



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



BIOTEHNIŠKI
IZOBRAŽEVALNI
CENTER LJUBLJANA



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

Ekološke analize in monitoring

Vzorčenje vode



Alenka Sedlar



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



BIOTEHNIŠKI
IZOBRAŽEVALNI
CENTER LJUBLJANA



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

Naslov: Ekološke analize in monitoring, Vzorčenje vode

Izobraževalni program: Naravovarstveni tehnik

Modul: Ekološke analize in monitoring

Sklop: Vzorčenje vode

Avtorici: Alenka Sedlar, uni. dipl. mikrobiolog

Strokovni/-a recenzent/-ka: mag. Cvetka Pintar

Lektor/-ica: Darja Morelj, prof. slov. jezika

Založnik: Biotehniški izobraževalni center Ljubljana

CIP – Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

502.51(075.3)(076)(0.034.2)
502.175(075.3)(076)(0.034.2)

SEDLAR, Alenka

Ekološke analize in monitoring. Vzorčenje vode [Elektronski vir]
/ Alenka Sedlar. – El. knjiga. – Ljubljana : Biotehniški
izobraževalni center, 2011. – (Izobraževalni program
Naravovarstveni tehnik. Modul Ekološke analize in monitoring)

Način dostopa (URL): <http://www.konzorcij-bss.bc-naklo.si/>

ISBN 978-961-93116-7-7 (pdf)

261114624

Ljubljana, 2011

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Biotehniška področja, šole za življenje in razvoj (2008-2012).

Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007 – 2013, razvojne prioritete: Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja, prednostna usmeritev: Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

Vzorčenje vode

Cilji enote:

- spoznavanje vode kot medija za mnoge fizikalne, kemijske in biološke procese,
- spoznavanje pomena ohranjanja kakovostne vode in vrednotenja le-tega.

Novo znanje se povezuje s/z:

- kemijo,
- biologijo,
- matematiko,
- ekoremediacijo in predelovanjem organskih odpadkov ter vzdrževanjem rastlinskih čistilnih naprav.

Na koncu enote usvojimo znanje, ki zajema:

- jemanje in pripravljanje vodnih vzorcev za analizo parametrov okolja;
- izvajanje predpisanih in priporočenih laboratorijskih in drugih metod za vrednotenje parametrov okolja;
- zagotavljanje delovanja in vzdrževanja laboratorijskih, merilnih in drugih naprav, opreme, delovnih pripomočkov ter različnih vrst orodja;
- izvajanje terenskih fizikalno-kemijskih in drugih meritev ter ocenjevanje stanja vodnih in obvodnih ekosistemov;
- postavitev merilne aparature in odvzemanje vodnih vzorcev na terenu;
- zagotavljanje kakovostnih in transparentnih rezultatov, ki nam pomagajo pri odločitvah o postopkih zaščite okolja.

KAZALO

1	Vzorčenje vode	1
1.1	Vrednotenje hidromorfološkega stanja voda	2
1.1.1	Merjenje hidromorfoloških parametrov na bližnjem vodotoku	4
1.1.2	Določanje globine in prečni prerez vodotoka	4
1.1.3	Določanje hitrost vodotoka	7
1.1.4	Določanje temperature vodotoka	9
1.1.5	Ocenjevanje deleža substrata	10
1.2	Fizikalno-kemijske meritve	12
1.2.1	Merjenje raztopljenega kisika v vodi	13
1.2.2	Ocena organoleptičnih lastnosti vode	14
1.2.3	Kemične analize vode	17
1.3	Trdota vode	20
1.3.1	Merjenje karbonatne trdote vode	20
1.3.2	Merjenje celokupne trdote vode	21
1.3.3	Merjenje kalcijeve trdote vode	22
1.3.4	Merjenje magnezijeve trdote vode	23
1.4	Kalnost vode	24
1.4.1	Merjenje kalnosti vode	24
1.4.2	Kemična potreba po kisiku – KPK	26
2	Zaključek	28
3	Literatura	29

KAZALO SLIK

Slika 1: Merjenje globine vodotoka	5
Slika 2: Prikaz izračuna površine prečnega prereza.....	5
Slika 3: Vzorčenje z reagenčno stekleničko.....	14
Slika 4: Merjenje parametrov s hitrimi testi.....	17

