

ALI SO NOGE LAHKO VIDETI DALJŠE?

Raziskovalna naloga

Raziskovalno področje: Astronomija ali fizika

Avtorji: Jaka Iskra

Maks Mesar

Andrej Starc

Mentorja: Tilen Miklavec

Polona Šenkinc

Šola: Osnovna šola dr. Bogomirja Magajne Divača

Divča, marec 2023

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	4
ABSTRACT	4
1 UVOD	5
2 VSEBINSKI DEL	6
2.1 Svetloba	6
2.1.1 Širjenje svetlobe	6
2.1.2 Lom svetlobe	7
2.2 Oko	9
2.2.1 Zgradba očesa.....	9
2.2.2 Nastanek slike v očesu	11
2.3 Raztopina.....	12
2.3.1 Topnost.....	12
2.3.2 Slanost	14
2.3.3 Gostota	16
3 POTEK RAZISKOVALNEGA DELA.....	18
3.1 Namen in cilji naloge.....	18
3.2 Raziskovalna vprašanja in hipoteze.....	18
3.3 Metode raziskovalnega dela	18
3.3.1 Pripomočki	18
3.3.2 Postopek	19
3.3.2.1 Spreminjanje koncentracije raztopin.....	19
3.3.2.2 Spreminjanje vrst kapljev in	21
3.3.2.3 Spreminjanje temperature raztopine	21
3.3.2.4 Način odčitavanja vpadnih in lomnih kotov	22
3.3.2.5 Računanje lomnega količnika	23
3.3.2.6 Določanje navidezne dolžine nog	23
3.3.2.7 Gostota snovi	24
4 REZULTATI.....	25
5 RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK	30
6 VIRI IN LITERATURA	32

KAZALO SLIK

Slika 1. Valovne dolžine svetlobe.....	6
Slika 2. Prehod svetlobe do očesa.....	7
Slika 3. Sončni žarki v naravi	7
Slika 4. Lom svetlobe	8
Slika 5. Oko	9
Slika 6. Zenica ob močni in šibki svetlobi.....	10
Slika 7. Zgradba očesa	10
Slika 8. Akomodacija očesa na gledanje oddaljenih in bližnjih predmetov.	11
Slika 9. Nastanek slike na mrežnici.	11
Slika 10. Priprava raztopine z določeno koncentracijo.....	12
Slika 11. Topnost soli in sladkorja v odvisnosti od temperature	13
Slika 12. Slanost oceanov.	14
Slika 13. Slanost Jadranskega morja.....	15
Slika 14. Plovnost v Mrtvem morju.....	16
Slika 15. Stolpec z ocenami gostot	17
Slika 16. Odčitavanje kotov v programu GeoGebra.....	22
Slika 17. Določanje navidezne dolžine nog v programu GeoGebra.....	23

KAZALO TABEL

Tabela 1. Koncentracije raztopin.....	19
Tabela 2. Meritve in izračuni za različne raztopine soli.....	20
Tabela 3. Meritve in izračuni za različne raztopine sladkorja.....	20
Tabela 4. Meritve in izračuni za različne vrste snovi.....	21
Tabela 5. Meritve in izračuni za različne temperature vod	22
Tabela 6. Masa, prostornina in gostota za različne kapljevine.....	24

KAZALO GRAFOV

Graf 1. Vpliv koncentracije raztopine na lomni količnik raztopine	25
Graf 2. Vpliv koncentracije raztopine soli na lomni količnik in gostoto raztopine	25
Graf 3. Vpliv koncentracije raztopine soli na lomni količnik in gostoto raztopine	26
Graf 4. Vpliv vrste snovi na lomni količnik in gostoto	26
Graf 5. Vpliv temperature vode na lomni količnik.....	27
Graf 6. Vpliv temperature vode na gostoto vode	27
Graf 7. Vpliv koncentracije raztopin na navidezno dolžino nog.....	28
Graf 8. Vpliv vrste snovi na navidezno dolžino nog	28
Graf 9. Vpliv temperature na navidezno dolžino nog	29

POVZETEK

Namen raziskovalne naloge je, ugotoviti v katerem morju, Jadranskem ali Mrtvem, je navidezna dolžina nog večja. Ugotavljamo, kako se spreminja navidezna dolžina nog, če jih opazujemo v različnih kapljevinah. Poleg tega, nas zanimalo še, kako se spreminjajo gostota, lomni kot in lomni količnik pri različnih koncentracijah raztopin soli in sladkorja in pri različnih temperaturah. Ugotavljamo tudi, kako se spreminja lomni količnik pri različnih vrstah kapljevin.

Pri izvedbi eksperimentalnega dela raziskovalne naloge uporabimo raztopine soli in sladkorja z različnimi koncentracijami. S tem se približamo koncentracijam vod v morjih in rezultate primerjamo z rezultati v sladkih vodah. V obeh primerih se navidezna dolžina nog z večanjem koncentracije raztopine manjša. S spreminjanjem temperature kapljevine preverjamo, kako bi se navidezna dolžina nog spreminjala, če bi jo v morju opazovali poleti ali pozimi. Ugotovimo, da se navidezna dolžina nog z višanjem temperature kapljevine večja. Pri preverjanju, kako se navidezna dolžina nog spreminja v odvisnosti od vrste kapljevine, si pri eksperimentiranju pomagali z oljem, vodo in detergentom. Ugotovimo, da se z večanjem gostote kapljevine, navidezna dolžina nog zmanjšuje.

Ključne besede: lom svetlobe, koncentracija raztopin, gostota, lomni količnik, navidezna dolžina nog

ABSTRACT

The purpose of the research paper is to determine in which sea, the Adriatic or the Dead, the apparent length of the legs is longer. We determine how the apparent length of the legs changes when they are observed in different liquids. In addition, we are interested in how the density, refractive angle and refractive index change at different concentrations of salt and sugar solutions and at different temperatures. We also determine how the refractive index changes in different types of liquids.

Salt and sugar solutions with different concentrations are used in the implementation of the experimental part of the research paper. With this, we get closer to the concentrations of water in the seas and compared the results with the results in fresh waters. In both cases, the apparent length of the legs decreases with increasing solution concentration. By changing the temperature of the liquid, we check how the apparent length of the legs changes if they are observed in the sea in summer or winter. We find that the apparent length of the legs increases as the temperature of the liquid increases. When checking how the apparent length of the legs changes depending on the type of liquid, we experiment with oil, water and detergent. We find that as the density of the liquid increases, the apparent length of the legs decreases.

Key words: refractive of light, concentration of solutions, density, refractive index, apparent leg length

1 UVOD

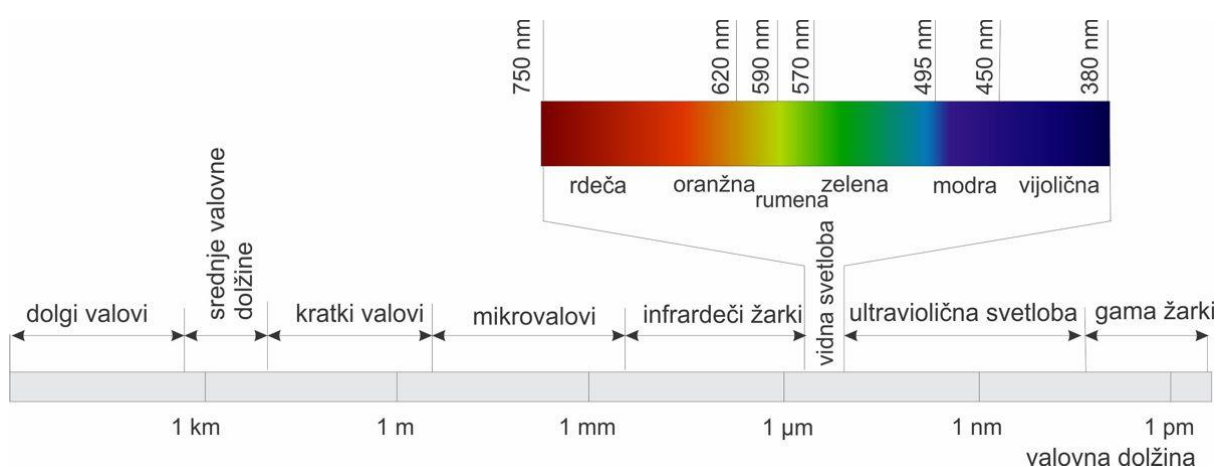
“Ali so noge res lahko videti daljše?” je eno izmed glavnih vprašanj, na katero želimo odgovoriti v raziskovalni nalogi. Vprašanje in odgovor na to vprašanje se navezujeta na lom svetlobe v kapljevinah, ki ga v vsakdanjem življenju imamo za samoumevnega, vendar to ni. V kapljevini vidimo, kot da se noge lomijo, kar v vsakdanjem življenju ni nič nenavadnega, a se v ozadju tega dejanja skriva veliko fizikalnih dejstev, ki se nam zdijo zelo zanimiva in vredna nadaljnega raziskovanja, predvsem pa želimo z našimi ugotovitvami izboljšati razumevanje in uporabo loma svetlobe v vsakdanjem življenju.

Svetloba se pri prehodu iz ene snovi v drugo lomi, saj se ji pri prehodu spremeni hitrost. Njena hitrost se pri prehodu lahko poveča ali zmanjša. Kako se svetloba lomi na stiku dveh različnih medijev, pa nam pove razmerje med hitrostjo svetlobe v vakuumu in hitrostjo svetlobe v mediju. To razmerje imenujemo lomni količnik. Svetlobne hitrosti ne moremo izmeriti, lahko pa določimo njeno hitrost z nekaterimi eksperimenti, obenem pa s tem določimo tudi razmerje med svetlobno hitrostjo v vakuumu in mediju, v katerem se lomi svetloba, čemur v raziskovalni nalogi posvečamo največ pozornosti. S pomočjo računalniškega programa odčitamo lomni kot in določimo lomni količnik različnih medijev. S tem želimo ugotoviti, kako se lomni količnik svetlobe spreminja v odvisnosti od gostote snovi, v katero prodre svetloba. Izkaže se, da se s povečevanjem koncentracije soli in sladkorja v vodi povečuje gostota raztopine. Slednje povečevanje vpliva na vrednost lomnega količnika raztopine in posledično tudi na navidezno dolžino nog v raztopini.

2 VSEBINSKI DEL

2.1 Svetloba

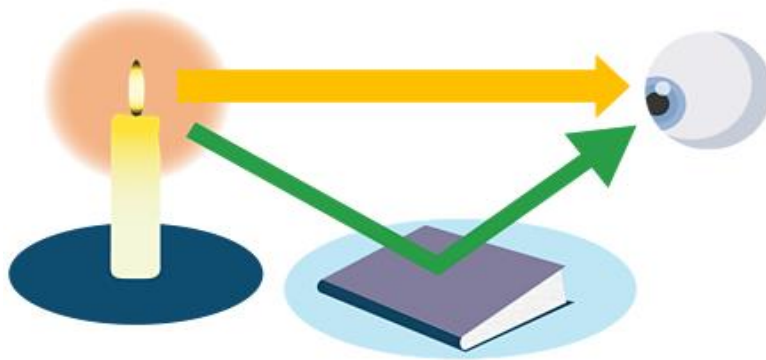
Svetloba je elektromagnetno valovanje, ki obsega različne valovne dolžine. Valovne dolžine elektromagnetnega valovanja segajo od velikostnega reda nekaj kilometrov do nekaj pikometrov. Vidna svetloba zajema valovne dolžine od 750 nm do 380 nm. Barve, ki se nahajajo v tem vidnem spektru so: rdeča, oranžna, rumena, zelena, modra in vijolična. Valovno dolžino krajšo od vidne svetlobe imajo ultravijolična svetloba in gama žarki, ki so nekoliko nevarnejši za naše zdravje. Daljšo valovno dolžino pa imajo infrardeči žarki, mikrovalovi in radijski valovi (Bez nec, 2012).



