

# UPORABA ZAŠČITNIH KOREKCIJSKIH OČAL V VIZUALNI ERGONOMIJI

Zvone Balantič, Dejan Aljančič

## Izvleček:

Človeški vid se z leti spreminja in v določenem trenutku je lahko potrebna njegova korekcija. Ker človek več kot 80 % informacij pridobi z vidom, je vizualna ergonomija izjemno pomembna na slehernem koraku. Delo in delovni pogoji pogostokrat niso idealni in primerni za izpostavljene oči, zato je potrebno organ vida zaščititi z uporabo ustreznih in najbolj kakovostnih zaščitnih očal.

Človek svoje delo nemalokrat opravlja v agresivnem okolju, ki je lahko nevarno za poškodbe organa vida. Oko moramo zaščititi z zaščitnimi očali, pri tem pa poskrbeti za ustrezno ločljivost in ostrino vida. Človekove vizualne zmožnosti se z uporabo zaščite nekoliko spremenijo. S pravilno in ustrezno izbiro zaščitnih korekcijskih očal bomo odpravili neuravnoteženost med človekovimi individualnimi lastnostmi, okoljem in delovno nalogo. Neuravnoteženost lahko povzroči neugodje, pojav napak, nesreč in poškodb pri delu. Današnja tehnologija omogoča uporabo najsodobnejših materialov za izdelavo zaščitnih korekcijskih očal, ki ustrezajo najbolj zahtevnim standardom.

Naš cilj je proučiti in uporabiti zanesljive in inovativne rešitve za zaščito organa vida pred vplivi zunanjega okolja. Osredotočamo se na integracijo najsodobnejše tehnologije pri izdelavi zaščitnih korekcijskih očal in pri ustvarjanju pogojev, ki ustrezajo človekovim individualnim vizualnim zmožnostim. Pri tem sodelujejo človekove vizualne sposobnosti, okolje in delo.

Teoretično in eksperimentalno smo dokazali, da skozi korekcijska očala, kombinirana z običajnimi zaščitnimi očali, prehaja bistveno manj svetlobe kot pri uporabi zaščitnih korekcijskih očal. Če na površino korekcijskih zaščitnih očal nanese še antirefleksni sloj, še dodatno pridobimo pri transmisivnosti, tako da bo svetlobna prehodnost dosegla celo 98 %.

## Ključne besede:

vizualna ergonomija, zaščitna korekcijska očala, dioptrijska očala, zaščitna očala, refleksija

## 1 Uvod

Vidna svetloba je elektromagnetno valovanje, ki ga zaznava človeško oko. Področje vidnih žarkov je v primerjavi s celotnim elektromagnetnim spektrom zelo majhno in obsega valovne dolžine od 400 do 760  $\mu\text{m}$ . Infrardeči žarki, katerih valovna dolžina je večja od 760  $\mu\text{m}$ , in ultravijolični žarki, katerih valovna dolžina je manjša od 400  $\mu\text{m}$ , lahko povzročajo posebne okvare človeškega organizma [1]. Jakost svetlobe se v toku dneva spreminja, prav tako se zaradi različnih vpadnih kotov sončnih žarkov spreminja tudi intenziteta različnih valovnih dolžin. Svetlobni spekter v jutranjih urah je intenziviran na rdečem delu spektra, čez dan pa se valovne dolžine z najvišjo amplitudo pomikajo proti oranžni in rumeni svetlobi.

Prof. dr. **Zvone Balantič**, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kranj; **Dejan Aljančič**, stroj. teh., Alcom, d. o. o., Kranj

Čutilo za vid je oko, ki skupaj s čutnimi celicami – fotosenzorji opravlja t. i. fizično zaznavanje svetlobe. Fotosenzorji vpadlo svetlobo spremenijo v živčne impulze, ki se preko vidnih živcev prenesejo v možgane. Poznamo dve vrsti fotosenzorjev. To so čepki in paličice.

