



ŠOLSKI CENTER CELJE  
POKLICNA IN TEHNIŠKA ELEKTRO IN KEMIJSKA ŠOLA

RAZISKOVALNA NALOGA  
**SPREMLJANJE LASTNOSTI REKE**  
**SAVINJE**



AVTORJI: Mateja Golenač, David Holobar in Marko Jeran

LETNIK: 2.

MENTOR: Irena Drogenik, univ. dipl. kem.

ŠOL. LETO: 2006/2007

## **ZAHVALA**

Največja zahvala je namenjena mentorici ge. **Ireni Drogenik** za vse nasvete in pomoč pri našem delu, pa tudi za ves čas, ki ga je vložila v našo nalogo.

Zahvaljujemo se profesorici **Mojci Drogenik Čerček** za nadzor, ge. **Brigiti Petelin** za pomoč pri eksperimentalnem delu in prof. **Petru Kuzmanu** za teoretične osnove konduktometra.

Zahvaljujemo se tudi prof. **Andreji Tkalec** za lektorstvo raziskovalne naloge in prof. **Gregorju Kramerju** za tehnično pomoč.

Na koncu bi se radi še zahvalili vsem, ki so nam kakor koli pomagali pri delu.

## KAZALO

1. POVZETEK.....	1
2. UVOD.....	3
2.1 DELO – METODE DELA.....	3
3. TEORETIČNI DEL.....	4
3.1 METODE MERJENJA.....	5
3.1.1 OKSIMETER.....	5
3.1.2 pH METER.....	6
3.1.3 KONDUKTOMETER.....	8
3.1.4. REAKCIJSKE SCHEME:.....	8
3.2 HIPOTEZE.....	13
4. EKSPERIMENTALNI DEL NALOGE.....	14
4.1 UVOD K EKSPERIMENTALNEM DELU.....	15
4.2 DELO.....	15
4.3 VZORČENJE.....	19
4.4 MERITVE IN REZULTATI.....	19
4.5 KOMENTAR REZULTATOV.....	28
5. ZAKLJUČEK.....	29
6. LITERATURA.....	30

## **1. POVZETEK**

Zaradi čedalje večjega onesnaževanja okolja in razvoja industrije nas je začela zanimati onesnaženost naše najbližje reke – Savinje.

Namen raziskovalne naloge je bil obveščanje ljudi o onesnaževanju te reke.

Vzorci reke Savinje smo jemali na treh lokacijah: Celje, Laško in Žalec. Analize vzorcev smo opravljali v šolskem laboratoriju, s pH-metrom, konduktometrom, oksimetrom in Merckovim ekološkim kovčkom. Merili smo vsebnost nitratnih(III) ionov, nitratnih(V) ionov, amonijevih ionov in fosfatnih(V) ionov ter pH, prevodnost in vsebnost kisika. Kljub temu da smo si želeli opravljati analize vzorcev čez celo leto, smo se odločili, da jih opravimo samo jeseni.

Vsebnosti ionov se v vzorcih niso veliko spreminjale. Na podlagi tabele o čistosti voda smo ugotovili, da se rezultati, ki smo jih izmerili se ujemajo s standardi o čistosti voda.



SLIKA 1: Nahajališče Žalec.



SLIKA 2: Nahajališče Laško.



SLIKA 3: Nahajališče Celje.

## **2. UVOD**

Savinja je reka v severovzhodni Sloveniji, katere rečje poteka večinoma po zgornji in spodnji Savinjski dolini, skozi mesti Celje in Laško. Je najdaljša reka, ki teče izključno po ozemlju Slovenije, drugače pa 6. najdaljša.

Savinja je glavna reka Savinjskih Alp. Pri Zidanem Mostu se izteka v Savo. Dolžina njenega toka je 96 km. Reka velikokrat poplavlja, kot na primer leta 1990 in 1995.

Prvi izvir Savinje je nad slapom Rinka, na nadmorski višini 1380 m. Ostalo povirno vodo dobi iz območja Okrešlja. Vodotok z imenom Kotovec v zgornjem toku teče večji del leta pod prodom, vzdolž uravnane struge do spodnjega konca Logarske doline. Drugi izvir Savinje ali izvir Črne je na nadmorski višini 767 metrov. Črna teče po spodnjem delu Logarske doline še 1600 metrov in s pritokom Jezera tvori reko Savinjo. Rinko so proglasili za spomenik naravne dediščine. Med Logarsko dolino in Ljubnim je Savinja tipična alpska reka z velikim padcem, številnimi brzicami, prelepimi tolmoni in čisto vodo. Savinja, je prijateljica ribičev, ljubiteljev vodnih športov (kajak, rafting, plavanje ...).

Glavni pritoki reke Savinje so: Lučnica, Ljubnica, Dreta, Paka, Bolska, Ložnica in Voglajna s Hudinjo pri Celju in Rečica pri Laškem ...

### **2.1 DELO – METODE DELA**

Analizo reke Savinje smo opravljali v šolskem laboratoriju.

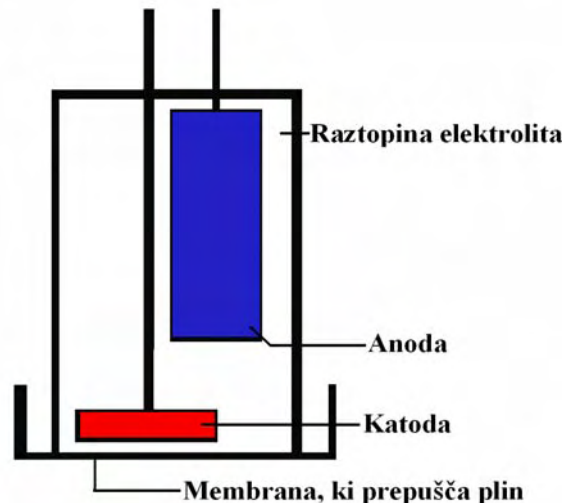
Vsak vzorec smo filtrirali, mu določili pH (s pH – metrom), prevodnost (s konduktometrom) in prisotnost raztopljenega kisika v vodi (z oksimetrom). Vzorcju pa smo določili tudi prisotnost naslednjih ionov: amonijevih ( $\text{NH}_4^+$ ), nitritnih ( $\text{NO}_2^-$ ), nitratnih ( $\text{NO}_3^-$ ) in fosfatnih ionov ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) – določali smo jih s pomočjo Merckovega ekološkega kovčka.

### **3. TEORETIČNI DEL**

## **3.1 METODE MERJENJA**

### ***3.1.1 OKSIMETER***

Mnogi plini, kot so dušik in kisik, se mešajo z vodo, ne da bi z njo reagirali. Nekateri plini z njo reagirajo na primer amoniak, CO<sub>2</sub> in HCl. Kisik z vodo ne reagira. Raztapljanje kisika je pravzaprav porazdelitev molekul kisika med molekule vode. Obstajata dva glavna vira raztopljenega kisika v vodi: atmosferski kisik in fotosinteza vodnih rastlin. Valovi in padci vode povzročajo mešanje zraka med vodo, pri tem pride do raztapljanja kisika do nasičenja.

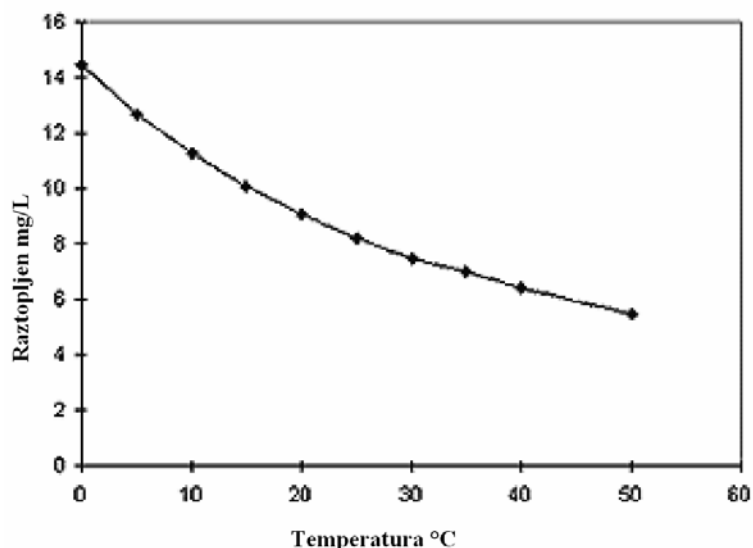


SLIKA 4: Merjenje raztopljenega kisika.

