
Vernierov optický senzor rozpusteného kyslíka (Kód ODO-BTA)



Vernierov optický senzor rozpusteného kyslíka (DO)

sa dá použiť na meranie koncentrácie rozpusteného kyslíka vodných vzoriek v laboratóriu aj v teréne. Vernierov optický senzor DO je optický kyslíkový senzor založený na luminiscencii. Táto technológia znižuje závislosť od kalibrácie a pri meraní nie je potrebné miešanie, pretože sa nespotrebuje kyslík.

Tento senzor môžete použiť na rôzne testy alebo experimenty pri stanovovaní zmien v úrovniach rozpusteného kyslíka, ktoré sú primárnymi indikátormi kvality vodného prostredia. Teleso senzora je vodotesné a je možné ho ponoriť do hĺbky 1,6 m až po výstupok krabičky s obsahom mikro SD karty. Krabička s obsahom mikro SD karty nie je vodotesná. Vernierov optický senzor rozpusteného kyslíka môžete použiť na:

- Monitorovanie koncentrácie rozpusteného kyslíka v akváriu s obsahom rozličných druhov rastlín a živočíchov.
- Meranie zmien v koncentrácii rozpusteného kyslíka vyplývajúcich z fotosyntézy a dýchania vodných rastlín.
- Meranie koncentrácie rozpusteného kyslíka vo vodnom toku alebo v jazere za účelom vyhodnotenia schopnosti vody podporovať rozličné druhy rastlín a živočíchov.

Zber údajov s optickým senzorom rozpusteného kyslíka

Tento senzor je možné použiť na zber údajov s nasledujúcimi interfejsmi.

- Vernier LabQuest[®] 2 alebo originálny LabQuest ako samostatné zariadenie, alebo s počítačom
- Vernier LabQuest Mini s počítačom
- Vernier LabPro[®] s počítačom alebo s grafickou kalkulačkou TI
- Vernier SensorDAQ[®]
- CBL 2[™]
- TI-Nspire[™] Lab Cradle

Softvér zberu údajov

Tento senzor je možné použiť s interfejsom a s nasledujúcim softvérom zberu údajov.

- **Logger Pro 3** Tento počítačový program sa používa s interfejsmi LabQuest 2, LabQuest, LabQuest Mini alebo LabPro. Je potrebná verzia 3.8.6.1 alebo novšia.
- **Logger Lite.** Tento počítačový program sa používa s interfejsmi LabQuest 2, LabQuest, LabQuest Mini alebo LabPro.
- **LabQuest App** Tento program sa používa na LabQueste 2 alebo na LabQueste, keď je použitý ako samostatné zariadenie. Pri originálnom LabQueste je potrebná verzia 1.7 alebo novšia, pri LabQueste 2 verzia 2.1 alebo novšia.
- **DataQuest[™] Software for TI-Nspire[™]** Táto aplikácia pre kalkulačky TI-Nspire[™] sa dá použiť s TI-Nspire[™] Lab Cradle.
- **EasyData App** Aplikácia je určená pre kalkulačky TI-83 Plus a TI-84 Plus, a je možné ju použiť s CBL 2 a s LabPro. Odporúčame verziu 2.4.0 alebo novšiu. Môžete si ju stiahnuť z web stránky Vernier, www.vernier.com/easy/easydata.html, a potom preniesť do

kalkulačky. Na web stránke www.vernier.com/calc/software/index.html nájdete ďalšie informácie o programe ako aj návod na prenos programu.

- **DataMate program** DataMate sa používa s LabPro alebo CBL 2 a s kalkulačkami TI-73, TI-83, TI-84, TI-86, TI-89 a Voyage 200. Inštrukcie na prenos programu DataMate nájdete v návodoch k LabPro a CBL 2.
- **LabVIEW** Softvér National Instruments LabVIEW™ je grafický programovací jazyk, ktorý predáva National Instruments. Používa sa so SensorDAQ a dá sa použiť aj s množstvom iných interfejsov Vernier. Ďalšie informácie nájdete na www.vernier.com/labview.

Všeobecný postup použitia Vernierovho optického senzora DO.

1. Pripojte optický senzor DO na interfejs.
2. Spustíte softvér zberu údajov.
3. Softvér identifikuje optický senzor DO a načíta štandardné nastavenie zberu údajov. Zber údajov je pripravený.

Postup merania

Opláchnite koniec optického senzora DO destilovanou vodou a opatrne ho osušte. Vložte senzor do testovanej vzorky. **Dôležité poznámky:** Dbajte, aby kovový bod, ktorý je v blízkosti konca optického senzora DO bol ponorený, ináč by nefungovala teplotná kompenzácia. Ak robíte merania pri teplote pod 15°C alebo nad 30°C, vyčkajte dlhšiu na nastavenie teplotnej kompenzácie a stabilizáciu indikovaných údajov.

