

IPAQ PETA

potprojekt: Istraživanje i rekreacija u prirodi

6. ANALIZA VODE I TLA

Sonja Tolić, dr. sc., Zavod za javno zdravstvo Andrija Štampar

Cilj: Osposobiti učenike za pravilno prikupljanje uzoraka vode i tla te analizirati osnovne pokazatelje kvalitete vode i tla.

Obrazovni ishodi: Učenik će:

- opisati pravilno uzorkovanje vode i tla
- odrediti fizikalna svojstva uzoraka vode i tla
- utvrditi organoleptička svojstva uzoraka vode
- izmjeriti pH-vrijednost uzoraka vode i tla
- odrediti kemijske pokazatelje kvalitete vode i tla (amonijak, nitrati, nitriti, ukupna tvrdoća vode – karbonatna, nekarbonatna, fosfati).

1. Opisati pravilno uzorkovanje vode i tla

p. 1.1 : Što je uzorkovanje vode a što je uzorkovanje tla?

Uzorkovanje vode je uzimanje uzorka vode zbog ispitivanja fizikalno-kemijskih i mikrobioloških svojstava vode.

Uzorkovanje tla je uzimanje uzorka tla zbog ispitivanja fizikalno-kemijskih i mikrobioloških svojstava tla.

p. 1.2 : Nabroji vrste spremnika za uzorkovanje vode i tla.

Spremnici za uzorkovanje vode mogu biti od polietilena, polipropilena, polikarbonata i stakla.

Ambalaža za uzorkovanje tla: staklene i polietilenske boce, polietilenske vrećice.

Oprema za uzimanje tla:

- svrdlo za uzorkovanje
- igla za uzorkovanje
- žlica, lopatica, lopata, grabilica
- folija za četvrtanje, itd.

Prilikom uzimanja uzoraka tla vrlo je važno izbjeći kontaminaciju uzoraka. Pri tome treba paziti da oprema za uzorkovanje kao i spremnici u koje se uzorci stavljaju budu kemijski čisti i načinjeni od materijala kontrolirane kemijske kvalitete te kontroliranog sastava. Oprema koja se koristi za uzorkovanje ne smije biti obojana, podmazivana ili pak tretirana s kemijskim sredstvima. Prilikom uzimanja svakog novog uzorka, pa čak i prilikom uzimanja prostornog uzorka, između svake točke oprema za uzorkovanje treba biti mehanički očišćena. Spremnici za uzorke moraju biti napunjeni i nepropusno zatvoreni tako da u njima ostane što manje slobodnoga prostora.

p. 1.3 : Prema kojemu se kriteriju odabire spremnik za uzorkovanje vode i tla?

Spremnik za uzorkovanje vode ili tla odabire se prema vrsti pokazatelja koji će se ispitivati.

Ako nije potrebno sačuvati strukturu tla, uzima se „uzorak nesačuvane strukture“ (engl. *disturbed sample*) što znači da se čestice uzorka slobodno kreću u odnosu jedna prema drugoj unutar posude za uzorkovanje.

U slučaju da se treba sačuvati struktura tla uzima se „uzorak sačuvane strukture“ (engl. *undisturbed sample*) što znači da se čestice uzorka ne mogu slobodno kretati. Za takvo uzorkovanje koristi se posebna oprema za bušenje pomoću koje se nakon bušenja oprema vadi zajedno s uzorkom i tako uzorak tla ostaje u izvornom fizikalnom obliku. Ti „neuznemireni uzorci“ uzimaju se u slučajevima kada se trebaju ispitati fizikalna i mikrobiološka svojstva uzorka kao i koncentracija lako hlapljivih organskih spojeva. Naime, kod „uznemirenog uzorka“ slobodnim kretanjem čestica lako hlapljivi organski spojevi mogu ishlapati u atmosferu.

p. 1.4 : Kako se uzorkuje kopnena/morska voda, a kako tlo?

Prilikom uzimanja uzorka vode treba nastojati uzeti što homogeniji uzorak (izbjegavati lišće, grane, eventualne masne mrlje i sl.), osim ako je cilj ispitivanja vode zbog zagađenja. Voda za određivanje fizikalno-kemijskih pokazatelja uzorkuje se na način da se otvoreni spremnik uroni ispod površine vode (cca 50 cm). Spremnik prije uzimanja uzorka treba isprati tri puta s vodom koja se uzorkuje. Za većinu pokazatelja uzorak se uzima u stakleni spremnik. Voda za određivanje metala u tragovima (osim Hg) uzorkuje se u polietilenske spremnike. Voda za ispitivanje mikrobioloških pokazatelja uzima se u stakleni spremnik prethodno steriliziran (bez ispiranja). Prilikom uzorkovanja čep spremnika ne smije se ispuštati iz ruke kako se ne bi njime unijelo vanjsko onečišćenje. Uzorak vode treba uzimati držeći bocu za dno i uranjajući otvor oko 30 cm ispod površine.

Uzorak tla može biti:

- *pojedinačni uzorak* (uzorak uzet s pojedine točke za koju se upisuju točne koordinate); *klaster uzorak* (kompozitni uzorak sačinjen od pojedinačnih uzoraka - npr. devet točaka - uzetih vrlo blizu jedan drugog);
- *prostorni („spacijalni“) uzorak* (kompozitni uzorak sačinjen od pojedinačnih uzoraka uzetih s veće površine (npr. polje));
- „slot“ *uzorak* (uzorak tla uzet iz okomitog utora unutar jednog sloja ili drugog poddjela za koji se pretpostavlja da je homogen)
- *stratificirani uzorak* (uzorak tla dobiven kao kombinacija pojedinačnih uzoraka uzetih iz istog sloja pod pretpostavkom da je taj sloj homogen).

2. Odrediti fizikalna svojstva uzoraka vode i tla

p. 2.1. Navedi fizikalna svojstva vode i tla.

Fizikalna svojstva vode koja se određuju na terenu su: temperatura, prozirnost, mutnoća, elektrovodljivost, boja, zasićenost kisikom i gustoća.

Fizikalna svojstva tla su: mehanički sastav tla (pijesak, kamen, šljunak, prah, glina), struktura tla, relativna gustoća tla, poroznost i temperatura.

p. 2.2. Koja fizikalna svojstva vode i tla ovise o meteorološkim uvjetima?

O meteorološkim uvjetima ovisi temperatura vode, gustoća vode i zasićenost kisikom.
O meteorološkim uvjetima ovisi temperatura tla koje se zagrijava pod utjecajem sunčeve energije, poroznost tla u čije se pore može zavući voda, gustoća tla i sl.

p. 2.3. Kako se mjeri temperatura uzorka (vode i tla)?

Temperatura vode mjeri se u posudi za prikupljanje uzorka vode. Termometar se na 5 min odloži u vodu. Postupak se ponovi 3 puta, te izračuna srednju vrijednost mjerenja. Temperatura tla mjeri se koljenastim živinim termometrom pri različitim dubinama, 2, 5, 10, 20, 30, 50 i 100 cm dubine.

p. 2.4. O čemu ovisi temperatura kopnene/morske vode?

