



Osnovna šola Hudinja, Celje

Propustnost sončnih očal za svetlobo v vidnem in ultravijoličnem območju

raziskovalna naloga s področja fizike

avtorici:

Ajda Čurman, Ana Krošl

mentor:

Boštjan Štih

lektorica:

Mateja Hrastnik

Celje, marec 2022



Osnovna šola Hudinja, Celje

Propustnost sončnih očal za svetlobo v vidnem in ultravijoličnem območju

raziskovalna naloga s področja fizike

avtorici:

Ajda Čurman, Ana Krošl

mentor:

Boštjan Štih

lektorica:

Mateja Hrastnik

Celje, marec 2022

Vsebina

1	Uvod.....	5
1.1	Teoretske osnove	5
1.1.1	Elektromagnetno valovanje	5
1.1.2	Svetloba.....	5
1.1.3	Ultravijolično sevanje	6
1.1.4	Teorija valovanja	7
1.1.5	Višinski kot sonca.....	8
1.1.6	Nekaj dejstev o sončnih očalih	9
1.2	Opis raziskovalnega problema.....	10
1.3	Hipoteze	10
1.4	Raziskovalne metode	11
1.4.1	Delo z viri.....	11
1.4.2	Merjenje intenzitete prepuščene UVB-svetlobe	11
1.4.3	Ugotavljanje poti prehajanja UVB-svetlobe v senzor mimo leč.....	15
1.4.4	Meritve transmitance različnih valovnih dolžin	15
1.4.5	Priprava pisnega poročila	16
2	Osrednji del.....	17
2.1	Predstavitev raziskovalnih rezultatov	17
2.1.1	Prehajanje UVA in UVB-svetlobe skozi leče očal.....	17
2.1.2	Prehajanje UVB-svetlobe mimo leč sončnih očal	18
2.1.3	Transmitanca valovnih dolžin vidne svetlobe	22
2.2	Diskusija.....	23
3	Zaključek	25
4	Viri	26

Kazalo slik

Slika 1: Spekter sončne svetlobe	6
Slika 2: Spekter vidne svetlobe	6
Slika 3: Neobdelan model človeške glave iz polistirena.....	11
Slika 4: Pobarvan model človeške glave na vrtljivem podstavku in z nameščenim UVB-senzorjem.....	12
Slika 5: Merjenje UVB-obsevanosti na senzorju pri različnih vodoravnih vpadnih kotih središčnega žarka.....	12
Slika 6: Merjenje UVB-obsevanosti na senzorju pri različnih vpadnih navpičnih kotih središčnega žarka (na sliki 30°)	13
Slika 7: Merjenje slepe probe	13
Slika 8: Oštevilčeni vzorci očal, ki sva jih testirali	14
Slika 9: Uporaba laserja za ugotavljanje prehoda svetlobe do senzorja mimo očal.....	15
Slika 10: Nameščanje sončnih očal v spektrofotometer	16
Slika 11: Merjenje transmittance različnih valovnih dolžin z UV-VIS spektrofotometrom.....	16
Slika 12: Mesto prehajanja svetlobe v senzor mimo leč.....	21
Slika 13: Koti prehajanja svetlobe v senzor mimo leč	21

Kazalo grafikonov

Grafikon 1: Delež prepuščene svetlobe pri valovnih dolžinah med 300 in 400 nm	17
Grafikon 2: Delež prepuščene UVB-svetlobe, ko je žarnica usmerjena proti senzorju pod kotom 0°	18
Grafikon 3: Delež prepuščene UVB-svetlobe, ko je žarnica usmerjena proti senzorju pod kotom 30°	19
Grafikon 4: Delež prepuščene UVB-svetlobe, ko je žarnica usmerjena proti senzorju pod kotom 60°	20
Grafikon 5: Rezultati merjenja transmittance v vidnem območju.....	22

Zahvala

Za pomoč pri raziskovalni nalogi se zahvaljujema najinemu mentorju, ki nama je bil vedno na razpolago za razlago nejasnosti in tako v veliko pomoč pri razvijanju najinih idej.

Prav tako bi se radi zahvalili najini lektorici, gospe Mateji Hrastnik, ki je najino raziskovalno nalogo jezikovno pregledala.

Povzetek

Raziskovali sva propustnost sončnih očal za svetlobo različnih valovnih dolžin v vidnem in ultravijoličnem spektru. Pri tem sva testirali 12 vzorcev sončnih očal. Ugotovili sva, da nobena očala niso prepuščala UVB-svetlobe, UVA-svetlobo pa so prepuščali trije primeri očal. Nekaj očal je zaradi svoje oblike dopuščalo tudi prehod UVB-svetlobe mimo leče. Večina očal je v vidnem delu bolj prepuščala svetlobo daljših valovnih dolžin (več kot 650 nm).

Podatke sva pridobivali z merjenjem transmitance s spektrofotometrom, za ugotavljanje prehoda UVB-svetlobe mimo leče pa sva uporabljali UVB-žarnico in UVB-senzor, ki sva ga namestili v model človeške glave, le-tega pa na vrtljiv podstavek.

Ključne besede: sončna očala, sončna svetloba, valovna dolžina

1 Uvod

1.1 Teoretske osnove

1.1.1 Elektromagnetno valovanje

Elektromagnetno valovanje je nihanje električnega in magnetnega polja. Razen v tistem delu, ki ga zaznamo kot svetlobo, je elektromagnetno valovanje nevidno.

Razlikujemo različne vrste elektromagnetnega valovanja, od rentgenskih žarkov do radijskih valov. Elektromagnetna valovanja lahko razdelimo v elektromagnetni spekter, ki se začne pri visokofrekvenčnih valovih z majhno valovno dolžino in konča pri nizkofrekvenčnih z veliko valovno dolžino. Vsa valovanja se razširjajo s svetlobno hitrostjo, ki za zrak ali prazen prostor znaša 300000 km na sekundo.

1.1.2 Svetloba

Tudi svetloba je del elektromagnetnega spektra. Frekvenca svetlobe je okrog 300 THz ($300 \cdot 10^{12}$ Hz). Svetloba je v elektromagnetnem spektru med radijskimi valovi in sevanjem žarkov X.

Svetloba je eden od naravnih načinov prenosa energije iz enega mesta na drugega. Potuje v obliki valov. Valov ne vidimo, njihovo energijo pa lahko čutimo v obliki toplote, na primer, ko se poleti sončimo. Svetloba ima pravzaprav dvojni značaj. To pomeni, da jo lahko opišemo kot valovanje ali kot gibanje energijskih delcev.

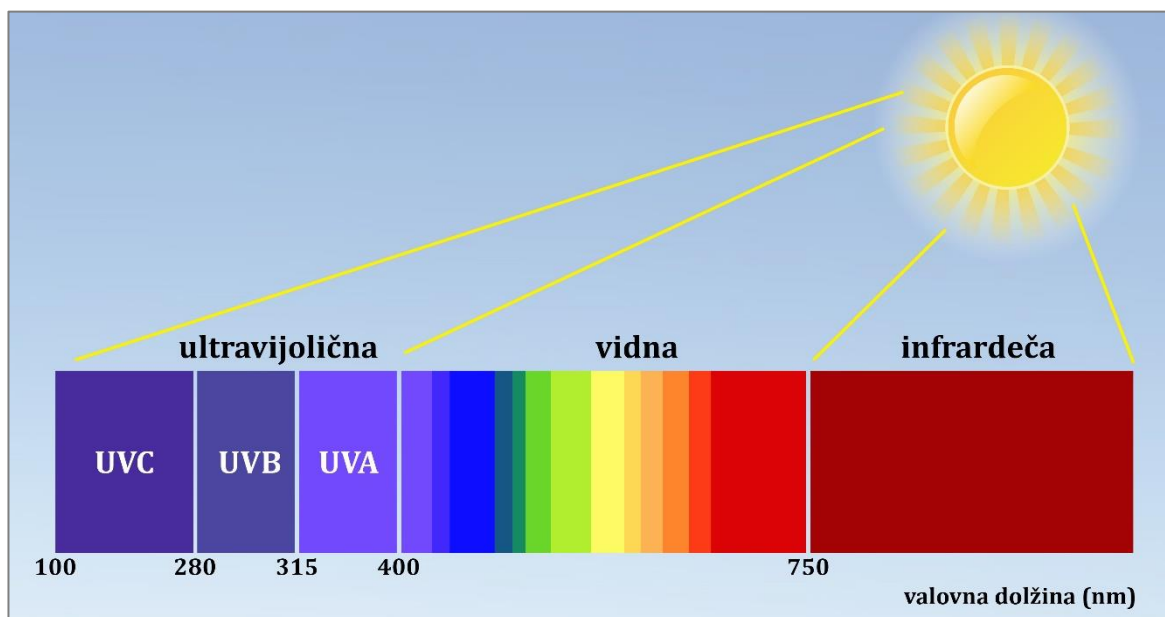
V praznem prostoru se svetloba giblje s hitrostjo 300000 kilometrov na sekundo, kar pomeni, da lahko v eni sekundi osemkrat obkroži Zemljo. V Zemljini atmosferi se svetloba giblje malo počasneje, vendar je razlika zanemarljiva.

