

Sada Životní prostředí UW400

Kat. číslo 100.3720

Stanovení obsahu kyslíku, nasycení kyslíkem a hodnoty BSK5

Teorie a hodnocení

Obsah kyslíku ve vodě má pro přežití organismů nesmírný význam. Podle něho se řídí třídy kvality vod a je na prvním místě při hodnocení chemických parametrů kvality. Obsah kyslíku (O_2) ve vodě se určuje uvolňováním a spotřebou kyslíku (tzv. biochemická spotřeba O_2).

K uvolňování kyslíku patří:

- fyzikální uvolňování difuzí ze vzduchu, přičemž velkou roli hraje vítr a vlny, dále pak teplota vody a tlak vzduchu;
- biochemické uvolňování fotosyntézou nebo asimilací (při denním světle) prostřednictvím zelených rostlin žijících ve vodě.

Ke spotřebě kyslíku patří:

- fyzikální úbytek ztrátou kyslíku do atmosféry;
- spotřeba dýcháním vodních živočichů a při chybějícím denním světle dýcháním zelených rostlin – disimilace (střídání dne a noci);
- spotřeba oxidací organických substancí (přirozené znečišťování) mikroorganismy, jako jsou bakterie a houby (tzv. biochemické samočištění).

Obsah kyslíku ve vodách tak může být velmi rozdílný, což je třeba zohlednit při odebírání vzorků.

Zvýšená intenzita dýchání má vždy za následek zvětšení potřeby kyslíku. Protože pro mnohé druhy je při optimální teplotě dána maximální spotřeba kyslíku, dají se z toho vyvodit důležité závěry pro výskyt, rozšíření a konkurenci určitých druhů. Pro živočichy žijící v tekoucích vodách, ale také pro řasy a močály tekoucích vod, je potřeba kyslíku zásadně vyšší než pro příbuzné druhy žijící ve stojatých vodách.

Pokud převládají procesy, při kterých dochází ke spotřebě kyslíku, tzn. zatížení odváděných, nedostatečně čištěných vod je příliš velké, tak se voda postupně stává páchnoucí nevábnou stokou, ve které už není život možný.

Pro život ryb v povrchových vodách je nutný minimální obsah 5 mg O_2 /l. V řekách činí tato hodnota obvykle 9 až 12 mg/l. Úhyn ryb je třeba často přičíst právě příliš nízkému množství kyslíku.

Mírou pro okamžité zatížení vody organickými látkami (např. cukr, tuky, bílkoviny) je spotřeba kyslíku. Příslušnou chemickou určovací metodou je zjištění biochemické spotřeby kyslíku (BSK).

Protože látky, které ve vodě plují nebo se do ní uvolnily, se v průběhu 5 dnů působením bakterií z velké části odbourají, měří se biochemická spotřeba kyslíku za 5 dnů při 20 °C (BSK5).

Pokud je znečištěná voda zamořena, tak neobsahuje žádné živé organismy, které spotřebovávají kyslík. Následkem je nízká hodnota BSK5.

Aby bylo možno rozlišit čisté a zamořené vody, je třeba vždy zkontrolovat, zda se ve vodě vyskytují živé organismy. Kromě toho slouží biologická metoda k určení organického zatížení vody za použití bioindikátorů k tomu, aby bylo možno na rozdíl od chemického momentálního záznamu zachytit trvalé zatížení vody.

Při vysoké rostlinné produkci v povrchových vodách může dojít k přesycení kyslíkem. Ve vodách obsahujících železo a mangan dochází při dostatečném přívodu kyslíku ke srážení těchto kovů jako obtížně rozpustných hydroxidů.

Koncentrace nasycení kyslíkem čisté vody (v mg/l) závisí na teplotě a atmosférickém tlaku (viz tabulka 12). Vyšší obsahy kyslíku v pitné vodě snižují nebezpečí negativního ovlivnění chuti v důsledku ještě neúplně zmineralizovaných substancí.

Bez kyslíku je spodní voda z větších hloubek, tedy taková, která není ovlivněna povrchovou vodou.

Velké chemické problémy s korozí v železných potrubích na pitnou vodu se mohou vyskytnout při méně než 2-3 mg O₂/l. Pokud se voda transportuje v železných potrubích, je třeba alespoň 4 mg O₂/l, aby se vytvořila oxidová vrstva na ochranu před dalším vlivem agresivní kyseliny uhličitě.

