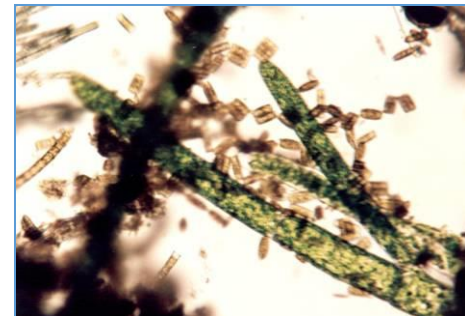
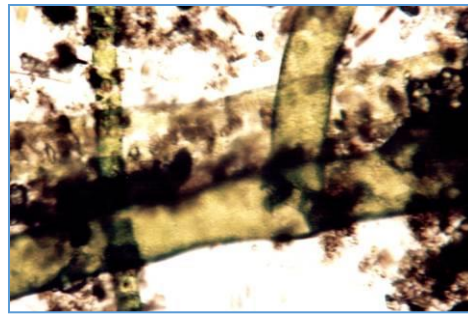
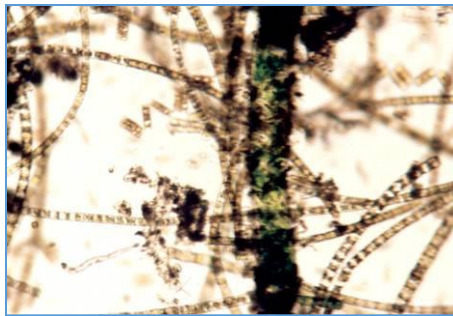


Znečišťování a samočištění

Saprobiologie



*Význam indikační váhy organismů,
saprobní valence a saprobiologie*

Znečišťování

Znečišťování = stav změny původních vlastností povrchové vody vedoucí k minimální hospodářské využitelnosti vody (přírozené a antropogenní)

Druhy odpadních vod:

- *splašky* (organické látky, hnilobné látky),
- *průmyslové*, se speciálním složením – *minerální kaly* (těžba, úpravna rud) – světelné klima, zákal, deprese filtrátorů,
- *toxické a kumulativní látky* – biocidy,
- *radioaktivní látky* – kumulace, rezistence, karyologické změny,
- *olejové a ropné produkty* – znehybnění, biofilm, zpomalení rozkladu,
- *oteplené vody (thermal pollution)*

V ekosystému funguje autoregulační systém **samočištění** (selfpurification) – ovlivněn kyslíkovou bilancí, apod.

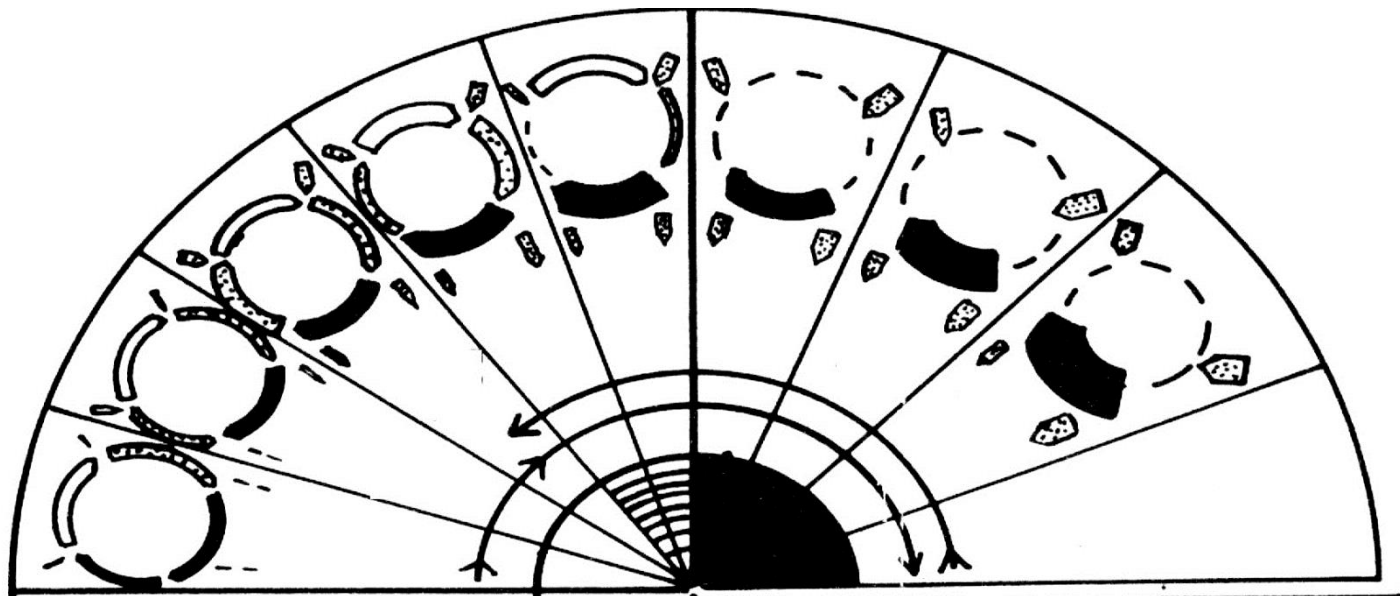
Samočištění

Fáze samočištění: Polysaprobní fáze, mezosaprobní fáze a oligosaprobní fáze (dokončení samočištění)

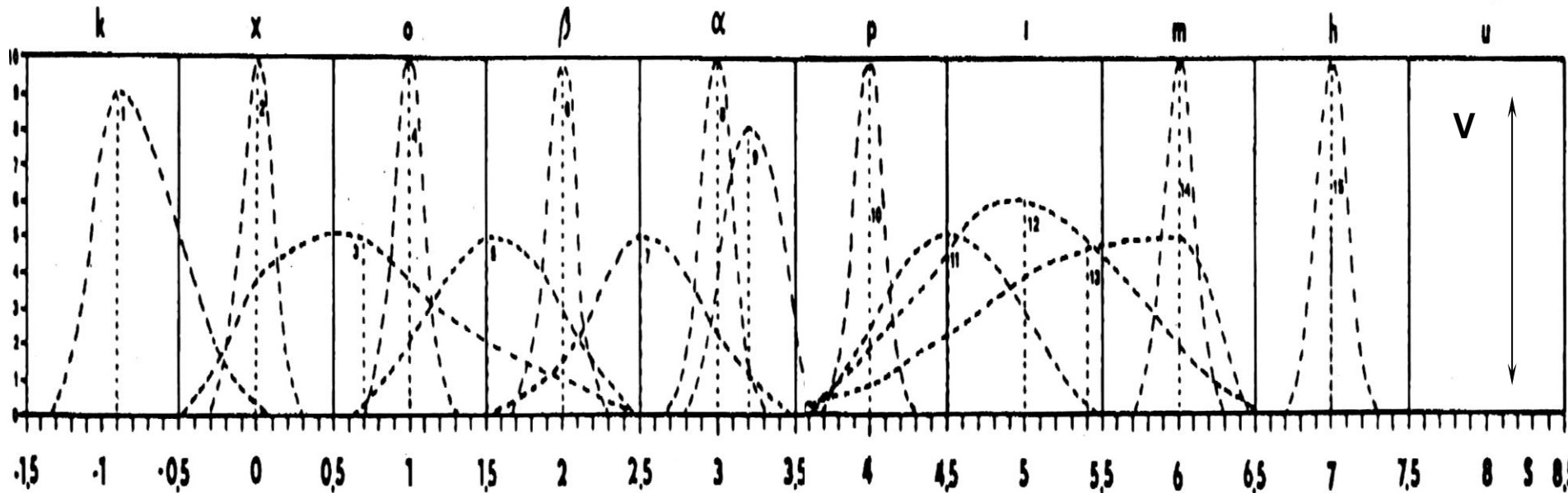
Saprobity = soubor vlastností vody, vyvolaný přítomností organických látek (biochemický rozklad, činnost destruentů)

