



**2004-2006 m. Bendrojo programavimo dokumento 2 prioriteto „Žmogiškųjų išteklių plėtra“ 4 priemonė „Mokymosi visą gyvenimą sąlygų plėtra“**

Projekto sutarties numeris: **ESF/2004/2.4.0-K01-160/SUT-261**

Projekto pavadinimas: **Inovatyvūs mokymosi metodai ir naujausios technologijos gamtos mokslų bakalauro rengimui**

-----

----

## **BIO 415. GYVŪNŲ EKOLOGIJA**

### **Laboratorinis darbas**

#### **ZOOPLANKTONINIŲ ORGANIZMŲ ĮVAIROVĖS ĮVERTINIMAS SKIRTINGOSE GĖLO VANDENS EKOSISTEMOSE**

#### **Teorinė dalis**

Pagrindinės sąvokos:

Pasyvūs ar mažai judrūs vandens masėje mikroskopiniai augalai (**fitoplanktonas**), smulkūs gyvūnai bei jų kiaušiniai, rečiau pelaginiai žuvų ikrai ar lervutės (**zooplanktonas**) vadinami **plankteriais** (planktono organizmais), o jų visuma sudaro **planktoną** (iš gr. žodžio *planktos* - klajojantis). Jų visų vienintelis atsparos taškas - vanduo, jame pasyviai **sklando** ar netvarkingai juda. Kryptingas judėjimas labai silpnas ir plankteriai negali priešintis vandens masių judėjimui.

Organizmai, visa savo gyvenimo ciklą praleidžiantys planktone, vadinami **holoplanktonu**. Šiai grupei priklauso dauguma pirmuonių, sifonoforai, šukuočiai, pelaginės daugiašerės kirmėlės, kiautavėžiai, su nedidelėmis išimtimis – irklakojai vėžiagyviai, šeriažandžiai, apendikuliarijos ir salpos.

**Meroplanktonas** – tai organizmai, praleidžiantys pelagialėje tik dalį savo gyvenimo. Jie ankstyvų vystymosi stadijų metu keičia savo gyvenimo būdą iš planktoninio į nektoninį (žuvis, galvakojai moliuskai) arba iš planktoninio į bentosinį, ir atvirkščiai. Daugelis bentoso organizmų turi planktonines lervas (daugiašerės kirmėlės, moliuskai ir kt.).

Planktono organizmų vaidmuo ekosistemoje priklauso nuo jų padėties mitybos grandinėje. Filtratoriai (verpetės, šakotaūšiai bei irklakojai vėžiagyviai, tunikatai) yra daugiausia augalėdžiai ir detriofagai. Tipiški plėšrūnai yra kai kurios šakotaūšių vėžiagyvių rūšys, šukuočiai, pelaginės daugiašerės kirmėlės, galvakojai moliuskai, žuvų lervos.

## Gėlo vandens ekosistemos.

**Stovintys** ir **tekantys** vandenys sudaro **limnines ekosistemas** (gėlavandenės gyvenamašias erdves).

**Stovintys vandenys** pagal dydį ir gylį skirstomi į: balas; kūdras; gilius ežerus; tvenkinius; mažai druskų turintis požeminiai vidaus vandenys; šaltiniai. **Stovintis vandenys**, nors vanduo į juos gali įtikėti ir ištekėti, yra santykinai uždaros ekosistemos. **Tekantys vandenys** – tai atviros ekosistemos, glaudžiai susijusios su sausumos ekosistemomis ir nuolat keičiančios savo formą dėl dirvos ardymo (erozija) ir nuogulų kaupimosi (akumuliacija).

Gyvenimo sąlygas stovinčiuose vandenyse nulemia šviesa; temperatūra; maisto medžiagas; ištirpusio deguonies kiekis.

**Stovinčių vandenų** ekosistemose pagal padėtį yra išskiriamos:

- atviro vandens zona (**pelagialė**) ir
- dugno zona (**bentalė**)

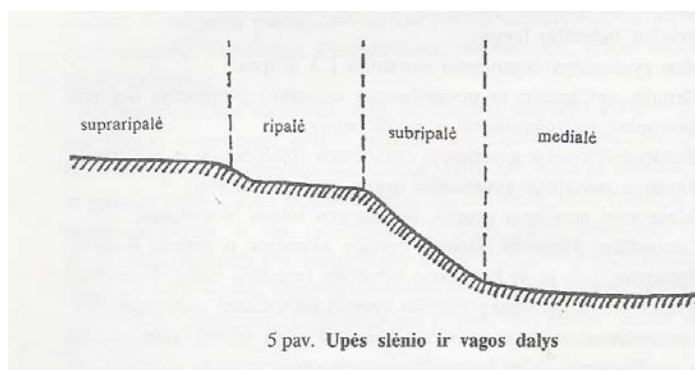
Turėdami ypatingas kūno formas, pelagialės organizmai gali pasyviai skendėti vandenyje

Pagal tai kokie organizmai sudaro planktoną, jis yra skirstomas į:

- augalinį (**fitoplanktoną**)
- gyvūninį (**zooplanktoną**);
- bakterinį (**bakterioplanktoną**).