Čepki so skoncentrirani v rumeni pegi v področju ostrega vida in so za svetlobo slabše občutljivi. Z njimi ločimo barve in oblike. Paličice so razporejene na periferiji mrežnice in imajo veliko občutljivost na svetlobo. Z njimi vidimo gibanje in obrise v slabi svetlobi. Barve z njimi ne razpoznamo [1].

Oku zaznava le predmete, ki sami oddajajo svetlobo ali pa svetlobo odbijajo. Če zelo majhna površina svetila izžareva veliko količino svetlobe, taka svetloba slepi [2].

Svetloba ima na človeka kompleksen učinek. Poleg slikovnih informacij, ki jih prinaša, vpliva tudi na vegetativno živčevje, ki ni direktno povezano z vidom. Na človeka ima t. i. »biološki učinek«. Svetloba, ki

pade na mrežnico, vpliva tudi na občutljive ganglijske celice mrežnice, imenovane »tretji fotoreceptor«. Informacije iz teh celic potujejo v suprakiazmatsko jedro (SCN), ki je v hipotalamusu v naši t. i. »telesni uri«. Izmenični cikli svetlobe in teme vplivajo na delovanje suprakiazmatskega jedra in posledično povzročajo ciklično izločanje hormona melatonina iz češerike [3, 4].

Človek več kot 80 % informacij pridobi preko vida, zato je vizualna ergonomija izjemno pomembna na slehernem koraku. Dobra razsvetljava ima pozitiven vpliv na izvajanje delovne naloge. Delavec, ki dela na delovnem mestu, kjer je dobro vidno zaznavanje in kjer se počuti prijetno, bo bolj motiviran in osredotočen na delo. To prispeva k večji učinkovitosti. Kakovost dela s tem narašča, zmanjša se število napak in tveganj za nastanek nesreč pri delu [5].

Delo in delovni pogoji pogostokrat niso idealni in primerni za izpostavljene oči, zato je potrebno organ vida zaščititi z uporabo ustreznih in najbolj kakovostnih zaščitnih očal.

V svetu obstaja veliko študij in analiz vpliva nivoja osvetljenosti na produktivnost. Največji skok v produktivnosti dosegamo pri povečanju svetlobnega toka pri slabo osvetljenih delovnih površinah [6]. Prav v takih primerih je uporaba ustreznih zaščitnih očal z veliko svetlobno prepustnostjo še toliko bolj pomembna. Človekove vizualne zmožnosti se z uporabo zaščite nekoliko spremenijo.

Pri objektivni presoji uporabe zaščitnih očal RX je potrebno ustreči mnogim kriterijem: široko vidno polje, visoka svetlobna učinkovitost, zagotavljanje hitre adaptacije, akomodacije in ostrine vida. Človeško oko prepozna svetlost oziroma dobi svetlobni vtis o bolj ali manj svetli, svetleči ali osvetljeni okolici [1]. Informacijo o svetlosti pa seveda pridobimo na podlagi svetlobnega toka, ki s svetilnostjo osvetljuje delovno okolje. Svetlobni tok, ki potuje proti očesu, lahko izmerimo ali izračunamo s predpostavko, da poznamo snov, ki jo prehaja svetloba na svoji poti.

## 2 Materiali in metode

Posebno obravnavo zahtevajo zaposleni, ki za kakovosten vid potrebujejo korekcijska (dioptrijska) očala (*slika 1*), ki jih predpiše zdravnik (angl. Prescription glasses – RX). Najpogosteje so v praksi uporabljena klasična zaščitna očala brez dioptrije (*slika 2*).

Ko se tak delavec pojavi v okolju in za delo potrebuje še zaščito proti zunanjim mehanskim ali kemijskim vplivom, se pojavi težava.

Vse prevečkrat opazimo, da zaposleni in njihovi nadrejeni situacijo poenostavijo in preko osebnih



**Slika 1 :** Korekcijska (dioptrijska) očala (očala RX)



**Slika 2 :** Klasična zaščitna očala brez dioptrije

očal RX namestijo klasična zaščitna očala brez dioptrije (OTG, Over the Glasses) (*slika 3*).