Elektrokemijska metoda merjenja raztopljenega kisika zahteva katodo, anodo, raztopino elektrolita in membrano, ki prepušča plin. Material membrane je izbran tako, da prepušča samo kisik. Kisik se zbere na katodi in povzroča parcialna tlak vzdolž membrane, nato pa difundira v raztopino elektrolita. Oksimeter tako pravzaprav meri tlak kisika v vodi. Z njim lahko merimo raztopljeni kisik v katerem koli mediju.

Količina raztopljenega kisika, ki se zadržuje v vodi, je odvisna od treh faktorjev: temperature vode, raztopljenih soli in atmosferskega tlaka. Topnost z naraščanjem toplote pada, prav tako pada z naraščajočo količino raztopljenih soli. Z naraščanjem atmosferskega tlaka topnost narašča.





GRAF 1: Topnost kisika (v mg/L vode) v odvisnosti od temperature.



SLIKA 5: Oksimeter.

### 3.1.2 pH METER

pH raztopine je merilo za koncentracijo (aktivnost) oksonijevih ionov. Po definiciji in kot je razvidno iz primerov, velja pri 25 °C:

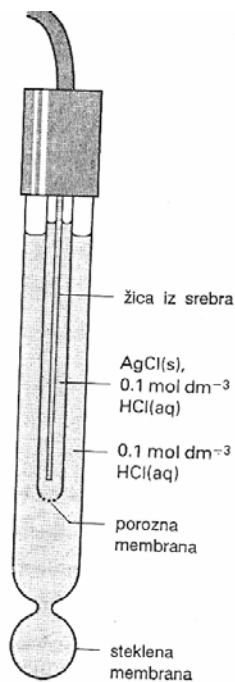
- pH kisle raztopine je manjši od 7,0;
- pH nevtralne raztopine je 7,0;
- pH bazične raztopine je večji od 7,0.

Za pH ni niti zgornjih niti spodnjih mejnih vrednosti, vendar je v večini primerov pH v območju od 0 do 14. Večina aparatov za merjenje pH je umerjenih v tem območju.

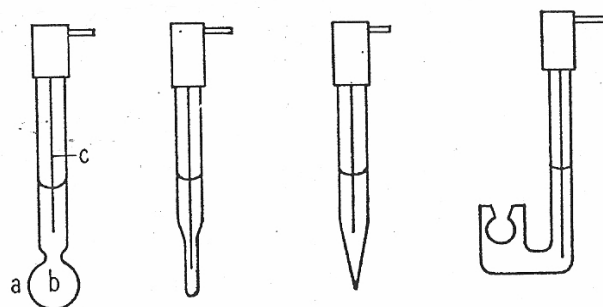
Merjenje napetosti predstavlja uporabno in zelo preprosto metodo določanja pH. Napetost člena, v katerem je en polčlen vodikova elektroda, je proporcionalna z logaritmom aktivnosti (koncentracije) vodikovih ionov in s tem tudi s pH. Člen za merjenje pH je tako v principu sestavljen iz vodikove elektrode (VE), ki jo potopimo v raztopino, katere pH določamo. Drugi polčlen je običajno nasičena kalomelska elektroda v stiku z isto raztopino.

V praksi je vodikova elektroda okorna. Elektrodo na desni strani člena lahko nadomestimo s

katero koli drugo elektrodo, občutljivo na vodikove ione. Zelo je primerna steklena elektroda (SE). Eksperimentalno so ugotovili, da je njen potencial sorazmeren s pH. Drugi polčlen je običajno tako kot v prejšnjem primeru nasičena kalomelska elektroda ali Ag/AgCl elektroda. Skala voltmetra za merjenje napetosti je prirejena za neposredno odčitavanje pH. Instrument imenujemo pH-meter in ga umerimo s puferskimi raztopinami. Pri merjenju pH s stekleno elektrodo nastane električni signal, ki ga lahko uporabimo za avtomatizacijo titracij tako, da povežemo aparaturo za titracijo z računalnikom. Na ta način lahko dosežemo visoko stopnjo zanesljivosti in natančnosti, prihranimo pa tudi čas za bolj kreativne in zanimive raziskave.



SLIKA 6: Steklena elektroda.



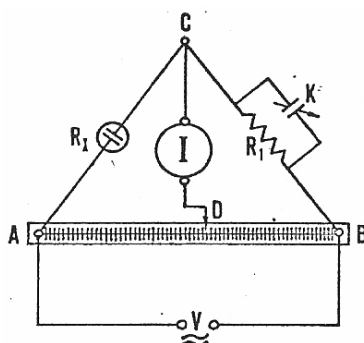
SLIKA 7: Različne oblike steklenih elektrod.



SLIKA 8: pH meter (pH 510).

### 3.1.3 KONDUKTOMETER

Z merjenjem prevodnosti raztopin ločimo med močnimi in šibkimi elektroliti, merimo stopnjo disociacije, določamo topnost slabo topnih soli, izvedemo pa lahko tudi titracijo med kisljinami in bazami. Aparatura za konduktometrične titracije je sestavljena iz celice za merjenje prevodnosti, ki jo potopimo v čašo, v kateri poteka titracija. Pri analizi titracije moramo upoštevati, da je molska prevodnost  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  in  $\text{OH}^-(\text{aq})$  ionov zelo velika.



SLIKA 9: Shema konduktometra.

Konduktometer je elektronski instrument za merjenje električne upornosti raztopin elektrolitov.

Prevodnost elektrolitov je razen od koncentracije odvisna tudi od temperature. Naraščanje temperature poveča prevodnost, kar znaša za večino ionov okrog 2 % na stopinjo. Zato moramo raztopine meriti pri konstantni temperaturi.



SLIKA 10: Konduktometer CON 510.

### 3.1.4. REAKCIJSKE SCHEME:

Hitri testi za dokazovanje ionov v Merckovem ekološkem kovčku temeljijo na specifičnih barvnih reakcijah za posamezne ione. Intenziteto barve primerjamo z barvno lestvico in z njeno pomočjo odčitamo meritev (vsebnost iona v vzorcu).

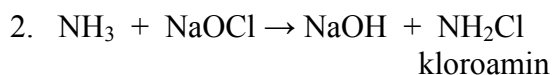
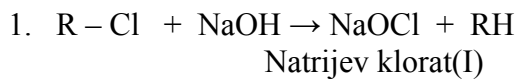
Metoda je zelo subjektivna in nenatančna, zato rezultati niso zanesljivi.

**Amonijevi ioni ( $\text{NH}_4^+$ )**

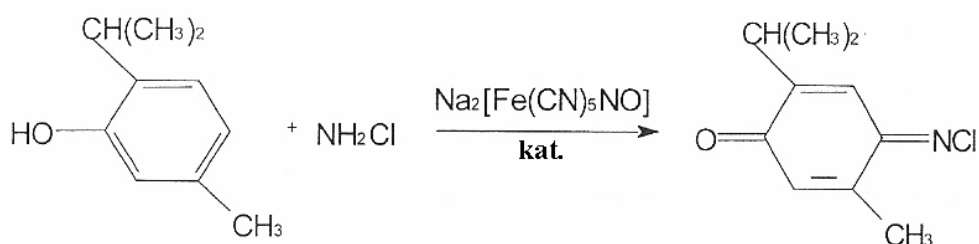
Reagent 1: natrijev hidroksid, natrijev tartrat dihidrat

Reagent 2: natrijev klorid, natrijev sulfat, natrijev dikloroisocyanurate

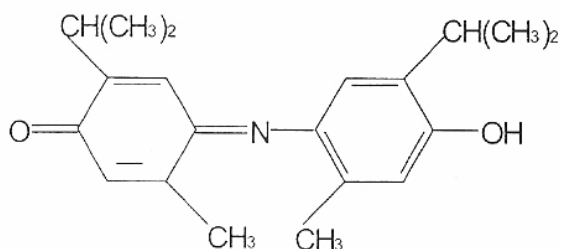
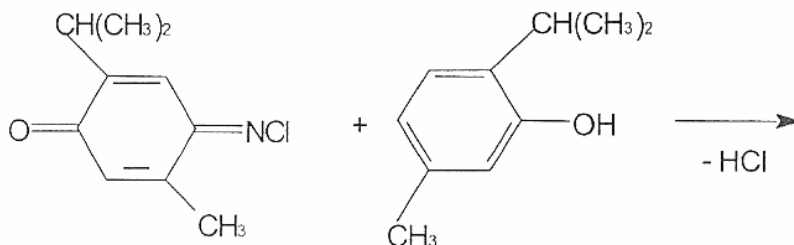
Reagent 3: timol, etenglikol, natrijev nitropentacianoferat(II)



3.



