

# ERGONOMIJA PRIKAZNIH JEDINICA-REGULATIVA I NORME

---

**Bilogrević, Kristian**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:660472>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-31**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Kristian Bilogrević

# **ERGONOMIJA PRIKAZNIH JEDINICA – REGULATIVA I NORME**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Kristian Bilogrević

# **ERGONOMY OF DISPLAY UNITS – REGULATIONS AND STANDARDS**

FINAL PAPER

Karlovac, 2019.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Kristian Bilogrević

# **ERGONOMIJA PRIKAZNIH JEDINICA – REGULATIVA I NORME**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

dr. sc. Damir Kralj, prof. v. š.

Karlovac, 2019.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 06. 06. 2019.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Kristian Bilogrević

Matični broj: 04156115031

Naslov: ERGONOMIJA PRIKAZNIH JEDINICA – REGULATIVA I NORME

Opis zadatka:

- na osnovi dosadašnjih iskustava, prakse te dostupne literature i mrežnih-izvora ukratko analizirati tehnološka svojstva prikaznih jedinica i područja njihove primjene te razmotriti neke bitne čimbenike na zdravlje i okoliš korisnika;
- analizirati aktualnu domaću regulativu i EU smjernice u ovom području kao i međunarodne norme koje reguliraju proizvodna i upotrebna svojstva ovih uređaja;
- na osnovi saznanja iz prethodnih razmatranja istaknuti bitne elemente kojima treba dopuniti domaću regulativu u cilju usklađenja s EU smjericama.

Zadatak zadan:

06.06.2019.

Rok predaje rada:

04.09.2019.

Predviđeni datum obrane:

13.09.2019.

Mentor:

dr.sc. Damir Kralj, prof.v.š

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Ivan Štedul, prof., v. pred.

## **PREDGOVOR**

Želim se zahvaliti mentoru dr. sc. Damiru Kralju, profesoru visoke škole, na njegovom strpljenju, izdvojenom vremenu i pomoći pri pisanju ovog završnog rada.

Zahvaljujem se svojoj obitelji, djevojci i prijateljima na podršci kroz vrijeme studiranja.

## **SAŽETAK**

Pojava i ubrzani razvoj računalne tehnologije dovela je do veće fleksibilnosti protoka poslova i radnih mjesta te povećane učinkovitosti za uredske radnike, ali je to istodobno rezultiralo nizom zdravstvenih problema kao što su: kumulativne traume, sindrom karpalnog kanala i drugih ozljeda ponavljajućih naprezanja uzrokovanih nedostatnim dizajnom radnog mjesta. Međutim, prikazne jedinice računala mogu biti vrlo štetne, kako za vid, tako i za cijelo psiho-fizičko stanje čovjeka. Izvedbeno -tehnološki postoje različite vrste prikaznih jedinica, a svaka od njih ima specifična djelovanja na zdravstveno stanje korisnika. Cilj ovog rada je analizirati norme koje reguliraju čimbenike koji utječu na zdravlje korisnika pri dugotrajnoj i kontinuiranoj upotrebi prikaznih jedinica, te pravnu regulativu koja osigurava provođenje ovih normi u cilju sigurnosti na radu i zaštite zdravlja radnika.

Ključne riječi: prikazne jedinice, norme, regulativa, vid, štetni utjecaji.

## **SUMMARY**

The appearance and rapid development of computer technology has led to greater flexibility of workflow and increased efficiency for office workers, but has resulted in a number of health problems such as: cumulative traumas, carpal tunnel syndrome and similar recurring strain injuries caused by inadequate design at the workplace. However, computer display units can be very damaging to both the vision and the whole psycho-physical state of man. Technologically, there are different types of display units, each with specific effects on the health of the user. The aim of this paper is to analyze the standards that regulate the factors that affect the health of users in the long-term and continuous use of display units, and the legal regulations that ensure the implementation of these standards in order to ensure safety at work and protect the health of workers.

Keywords: display units, standards, regulations, vision, adverse impacts.

