

AKO POSTUPOVAŤ PRI MERANIACH POMOCOU SENZOROV VERNIER

Ak škola disponuje počítačom podporovaným laboratóriom so senzormi Vernier, môžeme ich využiť na meranie vybraných chemických parametrov. Merací systém Vernier predstavuje širokú škálu senzorov a softvérových programov, ktoré môžeme využiť na jednoduché merania ako v laboratóriu, tak aj voľne v prírode.

Základné súčasti, ktoré k meraniam potrebujeme, sú:

1) Meracia interfejsová jednotka

Malé prenosné zariadenie s dotykovou obrazovou a intuitívnym ovládaním. Slúži na zber a vyhodnocovanie dát buď samostatne, alebo s možnosťou prevodu získaných dát do počítača. Je vybavený Wifi systémom a Bluetooth rozhraním, ktoré umožňujú jeho prepojenie s množstvom softvérových programov na tabletoch, mobiloch či na počítači. Súčasťou každého balenia LabQuestu je nabíjačka a USB kábel, ktorý umožňuje jeho prepojenie s počítačom.



Obrázok 1: Meracia interfejsová jednotka LabQuest2

2) Meracie senzory Vernier

Meracie senzory Vernier predstavuje široká škála takmer 90 káblových aj bezdrôtových meracích senzorov, pre chémiu, biológiu, fyziku, geografiu, technické a environmentálne vedy. Súčasťou každého balenia senzoru je odkladací roztok s návodmi na jeho použitie a prípadnú kalibráciu.

3) Softvérové vybavenie



V prípade podrobnejšieho spracovania dát (napr. so žiakmi priamo na hodine alebo v školskom laboratóriu) môžeme využiť širokú škálu aplikácií a programov pre spracovanie dát zo zariadení Vernier. Najpoužívanejšími sú počítačový program LoggerPro3.16 (vo verzii pre Windows aj pre Mac) a aplikácie LabQuest Viewer alebo Graphical Analysis, takisto funkčné pre platformy Android aj iOS.

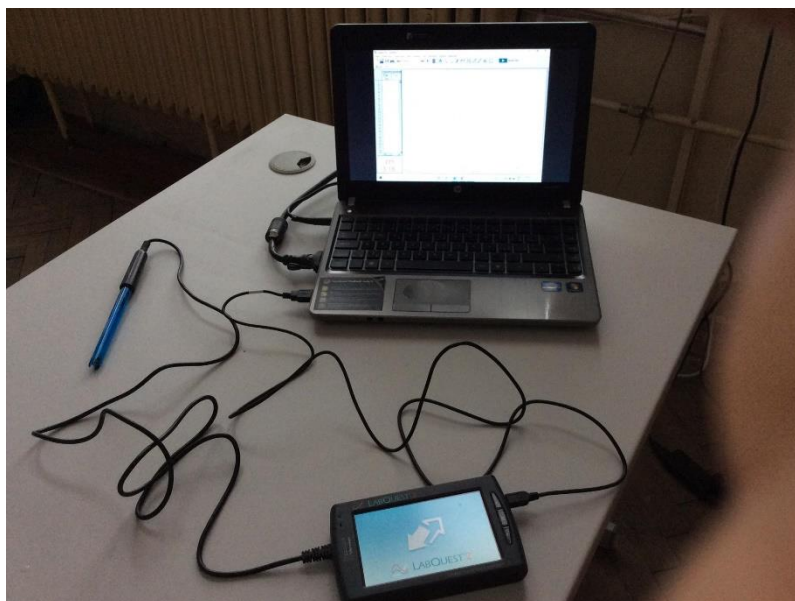


Obrázok 2: pH senzor Vernier v odkladacom roztoku





Obrázok 3: Ukážka zapojenia senzora s meracou interfejsovou jednotkou



Obrázok 4: Ukážka prepojenia senzora s LabQuestom na počítač s programom LoggerPro. Pri zapojení počítača na projektor môžeme meranie alebo analýzu experimentov premietiť a rozoberať so žiakmi priamo v triede.

