

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIHA VELENJE  
VODNIKOVA 3, 3320 VELENJE  
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA  
**VSEBNOST ANTIMONA V VODAH IZ PLASTENK**

Tematsko področje: KEMIJA

Avtorja:

Bian Klančnik, 9. razred

Jaka Lesjak, 9. razred

Mentorici:

Suzana Pustinek, prof. biol.

mag. Anita Povše, prof. biol. in kem.

Velenje, 2014

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentorici: Suzana Pustinek, prof. biol.  
mag. Anita Povše, prof. biol. in kem.

Datum predstavitve:

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

- ŠD OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2013/2014
- KG antimon / plastika / plastenke / PET / voda
- AV KLANČNIK, Bian / LESJAK, Jaka
- SA PUSTINEK, Suzana / POVŠE, Anita
- KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3
- ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje
- LI 2014
- IN **VSEBNOST ANTIMONA V VODAH IZ PLASTENK**
- TD Raziskovalna naloga
- OP V, 27 str., 7 pregl., 8 graf., 7 sl., 9 vir.
- IJ SL
- JI sl/en
- AI Voda v plastenki lahko vsebuje človeku nevaren antimon, ki se v vodo izloča iz plastike. V raziskavi so določali vsebnost antimona v različnih vodah iz plastenk, in sicer v vodi Dana, Dana z okusom, Radenska in za primerjavo še v ustekleničeni vodi Radenska. Testirali so tudi vodo iz plastenke, ki naj ne bi vsebovala nevarnih kemikalij. Plastenke so izpostavili različnim pogojem in nato opravili tri časovno ločena testiranja vsebnosti antimona v vzorcih vod. Največjo vsebnost antimona so imele vode iz plastenk, ki so bile izpostavljene soncu, najmanj pa vode iz plastenk v temnem in hladnem prostoru. Dalj časa so bile vode v plastenkah, več antimona so vsebovale. V vode z nižjim pH se je izločilo več antimona. Ugotovili so, da se antimon ni izločal v vodo, ki je bila v posebni plastenki, in v vodo v steklenici. Preizkušali so tudi organoleptične lastnosti izbranih vod. S poskusom, v katerega je bilo vključenih 26 učencev, so želeli ugotoviti, ali lahko ljudje ločimo med vodo iz steklenice, plastenke in vodovodno vodo. Raziskava je pokazala, da je razliko med vodami zelo težko zaznati. Vode v plastenkah ne smemo izpostavljati soncu in jo moramo čim prej uporabiti. Bolj priporočljivo je uporabljati vodo v steklenici.

## KEY WORDS DOKUMENTATION

- ND OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2013/2014
- CX antimony / plastic / plastic bottles / PET / water / (še kaj?)
- AU KLANČNIK, Bian / LESJAK, Jaka
- AA PUSTINEK, Suzana / POVŠE, Anita
- PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3
- PB OŠ Gustava Šiliha Velenje
- PY 2014
- TI **CONCENTRATION OF ANTIMONY IN WATER PLASTIC BOTTLES**
- DT RESEARCH WORK
- NO V, 27 p., 7 tab., 8 graf. 7 ann., 9 ref.
- LA SL
- AL sl/en
- AB Plastic bottled water can contain antimony, which is harmful for our health. Antimony excretes into water from plastic. They tested the concentration of antimony in different brands of plastic bottled water, such as water Dana, Dana with flavour, plastic bottled water Radenska and, for comparison, glass bottled water Radenska. They also tested water from a plastic bottle that does not contain dangerous chemicals. The bottles were exposed to different conditions and the concentration of antimony was tested three times. The samples from plastic bottles that were exposed to sunlight, had the biggest concentration of antimony, and the samples from a cold and dark location had the smallest concentration of antimony. The longer the water was in the bottle, the more antimony it contained. More antimony excreted into water with a lower pH. They found out that antimony did not excrete into water from a special plastic bottle and from glass bottles. They tested the organoleptic characteristics of the chosen brands of water. Doing the experiment with 26 students included, they wanted to determine whether people can distinguish between glass bottled water, plastic bottled water and tap water. The difference among different types of water is very hard to taste. Plastic bottled water should not be exposed to sunlight and should be used as soon as possible. It is more recommended that glass bottled water is used.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA</b> .....	<b>II</b>
<b>KEY WORDS DOKUMENTATION</b> .....	<b>III</b>
<b>KAZALO VSEBINE</b> .....	<b>IV</b>
<b>KAZALO TABEL</b> .....	<b>V</b>
<b>KAZALO GRAFOV</b> .....	<b>V</b>
<b>KAZALO SLIK</b> .....	<b>V</b>
<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2 PREGLED OBJAV</b> .....	<b>2</b>
2.1 PROIZVODNJA PLASTIKE.....	2
2.2 PLASTENKE NA SPLOŠNO.....	5
2.3 ANTIMON IN NJEGOV VPLIV NA ČLOVEKA.....	6
2.4 DOLOČANJE ANTIMONA V VODI.....	9
2.4.1 <i>KAJ JE O ANTIMONU ŽE RAZISKANO</i> .....	9
<b>3 METODE DELA</b> .....	<b>10</b>
3.1 DOLOČANJE ORGANOLEPTIČNIH LASTNOSTI VOD .....	10
3.2 ZBIRANJE VZORCEV VOD.....	10
<b>4 REZULTATI</b> .....	<b>13</b>
4.1 REZULTATI TESTIRANJA ORGANOLEPTIČNIH LASTNOSTI VOD .....	13
4.2 PRVO TESTIRANJE VZORCEV .....	14
4.3 DRUGO TESTIRANJE VZORCEV .....	14
4.3.1 <i>VZORCI IZ TEMNO, HLADNO (LOKACIJA A)</i> .....	14
4.3.2 <i>VZORCI IZ SVETLO, TOPLO (LOKACIJA B)</i> .....	14
4.3.3 <i>VZORCI IZ TEMNO, TOPLO (LOKACIJA C)</i> .....	15
4.4 TRETJE TESTIRANJE VZORCEV .....	15
4.4.1 <i>VZORCI IZ TEMNO, HLADNO (LOKACIJA A)</i> .....	15
4.4.2 <i>VZORCI IZ SVETLO, TOPLO (LOKACIJA B)</i> .....	15
4.4.3 <i>VZORCI IZ TEMNO, TOPLO (LOKACIJA C)</i> .....	16
4.4.4 <i>PLASTENKA IZ BOLJŠE PLASTIKE</i> .....	16
<b>5 DISKUSIJA</b> .....	<b>17</b>
5.1 PRVO TESTIRANJE VZORCEV .....	17
5.2 PRIMERJAVA REZULTATOV PRVEGA TESTIRANJA Z REZULTATI DRUGEGA TESTIRANJA VZORCEV .....	18
5.2.1 <i>PRIMERJAVA Z REZULTATI IZ TEMNO, HLADNO (LOKACIJA A)</i> .....	18
5.2.2 <i>PRIMERJAVA Z REZULTATI IZ SVETLO, TOPLO (LOKACIJA B)</i> .....	19
5.2.3 <i>PRIMERJAVA Z REZULTATI IZ TEMNO, TOPLO (LOKACIJA C)</i> .....	20
5.3 REZULTATI TRETJEGA TESTIRANJA.....	21
5.3.1 <i>REZULTATI IZ TEMNO, HLADNO (LOKACIJA A)</i> .....	21
5.3.2 <i>REZULTATI IZ SVETLO, TOPLO (LOKACIJA B)</i> .....	22
5.3.3 <i>REZULTATI IZ TEMNO, TOPLO (LOKACIJA C)</i> .....	23
<b>6 ZAKLJUČEK</b> .....	<b>24</b>
<b>7 POVZETEK</b> .....	<b>25</b>
<b>8 A SUMMARY</b> .....	<b>26</b>
<b>9 ZAHVALA</b> .....	<b>27</b>
<b>10 LITERATURA</b> .....	<b>28</b>