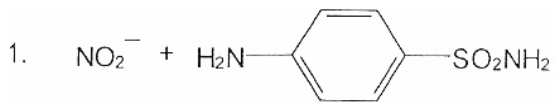
4.

**Timol****N- klorohinonimin****Indophenblue**

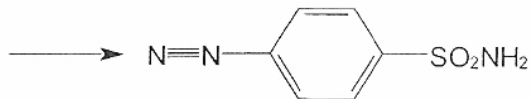
Rezultat je modro obarvanje.



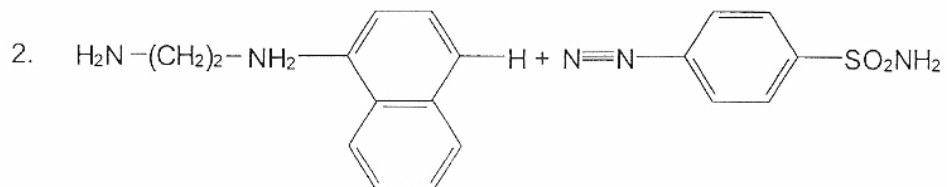
Nitrit -<sup>+</sup>sulfanilamid -----> diazonijeva sol  
Diazonijeva sol-----> azo barvilo



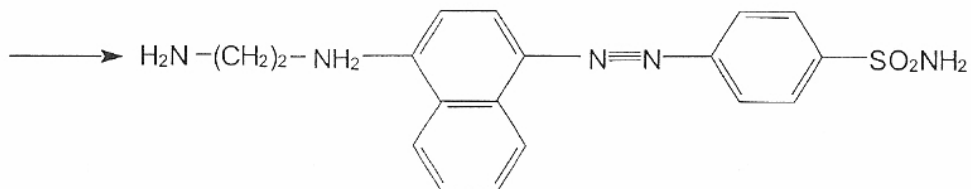
**Sulfanil amid**



**Diazoniumsalt**



**[N-Naphthyl-1]-ethylenediamine**



**vijolično Azo barvilo**

---

**TABELA PODATKOV O ČISTOSTI VODE  
(MEJNE VREDNOSTI)**

**NITRATI:**

FRG PREDPIS ZA PITNO VODO	Max. 50 mg/L
EC PREDPIS ZA PITNO VODO	Max. 50 mg/L
PRIPOROČENA VREDNOST	25 mg/L
US PREDPIS ZA PITNO VODO ( EPA)	10 mg/L
PREDPIS ZA MINERALNO VODO	Max. 50 mg/L
PRIMERNO ZA OTROKE ( ZA MINERALNE VODE )	Max. 10 mg/L
VODA ZA RIBE	10-80 mg/L
Merilno območje kovčka	10-80 mg/L

**AMONIAK:**

FRG PREDPIS ZA PITNO VODO	Max. 0.5 mg/L
EC PREDPIS ZA PITNO VODO	Max. 0.5 mg/L
PRIPOROČENA VREDNOST	0.05 mg/L
VODA ZA RIBE	0.5 mg/L
VODA V BAZENIH ( NEMŠKI STANDARD DIN 19 643)	Max. 0.1 mg/L
Merilno območje kovčka	0.05-10.0 mg/L

**NITRITI:**

FRG PREDPIS ZA PITNO VODO	Max. 0.1 mg/L
EC PREDPIS ZA PITNO VODO	Max. 0.1 mg/L
US PREDPIS ZA PITNO VODO ( EPA)	Max. 1.0 mg/L
PREDPIS ZA MINERALNO VODO	Max. 0.1 mg/L
PRIMERNO ZA OTROKE ( ZA MINERALNE VODE )	Max. 0.02 mg/L
VODA ZA RIBE	Max. 0.03 mg/L
Merilno območje kovčka	0.02-1.0 mg/L

**FOSFATI:**

EC PREDPIS ZA PITNO VODO	Max. 6.95 mg/L
PRIPOROČENA VREDNOST	0.56 mg/L
FRG PREDPIS ZA PITNO VODO	Max 4.7 mg/L
Merilno območje kovčka	0.5-6.0 mg/L

**pH VREDNOST:**

	pH min.	pH. max.
FRG PREDPIS ZA PITNO VODO	6.5	9.5
EC PREDPIS ZA PITNO VODO	6.5	8.5
US PREDPIS ZA PITNO VODO ( EPA)	6.5	8.5
EC PREDPIS ZA BAZENE	6.0	9.0
Merilno območje kovčka	5.0	9.0

TABELA 1: Podatki o čistosti vode.

**3.2 HIPOTEZE**

Ta naloga ima štiri hipoteze, ki se nanašajo na analizo reke Savinje. Potrditi želimo naslednja razmišljanja in predvidevanja:

1. Na kvaliteto vode vplivajo vremenske razmere.
2. Onesnaženost vode se na poti razlikuje (najbolj naj bi bila onesnažena voda v Celju, ker je več industrije, najmanj v Žalcu, ker ima zelo malo industrije in je majhno mesto, do Laškega pa se koncentracija škodljivih snovi razredči)
3. Domnevamo, da se z letnimi časi spreminjajo vsebnosti snovi v vodi.
4. Zavedamo se, da vsebnost nitratnih(III) ionov v vodi povzroča raka, zato je predvidevamo (upamo), da jih Savinja ne vsebuje.



## **4. EKSPERIMENTALNI DEL NALOGE**

## **4.1 UVOD K EKSPERIMENTALNEM DELU**

Pri izvajanju analize vode je nujno, da pazimo na čistost inventarja in na rok trajanja reagentov, seveda pa tudi na našo natančnost.

### ***4.1.1 PRIPOMOČKI ZA POSAMEZNO ANALIZO***

❖ INVENTAR:

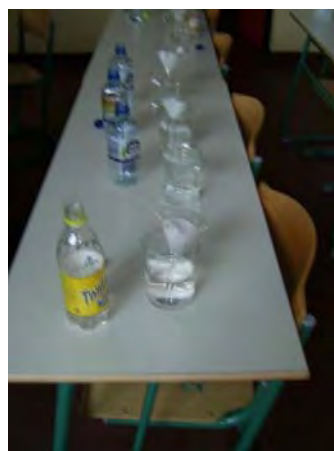
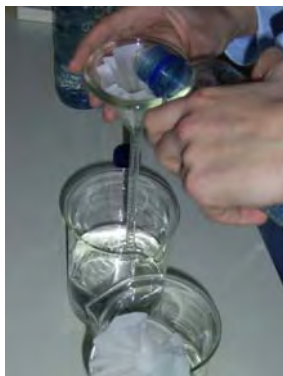
- čaše, 400 mL, 12 kom.,
- čaša, 50 mL,
- puhalke z destilirano vodo,
- kvalitativni lij, 12 kom.,
- kvalitativni filtrirni papir,
- platenke,
- oksimeter,
- pH meter pH 510,
- konduktometer CON 510,
- Merckov ekološki kovček.

❖ KEMIKALIJE:

- destilirana voda,
- puferska raztopina (pH = 7,00),
- specifični reagenti za določanje vsebnosti posameznega iona.

## **4.2 DELO**

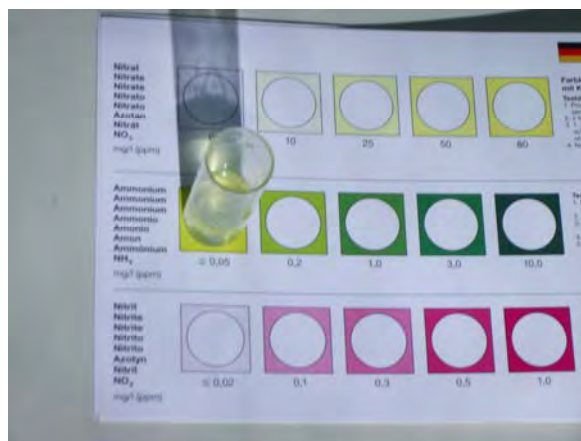
Najprej pripravimo potreben inventar za delo. Začnemo s filtriranjem posameznega vzorca, da iz vode odstranimo vse trdne nečistoče. Po filtriranju določimo prevodnost, prisotnost raztopljenega kisika in pH vzorca (pred uporabo instrumentov elektrodo speremo z vodo). Vsem vzorcem določimo še prisotnosti posameznega iona (z Merckovim ekološkim kovčkom).



