

55. državno srečanje mladih raziskovalcev Slovenije



RAZISKOVALNA NALOGA

## ZAŠČITA VIDA PRED MODRO SVETLOBO

**MENTORICA:** Andreja NOVAK, mojstrica očesne optike

**AVTORICA:** Klara HRUP,

**SOMENTOR:** dr. Gregor HOSTNIK

dijakinja 3. letnika programa tehnik optik

Rogaška Slatina, 2020/2021

## PREDGOVOR IN ZAHVALA

Raziskovalna naloga z naslovom Zaščita vida pred modro svetlobo je izhodišče problema, ki se bo v naslednjih letih in generacijah vse bolj pojavljal. Gre za izpostavljanje modri svetlobi, ki zna biti škodljiva za naše oči, saj lahko privede do različnih očesnih boleznih. Govorimo o svetlobi, ki seva iz ekranov naših računalnikov, telefonov, tabličnih računalnikov in drugih podobnih naprav. Ker se te vedno bolj pojavljajo v naših življenjih in nam kradejo vedno več časa, s seboj prinašajo tudi marsikatero slabost. Lahko bi rekli, da je to nov revolucionarni problem, o katerem še ne vemo veliko in se nam trenutno ne zdi škodljiv, nekatere raziskave pa že danes opozarjajo, da bodo posledice v prihodnosti vidne že pri otrocih. Zato smo se na Šolskem centru Rogaška Slatina lotili priprave te raziskovalne naloge, ki govori o modri svetlobi in njenih učinkih oz. posledicah. V nalogi so predstavljene dosedanje rešitve za zaščito očesa pred to svetlobo in predlogi za nadaljnji razvoj.

Kot avtorica se iskreno zahvaljujem svoji mentorici Andreji Novak, ki me je motivirala in usmerjala pri delu, mi svetovala in mi s svojim znanjem s področja očesne optike pomagala premagati ovire, pred katerimi sem se znašla med raziskovanjem.

Še posebej toplo se zahvaljujem tudi Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Mariboru, kjer so me prijazno sprejeli in mi omogočili, da sem ob mentoričini pomoči lahko opravila meritve optičnih stekel, ki so jih na šolo predhodno poslali različni proizvajalci. Še posebej se želim zahvaliti somentorju, dr. Gregorju Hostniku, ki me je usmerjal pri meritvah v laboratoriju, mi predstavil nekaj novih izrazov s področja kemije in me seznanil z načinom merjenja ter podal obilo idej k zasnovi te raziskovalne naloge.

Zahvaljujem se tudi slovenskim proizvajalcem optičnih stekel, in sicer podjetjema ALCOM iz Kranja in OKM iz Ajdovščine, ter predstavništvom svetovno znanih proizvajalcev optičnih stekel v Sloveniji Essilor, Hoya, Rodenstock in Zeiss. Vsako podjetje je za potrebe meritev donatorsko prispevalo korekcijska stekla z nanosi, ki onemogočajo vstop modre svetlobe.

## KAZALO VSEBINE

PREDGOVOR IN ZAHVALA .....	2
KAZALO VSEBINE .....	3
KAZALO SLIK IN GRAFOV .....	5
POVZETEK .....	6
ABSTRACT .....	7
1 UVOD .....	8
1.1 IZBOR TEME RAZISKOVALNEGA DELA IN CILJI .....	8
1.2 HIPOTEZE OZ. RAZISKOVALNA VPRAŠANJA .....	8
1.2.1 HIPOTEZA 1 .....	8
1.2.2 HIPOTEZA 2 .....	8
1.2.3 HIPOTEZA 3 .....	8
1.2.4 HIPOTEZA 4 .....	8
1.2.5 HIPOTEZA 5 .....	8
1.2.6 HIPOTEZA 6 .....	8
1.3 METODE RAZISKOVANJA .....	9
2 TEORETIČNI DEL .....	10
2.1 SVETLOBA .....	10
2.2 VIDNI SPEKTER SVETLOBE .....	11
2.3. KAJ JE MODRA SVETLOBA? .....	11
2.4. BARVNA OBČUTLJIVOST OČESA .....	12
2.5. VPLIV MODRE SVETLOBE NA BIOLOŠKO URO .....	12
2.6. ZAŠČITA PROTI MODRI SVETLOBI .....	13
3 MERITEV OPTIČNIH STEKEL .....	14
1.1.    SPEKTROFOTOMETER .....	14
1.2.    MERJENJE S SPEKTROFOTOMETROM .....	15
2.    REZULTATI MERITEV .....	16
2.1.    REZULTATI MERITEV PODJETJA OKM .....	16
2.2.    REZULTATI MERITEV PODJETJA HOYA .....	17
2.3.    REZULTATI MERITEV PODJETJA RODENSTOCK .....	18
2.4.    REZULTATI MERITEV PODJETJA ALCOM .....	19
2.5.    REZULTATI MERITEV PODJETJA ZEISS .....	20
2.6.    REZULTATI MERITEV PODJETJA ESSILOR .....	21
2.7.    PRIMERJAVA OPTIČNIH STEKEL .....	22

2.8.	PRIMERJAVA OPTIČNIH STEKEL LOMIH KOLIČNIKOV 1.6 RAZLIČNIH PROIZVAJALCEV .....	23
2.9.	PRIMERJAVA OPTIČNIH STEKEL Z MINIMALNIM OZ. MAKSIMALNIM ONEMOGOČANJEM VSTOPA MODRE SVETLOBE .....	24
2.10.	ONEMOGOČANJE VSTOPA SVETLOBE V VIJOLIČNEM OBMOČJU .....	25
5	IZSLEDKI ANKETIRANJA.....	27
5.1	PREDSTAVITEV ANKETNEGA VPRAŠALNIKA .....	27
5.2.	ANALIZA ANKETNEGA VPRAŠALNIKA .....	30
6	ZAKLJUČEK IN SKLEPI .....	36
2.10.1.	HIPOTEZA 1.....	36
2.10.2.	HIPOTEZA 2.....	36
2.10.3.	HIPOTEZA 3.....	36
2.10.4.	HIPOTEZA 4.....	36
2.10.5.	HIPOTEZA 5.....	36
2.10.6.	HIPOTEZA 6.....	36
7	SEZNAM LITERATURE IN VIROV.....	37

## KAZALO SLIK IN GRAFOV

Slika 1: Svetloba.....	10
Slika 2: Spekter vidne svetlobe.....	11
Slika 4: Modra svetloba .....	11
Slika 3: Razklon svetlobe .....	12
Slika 5: Izvajanje meritev.....	15
Slika 6: Graf rezultatov meritev stekel podjetja OKM.....	16
Slika 7: Graf rezultatov meritev podjetja HOYA .....	17
Slika 8: Graf rezultatov meritev optičnih stekel podjetja RODENSTOCK .....	18
Slika 9: Graf rezultatov meritev optičnega stekla podjetja ALCOM .....	19
Slika 10: Graf rezultatov meritev optičnega stekla podjetja ZEISS.....	20
Slika 11: Graf rezultatov meritev optičnega stekla ESSILOR .....	21
Slika 12: Graf primerjave optičnih stekel lomnega količnika 1.5 (različnih proizvajalcev).....	22
Slika 13: Graf primerjave optičnih stekel lomnega količnika 1.6 (različnih proizvajalcev).....	23
Slika 14: Graf primerjave optičnih stekel z minimalnim in maksimalnim onemogočanjem vstopu modre svetlobe .....	24
Slika 15: Graf onemogočanja vstopa vijolični svetlobi .....	25
Slika 15: Anketni vprašanji 1 in 2.....	27
Slika 16: Anketni vprašanji 3 in 4.....	27
Slika 17: Anketni vprašanji 5 in 6.....	28
Slika 18: Anketni vprašanji 7 in 8.....	28
Slika 19: Anketni vprašanji 9 in 10.....	29
Slika 20: Anketni vprašanji 11 in 12.....	29
Slika 21: Anketni odgovori o spolu .....	30
Slika 22: Anketni odgovori o starosti.....	30
Slika 23: Anketni odgovori o uporabnosti optičnih pripomočkov .....	31
Slika 24: Anketni odgovori o vzroku uporabe optičnih pripomočkov .....	31
Slika 25: Anketni odgovori o preživljanju časa pred zasloni raznovrstnih naprav.....	32
Slika 26: Anketni odgovori o tedenskem preživljanju časa pred zasloni .....	32
Slika 27: Anketni odgovori o posledicah prekomernega izpostavljanja modri svetlobi.....	33
Slika 28: Anketni odgovori o virih modre svetlobe .....	34
Slika 29: Anketni odgovori o seznanitvi z nanosom na očalnih steklih .....	34
Slika 30: Anketni odgovori o nakupu nanosa .....	35
Slika 31: Anketni odgovori o ceni nanosa.....	35

## POVZETEK

Kot dijakinja programa tehnik optik se vsakodnevno srečujem ne samo z očali in očalnimi stekli, temveč tudi s strankami, katerih problemi so najrazličnejši. Kot vemo, da si niti dve osebi nista enaki, tako se razlikujejo tudi njihove želje in težave, ki nam jih zaupajo. Optik mora poznati strankin način življenja, da bi ji lahko kakovostno svetoval pri izbiri okvirjev in stekel in ji torej izdelal očala, ki jih bo stranka z veseljem ter učinkovito in varno uporabljala. Zato je v zadnjem času eno od temeljnih vprašanj v razgovoru med optikom in stranko postalo tudi vprašanje, koliko časa oseba preživi pred zasloni sodobnih naprav, saj lahko samo tako ponudimo rešitev pred še večjimi morebitnimi težavami. Problem škodljive modre svetlobe v optiki trenutno rešujemo s posebnim nanosom, imenovanim »blue blocker«, oz. nanosom, ki onemogoči vstop modre svetlobe v oko.

Osnovno vodilo te raziskovalne naloge so bile fizikalne meritve na korekcijskih steklih vodilnih svetovnih in slovenskih proizvajalcev optičnih stekel z nanešenim nanosom »blue blocker« na površino stekla. Z meritvami sem ugotavljala razlike med nanosi, pri onemogočanju vstopu modre svetlobe skozi korekcijsko steklo in posledično vstopu v samo oko. Rezultati meritev so mi omogočili zanimive zaključke npr., da posamezna merjena stekla nimajo ustrezne UV zaščite, čeprav je bilo to navedeno, prav tako so se mi odprla nova zanimiva strokovna vprašanja.

Skozi raziskovalno delo sem ugotavljala tudi, v kolikšni meri so ljudje ozaveščeni o tem novodobnem problemu, ali poznajo rešitev zanj in ali so pri nakupu očal pripravljeni zaradi nanosa »blue blocker« povečati svoj finančni vložek. Sodelujoči v spletnem vprašalniku so odgovarjali na različna vprašanja o učinkih modre svetlobe. Njihovi odgovori kažejo na to, da ljudje dnevno precej časa preživijo pred različnimi napravami oz. zasloni, ki oddajajo modro svetlobo, v času pandemije bolezni COVID-19, ko večina ljudi dela na daljavo oz. preko spleta, pa še toliko več. Večina ljudi – zanimivo – ve, da obstaja nanos, ki preprečuje vstop modre svetlobe v oko, in vedo tudi, da ta prihaja iz zaslonov pametnih telefonov, tablic in drugih tovrstnih naprav. Ljudje prav tako vedo, kateri so učinki prekomerne izpostavljenosti tej svetlobi in jih nekateri že opažajo tudi pri sebi. Zato so v veliki meri pripravljeni na nakup takega nanosa in so zanj in za svoje zdravje pripravljeni odšteti tudi večjo vsoto denarja.

Predvidevam, da se bo v prihodnosti odkrilo in pojavljajo še več različnih zaščitnih sredstev, ki bodo onemogočala vplive modre svetlobe.

## ABSTRACT

As a student of the programme for technician opticians, I deal on a daily basis not only with eye-glasses and glass lenses, but also with clients, who have various problems. Just as we know that even two people are not the same, so are our clients' desires and problems they tell us. Recently it has been important to us opticians that the customer tells us how much time he spends in front of the screens of modern devices, as this is the only way we can offer a solution to even greater potential problems. The problem of harmful blue light is usually solved with a special coating called "blue blocker", which is the application that prevents blue light from entering the eye.

The basic guide was the physical measurement on corrective eye-glasses of the world's leading manufacturers with the applied coating on the surface. With measurements I determined the differences among coatings which prevent blue light from entering through corrective glass and consequently into the eye itself. Based on the results I obtained interesting conclusions, and new interesting professional questions arose as well.

In the further research I was trying to find out how people are aware of the mentioned modern problem and if they know the coating; furthermore I wanted to know if they are willing to use it and how much they would invest in it. The participants were asked where to find blue light and about its side effects or symptoms. All answers were obtained with the questionnaire method, more precisely the online survey questionnaire.

Based on answers, it was found out that people are largely exposed to devices and screens, even more at this time when most work is done online. Most people know that there is a coating which prevents blue light from entering the eye, and they also know that the light comes from the screens of smart phones, tables and other smart devices. People are also aware of the effects of overexposure to blue light and some have already noticed them in themselves. Therefore, they are largely willing to buy such a coating and pay more for their health.

## 1 UVOD

### 1.1 IZBOR TEME RAZISKOVALNEGA DELA IN CILJI

Za izvedbo raziskovalne naloge smo se na Šolskem centru Rogaška Slatina odločili, ker je izbrano področje novost za uporabnike očal. Kot bodoči optiki se učimo o tem, kako kakovostno svetovati stranki in kako ji pomagati pri izbiri očal, ki bodo zanjo najbolj optimalna izbira. Tako se učimo tudi o vplivih in vsemu, kar spada k modri svetlobi, in o tem, da je stranko pri nakupu očal treba o tem dobro ozavestiti. S samim raziskovalnim delom sem želela to področje, ki se mi zdi zelo zanimivo in aktualno, bolje raziskati, se še kaj novega naučiti in prispevati k odkrivanju novih spoznanj, morebitnih napačnih trditev in prednosti na tem področju.

### 1.2 HIPOTEZE OZ. RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Pred raziskovanjem sem si zastavila šest raziskovalnih vprašanj, ki so me usmerjala in vodila.

