

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO

**Vpliv razvoja računalniških zaslonov na pojav sindroma
računalniškega vida**

DIPLOMSKO DELO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM 1. STOPNJE
TEHNIŠKA VARNOST

Maša Legan

MENTOR: doc. dr. Klementina Zupan

Ljubljana, 2017

IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega/magistrskega dela

Spodaj podpisani/-a ime priimek sem avtor/-ica diplomskega/magistrskega dela z naslovom: *Vpliv razvoja računalniških zaslonov na pojav sindroma računalniškega vida*

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je diplomsko/magistrsko delo izključno rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela pod mentorstvom doc. dr. Klementine Zupan;
- sem poskrbel/a, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem diplomskem/magistrskem delu, navedena oziroma citirana v skladu z navodili;
- se zavedam, da je plagiatorstvo, v katerem so tuje misli oziroma ideje predstavljene kot moje lastne, kaznivo po zakonu (Zakon o avtorski in sorodnih pravicah – uradno prečiščeno besedilo (ZASP-UPB3) (Ur. list RS, št. 16/2007);
- sem poskrbel/a za slovnično in oblikovno korektnost diplomskega/magistrskega dela;
- je elektronska oblika diplomskega/magistrskega dela identična tiskani obliki diplomskega/magistrskega dela.

V Ljubljani, 4.9.2017

Podpis avtorja/-ice:

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Klementini Zupan za vso pomoč, vodenje in navodila pri pisanju diplomskega dela. Prav tako se zahvaljujem tudi svoji družini za vso podporo in potrpežljivost.

Kazalo

1	Uvod.....	1
1.1	Človeško oko	1
1.1.1	Zgradba očesa.....	1
1.1.2	Kako vidimo	3
1.1.3	Osnovne funkcije vida	4
1.2	Razvoj računalniških zaslonov	5
1.3	Vpliv računalniškega zaslona na pojav vidnih obremenitev.....	9
1.3.1	Sindrom računalniškega vida.....	14
2	Namen dela.....	16
3	Ergonomske rešitve in zakonodaja.....	17
4	Zaključek.....	23
5	Literatura	25

Seznam uporabljenih kratic in simbolov

CRT	katodna cev (<i>angl.</i> cathode ray tube)
LCD	tekočekristalni zaslon (<i>angl.</i> liquid crystal display)
LED	svetleča dioda (<i>angl.</i> light-emitting diode)
OLED	organska svetleča dioda (<i>angl.</i> organic light-emitting diode)

Vpliv razvoja računalniškega zaslona na pojav sindroma računalniškega vida

Povzetek:

Diplomsko delo opisuje vpliv računalniških zaslonov na naše oči in vid. Računalniška tehnologija se danes razvija hitro, vendar s seboj prinaša tudi nove težave za uporabnike. Računalnika brez zaslona namreč ne moremo uporabljati, saj zaslon uporabniku prikaže sliko, ki jo je ustvaril računalnik, uporabnik pa preko njega upravlja računalnik.

Prvi del diplomskega dela je namenjen teoretičnim osnovam, kot so delovanje človeškega očesa, kako vidimo in razvoj računalniških z različnimi tehnologijami in njihov vpliv na pojav težav z očmi in vidom ter pojav računalniškega vida. Večino informacij o naši okolici namreč dobimo ravno preko naših oči oziroma z vidom. Razvoj računalniških zaslonov je vplival na naš način dela, saj danes večina pri svojem delu uporablja računalnik. Povečal se je tudi čas, ki ga uporabniki preživijo pred računalniškimi zasloni s tem pa tudi številne težave z očmi.

Kako odpraviti oziroma zmanjšati težave z očmi in vidom je opisano v drugem delu diplomskega dela. Tu so navedeni ergonomski ukrepi in zahteve, ki bi jih morali upoštevati, da bi se pojavu sindroma računalniškega vida izognili.

Ključne besede: računalniški zaslon, oči, sindrom računalniškega vida, astenopija, ergonomske rešitve

Impact of Computer Screen Development on the Emergence of Computer Vision Syndrome

Abstract:

This graduation thesis describes the impact of computer screens on our eyes and vision. Computer technology is developing rapidly, and bringing new problems for users. A computer cannot be used without a screen as it shows the user a picture created by the computer, and through the screen, the user manages the computer.

Part I of this graduation thesis describes theoretical foundations: the operation of the human eye, the vision, the development of computer screens and screen operation in different technologies, impact of computer screens on our eyes and impact on the emergence of Computer Vision Syndrome. We gather most information from our surroundings straight through the eye, by vision. The development of computer screens also influenced on the methods of our work as well because nowadays, most people use computers in their activities. The time spent by users in front of computer screens also has increased, as well as numerous eye problems.

Part II of this graduation thesis describes the ergonomic solutions and different requirements that eliminate or reduce all the eye problems. The best way to avoid Computer Vision Syndrome is to follow all the requirements and advice.

Keywords: computer display, eyes, computer vision syndrome, asthenopia, ergonomic solutions

1 Uvod

Danes si ljudje težko predstavljamo življenje brez računalnika, mobilnih telefonov in drugih digitalnih naprav, ki jih je s seboj prinesel razvoj tehnologije. Današnja družba vse bolj postaja ali pa je že digitalna družba. Redki so danes tudi poklici oziroma delovna mesta, kjer zaposleni pri svojem delu ne bi uporabljali računalnikov.

K razvoju računalniške tehnologije je v največji meri prispevala industrijska revolucija, katere rezultati so bili novi tehnični izumi, kot so različni stroji, ki so bili izdelani z namenom, da opravijo delo namesto delavca in tako olajšajo delo predvsem pri težkih in fizično napornih delih. Med največje tehnične izume sodita tako telefon kot tudi računalnik.

Računalnik se uporablja skupaj z računalniško opremo, ki v osnovi največkrat vključuje računalniško miško, tipkovnico in računalniški zaslon. Ravno zaslon je tisti del opreme, ki je z uporabnikom neposredno povezan, saj prikaže besedila in slike, ki jih ustvari računalnik.

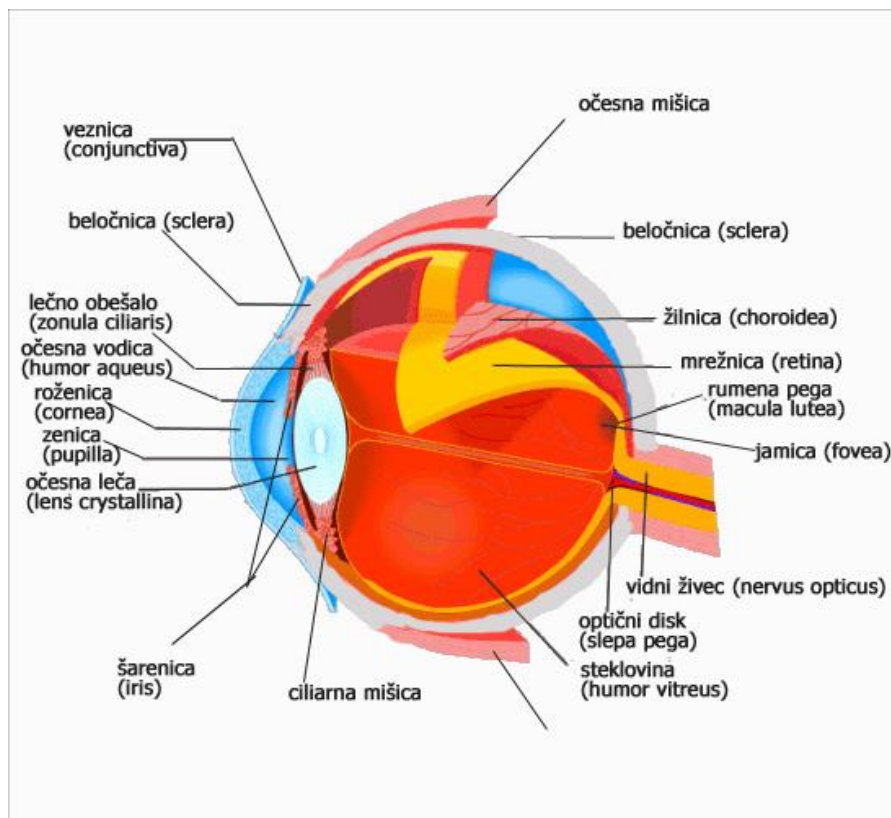
Človek največji del informacij iz okolja dobi ravno preko vida. Vsakodnevno delo z računalnikom oziroma računalniškim zaslonom tako v delovnem času kot tudi v prostem času pa je pri ljudeh čedalje pogosteje vzrok za številne težave z očmi, saj predstavlja zaslon za naše oči in vid ob prekomerni uporabi veliko vidno obremenitev.

1.1 Človeško oko

Človek preko oči oziroma vida dobi kar 80 % informacij iz svojega okolja. Z očmi ločimo različno svetlobo, barve, oblike in tudi oddaljenost opazovanih predmetov. Človeški vid je tesno povezan tudi z drugimi čutili, saj pri človeku hkrati sodeluje pet čutov: vid, tip, sluh, vonj in okus. Vid v kombinaciji s tipom in sluhom posreduje človeku največ informacij o obliki in zgradbi predmetov oziroma okolice [1, 2, 3].

1.1.1 Zgradba očesa

Človeško oko velja za kompleksen organ in enega najbolj izpopolnjenih optičnih instrumentov. Oko oziroma očesno zrklo se nahaja v očesni votlini, kjer je tudi dobro zavarovano. Pomembnejši deli očesa so označeni na sliki 1 [2, 4].



Slika 1: Zgradba očesa [4]

Ovoju bele barve, ki obdaja oko pravimo beločnica. Njena naloga je zagotoviti očesu zaščito in strukturo, poleg tega pa so nanjo pritrjene očesne mišice, ki obračajo oko tako, da je obrnjeno proti točki oziroma predmetu, ki ga opazujemo. Na sprednjem delu očesa se nahaja roženica, ki skupaj z beločnico tvori neprekinjen ovoj okoli očesa. Roženica predstavlja prvi del očesa skozi katerega začne svetloba vstopati v naše oko [2, 4, 5, 6].

Za roženico se nahaja šarenica v obliki kolobarja, katere glavna naloga je spreminjanje velikosti zenice, s čimer uravnava količino svetlobe, ki vstopa v oko. Šarenica daje očem tudi barvo. Zenica je del očesa oziroma odprtina, ki se nahaja na sredini šarenice in omogoča, da svetloba preko nje pride v oko. Takoj za šarenico in zenico je očesna leča, ki je vpeta na ciliarno mišico, ki spreminja debelino očesne leče. Prostor med roženico in lečo je zapolnjen z očesno vodico oziroma prekatno vodico [2, 4, 5].

Notranjo steno očesa prekriva mrežnica. Njena zadnja stena je sestavljena iz posebnih receptorjev, ki zaznavajo svetlobo, zato jih imenujemo fotoreceptorji. Mrežnica vsebuje dve vrsti fotoreceptorjev: paličice in čepke. Na barvo in podrobnosti so občutljivi čepki, na osvetlitev in gibanje pa paličice. Razlikujemo tri vrste čepkov: modri, zeleni in rdeči, saj je vsaka vrsta občutljivejša na določeno barvo svetlobe. Na mrežnici se nahajata rumena in slepa pega [2, 3, 5, 7].