Stanovení množství kyslíku

Během měření by měl mít vzduch i vzorek vody přibližně stejnou teplotu.

Provedení a vyhodnocení množství kyslíku

- (1) Skleněnou láhev se vzorkem vody 3x vypláchneme, naplníme až po okraj a nasadíme skleněnou zátku tak, abychom zabránili vzniku vzduchových bublin.
- (2) Zátka odstraníme a přidáme vždy 5 kapek reagenční látky 1 a 2. Láhev uzavřeme, silně zatřepeme a necháme 1 minutu stát (začnou se tvořit hnědavé chumáčky!).
- (3) Pak přidáme 10 kapek reagenční látky 3, láhev uzavřeme a zatřepeme, až vznikne téměř čistý žlutohnědý roztok.
- (4) Pak vypláchneme roztokem plastovou nádobu, naplníme až ke značce 5 ml a nasadíme kryt.
- (5) Otvorem ve víku přidáme 1m kapku reagenční látky 4 a zamícháme, až vznikne modrofialový roztok.
- (6) Na stříkačku nasadíme zobáček a naplníme reagenční látkou 5 až po značku „0 ml“ (naplní se pipeta, stříkačka přitom zůstává prázdná!) a po kapkách titrujeme, dokud není roztok bezbarvý. Množství titrace – násobeno 10 – udává obsah kyslíku v mg/l, který můžeme přímo odečíst na stříkačce.

$$\text{Obsah O}_2 = (\text{objem reagenční látky 5 v ml}) \times 10$$

- (7) Vzorek vody obsahující reagenční látky patří do odpadu určeného pro anorganické kyseliny/zásady/těžké kovy.

Prováděcí pokyny ke stanovení množství kyslíku

- Nasazení krytu u pracovního kroku (4) není bezpodmínečně nutné.
- Při obsahu kyslíku pod 5 mg/l je třeba naplnit plastovou nádobku až ke značce 10 ml a pak pokračovat od bodu (5).
- Reagenční látka 2 vyvolá hydroxidem draselným alkalickou reakci, a tím má leptavý účinek (na dotek působí jako mýdlo). Po kontaktu je třeba přístroje a ruce důkladně umýt vodou. Platí tu body nařízení pro manipulaci s nebezpečnými látkami R35, S2, S26 a S37/39.
- Reagenční látka 3 může vyvolat těžké poleptání (kyselina sírová). Platí tu body nařízení pro manipulaci s nebezpečnými látkami R35 a S2/26/30.

Stanovení nasycení kyslíkem

Mezní hodnota dle nařízení o pitné vodě: > 75%

Stupeň nasycení O₂ se udává v procentech a vypočítá se takto:

$$\text{Stupeň nasycení O}_2 \text{ v \%} = \frac{\text{naměřený obsah O}_2 \times 100 \times \text{standardní tlak ve výšce hladiny}}{\text{koncentrace nasycení kyslíkem} \times \text{standardní tlak vzduchu}}$$

Poznámky:

- naměřený obsah O₂ (např. pomocí výše uvedené sady pro kyslík)
- standardní tlak vzduchu ve výšce hladiny (z tabulky 11 nebo pomocí vzorce [*])
- koncentrace nasycení O₂ (na základě naměřené teploty vody z tabulky 12)

Tabulka 11: Závislost tlaku vzduchu na výšce hladiny

Výška hladiny v m	Tlak vzduchu v mbar (hPa)	Tlak vzduchu [torr]
0	1013	760
100	1000	750
200	988	741
300	976	732
400	964	723
500	952	714
600	940	705
700	928	696
800	916	687
900	905	679
1000	894	671

Přesnější hodnoty tlaku vzduchu dostaneme z takzvaného barometrického vzorce:

$$(*) p_h = p_o \times 10^{-h/k}$$

Pozn.:

- p_h tlak vzduchu při výšce hladiny h
p_o tlak vzduchu v nadmořské výšce
h výška hladiny v km nad mořem
k konstanta (k = 18,4 km)

Tabulka 12: Koncentrace nasycení kyslíkem (v mg/l) vody v rovnováze se vzduchem při celkovém tlaku atmosféry nasycené vodní párou 1013 mbar (hPa) = 760 torr v závislosti na teplotě (platné podle DIN 38408)