POSTUP MERANIA S MERACÍMI SENZORMI

1. Určovanie kyslosti/zásaditosti - pH senzor (PH-BTA)

pH senzor Vernier môžeme použiť všade, kde sú použiteľné aj klasické metódy zisťovania pH (indikátory, pH prúžky, titrácia....). Na rozdiel od chemických indikátorov, ktoré poskytujú iba vizuálnu farebnú zmenu, tento senzor umožňuje automatické odčítanie hodnoty pH roztoku a jeho analýzu. Tento senzor nevyžaduje stálu kalibráciu, pretože sa dodáva s už uloženou kalibráciou tak, aby reagoval na štandardné hodnoty pH v rozmedzí 0-14 s odchýlkou merania +/- 0,02 pH (ako udáva výrobca). Pred meraním pH pomocou senzora je dobré odmerať si pH aj klasicky (napr. pomocou indikátorových papierikov) a porovnať ho s hodnotou odmeranou senzorom. Takto ľahko zistíme, či senzor potrebuje kalibráciu.

!!! Všetky senzory Vernier sú veľmi jemné elektronické zariadenia, preto je pri práci s nimi potrebné dodržiavať presné pokyny výrobcu.

Pomôcky: pH senzor, meracia jednotka LabQuest 2, striekačka s destilovanou vodou, papierové utierky

Postup:

Pred meraním pomocou pH senzora postupujte takto

1. Odskrutkujte uzáver z odkladacej fľaštičky a opatrne vytiahnite senzor.



Obrázok 1: pH senzor v odkladacej fľaštičke



2. Senzor zospodu, zvlášť okolo meracej guľôčky, dobre pooplachujte destilovanou alebo deionizovanou vodou z chemickej striekačky.
3. Pripojte senzor k interfejsu a môžete prísť k meraniu hodnoty pH.



Obrázok 2: Meranie pH

4. Ponorte senzor do roztoku, počkajte kým sa hodnota ustáli a odčítajte. Senzor do meraného roztoku ponárajte len asi do dolnej tretiny dĺžky, nie je potrebné ponárať ho celý.
5. Po odčítaní hodnoty pH opláchnite senzor destilovanou vodou, presuňte ho cez zátku fľaštičky a zaskrutkujte do odkladacieho roztoku.

POZNÁMKA: Ak je málo roztoku v odkladacej fľaštičke, môžete ho doplniť vodou. Nie však opakovane....Po čase a na dlhodobjšie uskladnenie senzora je potrebné pripraviť odkladací pufrový roztok s pH 4 podľa návodu, ktorý je súčasťou balenia senzora.

Pre viac informácií kliknite na tento odkaz <https://pmsdelta.sk/product/ph-senzor/#toggle-id-1> alebo kontaktujte dodávateľa systémov Vernier pre Slovensko, ktorým je spoločnosť PMS Delta, s. r. o. <https://pmsdelta.sk/>.



2. Zisťovanie tvrdosti vody - senzor vodivosti (CON-BTA)

Senzor vodivosti môžeme použiť či už v laboratóriu alebo v teréne na meranie vodivosti roztokov, alebo na skúmanie celkovej koncentrácie iónov.

Meranie vodivosti je jedným z najbežnejších environmentálnych testov vodných vzoriek. Môžeme ním ľahko zistiť akékoľvek zmeny v iónovom zložení vodného toku alebo jazera. Nedáva nám informácie o konkrétnych typoch iónov v roztoku, poskytuje len informáciu o celkovej úrovni rozpustených tuhých látok (TDS). Špecifikáciu iónov môžeme robiť ďalej klasickým metódami (napr. titráciou, analytickými dôkazmi....atď). Medzi vodivosťou a koncentráciou existuje približne lineárna závislosť, čiže pri konkrétnych iónoch môžeme konduktometriu použiť aj na určenie koncentrácie týchto iónov v roztoku.

Pri meraní vo vodných tokoch vzorky odoberáme ďalej od brehu a pod hladinou, aby sme čo najlepšie reprezentovali kvalitu vody. Ak nemáme možnosť merania priamo v teréne, môžeme si vzorky odobrať do fliaš najlepšie celkom zaplnených (aby sa zabránilo vyparovaniu a reakcii s CO₂, čím by nám mohli vznikajúť produkty ktoré by skresľovali meranie).

Pomôcky: senzor konduktivity, meracia jednotka LabQuest 2, striekačka s destilovanou vodou, papierové utierky

Postup:

Pred meraním pomocou senzora vodivosti postupujte takto

1. Pred použitím koniec senzora opláchnite destilovanou vodou. Kvapky vody v meracom otvore by mohli prispieť ku skresľovaniu nášho merania, preto ich osušte ofúknutím alebo pokývaním senzorom v priestore. Pripojte senzor k LabQuestu.