Rumena pega je predel na mrežnici, kjer je koncentracija paličic in čepkov največja. Slepa pega je območje na mrežnici, kjer vidni živec vstopa skozi mrežnico in predel, kjer ni fotoreceptorjev. Po vidnem živcu se prenesejo informacije oziroma impulz iz mrežnice vse do vidnega centra v možganih [2, 3, 5, 7].

1.1.2 Kako vidimo

Predmet v okolici lahko vidimo samo, če je osvetljen ali če predmet sam oddaja svetlobo. Svetloba, ki osvetljuje predmet se od njega odbije in razprši, tako svetloba pride do oči. Prvi del skozi katerega začne svetloba vstopati v oko je roženica. Svetloba se na prozorni roženici lomi. Preden gre svetloba naprej do leče, refleksne mišice v šarenici spreminjajo velikost zenice glede na jakost svetlobe, ki vstopa v oko. Svetlobni žarki preko zenice oziroma odprtine v šarenici pridejo do očesne leče, ki je vpeta na ciliarno mišico, ki spreminja debelino leče. S spreminjanjem debeline, leča izostri svetlobne žarke in jih lomi oziroma usmeri na mrežnico na predel rumene pege, kjer je koncentracija fotoreceptorjev največja. Zato je tudi slika, ki jo vidimo ostra in ima visoko ločljivost. Roženica v primerjavi z očesno lečo kar 70 % svetlobnih žarkov, ki vstopajo v oko usmeri navznoter proti mrežnici, medtem ko leča usmeri oziroma lomi svetlobne žarke, ki se niso usmerili proti mrežnici že na prehodu skozi roženico. Slika, ki nastane na mrežnici je obrnjena. Fotoreceptorji v mrežnici pretvorijo svetlobni dražljaj oziroma sliko na mrežnici s fotokemijskimi procesi v živčne impulze, ki gredo po vidnemu živcu do vidnega centra v možganih, kjer se sliki iz obeh oči združita skupaj v eno, ta pa se nato še obrne nazaj v pravilni položaj [1, 3, 5, 6, 7, 8].

Vidno polje je okolica oziroma zunanji svet, ki ga vidimo istočasno, ko opazujemo določen predmet. Za določitev vidnega polja ne smemo premikati oči niti glave. Vidno polje človeškega očesa v vertikalni smeri zajema približno kot 140°. V horizontalni smeri pa za vsako oko znaša kot 150°, skupaj pa obsegata kot med 180° in 190°. Tam, kjer se vidni polji oči v horizontalni smeri prekrijeta, oči vidijo predmete binokularno (z obema očesoma) [1, 2, 9].

Človeško oko zaznava vidno svetlobo, ki v primerjavi s celotnim elektromagnetnim spektrom obsega valovne dolžine od 380 nanometrov do 760 nanometrov in je najbolj občutljivo na valovne dolžine okoli 510 nanometrov in 550 nanometrov. Ko je svetlobe dovolj, to je podnevi, se za gledanje uporabljajo predvsem čepki, saj so v primerjavi s paličicami manj občutljivi na svetlobo in bolj občutljivi na barve. Gledanju s čepki pravimo fotopski vid. Največja koncentracija čepkov je na predelu rumene pege. Ponoči se za gledanje uporabljajo paličice, saj so zelo občutljive na svetlobo, vendar v primerjavi s čepki ne ločijo barv, zato v mraku in ponoči vidimo črno-belo in nekoliko nejasno. Gledanju s paličicami pravimo skotopski vid [1, 10].

1.1.3 Osnovne funkcije vida

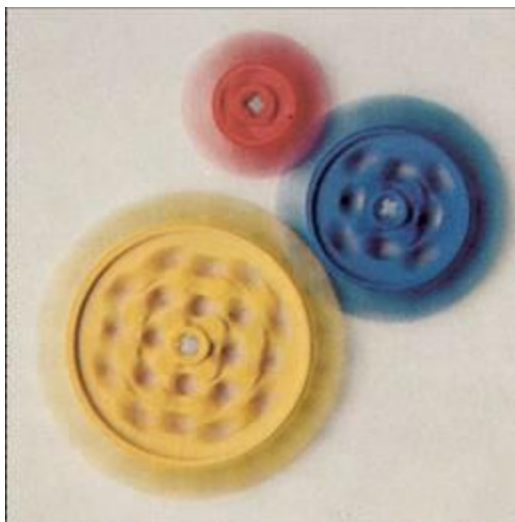
Osnovne funkcije vida so sposobnosti človeškega očesa, da nam v še tako posebnih razmerah v okolju, omogoči kar se da oster in jasen vid oziroma sliko. Ena od osnovnih funkcij človeškega vida je akomodacija. Pri akomodaciji gre za spreminjanje oblike oziroma debeline očesne leče. Pri gledanju na blizu se ciliarna mišica skrči, leča pa se zaradi lastne elastičnosti zadebeli, njena lomnost pa se tako poveča. Pri gledanju bolj oddaljenih predmetov se leča skrči. Funkcija vida kot je akomodacija nam omogoča, da se debelina leče spreminja glede na oddaljenost opazovanega predmeta in tako izostri sliko predmeta, da jo jasno vidimo. Prilagajanje leče poteka tako hitro, da tudi za trenutek ne opazimo predmeta manj jasno, zaradi spreminjanja debeline leče [1, 2, 9].

Ena od osnovnih funkcij človeškega očesa je tudi adaptacija, ki pomeni sposobnost prilagajanja očesa na različne svetlosti okolja. Prilagajanje velikosti zenice, nevronske in fotokemično prilagajanje so trije mehanizmi s katerimi adaptacija poteka. Poznamo adaptacijo na svetlo in adaptacijo na temno. Pri adaptaciji na temno je potrebno približno 30 minut, če pa smo bili prej v zelo svetlem okolju traja popolna adaptacija približno 60 minut. Adaptacija na svetlo pa traja v povprečju nekaj sekund oziroma minut. Na adaptacijo v največji meri vpliva kontrast, ki je definiran kot razmerje med svetlostjo predmeta in njegovo okolico. Manjši kot je kontrast, hitrejša je adaptacija [2, 9, 11].

Ostrina vida je prav tako ena od osnovnih funkcij našega vida oziroma sposobnost oči, da zaznajo in ločijo dva blizu si ležeča predmeta ali podrobnosti na opazovanem predmetu. Ostrina je odvisna od osvetljenosti, saj so na primer veliki predmeti vidni že pri zelo slabi osvetljenosti, manjši predmeti in podrobnosti pa postanejo vidni šele pri višji osvetljenosti. Prav tako kot adaptacija je tudi ostrina vida odvisna od kontrasta. Pri enaki osvetljenosti je pri večjem kontrastu ostrina vida veliko boljša kot pri manjšem kontrastu [1, 2, 9].

Poleg prej opisanih osnovnih funkcij ima pomembno vlogo tudi hitrost zaznavanja, od katere je odvisno kako hitro zaznamo predmete in njihove podrobnosti v neki okolici. Hitrost je odvisna predvsem od svetlobnih pogojev in kontrasta [2, 9, 11].

Čas vidne zaznave ponavadi traja od 0,07 sekunde do 0,3 sekunde. Zaznavanje predmeta včasih ni dovolj hitro, zato se lahko zgodi, da predmetov, ki se zelo hitro gibljejo oziroma spreminjajo, ne vidimo dovolj jasno kar je razvidno iz slike 2. Temu pojavu pravimo stroboskopski efekt [2, 9, 11].



Slika 2: Stroboskopski efekt [2]

1.2 Razvoj računalniških zaslonov

S pojavom računalnika se je hitro začel tudi razvoj zaslona oziroma monitorja, ki bi računalniške kode prikazal kot slike in besedila, ki so človeku dosti bolj razumljive. V začetku šestdesetih let dvajsetega stoletja je bil eden prvih zaslonov videti kot plošča na kateri so bile žarnice, povezane z računalnikom. Namen plošč z žarnicami je bil, da s svojim utripanjem opozorijo kaj v računalniku deluje in kaj ne deluje [12, 13, 14].

Nekaj let kasneje so naredili prvi računalniški zaslon s katodno cevjo oziroma CRT zaslon. Katodno cev so izumili že v sredini devetnajstega stoletja. Uporabili so jo tudi za televizije. Katodna cev je vakuumaska steklena cev, ki se na enem koncu razširi in konča z zaslonom, ki je premazan s fosforjevim premazom. Na drugem koncu se cev podaljša v nekakšen ozek vrat, v katerem je elektronska puška. Z elektronsko puško se pospešuje elektrone proti zaslonu, ki je na drugem koncu cevi. Točka na zaslonu v katero priletijo elektroni, zato zasveti. Pri barvnem CRT zaslonu so tri elektronske puške, na zaslonu pa so tri vrste fosforja oziroma skupine točk razvrščene po zaslonu, kjer vsaka sveti s svojo barvo (modra, rdeča, zelena). Elektronske puške aktivirajo fosforne točke po celem zaslonu iz ene strani na drugo od zgoraj navzdol po vrsticah, kar ustvari sliko po celotnem zaslonu. Ker fosfor ne sveti oziroma točke ne oddajajo svetlobe neskončno dolgo, zaslon začne utripati, saj elektronske puške, ki stalno potujejo po vrsticah od zgoraj navzdol, ne morejo tako hitro ponovno aktivirati vseh fosfornih točk, saj morajo najprej aktivirati vse točke do zadnje vrstice, šele nato se vrnejo na začetek. V času preden točko elektronska puška ponovno aktivira, se to na zaslonu vidi kot utripanje. Pri CRT zaslonih je bila največja težava za uporabnika ravno utripanje zaslona. CRT zasloni so v primerjavi z današnjimi zavzeli kar nekaj prostora zaradi velikosti katodne cevi za zaslonom, kar je videti tudi na sliki spodaj (slika 3) [15, 16, 17].



Slika 3: CRT zaslon [18]

CRT zaslone so kasneje hitro zamenjali tekočerkristalni zasloni (LCD), s katerimi so neželeno utripanje odpravili in tako omogočili uporabnikom slikovnih zaslonov bolj stabilno, ostrejšo sliko in možnost zaslonov različnih dimenzij. Prvi LCD zaslon so naredili že v sedemdesetih letih dvajsetega stoletja, vendar si ga zaradi visoke cene večina ni mogla privoščiti. Konec dvajsetega stoletja se je to spremenilo in LCD zaslon je postal dostopen vsem ter tako iz uporabe izrinil CRT zaslone. Kmalu za LCD zaslonom so izdelali tudi prenosni računalnik in za zaslon uporabili LCD zaslon [13, 14].