Saprobnií sukcese:

progresivní (primární) – čistá voda – eutrofizace – znečišťování a saprobizace a **regresivní** (sekundární) – rozklad a samočištění



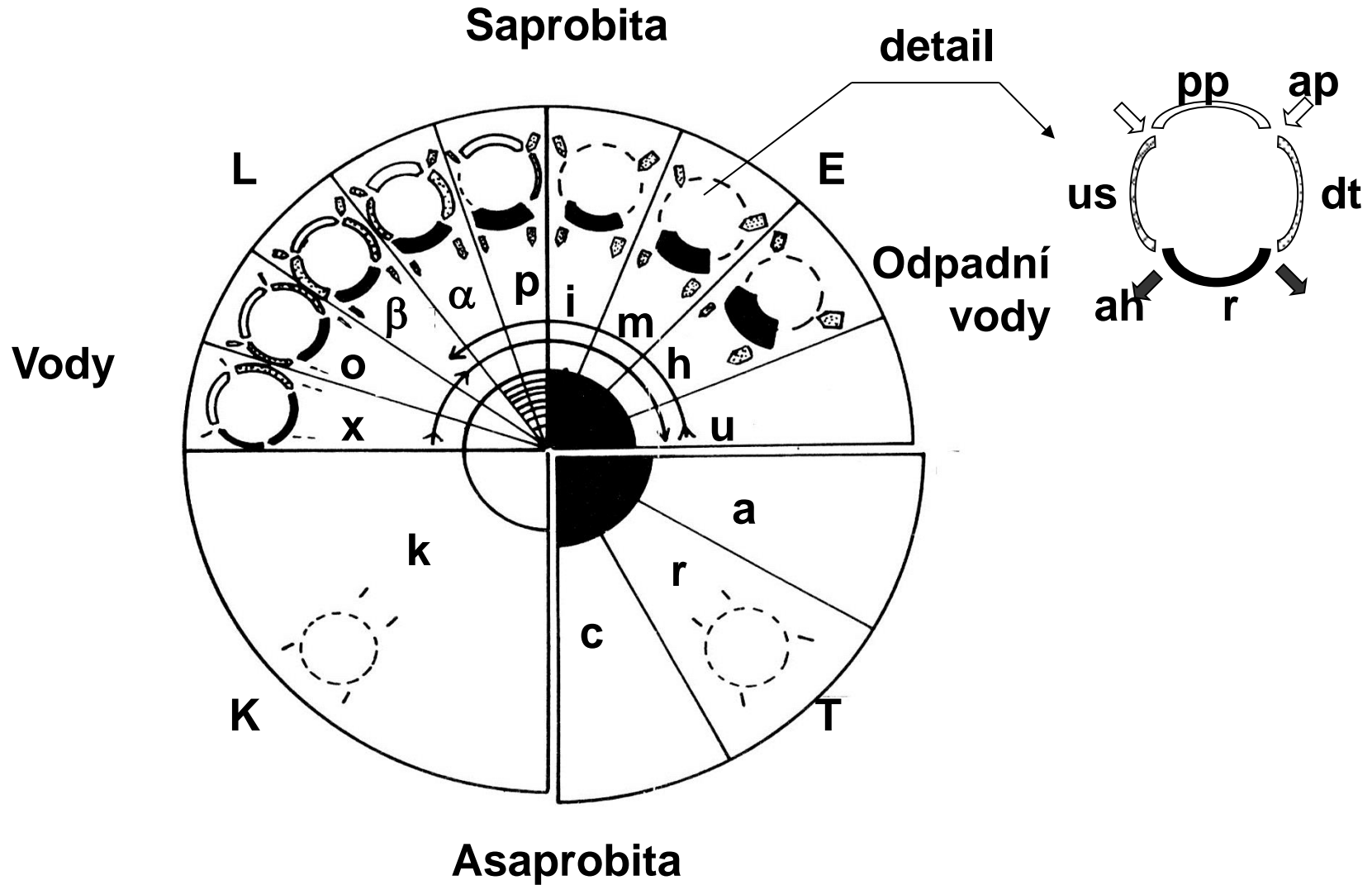
Stupně saprobity



Celkový rozsah stupnice saprobity od $S = -1,5$ po $S = 8,5$:

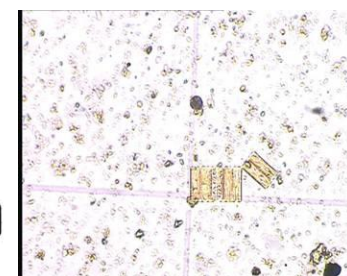
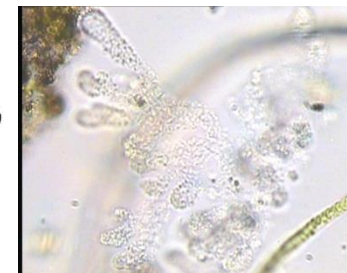
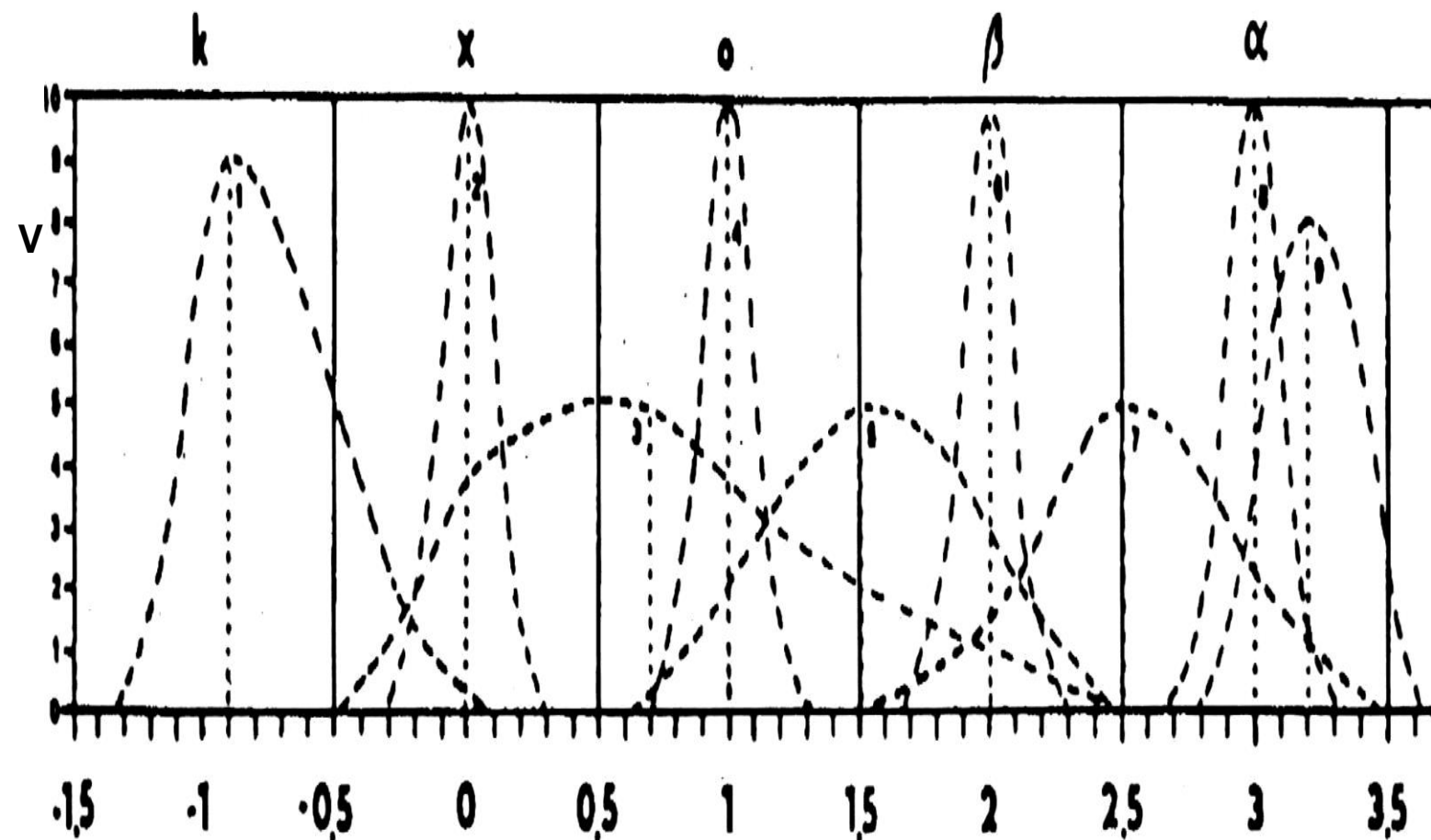
k ... katarobita $S = -1,5$ až $-0,5$ se středem $S = -1,0$, x ... xenosaprobita $S = -0,5$ až $+0,5$ se středem $S = 0,0$, o ... oligosaprobita $S = 0,51$ až $1,50$ se středem $S = 1,0$, β ... β -mezosaprobita $S = 1,51$ až $2,50$ se středem $S = 2,0$, α ... α -mezosaprobita $S = 2,51$ až $3,50$ se středem $S = 3,0$, p ... polysaprobita $S = 3,51$ až $4,50$ se středem $S = 4,0$, i ... isosaprobita $S = 4,51$ až $5,50$ se středem $S = 5,0$, m ... metasaprobita $S = 5,51$ až $6,50$ se středem $S = 6,0$, h ... hypersaprobita $S = 6,51$ až $7,50$ se středem $S = 7,0$, u ... ultrasaprobita $S = 7,51$ až $8,50$ se středem $S = 8,0$