KAZALO TABEL

Tabela 3: Skupne spremenljivke in spremenljivke za vrednotenje morfoloških obremenitev delov ocenjevalnih odsekov	2
Tabela 4: Skupne spremenljivke za vrednotenje hidroloških obremenitev delov ocenjevalnih odsekov.....	3
Tabela 5: Globina vodotoka vzdolž prečnega prereza	5
Tabela 6: Primerjava hitrosti vodnega toka glede na oddaljenost od brega.....	7
Tabela 7: Primerjava hitrosti vodnega toka glede na globino merjenja z merilnikom za vodni tok.....	8
Tabela 8: Določevanje temperature vode in zraka	9
Tabela 9: Ocenjevanje deleža anorganskega substrata	10
Tabela 10: Ocenjevanje deleža organskega substrata	11
Tabela 11: Metoda dela za določevanje kemijskih parametrov	12
Tabela 12: Organoleptični parametri vode.....	15
Tabela 13: Metoda dela z VISOCOLOR ECO testerji in njihove karakteristike.....	18
Tabela 14: Lestvica trdote vode	20

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1 Vzorčenje vode

V okolju se lahko pojavi onesnaženje na določenem mestu, ki ga najprej poiščemo na zemljevidu, da se ustrezno orientiramo in prispemo na kraj. Pri delu moramo biti iznajdljivi in praktični. Glede na opaženo spremembo vsi pričakujejo od nas, da bomo našli vzrok in odpravili posledice onesnaženosti. Ker reke in jezera običajno niso prehodni v vsej svoji dolžini, je priporočljivo vodonosnik razdeliti na fragmente in določiti nekaj vzorčnih mest. Število vzorčnih mest je odvisno od dolžine reke oziroma velikosti jezera. Zato moramo znati uporabljati zemljevide.

Naloge:

- V vasici Cepki so opazili mastne madeže na vodotoku. Določi vodotok, izmeri njegovo dolžino od mesta videnih madežev do izvira in opiši, kako bi poiskali vir onesnaženja.
- Solinar Sečoveljskih solin je opazil, da bližnji vodotok nosi mrtve ribe, zato nas je poklical kot izkušene vzorčevalce. Ugotovimo za kateri vodotok gre, določimo njegovo dolžino ter opišemo, kako bi poiskali vir onesnaženosti.
- V Mojstrani, kjer se izliva čista Bistrica, so zaznali zaudarjajoč vonj onesnažene reke. Ugotovimo, katera je ta reka, določimo njeno dolžino od izvira pa do izliva Bistrice ter opišemo postopek določitve vira onesnaženosti.

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.1 Vrednotenje hidromorfološkega stanja voda

SKUPINE SPREMENLJIVK	SPREMENLJIVKE
Lastnosti bregov	Naravni material brega, posebne tvorbe na bregu, vegetacija vrha brega, vegetacija na površini brega, naravni bregovi, izpostavljene velike korenine ob bregu, podvodne drevesne korenine, padla drevesa
Spremembe bregov	Umetni materiali brega, spremembe brega
Lastnosti struge	Naravni substrat struge, tipi tokov na popisni točki, tipi tokov vzdolž 500 m, tvorbe v strugi, tipi vegetacije v strugi, grobe lesene naplavine, zastoj vode zaradi jezua
Spremembe struge	Umetni substrat struge, spremembe struge, jezovi, mostovi, izravnava struge, zastoj vode
Lastnosti obrežnega dela	Raba zemljišča znotraj 5 m, sklenjenost krošenj, osenčenje struge, nad vodo viseče veje
Lastnost zemljišča znotraj 50 m	Raba zemljišča znotraj 50 m
Značilnost vzdolž 500 m	Značilnost vzdolž 500 m

Tabela 1: Skupne spremenljivke in spremenljivke za vrednotenje morfoloških obremenitev delov ocenjevalnih odsekov

Vir: Urbanič, 2009

Vodna direktiva (Direktiva 2000/60/EC) pri vrednotenju hidromorfoloških parametrov upošteva vodni režim: količino in dinamiko vodnega toka, povezavo s podtalnico, pretočnost

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

reke/jezera, morfološke razmere (spremljanje globine in širine, strukture in substrata struge ter strukture obrežnega pasu).