LCD zaslon ali tekočerkristalni zaslon je danes najbolj priljubljena vrsta računalniškega zaslona. Kot že samo ime pove, imajo glavno vlogo pri prikazovanju slike tekoči kristali. V ozadju se pri LCD zaslonih uporabljajo različne vrste fluorescentnih osvetlitev. Preden se na zaslonu pred nami pojavi slika mora iti svetloba preko več plasti oziroma filtrov, ki sestavljajo LCD zaslon. Najprej mora svetloba iti preko prve polarizacijske plasti do plasti tekočih kristalov, ki niso ne v trdnem ne v tekočem agregatnem stanju. Molekule tekočih kristalov zaradi električne napetosti spremenijo svoj položaj oziroma se spremeni njihova razporeditev in posledično lahko svetloba pride do barvnega filtra in nato do druge polarizacijske plasti ter vse do plasti na kateri se prikaže slika, ki jo uporabnik računalnika vidi [19, 20, 21, 23].

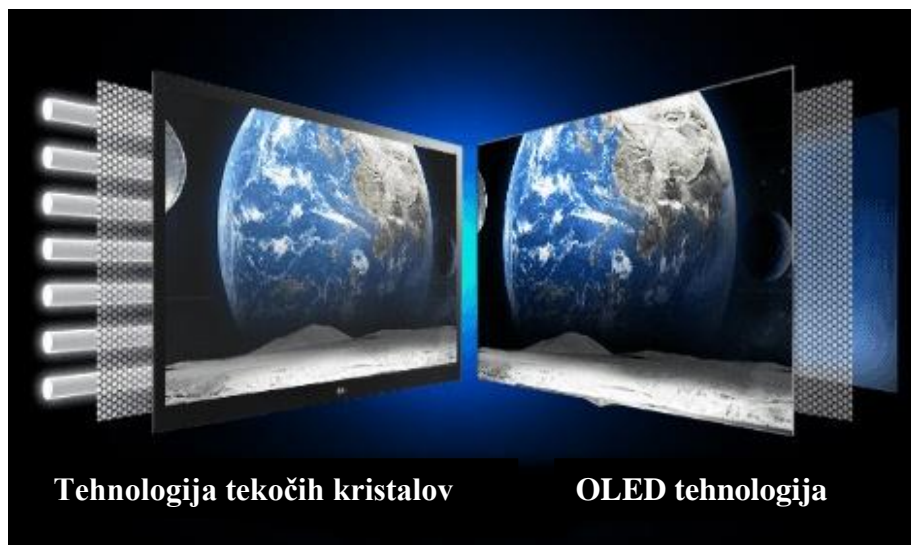
Prednosti LCD zaslonov so predvsem v tem, da ne zavzamejo veliko prostora v primerjavi s CRT zaslone kar je razvidno iz slike spodaj (slika 4) in uporabnikom omogočajo bolj stabilno sliko. Ko so bili zaslone LCD že kar nekaj časa v uporabi so ugotovili, da ima tudi ta vrsta zaslonov kar nekaj pomanjkljivosti. Vir svetlobe v ozadju zaslona s časom izgublja moč, poleg tega pa je zaslon zelo občutljiv. Če se zaslona dotaknemo ostane odtis viden še nekaj časa, v primeru močnejšega udarca pa na zaslonu nastanejo nekakšne barvne črte, ki ne izginejo, hkrati pa se na tistem mestu tudi slika ne prikazuje več, zato je največkrat potrebno zaslon zamenjati [19, 20, 21, 22, 23].



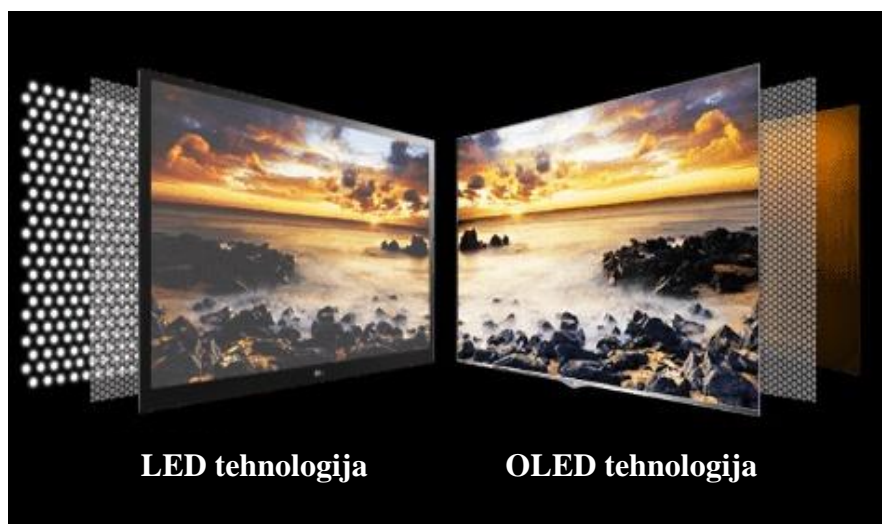
Slika 4: LCD zaslon [24]

Tehnologija računalniških zaslonov se hitro spreminja. Cilj je narediti računalniški zaslon, ki potroši zelo malo električne energije, zavzame malo prostora in hkrati zagotavlja odlično sliko. Z iznajdbo LED zaslonov so se temu zelo približali, saj je bil računalniški zaslon tanjši od LCD zaslona, bolj varčen in tudi slika je boljše kvalitete. Po nekaterih podatkih LED zaslon porabi kar 40 % manj električne energije kot LCD zaslon. Največja razlika med LED in LCD zaslonom je v svetlobi v ozadju zaslona, zato so LED zasloni po načinu delovanja pravzaprav LCD zasloni. Pri LED zaslonu so namesto vira bele svetlobe v ozadju, nameščene svetleče diode po katerih je zaslon tudi dobil ime [12, 20, 25, 26, 27, 28].

Ni minilo veliko časa, ko je za LED zaslonom prišla ideja za novi OLED zaslon, vendar se ta tehnologija še ne pojavlja tako pogosto v računalniških zaslonih. OLED tehnologija se v zadnjem času pojavlja predvsem v televizijskih zaslonih, najbolj izstopajo ukrivljeni televizijski OLED zasloni. Pri OLED tehnologiji gre za to, da ne potrebujemo osvetlitve v ozadju, saj organske svetleče diode same proizvedejo dovolj svetlobe za prikaz slike. Ta tehnologija zagotavlja odlično sliko z izjemnim kontrastom, je varčnejša od LED tehnologije in omogoča izdelavo zelo tankih zaslonov. Največja slabost OLED tehnologije v primerjavi z vsemi drugimi tehnologijami na trgu je visoka cena. Kakšna je razlika v kakovosti slik prikazanih na zaslonih z različnimi tehnologijami je vidno na sliki 5 in sliki 6 [20, 25, 27, 28].



Slika 5: Primerjava zaslonov s tekočimi kristali in OLED tehnologijo [27]



Slika 6: Primerjava zaslonov z LED in OLED tehnologijo [27]

1.3 Vpliv računalniškega zaslona na pojav vidnih obremenitev

Prvi računalniški zaslони s katodno cevjo so predstavljali za oči veliko večjo obremenitev kot današnji računalniški zaslони. Danes je računalnik dostopen skoraj vsem in skoraj povsod, pravzaprav je postal tehnologija brez katere si ljudje ne predstavljamo našega vsakdana. Že v prejšnjem poglavju je bilo omenjeno, da je bila največja težava za uporabnika pri CRT zaslonih utripanje. Ker gredo elektronske puške vedno po isti poti zaslona ter tako najprej aktivirajo fosforne točke po vrsticah od zgoraj navzdol in se šele nato lahko vrnejo na začetno vrstico. To se na zaslonu opazi kot utripanje, saj fosforne točke ne svetijo več z enako močjo kot na začetku, ko jih elektronski topi aktivirajo. Stalnemu aktiviranju fosfornih točk pravimo osveževanje slike oziroma osveževanje zaslona. Pri nakupu CRT zaslona je to navedeno v Hz (hertz), ki v fiziki predstavljajo enoto za frekvenco. Če ima zaslon v podatkih napisano 50 Hz, to pomeni, da se v eni sekundi slika na zaslonu osveži 50-krat. Pri CRT zaslonih je bila najbolj pogosta frekvenca osveževanja zaslona ravno 50 Hz, saj ima tudi električno omrežje v Evropi frekvenco 50 Hz [16, 17, 23, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36].

V času prvih CRT zaslonov je večina uporabnikov imela težave z motečim utripanjem zaslona, saj je bila frekvenca osveževanja enostavno prenizka. Utripanje od naših oči zahteva, da se vse bolj kompleksno premikajo, hkrati pa od oči zahteva stalno fokusiranje. Pri tem je očesna leča stalno napeta oziroma se njena debelina stalno spreminja. Ciliarne mišice, ki so odgovorne za spreminjanje debeline leče se zaradi tega stalno naprezajo in zato tudi utrudijo. To se pri uporabnikih občuti kot dvojni in zamegljen vid, saj ciliarne mišice ne zmorejo več tako hitro spreminjati debelino leče. Znano je tudi, da prenizka frekvenca osveževanja CRT zaslona, ki je vidna kot utripanje, lahko povzroča epileptične napade pri ljudeh s fotosenzitivno epilepsijo [29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36].

Kmalu za tem, ko so se pojavile težave pri prvih CRT zaslonih, so težave z utripanjem poskušali odpraviti z nastavljlivo frekvenco osveževanja zaslona in iz 50 hertzov tako uporabnikom omogočili nastavljlivo frekvenco osveževanja vse do 100 hertzov. Dvakrat višja frekvenca osveževanja je pomenila, da so elektronske puške še hitreje aktivirale fosforne točke na zaslonu, kar je tudi odpravilo težave z utripanjem. Čeprav je moč zaslediti veliko različnih priporočenih frekvenc osveževanja zaslona, naj bi bilo za uporabnika CRT zaslona najbolj ugodno, da ima zaslon frekvenco osveževanja slike višjo od 75 hertzov. S prenovljenimi CRT zasloni niso dosegli velike sprejetosti, saj se je dokaj hitro pojavil novi LCD zaslon z drugo tehnologijo, manjšo porabo električne energije, predvsem pa je zavzel veliko manj prostora in je še danes na prvem mestu med uporabniki na večini delovnih mest po svetu [16, 23, 30, 34, 37].

Tehnologija tekočih kristalov je za uporabnika pomenila konec težav z utripanjem in mu omogočila stabilnejšo sliko. LCD zasloni so imeli že takoj, ko so se pojavili, v osnovi boljšo svetlost, saj so fosforne točke zamenjali kristali oziroma stalen vir svetlobe v ozadju zaslona in višje frekvence osveževanja, zato je bil prikaz gibanja na zaslonu veliko boljši [23, 30, 34, 37].

Včasih so za glavno skupino uporabnikov računalnikov oziroma računalniških zaslonov veljali relativno mladi ljudje, ki so računalnike uporabljali samo zaradi narave njihovega poklica samega, v prostem času pa temu ni bilo tako, saj si ga večina takrat ni mogla privoščiti. S prihodom novih tehnologij je cena starejšim začela padati, hkrati pa je z večjim številom proizvajalcev iste tehnologije in zaradi konkurenčnosti postala tudi nova tehnologija vsem veliko bolj dostopnejša [37, 38].

