



ISTRAŽIVANJE VODE

Priredila: Renata Matoničkin Kepčija

Sadržaj:

**Uvodni dio
Temperatura
Otopljeni kisik
Električna vodljivost
Salinitet
Alkalitet
Nitrati
Formular za terenska istraživanja**



VODA

Voda je jedna od najvažnijih tvari u prirodi. Otprilike 70% Zemljine površine pokriveno je vodom, a ona igra jednu od ključnih uloga u formiranju klime te erozijom i drugim procesima oblikuje reljef. Voda izgrađuje 50-90% težine svakog živog organizma, te održava biljni i životinjski, a tako i ljudski život na Zemlji. Ujedno, voda je jedna od najvažnijih industrijskih sirovina te je nezamjenjiva u većini tehnoloških procesa. U prirodi postoji kružni tok vode koji se naziva hidrološki ciklus, a pokreće ga energija Sunca. Od ukupne vode na Zemlji, samo 2,8% je voda na kopnu, a od toga 2,24% otpada na polarni led i glečere. Podzemna voda predstavlja 0,61% ukupne vode, dok je samo 0,009% pohranjeno u jezerima, a 0,0001% u tekućicama. Za čovjeka je od posebnog interesa pitka voda; ukoliko bismo pojednostavljeno prikazali svu vodu na Zemlji kao 100 l, samo 3 ml bi bila pitka voda.

Kemijski čista voda u prirodi ne postoji.

- **Najčišća kišnica** sadrži u sebi otopljene plinove i nečistoće iz atmosfere, npr. CO_2 , O_2 , N_2 , NH_3 .
- Iz atmosfere nad **industrijskim mjestima i velikim gradovima kišnica apsorbira** SO_2 , H_2S , H_2SO_4 , **čađu i prašinu.**
- U primorskim krajevima sadrži morsku sol i to do 15 mg/l.
- Za vrijeme nevremena i oluja može doći do stvaranja ozona i nitratne kiseline, koji se također otapaju u vodi

Najjače se otapa :

1. CO_2 - 1,713 volumnih dijelova u 1 volumenu vode *
2. O_2 - 0,049 vol/vol vode *
3. N_2 - 0,0235 vol/vol vode *

*u normalnim okolnostima

Voda u kojoj su otopljeni navedeni plinovi, kao dio tzv. kružnog toka vode u prirodi, poniranjem kroz gornje slojeve litosfere, prolazi kroz slojeve bogate humusnim tvarima i produktima raspadanja. Na tom putu apsorbira H_2S i daljnje količine CO_2 i NOSI IH U DONJE SLOJEVE TLA.

Na prolazu kroz biloški aktivna tla, voda se obogaćuje sa slobodnom karbonatnom (=ugličnom) kiselinom i na svom putu rastvara inače u vodi netopljive karbonate (vapnenac, dolomit, magnezit, siderit) pretvarajući ih u topive bikarbonate.

Mnogo se teže rastvara granitno i vulkansko kamenje (sastoji se od otpornih silikata), pa su vode s takvih terena mekane. Takve stijene se ipak djelomično rastvaraju zajedničkim djelovanjem ugljične kiseline i mikroorganizama, a ponekad i djelovanjem podzemnih termalnih voda.



Voda na svom prolazu kroz zemljine slojeve nailazi, osim na karbonate i silikate, i na topive soli, npr. natrij-klorid, sulfate koji se lako otapaju, a njihiva topivost ovisi o temperaturi i dužini otapanja.

STUPANJ I VRSTA ONEČIŠĆENJA VODE s kemijskog gledišta ovise o sastavu litosfere kroz koju voda prolazi. Zato su:

- Vode s područja vapnenca, dolomita i gipsa – TVRDE VODE
- Vode s područja granita, bazalta i ostalog vulkanskog kamenja - VRLO MEKANE VODE

Površinske vode su mekanije od izvorskih ili dubinskih voda.

- Jedan dio podzemnih voda u obliku izvora pojavljuje se na površini, a pri tome se mijenja temperatura i pritisak te dolazi do izlučivanja jednog dijela ugljične kiseline. Slijedom toga, dio topivih bikarbonata - $\text{Ca}(\text{HCO})_3$ izlučuje se kao netopivi karbonati - CaCO_3 .
- Površinske vode oksidativnim djelovanjem kisika iz zraka osiromašuju se željeznim i manganskim karbonatima jer oni prelaze u okside i talože se.
- Površinske vode se razrjeđuju i kišom.

Temperatura površinske vode iznosi od 0-30°C.

Podzemne vode karakterizira stalna temperatura od oko 10°C, ukoliko se ne radi o podzemnim termalnim vodama. U pravilu je temperatura podzemnih voda ista kao prosječna godišnja temperatura zraka na određenom području.

Svaka prirodna voda sadrži određene **količine onečišćenja** koje uglavnom možemo podijeliti u tri grupe:

1. GRUBO DISPERGIRANA ONEČIŠĆENJA - koja mogu plivati, lebditi ili tonuti u vodi. Uklanjam ih filtriranjem.
2. KOLOIDNO DISPERGIRANA ONEČIŠĆENJA- humini, masti,...
3. MOLEKULARNO DISPERGIRANA ONEČIŠĆENJA- prave otopine soli, kiselina, lužina i plinova.

GLOBE MJERENJA

| | Fizičko-kemijski čimbenik | Mjerna jedinica |
|----|---|-------------------------|
| 1. | TEMPERATURA VODA - mjerimo kako bi razumjeli tzv. godišnji hod termike | ° C |
| 2. | pH vode - mjerimo sadržaj kiseline u vodi | |
| 3. | OTOPLJENI KISIK - količina otopljenog kisika (O_2) u vodi. | mg/l |
| 4. | ELEKTRIČNA VODLJIVOST – mjerimo sposobnost vode da provodi električnu struju | $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| 5. | TDS (ukupne otopljene tvari) – računamo iz električne vodljivosti ($\text{TDS} = 0,67 \times \text{el. vodljivost}$) | ppm |



| | | |
|----|--|--|
| 6. | SALINITET - mjerimo količinu otopljenih soli | ppt (g/l) |
| 7. | ALKALITET -mjerimo pufersku sposobnost vode tj. sposobnost vode da neutralizira dodanu kiselinu | ppm CaCO ₃ |
| 8. | NITRATI - mjerimo koncentraciju nitratnih iona (NO ₃ ⁻) NITRITI - mjerimo koncentraciju nitritnih iona (NO ₂ ⁻) | -mg/l količine N ₂ u nitrata -mg/l količine N ₂ u nitrita |
| 9. | PROZIRNOST - mjerimo prodor svjetlosti kroz vodu | -mm -cm -m |

IZBOR POSTAJE

Kad izaberete vašu postaju na kojoj ćete vršiti ispitivanja fizikalno-kemijskih svojstava vode, morate je klasificirati s obzirom na tip vodene površine:

- SLANA
- SLATKA

- POTOK, RIJEKA
- JEZERO, AKUMULACIJA, ZALJEV, MORE - OCEAN
- RIBNJAK
- KANAL ZA ODVODNJAVANJE (ukoliko vam na raspolaganju nije niti jedna druga vodena površina na vašem području)

FREKVENCIJA UZORKOVANJA

MJERENJA FIZIKALNO-KEMIJSKIH SVOJSTAVA VODE OBAVLJAJU SE **JEDANPUT TJEDNO**. (AKO JE PODRUČJE VAŠEG MJERENJA **ZAMRZNUTO** TIJEKOM ZIME ILI **ISUŠENO - ZABILJEŽITE I TO**)

Kroz godinu dolazi do promjena u mjerenju. Povećani protok- bujica - nosi sa sobom različite materijale i dolazi do značajnih promjena fizikalnih i kemijskih parametara. Isto se to događa i u jezerima gdje dolazi do mješanja vode zbog sezonskih promjena temperature. Treba pratiti sezonske i mjesečne promjene.



HITNOST ANALIZE

Mjerenje :

1. PROZIRNOST, TEMPERATURA I OTOPLJENI KISIK -vrši se **odmah** nakon uzimanja uzorka .

VAŽNO : Ne smije proći više od 30 minuta!

2. NITRATI I pH - do **2 sata** nakon uzorkovanja.

3. ALKALITET, ELE. VODLJIVOST I SALINITET - unutar **24 sata**.

VAŽNO : PROZIRNOST se mjeri prva, odmah nakon toga temperatura vode i otopljeni kisik, nakon toga pH, ele. vodljivost ili salinitet, alkalitet i nitrati.

VAŽNO : Mjerenje otopljenog kisika nije potpuno ako ne mjerimo i temperaturu vode.

Ukoliko je voda slana ili bočata mora se uz to još mjeriti i salinitet.

KALIBRACIJA

1. pH pen ili metar, električni konduktivimeter - **prije svakog mjerenja**
2. kitovi za kisik, alkalitet, salinitet, nitrate - **svakih 6 mjeseci**

ODSTUPANJA U MJERENJU

Podjelite učenike u dvije grupe za svako mjerenje. Neka prvo jedna grupa izvrši mjerenje, a zatim druga. Obje grupe koriste se sa istim uzorkom i priborom. Ako su vrijednosti dobivene mjerenjem različite tj. ako odstupaju više od prihvatljive standardne greške za dotično mjerenje, morate ponoviti mjerenje s trećom grupom, koja može biti sastavljena iz prve dvije.

Maksimalne prihvatljive razlike trebaju se kretati u rasponu:

| | Fizikalno-kemijski čimbenik | Maksimalna razlika |
|----|---|--|
| 1. | Prozirnost | 1.0 cm |
| 2. | Temperatura vode | 0,5 °C |
| 3. | Otopljeni kisik | 0,4 mg/l (LaMotte kit) 1.0 mg/l (Hach kit) |
| 4. | pH – papir pH – pen ili metar | 1.0 pH jedinica 0,2 pH jedinica |
| 5. | Električna vodljivost | 2% od cijele skale (40 μ S/cm) |
| 6. | Salinitet - higrometar Salinitet - titracijski kit | 0,4 ppt 0,4 ppt |
| 7. | Alkalitet | 4 mg/l CaCO ₃ (LaMotte kit) 1 kap (Hach kit) |



| | | |
|----|---------|--|
| | | 17 mg/l CaCO ₃ (najveća granica) 6.8 mg/l CaCO ₃ (najniža) |
| 8. | Nitrati | 1,0 mg/l |

ZNANSTVENI CILJEVI I UPOTREBA GLOBE PODATAKA

GLOBE znanstvenici planiraju upotrijebiti sve tipove GLOBE podataka. Donja tablica pruža kratak pregled upotrebe GLOBE podataka o fizikalno-kemijskim svojstvima vode.

| | |
|---|---|
| <i>Mjerenja fizikalno-kemijskih svojstava vode</i> | Poboljšavaju monitoring (praćenje) površinskih voda u kontinentalnim područjima i duž obala mora i oceana. |
| Prozirnost | <ul style="list-style-type: none"> • Određuje kako duboko prodire svjetlost u vodu gdje omogućuje rast i razvoj alga i podvodnih viših biljaka (makrofita) |
| Temperatura | <ul style="list-style-type: none"> • Prati se proces miješanja jezerske vode u cijelom stupcu • Prati se miješanje vode u estuarijima i duž obale • Pomaže u određivanju stope evaporacije • Pomaže znanstvenicima da utvrde koji organizmi mogu živjeti u vodi |
| pH | <ul style="list-style-type: none"> • Pomaže znanstvenicima da odrede koji biljni i životinjski organizmi mogu živjeti u vodi • Prati se miješanje vode u estuarijima i duž obale • Pomaže znanstvenicima da povežu kvalitetu vode s okolnim tlom i geologijom te s pH kišnice i otopljenog snijega |
| Električna vodljivost | <ul style="list-style-type: none"> • Određuje ukupno opterećenje vode sa solima i drugim komponentama otopljenim u vodi • Pomaže u određivanju kvalitete slatke vode i njene upotrebljivosti za različite namjene |
| Salinitet | <ul style="list-style-type: none"> • Prati se miješanje i izvori vode u estuarijima i duž obale. • Pomaže u utvrđivanju stanja kopnenih slanih jezera |
| Alkalitet | <ul style="list-style-type: none"> • Pomaže u određivanju osjetljivosti slatkovodnih ekosustava na promjene pH zbog unosa kiselina |
| Otopljeni kisk | <ul style="list-style-type: none"> • Pokazuje koji životinjski organizmi mogu živjeti u vodi • Pomaže znanstvenicima da odrede stupanj miješanja zraka i vode na površini vode |
| Nitrati | <ul style="list-style-type: none"> • Pomažu znanstvenicima da odrede potencijalnu upotrebu vode • Pomažu u određivanju utjecaja unosa hranjivih tvari u vodeni ekosustav |



Upute za mjerenje

TEMPERATURA VODE

Temperatura vode ukazuje na količinu topline apsorbirane u vodi. Što je insolacija veća, temperatura vode se povećava. Temperatura vode može se povećati i utjecajem čovjeka, kada se voda korištena za rashlađivanje (elektrane, industrija) ispušta u vodotokove.