SKUPINE SPREMENLJIVK	OBRAZLOŽITEV
Vodostaj	Višina vodne gladine, merjena na določenem mestu ob določenem času, VODOMER – merilna letev, LIMNIGRAF – zvezni grafični zapis (enkrat tedensko ali enkrat dnevno)
Valovanje	ADCP-merilnik predvsem na morju
Vodni tok [cm/s]	Vodni tok vpliva na uspevanje in možnost preživetja ratlin in živali v reki. Vpliva tudi na sposobnost sprejemanja in prenašanja onesnažil po toku navzdol. ADCP-merilnik
Pretok – [Q m ³ /s] Q = površina prereza struge * povprečna hitrost vode	Skozi prečni prerez vodostaja se pretakajo različno količine vode. Za izračun pretoka vode izvajamo terenske meritve hitrosti vode in geometrije prečnega prereza. DOPPLERJEV PROFILATOR (ADCP) ali ULTRAZVOČNO KRILO (merilnik SonTek FT)
Temperatura vode – T [°C]	Temperaturo vode merimo z alkoholnim termometri enkrat dnevno ali zvezno.
Vsebnost suspendiranega materiala – SM [mg/m ³]	Gre za izračun skupne množine suspenzijskega materiala v vodi, ki se premesti preko izbranega prereza vodotoka v enem letu. Rezultat dinamike premeščanja materiala je zapolnjevanje akumulacijskih bazenov, zablatenje rečnega dna, otežen naravni cikel kroženja vode zaradi slabšega dreniranja v vodonosnike. Metoda temelji na tehtanju suhe snovi po filtraciji.

Tabela 2: Skupne spremenljivke za vrednotenje hidroloških obremenitev delov ocenjevalnih odsekov. Vir: Urbanič, 2009

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.1.1 Merjenje hidromorfoloških parametrov na bližnjem vodotoku

Datum in čas vzorčenja:

Vreme in temperatura zraka:

Odvzemno mesto:

Ime vodotoka:

Člani skupine:

Lastnosti bregov:

Spremembe bregov:

Lastnosti struge:

Spremembe struge:

Lastnosti obrežnega dela:

Lastnost zemljišča znotraj 50 m:

Značilnost vzdolž 500 m:

1.1.2 Določanje globine in prečni prerez vodotoka

Naloga:

- Narišemo in izračunamo površino prečnega prereza struge na milimetrskem papirju.
- Struga potoka je vijugasta. Kateri del struge je v ovinku globlji: zunanji ali notranji del?

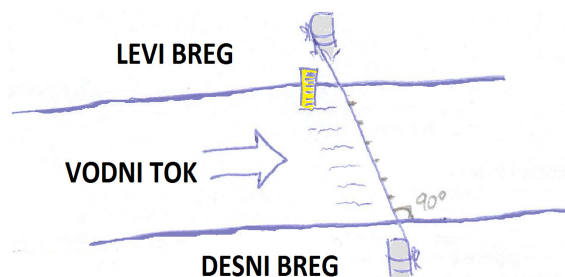
EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

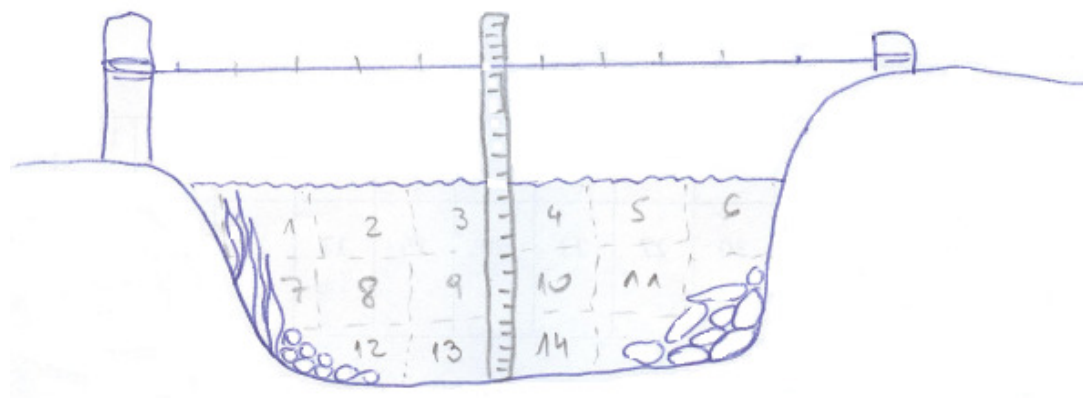
Pripomočki: meter, vrvica

Metoda dela:

- Globino vodotoka izmerimo tako, da preko vodotoka pravokotno namestimo umerjeno vrv.
- Z metersko palico na nekoliko centimetrskih dolžinah izmerimo globino reke.
- Podatke si sproti beležimo.