Obrázok 3: Senzor konduktivity



2. Tento senzor má naboku prepínač meracích rozsahov. Zvädza to k tomu, že ak napr. predpokladáme v meranom roztoku nízku koncentráciu iónov, musíme si tento prepínač prepnúť na rozsah 0- 200 μ S. Vernierov senzor vodivosti je však vybavený obvody automatickej identifikácie auto-ID, čiže pri použití s LabQuestom softvér zberu dát rozpozná senzor a použije na nakonfigurovanie experimentu najvhodnejšie parametre. Tento prepínač preto nie je nutné prepínať, dôležitý je
3. V prípade potreby predsalen senzor nakalibrovať podrobnejšie pozri <https://www.vernier.cz/katalog/manualy/sk/CON-BTA.pdf>



Obrázok 4: Prepínač meracích rozsahov- používame ho iba pri kalibrácii

4. Po pripojení senzora k interfejsu sa v červenom poli zobrazia hodnoty vodivosti. Kliknutím do červeného poľa sa nám objaví okienko, v ktorom vyberieme možnosť Nulovanie. (Takisto si napr. môžeme zmeniť jednotky merania alebo tu začíname aj kalibráciu senzora.)





Obrázok 5: LabQuest po zapojení senzora vodivosti



Obrázok 6: Po vynulovaní – môžeme začať meranie

5. Vložte senzor do meranej vzorky. Oválny výrez musí byť úplne ponorený vo vode a nesmú byť v jeho okolí žiadne vzduchové bubliny. Takisto neponárajte senzor do vody úplne aj s rukoväťou, tá nie je vodotesná.
6. Vzorku opatrne miešajte a vyčkajte, kým sa meraná hodnota v softvéri zberu dát stabilizuje. Pri teplotách roztokov nižších ako 15 °C alebo vyšších ako 30°C je potrebný dlhší čas na stabilizáciu hodnôt.
7. Po skončení merania senzor opláchnite destilovanou vodou a môžete pokračovať s ďalšou vzorkou (pozri bod 1). Takisto po skončení merania senzor opláchnite a osušte utierkou. Senzor vždy odkladáme iba v suchom stave.

Pre viac informácií kliknite na <https://www.vernier.cz/katalog/manualy/sk/CON-BTA.pdf> alebo kontaktujte priamo dodávateľa systémov Vernier pre Slovensko, ktorým je spoločnosť PMS Delta, s. r. o. <https://pmsdelta.sk/>.



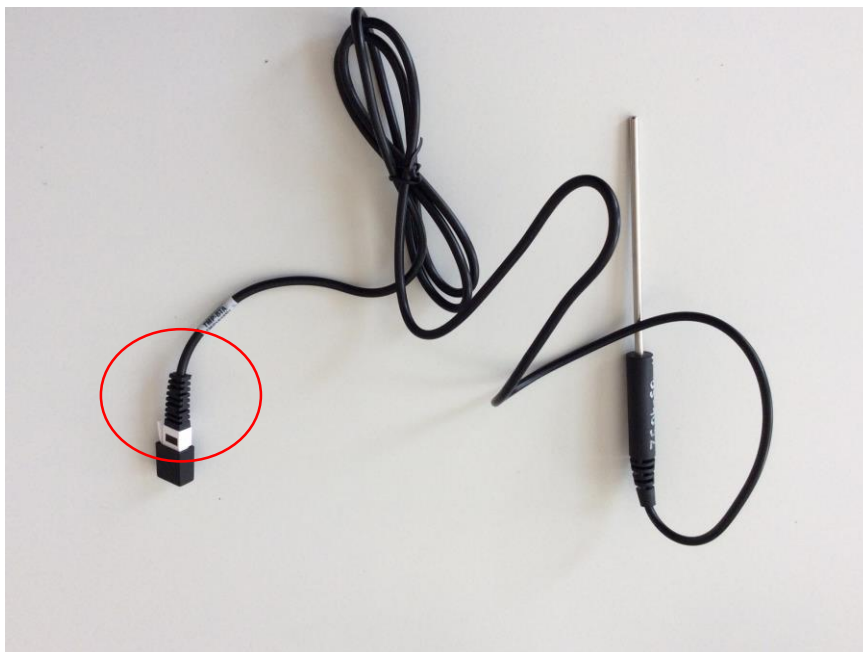
3. Meranie teploty – nerezový teplomer (TMP-BTA)

Nerezový teplomer Vernier je odolný laboratórny teplomer vhodný na akékoľvek použitie. Môžeme o využiť v biológii, fyzike (napr. rôzne teplotné experimenty), chémii (napr. sledovanie teplotných zmien počas chemických reakcií) či geografii. Pri meraní teploty vo vodných roztokoch môže byť senzor trvalo ponorený v rozsahu teplôt -40°C až 150°C .