Svetlobo delimo na ultravijolično, vidno in infrardečo. Vidno svetlobo sestavljajo tri osnovne barve: rdeča, zelena in modra ter njihovi komplementi: oranžna, rumena in vijolična barva. Vsaka barva pomeni določeno valovno dolžino oziroma frekvenco. Barve krajših valovnih dolžin (višjih frekvenc), kot na primer vijolična in modra, imajo več energije kakor barve daljših valovnih dolžin, na primer rdeča.

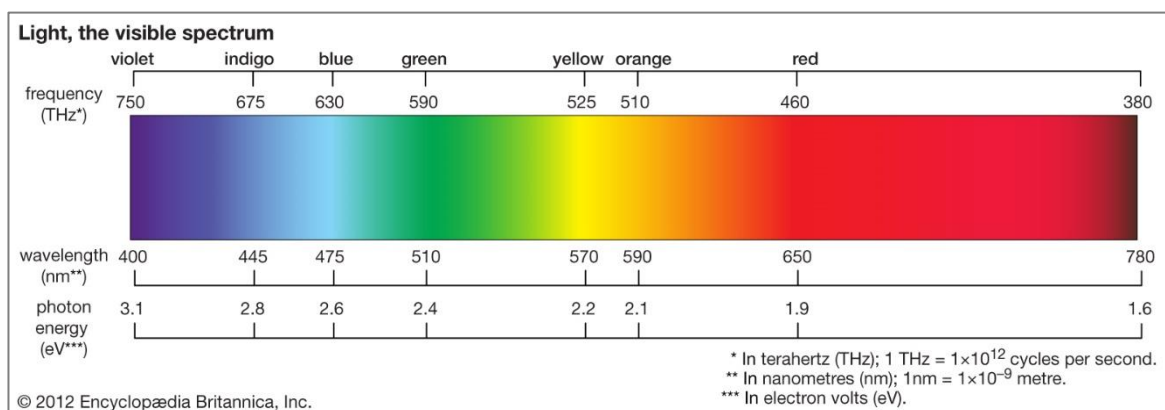
Sevanje infrardeče svetlobe ima valovno dolžino večjo od 1 mikrometra in manjšo od 800 mikrometrov. Sevanje ultravijolične svetlobe ima valovno dolžino krajšo od 0,4 mikrometra. Sevanje vidne svetlobe je med 0,4 in 0,8 mikrometri. V moči sončne svetlobe je delež prispevkov naslednji: vidna 44 odstotkov, infrardeča 49 odstotkov in ultravijolična svetloba 7 odstotkov.

Vir svetlobe je lahko Sonce ali druga zvezda (naravni vir) ali pa različne oblike segrelih teles (umetni viri, kot na primer žarnice). (Budin, et al., 2004)³

³ Budin, J. in drugi, 2004. Elektromagnetna sevanja. Ljubljana: Inštitut za telekomunikacije.



Slika 1: Spekter sončne svetlobe
 (prevedeno iz <https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/540ea079e4b0ca60699c08bf/1573619536456-HSGCWQ4IIS510GR6JTTN/Light+Spectrum.jpg>, poskus dostopa 1. 3. 2022)



Slika 2: Spekter vidne svetlobe
 (povzeto po <https://inteng-storage.s3.amazonaws.com/img/iea/nW0VK9rNGo/the-visible-spectrum.jpg>, poskus dostopa 1. 3. 2022)

1.1.3 Ultravijolično sevanje

Ultravijolična svetloba ima večjo frekvenco in krajšo valovno dolžino kakor vidna svetloba ter manjšo frekvenco in večjo valovno dolžino kakor rentgenski žarki.

Fotobiologija raziskuje interakcijo med neionizirajočim sevanjem elektromagnetnega spektra in biološkimi sistemi. Neionizirajoča sevanja so ultravijolična in vidna svetloba ter bližnja področja infrardečega spektruma. Človek po izpostavljanju UV-sevanju porjavi.

UVA je v področju 315 do 400 nm z najmanj energije UV-sevanja. UVA deluje tako, da melanin v koži oksidira in daje kozmetično porjavelost, redkeje nastane eritem.

UVB-je v področju 280 do 315 nm. Povzroča sončne opekline na koži, nujen je za tvorjenje vitamina D v koži in spodbuja nastajanje melanina. UVB-valovne dolžine 305 nm ima tisočkrat večjo moč povzročati eritem kakor pa UVA-sevanje.

UVC zavzema področje med 100 do 280 nm in ga imenujejo germicidnega, ker dokazano uničuje enocelične organizme. Sončno sevanje UVC se skoraj v celoti vsrka v ozračju, kar je srečna okoliščina. Že majhne količine UVC hudo poškodujejo oči in povzročajo hude opekline. UVC najdemo pri delovanju varilnih naprav. »Varilčevo oko« povzroča UVC svetloba.

Sedaj že imamo instrumente za meritve spektralnega sevanja in kontrolne instrumente za kalibriranje meritev UV-sevanja. Novi spektrometri so namenjeni za delo na terenu in v laboratorijih.

Koliko UV-sevanja pride do tal, je odvisno od dolžine poti sončnih žarkov skozi ozračje. Le-ta je odvisna od geografske širine, letnega časa, nadmorske višine in ure v dnevu. UV-sončni žarki dobro prodirajo v vodo, zato nas sonce lahko opeče tudi v vodi. Na moč UV-žarkov pri tleh vplivata oblačnost in debelina ozonskega plašča.

Nekaj pomembnih dejstev:

- Samo UVA in UVB-sevanja dosežejo površino Zemlje. Ozonska plast absorbira vse UVC-sevanje.
- Ozon absorbira večino UVB-sevanja, zlasti bolj energijske fotone (z valovnimi dolžinami, daljšimi kakor 300 nm).
- Ozon prav malo vpliva na količino UVA-sevanja, ki doseže površino Zemlje.

1.1.4 Teorija valovanja

Nanometer (nm) je najbolj primerna enota za valovno dolžino elektromagnetnega valovanja. Sevanja, krajša kakor 10 nm (npr. gama ali rentgenski žarki), molekule ionizirajo (izbijajo elektrone) in s tem povzročajo pozitivno ali negativno nabite ione. Imenujejo jih ionizirajoča sevanja. UV-sevanje molekule absorbirajo in je zato neionizirajoče sevanje.

Sončna svetloba je torej poglavitni izvor UV-sevanja. Izvori UV-sevanj, ki jih je izdelal človek, so npr. varilne naprave in živosrebrne svetilke.

UV-sevanje lahko izvira iz neposredne sončne svetlobe ali posredno:

- jakost sevanja se poveča, kadar se odbija od snega ali betona;
- rahli oblaki sončne svetlobe običajno ne zaustavijo;
- voda odbija le majhne količine UV-sevanja, ostalo vdira v vodo. (Likar & Bauer, 2006)⁵

1.1.5 Višinski kot sonca

Višinski kot Sonca (ne višina Sonca) je kot med vodoravno ravnino in smerjo proti Soncu (natančneje proti središču Sonca). Ta kot lahko pokažemo v naravi, in to kar z rokama. Levo roko usmerimo proti Soncu, a vanj ne gledamo, z desno roko pa z vodoravnim gibanjem roke nakažemo vodoravno ravnino.

Sonce se vsak dan giblje na nebu od vzhoda do zahoda. To je njegovo navidezno gibanje. Vsak trenutek je Sonce drugje na nebu. Zato v bistvu govorimo o trenutnem višinskem kotu Sonca, saj se njegov višinski kot neprestano spreminja s časom.

Sonce vsak dan vzide in zaide. Vsak dan tudi pride v najvišjo lego na nebu ali najvišjo lego nad obzorjem. Ob vzhodu Sonca je višinski kot Sonca nič (0°), dopoldne se kot večja, ker se Sonce dviga, opoldne je Sonce najvišje in zato je višinski kot Sonca opoldne največji. Popoldne se Sonce spušča in njegov višinski kot se manjša, ob zahodu Sonca pa je spet nič.

Opoldne govorimo o opoldanskem višinskem kotu Sonca ali višinskem kotu Sonca opoldne ali tudi o višinskem kotu opoldanskega Sonca. V tem primeru ležita naše opazovališče in Sonce v navpični ravnini, to je v poldnevniški ali meridijanski ravnini. Poleti je Sonce opoldne višje na nebu kot pozimi, zato je opoldanski višinski kot Sonca poleti večji kot pozimi.

V naših krajih opoldanski višinski kot Sonca nikoli ne doseže 90° . To pomeni, da Sonce nikoli med letom ne pride v nadglavišče (zenit), navpično na nebo nad nami. Okoli 21. junija je opoldanski višinski kot v Celju z geografsko širino okoli 46° približno $67,5^\circ$. 21. decembra pa je višinski kot Sonca v Celju približno $20,5^\circ$. (Prosen & Avsec, 2006)⁶

⁵ Likar, K. & Bauer, M., 2006. Izbrana poglavja iz higiene. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo.

⁶ Prosen, M. & Avsec, F., 2006. Astronomija. Ljubljana: DMFAS.

1.1.6 Nekaj dejstev o sončnih očalih

Sončni poletni dnevi poleg piknikov, poležavanja na razgretih plažah, pohodov v gore in vsesplošne dobre volje prinašajo tudi nevarne UV-žarke, ki kožo ne le poškodujejo in opečejo, temveč lahko pustijo nevarne posledice na očesni roženici in tako trajno poškodujejo vid. Še več, pretirana izpostavljenost omenjenim žarkom lahko povzroči katarakto ali celo okvaro rumene pege, ta je težko ozdravljiva in v veliko primerih vodi v slepoto.