SLIKE 11, 12, 13: Filtriranje vzorcev.

## AMONIJEVI IONI

Testno stekleničko napolnimo z vzorcem do oznake, dodamo deset kapljic reagenta ena in zmešamo. Dodamo eno žličko reagenta dve, zapremo in premešamo. Stekleničko pustimo stati pet minut. Nato dodamo še petnajst kapljic reagenta tri, zapremo in premešamo. Po sedmih minutah odčitamo vsebnost amonijevih ionov z barvne lestvice.



SLIKA 14: Merjenje vsebnosti amonijevih ionov.

## NITRATNI(V) IONI

Testno stekleničko napolnimo da oznake z vzorcem, dodamo dve žličke reagenta ena, zapremo in premešamo. Dodamo še eno žličko reagenta dve in mešamo eno minuto, pustimo deset minut, da reakcija poteče. Na koncu odčitamo še vrednost nitratnih ionov na podlagi barvne lestvice.

## NITRATNI(III) IONI

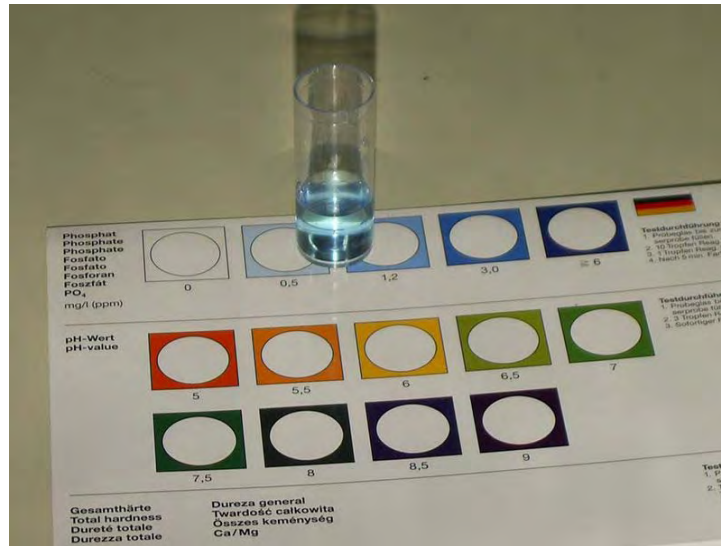
Testno stekleničko napolnimo do oznake z vzorcem. Dodamo dve žlički reagenta ena in premešamo. Počakamo tri minute in odčitamo vsebnost nitritnih ionov.



SLIKA 15: Merjenje vsebnosti nitritnih ionov.

## FOSFATNI IONI

Testno stekleničko napolnimo z vzorcem do oznake. Dodamo deset kapljic reagenta ena, premešamo, nato pa dodamo še eno kapljico reagenta dve in premešamo. Pustimo stati pet minut, da poteče reakcija in s pomočjo barvne lestvice odčitamo vsebnost fosfatnih ionov.



SLIKA 16: Merjenje vsebnosti fosfatnih ionov.

## pH METER

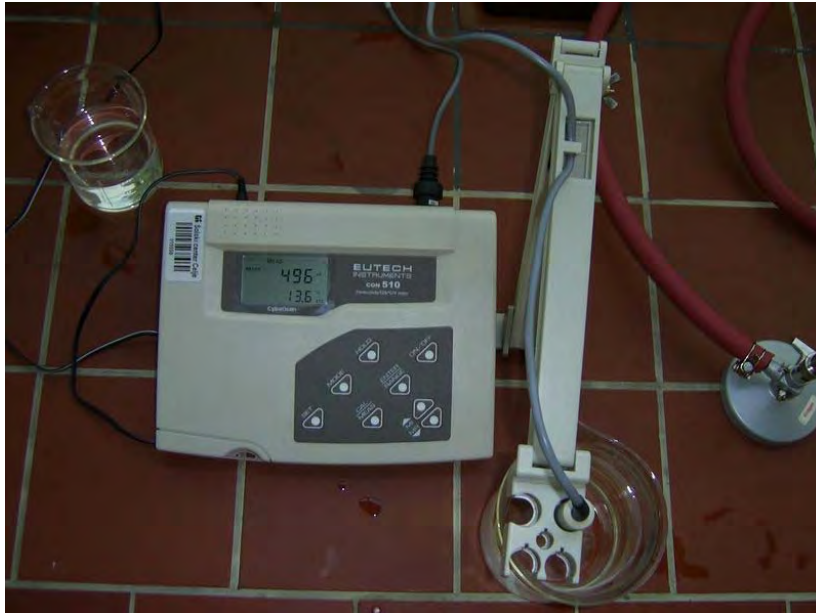
pH meter vključimo in ga umerimo s pufersko raztopino, ki ima pH točno 7,00. Elektrodo speremo z destilirano vodo in jo obrišemo. Nato elektrodo potopimo v vzorec in odčitamo pH.



SLIKA 17: Merjenje pH vzorca.

## KONDUKTOMETER

Je avtomatski merilnik. Aparat vključimo, elektrodo speremo z destilirano vodo in jo obrišemo. Nato jo potopimo in odčitamo prevodnost v mikrosimensih ( $\mu\text{S}$ ).



SLIKA 18: Merjenje prevodnosti vzorca.

## OKSIMETER

Oksimeter je avtomatski merilnik. Vključimo ga, elektrodo speremo in jo potopimo v vzorec. Na ekranu se nam izpiše masni delež raztopljenega kisika v vodi (%) in masni koncentraciji (g/L).



SLIKA 19: Merjenje kisika v vzorca.

### **4.3 VZORČENJE**

Vzorke smo jemali ob ponedeljkih in četrtek, prvi vzorec je bil vzet v ponedeljek 2. 10. 2006, zadnji pa v četrtek 7. 12. 2006. Vse meritve smo prikazali v tabelah in grafih. Grafe in tabele smo razvrstili glede na kraj odvzema. Za vsak kraj sta prikazani dve tabeli in dva grafa (v prvi tabeli je podana meritev vsebnosti posameznih ionov, v drugi pa meritve instrumentalnih metod).

### **4.4 MERITVE IN REZULTATI**

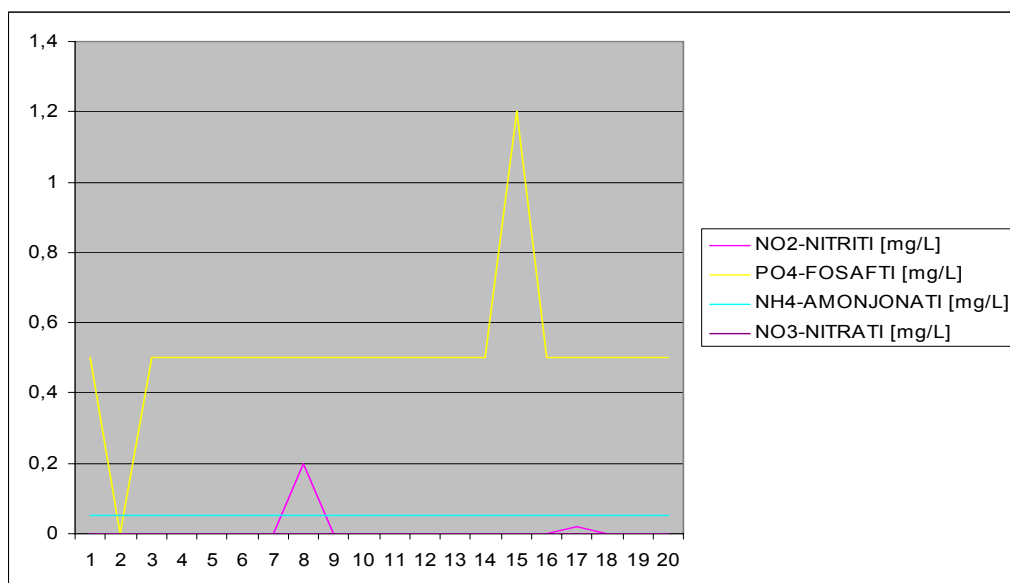
#### **4.4.1 ŽALEC**

<i>VZOREC</i>	<i>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>NITRITI [mg/L]</i>	<i>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> FOSFATI [mg/L]</i>	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>AMONIONATI [mg/L]</i>	<i>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>NITRATI [mg/L]</i>
1	0	0,5	0,05	0
2	0	0	0,05	0
3	0	0,5	0,05	0
4	0	0,5	0,05	0
5	0	0,5	0,05	0
6	0	0,5	0,05	0
7	0	0,5	0,05	0
8	0,2	0,5	0,05	0
9	0	0,5	0,05	0
10	0	0,5	0,05	0
11	0	0,5	0,05	0
12	0	0,5	0,05	0
13	0	0,5	0,05	0
14	0	0,5	0,05	0
15	0	1,2	0,05	0
16	0	0,5	0,05	0
17	0,02	0,5	0,05	0
18	0	0,5	0,05	0
19	0	0,5	0,05	0
20	0	0,5	0,05	0