Temperatura kopnene/morske vode ovisi o temperaturi temeljne vode koja je opskrbljuje, dubini, temperaturi zraka (klimi okoline) te brzini i duljini vodenoga toka.

p. 2.5. Objasni ekološki značaj temperature vode za živi svijet.

Ekološko značenje temperature očituje se u rasprostranjenosti hidrobionata i brzini njihovih životnih procesa (disanja, razmnožavanja, probavljanja hrane, brzine kretanja, osjetljivosti, preobrazbama, veličini i dr.).

3. Ustanoviti organoleptička svojstva uzoraka vode

p. 3.1. Nabroji organoleptička svojstva vode.

Organoleptička svojstva vode su: miris, boja, zamućenost, temperatura i okus (izvorske vode i vode za piće).

p. 3.2. Od čega potječe miris vode?

Miris vode potječe od različitih hlapljivih tvari otopljenih ili suspendiranih u vodi. U prirodnim vodama najčešći su mirisi po sumporovodiku i zemlji, a u otpadnim vodama po fekalijama i različitim hlapljivim kemijskim tvarima.

p. 3.3. Od čega potječe boja vode?

Boja vode potječe od otopljenih ili suspendiranih tvari u vodi (planktoni, soli Fe^{3+}).

p. 3.4. Kako se određuje boja vode na terenu?

Boja vode određuje se u čistoj staklenoj boci tako da se promatra uzorak držeći ga ispred sebe okrenuti leđima izvoru svjetla.

p.3.5. Kako se određuje miris vode?

Miris vode određuje se tako da se u spremnik šireg otvora (može i čaša) uzme uzorak vode, dobro se protrese i prinese nosu na udaljenost od 2 do 3 cm. Pomiriši se nekoliko sekundi. Postupak se ponovi nekoliko puta.

4. Izmjeriti pH-vrijednost uzoraka vode i tla

p. 4.1. Što je pH-vrijednost?

pH-vrijednost je mjera kiselosti otopine.

p. 4.2. Opiši ekološki značaj pH-vrijednosti vode i tla za živi svijet.

pH-vrijednost prirodnih voda ovisi o fizikalno-kemijskim i biološkim čimbenicima. Od kemijskih čimbenika najvažniji su CO_2 i soli ugljične kiseline. Oni reguliraju aktivnu reakciju sredine (pH-vrijednost).

Otapanjem slobodnoga CO_2 u vodi nastaje ugljična kiselina, koja u reakciji s vodom ionizira na ione (H_3O^+) i (HCO_3^-). Vodikovi ioni zakiseljuju vodu. Soli ugljične kiseline, karbonati i hidrogenkarbonati, u reakciji s vodom stvaraju hidroksidne (OH^-) ione, a rezultat je povećanje alkalične vrijednosti vode.

Za kretanje pH vrlo su važni biološki procesi u vodi. Disanjem hidrobionata i razgradnjom organskih tvari oslobađa se CO_2 koji zakiseljuju vodu. S druge strane, potrošnja CO_2 u asimilacijskim procesima uvjetuje povišenje pH, što dolazi do izražaja naročito ako je bujno razvijena vodena vegetacija. To je uvjetovano time što se fotosintezom iskoristi ne samo sav slobodni CO_2 iz vode, nego se izdvaja i razgradnjom bikarbonata. pH-vrijednost sredine mnogostruko djeluje na sve strane života vodenog ekosustava. Naročito je važna u procesima izmjene tvari i razmnožavanja vodenih organizama. Uz visoku bazičnost; neki spojevi, neophodni vodenom bilju, prelaze u netopljiva stanja (željezo, mangan), smanjuje se propusnost stanica nekih alga i dr. U životu riba i drugih životinjskih organizama pH-vrijednost vode je vrlo važna. Ako je reakcija vode kisela, u riba se smanjuje mogućnost iskorištavanja hrane, a u jako alkalnoj sredini smanjuje se propusnost vanjskog epitela za prolaz plinova i soli, smanjuje se otpornost prema bolestima i dr. O visini pH ovise i procesi razmnožavanja vodenih organizama.

Reakcija tla je vrlo važna značajka tla jer izravno utječe na kemijske procese u tlu i ishranu bilja, odnosno pristupačnost biogenih elemenata i životne funkcije organizma tla. Među mnogim procesima koji se odvijaju u otopini tla, jedan od vrlo značajnih za vodenu otopinu svakako je disocijacija kiselina i njihovih soli, pri čemu se oslobađaju H^+ i OH^- ioni. Ovisno o koncentraciji navedenih iona otopina tla može biti kisela, neutralna ili lužnata. Vrlo je važna kiselost tla, koja može izazvati poremećaj ishrane bilja jer blokira hranjiva u tlu, tako da ih biljke ne mogu primati. I u slučaju bazičnog tla kod biljaka dolazi do poremećaja primanja hranjiva. Kalcizacijom (dodavanjem vapnenih materijala) može se smanjiti kiselost tla, tj. kisela reakcija popraviti do neutralne, odnosno sadrenjem (dodavanjem sadre) može se bazično tlo popraviti do neutralnog.

Prije sjetve pojedinih kultura potrebno je izmjeriti pH-vrijednost tla. Većina poljoprivrednih tala ima pH – vrijednost 6 - 7,5. Ocjedne vode kiselih tala mogu u sebi sadržavati i veće količine aluminijevih iona koji štetno djeluju na biljke i životinje, a posebice ribe u rijekama i jezerima.

p. 4.3. Kako se mjeri pH vrijednost kopnene/morske vode i tla?

pH-vrijednost mjeri se univerzalnim indikatorskim papirom ili pH metrom. pH-vrijednosti tla mjeri se koristeći vodeni ekstrakt tla.

p. 4.4. Koji čimbenici povećavaju, a koji smanjuju pH-vrijednost vode i tla?

Čimbenici koji povećavaju pH-vrijednost su soli ugljične kiseline, karbonati i hidrogenkarbonati koji u otopinama ioniziraju i stvaraju hidroksidne ione, a rezultat je povećanje pH-vrijednosti vode. Potrošnja CO₂ u asimilacijskim procesima uvjetuje povišenje pH-vrijednosti što dolazi do izražaja naročito ako je bujno razvijena vodena vegetacija. To je uvjetovano time što se fotosintezom iskoristi ne samo sav slobodni CO₂ iz vode, nego se izdvaja i razgradnjom hidrogenkarbonata. Tla s većim udjelom karbonata su alkalnija.

Čimbenici koji smanjuju pH-vrijednost su vodikovi ioni koji nastaju ionizacijom ugljične kiseline nastale otapanjem slobodnog CO₂ u vodi. CO₂ nastaje i u vodi disanjem hidrobionata i razgradnjom organskih tvari te, također, zakiseljuje vodu.

Zakiseljavanje tla prirodan je proces, a može biti pojačan djelovanjem čovjeka, npr. unošenjem atmosferskih onečišćenja i mineralnih gnojiva u tlo ili primjenom agrotehničkih mjera.