Slika 1: Merjenje globine vodotoka



Slika 2: Prikaz izračuna površine prečnega prereza

Rezultati:

Oddaljenost od levega brega [m]	0								
Globina vode [cm]	0								

Tabela 3: Globina vodotoka vzdolž prečnega prereza

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

Diskusija:

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.1.3 Določanje hitrost vodotoka

Naloge:

- V katerem delu struge je tok najhitrejši? Obrazložimo vzroke.
- Zakaj se voda v strugi premika?
- Ali hitrost vode vpliva na premik kamna ali drugega predmeta v vodi?

Pripomočki: plovec, štoparica, meter, merilec vodnega toka

Metoda dela:

- Najprej izmerimo 10 m dolg odsek in ga označimo s količkoma.
- Vzamemo košček lesa in ga vržemo na sredino struge pred prvim količkom.
- Izmerimo čas, ki ga les potrebuje, da prepotuje razdaljo 10 m. Meritve opravimo tri- do petkrat in izračunamo povprečje.

Rezultati:

Čas potovanja plovca [s]	1. meritev	2. meritev	3. meritev	4. meritev	povprečje
Sredina struge					
Bližje levemu bregu					
Bližje desnemu bregu					

Tabela 4: Primerjava hitrosti vodnega toka glede na oddaljenost od brega

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

Hitrost vodnega toka, izmerjenega z merilcem vodnega toka	
Zgornji del vodnega toka	
Srednji del vodnega toka	
Spodnji del vodnega toka	

Tabela 5: Primerjava hitrosti vodnega toka glede na globino merjenja z merilnikom za vodni tok

Izračuni:

Hitrost = dolžina / čas

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.1.4 Določanje temperature vodotoka

Pripomoček: termometer

Metoda dela:

- Temperaturo vode izmerimo na treh različnih mestih in globinah ter izračunamo povprečje.
- Temperaturo zraka merimo v senci 1 m nad tlemi.

Temperatura [°C]	1. meritev	2. meritev	3. meritev	povprečje
Voda				
Zrak				

Tabela 6: Določanje temperature vode in zraka

Nalogi:

- Zakaj se meritve temperature med seboj razlikujejo?
- Zakaj pride do odstopanja med temperaturo zraka in vode?

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.1.5 Ocenjevanje deleža substrata

Ocena anorganskega in organskega substrata je subjektivna vrednost in zato temelji na naših sposobnostih določevanja dejanskega stanja. To počnemo zato, ker ima substrat velik pomen pri samoprečiščevalni sposobnosti vodnih sistemov, daje zavetje in hrano mnogim organizmom, v njih se lahko skladiščijo tudi onesnažila.

Metoda dela:

- Sami ocenimo delež v odstotkih določenega substrata na neki vzorčni površini.

Rezultati:

anorganski substrat		premer delcev (v mm)	odstotek (%) na vzorčnem odseku
skala		več kot 256	
kamenje	veliko	128 - 256	
	majhno	64 - 128	
prod	velik	32 - 64	
	majhen	16 - 32	
	droben	8 - 16	
gramoz	srednji	4 - 8	
	droben	2 - 4	
pesek	zelo grob	1 - 2	
	grob	1,5 - 1	
	srednji	0,25 - 0,5	
	droben	0,125 - 0,25	
	zelo droben	0,063 - 0,125	
mivka		manj kot 0,063	

Tabela 7: Ocenjevanje deleža anorganskega substrata

Vir: Koprivnikar, 2006

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

organski substrat			
živi organizmi	odstotek (%) na vzorčnem odseku		
nitaste alge			
mahovi			
perifiton (obrast)			
makrofiti (rastline)			
odmrli organski substrat	velikost	% na vzorčnem odseku	
večji organski delci	veliki leseni ostanki	več kot 64 mm	
	listi z obrežja	16 - 64 mm	
	ostanki listov, vejic, lubja, plodovi	4 - 16 mm	
	rastlinski in živalski ostanki	1 - 4 mm	
drobna org. snov	75 μ m - 1 mm		
zelo drobna org. snov	0,45 - 75 μ m		
raztopljena org. snov	manj kot 0,45 μ m		

Tabela 8: Ocenjevanje deleža organskega substrata

Vir: Koprivnikar, 2006

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.2 Fizikalno-kemijske meritve

Fizikalno-kemijske meritve nam podajo trenutno stanje v nekem ekosistemu.