## SADRŽAJ

|   |            |
|---|------------|
| <b>ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....</b>   | <b>I</b>   |
| <b>PREDGOVOR .....</b>  | <b>II</b>  |
| <b>SAŽETAK.....</b>   | <b>III</b> |
| <b>1. UVOD .....</b>  | <b>1</b>   |
| <b>2. INTERAKCIJA IZMEĐU ČOVJEKA I RAČUNALA .....</b>                     | <b>3</b>   |
| <b>3. FIZIOLOGIJA OKA I PATOLOGIJA RAČUNALNOG VIDA.....</b>               | <b>5</b>   |
| 3.1. Fiziologija oka .....  | 5          |
| 3.2. Patologija računalnog vida.....                                      | 7          |
| 3.2.1. Sindrom računalnog vida.....                                       | 7          |
| 3.2.2. Preporučene vježbe za oči.....                                     | 9          |
| <b>4. OBVEZE POSLODAVCA VEZANE ZA SIGURNOST PRI RADU S RAČUNALOM.....</b> | <b>10</b>  |
| <b>5. PRIKAZNE JEDINICE.....</b>  | <b>12</b>  |
| 5.1. Tehničko tehnološki i povijesni razvoj .....                         | 12         |
| 5.2. Vrste prikaznih jedinica s obzirom na izvedbu zaslona.....           | 13         |
| 5.2.1. Prikazne jedinice s CRT zaslonom.....                              | 13         |
| 5.2.2. Prikazne jedinice s LCD zaslonima .....                            | 15         |



|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| 5.2.3.      | OLED zasloni .....   | 19        |
| <b>5.3.</b> | <b>Osnovna usporedba prikaznih jedinica s CRT i LCD zaslonima .....</b>  | <b>21</b> |
| 5.3.1.      | Način rada prikaznih jedinica s CRT zaslonima .....                      | 21        |
| 5.3.2.      | Način rada prikaznih jedinica s LCD zaslonima .....                      | 24        |
| 5.3.3.      | Usporedba značajki prikaznih jedinica s CRT i LED zaslonima .....        | 26        |
| 5.3.4.      | Utjecaj prikaznih jedinica s CRT zaslonom na ljude .....                 | 27        |
| <b>6.</b>   | <b>ZASLON KAO KLJUČNI ELEMENT RADNOG MJESTA ZA RAČUNALOM .....</b>       | <b>28</b> |
| <b>6.1.</b> | <b>Osvjetljenje na radnom mjestu za računalom .....</b>                  | <b>28</b> |
| 6.1.1.      | Refleksije s površine zaslona .....                                      | 28        |
| 6.1.2.      | Kontrast zaslona .....   | 30        |
| <b>7.</b>   | <b>VISOKOENERGETSKA VIDLJIVA SVJETLOST .....</b>                         | <b>31</b> |
| <b>8.</b>   | <b>NORME VEZANE ZA PRIKAZNE JEDINICE .....</b>                           | <b>33</b> |
| <b>8.1.</b> | <b>Norme MPR i TCO .....</b>   | <b>33</b> |
| 8.1.1.      | MPR 2 .....  | 33        |
| 8.1.2.      | TCO 95 .....   | 34        |
| 8.1.3.      | TCO 99 .....   | 35        |
| 8.1.4.      | Tablično prikazana poboljšanja TCO99 u odnosu na TCO95 .....             | 36        |
| <b>8.2.</b> | <b>Norma ISO 9241 .....</b>  | <b>37</b> |
| 8.2.1.      | Norma ISO 9241:300 Uvod u elektroničke zahtjeve prikaznih jedinica ..... | 37        |
| 8.2.2.      | ISO 9241-3 .....   | 38        |
| <b>8.3.</b> | <b>Američki nacionalni institut za norme .....</b>                       | <b>39</b> |

8.3.1. Norma ANSI / HFES 100-2007 – Ljudski čimbenici inženjeringa radnog mjesta za računalom39

|   |           |
|---|-----------|
| <b>9. ZAKONSKA REGULATIVA REPUBLIKE HRVATSKE I EU SMJERNICE .....</b>                       | <b>41</b> |
| <b>9.1. Direktiva 97/270/EEC .....</b>  | <b>41</b> |
| 9.1.1. Minimalni zahtjevi opreme .....  | 41        |
| 9.1.2. Minimalni zahtjevi prostora .....  | 42        |
| 9.1.3. Povezanost između korisnika i računala.....  | 44        |
| <b>9.2. Pravilnik o sigurnosti i zaštiti zdravlja pri radu s računalom NN 69/2005 .....</b> | <b>44</b> |
| <b>9.3. Elementi usklađenja regulative u RH s EU smjernicama .....</b>                      | <b>46</b> |
| <br>  |           |
| <b>10. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG STANJA .....</b>                                    | <b>48</b> |
| <br>  |           |
| <b>11. ZAKLJUČAK.....</b>   | <b>50</b> |
| <br>  |           |
| <b>12. LITERATURA.....</b>  | <b>52</b> |
| <br>  |           |
| <b>PRILOZI .....</b>  | <b>54</b> |
| <br>  |           |
| <b>POPIS SLIKA:.....</b>  | <b>54</b> |
| <br>  |           |
| <b>POPIS TABLICA: .....</b>   | <b>55</b> |

## 1. UVOD

Rad s prikaznim jedinicama često je i intenzivan i značajan dio rada mnogih, prvenstveno uredskih radnika. Značajke strojne i programske podrške mogu značajno utjecati na radne performanse korisnika. Sve više, korisnici, njihovi predstavnici i rukovoditelji brinu o tome da se rad sa zaslonima prikaznih jedinica razvija i organizira prema relevantnim standardima. Ono što je prikladno u jednom skupu okolnosti, može biti neprikladno u drugom. Kada koristite ergonomske norme za prikazne jedinice, važno je prepoznati da je potencijalni raspon primjene vrlo širok. Stoga, ergonomske norme često imaju oblik preporuka ili zahtjeva koji proizlaze iz određenih okolnosti.