Tudi poceni očala zagotavljajo ustrezno zaščito. Vodilo pri nakupu sončnih očal nista samo cena in znamka. V optiki so namreč na voljo različni materiali, med njimi tudi cenejši, zato ni razloga, da ne bi tudi poceni očala zagotavljala ustrezne zaščite. Zveza potrošnikov Slovenije je pred časom tudi opravila raziskavo, v kateri je ugotovila, da so vsa preizkušena očala (v cenovnem razredu med 3,19 do 206 evrov) ustrezala predpisom oziroma evropskemu standardu. Ta določa, da lahko očala, ki so na trgu, prepuščajo največ pet odstotkov UV-žarkov z valovno dolžino do 400 nanometrov.

Samo barva leč ne zagotavlja zaščite. Zavedati se je treba, da lahko svetlejša barva leč popači dojemanje barvnih odtenkov, zato so za vsakdanjo rabo najpriporočljivejša očala s sivimi, rjavimi ali zelenimi stekelci. Nakup sončnih očal s temnejšimi odtenki leč pa ne pomeni, da je zaščita pred sončnimi žarki zato višja. Zaščito zagotavlja samo material, iz katerega je leča izdelana, in "zaščitni premazi", ki jih vsebuje leča. (Kupec, 2012)⁴

⁴ Kupec, B., 2012. Kako kupiti sončna očala. [Elektronski] Dostopno na: <https://siol.net/novice/siol/kako-kupiti-soncna-ocala-31878> [Poskus dostopa 1. 3. 2022].

1.2 Opis raziskovalnega problema

Zanimalo naju je:

- ali kateri od vzorcev sončnih očal prepušča UVA-žarke skozi lečo;
- ali kateri od vzorcev sončnih očal skozi lečo prepušča UVB-žarke;
- ali kateri od vzorcev sončnih očal dopušča prehod UVB-žarkov v oko mimo leče;
- katere valovne dolžine vidne svetlobe prepuščajo leče posameznih vzorcev sončnih očal.

1.3 Hipoteze

Postavili sva naslednje hipoteze:

- nekateri vzorci sončnih očal prepuščajo UVA-žarke skozi lečo;
- noben vzorec sončnih očal ne prepušča UVB-žarkov skozi lečo;
- očala, ki so manj prilagojena obliki obraza, pod določenimi koti dopuščajo prehod UVB-žarkov mimo leče;
- valovne dolžine vidne svetlobe, ki jo prepuščajo leče sončnih očal, so odvisne od barve leč.

1.4 Raziskovalne metode

1.4.1 Delo z viri

Najprej sva pregledali obstoječe vire v zvezi s problematiko, ki sva jo raziskovali. Poiskali sva potrebne informacije, na osnovi katerih sva pozneje postavili hipoteze.

1.4.2 Merjenje intenzitete prepuščene UVB-svetlobe

Meritve intenzitete UVB-svetlobe, ki je prehajala skozi in mimo leče, sva ugotavljali s pomočjo Vernierjevega UVB-senzorja, ki sva ga preko vmesnika LabQuest mini priključili na računalnik. Kot vir UVB-svetlobe sva uporabili 100 W UVB-žarnico za puščavske plazilce, proizvajalca JBL (Nemčija). Za testiranje s pomočjo UVB-žarnice sva se odločili zaradi zagotavljanja konstantnih pogojev. Testiranje bi sicer lahko izvajali tudi na soncu, a je bilo v času izdelave raziskovalne naloge zelo malo sončnih dni.

Za potrebe meritev sva uporabili model človeške glave iz polistirena, v katero sva namestili UVB-senzor. Ker je bil model bele barve, sva ga pred izvedbo meritev pobarvali z akrilno barvo, podobno barvi kože.



Slika 3: Neobdelan model človeške glave iz polistirena

Pobarvan model z nameščenim senzorjem sva namestili na vrtljiv podstavek. Hitrost vrtenja sva nastavili tako, da je model glave v 150 sekundah naredil obrat za 180°. V programu za zbiranje meritev pa sva izbrali tako nastavitvev, da je vsake 0,83 sekunde

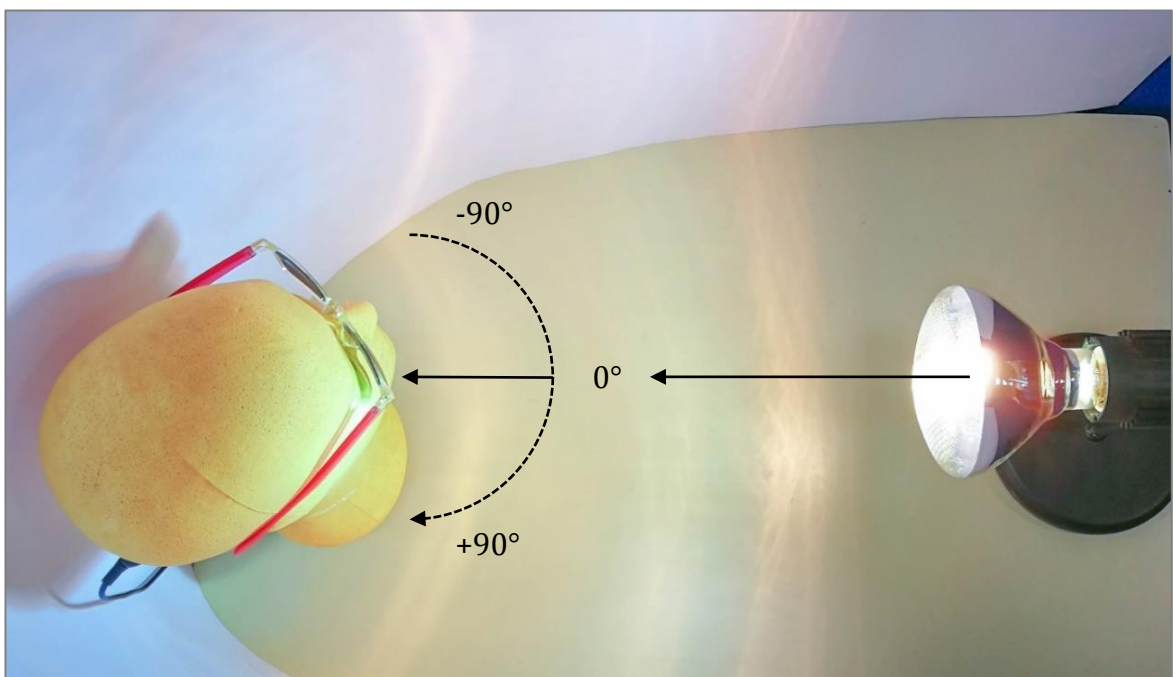
izmerila intenziteto UVB-svetlobe na senzorju. To poenostavljeno pomeni, da sva izmerili intenziteto UVB-svetlobe vsakič, ko se je model glave premaknil za 1° .

Okoli meritvenega mesta sva namestili belo ogrado iz tršega papirja, da sva čim bolj zmanjšali morebitne vplive in odboje iz okolice.



Slika 4: Pobarvan model človeške glave na vrtljivem podstavku in z nameščenim UVB-senzorjem

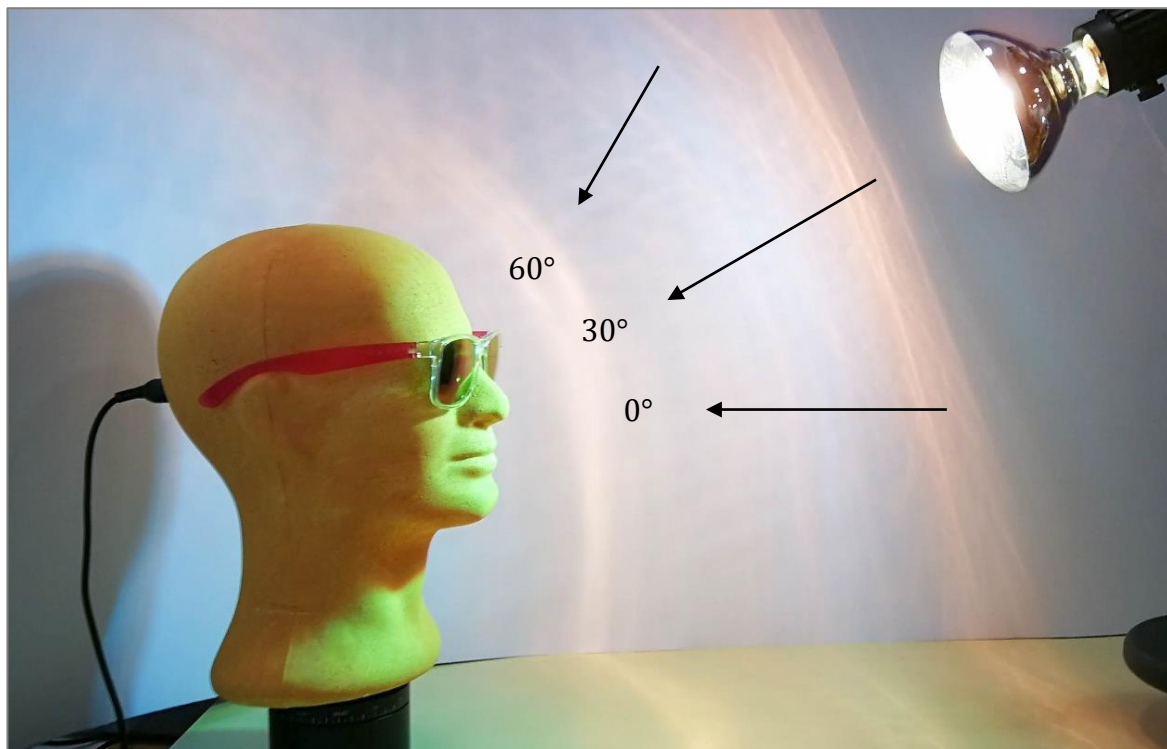
Na model sva nameščali posamezne vzorce sončnih očal in merili intenziteto UVB-svetlobe na senzorju pri različnih kotih vpadnega vodoravnega središčnega žarka.