Taka kombinacija prinaša nemalo nevšečnosti, saj je namestitev zaščitnih očal marsikdaj neustrezna. Uporabnik očal lahko izbere oblikovno neustrezen in premalo globok okvir, neustrezne ročke, naglavni trak ter neustrezen povezovalni most. Skratka, težava se pojavi, ko ob potrebni zaščiti oči potrebujemo še očala RX.

Izpostaviti moramo predvsem dejstvo, da s kombinacijo očal RX in zaščitnih očal pred oči postavljamo dve plasti, kar prinaša bistveno povečano odbojnost (refleksivnost), zmanjšano prepustnost (transmisivnost) in s tem manjšo svetlobno energijo, ki prihaja v človeško oko. Vsa ta dejstva govorijo v prid celoviti rešitvi – uporabi zaščitnih enoplastnih očal RX (*slika 4*).



**Slika 3 :** Očala RX in zaščitna očala (OTG)



**Slika 4 :** Zaščitna očala RX

Pri dokazovanju prednosti uporabe zaščitnih očal RX pred kombinacijo očal RX in zaščitnih očal smo izhajali iz predpostavke, da uporabimo dve plasti enakega materiala (organsko steklo / organsko steklo) z lomnim količnikom  $n_2 = 1,58$ . V izračunu smo upoštevali, da je lomni količnik zraka  $n_1 = 1$ . Omejili smo se na manjše optimalne vidne kote (ergonomske vpadne kote v območju  $\pm 15^\circ$ ) od srednjice smeri pogleda [1]. Preverili smo tudi večje vpadne kote. Uporaba lomnega zakona (Snellov zakon) predvideva določanje lomnega kota žarka ( $\theta_2$ ) glede na njegov vpadni kot ( $\theta_1$ ), kot to kaže enačba (1).

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

Pri izračunu smo predpostavili velik radij krivine stekla in tako upoštevali zakonitosti ravnega svetlobnega vala na planparalelni plasti. Do odboja prihaja pri vstopu v plast stekla in pri izstopu iz plasti stekla.

S pravilno in ustrezno izbiro zaščitnih očal RX bomo odpravili neuravnoteženost med človekovimi individualnimi lastnostmi, okoljem in delovno nalogo. Neuravnoteženost lahko povzroči neugodje, pojav napak, nesreč in poškodb pri delu. Današnja tehnologija omogoča uporabo najsodobnejših materialov za izdelavo zaščitnih očal RX, ki ustrezajo najbolj zahtevnim standardom.

Eksperimentalni del smo opravili na spektrofotometru (Perkin-Elmer GmbH - Lambda 2 spektrofotometer) - instrumentu, ki temelji na kvantitativni analizi vzorca, odvisno od tega, koliko svetlobe reflektira. Spektrofotometrija uporablja fotometre, ki lahko merijo intenzivnost svetlobnega žarka kot funkcijo njene barve (valovne dolžine).

Omenjeni spektrofotometer meri na območju široke valovne dolžine od 190 nm do 1100 nm. Hitrost skeniranja je od 7,5 nm/min do 2880 nm/min. Merilni instrument je povezan z računalnikom za beleženje merjenih vrednosti. Točnost valovne dolžine je 0,3 nm.

### 3 Rezultati

#### 3.1 Prepustnost in odbojnost

Proučili smo svetlobne spremembe v primeru, ko smo uporabili očala RX, preko katerih namestimo zaščitna očala, in v primeru, ko uporabimo le zaščitna očala RX.