Kroz blisku povijest, tehnologija izrade zaslona prikaznih jedinica znatno napreduje. U drugom dijelu 20. stoljeća dolazi do izuma monitora s katodnom cijevi, zatim zaslona sa tekućim kristalima, plazma zaslona, pa sve do današnjih zaslona koji imaju sposobnost 3D prikaza slike i površinom osjetljivom na dodir. Razvojem tehnologije prikazne jedinice su postale sve manje i manje obujmom, a razvijale su sve veće performanse u svakom pogledu.

Treperenje zaslona, preveliki kontrast svjetla između zaslona i okoline, refleksija svjetla od zaslona, loša čitljivost teksta te loš kut gledanja dovode do brzoga zamaranja očiju i predstavljaju štetne čimbenike korištenja prikaznih jedinica. Kako bi se smanjili i kontrolirali ovi utjecaji, međunarodne norme reguliraju proizvodna i upotrebna svojstva, a proizvođači proizvode prikazne jedinice u skladu s tim normama. Domaća regulativa i EU smjernice propisuju minimalne zahtjeve za radno mjesto za računalom i pri radu sa zaslonima, kao i obveze poslodavca i radnika.

Cilj ovog rada je na osnovi dosadašnjih iskustava, prakse te dostupne literature i mrežnih izvora okvirno analizirati tehnološka svojstva prikaznih jedinica i područja njihove primjene, analizirati domaću regulativu i EU smjernice u ovom

području kao i međunarodne norme koje reguliraju proizvodna i upotrebna svojstva ovih uređaja te na osnovi saznanja iz prethodnih razmatranja istaknuti bitne elemente kojima eventualno treba dopuniti domaću regulativu u cilju usklađenja s EU smjericama.

## 2. INTERAKCIJA IZMEĐU ČOVJEKA I RAČUNALA

Rad za računalom zahtijeva dugotrajno sjedenje pri čemu je pažnja koncentrirana na zaslon dok ruke izvode pisanje, odnosno unos podataka preko tipkovnice i miša. Sjedeći radni položaj je položaj u kojem je pokretljivost tijela ograničena na kinematičke sustave ruku, glave i djelomično trupa. [1]

Kod oblikovanja radnog mjesta pri radu s računalom bitno je povezati tehnologiju izrade, tehniku, ergonomiju i organizaciju samog rada da bi se dobio optimalni učinak rada na radnom mjestu. Radni položaj radnika trebao bi omogućiti dobru pokretljivost ekstremiteta, povoljan raspored radnih i vidnih zona i stabilno ravnotežno stanje pri radu na računalu. Radnik može sjediti udobno i neudobno, ali i ispravno i neispravno, na što treba obratiti pozornost. Treba ga oblikovati tako da se nađe pravilan omjer između visine radne plohe i držanja tijela radnika. Na taj način bi se mišićna masa tijela manje naprezala. Isto tako, ne smije se zaboraviti na potrošnju energije radnika, tako da cijeli radni proces treba biti organiziran tako da je sve na dohvata ruke. Okolina računala koju ljudi koriste uključuje dvije opće kategorije. Prva se sastoji od fizičkog prostora i povezanih elemenata računala koje ljudi koriste, a obuhvaćaju od neposredne okoline preko međuprostora kao što je ured. Druga kategorija se sastoji od različitih aspekata okoline kao što su rasvjeta, atmosferski uvjeti i buka.

Fizički kontakt s radnim mjestom ostavlja na čovjeku različite "tragove". Kvaliteta kontakta koji povezuje čovjeka s radnim mjestom često određuje sposobnost i krajnje karakteristike sprege ili interakcije čovjek-računalo. Početak bilo koje interakcije veze čovjek-računalo leži u objektivnom poznavanju čitavog opsega veličina ljudskog tijela i dimenzija namještaja i računalne opreme. Veličina, oblik i probojnost prostora oko tijela povezani su s neposrednim događajima između ljudi kao i s psihološkim i kulturnim razvojem čovjeka. Optimalnom se

vezom ljudskog tijela i pojedenih elemenata ili grupa elemenata namještaja i računalne opreme utječe na pravilan položaj ljudskoj tijela. [2]

Dobro izveden sustav čovjek-računalo mora imati više nego dobre, ili čak optimalne sustave pokazivanja i upravljanja. Biti pravilnog oblikovanja radnog prostora je da se komponente smjeste tako da ih poslužitelj može lako koristiti. U bilo kojem kompleksnom sustavu, nemoguće je smjestiti sve komponente na najbolje moguće mjesto. Kako je čest slučaj u izvedbi radnog mjesta, optimalno rješenje može biti nemoguće zbog proturječnih zahtjeva sustava ili zbog ograničenja vremena i sredstava koji služe za pronalaženje optimalnog rješenja.