Slika 1. Valovne dolžine svetlobe

2.1.1 Širjenje svetlobe

Svetloba in naše oči nam omogočajo, da lahko opazujemo predmete, oblike, barve, ... Predmete lahko opazujemo, če ti svetlobo oddajajo, imenujemo jih svetila, ali če svetlobo odbijajo, to so osvetljena telesa. Glavni in en izmed naravnih virov svetlobe na Zemlji je Sonce. Poznamo pa tudi umetne vire svetlobe, kot so svetilka, sveča, laser, telefon ... Pogoji, da predmete lahko opazujemo je tudi ta, da med predmetom in očmi ni postavljenih ovir. Svetloba se namreč širi premočrtno in z veliko hitrostjo - v praznem prostoru s hitrostjo približno $300\,000 \frac{km}{s}$. V ostalih snoveh se svetloba širi z nekoliko manjšo hitrostjo (Godec, 2015; Bez nec, 2012).



Slika 2. Prehod svetlobe do očesa od osvetljenega telesa (zelena puščica) in svetila (rumena puščica)

Svetloba, ki jo oddajajo svetila, se širi v prostor v okolici svetil. Svetila, s katerimi osvetljujemo prostor, oddajajo svetlobo v vse smeri. Primeri takšnih svetil so Sonce, žarnica, sveča, ... Laserji pa so primer svetil, ki svetlobo usmerijo v določeno smer.

Svetlobne žarke in curke, ki prihajajo iz svetil, lahko v zraku vidimo, ker se svetloba sipa na majhnih prašnih delcih, ki se nahajajo v zraku. Sončne žarke tako lahko v naravi lepše vidimo, ko je na nebu nekaj oblakov, ki delno prekrivajo Sonce (Godec, 2015).



Slika 3. Sončni žarki v naravi

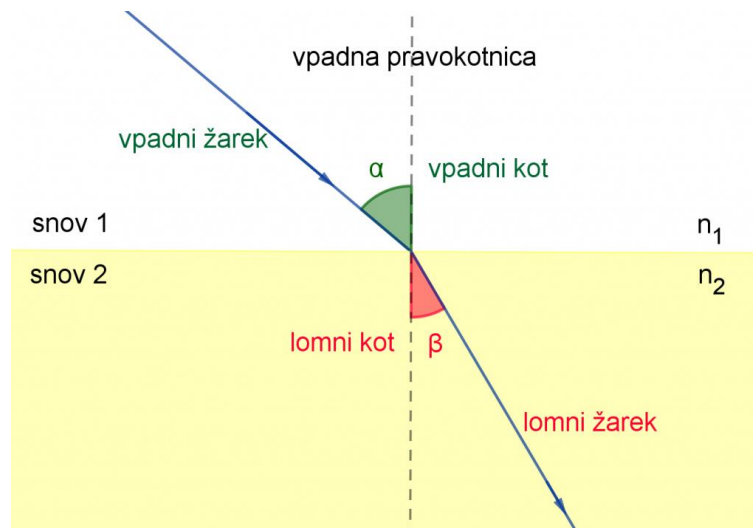
2.1.2 Lom svetlobe

Pri opazovanju slamice, ki jo imamo v kozarcu vode, se nam zdi slamica zlomljena. Vzrok, za to, je lom svetlobe. To je pojav, ki ga lahko opazimo, ko svetloba prehaja med dvema različnima snovema. Pri tem se spremeni smer širjenja svetlobe. Do loma svetlobe pride zaradi različne hitrosti potovanja svetlobe v posamezni snovi. Ta pa je posledica različne gostote snovi (Beznec, 2012).

Opredelimo nekaj izrazov, pomembnih za razumevanje loma svetlobe:

- vpadna pravokotnica - pravokotnica na mejo med snovema, ki gre skozi točko prodora žarka,

- vpadni žarek - žarek v prvi snovi s katerim posvetimo na mejo med snovema,
- vpadni kot - kot med vpadnim žarkom in vpadno pravokotnico,
- lomni žarek - žarek v drugi snovi,
- lomni kot - kot med lomnim žarkom in vpadno pravokotnico.



Slika 4. Lom svetlobe

Svetlobni žarek se pri prehodu med dvema snovema lahko lomi k vpadni pravokotnici ali proč od nje. Kako se bo žarek lomil, je odvisno od hitrosti širjenja svetlobe v snovi. S hitrostjo širjenja svetlobe po določeni snovi pa je povezan lomni količnik snovi. Lomni količnik n je definiran kot količnik med hitrostjo svetlobe v zraku c in hitrostjo svetlobe v določeni snovi v , kar zapišemo z enačbo kot $n = \frac{c}{v}$.

Svetlobi se hitrost pri prehajanju skozi različne snovi spreminja. Zaradi spremembe hitrosti potovanja svetlobe, se ta pri prehodu skozi različne snovi lomi. Ločimo dve vrsti loma svetlobe:

- lom k vpadni pravokotnici - nastane pri prehodu iz optično gostejše v optično redkejšo snov. Pri tem se hitrost svetlobe zmanjša, prav tako je lomni kot manjši od vpadnega kota. Primer: prehod svetlobe iz zraka v vodo.
- lom proč od vpadne pravokotnice - nastane pri prehodu iz optično redkejšo v optično gostejšo snov. Pri tem se hitrost svetlobe poveča, prav tako je lomni kot večji od vpadnega kota. Primer: prehod svetlobe iz vode v zrak.

Vpadni in lomni kot ter lomna količnika obeh snovi povezuje Snellov zakon:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}.$$

Pri opazovanju loma svetlobe iz zraka v drugo snov, velja $n = 1$, torej lahko zgornjo enačbo zapišemo kot

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_2.$$

Lomni količnik druge snovi je enak količniku sinusnim vrednostim vpadnega in lomnega kota (Alegsa, 2021).

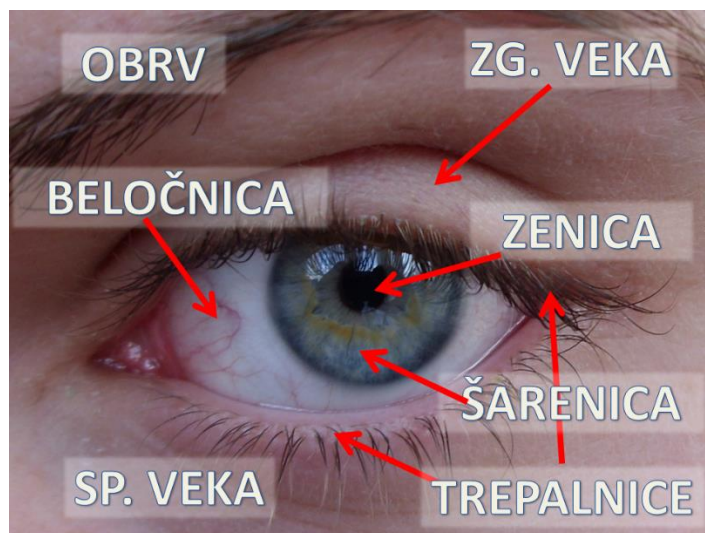
2.2 Oko

Čutilo za vid je oko. To čutilo je dobro razvito pri vseh višje razvitih živalih in tudi pri človeku. Z njim razlikujemo svetlobo od teme, barvo, obliko, velikost, oddaljenost predmeta ter njegovo gibanje in premikanje. Z očmi sprejemamo več kot dve tretjini vseh sporočil. Za sporočila oko izkorišča del elektromagnetnega valovanja, ki ga imenujemo vidna svetloba. Sporočila možgani spremenijo v tridimenzionalno sliko sveta (Kreft, Stojan Dolar in Fon, 2019).

2.2.1 Zgradba očesa

Oko je zelo kompleksno zgrajeno čutilo. Sestavljeno je iz zrkla, ki ga lahko premikamo, zgornje in spodnje veke, trepalnic in obrvi. Najpomembnejši del očesa je zrklo. V njem so čutnice, ki so občutljive za svetlobo. Zrkli ležita v očesnih votlinah v lobanji. Tako je večina površine zrkla zaščitena s kostmi glave.

Naloga vek in trepalnic je, da očesno površino ščitijo pred tujki, mehanskim draženjem in prahom. Obrvi preprečujejo, da bi kaplje potu iz čela, pritekale v oči in nas zmotile pri gledanju. Ob očesnih votlinah so solzne žleze, ki izločajo solze. Te se izločajo ves čas in ne le kadar jočemo. Tako se z mežikanjem površina zrkel ves čas vlaži in čisti (Kreft, Stojan Dolar in Fon, 2019).



Slika 5. Oko

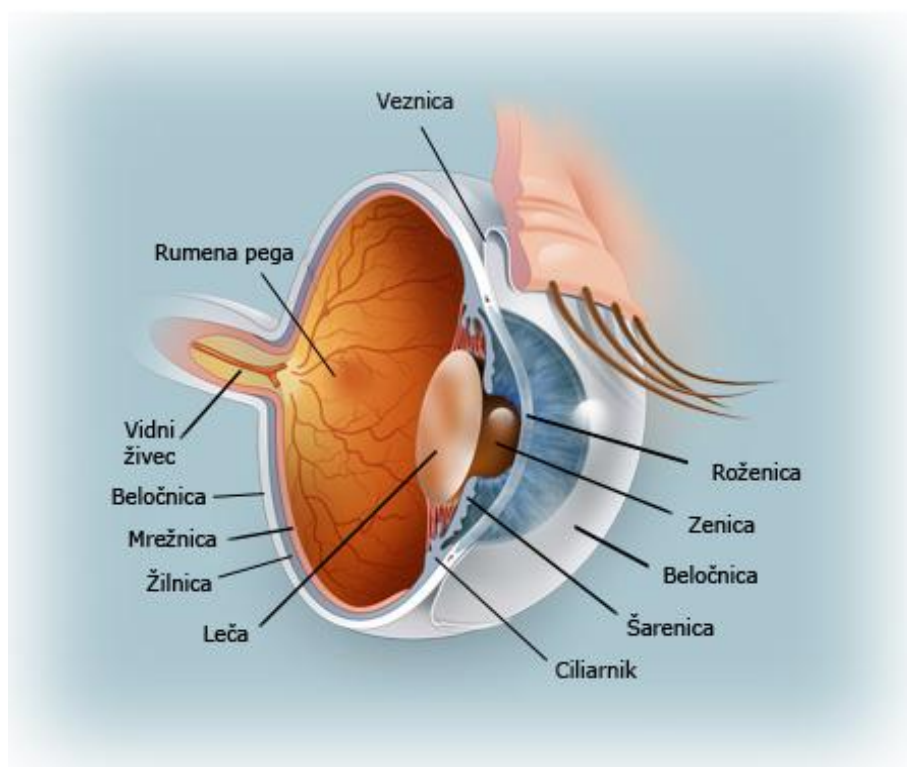
Zunanji del zrkla sestoji iz treh koncentričnih plasti tkiva. Čvrsta zunanja plast je beločnica. Vidna je kot očesna belina. V prednjem delu zrkla prehaja beločnica v roženico, ki jo včasih imenujemo tudi "okno" očesa. Ta je brez pigmenta, prozorna in prekriva odprtino - zenico. Zenica se zaradi delovanja gladkih mišic lahko širi in oža tako uravnava količino svetlobnih

žarkov, ki prehajajo v oko. Če je potreba po svetlobi manjša se zenica razširi in tako spusti v oko več svetlobe (Davson in Perkins, 2023).