Najprej smo s pomočjo enačbe (2) izračunali povprečno odbojnost (R) v ergonomskem področju vpadnih vidnih kotov ( $\pm 15^\circ$ ) za  $n_1 = 1$  in  $n_2 = 1,58$ .

$$R = \frac{(n_1 - n_2)^2}{(n_1 + n_2)^2} \times 100 \quad (2)$$

$$R = 5,05 \%$$

Prepustnost (T) izračunamo po enačbi (3)

$$T = 1 - R \quad (3)$$

$$T = 94,95 \%$$

Ko svetloba prihaja iz optično redkejši snovi (zrak) v optično gostejšo snov (steklo), velja, da je  $\theta_1 > \theta_2$ . Ob prehodu se del svetlobe odbije, del pa se lomi in prehaja naprej v drugo sredstvo. Odbiti del svetlobe je odvisen od odbojnosti, kar pa je posledica polarizacije vpadne svetlobe. Odbojni koeficient je različen za svetlobo, ki je polarizirana v ravnini, ki leži pravokotno na vpadno ravnino ( $R_s$ ), in svetlobo, ki je polarizirana v ravnini, ki leži vzporedno glede na vpadno ravnino ( $R_p$ ). Ker se vpadni koti spreminjajo, lahko v določenem trenutku  $R_p$  pade na vrednost 0 (Brewsterjev kot -  $\theta_B$ ).

Če predpostavimo, da je 50 % svetlobe polarizirane v eno, 50 % pa v drugo smer, lahko zapišemo enačbo (4) in tako izračunamo odbojni koeficient R, ki v območju optimalnih oziroma manjših vpadnih vidnih kotov ( $\pm 15^\circ$ ) znaša 0,05 (5 %), kar v splošnem potrdimo tudi z enačbo (2).

$$R = \frac{R_s + R_p}{2} \quad (4)$$

Pri velikih vpadnih kotih se odbojni koeficient hitro povečuje, kar včasih predstavlja motnjo (refleksno sliko) pri vstopanju svetlobe iz okolice pod velikimi vpadnimi koti.

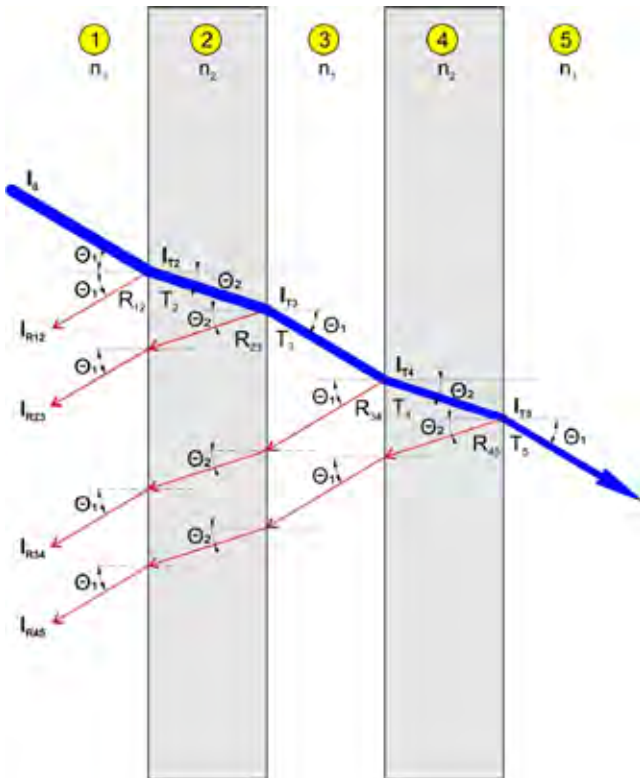
#### 3.2 Očala RX in zaščitna očala

Istočasna uporaba očal RX in zaščitnih očal pomeni, da pred oči namestimo dve plasti gostejše snovi (steklo). Zaradi tega na teh mestih prihaja do lomljenja žarkov in tudi do odboja in prehoda. V praksi se žal zelo pogosto najde kombinacija cenениh očal RX in najcenejših zaščitnih očal brez kakršnega koli antirefleksnega sloja. Do visokega odboja svetlobe tako vedno prihaja pri vsakem prehajanju snovi z različnim lomnim količnikom - pri vstopu in pri izstopu iz steklene plasti - prehod med polji 1-2, 2-3, 3-4 in 4-5 (*slika 5*). Energija vpadle svetlobe se pri prehodu iz polja 1 v polje 2 zmanjša za odbojni koeficient (0,05) in znaša 0,95 vstopne energije  $I_0$  - enačba (5, 6):

$$I_{R12} = I_0 R_{12} \quad (5)$$

$$I_{T_2} = I_0 T_2$$

(6)