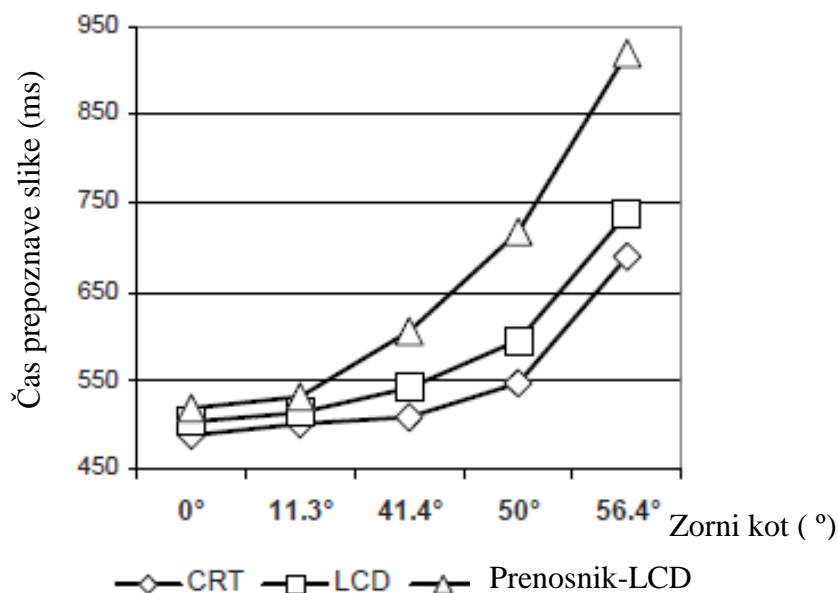
Spreminja se tudi učno okolje, saj na trg prihajajo nove oblike informacijske tehnologije. Tradicionalne oblike informacijske tehnologije, kot so knjige in učbeniki, bi radi nadomestili z interaktivnimi multimedijskimi napravami (tablični računalniki, pametni telefoni) in internetnimi viri. Študija, ki je bila narejena v Avstraliji je pokazala, da ljudje v prostem času največ časa preživijo pred računalnikom, na drugem mestu pa je gledanje televizije. Nadaljnje raziskave pri odraslih so pokazale, da imajo tisti, ki uporabljajo prenosne računalnike bolj nepravilno (upognjeno) držo in več težav z očmi kot tisti, ki uporabljajo navadne računalnike (namizne). Vzrok je verjetno v tem, da sta pri prenosnem računalniku tipkovnica in zaslon neločljiva [37, 38].

Z dostopnostjo novih tehnologij se je močno spremenil čas, ki ga ljudje preživijo pred računalniškim zaslonom, z njim pa tudi težave z očmi pri večini uporabnikov. S prihodom nove tehnologije tekočih kristalov so se tako pojavile tudi nove težave za uporabnike LCD računalniških zaslonov. Največji težavi za uporabnike pri LCD zaslonih predstavljata spreminjanje vidljivosti slike na zaslonu, glede na kot pod katerim gledamo na zaslon in odsotnost utripanja zaslona. Zaradi slednje uporabniki preživijo pred zaslonom veliko več časa kot so ga uporabniki CRT zaslonov včasih [37, 39].

Najboljša slika je na LCD zaslonu uporabniku zagotovljena, ko se nahaja natanko pred zaslonom, če temu ni tako, je vidljivost vsebine na zaslonu izrazito slabša. Temu problemu pravimo anizotropija, ki pomeni spreminjanje svetlosti slike na zaslonu, če jo gledamo pod različnimi koti. Pri prenosnih računalnikih je več anizotropije kot pri navadnih LCD zaslonih, saj je računalniški zaslon neločljivo povezan s tipkovnico in ga ni mogoče nastaviti po višini. Lahko bi rekli, da je anizotropija karakteristična lastnost LCD zaslonov in je skoraj neodvisna tako od proizvajalca zaslona kot tudi od letnika njegove izdelave [37, 39].

Za merjenje anizotropije obstajajo različne metode. Ena od teh metod je, da vpremo računalniški zaslon v posebno stojalo, ki mu lahko prilagajmo tako vertikalni kot horizontalni kot nagiba. V metodi sodeluje več uporabnikov, ki medtem ko se spreminja nagib zaslona beležijo pri katerem nagibu se na računalniškem zaslonu zazna zmanjšana svetlost oziroma pri katerem kotu je slika še sprejemljiva. Pomanjkljivost te metode je predvsem v tem, da ne pokaže kako zmanjšana svetlost vpliva na vidno zmogljivost. S to metodo tudi ne moremo kvantitativno določiti svetlosti na zaslonu pri določenih kotih. Za kvantitativno določitev se uporabi metoda pri kateri merimo svetlost s fotometrom. Merimo tako, da fotometer postavimo pred zaslon pod kotom 0 stopinj v centralno lego in nato pod kotom 50 stopinj (gledanje zaslona s strani) ter ga usmerjamo po različnih področjih zaslona. S tem simuliramo gledanje uporabnika v računalniški zaslon v različnih okoliščinah [37, 39].

S takšno metodo so prišli do ugotovitve, da se pri gledanju LCD zaslona pod kotom 50 stopinj svetlost zmanjša skoraj za 80 odstotkov v primerjavi s svetlostjo pod kotom 0 stopinj, vidljivost slike na zaslonu in vidna zmogljivost uporabnika pa se opazno poslabšata, če uporabnik gleda zaslon med koti od 10 stopinj do 50 stopinj, kar je razvidno tudi iz diagrama na sliki 7. Diagram prikazuje odvisnost časa prepoznavne slike od zornega kota za CRT zaslon, LCD zaslon in za prenosni računalnik, ki prav tako uporablja tehnologijo tekočih kristalov. Anizotropija od uporabnika zaslona zahteva dodatno naprežanje oči, kar povzroči utrujenost in razdraženost oči in tudi glavobole [37, 39].

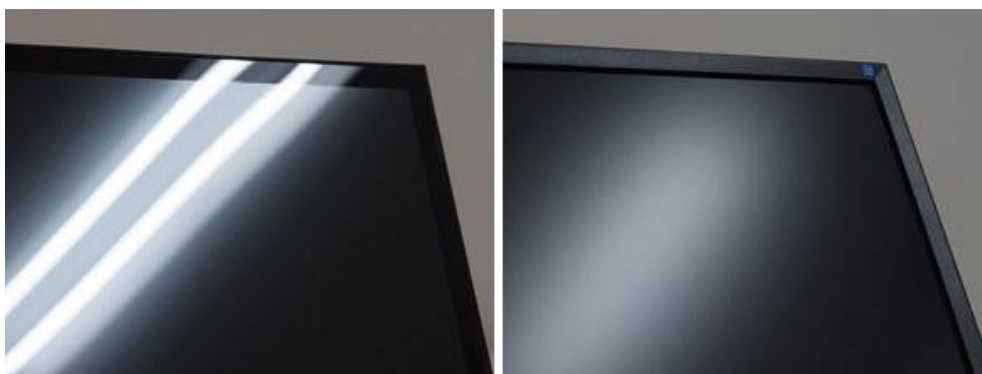


Slika 7: Odvisnost časa prepoznavne slike od zornega kota za različne zaslone [37]

Poleg učinka anizotropije, pri uporabnikih ne smemo pozabiti na odsotnost utripanja pri LCD zaslonih. Zaradi odsotnosti utripanja zaslona oziroma slike, preživijo uporabniki LCD zaslonov pred zasloni veliko več časa kot nekoč. Posledica tega je, da se uporabnikom frekvenca mežikanja, ne da bi se tega zavedali, zmanjša. Zdravniške študije so pokazale, da se frekvenca mežikanja zmanjša iz običajnih 15 do 20 mežikov na minuto na samo od 5 do 8 mežikov na minuto. Posledica prenizke frekvence mežikanja so suhe in razdražene oči, največkrat pa uporabnik to občuti kot pekoč občutek in draženje, pojavi pa se tudi rdečina [40, 41, 42, 43].

Oko ima na svoji površini naraven solzni ščit oziroma solzni film, ki vlaži očesno površino in tako vzdržuje jasen vid in hkrati tudi oko vlažno. Z mežikanjem pa tako tudi izpira prah in razne tujke. Ob zmanjšani frekvenci mežikanja se solzni ščit okvari oziroma se ne obnavlja, pri tem pa oko postane suho in razdraženo, saj je oko zaradi zmanjšane frekvence mežikanja izpostavljeno izhlapevanju oziroma sušenju solznega ščita. Ker je oko dlje časa odprto, se prah in tujki zaradi nižje frekvence mežikanja in slabšega solznega filma tudi ne izpirajo ter tako povzročijo, da so oči razdražene in suhe [40, 41, 42, 43].

Manjša frekvenca mežikanja in anizotropija predstavljata največji težavi za uporabnika LCD zaslona, vendar se je v različnih študijah izkazalo, da je uporabnike največkrat motila in očem predstavljala velik napor osvetljenost okolice. Pri zaslonih s tehnologijo tekočih kristalov se večkrat pojavi bleščanje zaradi napačne osvetljenosti okolice in prevelike razlike med svetlostjo zaslona in svetlostjo okolice. Kako bleščanje vpliva na sliko zaslona je vidno na spodnji sliki (slika 8), ki prikazuje neustrezno osvetlitev in pojav bleščanja, ki moti uporabnika pri delu z računalnikom oziroma računalniškim zaslonom in od njegovih oči zahteva stalno fokusiranje in naprežanje. Največkrat se to pojavi, ko notranja osvetljava ni ustrezno nameščena glede na postavitev računalniškega zaslona ali pa zaslon ni ustrezno nameščen glede na vir naravne osvetlitve oziroma glede na svetlobo, ki v prostor prihaja skozi okna ali površine, ki prepuščajo zunanjo svetlobo [44, 45].



Slika 8: Neustrezno (bleščanje) in ustrezno nameščen računalniški zaslon [44]

Prevelika razlika med svetlostjo zaslona in svetlostjo okolice lahko včasih predstavlja napor za uporabnika oziroma njegove oči. S študijo, ki so jo naredili leta 2005 [45] so prišli do zanimivih rezultatov, saj so poleg vpliva razlike med svetlostjo računalniškega zaslona in okolice, naredili še primerjavo med različnima starostnima skupinama in vplivu razlike v svetlosti na vsako izmed njih. S študijo so ugotovili, da svetlost okolice lahko vpliva na zmanjšano vidnost zaslona in na občutek nelagodja ter stalnega prilagajanja zaradi dveh svetlosti [45].