## KAZALO TABEL

TABELA 1:	PRVO TESTIRANJE VZORCEV .....	14
TABELA 2:	DRUGO TESTIRANJE VZORCEV – LOKACIJA A .....	14
TABELA 3:	DRUGO TESTIRANJE VZORCEV – LOKACIJA B .....	14
TABELA 4:	DRUGO TESTIRANJE VZORCEV – LOKACIJA C .....	15
TABELA 5:	TRETJE TESTIRANJE VZORCEV – LOKACIJA A .....	15
TABELA 6:	TRETJE TESTIRANJE VZORCEV – LOKACIJA B .....	15
TABELA 7:	TRETJE TESTIRANJE VZORCEV – LOKACIJA C .....	16

## KAZALO GRAFOV

GRAF 1:	REZULTATI TESTIRANJA ORGANOLEPTIČNIH LASTNOSTI VOD .....	13
GRAF 2:	PRVO TESTIRANJE VZORCEV .....	17
GRAF 3:	PRIMERJAVA PRVIH MERITEV LOKACIJA A.....	18
GRAF 4:	PRIMERJAVA PRVIH MERITEV LOKACIJA B.....	19
GRAF 5:	PRIMERJAVA PRVIH MERITEV LOKACIJA C.....	20
GRAF 6:	REZULTATI TRETJIH MERITEV LOKACIJA A .....	21
GRAF 7:	REZULTATI TRETJIH MERITEV LOKACIJA B .....	22
GRAF 8:	REZULTATI TRETJIH MERITEV LOKACIJA C .....	23

## KAZALO SLIK

SLIKA 1:	TOVARNA GASTROPET (FOTO J. LESJAK).....	3
SLIKA 2:	BRIZGALNI STROJ IZ TOVARNE GASTROPET (FOTO J. LESJAK) .....	4
SLIKA 3:	OSNOVA PLASTENKE IN KONČNI IZDELEK (FOTO J. LESJAK) .....	5
SLIKA 4:	ANTIMON (SLIKA IZ NETA).....	7
SLIKA 5:	LOKACIJA SVETLO TOPLO (FOTO B. KLANČNIK) .....	11
SLIKA 6:	LOKACIJA TEMNO TOPLO (FOTO B. KLANČNIK) .....	11
SLIKA 7:	PREIZKUS ORGANOLEPTIČNIH LASTNOSTI (FOTO J. LESJAK) .....	13

## 1 UVOD

Ljudje vedno več pijemo vodo iz plastenk in ne iz steklenic. Pri postopku izdelave plastenk se kot katalizator uporablja antimon (*Sb*), ki se preko plastike izloča v vodo in je lahko nevaren za človekovo zdravje, saj med drugim povzroča pljučnega raka ter težave s srcem in še veliko drugih zdravstvenih težav.

Odločila sva se, da bova raziskala, pod katerimi pogoji ter v katerih plastenkah oziroma v kakšni vodi se antimon najbolj izloča, ter ali je prisoten tudi v vodi iz steklenic. Zanimalo naju je, ali obstaja razlika v plastiki in predvsem, ali obstaja plastika, iz katere se antimon ne izloča.

Odločila sva se, da bova preizkusila, če lahko ljudje prepoznajo razliko med vodovodno vodo, ustekleničeno vodo in vodo iz plastenke.

Hipoteze:

- Antimon se bo v vodo najbolj izločal, ko bo plastenka izpostavljena sončni svetlobi.
- V steklenicah bo antimona zelo malo ali pa ga sploh ne bo.
- V vodi z okusom bo antimona več kot v navadni vodi.
- Najmanj antimona se bo izločilo v vodo iz plastenke v hladnem in temnem prostoru.
- Ljudje ne zaznajo razlike med vodovodno vodo, ustekleničeno vodo in vodo iz plastenke.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 PROIZVODNJA PLASTIKE

Plastika je narejena iz organskih snovi. Materiali, ki so uporabljeni pri proizvodnji plastike so naravne snovi kot so celuloza, zemeljski plin, premog, sol in seveda, nafta. Proizvodnja plastike se začne s postopkom destilacije v naftni rafineriji. Ta proces vključuje ločevanje težke nafte v lažje skupine. Vsaka izmed teh skupin je mešanica hidrokarbonskih verig, ki se med sabo razlikujejo po velikosti in strukturi molekul. Nafta (naphtha), ena izmed teh skupin, je zelo pomembna pri proizvodnji plastike.

Dva glavna procesa pri proizvodnji plastike sta polimerizacija in polikondenzacija, in v obeh se uporabljajo različni katalizatorji (eden izmed njih je tudi antimon).

Obstaja veliko različnih tipov plastike, lahko pa jih ločimo v dve glavni »družini«:

- termoplasti (ti se zmeščajo ob segrevanju in se ob ohlajanju zopet strdijo);
- duroplasti (ti se po vlišanju nikoli ne zmeščajo) (3).

Najpogostejši tipi plastike so:

- polipropilen (PP): uporablja se za embalažo, ohišja električnih naprav, avtomobilske odbijače;
- polistiren (PS): za pribor za enkratno uporabo, škatle za zgoščene in kasete;
- polietilen (PE): za plastične vrečke, kozarce, itd.;
- polietilen tereftalat (PET): za plastenke (8).

Obiskala sva tovarno GastroPET v Celju, kjer izdelujejo predforme za plastenke. S pomočjo vakuumske črpalke pošiljajo plastiko (uporabljajo različne vrste plastike, čisti polietilen tereftalat, recikliran material, itd.) po ceveh do silosa.





Slika 1: Tovarna GastroPET (foto J. Lesjak).

Od tod se postopek nadaljuje v brizgalnem stroju. V njem lahko plastiki dodajajo barve ter druge dodatke ali aditive. Tukaj se kroglice plastike stopijo in se oblikujejo v nekakšne epruvete, ki jih potem shranijo v velike kartonske škatle (v eno škatlo spravijo 10 000 predform za plastenke s prostornino 0.5L ali 5616 predform za plastenke s prostornino 1L), ki jih pošljejo k proizvajalcem. Ti predforme upihnejo v plastenke in jih napolnijo. Upihnejo jih tako, da predforme s pihalko na določenih mestih segrevajo, na drugih ohlajajo, da dosežejo željeno obliko. Potem jih napolnijo ter dodajo zamaške in etikete. Predforme imajo enak navoj kot na koncu izdelane plastenke.



Slika 2: Brizgalni stroj iz tovarne GastroPET (foto J. Lesjak).

Mleka, sokovi in piva so občutljiva na UV žarke. Če jih skladiščimo ob oknih ali na mestih, izpostavljenih UV žarkom, spremenijo barvo in okus. Zaradi tega na njihovo embalažo dajo etikete, ki odbijajo UV žarke, s čimer tem pijačam podaljšajo rok uporabe. V podjetju GastroPET so nekaj časa poskusno izdelovali tudi plastenke iz koruznega škroba, vendar imajo takšne plastenke krajši rok uporabe (do 2 meseca), saj se po dveh mesecih že začne razgradnja embalaže iz koruznega škroba, kar pomeni, da se takrat vsebina plastenke razlije in postane neuporabna (5).



Slika 3: Osnova plastenke in končni izdelek (foto J. Lesjak).