Oblikovanje računalnog radnog prostora idealno zadovoljava zahtjeve učinka sustava kao i potrebe korisnika. Općenito, računalna radna stanica je malo radno područje gdje radnici izvršavaju dodijeljene zadatke. Fizikalne dimenzije radnog prostora su vrlo važne jer male promjene mogu imati značajan utjecaj na učinak radnika, kao i sigurnost i zaštitu na radu i zdravlje. Izvedba bi npr. trebala omogućiti radniku da jasno vidi radnu površinu, položaj tijela mora biti adekvatan i udoban, a uređaji za upravljanje moraju biti unutar dosega da se minimaliziraju pogreške.

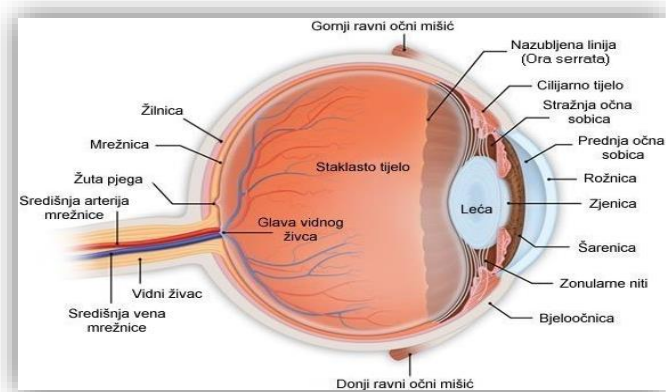
Odgovarajući pristup rješavanju problematike pri radu s računalom i stvarna briga za zdravlje radnika treba biti jedan od osnovnih ciljeva kako poslodavca tako i države, a što će dugotrajno utjecati na bolji ugled i veći profit tvrtke. Jedino zdrava radna populacija može to ostvariti. Poslodavac je dužan izraditi procjenu opasnosti s ciljem da se nađe način da se rizik od vidnog, statodinamičkog i psihičkog napora svede na minimum ili u potpunosti otkloni. Osposobljavanje radnika za rad na računalu na siguran način je važan čimbenik u proizvodnom procesu. [2]

### 3. FIZIOLOGIJA OKA I PATOLOGIJA RAČUNALNOG VIDA

Ljudsko oko je jedan od najfascinantnijih organa preko kojeg primamo 90% informacija iz okoline. Nevjerojatno je da nešto tako malo može imati toliko radnih dijelova. Ali kada uzmete u obzir koliko je težak zadatak pružanja vida, možda to ipak i nije toliko čudo. Ono nam omogućuje svjesnu percepciju svjetla, razlikovanje boja, vid i percepciju dubine. Ljudsko oko može razlikovati 10 milijuna nijansi boja.

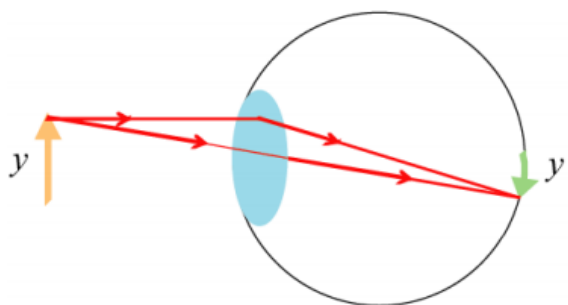
#### 3.1. Fiziologija oka

Oko, čiji presjek pokazuje slika 1, je parni organ koji služi za pretvaranje svjetlosti u živčane impulse. Svjetlo ulazi kroz rožnicu, prozirni dio očne jabučice koji se može usporediti sa staklom na otvoru fotoaparata. Količina svjetla koje ulazi u oko je kontrolirana zjenicom, otvorom koji se otvara i zatvara poput zatvarača na fotoaparatu. I oko i fotoaparat imaju leću koja fokusira dolazeće svjetlo. Svjetlost se fokusira na mrežnici, tamo se u specijaliziranim živčanim stanicama obavlja pretvorba u električne živčane impulse koje naš mozak onda tumači. Oči nam omogućuju svjesnu percepciju svjetla, percepciju dubine, razlikovanje boja i to sve u vidnom kutu od 200°. [3]



Sl. 1. Presjek i nazivi dijelova oka

Kada okom gledamo neki objekt, zrake svjetlosti se odbijaju od tog objekta. Kao što je prikazano na slici 2, prva zraka koja dolazi paralelno sa glavnom optičkom osi lomi se na leći te prolazi kroz fokus. Druga zraka prolazi kroz centar leće. Točka gdje se sijeku ta dva pravca označava mjesto gdje će nastati slika koju vidi to oko. Slika je realna i obrnuta te se oko mora akomodirati i prilagoditi položaju predmeta.