Gėlavandenėje srityje susisluoksniavimas pagal vertikalų planktono pasiskirstymą yra nedidelis. Per stagnacinius periodus – vasara ir žiema – fito ir zooplanktono pagausėja maistą gaminančioje zonoje. Gausus **zooplankteriai** (zooplanktono rūšys), prisitaikydami prie temperatūros, vandens maišymosi, maisto ir šviesos pokyčių, gali cikliškai keisti savo išvaizdą (**ciklomorfozė**) ir taip tobulinti hidrodinaminės kūno savybes, padedančias jiems pasyviai skendinti vandenyje.

**Upė** - tai natūrali vandens tėkmė, tekanti sausumos paviršiumi pačios išgraužta vaga. Kiekviena upė turi savo **ištakas** (tai vieta, kur ji gauna pradžia .- ledynas, pelkė, šaltinis) ir **žiotis** (tai vieta, kur upė įteka į kitą upę, ežerą ar jūrą). Visos upės turi 3 dalis: aukštupį, vidurupį ir žemupį. Upės slėnyje ir pačioje vagoje hidrobiologai išskiria 4 dalis: supraripalė, ripalė, subripalė ir medialė ( pav.).



Svarbiausias upių gyvybės ypatumas - rūšių įvairovė. Ypač gausus planktonas, bentosas ir nektonas.

**Planktonas** - bakterijos, diatominiai dumbliai, verpetės, žaliadumbliai, melsvadumbliai, šakotaūšiai ir irklakojai vėžiagyviai. Planktonas gali būti ne tik vietinis: alochtonai srovės išnešami iš stovinčių vandenų. Vieni jų žūva, kiti išlieka..

Labiausiai išplukdomas fitoplanktonas. Iš **zooplanktono** - verpetės, nes jos mažiau aktyvios. Gyvenimui srovėje ypač prisitaikiusios verpetės, turinčios košiamąjį aparatą.

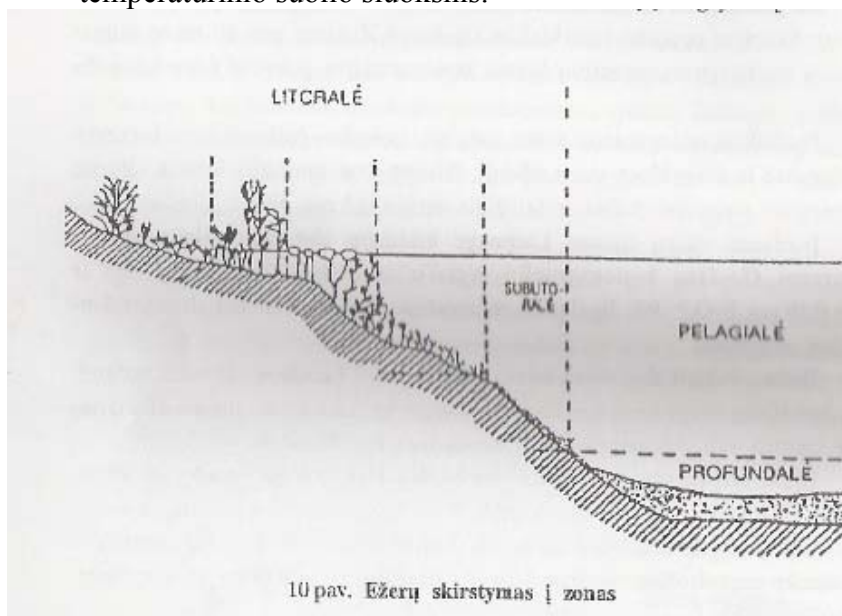
**Ežeras.** Rūšinė gyvybės įvairovė ir kiekybiniai parametrai priklauso nuo geografinės padėties, ežerų kilmės, nuotėkio ir t.t.. Europoje ežerų fauna turtingėja iš šiaurės į pietus, po to vėl skurdėja. Optimaliausios sąlygos gyvybei, kai druskų koncentracija

vandenyje nuo 0,1 iki 1 gr/l. Šiauriniuose ežeruose druskų trūksta, o pietiniuose jų per daug. **Zooplanktonas** ežeruose susideda iš verpečių, šakotaūsių ir irklakojų vėžiagyvių, nors šaltavandeniuose ežeruose šakotaūsių reti ir ten vyrauja irklakojai.

Ežeruose biologai išskiria keturias zonas: *litoralę*, *sublitoralę*, *profundalę*, *pelagialę*, kurios skiriasi viena nuo kitos daugybe požymių.

**Litoralė** – visą pakrantinę ežero juosta, kurioje gali augti makrofitai. Ši zona paprastai tyro iki 4-6 m gylio. Tai yra produktyviausioji ežero dalis. Nuo litoralinės zonos prasideda ežero užžėlimas.