TABELA 2: Rezultati meritev vsebnosti ionov v vzorcih reke Savinje (Žalec).

#### **OPOMBA:**

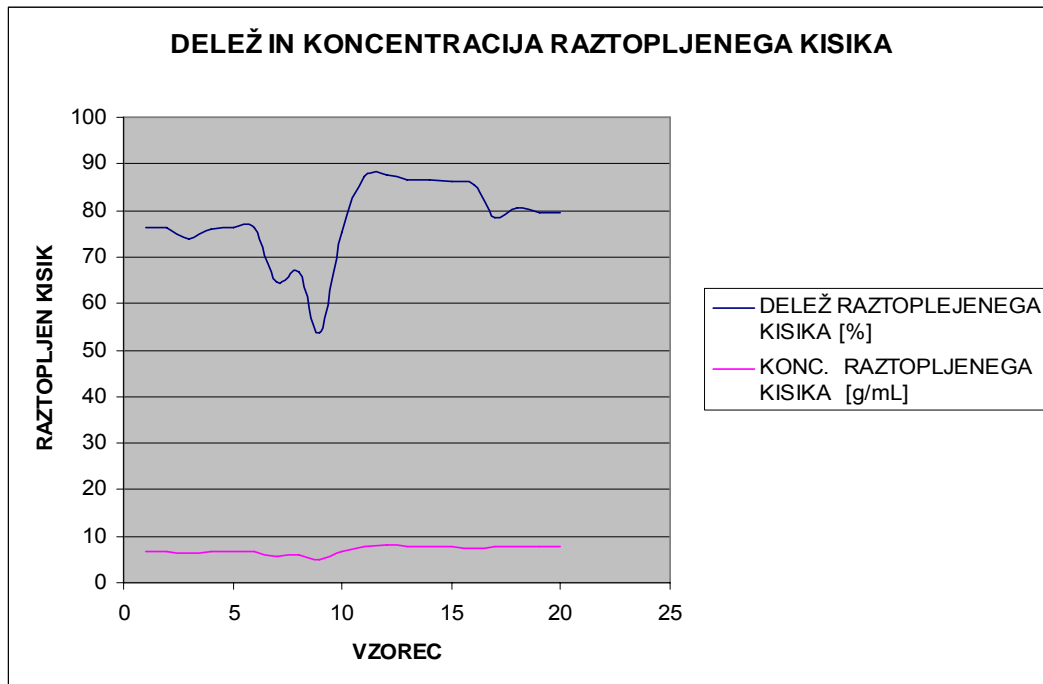
8. vzorec iz Žalca je imel vonj po gnoju.



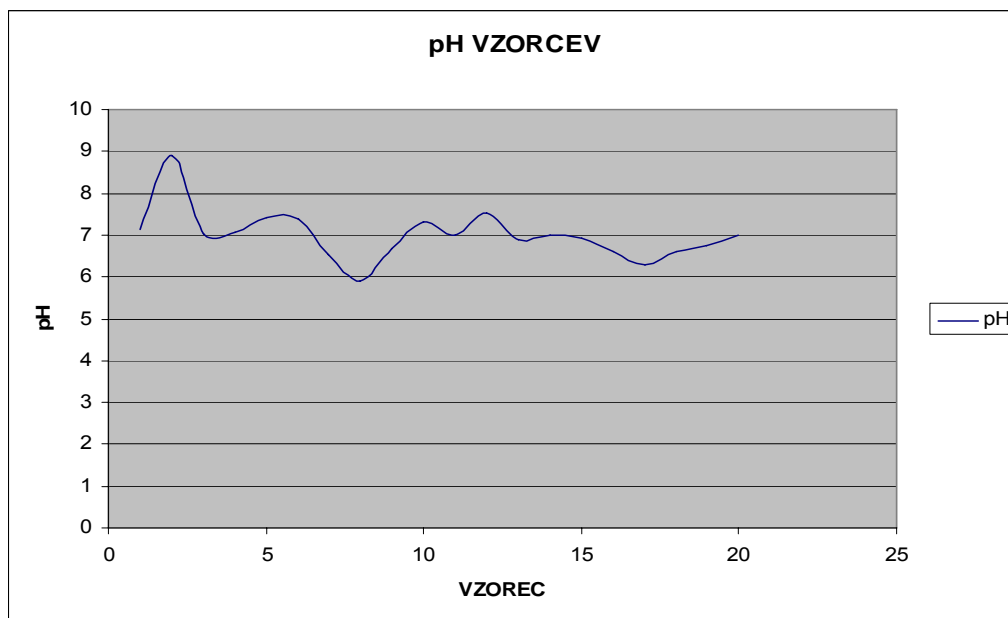
GRAF 2: Rezultati meritev.

VZOREC	<i>pH</i>	<i>PREVODNOST</i> [ $\mu$ S]	<i>DELEŽ</i> <i>RAZTOPLJENEGA</i> <i>KISIKA [%]</i>	<i>KONC.</i> <i>RAZTOPLJENEGA</i> <i>KISIKA [g/mL]</i>
1	7,15	443	76,2	6,59
2	8,90	376	76,5	6,75
3	7,04	439	73,8	6,45
4	7,06	428	75,8	6,60
5	7,43	379	76,3	6,65
6	7,39	449	76,5	6,65
7	6,52	464	64,6	5,65
8	5,90	422	66,8	5,96
9	6,67	435	53,7	4,81
10	7,30	433	75,3	6,76
11	7,00	450	87,4	7,83
12	7,52	459	87,7	7,98
13	6,89	477	86,5	7,71
14	7,00	489	86,4	7,70
15	6,92	479	86,2	7,67
16	6,60	378	85,6	7,54
17	6,30	455	78,3	7,64
18	6,60	452	80,4	7,88
19	6,76	461	79,4	7,74
20	7,00	454	79,4	7,73

TABELA 3: Rezultati meritev pH, prevodnosti in raztopljenega kisika v vzorcih reke Savinje (Žalec).

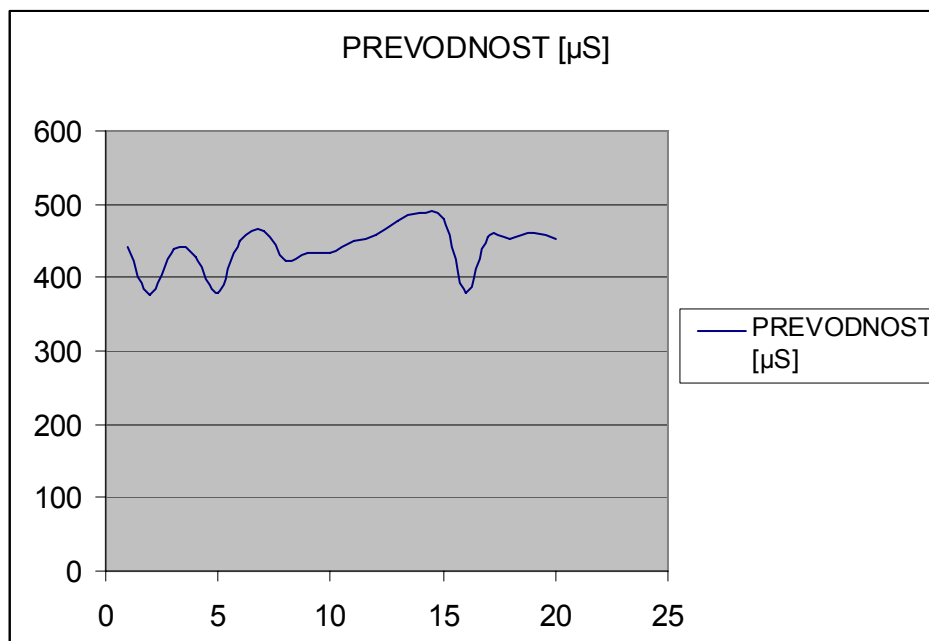


GRAF 3: Rezultati meritev.