Slika 5: Merjenje UVB-obsevanosti na senzorju pri različnih vodoravnih vpadnih kotih središčnega žarka

Ker pa se višinski kot Sonca ves čas spreminja, sva izvedli tri serije meritev:

1. središčni vpadni žarek žarnice je bil proti senzorju usmerjen pod kotom 0° ;
2. središčni vpadni žarek žarnice je bil proti senzorju usmerjen pod kotom 30° ;
3. središčni vpadni žarek žarnice je bil proti senzorju usmerjen pod kotom 60° .



Slika 6: Merjenje UVB-obsevanosti na senzorju pri različnih vpadnih navpičnih kotih središčnega žarka (na sliki 30°)

Pred vsako meritvijo sva izvedli slepo probo, ko sva izmerili intenziteto UVB-svetlobe pri vsakem kotu, brez nameščenih sončnih očal na modelu.



Slika 7: Merjenje slepe probe

Vse meritve sva izvajali tako, da je bila maksimalna začetna intenziteta pri slepi probi približno 300 mW/m^2 , in sicer ko je bil središčni žarek usmerjen v senzor pod vodoravnim vpadnim kotom 0° . Iz pridobljenih podatkov sva izračunali delež prepuščene UVB-svetlobe kot količnik med intenziteto svetlobe na senzorju in maksimalno začetno intenziteto. Izrazili sva ga v %. Med merjenjem sva si oči zaščitili s sončnimi očali, roko, s katero sva nameščali očala, pa sva zaščitili z rokavicami iz blaga, saj sva sicer tvegali opekline. Določali sva delež prepuščene UVB-svetlobe 12 vzorcev sončnih očal, ki sva jih označili z zaporednimi števkami.

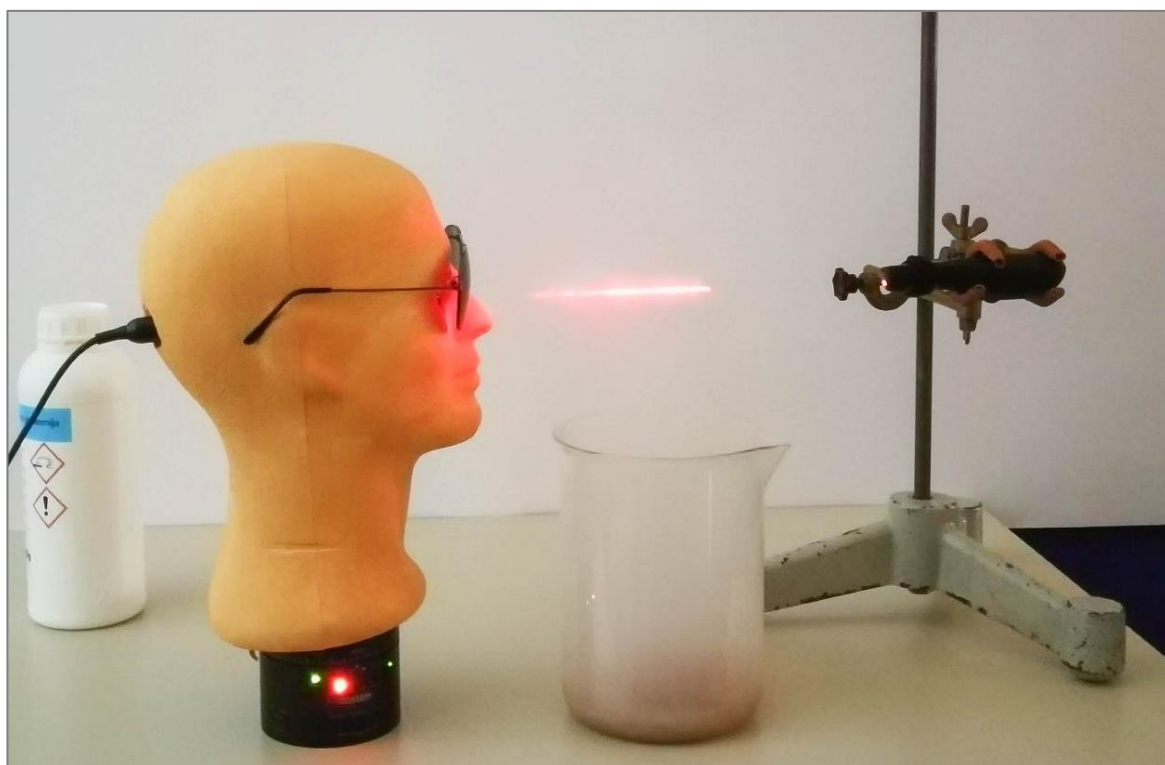


Slika 8: Oštevilčeni vzorci očal, ki sva jih testirali

1.4.3 Ugotavljanje poti prehajanja UVB-svetlobe v senzor mimo leč

Za ugotavljanje poti prehajanja žarkov mimo leč sva uporabili laser, ki daje zelo usmerjen žarek in sva lahko natančno določili pot, ki jo svetloba najde od vira do senzorja, mimo leč na očalih.

Vzorci očal, kjer sva s predhodnim poskusom ugotovili prehajanje UVB-svetlobe mimo senzorja, sva namestili na model človeške glave, nato pa s spreminjanjem položaja laserja ugotavljali, na katerem delu svetloba prodre do senzorja mimo očal. Ker laserski žarek ni viden, sva za potrebe fotografije ustvarili vodno paro z reakcijo raztopine vodikovega peroksida, ki sva ji dodali malo kalijevega permanganata.

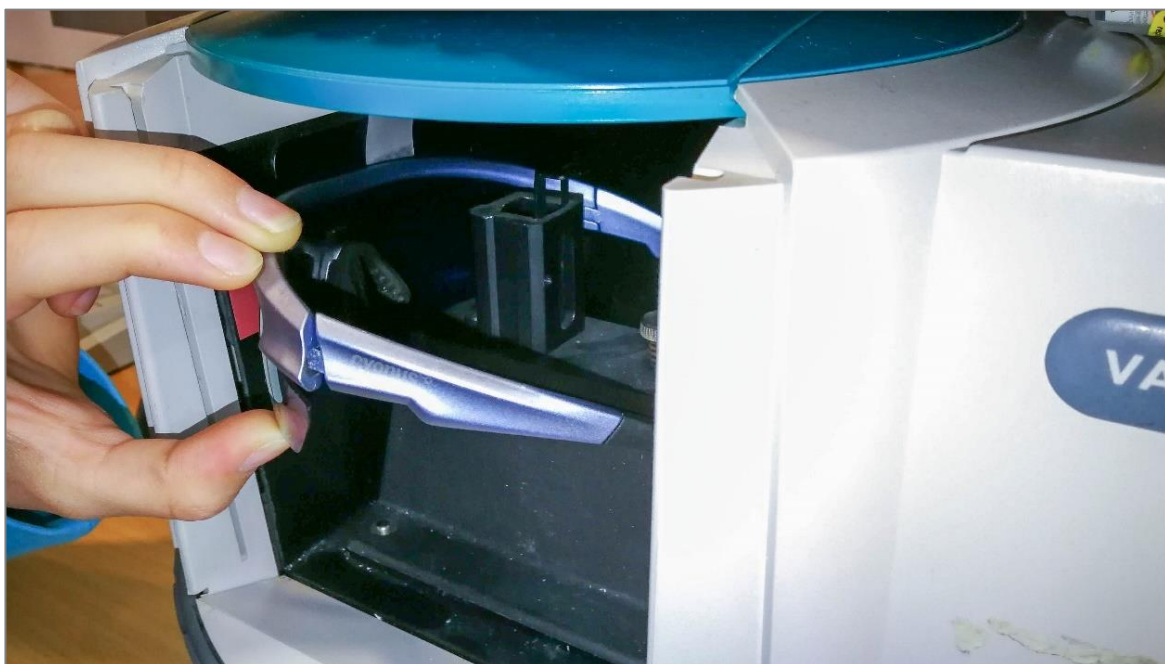


Slika 9: Uporaba laserja za ugotavljanje prehoda svetlobe do senzorja mimo očal

1.4.4 Meritve transmittance različnih valovnih dolžin

Transmitanco različnih valovnih dolžin sva merili z UV-VIS spektrofotometrom VARIAN CARY 50 BIO. Merili sva transmitanco posameznih valovnih dolžin med 200 in 800 nm z intervalom 5 nm.