Slika 6. Zenica ob močni in šibki svetlobi

Okrog zenice na sprednjem delu očesa je barvni kolobar, ki ga imenujemo šarenica. Barva šarenice je odvisna od količine temnega pigmenta, ki se nahaja v celicah šarenice. Za šarenico je zbiralna leča. Mišice ciliarnika regulirajo debelino leče in s tem ostrino vida. Notranjost očesnega zrkla zapolnjuje steklovina. Pod beločnico se nahaja žilnica – močno prekrvavljena plast očesa, ki oskrbuje oko s hrano in kisikom. Pod njo leži mrežnica na kateri se nahajajo vide čutnice občutljive na svetlobo. Ločimo dve vrsti vidnih čutnic – paličice in čepke. Paličice so občutljive na jakost svetlobe, čepki pa na barvo. Poznamo tri vrste čepkov in sicer za rdečo, zeleno in modro svetlobo, ki so aktivni ob večji količini svetlobe. Paličnice za razliko od čepnic lahko zaznavajo že šibko svetlobo, vendar ne ločijo barv. Največja gostota vidnih čutnic je na področju mrežnice, ki jo imenujemo rumena pega. Področje mrežnice, kjer izstopa vidni živec, vidnih čutnic ni. To področje imenujemo slepa pega (Davson in Perkins, 2023).

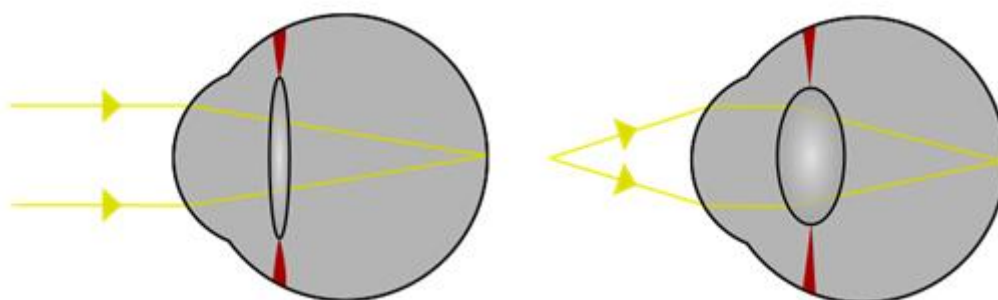


Slika 7. Zgradba očesa

2.2.2 Nastanek slike v očesu

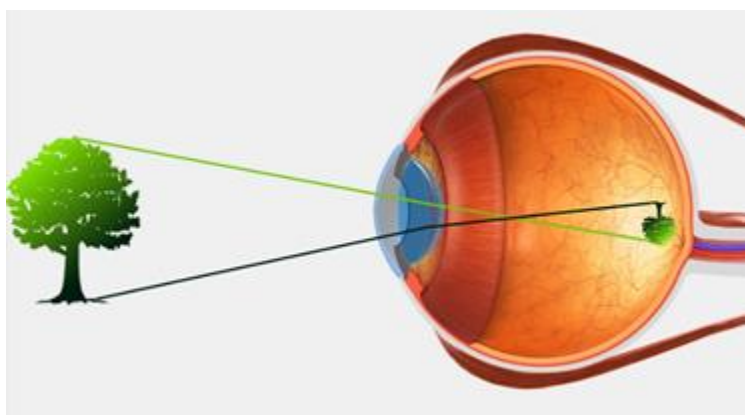
Svetloba vstopi v oko skozi roženico, nato potuje skozi zenico, se na leči lomi, potuje skozi steklovino na nasprotno stran očesa, kjer pade na mrežnico (rumeno pego).

Jasno in ostro vidimo le predmet, čigar slika nastane natančno na rumeni pegi. Ostrino slike lahko oko prilagaja s pomočjo mišic ciliarnika, ki lečo širijo in ožajo. Temu pravimo akomodacija očesa. Pri gledanju v daljavo je leča bolj sploščena in zato manj lomi svetlobne žarke. Bližje kot je predmet, ki ga opazujemo, tem bolj se leča zaobli in močneje lomi svetlobo. S starostjo se prožnost mišic in s tem leče zmanjšuje, kar se odraža v težavah z vidom (Kreft, Stojan Dolar in Fon, 2019).



Slika 8. Akomodacija očesa na gledanje oddaljenih in bližnjih predmetov.

Slika, ki nastane na mrežnici, je pomanjšana in obrnjena. Informacija o sliki se nato iz čutnic prenese do živčnih vlaken v vidnem živcu. Ta vodi do vidnega centra v velikih možganih, kjer se informacije obdelajo. Tako nastane občutek vida. Informacije iz obeh oči nam dajo predstav o globini in prostoru. Zato z enim očesom ne moremo videti tridimenzionalne slike (Kreft, Stojan Dolar in Fon, 2019).



Slika 9. Nastanek slike na mrežnici.

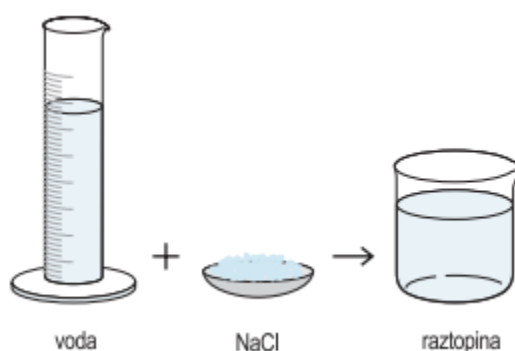
2.3 Raztopina

Raztopine najdemo povsod okoli nas. So homogene zmesi topila in topljenca. Topilo je snov, ki topi, topljenec pa snov, ki ga topilo topi. Najpogostejše topilo, ki ga srečamo v naravi je voda. Približno 70,8 % površine Zemlje je pokrite z vodo, od tega je 97 % morske vode in 3 % sladke vode. V naravi čiste vode ne najdemo, saj so v njej raztopljene soli in plini. V morski vodi je raztopljenih od 2 % do 3,5 % soli, od tega največ natrijevega klorid $NaCl$, najdemo pa še magnezijev klorid $MgCl_2$, magnezijev sulfat $MgSO_4$, magnezijev bromid $MgBr_2$ in kalcijev sulfat $CaSO_4$. V sladkih vodah pa je raztopljenih do 0,2 % soli. Poleg soli so v vodi raztopljeni tudi plini iz ozračja - kisik, dušik in ogljikov dioksid (Bukovec, 2009).

2.3.1 Topnost

Različne raztopine si vsakodnevno pripravljamo tudi sami, na primer čaj, sladkan čaj. Koliko določenih snovi je raztopljenih v topilu, nam pove koncentracija raztopin. Za raziskovalne namene pripravljamo raztopine z določenimi količinami topil in topljencev. Snovi za pripravo raztopine lahko tehtamo, če je v trdnem agregatnem stanju ali izmerimo njeno prostornino, če je v kapljevinaem agregatnem stanju (Bukovec, 2009).

Pri pripravi raztopine z določeno odstotno koncentracijo raztopino določeno maso topljenca v določeni masi topila.



Slika 10. Priprava raztopine z določeno koncentracijo

Masa raztopine je enaka vsoti mas topila in topljenca, kar izračunamo po formuli:

$$m(\text{raztopine}) = m(\text{topljenca}) + m(\text{topila}).$$

Masni delež topljenca v raztopini pa izračunamo po formuli:

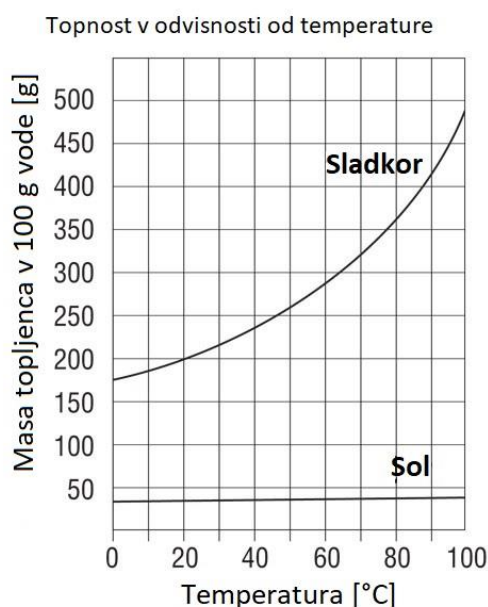
$$w = \frac{m(\text{topljenca})}{m(\text{raztopine})}.$$

Odstotno koncentracijo dobimo tako, da izračunan masni delež pretvorimo v odstotke:

$$\text{odstotna koncentracija} = w \cdot 100 \, \%.$$

Pri pripravi raztopin moramo upoštevati tudi pravilo topnosti, ki pravi, da se podobno topi v podobnem. To pomeni, da se v polarnih topilih (npr. voda) topijo polarne snovi (npr. sladkor) in ionske snovi (npr. $NaCl$). V nepolarnih topilih (npr. heksan) pa nepolarne snovi (npr. olje). Pri mešanju raztopin moramo upoštevati tudi dejstvo, da se veliko topljencev v topilu ne raztaplja neomejeno. To velja tudi za raztopine soli in sladkorja v vodi. Ko je dosežena določena odstotna koncentracija raztopine, se topljenec ne raztaplja več. Takrat dobimo nasičeno raztopino. V nasičeni raztopini je raztopljena največja možna količina topljenca. S koncentracijo nasičene raztopine so zapisani podatki o topnosti posameznih topljencev (Bukovec, 2009, Sajovic, 2014).

Topnost topljenca je odvisna od vrste snovi in temperature. Topnost snovi v odvisnosti od temperature prikazujemo z grafi oziroma krivuljo topnosti.



Slika 11. Topnost soli in sladkorja v odvisnosti od temperature

Graf na sliki prikazuje topnost soli in sladkorja v odvisnosti od temperature. Opazimo, da je topnost sladkorja pri določeni temperaturi veliko večja od topnosti soli pri isti temperaturi. Pri normalnih pogojih (20 °C) je topnost soli približno 36 g na 100 g vode, topnost sladkorja pa kar 200 g na 100 g vode. Iz grafa vidimo tudi, da se topnost sladkorja z višanjem temperature zelo poveča, v primeru soli pa je ta sprememba minimalna.

Raztapljanje soli in sladkorja v vodi lahko tudi pospešimo:

- z mešanjem - molekule vode lažje pridejo do površine kristalov soli in sladkorja;
- s segrevanjem - sol in predvsem sladkor se hitreje raztopita v vroči vodi, saj imata pri višji temperaturi večjo topnost;
- z zmanjšanjem velikosti delcev topljenca - sol in sladkor se hitreje raztopita, če sta v manjših delcih, saj se s tem poveča njihova površina (Bukovec, 2009).