#### 1.2.1 HIPOTEZA 1

Nanos na optičnem steklu omejuje prehod modre svetlobe v območju med 455 in 470 nm.

#### 1.2.2 HIPOTEZA 2

Območje, ki omejuje prehod modre svetlobe na optičnem steklu, ni odvisno od materiala optičnega stekla, ampak samo od nanosa.

#### 1.2.3 HIPOTEZA 3

Vsi vzorci optičnega stekla bodo omogočili prehod modre svetlobe več kot 80 %.

#### 1.2.4 HIPOTEZA 4

Ljudje večinoma poznajo vpliv modre svetlobe na zdravje.

#### 1.2.5 HIPOTEZA 5

Ljudje so zaslonom, ki oddajajo umetno (modro) svetlobo, v povprečju izpostavljeni od 5 do 6 ur dnevno.

#### 1.2.6 HIPOTEZA 6

Uporabniki očal so pripravljene za nanos, ki omejuje prehod modre svetlobe v oko, odšteti do 20 € za posamezno steklo.



### 1.3 METODE RAZISKOVANJA

Pri raziskavi sem uporabila naslednje raziskovalne metode:

- metodo meritev optičnih stekel,
- metodo spraševanja (spletni anketni vprašalnik).

Meritve smo izvedli v laboratoriju Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Mariboru, in sicer v torek, 30. 3. 2021. Potekale so pod mentorstvom dr. Gregorja Hostnika, ki je strokovnjak s področja fizikalne kemije. Opravljanje postopka meritev je bilo z njegovo pomočjo lažje in kakovostnejše. Rezultati so odprli določene dileme in vprašanja, za katera smo potem poiskali možne rešitve oz. odgovore. To je bila lepa izkušnja tako zame kot za mentorico in zanimiv preizkus novega področja za njega, kot je sam dodal.

Metodo spraševanja je bila izvedena s pomočjo spletne strani 1ka, na kateri sem sestavila in aktivirala anketni vprašalnik, nato pa ga delila med ljudi. Pri tem sem si pomagala z različnimi družbenimi omrežji, k sodelovanju sem povabila prijatelje in družinske člane. Pomagali so mi, da je anketni vprašalnik dosegel čim večjo množico predvsem mlajših ljudi, saj je to populacija, za katero iz izkušenj vem, da so več časa pred različnimi zasloni kot starejše generacije. Tudi analizo odgovorov sem pripravila s pomočjo istega spletnega orodja.

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 SVETLOBA

Svetloba je elektromagnetno sevanje pri različnih valovnih dolžinah oz. frekvencah. Svetloba, ki jo zaznava človeško oko, se imenuje vidna svetloba in ima razpon od 380 do 750 nanometrov. Največji vir svetlobe je Sonce, ki podnevi osvetljuje okolico in predmete, od teh se svetloba odbije v naše oko in tako lahko vidimo to, kar nas obdaja. Sonce je eno od naravnih svetil. K tem prištevamo še strele, ogenj, vulkane in druga vroča telesa, katerih temperatura doseže več deset tisoč stopinj Celzija. Zgodaj zjutraj ali zvečer je okolica temnejša, zato nam za lažjo vidljivost pomagajo umetna svetila. To so razne svetilke, luči, sveče idr. S preučevanjem svetlobe se ukvarja optika.



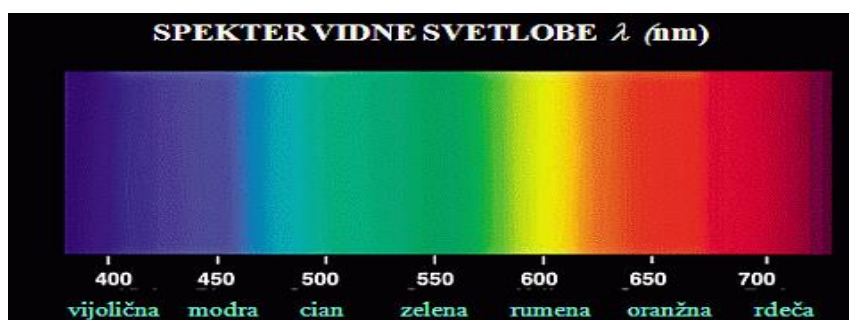
Slika 1: Svetloba

## 2.2 VIDNI SPEKTER SVETLOBE

Vidni spekter svetlobe imenujemo tudi optični spekter. Je del elektromagnetnega spektra, ki ga zaznava človeško oko, ki tako v zraku zaznava valovne dolžine med 380 in 750 nanometrov (nm). Vse te valovne dolžine pa tvorijo naslednje spektralne barve:

- 380–450 nm: vijolična,
- 450–495 nm: modra,
- 495–570 nm: zelena,
- 570–590 nm: rumena,
- 590–620 nm: oranžna,
- 620–750 nm: rdeča.

T. i. modra svetloba, ki je osrednji raziskovalni problem te naloge, obsega področje od 450 do 495 nm, kar je eno izmed krajših območij med valovnimi dolžinami vseh barv.



Slika 2: Spekter vidne svetlobe

## 2.3. KAJ JE MODRA SVETLOBA?

Naše oči so nenehno izpostavljene različnim vrstam vidne in nevidne svetlobe. Sončna svetloba je sestavljena iz razpona različno obarvanih svetlobnih žarkov, ki vsebujejo različne količine energije. Sem sodijo tudi kratko valovni, visoko energijski svetlobni žarki na koncu modrega vidnega svetlobnega spektra. Glavni vir modre svetlobe je torej Sonce. Kar velik delež modre svetlobe pa prejmemo tudi od različnih zaslonov, od televizij, telefonov, tablic do sodobnih LED-luč. Količina te vrste svetlobe pa nato – glede na čas izpostavljenosti in razdaljo gledanja – vpliva na zdravje nas in naših oči. Ker pa vemo, da so oči nezamenljive, je potrebno za njih dobro poskrbeti.

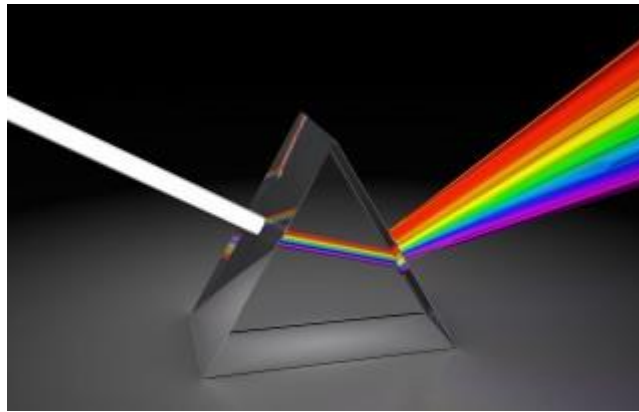


Slika 3: Modra svetloba

## 2.4. BARVNA OBČUTLJIVOST OČESA

Naše oko zaznava svetlobo valovnih dolžin od 380 do 750 nm. Odvisnost očesne občutljivosti od valovne dolžine se razlikuje od posameznika do posameznika in se spreminja s starostjo. Oko je najobčutljivejše na rumeno-zeleno svetlobo, valovne dolžine 560 nm. Čeprav v oko vpada enako veliko rdeče kot rumene svetlobe, je oko na rumeno bolj občutljivo.

Naše oko loči barve, ker se na mrežnici nahajata dve vrsti vidnih čutnic, to so paličnice in čepnice. Paličnice so namenjene gledanju v mraku in so veliko občutljivejše od čepnic, so tudi daljše in imajo več fotopigmenta. Čepnice so treh vrst, vsaka vrsta vsebuje drugačen fotopigment, ki zaznava določen del vidnega spektra. Čepnice so tako občutljive na modro, zeleno in rdečo svetlobo. Barvni vtis je odvisen od tega, kako močno svetloba vzburi čepnice za modro, zeleno, rdečo svetlobo. Zaznavanje ostalih barv je odraz istočasnega vzbujenja več različnih čepnic v različnih deležih. Če so vse tri vrste enakovredno vzburjenje, dobimo občutek bele barve. Čepnice so najštevilčnejše v sredini rumene pege.



Slika 4: Razklon svetlobe

## 2.5. VPLIV MODRE SVETLOBE NA BIOLOŠKO URO

Hipotalamus je področje v možganih, ki je veliko približnost kot biser. Usmerja množico pomembnih funkcij v telesu. Hipotalamus, ki se nahaja v predelu diencefalona, tj. notranjega dela velikih možganov, je nadzorni center za številne avtonomne funkcije v telesu. Ta vsebuje živčna vezja, ki delujejo kot biološka ura, tj. urejenega 24-urnega dnevno-nočnega ritma. Eno izmed njih je suprakiazmatsko jedro, splet živčnih celic nad križiščem vidnih živcev, ki vodijo signale iz oči v možgane. Zaznavo svetlobe posredujejo specializirane celice v mrežnici, ki so občutljive predvsem na modro svetlobo. Del vlaken vidnega živca vodi v suprakiazmatsko jedro, ki lahko na podlagi zaznave svetlobe uravnava časovni potek delovanja telesa v ritmu menjave dneva in noči, mesecev in let v življenjskem obdobju. Pomemben element biološke je tudi žleza, imenovana češarika ali epifiza. Njen hormon, melatonin, vpliva na cikel budnosti in spanja. Pravilno časovno uravnano delovanje suprakiazmatskega jedra in češarike je odvisno od njunega notranjega »programiranega« ritma in izpostavljenosti svetlobi.

Hormon melatonin nastaja ponoči v češariki, pod vplivom neslikovnih svetlobnih učinkov in je zelo občutljiv na modro svetlobo, saj se ob njeni prisotnosti ne more tvoriti. Modro svetlobo poleg neba in modrih svetil oddajata tudi televizija, osebni računalnik in mobilni telefoni. Izpostavljenost modri svetlobi je v nočnem času odsvetovana, zato spanje pred televizorjem ali računalnikom ni zdravju prijazno. Prav tako ni priporočljiva uporaba mobilnih telefonov tekom noči. Zato so mobilni telefoni in tablice opremljeni z načinom nočnega delovanja zaslona, ki oddaja »tople« barve z manj modre svetlobe. Takšna svetloba manj draži biološko uro in ne zavira izločanje melatonina.

Seveda pa je modra, budna svetloba dobrodošla zjutraj, saj nam pomaga, da se hitreje prebudimo. Jutranje prebujanje nam poleti pospeši modro nebo, umetno pa ga lahko pospešimo z modro sijalko, ki jo prižgemo zjutraj.

Raziskovalci vpliv modre svetlobe na človeka in njegovo telo raziskujejo že 40 let. Leta 1981 je dr. Charles Czeisler z medicinske šole v Harvardu dokazal, da je modra svetloba podnevi koristna, ker poveča pozornost, izboljšuje razpoloženje in skrajšuje reakcijski čas. S poskusom, pri katerem je ljudi za 6,5 ur izpostavil modri svetlobi, je dokazal, da se pod vplivom modre svetlobe melatonin pri človeku zmanjša za dvakrat, kar vodi v premik cirkadianega ritma.

Raziskovalci z Univerze v Toledu so odkrili, da modra svetloba, za katero je značilno, da seva z največjo valovno dolžino in posledično z veliko energijo v vidnem spektru, poškoduje na svetlobo občutljive celice v mrežnici in tako vpliva na zdravje naših oči. Ugotovili so tudi, da modra svetloba sproži kemijsko reakcijo, ki povzroči razpad retinala – na svetlobo občutljive molekule v očeh. To vodi v smrt fotoreceptorskih celic, ki imajo pomembno nalogo zaznavanja svetlobe. Ker se fotoreceptorske celice v očesu ne regenerirajo, lahko te poškodbe privedejo do trajnega poslabšanja vida. V raziskavi pod vodstvom dr. Kurunarathnea, so modri svetlobi izpostavili tudi druge vrste celic, na primer rakave, mišične in živčne celice. Povsod je bil rezultat enak – celice so umrle. Ob tem je zanimivo, da sama modra svetloba, brez povezave z retinalom, ni imela takega učinka. Slabih učinkov prav tako niso imeli drugi spektri vidne svetlobe.

## 2.6. ZAŠČITA PROTI MODRI SVETLOBI

Že v letu 2018 so naše pametne naprave vsebovale zaščito proti modri svetlobi na svojih zaslonih ali pa so imele možnost njenega vklopa oz. izklopa. Sicer ta zaščita malo vpliva na barvne odtenke podob, ki jih na teh napravah gledamo, ampak za večino uporabnikov to ni moteče in je vredno, saj govorimo o naših očeh.

Uporabnik pa se pred modro svetlobo lahko zaščiti tudi s posebnim nanosom na optičnih steklih, ki preprečuje vdor modre svetlobe v oko. Večinoma tak nanos optiki priporočamo ljudem, ki preživijo veliko časa za računalnikom in taka očala preprosto imenujemo »računalniška«.

Pred neželjeno modro svetlobo se lahko zaščitimo tudi tako, da jo poskušamo nevtralizirati s toplejšo svetlobo in LED trakovi. Ti naj bodo v rdeči barvi in z zmanjšano svetlostjo, saj ima to najmanjši vpliv na cirkadiani ritem in izločanje melatonina. Najučinkovitejša zaščita pa je zagotovo to, da smo dnevno dovolj časa izpostavljeni naravni svetlobi, saj to vpliva na razpoloženje in kakovosten spanec.

### 3 MERITEV OPTIČNIH STEKEL

V torek 30.03.2021 smo na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo izvajali meritve optičnih stekel. Povezali smo se z dr. Gregorjem Hostnikom, ki nas je lepo sprejel in nam predstavil napravo na kateri smo izvajali meritve. Vzorce stekel smo predhodno prejeli od znanih proizvajalcev, ta pa so nam pripomogla pri meritvah. Z gospodom Hostnikom smo v laboratoriju izvajali meritve ter se eden od drugega marsikaj naučili in se seznanili z novimi področji. Svoje raziskovanje pa smo delali s pomočjo naprave, imenovanje spektrofotometer.

Metoda, primerna za določitev prepustnosti stekel za svetlobo je spektroskopija v UV in vidnem delu spektra.