Ena od naju je posamezna očala namestila v spektrofotometer tako, da je svetlobni žarek potoval skozi sredino leče, kot je prikazano na sliki 10, druga pa je podatke zbirala s priloženim programom Agilent Scan. Zbrane podatke sva prikazali v obliki grafikonov, ki sva ga izdelali s programom Excel.



Slika 10: Nameščanje sončnih očal v spektrofotometer



Slika 11: Merjenje transmittance različnih valovnih dolžin z UV-VIS spektrofotometrom

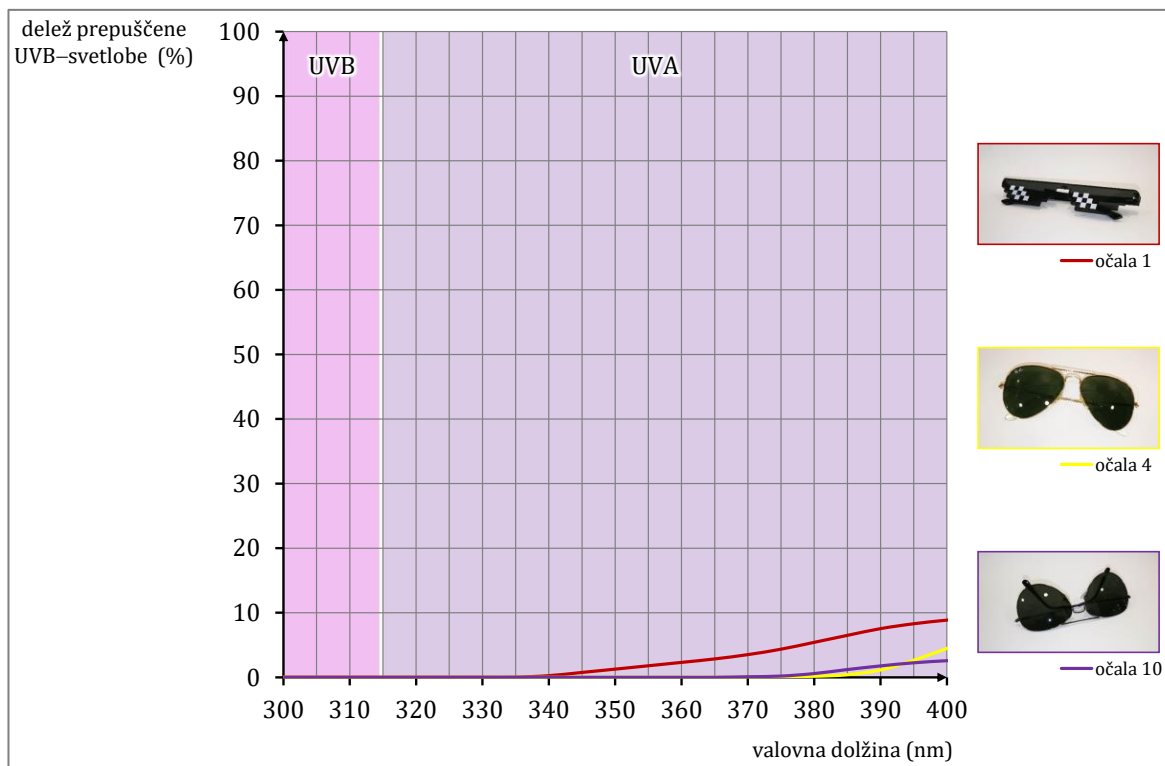
1.4.5 Priprava pisnega poročila

Podatke, ki sva jih pridobili z merjenji, sva uredili s programom Excel 365, s katerim sva narisali tudi vse grafikone. Fotografije sva izdelali z mobilnim telefonom Huawei P10. Slike sva minimalno uredili (obrezovanje, korekcija svetlobe) v programu Word 365, s katerim sva izdelali tudi končno poročilo.

2 Osrednji del

2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov

2.1.1 Prehajanje UVA in UVB-svetlobe skozi leče očal



Grafikon 1: Delež prepuščene svetlobe pri valovnih dolžinah med 300 in 400 nm

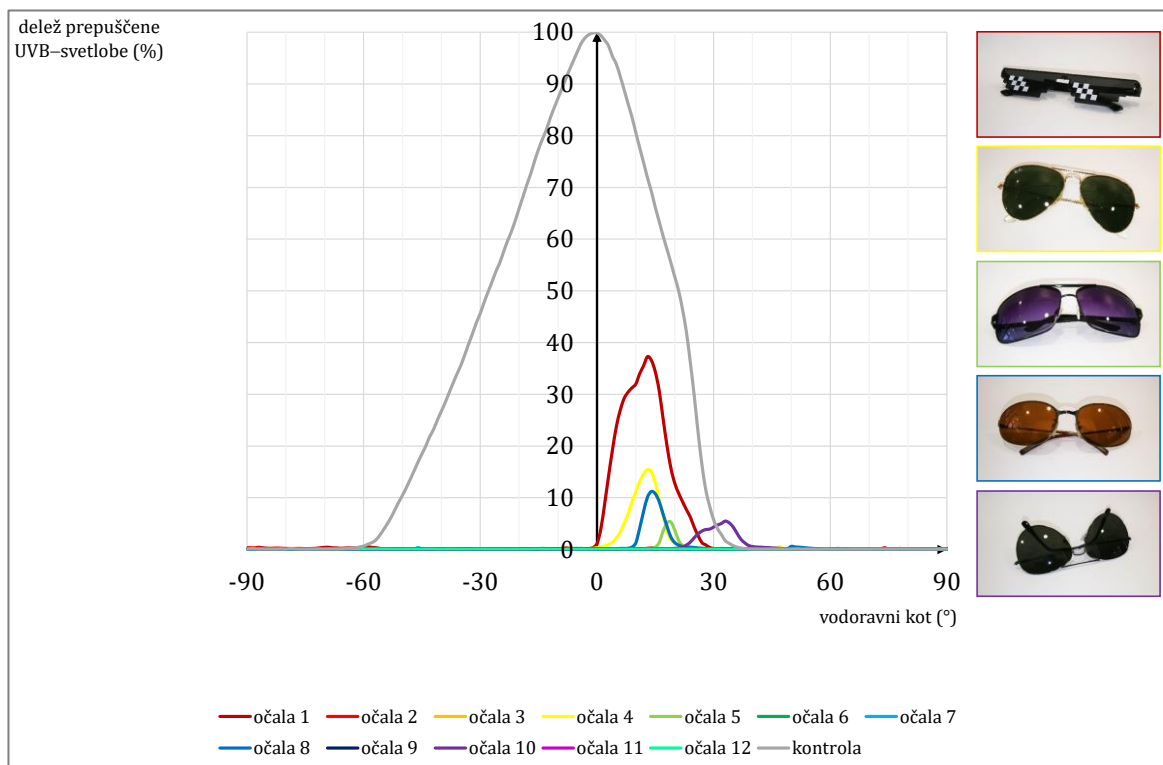
Iz grafikona je razvidno, da trije vzorci sončnih očal prepuščajo tudi UVA-svetlobo.

- Očala 1 prepuščajo 1,2 % svetlobe pri 350 nm in 8,8 % svetlobe pri 400 nm. V povprečju v celotnem UVA-območju prepustijo 2,6 % svetlobe.
- Očala 4 v območju prepuščajo med 1,1 % pri 390 nm in 4,4 % svetlobe pri 400 nm. V povprečju v celotnem UVA-območju prepustijo 0,3 % svetlobe.
- Očala 10 pa prepuščajo med 0,5 % svetlobe pri 380 nm in 2,6 % svetlobe pri 400 nm. V povprečju v celotnem UVA-območju prepustijo 0,4 % svetlobe.

Iz grafikona je razvidno tudi, da noben vzorec sončnih očal ne prepušča UVB-svetlobe.

