

Osnovna šola Ljubečna

# KAKO DO ČIM VEČJIH MILNIH MEHURČKOV

**Raziskovalna naloga**

**Raziskovalci:**

Eva Dolar, 7. razred  
Urh Ferlež, 7. razred  
Domen Goste, 7. razred

**Mentorica:**

Marjeta Gradišnik Mirt,  
predmetna učiteljica

**Lektoriranje:**

Mateja Samastur, prof.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2011

# KAZALO

---

KAZALO .....	2
KAZALO SLIK .....	3
KAZALO GRAFOV .....	3
KAZALO TABEL .....	3
1 UVOD .....	6
2.1 NAMEN NALOGE .....	6
2.2 HIPOTEZE .....	6
2.3 METODE DE LA .....	7
2 TEORETIČNE OSNOVE .....	8
2.1 MOLEKULA VODE .....	8
2.2 POVRŠINSKA NAPETOST .....	8
2.3 MILA, DETERGENTI .....	9
2.4 KAJ JE MILNI MEHURČEK ? .....	9
3 OPIS PRAKTIČNEGA DELA .....	11
3.1 IZBIRA USTREZNEGA KEMIJSKEGA PRIBORA .....	11
3.2 KONSTANTE IN SPREMENLJIVKE .....	13
3.3 OPIS POSTOPKA .....	13
3.4 MERITVE .....	15
4 REZULTATI MERITEV .....	16
4.1 PENJENJE IN VELIKOST MILNIH MEHURČKOV V VODOVODNI IN DESTILIRANI VODI .....	16
4.1.1 MILNICA .....	16
4.1.2 DETERGENT .....	17
4.2 PENJENJE IN VELIKOST MILNIH MEHURČKOV V DESTILIRANI IN MINERALNI VODI .....	18
4.2.1 REZULTATI PRI UPORABI MILNICE .....	18
4.2.2 REZULTATI PRI UPORABI DETERGENTA .....	23
5 POTRDITEV HIPOTEZ .....	27
5.1 PRVA HIPOTEZA .....	27
5.2 DRUGA HIPOTEZA .....	28
5.3 TRETJA HIPOTEZA .....	30

5.4 ČETRTRA HIPOTEZA .....	31
6 ZAKLJUČEK.....	32
7 LITERATURA, VIRI .....	33

## KAZALO SLIK

Slika 1: Delovna miza z vsemi elementi potrebnimi za delo .....	12
Slika 2: Orodje za merjenje premera milnih mehurčkov.....	12
Slika 3: Za ustvarjanje pene je ena in ista oseba naredila trideset tresljajev na vsak merilni valj z različnimi koncentracijami milnice/detergenta. ....	14
Slika 4: Merjenje premera milnih mehurčkov, ki smi jih napihali iz raztopin različne koncentracije mila ali detergenta v trdi oz. mehki vodi.....	14
Slika 5: Pripomoček za pihanje milnih mehurčkov.....	14
Slika 6: Primerjava meritev višine pene – sintetični detergent v trdi ali mehki vodi .....	15
Slika 7: Penjenje detergenta v destilirani in mineralni vodi. Po dve in dve menzuri predstavljata enako količino detergenta v različno trdi vodi.....	29

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Odvisnost višine pene od količine dodane milnice v destilirani vodi .....	19
Graf 2: Povprečna velikost milnih mehurčkov glede na količino dodane milnice v destilirani vodi .....	20
Graf 3: Povprečen premer milnih mehurčkov glede na višino pene v destilirani vodi .....	20
Graf 4: Odvisnost višine pene od količine dodane milnice v mineralni vodi.....	21
Graf 5: Povprečna velikost milnih mehurčkov glede na količino dodane milnice v mineralni vodi.....	22
Graf 6: Povprečen premer milnih mehurčkov glede na višino pene v mineralni vodi .....	22
Graf 7: Odvisnost višine pene od količine dodanega detergenta v destilirani vodi .....	23
Graf 8: Povprečna velikost milnih mehurčkov glede na količino dodanega detergenta v destilirani vodi .....	24
Graf 9: Povprečen premer milnih mehurčkov glede na višino pene v destilirani vodi .....	24
Graf 10: Odvisnost višine pene od količine dodanega detergenta v mineralni vodi.....	25
Graf 11: Povprečna velikost milnih mehurčkov glede na količino dodanega detergenta v mineralni vodi.....	26
Graf 12: Povprečen premer milnih mehurčkov glede na višino pene v mineralni vodi.....	26
Graf 13: Primerjava višin pen za raztopino milnice ob dodatku mineralne oz. destilirane vode.....	27
Graf 14: Primerjava povprečnih velikosti milnih mehurčkov, izpihane iz milnice ob dodatku destilirane oz. mineralne vode .....	28
Graf 15: Primerjava višin pen za sintetični detergent v destilirani in mineralni vodi .....	29
Graf 16: Primerjava povprečnih velikosti izpihane milnih mehurčkov za sintetični detergent glede na dodano trdo oz. mehko vodo .....	30

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za milnico v vodovodni vodi.....	16
Tabela 2: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za milnico v destilirani vodi.....	16
Tabela 3: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za detergent v vodovodni vodi.....	17
Tabela 4: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za detergent v destilirani vodi.....	17

Tabela 5: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za raztopino milnice v destilirani vodi..	19
Tabela 6: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za raztopino milnice v mineralni vodi ..	21
Tabela 7: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za raztopino detergenta v destilirani vodi .....	23
Tabela 8: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za raztopino sintetičnega detergenta v mineralni vodi.....	25

# POVZETEK NALOGE

---

Našo raziskovalno nalogo smo začeli z vprašanjem, kako do največjih milnih mehurčkov. Zanimalo nas je, kako je velikost milnih mehurčkov odvisna od izbire površinsko aktivne snovi in njene koncentracije.

Prva naša predpostavka je bila, da se mehurčki, narejeni s pomočjo milnice razvijajo slabše v trdi kot mehki vodi, isto smo sklepali tudi za penjenje teh raztopin.

Sklepali smo, da se raztopini sintetičnega detergenta v trdi oz. mehki vodi podobno intenzivno penita in iz njih nastajajo mehurčki podobnih velikosti. Pričakovali smo drugačne rezultate od milnice.

Predpostavljali smo, da čim večja je koncentracija dodanega detergenta/milnice, tem bolj se raztopina peni in tem večje milne mehurčke lahko razvijemo iz nje.

Domnevali smo, da čim bolj se določena raztopina peni, tem večji so iz nje izpihani mehurčki.

Prvi dve hipotezi sta bili potrjeni, drugi dve pa ne. Tako sintetični detergent res služi svojemu namenu, medtem ko višina pene za neko raztopino in premer iz nje izpihanega mehurčka nista tako povezana. Tudi zadnja hipoteza ni potrdila pričakovanj – zaradi mnogih ostalih dejavnikov koncentracija ter zmanjšanje površinske napetosti ne prideta do veljave.

Pri raziskovanju smo spoznali, da je za razumevanje zapletenejših naravnih procesov enako pomembno poznavanje manjših zakonitosti, kot je npr. nastanek milnega mehurčka.

# 1 UVOD

---

Kako se je začela naša raziskovalna naloga?

Spomladi smo v okviru naravoslovnega dne obiskali hišo eksperimentov. V njej smo naredili mnogo izjemno zanimivih eksperimentov, od katerih nas je najbolj navdušil eksperiment z milnimi mehurčki. Vprašali smo se, kako je možno ustvariti tako velike mehurčke. To je bilo tudi vprašanje, ki je vodilo k naši letošnji raziskovalni nalogi. S sošolci smo se torej odločili, da to področje natančneje proučimo. Spraševali smo se, katere so sestavine mešanice, da lahko nastanejo tako veliki milni mehurčki. Ob enem smo se namenili raziskati tudi splošne lastnosti izbranih mil in detergentov.

Naše raziskovalno delo se je začelo z razglabljanjem, kaj lahko vpliva na velikost milnih mehurčkov. Naše domneve smo se odločili preizkusiti tudi v praksi. Zato smo izdelali skrben načrt raziskovalnega dela, v katerem smo predvideli konstante in spremenljivke našega bodočega dela.

## 2.1 NAMEN NALOGE

Osnovni namen naloge je bil izdelati čim večje milne mehurčke. Nameravali smo raziskati, katere so najpomembnejše sestavine raztopine, s katero bi lahko pripravili čim večje mehurčke. Za uspešno raziskovalno delo je potrebno najprej pridobiti ustrezno znanje, da kasneje med delom lahko razumemo pojave. Razširitev našega znanja je bila potrebna tudi za ustrezno pripravo hipotez.

## 2.2 HIPOTEZE

Na osnovi zastavljenih vprašanj smo oblikovali 4 hipoteze, ki so nas vodile skozi naše raziskovalno delo:

- Naša prva predpostavka je bila, da se vodna raztopina mila peni bolje, če je milo raztopljeno v mehki vodi, in slabše, če je milo raztopljeno v trdi vodi. V kontekstu te hipoteze smo sklepali tudi, da je povprečen premer milnih mehurčkov manjši v trdi vodi.
- Druga naša predpostavka je bila, da se vodne raztopine detergentov podobno penijo v trdi in mehki vodi. Tako se tudi povprečni premeri mehurčkov, izpihanih iz teh raztopin naj ne bi razlikovali preveč.

- Sklepali smo, da večji delež vode pomeni večjo površinsko napetost – raztopina se tako slabše peni v vseh primerih. Podobno kot pri prvih dveh hipotezah, smo sklepali, da enako velja tudi za povprečen premer milnih mehurčkov.
- Naša naslednja hipoteza je bila, da je višina stolpca pene sorazmerna s premerom milnih mehurčkov – čim večji je povprečen premer milnih mehurčkov, tem večja je tudi višina stolpca pene.

## 2.3 METODE DELA

Naše raziskovalno delo je bilo v osnovi razdeljeno na dva dela. Prvi del je bil teoretičen, drugi pa praktičen.

V teoretičnem delu naloge smo si pridobivali znanje in proučevali strokovno literaturo, da smo kasneje lažje načrtovali naše delo in razumeli pojave.

Praktičen del je bil razdeljen na več korakov. V prvem koraku smo izbrali ustrezen laboratorijski pribor, ki nam je kasneje služil za opravljanje potrebnih meritev. Natančno smo določili, kaj vse se pri izvedbi eksperimenta ne sme spreminjati, da bodo rezultati primerljivi in verodostojni. S tem smo načrtovali konstante in spremenljivke meritev. Pripravili smo si tabelo, v katero smo vnašali rezultate naših meritev. Sledila je izvedba meritev in analiza rezultatov. Svoje delo smo tudi sproti dokumentirali s fotografiranjem.