UV in vidno spektroskopijo uvrščamo med spektroskopske tehnike, kot so npr. še IR ali NMR spektroskopija. Pri prehodu UV ali vidne svetlobe skozi snov, se del svetlobe vpije v vzorec, pri čemer spremeni energijske nivoje elektronov v opazovani snovi.

Najpomembnejše značilnosti spektrofotometričnih metod so široka uporaba, velika občutljivost, selektivnost, točnost in enostavnost uporabe. Veliko število anorganskih, organskih in biokemijskih spojin absorbira UV ali vidno sevanje. S tem so primerne za kvantitativno analizo. Na molekule, ki ne absorbirajo pa lahko vplivamo z različnimi kemijskimi reakcijami, s katerimi jih pretvorimo v obliko, ki vpija svetlobo v UV ali vidnem delu spektra (derivatizacije) in jim na tak način izmerimo absorbanco. Merjenja s spektrofotometrom so v današnjem času zelo enostavna in hitra. Spektrofotometrija se uporablja predvsem v fiziki, kemiji, biokemiji in molekularni biologiji. Pogosto se uporablja pri forenzičnih preiskavah in pri študijah kemijskih substanc. S spektrofotometrom lahko ugotovimo katera spojina je v naši raztopini in kolikšna je njena koncentracija. (s preračunavanjem izmerjenih valovnih dolžin). Glavni problem v molekularni absorpcijski spektrometriji so motnje zaradi drugih komponent v vzorcu.. Preden merimo absorbanco, moramo zato odstraniti ali maskirati spojine, ki motijo določitev. Za določitev je bistveno, da je absorbanca stabilna, dokler ne izvršimo meritve. Absorbanca se tudi ne sme spreminjati pri manjših spremembah pH, temperature, množine dodanega reagenta ...

#### 1.1. SPEKTROFOTOMETER

Spektrofotometrija vključuje uporabo spektrofotometra. Spektrofotometer primerja delež svetlobe, ki preide skozi referenčno raztopino in skozi merjen vzorec. Svetloba potuje skozi vzorec. Del svetlobe se pri tem absorbira, prepuščena svetloba pa pride do detektorja. Obstajata dve glavni različici spektrofotometra – enožarkovni in dvožarkovni. V dvožarkovnem spektrofotometru nastajata dva žarka s pomočjo ogledala v obliki črke V. Temu pravimo delitelj snopa. En snop prehaja skozi referenčno raztopino proti fotodetektorju, istočasno pa drugi prehaja skozi vzorec proti drugemu fotodetektorju. Oba izhodna signala se ojačata in njuno razmerje se prikaže na zaslonu. Pri enožarkovnem spektrofotometru pa merjenje zahteva dva koraka. Najprej izmerimo absorbanco referenčnemu vzorcu in njegovo absorbanco nastavimo na nič. Potem izmerimo še absorbanco vzorcu. Čeprav je merjenje z dvožarkovnim spektrofotometrom lažje pa ima enožarkovni spektrofotometer večji dinamični domet, je bolj preprost in bolj kompakten. V specializiranih instrumentih, kot sta na primer mikroskop in teleskop, je zaradi praktičnosti v njih vedno vgrajen enožarkovni spektrofotometer. Spektrofotometer je sestavljen iz izvora svetlobe, monokromatorja, kivete in detektorja. Za izvor svetlobe uporabljamo devterijevo ali volframovo žarnico. S prvo merimo v območju med 195 nm di

375 nm, z drugo pa v območju med 350 nm in 1000 nm. Monokromator je po navadi sestavljen iz optične rešetke ali optične prizme. V nekaterih primerih pa tudi iz optičnega filtra. Z izbiro kota padanja svetlobe na optično rešetko ali optično prizmo, lahko izberemo valovno dolžino svetlobe, ki jo bo monokromator prepustil. Kivete, v katere pred merjenjem nalijemo raztopine, so iz kvarčnega ali navadnega stekla, obstajajo pa tudi kivete za enkratno uporabo iz plastike. Tista stran, kjer gre skozi žarek svetlobe mora biti gladka in čista, saj to vpliva na točnost merjenja. Detektor pa meri intenziteto prepuščene svetlobe skozi vzorec. Spektrofotometrijska merjenja absorbcije se izvajajo pri valovni dolžini, ki odgovarja nekemu absorpcijskem maksimumu. V tej točki je sprememba absorbanca na enoto koncentracije  $c$  največja. Za uspešno določitev koncentracije, mora biti absorbanca premosorazmerna s koncentracijo, kar omogoča dobro linearnost in manjšo možno napako. Na absorbanco lahko raztopine vplivajo narava topila, pH, temperatura, koncentracija elektrolita, čas trajanja reakcije ter prisotnost snovi, ki interferirajo.

## 1.2. MERJENJE S SPEKTROFOTOMETROM

Pred začetkom meritev smo posneli spekter, brez da bi v spektrofotometer vstavili vzorec. Izmerjena vrednost je bila naša slepa vrednost (100 % transmitanca). Transmitance vseh ostalih vzorcev so prikazane glede na referenčni vzorec. Spektrofotometer tako poda transmitance (količino prepuščene svetlobe glede na referenčni vzorec). Ko vstavljamo vzorec v aparaturo moramo biti previdni, vzorec moramo skrbno očistiti in paziti, da se ne dotikamo površine, skozi kateri prehajajo svetlobni žarki.

Zaporedje dogodkov, ki se zgodijo v spektrofotometru:

1. Na žarnici nastane bela svetloba.
2. Monokromator loči posamezne valovne dolžine in jih zaporedno usmerja na fotodetektor.
3. Svetloba lahko potuje skozi vzorec, ali pa jo vzorec vpije. Del svetlobe se lahko na vzorcu tudi siplje/odbije.
3. Svetloba, ki je uspešno prešla vzorec potuje do fotodetektorja.

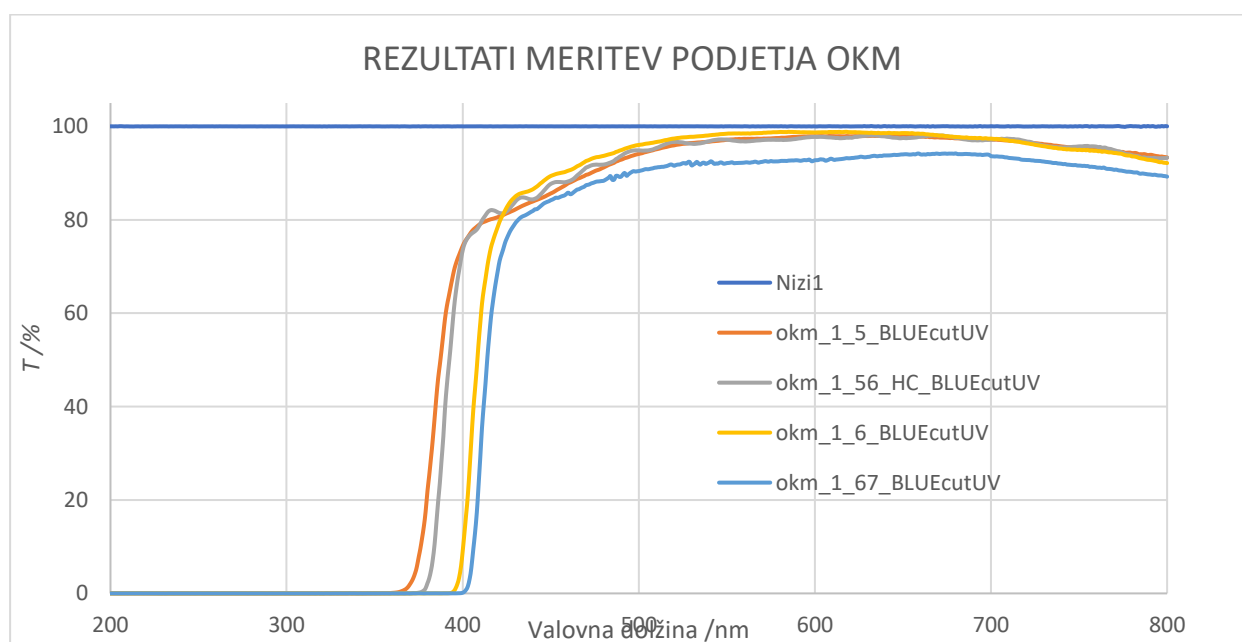


Slika 5: izvajanje meritev

## 2. REZULTATI MERITEV

Meritve stekel so potekale posamično. Razporedili smo jih po proizvajalcih, lomnih količnikih in dioptrijah, kjer je bilo to potrebno. Nato smo med seboj primerjali, kakšne so mejne valovne dolžine, pod katero stekla ne vpijajo več svetlobe. Poleg tega smo opazovali, kolikšen del svetlobe vpijejo posamezna stekelca v modrem delu spektra, ter ali imajo stekelca še kakšen absorpcijski pas pri višjih valovnih dolžinah.

### 2.1. REZULTATI MERITEV PODJETJA OKM



Slika 6: graf rezultatov meritev stekel podjetja OKM

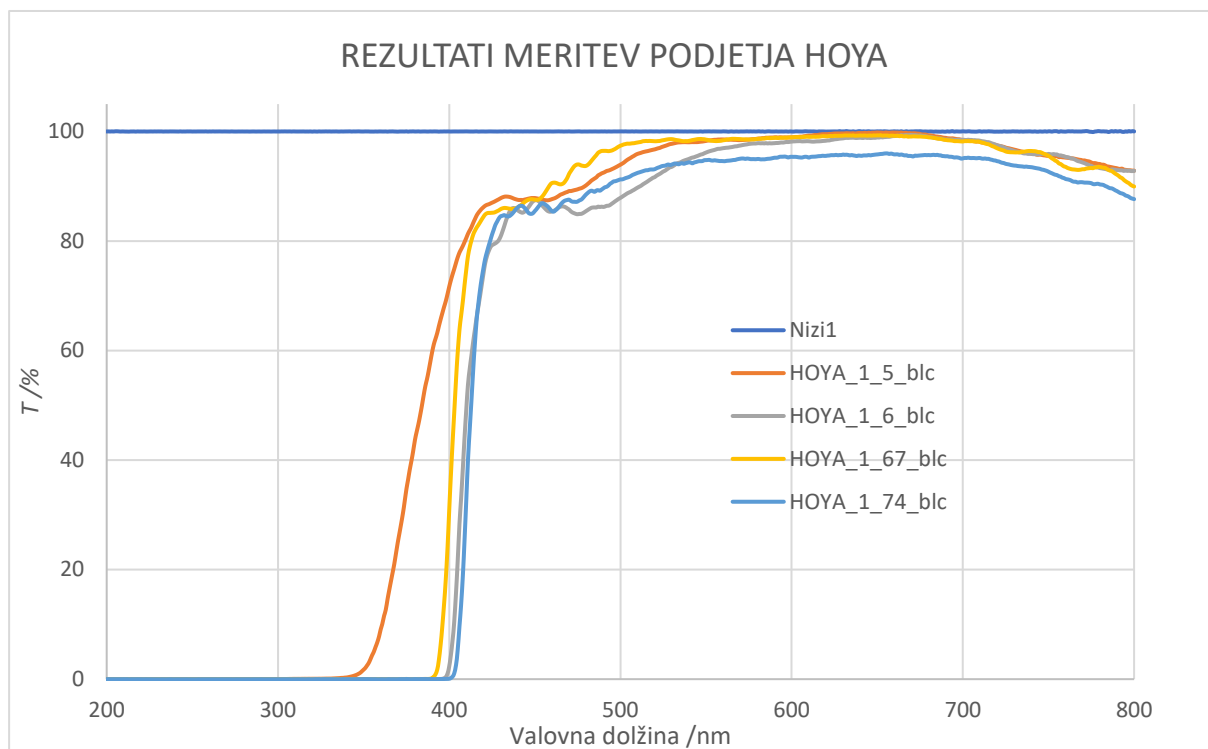
Merjeni vzorci so dioptrijska stekla proizvajalca OKM, lomnih količnikov 1.5, 1.56, 1.6 in 1.7, z nanešenim nanosom, ki omejuje prehod modre svetlobe.

Ugotovitev:

- 2.1.1. Stekla imajo različno mejno valovno dolžino, pod katero ne prepuščajo svetlobe. Najnižja je pri stekelcu 1,5 Blue cut UV (stekelce zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 392 nm, medtem ko stekelce 1,67 blue cut UV zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 414 nm). Z naraščanjem lomnega količnika stekla narašča tudi mejna valovna dolžina.
- 2.1.2. Nanos na optičnem steklu omejuje prehod modre svetlobe v območju 455 in 470nm.
- 2.1.3. Vsi vzorci prepuščajo več kot kot 80% modre svetlobe. Kljub temu je iz spektra razvidno, da tudi v območju valovnih dolžin 450—495 nm, stekelca vpijejo nekaj svetlobe (17% pri valovni dolžini 450 nm in pribl. 5 % pri valovni dolžini 495 nm).