## 2.2 PLASTENKE NA SPLOŠNO

Označevanje plastike s trikotnikom v katerem je številka so razvili v amerškem Združenju plastične industrije (American Society of Plastics Industry) v osemdesetih letih prejšnjega stoletja. Oznake nam povedo iz katere vrste plastike je izdelek narejen. Omogočajo lažje sortiranje in recikliranje (vendar ne pomenijo, da bo izdelek res recikliran).

Oznaka 1 v trikotniku pomeni, da je izdelek narejen iz plastike, ki ji strokovno rečemo polietilen tereftalat -s kratico PET , oznaki 2 in 4 sta za polietilen (visoko gostotni HDPE in nizko gostotni LDPE), oznaka 3 je za polivinilklorid (PVC), oznaka 5 za polipropilen (PP), oznaka 6 za polistiren (PS). Oznaka 7 v trikotniku pomeni, da je izdelek narejen iz drugih vrst plastike, ki zgoraj niso bile naštet, npr. melamina, polikarbonata. Oznake na izdelku niso obvezne. Te oznake o izločanju kemikalij v živila, ter o varni uporabi plastenk ne povedo ničesar. Bolj pomembno je, če namen uporabe materiala ni jasen, da se na njem nahaja znak kozarec in vilice. Material, ki še ni v stiku z živilom ima lahko tudi napis »namenjeno za stik z živilom«, ali sliko iz katere je razvidno, da je izdelek namenjen za stik z živilom. Če je namen uporabe očiten in vsem razumljiv, npr. pri skodelicah za kavo, jedilnem priboru ali podobno, pa znak ni obvezen. Znak potrjuje, da je material izdelan z upoštevanjem pravil, ki veljajo za

področje materialov namenjenih za stik z živili. Plastenke, že napolnjene z vodo, so večinoma izdelane iz polietilen tereftalata - plastike, ki jo označuje kratica PET ali PETE in oznaka 1. Plastenke, ki se prodajajo za večkratno uporabo so večinoma narejene iz tritana (oznaka 7), lahko pa tudi polietilena (kratici HDPE in LDPE in oznaki 2 in 4), ali polivinil klorida (kratica PVC, oznaka 3). Veliki baloni za vodo (v trgovskih centrih, zdravstvenih domovih ...) so narejeni iz polikarbonata (kratica PC, oznaka 7). Polikarbonat nastane s polimerizacijo bisfenola A (BPA). BPA pa je spojina, o kateri je bilo v javnosti veliko govora in jo je tudi Evropska Komisija zelo temeljito obravnavala. Obravnavane toksikološke študije predstavljene Komisiji niso dale zanesljivih dokazov o škodljivosti BPA, zato polikarbonatna plastika v Evropski Uniji ni prepovedana, za izdelavo materialov namenjenih za stik z živili, razen za otroške »stekleničke«. Evropska Komisija je pri otroških »stekleničkah« uporabila previdnostni princip zaradi občutljive otroške populacije in je uporabo BPA za proizvodnjo otroških plastenk vseeno prepovedala (4).

### **2.3 ANTIMON IN NJEGOV VPLIV NA ČLOVEKA**

Antimon je kemijski element, ki ima v periodnem sistemu simbol Sb (iz latinščine Stibium) in atomsko število 51. Ta polkovina ima štiri alotropne oblike. Najstabilnejša oblika antimona je modro-bela kovina. Uporablja se v požarni izolaciji, barvilih, keramiki ter številnih zlitinah in gumi (6).

Latinski imeni antimonium in stibium so že v antiki uporabljali za ime minerala  $Sb_2S_3$ , ki se danes imenuje antimonit ali stibnit. Iz prvega imena minerala izhaja ime elementa, iz drugega imena pa simbol (2).



Slika 4: Antimon (7).

Poleg antimonita ali stibnita so najpomembnejši antimonovi minerali še:

- pirostilpnit ( $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ );
- wolfsbergit ( $\text{CuSbS}_2$ );
- antimonov cvet ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ).

Elementarni antimon dobimo s praženjem sulfidnih rud in z redukcijo nastalega oksida, lahko pa tudi z reakcijo sulfida z železom (2).

Antimon je kovina, ki jo najdemo v zemeljski skorji oziroma rudah skupaj z drugimi kovinami. Antimon tvori trde zlitine z bakrom, svincem in kositrom. Kot zlitina ali v spojinah se uporablja v industriji stekla in keramike, kot dodatek v proizvodnji tekstila ali plastike proti gorenju.

Pomemben vir antimona v pitni vodi je njegova migracija iz elementov instalacije, v kateri

nadomešča svinec. V materialih instalacije lahko pride do raztapljanja manj strupenega antimonovega (V) oksida.

Antimonove spojine se uporabljajo tudi v medicini, proti parazitom. Lahko je prisoten v odpadnih vodah iz industrije stekla ali predelave kovin.

Je strupen in njegova strupenost je odvisna od kemijske oblike in poti vnosa (dihala, prebavila). Visoka kratkotrajna izpostava lahko povzroči slabost, bruhanje ter diarejo. Večletna izpostava pa lahko povzroči težave z očmi, dihali, srcem, dermatitis, pljučnega raka in spontane splave.

V Pravilniku o pitni vodi je določena antimonova mejna vrednost v pitni vodi 5,0 µg/L. Svetovna zdravstvena organizacija je določila za antimon v pitni vodi priporočeno vrednost 0,02 mg/L (20 µg/L); koncentracija je izračunana iz rezultatov študije na podganah, ki temelji na vnosu antimona preko pitne vode (9).

Priporočene ali z zakonom določene mejne vrednosti se razlikujejo po posameznih državah in organizacijah, tako je na primer na Japonskem mejna vrednost 2,0µg/L.

Povprečna količina antimona v 1kg PET je 100-300 mg. Čeprav do sedaj še pri nobeni od raziskav vzorci niso presegli maksimalne dovoljene stopnje antimona, to ne pomeni, da je PET embalaža povsem primerna za embaliranje vode. Voda je med transportom pred nakupom in po nakupu izpostavljena izjemno visokim temperaturam in sevanju UV žarkov, pri takih pogojih pa se antimonova koncentracija v vodi veča (1).

## **2.4 DOLOČANJE ANTIMONA V VODI**

### **2.4.1 KAJ JE O ANTIMONU ŽE RAZISKANO**

»Raziskava, ki je med prvimi dvignila precej prahu okrog antimona, je bila izvedena leta 2006 z namenom dokazovanja neprimernosti zajemanja vzorcev podtalnice za analize vsebnosti antimona v plastično embalažo. William Shotyk in Michael Krachler sta zaradi nepričakovanega odziva takoj izvedla še analizo vpliva trajanja stika vode z embalažo na izluževanje antimona. Študiji sta pokazali, da PET embalaža oddaja antimon v vodo, in da njegova koncentracija s časom narašča. Poleg tega sta v drugi študiji pokazala, da steklo ne izlužuje antimona, pa tudi, da na stopnjo izluževanja vplivajo lastnosti vode in kakovost embalaže.« (1).

»V podobni raziskavi Inštituta Fraunhofer so s pomočjo eksperimentalne raziskave in matematičnega modeliranja prav tako ugotovili, da obstaja povezava med stopnjo izločanja antimona, časom in temperaturo. Podobno so ugotovili tudi na Beograjski univerzi, natančneje na Fakulteti za tehnologijo in metalurgijo. Poleg dejstva, da PET izlužuje antimon v vodo, so ugotovili, da na koncentracijo oz. stopnjo izluževanja vpliva ambientalna temperatura in sestava vode (ionska moč).« (1).