Temperatura vode ima veliki utjecaj na količinu i raznolikost života u njoj pa je mjerenje temperature značajno za pravilno razumijevanje promjene topline vode tijekom godine. U umjerenom pojasu temperatura vode ima karakterističan sezonski hod čime utječe na životne zajednice voda. Rijeke i jezera siromašna su biljnim životom tijekom zime, dok u proljeće i ljeto ožive. Razlog tome je što se temperatura vode povisi i voda s dna bogata hranjivim tvarima miješa se s površinskom vodom. Takav mehanizam miješanja postoji i tijekom jesen u nekim jezerima. Metabolizam živih organizama se također povećava s povišenjem temperature, a pokreću se i mehanizmi rasta i razmnožavanja flore i faune. Proljeće je stoga povezano s naglim porastom broja vodenih životinja i biljaka. Plitka jezera nemaju takav ciklus, jer je miješanje vode prisutno tijekom cijele godine. Topla voda može biti opasna za osjetljive vrste (pastrva, losos) koje zahtijevaju hladne i kisikom bogate vode.

Mjerenje temperatura uzorka vode potrebna je za određivanje zasićenosti vode otopljenim kisikom, pH mjerenja i za razmatranje općih hidroloških pitanja.

**Učestalost mjerenja : tjedno****Razina :** sve**Materijal i pribor :** alkoholni termometar u metalnom kućištu ili bez, sat, konopac, papir za podatke i obrazac mjerenja**Napomena :** izvršite barem 2 paralelna mjerenja, maksimalno prihvatljiva razlika prilikom mjerenja je 0,5°C.**POSTUPAK**

Prije mjerenja potrebno je kalibrirati termometar (protokol 5- atmosferska ispitivanja). Mjerenje zahtjeva samo nekoliko minuta.

Važno je termometar ostaviti dovoljno dugo u vodi (oko 3-5 min), da poprimi istu temperaturu kao i voda.

1. Jedan kraj konopca svežite na kraj termometra, a drugi na elastičnu vrpcu.
2. Omotajte elastičnu vrpcu oko ručnog zgloba da se u slučaju iznenadnog pada u vodu termometar ne izgubi .
3. Držite termometar naopako, suprotno kuglici rezervoara i protresite ga nekoliko puta da se uklone mogući mjehurići zraka iz cijevi. Zabilježite temperaturu.
4. Uronite termometar u vodu na dubinu od 10 centimetara i držite ga pod vodom 3-5 min.
5. Izvadite ga iz vode, BRZO OČITAJTE; zabilježite temperaturu, a zatim ga ponovo uronite.
6. Temperaturu očitajte nakon 1 min ili dok se temperatura potpuno ne stabilizira.
7. U formular za terenska istraživanja unesite izmjerenu vrijednost zajedno s datumom i vremenom mjerenja.
8. Odredite srednju temperaturu na temelju podataka svih učenika u skupini.

UKOLIKO SE TEMPERATURNI PODACI RAZLIKUJU ZA MANJE OD 1°C OD SREDNJE VRIJEDNOSTI, DOBIVENU TEMP. UNESITE U GLOBE BAZU PODATAKA (u suprotnom ponovite mjerenje).

pH VODE

pH je mjera kiselosti neke otopine, a određuje se prema koncentraciji vodikovih (H^+) iona. Otopine dijelimo na kisele, neutralne i bazične.

Čista destilirana voda ima pH 7 jer je koncentracija H^+ i OH^- iona jednaka (bez pristupa zraka) i kažemo da je neutralna. Ukoliko je pH vode ispod 7, ona je kisela, a ukoliko je iznad 7, voda je lužnata. pH vrijednost je logaritamska funkcija koncentracije vodikovih iona, što znači da promjenu za svaku jedinicu na pH skali prati desetostruka promjena na koncentracijskoj skali, npr. otopina pH 3 je deset puta kiseliya od otopine pH 4.

Prirodna nezagađena kišnica ima pH između 5-6, pa je tako i kišnica, ukoliko nije zagađena, blago kisela. Ta prirodna kiselost nastaje otapanjem ugljičnog dioksida iz zraka u kapljicama kiše. Isti pH ima i destilirana voda koja je u kontaktu sa zrakom. "Kisela kiša" ima pH oko 4, a najniža zabilježena pH vrijednost gradske magle bila je ispod 2. Većina jezera i tekućica ima pH između 6,5 do 8,5, a to su optimalni uvjeti za život većine biljnih i životinjskih vrsta. Prirodne vode sa nižim pH vezane su za područja s određenom podlogom (npr. sulfidi), dok su vode na podlogama od vapnenca prirodno bazične. pH utječe na većinu kemijskih procesa u vodi te određuje strukturu životnih zajednica. pH ispod 4 i iznad 10 predstavljaju uvjete nepovoljne za život u vodenom biotopu. Jedna skupina najosjetljivijih na nisku pH

**VRIJEDNOSTI :**

| OTOPINA | pH | H ⁺ KONCENTRACIJA u mol/l |
|-------------------------|-------|---------------------------------------|
| Kisela | < 7 | > 10 ⁻⁷ |
| Jako kisela | 0-3 | 1 – 10 ⁻³ |
| Slabo kisela | 3-7 | 10 ⁻³ – 10 ⁻⁷ |
| Neutralna | 7 | 10 ⁻⁷ |
| Alkalna (bazna) | >7 | < 10 ⁻⁷ |
| Slabo bazna | 7-11 | 10 ⁻⁷ – 10 ⁻¹¹ |
| Jako bazna | 11-14 | 10 ⁻¹¹ – 10 ⁻¹⁴ |

Učestalost mjerenja : tjedno (kalibracija također tjedno)**Razine :** sve (različite metode za pojedini uzrast)**Materijal i pribor:** 1. **za prvu metodu :**

- pH indikator papir (početnici), posuda od 50 ili 100 ml

2. **za drugu metodu :**

- pH pen (srednji uzrast) , plastična boca s čepom (50 ml), tri posude -50 ili 100 ml, pufer otopina pH 7 i 4

- pH metar (napredni uzrast), pet posuda od 50 ili 100 ml, tri plastične boce s čepom (50 ml) , pufer otopina pH, 4,7,10

3. **za obje metode :** menzura od 100 ml, destilirana voda-boca štrcaljka, staničevina ili papirnata maramica, žlica, marker.**POSTUPAK****PRVA METODA : - pH indikator papir -**

1. Ispirite priređenu posudu barem 2 x sa uzorkom vode.
2. Napunite posudu do polovice s vodom.
3. Uronite traku indikator papira u uzorak vode.
4. Izvadite papir iz vode i usporedite njegovu boju s bojom na kutiji ili roli.
5. Pokušajte pronaći područje u kojem se boje najbolje podudaraju.
6. Ukoliko je očitavanje nejasno moguće je da papiru treba više vremena za potpunu reakciju.
7. Traku vratite u posudu još 20 sek. i ponovo provjerite boje. Ako je nakon 2 minute očitavanje nejasno ponovite postupak s novom trakom. Ako po drugi put mjerenje ne uspije, zabilježite to u svoj formular za mjerenja fizičko-kemijskih svojstava vode.
8. Dobivene podatke zabilježi u svoj obrazac i unesi u GLOBE bazu podataka.

NAPOMENA : nakon 2 minute u vodi papir više nije pouzdan.

**DRUGA METODA : - pH pen ili pH metar -****1. Kalibracija**

pH pen (metar) moramo kalibrirati (baždariti) kako bi namjestili ili provjerili instrument na određenu vrijednost - standard. Kalibracija se mora izvršiti prije svakog mjerenja. Postupak kalibracije možemo obaviti i u razredu prije izlaska na teren.

Kako nema automatsko mjerenje temperature pufer otopina mora imati temperaturu od 25 °C.

- 1.1. Skinite poklopac s elektrode pH pena – metra.
- 1.2. Isperite elektrodu s destiliranom vodom iz boce štrcaljke. Obrišite elektrodu sa staničevinom ili papirnatom maramicom. **Ne dirajte elektrodu rukom.**
- 1.3. Stavite 50 ml pufer otopine pH 7 u posudu.
- 1.4. Uronite elektrodu u pufer otopinu pH 7 i uključite pH pen-metar na vrhu.
- 1.5. Lagano promiješajte pufer otopinu i pričekajte da se vrijednost stabilizira.
- 1.6. Uzmite mali odvijač kako biste okrenuli mali vijak na leđima pH pena (piše vrijednost). Okrećite vijak sve dok vrijednost na zaslonu ne pokazuje 7.
- 1.7. Izvadite elektrodu iz otopine, isperite je s destiliranom vodom i osušite sa staničevinom ili papirnatom maramicom.
- 1.8. Ponovite postupak s pufer otopinom pH 4 ili pH 10, ovisno u koje dvije točke se pH pen kalibrira.

2. Nakon kalibracije izvršite mjerenje pH vrijednosti uzorka.

- 2.1. Uključite pH pen ili pH metar
- 2.2. Isperite elektrodu kao u točki 1.2.
- 2.3. Čistu i suhu posudu napunite sa uzorkom vode za testiranje.
- 2.4. Elektrodu uronite u vodu
- 2.5. Promućkajte i pričekajte da se vrijednost stabilizira.
- 2.6. Očitajte pH vrijednost i zabilježite je u obrazac
- 2.7. Ponovite mjerenje od točke 2.2. do 2.6. s drugim uzorkom. Dva se podatka moraju podudarati za manje od 0,2 jedinice.
- 2.8. Isperite elektrodu s destiliranom vodom, obrišite i spremite.
- 2.9. Odredite srednju vrijednost prikupljenih podataka svih učenika u grupi.

Ukoliko se podaci razlikuju za manje od 0,2 jedinice od srednje vrijednosti unesite ih u GLOBE bazu podataka.



Otopljeni kisik je masa molekula kisika otopljenih u volumenu vode. Kisik u vodu ulazi iz atmosfere, a nastaje i procesom fotosinteze vodenih algi i viših biljaka. Pri normalnim uvjetima u vodi se nalazi 25 x manje kisika nego u atmosferi. **Topljivost kisika** u vodi vezana je uz temperaturu. Više kisika otopit će se u hladnoj vodi nego u toploj. (npr. kod 25°C topljivost kisika u vodi je 8,3 mg/l, a kod 4°C topljivost je 13,1 mg/l). Zasićenost kisikom je relativna mjera koja nam pokazuje postotak kisika otopljenog u vodi u odnosu na normalnu topljivost pri određenoj temperaturi. Zasićenost ispod 80% ukazuje nam na povećanu potrošnju kisika. Topljivost kisika ovisi i o tlaku zraka i salinitetu; više kisika otopit će se u vodi u uvjetima višeg tlaka, a veći salinitet smanjuje topljivost kisika u vodi.

U brzotekućim i turbulentnim vodama otapa se više kisika. Veća količina fotosintetskih organizama također povećava količinu otopljenog kisika. Organska tvar koja se prirodno nalazi u vodi (mrtvi biljni i životinjski organizmi), a pogotovo dodatni antropogeni unos (npr. kanalizacija) troši kisik prilikom procesa razgradnje. Ukoliko se radi o sporotekućim vodama, vrijednost kisika često pada ispod 50% zasićenosti. Otopljeni kisik za disanje koriste mnoge vodene životinje. Također je neophodan za aerobnu razgradnju mrtve organske tvari. **Bez dovoljne količine kisika život u vodi nije moguć za većinu biljnih i životinjskih vrsta.** Količina otopljenog kisika ispod 3 mg/l je opasna za većinu vodenih organizama. Kritični uvjeti često se javljaju ljeti u stajaćicama zbog kumulativnog efekta visokih temperatura (manje O_2), pojačanje razgradnje organske tvari (troši se O_2) i bržeg metabolizma čitave zajednice.