System jakosti vody



Katarobity, Limnosaprobity, Eusaprobity, Transsaprobity

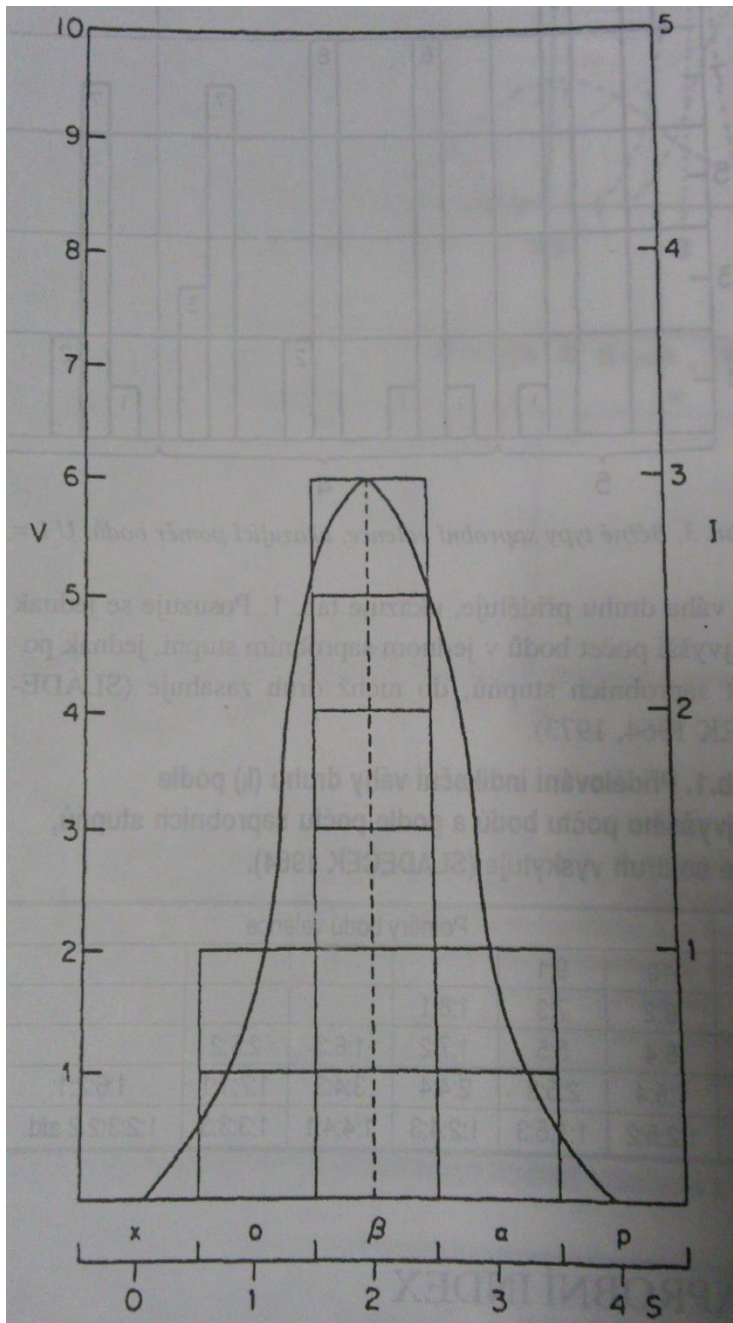
Saprobní valence, Indikační váha druhu



Bioindikace: Bentos, nárosty, plankton, makrofyta

Trofické úrovně, saprobiont (nejvyšší zatížení), saprofil a saproxén

Saprobní valence, Gaussova křivka, statistické vyhodnocení



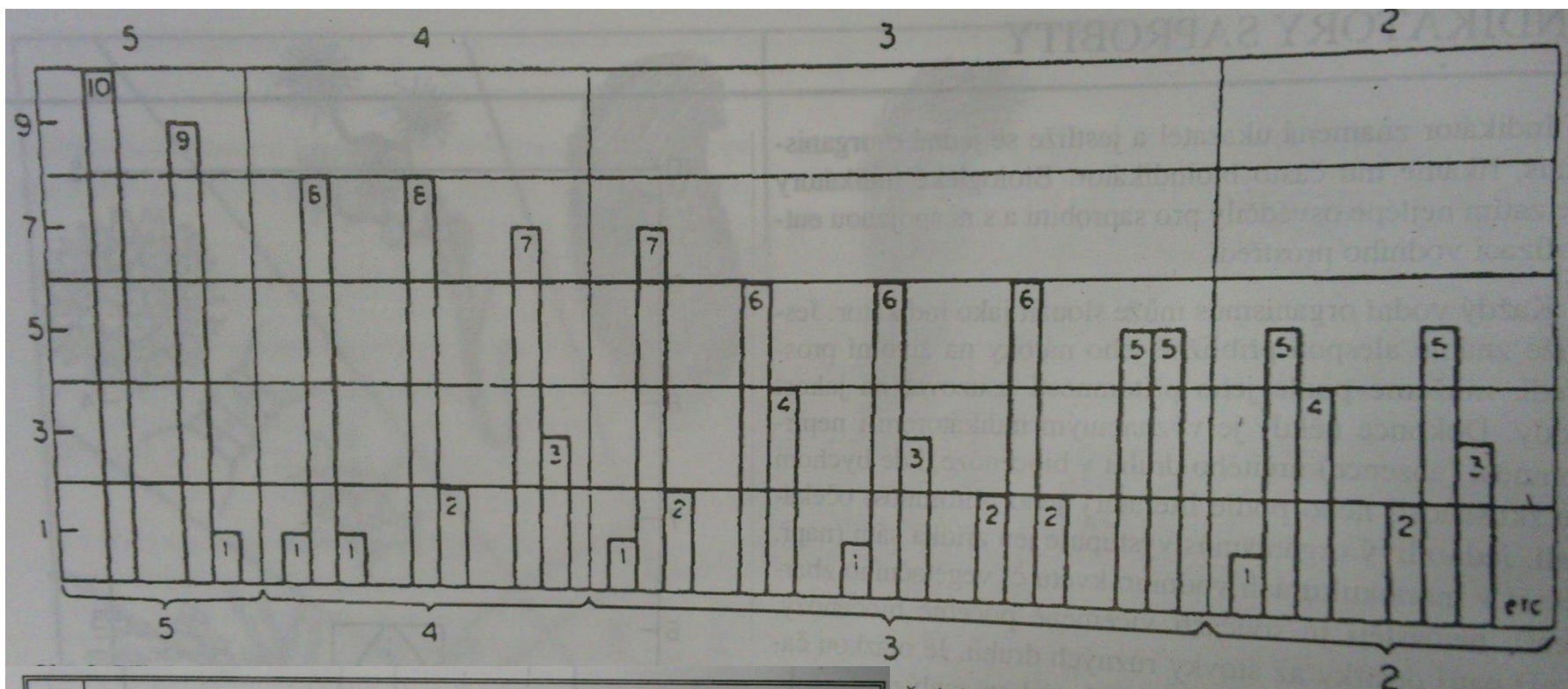
Saprobní valence *Euglena acus*

$x=0$, $o=2$, $b=6$, $a=2$, $p=0$.