## 2.2. REZULTATI MERITEV PODJETJA HOYA



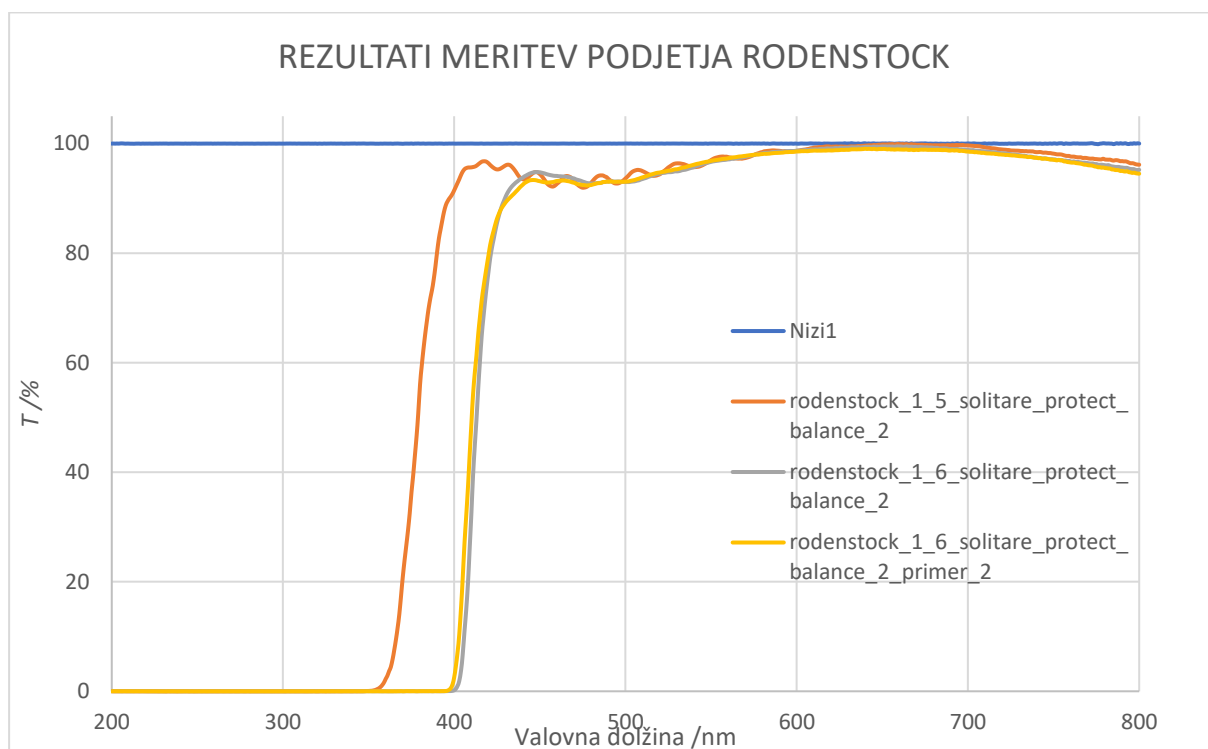
Slika 7: graf rezultatov meritev podjetja HOYA

Merjeni vzorci so dioptrijska stekla proizvajalca HOYA, lomnih količnikov 1.5, 1.6, 1.67 in 1.74, z nanešenim nanosom, ki omejuje prehod modre svetlobe.

Ugotovitev:

1. Stekla imajo različno mejno valovno dolžino, pod katero ne prepuščajo svetlobe. Najnižja je pri stekelcu 1,5 blc (stekelce zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 384 nm, medtem ko stekelce 1,74 blc zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 412 nm)
2. Pri proizvajalcu HOYA z naraščanjem lomnega količnika stekla mejna valovna dolžina pada.
3. Nanos na optičnem steklu omejuje prehod modre svetlobe v območju 455 in 470nm.
4. Vsi vzorci prepuščajo več kot kot 80% modre svetlobe Kljub temu je iz oblike spektra razvidno, da tudi v območju valovnih dolžin 450—495 nm stekelca vpijejo nekaj svetlobe (15 % pri valovni dolžini 450 nm in pribl. 10 % pri valovni dolžini 495 nm)
5. Uporabljena barvila vpijajo nekaj svetlobe še pri valovnih dolžinah nad 500 nm.
6. Nekoliko manj prepuščene svetlobe pri vzorcu 1,74 blc skozi celotno spektralno območje je najverjetneje posledica večjega lomnega količnika in s tem močnejšega loma svetlobe na danem stekelce.

### 2.3. REZULTATI MERITEV PODJETJA RODENSTOCK



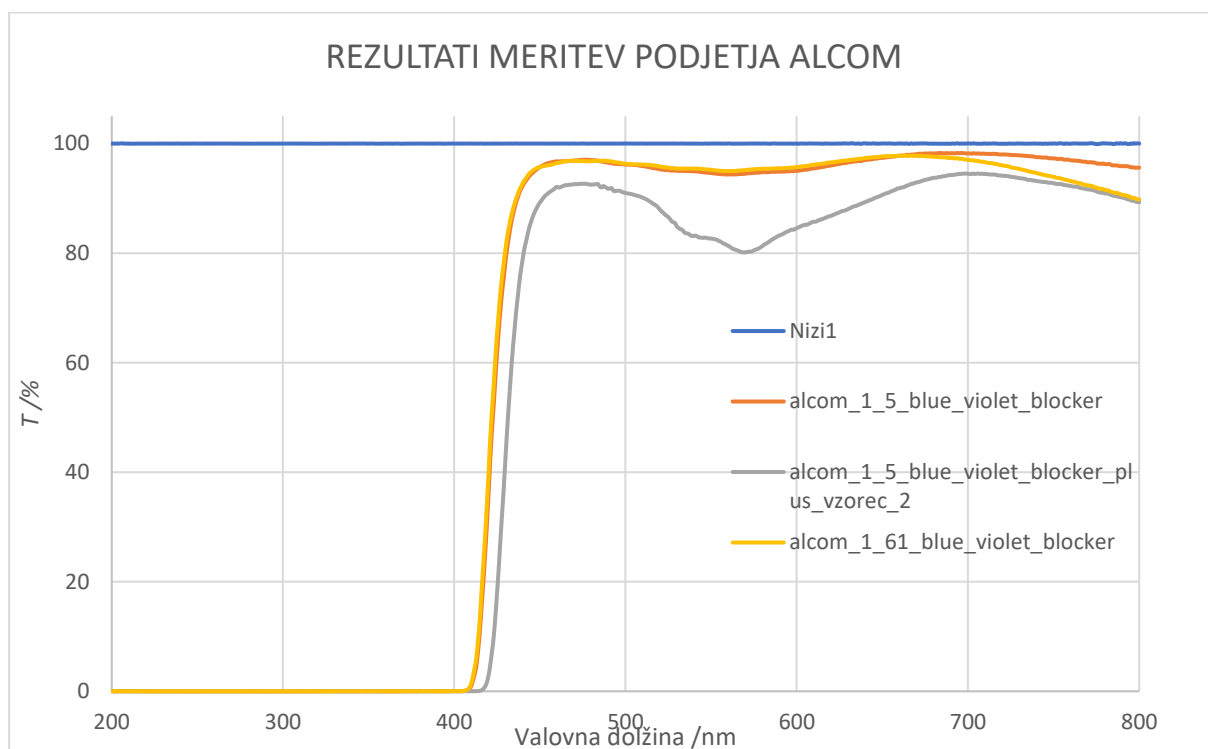
Slika 8: graf rezultatov meritev optičnih stekel podjetja RODENSTOCK

Merjeni vzorci so dioptrijska stekla proizvajalca RODENSTOCK, lomnih količnikov 1.5 in 1.6 z nanešenim nanosom, ki omejuje prehod modre svetlobe.

Ugotovitev:

1. Stekla imajo različno mejno valovno dolžino, pod katero ne prepuščajo svetlobe. Najnižja je pri stekelcu 1,6 solitare protect (stekelce zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 397 nm, medtem ko stekelce 1,6 solitare protect zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 412 nm)
2. Pri proizvajalcu RODENSTOCK z naraščanjem lomnega količnika stekla mejna valovna dolžina narašča.
3. Nanos na optičnem steklu omejuje prehod modre svetlobe v območju 455 in 470nm.
4. Vsi vzorci prepuščajo več kot kot 80% modre svetlobe Kljub temu je iz oblike spektra razvidno, da tudi v območju valovnih dolžin 450—495 nm stekelca vpijejo nekaj svetlobe (7 % pri valovni dolžini 450 nm in pribl. 7 % pri valovni dolžini 495 nm)
5. Uporabljena barvila vpijajo nekaj svetlobe še pri valovnih dolžinah nad 500 nm.

## 2.4. REZULTATI MERITEV PODJETJA ALCOM



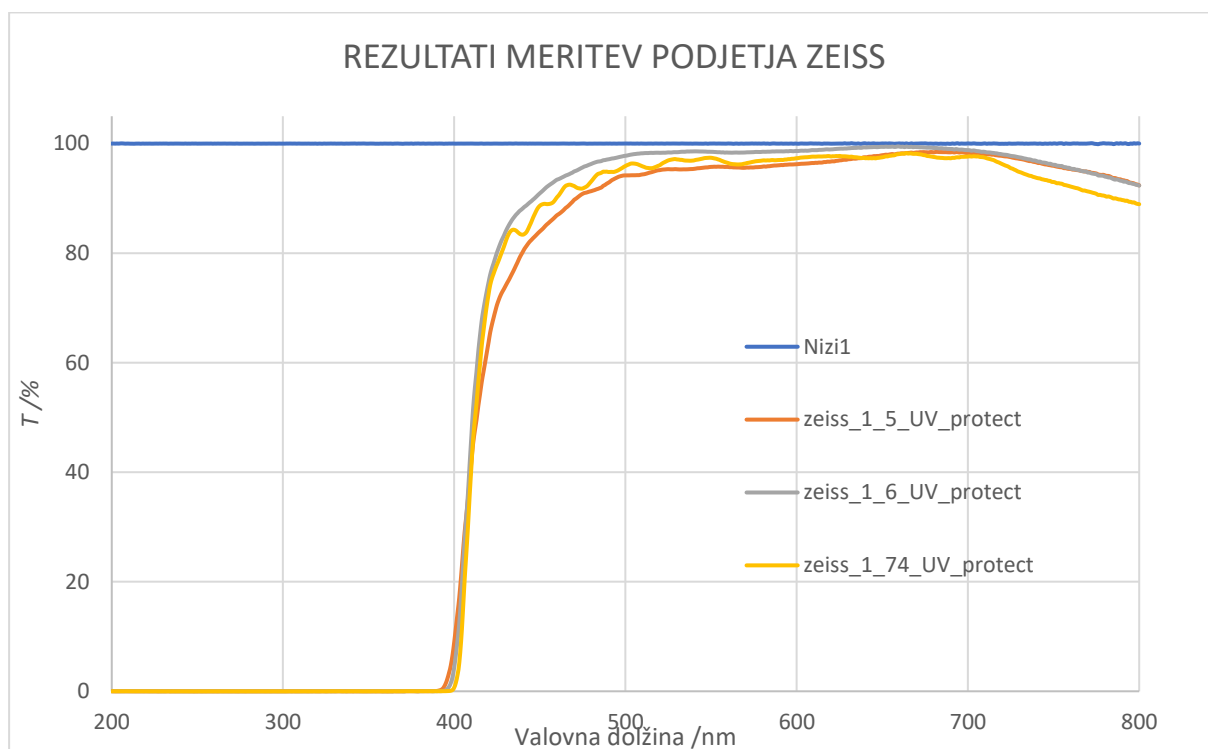
Slika 9: graf rezultatov meritev optičnega stekla podjetja ALCOM

Merjeni vzorci so dioptrijska stekla proizvajalca ALCOM, lomnih količnikov 1,5, 1,6 in 1,61 z nanešenim nanosom, ki omejuje prehod modre svetlobe.

Ugotovitev:

1. Stekla imajo različno mejno valovno dolžino, pod katero ne prepuščajo svetlobe. Najnižja je pri stekelcu 1,5 blue violet blocker (stekelce zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 421 nm, medtem ko stekelce 1,5 blue violet blocker plus zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 431 nm)
2. V primerjavi z ostalimi proizvajalci imajo stekelca podjetja ALCOM nekoliko višjo mejno valovno dolžino.
3. Nanos na optičnem steklu omejuje prehod modre svetlobe v območju 455 in 470nm.
4. Vsi vzorci prepuščajo več kot kot 80% modre svetlobe Kljub temu je iz oblike spektra razvidno, da tudi v območju valovnih dolžin 450—495 nm stekelca vpijejo nekaj svetlobe (5 % pri valovni dolžini 450 nm in pribl. 4 % pri valovni dolžini 495 nm)
5. Od vseh ostalih merjenih stekelc močno odstopa stekelce 1,5 blue violet blocker plus, saj močneje vpija modro svetlobo (10 % pri valovni dolžini 450 nm in pribl. 9 % pri valovni dolžini 495 nm), poleg tega se pojavi dodatni absorpcijski pas pri valovnih dolžinah med 500 nm in 650 nm (območje zeleno rumene svetlobe).

## 2.5. REZULTATI MERITEV PODJETJA ZEISS



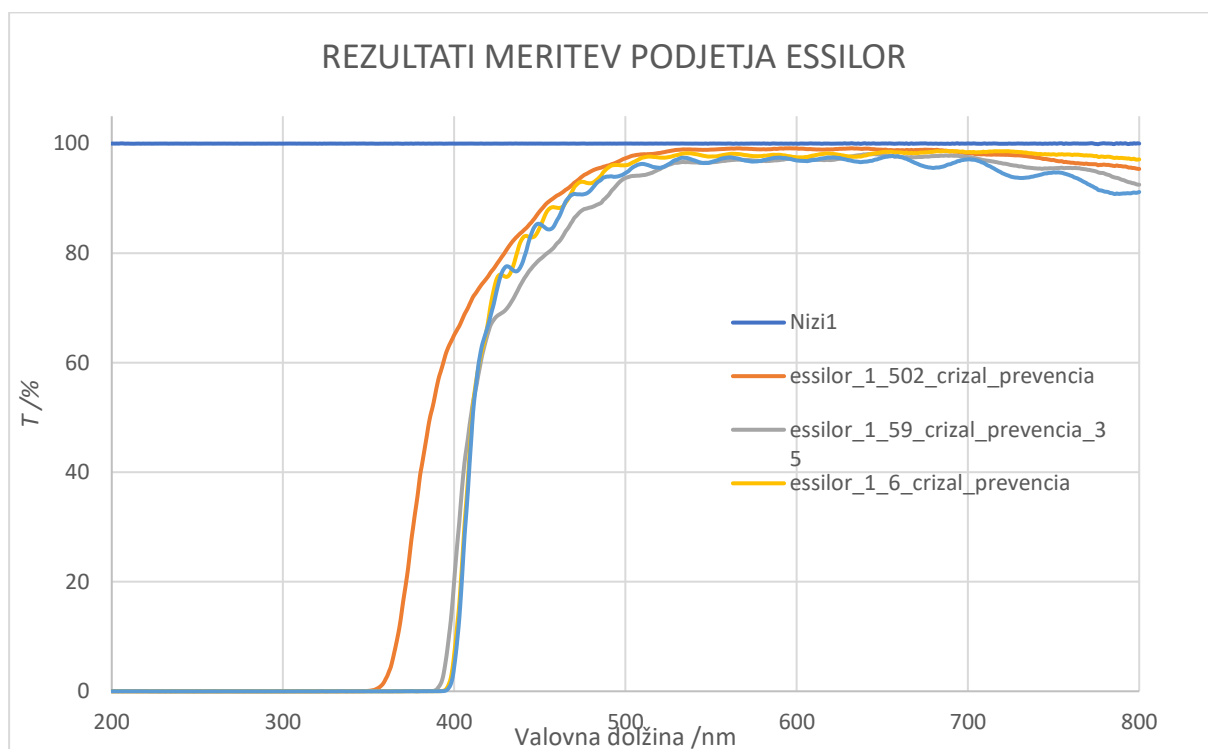
Slika 10: graf rezultatov meritev optičnega stekla podjetja ZEISS

Merjeni vzorci so dioptrijska stekla proizvajalca ZEISS, lomnih količnikov 1.5, 1.6 in 1.74 z nanešenim nanosom, ki omejuje prehod modre svetlobe.