Po končanem praktičnem delu smo pisno poročali o svojih novih ugotovitvah.

# 2 TEORETIČNE OSNOVE

---

Za uspešno raziskovalno delo je potrebno podrobno poznati teoretične osnove snovi, ki jo proučujemo. Glede na zastavljene hipoteze smo izbrali nekaj pomembnejših pojmov, ki smo jih želeli podrobneje spoznati in jih tudi razumeti, saj so bili ključni za naše raziskovalno delo.

Ti pojmi so: površinska napetost vode, lastnosti vode, lastnosti površinsko aktivnih snovi (kot so mila in detergenti) ter zakonitosti milnega mehurčka.

## 2.1 MOLEKULA VODE

Voda predstavlja eno izmed najosnovnejših prvin na Zemlji. Je eden od pogojev za obstoj življenja na t.i. »modrem planetu«.

Poleg tega predstavlja voda tudi pomembno sredstvo v vsakdanjem življenju, s pomočjo katerega vzdržujemo higieno, jo uporabljamo za pripravo hrane, izplakovanje stranišč, čiščenje stanovanja in podobno.

Zato pomembna je tudi pri raznih opravilih v kemijskem laboratoriju. Predstavlja namreč eno najpomembnejših polarnih topil, zato je bila zaradi različnih zanimivih lastnosti dobro proučena in je tako danes marsikaj znanega o njej.

Voda je polarno topilo, kar pomeni, da sestoji iz polarnih molekul. Te molekule torej nimajo enakomerno razporejene elektronske gostote, zaradi česar je en del vodne molekule nabit pozitivno, drug pa negativno. Tako se v vodi raztapljajo zgolj polarne snovi, nepolarne se pa z vodo ne mešajo (Schröter, Lautenschläger, Bibrack, Schnabel 1993, str. 157).

Voda je v vsakdanjem življenju prisotna tudi pri odstranjevanju različnih madežev, vendar kot polarno topilo ni sposobna odstranjevati madežev, ki so jih povzročile snovi z nepolarnimi lastnostmi.

Zaradi tega so se predvsem zadnje čase pojavile potrebe po milih in detergentih, ki so sposobni v vodni raztopini odstranjevati tudi tovrstne madeže.

## 2.2 POVRŠINSKA NAPETOST

Površinska napetost je obnašanje vode kot nekakšne opne. Molekule na površini vode med seboj privlačijo medmolekulske sile, zaradi katerih se ta površina obnaša kot prožna membrana (Johnson 1996, str.18).



Prav zaradi tega pojava je nemogoče, da bi iz vode ustvarili milni mehurček. Površinska napetost namreč potegne molekule vode skupaj, zato takšen mehurček, ki nastane s penjenjem vode, hitro razpade. Pojav lahko opazujemo na primer ob slapovih.

Učinek površinske napetosti je mogoče izničiti z različnimi sredstvi, kot so npr. mila in detergenti ali druge površinsko aktivne snovi. Te zaradi svojih lastnosti in sestave, ki vključuje dolg nepolaren rep, zelo zmanjšajo površinsko napetost vode. Ta v standardnih pogojih znaša 0,073 N/m (Strnad 2002, str. 121–125).

Molekule površinsko aktivnih snovi prekinejo kompaktnost medmolekulskih vezi med molekulami vode na gladini. Prav zaradi tega je iz milnice mnogo lažje oblikovati peno, saj pri tem zlahka nastane mehurček, ki zaradi majhne površinske napetosti ne razpade.

## 2.3 MILA, DETERGENTI

Mila so natrijeve in kalijeve soli višjih maščobnih kislin. Dobimo jih, če maščobe kuhamo v močni bazi.

Poleg mil so pomembna pralna sredstva še detergenti, od mil pa se razlikujejo v tem, da so soli sulfonskih kislin. Njihova skupna značilnost je, da imajo polarno glavo in dolg nepolarni rep. Na polarno glavo se vežejo polarne snovi (npr. voda), na nepolaren rep pa nepolarne snovi.

Mila tako delujejo kot emulgatorji. Omogočajo mešanje polarnih in nepolarnih tekočin, ki se sicer med seboj ne mešajo. Mila odstranijo umazanijo s površine s pomočjo nepolarnega repa. Slaba stran mil je, da jih v trdi vodi porabimo več, saj z raztopljenimi kalcijevimi in magnezijevimi ioni tvorijo netopne produkte, ki nimajo pralnega učinka. Rešitev tega problema predstavlja začetek uporabe detergentov. Le-ti namreč s kalcijevimi in magnezijevimi ioni ne tvorijo netopnih produktov, zato se v trdi vodi ne porabljajo.

Mila in detergenti vodi zmanjšujejo površinsko napetost, saj motijo kohezijske vezi med molekulami vode na gladini vode (Kornhauser 1989, str. 151).

## 3.4 KAJ JE MILNI MEHURČEK ?

Milni mehurček je voda ujeta med dve plasti molekul milnice. Značilnost molekul milnice je, da imajo dva dela. Eden je hidrofilen, kar pomeni, da je glava molekule detergenta obrnjena navznoter proti vodi. Drugi pa je hidrofoben, kar pomeni, da je »rep« molekule milnice obrnjen navzven, stran od vode. Zato se milnica v vodi kar najbolj razporedi po površini, tako da so lahko glave molekul milnice v vodi, repi pa segajo nad gladino. Ravno te značilnosti stabilizirajo milni mehurček in ga naredijo bolj obstojnega. (Vir: [http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2003\\_04/Naloge/izdelki/milniziv/teorija.html](http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2003_04/Naloge/izdelki/milniziv/teorija.html), 21. 1. 2011)

Mehurčki so pogosto pravilnih okroglih oblik, razlog za takšno obnašanje pa leži v že omenjeni površinski napetosti. Opna iz milnice zavzema namreč vedno najmanjšo možno površino. Površinska napetost milnice sili v najmanjšo možno površino in za določeni volumen ima od vseh oblik kroglja najmanjšo površino. Brez vplivov okolja (npr. zraka in gravitacija) bi imeli milni mehurčki obliko popolne krogle.

Zaradi majhne teže so pogosto oblike milnih mehurčkov zelo podobne popolni krogli. (Vir: <http://www.expi.at/expiweb/index.php?q=sl/node/65>, 21.1.2010)

# 3 OPIS PRAKTIČNEGA DELA

---

Po končanem študiju literature smo se zelo veselili izvedbe eksperimentov, s katerimi bi raziskali veljavnost naših hipotez. V ta namen smo naredili skrben načrt eksperimentalnega dela, ki je bil razdeljen na tri dele:

- V prvem delu smo poskusili izbrati ustrezen kemijski pribor.
- V nadaljevanju smo primerjali penjenje milnice in detergenta v destilirani vodi in vodovodni vodi. Ker nam opravljeni poskusi niso dali pričakovanih rezultatov, smo se odločili uporabiti zelo trdo vodo (mineralna voda) in destilirano vodo.

Na koncu smo vse zbrane meritve skrbno matematično obdelali in jih predstavili v tabelah in grafih. Z analizo podatkov smo prišli do novih ugotovitev, s pomočjo katerih smo potrdili oz. ovrgli postavljene hipoteze.

## 3.1 IZBIRA USTREZNEGA KEMIJSKEGA PRIBORA

Pri izbiri kemijskega pribora smo bili zelo pazljivi, saj se bi z uporabo neprimerne pribora točnost naših rezultatov zmanjšala. Še posebej smo bili pozorni na prostornino našega pribora, saj je le-ta morala biti dovolj velika, da smo lahko izvedli vse potrebne meritve, med njimi višino pene pri posamezni mešanici. Ta meritev nas je prisilila, da smo poskuse izvedli v merilnih valjih namesto v epruvetah, saj so te imele premajhno prostornino za ustrezno izvajanje poskusov. Za ugotavljanje rezultatov pa smo uporabili ravnilo, meter in preprosto napravo za merjenje velikosti mehurčkov.

Seznam uporabljenega kemijskega pribora:

- 12 merilnih valjev (100 ml), premer: 3 cm, 6 za trdo vodo in 6 za mehko vodo,
- ravnilo,
- šiviljski meter,
- pripomoček za merjenje premera mehurčkov,
- čaše za pripravo mešanic,
- kapalke,
- pipete.

Seznam uporabljenih snovi:

- destilirana voda,
- vodovodna voda,
- mineralna voda Donat,
- milnica iz mila Palmolive (kupljen 15. 10. 2010),

- detergent Pril.

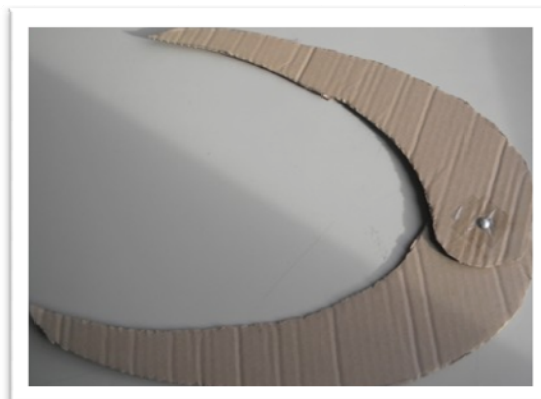
Slika 1: Delovna miza z vsemi elementi potrebnimi za delo



Pri uporabi kemijskega pribora je bila zelo pomembno izbrati pravi pribor, s katerim bi lahko čim natančneje izmerili premer milnih mehurčkov, kar se je pokazalo kot težak problem. Nobena meritev, ki nam je prišla na misel, ne bi zagotavljala natančnosti pri meritvah premera milnih mehurčkov, kar pa je bilo za nas sila pomembno. Na koncu smo izbrali metodo, pri kateri smo uporabljali dve kartonski podlagi, izrezani iz kartona z gibljivim spojem, ki je omogočal hitro razpiranje oz. zapiranje (podobno kot pri šestilu). Tako je en učenec s pomočjo raztopine in nastavka za pihanja milnih mehurčkov proizvajal mehurčke, drug učenec pa je premer milnih mehurčkov čim natančneje zmeril, predvsem pa pazil na to, da ni z aparaturo za merjenje premera milnih mehurčkov počil pripravljenega mehurčka. Seveda to ni zagotavljalo popolnoma natančnih meritev, zato smo rezultate, odčitane na metru zaokrožili, kar je zagotavljalo primerljivost rezultatov.