GRAF 4: Rezultati meritev.



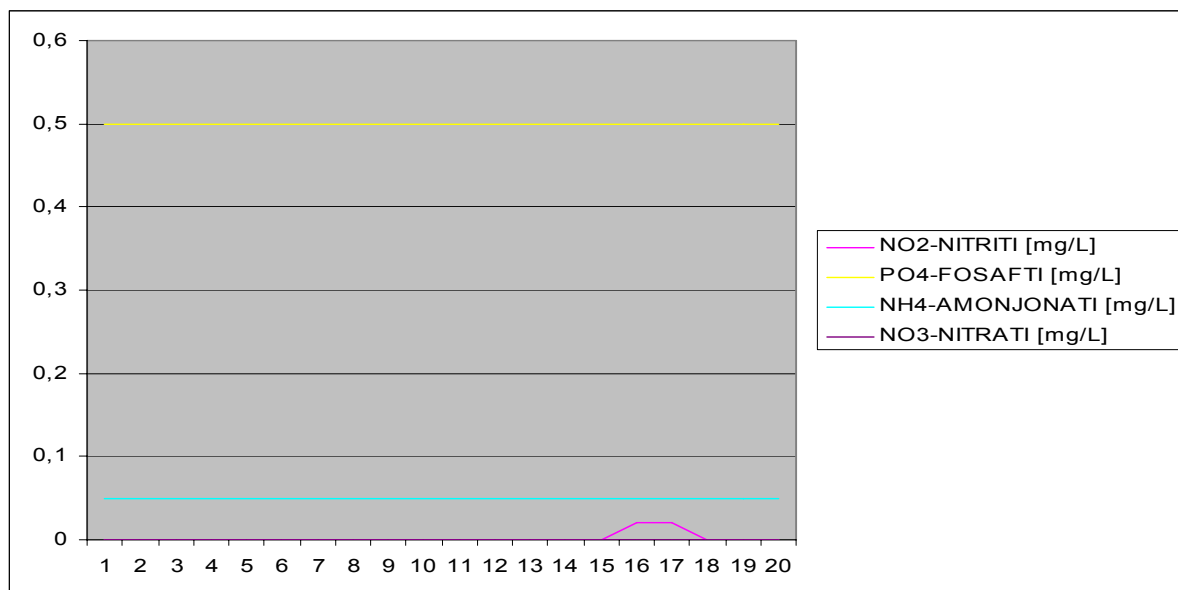


GRAF 5: Rezultati meritev.

#### 4.4.2 CELJE

<i>VZOREC</i>	<i>NO<sub>2</sub><sup>-</sup> NITRITI [mg/L]</i>	<i>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> FOSFATI [mg/L]</i>	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> AMONIONATI [mg/L]</i>	<i>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> NITRATI [mg/L]</i>
1	0	0,5	0,05	0
2	0	0,5	0,05	0
3	0	0,5	0,05	0
4	0	0,5	0,05	0
5	0	0,5	0,05	0
6	0	0,5	0,05	0
7	0	0,5	0,05	0
8	0	0,5	0,05	0
9	0	0,5	0,05	0
10	0	0,5	0,05	0
11	0	0,5	0,05	0
12	0	0,5	0,05	0
13	0	0,5	0,05	0
14	0	0,5	0,05	0
15	0	0,5	0,05	0
16	0,02	0,5	0,05	0
17	0,02	0,5	0,05	0
18	0	0,5	0,05	0
19	0	0,5	0,05	0
20	0	0,5	0,05	0

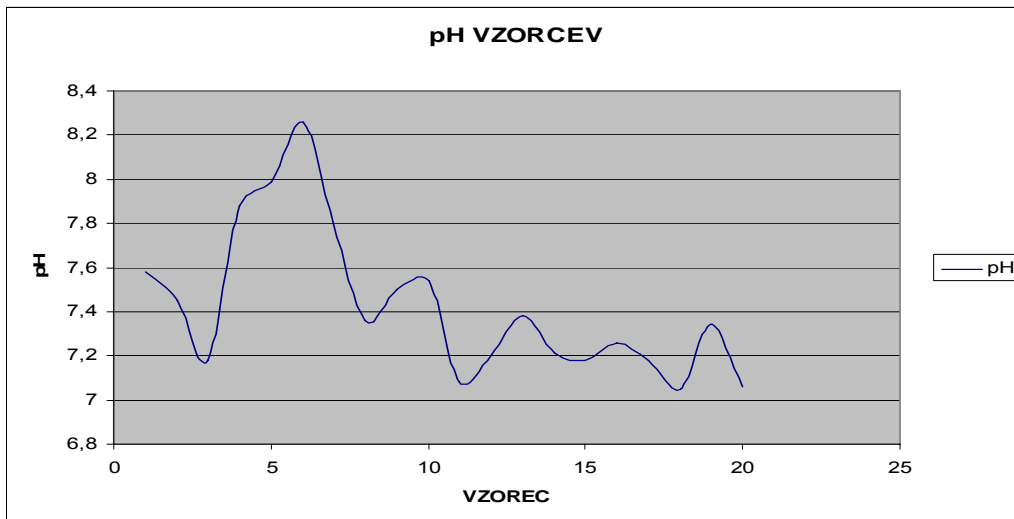
TABELA 4: rezultati meritev vsebnosti ionov v vzorcih reke Savinje (Celje).



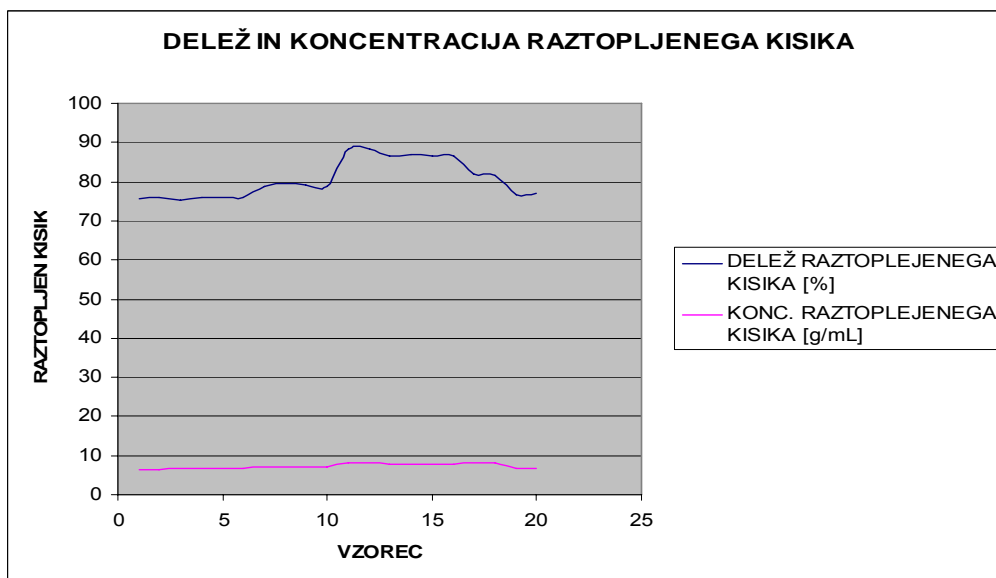
GRAF 6: Rezultati meritev.