Konštrukcia optického senzora DO umožňuje jeho dlhodobé ponorenie do vodného prostredia. Teleso a kábel senzora sú vodotesné, ale krabička s mikroSD kartou nie je vodotesná. Ak sa poruší tesnenie senzora, kvapalina môže vniknúť dovnútra a spôsobiť poškodenie.

Dôležitá poznámka: Tento senzor je možné používať len vo vodnom prostredí. Nedávajte senzor do hustých organických kvapalín, ako je napríklad ťažký olej, glycerín (glycerol), etylénglykol alebo alkoholy. Nedávajte senzor do acetónu alebo nepolárnych rozpúšťadiel, ako je pentán alebo hexán.

Tento senzor je vybavený obvody automatickej identifikácie auto-ID. Pri použití s interfejsmi LabQuest 2, LabQuest, LabQuest mini, LabPro, SensorDAQ a TI-Nspire™ Lab Cradle alebo CBL2 softvér zberu údajov rozpozná senzor a použije na nakonfigurovanie experimentu preddefinované parametre vhodné pre rozpoznaný senzor.

POZNÁMKY: Výrobky Vernier sú určené len pre účely výuky. Naše výrobky neodporúčame pre žiadne priemyselné, lekárske alebo komerčné procesy, ako je záchrana života, diagnostika pacientov, riadenie výrobných procesov alebo priemyselné testovanie akejkoľvek povahy.

Výber jednotiek (mg/l alebo %)

Miligramy na liter (mg/l)

Jednotka mg/l je absolútnou mierou, ktorou sa koncentrácia rozpusteného kyslíka vyjadruje ako počet miligramov plynného kyslíka rozpusteného v litri vody. Rozpustnosť kyslíka vo vode závisí od tlaku, slanosti a od teploty. V tabuľke č.1 sú maximálne kapacity, ktoré dokáže voda zadržiavať pri rozličných teplotách a tlakoch, za predpokladu zanedbania slanosti.

Pri štandardnom atmosférickom tlaku môže kyslíkom nasýtená voda obsahovať pri 0°C 14,57 mg/l kyslíka, pričom pri 25°C je to iba 8,36 mg/l. Obidva tieto prípady predstavujú 100% nasýtenie, studená voda môže obsahovať viac kyslíka ako teplá voda.

Percentuálne nasýtenie (%)

Jednotka % je relatívnou mierou, pri ktorej sa koncentrácia rozpusteného kyslíka vyjadruje ako percento maximálneho množstva kyslíka, ktoré môže voda obsahovať. Percentuálne nasýtenie popisuje nasledujúca rovnica.

$$\% \text{ nasýtenie} = \left(\frac{\text{skutočná hodnota DO v mg/l}}{\text{nasýtená hodnota DO v mg/l}} \right) \times 100$$

Pri štandardnom atmosférickom tlaku a pri teplote 25°C, 100% nasýtenie znamená, že vo vode je rozpustené 8,36 mg/l kyslíka. Ak je koncentrácia kyslíka v tej istej vzorke 4,18 mg/l, vo vode je polovičné množstvo kyslíka, ktoré môže voda potenciálne obsahovať, teda voda je nasýtená len na 50 %.

Možná kalibrácia

Pri použití optického senzora DO nie je potrebné robiť jeho novú kalibráciu. Pred jeho odoslaním bol nastavený na uloženie kalibráciu. Ak však zistíte, že je potrebné optický senzor DO kalibrovať, urobte jednobodovú kalibráciu s použitím nasýtenej hodnoty DO.

Poznámka: Táto metóda sa odlišuje od obvyklej dvojbodovej kalibrácie, ktorá sa robí na iných Vernierových senzoroach.

Prepnite prepínač buď na mg/l alebo na %. Viac informácií o jednotkách merania nájdete v časti Výber jednotiek. Pripojte optický senzor DO na interfejs a spustíte softvér zberu údajov.

Kalibrácia optického senzora DO pomocou počítača

1. V menu Experiment vyberte Calibrate.
2. Označte okienko s názvom One Point Calibration. Kliknite na tlačidlo Calibrate Now.
3. Dajte do odkladacej fľaštičky destilovanú vodu do výšky vrchu špongie. Vložte senzor do fľaštičky. Koniec senzora sa nesmie dotýkať vody ani špongie. Podržte senzor v tejto polohe po dobu najmenej 60 sekúnd.
4. Keď sa indikovaný údaj stabilizuje, zadajte správnu hodnotu nasýteného rozpusteného kyslíka. Ak je jednotka merania mg/l, s použitím momentálneho barometrického tlaku a teploty vzduchu zadajte z tabuľky č.1 hodnotu v mg/l. Ak nemáte momentálnu hodnotu tlaku vzduchu, použite tabuľku č.2 a odhadnite tlak vzduchu podľa nadmorskej výšky. Ďalšie informácie o týchto hodnotách nájdete v časti o nadmorskej výške a barometrickom tlaku. Ak je jednotka merania %, zadajte 100.
5. Kliknite na Keep a potom kliknite na Done.