Pri natančnosti meritev je bila pomembna tudi svežina kemikalij – za vse kemikalije na žalost nismo imeli podatka o datumu nakupa, vendar so bila vsa sredstva zagotovo kupljena najkasneje dva tedna pred izvedbo poizkusa.

Slika 2: Orodje za merjenje premera milnih mehurčkov



## 3.2 KONSTANTE IN SPREMENLJIVKE

Pri našem delu smo za natančne meritve morali upoštevati konstante oz. spremenljivke. Odločili smo se, da bomo pri delu za čim bolj natančne meritve vzeli spodaj naštetih konstante in spremenljivke.

Konstante pri našem delu so bile:

- premer menzure (3 cm),
- volumen menzure (100 ml),
- skupen volumen raztopine (40 ml),
- število tresljajev pri ugotavljanju višine pene (30 tresljajev),
- mehurčke je pihala ena oseba (zaradi enakomerne pihanja).

Spremenljivke so bile:

- količina vode,
- količina detergenta oz. milnice,
- trdota vode.

## 3.3 OPIS POSTOPKA

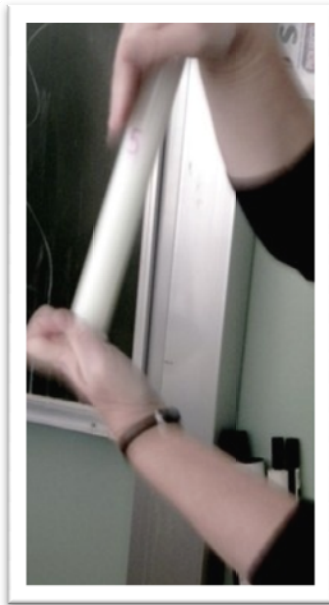
Najprej smo pripravili potreben kemijski pribor – 12 menzur smo označili s flomastrom (črki T ali M, ki sta pomenili trdo ali mehko vodo). V čašah smo pripravili raztopino detergenta oz. milnice v 5 koncentracijah:

- 0 ml milnice oz. detergenta ter 40 ml vode,
- 10 ml milnice oz. detergenta in 30 ml vode,
- 20 ml milnice oz. detergenta in 20 ml vode,
- 30 ml milnice oz. detergenta ter 10 ml vode,
- 40 ml milnice oz. detergenta ter 0 ml vode.

Iz čaše smo pripravljeno raztopino izlili v merilni valj. Ko so bile pripravljene vse raztopine, smo vsak merilni valj stresali. Merilne valje je vedno stresala ena oseba z enako močjo. Pri stresanju je bilo opravljenih 30 tresljajev. Po končanem stresanju smo z ravnilom izmerili višino nastale pene in dobljene rezultate pri priči zapisali.

Potem smo posamezne raztopine z različnimi koncentracijami prelili nazaj v čaše ter ugotavljali, kako velike milne mehurčke je mogoče dobiti iz posamezne raztopine. Za pihanje smo uporabili temu namenjeno paličico. Pri vsaki koncentraciji je bilo opravljenih 5 meritev velikosti mehurčkov. Mehurčke je napihovala zmeraj ista oseba, ki je počivala na vsakih 5 meritev premera mehurčkov. S tem smo zagotovili, da je imel učenec zmeraj dovolj sape. Dobljene rezultate smo sproti vpisovali v vnaprej pripravljeno tabelo.

Slika 3: Za ustvarjanje pene je ena in ista oseba naredila trideset tresljajev na vsak merilni valj z različnimi koncentracijami milnice/detergenta.



Slika 4: Merjenje premera milnih mehurčkov, ki smo jih napihali iz raztopin različne koncentracije mila ali detergenta v trdi oz. mehki vodi.



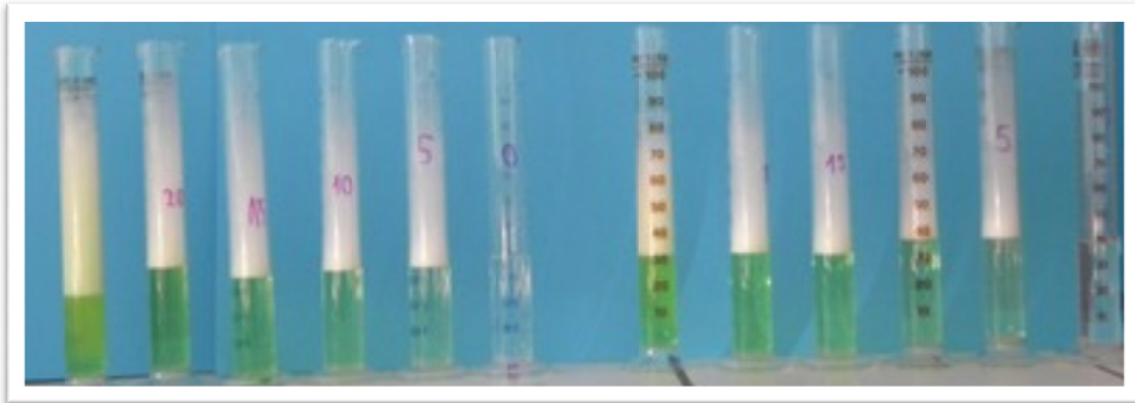
Slika 5: Pripomoček za pihanje milnih mehurčkov



### 3.4 MERITVE

Rezultate meritev smo torej sproti vpisovali v tabele in s tem zagotovili možnost, da rezultate na koncu eksperimentov tudi primerjamo ter posledično ovržemo ali potrdimo zastavljene domneve. Meritve smo ponavljali večkrat, da bi si s tem zagotovili verodostojnost rezultatov, saj mnogokrat ni bilo mogoče za vse eksperimente določiti enakih pogojev. Prav tako smo s ponavljanjem meritev dobili povprečja, ki smo jih na koncu lahko tudi primerjali.

Slika 6: Primerjava meritev višine pene – sintetični detergent v trdi ali mehki vodi



# 4 REZULTATI MERITEV

## 4.1 PENJENJE IN VELIKOST MILNIH MEHURČKOV V VODOVODNI IN DESTILIRANI VODI

V spodnjih štirih tabelah so prikazane prve meritve, pri katerih smo uporabljali destilirano vodo in vodo iz vodovoda. Rezultati niso dali pričakovanih rezultatov, zato z njimi nismo bili preveč zadovoljni. Ker nas hipoteze niso omejevale zgolj na destilirano in vodovodno vodo, smo se kasneje odločili poseči po skrajnih sredstvih – destilirani in mineralni vodi. Slednja namreč vsebuje mnogo raztopljenih kalcijevih in magnezijevih soli. Trdoti mineralne in vodovodne vode smo tudi preverili, rezultati pa so pokazali, da je mineralna voda, v skladu z vsemi pričakovanji, trša. Vodovodna voda je prikazala nenavadno majhno trdoto, kar je bilo verjetno posledica obilnejšega deževja. Verjetna posledica tega so bili dvomljivi rezultati.

### 4.1.1 MILNICA

Tabela 1: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za milnico v vodovodni vodi

MENZURE	VODA (ml)	MILNICA (ml)	VIŠINA PENE (cm)	MERITVE PREMERA MILNIH MEHURČKOV (cm)					POVPREČJE
				1.	2.	3.	4.	5.	
1.	40	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	35	5	19	12	13	19	9	14	13,4
3.	30	10	17	16	13	18	11	15	14,6
4.	25	15	12	17	12	11	12	15	13,4
5.	20	20	14	15	10	14	15	12	13,2
6.	10	30	4	14	16	14	12	16	14,4
Povprečje			13,5						13,8

Tabela 2: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za milnico v destilirani vodi

MENZURE	VODA (ml)	DETERGENT (ml)	VIŠINA PENE (cm)	MERITVE PREMERA MILNIH MEHURČKOV (cm)					POVPREČJE (cm)
				1.	2.	3.	4.	5.	
1.	40	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	35	5	16	10	7	13	6	11	9,4
3.	30	10	17	10	13	13	10	12	11,6
4.	25	15	19	14	13	14	17	10	13,6
5.	20	20	16	10	9	13	10	15	11,4
6.	10	30	6	6	4	7	5	8	6
Povprečje			14,8						10,4



Primerjava rezultatov višine pene in velikosti milnih mehurčkov je v nasprotju z našo hipotezo. Iz povprečja meritev je razbrati, da se je milo približno enako penilo tako v vodovodni kot v destilirani vodi. Premer milnih mehurčkov pa je bil v povprečju v milnici, ki je bila raztopljena v vodovodni vodi, celo nekoliko večji kot v mehki vodi. Rezultati so nas povsem zbegali. Takoj smo s pomočjo kovčka za analizo vode izmerili vodno trdoto. Meritve so pokazale, da se uporabljena destilirana voda in vodovodna voda bistveno ne razlikujeta v trdoti.

#### 4.1.2 DETERGENT

Tabela 3: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za detergent v vodovodni vodi

MENZURE	VODA (ml)	DETERGENT (ml)	VIŠINA PENE (cm)	MERITVE PREMERA MILNIH MEHURČKOV (cm)					POVPREČJE (cm)
				1.	2.	3.	4.	5.	
1.	40	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	35	5	16	10	15	15	16	14	14
3.	30	10	15	10	17	15	11,5	13,5	13,4
4.	25	15	14,5	18	16,5	14,5	13	16	15,5
5.	20	20	14	13	17	14	11	11	13,2
6.	10	30	13	11	11	11	13,5	11,5	11,6
Povprečje			14,5						13,54

Tabela 4: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za detergent v destilirani vodi

MENZURE	VODA (ml)	DETERGENT (ml)	VIŠINA PENE (cm)	MERITVE PREMERA MILNIH MEHURČKOV (cm)					POVPREČJE (cm)
				1.	2.	3.	4.	5.	
1.	40	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	35	5	16,5	11	12	11,5	7	10	10,3
3.	30	10	15	9	14	15	8	11	11,4
4.	25	15	15	12	9	9	16	18,5	12,9
5.	20	20	15	11	10,5	13	11	13	11,7
6.	10	30	15	17	13	15	17	15	15,4
Povprečje			15,3						12,34

Tudi meritve višine pene detergenta v destilirani in vodovodni vodi niso bile v skladu s pričakovanji, saj smo domnevali, da se bo detergent enako dobro penil v destilirani in vodovodni vodi. Kot kažejo podatki, je nastala nekoliko višja pena v destilirani vodi. Meritve niso pokazale nobene pravilne soodvisnosti, ki bi dala odgovor na vprašanje, kako je premer milnih mehurčkov odvisen od koncentracije detergenta v obeh vrstah vod.

