indikovat vlastnosti prostředí
- Výborné zachování
- Důležité srovnání s recentními daty

- Rekonstrukce  fyzikálních parametrů prostředí: výška hladiny vody, světelné podmínky, teplota a cirkulace vody

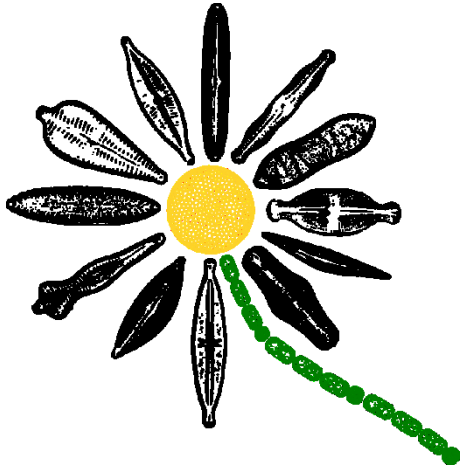
- Chemické parametry:  chemismus vody, množství živin (především N a P), koncentrace uhlíku, pH, konduktivita a salinita

# Paleolimnologie na Svalbardu

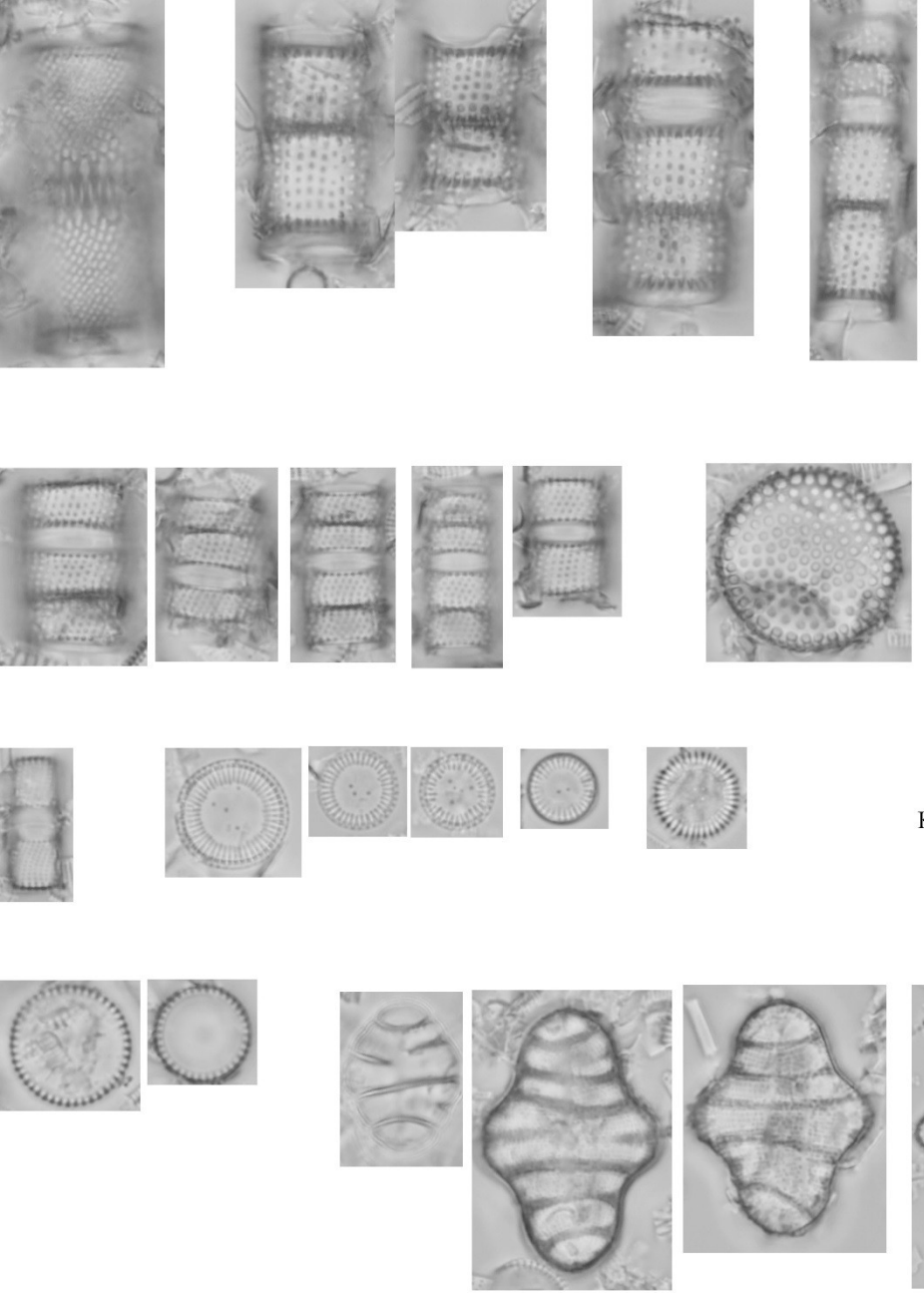


# Retrospektivní metody na Svalbardu

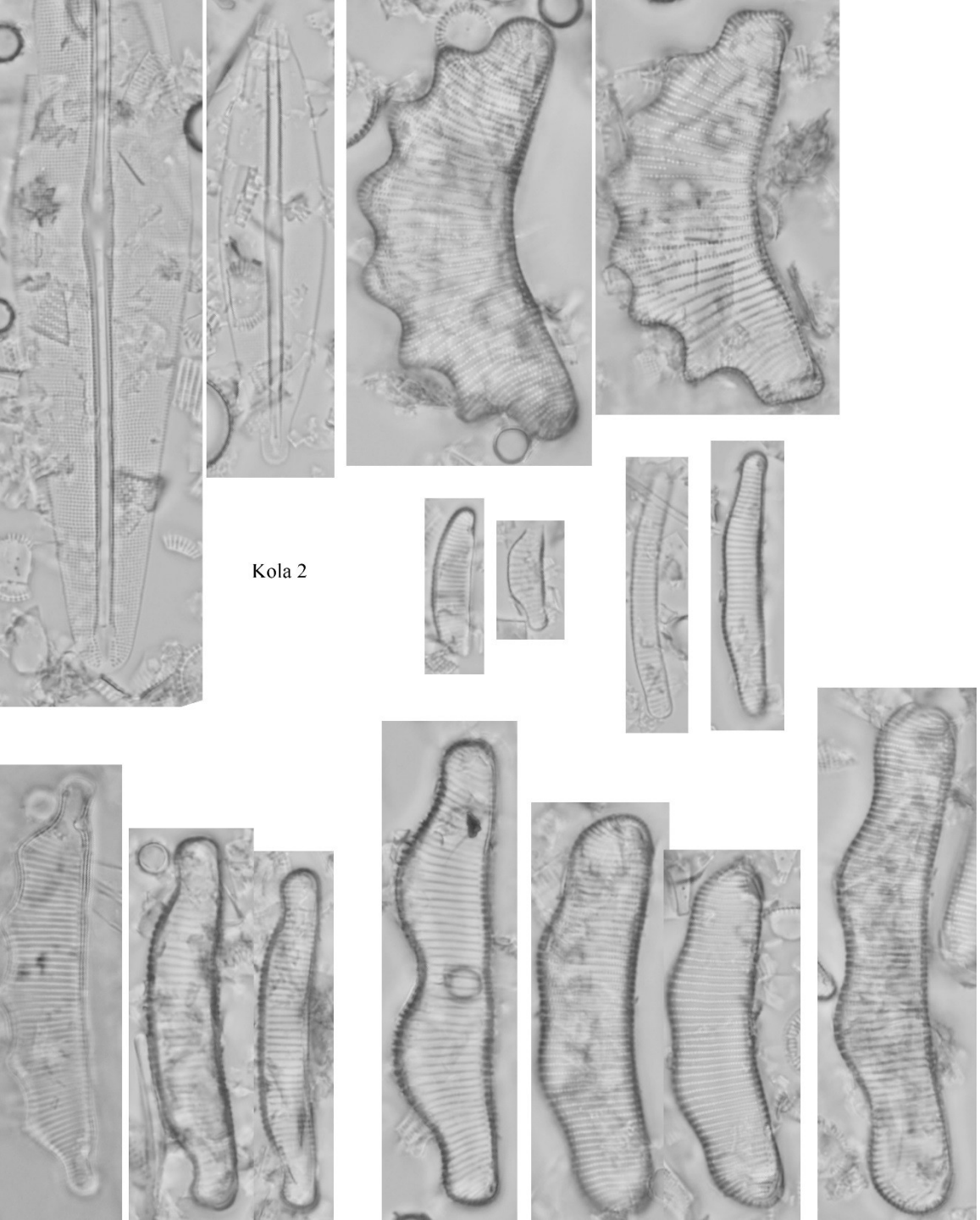
- Klima se mění
- Změna bude mít/má dopad na lidstvo
- Arktida/Antarktida – nedotčeny tolik lidskou činností
- Jednoduché ekosystémy, krátké potravní řetězce
- Pokud se klima mění zde to bude vidět nejdříve