**Sublitoralė** – gilesnė ežero dalis, maždaug nuo 3 iki 12 m gilumo. Dėl per mažo šviesos kiekio sublitoralėje vyrauja bakterijų ir grybelių flora. Pasitaiko ir prieblandą mėgstančių žaliųjų dumblių, kurie nusileidžia iš litoralės į viršutinę sublitoralę. Sublitoralinėje zonoje paprastai būna vandens temperatūrinio šuolio sluoksnis.



**Profundalė** – tai ežero dugnas ir vandens masės esančios prie dugno žemiau sublitoralinės zonos. Profundalės dugną dangi storus dumblo sluoksnis, kuriame gausu organinių liekanų – detrito. Ši zona yra svarbi kai kurių žuvų (sykų, karšių, pugžlių ir kt.) mitybai. Visoje profundalėje temperatūra beveik vienoda ir palyginti žema. Mažiausiai degonies joje būna per stagnaciją - žiemą ir vasarą, kai ežere nusistovi vandens temperatūriniai sluoksniai. Tokiu metu ypač ryškus deguonies deficitas eutrofinių ežerų profundalėje. *Pelagialė* - vandens masės, esančios virš profundalės. Joje nuolat gyvena kai kurios zooplanktonu mintančios žuvys (seliavos, stintos).

## PLANKTONO TYRIMAS

Remiantis planktono ir jo gyvenamosios aplinkos ypatumais, hidrobiologai sukūrė daugybę prietaisų, naudojamų moksliniuose tyrimuose. Pastaraisiais metais vis dažniau naudojamos įvairios foto ir kino kameros, telemetrinės sistemos, tačiau kol kas dažniausiai naudojami tinkleliai, kurie skiriasi savo konstrukcija bei tinklelių medžiagos akučių dydžiu. Per tinklelius gali būti perkošiamas tam tikras vandens kiekis, arba jie gali būti traukiami vertikaliai ar horizontaliai. Tinklelių medžiagos matmenys skirtingi, priklausomai nuo tiriamo planktono dydžio, ir žymimi atitinkamais numeriais.

Priklausomai nuo dydžio planktonas skirstomas į kategorijas.

1. **Mezoplanktonas**. Organizmai gerai matomi plika akimi, jų dydis keli milimetrai.
2. **Mikroplanktonas**. Organizmų dydis nuo 50 iki 1000  $\mu$ , jiems gaudyti naudojami tankūs šilkiniai ar kaproniniai tinkleliai.
3. **Nanoplanktonas** (*nanos* - mažas). Smulkiausi plankteriai, jų dydis mažesnis nei 50  $\mu$ .

. Dažnai jie prasiskverbia ir pro pačius tankiausius tinklelius.

Planktoniniai tinkleliai siuvami iš malūnuose naudojamų malūninių tinklų, vadinamų malūniniu šilku. Malūninių tinklų medžiaga gali skirtis akių tankumu, pagal tai žymima numeriais.

*Priklausomai nuo to, kokius tyrimus atliekame, naudojami kiekybinio ar kokybinio planktono tyrimo prietaisai.*

## ZOOPLANTNONINIAI ORGANIZMAI SUBKARALYSTĖ.

### VIENALASČIAI (PIRMUONIAI) (*PROTOZOA*)

#### TIPAS SARKODINIAI (*SARCODINA*)

Judėjimo organas – pseudopodijos. Paplitę jurose, gėluose vandenyse, dirvoje. Tipas skirstomas į du potipius: šakniakojus (*Rhizopoda*) ir spinduliuočius (*Actinopoda*).

##### 1 Potipis. Šakniakojai (*Rizopoda*)

##### 1 Klase. Amebos (*Amoebzoa*)

Lietuvos vandenyse aptinkama nemažai rūšių, priklausančių *Arcella*, *Diffugia* ir *Euglypha* gentims

##### 2 Potipis. Spinduliuočiai (*Actinopoda*)

##### Klase. Saulėgyviai (*Heliozoa*)

Lietuvos vandenyse dažnesni *Actinophys sol.* ir *Actinosphaerium eichhorni* (išauga iki 0,3 mm dydžio)

#### TIPAS ŽIUŽELINIAI (*MASTIGOPHORA*)

Judėjimo organai yra žiuželiai. Jų gali būti vienas ar daug. Skirstomi į **augalinius** (turinčius chromotoforus) ir **gyvūninius**.