Kisela tla najčešće se nalaze u krajevima s mnogo padalina koje ispiru tlo i uzrokuju biološku produkciju kiselina. Lužnata tla najčešće su tamo gdje ima malo padalina, gdje je izraženo isparavanje vode te ograničeno ispiranje. Pri tome dolazi do akumulacije soli i povećane lužnatosti tla.

5. Odrediti kemijske pokazatelje kvalitete vode i tla (amonijak, nitrati, nitriti, fosfati, ukupna tvrdoća vode – karbonatna, nekarbonatna, fosfati)

p. 5.1. Nabroji kemijske pokazatelje kvalitete vode i tla.

Kemijski pokazatelji kvalitete vode su: pH-vrijednost, amonijak, nitrati, nitriti, ukupna tvrdoća vode – karbonatna, nekarbonatna, fosfati.

Kemijski pokazatelji kvalitete tla su isti kao i za vodu te još humifikacija i sorptivna sposobnost tla (mehanička, fizikalna, kemijska, biološka i fizikalno-kemijska sorpcija).

p. 5.2. Kako vrijednosti amonijaka, nitrata, nitrita i fosfata utječu na kvalitetu vode i tla?

U zraku ima 78 % dušika. Biljke ga iz tla koriste u obliku nitrata. Sastavni je dio proteina i nakon smrti organizma vraća se u tlo, a u tlo također dolazi i putem mokraće. U tlu dolazi i do stvaranja amonijaka koji se nitrifikacijom pretvara u nitrate:

a) amonijak oksidira do nitrita NO_2^- ($\text{NH}_3 \longrightarrow \text{NO}_2^-$)

b) nitrit oksidira do nitrata NO_3^- koji koriste biljke za sintezu vitamina i proteina.

Obratan proces je denitrifikacija koju uzrokuju bakterije koje NO_3^- pretvaraju u NO_2^- i dalje u N_2 , koji odlazi u atmosferu. Kontrola količine amonijaka pokazuje ravnotežu razgradnje proteina i količinu biljnih bakterija, količina amonijaka u vodi ukazuje na onečišćenje ekosustava.

Fosfati su kao i nitrati biljna hraniva u poljoprivrednim tlima, ali u povećanim količinama postaju zagađivači za površinske i podzemne vode. U većim količinama dovode do ubrzanе eutrofikacije, što se očituje nastajanjem zelene površine vode. Naime, vodene biljke i alge cvjetaju na površini vode i sprječavaju prolazak sunca u dublje slojeve vode, čime se sprječava fotosinteza i nastajanje kisika. Time se slatkovodne stajačice pretvaraju u bare koje su pogodne za razvoj potencijalno opasnih vrsta bakterija. Fosfati uzrokuju bržu eutrofikaciju od nitrata.

p. 5.3. Koji pokazatelji utječu na tvrdoću vode?

Na tvrdoću vode utječu karbonati, hidrogenkarbonati, Ca^{2+} i Mg^{2+} .

p. 5.4. Usporedi karbonatnu i nekarbonatnu tvrdoću vode.

Karbonatnu tvrdoću vode čine karbonati i hidrogenkarbonati, a svi ostali ioni čine nekarbonatnu tvrdoću vode.

p. 5.5. Poveži temperaturu vode s količinom otopljenog CO_2 u vodi i karbonatnom tvrdoćom vode.

Povećanjem temperature vode smanjuje se topljivost CO_2 u vodi čime se smanjuje i količina hidrogenkarbonata u vodi. Ravnoteža sustava karbonat – hidrogenkarbonat pomiče se u smjeru taloženja CaCO_3 . Posljedica toga procesa je smanjenje tvrdoće vode.

Dodatni prijedlozi:

Prijedlog alternativnih područja u RH gdje se može primijeniti odabrana metoda istraživanja:

- odabrane metode istraživanja mogu se provoditi na uzorcima kopnenih voda prikupljenima bilo gdje u Hrvatskoj (npr. Lika, južna Dalmacija, Slavonija).

Prijedlog dodatnih aktivnosti za učenike i nastavnike tijekom terenske nastave ili u učionici:

- odabrane metode istraživanja mogu se provoditi i u učionici koristeći naprednije instrumentalne tehnike (npr. spektrofotometar za određivanje boje) na uzorcima vodovodne vode te rezultate ispitivanja usporediti s maksimalno dopuštenim koncentracijama propisanim važećim Pravilnikom za vodu za piće; na taj način moguće je ispitati zdravstvenu ispravnost vode koju svakodnevno konzumiramo.

Prijedlog zadataka pomoću kojih će se učenici unaprijed pripremiti za terensku nastavu:

- proučiti koje vrste kopnenih voda se nalaze na području na kojem se organizira terenska nastava (jezera ili rijeke, tj. vode stajačice ili tekućice) te pokušati pronaći u literaturi očekivane rezultate mjerenja s obzirom na vrstu voda.

TERENSKA NASTAVA – MATERIJALI ZA UČENIKE

UVOD:

Uzorkovanje kopnenih voda i tla osnovna je metoda terenskog ispitivanja. Voda i tlo kao životni prostor djeluju na živa bića svojim fizikalnim i kemijskim karakteristikama. Promjenjivost pojedinih čimbenika ima ekološko značenje za hidrobionte jer uvjetuje karakteristične biološke cikluse, rasprostranjenost, brojnost i dr. Voda kao sredina u kojoj žive živa bića nije nikada u kemijskom pogledu čista, nego ima u sebi otopljene organske i anorganske spojeve.

CILJ METODA:

Osposobiti učenike za pravilno prikupljanje uzoraka vode i tla te analizirati osnovne pokazatelje kvalitete vode i tla.

OPIS METODA ZA VODU:

1. Fizikalne osobine vode - Temperatura vode

Većina hidrobionata su poikilotermni organizmi, tj. temperatura tijela ovisna je o temperaturi vode u kojoj žive. Ekološko se značenje temperature očituje u rasprostranjenosti hidrobionata i brzini njihovih životnih procesa (disanja, razmnožavanja, probavljanja hrane, brzine kretanja, osjetljivosti, preobrazbama, veličini i dr.). Za mogućnost života općenito, postoji veliki raspon temperatura, koji se kreće od 0 °C do 50 °C. Međutim, za svaku vrstu organizama karakteristične su različite temperature, a temperaturna izdržljivost je karakteristična oznaka vrste. Povišenjem temperature do određene granice, svi životni procesi poikilotermnih (hladnokrvnih) organizama ubrzavaju se, što dovodi do porasta populacije određenih vrsta. Međutim, promjene temperature mogu dovesti i do disharmonije kemijskih reakcija osnovnih životnih procesa.

O temperaturi ne ovise samo živi organizmi, nego i drugi faktori: gustoća vode, mogućnost otapanja, fiziološko djelovanje plinova i dr. Vodu zagrijava najviše sunčeva energija i to postupno, u proljeće i ljeti, a hladi se u jesen i zimi. U umjerenom klimatskom pojasu, vode su obično najtoplije krajem ljeta, a najhladnije krajem zime. Osim sezonskog, postoji i dnevno zagrijavanje i hlađenje vode. Posebno toplinsko svojstvo vode – visok toplinski kapacitet ili specifična toplina, uvjetuje da se voda sporo zagrijava i sporo hladi. To svojstvo omogućuje vodenim organizmima postepeno prilagođavanje temperaturnim promjenama.