Pomôcky: teplomer, meracia jednotka LabQuest 2, striekačka s destilovanou vodou, papierové utierky

Postup:

1. Pripojte senzor k interfejsu. Novšie balenia senzora majú USB koncovku s ochrannou krytkou, ktorú je potrebné pred zapojením odstrániť.



Obrázok 7: Nerezový teplomer s ochrannou krytkou USB koncovky (v červenom krúžku)



Obrázok 8: Meranie teploty

2. Spustíte softvér zberu dát, alebo počkajte, kým sa hodnota teploty ustáli. Softvér sám identifikuje teplomer a zavedie štandardné nastavenie pre zber dát.
3. Po použití senzora vždy dobre opláchnite a pred odložením ho osušte papierovou utierkou.

Tento Vernierov senzor teploty nie je potrebné kalibrovať, dodáva sa nakalibrovaný. Vo výnimočných prípadoch je možné urobiť kalibráciu podľa postupu uvedeného na https://pmsdelta.sk/wp-content/uploads/senzory/docs/TMP-BTA_Nerezovy_teplomer.pdf, kde nájdete aj rozsiahlejšie technické informácie.



4. MERANIE MNOŽSTVA NITRÁTOV – DUSIČANOVÁ IÓN-SELEKTÍVNA ELEKTRÓDA (NO₃-BTA)

Vernier dusičnanová ión-selektívna elektróda (ISE) sa používa na meranie koncentrácie dusičnanových iónov NO₃⁻ vo vodných roztokoch. Zdrojom nitrátov v sladkovodných vzorkách môžu byť odpadové vody, spád z hnojených polí či maštali.

Pred použitím odporúčame skontrolovať si obsah balenia dusičnanej ISE, ktoré by malo obsahovať :

1. elektróda s odkladacou fľaštičkou
2. 30 ml fľaštička s kalibračným roztokom vysokej koncentrácie (100mg/l NO₃⁻)
3. 30 ml fľaštička s kalibračným roztokom nízkej koncentrácie (1mg/l NO₃⁻)
4. fľaštička na krátkodobé namáčanie ISE



Obrázok 9: Obsah balenia dusičnanej ISE

Pre presnosť a efektivitu meraní odporúčame stále pred použitím dusičnanej ISE urobiť tento dvojestupňový proces:

I: Príprava dusičnanej ISE na použitie

- Elektródu namočte do kalibračného roztoku vysokej koncentrácie na dobu 30 minút. ISE nemá byť celkom na dne nádoby, ale biele referenčné značky pri hrote musia byť ponorené v roztoku a nesmú okolo nich byť vzduchové bublinky.



Obrázok
Pred

10:

použitím necháme elektródu postáť 30 minút v nádobke so štandardizačným roztokom vysokej koncentrácie. Spodný koniec senzora nesmie byť celkom na dne nádobky.

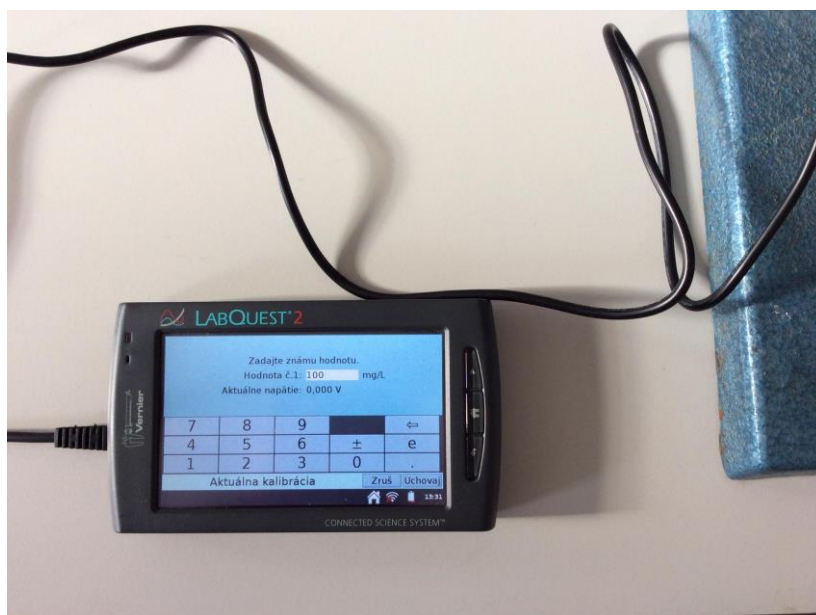
II: Kalibrácia ISE (pomocou LabQuestu)