##### 2 Potipis. Gyvūniniai žiuželiniai (*Zoomastigina*)

##### 1 Klase. Primityvieji žiuželiniai (*Protomonadina*)

Gėluose vandenyse gyvena mastigameba (*Mastigamoeba aspera*) ežeruose, tvenkiniuose gyvena *Bodo* ir *Cercobodo* (burys *Bodonida*)

#### TIPAS. BLANKSTIENOTIEJI (*CILIOPHORA*)

##### 1 Klase. Infuzorijos (*Ciliata*)

### SUBKARALYSTĖ. DAUGIALASČIAI (*METAZOA*)

#### Tipas. Verpetės (*Rotatoria*)

Paplitusios gėluose vandenyse. Dauguma – planktoninės, rečiau bentosinės

#### TIPAS. NARIUOTAKOJAI (*ARTHROPODA*)

##### 1 Potipis. Žiaunakvapiai (*Branchiata*)

##### Klase. Vėžiagyviai (*Crustacea*)

##### Būrys. Šakotoūšiai (*Cladocera*)

##### Būrys. Irklakojai vėžiagyviai, kopepodai (*Copepoda*)

## Darbo tikslai:

1. Susipažinti su gėlųjų vandenų zooplanktono įvairove
2. Apibūdinti aptiktus organizmus, panaudojant įvairius atpažinimo raktus.
3. Įvertinti įvairių gėlo vandens telkinių zooplanktono santykinį gausumą ir įvairovę

## Naudojamos medžiagos ir prietaisai:

1. Gėlo vandens telkinių mėginiai
2. Optinis mikroskopas
3. Binokuliarinė lupa
4. Petri lėkštelės
5. Pipetės
6. 100, 250, 500 ml talpos laboratorinės stiklinės
7. Objektiniai ir dengiamieji stikleliai
8. Histologinės adatos

## Metodika

Yra dvi pagrindinės mėginio analizės procedūros:

- individų skaičiavimas ir
- biomasės nustatymas.

*Gausumas išreiškiamas individu skaičiumi  $m^3$  arba  $m^2$ .*

1. Iš tiriamo vandens telkinio paimamas 0,3-0,5 l vandens mėginys. Mėginiai gali būti imami

litoralėje iš valtės arba įbridus; tai pat nuo laivo denio iš skirtingų vandens horizontų. Gaudyklė nuleidžiama į norimą gylį, uždaroma ir iškeliamą į vandens paviršių.

2. Naudojant optinį mikroskopą ir binokuliarinę lupą ištiriama kelių porcijų vandens iš turimo

mėginio planktoninių gyvūnų įvairovė. Jei individų mėginyje yra labai mažai, jie skaičiuojami visi, tačiau paprastai užtenka peržiūrėti tik dalį mėginio. Prieš imant submėginį, mėginio turinys turi būti išmaišomas taip, kad organizmai tolygiai pasiskirstytų visame vandens tūryje. Submėgėnys supilamas į Petri lėkštelę ir toliau analizuojamas binokuliarine lupa. Visi submėgėnyje esantys organizmai yra apibūdinami iki rūšies ir skaičiuojami. Nustatant planktono organizmų taksonominę priklausomybę, kartais reikia juos papildomai analizuoti mikroskopu.

Gauti duomenys surašomi į mėginio analizės protokolą:

<b>Data</b>	
<b>Vandens telkinys</b>	
<b>Mėginio tūris</b>	
<b>Submėginio tūris</b>	

Zooplanktono rūšių (taksonų) pavadinimai	Individu skaičius
Rūšis 1	
Rūšis 2	

3. **Bendrijų analizė.** Bendrijos – tai kartu gyvenančių populiacijų visuma. Specifinės bendrijų charakteristikos yra: rūšinė sudėtis, įvairovė, retų ir dominuojančių rūšių santykis. Pagrindinės bendrijų analizės etapai:

- rūšių skaičiaus įvertinimas (gausumas, santykinis gausumas),
- įvairovės ir panašumo indeksų skaičiavimas.

**Santykinis gausumas** skaičiuojamas pagal formulę:

$$Ar = n_i / N;$$

kur  $Ar$  – santykinis gausumas;  $n_i$  – individu, priklausančių tam tikram taksonui skaičius;  $N$  – bendras individu skaičius. Pagal gautus duomenis nubrėžti santykinio gausumo kreivę:  $n_i/i$  priklausomybę, kur  $i = 1, 2, 3 \dots$  taksonas atidedamas X ašyje mažėjančia pagal individu skaičiaus tvarka .

**Rūšių įvairovė** nustatoma apskaičiuojant **Menhinck** ir **Simpson** indeksą:

**Menhinck indeksas:**  $D_b = s/\sqrt{N}$ ; (1)

Rūšių įvairovės įvertinimas pagal Menhinck indeksą gali būti neadekvatus to atveju, jei reikia nustatyti skirtumus tarp skirtingų bendrijų turint jose vienodus  $s$  ir  $N$ . Tuo atveju panaudojamas **Simpsono** indeksas, kuris vertina ne tik rūšių (taksonų) skaičių ir bendra individu skaičių, bet taip pat ir individu skaičių kiekvienoje rūšyje (kiekviename taksonė). Indekso reikšmė kinta nuo 0 (žema įvairovė) iki 1 (visi individai skirtingų rūšių).