$S_i=2,0$ a $l_i=3$

Vrchol křivky = hodnota S_i

Saprobní valence, Přidělení indikační váhy taxonu



l_i	Poměry bodů valence					
5	10	9:1				
4	8:2	7:3	1:8:1			
3	6:4	5:5	1:7:2	1:6:3	2:6:2	
2	1:5:4	2:5:3	2:4:4	3:4:3	1:7:1:1	1:6:2:1
1	1:2:5:2	1:1:5:3	1:2:4:3	1:4:4:1	1:3:3:3	1:2:3:2:2 atd.

Tab.1. Přidělování indikační váhy druhu (l_i) podle nejvyššího počtu bodů a podle počtu saprobních stupňů, kde se druh vyskytuje (SLÁDEČEK 1964).

Stanovení saprobního indexu: S

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot h_i \cdot I_i}{\sum_{i=1}^n h_i \cdot I_i}$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^m S_j \cdot B_j}{\sum_{j=1}^m B_j}$$

Výskyt slovně	Výskyt v %	Odpovídající hojnost	Braun-Blanquetova stupnice
Ojediněle	Pod 1 %	1	1
Roztroušeně	1 % – 3 %	2	2
Řídce	3 % - 10 %	3	
Hojně	10 % - 20 %	5	3
Velmi hojně	20 % - 40 %	7	4
Hromadně	Nad 40 %	9	5

- Norma ČSN 75 7716 (od roku 2011 revize) předpokládá se nahrazení EN ISO verzí
- Zohlednění odběru více vzorků: m je počet vzorků, B_j je součet součinů hojnosti a indikační váhy v j -tém vzorku

Obrazová tabule 267: *Nematoda* - hlístice (hádátka), 2. část

Č.	Taxon	x	o	β	α	p	l_i	S_i
1.	<i>Diplogaster rivalis</i> BÜTSCHLI	-	+	5	5	-	3	2,5
2.	<i>Dorylaimus stagnalis</i> DUJARDIN	-	-	2	8	-	4	2,8
3.	<i>Eudiplogaster striatus</i> PARAMOV	-	-	8	2	-	4	2,2
4.	<i>Granonchulus schulzi</i> ANDRASSY	-	2	7	1	-	3	1,9
5.	<i>Monhystera longicaudata</i> BASTIAN	-	-	5	5	-	3	2,5
6.	<i>Monhystera stagnalis</i> BASTIAN	-	+	5	5	-	3	2,5
7.	<i>Paraigolaimella bernensis</i> MEYL	-	-	3	7	-	4	2,7
8.	<i>Pelodera chitwoodi</i> DOUGHERTY	-	-	-	3	7	4	3,7
9.	<i>Plectus cirratus</i> BASTIAN	-	-	-	10	-	5	3,0

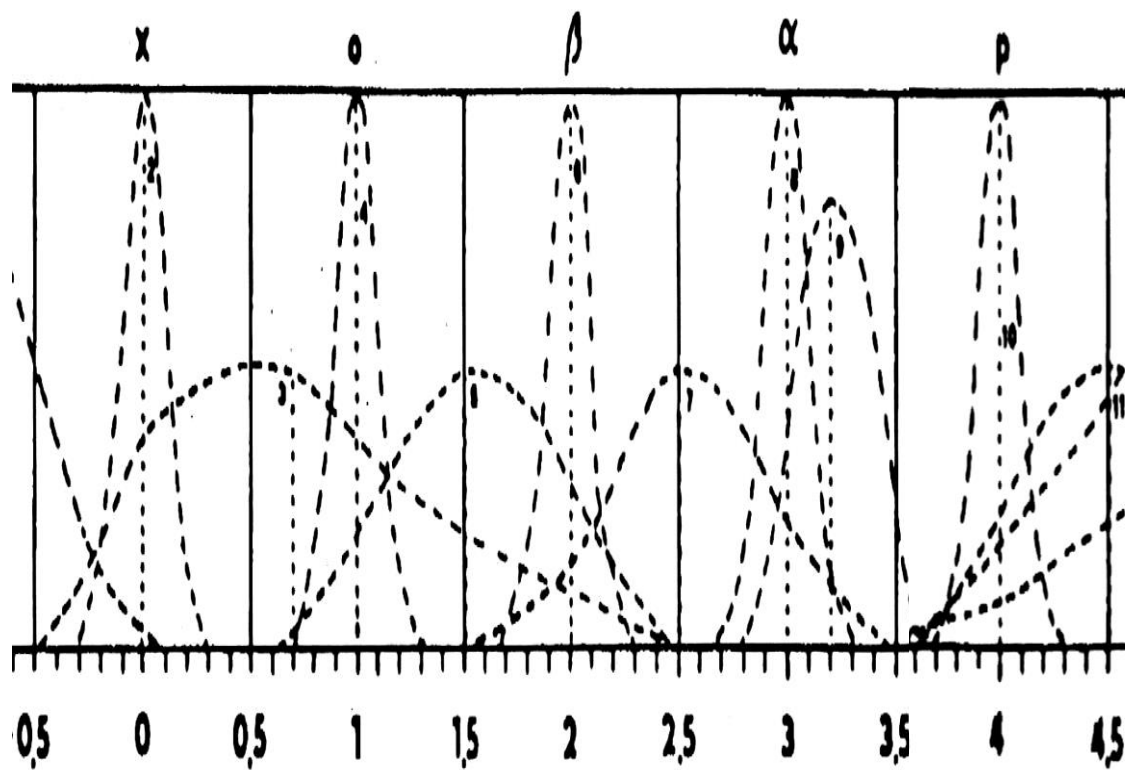
Pozn.: Každý obrázek ukazuje před i zád těla a případně další detaily, např. u č. 2 a 7 spikuly, u č. 8 burzu. Nematoda se obtížně určují, ale protože mají velmi podobné ekologické (a tudíž i saprobiologické) nároky, přisuzujeme jim $S_i = 3,0$, pokud se nám je nepodařilo určit do druhu.

Příklad obrazové tabule se záznamem výskytu taxonu v jednotlivých stupních saprobity a konečným stupněm saprobity S a indikační vahou l_i .