Kalibrácia optického senzora DO pomocou LabQuest App

1. V menu Senzory vyberte Kalibrácia.
2. Označte okienko s názvom One Point Calibration. Kliknite na tlačidlo Kalibruj.
3. Dajte do odkladacej fľaštičky destilovanú vodu do výšky vrchu špongie. Vložte senzor do fľaštičky. Koniec senzora sa nesmie dotýkať vody ani špongie. Podržte senzor v tejto polohe po dobu najmenej 60 sekúnd.
4. Keď sa indikovaný údaj stabilizuje, zadajte správnu hodnotu nasýteného rozpusteného kyslíka. Ak je jednotka merania mg/l, s použitím momentálneho barometrického tlaku a teploty vzduchu zadajte z tabuľky č.1 hodnotu v mg/l. Ak nemáte momentálnu hodnotu tlaku vzduchu, použite tabuľku č.2 a odhadnite tlak vzduchu podľa nadmorskej výšky. Ďalšie informácie o týchto hodnotách nájdete v časti o nadmorskej výške a barometrickom tlaku. Ak je jednotka merania %, zadajte 100.
5. Kliknite na Uchovaj a potom kliknite na OK.

Skladovanie a údržba

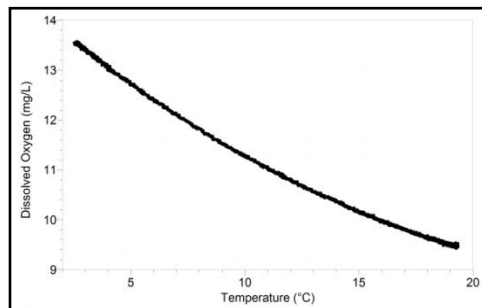
Po ukončení optického senzora DO opláchnite jeho koniec destilovanou vodou a osušte ho papierovou utierkou. Vložte senzor naspäť do odkladacej fľaštičky s navlhčenou špongiou.

Koniec senzora je naskrutkovateľný kryt a nazýva sa kryt optického senzora DO. Záruka na tento kryt je dvanásť (12) mesiacov od dátumu jeho zakúpenia. Je však možné, že kryt bude použiteľný aj dlhšiu dobu ako je jeho záruka. Ak spozorujete zhoršenú odozvu senzora, pravdepodobne nastal čas výmeny jeho krytu (objednávaci kód ODO-CAP). Aby ste predĺžili živosť tohto krytu, nevystavujte ho na dlhú dobu priamemu slnečnému svetlu.

Automatická teplotná kompenzácia

Vernierov optický senzor DO je automaticky teplotne kompenzovaný pomocou zabudovaného termistora. Výstup tohto termistora sa používa na automatickú kompenzáciu zmien rýchlosti difúzie kyslíka cez kryt a rozpustnosti kyslíka vo vode, čo eliminuje potrebu recalibrácie senzora pri rôznych teplotách.

Napríklad, vo vzorke vody nasýtenej kyslíkom, koncentrácia rozpusteného kyslíka vyjadrená v % bude 100, bez ohľadu na teplotu, pretože ide o nasýtený stav. Koncentrácia rozpusteného kyslíka vyjadrená v mg/l sa však bude meniť s teplotou, pretože rozpustnosť kyslíka sa s teplotou mení. Napríklad, pri 15°C voda dokáže rozpustiť 10,15 mg/l kyslíka, pričom pri 30°C je to len 7,67 mg/l, aj keď % nasýtenie bude v oboch prípadoch 100.



Obrázok č.1 Údaje závislosti rozpusteného kyslíka od teploty

Kompenzácia barometrického tlaku

Vernierov optický senzor DO je automatický tlakovo kompenzovaný pomocou zabudovaného barometra. Výstup tohto barometra sa používa na automatickú kompenzáciu zmien rýchlosti difúzie kyslíka cez kryt a rozpustnosti kyslíka vo vode, čo eliminuje potrebu recalibrácie senzora pri rôznych tlakoch alebo v rôznych výškach.

Nadmorská výška a barometrický tlak

Pri stanovovaní miestneho barometrického tlaku používajte „skutočný“ barometrický tlak, nie barometrický údaj korigovaný na hladinu mora. „Tlak na meracej stanici“ je skutočný tlak na mieste merania. Je to tlak, ktorý by ukazoval ortuťový tlakomer vo vašej triede. „Tlak na úrovni mora“ je tlak na meracej stanici korigovaný na svoj ekvivalent na úrovni hladiny mora. Letiská a televízne stanice obvykle ohlasujú tlak na úrovni mora, nie tlak na meracej stanici. Obvykle sa to robí, aby sa z rovnice pri predpovedi počasia vynechala nadmorská výška.