Učestalost: tjedno

Razine: srednja i napredna

Materijal i pribor : kit za otopljeni kisik, (Upozorenje: taj kit sadrži opasne kemikalije-**pažnja prilikom rukovanja**), destilirana voda, 250 ml plastična boca s čepom, termometar, obrazac za podatke, zaštitne rukavice.

POSTUPAK

1. Kalibracija:

Kalibracija se mora vršiti svakih 6 mjeseci.

- 1.1. Bocu od 250 ml dva puta isplahnite destiliranom vodom. Menzурom odmjerite 100 ml destilirane vode.
- 1.2. U čistu bocu od 250 ml usipajte destiliranu vodu iz menzure, začepite je i snažno tresite 5 minuta.
- 1.3. Skinite čep s boce i odredite temperaturu vode. **Pazite** da termometar ne dodiruje dno i stjenke boce. Nakon 30 sekundi očitajte temperaturu vode.
- 1.4. Upišite temperaturu na formular za mjerenja fizikalno-kemijskih svojstava vode.
- 1.5. Koncentracija otopljenog kisika određuje se prema uputama proizvođača kita za mjerenje otopljenog kisika.
- 1.6. Na obrazac upišite masenu koncentraciju otopljenog kisika (mg/l) za destiliranu vodu kao standard.
- 1.7. Koncentracija otopljenog kisika u standardu mora biti u granicama $\pm 0,4$ mg/l u odnosu na očitano vrijednost koja se nalazi u tablicama.
- 1.8. Da bi našli očekivanu vrijednost za zasićen otopljeni kisik uzorka destilirane vode nađite temperaturu vašeg standarda u tablicama protokola i odredite količinu otopljenog kisika u mg/l.

**Tablica HYD-T- 1: Topljivost kisika u vodi u ovisnosti o temperaturi pri tlaku od 750 mm Hg**

| Temperatura | Topljivost mg/l | Temperatura | Topljivost mg/l | Temperatura | Topljivost mg/l |
|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| 0 | 14.6 | 16 | 9.9 | 32 | 7.3 |
| 1 | 14.2 | 17 | 9.7 | 33 | 7.2 |
| 2 | 13.8 | 18 | 9.5 | 34 | 7.1 |
| 3 | 13.5 | 19 | 9.3 | 35 | 7.0 |
| 4 | 13.1 | 20 | 9.1 | 36 | 6.8 |
| 5 | 12.8 | 21 | 8.9 | 37 | 6.7 |
| 6 | 12.5 | 22 | 8.7 | 38 | 6.6 |
| 7 | 12.1 | 23 | 8.6 | 39 | 6.5 |
| 8 | 11.9 | 24 | 8.4 | 40 | 6.4 |
| 9 | 11.6 | 25 | 8.3 | 41 | 6.3 |
| 10 | 11.3 | 26 | 8.1 | 42 | 6.2 |
| 11 | 11.0 | 27 | 8.0 | 43 | 6.1 |
| 12 | 10.8 | 28 | 7.8 | 44 | 6.0 |
| 13 | 10.5 | 29 | 7.7 | 45 | 5.9 |
| 14 | 10.3 | 30 | 7.6 | 46 | 5.8 |
| 15 | 10.1 | 31 | 7.4 | 47 | 5.7 |

Tablica HYD-T-2: Kalibracijske vrijednosti za otopljeni kisik s obzirom na tlak zraka i nadmorsku visinu

| Tlak zraka mm Hg | Tlak zraka kPa | Nadm. visina m | Kalibracijska vrijednost % | Tlak zraka mm Hg | Tlak zraka kPa | Nadm. visina m | Kalibracijska vrijednost % |
|------------------|----------------|----------------|----------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------------------|
| 768 | 102.3 | -84 | 1.01 | 631 | 84.1 | 1544 | 0.83 |
| 760 | 101.3 | 0 | 1.00 | 623 | 83.1 | 1643 | 0.82 |
| 752 | 100.3 | 85 | 0.99 | 616 | 82.1 | 1743 | 0.81 |
| 745 | 99.3 | 170 | 0.98 | 608 | 81.1 | 1843 | 0.80 |
| 787 | 98.8 | 256 | 0.97 | 600 | 80.0 | 1945 | 0.79 |
| 730 | 97.3 | 343 | 0.96 | 593 | 79.0 | 2047 | 0.78 |
| 722 | 96.3 | 431 | 0.95 | 585 | 78.0 | 2151 | 0.77 |
| 714 | 95.2 | 519 | 0.94 | 578 | 77.0 | 2256 | 0.76 |
| 707 | 94.2 | 608 | 0.93 | 570 | 76.0 | 2362 | 0.75 |
| 699 | 93.2 | 698 | 0.92 | 562 | 75.0 | 2469 | 0.74 |
| 692 | 92.2 | 789 | 0.91 | 555 | 74.0 | 2577 | 0.73 |
| 684 | 91.2 | 880 | 0.90 | 547 | 73.0 | 2687 | 0.72 |
| 676 | 90.2 | 972 | 0.89 | 540 | 71.9 | 2797 | 0.71 |
| 669 | 89.2 | 1066 | 0.88 | 532 | 70.9 | 2909 | 0.70 |
| 661 | 88.2 | 1160 | 0.87 | 524 | 69.9 | 3203 | 0.69 |
| 654 | 87.1 | 1254 | 0.86 | 517 | 68.9 | 3137 | 0.68 |



| | | | | | | | |
|-----|------|------|------|-----|------|------|------|
| 646 | 86.1 | 1350 | 0.85 | 509 | 67.9 | 3253 | 0.67 |
| 638 | 85.1 | 1447 | 0.84 | 502 | 66.9 | 3371 | 0.66 |

2. Određivanje očekivane koncentracije otopljenog kisika u standardu (kisikom zasićena destilirana voda) :

- 2.1. Potražite temperaturu svog standarda u tablici 1.
- 2.2. Pronađite odgovarajuću topljivost kisika i upišite je u obrazac za mjerenje. Primjer: pri temperaturi od 22 °C topljivost kisika je 8,7 mg/l.
- 2.3. Tablica 2 sadrži faktor utjecaja (%) nadmorske visine (m) na topljivost kisika (zbog tlaka, jer većoj nadmorskoj visini odgovara niži tlak, a topljivost plinova je proporcionalna povišenju tlaka). **Pronađite u tablici svoju nadmorsku visinu i odgovarajući faktor.** Primjer: nadmorskoj visini od 1544 m odgovara faktor od 0,83%.
- 2.4. Pomnožite topljivost kisika iz tablice 1 s faktorom iz tablice 2. Primjer : pri temperaturi 22°C i nadmorskoj visini od 1544 m umnožak je 7.25 mg/l (8,7 mg/l x 0,83 = 7.25 mg/l). Taj umnožak je Vaša računski određena očekivana vrijednost za destiliranu vodu kao standard.
- 2.5. Usporedite računski određenu vrijednost s izmjerenom vrijednošću za destiliranu vodu. Ukoliko se vrijednosti razlikuje više od 0.4 mg/l ponovi mjerenje u destiliranoj vodi. Ukoliko se vrijednost i dalje razlikuje, ali za manje od 1 mg/l, podatak upišite u obrazac.

3. Uzimanje uzoraka :

- 3.1. Bočicu za uzorke tri puta isperite vodom čiju ćete koncentraciju određivati, a zatim isto ponovite na kraju s destiliranom vodom.
- 3.2. Začepite bocu.
- 3.3. Potopite bocu u vodu, tako da je 5-10 cm pod vodom, skinite čep i potpuno je napunite vodom.
- 3.4. Lagano (pod vodom) udarajte u stijenke boce tako da svi mjehurići zraka nestanu.
- 3.5. Još zagnjurenju bocu začepite i tek tada izvadite iz vode.
- 3.6. Provjerite ima li u boci mjehurića zraka i ukoliko su prisutni ponovite cijeli postupak.

4. Mjerenje količine otopljenog kisika u uzorku :

Mjerenje se radi prema uputama koji se dobiju uz test kit.

PRIMJER :

- 4.1. Nakon što ste u bočicu za uzorak (0688-D) uzeli vodu, dodajte pažljivo 8 kapi otopine manganovog sulfata (4167) i 8 kapi alkalnog kalij jodid azida(7166).
- 4.2. Bocu začepite i lagano u smjeru kazaljke na satu promiješajte otopinu. **Nastat će talog.**
- 4.3. Ostavite bocu na stolu dok se talog malo ne slegne.
- 4.4. Dodajte pažljivo 8 kapi sulfatne kiseline (6141WT).

NAPOMENA: Pri koraku 4.1. pazite da što kraće ostavljate odčepljenu bocu za uzorke.

Nakon toga direktni kontakt uzorka i zraka ne mijenja rezultat, jer je uzorak fiksiran.



- 4.5. Prijeđite na titraciju. Napuni titracijsku posudu (0299) do oznake od 20 ml s fiksiranim uzorkom. Ako je boja uzorka slabo žuta prijeđite na korak 4.8.
- 4.6. Napuni titrator za direktno očitavanje (0377) s natrijevim tiosulfatom (4169) te ga namjestite u rupu čepa titratorske posude.
- 4.7. Lagano miješajući posudu, dodajte kap po kap titrata sve dok boja ne postane blijedo žuta.
- 4.8. Maknite titrator i čep s posude. Pri tome pazite da ne pomičete klip titratora.
- 4.9. U tretirani uzorak dodaj 8 kapi indikatorske otopine (4170WT). Uzorak će poplaviti.
- 4.10. Vratite čep s titratorom ponovo na titratorsku posudu i nastavite titraciju sve dok plava boja ne nestane.
- 4.11. Očitajte rezultat: mjesto na titratorskoj skali na kojem se klip zaustavio pročitajte i zapišite kao svoj rezultat izražen u ppm (mg/l).

NAPOMENA: Svaka podjela na skali odgovara 0,2 ppm!

Ako klip dođe do kraja titratora (10 ppm), napunite ga ponovo i nastavite titraciju.

ELEKTRIČNA VODLJIVOST VODE

Konduktivitet je indirektna mjera za ukupnu količinu otopljenih tvari u vodi. Određivanjem konduktiviteta u uzorku vode mjerimo sposobnost provođenja struje u našem uzorku. Konduktivitet (el. vodljivost) se izražava u mikro Simens-ima po centimetru ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Destilirana voda je slab vodič električne struje. Povećanjem primjesa (totalno otopljenih tvari) u vodi povećava se električna vodljivost. Mjerenjem konduktiviteta u uzorku vode, možemo procijeniti količinu otopljenih tvari u vodi (izražavamo je u ppm). Da bi dobili navedenu vrijednost moramo električnu vodljivost pomnožiti s faktorom između 0,54 i 0,96 za prirodnu vodu. Vrijednost tog faktora ovisi o tipu otopljene tvari. Ako se ne može procijeniti tip otopljenih tvari množimo s faktorom **0,67**. Prirodne vode imaju veću el. vodljivost ukoliko se nalaze na podlozi od topljivih stijena (npr. vapnenac), a sukladno tome nižu el. vodljivost imaju vode na granitnoj podlozi. U sušnim područjima evaporacija vode može dovesti do visokih koncentracija otopljenih tvari u vodi tj. do visokog konduktiviteta.

Voda za piće mora imati manje od 500 ppm (mg/l) ukupno otopljenih tvari ili električnu vodljivost od 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Učestalost mjerenja: tjedno (i kalibracija)

Razina : sve

Materijal i pribor: konduktivitet tester ili tester za ukupnu količinu otopljenih tvari (TDS), standardna otopina, destilirana voda, boca štrcaljka, mekani rupčić ili salveta, tri 50 ili 100 ml čaše, odvijač za kalibraciju.

POSTUPAK

1. Kalibracija :



Konduktivimeter se mora kalibrirati **prije svake upotrebe**. Prije prve upotrebe i svakih 6 mjeseci treba se provjeriti i temperaturna kompenzacija. Kalibracijski standard mora se redovito obnavljati. Standardna otopina mora biti dobro zatvorena i čuvati se u frižideru. Etiketa na bočici mora biti vidljiva i na njoj upisan datum kada je standard načinjen ili kupljen.