**Simpson Index:**  $D_s = 1 - \sum n_i(n_i-1) / N(N-1)$  (2)

kur  $s$  – taksonų skaičius,  $n_i$  – individu, priklausančių tam tikram taksonui skaičius,  $N$  - bendras individu skaičius.

**Pavyzdys:**

Rūšys (i)	Individu skaičius (gausumas)
1	50
2	25
3	10

$s=3; N=85$

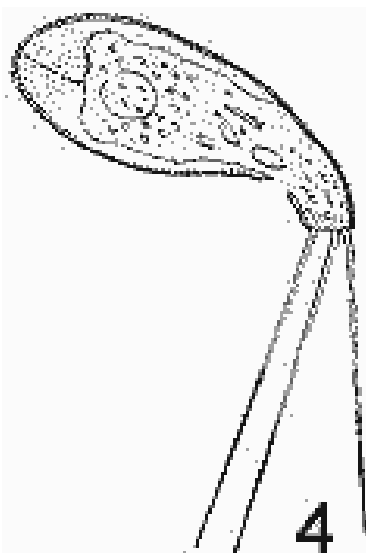
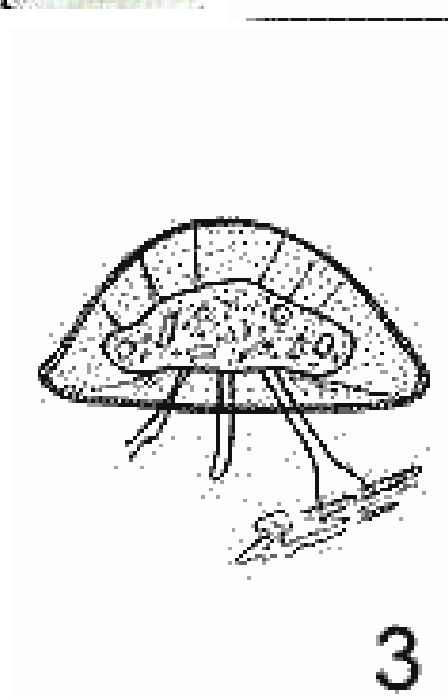
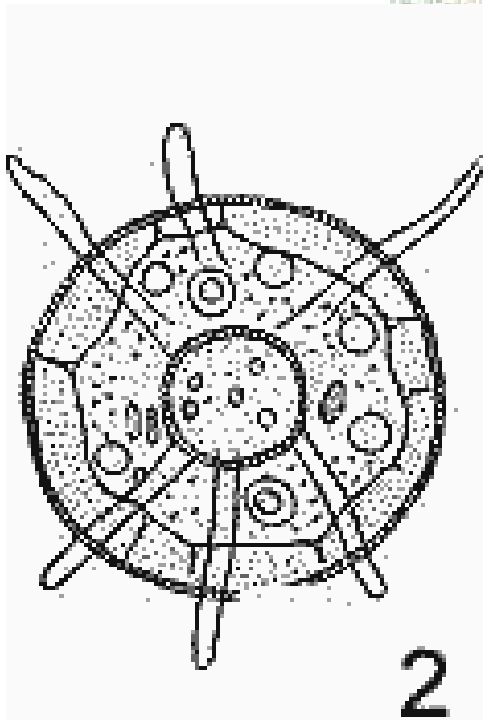
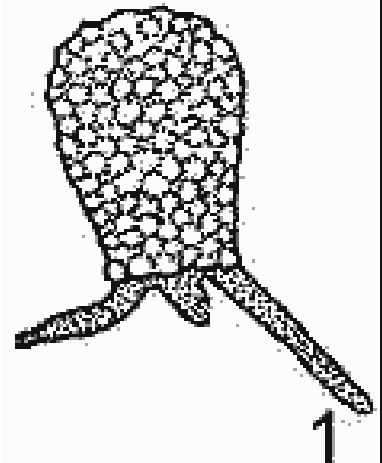
Pagal formulę (2):

$$D_s = 1 - \frac{50(49)+25(24)+10(9)}{85(84)} = 1 - \frac{3140}{7140} = 1 - 0.44 = 0.56$$

**4. Panaudojant Simpson indeksą palyginti įvairių gėlo vandens telkinių zooplanktono įvairovę**

Literatūra:

1. Brower J., Zar J., Von Ende C. 1990. Field and laboratory methods for General Ecology. Third Edition. USA.
2. Bubinas A., Bukelskis E. 1998. Gėlavandenių hidroecozijų struktūra ir jų tyrimo metodai. Mokomoji priemonė.
3. Gasiunaitė Z., Arbačiauskas K. 2006. Zooplanktono tyrimų pagrindai. Mokomoji metodinė knyga. Klaipėda.
4. Heinrich D., Hergt M. 2000. Ekologijos atlasas. Vilnius
5. Kazlauskas R. 1998. Bestuburių biologija. Vilnius.
6. Šatkauskienė I. 2004. Gėlųjų vandenių bestuburiai. Mokomoji knyga.