LIMNOSAPROBITA (L)

Typické povrchové vody s různým stupněm znečištění a postupem samočisticích pochodů

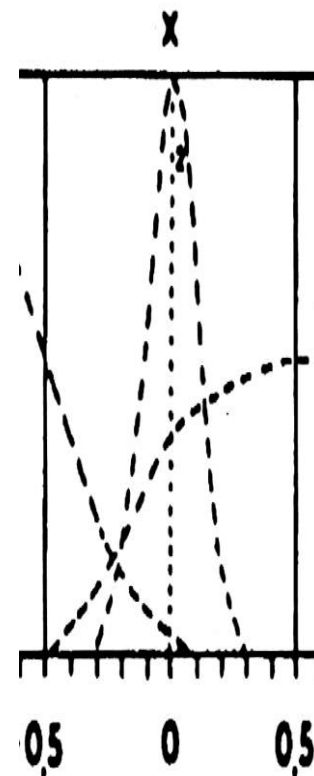
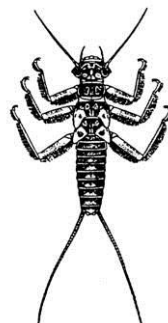
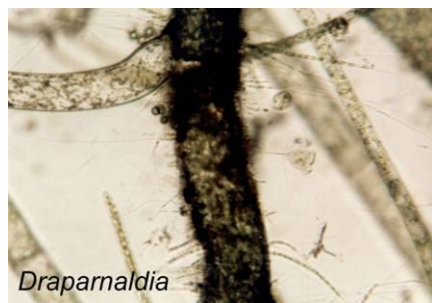
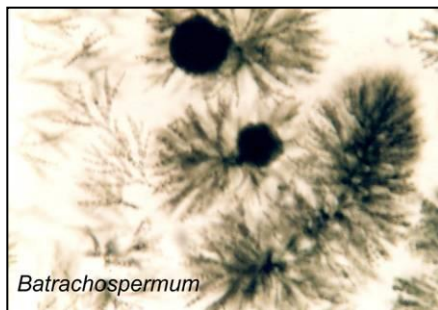
- Xenosaprobita
- Oligosaprobita
- Beta-mezosaprobita
- Alfa-mezosaprobita
- Polysaprobita



Xenosaprobita (x)

Charakteristika: prameny, BSK₅ 1 mg/l, TB22°C 10³KTJ/ml, TB36°C 10²KTJ/ml, pstruhové pásmo, vodárenství

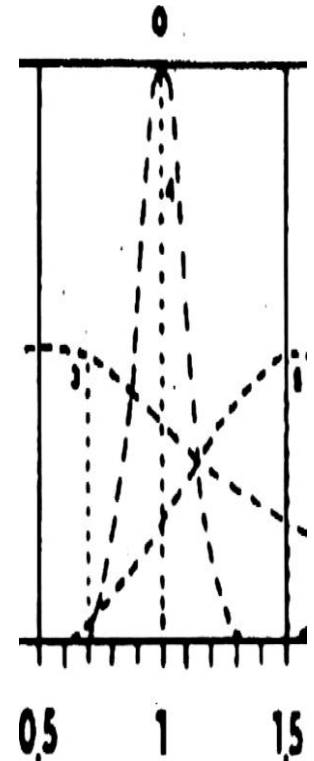
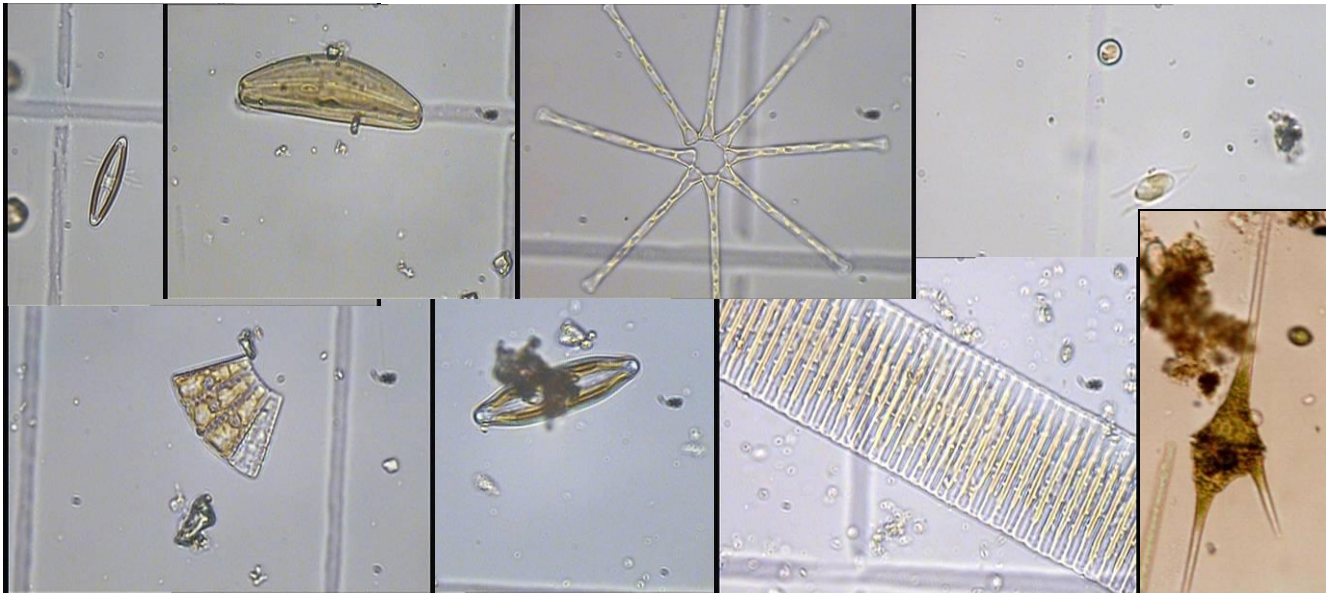
Indikátory: rozsivky *Diatoma mesodon*, *Melosira*, ruduchy, zlaté řasy *Hydrurus*, zelené řasy *Draparnaldia*, ploštěnky *Crenobia alpina*, larvy jepic *Ameletus*, larvy pošvatek *Diura*, korýši *Cyclops*



Oligosaprobita (o)

Charakteristika: pstruhové a lipanové pásmo, BSK₅ 2,5 mg/l, TB22°C 10³KTJ/ml, TB36°C 10²KTJ/ml, vodárenství, rekreace

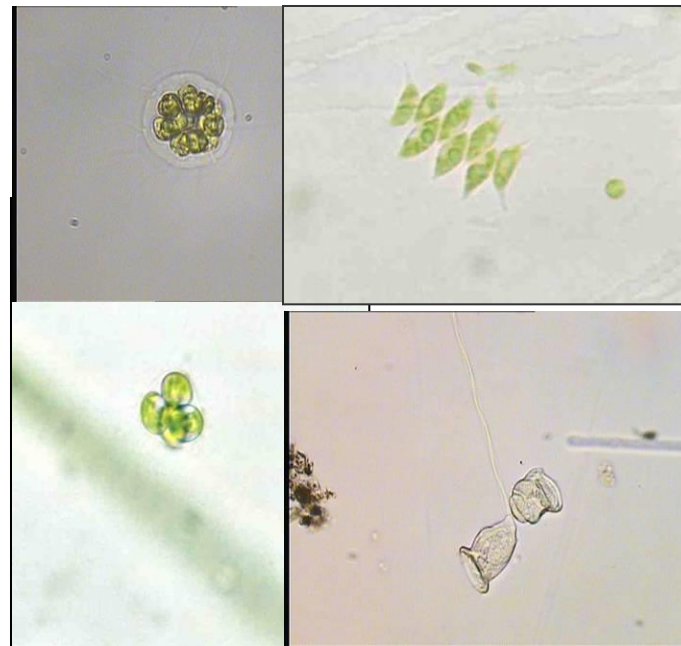
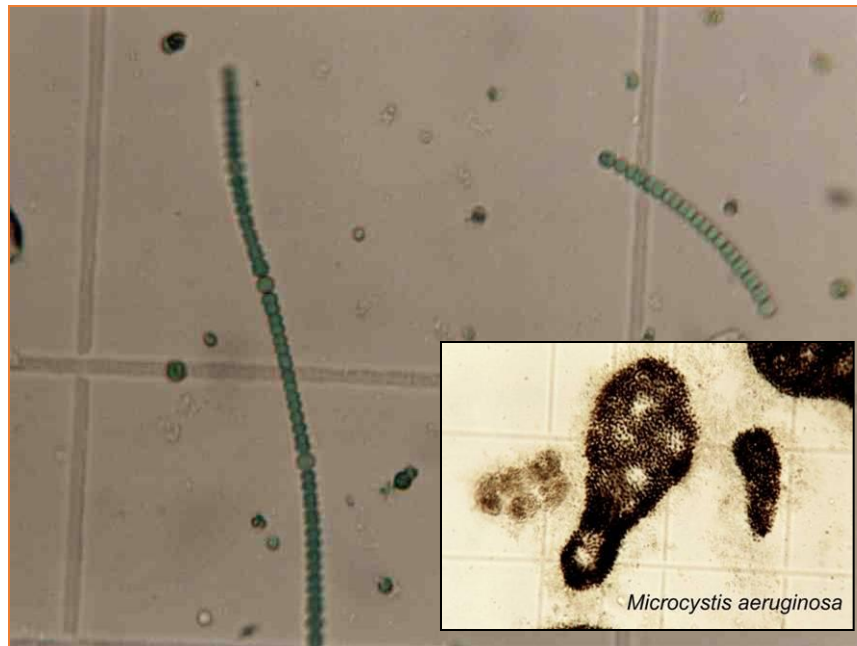
Indikátory: rozsivky *Cymbella ventricosa*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Meridion circulare*, ruduchy *Lemanea*, *Chantransia*, *Batrachospermum*, zlaté řasy *Dinobryon*, obrněnky *Ceratium*, zelené řasy *Draparnaldia*, larvy jepic, pošvatek a chrostíků, korýši *Bosmina*, *Eudiaptomus*