Cilj študije je bilo ugotoviti kakšen ima vpliv svetlost okolice na opravljanje dela na računalniškem zaslonu in počutje obeh starostnih skupin. Vplive so merili pri dveh skupinah odraslih, in sicer mlajši skupini udeležence, katere člani so bili stari od 23 let do 39 let in starejši skupini, v kateri so bili stari od 47 let do 63 let. Računalniški zaslon je imel vedno enako svetlost 91 cd/m^2 (kandela na kvadratni meter) in je stalno prikazoval zaslonsko sliko bele barve, medtem ko se je svetlost okolice stalno spreminjala od $1,4 \text{ cd/m}^2$ do 600 cd/m^2 . Svetlost okolice in zaslona močno vplivata na prilagajanje zenice zaradi dveh različnih ravni svetlosti. Pri mlajši skupini udeležencev študije so rezultati na koncu pokazali, da lahko svoje delo najbolje in zelo natančno opravljajo v okolici s svetlostjo že od 50 cd/m^2 naprej, pri starejši skupini pa šele od 91 cd/m^2 naprej oziroma v okolici s svetlostjo, ki je enaka ali večja od svetlosti računalniškega zaslona [45].

Drugi del študije, ki je pokazal kdaj in pri katerih delih z računalnikom oziroma zaslonom so se udeleženci študije najbolje počutili, je ponudil zanimive zaključke. Najbolj ugodna svetlost okolice tako za delo v službi kot tudi v prostem času je znašala za udeležence študije pri mlajši skupini udeležencev $86,9 \text{ cd/m}^2$, pri starejši skupini udeležencev pa $62,2 \text{ cd/m}^2$ [45].

Po končani študiji so zaključili, da mlajša skupina za natančnejše delo potrebuje manj svetlo okolico zaslona kot starejša, vendar mlajši skupini udeležencev glede na počutje bolj ustreza, če je okolica le za odtenek nižja oziroma je ta enaka. Pri starejši testni skupini pa je svetlost okolice lahko skoraj za polovico manjša od svetlosti zaslona [45].

Danes najboljšo sliko uporabnikom zagotavljajo LED zasloni. Kljub temu, da gre še vedno za LCD zaslone z drugačnim virom svetlobe v ozadju zaslona pa uporabnikom ravno zaradi svetlečih diod v ozadju zaslona povzročajo manj težav, saj za oči predstavljajo manjšo obremenitev. Pri LED zaslonih je naloga svetlečih diod, da čim bolj osvetlijo zaslon in pri tem uide minimalna količina svetlobe na dele zaslona, kjer uporabnik tega ne želi. Tako je uporabniku zaslona celoten čas uporabe zagotovljena kakovostna slika [27].

1.3.1 Sindrom računalniškega vida

Vse predhodno naštetje in opisane težave z očmi in vidom uporabnikov računalniških zaslonov različnih tehnologij je ameriško optometrično združenje poimenovalo sindrom računalniškega vida. Najznačilnejši simptomi sindroma računalniškega vida so suhe oči, zamegljen vid, glavoboli, utrujene in razdražene oči ter bolečine v ramenih in vratu. Vsi naštetji simptomi so največkrat posledica slabe osvetlitve, nepravilne razdalje med očmi in zaslonom, bleščanja ali pa so posledica kombinacije vseh naštetih in drugih vzrokov [33, 46].

Različne študije, ki so jih do sedaj naredili na področju vpliva računalniškega zaslona na oči oziroma sindroma računalniškega vida so pokazale, da naj bi za slednjim trpelo od 50 odstotkov do 90 odstotkov računalniških uporabnikov [33, 46].

Iznajdba osebnih računalnikov pred dvajsetimi leti je prinesla velike spremembe na delovnih mestih. V člankih objavljenih leta 2013 in 2014 so opisali, kako se je z iznajdbo računalnikov vse spremenilo, saj je bilo leta 2000 kar 75% služb, kjer se je pri delu uporabljal računalnik, danes je ta številka še večja. Zapisali so, da se v Ameriki kar 90 % od 70 milijonov delavcev, ki pri svojem delu uporabljajo računalnike več kot 3 ure na dan, sooči z sindromom računalniškega vida. Za zdravljenje naj bi se letno porabilo kar 2 milijardi dolarjev. V članku so objavili tudi rezultate študije in ugotovili, da se sindrom računalniškega vida lahko razdeli na tri kategorije z različnimi simptomi. Te so razdelili na simptome povezane z očmi, simptome povezane z vidom in simptome povezane s položajem telesa, ki ga ima uporabnik pri delu z računalnikom [47, 48].

V članku iz leta 2012 [49] so opisali študijo, ki je bila narejena leta 2012 s 106 zaposlenimi, ki pri svojem delu stalno uporabljajo računalnik in tako prišli do zanimivih rezultatov, saj so ugotovili, da lahko sindrom razdelimo tudi glede na patofiziološki vzrok na 2 različna tipa, in sicer na: motnje akomodacijskega mehanizma očesa, kjer se lahko pojavi tudi astenopija, in motnje na površini očesa. Astenopija se kaže z utrujenostjo in rdečimi očmi, bolečinami v očeh ali okoli oči, zamegljenim vidom, glavobolom in občasno dvojnimi vidom. Motnje na površini očesa pa se kažejo kot suhost oči, pekoč občutek in občutkom tujka v očesu (kot nekakšni koščki) [49].

Obe motnji sta povezani tudi s psihološkimi in zunanji faktorji (lastnosti zaslona, razsvetljava oziroma osvetlitev). Čeprav je bila izgorelost vedno obravnavana kot posledica stresa pri delu in je astenopija danes opisana v medicinski literaturi kot negativna posledica kroničnega stresa, nikoli ni bilo objavljenih podatkov in dokazov, da je temu res tako. S prej omenjeno študijo so pokazali, da večja kot je izgorelost zaposlenega oziroma računalniškega uporabnika, močnejši so simptomi oziroma znaki sindroma računalniškega vida. To tudi dokazuje, da ima psihološki stres velik vpliv na to, včasih tudi večji vpliv kot pogoji na delovnem mestu (okolica) [49].

To je bila prva narejena študija glede povezave vpliva izgorelosti na astenopijo in posledično tudi na intenziteto simptomov sindroma računalniškega vida. Na koncu članka so tudi izrazili željo, da bi bilo v naslednje študije oziroma raziskave smiselno vključiti tudi izmerjene ravni kortizola (stresnega hormona) v krvi pri ljudeh, ki so del študije in na ta način dobiti bolj podrobne in natančnejše podatke o povezavi med izgorelostjo in sindromom računalniškega vida [49].

Večino simptomov sindroma računalniškega vida smo že zajeli v predhodnem besedilu. Večkrat sindrom računalniškega vida zamenjujejo s sindromom suhih oči, zaradi podobnosti nekaterih simptomov. Ker že samo ime sindrom računalniškega vida govori o težavah z očmi in vidom pa ne smemo pozabiti, da med simptome sodijo tudi bolečine, ki se pojavijo v predelu ramen in vratu.

V članku leta 2009 [54] so objavili rezultate študije, ki je pokazala kako višina računalniškega zaslona vpliva na vrat oziroma vratne mišice in posledično tudi na ramena. Razlog za izvedbo študije je bil, da se priporočila o višini zaslona razlikujejo glede na to ali je višina zaslona gledana iz perspektive mišičnega sistema ali iz perspektive vidnega sistema (našega vida oziroma gledanja) [54].

Rezultati omenjene študije so pokazali, da niti previsoko niti prenizko nastavljen računalniški zaslon nista ustrezna, saj so tako močno obremenjene vratne mišice in ramena. Najbolj ustrezen namestitev zaslona naj bi bila malce nižja od višine oči uporabnika. To potrjuje tudi dejstvo, da se pri višje nameščenih zaslonih večkrat pojavijo težave z očmi in vidom, kot pri nižje nameščenih zaslonih. Vzrok je v tem, da so mišice, ki pomika očesno zrklo navzdol in vratne mišice v optimalni napetosti ravno takrat, ko je računalniški zaslon nameščen malce nižje od višine uporabnikovih oči. Dokazali so namreč, da se oči takrat manj sušijo. Hkrati naj bi bilo tudi vidno polje od višine oči navzdol večje od vidnega polja nad višino oči uporabnika. Idealni kot gledanja na računalniški zaslon naj bi znašal od nekaj stopinj do največ 20 stopinj navzdol. Večina oftalmologov opozarja, da stalno naprežanje oči lahko poleg sindroma računalniškega vida povzroči na uporabnikovih očeh tudi resnejše, vendar ne trajne, poškodbe oči in privede do kroničnih glavobolov povezanih z vidom. Sindrom računalniškega vida bi lahko primerjali s sindromom karpalnega kanala, saj se oba pojavita zaradi stalno ponavljajočih se vzorcev oziroma gibov. Najboljši način zdravljenja simptoma je počitek, včasih pa tudi kapljice za oči, ki jih priporoči zdravnik [46, 50, 51, 52, 53, 54].

2 Namen dela

Namen diplomskega dela je podrobneje predstaviti težave z očmi in vidom, ki se pojavijo ob prekomerni uporabi računalnika oziroma računalniškega zaslona na delovnem mestu, poiskati in raziskati vzroke za pojav teh težav ter na kakšen način je razvoj tehnologije vplival na pojav vseh težav.

Prav tako je eden izmed namenov določiti ergonomske ukrepe za odpravo težav z očmi in vidom z upoštevanjem zakonodaje, ki je namenjena delovnim mestom pri katerih poteka delo s slikovnimi zasloni.

Cilj diplomskega dela je seznaniti zaposlene, ki pri delu uporabljajo slikovne zaslone, kako lahko zasloni pri nepravilni uporabi vplivajo na njihovo zdravje in počutje pri delu. S predstavitvijo ukrepov delavcem, ki bi zmanjšali vidne obremenitve pa bi tako lahko dosegli, da bi se zdravje in varnost delavcev na delovnem mestu izboljšala ter pripomogla k večji delovni učinkovitosti zaposlenih.

Po pregledu literature in internetnih virov sem se odločila, da pred začetkom pisanja postavim dve hipotezi, ki ju bom tekom pisanja diplomskega dela skušala potrditi oziroma ovreči.

Hipoteza 1: Razvoj računalniških zaslonov je vplival na pojav sindroma računalniškega vida.

Hipoteza 2: Sindrom računalniškega vida lahko povzroči trajno okvaro vida.

3 Ergonomske rešitve in zakonodaja

Na področju dela z računalniškim zaslonom oziroma slikovnimi zasloni je za delo z njimi mogoče najti veliko nasvetov in pravil s katerimi se ustvari računalniško delovno okolje, ki ne povzroča stresa, neugodja in tudi morebitnih poškodb. Z ergonomijo računalniške opreme se optimizira delovni prostor oziroma okolje, kjer uporabljamo to tehnologijo. S tem se zmanjša možnost za nastanek sindroma računalniškega vida in s tem tako tudi bolečin v predelu vratu in ramen ter težav z očmi in vidom [46, 55].

Ameriško optometrično združenje je objavilo podrobnejši seznam, v katerem je naštetu na kaj vse mora biti uporabnik računalnika in računalniškega zaslon pozoren in katere stvari je pri delu z zaslonom potrebno nujno upoštevati, da ne pride do nepotrebnih težav. Na prvem mestu je pravilna namestitev računalniškega zaslona, nato pa so pomembni tudi še osvetljava, ustrezen položaj sedenja pred zaslonom, frekvenca mežikanja in dolžina odmorov, ki so potrebni, da se oči med daljšim delom za trenutek odpočijejo od stalnega naprezanja [33, 46, 55].