- 1.1. Skinite poklopac s konduktivimetra-elektrode.
- 1.2. Ulijte u čiste i suhe čaše od 100 ml dovoljno standardne otopine tako da možete uroniti elektrodu.
- 1.3. Uključite konduktivimeter.
- 1.4. Isperite elektrodu s destiliranom vodom iz boce štrcaljke.
- 1.5. Pazite da ne smočite iznad linije poklopca. Osušite elektrodu s mekim papirom (staničevina).
- 1.6. Zaronite elektrodu u prvu čašu u kojoj se nalazi standard na jednu do dvije sekunde.
- 1.7. Izvadite van i stavite u drugu čašu u kojoj se nalazi standardna otopina.
- 1.8. Lagano miješajte par sekundi, tako da se vrijednost stabilizira.
- 1.9. Ako prikazana vrijednost ne odgovara vrijednosti standarda uzmite odvijlač i pomoću njega namjestite vrijednost standarda (kao kod pH metra).
- 1.10. Bacite standardnu otopinu iz obadvije čaše. **Ne vraćajte ih natrag u originalnu bocu.**
- 1.11. Isperite elektrodu s destiliranom vodom i osušite s mekanim papirom. Isperite i čaše.
- 1.12. Isključite konduktivimeter i vratite čep na elektrodu.

2. Provjera temperaturne kompenzacije

Na mjerenje vodljivosti utječe i temperatura vode. Vaš uređaj mora biti kompenziran s temperaturom da bi dao očitavanje vodljivosti ekvivalentno onom za temperaturu od 25 °C. Izmjerite vodljivost vašeg standarda za temperaturu od 5, 15, 25 i 35 °C. Očitana vrijednost treba biti u granicama za +/- 40 µS/cm od vrijednosti na 25 °C.

3. Mjerenje električne vodljivosti

- 3.1. Skinite poklopac s konduktivimetra.
- 3.2. Isperite elektrodu s destiliranom vodom iz boce štrcaljke.
- 3.3. Napunite čašu od 100 ml sa uzorkom vode.
- 3.4. Uronite elektrodu u uzorak vode.
- 3.5. Lagano miješajte nekoliko sekundi da se vrijednost na zaslonu stabilizira.
- 3.6. Očitajte vrijednost i unesite je u obrazac.
- 3.7. Usporedite izmjerene vrijednosti učenika. Vrijednosti trebaju biti u granici +/- 40 µS/cm. Ako nisu ponovite mjerenje.
- 3.8. Isperite elektrodu s destiliranom vodom i osušite s mekanim papirom. Isperite i čaše.
- 3.9. Isključite konduktivimeter i vratite čep na elektrodu.

SALINITET

Sadržaj soli u vodi je jedan od važnih faktora i unaprijed nam ukazuje na to koje skupine organizama mogu biti nađene u vodi. Slatke i slane vode naseljava prilično različit živi svijet. Pojedine skupine nalaze se samo u moru (npr. bodljikaši) dok su neke vezane isključivo za slatkovodne ekosustave (npr. neke skupine rakova). **Slatkovodne** biljke i životinje imaju u svojim stanicama veću koncentraciju soli nego voda u kojoj žive ili je koriste (tj. **hipertonični** su u odnosu na medij). **Morski** organizmi imaju jednaku ili nižu koncentraciju soli od okolne vode (tj. **izotonični** su ili **hipotonični** u odnosu na medij), a posjeduju i različite mehanizme za održavanje te ravnoteže.

Salinitet je mjera slanosti vode, izražena kao dio otopljene soli na tisuću dijelova vode (ppt- parts per thousand = g/kg = ‰). **Srednja vrijednost saliniteta oceana je oko 35 ppt**. Salinitetu najviše doprinose natrijevi i kloridni ioni, sastojci natrijevog klorida koji poznajemo kao običnu kuhinjsku sol. Zaljevi i riječna pušća su mjesta vrlo širokog raspona saliniteta, jer na tim mjestima dolazi do miješanja slatke i slane



Učestalost : tjedno

Razine : sve

Materijal i pribor : Areometar, plastična menzura od 500 ml, termometar, vaga, dvije plastične boce od 1 l, marker, tablice za očitavanje saliniteta, kuhinjska sol, destilirana voda.

NAPOMENA: Mjerenje saliniteta prikladno je za slanu ili poluslanu (bočatu) vodu. U slatkoj vodi mjeri se električna vodljivost.

Potrebno je poznavati vrijeme plime i oseke, zemljopisnu širinu i dužinu jer mjesta za te podatke postoje u obrascu za mjerenja fizikalno-kemijskih svojstava vode.

POSTUPAK

2. Kalibracija:

Standardna otopina za kalibraciju priređuje se otapanjem kuhinjske soli u vodi. Potrebna koncentracija otopine je 35 ppt i njome se provjerava točnost.

- 1.1. Izvažite 17,5 g kuhinjske soli i presipajte je u menzuru od 500 ml.
- 1.2. Menzuru napunite destiliranom vodom do oznake i lagano okrećite dok se sva sol ne otopi.
- 1.3. Otopinu prelijte u plastičnu bocu i markerom zabilježite datum i sastav otopine.
- 1.4. U drugu plastičnu bocu stavite 500 ml destilirane vode koja će poslužiti kao slijepa proba.
- 1.5. Odredite salinitet standardne otopine i slijepe probe (boca 1. i 2.), a podatke zabilježite na obrascu za mjerenje.
- 1.6. Salinitet slijepe probe treba biti 0, a ako nije ponovite postupak s destiliranom vodom.
- 1.7. Salinitet standardne otopine treba biti 2, a ako nije, ponovite postupak od 1.1. do 1.3.

3. Mjerenje saliniteta

Zabilježite vrijeme mjerenja (plima i oseka) i unesite taj podatak u obrazac za mjerenje.

- 1.1. Plastičnu menzuru od 500 ml isperite nekoliko puta uzorkom vode.
- 1.2. Napunite menzuru uzorkom vode tako da voda bude 2-3 cm do vrha.
- 1.3. Odredite temperaturu vode i zabilježite je u obrazac za mjerenje.



- 1.4. Areometar polagano spuštajte u menzuru da se, ako je pretežak, ne razbije o dno menzure. Pričekajte da se areometar umiri, pri čemu **ne smije dodirivati stjenke menzure**. Sa skale očitajte specifičnu težinu (vidi sliku HYD-P-5) i zabilježite je u obrazac. Dovoljno je očitavanje na 3 decimalna mjesta, a stariji učenici mogu očitati i 4. Decimalno mjesto te interpolirati vrijednosti iz tablice HYD-T-3.
- 1.5. Salinitet je funkcija temperature i gustoće. Pomoću ta dva podatka iz tablice HYD-T-3 očitajte odgovarajuću vrijednost za salinitet. Primjer: Ako je temp = 22°C ; spec. težina (gustoća) = 1.0070; salinitet = 10.6 ppt
- 1.6. Ponovite korak od 1.2-1.5 još dva puta, ali s različitim učenicima.
- 1.7. Uzmite srednju vrijednost mjerenja.

Ako se sve izmjerene vrijednosti razlikuju od srednje vrijednosti za više od 2 ppt ponovite mjerenje one grupe čija vrijednost mjerenja odudara više od ± 2 ppt.

Ako i tada ima velike razlike upišite u obrazac podatak učenika koji je najbliži srednjoj vrijednosti.

Tablica HYD-P-3: Salinitet (ppt – parts per thousand) kao funkcija gustoće i temperature (iz uputa za LaMotte hidrometar).

Temperatura vode u graduiranom cilindru (°C)

| Očitavanje | -2.0 | -1.0 | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10. 0 | 11. 0 | 12. 0 | 13. 0 | 14. 0 |
|------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0.9980 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.9990 | | | | | | | | | | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0010 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.8 |
| 1.0020 | 2.0 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.3 |
| 1.0030 | 3.3 | 3.2 | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.9 | 2.9 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.6 |
| 1.0040 | 4.5 | 4.4 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.2 | 4.2 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.8 | 4.9 |
| 1.0050 | 5.8 | 5.7 | 5.5 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.3 | 5.3 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.5 | 5.5 | 5.7 | 5.8 | 5.9 | 6.2 |
| 1.0060 | 7.0 | 6.8 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.7 | 6.7 | 6.8 | 6.8 | 7.0 | 7.1 | 7.2 | 7.5 |
| 1.0070 | 8.1 | 8.1 | 8.0 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 8.0 | 8.1 | 8.1 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.8 |
| 1.0080 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 9.6 | 9.7 | 9.8 | 10.0 |
| 1.0090 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 10.5 | 10.6 | 10.6 | 10.7 | 10.9 | 11.0 | 11.1 | 11.3 |
| 1.0100 | 11.9 | 11.8 | 11.7 | 11.7 | 11.7 | 11.7 | 11.7 | 11.7 | 11.7 | 11.8 | 11.8 | 11.9 | 12.0 | 12.2 | 12.3 | 12.4 | 12.6 |
| 1.0110 | 13.1 | 13.0 | 13.0 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 13.0 | 13.0 | 13.1 | 13.1 | 13.2 | 13.4 | 13.5 | 13.6 | 13.7 | 13.9 |
| 1.0120 | 14.3 | 14.3 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.3 | 14.3 | 14.4 | 14.5 | 14.7 | 14.8 | 14.9 | 15.0 | 15.2 |
| 1.0130 | 15.6 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.6 | 15.7 | 15.8 | 15.8 | 16.0 | 16.2 | 16.3 | 16.5 |
| 1.0140 | 16.7 | 16.7 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.7 | 16.7 | 16.9 | 17.0 | 17.0 | 17.1 | 17.3 | 17.5 | 17.7 | 17.8 |
| 1.0150 | 18.0 | 17.9 | 17.9 | 17.9 | 17.9 | 17.9 | 17.9 | 17.9 | 18.0 | 18.0 | 18.2 | 18.3 | 18.4 | 18.6 | 18.8 | 19.0 | 19.1 |
| 1.0160 | 19.2 | 19.2 | 19.1 | 19.1 | 19.1 | 19.1 | 19.2 | 19.2 | 19.3 | 19.3 | 19.5 | 19.6 | 19.7 | 19.9 | 20.1 | 20.3 | 20.4 |
| 1.0170 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.5 | 20.5 | 20.6 | 20.8 | 20.9 | 21.0 | 21.2 | 21.3 | 21.6 | 21.7 |
| 1.0180 | 21.7 | 21.7 | 21.7 | 21.6 | 21.6 | 21.7 | 21.7 | 21.7 | 21.8 | 22.0 | 22.1 | 22.2 | 22.3 | 22.5 | 22.6 | 22.9 | 23.0 |
| 1.0190 | 22.9 | 22.9 | 22.9 | 22.9 | 22.9 | 22.9 | 23.0 | 23.0 | 23.1 | 23.3 | 23.4 | 23.5 | 23.6 | 23.8 | 23.9 | 24.2 | 24.3 |
| 1.0200 | 24.2 | 24.2 | 24.2 | 24.0 | 24.2 | 24.2 | 24.2 | 24.3 | 24.3 | 24.4 | 24.6 | 24.7 | 24.8 | 25.1 | 25.2 | 25.5 | 25.6 |
| 1.0210 | 25.3 | 25.3 | 25.3 | 25.3 | 25.3 | 25.5 | 25.5 | 25.6 | 25.6 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 26.1 | 26.4 | 26.5 | 26.8 | 26.9 |
| 1.0220 | 26.6 | 26.6 | 26.6 | 26.6 | 26.6 | 26.6 | 26.8 | 26.8 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 27.3 | 27.4 | 27.7 | 27.8 | 28.1 | 28.2 |
| 1.0230 | 27.8 | 27.8 | 27.8 | 27.8 | 27.8 | 27.9 | 27.9 | 28.1 | 28.2 | 28.3 | 28.5 | 28.6 | 28.7 | 28.9 | 29.1 | 29.4 | 29.5 |
| 1.0240 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.2 | 29.4 | 29.5 | 29.5 | 29.8 | 29.9 | 30.0 | 30.2 | 30.4 | 30.6 | 30.8 |
| 1.0250 | 30.3 | 30.3 | 30.3 | 30.3 | 30.4 | 30.4 | 30.6 | 30.6 | 30.7 | 30.8 | 30.9 | 31.1 | 31.3 | 31.5 | 31.7 | 31.9 | 32.1 |
| 1.0260 | 31.6 | 31.6 | 31.6 | 31.6 | 31.6 | 31.7 | 31.7 | 31.9 | 32.0 | 32.1 | 32.2 | 32.4 | 32.6 | 32.8 | 33.0 | 33.2 | 33.4 |
| 1.0270 | 32.8 | 32.8 | 32.8 | 32.9 | 32.9 | 32.9 | 33.0 | 33.2 | 33.3 | 33.4 | 33.5 | 33.7 | 33.9 | 34.1 | 34.3 | 34.5 | 34.7 |
| 1.0280 | 33.9 | 34.1 | 34.1 | 34.1 | 34.1 | 34.2 | 34.3 | 34.5 | 34.5 | 34.7 | 34.8 | 35.0 | 35.1 | 35.4 | 35.6 | 35.8 | 36.0 |
| 1.0290 | 35.2 | 35.2 | 35.2 | 35.4 | 35.4 | 35.5 | 35.5 | 35.6 | 35.8 | 35.9 | 36.2 | 36.3 | 36.4 | 36.7 | 36.8 | 37.1 | 37.3 |
| 1.0300 | 36.4 | 36.5 | 36.5 | 36.5 | 36.7 | 36.7 | 36.8 | 36.9 | 37.1 | 37.2 | 37.3 | 37.6 | 37.7 | 38.0 | 38.1 | 38.4 | 38.6 |
| 1.0310 | 37.7 | 37.7 | 37.7 | 37.8 | 37.8 | 38.0 | 38.1 | 38.2 | 38.4 | 38.5 | 38.6 | 38.9 | 39.0 | 39.3 | 39.4 | 39.7 | 39.9 |