Ugotovitev:

1. Stekla imajo podobno mejno valovno dolžino, pod katero ne prepuščajo svetlobe (412 nm)
2. Nanos na optičnem steklu omejuje prehod modre svetlobe v območju 455 in 470nm.
3. Vsi vzorci prepuščajo več kot kot 80% modre svetlobe Kljub temu je iz oblike spektra razvidno, da tudi v območju valovnih dolžin 450—495 nm stekelca vpijejo nekaj svetlobe (10—16 % pri valovni dolžini 450 nm in pribl. 2—5 % pri valovni dolžini 495 nm)
4. Uporabljena barvila pri višjih valovnih dolžinah vpijajo zelo malo svetlobe.

## 2.6. REZULTATI MERITEV PODJETJA ESSILOR



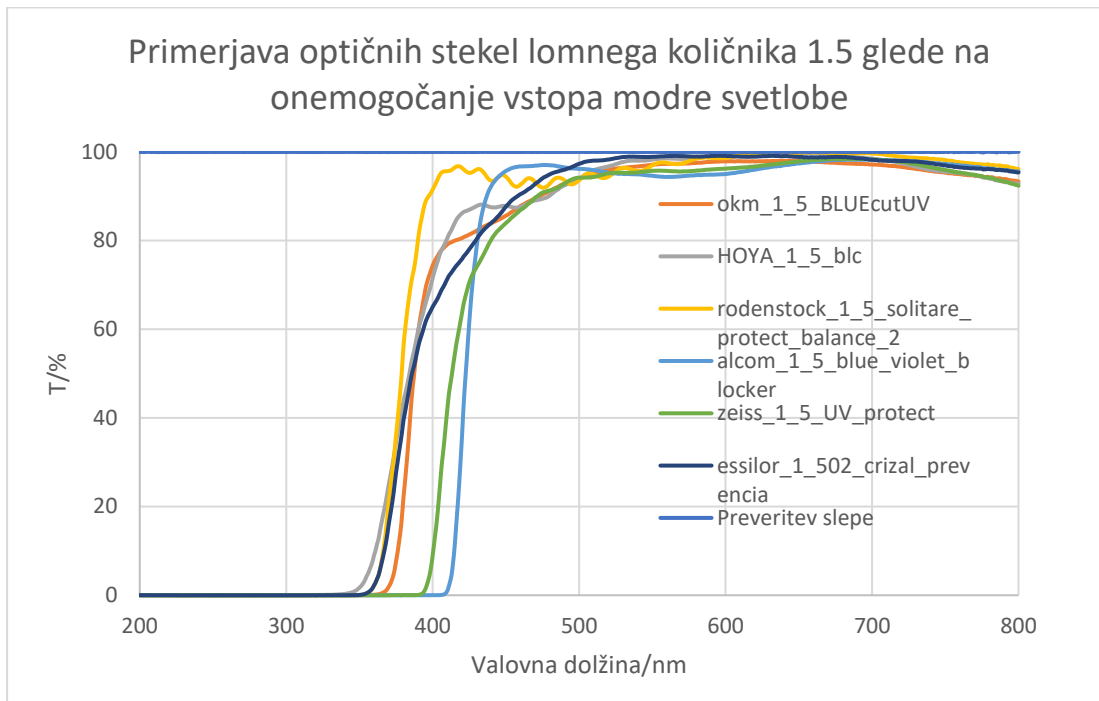
Slika 11: graf rezultatov meritev optičnega stekla ESSILOR

Merjeni vzorci so dioptrijska stekla proizvajalca ESSILOR, lomnih količnikov 1.502, 1.59 in 1.6 z nanešenim nanosom, ki omejuje prehod modre svetlobe.

Ugotovitev:

1. Stekla imajo različno mejno valovno dolžino, pod katero ne prepuščajo svetlobe. Najnižja je pri stekelcu 1,502 crizal prevencia (stekelce zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 386 nm, medtem ko stekelce 1,6 crizal prevencia zadrži 50 % svetlobe pri valovni dolžini 410 nm)
2. Videti je, da z naraščanjem lomnega količnika mejna valovna dolžina narašča-
3. Nanos na optičnem steklu omejuje prehod modre svetlobe v območju 455 in 470nm.
4. Vsi vzorci zmanjšujejo prehod modre svetlobe Iz oblike spektra razvidno, da tudi v območju valovnih dolžin 450—495 nm stekelca vpijejo nekaj svetlobe (15—21 % pri valovni dolžini 450 nm in pribl. 4—6 % pri valovni dolžini 495 nm)
5. Uporabljena barvila vpijajo zelo malo svetlobe pri valovnih dolžinah nad 500 nm.

## 2.7. PRIMERJAVA OPTIČNIH STEKEL



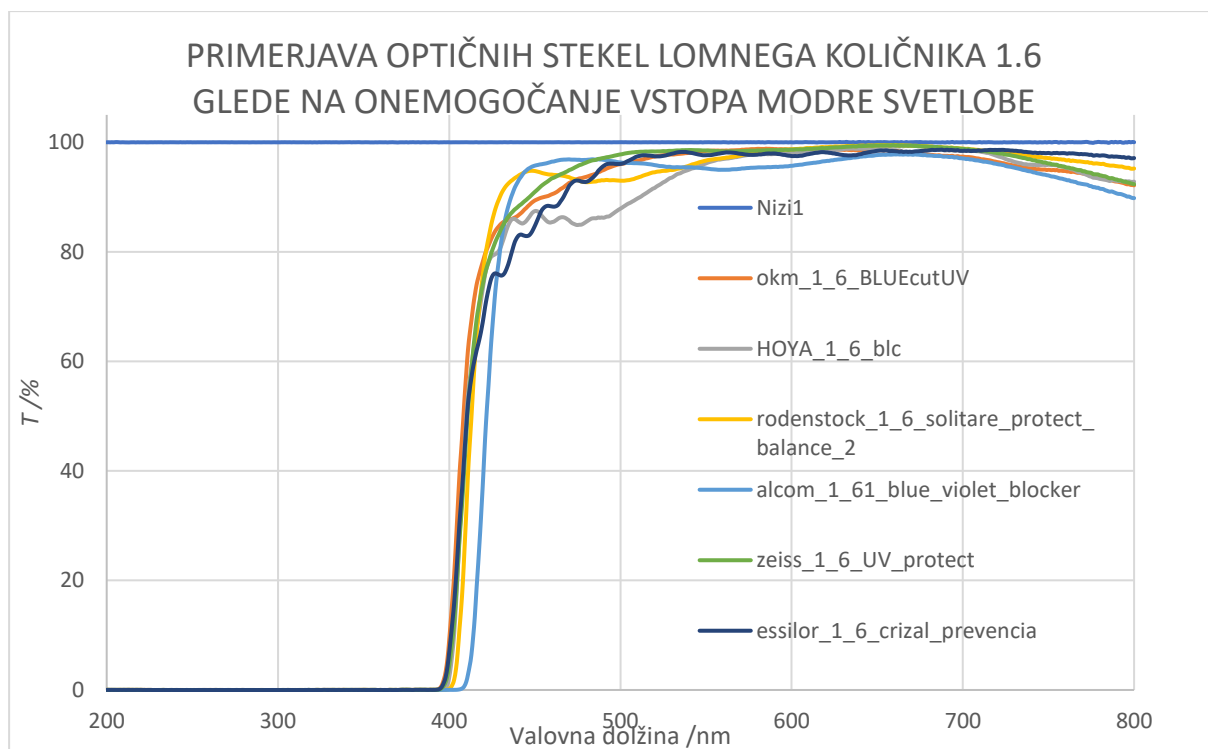
Slika 12: graf primerjave optičnih stekel lomnega količnika 1.5 (različnih proizvajalcev)

Ugotovitev: Na sliki 12 so prikazani spektri stekelc različnih proizvajalcev z enakim lomnim količnikom. Ker smo od vseh proizvajalcev prejeli stekelca z lomnim količnikom 1,5, je to seveda lomni količnik, ki smo ga izbrali za prikaz. Vidimo da so med njimi pomembne razlike pri mejni vrednosti valovne dolžine, pod katero ne prepuščajo svetlobe. Pri stekelcah proizvajalcev OKM, HOYA, Rodenstock in Essilor je ta meja podobna (pribl. 385 nm za 50 % prepuščene svetlobe). Pri proizvajalcu Zeiss je ta meja nekoliko višje (pribl 412 nm za 50 % prepuščene svetlobe), kar približno ustreza vrednosti, ki smo jo pri preostalih proizvajalcih opazili pri stekelcih z višjim valovnim količnikom. Najvišjo mejno vrednost valovnih dolžin ima stekelce proizvajalca alcom (422 nm za 50 % prepuščene svetlobe).

Opazne so tudi razlike v območju valovnih dolžin modre svetlobe (450 nm—495 nm) tu stekelca nekaterih proizvajalcev (Rodenstock, Alcom) vpijejo le nekaj odstotkov svetlobe, medtem ko stekelca preostalih proizvajalcev vpijajo bistveno več svetlobe. Pri večini proizvajalcev premazi na stekelcih vpijejo več svetlobe pri nižjih valovnih dolžinah, nato pa z naraščajočo valovno dolžino delež absorbirane modre svetlobe pada (prepuščena svetloba).

Trejte pomembno območje je območje višjih valovnih dolžin. Tu lahko opazimo, da večina stekelc nima izrazitih absorpcijskih pasov. Kakorkoli, pri stekelcu proizvajalca Alcom je mogoče opaziti tudi absorpcijo v tem delu spektra.

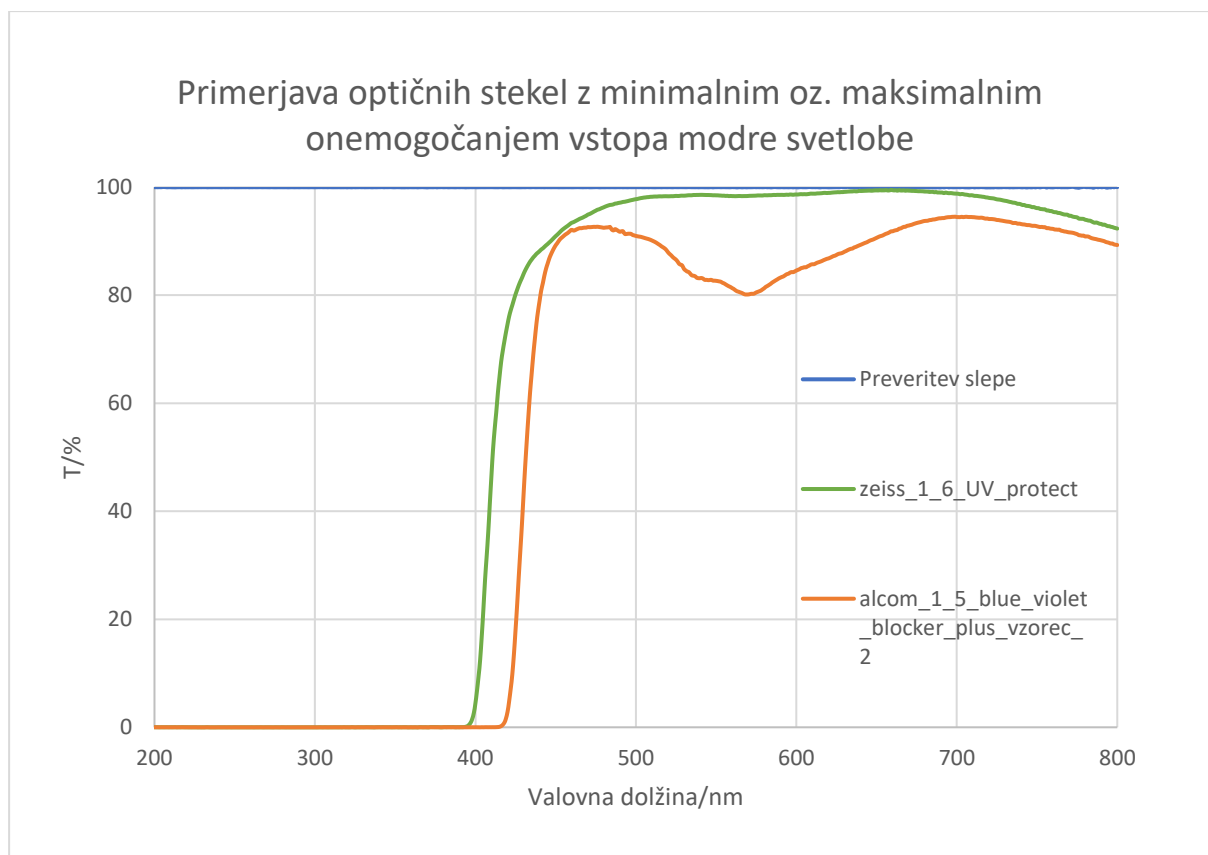
## 2.8. PRIMERJAVA OPTIČNIH STEKEL LOMNEGA KOLIČNIKA 1.6 RAZLIČNIH PROIZVAJALCEV



Slika 13: graf primerjave optičnih stekel lomnega količnika 1.6 (različnih proizvajalcev)

Ugotovitev: V območju modre svetlobe, najbolj onemogoča vstop modri svetlobi steklo proizvajalca Alcom 1.61 in to kar v 95%. Medtem ko najmanj onemogoča vstop svetlobi steklo proizvajalca Hoya 1.6 in to kar za 10% manj.