### **3 METODE DELA**

#### **3.1 DOLOČANJE ORGANOLEPTIČNIH LASTNOSTI VOD**

Odločila sva se, da bova med učenci naše šole preverila, ali lahko okusimo razliko med vodovodno vodo, ustekleničeno vodo in vodo iz plastenke.

Za poskus sva uporabila Radensko iz steklenice, Radensko iz plastenke ter vodovodno vodo. Vsi vzorci vode so bili na sobni temperaturi. K nama so med poukom prihajali učenci iz različnih razredov, midva pa sva jim ponudila tri kozarce z vodo, tako da oni niso mogli videti, katera voda je iz katere embalaže oziroma iz pipe. Ko so vode pokusili, sva vsakemu zastavila dve vprašanji:

1. Katera voda se ti je zdela najbolj okusna?
2. Za katero vodo bi rekel/rekla, da je iz plastenke?

V raziskavo je bilo vključenih 26 učencev.

#### **3.2 ZBIRANJE VZORCEV VOD**

Za raziskavo sva uporabila 4 različne vode različnih proizvajalcev, in sicer:

- Radenska v steklenici;
- Radenska v plastenki;
- Dana;
- Dana z okusom.

Kupila sva po 21 plastenk vseh vrst vod in takoj po 3 plastenke vsake vrste vod odnesla na testiranje v laboratorij Inštituta za ekološke raziskave ERIC-o (junija), kjer so opravili prve meritve vsebnosti antimona. Anliaza je bila izvedena na ICP-MS spektrometru (induktivno sklopljena plazma z masno spektrometrično detekcijo) po standardu SIST EN 17294-2:2005.

Nato sva preostalih 18 plastenk vsake vrste razdelila na 3 različne lokacije:

- tretjino sva shranila v klet (plastenke so bile izpostavljene nizkim temperaturam in so bile v temnem prostoru);



- drugo tretjino sva postavila na sončno teraso (plastenke so bile izpostavljene sevanju UV-žarkov in toploti);



Slika 5: Lokacija svetlo - toplo (foto B. Klančnik).

- zadnjo tretjino sva postavila v temen in topel prostor.



Slika 6: Lokacija temno toplo (foto B. Klančnik).

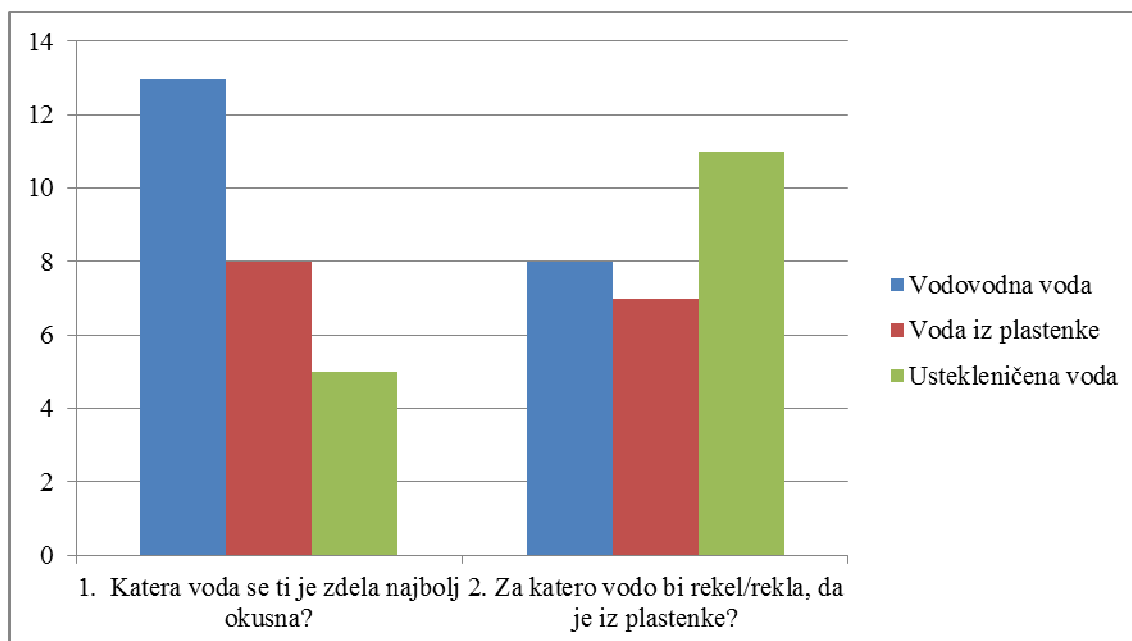
Ugotavljala sva tudi izločanje antimona v vodo iz plastenke Aladdin, ki bi naj bila narejena iz boljše plastike in sva jo, da bi to preverila, ves čas izpostavljala sončni svetlobi in toploti ter UV-žarkom.

Kasneje sva po tri vzorce vsake vrste plastenk iz vsake lokacije, torej 12 vzorcev vod iz vsake lokacije (skupaj 36), v majhnih epruveh septembra ponovno nesla v laboratorij za druge meritve, na koncu pa še za tretje meritve s 37 vzorci (decembra), saj sva pri zadnjih meritvah preverjala tudi vsebnost antimona v vodi iz plastenke Aladdin.

## 4 REZULTATI

### 4.1 REZULTATI TESTIRANJA ORGANOLEPTIČNIH LASTNOSTI VOD

Večini učencev je bila najbolj okusna vodovodna voda (13, 50%), kar je smiselno, čeprav je verjetno šlo za ugibanje, ker je vodo iz steklenice izbralo manj učencev (5, 19%) kot vodo iz plastenke (8, 31%). Tudi pri drugem vprašanju je šlo za golo ugibanje, saj je le malo učencev ugotovilo, katera voda je iz plastenke (7, 27%).



Graf 1: Rezultati testiranja organoleptičnih lastnosti vod.



Slika 7: Preizkus organoleptičnih lastnosti (foto J. Lesjak).

## 4.2 PRVO TESTIRANJE VZORCEV

V tabelah so podane povprečne vrednosti. Povprečno vrednost predstavljajo 3 vzorci.

*Tabela 1: Prvo testiranje vzorcev.*

Vzorec vode	Koncentracija Sb v $\mu\text{g/L}$
Radenska v steklenici	<0,1
Radenska v plastenki	0,13
Dana	0,293
Dana z okusom	0,42

## 4.3 DRUGO TESTIRANJE VZORCEV

### 4.3.1 VZORCI IZ TEMNO, HLADNO (LOKACIJA A)

*Tabela 2: Drugo testiranje vzorcev – lokacija A.*

Vzorec vode	Koncentracija Sb v $\mu\text{g/L}$
Radenska v steklenici	<0,1
Radenska v plastenki	0,213
Dana	0,31
Dana z okusom	0,53

### 4.3.2 VZORCI IZ SVETLO, TOPLO (LOKACIJA B)

*Tabela 3: Drugo testiranje vzorcev – lokacija B.*

Vzorec vode	Koncentracija Sb v $\mu\text{g/L}$
Radenska v steklenici	<0,1
Radenska v plastenki	0,29
Dana	0,327
Dana z okusom	0,55

### 4.3.3 VZORCI IZ TEMNO, TOPLO (LOKACIJA C)

*Tabela 4: Drugo testiranje vzorcev – lokacija C.*

Vzorec vode	Koncentracija Sb v $\mu\text{g/L}$
Radenska v steklenici	<0,1
Radenska v plastenki	0,287
Dana	0,3
Dana z okusom	0,553

## 4.4 TRETJE TESTIRANJE VZORCEV

### 4.4.1 VZORCI IZ TEMNO, HLADNO (LOKACIJA A)

*Tabela 5: Tretje testiranje vzorcev – lokacija A.*

Vzorec vode	Koncentracija Sb v $\mu\text{g/L}$
Radenska v steklenici	<0,1
Radenska v plastenki	0,25
Dana	0,38
Dana z okusom	0,29

### 4.4.2 VZORCI IZ SVETLO, TOPLO (LOKACIJA B)

*Tabela 6: Tretje testiranje vzorcev – lokacija B.*

Vzorec vode	Koncentracija Sb v $\mu\text{g/L}$
Radenska v steklenici	<0,1
Radenska v plastenki	0,44
Dana	0,39
Dana z okusom	0,32

#### 4.4.3 VZORCI IZ TEMNO, TOPLO (LOKACIJA C)

Tabela 7: Tretje testiranje vzorcev – lokacija C.