Nasledujúci vzorec je približný vzorec pre miestny barometrický tlak, kde BP je barometrický tlak v mmHg:

$$\text{skutočný BP} = [\text{korigovaný BP}] - [2,5 \times (\text{miestna výška nad hladinou mora v stopách})/100]$$

Ak nemáte na meranie tlaku barometer, môžete odhadnúť barometrický tlak vo vašej výške (v stopách) z tabuľky č.2. Údaje sú vypočítané na základe barometrického tlaku vzduchu na úrovni mora 760 mmHg.

Odoberanie vzoriek slanej vody z oceánu alebo z prílivových ústí riek (je potrebné len pri slanosti vyššej ako 1000 mg/l)

Koncentráciu rozpusteného kyslíka v kyslíkom nasýtenej vode pri rôznych hodnotách slanosti $DO_{(\text{salt})}$ je možnú vypočítať zo vzorca.

$$DO_{(\text{salt})} = DO - (k \times S)$$

- $DO_{(\text{salt})}$ je koncentrácia rozpusteného kyslíka (v mg/l) v slaných vodných roztokoch.
- DO je koncentrácia rozpusteného kyslíka v kyslíkom nasýtenej destilovanej vode stanovená z tabuľky č.1.
- S je hodnota slanosti (v ppt). Hodnotu slanosti je možné stanoviť pomocou Vernierovej chloridovej ión selektívnej elektródy, senzora vodivosti alebo senzora slanosti podľa návodov v zbierke *Water Quality with Vernier*.
- k je konštanta. Hodnota k sa mení v závislosti od teploty vzorky a je možné ju stanoviť z tabuľky č.3.

Príklad

Stanovte kalibračnú hodnotu nasýteného DO pri teplote 23°C a tlaku 750 mmHg, keď sa optický senzor DO používa v morskej vode s hodnotou slanosti 35,0 ppt.

Najprv vyhľadajte v tabuľke č.1 hodnotu rozpusteného kyslíka ($DO = 8,55$ mg/l). Potom nájdite v tabuľke č.3 hodnotu k pri 23°C ($k = 0,04662$). Dosadte tieto hodnoty, ako aj hodnotu slanosti do predchádzajúcej rovnice.

$$DO_{(\text{salt})} = DO - (k \times S) = 8,55 - (0,04662 \times 35,0) = 8,55 - 1,63 = 6,92 \text{ mg/l}$$

Pri kalibrácii použite ako kalibračný bod nasýteného DO (voda-nasýtený vzduch) hodnotu 6,92 mg/l. Takto nakalibrovaný optický senzor DO bude ukazovať správne údaje vo vzorkách slanej vody so slanosťou 35,0 ppt.

Dôležitá poznámka: Pri väčšine testov rozpusteného kyslíka nie je nevyhnutné robiť korekciu na slanosť.

Technické údaje

Rozsah		
mg/l		0 až 20 mg/l
%		0 až 100%
Presnosť		
mg/l		± 0,2 mg/l pod 10 mg/l ± 0,4 mg/l nad 10 mg/l
%		± 2%
Presnosť s kalibračným resetom		
mg/l		± 0,1 mg/l pod 10 mg/l ± 0,2 mg/l nad 10 mg/l
%		± 1%
Rozlíšenie		
13-bitov (SensorDAQ)		0,003 mg/l
12-bitov (LabPro, LabQuest, LabQuest 2, TI-Nspire Lab Cradle, LabQuest Mini)		0,006 mg/l
10-bitov (CBL 2)		0,025 mg/l
Čas odozvy		90% konečnej hodnoty za 40 sekúnd
teplotná kompenzácia		automatická od 0 do 50°C
Tlaková kompenzácia		automatická od 228 mmHg do 1519 mmHg
Kompenzácia slanosti		manuálna, započítaná počas kalibrácie
Minimálny prietok vzorky		nepožaduje sa žiadny prietok
Hodnoty uloženej kalibrácie (mg/l)		
sklon		4,444
priesečník		-0,4444
nuly		
Hodnoty uloženej kalibrácie (%)		
sklon		22,222
priesečník		-2,2222
nuly		

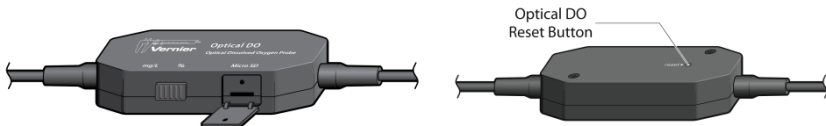
Výmenný kryt optického senzora DO objednávací kód ODO-CAP

Kryt optického senzora DO je výmenný senzorový kryt pre Vernierov optický senzor DO. Záruka na tento kryt je dvanásť (12) mesiacov od dátumu jeho zakúpenia. Je však možné, že kryt bude použiteľný aj dlhšiu dobu ako je jeho záruka. Ak spozorujete zhoršenú odozvu senzora, pravdepodobne nastal čas výmeny jeho krytu.