Slika 5 : Odbojnost in prepustnost svetlobe skozi dve plasti (očala RX in zaščitna očala brez antirefleksnih slojev)

Energija vpadle svetlobe se pri prehodu iz polja 2 v polje 3 zmanjša za nov odbojni koeficient (0,05) in znaša 0,90 vstopne energije  $I_0$ , odbojna energija pa 0,048 vstopne energije - enačba (7, 8). Pri zapisu enačb upoštevamo dejstvo, da so vsi odbojni koeficienti enaki ( $R_{12} = R_{23} = R_{34} = R_{45} = R$ ). Podobno lahko ugotovimo tudi za prepustnost ( $T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T$ ):

$$I_{R_{23}} = I_{T_2} R_{23} = I_0 T_2 R_{23} = I_0 T R$$

(7)

$$I_{T_3} = I_{T_2} T_3 = I_0 T^2$$

(8)

Pri prehodu iz polja 3 v polje 4 lahko zapišemo podobno, kjer prehodna energija znaša 0,856 vstopne energije  $I_0$ , odbojna energija pa 0,0456 vstopne energije - enačba (9, 10):

$$I_{R_{34}} = I_0 T^2 R$$

(9)

$$I_{T_4} = I_0 T^3$$

(10)

Pri prehodu iz polja 4 v polje 5 pa lahko zapišemo ugotovitev, ki kaže, da prehodna energija znaša 0,8127 vstopne energije  $I_0$ , odbojna energija pa 0,0433 vstopne energije - enačba (11, 12):

$$I_{R_{45}} = I_0 T^3 R$$

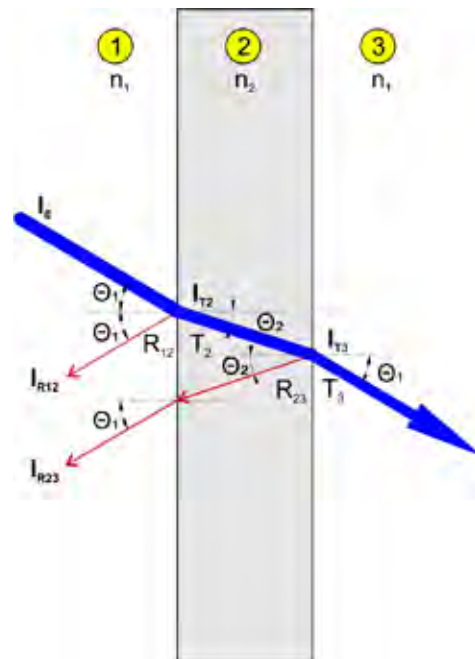
(11)

$$I_{T_5} = I_0 T^4$$

(12)

### 3.3 Zaščitna očala RX

Pri zaščitnih očalih RX je le ena plast stekla, kar omogoča precej večjo prepustnost svetlobe in manj odbite energije, ki bi povzročala svetlobne motnje



Slika 6 : Odbojnost in prepustnost svetlobe skozi eno plast (zaščitna očala RX)

(moteča refleksija) (slika 6).

Pri izračunu uporabimo enačbe (6-8) in tako lahko ugotovimo, da se energija vpadle svetlobe pri prehodu iz polja 1 v polje 3 spremeni za faktor 0,9015 vstopne energije  $I_0$ , odbojna energija pa znaša 0,048 vstopne energije  $I_0$ .

### 3.4 Eksperimentalna meritev na spektrofotometru

S pomočjo spektrofotometra smo izvedli meritev refleksije posameznih stekel, ki jih uporabimo pri izdelavi očal (slika 7).