Ker si z izmerjenimi podatki nismo znali pomagati in so se nam zdeli v nasprotju z našimi predpostavkami in tudi že dokazanimi znanstvenimi dejstvi, smo poskuse ponovili in izbrali penjenje v dveh skrajno različnih vodah: v destilirani vodi in mineralni vodi. Sklepali smo, da se omenjeni vodi zanesljivo razlikujeta v trdoti. Vzroki za zelo podobne rezultate iz prvih meritev so bili verjetno izbira vod s premalo različno trdoto, najbrž pa tudi napake v izvedbi in meritvah.

## 4.2 PENJENJE IN VELIKOST MILNIH MEHURČKOV V DESTILIRANI IN MINERALNI VODI

Po tem, ko smo za naše meritve uporabljali mineralno vodo in milnico, se je pokazala pri rezultatih precejšnja razlika, ki je bila za naše hipoteze ugodna, in na podlagi katere smo lahko dokončno in brez odvečnih besed hipoteze potrdili oz. ovrgli. Da se vodi v resnici razlikujeta v trdoti, smo potrdili z merjenjem trdote vode. Reagent je pokazal, da ima destilirana voda trdoto od 0 do 4 °dH, mineralna voda pa več kot 30 °dH.

### Lestvica trdote vode:

- 0 – 4 °dH zelo mehka (destilirana voda)
- 4 – 8 °dH mehka voda (deževnica)
- 8 – 18 °dH srednje trda voda (večina vodovodnih vod)
- 18 – 30 °dH trda voda
- nad 30 °dH zelo trda voda

Vir: [http://www2.arnes.si/~fperdi/VKI\\_3.html](http://www2.arnes.si/~fperdi/VKI_3.html)

### 4.2.1 REZULTATI PRI UPORABI MILNICE

V naslednji tabeli so prikazane meritve višine pene ter premera milnih mehurčkov za koncentrirano raztopino milnice v destilirani vodi, ki smo jo pripravili pol dneva pred meritvami. Da je bila nasičena raztopina, smo vedeli po tem, ker se koščki mila, ki so bili na dnu čaše, niso povsem raztopili. Tako smo menili, da je milnica bolj primerljiva z detergentom Prilom, ki ni imeli nobenih dodatkov vode.

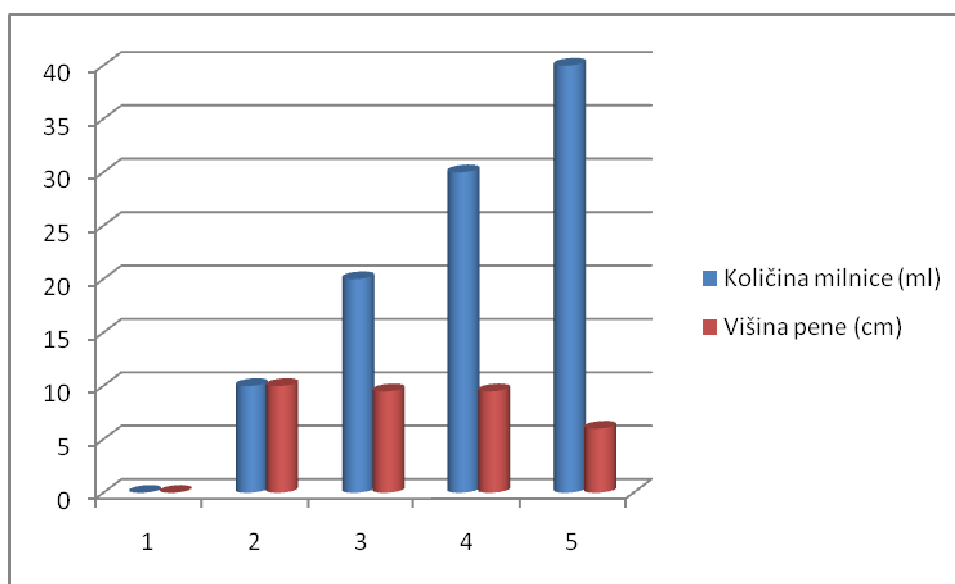
Višino pene smo tokrat merili od oznake 40 ml navzgor, da so bili rezultati bolj primerljivi. Pri prvih meritvah smo merili višino od vodne gladine naprej, ki se je ponekod zaradi penjenja zelo znižala, meja med milnico in penami pa je bila zabrisana. Zaradi tega je prihajalo pri meritvah do napak in nenavadnih rezultatov.

Rezultati vseh povprečnih vrednosti premera milnega mehurčka so si bili med seboj podobni, vendar ne povsem enaki.

Tabela 5: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za raztopino milnice v destilirani vodi

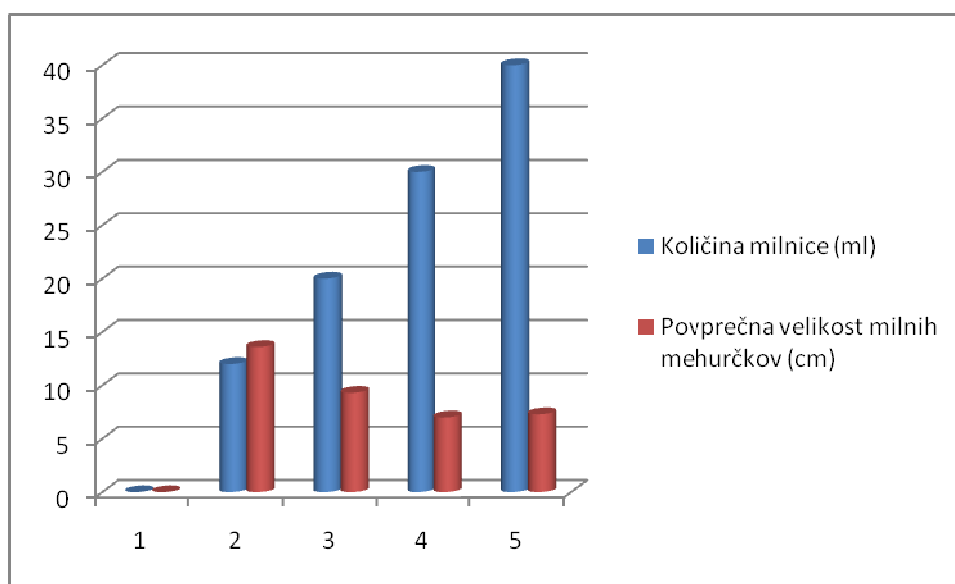
MENZURE	VODA (ml)	MILNICA (ml)	VIŠINA PENE (cm)	MERITVE PREMERA MILNIH MEHURČKOV (cm)			POVPREČJE (cm)
				1.	2.	3.	
1.	40	0	0	0	0	0	0
2.	30	10	10	15	13	13	13,6
3.	20	20	9,5	14	8	6	9,3
4.	10	20	9,5	8	9	4	7
5.	0	40	6	8	8	6	7,3

Graf 1: Odvisnost višine pene od količine dodane milnice v destilirani vodi



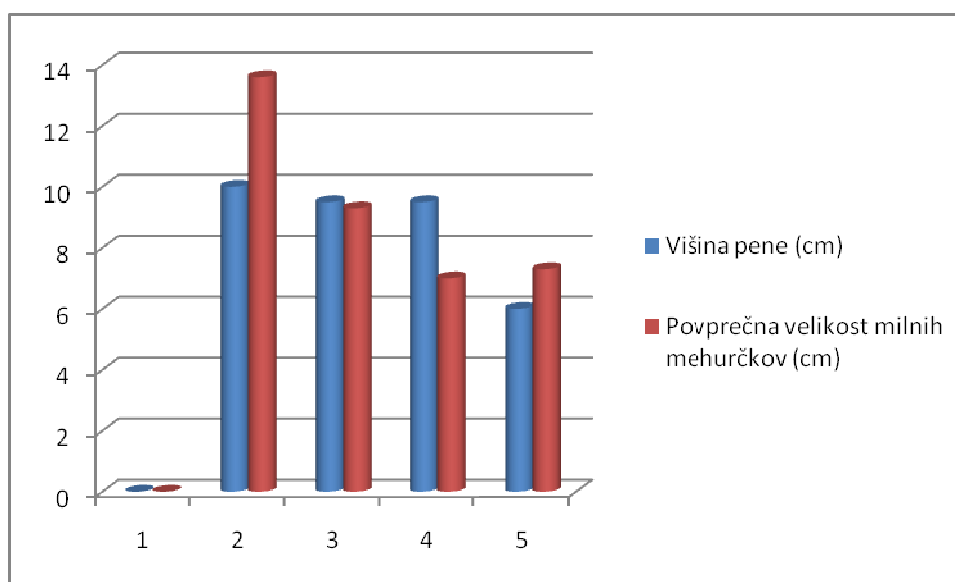
Graf kaže odvisnost višine pene od količine dodane milnice. Prve tri meritve imajo skorajda enake vrednosti, zadnja meritev pa je manjša. V petem merilnem valju je bila samo milnica brez dodatkov vode. Iz tega ni mogoče razbrati vidnejših rezultatov. Glede na zadnjo meritev bi lahko dejali, da je z naraščajočo koncentracijo vode višina pene postopoma padala, kar pa je v nasprotju z našimi hipotezami.

Graf 2: Povprečna velikost milnih mehurčkov glede na količino dodane milnice v destilirani vodi



Pri analizi meritev, ki so prikazane v grafu 2, lahko opazimo, da premer milnih mehurčkov s koncentracijo milnice pada. Rezultat se nam je zdel nekoliko nenavaden, vendar je razvoj določenega mehurčka v tem primeru deležen drugačnih okoliščin kot pri tresenju merilnega valja. Ugotovitev se tako ne sklada z zastavljeno hipotezo, da večja količina dodane milnice predstavlja manjšo površinsko napetost ter posledično povečuje penjenje oz. obstojnost izpihanih milnih mehurčkov.