- Po uplynutí 30 minút zapojte ISE k LabQuestu . V hornom menu „**Senzory**“ vyberte **Kalibrácia** a kliknite na **Kalibruj** (POZN: predtým ešte môže systém vyhodiť názov senzora, ktorý má pripojený - čiže kliknutím na „Dusičnanová elektróda“ pokračujete na Kalibruj)



Obrázok 11.: Postup kalibrácie

- Ďalej sa otvorí okno, ktoré pýta hodnotu č. 1. Zadajte hodnotu 100 (koncentrácia štandardizačného roztoku 100mg/l v ktorom máme namočenú elektródu).
- Po stabilizácii hodnoty napätia kliknite na **Uchovaj**.



Obrázok 12:

Postup kalibrácie

- Vyberte ISE z roztoku vysokej koncentrácie, dobre ju opláchnite destilovanou vodou a opatrne osušte utierkou. ISE vložte do nádoby s roztokom nízkeho štandardu. Takisto dbajte na to, aby nebola celkom na dne nádoby, aby ale biele kontakty boli ponorené v roztoku a aby sa v okolí bielych značiek nerobili vzduchové bubliny.





Obrázok 13: Postup kalibrácie

- ako hodnotu č. 2 zadajte hodnotu kalibračného roztoku nízkej koncentrácie(1 mg/l) - čiže 1
- po stabilizácii hodnoty napätia znova kliknite na **Uchovaj**.
- ak chcete túto kalibráciu uložiť (aby ste ju nemuseli robiť napr. viackrát za deň pri použití v rôznych triedach počas vyučovania), postupujte takto:
 - a) dotknite sa záložky **Miesto uloženia**
 - b) kliknite na **Ulož kalibráciu do senzora** a potom **OK**, čím sa ukončí kalibračný proces.



Obrázok 14: Ukončenie kalibrácie dusičnavej ISE

- po kalibrácii ISE opláchnite destilovanou vodou a osušte.

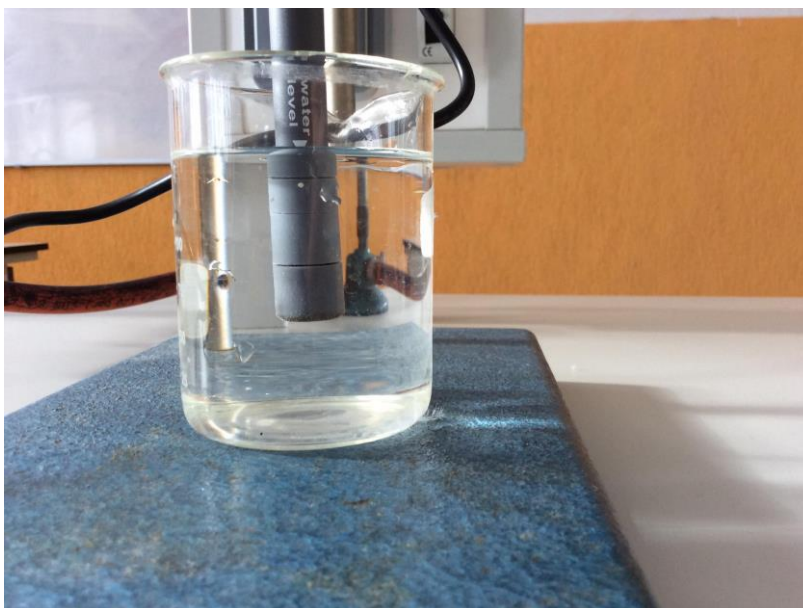
Ak už máme ISE nakalibrovanú, môžeme prejsť k meraniu množstva nitrátov vo vzorkách.