Sl. 2. Nastanak slike u oku

Kod izoštravanja slike važnu ulogu ima cilijarni mišić (lat. *musculus ciliaris*). Cilijarni mišić, glatki je parni mišić glave koji se nalazi unutar očne jabučice. Djelovanje mišića dolazi do izražaja tijekom prilagodbe oka, odnosno tijekom prilagođavanja jačine loma svjetlosti u zavisnosti od blizine promatranog objekta. Kad su promatrani predmeti bliži, cilijarni se mišić kontrahira i tako povećava sagitalni promjer očne leće, čime se povećava njena lomna jakost. Tijekom promatranja udaljenih predmeta, zbiva se obrnut proces. Pri pogledu na daljinu kod ljudi sa normalnim vidom, cilijarni mišić oka je olabavljen, aparat leće je zategnut i prednja površina leće je manje zakrivljena. Međutim, kod pogleda na blizinu cilijarni mišić se steže i povlači liniju leće prema naprijed, i prednja površina leće se više izboči te mijenja svoju zakrivljenost. Steže se zjenica i oba oka konvergiraju. Starenjem se elastičnost leće smanjuje pa mogućnost oka da izoštrava sliku postaje sve slabija. [4]



## **3.2. Patologija računalnog vida**

U današnje vrijeme mnogi ljudi imaju poslove koji zahtijevaju provođenje mnogih sati pred zaslonom računala, što uzrokuje naprezanje njihovog vida. Dugotrajan rad za računalom izaziva zamor i suhoću oka te zahtjeva neprekidno prilagođavanje oka i izoštravanje slike na mrežnici. Problemi vida pri radu na računalu češće se pojavljuju kod osoba koje već pate od kratkovidnosti ili ipak ne nose propisane naočale. Rad na računalu postaje i sve zamorniji s godinama starosti.

### **3.2.1. Sindrom računalnog vida**

Sindrom računalnog vida (eng. *computer vision syndrome*, CVS) je privremeno stanje uzrokovano dugim neprekinutim gledanjem u zaslon računala. S obzirom da sve više vremena provodimo gledajući u zaslon računala, CVS postaje problem svih generacija. Sindrom računalnog vida prepoznaje se po nizu simptoma: zamagljen vid, dvostruka slika, problemi u ponovnom fokusiranju pogleda, suhe i nadražene oči (crvenilo očiju), glavobolje, bol u vratu ili leđima, umor. [5]

- Problem smanjenog treptanja

Jedan od glavnih simptoma sindroma računalnog vida je smanjena učestalost treptanja pri korištenju zaslona računala. Normalna učestalost treptanja je 16 do 20 puta u minuti dok se kod ljudi koji rade za računalom učestalost treptanja smanjuje na 6 do 8 treptaja po minuti. Tu se javlja suhoća očiju i iritacije.

Upotreba umjetnih suza u obliku kapi koje se prodaju bez recepta u ljekarnama može smanjiti suhoću očiju. [5]

- Problem napora izoštravanja vida i bolovi u mišićima oka

Napor uložen u dugotrajno fokusiranje pogleda opterećuje cilijarne mišiće oka te izaziva simptome astenopije ili brzog zamaranja očiju. Ponekad nije moguće fokusirati predmete koji su blizu ni nakon kraćeg vremena. To se najčešće javlja kod ljudi između tridesete i četrdesete godine života, što vodi smanjenju sposobnosti očnih akomodativnih mehanizama fokusiranja, a to mogu biti znaci rane presbiopije. Rad za računalom traži konstantno fokusiranje, pomicanje naprijed i nazad te praćenje onoga što gledate. Pritom se oči trebaju prilagođavati promjeni slika kako bi se u mozgu stvarala čista slika neophodna za pravilnu interpretaciju. Sve to od očnih mišića traži mnogo napora te se javljaju bolovi u mišićima oka. Starenjem se elastičnost leće smanjuje pa se mogućnost oka da izoštrava sliku postaje sve slabija.