TEHNIKE DELA:	PARAMETRI:	
Kolorimetrija	pH	Ta analitska metoda izkorišča lastnost obarvanih raztopin, kjer je barvna intenziteta sorazmerna z znano koncentracijo.
	NH_3 , NO_2^- , NO_3^-	
	PO_4^{3-}	
Titrimetrija	Trdota vode	Koncentracijo snovi določimo na podlagi titracije.
	BPK ₅	
	O ₂	

Tabela 9: Metoda dela za določevanje kemijskih parametrov

Naloga:

- Zakaj je pomembno, da pred kemijskimi analizami izmerimo temperaturo in pretok vode? Na kaj slednja vplivata?

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.2.1 Merjenje raztopljenega kisika v vodi

Koncentracijo raztopljenega kisika merimo z oksimetrom. Podatek je pomemben zato, ker je kisik ključen element za vse aerobne organizme. Koncentracija kisika je odvisna od fizikalnih, kemijskih in biokemijskih procesov v vodi.

Pripomočki: oksimeter, sol, sladkor, vzorec

Metoda dela:

- Oksimeter namočimo v vzorec in z njim krožimo toliko časa, dokler se vrednost na ekranu ne stabilizira.

Rezultati:

Vzorec	1. meritev	2. meritev	3. meritev	Povprečje
Destilirana voda				
Destilirana voda + pol žličke soli				
Destilirana voda + žlička soli				
Destilirana voda + pol žličke sladkorja				
Destilirana voda+ žlička sladkorja				

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

Naloge:

- Kaj se je zgodilo, ko smo dodali sladkor oziroma sol?
- Kaj vpliva na večanje koncentracije raztopljenega kisika v naravnem vodnem okolju?
- Kaj povzroča manjšanje koncentracije raztopljenega kisika v naravnem vodnem okolju?

1.2.2 Ocena organoleptičnih lastnosti vode

V Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS št. 19/04 in št. 35/04) so parametri: barva, okus in vonj razvrščeni v Prilogi 1, odstavku C, med indikatorskimi parametri. Za pitno vodo je za vse tri parametre navedena mejna vrednost, ki je sprejemljiva za potrošnike in brez neobičajnih sprememb. V skupini indikatorskih parametrov pa so navedeni zato, ker mejna vrednost ne temelji na podatkih o neposredni nevarnosti za zdravje ljudi.



Slika 3: Vzorčenje z reagenčno stekleničko

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

ORGANOLEPTIČNI PARAMETER	VZROK IN NAČIN OCENJEVANJA	ZAZNAVA
Vonj	Zaradi sprememb v viru oskrbe z vodo, priprave vode ali zaradi vpliva omrežja oziroma prisotnosti aktivnih mikroorganizmov napravimo oceno vonja vode tako, da vodo zapremo v manjšo reagenčno steklenico, dobro pretresemo in povonjamo.	<ul style="list-style-type: none"> • brez vonja • vonj po kloru, trohnenju, gnoju, gnilobi, fekalijah, ribah, kemikalijah, zemlji • zaznaven, značilen • slab vonj, zelo slab vonj, močan vonj, nedefiniran vonj
Okus	Zaradi sprememb v viru oskrbe z vodo, priprave vode ali zaradi vpliva omrežja oziroma prisotnosti aktivnih mikroorganizmov redko testiramo okus.	<ul style="list-style-type: none"> • brez okusa • kovinski okus
Barva	Stik s površinsko vodo, neustrezna priprava, poškodba cevovoda, dvig usedlin, luščenje biofilma vplivajo na barvo vode. Le-to ocenjujemo tako, da gledamo v čašo z vzorcem, ki je postavljena na belo podlago.	<ul style="list-style-type: none"> • prozorna • komaj opazno rumena • rumena ...
Bistrost	Opazujemo optično aktivnost delcev, na katerih se razprši svetloba, in ocenimo bistrost vode tako, da gledamo v čašo z vzorcem, ki je postavljena na belo podlago.	<ul style="list-style-type: none"> • bistra • komaj opazno motna • motna • vidni trdi delci

Tabela 10: Organoleptični parametri vode

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

Pripomoček: reagenčna steklenička

Naloga:

- Ocenimo organoleptične lastnosti danega vzorca s pomočjo tabele 10.