Postup pri meraní koncentrácie NO₃ –

Pomôcky: dusičnanová ISE, meracia jednotka LabQuest 2, striekačka s destilovanou vodou, papierové utierky

- 1) Vložte koniec ISE do meranej vzorky. Úplne stačí, ak je elektróda ponorená vo vzorke iba o niečo vyššie nad biele referenčné bodky. Nemusíte ju ponárať celkom, pretože ani rukoväť elektródy nie je vodotesná.



Obrázok
Správne

15:

ponorenie senzora do meranej vzorky



Obrázok 16:
Nesprávne



ponorenie senzora NO_3^- do meranej vzorky (biele referenčné body nie sú ponorené v roztoku)

- 2) Nechajte ISE v pokoji, až kým sa nestabilizuje meraná hodnota, potom ju zaznamenajte.

POZNÁMKA: pri niektorých meraniach sa môže stať, že najmä ak senzor zistí vo vzorke vysoké koncentrácie NO_3^- , môže to trvať aj niekoľko minút a potom nám to pri ďalších vzorkách môže negatívne ovplyvniť elektródu. Preto – ak poznáte aspoň orientačne hodnotu vo vašich vzorkách, je dobré stále robiť merania od vzorky s najnižšou koncentráciou ku vzorke s najvyššou.

- 3) Po každom odčítaní hodnôt ISE opláchnite destilovanou vodou a pred odložením osušte .

Pre viac informácií kliknite na

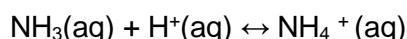
https://pmsdelta.sk/wp-content/uploads/senzory/docs/NO3-BTA_Dusicnanova_ISE.pdf

alebo kontaktujte priamo dodávateľa systémov Vernier pre Slovensko, ktorým je spoločnosť PMS Delta , s. r. o. <https://pmsdelta.sk/>.



5. MERANIE MNOŽSTVA ROZPUSTENÝCH AMÓNIOVÝCH IÓNOV – AMÓNIOVÁ IÓN-SELEKTÍVNA ELEKTRODA (ISE) (NH₄-BTA)

Táto elektróda sa používa na meranie množstva rozpustených amóniových iónov NH₄⁺. Obsah amónia vo vodách je najčastejšie dôsledkom prehnojovania polí, rovnako môže vznikáť aj rozkladom organických zvyškov. Množstvo amóniových iónov vo vode nám bude významne ovplyvňovať aj pH vodných vzoriek, nakoľko platí rovnovážny stav



V kyslejších roztokoch spôsobujú vyššie koncentrácie iónov H⁺ posun reakcie doprava, výsledkom čoho budú vyššie koncentrácie amóniových iónov NH₄⁺. Pri vyšších hodnotách pH sa rovnováha posunie k reaktantom, čiže v roztoku bude viac NH₃. Pri hodnotách pH nižších ako 7,5 sú v roztoku v podstate len amóniové ióny. Ak analyzujeme relatívne tvrdú vodu, tento problém nám odpadá, nakoľko tvrdá voda je prirodzene pufovaná voči zmenám pH. V pitnej vode by obsah amóniových nemal presiahnuť 0,5 mg/l, vo vodných tokoch však môžeme namerať aj vyššie hodnoty.

Balenie amóniovej ISE má obsahovať:

1. elektródu s odkladacou fľaštičkou(s hubkou)
2. 30 ml fľaštičku s kalibračným roztokom vysokej koncentrácie(100mg/l NH₄⁺ ako N)
3. 30 ml fľaštičku s kalibračným roztokom nízkej koncentrácie(1mg/l NH₄⁺ ako N)
4. fľaštičku na krátkodobé namáčanie ISE



Obrázok 17: Amóniová

ISE v balení

Pre presnosť a efektivitu meraní odporúčame pred použitím amóniovej ISE urobiť dvojstupňový prípravný proces obdobne ako pri nitrátovej elektróde:

I: na 30 minút namáčať ISE do štandardizačného roztoku s vysokou koncentráciou

II: pomocou LabQuestu elektródu nakalibrovať.

Podrobnejšie informácie nájdete na

https://pmsdelta.sk/wp-content/uploads/senzory/docs/NH4-BTA_Amoniova_ISE.pdf

Zber údajov pomocou amóniovej ISE



Pomôcky: amóniová ISE , meracia jednotka LabQuest 2, striekačka s destilovanou vodou, papierové utierky

- 1) Ubezpečte sa, že je senzor správne nakalibrovaný. Ak senzor po pripojení k LabQuestu napr. indikuje hodnotu 1 mg/l a nie je v roztoku s koncentráciou 1 mg/l, musíte ho znovu nakalibrovať.
- 2) Vložte koniec ISE do testovanej vzorky. Úplne stačí, ak je elektróda ponorená vo vzorke iba o niečo vyššie nad biele referenčné body. Nemusíte ju ponárať celkom, pretože rukoväť elektródy nie je vodotesná.