Dodatno se javlja i novi problem. Korisnici koji sjede za zaslonom, pokušati će neadekvatnim položajima tijela kompenzirati bolje fokusiranje, što rezultira bolovima u vratu i ramenom obruču. [6]

- Problemi kontrasta i odsjaja

Zaslon računala dodatno zamara oči svojim kontrastom. Većina simptoma prenaprezanja može se spriječiti radom u neutralnom položaju tijela, kao i prilagodabama radne površine. Da biste smanjili vizualni stres, zaslon računala bi trebao biti udaljen barem 50 do 70 cm od očiju, vrh zaslona mora biti u visini očiju. Preporuča se korištenje tamnih slova na svijetloj podlozi uz nagnutost zaslona na način da je gornji rub nešto dalje od očiju, u odnosu na donji rub. Rasvjeta u

prostoriji mora biti adekvatna, kao i blokada svjetlosti koja ulazi kroz prozor i dodatno opterećuje gledanje u zaslon. Najbolje je stoga difuzno svjetlo - ujednačeno, neutralne boje i bez sjena. To se postiže vrlo jednostavno primjenom neizravnih izvora svjetla. Želimo li radni stol osvijetliti neutralnim svjetlom, smjestit ćemo računalo pod kutom od 90 stupnjeva u odnosu na prozor.

### **3.2.2. Preporučene vježbe za oči**

Preporučuje se svjesno treptati svako malo (što pomaže iznova navlažiti oko suzama) i pogledati kroz prozor u daljinu ili u nebo što odmara cilijarne mišiće. Savjet oftalmologa je: svakih 20 minuta fokusirajte pogled koji je udaljen (oko 6 m) na 20 sekundi. Također se preporuča da zatvorite oči na 20 sekundi, barem svakih pola sata, što ima sličan učinak.

Predlažu se slijedeće vježbe:

1. vježba: Pogled usmjerite prema naprijed. Raširite oči što je jače moguće, a zatim ih sklopite što jače možete. Ponovite vježbu deset puta.

2. vježba: Pogled usmjerite prema gore ne pomičući glavu, zatim ga usmjerite prema dolje. Ponovite vježbu deset puta.

3. vježba: Usmjerite pogled u jednu stranu, a zatim u drugu ne pomičući glavu. Ponovite vježbu deset puta.

Provjerite svoj vid, stavite zaštitni filter na zaslon računala ako nosite dioptrijske naočale. Vid trebate pregledavati svake dvije godine ako imate manje od 40 godina, a oni stariji i osobe s dioptrijom trebaju na pregled svake godine. [5]

#### **4. OBVEZE POSLODAVCA VEZANE ZA SIGURNOST PRI RADU S RAČUNALOM**

Poslodavac je obavezan izraditi procjenu rizika za sva radna mjesta s računalom, imajući u vidu moguće opasnosti od narušavanja zdravlja radnika, posebice zbog vidnog, statodinamičkog i psihičkog napora. Poslodavac mora, na temelju procjene rizika, provesti mjere za otklanjanje utvrđenih nedostataka, pri čemu treba uzeti u obzir posebne i/ili kombinirane učinke utvrđenih opasnosti i štetnosti. Poslodavci koji zapošljavaju do 50 radnika mogu sami izraditi procjenu rizika vezano uz rad s računalom, koju na ovjeru dostavljaju ovlaštenoj ustanovi odnosno trgovačkom društvu za zaštitu na radu, a poslodavci koji zapošljavaju preko 50 radnika u skladu s odredbama Pravilnika o izradi procjene opasnosti. [7]

Prikaz postojećeg stanja najčešće se temelji na sljedećim podacima:

- evidencija u oblasti rada
- sistematizacija radnih mjesta
- podaci o radnicima koji pri obavljanju poslova koriste računalo sa zaslonom ukupno četiri ili više sati tijekom radnog dana
- zapisnik o pregledima radnog okoliša
- podaci o broju zaposlenih
- podaci dobiveni tijekom obilaska mjesta rada glede izloženosti opasnostima na radnim mjestima
- podaci dobiveni na osnovi obavljenih razgovora s pojedinim radnicima i izvršiteljima pojedinih poslova koji pri obavljanju poslova koriste računalo sa zaslonom četiri i više sati tijekom radnog dana
- podaci dobiveni od strane odgovornih osoba i ovlaštenika – podaci iz pisanih akata kojima se regulira provedba zaštite na radu [8]

Poslodavac mora osigurati da radnici budu upoznati sa svim okolnostima i zahtjevima glede sigurnosti i zaštite zdravlja pri radu s računalom. Poslodavac mora osigurati osposobljavanje radnika za rad na siguran način i to prilikom prvog raspoređivanja na radno mjesto, te prije provedbe svake promjene koja bi mogla utjecati na sigurnost i zdravlje na tom radnom mjestu.