Vzorec vode	Koncentracija Sb v $\mu\text{g/L}$
Radenska v steklenici	<0,1
Radenska v plastenki	0,38
Dana	0,39
Dana z okusom	0,27

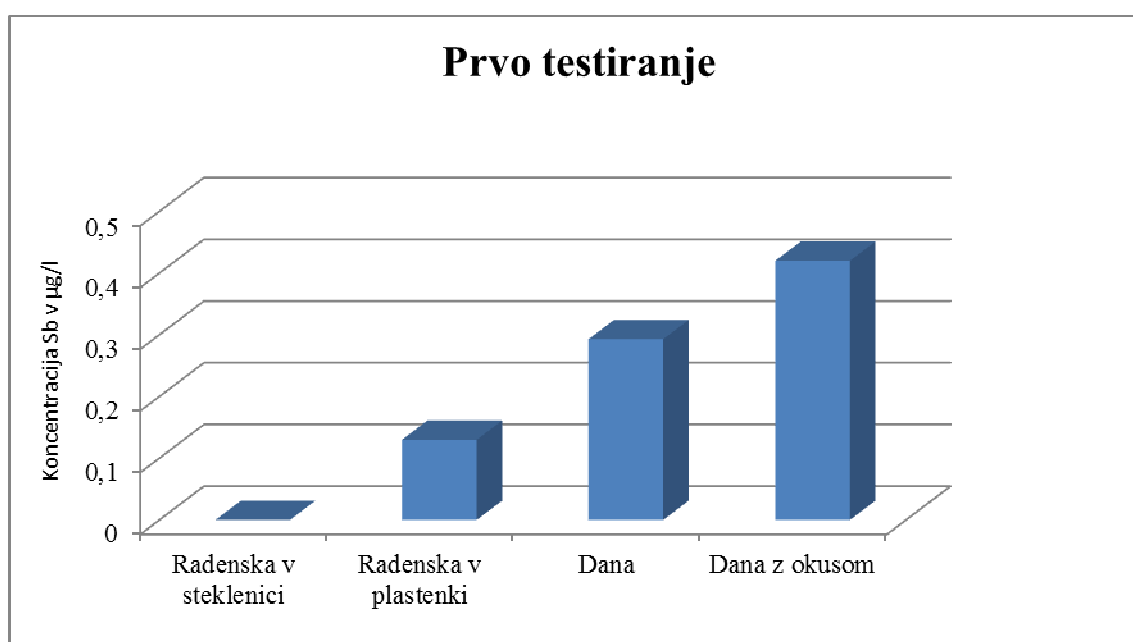
#### 4.4.4 PLASTENKA IZ BOLJŠE PLASTIKE

Plastenka znamke Aladdin, ki naj nebi vsebovala zdravju škodljivih snovi in sva jo, napolnjeno z vodovodno vodo, izpostavila sončni svetlobi in toploti, resnično ne vsebuje antimona, saj je bila njegova vsebnost v vodi neizmerljivo nizka, tako kot pri steklenicah.

## 5 DISKUSIJA

Med primerjanjem rezultatov sva prišla do zelo zanimivih ugotovitev. Ugotovila sva, da se iz steklene embalaže antimon ne izloča v vodo, najbolj pa se izloča iz plastenk katerih vsebina ima nižji pH (voda z okusom). Pri prvih dveh testiranjih so bili rezultati podobni, pri tretjem testiranju pa je prišlo do nepričakovanega preobrata, vsebnost antimona je v Dani z okusom padla, v Radenski v plastenki pa se je močno povečala.

### 5.1 PRVO TESTIRANJE VZORCEV

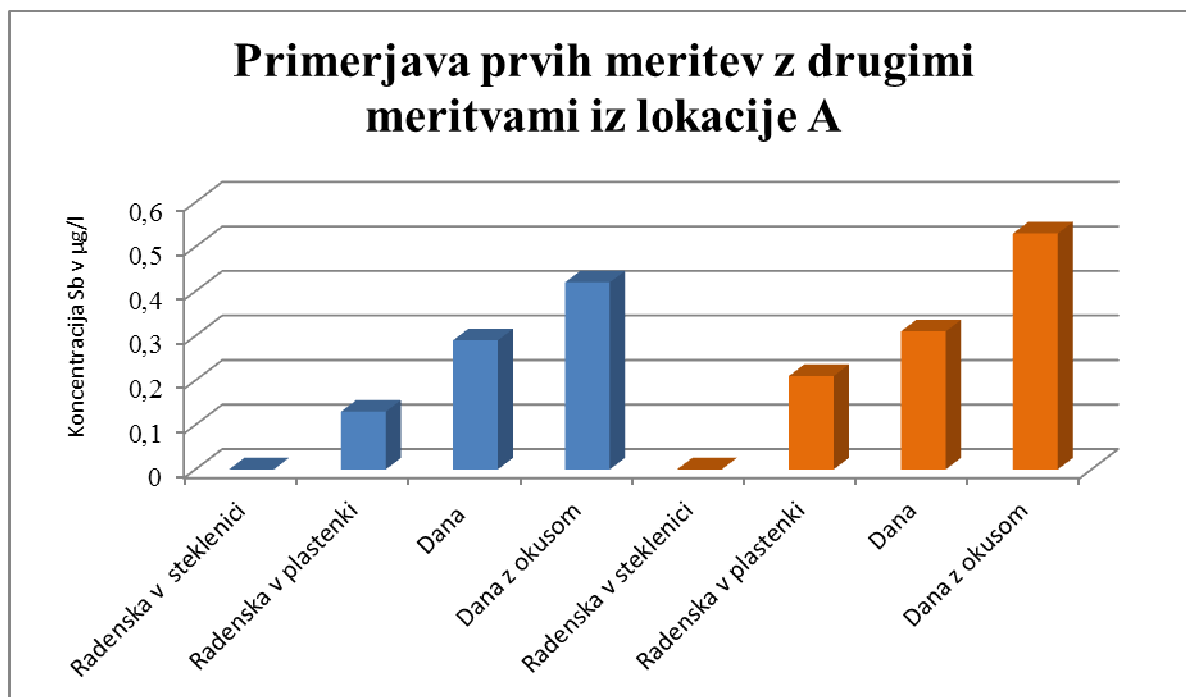


Graf 2: Prvo testiranje vzorcev.

Pričakovala sva, da bo Dana z okusom vsebovala največjo količino antimona, prav tako sva pričakovala, da bo v Radenski v steklenici zelo malo ali nič antimona, nisva pa pričakovala tolikšne razlike med Radensko v plastenki in Dano. Najbrž je do razlike prišlo zaradi različnih kakovosti plastike.