Obrázok 18:

Biely referenčný bod pri hrote elektródy. Pri meraní vzorky stačí senzor ponoriť iba málo nad tento bod.

- 3) Nechajte ISE v pokoji, až kým sa nestabilizuje meraná hodnota., potom ju zaznamenajte.
- 4) Po každom odčítaní hodnôt ISE opláchnite destilovanou vodou a pred odložením osušte .



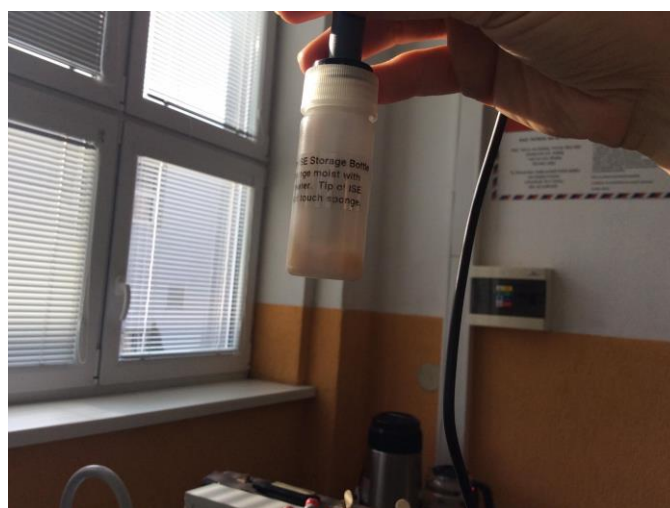
POZNÁMKA: Ak uskladňujete elektródu na krátko (do 24 hodín), uložte ho do odkladacej fľaštičky naplnenej do $\frac{3}{4}$ kalibračným roztokom vysokej koncentrácie. Ak so senzorom neplánujete pracovať dlhšie (viac ako 24 hodín), navlhčite špongiu ktorá je na spodku fľaštičky na dlhodobé uskladňovanie destilovanou vodou a zaskrutkujte uzáver so senzorom.



Obrázok 19: Postup senzora na dlhšiu

pri uskladnení dobu

Cez kryt fľaštičky pretiahnite elektródu a uzavrite. Dbajte o to, aby bol biely referenčný bod vo fľaštičke a aby sa spodná časť elektródy nedotýkala špongie. Takto by mohlo dôjsť k znehodnoteniu senzora.



Obrázok 20: Správne uložená elektróda v odkladacej fľaštičke (spodný okraj senzora sa nedotýka špongie, navlhčenej destilovanou vodou)

Pre viac informácií kliknite na

https://pmsdelta.sk/wp-content/uploads/senzory/docs/NH4-BTA_Amoniova_ISE.pdf

alebo kontaktujte priamo dodávateľa systémov Vernier pre Slovensko, ktorým je spoločnosť PMS Delta, s. r. o. <https://pmsdelta.sk/>.

6. MERANIE MNOŽSTVA ROZPUSTENÉHO KYSLÍKA – SENZOR ROZPUSTENÉHO KYSLÍKA (DO-BTA)

Senzor rozpusteného kyslíka ponúka široké spektrum testov a experimentov na určovanie úrovne rozpusteného kyslíka ako základnej indikácie života vo vodnom prostredí. Môžeme ho použiť na monitorovanie rozpusteného O_2 v akváriách, zistiť, ako sa mení jeho množstvo vplyvom fotosyntézy a dýchania vodných organizmov, meranie spotreby kyslíka vo vodách s obsahom organických zvyškov, pri rozklade ktorých sa spotrebúva kyslík, či na stanovenie vzťahu medzi množstvom rozpusteného kyslíka a teplotou vody.