Temperature pojedinih vodenih sustava ovise o temperaturi temeljne vode koja ih opskrbljuje, dubini i toplini zraka (klimi okoline). Zato su u hladnim krajevima i planinskim predjelima vode hladne, a u nizinama tople.

U tekućicama temperatura vode je u uskoj vezi s klimom područja kroz koje one protječu, kao i s brzinom i duljinom vodenog toka. Sezonske klimatske promjene uvjetuju zagrijavanje vode. U proljeće i ljeti temperatura vode povećava se od izvora prema ušću, a zimi se od izvora prema ušću smanjuje.

Svježa planinska ili šumom zasjenjena jezera ne omogućavaju život u vodi u tolikoj mjeri koliko ravničarske vodene površine koje se s obzirom na sunčeve zrake bolje zagrijavaju. U našim krajevima za vrijeme ljetnih mjeseci prosječna temperature vode iznosi 20°C, a to su najbolji uvjeti za uzgoj ribe.

Ovisnost specifične težine i temperature vode jedinstveno je riješena u prirodi. Voda je najteža kod temperature +4°C; led i voda na temperaturi od + 5°C, 10°C, 15°C lakši su. Zato tijekom rashlađivanja vode kod +4°C, s obzirom da je teža, spušta se na dno i stvara zaštitni sloj.

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

plastična ili staklena posuda za uzimanje uzorka vode
termometar
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

IZVOĐENJE MJERENJA:

- u posudu za prikupljanje uzorka vode odloži termometar 5 minuta
- postupak ponovi 3 puta i izračunaj srednju vrijednost

PITANJA ZA UČENIKE:

- 1) Kako se gustoća vode mijenja s temperaturom?
- 2) Gustoća vode ovisi i o dubini vode. Kakva je gustoća vode na površini?

2. Organoleptička obilježja vode – Miris i boja vode

U određivanju kvalitete vode istraživači se vrlo često koriste svojim osjetilima da bi odredili neka fizička svojstva vode: miris, okus, boju, zamućenost, temperaturu i dr., koristeći se pritom stečenim iskustvima i spoznajama o vrstama i intenzitetima različitih osjeta. Intenzitet doživljenog mirisa, okusa, boje, zamućenosti ili temperature određuje se uspoređivanjem jačine organoleptičkih svojstava uzorka sa skalom poznatih standarda.

A) Određivanje **mirisa** uzorka vode

Miris je vrlo važno obilježje vode, posebno u vodoopskrbi. On potječe od različitih hlapljivih tvari otopljenih ili suspendiranih u vodi. U prirodnim vodama najčešći su mirisi po sumporovodiku, zemlji, a u otpadnim vodama po fekalijama, i različitim hlapljivim kemijskim tvarima.

Miris vode može biti:

zemljani
pljesnivi
truležasti
riblji
kemijski

Kemijski mirisi vode mogu biti po:

sumpornim tvarima
kloru
mineralnim uljima
amonijaku
fenolu
klorofenolu (miris apoteke)
katranu

Kod površinskih voda u kojima su prisutne velike količine planktona razvijaju se mirisi:

miris zemlje – *Cyanophyceae* (modrozeleno alge)
miris ribe – *Asterionella* (dijatomeja)
miris krastavaca – *Synura uvella* (flagelati)
miris ribljeg ulja – *Uroglena volvox* (flagelati)
miris trave – *Dynobryon sertularia* (flagelati)

Postupak:

- U Erlenmayerovu tikvicu od 200 mL s ubrušenim čepom ulij otprilike 20 mL uzorka vode. Dobro protresi i prinesi nosu na udaljenosti od 2 do 3 cm. Pomiriši nekoliko sekundi. Postupak ponovi nekoliko puta.

Zadatak 1

U uzorcima vode od 1 do 3 utvrdite kvalitetu mirisa i definirajte ga prema stečenom iskustvu i spoznajama kojima raspolazete o mirisima.

Miris uzorka 1

(opiši).....

Miris uzorka 2

(opiši).....

Miris uzorka 3

(opiši).....

Zadatak 2

Koristeći se iskustvom pokušajte definirati intenzitet mirisa ocjenjujući ga relativno: slab, srednji i intenzivan.

Procjenu označite križićem

Uzorak 1		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
slab	srednji	intenzivan

Uzorak 2		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
slab	srednji	intenzivan

Uzorak 3		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
slab	srednji	intenzivan

B) Određivanje **boje** uzorka vode

Boja vode vrlo je često fizikalno svojstvo koje se određuje u laboratorijskim pretragama. Vizualno se boja uspoređuje prema standardnim skalama, a opisno se definira intenzitet obojenja. Boja vode, bez vezanih željezovih i magnezijevih spojeva, je žućkasta, a može biti:

*slabo žućkasta
žućkasta
žuta
žućkastosmeđa
smeđa
žućkastozelena
zelena*

Postupak:

- Boju vode određuj u čistoj staklenoj boci tako da promatraš uzorak držeći ga ispred sebe okrenut leđima izvoru svjetla.

Zadatak 3

Procijenite boju i njezin intenzitet u uzorcima 1, 2 i 3.

Procijenite boju, a križićem označite njezin intenzitet (slabo, srednje i intenzivno)

Boja	slabo	srednje	intenzivno
Uzorak 1 -----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uzorak 2 -----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uzorak 3 -----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PITANJA ZA UČENIKE:

- 1) Od čega najčešće potječe miris vode?
- 2) Od čega vodovodna voda ponekad poprima crvenkastu boju?

3. Kemijske osobine vode – pH-vrijednost vode

Prirodne vode rijetko imaju neutralnu reakciju zbog prisutnosti elektrolita kiselog i bazičnog karaktera koji narušavaju ravnotežu između (H^+) i (OH^-) iona. U kiselim sredinama koncentracija vodikovih iona veća je ($pH < 7$), a u bazičnim manja ($pH > 7$).

Visina pH-vrijednosti u prirodnim vodama ovisi o fizikalno-kemijskim i biološkim faktorima. Od kemijskih čimbenika najvažniji su CO_2 i soli ugljične kiseline. Oni reguliraju aktivnu reakciju sredine (pH-vrijednost).

Otapanjem slobodnog CO_2 u vodi nastaje ugljična kiselina, koja ionizira na ione (H^+) i (HCO_3^-). Vodikovi ioni zakiseljuju vodu. I soli ugljične kiseline, karbonati i hidrogenkarbonati, u otopini disociraju i stvaraju hidroksidne (OH^-) ione, a rezultat je povećanje bazične vrijednosti vode.

Za kretanje pH-vrijednosti vrlo su važni biološki procesi u vodi. Disanjem hidrobionata i razgradnjom organskih tvari oslobađa se CO_2 koji zakiseljuju vodu. S druge strane, potrošnja CO_2 u asimilacijskim procesima uvjetuje povišenje pH-vrijednosti, što naročito dolazi do izražaja ako je bujno razvijena vodena vegetacija. To je uvjetovano time što se fotosintezom iskoristi ne samo sav slobodni CO_2 iz vode, nego se izdvaja i razgradnjom hidrogenkarbonata prema formuli:



Na taj način nestaju hidrogenkarbonati, a nagomilavaju se karbonati u vodi.