SARCODINA

ŠAKNIAKOJAI (RHIZOPODA):

1 — *Diffugia hidrostatica*

2, 3 — *Arcella vulgaris*: 2— iš priekio, 3— iš šono;

4 — *Cyphoderia ampulla*;

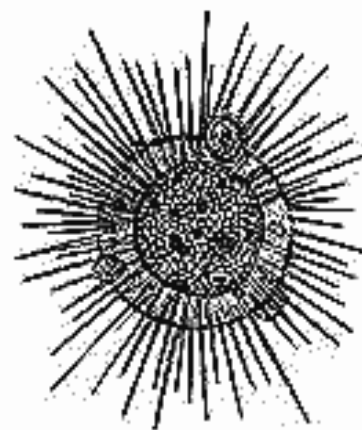
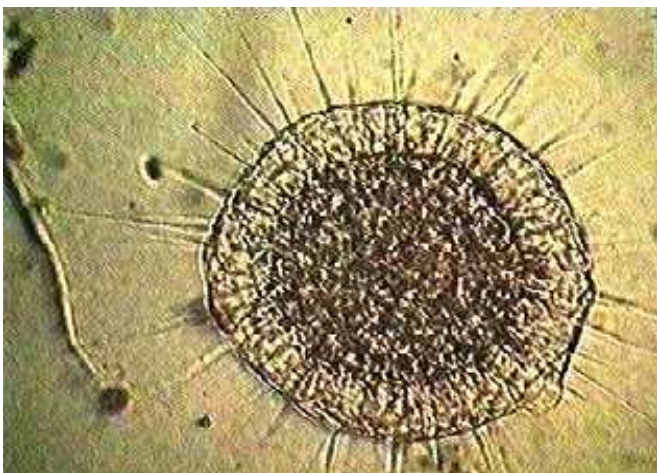
SARCODINA

SPINDULIUOČIAI (ACTINOPODA)

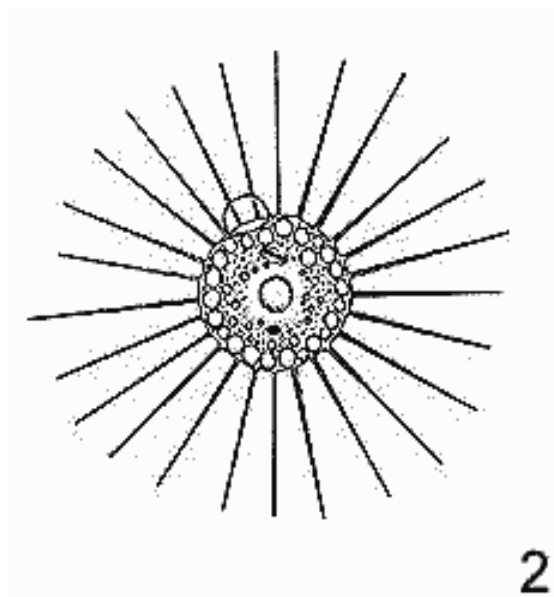
SAULĖGYVIAI (HELIOZOA):

1 — *Actinosphaerium echhorni*;