Betamesosaprobita (β)

Charakteristika: mírné znečištění, BSK₅ 5 mg/l, TB22°C 10⁴KTJ/ml, TB36°C 10³KTJ/ml, méně vodárenství, rekreace, vodní květy, vegetační zákal

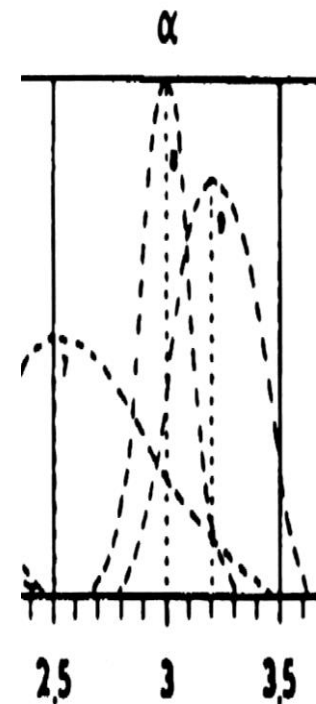
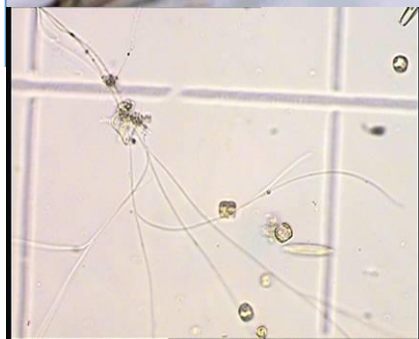
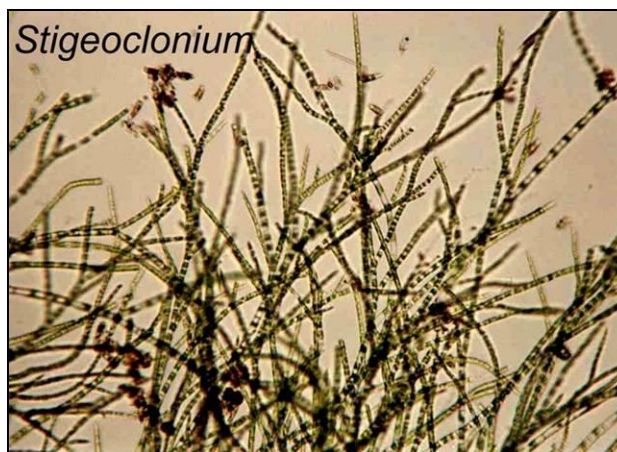
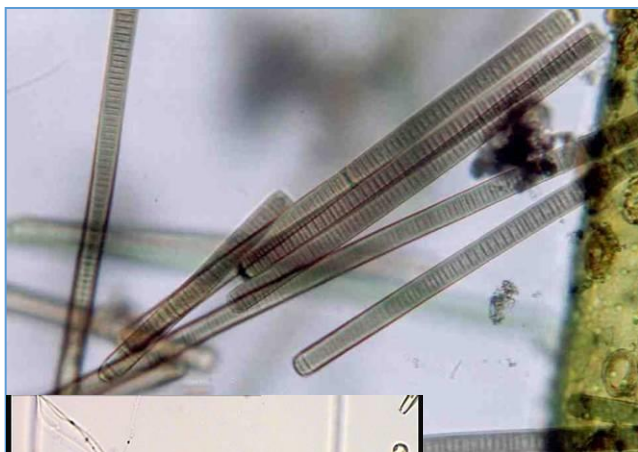
Indikátory: sinice *Anabaena*, *Microcystis*, *Aphanizomenon*, rozsivky *Melosira granulata*, *Synedra acus*, zelené řasy *Oocystis*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Monoraphidium*, *Eudorina*, nálevníci *Vorticella*, vířníci, korýši (většina)



Alfamesosaprobita (α)

Charakteristika: silně znečištěná voda, BSK₅ 5 – 10 mg/l, TB22°C 10⁵KTJ/ml, TB36°C 10⁴KTJ/ml, koliformní, tyf, paratyf, rybochov

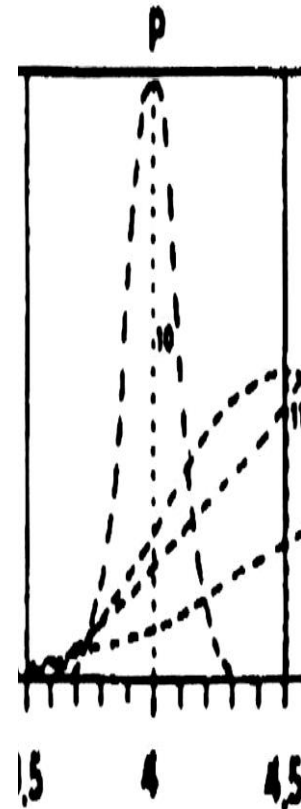
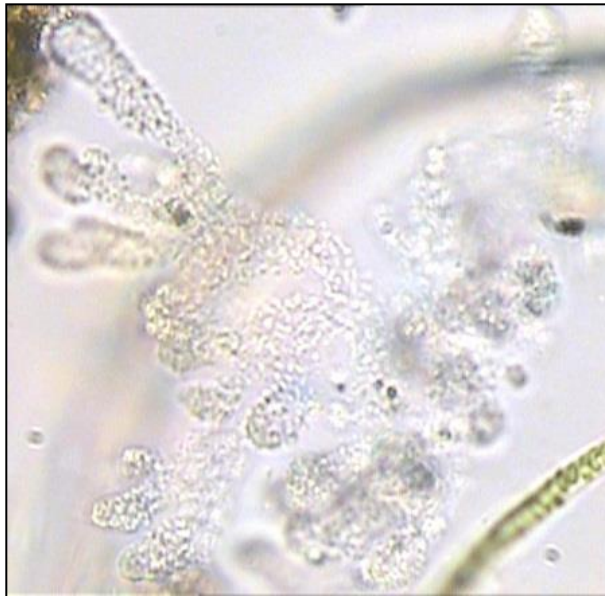
Indikátory: sinice *Oscillatoria*, rozsivky *Nitzschia acicularis*, *Stephanodiscus*, zelená řasa *Stigeoclonium*, nálevníci, perloočky, bakterie vláknité



Polysaprobita (p)

Charakteristika: mikroaerobní prostředí, BSK₅ 10 – 40 mg/l, TB22°C 10⁶KTJ/ml, TB36°C 10⁵KTJ/ml, rybochov