Najpogostejši in najbolj učinkoviti nasveti, ki so namenjeni uporabnikom računalniških zaslonov in zmanjšanju tveganja, da bi prišlo do preobremenitve oči, nastanek stresa in drugih fizičnih poškodb (vrat in ramen) so sledeči:

- Sedeti moramo tako, da sta glava in vrat vzravnanata, pri tem hrbet ne sme biti upognjen ali nagnjen.
- Računalniški zaslon moramo imeti neposredno naravnost pred seboj, ki naj bo dovolj blizu, da brez težav beremo besedilo brez nepotrebne nagibanja naprej.
- Računalniški zaslon naj bo postavljen tako, da je vrh zaslona poravnan z očmi oziroma malce pod nivojem oči uporabnika (do največ 20 stopinj), saj lahko tako na zaslon gledamo brez upogibanja vratu.
- Uporabljajmo stol, ki nam nudi oporo v spodnjemu delu hrbta in ima oblazinjen sedalni del z zaobljenim sprednjim delom.
- Komolci naj bodo sproščeni in blizu telesa, nadlakti pa postavljene pravokotno nad tlemi. Spodnji del (podlakti, zapestje in dlani) in zgornji del roke (nadalakti) naj bi tvorili kot 90 stopinj.
- Računalniška miška naj bo blizu tipkovnice, da se po nepotrebem ne stegujemo, hkrati pa pazimo da zapestja in dlani ne počivajo na ostrih robovih mize ali podloge za računalniško miško.
- Zaslon postavimo tako, da se v njem ne odseva svetloba stropnih luči ali sončna dnevna svetloba, ki največkrat prihaja skozi okna oziroma steklene površine v prostorih, kjer poteka delo.
- Višina stola naj bo nastavljena tako, da so stegna vzporedna s tlemi, meča pa pravokotno nad tlemi.

- Po potrebi uporabljajmo senčila, da se zaradi dnevne svetlobe ne bo na računalniškem zaslonu pojavilo bleščanje [46, 55].

Poleg vsega naštetega so večkrat omenjeni tudi odmori, ki so namenjeni predvsem uporabnikom, ki pred računalniškim zaslonom preživijo veliko časa in večkratni obiski pri zdravniku, ko uporabniki opazijo spremembe pri svojem vidu ali očeh [55].

Za varno in zdravo delo z računalniškim zaslonom imamo v Sloveniji tudi pravilnik, ki je namenjen uporabnikom, ki pri delu uporabljajo računalniške zaslone oziroma slikovne zaslone. V Pravilniku o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom so določene naloge delodajalca, ki mora zaposlenim med drugim zagotoviti pri pooblaščenem zdravniku zdravstveni pregled oči in vida v okviru preventivnih pregledov. Delovna mesta pri katerih delo poteka s slikovnimi zaslone mora izpolnjevati zahteve za varnost in zdravje, ki jih prej omenjeni pravilnik določa in so navedene v prilogi istega pravilnika [56].

V prilogi Pravilnika o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom je veliko zahtev za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu s slikovnim zaslonom. Tiste, ki so povezane z namestitvijo zaslona in okoljem v katerem ga uporabljamo so naslednje:

- Razdalja od oči uporabnika oziroma delavca ne sme biti manjša od 500 milimetrov, ne sme pa biti tolikšna, da uporabniku povzroča težave z odčitavanjem podatkov z zaslona.
- Slika na računalniškem zaslonu ne sme utripati, frekvenca osveževanja slike vsaj 70 Hz.
- Znaki na zaslonu morajo biti dovolj veliki, da so pregledni in se jih loči brez napora.
- Zaslone mora biti nastavljen, da se lahko spreminja njegova višina, je vrtljiv in ima nastavljen tudi naklon tako, da si ga lahko uporabnik prilagodi v skladu z ergonomskimi zahtevami dela.
- Na delovni površini, kjer se nahaja računalniški zaslon, ne sme biti takšnih predmetov, ki bi ovirali uporabnika pri prilagajanju zaslona.
- Zaslon mora imeti nastavljen kontrast in svetlost, da ju uporabnik brez težav prilagaja razmeram v delovnem okolju.
- Razmerje svetlosti med svetlostjo znakov in svetlostjo ozadja na zaslonu mora biti vsaj 1:4.
- Na računalniškem zaslonu ne sme biti odsevov, ki zmanjšujejo in motijo čitljivost znakov.
- Delovno mesto z računalniškim zaslonom mora biti postavljeno tako, da viri svetlobe (okna, svetilke in druge svetlobne odprtine ali steklene površine) ne povzročajo motečega bleščanja in odsevov na zaslonu.

- Da preprečimo moteče bleščanje in odseve na zaslonu, morajo imeti okna ustrezna senčila, da se prepreči vpad sončne svetlobe na delovno mesto oziroma delovni prostor in delo tako ni moteno.
- Programska oprema računalnika mora uporabniku, če je to možno, zagotavljati na računalniškem zaslonu temne znake na svetlem ozadju.
- Pri barvnem računalniškem oziroma slikovnem zaslonu morajo biti barve, ozadja še posebej manj izrazite.
- Na delovnem mestu, kjer poteka delo z računalniškim zaslonom, mora biti dovolj prostora, da delavec lahko brez težav spreminja položaj telesa in tako tudi opravlja potrebne gibe pri svojem delu [56].

Po svetovnem spletu in novejši literaturi lahko danes zasledimo ogromno pravil in nasvetov za delo z računalniškim zaslonom. Če jih primerjamo z zahtevami iz prej omenjenega pravilnika, ki se ni spremenil že od leta 2000, vidimo da bi bilo potrebno zahteve spremeniti, saj je do danes tehnologija na področju računalniških zaslonov močno napredovala, prav tako pa se je v teh sedemnajstih letih spremenil način dela, saj praktično celoten delovni čas zaposleni uporabljajo računalnik in z njim tudi računalniški zaslon. Novi pravilnik bi tako moral vsebovati zahteve, ki so namenjene uporabnikom računalniških zaslonov z najnovejšo tehnologijo tekočih kristalov oziroma tehnologijo, ki je med uporabniki računalniških zaslonov najbolj razširjena.

Najpogosteje se v literaturi in na spletu pojavljajo pravilo 20, 20, 20, očala za računalnik in še veliko drugih ergonomskih ukrepov. Pravilo 20, 20, 20 pomeni, da po vsakih 20 minutah dela za računalnikom oziroma računalniškim zaslonom pogledamo za 20 sekund v daljavo za 20 metrov in tako razbremenimo oči in poskrbimo, da se frekvenca mežikanja stalno ohranja. Danes je mogoče na računalniku nastaviti vsakih 20 minut opozorila, ki opozarjajo uporabnika, da je čas za kratek 20 sekundni odmor. Najpogosteje se v literaturi in na spletu pojavljajo pravilo 20, 20, 20, očala za računalnik in še veliko drugih ergonomskih ukrepov [56, 57, 58].

Že kar nekaj časa pa zaposleni, ki pri svojem delu uporabljajo računalnik, nosijo očala namenjena ravno za delo z računalnikom. Velikokrat jih imenujejo kar bralna očala, ki so namenjena delu z računalnikom, saj gre velikokrat za očala z dioptrijo za delo na določeni razdalji. Takšna računalniška očala oziroma optimalna moč njihove leče omogoči, da so predmeti na razdalji od oči uporabnika do računalniškega zaslona ostro vidni in je hkrati tako omogočeno največje vidno polje [58, 59].

V zadnjem času pa so se na trgu pojavila očala, ki so popolnoma brez dioptrije in so primerne za vse uporabnike računalniških zaslonov. Naloga teh računalniških očal je predvsem zaščita oči pred škodljivo modro svetlobo, ki je pravzaprav povsod, njen glavni vir je za človeka Sonce, poleg različnih slikovnih zaslonov in tudi LED luči [59, 60, 61].

Ker naše oči same ne nudijo dovolj velike zaščite pred modro svetlobo, so najboljša rešitev ravno računalniška očala. Stekla teh očal so lahko rahlo obarvana rumeno ali pa je na steklih antirefleksni premaz, ki zmanjša bleščanje in omogoči boljši prehod svetlobe. Slika 9 prikazuje vidno razliko med steklom brez antirefleksnega in steklo z antirefleksnim premazom [59, 60, 61].

Uporabniku računalniškega zaslona, ki pri delu uporablja prej opisana očala, se pri gledanju skozi stekla očal poveča kontrastnost in vidljivost na samem zaslonu. Ker najnovejši LED zasloni prikazujejo veliko več barv in detajlov, predstavljajo za oči z vsemi podrobnostmi oziroma informacijami veliko obremenitev. Zato so danes računalniška očala z antirefleksnim premazom odlična izbira [58, 59, 60, 61].



Slika 9: Primerjava stekel brez antirefleksnega (levo) in z antirefleksnim premazom [60]

Glede na prebrano literaturo, pravilnik in novo pridobljeno znanje bi morali biti danes ergonomski ukrepi oziroma zahteve za delo z računalniškimi zasloni, ki bi odpravile oziroma zmanjšale težave z očmi in vidom, naslednje:

- Računalniški zaslon naj bo nastavljen in postavljen tako, da so naše oči poravnane z vrhom računalniškega zaslona ali malenkost nižje, saj tako poskrbimo za odpravo ali zmanjšanje obremenitev vratu in ramen.
- Zaslon mora imeti nastavljive svetlost, kontrast in barve, ki uporabniku omogočajo prilagajanje zaslona različnim delovnim razmeram in hkrati tudi boljšo čitljivost znakov na ozadju zaslona.
- Računalniški zaslon ne smemo imeti postavljen tako, da nanj gledamo od strani, saj lahko pride do pojava anizotropije. Pozorni moramo biti tudi na to, da se v zaslonu ne odseva svetloba umetnih virov svetlobe in naravna dnevna svetloba, ki prihaja skozi površine, ki prepuščajo svetlobo in povzročajo bleščanje.
- Za preprečevanje bleščanja in odsevov na zaslonu morajo biti na oknih nameščena senčila, ki tako preprečijo oziroma zmanjšajo količino svetlobe, ki vpada v delovni prostor.

- Pred računalniškim zaslonom moramo sedeti tako, da pri tem hrbet in vrat ni sta upognjena. Za to poskrbimo z uporabo ustreznega pisarniškega stola, ki uporabniku daje oporo v spodnjem predelu hrbta in je višinsko nastavljiv, da so stegna vzporedna s tlemi, meča pa pravokotna na tla.
- Delovna miza mora biti tako kot stol tudi višinsko nastavljiva, na njej pa mora biti dovolj prostora, da uporabnik brez težav opravlja gibe oziroma spreminja položaj svojega telesa pri svojem delu.
- Položaj računalniške miške in tipkovnice mora biti takšen, da zapestja in dlani med delom ne počivajo na robovih mize ali robovih podloge za računalniško miško, saj lahko v nasprotnem primeru povzročijo pri uporabniku mravljinčaste prste na rokah.
- Uporaba računalniških očal brez dioptrije je priporočena, vendar le če uporabniku pri njegovem delu z računalniškim ne predstavljaja še dodatne motnje ali obremenitve.
- Delodajalec mora zaposlenim, ki pri delu uporabljajo računalnik oziroma računalniški zaslon, omogočiti izobraževanje iz področja pravilnega dela z računalniškim zaslonom za delo, ki ga opravljajo (Pravilo 20, 20, 20) in jim priskrbeti tudi ustrezno delovno opremo za njihovo varno, zdravo in nemoteno delo.