## 5.2 PRIMERJAVA REZULTATOV PRVEGA TESTIRANJA Z REZULTATI DRUGEGA TESTIRANJA VZORCEV

### 5.2.1 PRIMERJAVA Z REZULTATI IZ TEMNO, HLADNO (LOKACIJA A)

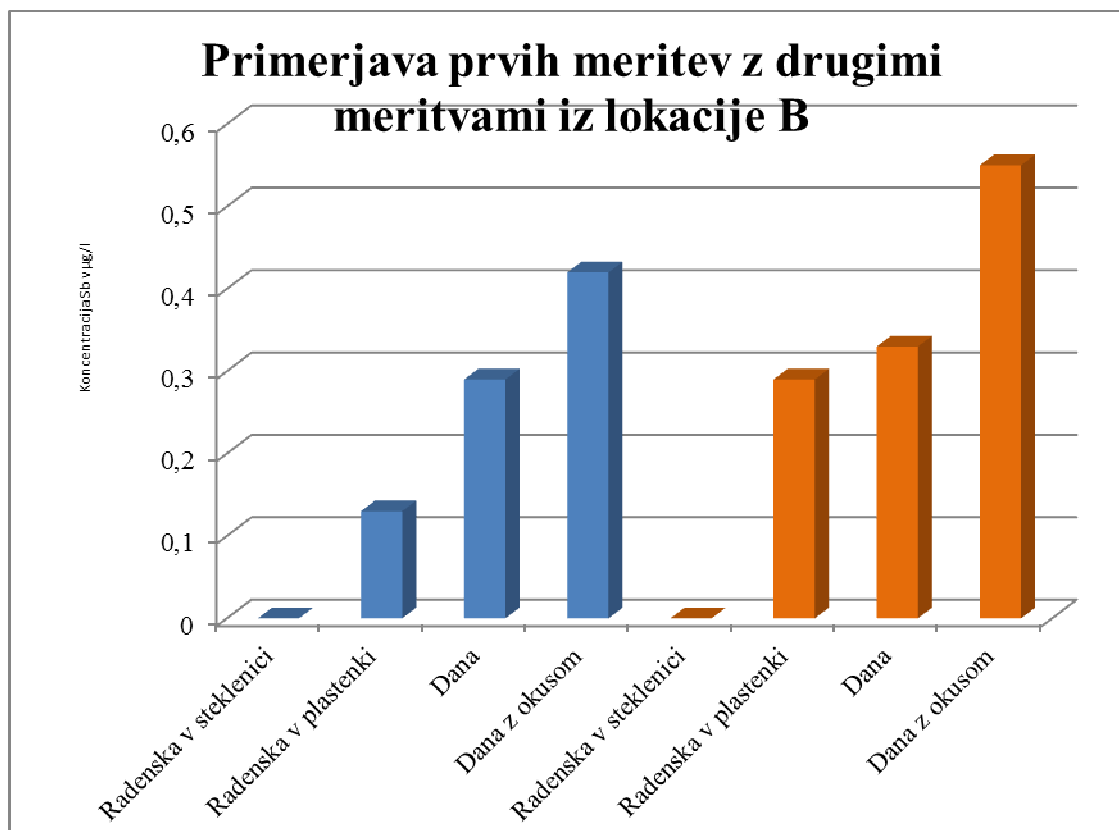


Graf 3: Primerjava prvih meritev lokacija A.

Pričakovala sva, da si bosta ta dva grafa precej podobna, vendar nisva pričakovala, da bosta vrednosti Dane skoraj povsem enaki, vrednost antimona v Radenski v plastenki pa se je veliko bolj povečala. Pričakovala sva, da se vrednost v Radenski v steklenici ne bo spremenila, kar se tudi pri nobeni drugi lokaciji ni zgodilo.



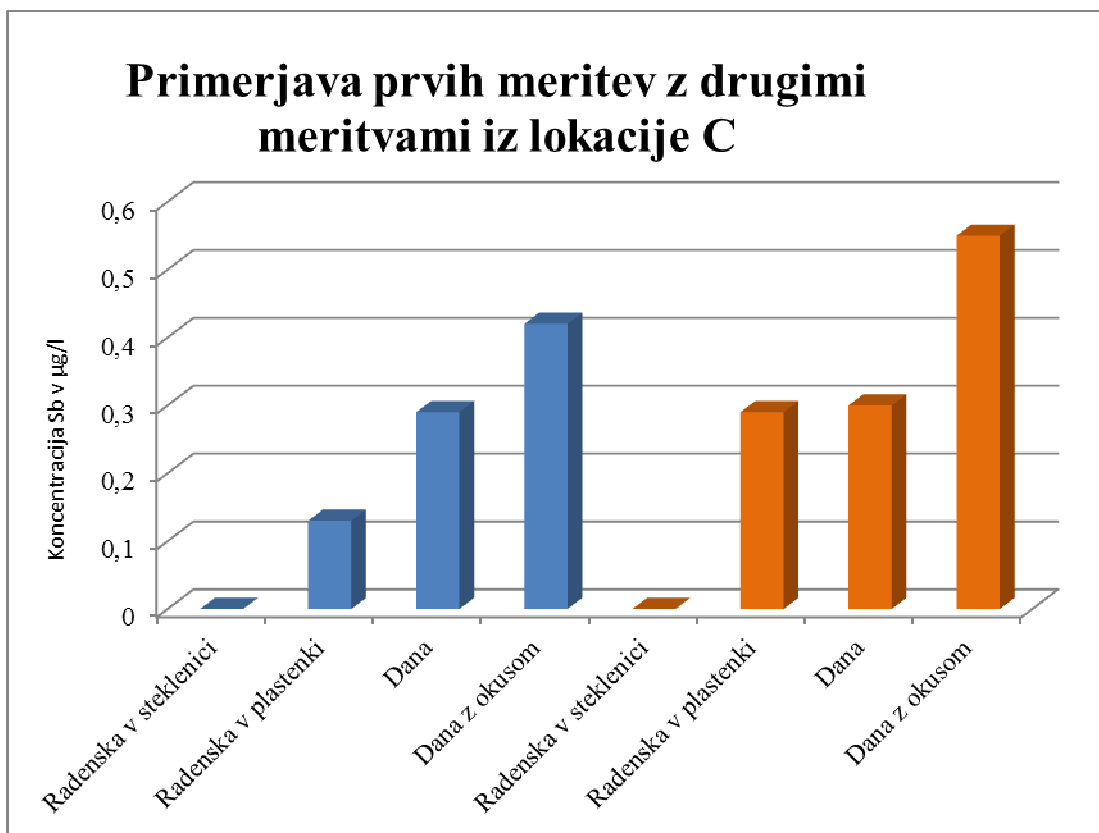
## 5.2.2 PRIMERJAVA Z REZULTATI IZ SVETLO, TOPLO (LOKACIJA B)



Graf 4: Primerjava prvih meritev lokacija B.

Prišlo je do podobnih sprememb kot pri lokaciji A, vendar se je količina antimona pri Radenski v plastenki in Dani z okusom precej bolj povečala. Pri lokaciji B sva sicer pričakovala veliko večje spremembe, saj so bile plastenke na tej lokaciji izpostavljene UV žarkom in toploti.