Kryty sú kalibrované v továrni, počas výroby sa stanoví kalibračný kód špecifický pre konkrétny kryt. Náhradné kryty sa dodávajú so svojimi kalibračnými kódmi uloženými na mikroSD karte, ktorá sa vkladá do krabičky na senzore. **Poznámka:** Každý kryt a mikroSD karta tvoria unikátnu zostavu.

Pokyny na výmenu a na reset kalibrácie

1. Obnova štandardných továrenských nastavení:
 - a. Pripojte optický senzor DO k interfejsu zberu údajov a spustíte program zberu údajov.
 - b. V menu Experiment (Logger *Pro*) alebo v menu Sensory (LabQuest App) vyberte Calibrate (Kalibruj).
 - c. Vyberte Calibration Storage (Logger *Pro*) alebo Storage (uloženie) (LabQuest App).
 - d. Kliknite alebo dotknite sa Sensor Factory Default (továrenský štandard senzora).
 - e. Kliknite na Done alebo dotknite sa OK.
2. Vymeňte kryt:
 - a. Odpojte optický senzor DO od interfejsu zberu údajov.
 - b. Odstráňte skrutku z krytu microSD karty a vyberte microSD kartu (obrázok č.2).
 - c. Vložte novú microSD kartu, zatvorte kryt a zaskrutkujte skrutku.
 - d. Odskrutkujte použitý kryt z optického senzora DO a naskrutkujte nový kryt.



Obrázok č.2 Umiestnenie microSD karty a tlačidla reset

3. Resetujte kalibráciu:
 - a. Prepnete prepínač na %.
 - b. Pripojte optický senzor DO k interfejsu zberu údajov a spustíte program zberu údajov.
 - c. Dajte do odkladacej fľaštičky destilovanú vodu do výšky vrchu špongie.
 - d. Vložte senzor do fľaštičky. Koniec senzora sa nesmie dotýkať vody ani špongie. Podržte senzor v tejto polohe po dobu najmenej 60 sekúnd.
 - e. Pomocou sponky na papieri stlačte na tri sekundy tlačidlo reset. Tlačidlo reset sa nachádza na spodku krabičky s microSD kartou (obr. č.2).
 - f. Uvoľnite tlačidlo reset. Indikovaný údaj klesne takmer na 0%.
 - g. Počkajte, kým sa indikovaný údaj nezmení na 100%. Môže to trvať do 60 sekúnd.
 - h. Keď indikovaný údaj dosiahne 100%, počkajte ešte ďalších 30 sekúnd na ukončenie kalibračného procesu. **Poznámka:** Tento čas čakania je dôležitý, aby si senzor zapísal informácie o resete.
 - i. Senzor je pripravený na použitie.

Kovový ochranný kryt optického senzora objednávaci kód ODO-GRD

DO

Toto prídavné príslušenstvo sa používa na nasadenie na Vernierov optický senzor DO za účelom ochrany jeho krytu ako aj ako závažie pre lepšie ponorenie senzora.

Kovový ochranný kryt pomáha chrániť senzor pred poškodením pri meraniach v teréne. Ak sa poruší niektoré z tesnení senzora, kvapalina môže vniknúť dovnútra a spôsobiť poškodenie.

Keď používate kovový ochranný kryt nasadený na optickom senzore DO, nekývajte senzorom na káblí. Môžete si spôsobiť poranenie alebo môžete poškodiť kábel. Poškodenie tohto druhu nie je kryté zárukou.

Ako funguje Vernierov optický senzor rozpušteného kyslíka

Vernierov optický senzor DO funguje na princípe reverznej luminiscencie zhášania luminoforu kyslíkom, ktorý prejde cez uzáver senzor. Kryt je pokrytý luminiscenčnou zlúčeninou vloženou do ochranné matice. Modré svetlo vysielané LED prechádza cez kryt a excituje luminofor.

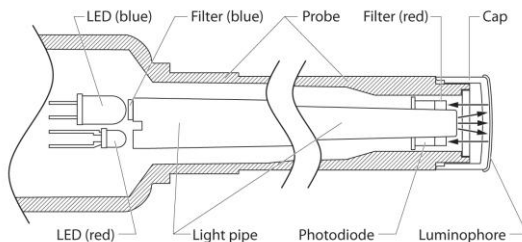
Zrážka molekuly kyslíka s luminoforom, ktorý je v elektricky excitovanom stave spôsobuje prenos energie z luminoforu na kyslík. Pri relaxácii emituje luminofor červené svetlo. Fotodióda meria čas, ktorý uplynie medzi vyslaním modrého svetla a emitovaním červeného svetla. Čím je viac kyslíka, tým kratší je čas do emisie červeného svetla.