2.3.2 Slanost

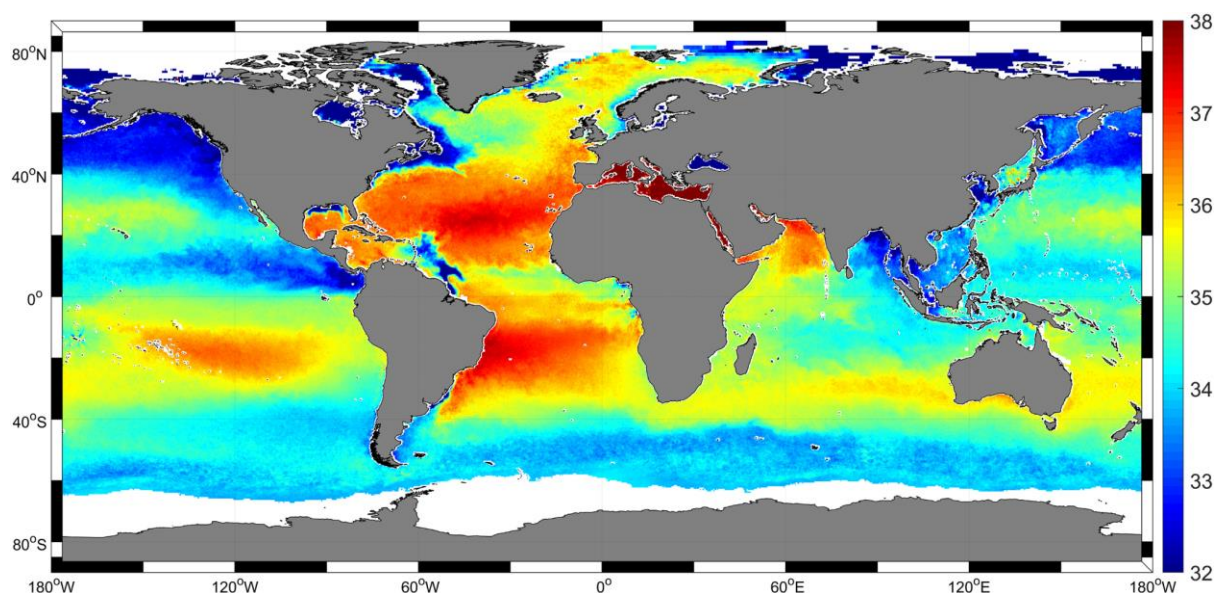
Slanost, lastnost morske vode, je merilo za vsebnost soli raztopljenih v slanici. Merimo jo z različnimi pripomočki (optični refraktometri, aerometri), definiramo pa jo lahko tudi s pomočjo električne prevodnosti morske vode. Odvisna je od raztopljenih ionov glede na prostornino in gibanje. Gibanje ionov je povezano s temperaturo in tlakom morske vode (Škornik, 2006-2011).

V praksi ločimo dve vrsti slanosti:

- absolutna slanost morske vode – določamo jo z masnim deležem oziroma odstotno koncentracijo soli v morski vodi;
- praktična slanost morske vode - določamo jo z merjenjem električne prevodnosti morske vode.

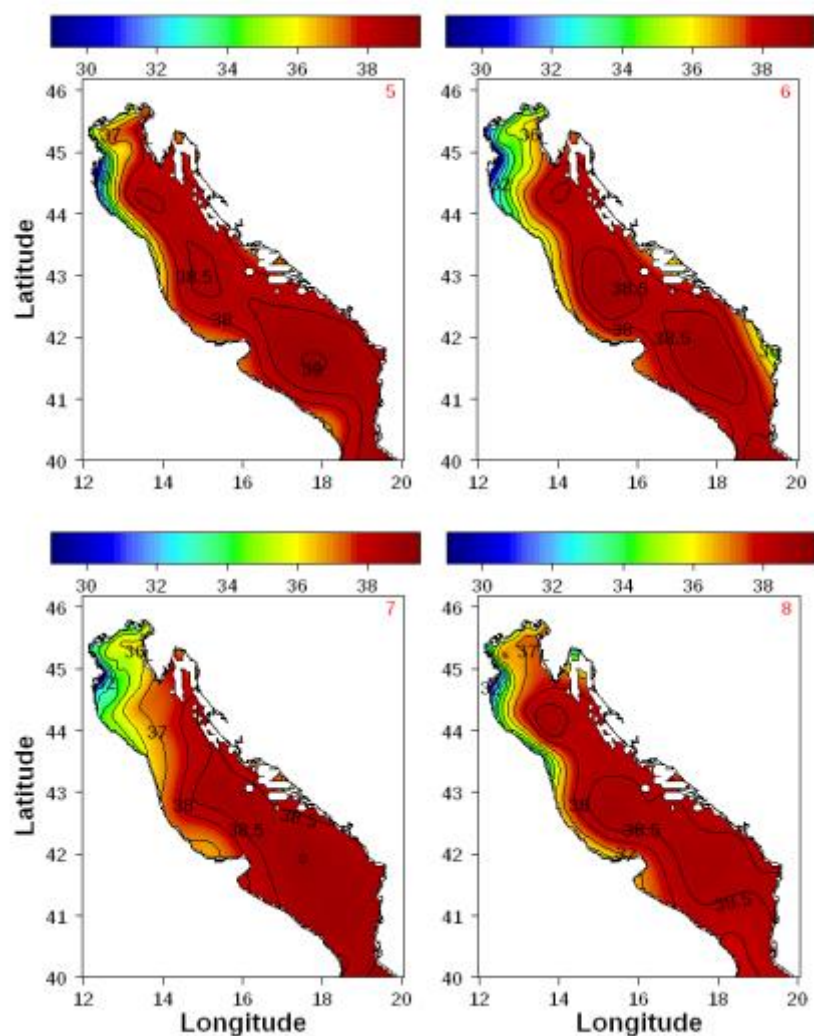
Absolutno slanost izražamo v odstotkih (%) ali promilih (‰). Slanost 3 % = 30 ‰ pomeni, da je v 1000 g morske vode raztopljenih 30 g soli (Škornik, 2006-2011).

Slanost Sredozemskega morja je približno 38 ‰, kar je nekoliko več kot povprečna slanost vode v oceanih, ki znaša približno 35 ‰. Slanost morij navajamo kot povprečno slanost, saj ni v vseh predelih enaka.



Slika 12. Slanost oceanov.

Slanost Jadranskega morja je v severnem delu manjša kot v južnem. V Tržaškem zalivu v morje pritekajo večje reke (Pad, Soča, Timav), ki nekoliko znižajo slanost v tem delu. Zaradi povečanih pretokov sladkovodnih rek v poletnem času lahko slanost v tem delu pade tudi na 30 ‰. Pozimi pa se slanost ponovno poviša. Medtem ko je slanost na globinah večinoma konstantna, je nihanje površinske slanosti severnega Jadrana izrazitejša in razlike lahko znašajo tudi do 6 ‰. Višja slanost v srednjem in južnem Jadranskem morju je tudi posledica poletnega segrevanja in izhlapevanja morja (Škornik, 2006-2011).



Slika 13. Slanost Jadranskega morja pozimi (5), spomladi (6), poleti (7) in jeseni (8)

Veliko večjo slanost kot Jadransko morje, skoraj desetkrat, pa ima Mrtvo morje. Mrtvo morje je drugo najbolj slano jezero na svetu. Nahaja se na meji med Izraelom in Jordanijo. V Mrtvo morje priteka samo reka Jordan. Zaradi majhnega pritoka vode, njegova gladina stalno upada - sedaj leži približno 400 metrov nižje od morske gladine. Slanost Mrtvega morja se povečuje zaradi izhlapevanja vode. Povprečna slanost znaša približno 28 %, v najbolj slanih predelih pa tudi do 33 %. Zaradi takšne slanosti se sol $NaCl$ kopiči na dnu in obali Mrtvega morja. Zaradi velike slanosti Mrtvega morja je gostota vode veliko večja kot v Jadranskem morju, posledično pa je tudi plovnost v Mrtvem morju večja (Pletcher, 2016).



Slika 14. Plovnost v Mrtvem morju

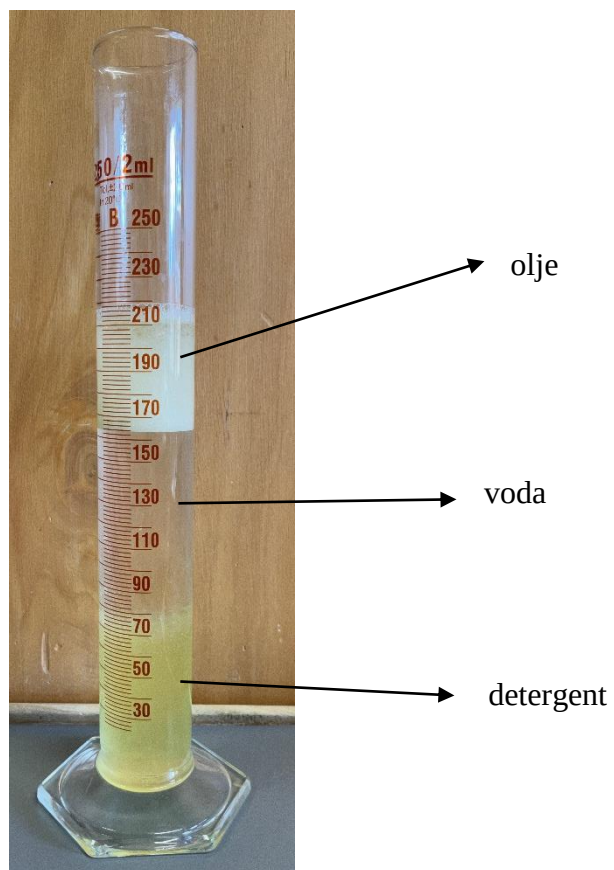
2.3.3 Gostota

Telesa v naši okolici so iz najrazličnejših snovi. Med seboj se razlikujejo tudi po masi in prostornini. Če želimo ugotoviti, ali sta dve telesi narejeni iz iste snovi, ju moramo med seboj primerjati po masi in prostornini. Telesi, ki imata pri enaki prostornini enako maso, sta narejeni iz iste snovi. V nasprotnem primeru sta narejeni iz različnih snovi. Lastnost, ki povezuje maso in prostornino snovi, imenujemo gostota. Različne snovi se razlikujejo v gostoti, ki jo izračunamo kot količnik med maso in prostornino:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Za vodo vemo, da je njena gostota $1000 \frac{kg}{m^3}$, kar pomeni, da $1 m^3$ vode tehta $1000 kg$. Pri določanju gostote poljubnih snovi in raztopin si pomagamo z merjenjem mase in prostornine snovi, nato pa po zgornji formuli izračunamo njihovo gostoto (Beznec, 2012).

Gostoto kapljev lahko na enostaven način ocenimo s pomočjo merilnega valja. Kapljevine z večjo gostoto najdemo nižje, tiste z manjšo gostoto pa višje v merilnem valju.



Slika 15. Stolpec z ocenami gostot

3 POTEK RAZISKOVALNEGA DELA

3.1 Namen in cilji naloge

Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti, kako se spreminjajo lomni kot, lomni količnik, gostota in navidezna dolžina nog pri različnih koncentracijah raztopin soli in sladkorja, v različnih kapljevinah in pri različnih temperaturah kapljevine.

3.2 Raziskovalna vprašanja in hipoteze

Z raziskovalno nalogo smo iskali odgovore na naslednja raziskovalna vprašanja:

1. Kako se lomni količnik, gostota in navidezna dolžina nog spreminjajo v odvisnosti od koncentracije raztopine soli?
2. Kako se lomni količnik in navidezna dolžina nog spreminjata v odvisnosti od vrste oziroma gostote kapljevine?
3. Kako se lomni količnik, gostota in navidezna dolžina nog spreminjajo v odvisnosti od temperature kapljevine?

Postavili smo si naslednje hipoteze:

H1: Lomni količnik in gostota se z večanjem koncentracije raztopine večata.

H2: Navidezna dolžina nog se z večanjem koncentracije manjša.

H3: Lomni količnik se z večanjem gostote kapljevine veča.

H4: Navidezna dolžina nog se z večanjem gostote kapljevine manjša.

H5: Lomni količnik in gostota se z višanjem temperature kapljevine manjšata.

H6: Navidezna dolžina nog se z višanjem temperature kapljevine veča.

3.3 Metode raziskovalnega dela

Pri izvedbi raziskovalne naloge smo se posluževali eksperimentalnega dela.

3.3.1 Pripomočki

Za eksperimentalno izvedbo poskusa smo uporabili kad, stojalo s pritrdjenim laserjem, tehtnico, mleko, list z vodoravnico in vpadno pravokotnico ter fotoaparatus.

V prvem delu poskusa smo za pripravo raztopin različnih koncentracij uporabili vodo, sol in sladkor.

V drugem delu poskusa smo poleg vode uporabili še olje in detergent.