2.1.2 Prehajanje UVB-svetlobe mimo leč sončnih očal

2.1.2.1 Delež prepuščene UVB-svetlobe pri navpičnem vpadnem kotu 0°



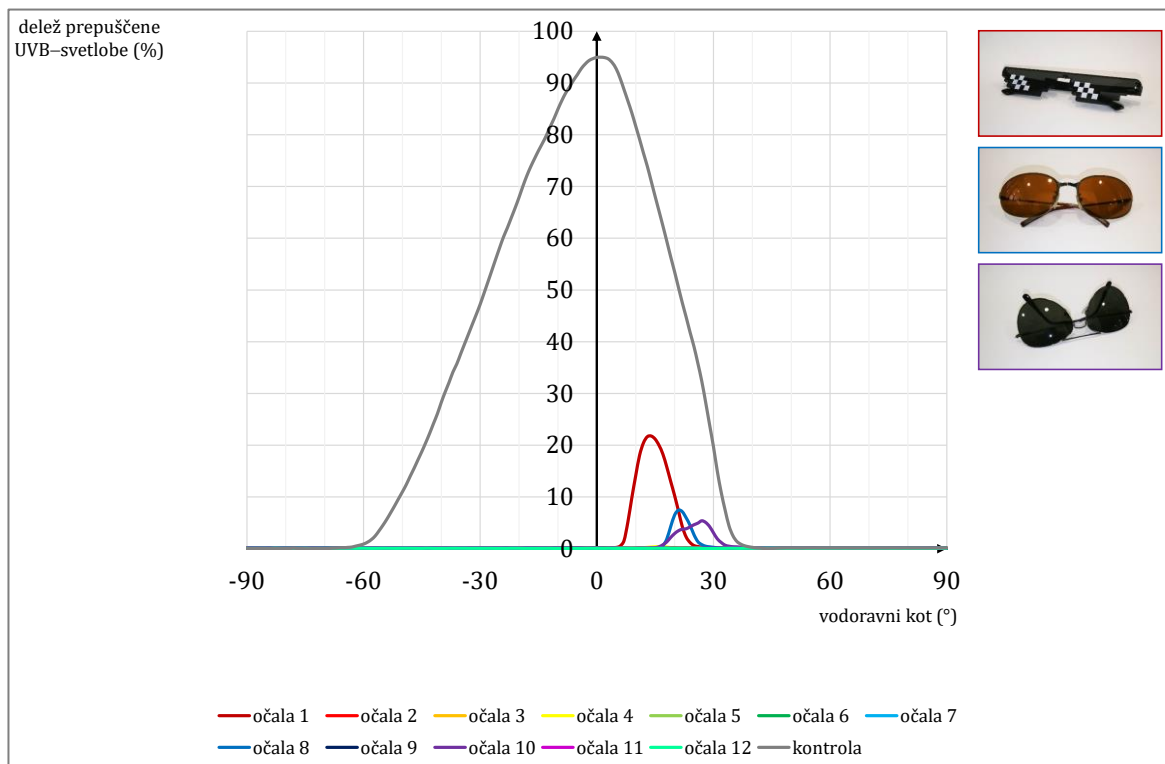
Grafikon 2: Delež prepuščene UVB-svetlobe, ko je žarnica usmerjena proti senzorju pod kotom 0°

Iz grafikona je razvidno, da če žarnico usmerimo v senzor tako, da je poravnana s senzorjem (navpični vpadni kot središčnega žarka je 0°), pri petih vzorcih sončnih očal UVB-svetloba prehaja do sensorja mimo leč.

- Pri očalih 1 pri vodoravnem vpadnem kotu med 6° in 18° mimo očal v senzor prehaja od 30 do 37 % UVB-svetlobe.
- Pri očalih 4 pri vodoravnem vpadnem kotu med 9° in 16° mimo očal v senzor prehaja od 9 do 15 % UVB-svetlobe.
- Pri očalih 5 pri vodoravnem vpadnem kotu med 16° in 21° mimo očal v senzor prehaja od 3 do 5 % UVB-svetlobe.
- Pri očalih 8 pri vodoravnem vpadnem kotu med 12° in 17° mimo očal v senzor prehaja od 7 do 11 % UVB-svetlobe.
- Pri očalih 10 pri vodoravnem vpadnem kotu med 26° in 36° mimo očal v senzor prehaja od 3 do 5 % UVB-svetlobe.

Ostala očala niso prepuščala UVB-svetlobe mimo leč.

2.1.2.2 Delež prepuščene UVB-svetlobe pri navpičnem vpadnem kotu 30°



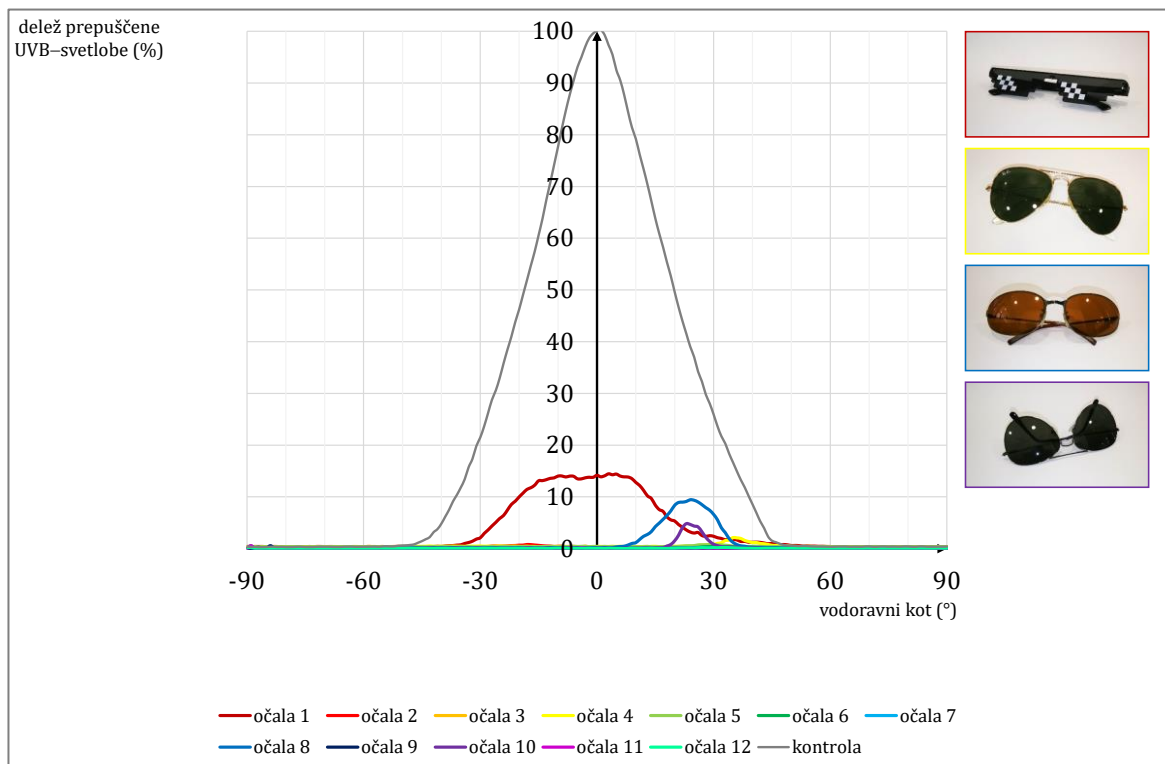
Grafikon 3: Delež prepuščene UVB-svetlobe, ko je žarnica usmerjena proti senzorju pod kotom 30°

Iz grafikona je razvidno, da če žarnico usmerimo v senzor tako, da je navpični vpadni kot središčnega žarka 30°, pri treh vzorcih sončnih očal UVB-svetloba prehaja do senzorja mimo leč.

- Pri očalih 1 pri vodoravnem vpadnem kotu med 9° in 20° mimo očal v senzor prehaja od 10 do 22 % UVB-svetlobe.
- Pri očalih 8 pri vodoravnem vpadnem kotu med 19° in 24° mimo očal v senzor prehaja od 4 do 7 % UVB-svetlobe.
- Pri očalih 10 pri vodoravnem vpadnem kotu med 20° in 30° mimo očal v senzor prehaja od 3 do 5 % UVB-svetlobe.

Ostala očala niso prepuščala UVB-svetlobe mimo leč.

2.1.2.3 Delež prepuščene UVB-svetlobe pri navpičnem vpadnem kotu 60°



Grafikon 4: Delež prepuščene UVB-svetlobe, ko je žarnica usmerjena proti senzorju pod kotom 60°

Iz grafikona je razvidno, da če žarnico usmerimo v senzor tako, da je navpični vpadni kot središčnega žarka 60°, pri štirih vzorcih sončnih očal UVB-svetloba prehaja do senzorja mimo leč.

- Pri očalih 1 pri vodoravnem vpadnem kotu med -26° in 20° mimo očal v senzor prehaja od 5 do 14 % UVB-svetlobe.
- Pri očalih 4 pri vodoravnem vpadnem kotu med 31° in 41° mimo očal v senzor prehaja od 1 do 2 % UVB-svetlobe.
- Pri očalih 8 pri vodoravnem vpadnem kotu med 16° in 31° mimo očal v senzor prehaja od 5 do 9 % UVB-svetlobe.
- Pri očalih 10 pri vodoravnem vpadnem kotu med 21° in 28° mimo očal v senzor prehaja od 2 do 4 % UVB-svetlobe.

Ostala očala niso prepuščala UVB-svetlobe.

2.1.2.4 Določanje mesta prehajanja svetlobe mimo leč

Ugotovili sva, da pri nekaterih očalih, predvsem s tankim okvirjem, UVB-svetloba prehaja v senzor mimo leč. S pomočjo laserja sva ugotovili, da je to mesto na spodnji strani očal, na stiku očal z nosom. Pri vseh očalih, ki so UVB-svetlobo prepuščala mimo leč, sva ugotovili slabše prileganje obrazu. Pri očalih 1 pa je UVB-svetloba prehajala v senzor tudi nad očali, sploh pri navpičnem kotu 60° .

