

# Klasifikace vod z hydrobiolog. hlediska

system saprobie -

- 1 I. - oligosaprobie - velmi mírně znečištěná voda
- 2 II. - beta mezosaprobie - mírně silně znečištěná voda
- 3 III. - alfa mezosaprobie - silně znečištěná voda
- 4 IV. - polysaprobie - mimořádně silně znečištěná voda

hodnoty saprobie S

Biologický stupeň čistoty toku (Pantle, Buck

$$S = \frac{\sum (S \cdot \check{c})}{\sum \check{c}}$$

S - stupeň Lieberman)

S - sledující hodnota saprobie

č - četnost výskytu saprobie biologická

Rozdělení tekoucích vod na pásma (A. Frič) dle výskytu ryb

0. pásmo bez ryb (pramenité stružky)

1. pásmo pstruhové

2. pásmo lipanové

3. pásmo parrmové

4. pásmo kaprové (cejnové)

5. pásmo brakické vody

u ústí řek do moří  
(mísí se zde voda sladká  
a slaná)

## Hodnocení jakosti vody z biologického hlediska

Úryvek z elektronických skript „Monitoring a modelování“ (Ing. Daniel Mattas, CSc.)

K posouzení jakosti vod z biologického hlediska se používají dva systémy:

- trofický limnologický systém
- systém saprobií

Zatímco trofický systém vypovídá především o úživnosti vod, saprobní systém klasifikuje znečištění vod organickými látkami.

### Trofie

Trofický systém využívá složení živé organické hmoty k ocenění úživnosti vod; rozlišuje pásmo (resp. recipienty) oligotrofní a eutrofní. Oligotrofní vody obsahují málo živin, a proto vykazují malou organickou produkci a jsou chudé na množství organismů, i když druhově jsou velmi bohaté. Vody jsou průzračné, s viditelností více než 3 m vodního sloupce. Eutrofní vody jsou naopak bohaté na živiny a vykazují silnou organickou produkci. Organismů je velké množství, voda je méně průhledná (méně než 1 m). V letním období se často vyskytuje vodní květ.

Trofie povrchových vod se hodnotí na základě skutečné organické produkce nebo podle tzv. potenciální produktivity - metody ukazující maximální rozvoj producentů, který by mohl nastat za optimálních podmínek. Stanovení trofického potenciálu se provádí biotestem spočívajícím v kultivaci zelené řasy *Scenedesmus quadricauda* za standardních podmínek (osvětlení, teplota, přívod CO<sub>2</sub> a pod.) a ve sledování její růstové odezvy. Růstová odezva se určuje spektrofotometrickým stanovením koncentrace chlorofylu. Když je dosaženo jeho konstantní koncentrace, stanoví se sušina řasové biomasy a rozdíl mezi touto hodnotou a počáteční hodnotou (z přepočtené koncentrace vložené kultury) určuje trofický potenciál  $M_p$  [mg l<sup>-1</sup>]. Klasifikace trofických stupňů na základě trofického potenciálu uvádí tab. xxx. Pro nádrže lze trofii rámcově odhadnout podle tabulky XXX.

Tabulka XXX

Trofické stupně

	stupeň trofie	trofický potenciál $M_p$ [mg l <sup>-1</sup> ]
1	ultraoligotrofní (velmi slabě úživné až neúživné vody)	< 5
2	oligotrofní (slabě úživné)	5-50
3	mesotrofní (středně úživné)	50-200
4	eutrofní (silně úživné)	200-500
5	polytrofní (velmi silně úživné)	500-1000
6	hypertrofní (vysoce úživné)	> 1000

V souvislosti s trofií dlužno upozornit na zákon minima, definovaný Liebigem - pro produkci má rozhodující význam ten biogenní prvek, který má nejnižší koncentraci. Producenti tedy nemohou mít užitek z nadbytku jedněch látek, chybí-li jim jiné. Např. nadbytek fosforu zvýší

produkcí jen tehdy, jsou-li v nadbytku i ostatní živiny. Dnes se Liebigův zákon minima označuje jako zákon limitujících faktorů a neplatí jen pro faktory chemické - např. intenzita fotosyntézy se zvýší jen tehdy, pokud současně s vyšší intenzitou osvětlení zvýšíme i teplotu vody a pod.