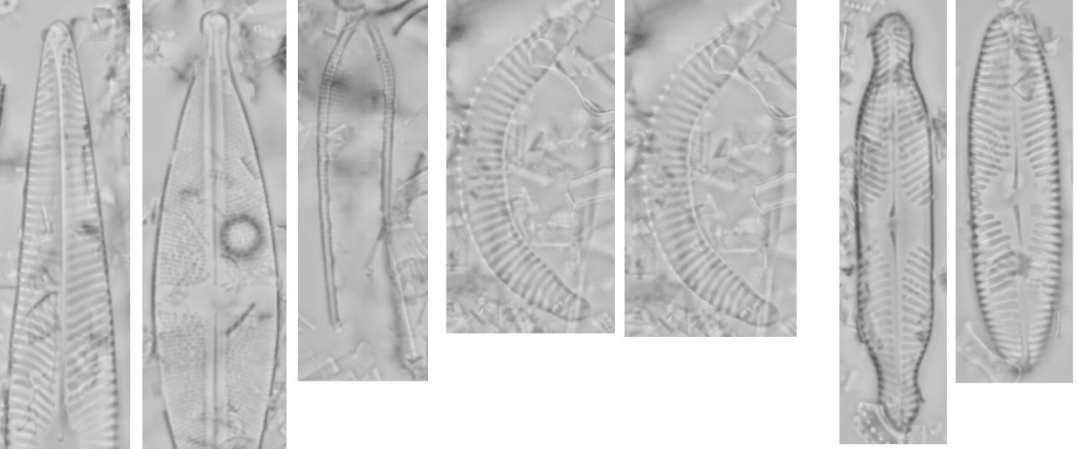
# Paleolimnologie na Svalbardu



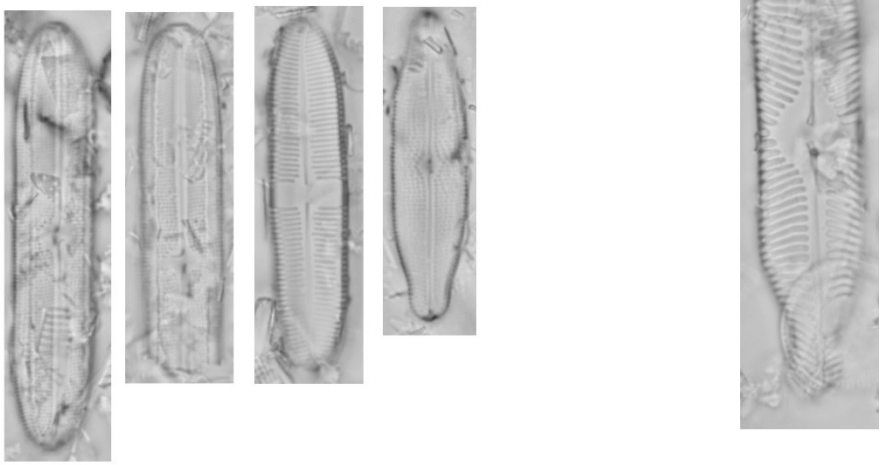
Kola 2

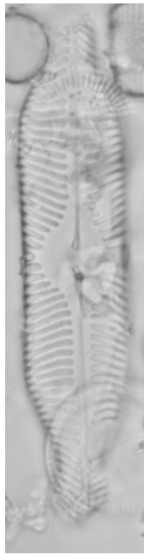


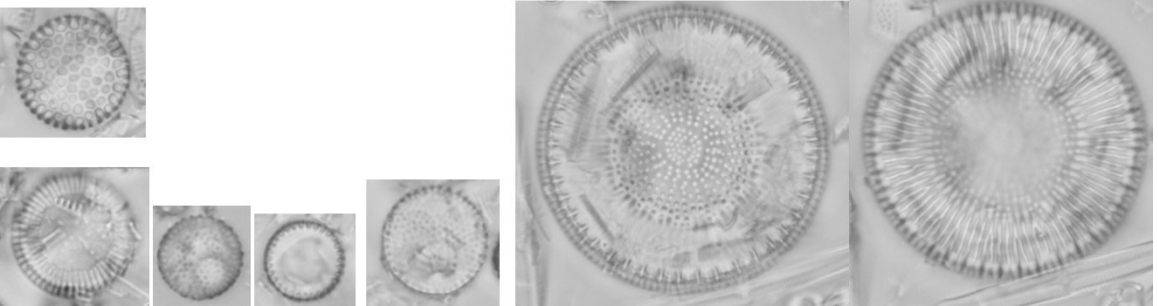
Kola 2