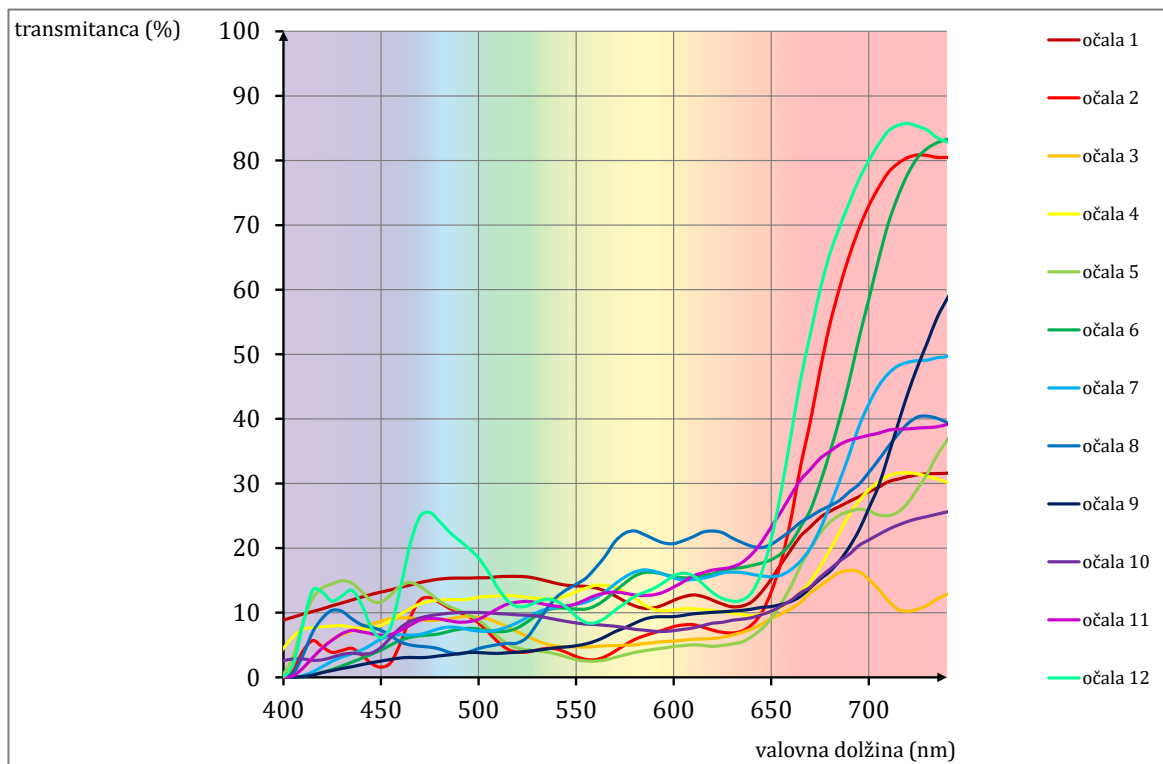


Slika 12: Mesto prehajanja svetlobe v senzor mimo leč



Slika 13: Koti prehajanja svetlobe v senzor mimo leč

2.1.3 Transmitanca valovnih dolžin vidne svetlobe



Grafikon 5: Rezultati merjenja transmittance v vidnem območju

Iz grafikona je razvidno, da testirani vzorci očal bolj absorbirajo svetlobo valovnih dolžin, manjših od 650 nm, bolj pa prepuščajo svetlobo valovnih dolžin, večjih od 650 nm.

V območju med 650 in 750 nm največ svetlobe prepuščajo očala 2 z rdečerjavimi lečami, in sicer v povprečju 53 %, očala 6 z rjavimi lečami v povprečju 49 % in očala 12, prav tako z rjavimi lečami, v povprečju 60 %. Sledijo pa jim očala 7 z rožnatimi lečami, ki v tem območju v povprečju prepustijo 33 % svetlobe, očala 8 z rjavimi lečami, ki v povprečju prepustijo 30 % svetlobe, ter očala 11 s sivimi lečami, ki v povprečju prepustijo 33 % svetlobe. Na drugi strani pa očala 3 z zelenimi lečami v tem območju v povprečju prepustijo manj kot 12 % svetlobe, očala 10 s sivozelenimi lečami pa v povprečju manj kot 18 % svetlobe.

2.2 Diskusija

Sončna očala naj bi zagotavljala zaščito pred bleščanjem, V-žarki ter mehansko zaščito pred tujki. Prav tako je pomembno, da dovolj ščitijo pred svetlobo, ki se odbija od površin, predvsem na snegu ali v planinah.

V najini raziskovalni nalogi naju je zanimalo, ali kateri od vzorcev sončnih očal prepušča UVA ali UVB-svetlobo, ali kateri od vzorcev prepušča UVB-svetlobo mimo leč ter katere valovne dolžine vidne svetlobe sončna očala prepuščajo bolj, katere pa manj.

Postavili sva štiri hipoteze.

V prvi hipotezi trdimo, da nekateri primeri sončnih očal prepuščajo UVA-svetlobo. Hipotezo sva postavili, ker so bila nekatera očala, ki sva jih testirali, vprašljive kakovosti oz. izvora. Hipotezo sva potrdili. Kot je razvidno iz grafikona 1, so UVA-svetlobo prepuščali trije vzorci sončnih očal – očala 1, ki v UVA-območju v povprečju prepustijo 2,6 % svetlobe, ter očala 4 in očala 10, ki v povprečju v UVA-območju prepustijo 0,3 oz. 0,4 % svetlobe. Za očala 1 sva tak rezultat pričakovali, saj gre pri očalih 1 bolj za modni dodatek kot resna sončna očala. Po nekaterih smernicah (Benedečič, 2017)¹ za nakup sončnih očal priporočajo celo 99 % UVA-zaščito. Očala 4 in očala 10 pa tem smernicam ustrezajo.

V drugi hipotezi trdimo, da noben vzorec sončnih očal ne bo prepuščal UVB-svetlobe skozi leče. Postavili sva jo, ker materiali, iz katerih so običajno izdelane leče, že po svojih lastnostih zadržijo večino UVB-svetlobe. Akrilno steklo in polikarbonat skoraj v celoti blokirata UVB-svetlobo, steklo pa dobrih 95 %. (Bračun & Žerjav, 2017)² Hipotezo sva potrdili. Noben vzorec ni prepuščal UVB-svetlobe skozi leče, kar je razvidno iz grafikona 1, ki prikazuje meritve s spektrofotometrom, in grafikona 2, kjer prav tako pri vodoravnem kot navpičnem kotu UVB-svetlobe pri 0° senzor za očali ne zazna UVB-svetlobe.

V tretji hipotezi sva napovedali, da bodo očala, ki so manj prilagojena obliki obraza, pod določenimi koti prepuščala UVB-svetlobo mimo leč. Hipotezo sva potrdili. Nekatera očala so pod določenim kotom vpadnega središčnega žarka prepustila UVB-svetlobo v senzor mimo leče. Kot je razvidno iz grafikonov 3, 4 in 5, očala 1, 8 in 10 dopuščajo prehod UVB-svetlobi mimo leče pri vseh navpičnih kotih središčnega žarka (0°, 30° in 60°). Svetloba prehaja na senzor na spodnji strani med očali in nosom, ko je vodoravni kot senzorja glede na vir svetlobe približno med 5 in 35°. Posebej izstopajo očala 1, ki pri navpičnem kotu središčnega žarka 60° prepuščajo UVB-svetlobo tudi na zgornji strani, in sicer v razponu vodoravnega kota med -30 in +30°.

¹ Benedečič, A., 2017. Temelji zaščite pred sončnim UV sevanjem. [Elektronski] Dostopno na: http://www.cilizadelo.si/e_files/news/6%20Benedicic_Temelji%20zascite%20pred%20soncnim%20UV%20sevanjem.pdf [Poskus dostopa 1. 3. 2022].

² Bračun, G. & Žerjav, L., 2017. Kako dobro nas sončna očala ščitijo pred UVB-žarki?. Celje: Mestna občina Celje, Mladi za Celje.

Meniva, da se razlog skriva v konstrukciji in obliki očal. Očala 1 so popolnoma ravna, z ozkimi lečami in se ne prilegajo obliki obraza. Pri ostalih primerih pa gre za očala z zelo tankim okvirjem ter večjim razmikom med levo in desno lečo. Tudi zaradi oblike leče, ki je na spodnji strani zožena, prihaja na tem mestu do prehoda UVB-svetlobe.

V zadnji hipotezi sva napovedali, da so valovne dolžine vidne svetlobe, ki jo prepuščajo leče sončnih očal, odvisne od barve leč.

Sive leče veljajo za nevtralne, saj zmanjšajo intenzivnost svetlobe, ne da bi spremenile barvo objektov, in tako omogočajo najbolj naraven pogled skozi stekla sončnih očal. Rjave leče v primerjavi s sivimi okrepijo kontrast, barve pa se zdijo bolj mehke. Rumena ali zlata barva leč zagotavlja zelo dobro globinsko zaznavo, zato so te primerne za smučanje in druge zimske aktivnosti. Primerne so tudi v vremenu, ki povzroča zmanjšano vidljivost. Jantarjeve leče zaustavijo skoraj ves modri odtenek in tako omogočajo izostren pogled. Sončna očala z jantarjevimi stekli uporabljajo predvsem lovci, saj je zaradi okrepljenega kontrasta tarča veliko bolje vidna. Če je barva leč na vaših očalih rožnata ali modra, jih raje ne uporabljajte pri vožnji, saj očitno popačijo barve in so za to neprimerna za opravila, kjer je ravno razlikovanje barv bistvenega pomena. Po drugi strani pa so zaradi poudarjenega kontrasta uporabna pri smuki na oblačen dan. (Kupec, 2012)⁴

Najino hipotezo sva potrdili, kljub temu da nekateri vzorci odstopajo. Vsa očala z lečami v rdečkastih ali rjavih tonih so sicer res prepuščala več svetlobe daljših valovnih dolžin, največ v rdečem delu spektra. A nasprotno pri očalih z zelenkastimi lečami ni bilo opaziti večjega prepuščanja svetlobe valovnih dolžin v zelenem delu spektra. Pravzaprav so tudi ta očala malenkost bolje prepuščala svetlobo v rdečem delu spektra, a so bile razlike med prepuščanjem svetlobe krajših valovnih dolžin in daljših valovnih dolžin precej manjše kot pri prej omenjenih primerih. Očala 3 s sivo lečo na prepuščanje različnih valovnih dolžin nimajo bistvenega vpliva. A to ne velja za očala 11 s prav tako sivo lečo, ki bolje prepuščajo svetlobo daljših valovnih dolžin v rdečem delu spektra. To pripisujeva refleksnemu sloju na površini leče, zaradi katerega je lahko prišlo do delnega odboja žarka v spektrofotometru. Prav tako hipoteze ne potrjujejo očala 5 z vijolično lečo, ki bolje prepuščajo svetlobo v rdečem delu spektra. To pripisujeva temu, da gre za očala s polarizacijsko lečo in gradientom.