Sve koptene vode mogu se, prema pH-vrijednosti, podijeliti na dva osnovna tipa: vode neutralno-bazične reakcije i vode kisele reakcije. Prvoj skupini pripadaju vode u kojima pH-vrijednost rijetko pada ispod 6, a u nizu slučajeva povisi se i do 10. Drugoj skupini pripadaju vode s pH-vrijednošću manjom od 5.

pH-vrijednost nije postojana, nego se tijekom godine znatno mijenja. Naročito su važna sezonska variranja. Također, dnevna kolebanja pH-vrijednosti mogu biti dosta velika, naročito u uvjetima masovno razvijenog vodenog bilja.

Aktivna reakcija sredine mnogostruko djeluje na sve strane života vodenog ekosustava. Naročito je važna u procesima izmjene tvari i razmnožavanja vodenih organizama. Uz visoku bazičnost,

neki spojevi, neophodni vodenom bilju, prelaze u netopljiva stanja (željezo, mangan), smanjuje se propusnost stanica nekih alga i dr. U životu riba i drugih životinjskih organizama pH-vrijednost vode vrlo je važna. Ako je reakcija vode kisela, u riba se smanjuje mogućnost iskorištavanja hrane, a u jako bazičnoj sredini smanjuje se propusnost vanjskog epitela za prolaz plinova i soli, smanjuje se otpornost prema bolestima i dr. O visini pH-vrijednosti ovise i procesi razmnožavanja vodenih organizama.

Reakcija vode zasniva se na prisustvu u vodi otopljenog kalcijeva hidrogenkarbonata $[Ca(HCO_3)_2]$, koji je sol jake baze i slabe kiseline. Kalcijev hidrogenkarbonat, kada ga u vodi ima u dovoljnim količinama, s ugljičnom kiselinom djeluje kao pufer koji sprečava nagla kolebanja pH-vrijednosti.

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

AQUANAL™-Oekotest Water Laboratory set s pripadajućim reagensom **crne** oznake
plastična ili staklena posuda za uzimanje uzorka vode
laboratorijska čaša od 100 mL
džepni pH metar (Alla 92100-006) ili univerzalni indikatorski papir
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

IZVOĐENJE MJERENJA:

Postupak s *AQUANAL™-Oekotest Water Laboratory* reagensom:

- Posudu za prikupljanje uzorka vode napuni vodom do oznake.
- Dodaj 3 kapi otopine reagensa, zatvori posudu s uzorkom i miješaj dok se voda i otopina reagensa ne izmiješaju.
- Usporedi boju uzorka vode s bojom na skali. Prilikom uspoređivanja boje, stavi posudu s uzorkom na obojano kružno polje. Pogledaj u posudu odozgo i usporedi s obojanim kružnim poljem. Odgovarajuća pH-vrijednost iskazana je ispod obojanog polja koje je iste boje kao i boja uzorka.

Postupak s pH-metrom:

- Prema uputi proizvođača pH-metar se mora prije mjerenja baždariti.
- Elektroda pH-metra ispere se čistom vodom i osuši se.
- U čašicu od 100 mL ulije se oko 20 mL uzorka.
- Elektroda pH-metra uroni se u uzorak, malo promiješa uzorak i ostavi mirno stajati.
- Kada se pH-vrijednost na pH-metru ustali, očita se i zapiše zajedno s temperaturom.
- Elektroda se ispere čistom vodom i osuši nakon svakog mjerenja. Prije pospremanja pH-metra treba uvijek staviti malo zaštitne tekućine u poklopac kako se elektroda ne bi osušila.

Postupak s univerzalnim indikatorskim papirom:

- U posudu za prikupljanje uzorka vode uroni univerzalni indikatorski papir.
- Nakon što se papir oboji određenom bojom očitaj pH-vrijednost prema definiranoj skali. Postupak ponovi 3 puta te izračunaj srednju vrijednost.

HRANJIVE SOLI

Dušik i fosfor, kao najvažniji biogeni elementi, neophodni su za razvoj bilja i životinja. Zato je njihovo nakupljanje ne samo dopušteno nego i poželjno, ali do određene granice. Njihove previsoke koncentracije ukazuju na određeno zagađenje vode koje može pogoršati kemijsko stanje vode. Osim toga, veća koncentracija amonijaka u vodi direktno je otrovna za životinjske organizme u vodenim ekosustavima.

4. Kemijske osobine vode – Dušikovi spojevi

Prisustvo dušikovitih spojeva u vodi obično ukazuje na činjenicu da je ta voda u jačoj ili slabijoj mjeri zagađena. Dušik i njegovi spojevi u vodi rezultat su aktivnosti rada bakterija, modrozelenih algi i nekih gljiva jer dušik iz atmosfere predstavlja relativno mali dio u vodi. Najveći dio dušika u vodi nalazi se vezan u bjelančevinama, aminokiselinama i dr., dok je manji dio vezan anorganski, kao amonijačni, nitritni i nitratni dušik. Općenito, u prirodnim vodama količine dušikovitih spojeva jako variraju i kreću se od nekoliko desetina miligrama do 2-3 mg L⁻¹ vode. Dušik u vodi nalazi se obično u obliku iona amonijaka i nitrata. Nitrit je nepostojani međuprodukt razgradnje bjelančevina kojeg nema u čistim vodama. Nakuplja se u većim količinama samo u jako zagađenim vodama. Dušik je vezan u sastavu bjelančevina, a u mineralnu formu može prijeći samo mineralizacijom molekule bjelančevine, što se u prirodi odvija mikrobiološki. Najpotpunije i najbrže organske tvari mineraliziraju se u aerobnim uvjetima. Prilikom potpune mineralizacije organski se dušik oslobađa u obliku iona NO₃⁻. Razgradnja bjelančevina u anaerobnim uvjetima dulji je proces. U tim slučajevima oslobađaju se ioni NH₄⁺. Ti ioni koji dospiju u vodu služe direktno u ishrani bilja, ali u prisutnosti kisika prelaze i u nitratni oblik. I taj proces oksidacije amonijačnog dušika odvija se mikrobiološki. Proces nitrifikacije smanjuje koncentraciju NH₄⁺ u vodi, a povećava količinu nitrata.

AMONIJAK u vodi

Amonijak je jedan od najvažnijih indikatora zagađenja vodenih sustava. Količina amonijaka u vodi je u normalnim uvjetima vrlo mala zbog njegove adsorpcije, odnosno oksidacije u nitrit i nitrat. Stupanj toksičnosti amonijaka varira prema njegovu kemijskom stanju. Za vodene organizme toksična je samo nedisocirana molekula amonijaka. Amonijak u vodi disocira i daje amonijev i hidroksidni ion.