Obsah balenia senzora rozpusteného kyslíka má obsahovať :

1. senzor rozpusteného kyslíka s krytom membrány
2. kalibračný štandard siričitanu sodného ($2,0 \text{ M Na}_2\text{SO}_3$) a bezpečnostný list k nemu
3. plniaci roztok elektródy rozpusteného kyslíka, pipeta a bezpečnostný list
4. náhradné a doplnujúce súčasti (náhradný modrý kryt membrány, leštiace pásiky na senzor, kalibračná fľaštička)



Obrázok 21:

balenia senzora rozpusteného kyslíka

Obsah

Senzor rozpusteného kyslíka sa dodáva nakalibrovaný. Pre používanie v triede nám táto kalibrácia postačí. Ak však robíme merania priamo na vodnom toku alebo jazere, pre presnosť meraní je lepšie po opakovanom používaní urobiť kalibráciu. Tento postup nájdete na

<https://pmsdelta.sk/wp-content/uploads/senzory/docs/DO-BTA%20Senzor%20rozpusteneho%20kyslika.pdf>

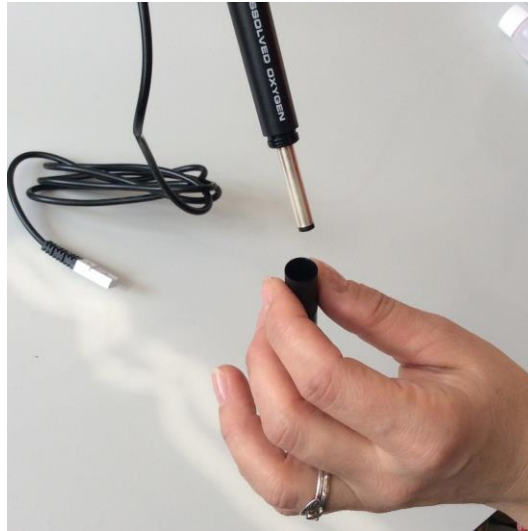




Príprava senzora rozpusteného kyslíka na použitie

I: Príprava senzora

- odstráňte z konca senzora modrý ochranný kryt
- na konci senzora odskrutkujte membránový uzáver



Obrázok 22: Senzor po

membránového uzáveru elektródy

odstránení

- pomocou pipety naplňte membránový uzáver 1 ml roztoku náplne rozpusteného kyslíka



Obrázok 23: Plnenie

krytu elektródy

membránového

- opatrne naskrutkujte membránový uzáver naspäť na koniec senzora
- umiestnite senzor do nádoby so 100ml destilovanej vody

II. Aktivizácia senzora

Senzor v nádobke so 100ml destilovanej vody pripojte na interfejs. Zapnite program zberu dát a takto senzor ponechajte 10 minút.

Zber údajov pomocou senzora rozpusteného kyslíka

Pomôcky: nakalibrovaný a aktivizovaný senzor rozpusteného kyslíka, meracia jednotka LabQuest 2, striekačka s destilovanou vodou, papierové utierky

- 1) Kliknutím do červeného poľa senzor vynulujte.
- 2) Ponorte koniec senzora do testovanej vzorky. Stačí ponorenie do hĺbky maximálne 10 cm. Ak by ste senzor ponárali hlbšie, mohol by sa znehodnotiť.
- 3) Vzorku senzorom opatrne miešajte. Senzor totižto odoberá z vody kyslík prechodom cez svoju membránu, preto musí voda okolo senzora stále prúdiť. V stojatých vodách by sa vám tak mohlo stať, že vám budú hodnoty rozpusteného O₂ zdanlivo klesať.
- 4) Počkajte kým sa hodnota na displeji stabilizuje a zaznamenajte ju .

POZNÁMKA: Ak plánujete senzor použiť opakovane(za menej ako 24 hodín) uskladnite ho v nádobke s destilovanou vodou(senzor má byť ponorený asi do výšky palca- cca 2, 5 cm) . Ak však so senzorom nebude pracovať dlhšie, odmontujte membránový uzáver a opláchnite jeho vnútro aj vonkajšok destilovanou vodou. Krátko ho na vzduchu osušte, vnútorné časti elektródy jemne osušte utierkou a naskrutkujte naspäť uzáver na telo elektródy.

Pre viac informácií kliknite na

<https://pmsdelta.sk/wp-content/uploads/senzory/docs/DO->

[BTA%20Senzor%20rozpusteneho%20kyslika.pdf](https://pmsdelta.sk/wp-content/uploads/senzory/docs/DO-BTA%20Senzor%20rozpusteneho%20kyslika.pdf) alebo kontaktujte priamo dodávateľa systémov Vernier pre Slovensko, ktorým je spoločnosť PMS Delta , s. r. o.

<https://pmsdelta.sk/>