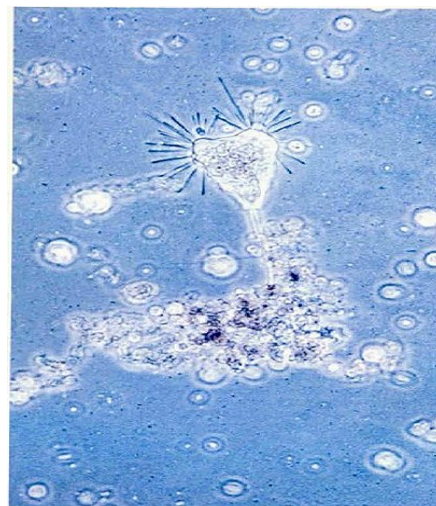
2 — *Actynophrys sol*



1

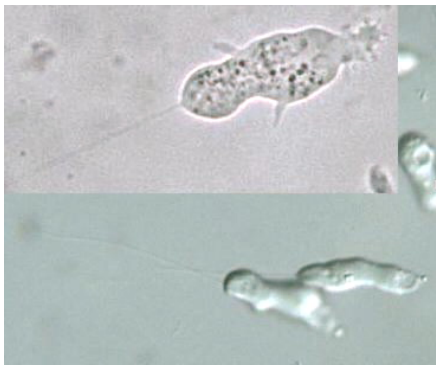


2



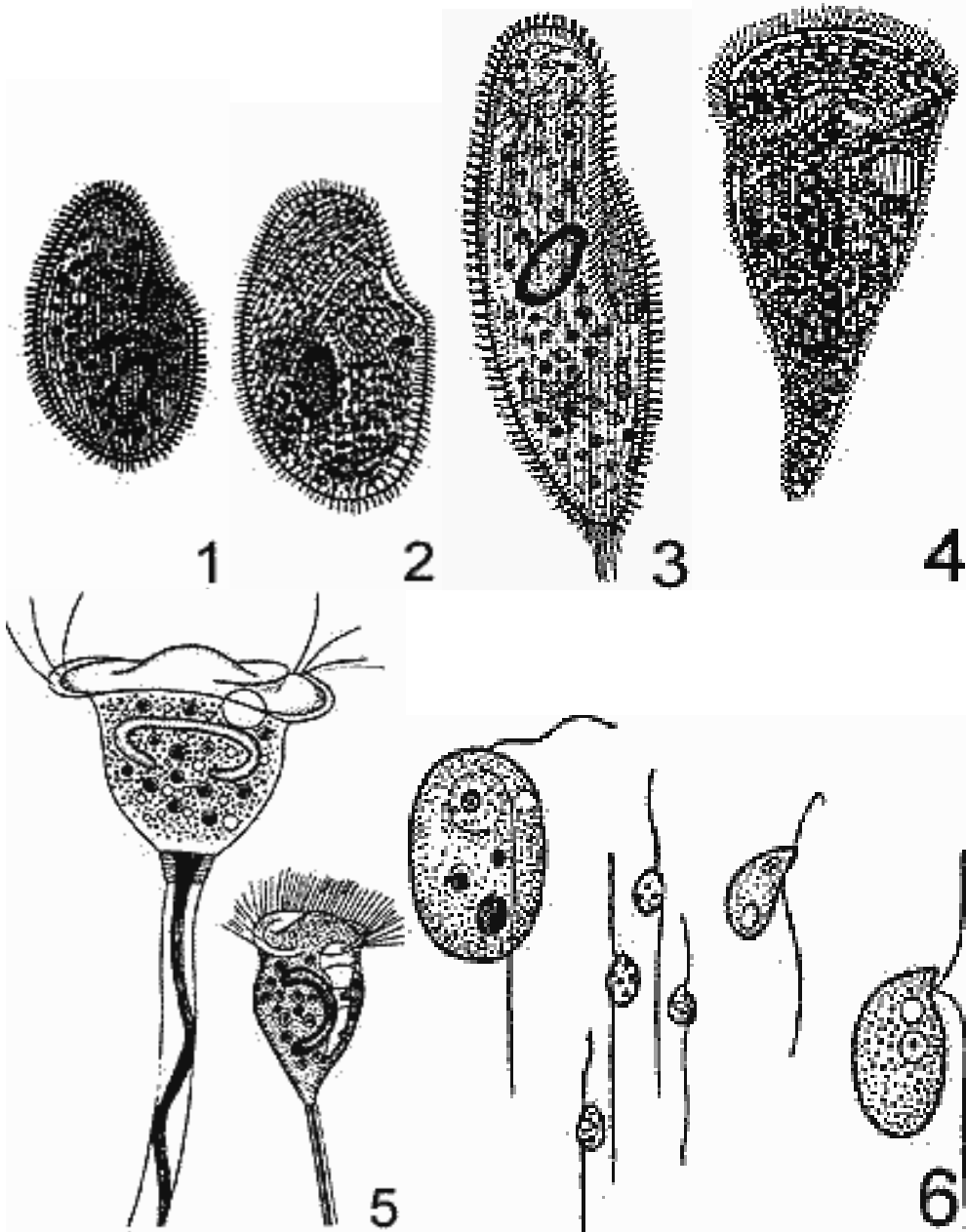


ŽIUŽĖLINIAI (*MASTIGOPHORA*) (5,6)  
IR BLAKSTIENOTIEJI (*CILIOPHORA*) (1-4)