Tablica HYD-P-3 (nastavak 1):

Temperatura vode u graduiranom cilindru (°C)

| Očitanje | 15.0 | 16.0 | 17.0 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 22.0 | 22.5 | 23.0 | 23.5 | 24.0 | 24.5 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.9980 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.9990 | | | | | | | | | | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0000 | | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 2.0 |
| 1.0010 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 3.1 | 3.2 |
| 1.0020 | 2.4 | 2.5 | 2.8 | 2.9 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 4.0 | 4.1 | 4.2 | 4.4 | 4.6 | 4.8 |
| 1.0030 | 3.7 | 3.8 | 4.1 | 4.2 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.8 | 4.9 | 5.0 | 5.1 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 5.8 | 5.9 | 6.1 |
| 1.0040 | 5.0 | 5.1 | 5.4 | 5.5 | 5.7 | 5.8 | 5.9 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.6 | 6.7 | 7.0 | 7.1 | 7.2 | 7.4 |
| 1.0050 | 6.3 | 6.6 | 6.7 | 7.0 | 7.1 | 7.1 | 7.2 | 7.4 | 7.5 | 7.6 | 7.7 | 7.9 | 8.1 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.7 |
| 1.0060 | 7.6 | 7.9 | 8.0 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.7 | 8.8 | 8.9 | 9.1 | 9.2 | 9.3 | 9.4 | 9.6 | 9.7 | 9.8 | 10.1 |
| 1.0070 | 8.9 | 9.2 | 9.3 | 9.6 | 9.7 | 9.8 | 10.0 | 10.1 | 10.2 | 10.4 | 10.5 | 10.6 | 10.7 | 10.9 | 11.0 | 11.3 | 11.4 |
| 1.0080 | 10.2 | 10.5 | 10.6 | 10.9 | 11.0 | 11.1 | 11.3 | 11.4 | 11.5 | 11.7 | 11.8 | 11.9 | 12.0 | 12.2 | 12.4 | 12.6 | 12.7 |
| 1.0090 | 11.5 | 11.8 | 11.9 | 12.2 | 12.3 | 12.4 | 12.6 | 12.7 | 12.8 | 13.0 | 13.1 | 13.2 | 13.4 | 13.6 | 13.7 | 13.9 | 14.0 |
| 1.0100 | 12.8 | 13.1 | 13.2 | 13.5 | 13.6 | 13.7 | 13.9 | 14.0 | 14.1 | 14.3 | 14.4 | 14.5 | 14.8 | 14.9 | 15.0 | 15.2 | 15.3 |
| 1.0110 | 14.1 | 14.4 | 14.5 | 14.8 | 14.9 | 15.0 | 15.2 | 15.3 | 15.4 | 15.6 | 15.7 | 16.0 | 16.1 | 16.2 | 16.3 | 16.5 | 16.7 |
| 1.0120 | 15.4 | 15.7 | 15.8 | 16.1 | 16.2 | 16.3 | 16.5 | 16.6 | 16.7 | 17.0 | 17.1 | 17.3 | 17.4 | 17.5 | 17.7 | 17.9 | 18.0 |
| 1.0130 | 16.7 | 17.0 | 17.1 | 17.4 | 17.5 | 17.7 | 17.8 | 17.9 | 18.0 | 18.3 | 18.4 | 18.6 | 18.7 | 18.8 | 19.1 | 19.2 | 19.3 |
| 1.0140 | 18.0 | 18.3 | 18.6 | 18.7 | 18.8 | 19.0 | 19.1 | 19.3 | 19.5 | 19.6 | 19.7 | 19.9 | 20.0 | 20.1 | 20.4 | 20.5 | 20.6 |
| 1.0150 | 19.3 | 19.6 | 19.9 | 20.0 | 20.1 | 20.4 | 20.5 | 20.6 | 20.8 | 20.9 | 21.0 | 21.2 | 21.3 | 21.6 | 21.7 | 21.8 | 22.0 |
| 1.0160 | 20.6 | 20.9 | 21.2 | 21.3 | 21.4 | 21.7 | 21.8 | 22.0 | 22.1 | 22.2 | 22.3 | 22.5 | 22.7 | 22.9 | 23.0 | 23.3 | 23.4 |
| 1.0170 | 22.0 | 22.2 | 22.5 | 22.7 | 22.9 | 23.0 | 23.1 | 23.3 | 23.4 | 23.5 | 23.6 | 23.8 | 24.0 | 24.2 | 24.3 | 24.6 | 24.7 |
| 1.0180 | 23.3 | 23.5 | 23.8 | 24.0 | 24.2 | 24.3 | 24.4 | 24.6 | 24.7 | 24.8 | 24.9 | 25.2 | 25.3 | 25.5 | 25.6 | 25.9 | 26.0 |
| 1.0190 | 24.6 | 24.8 | 25.1 | 25.3 | 25.5 | 25.6 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 26.1 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 27.0 | 27.2 | 27.3 |
| 1.0200 | 25.9 | 26.1 | 26.4 | 26.6 | 26.8 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 27.3 | 27.4 | 27.7 | 27.8 | 27.9 | 28.2 | 28.3 | 28.5 | 28.6 |
| 1.0210 | 27.2 | 27.4 | 27.7 | 27.9 | 28.1 | 28.2 | 28.3 | 28.5 | 28.6 | 28.9 | 29.0 | 29.1 | 29.2 | 29.5 | 29.6 | 29.8 | 30.0 |
| 1.0220 | 28.5 | 28.7 | 29.0 | 29.2 | 29.4 | 29.5 | 29.6 | 29.8 | 30.0 | 30.2 | 30.3 | 30.4 | 30.7 | 30.8 | 30.9 | 31.2 | 31.3 |
| 1.0230 | 29.8 | 30.0 | 30.3 | 30.6 | 30.7 | 30.8 | 30.9 | 31.2 | 31.3 | 31.5 | 31.6 | 31.7 | 32.0 | 32.1 | 32.2 | 32.5 | 32.6 |
| 1.0240 | 31.1 | 31.3 | 31.6 | 31.9 | 32.0 | 32.1 | 32.2 | 32.5 | 32.6 | 32.8 | 32.9 | 33.2 | 33.3 | 33.4 | 33.7 | 33.8 | 33.9 |
| 1.0250 | 32.4 | 32.6 | 32.9 | 33.2 | 33.3 | 33.4 | 33.7 | 33.8 | 33.9 | 34.1 | 34.2 | 34.5 | 34.6 | 34.7 | 35.0 | 35.1 | 35.2 |
| 1.0260 | 33.7 | 33.9 | 34.2 | 34.5 | 34.6 | 34.7 | 35.0 | 35.1 | 35.2 | 35.4 | 35.6 | 35.8 | 35.9 | 36.0 | 36.3 | 36.4 | 36.7 |
| 1.0270 | 35.0 | 35.2 | 35.5 | 35.8 | 35.9 | 36.2 | 36.3 | 36.4 | 36.5 | 36.7 | 36.9 | 37.1 | 37.2 | 37.5 | 37.6 | 37.8 | 38.0 |
| 1.0280 | 36.3 | 36.5 | 36.8 | 37.1 | 37.2 | 37.5 | 37.6 | 37.7 | 37.8 | 38.1 | 38.2 | 38.4 | 38.5 | 38.8 | 38.9 | 39.1 | 39.3 |
| 1.0290 | 37.6 | 37.8 | 38.1 | 38.4 | 38.6 | 38.8 | 38.9 | 39.0 | 39.1 | 39.4 | 39.5 | 39.7 | 39.9 | 40.1 | 40.2 | 40.5 | 40.6 |
| 1.0300 | 38.9 | 39.1 | 39.4 | 39.7 | 39.9 | 40.1 | 40.2 | 40.3 | 40.6 | 40.7 | 40.8 | 41.0 | 41.2 | 41.4 | 41.6 | 41.8 | 41.9 |
| 1.0310 | 40.2 | 40.5 | 40.7 | 41.0 | 41.2 | 41.4 | 41.5 | 41.8 | 41.9 | 42.0 | 42.1 | 42.3 | 42.5 | | | | |

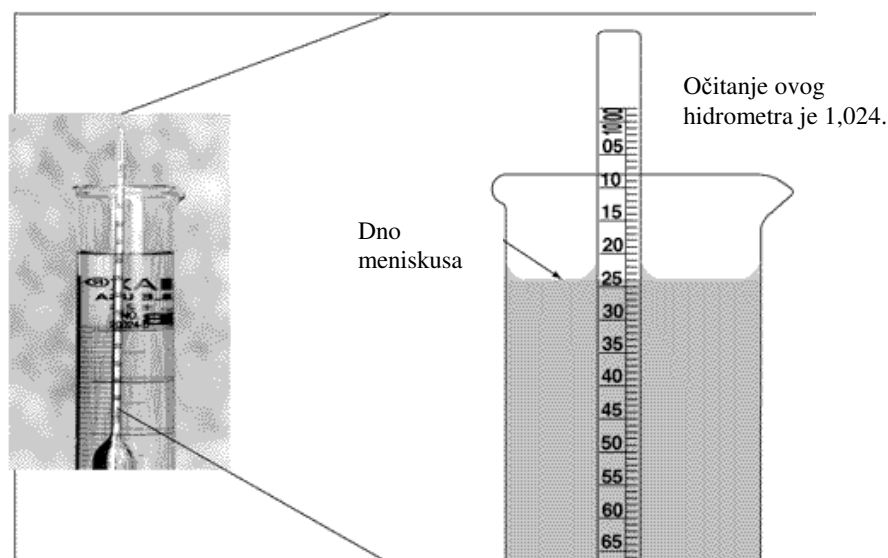
Tablica HYD-P-3 (nastavak 2):