Tabulka XXXX

Odhad trofie v nádržích

Trofický stupeň	celkový fosfor [mg·m <sup>-3</sup> ]	průhlednost [m]	chlorofyl α [mg·m <sup>-3</sup> ]
ultraoligotrofní	1	>30	1
oligotrofní	8	10 - 30	8
mesotrofní	20	5 - 10	15
eutrofní	100	3 - 5	80
hypertrofní	800	0,5 - 3	150

### Saprobie

Systém saprobií využívá vůdčích organismů, podílejících se na biologických a biochemických procesech rozkladu organických látek v tocích (samočištění). Podle přítomnosti vůdčích druhů i společenstev lze rozlišit řadu stupňů znečištění. Zde se budeme zabývat jen stupni, s nimiž je možno se setkat ve vodotečích; pro hodnocení odpadních vod odkazujeme na literaturu.

Katarobita zahrnuje nejčistší vodu bez jakéhokoliv znečištění; BSK je neměřitelná, oživení žádné nebo velmi slabé (čistá podzemní voda - prameny, studně, uměle upravená pitná voda).

Limnosaprobita zahrnuje znečištěné (velmi slabě až silně) podzemní a povrchové vody, vody užitkové a provozní, případně i slabě zatížené vody odpadní. Podmínky jsou však vždy aerobní (v polysaprobite alespoň mikroaerobní). Oproti tomu eusaprobita zahrnuje surové nebo jen málo ředěné odpadní vody s tak vysokými koncentracemi organických látek, že jejich rozklad probíhá anaerobně. Hranice mezi limnosaprobitou a eusaprobitou se udává hlavně kyslíkovými poměry (aerobní či alespoň mikroaerobní v limnosaprobite, anoxické až anaerobní v eusaprobite), z hlediska koncentrace znečištění odpovídá zhruba  $BSK_5 = 50 \text{ mg l}^{-1}$ . Transsaprobita pak znamená takové druhy znečištění nebo poškození vod, že již nelze mluvit o saprobite - působení jedů (antisaprobity), radionuklidů (radiosaprobity), fyzikálních faktorů (kryptosaprobity). Tyto vlivy mohou interferovat s kterýmkoliv ze saprobních stupňů.

Do limnosaprobity řadíme následující stupně:

Xenosaprobita zahrnuje pramennou vodu, nejčistší pramenné stružky a potoky s nepatrným obsahem organických látek ( $BSK_5 \leq 1 \text{ mg l}^{-1}$ ) a chladnou vodou. Počty psychrofilních organotrofních bakterií nedosahují 1000 v 1 ml, mesofilních 100 v 1 ml. Xenosaprobity lze ztotožnit s krenem.

Oligosaprobity zahrnuje čisté vody převážně pstruhového pásma (i když může zasahovat až do pásma parmového. Průměrná hodnota BSK<sub>5</sub> nepřevyšuje 2,5 mg l<sup>-1</sup>, počty bakterií jsou nízké (několik tisíc psychrofilních a několik set mesofilních v 1 ml). Z hlediska trofie lze oligosaprobity ztotožnit s oligotrofií.

Beta-mesosaprobity znamenají vodu poměrně dobré jakosti, mírně až středně znečištěnou. Často se udává, že to je nejhorší stupeň, jakého může voda v přirozených podmínkách ve většině případů dosáhnout, naopak se jedná o nejlepší stupeň, jehož lze dosáhnout po biologickém čištění nebo přirozeném samočištění odpadních vod. Průměrná hodnota BSK<sub>5</sub> dosahuje maximálně ca 5 mg l<sup>-1</sup>, psychrofilních bakterií bývá až několik desítek tisíc, mesofilů až několik tisíc v 1 ml. Z trofického hlediska je beta-mesosaprobity všeobecně považována za eutrofní vodu (úživnou). Počty organismů fytoplanktonu mohou dosahovat až stotisíců v 1 ml, může docházet k vegetačnímu zabarvení vody až tvorbě vodního květu. Druhá diverzita (počet druhů) je značná.