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.2.3 Kemične analize vode

Kemični parametri so kazalci ustreznosti vode. Merimo jih lahko kalorimetrično s hitrimi testi VISOCOLOR ECO oziroma s kovčkom za analizo vode ali pa elektrometrično z merilnimi napravami.



Slika 4: Merjenje parametrov s hitrimi testi

Pripomočki: hitri testi za določene parametre, kovček za analizo vode, vzorci vode

Naloge:

- Kaj vsebuje kovček za analizo vode?
- Katere parametre lahko analiziramo s kovčkom za analizo vode?
- Kako morajo biti shranjeni reagenti?
- Dopolnimo tabelo 11.
- S hitrimi testi analiziramo vzorce vode, ob rezultatih napišemo kraj in datum vzorčenja.
- Komentiramo rezultate.

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

Rezultati:

PARAMETER	ENOTA	MEJA DETEKCIJE	NATANČNOST	METODA MERJENJA	POSEBNE OZNAKE
Nitrat					
Nitrit					
Amonjak					
Fosfat					
Železo					
Sulfat					
Klor					

Tabela 11: Metoda dela z VISOCOLOR ECO testerji in njihove karakteristike

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

VZOREC	IZMERJEN PARAMETER S HITRIMI TESTI IN VREDNOST	IZMERJEN PARAMETER S SONDO IN VREDNOST

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.3 Trdota vode

Celokupno trdoto vode sestavljata trajna (nekarbonatna) in začasna (karbonatna) trdota vode. Gre za raztopljene mineralne snovi, predvsem kalcijeve in magnezijeve hidrogenkarbonate ter kalcijev sulfat, ki jih voda raztoplja iz prsti in kamnin. Najpogostejša enota je nemška: 10 mg raztopljenega CaO v enem litru vode ustreza 1 °N.

Trdota vode [°N] ali [°dH]	Opis vode
0-4	Zelo mehka voda (destilirana voda)
4-8	Mehka voda (deževnica)
8-18	Srednje trda voda (vodovodna)
18-30	Trda voda
Nad 30	Zelo trda voda

Tabela 12: Lestvica trdote vode

1.3.1 Merjenje karbonatne trdote vode

Pripomočki: 0,5 l 0,1M HCl, metiloranž, ponilne pipete 50 ml, erlenmajerice, bireta, stojalo in primeži.

Metoda dela:

- V erlenmajerico odpipetiramo 100 ml vzorca vode.
- Dodamo 2 kapljici indikatorja metiloranža.
- Titriramo s standardno raztopino HCl s koncentracijo 0,10 mol/l do spremembe barve indikatorja v oranžno roza barvo.

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

- Odčitamo volumen kisline, ki smo jo potrebovali za nevtralizacijo vzorca.

Rezultati:

Št. vzorca	V _{HCl} [ml]	Trdota [°N]
povprečje	/	

Izračun: $^{\circ}\text{N} = V_{\text{HCl}} * C_{\text{HCl}} * M_{\text{CaO}} / 2$

1.3.2 Merjenje celokupne trdote vode

Pripomočki: 1 l 0,01783 M EDTA, 0,5 l 0,1 M HCl, , amoniakalni pufer, eriokrom - črni T, erlenmajerice, polnilne pipete 50 ml, merilne pipete 5 ml, bireta, stojalo, primeži

Metoda dela:

- V elernmajerico odpipetiramo 100 ml vorca vode.
- Z merilno pipeto dodamo volumen HCl, ki smo ga porabili za nevtralizacijo vzorca.
- V digestoriju dodamo 2 ml amoniakalnega pufra in za noževno konico indikatorja eriokrom - črni T.
- Titriramo z raztopino EDTA do spremembe barve v modro barvo.