U vodi se amonijak (NH₃) ne nalazi slobodan, nego se veže na ugljičnu kiselinu. Amonijak nastaje iz organskih spojeva pod utjecajem enzima te pod aerobnim uvjetima prelazi u nitrite i nitrate. Stoga je količina amonijaka u prirodnim vodama relativno mala, uslijed njegove adsorpcije i oksidacije u nitrite i nitrate. Veće količine amonijaka u određenoj vodi upućuju na prisustvo otpadnih ili fekalnih voda. Međutim, amonijak ponekad može nastati redukcijom iz mineralnog dušika. U dobro puferiranim vodama, tj. u vodama koje sadrže dovoljne količine ugljične kiseline, do stvaranja amonijaka ne može doći. Amonijak koji u vodi nastaje kao produkt raspadanja organskih materija vrlo je jak otrov koji djeluje na centralni živčani sistem kod svih vrsta riba.

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

*AQUANAL*TM-*Oekotest Water Laboratory* set s pripadajućim reagensom **zelene** oznake
plastična ili staklena posuda za uzimanje uzorka vode
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

IZVOĐENJE MJERENJA:

- Posudu za prikupljanje uzorka vode „NH₃“ napuni vodom do oznake.
- Dodaj 10 kapi reagensa 1, zatvori posudu s uzorkom i promiješaj.
- Dodaj 1 mjernu žlicu reagensa 2, zatvori posudu s uzorkom i miješaj dok se sve ne otopi te ostavi 5 minuta.
- Otvori posudu s uzorkom, dodaj 15 kapi reagensa 3, zatvori posudu s uzorkom i promiješaj.
- Ostavi stajati 7 minuta. Otvori posudu s uzorkom i usporedi boju uzorka vode s bojom na skali.
- Prilikom uspoređivanja boje, stavi posudu s uzorkom na obojano kružno polje. Pogledaj u posudu odozgo i usporedi s obojanim kružnim poljem. Odgovarajuća koncentracija u mg/L iskazana je ispod obojanoga polja koje je iste boje kao i boja uzorka.

NITRITI u vodi

Dušik se u obliku nitrita pojavljuje kao prijelazno stanje u biološkoj razgradnji spojeva koji sadrže organski dušik. Bakterije prevode amonijak u nitrite u aerobnim uvjetima, a u anaerobnim uvjetima nitriti mogu nastati i bakteriološkom redukcijom nitrata. Budući da lako oksidiraju u nitrate, ne nalaze se često u površinskim vodama. Prisutnost velikih količina nitrita u ispitivanoj vodi ukazuje na djelomičnu razgradnju ili svježije zagađenje organskim tvarima. Nitriti se često koriste kao inhibitori korozije u industrijskim ili rashladnim vodama i kao konzervansi u prehrambenoj industriji. Zbog potencijalnog kancerogenog djelovanja, količina nitrita u pitkim vodama ograničena je na 0,5 mg NO₂⁻ L⁻¹.

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

AQUANAL™-Oekotest Water Laboratory set s pripadajućim reagensom **crvene** oznake
plastična ili staklena posuda za uzimanje uzorka vode
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

IZVOĐENJE MJERENJA:

- Posudu za prikupljanje uzorka vode napuni vodom do oznake.
- Dodaj 2 mjerne žlice reagensa, zatvori posudu s uzorkom i miješaj dok se sve ne otopi.
- Ostavi stajati 3 minute. Otvori posudu s uzorkom i usporedi boju uzorka vode s bojom na skali.
- Prilikom uspoređivanja boje, stavi posudu s uzorkom na obojano kružno polje. Pogledaj u posudu odozgo i usporedi s obojanim kružnim poljem. Odgovarajuća koncentracija u mg/L iskazana je ispod obojanog polja koje je iste boje kao i boja uzorka.

NITRATI u vodi

Dušik se u vodama pojavljuje u različitim oblicima, poredanim prema smanjenju oksidacijskog broja: nitrati, nitriti, amonijak i organski dušik. Zbroj nitrata i nitrita čini ukupni oksidirani oblik dušika. Svi ovi oblici, kao i elementarni dušik (N₂) u plinovitom stanju sastavni su dijelovi ciklusa dušika i biokemijski se mogu prevesti iz jednog oblika u drugi. Nitrati se pojavljuju u tragovima u površinskim vodama, a veće koncentracije dolaze u podzemnim vodama. Nitrati su esencijalne mineralne tvari za fotosintetske autotrofne organizme, a u nekim slučajevima mogu biti i ograničavajući faktor rasta. Dozvoljena količina nitrata u pitkim vodama iznosi 50 mg NO₃⁻ L⁻¹.

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

AQUANAL™-Oekotest Water Laboratory set s pripadajućim reagensom **žute** oznake
plastična ili staklena posuda za uzimanje uzorka vode
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

IZVOĐENJE MJERENJA:

- Posudu za prikupljanje uzorka vode napuni vodom do oznake.
- Dodaj 2 mjerne žlice reagensa 1, zatvori posudu s uzorkom i miješaj dok se sve ne otopi.
- Otvori posudu s uzorkom, dodaj 1 mjernu žlicu reagensa 2, zatvori posudu s uzorkom i miješaj 1 minutu. Mala količina neotopljenog taloga ne smeta.
- Ostavi stajati 10 minuta. Otvori posudu s uzorkom i usporedi boju uzorka vode s bojom na skali.
- Prilikom uspoređivanja boje, stavi posudu s uzorkom na obojano kružno polje. Pogledaj u posudu odozgo i usporedi s obojanim kružnim poljem. Odgovarajuća koncentracija u mg/L iskazana je ispod obojanog polja koje je iste boje kao i boja uzorka.

5. Kemijske osobine vode – Fosfor

Fosfor (P) se obično nalazi u spojevima s kisikom (P_2O_5). To je jedan od vrlo važnih biogenih elemenata i neophodan je biljkama jer zajedno s dušikom ulazi u sastav biljnih bjelančevina koje su neophodne ribama. Fosfor ima osnovnu važnost jer ulazi u sastav biljnih bjelančevina. Dolazi u vodi u obliku soli fosforne kiseline i u organskim spojevima. Odumiranjem i mineralizacijom bilja, dio fosfora vraća se ponovno u vodu, dio ostaje vezan u tlu, a velik dio iznosi se u ribljem organizmu iz vode i tako isključuje iz kružnoga toka. Potrošnja fosfora u tlu ovisi o fizikalno-kemijskim uvjetima mulja:

- veličini čestica (sitnije čestice zbog veće površine imaju veću moć apsorpcije);

- količini mineralnih i organskih koloida i reakciji mulja (kisela tla jače vežu fosfor).