V tretjem delu poskusa smo uporabili še vodo, posodo za gretje vode in termometer.

Vse poskuse smo izvedli v istem prostoru in kratkem času. S tem smo zagotovili enako temperaturo raztopin in okolice. V vsako kapljevino smo kapnili 3 kapljice mleka, da smo bolje videli lomni žarek.

3.3.2 Postopek

Pred izvedbo poskusov smo si ustrezno postavili pripomočke. List z narisano vodoravnico, vpadno pravokotnico in smerjo žarka smo pritrdili na zadnjo stran kadi. Ob kad smo postavili stojalo s pritrjenim laserjem in ga usmerili proti kadi pod določenim kotom. Vodoravnico smo vedno poravnali z gladino kapljevine v kadi. Fotoaparat smo namestili na stojalo in ga postavili pravokotno pred kad. Pri tem smo pazili, da je bil fotoaparat ves čas izvajanja poskusov v enakem položaju.

3.3.2.1 Spreminjanje koncentracije raztopin

Pripravili smo si po 5 raztopin z različnimi koncentracijami (5 %, 10 %, 15 %, 20 % in 25 %) za raztopino soli in raztopino sladkorja. Količine uporabljenih količin topil in topljencev so zapisane v spodnji tabeli.

koncentracija raztopine	masa topljenca [g]	masa topila [g]
0 %	0	300
5 %	15	285
10 %	30	270
15 %	45	255
20 %	60	240
25 %	75	225

Tabela 1. Koncentracije raztopin

V dve čaši smo stehali določeni količini topila in topljenca ter ju nato združili v eno. Raztapljanje smo pospešili z mešanjem raztopine. Tako pripravljene raztopine smo uporabili za izvedbo poskusa.

Izvedba poskusa:

1. v kad vlijemo 300 g raztopine z določeno koncentracijo soli
2. na gladino posvetimo z laserskim žarkom
3. lom svetlobe fotografiramo s fotoaparatom

Postopek ponovimo za vse različne koncentracije raztopine soli.

Raztopina soli

koncentracija raztopine soli	vpadni kot [°]	lomni kot [°]	lomni količnik	navidezna dolžina nog [cm]
0 %	50,88	35,61	1,332	123
5 %	50,93	35,35	1,342	122,6
10 %	50,96	35,11	1,350	122,24
15 %	50,97	34,73	1,364	121,68
20 %	51,07	34,60	1,370	121,49
25 %	50,97	34,31	1,378	121,07

Tabela 2. Meritve in izračuni za različne raztopine soli

Raztopina sladkorja

koncentracija raztopine sladkorja	vpadni kot [°]	lomni kot [°]	lomni količnik	navidezna dolžina nog [cm]
0 %	50,58	35,66	1,325	123,08
5 %	51,04	35,41	1,342	122,89
10 %	51,00	35,24	1,347	122,44
15 %	51,05	35,03	1,355	122,12
20 %	50,97	34,73	1,364	121,68
25 %	51,08	34,60	1,370	121,49

Tabela 3. Meritve in izračuni za različne raztopine sladkorja

3.3.2.2 Spreminjanje vrst kapljev

Za ugotavljanje spreminjanja lomnega količnika glede na vrsto snovi smo uporabili tri različne kapljevine - vodo, olje in detergent. Za izvedbo posameznega poskusa, smo s pomočjo tehtnice stehali po 300 g posamezne kapljevine.

Izvedba poskusa:

1. v kad vlijemo 300 g kapljevine
2. na gladino posvetimo z laserskim žarkom
3. lom svetlobe fotografiramo s fotoaparatom

Postopek ponovimo za vse različne vrste kapljev.

vrsta snovi	vpadni kot [°]	lomni kot [°]	lomni količnik	navidezna dolžina nog [cm]
olje	51,02	32,01	1,467	117,93
voda	51,09	35,55	1,338	122,91
detergent	51,08	40,4	1,200	131,31

Tabela 4. Meritve in izračuni za različne vrste snovi

3.3.2.3 Spreminjanje temperature raztopine

Pri preverjanju, kako se svetloba lomi pri različnih temperaturah raztopine, smo uporabili vodo, ki smo jo segreti do vrelišča. Za izvedbo poskusa smo uporabili 300 ml vode. Pri ohlajanju vode smo ob določenih temperaturah na gladino posvetili z laserjem.

Izvedba poskusa:

1. v kad vlijemo 300 ml vode
2. na gladino posvetimo z laserskim žarkom
3. lom svetlobe fotografiramo s fotoaparatom

Postopek ponovimo za vse različne temperature vode.

temperatura vode [°C]	vpadni kot [°]	lomni kot [°]	lomni količnik	navidezna dolžina nog [cm]
21	51,03	35,66	1,334	123,08
44	50,99	35,67	1,329	123,23
60	51,04	35,88	1,327	123,42

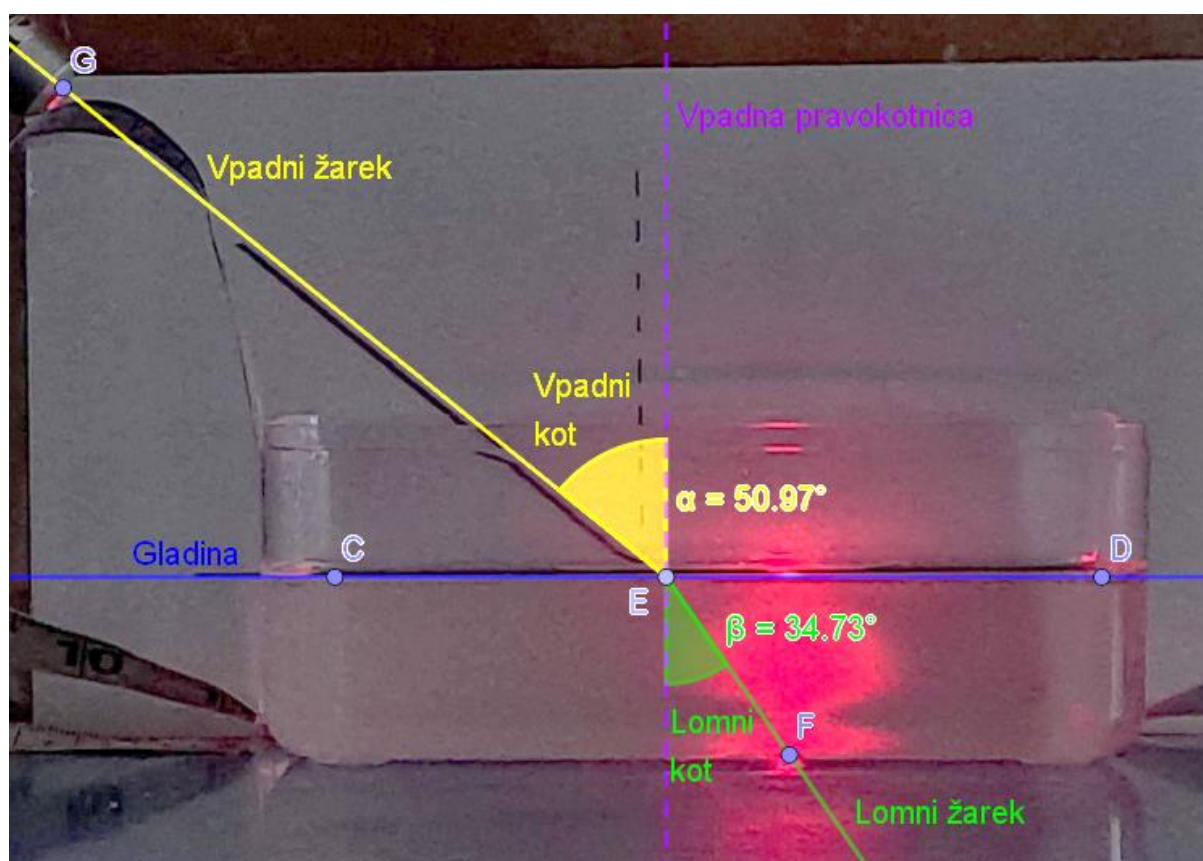
79	51,04	36,03	1,322	123,65
----	-------	-------	-------	--------

Tabela 5. Meritve in izračuni za različne temperature vod

3.3.2.4 Način odčitavanja vpadnih in lomnih kotov

Pri odčitavanju vpadnih in lomnih kotov smo si pomagali s programom GeoGebra. V program smo uvozili fotografijo za posamezni poskus. S pomočjo ukaza “premica” smo narisali premico, ki se je ujemala z gladino kapljevine (modra premica). Na tej premici smo z ukazom “točka na premici” določili točko (E), kjer žarek vpada na gladino kapljevine. Vpadno pravokotnico smo narisali s pomočjo ukaza “pravokotnica” (vijolična premica). Z ukazom “poltrak” smo narisali še vpadni žarek (rumen poltrak), ki poteka med laserjem in točko, kjer žarek vpada na gladino. Lomni žarek (zelen poltrak) smo s pomočjo ukaza “poltrak” narisali tako, da smo s poltrakom prekrili lomni žarek v kapljevini. Velikost vpadnega kota (rumen kot) določimo s pomočjo ukaza “kot” tako, da označimo vpadno pravokotnico in vpadni žarek. Pri določanju lomnega kota (zelen kot) pa z ukazom “kot” označimo vpadno pravokotnico in lomni žarek.

Zapisani postopek smo ponovili za vse različne izvedbe poskusa. Dobljene vpadne in lomne kote smo zbrali v zgornje tabele.



Slika 16. Odčitavanje kotov v programu GeoGebra

3.3.2.5 Računanje lomnega količnika

Lomni količnik posameznih raztopin in kapljev in smo izračunali s pomočjo Snellovega zakona, pri katerem smo upoštevali, da je vpadni kot označen z α in lomni kot z β . Ker svetloba prehaja iz zraka v drugo snov upoštevamo, da je lomni količnik $n_1 = 1$. Lomni količnik posamezne kapljevine izračunamo po formuli:

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}.$$

Dobljene rezultate smo vnesli v zgornje tabele.

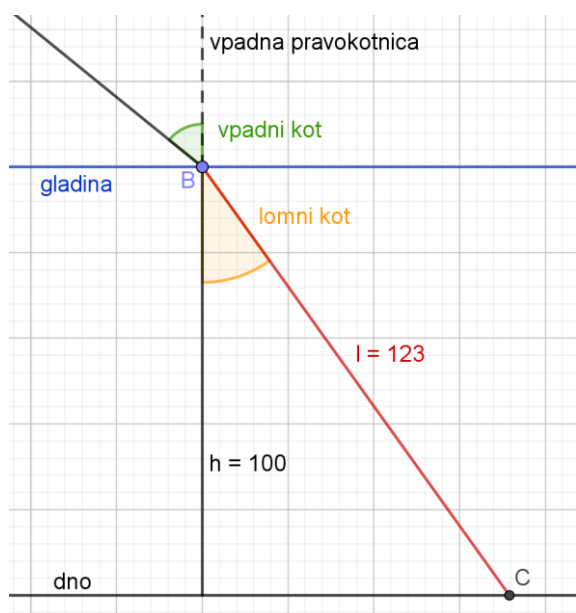
3.3.2.6 Določanje navidezne dolžine nog

Navidezna dolžina nog in ostalih predmetov je v različnih kapljev inah različna. Same navidezne dolžine nog pri izvedbi poskusa nismo merili, pač pa smo si pri njenem določanju pomagali s programom GeoGebra. Predpostavili smo, da opazujemo nogo na globini 100 cm , pri tem pa nogo postavimo pod enakim vpadnim kotom, kot je na naše kapljevine pri izvedbi poskusa vpadal žarek.