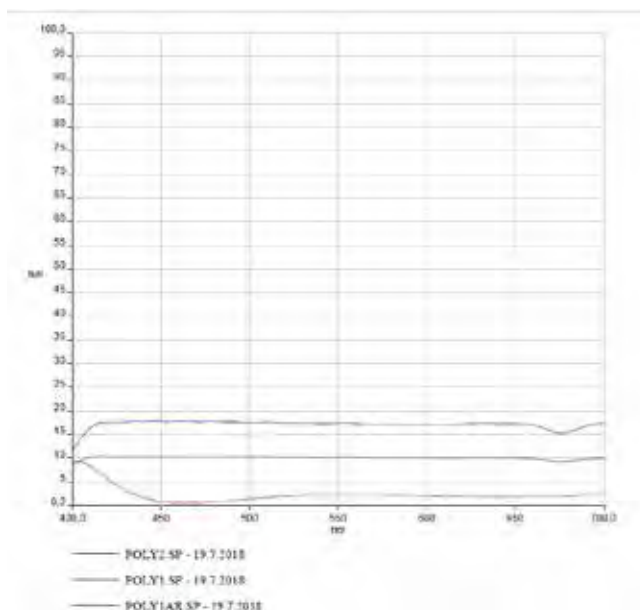


Slika 7 : Namestitev stekla v spektrofotometer

Meritve smo opravili za naslednje kombinacije (slika 8):

- ▶ 2 polikarbonatni stekli brez antirefleksnega sloja (simulacija osnovnih zaščitnih očal preko običajnih korekcijskih očal brez antirefleksnega sloja – RX): modra črta – POLY2.SP. Izmerjena refleksija v celotnem vidnem območju, 380–700 nm, je približno 18 % (teoretično 18,7 %).
- ▶ 1 polikarbonatno steklo brez antirefleksnega sloja (simulacija osnovnih zaščitnih očal: zelena črta – POLY1.SP. Izmerjena refleksija v celotnem vidnem območju je približno 10 % (teoretično 9,85 %).
- ▶ 1 polikarbonatno steklo z antirefleksnim slojem (simulacija zaščitnih korekcijskih očal RX): rdeča črta – POLY1AR.SP. Izmerjena refleksija v celotnem vidnem območju je manj kot 2 % (teoretično 2 %). Refleksija se glede na prvi primer zmanjša za približno 89 %.

Na abscisni osi (slika 8) je vrednost valovne dolžine svetlobe [nm], na ordinati pa vrednost refleksije [%].



Slika 8 : Meritev refleksije [% R] s spektrofotometrom

## 4 Razprava

V prispevku smo se osredotočili v del celovitega pogleda na ergonomijo, posebno na vizualno ergonomijo [1]. Trikotnik vizualne ergonomije tvorijo človekove značilnosti (zdravje oči, nošenje očal, globinska zaznava, ločevanje barv, ostrina vida), okolje (osvetlitev, nevarnosti poškodb oči, kakovost zraka, psihosocialni faktorji in zadovoljstvo pri delu) ter delo (vizualni prikazovalniki, nastavitve računalniških zaslonov, ureditev delovnih mest, velikost in barva ter kontrast pisave, počitek pri delu in intenziteta dela).

V okviru raziskave smo uporabili lomni količnik polikarbonatnega stekla ( $n = 1,58$ ), ki je dober približek lomnim količnikom materialov, ki jih uporabljamo v praksi – organska stekla (polikarbonat, CR39 1,50; HI 1,6; HI 1,67; PC 1,58 in Trivex 1,53) [7]. Material, ki smo ga uporabili, je vgrajen v očalih RX podjetja UVEX, katerega na področju korekcijskih očal RX v Sloveniji zastopa podjetje ALCOM. Vsa očala so funkcionalna, udobna in omogočajo dolgotrajno uporabo, okvirji pa so varni, zanesljivi. Očala se morajo prilagati vsem oblikam obraza in morajo opravljati svojo funkcijo pri različnih delovnih pogojih. Predvsem pa je potrebno poskrbeti za vizualno jasnost.