VZOREC	<i>pH</i>	<i>PREVODNOST</i> [ $\mu$ S]	<i>DELEŽ</i> <i>RAZTOPLEJENEGA</i> <i>KISIKA [%]</i>	<i>KONC.</i> <i>RAZTOPLEJENEGA</i> <i>KISIKA [g/mL]</i>
1	7,58	470	75,5	6,50
2	7,45	369	76,0	6,46
3	7,18	447	75,4	6,64
4	7,88	440	76,0	6,68
5	7,99	450	75,9	6,66
6	8,26	454	75,8	6,63
7	7,80	456	78,9	7,14
8	7,36	380	79,6	7,23
9	7,50	446	79,1	7,17
10	7,54	452	78,8	7,11
11	7,08	466	88,3	7,96
12	7,20	486	88,2	8,06
13	7,38	506	86,7	7,64
14	7,21	499	86,8	7,69
15	7,18	520	86,7	7,65
16	7,26	353	86,5	7,62
17	7,18	450	81,9	8,00
18	7,05	467	81,7	8,12
19	7,34	476	76,7	6,61
20	7,06	485	76,9	6,62

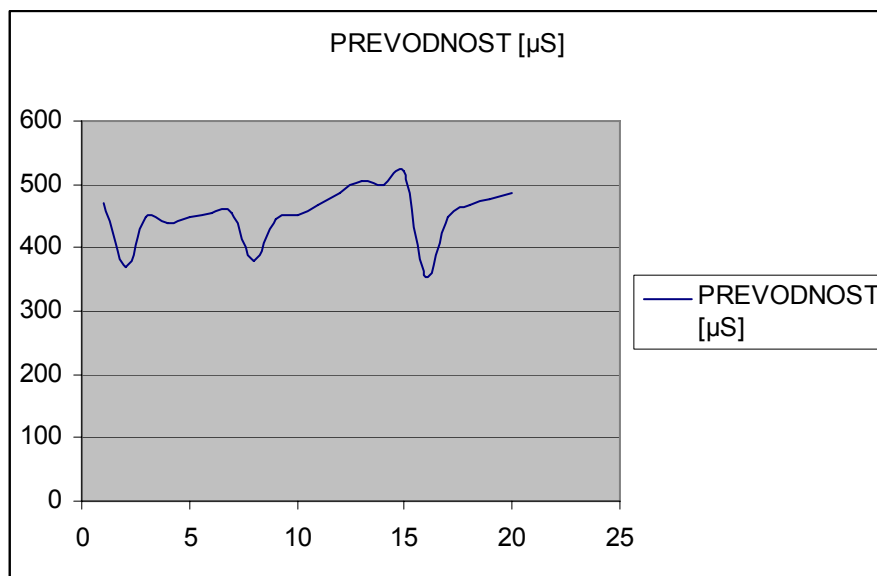
TABELA 5: Rezultati meritev pH, prevodnosti in raztopljenega kisika v vzorcih reke Savinje (Celje).



GRAF 7: Rezultati meritev.



GRAF 8: Rezultati meritev.

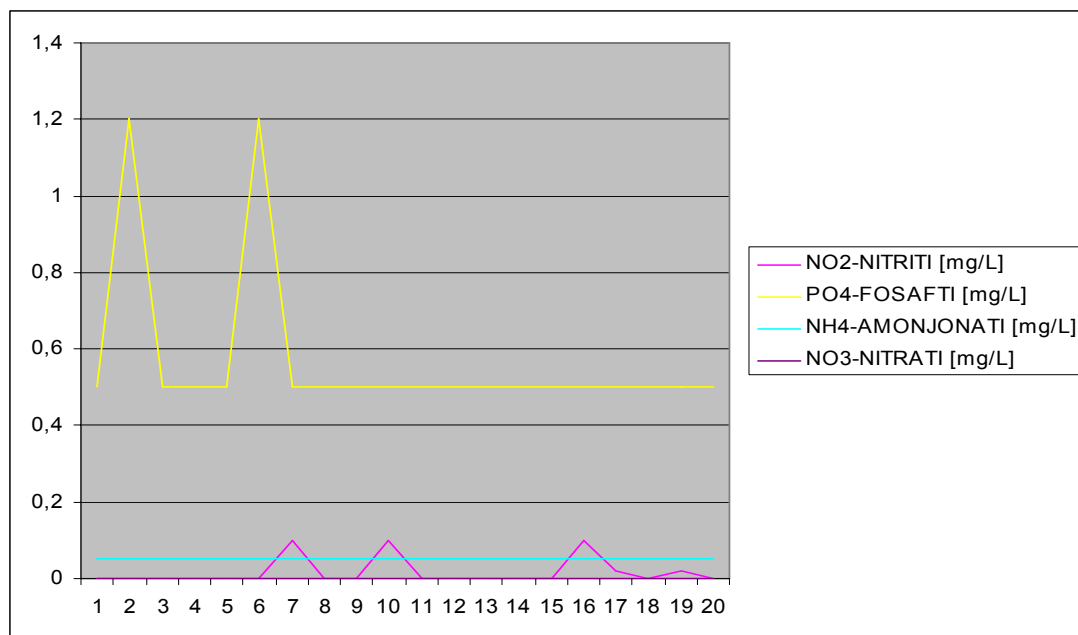


GRAF 9: Rezultati meritev.

#### 4.4.3 LAŠKO

<i>VZOREC</i>	<i>NO<sub>2</sub><sup>-</sup> NITRITI [mg/L]</i>	<i>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> FOSFATI [mg/L]</i>	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> AMONIONATI [mg/L]</i>	<i>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> NITRATI [mg/L]</i>
1	0	0,5	0,05	0
2	0	1,2	0,05	0
3	0	0,5	0,05	0
4	0	0,5	0,05	0
5	0	0,5	0,05	0
6	0	1,2	0,05	0
7	0,1	0,5	0,05	0
8	0	0,5	0,05	0
9	0	0,5	0,05	0
10	0,1	0,5	0,05	0
11	0	0,5	0,05	0
12	0	0,5	0,05	0
13	0	0,5	0,05	0
14	0	0,5	0,05	0
15	0	0,5	0,05	0
16	0,1	0,5	0,05	0
17	0,02	0,5	0,05	0
18	0	0,5	0,05	0
19	0,02	0,5	0,05	0
20	0	0,5	0,05	0

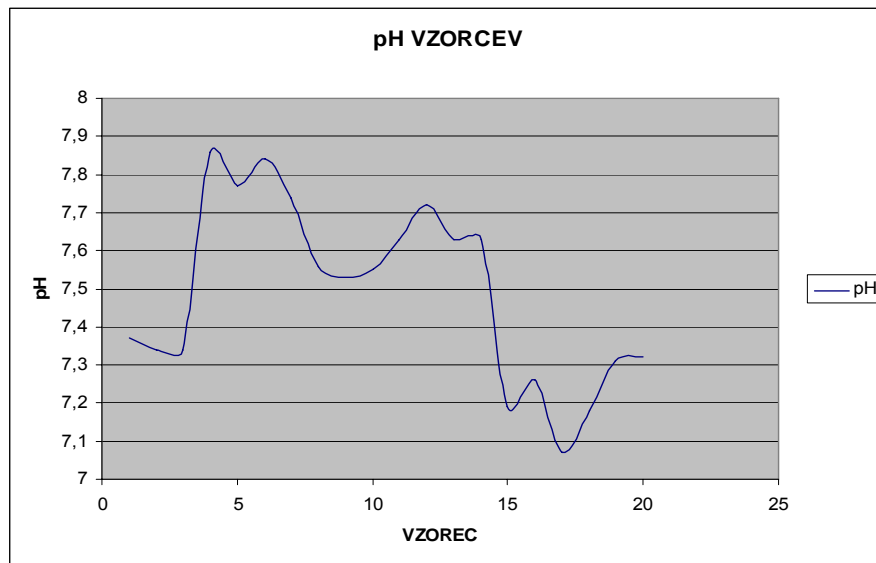
TABELA 6: Rezultati meritev vsebnosti ionov v vzorcih reke Savinje (Laško).