Leta 2004 so na univerzi v zvezni državi Alabama v Ameriki naredili raziskavo o povezavi med vidom računalniških uporabnikov in njihovo produktivnostjo. Rezultati, ki so jih na koncu dobili so pokazali, da je produktivnost neposredno povezana z dobrim vidom računalniških uporabnikov in časom, ki so ga potrebovali, za opravljanje nalog na računalniku. Dokazali so, da se z izboljšanjem vida uporabnikov, izboljša tudi delovna produktivnost. Raziskava je nakazala tudi, da bi lahko podjetja s programi, ki bi bili namenjeni izboljšanju vida zaposlenih, imeli tudi ekonomske koristi, saj bi si z zagotavljanjem različnih storitev za zdravje oči in vida za vse zaposlene (tudi tiste, ki nimajo nobenih simptomov računalniškega vida), prihranili, ker bi vlagali v zdravje zaposlenih in hkrati izboljšali produktivnost [58].

Pridobljeni podatki iz pisne literature in internetnih virov bolj kot ne potrjujejo zastavljeno hipotezo 1, ki je bila postavljena na začetku pred samim začetkom pisanja diplomskega dela. Saj je razvoj računalniških zaslonov res močno vplival na pojav težav z očmi in na pojav sindroma računalniškega vida. Odločilen je bil prihod nove tehnologije tekočih kristalov in kasneje tudi vse več proizvajalcev zaslonov s to tehnologijo, kar je posledično vplivalo na padec cen zaslonov, boljše dostopnosti in priljubljenosti med uporabniki.

Z dostopnostjo se je spremenil tudi način dela, saj so si številni posamezniki in podjetja, sedaj lahko privoščijo računalnike in računalniške zaslone. S spremembo načina dela v službi in uporabo računalniških zaslonov tudi v prostem času, se je močno podaljšal čas, ki ga uporabniki preživijo pred zasloni. Prihod LCD zaslonov je pomenil v primerjavi z CRT zasloni konec težav z utripanjem, hkrati pa je pomenil začetek novih težav z očmi in vidom [37, 39].

Poleg prej navedenih sprememb se je spremenila tudi starostna skupina uporabnikov računalnikov. Otroci znajo uporabljati računalnik že preden začnejo hoditi šolo, starostne omejitve navzgor pa praktično ni. Veliko časa, ki ga preživimo pred računalniškimi zasloni pomeni pri uporabnikih tudi številne težave z očmi kot so suhe, utrujene in razdražene oči, glavoboli, zamegljen vid in bolečine v ramenih in vratu. Zaradi vse več pojavljanja teh težav je ameriško optometrično združenje, vse težave z očmi in vidom ter bolečine v vratu in ramenih, poimenovalo s sindromom računalniškega vida. Danes naj bi s slednjim imelo težave od 50 do 90 odstotkov uporabnikov računalnikov oziroma računalniških zaslonov [33, 37, 38, 39, 46].

Večina oftalmologov po svetu se strinja, da stalno naprežanje oči zaradi uporabe računalnika lahko povzroči resnejše poškodbe, vendar ne trajnih. Tudi številne narejene študije to potrjujejo in vse kaže, da na začetku postavljena hipoteza 2 ne drži. Največkrat gre za močnejše glavobole povezane z vidom in razdražene, suhe oči. Simptomi sindroma računalniškega vida oziroma sam sindrom so lahko pri zaposlenih, ki pri svojem delu stalno uporabljajo računalniški zaslon, vzrok tudi za krajšo odsotnost z dela, saj je najboljši način zdravljenja počitek in si na ta način utrujene oči še najbolje odpočijejo od stalnega naprežanja [46, 51].

Ne glede na številne simptome, ki jih sindrom računalniškega vida ima, pa ti na uporabnikovih očeh naj ne bi povzročali trajnih poškodb oči in okvar vida. S številnimi podatki, ki smo jih dobili v številni literaturi in rezultatih številnih študij lahko ovržem hipotezo 2, saj sindrom računalniškega vida ne povzroča trajnih okvar vida [46, 50, 51, 52, 53].

4 Zaključek

S številnimi internetnimi viri in pisno literaturo smo tekom pisanja diplomskega dela dobili vpogled v razvoj računalniških zaslonov in njihov vpliv na pojav sindroma računalniškega vida.

Rezultati narejenih študij in podatki iz literature kažejo, da si ljudje življenja brez računalnika ne znamo več predstavljati. Posledice se kažejo v številnih težavah z očmi in vidom. Posledica tega je zmanjšana delovna produktivnost in odsotnosti z dela. Glede na prebrano literaturo lahko zato hipotezo 1 potrdim, saj je razvoj računalniških zaslonov močno vplival na povečanje števila težav z očmi in posledično na pojav sindroma računalniškega vida. To potrjujejo rezultati številnih narejenih študij in dejstva, da se je s prihodom nove tehnologije tekočih kristalov računalniških zaslonov in večjim številom proizvajalcev zaslonov z enako tehnologijo, močno povečala njihova dostopnost.

Na področju dela z računalniki se s tehnološke strani stvari hitro spreminjajo, s strani našega zdravja pa se stvari premikajo zelo počasi. Problem ni v slabih ergonomskih rešitvah, ampak v nas ljudeh samih, saj ne glede na vse nasvete in pravila, ki so namenjena samo za področje dela z računalnikom in računalniškim zaslonom, tega ne upoštevamo in nam je pomembneje, da se delo najhitreje opravi in ne želimo razmišljati še o svoji drži in postavitvi monitorja. Težko nas je tudi prepričati, da kljub temu če je naša trenutna postavitev zaslona nam najbolj udobna za delo, ni nujno da je ta tudi najbolj pravilna in ustrezna za naše telo, oči in vid. Stanje se še poslabša, če je neustrezno tudi delovno okolje.

S stalnim opozarjanjem na težave, ki jih s seboj lahko prinese uporaba računalniškega zaslona se stvari na tem področju počasi izboljšujejo. Tudi študija v Ameriki je pokazala, da z vlaganjem v zdravje oči uporabnikov, pri katerih se težave zaradi uporabe zaslona še niso pokazale, saj tako ohranjajo zdravje zaposlenih, njihova produktivnost ne pada in tudi manj je odsotnosti z dela.

Vedeti je potrebno, da večino informacij o okolici dobimo ravno preko našega vida, zato je potrebno očem nameniti še posebej veliko pozornosti. Poleg tega je vid zelo tesno povezan tudi z drugimi čutili, ki človeku podajajo informacije pravzaprav skoraj o vsem okoli nas, zato bi bilo nespametno, če ne bi poskrbeli za zdravje oči in našega vida. Pozabiti ne smemo tudi na pravilno držo telesa in tako preprečiti bolečine v vratu in ramenih.

Ne glede na številne simptome, ki so znak sindroma računalniškega vida pa ti na uporabnikovih očeh naj ne bi povzročali trajnih poškodb oči in okvar vida. Številni podatki, ki rezultati številnih študij moram hipotezo 2 ovreči, saj sindrom računalniškega vida ne povzroča trajnih okvar vida.

Velikokrat je bilo med prebiranjem literature moč zaslediti različne informacije o poškodbah oziroma okvarah vida zaradi prekomerne uporabe računalnika. Medtem ko, nekateri znanstveniki namreč trdijo, da računalnik oziroma računalniški zaslon ne povzroča trajnih okvar vida, drugi trdijo da temu ni tako, saj naj bi pri ljudeh oči postajale vedno bolj kratkovidne. Menim, da bi bilo vprašanje ali računalniški zaslon res povzroča trajne okvare vida dobra iztočnica za nadaljnje raziskave in tudi diplomsko delo na tem področju, saj si znanstveniki še danes niso enotni.

Poleg tega bi bilo smiselno narediti tudi anketo o zaposlenih, ki pri svojem delu uporabljajo računalniški zaslon na različnih področjih, s katero bi dobili informacije o tem kako so ljudje v Sloveniji seznanjeni z vsemi pravili in zahtevami na področju dela z računalniki oziroma računalniškimi zasloni. Anketa bi morala biti zastavljena tako, da bi jo razdelili na tri dele. V prvem delu bi bila vprašanja o pogostosti težav z očmi in vidom, v drugem kako je za zaposlene oziroma za njihovo zdravje že poskrbljeno in v tretjem delu preveriti seznanjenost zaposlenih z različnimi tehnikami sproščanja oči med delom z računalniškim zaslonom. Po opravljeni anketi bi bilo najbolje, če bi rezultate narejene ankete predstavili nadrejenim in jim predstavili tudi smiselne ukrepe za odpravo ali zmanjšanje teh težav. Čez nekaj časa bi anketo z zaposlenimi ponovno opravili in preverili ali se je stanje izboljšalo. Veliko je namreč mogoče narediti že z upoštevanjem pravila 20, 20, 20, saj zanj niso potrebna dodatna finančna sredstva, ampak je potrebno zaposlene le seznaniti z njim in jim tako omogočiti, da za zdravje svojega vida poskrbijo na preprost način brez kakršnihkoli pripomočkov, kot so na primer računalniška očala.

Ergonomskih rešitev za pravilno delo z računalnikom je res veliko in potrebno je nameniti le nekaj svojega časa, da se pisarniški stol, računalniški zaslon in delovno okolje ustrezno pripravi za delo, ki ga opravljamo. Poleg tega je treba vedeti, da če se način dela in tako naši gibi med delom ne spreminjajo, ni potrebno stalno nastavljeni pisarniškega stola kot tudi zaslona ne, torej je potrebno narediti zelo malo. V zameno za to dobimo veliko, saj je tako v veliki meri poskrbljeno za zdravje naših oči in telesa. Zavedati se je potrebno, da medtem ko se tehnologija zelo hitro spreminja, naše oči ostajajo enake ne glede na vse, zato jim je potrebno nameniti še toliko več pozornosti in jih ohranjati zdrave.