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

- Odčitamo volumen EDTA in rezultat zabeležimo v °N.

Rezultati:

Št. vzorca	V EDTA [ml]	Trdota [°N]
povprečje	/	

Izračun: °N = poraba EDTA v ml

1.3.3 Merjenje kalcijeve trdote vode

- Pripomočki: 0,5 l 0,1M HCl, 0,5 l 2 M NaOH, 1 l 0,01783 M EDTA, mureksid, erlenmajerice, bireta, stojalo, primeži

Metoda dela:

- V erlenmajerico odpipetiramo 100 ml vzorca.
- Z merilno pipeto dodamo volumen HCl, ki smo ga potrebovali za nevtralizacijo vzorca.
- Dodamo 10 ml NaOH 2 mol/l in za noževno konico indikatorja mureksid.
- Titriramo z raztopino EDTA do spremembe barve v vijolično barvo.

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

Rezultati:

Št. vzorca	VEDTA[ml]	Trdota [°N]
povprečje	/	

Izračun: °N = poraba EDTA v ml

1.3.4 Merjenje magnezijeve trdote vode

Naloga:

- Izračunamo magnezijevo trdoto vode iz razlike med celokupno trdoto in kalcijevo trdoto.

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

1.4 Kalnost vode

Kalnost oziroma motnost vode je pokazatelj prisotnosti koloidnih in suspenzijskih delcev, velikosti od 1 nm do 1 mm. Najpogostejši vzroki motnosti so anorganske in organske suspenzijske snovi ter mikroorganizmi (bakterije, alge in plankton) pa tudi erozija koloidnih snovi, kot so glina, mulj, peščenjaki ter huminske snovi, povzročajo motnost vode.

Kalnost vpliva na fizikalne in kemijske lastnosti vode ter na sestavo in gostoto biocenoz. Kalna voda lahko poškoduje izpostavljene mehke telesne dele, predvsem škrge. Vendar jih poškoduje le, če so delci dovolj grobi in če je tok vode dovolj močan. Liebmann trdi, da je kalnost 400 g/l že škodljiva za ribe.

Povečana kalnost na pipi lahko kaže na stik s površinsko vodo, napake oziroma neustrezno pripravo vode, poškodbo cevovoda in kontaminacijo, dviganje usedline ali luščenje biofilma v distribucijskem sistemu. Primesi, ki povzročajo motnost vode, imajo veliko sposobnost absorpcije drugih, zdravju škodljivih snovi, zato je dezinfekcija kalne vode težavna.

1.4.1 Merjenje kalnosti vode

Pripomočki: filter papir, lij, merilni valj

Metoda dela:

- Stehramo filter papir in zabeležimo težo kot mČFK.
- Filter papir damo v lij.
- Čez filter prelijemo določeno količino vode, ki smo jo izmerili z merilnim valjem.
- Filter papir posušimo v sušilniku.
- Nato ga ponovno stehramo.

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

- Sproti delamo še kontrolo, saj filter papir veže vlago iz zraka. Zato čist filter papir stehtamo in čistega posušimo. Razlika v masi nam pove, koliko vode se je vezalo iz zraka. To upoštevamo pri izračunu motnosti.

Rezultati:

Volumen prefiltriranega vzorca = $V =$

Masa čistega filter papirja – kontrola = $m\check{C}FK =$

Masa čistega filter papirja po sušenju = $m\check{C}FKS =$

Masa čistega filter papirja – vzorčni = $m\check{C}FV =$

Masa uporabljenega in posušenega filter papirja = $mUFV =$

Izračuni:

- Izračunamo odstotek vlage v čistem filter papirju:

$$W\% = (m\check{C}FK - m\check{C}FKS) * 100\% / m\check{C}FK$$

- Odštejemo odstotek vlage čistega filter papirja, ki smo ga uporabili za merjenje motnosti vode:

$$mFPV = m\check{C}FV - (100\% - W\%)$$

- Zapišemo razliko med čistim filter papirjem brez vlage in filter papirjem po filtriranju in sušenju:

$$mMOTNIH\ DELCEV = mUFV - mFPV$$

- Izračunamo motnost v litru vzorca.

$$Motnost = mMOTNIH\ DELCEV / V$$

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

Naloge:

- Opišemo, kaj je ostalo na filter papirju po filtriranju.
- Zakaj se pojavlja kalnost v vodi?
- Kakšne posledice lahko pusti prevelika motnost vode?
- Ali je kalnost dovolj močan parameter, da pojasni neustreznost pitne vode?
- Ko odvzamemo vodni vzorec, ga moramo fiksirati s formalinom. Zakaj?
- Kako še lahko izmerimo kalnost vodonosnika?