## 2.9. PRIMERJAVA OPTIČNIH STEKEL Z MINIMALNIM OZ. MAKSIMALNIM ONEMOGOČANJEM VSTOPA MODRE SVETLOBE

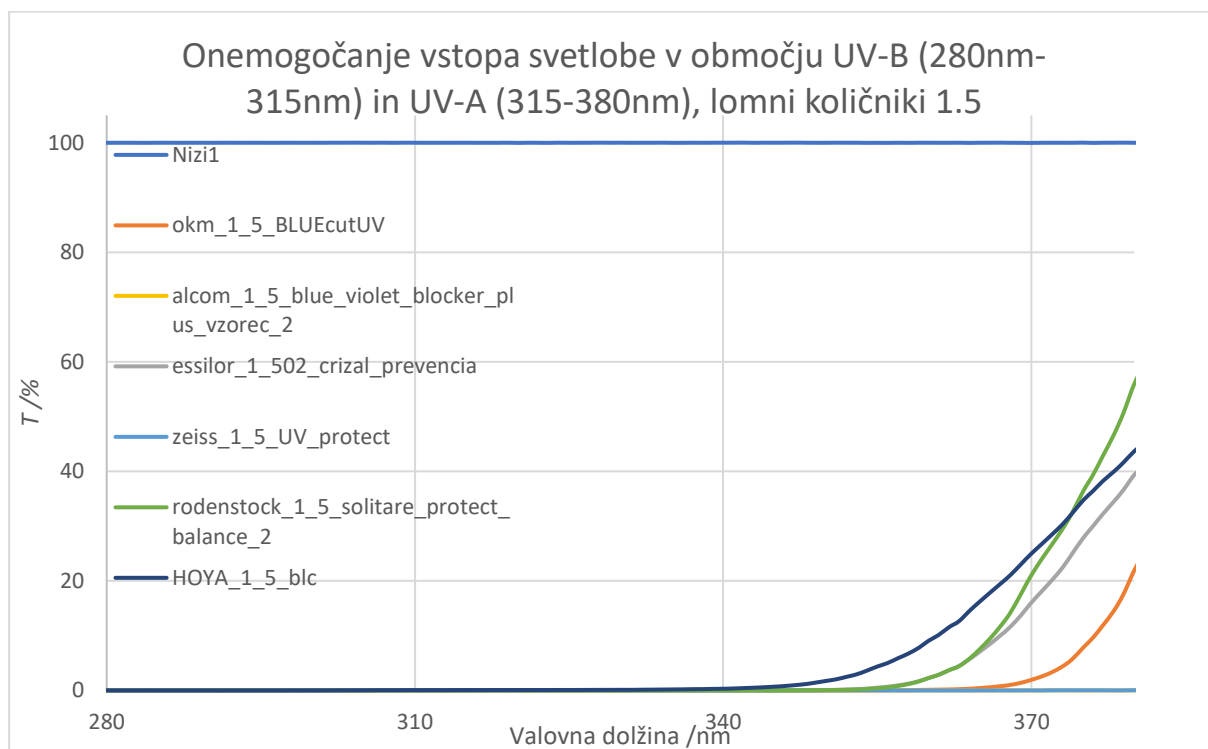


Slika 14: graf primerjave optičnih stekel z minimalnim in maksimalnim onemogočanjem vstopu modre svetlobe

Ugotovitev: Zanimivo je, da v primerjavi proizvajalcev, steklo proizvajalca Zeiss enakomerno onemogoča vstop skozi celotni barvni spekter. Ta v območju modrega spektra doseže tudi do 97% zaščito.



## 2.10. ONEMOGOČANJE VSTOPA SVETLOBE V VIJOLIČNEM OBMOČJU



Slika 15: graf onemogočanja vstopa vijolični svetlobi

Ugotovitev: Čeprav je pri zapisu tehničnih podatkov za posamezno korekcijsko steklo navedeno, da onemogoča vstop UV-A in UV-B svetlobi, se to pri meritvah ni dokazalo povsod.

Zaključne ugotovitve in predvidevanja:

- a) Pri nameščanju stekla v napravo je zelo pomembno, da bo projicirani svetlobni žarek usmerjen pravokotno na optični center stekla. Steklo smo namestili izven optičnega centra in ugotovili, da je bil rezultat meritve popačen oz. ni bil približek ostalim meritvam. Do tega je prišlo zaradi loma svetlobe na korekcijskem steklu. Ta problem bi se dalo rešiti z uporabo integracijske sfere, ki omogoča da senzor naprave, ujame vse odbite žarke.
- b) Ugotovili smo, da na meritev vpliva debelina stekla. Vstavili smo zbiralno in razpršilno steklo enakih lomnih količnikov ter primerjali rezultate. Prišlo je do odstopanj, saj je zbiralno steklo na sredini debelejša in je potrebna daljša pot svetlobe.
- c) Merjena stekla so bila različnih dioptrijskih vrednosti, kar lahko tudi vodi do minimalnih odstopanj pri meritvah.
- d) Predvidevamo, da bi bila meritev točnejša, če bi lahko zagotovili, da je svetlobni žarek vedno projiciran povsem pravokotno na ravno površino z nanosom.
- e) Predvidevamo, da ima projiciran svetlobni žarek skozi korekcijsko steklo nižje doptrijske vrednosti, krajšo pot.
- f) Vsa stekelca zadržijo praktično vso svetlobo nizkih valovnih dolžin. Mejna vrednost, pri kateri zadržijo 50 % svetlobe se spreminja od 385 nm do 430 nm, odvisno od proizvajalca in lomnega količnika stekelca.
- g) Vsa stekla vpijajo svetlobo v območju valovnih dolžin, ki ustreza modri svetlobi (to je 450—495 nm). Seveda se med proizvajalci pojavljajo razlike v količini prepuščene svetlobe.
- h) Pri višjih valovnih dolžinah stekelca večine proizvajalcev ne vpijajo znatnega deleža svetlobe. Tu je izjema Proizvajalec Alcom, katerega stekelca vpijejo nekaj svetlobe tudi pri valovnih dolžinah, ki ustrezajo zeleno-rumeni svetlobi.

## 5 IZSLEDKI ANKETIRANJA

### 5.1 PREDSTAVITEV ANKETNEGA VPRAŠALNIKA

Anketni vprašalnik z naslovom Uporaba filtra za modro svetlobo je bil izdelan in objavljen do 11. 3. 2021. Delili smo ga na socialnih omrežjih, kot so Viber, Facebook in Instagram, saj je bil v e-obliki in izdelan s pomočjo spletnega orodja 1ka. Vprašanja so bila predstavljena na petih straneh, bilo jih je le dvanajst, zato anketa ni bila predolga. Pričakovali smo, da bo vprašalnik rešila populacija stotih ljudi, različnih starosti in spola.

Anketirance smo najprej povprašali o spolu in starosti. Predvidevali smo, da bo v anketi sodelovalo več žensk, glede starosti pa predvsem mlajše generacije, ki so bolj vešče uporabe modernih naprav in jih verjetno tudi več uporabljajo. To posledično pomeni tudi večjo izpostavljenost modri svetlobi.

Q1

Spol:

Ženski

Moški

Q2

Starost:

0-25

26-40

41-60

61 in več

Slika 16: Anketni vprašanja 1 in 2

V nadaljevanju smo anketirance povprašali o tem, ali so uporabniki kateregakoli optičnega pripomočka za korekcijo vida. Ko so odgovorili na to vprašanje, nas je zanimalo tudi, zakaj uporabljajo očala oz. kontaktne leče.

Q3

Ste uporabnik očal ali kontaktnih leč?

Da

Ne

Q4

Zakaj uporabljate očala oz. kontaktne leče?

ker ne vidim na daleč

ker ne vidim na blizu

Drugo:

Slika 17: Anketni vprašanja 3 in 4

Raziskovalna naloga Zaščita vida pred modro svetlobo  
Šolski center Rogaška Slatina, šol. leto 2020/2021

Zanimalo nas je tudi, koliko časa dnevno anketiranci uporabljajo elektronske naprave. Čas sevanja modre svetlobe je namreč ključen pri nastanku nepravilnosti. Glede na trenutno epidemiološko situacijo in delo na daljavo nas je zanimalo tudi, kdaj preživijo več časa pred zasloni naprav.

Q5

Koliko časa dnevno uporabljate zaslone elektronskih naprav (telefon, računalnik, tablica...)?

- 3-4 ure
- 5-6 ur
- 7-8 ur
- 9-10 ur
- 11-12 ur
- Drugo:

Q6

Kdaj preživite več časa za zasloni elektronskih naprav?

- med tednom
- med vikendom

Slika 18: Anketni vprašanji 5 in 6

Z vprašanjema 7 in 8 smo želeli preveriti, katere posledice dolge izpostavljenosti modri svetlobi opažajo anketiranci. Pri 7. vprašanju so odgovori bili ponujeni vnaprej in so anketiranci samo izbirali med njimi, 8. vprašanje pa je bilo odprtega tipa, da so anketiranci dejansko lahko navedli to, kar opažajo pri sebi.

Q7

Označite posledice prekomernega izpostavljanja modri svetlobi

Možnih je več odgovorov

- draženje oči
- suhe oči
- utrujene oči
- glavobol
- nespečnost
- tveganje za srčne bolezni
- debelost
- diabetes

Q8

Katere težave zaradi izpostavljenosti modri svetlobi so prisotne pri vaših očeh?

Vpišite besedilo

Slika 19: Anketni vprašanji 7 in 8

Raziskovalna naloga Zaščita vida pred modro svetlobo  
Šolski center Rogaška Slatina, šol. leto 2020/2021

Z devetimi vprašanji smo preverjali, koliko so anketiranci ozaveščeni o tem, katera svetila oddajajo modro svetlobo. Pričakovali smo, da bodo ta svetila poznali, predvidevali pa smo, da za Sonce anketiranci večinoma ne bodo vedeli, da oddaja tudi modro svetlobo.

Q9

Označite glavne vire modre svetlobe

Možnih je več odgovorov

- sonce
- sodobne LED luči
- ekrani televizije
- zasloni pametnih telefonov
- zasloni tablic

Stran 5

Q10

Ste seznanjeni, da obstaja nanos na očalih, ki nevtralizira modro svetlobo?

- DA
- NE

Slika 20: Anketni vprašanji 9 in 10

Na koncu je sledilo le še vprašanje o tem, ali bi se odločili za doplačilo zaščitnega nanosa na optična stekla in koliko denarja bi bili pripravljeni za to odšteti. Predvidevali smo, da se bodo anketiranci o tem izrekli negativno, saj ljudje vplivov modre svetlobe še ne poznajo dovolj dobro, zato namaz še vedno velja za precej novo rešitev.

Q11

Bi se odločili za nakup nanosa na očalnih steklih, ki ščiti vaše oči pred škodljivimi učinki modre svetlobe?

- DA
- NE

Q12

Koliko bi bili pripravljeni odšteti za nanos, ki zmanjšuje utrujenost oči, sindrom suhega očesa in nespečnost?

- 12-20 EUR
- 21-40 EUR
- 41-60 EUR
- 61-80 EUR

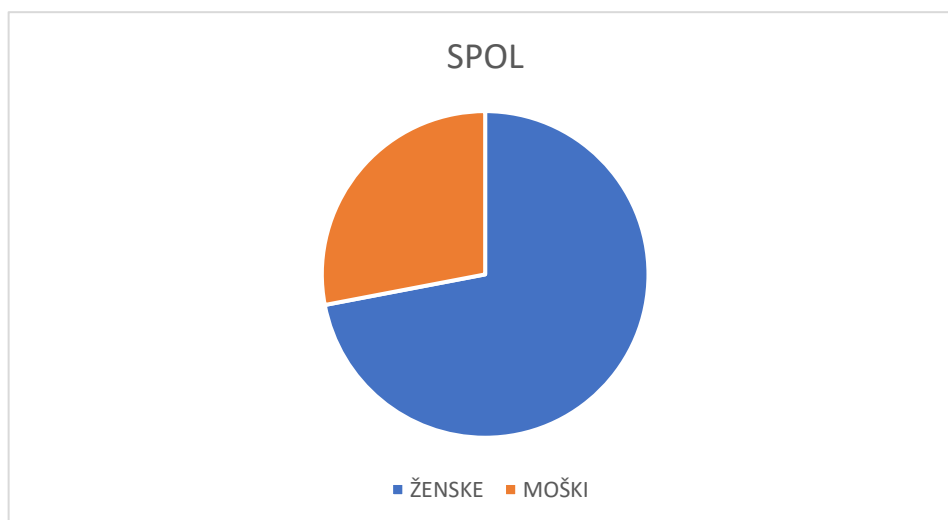
Slika 21: Anketni vprašanji 11 in 12

## 5.2. ANALIZA ANKETNEGA VPRAŠALNIKA

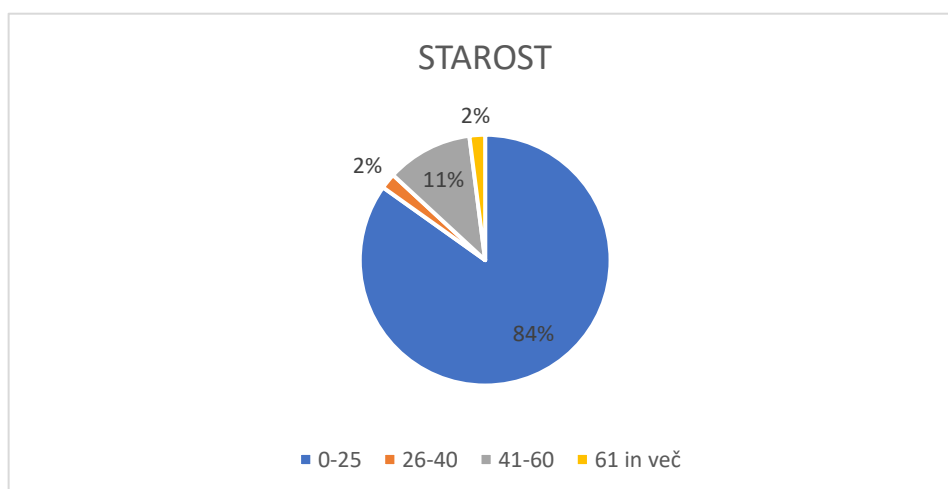
Anketiranci so na vprašanja iz anketnega vprašalnika odgovarjali od 11. do 31. 3. 2021. Vprašalnik smo nato zaklenili in do njega več ni bilo mogoče dostopati. Rešilo ga je 161 oseb, največ z neposrednim klikom na povezavo in preko socialnega omrežja Instagram. Naša pričakovanja so bila presežena in na tem mestu, bi se želela še enkrat zahvaliti vsem sodelujočim.