Temperatura vode u graduiranom cilindru (°C)

| Očitanje | 25.0 | 25.5 | 26.0 | 26.5 | 27.0 | 27.5 | 28.0 | 28.5 | 29.0 | 29.5 | 30.0 | 30.5 | 31.0 | 31.5 | 32.0 | 32.5 | 33.0 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.9980 | | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.5 | 1.6 | 1.9 | 2.0 | 2.3 | 2.4 | |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.9990 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.8 | 2.9 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 3.8 |
| 1.0000 | 2.1 | 2.4 | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.1 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 3.7 | 4.0 | 4.1 | 4.4 | 4.5 | 4.8 | 4.9 | 5.1 |
| 1.0010 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | 4.2 | 4.4 | 4.5 | 4.8 | 4.9 | 5.1 | 5.1 | 5.4 | 5.5 | 5.8 | 5.9 | 6.2 | 6.4 |
| 1.0020 | 4.9 | 5.0 | 5.1 | 5.4 | 5.5 | 5.7 | 5.9 | 6.1 | 6.3 | 6.4 | 6.6 | 6.8 | 7.0 | 7.2 | 7.5 | 7.6 | 7.9 |
| 1.0030 | 6.2 | 6.3 | 6.6 | 6.7 | 6.8 | 7.1 | 7.2 | 7.4 | 7.6 | 7.7 | 8.0 | 8.1 | 8.4 | 8.5 | 8.8 | 9.1 | 9.2 |
| 1.0040 | 7.5 | 7.7 | 7.9 | 8.0 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.8 | 8.9 | 9.2 | 9.3 | 9.6 | 9.7 | 10.0 | 10.1 | 10.4 | 10.5 |
| 1.0050 | 8.9 | 9.1 | 9.2 | 9.3 | 9.6 | 9.7 | 10.0 | 10.1 | 10.2 | 10.5 | 10.6 | 10.9 | 11.0 | 11.3 | 11.5 | 11.7 | 11.9 |
| 1.0060 | 10.2 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.9 | 11.0 | 11.3 | 11.4 | 11.7 | 11.8 | 12.0 | 12.2 | 12.4 | 12.6 | 12.8 | 13.1 | 13.2 |
| 1.0070 | 11.5 | 11.7 | 11.9 | 12.0 | 12.2 | 12.4 | 12.6 | 12.8 | 13.0 | 13.1 | 13.4 | 13.6 | 13.7 | 14.0 | 14.1 | 14.4 | 14.7 |
| 1.0080 | 12.8 | 13.0 | 13.2 | 13.4 | 13.6 | 13.7 | 13.9 | 14.1 | 14.3 | 14.5 | 14.7 | 14.9 | 15.2 | 15.3 | 15.6 | 15.7 | 16.0 |
| 1.0090 | 14.1 | 14.4 | 14.5 | 14.7 | 14.9 | 15.0 | 15.3 | 15.4 | 15.7 | 15.8 | 16.1 | 16.2 | 16.5 | 16.6 | 16.9 | 17.1 | 17.3 |
| 1.0100 | 15.6 | 15.7 | 15.8 | 16.1 | 16.2 | 16.5 | 16.6 | 16.7 | 17.0 | 17.1 | 17.4 | 17.5 | 17.8 | 18.0 | 18.2 | 18.4 | 18.7 |
| 1.0110 | 16.9 | 17.0 | 17.3 | 17.4 | 17.5 | 17.8 | 17.9 | 18.2 | 18.3 | 18.6 | 18.7 | 19.0 | 19.1 | 19.3 | 19.6 | 19.7 | 20.0 |
| 1.0120 | 18.2 | 18.3 | 18.6 | 18.7 | 19.0 | 19.1 | 19.3 | 19.5 | 19.6 | 19.9 | 20.1 | 20.3 | 20.5 | 20.6 | 20.9 | 21.2 | 21.3 |
| 1.0130 | 19.5 | 19.7 | 19.9 | 20.0 | 20.3 | 20.4 | 20.6 | 20.8 | 21.0 | 21.2 | 21.4 | 21.6 | 21.8 | 22.1 | 22.2 | 22.5 | 22.7 |
| 1.0140 | 20.9 | 21.0 | 21.2 | 21.4 | 21.6 | 21.8 | 22.0 | 22.2 | 22.3 | 22.6 | 22.7 | 23.0 | 23.1 | 23.4 | 23.6 | 23.8 | 24.0 |
| 1.0150 | 22.2 | 22.3 | 22.5 | 22.7 | 22.9 | 23.1 | 23.3 | 23.5 | 23.6 | 23.9 | 24.0 | 24.3 | 24.6 | 24.7 | 24.9 | 25.2 | 25.3 |
| 1.0160 | 23.5 | 23.6 | 23.9 | 24.0 | 24.3 | 24.4 | 24.7 | 24.8 | 25.1 | 25.2 | 25.5 | 25.6 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 26.5 | 26.8 |
| 1.0170 | 24.8 | 25.1 | 25.2 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 26.0 | 26.1 | 26.4 | 26.5 | 26.8 | 27.0 | 27.2 | 27.4 | 27.7 | 27.8 | 28.1 |
| 1.0180 | 26.1 | 26.4 | 26.5 | 26.8 | 26.9 | 27.2 | 27.3 | 27.6 | 27.7 | 27.9 | 28.1 | 28.3 | 28.5 | 28.7 | 29.0 | 29.2 | 29.4 |
| 1.0190 | 27.6 | 27.7 | 27.8 | 28.1 | 28.2 | 28.5 | 28.6 | 28.9 | 29.0 | 29.2 | 29.5 | 29.6 | 29.9 | 30.0 | 30.3 | 30.6 | 30.8 |
| 1.0200 | 28.9 | 29.0 | 29.2 | 29.4 | 29.6 | 29.8 | 30.0 | 30.2 | 30.4 | 30.6 | 30.8 | 30.9 | 31.2 | 31.5 | 31.6 | 31.9 | 32.1 |
| 1.0210 | 30.2 | 30.3 | 30.6 | 30.7 | 30.9 | 31.1 | 31.3 | 31.5 | 31.7 | 32.0 | 32.1 | 32.4 | 32.5 | 32.8 | 33.0 | 33.3 | 33.4 |
| 1.0220 | 31.5 | 31.7 | 31.9 | 32.0 | 32.2 | 32.5 | 32.6 | 32.9 | 33.0 | 33.3 | 33.4 | 33.7 | 33.9 | 34.1 | 34.3 | 34.6 | 34.8 |
| 1.0230 | 32.8 | 33.0 | 33.2 | 33.4 | 33.5 | 33.8 | 33.9 | 34.2 | 34.5 | 34.6 | 34.8 | 35.0 | 35.2 | 35.5 | 35.6 | 35.9 | 36.2 |
| 1.0240 | 34.2 | 34.3 | 34.5 | 34.7 | 35.0 | 35.1 | 35.4 | 35.5 | 35.8 | 35.9 | 36.2 | 36.4 | 36.5 | 36.8 | 37.1 | 37.2 | 37.5 |
| 1.0250 | 35.5 | 35.6 | 35.9 | 36.0 | 36.3 | 36.4 | 36.7 | 36.8 | 37.1 | 37.2 | 37.5 | 37.7 | 37.8 | 38.1 | 38.4 | 38.6 | 38.8 |
| 1.0260 | 36.8 | 36.9 | 37.2 | 37.3 | 37.6 | 37.7 | 38.0 | 38.2 | 38.4 | 38.6 | 38.8 | 39.0 | 39.3 | 39.4 | 39.7 | 39.9 | 40.2 |
| 1.0270 | 38.1 | 38.4 | 38.5 | 38.8 | 38.9 | 39.1 | 39.3 | 39.5 | 39.8 | 39.9 | 40.2 | 40.3 | 40.6 | 40.8 | 41.0 | 41.2 | 41.5 |
| 1.0280 | 39.4 | 39.7 | 39.8 | 40.1 | 40.2 | 40.5 | 40.7 | 40.8 | 41.1 | 41.2 | 41.5 | | | | | | |
| 1.0290 | 40.8 | 41.0 | 41.2 | 41.4 | 41.6 | 41.8 | | | | | | | | | | | |



Slika HYD-P-5. Očitavanje specifične težine.

ODEĐIVANJE SALINITETA TITRACIJSKOM METODOM

Osnovne otopljene tvari (soli) u morskoj vodi relativno su u stalnim odnosima. Mjerenjem koncentracije jedne od njih u morskoj vodi, u ovom slučaju klorida, može se odrediti salinitet vode.

Učestalost mjerenja: tjedno

Kalibracija: svakih 6 mjeseci

POSTUPAK

4. Kalibracija :

Svježi standard mora se pripremiti jednom godišnje.

Priprema salinitet standarda

- 1.1. Dopunite tablicu za sol u vodi tako da titracijski standard morske vode iznosi 38,6 ppt. Upotrijebite taj standard za testiranje test kita.
 - Izvažite 17,5 g kuhinjske soli i presipajte je u menzuru od 500 ml.
 - Menzuru napunite destiliranom vodom do oznake i lagano mućkajte dok se sva sol ne otopi.
 - Otopinu prelijte u plastičnu bocu od 1 l i markerom zabilježite datum i sastav otopine.
- 1.2. Pratite upute u protokolu za standard koji govori o "običnoj vodi" koristeći standard koji ste napravili.
- 1.3. Zabilježite vrijednost u obrascu za mjerenje.
- 1.4. Vrijednosti standarda mogu se razlikovati za $\pm 0,4$ ppt.

**Napomena : Titracijski standard koncentracije morske vode je dobar za sastav morske vode.**

Primjer: Ako izračunamo salinitet morske vode sa 17,5 g NaCl u 500 ml (35 ppt NaCl) i pomnožimo sa masenim udjelom klora u natrijevom kloridu (0,61) dobijemo da je klorinitet = 21,35

Salinitet standard morske vode = $21,35 \times 1,80655 = 38,6$ ppt

Od 100% totalno otopljenih soli u morskoj vodi 55,354 % otpada na kloridne ione .

Upišite vrijeme mjerenja i lokaciju u obrazac za mjerenje.

Koristite salinitet test kit prema uputama proizvođača.

Demineralizirajuća boca :

- Skinite čep i nadopunite bocu s vodom da se demineralizira.
- Zatvorite, provjerite da li je dobro zatvorena. Tresite snažno 30 sekundi.
- Otvorite pipac na vrhu čepa kako bi mogli istisnuti demineralizirajuću vodu.

5. Mjerenje :

- 2.1. Napunite titracijsku posudu (0648) do oznake 10 ml demineralizirajućom vodom iz boce za demineralizaciju (1151).
- 2.2. Napunite titracijsku pipetu do oznake 0 sa uzorkom vode. Obrišite titrator od kapljica vode.
- 2.3. Istisnite 0,5 ml uzorka vode u titracijsku posudu, polako tako da klip dođe do oznake 0,5.
- 2.4. Izbacite preostalu vodu iz pipete.
- 2.5. Dodajte 3 kapi salinitetnog indikatora reagensa A (7460).
- 2.6. Zatvorite posudu i nježno mješajte. Otopina će postati žuta.
- 2.7. Napunite veći 0-20 titrator- pipetu (0378) sa salinitet titrator reagensom B (7461).
- 2.8. Stavite titrator u otvor na čepu titratorske posude.
- 2.9. Polako gurajte klip titratora prema dolje tako da reagens iz pipete izlazi kap po kap sve do promjene žute boje u roza-smeđu. Svaki put kad dodate kap titratorske tekućine promiješajte lagano posudu u smjeru kazaljke na satu.
- 2.10. Očitajte rezultat direktno na pipeti i izrazite u ppt.
- 2.11. Ako ispraznite titrator ponovo ga napunite i dalje titrirajte. Na kraju očitajte i zbrojite količinu utrošenog titracijskog reagensa.
- 2.12. Dobiveni rezultat unesite u obrazac za mjerenje.

Dobiveni rezultati trebaju biti u granicama $\pm 0,4$ ppt

ALKALITET VODE

Alkalitet je mjera puferske sposobnosti vode, tj. sposobnosti vode da neutralizira dodanu kiselinu.

Izražava se u ppm CaCO_3 .

Kiseline dolaze u vodu kišnicom ili snijegom i rjeđe kroz tlo. Alkalitet nastaje kada voda otapa stijene koje sadrže kalcijev karbonat. Ukoliko jezero ili tekućica imaju nizak alkalitet (ispod 100 mg/l), veliki utok kiseline (npr. snažne i dugotrajne oborine) može privremeno potrošiti sav alkalitet te dovesti do pada pH vode. Nizak pH štetan je za većinu životinjskih organizama u vodi. Gorska jezera često imaju nizak alkalitet te su posebno osjetljiva u proljeće za vrijeme otapanja snijega, kada u vodu ulaze štetne tvari, a unpravo je to vrijeme kad u vodi buja život.

Učestalost: tjedno



Kalibracija: svakih 6 mjeseci

Materijal i pribor: Kit za alkalitet, posuda od 500 ml, boca destilirane vode, menzura od 100 ml i 500 ml, boca za uzorak, natrijev hidrogen karbonat, vaga, rukavice, obrazac za podatke.

POSTUPAK

6. Kalibracija :

- 1.1. Izvažite 1,9 g natrijevog hidrogenkarbonata (NaHCO_3) i usipajte ga u menzuru od 500 ml.
- 1.2. Napunite menzuru destiliranom vodom do oznake (500 ml).
- 1.3. Dobivenu otopinu prelijte u posudu od 500 ml i miješajte sa staklenim štapićem dok se sva sol ne otopi.
- 1.4. Menzuru od 500 ml isperite s destiliranom vodom te zatim 15 ml otopine iz posude prenesite u menzuru.
- 1.5. Napunite destiliranom vodom do oznake (500 ml).
- 1.6. Dobivena otopina je vaš standard čiji je **alkalitet 68 mg/l CaCO_3** (izražen kao 68 mg CaCO_3 u 1 l otopine).