Tento čas sa meria a dáva do korelácie s koncentráciou kyslíka. Medzi zábleskami modrého svetla zableskne na senzor červená LED, ktorá sa používa ako vnútorná referencia, ktorá uľahčuje validovať jednotlivé merania. Tento proces popisuje Sternova-Volmerova rovnica:

$$\tau_0 / \tau = 1 + K_{SV}[\text{DO}]$$

kde τ_0 a τ sú časy trvania luminiscencie bez prítomnosti a s prítomnosťou kyslíka, $[\text{DO}]$ je koncentrácia rozpušteného kyslíka a K_{SV} je Sternova-Volmerova zhášacia konštanta.

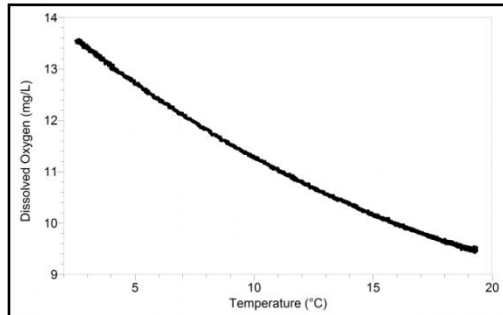
Sternova-Volmerova konštanta (K_{SV}) priamo závisí od rýchlostnej konštanty difúzie kyslíka, od rozpustnosti kyslíka a od prirodzeného času trvania elektricky excitovaného stavu luminoforu. Meranie času trvania (životnosti) má výhodu pred meraním intenzity, pretože obvykle nie je ovplyvnené procesmi, ktorých výsledkom je strata zloženia, napríklad blednutie alebo fotodegradácia.



Obrázok č.3 Vnútorná schéma optického senzora DO

Základné informácie o rozpustenom kyslíku

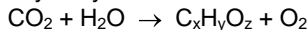
Rozpustený kyslík je životne dôležitá látka v zdravom vodnom telese. Rozličné vodné organizmy potrebujú pre svoje prežitie rôzne úrovne rozpusteného kyslíka. Zatiaľ čo pstruh potrebuje vysoké úrovne rozpusteného kyslíka, iné druhy rýb, ako je kapor a sumec, prežívajú v tokoch s nízkymi koncentraciami kyslíka. Voda s vysokým obsahom rozpusteného kyslíka sa vo všeobecnosti považuje za zdravé prostredie, ktoré môže podporovať rozličné druhy vodného života.



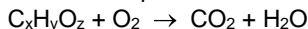
Obrázok č.4 Závislosť nasýteného rozpusteného kyslíka od teploty pri 760 mmHg

Na úroveň rozpusteného kyslíka vo vodnom prostredí vplyva viacero faktorov. Turbulencie od vlnenia na jazere alebo od rýchlo tečúceho toku môžu podstatne zväčšiť množstvo vody vystavené atmosfére, a zvýšiť tak úrovne rozpusteného kyslíka. Teplota vody je ďalším faktorom, ktorý môže vplyvať na úrovne rozpusteného kyslíka. Podobne ako pri iných plynch, ako ukazuje obr.č.4, nasýtená úroveň rozpusteného kyslíka je v teplej vode nižšia ako v studenej vode.

Veľký vplyv na úrovne rozpusteného kyslíka vo vodnom prostredí majú tiež fotosyntetické cykly. Vodné rastliny a fotosyntetické mikroorganizmy spôsobujú počas denného svetla produkciu plynného kyslíka z fotosyntézy:



Postupom popoludnia sa vplyvom fotosyntézy zvyšujú úrovne rozpusteného kyslíka. Po západe slnka fotosyntéza ustane, avšak rastliny a živočích pokračujú v respirácii. Respirácia spôsobí počas noci a skoro ráno pokles úrovní rozpusteného kyslíka:



Množstvo a rozmanitosť rastlín a živočíchov vo vodnom toku má vplyv na veľkosť respiračno-fotosyntetického cyklu.

Dôsledkom úrovní organických odpadov z umelých zdrojov, ako sú celulózky, továrne na spracovanie potravín a čističky odpadových vôd, môžu byť znížené úrovne rozpusteného kyslíka vo vodných tokoch a jazerách. Oxidácia týchto odpadov spotrebúva kyslík, často rýchlejšie ako sa dopĺňa pomocou turbulencie alebo fotosyntézy. Teda, stanovenie koncentrácie rozpusteného kyslíka a stanovenie biologickej spotreby kyslíka vo vodnom toku pomocou senzora rozpusteného kyslíka môžu byť dôležitými testami pre určenie zdravia a stability vodného ekosystému.