Na podlagi odgovorov smo ugotovili:

1. Da je v anketi sodelovalo kar 116 žensk in 35 moških (77 % žensk in 23 % moških). Največja populacija sodelujočih je bila stara med 0 in 25 let, nekaj malega tudi iz ostalih starostnih skupin. Takšne rezultate smo najverjetneje pridobili, ker smo anketni vprašalnik objavili na družbenih omrežjih, ki jih večinoma uporabljajo prav predstavniki te starostne skupine. Z zadovoljstvom ugotavljamo, da je raziskovalni vzorec prav tak, kot smo ga želeli, saj je naš namen bil preveriti ozaveščenost mlajše populacije, ki največ časa preživi ob zaslonih in pred njimi in je v največji meri izpostavljena modri svetlobi.

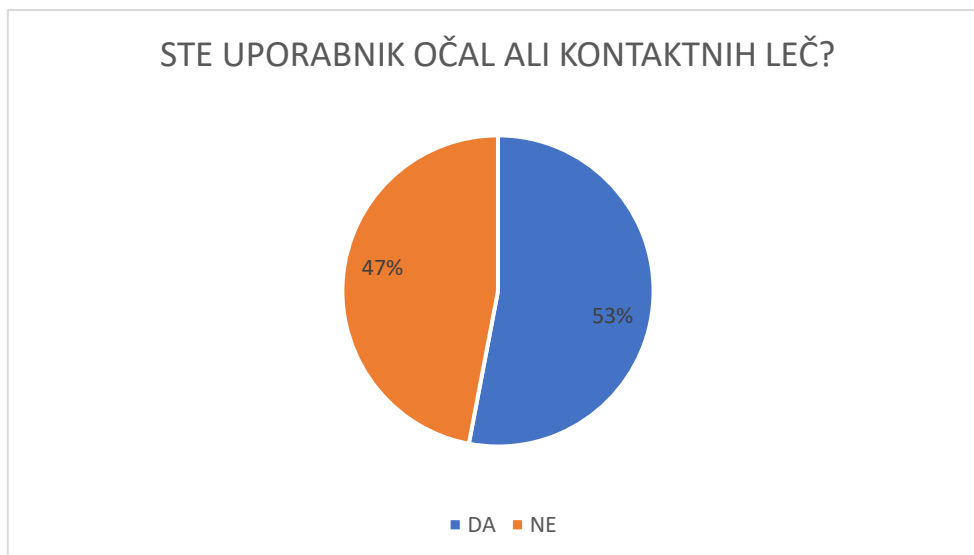


Slika 22: Anketni odgovori o spolu

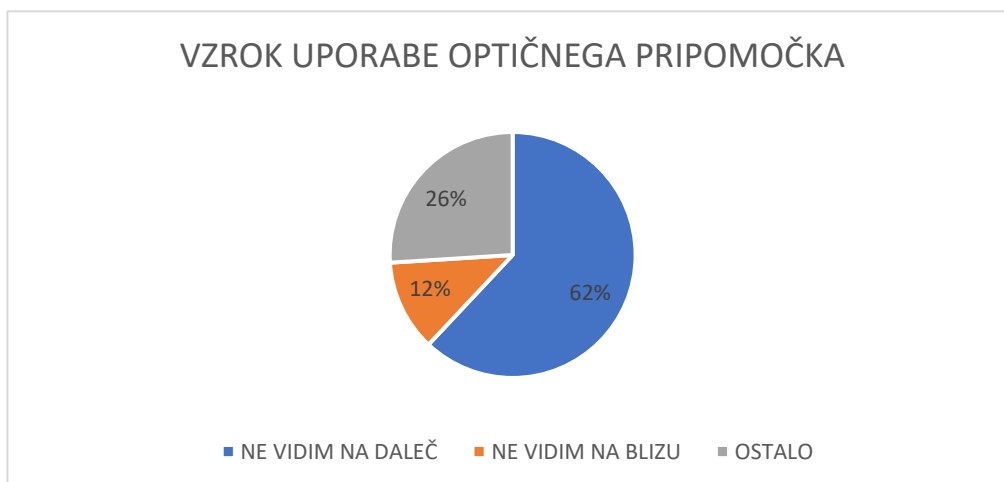


Slika 23: Anketni odgovori o starosti

2. Kar 83 oz. 53% anketirancev uporablja enega od optičnih pripomočkov. Še vedno pa je zelo veliko populacije brez njih, upamo, da vseeno skrbijo za svoje oči in opazujejo morebitne spremembe. Kar 62 % jih ne vidi dobro na daleč, saj je bilo 84 % populacije zelo mladih in se še ne srečujejo s pojavom starostne slabovidnosti. Ostali uporabljajo pripomoček zaradi tega, ker ne vidijo na blizu ali za preprečevanje vstopu modre svetlobe.

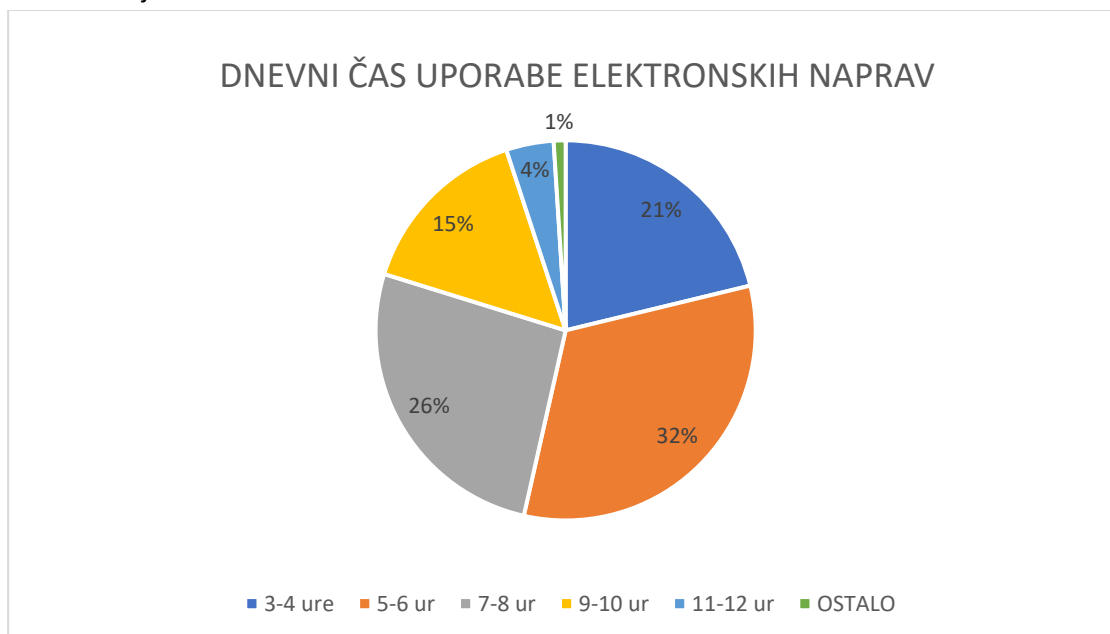


Slika 24: Anketni odgovori o uporabnosti optičnih pripomočkov

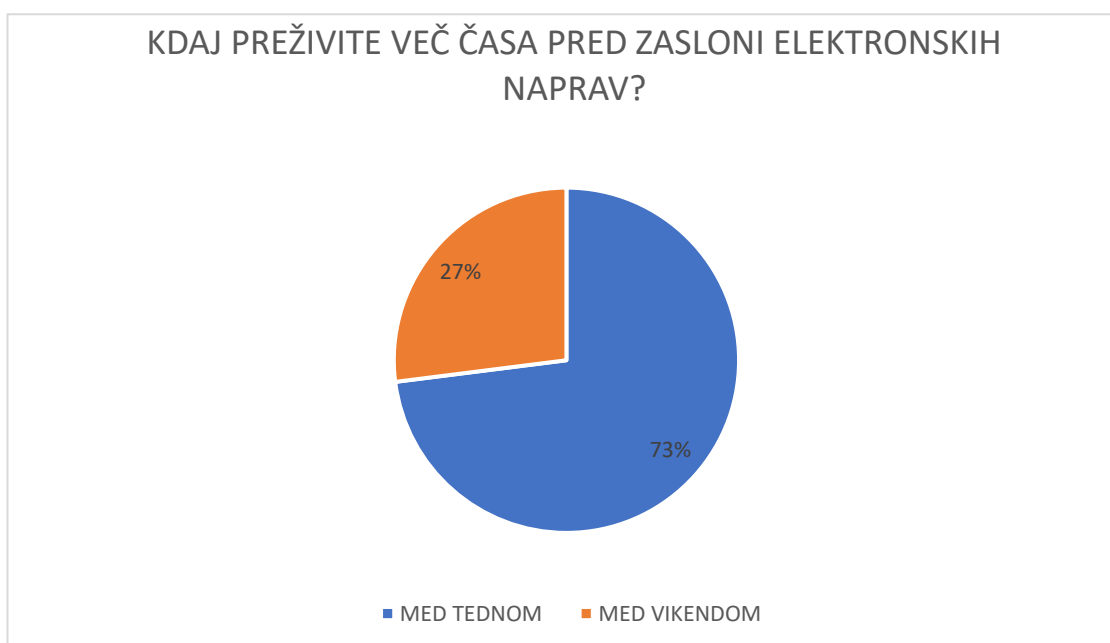


Slika 25: Anketni odgovori o vzroku uporabe optičnih pripomočkov

3. Peto vprašanje sprašuje o času uporabe vseh naprav, ki oddajajo modro svetlobo. V trenutni situaciji je namreč uporaba le-teh vse bolj pogosta. Zavedati se moramo, da nam te jemljejo tudi veliko našega prostega časa. Kar 32% ljudi je označilo, da jim te naprave krajšajo čas, tudi do 6 ur dnevno. 26% jih uporablja tretjino dneva. Pohvalnih 21% pa samo 3-4 ure. Anketiranci so še v 73% dodali, da je njihov čas uporabe bisveno daljši med tednom. Iz svojih izkušenj sklepam, da je to vzrok šolanja oz. dela od doma.



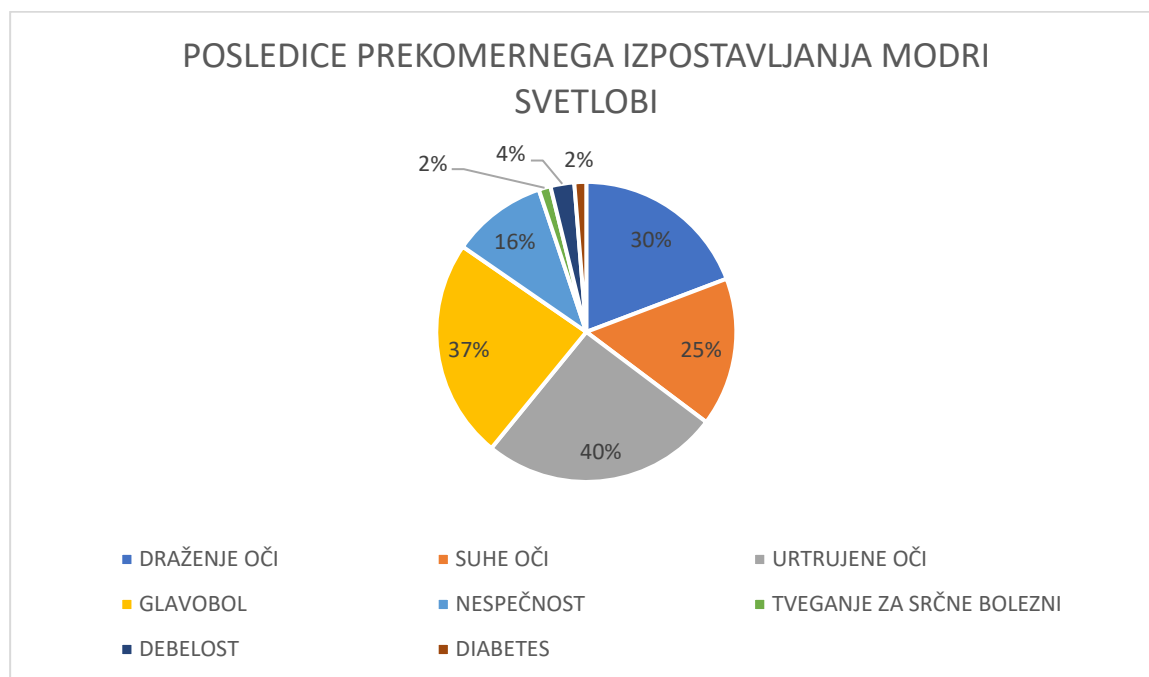
Slika 27: Anketni odgovori o preživljanju časa pred zasloni raznovrstnih naprav



Slika 26: anketni odgovori o tedenskem preživljanju časa pred zasloni



4. Za zanimivost smo anketirance povprašali o prepoznavanju posledic, prekomerne izpostavljenosti modri svetlobi. Ti so jih prepoznali, saj so v 40% odgovorili, da so to utrujene oči, v 37% glavobol, v 30% razdražene oči, v 25% suhe oči in v 16% nespečnost. Nekateri so za posledice označili tudi debelost, diabetes in tveganje za srčne bolezni, kar ni neposreden vzrok, je pa posledica le-teh. Pri osmem vprašanju pa so morali samostojno navesti težave, ki jih opažajo pri sebi, ampak se ti odgovori, v večini niso razlikovali od tistih pri prejšnjem vprašanju.