Graf 3: Povprečen premer milnih mehurčkov glede na višino pene v destilirani vodi



V grafu 3 smo primerjali višino pene in premer milnih mehurčkov v odvisnosti od koncentracije milnice. Številke od 1 do 5 predstavljajo menzure z različno koncentracijo milnice (0 ml, 10 ml, 20 ml, 30 ml in 40 ml). Podatki kažejo, da povprečna velikost milnih mehurčkov pada (le zadnja meritev je nekoliko dvignjena, po vsej verjetnosti zaradi merske napake) z večanjem koncentracije milnice. Tudi višina pene pada, kar bi lahko bilo v skladu z

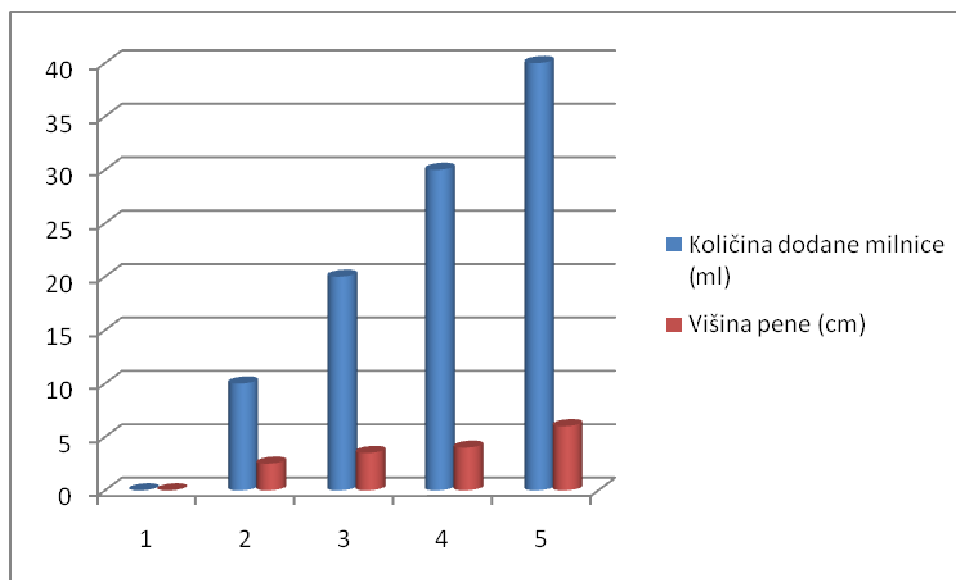
našimi hipotezami, da sta povprečna velikost milnih mehurčkov in višina pene v določenem sorazmerju. Sicer pa iz enega grafa ni mogoče delati zaključkov, še posebej zato, ker se meritve višine pene med seboj le malo razlikujejo, zadnja meritev pa je prikazovala čisto milnico.

Koncentrirana raztopina milnice ter mineralna voda sta se obnašali tako, kot so napovedala naša predvidevanja. Premer milnih mehurčkov je bil v povprečju majhen, ponekod smo prišli celo do takšnega stanja, da so bili mehurčki tako neobstojni, da jih celo po več ponovitvah nismo mogli izmeriti, zato smo zapisali rezultat 0. Dobljeni rezultati so se po večini skladali z našimi pričakovanji.

**Tabela 6: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za raztopino milnice v mineralni vodi**

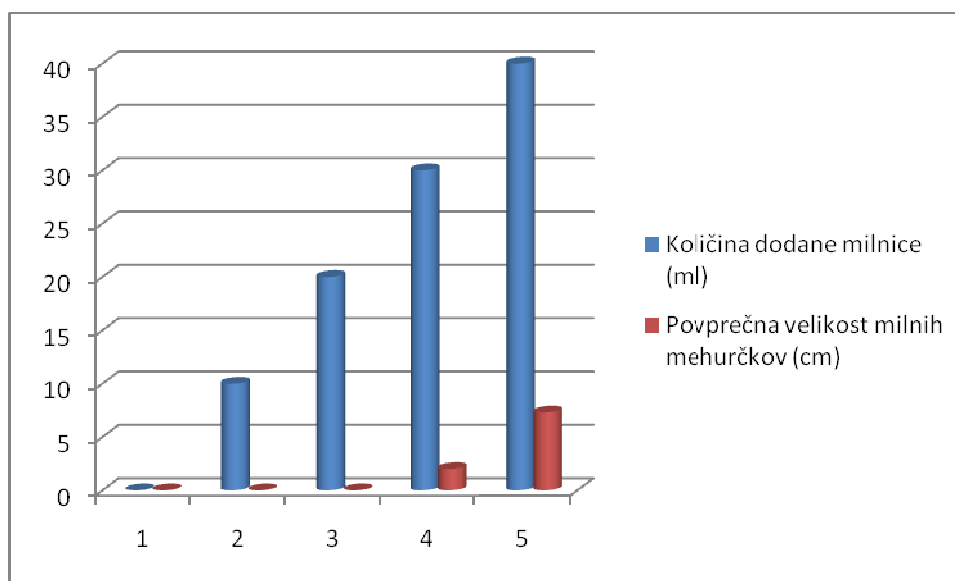
MENZURE	VODA (ml)	MILNICA (ml)	VIŠINA PENE (cm)	MERITVE PREMERA MILNIH MEHURČKOV (cm)			POVPREČJE (cm)
				1.	2.	3.	
1.	40	0	0	0	0	0	0
2.	30	10	2,5	0	0	0	0
3.	20	20	3,5	0	0	0	0
4.	10	30	4	4	2	0	2
5.	0	40	6	8	8	6	7,3

**Graf 4: Odvisnost višine pene od količine dodane milnice v mineralni vodi**



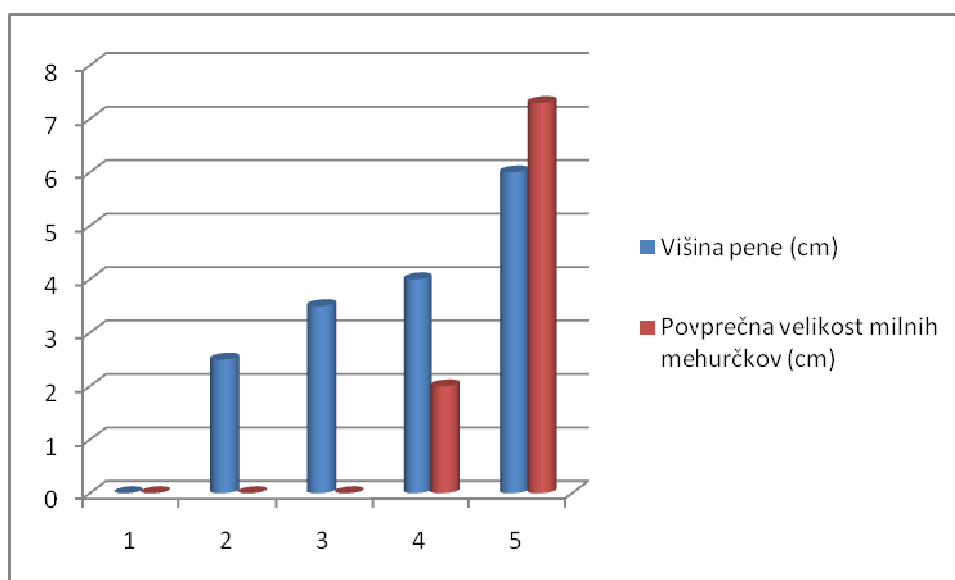
V grafu 4, ki prikazuje odvisnost višine pene od koncentracije milnice, lahko vidimo, da višina pene narašča z večanjem količine milnice v raztopini, kar bi lahko bilo ugodno za naše hipoteze. Kljub vsemu pa so razlike med meritvami načeloma majhne (česar zadnja meritev nekoliko odstopa v svoji vrednosti). Sicer pa je znano, da moramo v trdi vodi za isti učinek uporabiti večjo količino mila.

Graf 5: Povprečna velikost milnih mehurčkov glede na količino dodane milnice v mineralni vodi



V grafu 5 lahko odčitamo, da iz prvih treh raztopin milnice in mineralne vode nismo mogli napihati niti enega mehurčka, v četrti in peti raztopini pa so mukoma nastajali neobstojni mehurčki majhnega premera. Pogosto je mehurček počil, preden je dosegel velikost, ki bi jo bilo mogoče dovolj natančno izmeriti. Zadnji dve meritvi sta se pokazali za obetavni, vendar po vsej verjetnosti za malce zgrešeni, sploh če primerjamo velikost milnih mehurčkov v destilirani vodi. Opazna je pa bistvena razlika med povprečno velikostjo mehurčkov v destilirani in trdi vodi.

Graf 6: Povprečen premer milnih mehurčkov glede na višino pene v mineralni vodi



Iz grafa 6 je razvidno, da so bili tudi po več poizkusih rezultati pri prvih treh meritvah neuporabni. Zato smo le-te zapisali z 0. Če ne upoštevamo tega, povprečna velikost milnih mehurčkov narašča v skladu z višino pene, kar ustreza našim hipotezam. Zadnja meritev je

nekoliko višja, saj je šlo za koncentrirano raztopino milnice v destilirani vodi, ki smo jo uporabili kot vir mila. Ravno zaradi tega se na našo zadnjo meritev ne bi smeli ozirati preveč.

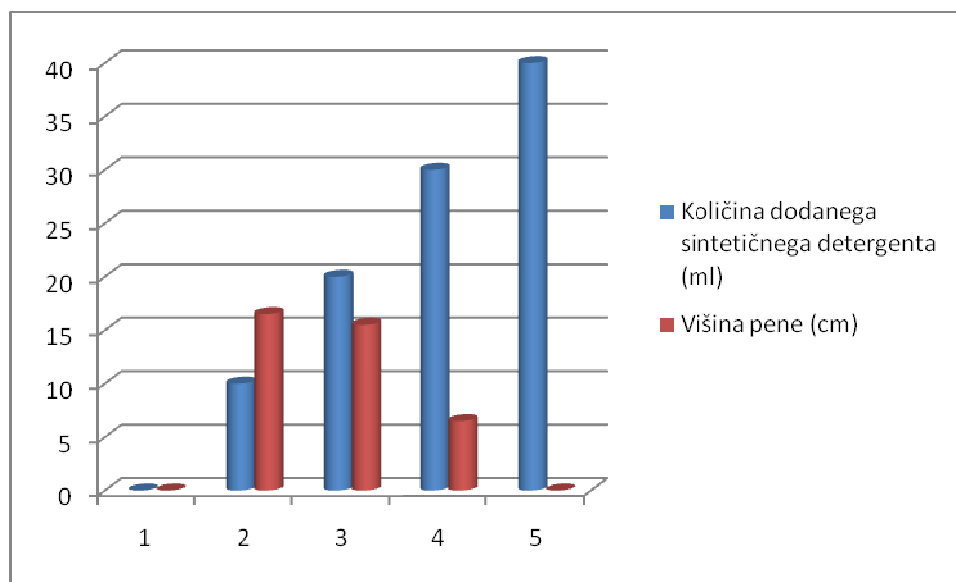
#### 4.2.2 REZULTATI PRI UPORABI DETERGENTA

V tabeli 7 so prikazane meritve za detergent v destilirani vodi. Rezultati višine pene kažejo na padanje višine pene z večanjem koncentracije detergenta v vodi. Pri tem smo opazili, da se detergent brez vode sploh ne peni. Povprečja velikosti milnih mehurčkov so varirala od 9 do 15,3 cm, kar je lahko posledica morebitnih merskih napak.