Indikátory: vláknité bakterie *Sphaerotilus*, *Zoogloea*, zelené řasy *Euglena*, *Chlamydomonas*, *Chlorogonium* (mixotrofní řasy), nálevníci, pakomáří larvy, máloštětinatci *Tubifex*



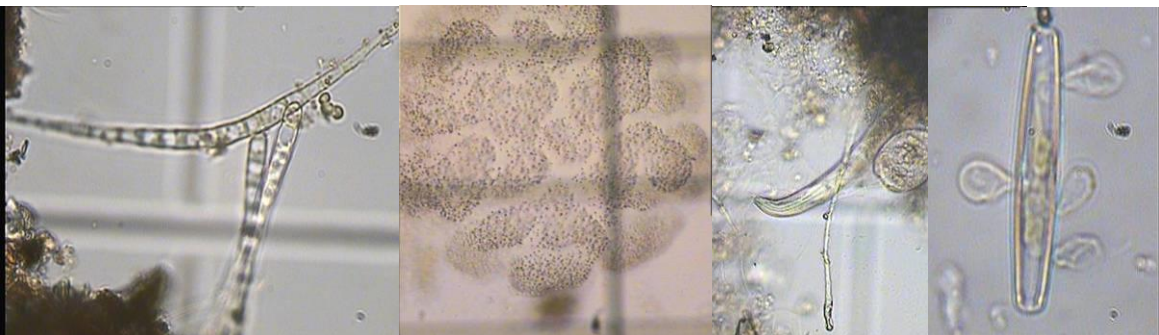
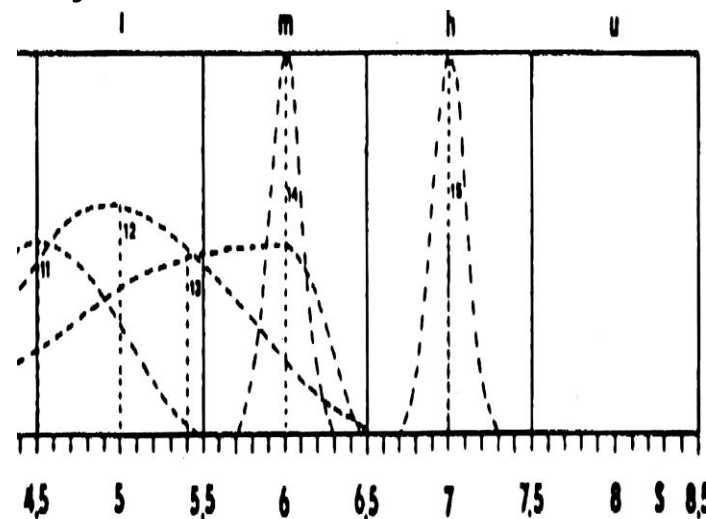
EUSAPROBITA (E)

Isosaprobita - ciliátový stupeň (**i**): městské splašky, BSK₅ 50 – 400 (600) mg/l, koliformní b. 10⁶ KTJ/ml, indikátory: nálevníci *Paramecium*, *Colpidium*, *Tetrahymena*, *Vorticella*, do 50 000 org./ml

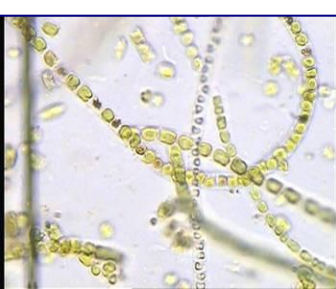
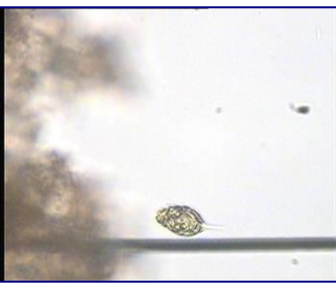
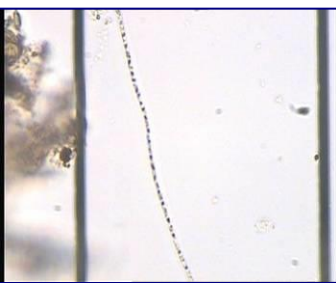
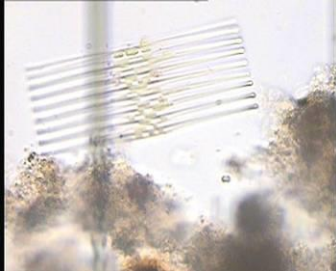
Metasaprobita - flagelátový stupeň (**m**): zahnílé městské splašky, sulfan, BSK₅ 200-700 mg/l, indikátory: bezbarví bičíkovci do 300 000 org./ml, chemolitotrofní a organotrofní bakterie

Hypersaprobita - bakteriový a mykofytový stupeň (**h**): průmyslové odpadní vody, akumulární rybníky, BSK₅ 500 – 2 000 mg/l, anaerobie (alkalická reakce: metanogenní rozklad celulózy a uvolnění CH₄, kyselé pH: kyselé kvašení a uvolnění H₂)

Ultrasaprobita - abiotický stupeň (**u**): kaly, vody z cukrovarů, BSK₅ 150 000 mg/l, hypertonické prostředí

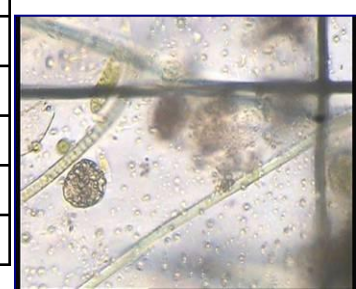
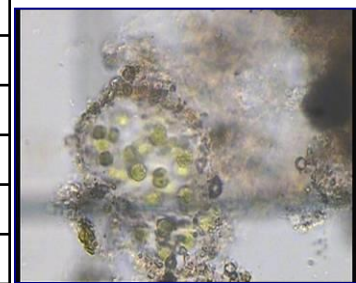