Alkalitet destilirane vode obično je 14 mg/l CaCO_3

Ukoliko se koncentracija standarda razlikuje za više od 1 mg/l, priredite novi standard pazeći na točnost odvage i razrjeđivanje.

Ako je razlika i dalje prisutna, najvjerojatnije trebate novi reagens za titraciju u setu za mjerenje.

7. Određivanje alkaliteta uzorka :

Mjerenje izvrši s kitom prema uputama proizvođača.

Primjer: Pažljivo pročitaj upute za LaMotte direktno očitavanje titracije.

Titратор je kalibriran da odredi alkalitet u kratkom vremenu u ppm (parts per million) kalcijeva karbonata (CaCO_3).

Svaka podjela na titracijskoj skali odgovara 4 ppm kalcijevog karbonata.

FENOLFTALEIN (P) ALKALITET

- 2.1. Napunite titracijsku tubu do oznake 5 ml s vodom.
- 2.2. Dodajte 2 kapi alkalitet indikatora *1(3870), zatvorite i promućkajte. Ako se ne pojavi crvena boja P alkalitet je 0, ako je crvena nastavite s 2.3. korakom.
- 2.3. Napunite titrator za direktno očitavanje s alkalitet reagensom B. Stavite titrator u sredinu čepa titracijske tube.
- 2.4. Lagano miješajte tubu i lagano pritišćite titratorski klip (kap po kap) dok crvena boja ne nestane.
- 2.5. Očitajte rezultat na titratorskoj skali tako da očitajte krajnju točku klipa. Zabilježite rezultat u ppm CaCO_3 .
- 2.6. Ako klip dođe do kraja skale (200 ppm) prije nego što dođe do promjene boje, ponovno napunite titrator i nastavite titraciju. U krajnjem rezultatu zbrojite sav potrošeni reagens.

TOTALNI ALKALITET (T)



- 2.7. Bez micanja klipa maknite titrator zajedno s poklopcem sa titracijske tube koja sadrži uzorak iz točke 4.
- 2.8. Dodajte 2 kapi alkalitet indikatora 2. Zatvorite i promućkajte. Pojavit će se plava boja. Stavite ponovno titrator s čepom natrag.
- 2.9. Dok lagano miješajte tubu, lagano pritišćite i titratorski klip (kap po kap) dok se plava boja ne promjeni u zelenu. Zabilježite rezultat kao T alkalitet u ppm CaCO_3 .
- 2.10. Ako se testira samo totalni alkalitet napravite samo 2.1. , 2.7. i 2.8. korak koristeći puni titrator u koraku 2.8.

VEZA između alkaliteta:

8. Karbonatni alkalitet je prisutan kada fenolftalein nije 0, ali je manji od totalnog alkaliteta.
 - B. Hidroksid alkalitet je prisutan ako je fenolftalein alkalitet veći od $\frac{1}{2}$ totalnog alkaliteta.
 - C. Bikarbonat alkalitet je prisutan ako je fenolftalein alkalitet manji od $\frac{1}{2}$ totalnog alkaliteta.
- Tablica : odnosi između alkaliteta.

| Rezultat titracije | Hidroksid alkalitet kao CaCO_3 | Karbonatni alkalitet kao CaCO_3 | Bikarbonatni alkalitet kao CaCO_3 |
|--------------------|---|--|--|
| P=0 | 0 | 0 | T |
| P<1/2 T | 0 | 2P | T-2P |
| P=1/2T | 0 | 2P | 0 |
| P>1/2T | 2P-T | 2(T-P) | 0 |
| P=T | T | 0 | 0 |

NITRATI

Mjerenje količine nitrata je važan korak u određivanju kvalitete vode. Dušik je prisutan u vodi u više oblika, a najčešće se pojavljuje u dva, kao nitrati (NO_3^-) i nitriti (NO_2^-). Nitrati su najvažniji, dok se nitriti u većim koncentracijama javljaju u subtoksičnim vodama (s niskom koncentracijom kisika). Prirodne vode obično imaju manje od 1 mg/l N-NO_3^- . Kod prevelikih koncentracija dolazi do promjene mirisa i okusa vode. Toksični efekti na životinjske organizme u vodi javljaju se tek na vrlo visokim koncentracijama ($>90 \text{ mg l}^{-1} \text{ N-NO}_3^-$).

Dušik je, uz fosfor, najčešći limitirajući faktor za rast biljne komponente u vodi. Nitrati su povoljni za rast algi i drugih vodenih biljaka. Prirodni izvori povećanja koncentracije nitrata u vodi su kiša, snijeg, magla ili raspad organske tvari u tlu i u sedimentu. Primjenom umjetnih gnojiva u poljoprivredi, povećava se i koncentracija dušika u tlu i u vodi. Dušik se ispire iz tla kišom i dolazi u jezera, rijeke i mora. Kanalizacijski ispusti drugi su štetan umjetni izvor nitrata u vodi. Kod povišenih koncentracija hranjivih soli u vodi može doći do većeg razvoja algi i makrofita, što za sobom povlači kaskadnu reakciju preopterećenja vodenog ekosustava (tzv. eutrofikacija).

Nitrate ne mjerimo direktno već ih prvo prevodimo u nitrite, a zatim mjerimo ukupnu količinu prisutnih nitrita.

NITRATE izražavamo u mg/l dušika u nitratu.

NITRITE izražavamo u mg/l dušika u nitritu.

Učestalost mjerenja: tjedno

Razine : sve

Kalibracija: svakih 6 mjeseci

Materijal i pribor: nitratni test, posuda od 50 ml, menzura od 100 i 500 ml, tri boce od 500 ml, destilirana voda.



POSTUPAK

9. Kalibracija:

Kalibrirati se treba svakih 6 mjeseci. Svježi standard treba se pripremiti svaki put ukoliko standard nije stabilan.

NITRATNI STANDARD :

Koncentrat standard :

- 1.1. Koncentriranu nitratnu otopinu pripremite pomoću sušenog (na 105°C sušenje 24 sata) kalijevog nitrata (KNO_3). U menzuri od 500 ml otopi se 3,6 g KNO_3 u destiliranoj vodi, bez snažnog miješanja otopine, dok se sva sol ne otopi. Otopinu spremite u bocu od 500 ml i na etiketi zabilježite sastav i datum proizvodnje.
- 1.2. Koncentracija takve otopine je 7200 mg/l KNO_3 ili 1000 mg/l dušika u nitratu. /Maseni udio dušika u kalijevom nitratu = 0,138. Ako maseni udio pomnožimo s konc. Otopine (7200 mg/l) dobijemo koncentraciju dušika u nitratu (1000 mg/l)./
- 1.3. **Konc. Dušika u nitratu = maseni udio dušika x koncentracija otopine kalijevog nitrata**

Standardna nitratna otopina :

- 1.4. Izmjerite 50 ml gore priređenog standarda upotrebljavajući 100 ml menzuru.
- 1.5. Prebacite u 500 ml menzuru i nadopunite do 500 ml s destiliranom vodom.
- 1.6. Pažljivo promješajte.
- 1.7. Rezultat je 100 mg/l dušika u nitratnom standardu.
- 1.8. Spremite u 500 ml bocu. Stavite etiketu i datum.

Kvalitativna kontrola :

- 1.9. U menzuru od 500 ml dodajte 10 ml standardne otopine.
- 1.10. Do oznake nadopunite s destiliranom vodom.
- 1.11. Koncentracija kontrole je 2 mg/ l dušika.
- 1.12. Odredite koncentraciju standarda tako da pažljivo pratiš upute proizvođača kita za mjerenje.
- 1.13. Koncentracija dobivena mjerenjem mora biti u granicama ± 1 mg/l od poznate koncentracije standarda.
- 1.14. Dobiveni podatak upišite u obrazac za mjerenje.

10. Mjerenje

Prije samog mjerenja isperite posudu za uzimanje uzoraka nekoliko puta s vodom čiju ćete koncentraciju dušika mjeriti.

Ovom metodom se mjeri koncentracija dušika od 0-1 mg/l.

- 2.1. Jednu kivetu napunite uzorkom vode. Kivetu zatvorite i snažno promućkajte. Ispraznite kivetu i ponovite postupak bar još 3x.
- 2.2. Napunite kivetu s uzorkom do oznake **5 ml**.
- 2.3. Otvorite Nitra Ver6 – reagens jastučić.
- 2.4. Sadržaj jastučića istresite u kivetu s uzorkom , zatvorite kivetu i miješajte – tresite 3 minute. Nakon toga ostavite ju da miruje na stolu 30 sekundi. Pojavit će se neoksidirani kadmij koji će pasti na dno.
- 2.5. Tako priređeni uzorak presipajte u drugu kivetu , **pažljivo** tako da kadmij zaostane u prvoj kiveti.
- 2.6. Otvorite Nitra Ver3 – reagens jastučić. Sadržaj jastučića istresite u kivetu s uzorkom, zatvorite kivetu i miješajte – tresite 3 minute. **Ako je prisutan nitrat pojavit će se crvena boja.**
- 2.7. Stavite kivetu na stol da miruje od 10-20 min, ali **ne duže**.
- 2.8. Kivetu s priređenim uzorkom stavite u desni dio komparatora.



- 2.9. Isperite kadmij iz prve kivete.
- 2.10. Napunite je originalnim uzorkom do oznake 5 ml.
- 2.11. Kivetu smjestite u lijevi dio komparatora.
- 2.12. Komparator okrenite prema izvoru svjetla i gledajte kroz otvor.
- 2.13. Okrećite disk komparatora dok ne postignete iste boje.
- 2.14. Očitajte direktno sa skale koncentraciju dušika u nitratima u mg/l.

Ako želite koncentraciju nitrita dobiveni rezultat pomnožite s 4,4.

Ovom metodom se mjeri koncentracija dušika od 0-10 mg/l.

- Napunite kivetu s destiliranom vodom. Zatvorite, snažno protresite. Ispraznite kivetu i ponovite postupak bar još 3x.
- Plastičnu kapalicu isperite uzorkom vode, napunite je do **0,5 ml**. Sadržaj kapalice ispustite u kivetu. Do oznake nadopunite s destiliranom vodom. Ponovite sve ostale korake iz prethodnog postupka.

Krajnji rezultat pomnožite s 10, da odredite točnu vrijednost koncentracije dušika.

PROZIRNOST

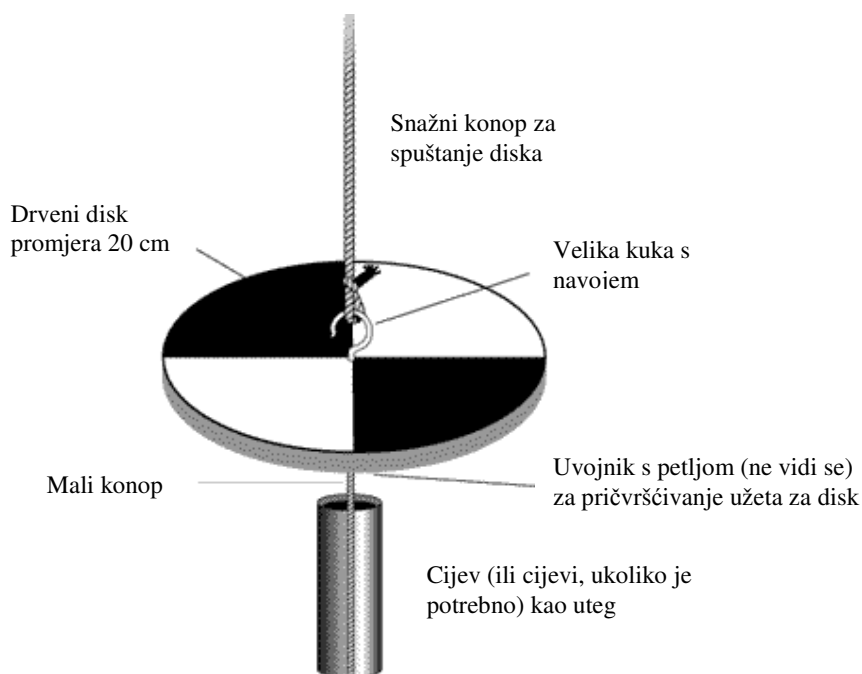
Prozirnost vode pokazuje mogućnost prolaza sunčevog svjetla kroz vodu. Svjetlo je bitno za rast zelenih biljaka. U moru i u jezerima dubina do koje prodire svjetlost nam pokazuje dubinu produktivnog (trofogenog) sloja.