Tabuľky

Tabuľka č.1 Rozpustený kyslík (mg/l) v kyslíkom nasýtenej destilovanej vode (pri rôznych teplotách a tlakoch)

	770 mm	760 mm	750 mm	740 mm	730 mm	720 mm	710 mm	700 mm
0°C	14,76	14,57	14,38	14,19	13,99	13,80	13,61	13,42
1°C	14,38	14,19	14,00	13,82	13,63	13,44	13,26	13,07
2°C	14,01	13,82	13,64	13,46	13,28	13,10	12,92	12,73
3°C	13,65	13,47	13,29	13,12	12,94	12,76	12,59	12,41
4°C	13,31	13,13	12,96	12,79	12,61	12,44	12,27	12,10
5°C	12,97	12,81	12,64	12,47	12,30	12,13	11,96	11,80
6°C	12,66	12,49	12,33	12,16	12,00	11,83	11,67	11,51
7°C	12,35	12,19	12,03	11,87	11,71	11,55	11,39	11,23
8°C	12,05	11,90	11,74	11,58	11,43	11,27	11,11	10,96
9°C	11,77	11,62	11,46	11,31	11,16	11,01	10,85	10,70
10°C	11,50	11,35	11,20	11,05	10,90	10,75	10,60	10,45
11°C	11,24	11,09	10,94	10,80	10,65	10,51	10,36	10,21
12°C	10,98	10,84	10,70	10,56	10,41	10,27	10,13	9,99
13°C	10,74	10,60	10,46	10,32	10,18	10,04	9,90	9,77
14°C	10,51	10,37	10,24	10,10	9,96	9,83	9,69	9,55
15°C	10,29	10,15	10,02	9,88	9,75	9,62	9,48	9,35
16°C	10,07	9,94	9,81	9,68	9,55	9,42	9,29	9,15
17°C	9,86	9,74	9,61	9,48	9,35	9,22	9,10	8,97
18°C	9,67	9,54	9,41	9,29	9,16	9,04	8,91	8,79
19°C	9,47	9,35	9,23	9,11	8,98	8,86	8,74	8,61
20°C	9,29	9,17	9,05	8,93	8,81	8,69	8,57	8,45
21°C	9,11	9,00	8,88	8,76	8,64	8,52	8,40	8,28
22°C	8,94	8,83	8,71	8,59	8,48	8,36	8,25	8,13
23°C	8,78	8,66	8,55	8,44	8,32	8,21	8,09	7,98
24°C	8,62	8,51	8,40	8,28	8,17	8,06	7,95	7,84
25°C	8,47	8,36	8,25	8,14	8,03	7,92	7,81	7,70
26°C	8,32	8,21	8,10	7,99	7,89	7,78	7,67	7,56
27°C	8,17	8,07	7,96	7,86	7,75	7,64	7,54	7,43
28°C	8,04	7,93	7,83	7,72	7,62	7,51	7,41	7,30
29°C	7,90	7,80	7,69	7,59	7,49	7,39	7,28	7,18
30°C	7,77	7,67	7,57	7,47	7,36	7,26	7,16	7,06
31°C	7,64	7,54	7,44	7,34	7,24	7,14	7,04	6,94
32°C	7,51	7,42	7,32	7,22	7,12	7,03	6,93	6,83
33°C	7,39	7,29	7,20	7,10	7,01	6,91	6,81	6,72
34°C	7,27	7,17	7,08	6,98	6,89	6,80	6,70	6,61
35°C	7,15	7,05	6,96	6,87	6,78	6,68	6,59	6,50

Tabuľka č.1 pokračovanie Rozpustený kyslík (mg/l) v kyslíkom nasýtenej destilovanej vode (pri rôznych teplotách a tlakoch)