Izračun je pokazal, da v primeru istočasne uporabe očal RX in zaščitnih očal (brez antirefleksnih premazov) skozi obe plasti v idealnem primeru prehaja do 81,27 % svetlobe. Meritve so pokazale, da je prehodnost cca. 82 %. V primeru, ko uporabimo le eno plast zaščitnih očal RX, se prehodnost svetlobne energije glede na izračun poveča na največ do 90,15 %. Meritve so pokazale prehodnost 90 %. Pri določenih materialih je odbojnost celo večja, kot smo jo predvideli v našem primeru, saj doseže tudi 8–10 % in več. Seveda pa je logično na površino stekel zaščitnih očal RX nanesti še notranji in zunanji antirefleksni nanos z odbojnostjo cca. 1 % (na določenih valovnih dolžinah osrednjega dela vidnega spektra). Realno lahko v večjem delu spektra pričakujemo odbojnost do 2 % (slika 8). V takem primeru se bo prehodnost dodatno močno povečala, saj bo svetlobna prehodnost skozi steklo z antirefleksnim nanosom dosegla več kot 98 %. Odbojnost se je od primera uporabe zaščitnih očal in očal RX brez antirefleksnih slojev do uporabe zaščitnih očal RX z obojestranskim antirefleksnim slojem zmanjšala za več kot 9-krat.

Z uporabo očal moramo vsekakor preprečiti nevarnosti poškodbe očesa zaradi odletavajočih vročih ali prašnih delcev (varjenje, litje, brušenje, ulivanje, ...), nevarnosti zaradi uporabe kemičnih snovi (jedke tekočine ...), brizganja tekočine (visoke hitrosti, pulzirajoč curek ...), biti morajo mehansko odporna (udarci, ureznine ...) in zadržati morajo prodor kaotičnih delcev (bočna zaščita), prilagoditi se morajo anatomiji (fleksibilne/ izmenljive ročke ...), omogočiti morajo različne kote gledanja (dioptrijske prilagoditve, premazi ...), onemogočiti morajo bleščanje (montaže, precizna dela ...) in prenesti različne vibracije (postroji, ploščadi, udarna kladiva ...). Zahteve so zelo kompleksne, tako da je vse parametre praktično nemogoče zajeti v teoretičnem modelu.

Osnovna ideja razmišljanja o ustrezni uporabi zaščitnih očal izhaja iz Zakona o varnosti in zdravju pri delu [8, 9] in seveda iz povsem osebnega interesa zaščititi svoje telo pred zunanjimi nevarnostmi. Oko je organ, ki omogoča več kot 80 % izmenjave vseh informacij z okolico, zato je vid izjemnega pomena. Celovito zaščito oči je potrebno zagotoviti tudi z ustvarjanjem ustreznih delovnih pogojev, med katere spada čim večja prepustnost svetlobne energije skozi zaščitna očala.

Posebno dimenzijo obravnave potrebujejo zelo atraktivna zaščitna očala RX z ukrivljeno obliko (UVEX RX sp okviru [8]). Taka očala delavcu omogočajo neovirano uporabo vidnega polja. Klasična zaščitna očala namreč s stransko zaščito močno omejujejo vidno polje.

S pravilno in ustrezno izbiro korekcijskih zaščitnih očal bomo odpravili neuravnoteženost med človekovimi individualnimi lastnostmi, okoljem in delovno nalogo. Neuravnoteženost lahko povzroči neugodje, pojav napak, nesreč in poškodb pri delu. Današnja tehnologija omogoča uporabo najsodobnejših materialov za izdelavo korekcijskih zaščitnih očal, ki ustrezajo najbolj zahtevnim standardom.

Pri standardih zaščite je potrebno izpostaviti, da smo obravnavali očala, ki v osnovi zadostijo evropskim standardom EN 166 in EN169 (varjenje) in prenesejo poizkus odpornosti pri gibanju projektila premera 6,35 mm s hitrostjo 45,7 m/s.