Kola 68







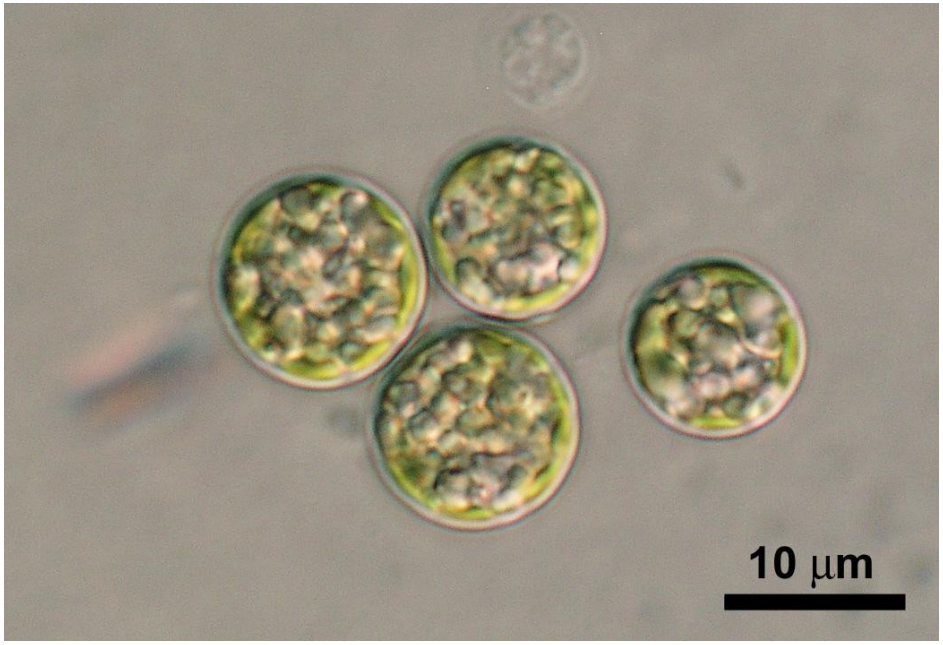
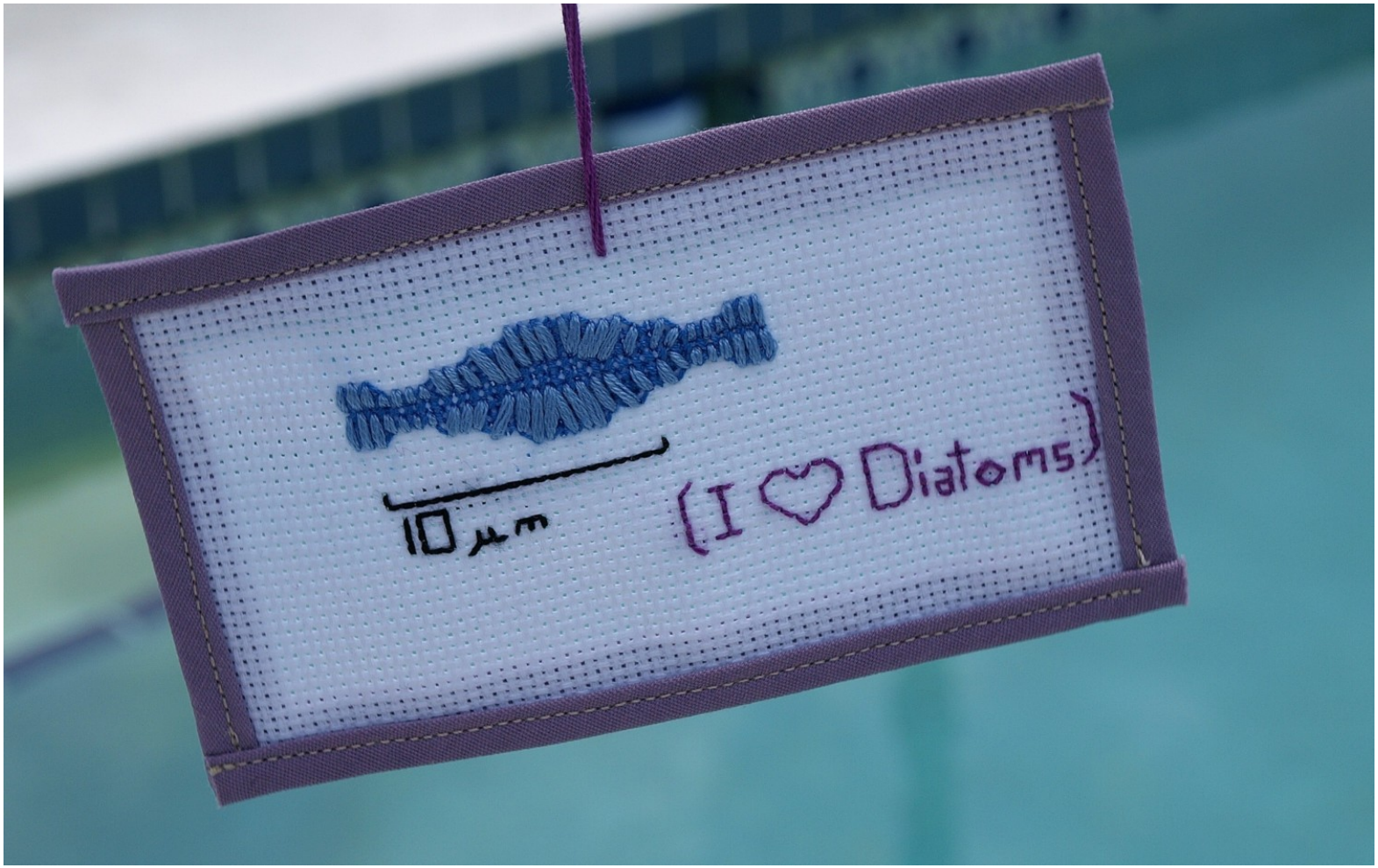
# Eustigmatophyceae

- Drobná skupina půdních řas
- Pouze chlorofyl a, violaxantin
- Dříve součástí Xantophyceae
- Chloroplast má 4 membrány
- Tylakoidy srostlé po třech
- Velké stigma uložené v cytoplazmě
- Pohlavní rozmnožování dosud nepozorováno

*Eustigmatos* sp.

botany.natur.cuni.cz

*Chlorobotrys regularis*



# Děkuji za pozornost!