### 5.2.3 PRIMERJAVA Z REZULTATI IZ TEMNO, TOPLO (LOKACIJA C)

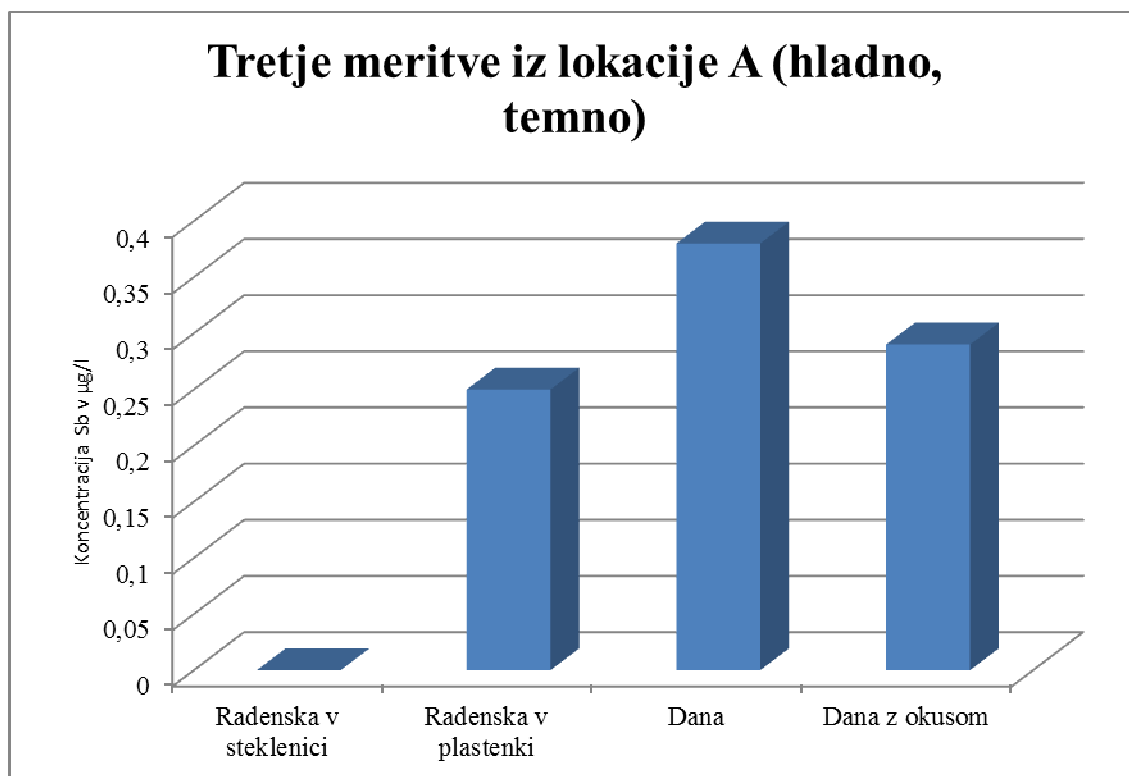


Graf 5: Primerjava prvih meritev lokacija C.

Kot sva pričakovala, je tudi pri tej lokaciji najvišjo vsebnost antimona ohranila Dana z okusom, količina antimona v Dani je ostala skoraj povsem nespremenjena, medtem ko se je vrednost v Radenski v plastenki precej povečala.

### 5.3 REZULTATI TRETJEGA TESTIRANJA

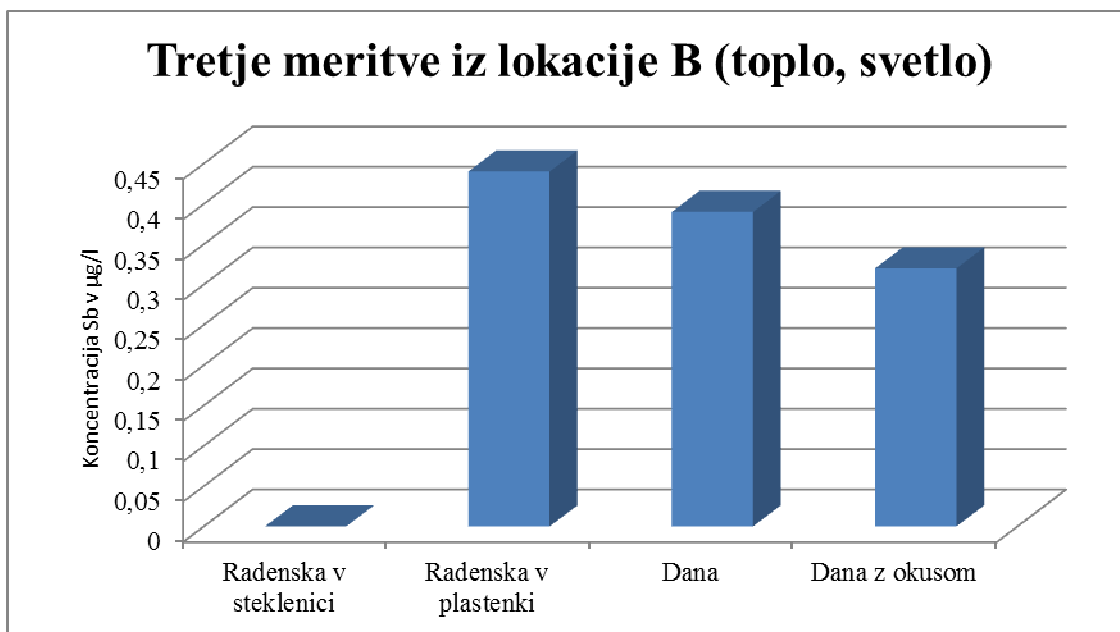
#### 5.3.1 REZULTATI IZ TEMNO, HLADNO (LOKACIJA A)



Graf 6: Rezultati tretjih meritev lokacija A.

Nisva pričakovala, da se bo vsebnost antimona v Dani z okusom zmanjšala, vendar se je. Ostale količine pa so se, kot sva pričakovala, le malo spremenile od drugih in prvih meritev. Kot sva pričakovala, je vsebnost antimona v Radenski v steklenici pri vseh lokacijah še vedno neizmerljivo nizka.

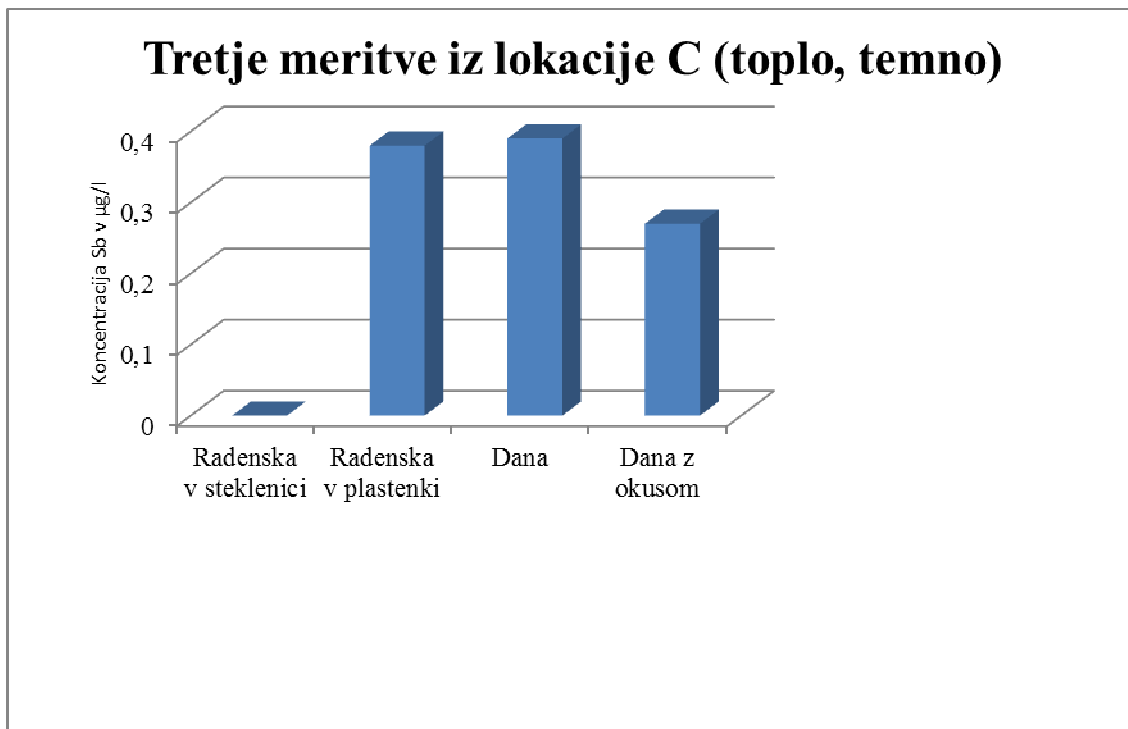
### 5.3.2 REZULTATI IZ SVETLO, TOPLO (LOKACIJA B)



Graf 7: Rezultati tretjih meritev lokacija B.