Tudi sicer meniva, da meritve s spektrofotometrom morda niso povsem zanesljive, saj je mogoče, da je, kljub temu da sva se potrudili očala čimbolj natančno namestiti, v spektrofotometru prišlo do delnega odboja svetlobe in je bila izmerjena transmitanca pri kakšnem od vzorcev manjša, kot je dejansko.

⁴ Kupec, B., 2012. Kako kupiti sončna očala. [Elektronski] Dostopno na: <https://siol.net/novice/siol/kako-kupiti-soncna-ocala-31878> [Poskus dostopa 1. 3. 2022].

3 Zaključek

Dnevi se daljšajo in Sonce postaja vedno močnejše. Ponovno bomo posegli po sončnih očalih. Zato sva želeli izdelati raziskovalno nalogo na to temo. Ko sva začeli s prvimi testiranj, so se pojavljala vedno nova vprašanja. Po začetnih poskusih, kjer s samo metodo in izvedbo nisva bili zadovoljni, sva se odločili, da poskušava posnemati realno situacijo. Zato sva sestavili pripravo za merjenje, ki simulira premikanje glave in omogoča vpadanje UV-žarkov v oko pod različnimi koti – tako kot se to dogaja pri vsakodnevnem nošenju očal. Ker pa sva zasledili informacijo, da recimo rožnata ali modra barva leč nista primerni za vožnjo, saj preveč popačijo barve, sva se odločili, da izmeriva, katere valovne dolžine dejansko prepuščajo posamezna očala.

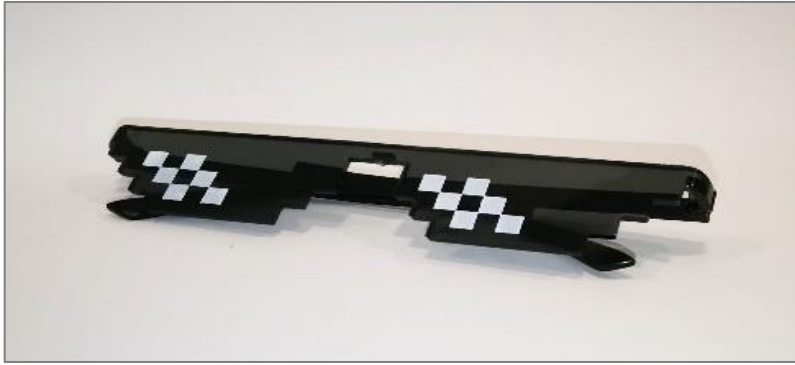
Zdi se nama pomembno tudi, da so rezultati najine naloge praktično uporabni. Zato sva za vsaka sončna očala izdelali informacijski kartonček s podatki o UV-prepustnosti in podatki o prepustnosti posameznih barv.

4 Viri

1. Benedečič, A., 2017. Temelji zaščite pred sončnim UV sevanjem. [Elektronski] Dostopno na: http://www.cilizadelo.si/e_files/news/6%20Benedicic_Temelji%20zascite%20pred%20soncnim%20UV%20sevanjem.pdf [Poskus dostopa 1. 3. 2022].
2. Bračun, G. & Žerjav, L., 2017. Kako dobro nas sončna očala ščitijo pred UVB-žarki?. Celje: Mestna občina Celje, Mladi za Celje.
3. Budin, J. in drugi, 2004. Elektromagnetna sevanja. Ljubljana: Inštitut za telekomunikacije.
4. Kupec, B., 2012. Kako kupiti sončna očala. [Elektronski] Dostopno na: <https://siol.net/novice/siol/kako-kupiti-soncna-ocala-31878> [Poskus dostopa 1. 3. 2022].
5. Likar, K. & Bauer, M., 2006. Izbrana poglavja iz higiene. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo.
6. Prosen, M. & Avsec, F., 2006. Astronomija. Ljubljana: DMFAS.

Priloga

Primer informacijskega kartončka

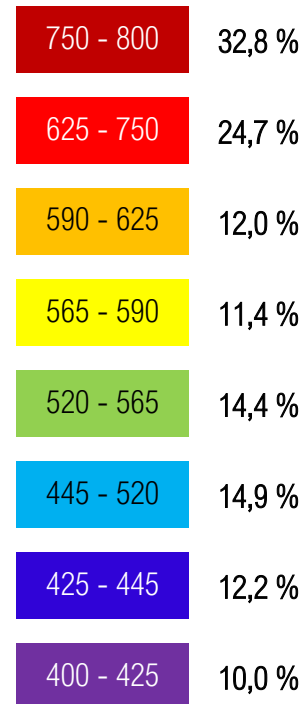
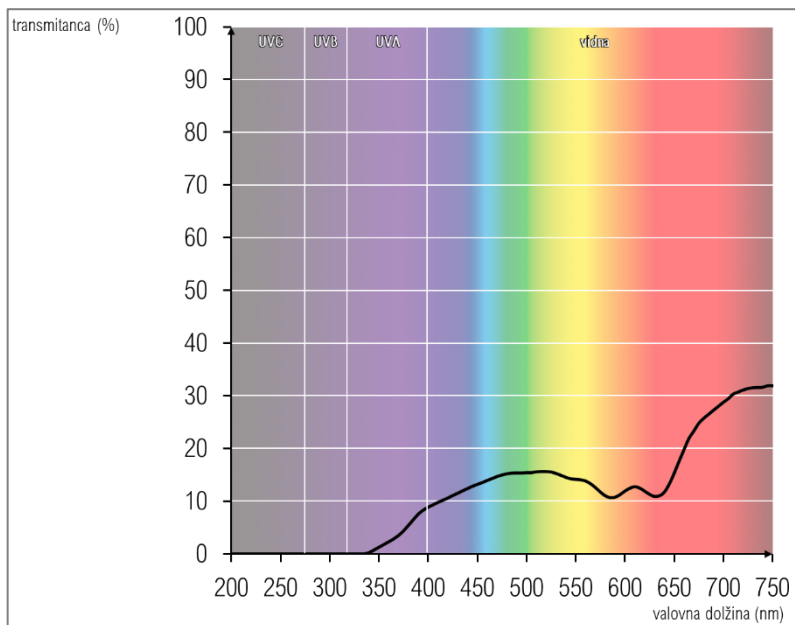


UV svetloba skozi leče

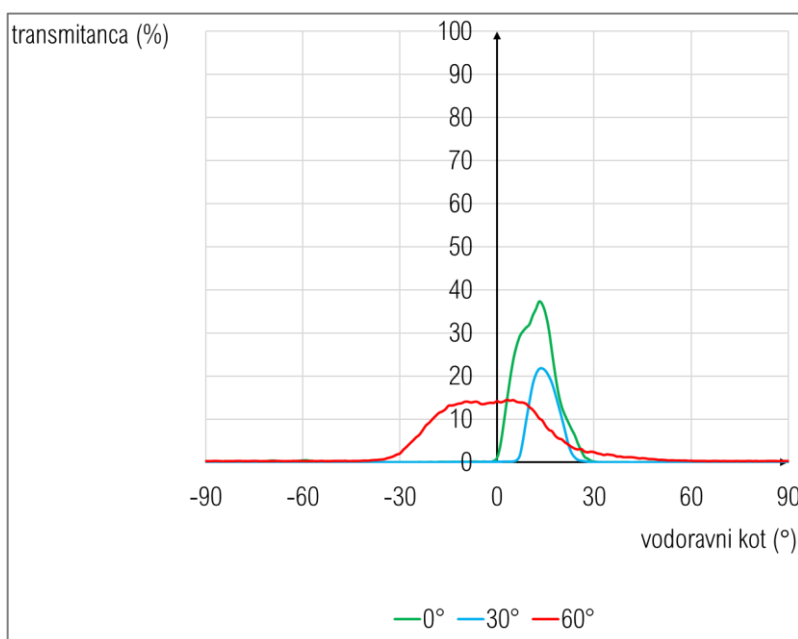
UVB: 0 %

UVA: 2,6 %

Vidna svetloba skozi leče



UVB-svetloba od strani



Direktno sonce

0° do +30°: do 37 % UVB

Opoldansko sonce

-30° do +30°: do 15 % UVB

Dop./pop. sonce

0° do 30°: do 21 % UVB