Naš cilj je bil pripraviti in uporabiti zanesljive in inovativne rešitve za zaščito organa vida pred vplivi zunanjega okolja. Osredotočili smo se na integracijo najsodobnejše tehnologije pri izdelavi korekcijskih

skih zaščitnih očal RX in pri ustvarjanju pogojev, ki ustrezajo človekovim individualnim vizualnim zmožnostim. Pri tem sodelujejo človekove vizualne sposobnosti, okolje in delo.

## Viri

- [1] Balantič, Z., Polajnar, A., Jevšnik, S., Ergonomija v teoriji in praksi, Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2016.
- [2] Balantič, Z., Aljančič, D., „Vizualna ergonomija z uporabo korekcijskih zaščitnih očal,“ v Vir znanja in izkušenj za stroko: zbornik foruma IRT, Portorož, 2018.
- [3] Camlek, N., Svetloba v delovnem okolju in njen vpliv na vrednotenje obremenitve vida, Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2011.
- [4] Kobav, M., Bizjak, G., Vpliv spektra svetlobe na tvorjenje melatonina R-14, Maribor: Slovensko društvo za razsvetljavo – SDR, 2010.
- [5] Licht.de, „www.licht.de,“ 20 5 2011. [Elektronski]. Available: [http://www.licht.de/fileadmin/shop-downloads/lichtwissen05\\_industry\\_trade.pdf](http://www.licht.de/fileadmin/shop-downloads/lichtwissen05_industry_trade.pdf).
- [6] Juslén, H., Productivity and Preferred Illuminances – Field Studies in the Industrial Environment, Finland: Espoo, 2007.
- [7] Uvex, „Individualna osebna zaščitna oprema,“ [Elektronski]. Available: <http://www.alcom.si/wp-content/uploads/Catalogue-AlcomUvex201801.pdf>. [Poskus dostopa april 2018.]
- [8] ZDR-1; Ur. l. RS, št. 78/2013, „Uradni list Republike Slovenije,“ 2013. [Elektronski]. Available: [http://www.mdds.gov.si/si/zakonodaja\\_in\\_dokumenti/veljavni\\_predpisi/zdr\\_1/#c16842](http://www.mdds.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/veljavni_predpisi/zdr_1/#c16842).
- [9] Uradni l. RS, št. 43/2011, Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), 2011.

## Protective Corrective Eyeglasses Use in Visual Ergonomics

### Abstract:

Human vision changes over the years and may need to be corrected at some point in time. Since more than 80 % of the information gets through the eyes, visual ergonomics is extremely important at every step. Work and working conditions are often not ideal and suitable for exposed eyes, therefore, the organ of vision needs to be protected using appropriate and best quality protective goggles.

A man often performs his work in an aggressive environment, which can be dangerous for damage to the organ of vision. We need to protect the eye with goggles while ensuring proper resolution and visual acuity. Human visual capabilities change slightly with the use of protection. By correctly and appropriately choosing protective corrective eyewear we will eliminate the imbalance between human individual characteristics, environment and work task. Imbalance can cause discomfort, the appearance of errors, accidents and injuries at work. Today's technology enables the use of state-of-the-art materials for the production of protective eyeglasses that meet the most demanding standards.

Our goal is to study and apply reliable and innovative solutions to protect the organ of vision from the effects of the external environment. We focus on the integration of state-of-the-art technology in the manufacture of protective corrective eyewear and in creating conditions that correspond to human individual visual abilities. Human visual abilities, environment and work are taken into account.

Theoretically and experimentally, we have shown that, through corrective spectacles, combined with safety goggles, significantly less light passes than when using protective corrective eyeglasses. If the antireflective layer is applied to the surface of the corrective protective glasses, it is additionally obtained in the case of transmissibility, so that the light transit will reach even 98 %.

### Keywords:

Visual ergonomics, Protective corrective eyeglasses, Prescription glasses – RX, OTG – Over the Glasses, reflection