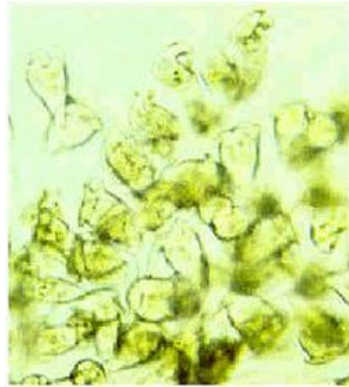
*Paramecium caudatum*

*Tocophrya quadripartita*  
gyvena gèluose vandenyse

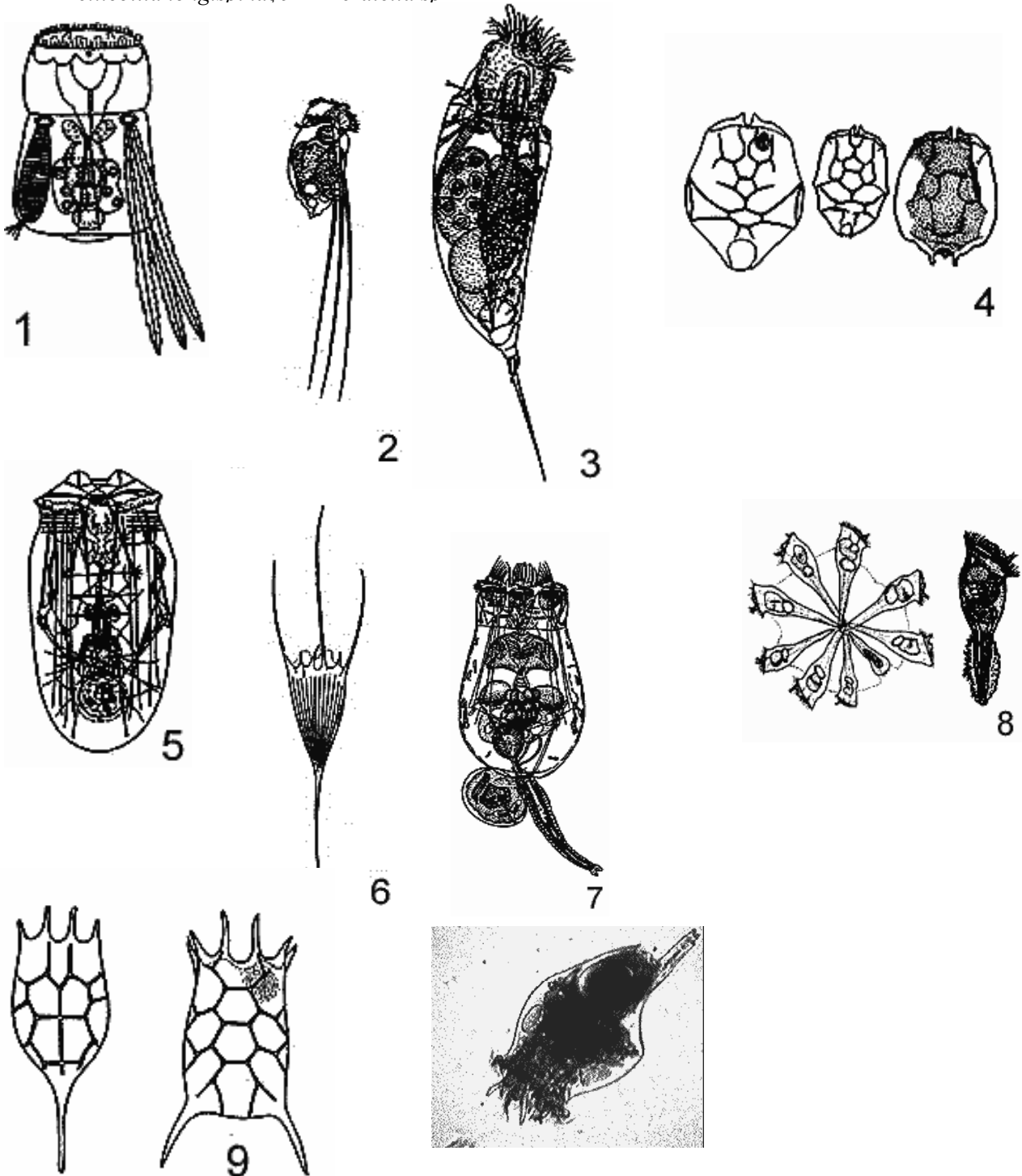


**SUBKARALYSTĖ. DAUGIALASČIAI (METAZOA)**

**Tipas. Verpetės (*Rotatoria*)**



**VERPETĖS (ROTATORIA):** 1 — *Polyarthra trigla*; 2 — *Filinia longiseta*; 3 — *Trichocerca cylindrica*; 4, 7 — *Brachionus* sp; 5 — *Asplanchna priodonta*; 8 — *Conochilus*; 6 — *Kellicottia longispina*; 9 — *Keratella* sp



**TIPAS. NARIUOTAKOJAI (ARTHROPODA)**

**Klase. Vėžiagyviai (Crustacea)**

**Būrys. Šakotoūšiai (Cladocera)**

Gėlavandeniniai planktoniniai gentys ir rūšys:

1. *Holopedium gibberum*, 2. *Sida crystallina*, 3. *Diaphanosoma*, 4. *Bosmina coregoni*,  
5. *Daphnia pulex*, 6. *Bosmina longirostris*, 8. *Daphnia cucullata*, 9. *Chydorus sphaericus*,  
10. *Moina rectirostris*, 12. *Bythotrephes longimanus*, 13. *Polyphemus pediculus*, 14. *Leptodora kindti*.



1



2



3



4



5



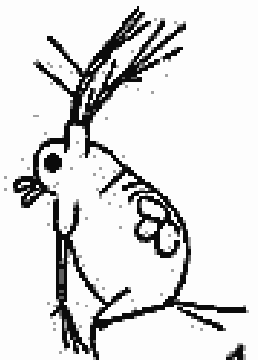
6



8



9



10



12



13



14

**Būrys. Irklakojai vėžiagyviai, kopepodai (*Copepoda*)**

1- *Epischura baicalensis*, 2 – *Acanthocyclops viridis*, 3 – *Diaptomus (Eudiaptomus)* sp,  
4 – nauplius (lerva)