Poslodavac mora planirati aktivnosti radnika na takav način da se rad sa zaslonom tijekom rada periodički izmjenjuje s drugim aktivnostima. Ukoliko ne postoji mogućnost promjene aktivnosti radnika, odnosno radnik nema spontanih prekida tijekom rada, poslodavac mu ovisno o težini 5 radnih zadataka i posljedičnog vidnog i statodinamičnog napora tijekom svakog sata rada mora osigurati odmore u trajanju od najmanje pet minuta i organizirati vježbe rasterećenja.

Način provedbe odmora i vježbi mora biti primjeren stručnim doktrinama sukladno preporukama specijalista medicine rada. Poslodavac mora radnicima ili njihovim predstavnicima osigurati sve potrebne informacije o sigurnosti i zdravlju pri radu na radnom mjestu, uključujući i važnost promjene aktivnosti odnosno odmora, te njegovo odvijanje, s posebnim naglaskom na specifične opasnosti tog radnog mjesta.

Poslodavac se mora savjetovati s radnicima o svim važnim pitanjima u svezi sigurnosti i zdravljem na radnom mjestu, na način i u opsegu koji su utvrđeni Zakonom o zaštiti na radu.

U okviru preventivnih pregleda poslodavac mora osigurati pregled vida radnika kod specijalista medicine rada:

- prije početka zapošljavanja na radnom mjestu s računalom,
- najmanje svake dvije godine za radnike koji koriste korekcijska pomagala,
- na zahtjev radnika, zbog tegoba koje bi mogle biti posljedica rada s računalom, tj. sa zaslonom.

## 5. PRIKAZNE JEDINICE

### 5.1. Tehničko tehnološki i povijesni razvoj

Kod računala uobičajeni izlazni uređaj je prikazna jedinica, u praksi često nazivana *monitor*. Poslane podatke iz središnje jedinice, prima elektronička logika koja pretvara digitalne podatke u znakove na zaslonu. Izlaz podataka preko optičkog zaslona brži je, jeftiniji i fleksibilniji od izlaza na papirne nositelje koji se koristio u prvim danima razvoja računala. Iz tog razloga prikazne jedinice koristimo u slučajevima kad je potrebno da se podaci brzo dobiju radi donošenja odluke tj. kada valja uspostaviti neposrednu komunikaciju između čovjeka i računala.

U računalima podržanim informacijskim sustavima se najviše koriste izbornici prikazani na zaslonima prikaznih jedinica organizirani u okviru zaslonskih obrazaca (prikaza). Razvojem tehnologije prikazne jedinice su postajale sve manje obujmom i razvijale su sve veće preformanse, koje se odnose na veće rezolucije, brže osvježavanje slike, više boja te bolji kontrast.

Kao što je rečeno, računalu posebne ili opće namjene izlazni uređaj je nekakav pokazivač rezultata ili stanja. Sam pojam odnosi se na kontrolu toka i nadgledanje nekog procesa, odnosno najčešće davanje slikovnog uvida u stanja razumljivog čovjeku. No, ovaj naziv najčešće se primjenjuje uz uređaj za prikaz slike koja se nekom od tehnika iscrtava na njegovom zaslonu.

Dakle, na odgovarajuće sučelje prikazne jedinice dovodi se analogni ili digitalni signal iz grafičkog sustava računala, koji se odgovarajućom logičkom i upravljačkom elektronikom pretvara u vidljivu sliku na zaslonu. U nastavku će biti opisane najzastupljenije tehnologije koje se primjenjuju za ovu svrhu. Sve su one zasnovane na aditivnom postupku miješanja boja, miješanju triju zraka svjetlosti osnovnih boja; crvena, zelena, plava ( engl. *Red, Green, Blue*; RGB)

Od svog početka, tehnologija se značajno razvijala, tako da današnji proizvodi više ne liče na stare, nespretne, bučne i velike uređaje.

Prikazne jedinice danas su postale vrlo praktične, pogotovo razvojem zaslona s tekućim kristalima (eng. *Liquid Crystal Display*, LCD) kod kojih je ušteda prostora znatna. Prijenosna računala također imaju LCD zaslone, što ih čini izrazito mobilnima i lakšima.

## **5.2. Vrste prikaznih jedinica s obzirom na izvedbu zaslona**

Do prvih izuma prikaznih jedinica dolazi ranih 60-ih godina prošlog stoljeća. Prikazne jedinice temeljene na katodnoj cijevi (eng. *Cathode Ray Tube*, CRT) su označile početak proizvodnje prvih prikaznih jedinica, zatim LCD, plazma, OLED, pa sve do današnjih koji imaju sposobnost 3D prikaza slike i tehnologiju osjetljivu na dodir.