Alfa-mesosaprobity znamenají vodu již makroskopicky silně znečištěnou. Hodnota BSK<sub>5</sub> se pohybuje mezi 5-10 mg l<sup>-1</sup>, zvýšený obsah znečišťujících látek podporuje rozvoj aerobních organotrofních bakterií, které spotřebovávají množství kyslíku. Díky tomu nasycení O<sub>2</sub> klesá až na 50-40 % a jeho obsah až na 4-2 mg l<sup>-1</sup>. Organotrofních psychrofilních bakterií bývají stovky tisíc, mesofilních desítky tisíc v 1 ml. Zvýšený bývá i počet koliformních zárodků (až na 1 milion v 1 l), což indikuje i možnost výskytu patogenních zárodků. V tomto stupni se již objevuje vláknitá bakterie *Sphaerotilus natans*, tvořící šedé nárosty. Alfa-mesosaprobity stupeň nalézáme v tocích pod zaústěním nečištěných nebo nedostatečně čištěných městských a některých průmyslových odpadních vod.

Polysaprobity představuje poslední stupeň limnosaprobity - vodu tak silně znečištěnou, že rozkladné pochody vedou k téměř úplnému vyčerpání rozpuštěného kyslíku a občas i ke krátkodobé anoxii, v zásadě však převažuje mikroaerobní prostředí s nasycením 20-10 % O<sub>2</sub> a jeho koncentrací 2-0,2 mg l<sup>-1</sup>. Ve studené vodě a peřejnatých úsecích mohou být koncentrace kyslíku i podstatně vyšší, avšak indikátory polysaprobity (typické jsou nárosty vláknité bakterie *Sphaerotilus natans*) jsou stále přítomny. BSK<sub>5</sub> se pohybuje v rozmezí 10-50 mg l<sup>-1</sup>. Psychofilů bývají statisíce až miliony, mesofilů statisíce v 1 ml. Početné jsou i koliformní zárodky - až asi 30 milionů v 1 l. Na dně se tvoří černé sírné bahno.

Saprobity se zhusta vyjadřuje jako saprobní index,

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^S s_i h_i i_i}{\sum_{i=1}^S h_i i_i}$$

kde  $s_i$  je individuální saprobní index,  $h_i$  je početnost a  $i_i$  je indikační váha  $i$ -tého druhu,  $S$  je počet všech druhů ve vzorku. Hodnota saprobního indexu je spolehlivější, jsou-li na lokalitě přítomny organismy z hlediska saprobiologie s podobnými nároky. Posouzení spolehlivosti lze provést na základě disperze saprobního indexu

$$D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^S (s_i - SI)^2 h_i i_i}{(n-1) \sum_{i=1}^S h_i i_i}}$$

kde  $n$  je počet všech jedinců ve vzorku. Pokud  $D > 0,2$ , je hodnota SI považována za nespolehlivou a doporučuje se přihlídnout k jinému hodnocení.

Tabulka XXX Saprobní index

saprobní index	stupeň saprobie	BSK <sub>5</sub> max [mg l <sup>-1</sup> ]	O <sub>2</sub> min [mg l <sup>-1</sup> ]	Pozn.
-1,5	katarobita	0		destilovaná voda
-1		0,10		podzemní vody
-0,5		0,25		pitné vody, prameny
0	xenosaprobita	0,5	9,5	potoky
0,5	oligosaprobita	1	9,2 (8)	řičky
1,0		1,7	9	jezera
1,5		2,5	8,7 (6)	řeky
2,0	beta-mesosaprobita	3,7	8,3	
2,5	alfa-mesosaprobita	5	7,4 (4)	rybníky
3,0		8	6	znečištění
3,5		10	4,4 (2)	
4,0	polysaprobita	30	3	
4,5		50	1,5 (0,1)	

Saprobní index má číselný rozsah -1,5 až +8,5. Kromě přesného určení jej lze také odhadnout na základě hodnot BSK<sub>5</sub> a koncentrace O<sub>2</sub> podle tab. XXX, případně i dalších (např. bakteriologických) charakteristik.

Vztah mezi saprobním indexem a koncentrací kyslíku není zcela jednoznačný; v literatuře lze nalézt i dosti se odlišující hodnoty - v tab. XXX např. hodnoty bez závorek jsou odečteny z nomogramu Tučka a Sládečka, zatímco hodnoty v závorkách byly vzaty z tabulky publikované Sládečkem.