Tabela 7: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za raztopino detergenta v destilirani vodi

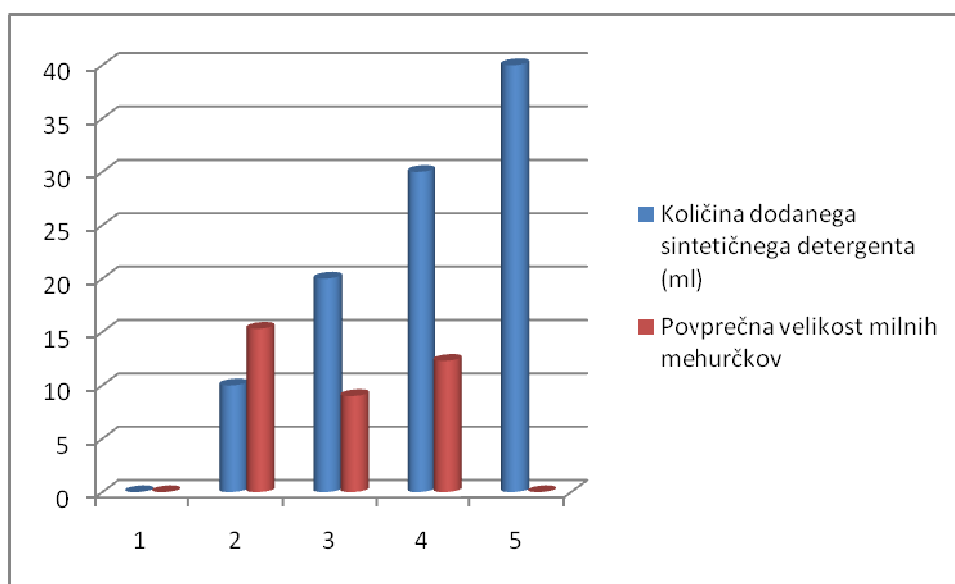
MENZURE	VODA (ml)	DETERGENT (ml)	VIŠINA PENE (cm)	MERITVE PREMERA MILNIH MEHURČKOV (cm)			POVPREČJE (cm)
				1.	2.	3.	
1.	40	0	0	0	0	0	0
2.	30	10	16,5	15	15	16	15,3
3.	20	20	15,5	17	7	10	9
4.	10	20	6,5	13	13	11	12,3
5.	0	40	0	0	0	0	0

Graf 7: Odvisnost višine pene od količine dodanega detergenta v destilirani vodi



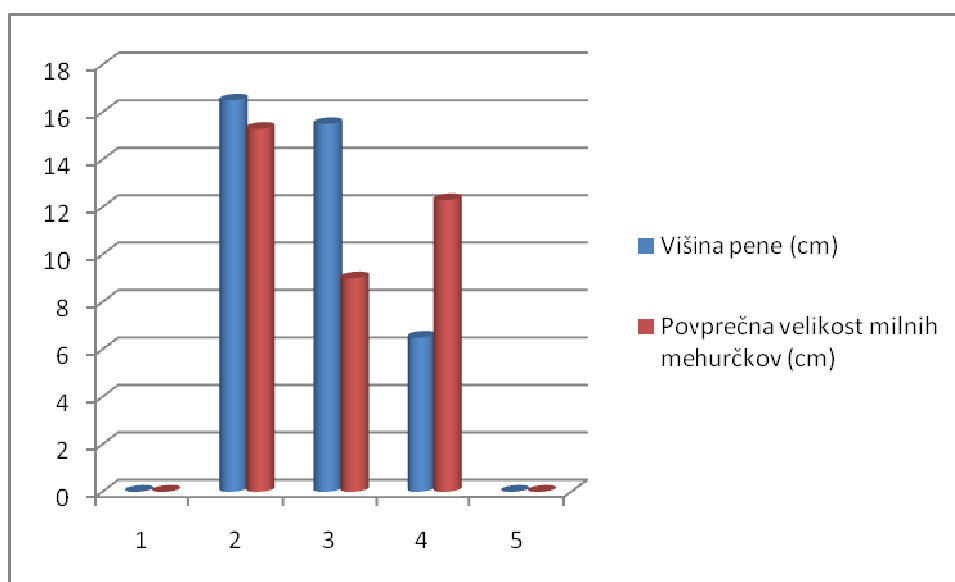
Iz grafa 7 lahko razberemo, da višina pene pada s količino dodanega sintetičnega detergenta, kar nasprotuje našim hipotezam. Zadnja meritev višine pene nima vrednosti, saj se viskozen detergent ni odzval na tresljaje, v nasprotju z raztopino mila v destilirani vodi. Glede na rezultate ne moremo potrditi naše hipoteze, da večja koncentracija sintetičnega detergenta/milnice pomeni boljše penjenje in večjo velikost milnih mehurčkov.

Graf 8: Povprečna velikost milnih mehurčkov glede na količino dodanega detergenta v destilirani vodi



Prav tako iz grafa 8 ne moremo razbrati vzorca, kako bi bila lahko povezana višina pene in premer velikosti milnih mehurčkov. Morda je vzrok napaka pri meritvah ali kakšna druga zakonitost, ki nam ni poznana. Kljub temu je druga meritev povprečne velikosti milnih mehurčkov višja od preostalih, kar je prav tako v nasprotju s postavljeno hipotezo, da se raztopina naj ne bi penila tako dobro, če je prisotno več vode, kot če je prisotno več detergenta (v tem primeru je bil uporabljen sintetični detergent Pril).

Graf 9: Povprečen premer milnih mehurčkov glede na višino pene v destilirani vodi



Zaradi nenavadnega variiranja pri povprečni velikosti milnih mehurčkov, ki je bržkone posledica merske napake, iz grafa 9 ne moremo potegniti nobenega pomembnejšega zaporedja.

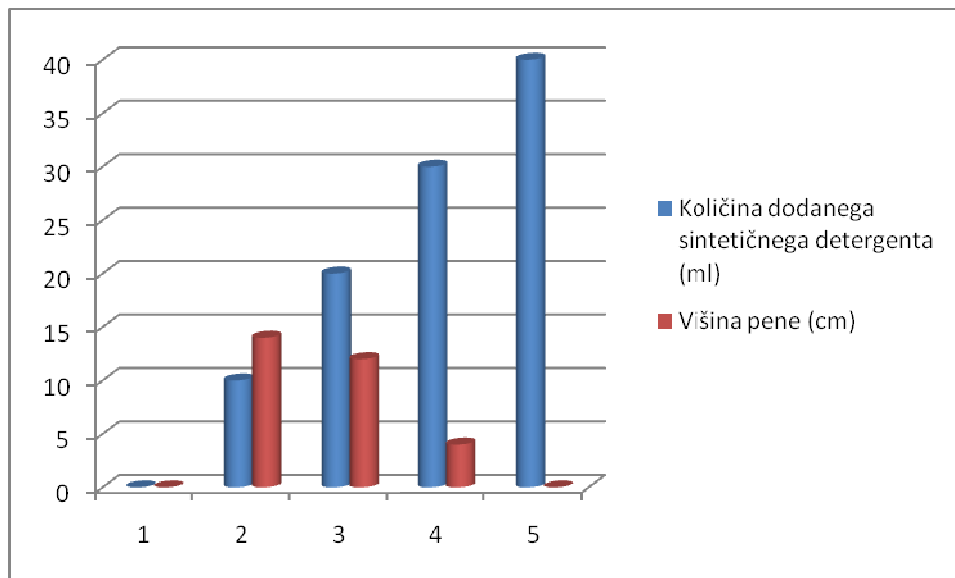


V tabeli 8 so prikazane meritve za višino pene in premer mehurčkov za detergent v mineralni vodi. Opazimo lahko, da se kljub izjemno visoki koncentraciji kalcijevih in magnezijevih ionov v mineralni vodi meritve ne razlikujejo bistveno od meritev, opravljenih pri raztopini detergenta v destilirani vodi, kar ima ugodne posledice za naša domnevanja.

**Tabela 8: Meritve višine pene in premera milnih mehurčkov za raztopino sintetičnega detergenta v mineralni vodi**

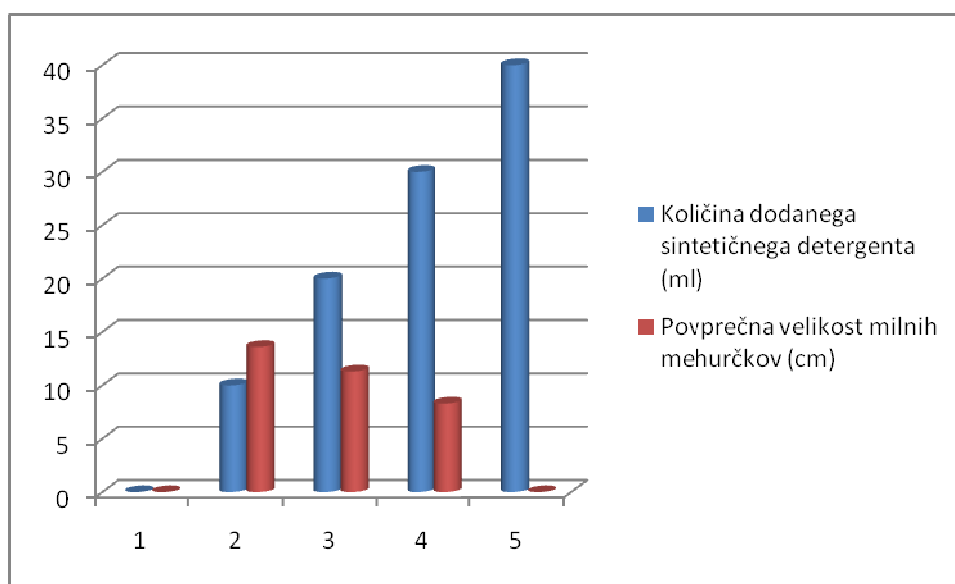
MENZURE	VODA (ml)	DETERGENT (ml)	VIŠINA PENE (cm)	MERITVE PREMERA MILNIH MEHURČKOV (cm)			POVPREČJE (cm)
				1.	2.	3.	
1.	40	0	0	0	0	0	0
2.	30	10	14	12	12	17	13,6
3.	20	20	12	12	12	10	11,3
4.	10	20	4	5	10	10	8,3
5.	0	40	0	0	0	0	0