Potek določevanja navidezne dolžine:

1. z ukazom "premica" narišemo dno in gladino med katerima je razdalja $h = 100\text{ cm}$
2. z ukazom "kot z določeno velikostjo" narišemo vpadni in lomni kot
3. z ukazom "daljica", ki poteka med točkama B in C, določimo navidezno dolžino nog l

Zapisani postopek smo ponovili za vse meritve in meritve zapisali v tabelo.



Slika 17. Določanje navidezne dolžine nog v programu GeoGebra

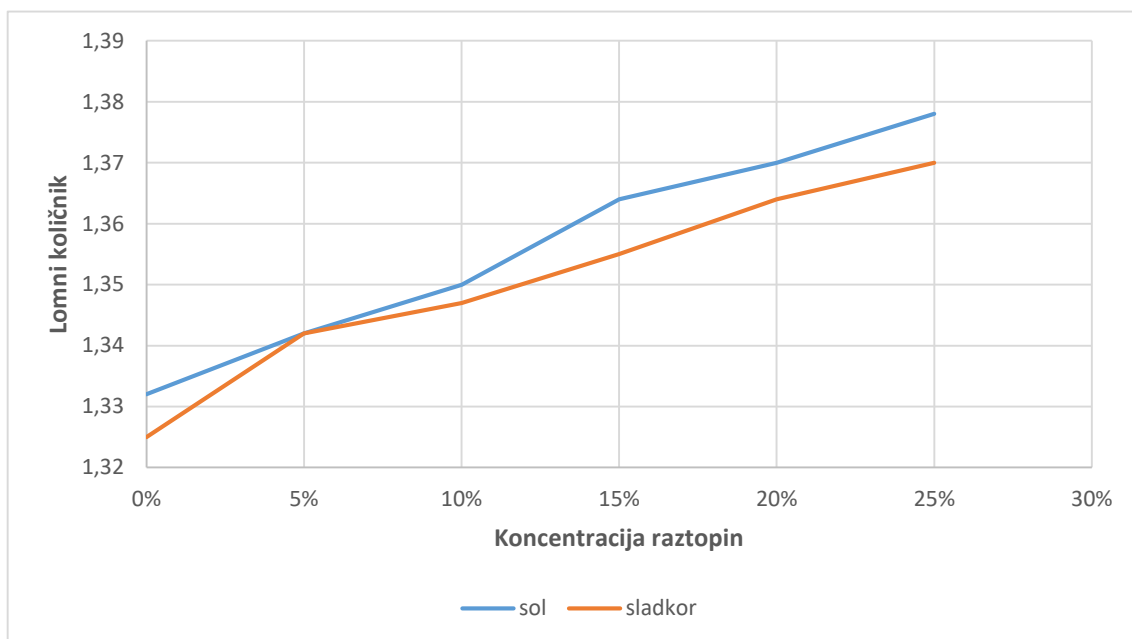
3.3.2.7 Gostota snovi

Z merjenjem mas in prostornin kapljev, smo izračunali njihove gostote. Pri vseh meritvah smo ohranjali enako prostornino, s tehtnico pa smo merili njihovo maso. Gostoto smo izračunali po formuli $\rho = \frac{m}{V}$. Podatki so zbrani v tabeli.

snov	masa [g]	prostornina [cm ³]	gostota [$\frac{g}{cm^3}$]
raztopina soli - 5 %	102,4	100	1,024
raztopina soli - 10 %	106,0	100	1,06
raztopina soli - 15 %	108,6	100	1,086
raztopina soli - 20 %	113,6	100	1,136
raztopina soli - 25 %	116,2	100	1,162
raztopina sladkorja - 5 %	100,4	100	1,004
raztopina sladkorja - 10 %	102,9	100	1,029
raztopina sladkorja - 15 %	104,3	100	1,043
raztopina sladkorja - 20 %	107,2	100	1,072
raztopina sladkorja - 25 %	109,0	100	1,090
olje	41,4	50	0,828
voda	49,7	50	0,994
detergent	51,9	50	1,038
voda - 21°C	99,8	100	0,998
voda - 44°C	99,1	100	0,991
voda - 60°C	98,3	100	0,983
voda - 79°C	97,2	100	0,972

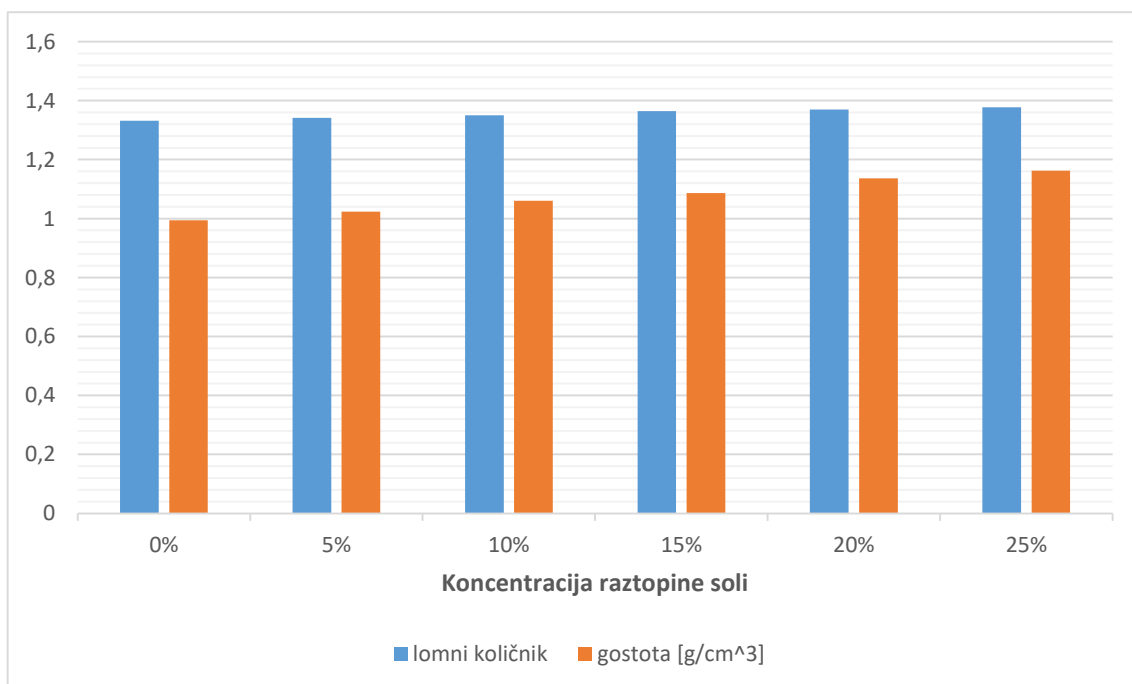
Tabela 6. Masa, prostornina in gostota za različne kapljevine

4 REZULTATI



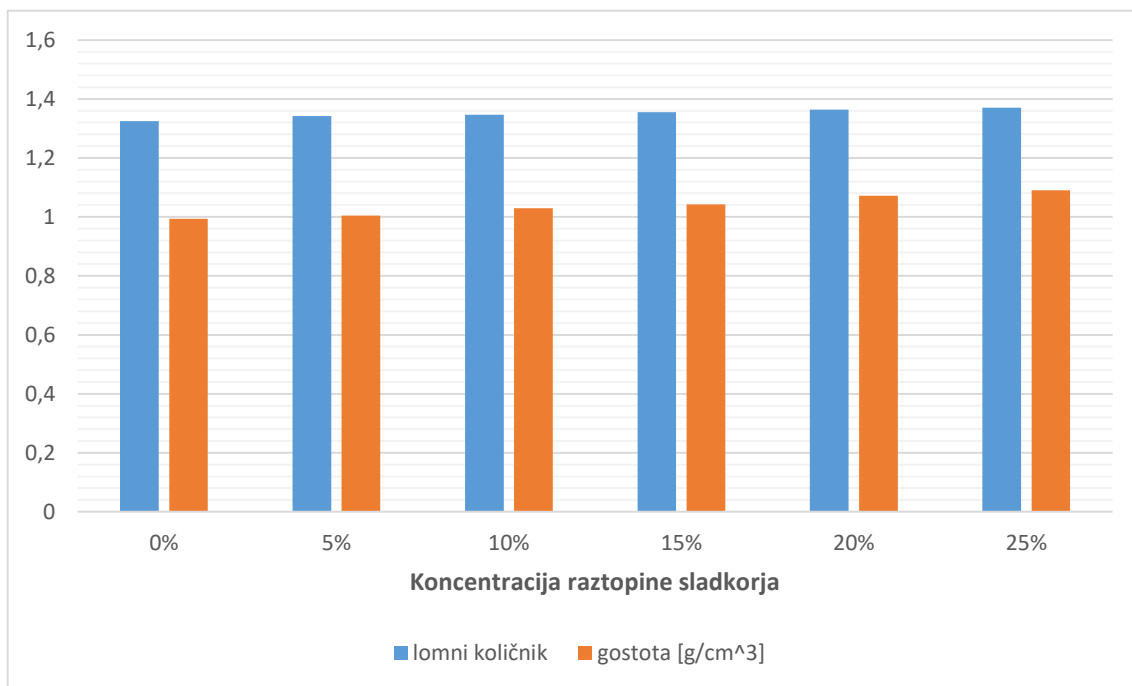
Graf 1. Vpliv koncentracije raztopine na lomni količnik raztopine

Lomni količnik se z večanjem koncentracije raztopin povečuje. Opazimo, da se lomni količnik raztopine soli in raztopine sladkorja enakomerno povečujeta. Lomni količnik je v raztopini soli večji od lomnega količnika v raztopini sladkorja skoraj za vse koncentracije raztopin. Opazimo pa, da sta lomna količnika pet odstotne koncentracije raztopine soli in raztopine sladkorja enaka.



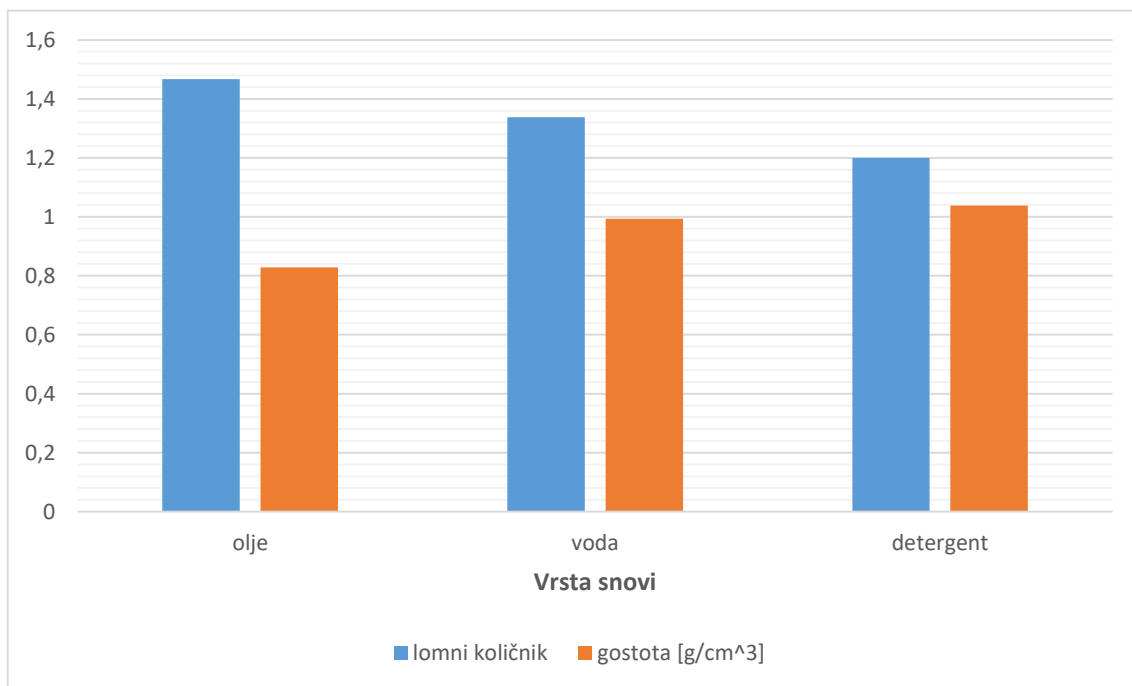
Graf 2. Vpliv koncentracije raztopine soli na lomni količnik in gostoto raztopine

Tako gostota kot lomni količnik se z večanjem koncentracije raztopine soli povečujeta, vendar se gostota z večanjem koncentracije hitreje povečuje kot lomni količnik.