Tudi pri tej lokaciji je nepričakovano padla količina antimona v Dani z okusom. Zelo naju je presenetilo, da je pri tej lokaciji količina antimona v Radenski v plastenki že večja od količine v Dani. Že prej se nama je zdelo, da vsebnost antimona v Radenski v plastenki hitreje in bolj narašča, toda nisva pričakovala, da se bo situacija obrnila.

### 5.3.3 REZULTATI IZ TEMNO, TOPLO (LOKACIJA C)



Graf 8: Rezultati tretjih meritev lokacija C.

Pri tej lokaciji je prav tako padla vsebnost antimona v Dani z okusom, in tudi pri tej lokaciji se je količina antimona v Radenski v plastenki povečala, vendar tu ni dosegla večje vrednosti od Dane.

## 6 ZAKLJUČEK

Na podlagi rezultatov sklepava, da je najbolje platenko čim prej uporabiti, dokler pa je ne uporabimo, jo je dobro hraniti v temnem in hladnem prostoru. Plastenk ni pametno izpostavljati sončni svetlobi in toploti, saj se pod temi pogoji antimon najbolj izloča v vodo. Bolj priporočljivo je uporabljati steklenice ali platenke iz boljše plastike, kot je na primer platenka znamke Aladdin. Iz teh vrst embalaže se antimon namreč ne izloča v njeno vsebino ne glede na to, kje jo hranimo. Uporaba teh plastenk je priporočljiva še posebej zato, ker jih lahko brez skrbi večkrat uporabimo.

## 7 POVZETEK

Ljudje vedno več pijemo vodo iz plastenk in ne iz steklenic. Pri postopku izdelave plastenk se kot katalizator uporablja antimon, ki se preko plastike izloča v vodo. Antimon je nevaren za človekovo zdravje.

V raziskavi sva želela določiti vsebnost antimona v različnih vodah iz plastenk. Uporabila sva navadno vodo Dana, Dano z okusom, Radensko v plastenki in Radensko v steklenici. Dodatno sva testirala še vodo iz plastenke, ki naj ne bi vsebovala zdravju škodljivih snovi. Plastenke sva izpostavila različnim pogojem (toplota, svetloba). Nato sva na vsake tri mesece opravila testiranja vsebnosti antimona v vzorcih vod ter rezultate med seboj primerjala.

Ugotovila sva, da se iz steklene embalaže antimon ne izloča v vodo, najbolj pa se izloča iz plastenk katerih vsebina ima nižji pH (voda z okusom). Pri prvih dveh testiranjih so bili rezultati podobni, pri tretjem testiranju pa je prišlo do nepričakovanega preobrata, vsebnost antimona je v Dani z okusom padla, v Radenski v plastenki pa se je močno povečala. Največjo vsebnost antimona so imele plastenke izpostavljene sončni svetlobi in toploti, najmanj pa plastenke v temnem in hladnem prostoru. Ugotovila sva, da se antimon ni izločal v vodo, ki je bila v plastenki iz varne plastike.

Preizkušala sva tudi organoleptične lastnosti izbranih vod. S poskusom sva želela ugotoviti, ali lahko ljudje ločimo med vodo iz steklenice, plastenke in vodovodno vodo. Pri preizkušanju organoleptičnih lastnosti sva ugotovila, da je razliko med vodami zelo težko zaznati.

Zaključiva lahko, da vode v plastenkah ne smemo izpostavljati soncu ter jo moramo čim prej uporabiti. Bolj priporočljivo je uporabljati vodo v steklenici.

## 8 A SUMMARY

People use more and more plastic bottles instead of glass bottles. Antimony is used as a catalyst in the production of plastic bottles, and it is harmful for our health.

Doing this research we wanted to define the concentration of antimony in water from plastic bottles. The brands of bottled water tested in this research were Dana, Dana with flavour, plastic bottled water Radenska and glass bottled water Radenska. We additionally tested a plastic bottle of the Aladdin brand, which is considered not containing harmful substances such as antimony. The bottles were exposed to different conditions (different temperatures and dark or light locations). The concentration of antimony in the water samples was tested every three months, and then the results were compared.

We found out that antimony does not excrete from glass bottles and that it excretes the most from plastic bottles that contain liquids with a lower pH. The results of the first two measurements were quite similar. However, the situation unexpectedly turned around with the third measurements, as the concentration of antimony in Dana water with flavour dropped and in plastic bottled water Radenska increased. The water samples from the bottles exposed to sunlight and warm temperatures had the largest concentration of antimony, and the samples from a dark and cold location had the smallest concentration of antimony. We determined that antimony did not excrete from the Aladdin plastic bottle.

The organoleptic characteristics of the chosen water samples were also tested. Doing an experiment we wanted to find out, whether people can notice the difference between glass bottled water, tap water and water from a plastic bottle. We determined that the difference is very hard to sense.

According to our findings, water in plastic bottles should not be exposed to sunlight and high temperatures and we should use it as quickly as possible. It is much more recommended that we use glass bottles.



## 9 ZAHVALA

Iskreno bi se zahvalila najinima mentoricama, mag. Aniti Povše in ga. Suzani Pustinek, za pomoč, svetovanje, podporo in veliko potrpežljivosti z nama pri izdelavi raziskovalne naloge.

Nato bi se rada zahvalila vsem učencem in učenkam, ki so nama pomagali pri preizkušanju organoleptičnih lastnosti.

Ge. Metki Fendre se zahvaljujeva za pomoč pri prevajanju besedil v angleščino.

Najbolj pa bi se rada zahvalila svojim družinama ter prijateljem za vso podporo.

## 10 LITERATURA

1. Anže Ulčar. 2012. Kemija v šoli in družbi. Zakaj voda in plastika nista dober par. Založba Biteks d.o.o., Ljubljana
2. Brenčič J., Lazarini F. 1996. Splošna in anorganska kemija za gimnazije, strokovne in tehniške šole. DZS, Ljubljana
3. How plastic is made (kako je plastika narejena) <http://www.plasticseurope.org/what-is-plastic/how-plastic-is-made.aspx> (08.12.2013)
4. Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije. Najpogostejša vprašanja o platenkah. [http://www.vrtecandersen.si/tl\\_files/DOKUMENTI/Voda/Voda%20iz%20pipe%20ali%20iz%20plastenke.pdf](http://www.vrtecandersen.si/tl_files/DOKUMENTI/Voda/Voda%20iz%20pipe%20ali%20iz%20plastenke.pdf) (11.1.2014)
5. Šantej, F. Delavec v tovarni plastenk (GastroPET). Ustno sporočilo. (09.12.2013)
6. Wikipedija, Antimon. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Antimon> (08.03.2013)
7. Wikipedija, Antimon (slika). <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Antimony-4.jpg> (19.02.2014)
8. Wikipedija, Plastika. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Plastika> (27.11.2013)
9. Zavod za zdravstveno varstvo Celje, Antimon. <http://www.zzv-ce.si/antimon> (13.03.2007)