**Graf 10: Odvisnost višine pene od količine dodanega detergenta v mineralni vodi**



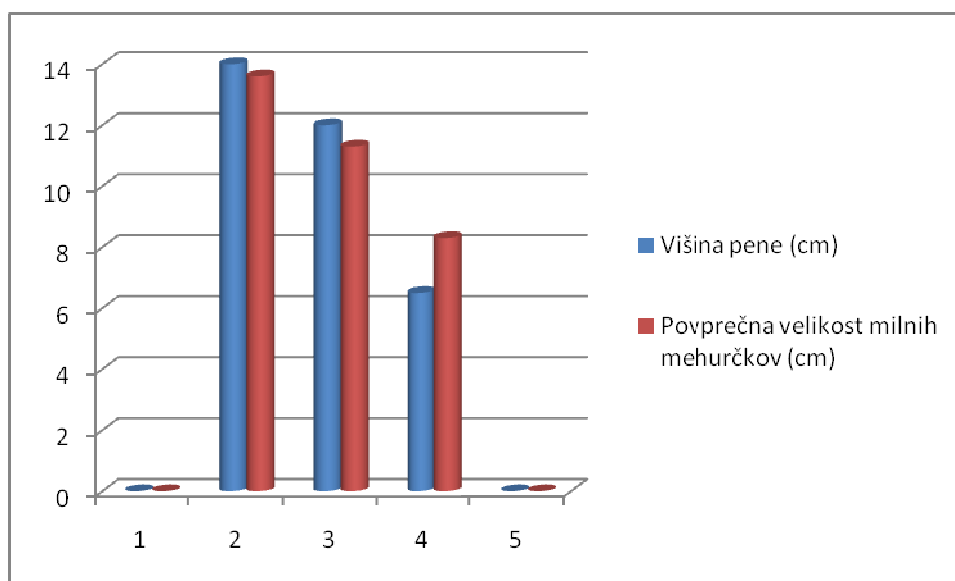
V grafu 10 lahko vidimo, da z večanjem koncentracije sintetičnega detergenta višina pene pada. Rezultat je podoben kot v destilirani vodi. Rezultat je v nasprotju z našimi hipotezami. Meritve se, za razliko od milnice, ne razlikujejo toliko od tistih, ki so bile opravljene v destilirani vodi, kar pa je v skladu z našimi hipotezami.

Graf 11: Povprečna velikost milnih mehurčkov glede na količino dodanega detergenta v mineralni vodi



Iz grafa 11 lahko razberemo, da tudi povprečen premer mehurčkov pada z večanjem koncentracije detergenta, kar je zopet v nasprotju s postavljeno hipotezo, po kateri naj bi velikost naraščala s količina dodanega detergenta/milnice. Meritve povprečne velikosti milnih mehurčkov se ne razlikujejo preveč od tistih, ki so bile opravljene v destilirani vodi.

Graf 12: Povprečen premer milnih mehurčkov glede na višino pene v mineralni vodi



V grafu 12 smo primerjali izmerjeno višino pene s povprečnim premerom milnih mehurčkov. V zgornjem primeru vzorec sledi našim predvidevanjem: čim večji/manjši je podatek za višino pene, tem večja/manjša je povprečna velikost milnih mehurčkov.

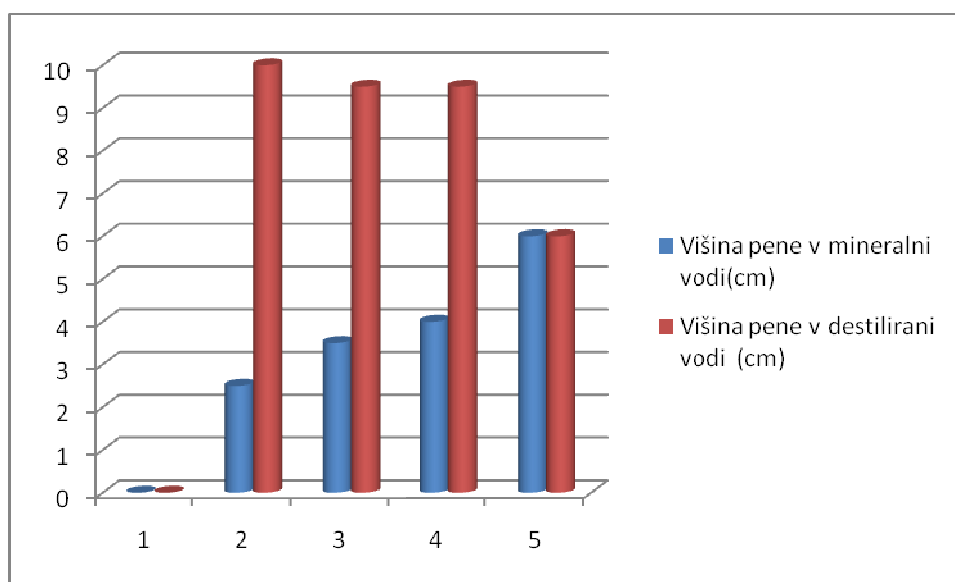
# 5 POTRDITEV HIPOTEZ

## 5.1 PRVA HIPOTEZA

V prvi hipotezi smo sklepali, da se raztopina milnice peni bolje v mehki vodi, ki torej ne vsebuje raztopljenih soli, ki bi lahko tvorile z milom netopne soli. To bi lahko oviralo nastanek pene, kot se to dogaja v trdi vodi, ki vsebuje kalcijeve in magnezijeve anione. Enako smo predpostavili tudi za premer milnih mehurčkov. Povprečen premer milnega mehurčka naj bi bil pri raztopinah milnice manjši v trdi vodi kot pri raztopinah milnice v mehki vodi.

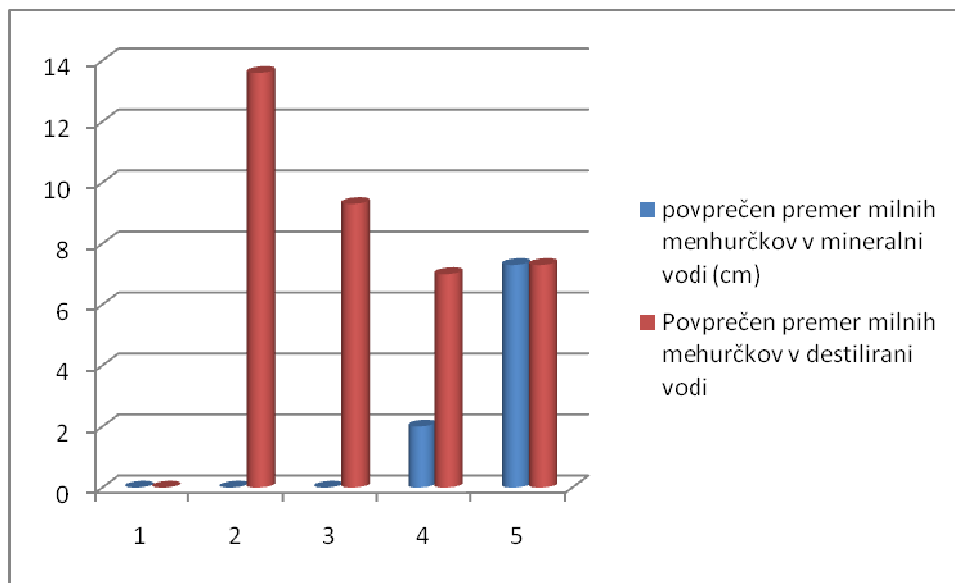
To hipotezo lahko potrdimo ali ovržemo ob spremljavi nekaterih grafov, ki nam nazorno pokažejo rezultate poizkusov:

Graf 13: Primerjava višin pen za raztopino milnice ob dodatku mineralne oz. destilirane vode



V grafu 13 je prikazana primerjava med višino pene milnice v mineralni in destilirani vodi. Razlika je očitna. Če primerjamo povprečne višine pene milnice v destilirani in mineralni vodi, nastane razlika za 3,8 cm v korist penjenja milnice v destilirani vodi. Tako lahko na podlagi tega grafa hipotezo nedvomno potrdimo. Pri zadnji meritvi gre za koncentrirano raztopino milnice v destilirani vodi, zato sta rezultata enaka. Zadnja meritev je služila primerjavi rezultatov.

Graf 14: Primerjava povprečnih velikosti milnih mehurčkov, izpihanih iz milnice ob dodatku destilirane oz. mineralne vode



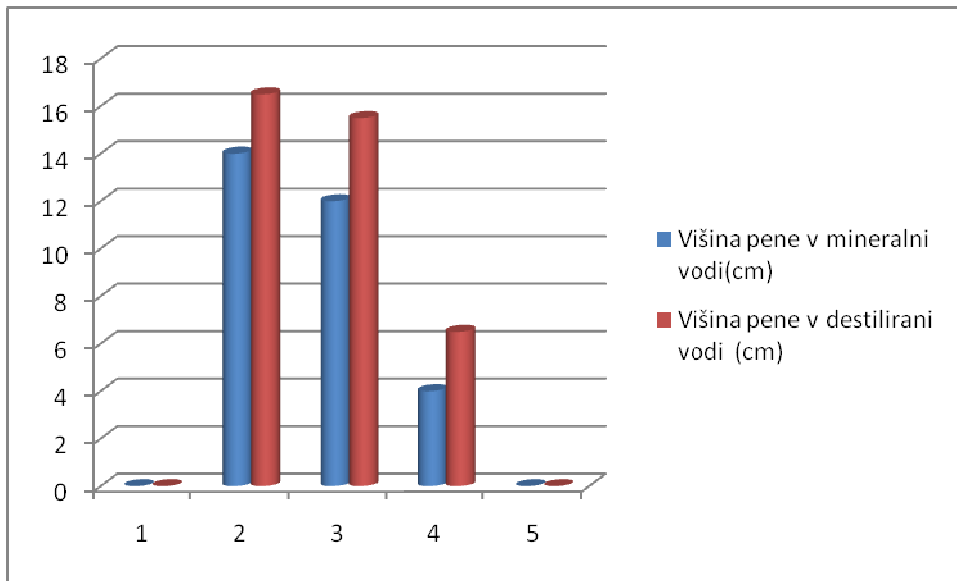
Tudi v grafu 14 so rezultati zelo jasni. Pri milnici, ki smo jo pripravili v mineralni vodi, so se mehurčki veliko težje in slabše formirali, zato smo morali kar trikrat označiti meritev kot nič. Pod številko 1 je v grafu le voda brez površinsko aktivnih snovi, iz katere se mehurčkov v nobenem primeru ni dalo narediti. Ostali rezultati nakazujejo pravilnost drugega dela prve hipoteze, saj je bil največji povprečen premer milnih mehurčkov v destilirani vodi 13,6 cm, medtem ko je v mineralni vodi znašal 7,3 cm. Pri tem so bile upoštevane vse konstante, tako da so meritve verodostojne.