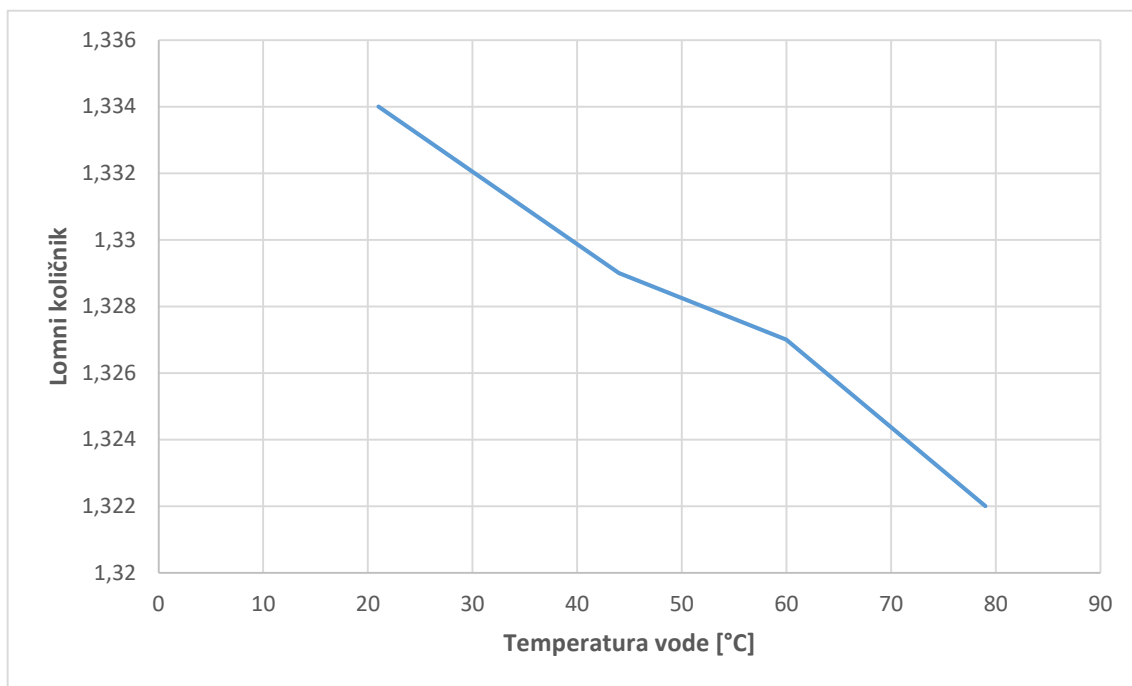
Graf 3. Vpliv koncentracije raztopine soli na lomni količnik in gostoto raztopine

Tako gostota kot lomni količnik se z večanjem koncentracije raztopine sladkorja povečujeta, vendar se gostota z večanjem koncentracije hitreje povečuje kot lomni količnik.



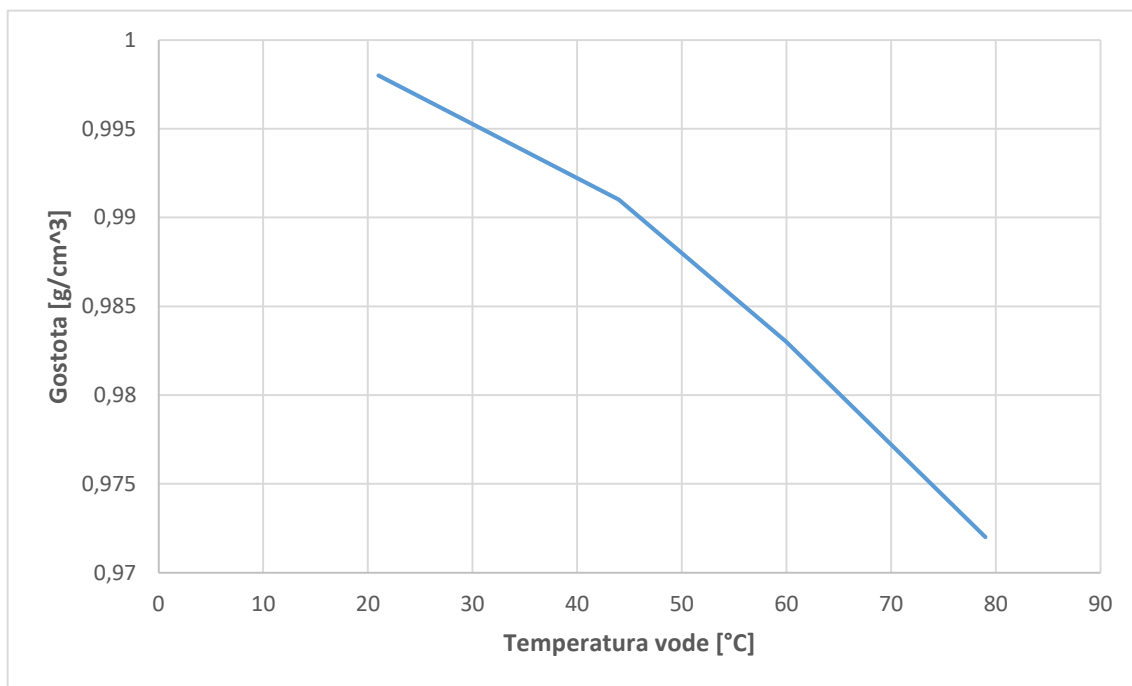
Graf 4. Vpliv vrste snovi na lomni količnik in gostoto

Iz grafa je razvidno, da je pri olju, ki ima najmanjšo gostoto, lomni količnik največji, medtem ko je pri detergentu, ki ima največjo gostoto, lomni količnik najmanjši.



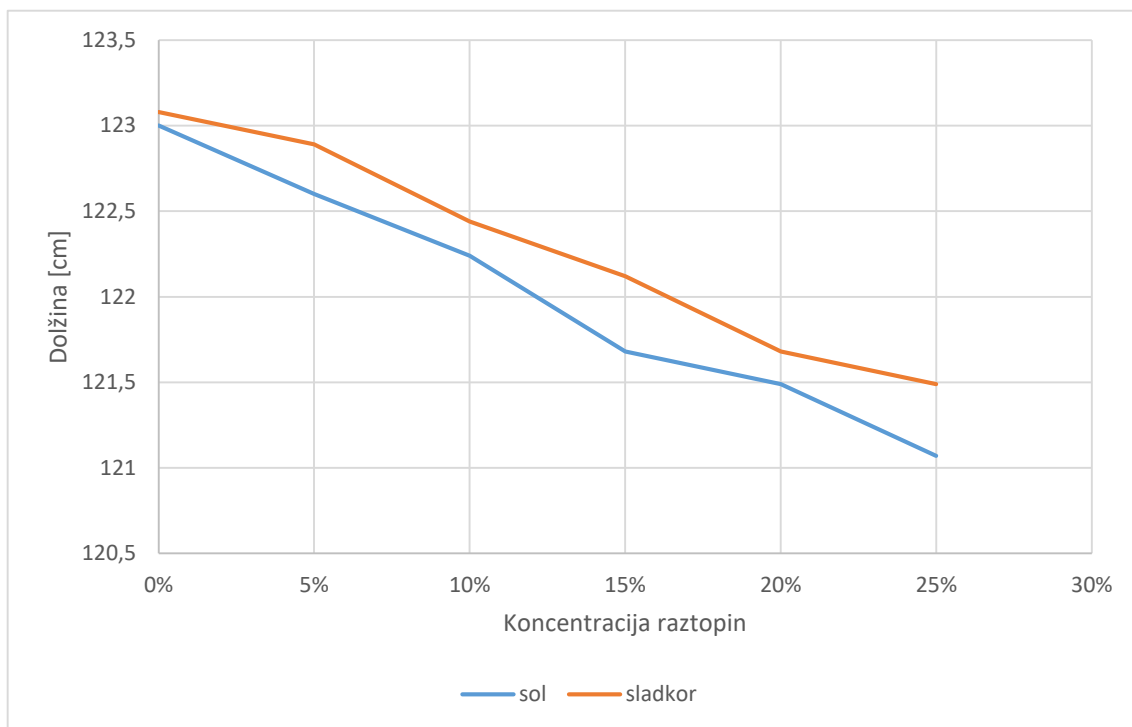
Graf 5. Vpliv temperature vode na lomni količnik

Iz grafa je razvidno, da je lomni količnik pri sobni temperaturi vode večji od lomnega količnika pri skorajšnji temperaturi vrelišča vode.



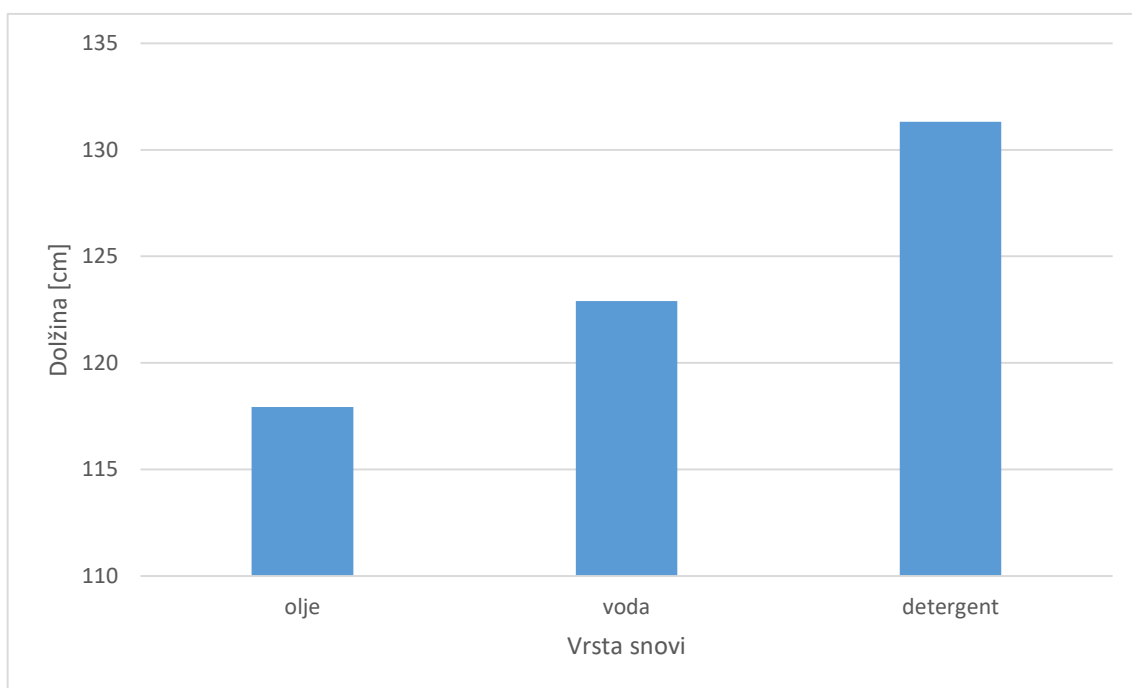
Graf 6. Vpliv temperature vode na gostoto vode

Iz grafa opazimo, da je gostota vode pri sobni temperaturi vode večja kot pri višjih temperaturah vode.