Příklad protokolu a stanovení saprobního indexu na biotopu

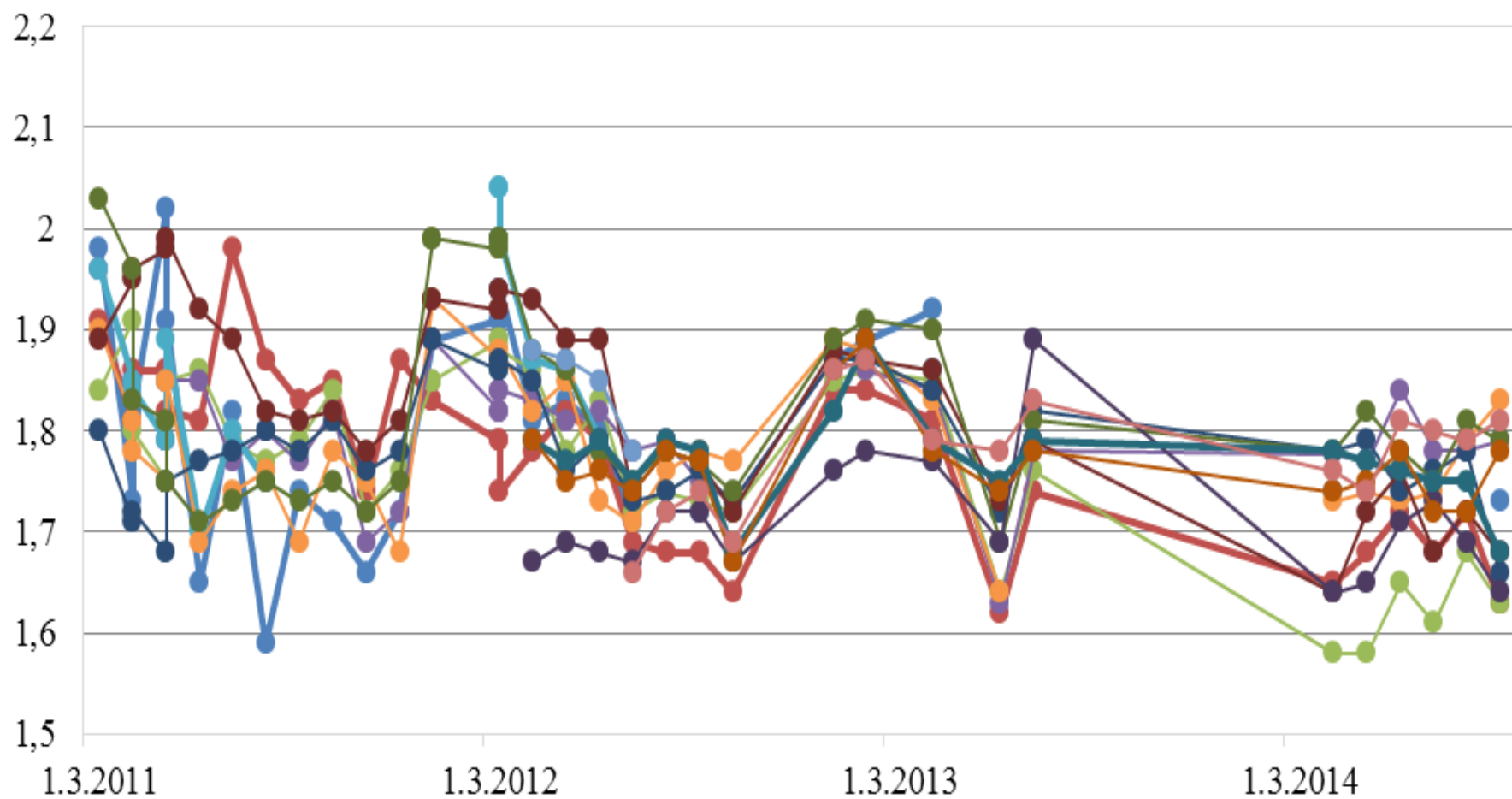


Taxon	S_i	I_i	h_i	$S_i \cdot I_i \cdot h_i$	$I_i \cdot h_i$
<i>Oscillatoria limosa</i>	2,3	2	3	13,8	6
<i>Phormidium breve</i>	2,8	4	5	56	20
<i>Pseudanabaena catenata</i>	2,8	3	1	8,4	3
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	1,6	3	2	9,6	6
<i>Navicula pupula</i>	1,9	2	7	26,6	14
<i>Navicula atomus</i>	2,1	2	7	29,4	14
<i>Navicula mutica</i>	1,2	2	2	4,8	4
<i>Navicula cuspidata</i>	2,5	3	2	15,0	6
<i>Navicula cryptocephala</i>	2,4	2	3	14,4	6
<i>Nitzschia umbonata</i>	2,6	3	2	15,6	6
<i>Nitzschia paleacea</i>	2,2	4	2	17,6	8
<i>Pinnularia viridis</i>	1,3	1	2	2,6	2
<i>Coelastrum microporum</i>	2,1	2	3	12,6	6
<i>Coelastrum astroideum</i>	2,0	3	3	18,0	9
<i>Koliella planctonica</i>	1,4	3	3	12,6	9
<i>Koliella longiseta</i>	2,1	2	3	12,6	6
<i>Pediastrum boryanum</i>	1,9	3	2	11,4	6
<i>Tetrastrum triangulare</i>	2,0	3	2	12,0	6
<i>Monoraphidium contortum</i>	2,2	1	2	4,4	2
<i>Chlorococcum infusorium</i>	2,3	2	2	7,2	4
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	2,2	4	3	26,4	12
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	2,1	3	3	18,9	9
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	2,1	2	3	12,6	6
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	2,2	3	3	19,8	9
<i>Scenedesmus alternans</i>	2,0	3	3	18,0	9
<i>Tribonema spirotaenia</i>	1,8	4	7	50,4	28

Saprobni index: 2,09 - střed β -mezosaprobity



Saprobní index v letech 2011 až 2014 na 14 hodnocených profilech



- | | | | | | | |
|------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| —●— Přítok | —●— VM1 | —●— VM2 | —●— VM3 | —●— VM4 | —●— VM5 | —●— VM6 |
| —●— VM7 | —●— VM8 | —●— VM9 | —●— VM10 | —●— VM11 | —●— VM12 | —●— VM13 |

Kde je možné se saprobním indexem v legislativě dále setkat?

- Rekreační vody
- Vodárenství
- Rámcová směrnice
- Klasifikace kvality povrchových vod (ČSN 75 7221)
- Ekologické studie

Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod

ČSN 75 7221

Water quality – Classification of surface water quality

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN 75 7221 z října 1998.

Tekoucí povrchové vody se podle kvality vody zařazují do pěti tříd kvality:

- I neznečištěná voda;
- II mírně znečištěná voda;
- III znečištěná voda;
- IV silně znečištěná voda;
- V velmi silně znečištěná voda.

třída I; neznečištěná voda

stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností a při kterém ukazatele kvality vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí ve vodních tocích

třída II; mírně znečištěná voda

stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele kvality vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému

třída III; znečištěná voda

stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele kvality vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému

třída IV; silně znečištěná voda

stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele kvality vody dosahují hodnot, které vytváří podmínky umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému

třída V; velmi silně znečištěná voda

stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele kvality vody dosahují hodnot, které vytváří podmínky umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému

Tabulka 1 – Mezní hodnoty tříd kvality vody

Ukazatel	Zkratka, značka, číslo CAS	Jednotka	Třída				
			I	II	III	IV	V
Obecné, fyzikální a chemické ukazatele (mimo živiny)							
elektrolytická konduktivita ^a	–	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
rozpuštěné látky sušené	RL ₁₀₅	mg/l	< 300	< 500	< 800	< 1 200	≥ 1 200
nerozpuštěné látky sušené	NL ₁₀₅	mg/l	< 15	< 25	< 50	< 100	≥ 100
rozpuštěný kyslík	O ₂ rozp.	mg/l	> 8,5	> 7,5	> 6	> 4	≤ 4
biochemická spotřeba kyslíku, pětidenní	BSK ₅	mg/l	< 2	< 4	< 8	< 15	≥ 15
chemická spotřeba kyslíku manganistanem	CHSK _{Mn}	mg/l	< 6	< 9	< 14	< 20	≥ 20
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	CHSK _{Cr}	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	≥ 60

Mikrobiologické a biologické ukazatele							
termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	FC	KTJ/100 ml	< 2 000	< 10 000	< 20 000	< 40 000	≥ 40 000
intestinální enterokoky	ENT	KTJ/100 ml	< 600	< 1 300	< 2 500	< 4 600	≥ 4 600
saprobní index makrozoobentosu		-	< 1,5	< 2	< 2,5	< 3,5	≥ 3,5
chlorofyl-a		µg/l	< 10	< 25	< 50	< 100	≥ 100

A.3 Výpočet saprobního indexu

Saprobní index pro účely této normy se vypočítá jako vážený aritmetický průměr individuálních saprobních indexů všech organismů zjištěných rozbořením vzorku, který byl odebrán a zpracován podle ČSN 75 7701 nebo ČSN 75 7714 a pro který jsou hodnoty tohoto individuálního indexu uvedeny v informačním systému ARROW [1]. Individuální saprobní indexy jsou váženy součinem početnosti (abundance) a indikační váhy.

Saprobní index S se vypočítá podle vzorce:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n h_i w_i S_i}{\sum_{i=1}^n h_i w_i} \quad (\text{A.6})$$

kde je

S_i individuální saprobní index i -tého taxonu ($i = 1, 2, \dots, n$);

n počet taxonů s definovanými hodnotami S_i ;

h_i abundance ve vzorku nebo jiný kvantitativní údaj přiřazený i -tému taxonu ($i = 1, 2, \dots, n$);

w_i indikační váha i -tého taxonu ($i = 1, 2, \dots, n$).