Hipotezo lahko nedvomno potrdimo.

## 5.2 DRUGA HIPOTEZA

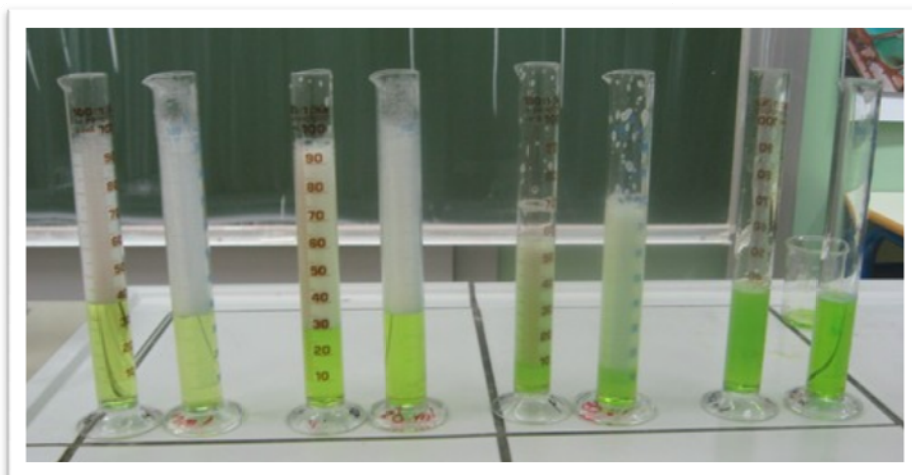
Po drugi hipotezi nismo pričakovali večjih razlik pri povprečni velikosti milnih mehurčkov ter višini pene ob dodatku sintetičnega detergenta mineralni oz. destilirani vodi. Tudi to hipotezo lahko posledično potrdimo oz. ovržemo s primerjavo, ki jo najboljše prikažemo v naslednjih grafih.

Graf 15: Primerjava višin pen za sintetični detergent v destilirani in mineralni vodi

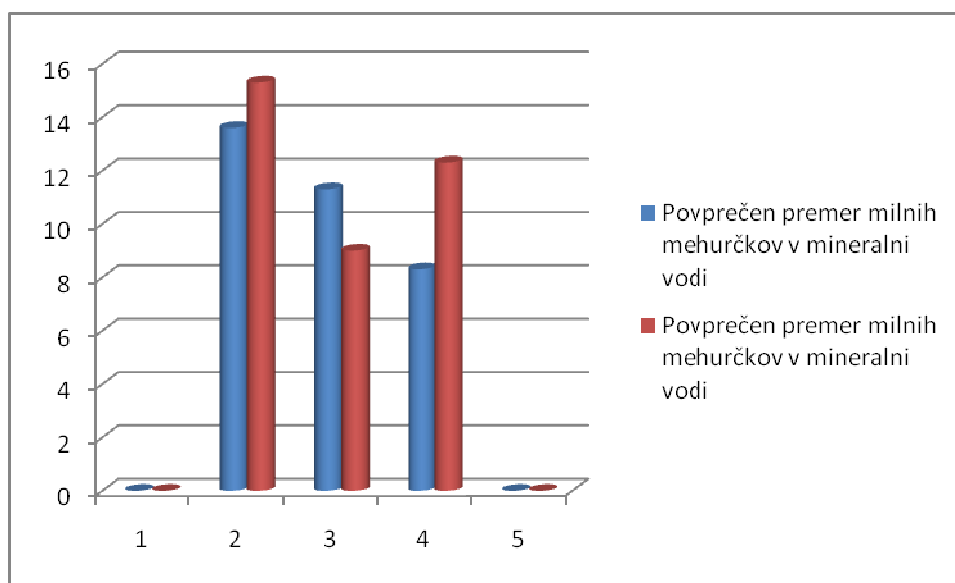


V grafu 15 je sicer višina pene detergenta Pril v destilirani vodi nekoliko večja kot v mineralni (trdi) vodi. Če primerjamo povprečno višino pene detergenta v destilirani in mineralni vodi, pa je razlika veliko manjša kot v primeru milnice. Znaša 1,7 cm. Na podlagi tega bi lahko drugo hipotezo potrdili, saj smo trdili, da se peni detergent zelo podobno v trdi in mehki vodi. Če primerjamo penjenje detergenta na sliki 6, lahko opazimo zelo podobno višino pene v trdi in mehki vodi. Na sliki 7 smo postavili skupaj menzure z isto koncentracijo detergenta v destilirani vodi in mineralni vodi. Iz slike se opazi, da je višina pene v mineralni vodi le malce nižja kot v destilirani.

Slika 7: Penjenje detergenta v destilirani in mineralni vodi. Po dve in dve menzuri predstavljata enako količino detergenta v različno trdi vodi.



Graf 16: Primerjava povprečnih velikosti izpihanih milnih mehurčkov za sintetični detergent glede na dodano trdo oz. mehko vodo



Graf 16 prikazuje primerjavo premera izpihanih mehurčkov iz raztopin različnih koncentracij detergenta v mineralni in destilirani vodi. Razlika med povprečnimi velikostmi milnih mehurčkov ponekod doseže kar velike vrednosti. Vendar če primerjamo velikost milnih mehurčkov izpihanih iz milnice v mineralni vodi in detergenta v mineralni vodi, lahko ugotovimo, da so slednji večji v premeru in se dajo lažje napihniti.

Sintetični detergenti so tudi sicer namenjeni tovrstni uporabi, saj ne vsebujejo delov, ki bi tvorili netopne snovi s katerimikoli delci v mineralni oz. vodovodno vodi (obe trdi).

Iz dobljenih meritev lahko tudi drugo hipotezo delno potrdimo. Delno le zato, ker smo pričakovali še bolj podobne rezultate glede višine pene detergenta v različno trdih vodah in povprečnih velikosti mehurčkov.

### 5.3 TRETJA HIPOTEZA

V tretji hipotezi smo domnevali, da večji delež vode pomeni slabše penjenje oz. manjšo povprečno velikost milnih mehurčkov kot pri večji količini mila/sintetičnega detergenta. To hipotezo moramo ovreči, saj rezultati v že zgoraj predstavljenih grafih (poglavja pri penjenju raztopin sintetičnega detergenta/milnice in povprečnih velikostih milnih mehurčkov) nasprotujejo ugotovitvam.

Pri tej hipotezi smo sklepali, da večja koncentracija vode pomeni večjo površinsko napetost, torej bi se raztopine v tem primeru slabše penile, izpihani mehurčki pa bi bili v premeru

manjši ter manj obstojni. A kot kaže, se površinska napetost spreminja le malo z dodajanjem večjih količin detergenta/mila. Kot drugo možnost dopuščamo tudi, da večje koncentracije mila ne omogočajo ugodnega okolja za penjenje oz. razvoj mehurčka, za kar bi morda lahko bil vzrok gostota raztopine po dodanem topljencu (milnica/sintetični detergent).

#### 5.4 ČETRТА HIPOTEZA

Naša zadnja hipoteza je bila, da sta si povprečna velikost milnih mehurčkov in višina pene v sorazmerju. Čim večja je torej višina pene, tem večja je tudi povprečna velikost milnih mehurčkov.

Po pregledu grafov v poglavju meritev lahko hipotezo zaradi dvoumnosti nekaterih grafov ovržemo. To bi lahko povezali s tem, da milni mehurček in pena nastajata v različnih okoljskih pogojih. Pri milnem mehurčku je zagotovljen konstanten dotok zraka z ene strani, medtem ko pri penjenju gre za ujemanje zraka v mehurčke, pri čemer zrak teži k izhajanju iz raztopine.

## 6 ZAKLJUČEK

---

Z velikim veseljem smo se lotevali raziskav o tem, kako nastajajo milni mehurčki in presenetilo nas je dejstvo, koliko naravnih zakonitosti se skriva za na pogled preprostim milnim mehurčkom. Na koncu na žalost nismo ustvarili idealne mešanice, s katero bi lahko napihovali tako velike mehurčke, kot jih prikazujejo nekatere reklame oz. podobne tisti, ki jo imajo tudi v splošni prodaji.

Kljub temu smo tekom raziskovalne naloge pridobili veliko znanja, ki nam bo verjetno v prihodnosti prišlo zelo prav. Za razumevanje pomembnih naravnih procesov je potrebno tudi dobro poznavanje manj pomembnih. Tako je poznavanje strukture preprostega milnega mehurčka, vsaj po pričevanju nekaterih medijev, privedlo tudi do pomembnih odkritij na področju celic in biokemije.

Vsako pridobljeno znanje pa prinaša zadovoljstvo tudi posamezniku, saj izkušnje krepijo duha. Tako se nameravamo z raziskovanjem ukvarjati tudi v bodoče.



# 7 LITERATURA, VIRI

---

W. Schröter, K.-H. Lautenschläger, H. Bibrack, A. Schnabel 1993: KEMIJA, splošni priročnik, Ljubljana, TZS.

Johnson, K. 1996: FIZIKA, preproste razlage fizikalnih pojavov, Ljubljana, TZS.

Strnad, J. 2002: Fizika (Prvi del: Mehanika/Toplota), Ljubljana, Modrijan.

Kornhauser, A. 1989: ORGANSKA KEMIJA za osmi razred osnovne šole, Ljubljana, DZS.

[http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2003\\_04/Naloge/izdelki/milniziv/teorija.html](http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2003_04/Naloge/izdelki/milniziv/teorija.html), 21. 1. 2011.

<http://www.expi.at/expiweb/index.php?q=sl/node/65>, 21.1.2010.

## ZAHVALA

Zahvaljujemo se gospe Marjeti Gradišnik Mirt, ki nam je pomagala pri pripravi naloge, nas usmerjala med samim potekom raziskovalnega dela in pri tem spodbujala našo delavnost in kreativnost.

Prav tako se zahvaljujemo gospe Mateji Samastur za jezikovni pregled naloge.

Hvala!