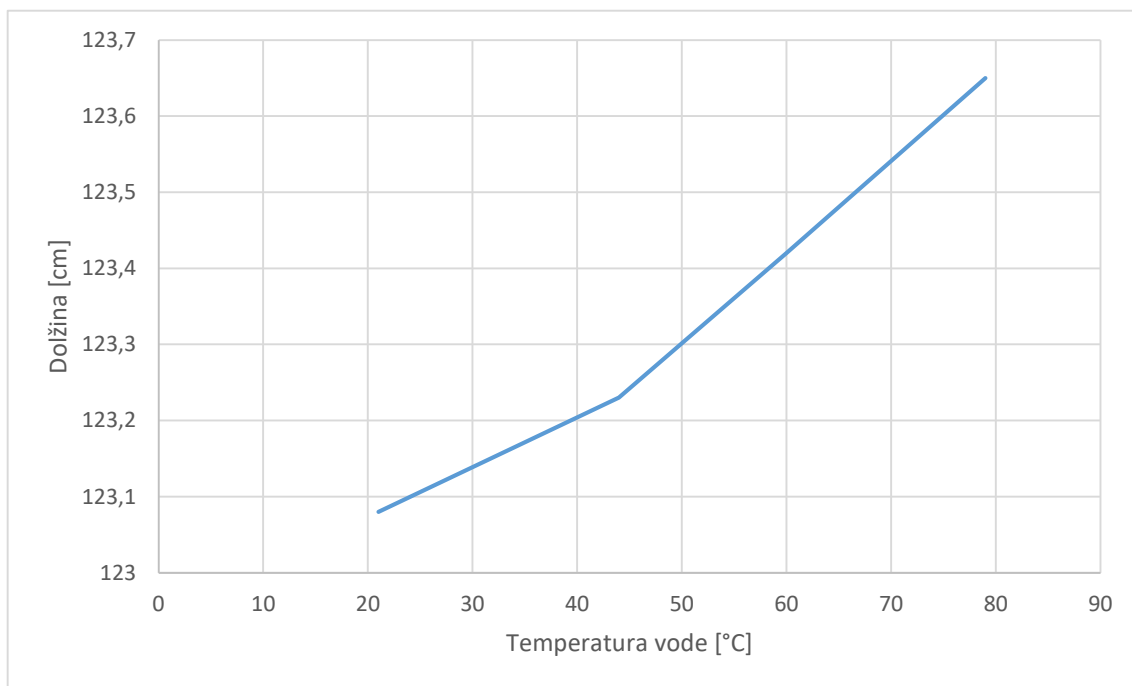
Graf 7. Vpliv koncentracije raztopin na navidezno dolžino nog

Iz grafa je razvidno, da je dolžina nog pri 25-odstotni koncentraciji obeh raztopin manjša kot v vodi brez dodanega topljenca. Večja razlika v spremembi dolžine nog je opazna v raztopini soli.



Graf 8. Vpliv vrste snovi na navidezno dolžino nog

Iz grafa lahko razberemo, da je dolžina nog povezana z vrsto snovi, saj so noge v olju videti krajše kot v vodi in detergentu.



Graf 9. Vpliv temperature na navidezno dolžino nog

Opazimo lahko, da so noge pri sobni temperaturi vode videti krajše kot pri vodi z višjo temperaturo.

5 RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti, kako koncentracija raztopine, vrsta snovi in temperatura kapljevine vplivajo na gostoto, lomni količnik in navidezno dolžino nog.

Postavili smo si hipotezo, da se tako lomni količnik kot gostota z večanjem koncentracije raztopine večata. S pomočjo eksperimentalnega dela smo ugotovili, da se lomni količnik z večanjem koncentracije raztopine povečuje. Ugotovili smo še, da je lomni količnik raztopine soli pri enaki koncentraciji večji od lomnega količnika raztopine sladkorja. Lomna količnika se pri obeh raztopinah od 0 % do 25 % koncentracije povečata v enakem deležu. Ko smo raziskovali, spremembo gostote v odvisnosti od koncentracije raztopin, smo ugotovili, da se z večanjem koncentracije, gostota povečuje. Iz meritev lahko ugotovimo, da se gostota raztopin soli povečuje hitreje v primerjavi z gostoto raztopin sladkorja. Ko smo primerjali gostote raztopin soli in raztopin sladkorja pri posameznih koncentracijah, smo ugotovili, da so gostote raztopin soli višje v primerjavi z raztopinami sladkorja. Našo prvo hipotezo lahko tako potrdimo.

Tudi našo drugo hipotezo lahko potrdimo, saj se navidezna dolžina nog z večanjem koncentracije raztopin manjša. Rezultat lahko razložimo s tem, da se s povečevanjem koncentracije raztopin gostota in lomni količnik večata, pri tem pa se lomni kot svetlobnega žarka manjša. Z zmanjšanjem lomnega kota pa se posledično zmanjša tudi diagonalna razdalja med gladino raztopine in dnom. Pri primerjavi različnih koncentracij, lahko ugotovimo, da je večja sprememba v navidezni dolžini pri raztopini soli kot v primeru raztopine sladkorja.

Naslednji dve hipotezi pa lahko ovržemo, saj se je, kot je razvidno iz rezultatov, lomni količnik z večanjem gostote kapljev in zmanjšal, navidezna dolžina nog pa povečala. V tem primeru smo opazili, da se rezultati ne skladajo z rezultati preostalih dveh poskusov, ki smo jih naredili z raztopinami soli in sladkorja ter vodo. Predvidevamo lahko, da na anomalijo pri rezultatih vpliva viskoznost snovi. Olje in detergent sta namreč bolj viskozna kot voda in raztopine soli in sladkorja.

Pri merjenju lomnega količnika in gostote kapljevine, ki ji višamo temperaturo ugotovimo, da se omenjeni količini zmanjšujeta. Pri temperaturni spremembi 58°C so te razlike tako pri lomnem količniku kot tudi gostoti sicer majhne, vendar lepo opazne in enakomerne. Našo hipoteze, da se lomni količnik in gostota kapljevine z višanjem temperature manjšata, lahko torej potrdimo.

Tudi zadnjo hipotezo lahko potrdimo, saj se tudi navidezna dolžina nog z višanjem temperature kapljevine, pričakovano glede na zgornjo ugotovitev, povečuje. Zaradi zmanjšanja gostote in lomnega količnika, se posledično svetlobni žarek lomi proč od vpadne pravokotnice, kar pomeni, da se lomni kot povečuje. Posledično se povečuje tudi diagonalna razdalja med gladino kapljevine in dnom.

Na podlagi naših ugotovitev sklepamo, da je navidezna dolžina nog v morju manjša, kot je dejanska dolžina nog, kar pomeni, da predmeti v morju opazovalcu izgledajo bližje, kot dejansko so. V kolikor vemo slanost morja na določenem območju, lahko izdelamo prilagojene opozorilne podvodne znake, ki bi opozarjali neplavalce o globini določenega območja morja.

Raziskavo bi lahko izboljšali tako, da bi opravili več meritev pri različnih vpadnih kotih. Na ta način bi lahko izračunali povprečje lomnih količnikov pri posameznih raztopinah ter tako dobili natančnejše rezultate.

V kolikor bi preverili in ugotovili odvisnost vpadnega kota od koncentracije soli ali sladkorja v vodi, temperature in gostote vode, bi te ugotovitve lahko uporabili pri izdelavi prototipa podvodne maske z lečami, ki bi med steklenima plastema imele kapljevino z določenimi lastnostmi. Te lastnosti bi omogočile ustrezen vpadni kot skozi vmesno kapljevino, ta pa bi posledično zmanjšal razliko med vpadnim kotom zraka in lomnim kotom končne kapljevine.

Zanimivo bi bilo preveriti tudi, kako viskoznost kapljevine vpliva na lomni kot svetlobe. Ali mogoče bolj vpliva na spremembo lomnega kota oziroma lomnega količnika kot gostota ali manj?

6 VIRI IN LITERATURA

Alegsa, L. (2021). *Lomni zakon*. Dostopno na naslovu: <https://sl.alegsaonline.com/art/91313> (1. 3. 2023).

Beznec, B. idr. *Moja prva fizika 1, učbenik za 8. razred osnovne šole*. Ljubljana: Modrijan, 2012.

Bukovec, N. *Kemija za gimnazije 1, učbenik za 1. letnik gimnazij*. Ljubljana: DZS, 2009.

Davson, H. in Perkins, E. S. (2023). *Human eye*. Dostopno na naslovu: <https://www.britannica.com/science/human-eye/The-retina> (1. 3. 2023).

Godec, G. idr. *Naravoslovje 7, i-učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole*. Ljubljana, ZRSŠ, 2015. Dostopno na naslovu: <https://eucbeniki.sio.si/nar7/1217/index.html> (28. 2. 2023).

Hidrografski in oceanografski podatki. (2018). Dostopno na naslovu: <https://www.hidrografija.si/hidrografski-in-oceanografski-podatki/> (16. 1. 2023).

Kreft, M. idr. *Človeško telo, učbenik za biologijo v 8. razredu osnovne šole*. Ljubljana: Rokus Klett, 2019.

Pletcher, K. (2016). *Dead Sea*. Dostopno na naslovu: <https://www.britannica.com/place/Dead-Sea> (27. 2. 2023).

Sajovic, I. idr. *Kemija 8, i-učbenik za kemijo v 8. razredu osnovne šole*. Ljubljana: ZRSŠ, 2014. Dostopno na naslovu: <https://eucbeniki.sio.si/kemija8/1232/index3.html> (4. 2. 2023).

Škornik, I. (ur.). (2006-2011). *Slanost*. Dostopno na naslovu: https://www.kpss.si/o-parku/soline-in-solinarstvo/morje_2/slanost (16. 1. 2023).

SLIKOVNI VIRI:

Slika 1: Pridobljeno 27. 2. 2023, s <https://si.openprof.com/wb/svetloba?ch=3039>

Slika 2: Pridobljeno 27. 2. 2023, povzeto po <https://www.bbc.co.uk/bitesize/articles/ztmosp4j>

Slika 3: Pridobljeno 27. 2. 2023, s <https://www.bbc.com/news/uk-45098580>

Slika 4: Pridobljeno 27. 2. 2023, s <https://svetloba.splet.arnes.si/lom-svetlobe/>

Slika 5: Pridobljeno 1. 3. 2023, s <https://eucbeniki.sio.si/nit4/1319/index2.html>

Slika 6: Pridobljeno 1. 3. 2023, s <https://eucbeniki.sio.si/nit4/1307/index3.html>

Slika 7: Pridobljeno 1. 3. 2023, s <https://optikainfo.com/index.php/2016/10/08/zgradba-ocesa/>

Slika 8: Pridobljeno 1. 3. 2023, s https://www.wikiwand.com/hr/Le%C4%87a_%28oko%29

Slika 9: Pridobljeno 1. 3. 2023, s https://www.mozaweb.com/sl/Extra-3D_animacije-Nastanek_slike_v_ocesu-147975

Slika 10: Bukovec, N. *Kemija za gimnazije 1, učbenik za 1. letnik gimnazij*. Ljubljana: DZS, 2009.

Slika 11: Pridobljeno 16. 1. 2023, povzeto po <https://www.middleschoolchemistry.com/multimedia/chapter5/lesson6>

Slika 12: Pridobljeno 16. 1. 2023, s <https://labo.obs-mip.fr/smos-blog/sea-surface-salinity-estimates-from-space-a-decade-of-observation-2010-2019/>

Slika 13: Pridobljeno 16. 1. 2023, s <https://d-nb.info/1142700348/34>

Slika 14: Pridobljeno 10. 3. 2023, s <https://www.lonelyplanet.com/articles/first-time-dead-sea>