Ako je reakcija mulja bazična, fosfor se lakše vraća u vodu, ali samo do određene granice. U jako bazičnim (pH-vrijednost veća od 9) i mineraliziranim vodama, fosfor se veže s kalcijem u slabo topljivi kalcijev fosfat [$Ca_3(PO_4)_2$]. U kružnom toku fosfora, veliku ulogu igraju mikroorganizmi, koji omogućuju prijelaz fosfora iz netopljivih u topljive spojeve i prijelaz organski vezanog fosfora u mineralni. Fosfor se u prirodnim i otpadnim vodama nalazi uglavnom u obliku fosfata. Oni se mogu podijeliti na ortofosfate, kondenzirane fosfate i organski vezane fosfate. Javljaju se u otopinama, u česticama detritusa ili u akvatičkim organizmima. Fosfati se također pojavljuju na dnu (u sedimentu i u mulju) u anorganskom obliku i u organskoj komponenti. Kondenzirani fosfati nastaju dehidracijom ortofosfata i uključuju: metafosfate, pirofosfate i polifosfate. Jedini oblik koji se može direktno odrediti je ortofosfat, dok drugi oblici zahtijevaju prethodnu pretvorbu u ortofosfat. U pitkim je vodama dozvoljeno $300 \mu\text{g P L}^{-1}$. Fosfati u vodama javljaju se iz različitih izvora. Velike količine polifosfata mogu potjecati iz sredstava za čišćenje, koja sadrže fosfor u svojim glavnim komponentama. Ortofosfati koji se koriste u poljoprivredi kao mineralna gnojiva ispiranjem dospijevaju u površinske vode. Organski fosfor dospijeva u vodene sustave ekskrecijom vodenih organizama i otpadnim vodama. Određena količina fosfata neophodna je za rast i razvoj biljaka i životinja. Također, fosfati su limitirajući faktori (faktor minimuma) primarne produkcije. Previše fosfata u vodi dovodi do pojave eutrofikacije, posebno kada su istovremeno prisutne i velike količine nitrata.

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

AQUANAL™-Oekotest Water Laboratory set s pripadajućim reagensom **plave** oznake
plastična ili staklena posuda za uzimanje uzorka vode

grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

IZVOĐENJE MJERENJA:

- Posudu za prikupljanje uzorka vode napuni vodom do oznake.
- Dodaj 10 kapi reagensa 1, zatvori posudu s uzorkom i miješaj dok se sve ne otopi.
- Otvori posudu s uzorkom, dodaj 1 kap reagensa 2, zatvori posudu s uzorkom i miješaj dok se sve ne otopi.
- Ostavi stajati 5 minuta. Otvori posudu s uzorkom i usporedi boju uzorka vode s bojom na skali.
- Prilikom uspoređivanja boje, stavi posudu s uzorkom na obojano kružno polje. Pogledaj u posudu odozgo i usporedi s obojanim kružnim poljem. Odgovarajuća koncentracija u mg/L iskazana je ispod obojanog polja koje je iste boje kao i boja uzorka.

6. Kemijske osobine vode – Ukupna tvrdoća

Karbonatni i hidrogenkarbonatni ioni mogu prelaziti iz jednog oblika u drugi i na taj način karakteriziraju pufernu sposobnost vode. U tablici 1. prikazani su ioni važni za razumijevanje alkaliteta i tvrdoće vode.

Tablica 1. Ioni koji čine tvrdoću vode

I Ca ²⁺ Mg ²⁺	II HCO ₃ ⁻ CO ₃ ⁻
III Drugi zemnoalkalijski metali	IV SO ₄ ²⁻ Cl ⁻ NO ₃ ⁻

O količini mineralnih soli ovisi tvrdoća vode, pa se razlikuje: karbonatna tvrdoća (količina svih mineralnih tvari vezanih na karbonate i bikarbonate), nekarbonatna tvrdoća (sve nekarbonatne zemnoalkalijske soli: hidroksidi, kloridi, sulfati, fosfati i dr.) i ukupna tvrdoća (zbroj karbonatne i nekarbonatne tvrdoće).

Karbonati i bikarbonati (II) sa solima kalcija i magnezija (I) uzrokuju **karbonatnu tvrdoću** ili karbonatni alkalitet. Grijanjem vode, karbonatna tvrdoća gubi se jer se oslobađa CO₂, a taloži netopljivi CaCO₃, ona se još naziva i **prolazna tvrdoća**. Tvrdoća vode uzrokovana solima kalcija i magnezija s ostalim anionima (I+IV) se zagrijavanjem vode na 100 °C ne gubi, pa se naziva **nekarbonatna** ili **stalna tvrdoća**. Zbroj I+II+IV **ukupna** je tvrdoća. Karbonatna tvrdoća može biti veća od ukupne ako su u vodi prisutni i karbonati drugih zemnoalkalijskih metala (II + III). Za ribarstvo značajni su karbonatni alkalitet i karbonatna tvrdoća jer uvjetuju promjenu pH vrijednosti.

Tvrdoća °dH = alkalinitet (ind. metiloranž) · 2,8

1 °dH = 10 mg CaO L⁻¹

Prema njemačkim stupnjevima tvrdoće postoji sljedeća kategorizacija voda:

0 - 4 °dH - *vrlo meke vode*

4 - 8 °dH - *meke vode*

8 - 12 °dH - *umjereno tvrde vode*

12 - 18 °dH - *tvrde vode*

18 - 30 °dH - *vrlo tvrde vode*

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

AQUANAL™-Oekotest Water Laboratory set s pripadajućim reagensom **bijele** oznake
plastična ili staklena posuda za uzimanje uzorka vode
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

IZVOĐENJE MJERENJA:

- Posudu za prikupljanje uzorka vode napuni vodom do oznake.
- Dodaj 1 kap otopine reagensa, zatvori posudu s uzorkom i protresi dok sve nije izmiješano. Ako boja uzorka postaje malo ružičasta možeš nastaviti sa sljedećim korakom izvođenja mjerenja. Ako boja uzorka postaje plava, radi se o mekoj vodi tvrdoće manje od 1 °dH. U tom slučaju mjerenje je završeno.
- Polako dodaj kapi otopine reagensa (drži posudu s reagensom u vertikalnom položaju) i stalno tresi posudu s uzorkom dok dodaješ otopinu reagensa (nakon svake dodane kapi protresi posudu s uzorkom). **Broji kapi!** Kada se boja uzorka iz crvene promijeni u plavu, mjerenje je završeno. Ukupna tvrdoća u njemačkim stupnjevima (°dH) jednaka je ukupnom broju kapi potrebnih za promjenu crvene boje uzorka u plavu.

OPIS METODA ZA TLO:

Kemijske analize uzorka tla određuju se u njegovoj vodenoj iscrpini, tj. ekstraktu. Dalje navedenim postupcima dobivamo kvalitativne i polukvantitativne podatke.

1. Fizikalne osobine tla – Temperatura

Temperatura tla ima posebnu važnost u poljoprivredi jer na temelju dnevne promjene temperature poljoprivrednici mogu planirati obavljanje radova na polju. Tijekom dana sunce grije tlo, a toplina se prenosi na biljke i utječe na procese u tlu – klijanje, nicanje, rast, dozrijevanje...

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

svrdlo ili bušač rupa
2 termometra
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

IZVOĐENJE MJERENJA:

- Na mjestu bez vegetacije iskopa se rupa dubine 2 cm dovoljno široka da u nju stane termometar
- Termometar se pažljivo umetne u zemlju, ostavi stajati 2 minute i očita temperatura (prilikom očitavanja mora se paziti da se očitava u ravnini s očima).
- Termometar se ponovno ostavi u zemlji još jednu minutu u zemlju i očita. Ako je razlika u očitavanju unutar 1 stupnja, mjerenje je gotovo i bilježi se u bilježnicu zajedno s datumom i vremenom.
- Mjerenja se ponove za dubine od 5 i 10 cm.
- U isto vrijeme drugim termometrom očitava se temperatura zraka.