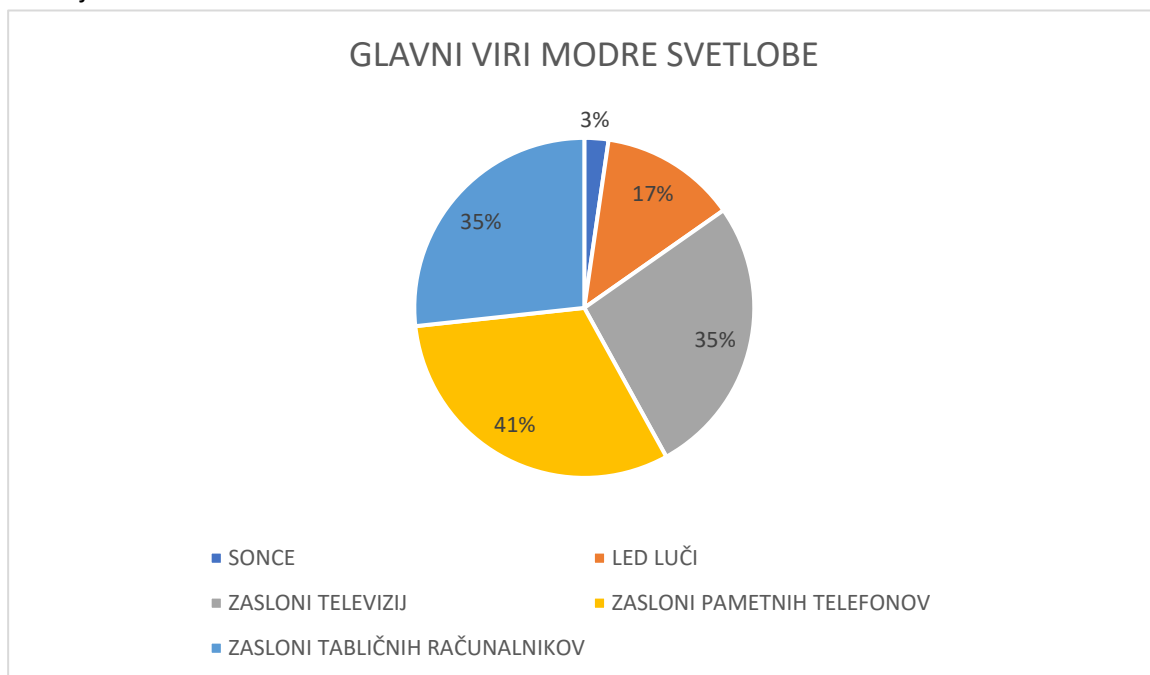
Slika 28: Anketni odgovori o posledicah prekomernega izpostavljanja modri svetlobi

POSLEDICE	ŠTEVILO ODGOVOROV
UTRUJENE OČI	27
RAZDRAŽENE OČI	12
BOLEČE OČI	7
GLAVOBOL	33
SUHE OČI	24
UTRUJENOST	11
PEKOČ OBČUTEK V OČEH	3
OSTRINA VIDA	1
NESPEČNOST	4
RDEČE OČI	1

Tabela 1: Anketni odgovori posledic opaženih pri anketirancih

5. Pri glavnih virih modre svetlobe so anketiranci skoraj v celoti vedeli, da so to zaslone vseh televizij, telefonov in tabličnih računalnikov. Le malo je takih, ki so označili, da se ta vrsta žarkov pojavlja

tudi pri sodobnih LED lučeh in nasploh tudi v Sončevi svetlobi. Verjetno Sonce povezujejo le z UV-svetlobo. Glede ozaveščenosti z nanosom proti modri svetlobi, pa so potrdili, da so v 80% z njim že oznanjeni.



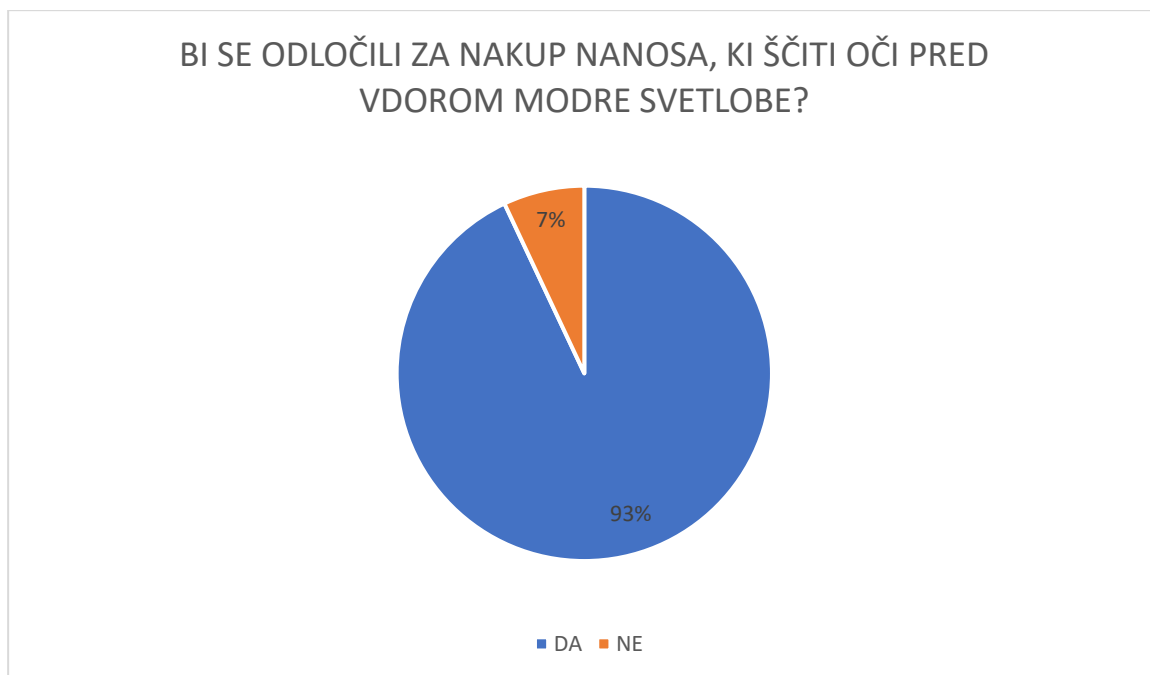
Slika 29: anketni odgovori o virih modre svetlobe



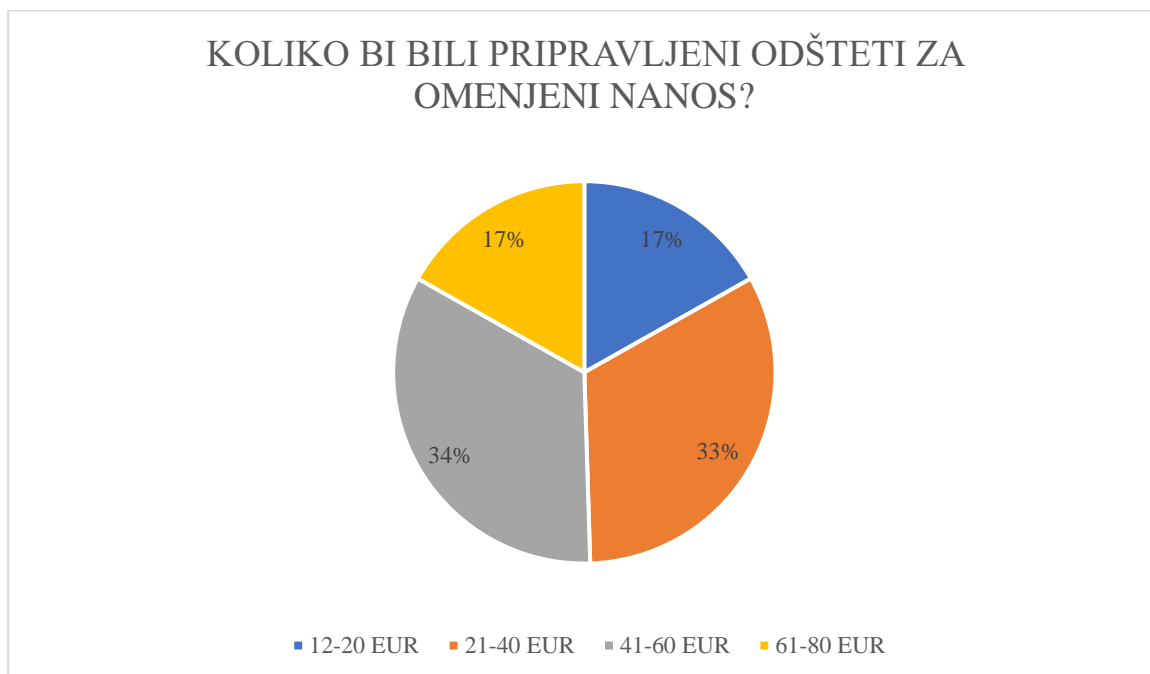
Slika 30: anketni odgovori o seznanitvi z nanosom na očalnih steklih

6. Kar 93% naših anketirancev bi bilo pripravljeno kupiti stekla z zaščitnim nanosom, zato lahko sklepamo, da se zavedajo negativnih posledic modre svetlobe. To je še posebej razveseljujoč

podatek, saj to pomeni, da so pripravljeni poskrbeti za svoje oči, čeprav gre pretežno za zelo mlade ljudi. Ker v večini ne vedo, kolikšna je cena takšnega nanosa, so pripravljeni za njega odšteti tudi večje količine denarja.



Slika 31: anketni odgovori o nakupu nanosa



Slika 32: anketni odgovori o ceni nanosa

## 6 ZAKLJUČEK IN SKLEPI

Mislim, da smo dosegli cilj naše raziskovalne naloge s tem, ko smo potrdili ustreznost nanosa za onemogočanje modre svetlobe. Ugotovili smo, da je ponudba stekel na slovenskem tržišču ustrezna. Naučili smo se, da je izpostavljenost modri svetlobi vse večji problem in smo opazili, da se ljudje zavedajo le-tega ter razmišljajo o ustrezni zaščiti. Naučili smo se, kako postaviti hipoteze in veliko novega- na področju optike, fizike in kemije, kar nam bo zagotovo koristilo pri študiju.

### 2.10.1. HIPOTEZA 1

Nanos na optičnem steklu omejuje prehod modre svetlobe v območju med 455 in 470nm. Hipoteza je v celoti potrjena, kar so dokazali rezultati meritev.

### 2.10.2. HIPOTEZA 2

Območje, ki omejuje prehod modre svetlobe na optičnem steklu ni odvisno od materiala optičnega stekla, ampak samo od nanosa. Hipotezo ovržemo, saj se je pri meritvah izkazalo, da je material pomemben dejavnik.

### 2.10.3. HIPOTEZA 3

Vsi vzorci optičnega stekla bodo onemogočili prehod modre svetlobe več kot 80%. Hipoteza je v celoti potrjena, kar se je potrdilo pri analizi merjenja in kar je prikazano na grafih (slika 6-14).

### 2.10.4. HIPOTEZA 4

Ljudje poznajo vpliv modre svetlobe na zdravje. Hipoteza je potrjena, saj ljudje poznajo vplive modre svetlobe. Najbolj pogosti so utrujene oči, glavoboli ter suhe in razdražene oči.

### 2.10.5. HIPOTEZA 5

Ljudje so dnevno izpostavljeni zaslonom, ki oddajajo umetno svetlobo med 5 do 6 ur dnevno. Hipoteza je delno potrjena, saj je 34% anketirancev odgovorilo, da so dnevno izpostavljeni v tolikšni meri. Nekaj manj odstotkov je izbralo ostale ponujene možnosti, kot so 7-8 ur, 9-10 in 2-4 ure.

### 2.10.6. HIPOTEZA 6

Uporabniki očal so pripravljene za nanos, ki omejuje prehod modre svetlobe odšteti do 20€ za posamezno steklo. To hipotezo ovržemo, saj so naši anketiranci v večini pripravljene za nanos odšteti med 21-40 evrov oz. med 41-60 evrov. Tudi mala večina je pripravljena plačati več kot 60 ali manj kot 20.

## 7 SEZNAM LITERATURE IN VIROV

- Jasna Dolenc Koce, Polona Zalar, Gregor Belušić, Miloš Vittori, Martina Turk, Biologija 2., O zgradbi in delovanju organizmov, Učbenik za biologijo v 2. letniku gimnazij in srednjih šol, Mladinska knjiga, 05. jul. 2018
- <https://www.abczdravja.si/zdravo-bivanje/svetloba-viri-svetlobe-in-zdravje/>
- <http://zdravinasveti.si/modra-svetloba-skoduje-ocem/>
- <https://eucbeniki.sio.si/nar7/1217/index.html>
- <https://si.openprof.com/wb/svetloba?ch=3039>
- <https://xn--intrukcije-19b.net/wp-content/uploads/2012/01/Svetila.pdf>
- <https://www.mojoptik.si/stekla-za-ocala/modra-svetloba-in-ocalna-stekla/>
- <https://dioptrijski.si/lifestyle/modra-svetloba-ali-skoduje-nasim-ocem/>
- <https://onaplus.delo.si/modra-svetloba-moti-biološko-uro>
- [http://lrf.fe.uni-lj.si/otv\\_do\\_razsvetljava/dor%20svetloba%20in%20barve.pdf](http://lrf.fe.uni-lj.si/otv_do_razsvetljava/dor%20svetloba%20in%20barve.pdf)
- <https://eucbeniki.sio.si/lum9/2404/index.html>
- [http://lrf.fe.uni-lj.si/e\\_sv\\_tehnika/SI/i\\_VplivSvetlobe.pdf](http://lrf.fe.uni-lj.si/e_sv_tehnika/SI/i_VplivSvetlobe.pdf)