5 Literatura

- [1] Conrad G. Mueller, R. Mae: Svetloba in vid. Ljubljana: Mladinska knjiga 1970, str. 11, 12, 55, 56, 84, 86, 93, 94, 140, 168, 169.
- [2] G. Bizjak, Matej B. Kobav, M. Prelovšek: Razsvetljava. Dostopno na: <http://lrf.fe.uni-lj.si/razsvetljava.pdf> (pridobljeno 25. apr. 2017).
- [3] *Fizika 8. i*-Učbeniki. <https://eucbeniki.sio.si/fizika8/index.html> (pridobljeno 25. apr. 2017).
- [4] *Anatomija očesa*. Očesna poliklinika Dr. Vukas. <http://www.laserska-operacija-oci.si/novice/43-anatomija-ocesa.html> (pridobljeno 25. apr. 2017).
- [5] *O očeh*. Očesna ordinacija dr. Novak Brecelj. <http://ordinacija-brecelj.si/o-oceh/> (pridobljeno 25. apr. 2017).
- [6] *Anatomija očesa*. Optika Sentina. <http://www.optika-sentina.si/anatomija-ocesa/> (pridobljeno 25. apr. 2017).
- [7] *Oko in vid*. VID Medicinski center. <http://www.vid.si/si/vsebina/okulistika/oko-in-vid/> (pridobljeno 26. apr. 2017).
- [8] *Človeško oko – kako vidimo*. VIDIM Očesni center Celje. <http://www.vidim.si/Show/114/Clovesko-ok> (pridobljeno 26. apr. 2017).
- [9] J. Sušnik: Ergonomska fiziologija. Radovljica: Didakta 1992, str. 40-45, 61-63.
- [10] A. Polajnar, V. Verhovnik: Oblikovanje dela in delovnih mest. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo 2000, str. 99-109.
- [11] Študijsko gradivo pri predmetu Ergonomija in ergonomske meritve. Dostopno na: <https://vis.fkkt.uni-lj.si/> (pridobljeno 23. mar. 2017).
- [12] *A Brief History of PC Monitors*. Monitornerds. <https://www.monitornerds.com/history-of-computer-monitors/> (pridobljeno 29. apr. 2017).

- [13] *History of monitors*. AbsoluteLegends. <http://www.absolutelegends.net/history-of-monitors/> (pridobljeno 29. apr. 2017).
- [14] *The History of Computer Monitors*. Techwalla.com. <https://www.techwalla.com/articles/the-history-of-computer-monitors> (pridobljeno 29. apr. 2017).
- [15] *J.J. Thomson's Cathode Ray Tube (CRT): Definition, Experiment & Diagram*. Study.com. <http://study.com/academy/lesson/jj-thomsons-cathode-ray-tube-crt-definition-experiment-diagram.html> (pridobljeno 29. apr. 2017).
- [16] *TV, katodna cev*. Fizika.si. http://www.fizika.si/seminarji/tv_katodna_cev/tv_katodna_cev.html (pridobljeno 30. apr. 2017).
- [17] *All About Monitors: CRT vs. LCD*. Webopedia. http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Hardware_Software/all_about_monitors.asp (pridobljeno 29. apr. 2017).
- [18] *Monitore – Grundlagen und Begriffe*. hitzestau – Leben mit Technik. <http://www.hitzestau.com/monitore-grundlagen-und-begriffe/> (pridobljeno 29. apr. 2017).
- [19] *Tekočkristalni prikazovalniki*. Fizika.si. <http://www.fizika.si/seminarji/lcdzasloni/LCD.htm> (pridobljeno 29. apr. 2017).
- [20] *Computer Monitors - CRT, LCD, LED, Plasma & OLED Display Monitors*. EngineersGarage. <https://www.engineersgarage.com/articles/computer-monitors-display-technologies-working?page=2> (pridobljeno 30. apr. 2017).
- [21] *LCD-zaslon*. Wikipedija, prosta enciklopedija. <https://sl.wikipedia.org/wiki/LCD-zaslon> (pridobljeno 30. apr. 2017).
- [22] *What are the advantages and disadvantages of LCDs ?*. Science online. <http://www.online-sciences.com/technology/what-are-the-advantages-and-disadvantages-of-lcds/> (pridobljeno 30. apr. 2017).
- [23] M. Varga: Pot do idealnega visoko ločljivega televizorja. *Monitor* [Online] **2009**, 7.

- [24] *Wide Format LCD Monitors: Part 2*. Tom's Hardware.
<http://www.tomshardware.com/reviews/wide-format-lcd-monitors,1277.html>
(pridobljeno 2. maj 2017).
- [25] *LED display*. Wikipedia, the free encyclopedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/LED_display (pridobljeno 2. maj 2017).
- [26] *What's the difference between LCD and LED?*. HowStuffWorks.
<http://electronics.howstuffworks.com/difference-between-lcd-and-led.htm>
(pridobljeno 3. maj 2017).
- [27] *LCD LED ali OLED?*. kajkupiti.si. <http://www.kajkupiti.si/nakupovalni-vodici/lcd-led-ali-oled.html> (pridobljeno 3. maj 2017).
- [28] *OLEDs (Organic LEDs) and LEPs (light-emitting polymers)*. Explain that Stuff.
<http://www.explainthatstuff.com/how-oleds-and-leps-work.html> (pridobljeno 3. maj 2017).
- [29] *Photosensitive epilepsy*. Epilepsy Action.
<https://www.epilepsy.org.uk/info/photosensitive-epilepsy> (pridobljeno 3. maj 2017).
- [30] *Osveževanje zaslona: je število hercev pomembno?*. Siol.net.
<http://siol.net/digisvet/vtisi/osvezevanje-zaslona-je-stevilo-hercev-pomembno-386933> (pridobljeno 21. maj 2017).
- [31] *LED Monitors can cause headaches due to flicker*. FlatpanelsHD.
<http://www.flatpanelshd.com/focus.php?subaction=showfull&id=1362457985>
(pridobljeno 21. maj 2017).
- [32] K. Mikek: Kot bi imeli v očeh pesek. *Naša lekarna* [Online] **2010**, 47.
- [33] *Computer Vision Syndrome*. American Optometric Association.
<https://www.aoa.org/patients-and-public/caring-for-your-vision/protecting-your-vision/computer-vision-syndrome?sso=y> (pridobljeno 24. maj 2017).
- [34] *Obremenjenost oči zaradi uporabe računalnika*. Optika Oblak.
<http://www.optikas.com/obremenjenost-oci-zaradi-racunalnika.html> (pridobljeno 24. maj 2017).
- [35] K. Mikek: Oči za računalnikom. *Revija Vid & Gib* [Online] **2013**, 5.

- [36] *Vision and Adrenal Fatigue*. AdrenalAdvice.com.
<http://www.adrenaladvice.com/adrenal-fatigue-vision.shtml> (pridobljeno 26. maj 2017).
- [37] M. Ziefle: Visual Ergonomic Issues of LCD Displays – An Insight into Working Conditions and User Characteristics. *Industrial Engineering and Ergonomics* **2009**, 561-573.
- [38] A. Briggs, L. Straker, A. Greig: Upper quadrant postural changes of school children in response to interaction with different information technologies. *Ergonomics* **2004**, 47, (7), 790-819.
- [39] J. Jug, M. Bilban: Ergonomija vidnih obremenitev pri delu z zasloni LCD. *Revija Delo in varnost* [Online] **2011**, 3, 44-52.
- [40] M. Varga: Kakovost slike je zelo pomembna. *Monitor* [Online] **2013**, 7.
- [41] Medicina in ljudje: Pravočasni pregled lahko ohrani vid. *Zdravi in fit* **2012**, 2.
- [42] A. Bebar: Zdrav pogled v svet. *Dnevnik* **2008**.
- [43] *Nič več suhih oči!*. Svet24.
<http://njena.svet24.si/clanek/zdravo-zivljenje/56dd59f11d3d7/nic-vec-suhih-oci>
 (pridobljeno 4. jun. 2017).
- [44] *10 ways to address eye fatigue caused by displays*. Eizo.
http://www.eizo.com/library/basics/10_ways_to_address_eye_fatigue/ (pridobljeno 1. jun. 2017).
- [45] James E. Sheedy, R. Smith, J. Hayes: Visual effects of the luminance surrounding a computer display. *Ergonomics* **2005**, 48, (9), 1114-1128.
- [46] *Sindrom računalniškega vida vse pogostejši del vsakdanjika*. Siol.net.
<http://siol.net/trendi/zdravo-zivljenje/sindrom-racunalniskega-vida-vse-pogostejsi-del-vsakdanjika-212371> (pridobljeno 4. jun. 2017).
- [47] L. Hu, Z. Yan, T. Ye, F. Lu, P. Xu, H. Chen: Differences in children and adolescents' ability of reporting two CVS-related visual problems. *Ergonomics* **2013**, 56, (10), 1546-1557.
- [48] T. R. Akinbinu, Y. J. Mashalla: Impact of computer technology on health: Computer Vision Syndrome (CVS). *academicJournals* **2014**, 5, (3), 20-30.

- [49] A. Ostrovsky, J. Ribak, A. Pereg, D. Gatton: Effects of job-related stress and burnout on asthenopia among high-tech workers. *Ergonomics* **2012**, 55, (8), 854-862.
- [50] *Preprečite bolečine zaradi računalnika!*. Žurnal24. <http://www.zurnal24.si/magazin/preprecite-bolecine-zaradi-racunalnika-36490> (pridobljeno 10. jun. 2017).
- [51] *Kako premagati sindrom računalniškega vida?*. Optike.si. <http://optike.si/kako-premagati-sindrom-raunalnikega-vida/> (pridobljeno 10. jun. 2017).
- [52] *What Is Computer Vision Syndrome*. WhatIsDryEye. <https://www.whatisdryeye.com/what-is-computer-vision-syndrome/> (pridobljeno 10. jun. 2017).
- [53] *What Is Computer Vision Syndrome?*. WebMD. <http://www.webmd.com/eye-health/computer-vision-syndrome#1> (pridobljeno 11. jun. 2017).
- [54] L. Straker, R. Skoss, A. Burnett, R. Burgess-Limerick: Effect of visual display height on modelled upper and lower cervical gravitational moment, muscle capacity and relative strain. *Ergonomics* **2009**, 52, (2), 204-221.
- [55] *Ergonomija računalniške opreme za zdrav vid*. Optika Oblak. <http://www.optikas.com/ergonomija-racunalniske-opreme-za-zdrav-vid.html> (pridobljeno 11. jun. 2017).
- [56] Pravilnik o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom. Uradni list RS, št. 30/2000, 73/2005 in 43/2011 – ZVZD-1. Dostopno na: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV425> (pridobljeno 19. jul. 2017).
- [57] *Pravilo 20, 20, 20 za zdrave oči*. Slovenske novice. <http://www.slovenskenovice.si/lifestyle/zdravje/pravilo-20-20-20-za-zdrave-oci> (pridobljeno 19. jul. 2017).
- [58] *Delovna produktivnost in sindrom računalniškega vida*. Optika Oblak. <http://www.optikas.com/delovna-produktivnost-in-sindrom-racunalniskega-vida.html> (pridobljeno 19. jul. 2017).
- [59] *Zakaj bi nosili računalniška očala?*. Oblue – računalniška očala. <http://racunalniska-ocala.si/> (pridobljeno 20. jul. 2017).

[60] *Računalniška očala*. Optika Moj Optik. <http://www.mojoptik.si/ocala/racunalniska-ocala/> (pridobljeno 20. jul. 2017).

[61] *Modra svetloba in očalna stekla*. Optika Moj Optik. <http://www.mojoptik.si/stekla-za-ocala/modra-svetloba-in-ocalna-stekla/> (pridobljeno 20. jul. 2017).