2. Kemijske osobine tla – pH-vrijednost tla

Tla mogu imati bazičnu ili kiselu reakciju. Plodnost i kvaliteta biljne proizvodnje dosta ovisi o pH-vrijednosti, a one se obično kreću u rasponu od 3,5 do 9,0. Najčešće se kisela tla nalaze u područjima s mnogo padalina. Kiše ispiru tlo i uzrokuju stvaranje kiselina. Bazična tla najčešće su tamo gdje nema puno padalina i gdje je izraženo isparavanje tla, što dovodi do stvaranja soli.

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

EcoLabBox s pripadajućim reagensom **crne** oznake
žlica ili lopatica za uzimanje uzorka tla
plastična boca za ekstrakciju od 250 mL
otopina za ekstrakciju 1
pH metar ili univerzalni indikatorski papir
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

IZVOĐENJE MJERENJA:

Ekstrakcija s *EcoLabBox* reagensom

- 10 g na zraku osušene zemlje stavi se u posudu za prah s 25 mL otopine za ekstrakciju 1.
- Boca se zatvori i dobro mućka oko 1 minutu.
- Boca se ostavi mirno stajati sve dok se neotopljeni ostatak ne slegne na dno (10-ak minuta).

Postupak s *EcoLabBox* reagensom:

- Bistra otopina iznad taloga pažljivo se prebaci u posudicu označenu s „pH“ do oznake.
- Dalje se nastavlja s *EcoLabBox* setom prema istoj uputi za određivanje pH-vrijednosti vode kao s *AQUANAL™-Oekotest Water Laboratory* setom.

Postupak s pH-metrom:

- Nakon ekstrakcije nastavlja se s određivanjem pH-vrijednosti tla kao prema uputi za određivanje pH-vrijednosti vode.

Postupak s univerzalnim indikatorskim papirom:

- Nakon ekstrakcije nastavlja se s određivanjem pH-vrijednosti tla prema uputi za određivanje pH-vrijednosti vode.

3. Kemijske osobine tla – Dušikovi spojevi

Dušik se u tlu nalazi u obliku amonijaka, nitrita i nitrata. Gnojdbom tla znatno se utječe na njihove količine. Veće količine amonijaka u tlu upućuju na svježije organsko onečišćenje tla, a nitrita, nastalih oksidacijom amonijaka, na starije organsko onečišćenje. Nitrati su posljedica potpune oksidacije amonijaka u aeriranim tlima (tlima u kojima je omogućena neprekidna izmjena plinova).

AMONIJAK u tlu

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

EcoLabBox s pripadajućim reagensom **zelene** oznake
žlica ili lopatica za uzimanje uzorka tla
plastična boca za ekstrakciju od 250 mL
otopina za ekstrakciju 1
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

Ekstrakcija s *EcoLabBox* reagensom

- 10 g na zraku osušene zemlje stavi se u posudu za prah s 10 mL otopine za ekstrakciju 1 i 90 mL destilirane vode
- Boca se zatvori i dobro mućka oko 5 minuta.
- Boca se ostavi mirno stajati sve dok se neotopljeni ostatak ne slegne na dno (10-ak minuta).
- Smjesa se filtrira u čistu posudicu.

Postupak s *EcoLabBox* reagensom:

- Dalje se nastavlja s *EcoLabBox* setom prema istoj uputi za određivanje amonijaka u vodi kao s *AQUANAL™-Oekotest Water Laboratory* setom.

Napomena!

Omjer tla i otopine je 1:10, pa se očitana vrijednost u otopini mora pomnožiti s 10 da bi se dobila vrijednost u tlu. Npr. ako se dobije da je vrijednost amonijaka u ekstraktu 5 mg/L, onda je zapravo vrijednost u tlu 50 mg/kg.

NITRATI u tlu

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

EcoLabBox s pripadajućim reagensom **žute** oznake
žlica ili lopatica za uzimanje uzorka tla
plastična boca za ekstrakciju od 250 mL
otopina za ekstrakciju 1
reagens za nitrate 1
reagens za nitrite
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

Postupak s *EcoLabBox* reagensom

- 10 g na zraku osušene zemlje stavi se u posudu za prah s 10 mL otopine za ekstrakciju 1 i 90 mL destilirane vode.
- Boca se zatvori i dobro mućka oko 5 minuta.
- Boca se ostavi mirno stajati sve dok se neotopljeni ostatak ne slegne na dno (10-ak minuta).
- Smjesa se filtrira do oznake u posudicu na kojoj je napisano „NO₃“.
- Doda se 2 žličice reagensa za nitrate i dobro promućka
- Doda se 2 žličice reagensa za nitrite i dobro promućka

- Nakon 3 minute čekanja skine se poklopac s bočice i usporedi boju uzorka vode s bojom na skali za nitrite.

Napomena!

Omjer tla i otopine je 1:10, pa se očitana vrijednost u otopini mora pomnožiti s 10 da bi se dobila vrijednost u tlu. Npr. ako se dobije da je vrijednost nitrita u ekstraktu 5 mg/L, onda je zapravo vrijednost u tlu 50 mg/kg.

5. Kemijske osobine vode – Fosfor

Fosfati su, kao i nitrati, biljna hraniva u poljoprivrednim tlima, ali u povećanim količinama mogu izazvati zagađenje površinskih i podzemnih voda.

FOSFATI u tlu

POPIS I OPIS POTREBNOG MATERIJALA I PRIBORA:

EcoLabBox s pripadajućim reagensom **plave** oznake
žlica ili lopatica za uzimanje uzorka tla
plastična boca za ekstrakciju od 250 mL
otopina za ekstrakciju 1
grafitna olovka
bilježnica ili protokol.

Ekstrakcija s *EcoLabBox* reagensom

- U bocu za ekstrakciju stavi se 20 mL otopine za ekstrakciju 2 i 80 mL destilirane vode.
- Zatim se u bocu doda 10 g na zraku osušene zemlje.
- Boca se zatvori i dobro mućka oko 5 minuta.
- Boca se ostavi mirno stajati sve dok se neotopljeni ostatak ne slegne na dno (10-ak minuta).
- Smjesa se filtrira, a filtrat se prikuplja u posudicu s oznakom „PO₄“ do oznake.

Postupak s *EcoLabBox* reagensom:

- Dalje se nastavlja s *EcoLabBox* setom prema istoj uputi za određivanje nitrata u vodi kao s *AQUANAL™-Oekotest Water Laboratory* setom.

Napomena!

Omjer tla i otopine je 1:10, pa se očitana vrijednost u otopini mora pomnožiti s 10 da bi se dobila vrijednost u tlu. Npr. ako se dobije da je vrijednost fosfata u ekstraktu 5 mg/L, onda je zapravo vrijednost u tlu 50 mg/kg.