Za mjerenje transparentnosti ili prozirnosti upotrebljava se Secchi disk (za stajačice tj. za duboke vode) ili turbidity epruveta (za tekućice ili gdje je nemoguća primjena Secchi diska). Prozirnost vode se smanjuje što je veća količina suspendiranih tvari u vodi, algi i što je jača obojenost vode (potječe od bakterija, otopljenih tvari, algi i od raspadajuće organske tvari). Svjetlost će dublje prodirati u mirnoj, nego u turbulentnoj vodi. Ispust kanalizacije u vodu i ispiranje poljoprivrednih tala smanjuje prozirnost vode.

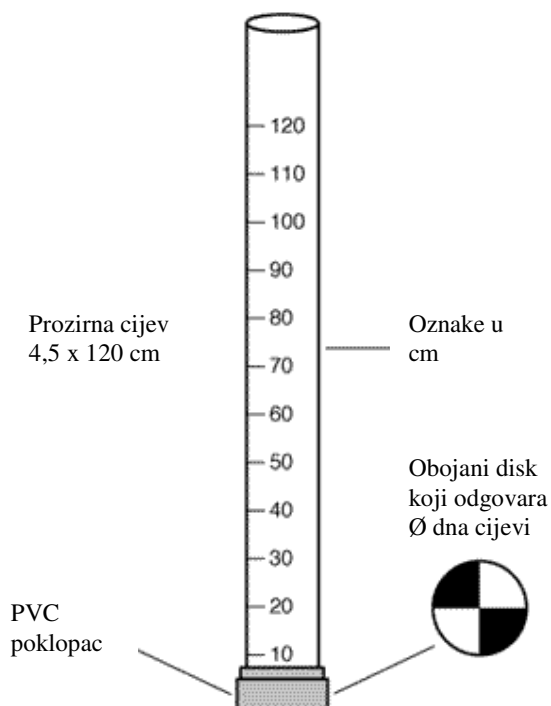
Većina prirodnih voda ima prozirnost od 1 do nekoliko metara. Vrijednosti ispod 1 m označavaju visoko produktivne vode ili veliku količinu suspendiranih čestica. Izuzetno čista, nisko produktivna jezera mogu imati prozirnost od 30-40 m, a visoka prozirnost bilježi se i u čistom moru.

**Učestalost mjerenja: tjedno****Razine : sve****Materijal i pribor:** Secchi disk (5 metara konopca; emajl sprej, crni i bijeli; metalna cijev duga 15 cm i promjera 5-3 cm; svrdlo; komad drvene daske debljine 2,5 cm i promjera 20 cm; 2 zavrnuti čavla); ili turbidity epruveta (plastična cijev duga 1 m i 4,5 cm u promjeru, poklopac na dnu; marker i metar)**NAPRAVITE SECCHI DISK :**

- Podijelite gornju stranu drvenog diska – ploče olovkom na četiri jednaka dijela (nacrtaj dvije linije pod kutom od 90°).
- Obojite dvije suprotne strane crno i dvije bijelo.
- Provrtite kroz sredinu rupu i stavite u nju kuku, zavežite na nju 5 m dugački konopac s gornje strane diska.
- Zavežite mali komad konopa na donju kuku tako da provučete konop kroz metalnu cijev koja služi kao uteg.
- Držite konopac tako da pomoću metra možete na konopu odrediti svakih 10 cm s crnim vodootpornim markerom počevši od vrha diska.
- Svakih 50 cm označite s plavim markerom, a svaki 1 m crvenim.

**NAPRAVITE turbidity epruvetu – cijev:**

- Stavi PVC poklopac na dno prozirne cijevi.
- Poklopac mora dobro odgovarati tako da voda ne izlazi iz cijevi.
- Izreži disk od drva, plastike ili kartona iste veličine kao i dijametar cijevi.
- Podjeli disk kao i u prethodnom slučaju te ga oboji.
- Zalijepi disk na poklopac tako da se može vidjeti s vrha cijevi.
- Označi metrom svakih 10 cm tako da kreneš od dna cijevi prema vrhu.



POSTUPAK

Mjerite u sjeni, kako bi lakše očitali vrijednost i imali bolji – čistiji pogled na disk, ako to nije moguće stavite veći komad kartona ispred sebe kako biste načinili sjenu. Mjere najmanje tri učenika kako bi dobili što točniji rezultat.

11. Secchi disk :

- 1.1. Spuštajte disk polako u vodu dok na trenutak ne nestane. Ako je moguće, dohvatite konop na površini vode i označite točku na konopu npr. roza bojom. Ako nije moguće označite kad na poznatoj udaljenosti od površine vode.
- 1.2. Zatim podignite disk do momenta kad ga ponovno ugledate. Označite tu točku. Sada imate dvije oznake na konopu. One trebaju biti udaljene samo nekoliko cm.
- 1.3. Očitajte vrijednosti prema najbližem 1 cm. Unesite obje vrijednosti u obrazac za mjerenje.
- 1.4. Ako se dvije vrijednosti razlikuju za više od 10 cm, ponovite mjerenja.
- 1.5. U obrazac unesite i oblačnost koristeći GLOBE protokol.
- 1.6. Odredite udaljenost između mjesta gdje svaki promatrač označuje užu i površine vode. Ukoliko je užu markirano na površini vode unesite 0.

Ukoliko Secchi disk dođe do dna, a Vi ga još uvijek vidite, jednostavno zabilježite dubinu do dna i stavite oznaku > ispred izmjerene dubine u obrazac.

12. Turbidity epruveta- cijev :

- 12.1. Sipajte – ulijevajte uzorak vode u cijev, sve dok dobro vidite dno cijevi na kojoj se nalazi crno-bijela podloga. Rotirajte cijev dok gledate dolje i dolijevajte vode



sve dok više ne vidite promjenu na crno-bijeloj podlozi. Očitajte na cijevi visinu vodenog stupca.

- 12.2. Upišite vrijednost u obrazac. Prihvatljiva razlika mjerenja je ± 1 cm između grupa učenika.

Ako još možete vidjeti dno cijevi kad skroz napunite cijev vodom, jednostavno unesite > od dužine cijevi u obrazac.

Tablica zbirnih podataka o potrebnim mjernim instrumentima, vremenu mjerenja i učeničkoj razini kojoj odgovara pojedina metoda

| Parametar | Mjerni instrument | Vrijeme mjerenja | Učestalost | Kalibracija | Razina |
|-----------------------|---|-------------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|
| Temperatura | alkoholni termometar | 5 minuta | tjedno | svaka 3 mjeseca | sve |
| pH | pH indikator papir pH pen pH metar | 5 minuta | tjedno | tjedno | početnici srednja napredna |
| Otopljeni kisik | oprema (kit) za otopljeni kisik | 15 minuta | tjedno | svakih 6 mjeseci | srednja napredna |
| Električna vodljivost | konduktivitet tester ili tester za ukupnu količinu otopljenih tvari | 5 minuta | tjedno | tjedno | sve |
| Salinitet | areometar | 10 minuta | tjedno | svakih 6 mjeseci | sve |
| Alkalitet | oprema (kit) za alkalitet | 15 minuta | tjedno | svakih 6 mjeseci | srednja napredna |
| Nitrati | oprema (kit) za nitrate | 15 minuta | tjedno | svakih 6 mjeseci | svi |
| Prozirnost | Secchi disk turbidity epruveta | 10-15 minuta | tjedno | | svi |



Fizikalno-kemijska svojstva vode

Formular za terenska istraživanja

Ime škole: _____
Učenička grupa: _____
Naziv lokacije: _____
Datum uzimanja uzorka: _____ vrijeme: _____ (sati i minute) upišite jedno od idućeg:
UT _____ lokalno _____

Prozirnost

Oblačnost (izaberite jedan opis): _____ čisto nebo _____ raštrkani oblaci _____ isprekidani oblaci
_____ oblačno

Secchi Disk:

Učenik 1: Dužina užeta: _____ kada disk nestane: _____ m kada se disk ponovno pojavi:
_____ m

Udaljenost od mjesta gdje stoji učenik 1 do površine vode: _____ m

Učenik 2: Dužina užeta: _____ kada disk nestane: _____ m kada se disk ponovno pojavi:
_____ m

Udaljenost od mjesta gdje stoji učenik 2 do površine vode: _____ m

Učenik 3: Dužina užeta: _____ kada disk nestane: _____ m kada se disk ponovno pojavi:
_____ m

Udaljenost od mjesta gdje stoji učenik 3 do površine vode: _____ m

Turbidity cijev:

Voda u cijevi u trenutku kada slika nestane:

Učenik 1: _____ cm Učenik 2: _____ cm Učenik 3: _____ cm

Temperatura vode

Učenik 1: _____ °C Učenik 2: _____ °C Učenik 3: _____ °C Srednja vrijednost:
_____ °C

Otopljeni kisik

Učenik 1: _____ mg/l Učenik 2: _____ mg/l Učenik 3: _____ mg/l Srednja vrijednost:
_____ mg/l

Proizvođač kit-a i

model: _____



pH

Metoda: _____ indikator papir _____ pen _____ meter

pH vrijednost pufera: pH 4: _____ pH 7: _____ pH 10: _____

Izmjerene vrijednosti pH:

Učenik 1: _____ Učenik 2: _____ Učenik 3: _____ Srednja vrijednost: _____

Električna vodljivost

Standard: _____ MicroSiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Učenik 1: _____ $\mu\text{S}/\text{cm}$ Učenik 2: _____ $\mu\text{S}/\text{cm}$ Učenik 3: _____ $\mu\text{S}/\text{cm}$

Srednja vrijednost: _____ $\mu\text{S}/\text{cm}$

Salinitet

Podaci o plimi/oseki

Vrijeme nastupanja morske mjene prije početka mjerenja: _____ sati i minute

Označite jedno: Plima _____ Oseka _____

Označite jedno: UT _____ lokalno vrijeme _____

Vrijeme nastupanja morske mjene nakon mjerenja: _____ sati i minute

Označite jedno: Plima _____ Oseka _____

Označite jedno: UT _____ lokalno vrijeme _____

Mjesto gdje se mjeri nastupanje plime/oseke (i koordinate): _____

Salinitet (Hidrometarska metoda)

Učenik 1 Učenik 2 Učenik 3
Temperatura vode u cilindru: _____ °C _____ °C _____ °C

Specifična težina: _____

Salinitet uzorka: _____ ppt _____ ppt _____ ppt

Prosječni salinitet: _____ ppt

Alternativna metoda - Titracija

Salinitet uzorka: Učenik 1: _____ ppt Učenik 2: _____ ppt

Učenik 3: _____ ppt

Prosječni salinitet: _____ ppt

Proizvođač opreme (kit-a) i

model: _____

Alkalitet

Za uređaje koji direktno očitavaju alkalitet

Učenik 1: _____ mg/l CaCO_3 Učenik 2: _____ mg/l CaCO_3

Učenik 3: _____ mg/l CaCO_3

Srednja vrijednost: _____ mg/l as CaCO_3

Hach kit-ovi ili drugi uređaji u kojima se broje kapi:

Učenik 1 Učenik 2 Učenik 3 Srednja vrijednost
Broj kapi: _____ kapi _____ kapi _____ kapi _____ kapi

Konverzijska konstanta

za vaš kit: x _____ x _____ x _____ x _____



Ukupni alkalitet (mg/l CaCO_3) = _____ mg/l = _____ mg/l = _____ mg/l = _____ mg/l

Proizvođač opreme (kit-a) i

model: _____

Nitrati

Učenik 1: _____ mg/l $\text{NO}_3^- - \text{N} + \text{NO}_2^- - \text{N}$ _____ mg/l $\text{NO}_2^- - \text{N}$

Učenik 2: _____ mg/l $\text{NO}_3^- - \text{N} + \text{NO}_2^- - \text{N}$ _____ mg/l $\text{NO}_2^- - \text{N}$

Učenik 3: _____ mg/l $\text{NO}_3^- - \text{N} + \text{NO}_2^- - \text{N}$ _____ mg/l $\text{NO}_2^- - \text{N}$

Srednja vrijednost: _____ mg/l $\text{NO}_3^- - \text{N} + \text{NO}_2^- - \text{N}$ _____ mg/l $\text{NO}_2^- - \text{N}$

Proizvođač opreme (kit-a) i

model: _____