δv °C	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0.	14,64	14,60	14,55	14,51	14,47	14,43	14,39	14,35	14,31	14,27
1.	14,23	14,19	14,15	14,10	14,06	14,03	13,99	13,95	13,91	13,87
2.	13,83	13,79	13,75	13,71	13,68	13,64	13,60	13,56	13,52	13,49
3.	13,45	13,41	13,38	13,34	13,30	13,27	13,23	13,20	13,16	13,12
4.	13,09	13,05	13,02	12,98	12,95	12,92	12,88	12,85	12,81	12,78
5.	12,75	12,71	12,68	12,65	12,61	12,58	12,55	12,52	12,48	12,45
6.	12,42	12,39	12,36	12,32	12,29	12,26	12,23	12,20	12,17	12,14
7.	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87	11,84
8.	11,81	11,78	11,75	11,72	11,69	11,67	11,64	11,61	11,58	11,55
9.	11,53	11,50	11,47	11,44	11,42	11,39	11,36	11,33	11,31	11,28
10.	11,25	11,23	11,20	11,18	11,15	11,12	11,10	11,07	11,05	11,02
11.	10,99	10,97	10,94	10,92	10,89	10,87	10,84	10,82	10,79	10,77
12.	10,75	10,72	10,70	10,67	10,65	10,63	10,60	10,58	10,55	10,53
13.	10,51	10,48	10,46	10,44	10,41	10,39	10,37	10,35	10,32	10,30
14.	10,28	10,26	10,23	10,21	10,19	10,17	10,15	10,12	10,10	10,08
15.	10,06	10,04	10,02	9,99	9,97	9,95	9,93	9,91	9,89	9,87
16.	9,85	9,83	9,81	9,79	9,76	9,74	9,72	9,70	9,68	9,66
17.	9,64	9,62	9,60	9,58	9,56	9,54	9,53	9,51	9,49	9,47
18.	9,45	9,43	9,41	9,39	9,37	9,35	9,33	9,31	9,30	9,28
19.	9,26	9,24	9,22	9,20	9,19	9,17	9,15	9,13	9,11	9,09
20.	9,08	9,06	9,04	9,02	9,01	8,99	8,97	8,95	8,94	8,92
21.	8,90	8,88	8,87	8,85	8,83	8,82	8,80	8,78	8,76	8,75
22.	8,73	8,71	8,70	8,68	8,66	8,65	8,63	8,62	8,60	8,58
23.	8,57	8,55	8,53	8,52	8,50	8,49	8,47	8,46	8,44	8,42
24.	8,41	8,39	8,38	8,36	8,35	8,33	8,32	8,30	8,28	8,27
25.	8,25	8,24	8,22	8,21	8,19	8,18	8,16	8,15	8,14	8,12
26.	8,11	8,09	8,08	8,06	8,05	8,03	8,02	8,00	7,99	7,98
27.	7,96	7,95	7,93	7,92	7,90	7,89	7,88	7,86	7,85	7,83
28.	7,82	7,81	7,79	7,78	7,77	7,75	7,74	7,73	7,71	7,70
29.	7,69	7,67	7,66	7,65	7,63	7,62	7,61	7,59	7,58	7,57
30.	7,55	7,54	7,53	7,51	7,50	7,49	7,48	7,46	7,45	7,44
31.	7,42	7,41	7,40	7,39	7,37	7,36	7,35	7,34	7,32	7,31
32.	7,30	7,29	7,28	7,26	7,25	7,24	7,23	7,21	7,20	7,19
33.	7,18	7,17	7,15	7,14	7,13	7,12	7,11	7,09	7,08	7,07
34.	7,06	7,05	7,04	7,02	7,01	7,00	6,99	6,98	6,97	6,96
35.	6,94	6,93	6,92	6,91	6,90	6,89	6,88	6,87	6,85	6,84
36.	6,83	6,82	6,81	6,80	6,79	6,78	6,77	6,75	6,74	6,73
37.	6,72	6,71	6,70	6,69	6,68	6,67	6,66	6,65	6,64	6,63
38.	6,61	6,60	6,59	6,58	6,57	6,56	6,55	6,54	6,53	6,52
39.	6,51	6,50	6,49	6,48	6,47	6,46	6,45	6,44	6,43	6,42
40.	6,41	6,40	6,39	6,38	6,37	6,36	6,35	6,34	6,33	6,32