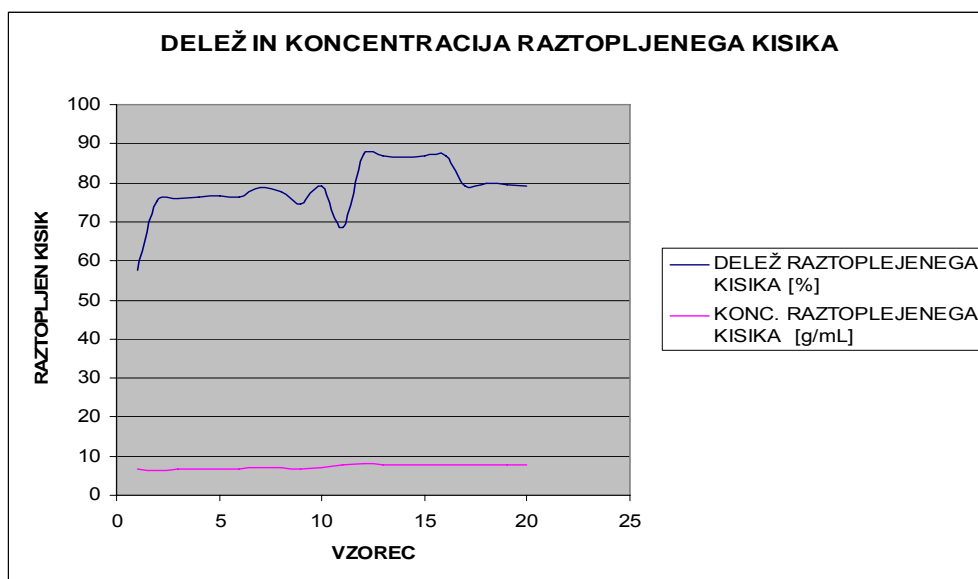
GRAF 10: Rezultati meritev.

<i>VZOREC</i>	<i>pH</i>	<i>PREVODNOST [<math>\mu</math>S]</i>	<i>DELEŽ RAZTOPLEJENEGA KISIKA [%]</i>	<i>KONC. RAZTOPLEJENEGA KISIKA [g/mL]</i>
1	7,37	529	57,5	6,56
2	7,34	408	75,2	6,51
3	7,34	496	76,0	6,65
4	7,86	496	76,4	6,70
5	7,77	505	76,6	6,73
6	7,84	521	76,4	6,67
7	7,74	518	78,7	7,15
8	7,56	406	77,7	7,14
9	7,53	506	74,5	6,69
10	7,55	509	79,3	7,19
11	7,63	530	68,5	7,76
12	7,72	565	87,2	7,96
13	7,63	585	87,0	7,89
14	7,63	577	86,7	7,76
15	7,19	571	86,9	7,83
16	7,26	389	87,1	7,88
17	7,07	497	79,2	7,73
18	7,18	532	80,0	7,79
19	7,31	554	79,4	7,78
20	7,32	551	79,3	7,74

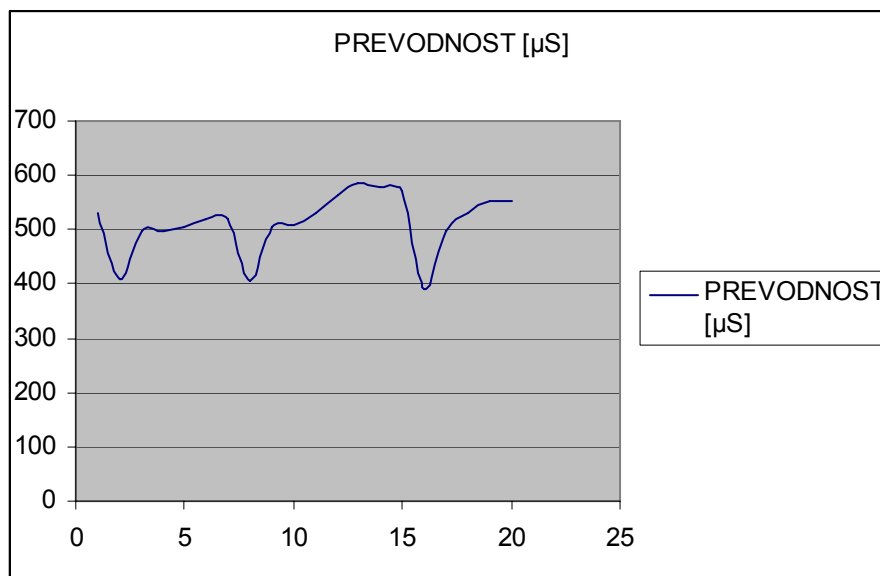
TABELA 7: rezultati meritev pH, prevodnosti in raztopljenega kisika v vzorcih reke Savinje (Laško).



GRAF 11: Rezultati meritev.



GRAF 12: Rezultati meritev.



GRAF 13: Rezultati meritev.

## **4.5 KOMENTAR REZULTATOV**

Kot je prikazano v grafih, so vrednosti pH, prevodnosti in kisika zelo različne, enakovredne vrednosti so se pojavile le pri določanju vsebnosti ionov. Te vrednosti smo tudi pričakovali. Na podlagi tabele o čistosti voda smo ugotovili, da se rezultati, ki smo jih izmerili se ujemajo s standardi o čistosti voda.

### **pH**

Za pH lahko rečemo, da je raznovrsten na vseh treh odvzemnih mestih: v Žalcu se nam je pojavila celo vrednost (7,00), sicer pa je bila največja vrednost v Žalcu (8,90), najmanjša vrednost pa je bila v Celju (7,05). Laško je vzdrževalo bazičen pH (od 7 naprej). Tako smo ugotovili, da je bila Savinja v tem času predvsem bazična, kar je posledica čistilnih sredstev.

### **Prevodnost**

Za prevodnost lahko rečemo, da je največjo vrednost dosegla v Laškem (585 µS), najmanjšo pa v Celju (353 µS). V Žalcu je prevodnost dosegla srednjo vrednost.

### **Delež raztopljenega kisika**

Za delež raztopljenega kisika v vodi lahko rečemo, da je svoj vrhunec dosegel v Celju z 88,3 %, najmanjšo vrednost pa v Žalcu s 53,7 %. V Laškem je bil nizek odstotek kisika.

### **Vsebnosti ionov**

Amonijevi ioni so imeli ves skozi konstantno vrednost v Laškem, Celju in Žalcu (0,05 mg/L). Nitratni (III) ioni so imeli na vseh odvzemnih mestih najmanjšo koncentracijo 0 mg/L, največ se jih je pojavilo v Laškem (0,1 mg/L), v Žalcu in Celju pa je bila največja vrednost (0,02 mg/L). Nitratni (V) ioni so imeli na vseh odvzemnih mestih koncentracijo (0 mg/L). Fosfatni ioni so se z največjo koncentracijo pojavljali v Žalcu in Laškem (1,2 mg/L), konstantna koncentracija (0,5 mg/L) fosfatnih ionov pa se je pojavila samo v Celju.

## **5. ZAKLJUČEK**

Na začetku te raziskovalne naloge smo si zastavili štiri hipoteze.

Prva hipoteza je potrjena. Na kvaliteto vode vlivajo vremenske razmere. Posebnost so nitriti: če je deževno vreme, se v vodi pojavijo, drugače jih pa ni. Ostali ioni so deloma konstantni.

Druga hipoteza je potrjena. Strinjamo se, da se onesnaženost na poti razlikuje, ker je bila Savinja najmanj onesnažena v Žalcu saj je majhno mesto in najvišje na poti, v Celju je velika onesnaženost, saj ima veliko industrije, ... v Laškem je najbolj onesnažena saj je na poti še več pritokov in še dodatna industrija.

Tretje hipoteze ne moremo podrobneje preučiti, ker vzorcev nismo jemali v vseh letnih časih, podrobneje smo se osredotočili na jesen oz. zimo. Z delom bomo nadaljevali prihodnje leto.

Četrta hipoteza je deloma potrjena. Nitritni ioni so se pojavili samo v deževnem vremenu. Zavedamo se, da so škodljivi zdravju torej ob deževnem vremenu odsvetujemo pitje vode iz vodovoda.



## **6. LITERATURA**

Pri literaturi moramo omeniti, da o določanju posameznih ionov ne obstaja nobena slovenska knjiga, zato smo podatke dobili le iz Merckovega ekološkega kovčka.

1. Merckov ekološki kovček (priložena knjiga)
2. <http://www.eutehinst.com/pdt - para - pH - cybirscanpt510.html>.
3. <http://www.eutehinst.com/pdt - para - conductivity - cybirscanpt510.html>.
4. <http://www.eutehinst.com/pdt - para - do ecoscando6.html>.
5. Jelena Komar – Kansky, Laboratorijske vaje iz fizikalne kemije za kemijske tehniške šole, Državna založba Slovenije, Ljubljana (stran 235, 237, 261, 262, 63). **1973**.