1.4.2 Kemična potreba po kisiku – KPK

S kemično potrebo po kisiku določujemo stopnjo organske onesnaženosti v vodi. Pri tem si pomagamo s KMnO_4 , ki je močno oskidacijsko sredstvo in oksidira vse prisotne organske snovi v vodi. Med drugim oksidira tudi neorganske spojine, kot so sulfidi, kloridi in nitriti, zato lahko poda le okvirno informacijo.

Dobra pitna voda ima porabo 3-8 mg KMnO_4 /l, kolikor vrednost preseže 20 mg KMnO_4 / l vzorca, velja, da je voda onesnažena.

Pripomočki: tehtič, analizna tehnica, bireta, stojalo, primeži, erlenmajerica, gorilnik, stojalo, keramična mrežica, raztopina 0,02 M KMnO_4 , raztopina H_2SO_4 (1:4), $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$

Metoda tela:

- V tehtiču stehtamo 290–300 mg $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ in ga prenesemo v erlenmajerico s 100 ml vzorca vode.
- Z merilno pipeto dodamo 10 ml H_2SO_4 (1:4).

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

- Segrejemo do 70–80 °C.
- Še vročo vsebino titiramo z raztopino KMnO_4 do prve obstojne rožnate barve.

Izračun:

$$c(\text{KMnO}_4) = m(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) * 2 / (M(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) * V(\text{KMnO}_4) * 5)$$

Naloge:

- Določimo vrednost porabe KMnO_4 .
- Kaj pove dana vrednost o vzorcu?
- Koliko znaša priporočena vrednost porabe KMnO_4 ?

2 Zaključek

Gradivo nas seznanja z osnovami tehnike vzorčenja vode. Znanje, ki smo ga pridobili v šolskem programu, podkrepimo s terenskimi vajami: dijaki primerjajo reguliran in nereguliran površinski vodotok, stoječe in tekoče vode, stanje okolja na točki pred in za čistilno napravo ...

Čista pitna voda je danes vse večje bogastvo. Tega se moramo zavedati tudi za prihajajoče rodove, zato je v globalizirani družbi nujno potrebno zmanjševati obremenilen vpliv različnih dejavnikov.

EKOLOŠKE ANALIZE IN MONITORING

Vzorčenje vode

3 Literatura

- G. Anderluh, A. Bavdek, K. Sepčič, Praktikum iz biokemije, knjižna zbirka Skripta, Študentska založba, Ljubljana 2009.
- V. Gnezda, Vpliv anorganskega onesnaženja na biocenozo Idrijce (diplomsko delo), Biotehniška fakulteta, Ljubljana 1973.
- N. Koprivnikar, Projektni teden 1. e, »Ljubljana mene briga«, 12.-16.2006, Biologija, Gimnazija Poljane, Ljubljana 2006.
- A. Lobnik, Navodila za vaje pri predmetu ekologija in okoljevarstvo – študijsko gradivo 2008/09, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru 2009.
- R. Ocepek idr., Biološko laboratorijsko in terensko delo II – gradivo, Državna založba Slovenije, Ljubljana 1986.
- Okus, vonj in barva pitne vode, videno 1. 6. 2011 na strani <http://www.zzv-ce.si/>.
- S. Škerlavaj – Golec, Tehnike analiziranja živil, Biotehniški izobraževalni center Ljubljana 2009.
- Ur. l. RS, št.19/04 in št. 35/04, Pravilnik o pitni vodi, videno 1. 6. 2011 na strani http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r03/predpis_PRAV3713.html.
- Ur. l. RS, št. 46/97, Pravilnik o zdravstveni ustreznosti pitne vode, Ljubljana 1997.
- G. Urbanič, Ekološko stanje rek, Podporni elementi kakovosti, Poročilo o delu Inštituta za vode RS za leto 2009, Institut za vode RS, Ljubljana 2009.