	690	680	670	660	650	600	550	500
0°C	13,23	13,04	12,84	12,65	12,46	11,53	10,57	9,62
1°C	12,88	12,70	12,51	12,32	12,14	11,21	10,27	9,34
2°C	12,55	12,37	12,19	12,01	11,82	10,90	9,98	9,08
3°C	12,23	12,05	11,88	11,70	11,52	10,60	9,71	8,84
4°C	11,92	11,75	11,58	11,40	11,23	10,32	9,46	8,60
5°C	11,63	11,46	11,29	11,12	10,95	10,06	9,21	8,38
6°C	11,34	11,18	11,01	10,85	10,68	9,81	8,98	8,17
7°C	11,07	10,91	10,75	10,59	10,42	9,56	8,76	7,97
8°C	10,80	10,65	10,49	10,33	10,18	9,33	8,54	7,78
9°C	10,55	10,39	10,24	10,09	9,94	9,11	8,34	7,59
10°C	10,30	10,15	10,00	9,86	9,71	8,90	8,15	7,41
11°C	10,07	9,92	9,78	9,63	9,48	8,70	7,96	7,24
12°C	9,84	9,70	9,56	9,41	9,27	8,50	7,78	7,08
13°C	9,63	9,49	9,35	9,21	9,07	8,32	7,61	6,92
14°C	9,42	9,28	9,14	9,01	8,87	8,14	7,44	6,77
15°C	9,22	9,08	8,95	8,82	8,68	7,96	7,28	6,62
16°C	9,02	8,89	8,76	8,63	8,50	7,80	7,13	6,48
17°C	8,84	8,71	8,58	8,45	8,33	7,63	6,98	6,34
18°C	8,66	8,54	8,41	8,28	8,16	7,48	6,84	6,21
19°C	8,49	8,37	8,24	8,12	8,00	7,33	6,70	6,08
20°C	8,33	8,20	8,08	7,96	7,84	7,18	6,56	5,96
21°C	8,17	8,05	7,93	7,81	7,69	7,04	6,43	5,84
22°C	8,01	7,90	7,78	7,67	7,55	6,90	6,31	5,72
23°C	7,87	7,75	7,64	7,52	7,41	6,77	6,18	5,61
24°C	7,72	7,61	7,50	7,39	7,28	6,64	6,06	5,50
25°C	7,59	7,48	7,37	7,26	7,15	6,51	5,95	5,39
26°C	7,45	7,35	7,24	7,13	7,02	6,39	5,83	5,29
27°C	7,33	7,22	7,11	7,01	6,90	6,27	5,72	5,19
28°C	7,20	7,10	6,99	6,89	6,78	6,15	5,61	5,09
29°C	7,08	6,98	6,87	6,77	6,67	6,04	5,51	4,99
30°C	6,96	6,86	6,76	6,66	6,56	5,95	5,42	4,91
31°C	6,85	6,75	6,65	6,55	6,45	5,85	5,34	4,83
32°C	6,73	6,63	6,54	6,44	6,34	5,76	5,25	4,75
33°C	6,62	6,53	6,43	6,33	6,24	5,67	5,17	4,67
34°C	6,51	6,42	6,32	6,23	6,13	5,58	5,08	4,59
35°C	6,40	6,31	6,22	6,13	6,03	5,49	5,00	4,52

Tabuľka č. 2 Približný barometrický tlak v rôznych výškach

Výška (stopy)	Tlak (mmHg)	Výška (stopy)	Tlak (mmHg)	Výška (stopy)	Tlak (mmHg)	Výška (stopy)	Tlak (mmHg)
0	760	2000	708	4000	659	6000	609
250	753	2250	702	4250	653	7000	586
500	746	2500	695	4500	647	8000	564
750	739	2750	689	4750	641	9000	543
1000	733	3000	683	5000	635	10000	522
1250	727	3250	677	5250	629	15000	429
1500	720	3500	671	5500	624	20000	349
1750	714	3750	665	5750	618	25000	282

Tabuľka č.3 Konštanty korekcie slanosti

Teplota (°C)	Konštantá <i>k</i>	Teplota (°C)	Konštantá <i>k</i>	Teplota (°C)	Konštantá <i>k</i>	Teplota (°C)	Konštantá <i>k</i>
1	0,08796	8	0,06916	15	0,05602	22	0,04754
2	0,08485	9	0,06697	16	0,05456	23	0,04662
3	0,08184	10	0,06478	17	0,05328	24	0,04580
4	0,07911	11	0,06286	18	0,05201	25	0,04498
5	0,07646	12	0,06104	19	0,05073	26	0,04425
6	0,07391	13	0,05931	20	0,04964	27	0,04361
7	0,07135	14	0,05757	21	0,04854	28	0,04296

Záruka

Záručné podmienky na území Slovenska sa riadia podmienkami vydanými distribútorom výrobkov Vernier na Slovensku, ktoré sú súčasťou dodávky výrobku, a ostatnými platnými zákonmi. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod záruku nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na bežné opotrebovanie a spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod záruku nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje. Na kryt senzora je záruka jedne rok.

Rev. 6/25/2013

Logger Pro, Logger Lite, Vernier LabQuest, Vernier LabQuest Mini, Vernier LabPro a iné uvedené značky sú v Spojených štátoch našimi ochrannými alebo registrovanými ochrannými známkami.

TI-Nspire, CBL 2 a CBL, TI-GRAPH LINK a TI Connect sú ochrannými známkami Texas Instruments.

Všetky ostatné tu uvedené značky, ktoré nie sú našim vlastníctvom, sú majetkom svojich vlastníkov, ktorí môžu alebo nemusia s nami súvisieť, byť s nami v spojení alebo byť nami sponzorovaní.



Vernier Software & Technology

13979 SW Millikan Way
Beaverton, OR 97005-2886

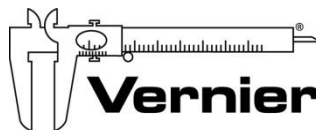
www.vernier.com

Slovensko: PMS Delta s,r,o,

Fándlyho 1

07101 Michalovce

www.pmsdelta.sk



Measure. Analyze. Learn.™

Preklad: Peter Spišák, 2014