Razvojem tehnologije, prikazne jedinice su postajale sve manje obujmom i razvijale su sve veće performanse, koje se odnose na veće rezolucije, brže osvježavanje slike, više boja te bolji kontrast. Prikazne jedinice su u svojem razvoju dospjele daleko od svojih ranih izvedbenih verzija koje su bile sustavi za prikaz teksta, a tehnološki razvoj išao je ukorak s razvojem grafičkih računalnih podsustava i sučelja.

### **5.2.1. Prikazne jedinice s CRT zaslonom**

CRT zaslone su zaslone koji rade na načelu tzv. katodne cijevi koju je utemeljio Karl Ferdinand Braun.

Katodna cijev je prva poznata tehnologija, poznata još od prije ere crno-bijelih televizora, ali pomalo nepraktična, jer prikazuje pomalo izobličene slike koje stvara zaobljena prednja stijenka cijevi koja je u stvari sferni isječak. Frekvencija osvježavanja iznosi 50-100 Hz. Korak naprijed je načinjen pojavom Trinitron ili Diamondtron katodnih cijevi, koje su ravne po vertikali, pa je rad s takvim zaslonom ugodniji. Njihova proizvodnja počinje sredinom 60-tih godina prošloga stoljeća. Zbog povećane potrošnje (100-160W), težine i zagrijavanja ove prikazne jedinice polako odlaze u zaborav.

Ove prikazne jedinice polako izlaze iz upotrebe, a zamjenjuju ih prikazne jedinice s LCD zaslonom. Jedina prednost CRT zaslona nad LCD zaslonom je ta što se povećanjem kuta gledanja ne dolazi do gubitka kvalitete slike. Prikazne jedinice s CRT zaslonom se danas gotovo ne mogu pronaći u trgovinama. [9]



Sl. 3. Prikazna jedinica s CRT zaslonom



### 5.2.2. Prikazne jedinice s LCD zaslonima

Prikazne jedinice s LCD zaslonima rade na osnovi tekućih kristala. Za razliku od CRT prikaznih jedinica, to su tanke prikazne jedinice ravnog zaslona debljine svega 3-10 cm.

Tekuće kristale je krajem 19. stoljeća prvi pronašao austrijski botaničar Friedrich Reinitzer, a sam termin "tekući kristal" smislio je malo kasnije njemački fizičar Otto Lehmann. Tekući kristali su gotovo prozirne supstance, koje imaju oblik i čvrstinu tekuće materije. Svjetlo koje prolazi kroz tekuće kristale prati poredak molekula od kojih se oni sastoje - što je osobina čvrste materije. [9]

Tijekom 60-ih godina prošlog stoljeća otkriveno je da električno polje mijenja orijentaciju tj. poredak tekućih kristala i samim time i način kojim svjetlo prolazi kroz njih - što je osobina tekućine. Od njihove pojave kao osnove za zaslone 1971. godine, danas tekući kristali obuhvaćaju televiziju, digitalne fotoaparate, video kamere itd. Danas mnogi vjeruju da je upravo LCD tehnologija gotovo u potpunosti zamjenila prikazne jedinice sa katodnom cijevi. Prvi LCD zaslon proizvela je tvrtka ILIXCO (današnja LDS Incorporated) 1971. godine, ali tek 2004. godine dolazi do masovnog prelaska sa CRT-a na LCD.

Kao što je navedeno, prikazne jedinice s LCD zaslonima oblikuju prikaz tekućih kristala, a prednost ovih zaslona u usporedbi sa CRT zaslonima je ta što su tanki te zauzimaju vrlo malo mjesta i troše malo energije. LCD zaslon od 2004. zamjenjuje CRT zaslone računala, a iza toga i televizore.



Sl. 4. Prikazna jedinica s LCD zaslonom

Između ostalog, prednosti LCD zaslona nad CRT zaslonima su manja potrošnja električne energije (25-50 W), manje zagrijavanje, bolja kvaliteta slike te znatno smanjenje zauzetog prostora. Prosječni kut gledanja LCD zaslona iznosi 150-170°. Glavna mana LCD-a je gubitak kvalitete slike prema većem kutu gledanja tj. ako gledamo na zaslon previše iskosa nećemo vidjeti pravilno prikazanu sliku. Ako se kut gledanja poveća iznad 170°, najčešće dolazi do zatamnjenja slike. LCD zasloni su za sada najupotrebljiviji te im cijena nikada nije bila niža nego danas. [9]

#### **5.2.2.1. LCD zasloni s pasivnom matricom**

Prvi tip LCD-a visoke gustoće koji je imao komercijalnu upotrebu bio je onaj zasnovan na tehnologiji pasivne matrice. Naziv je dobila prema jednostavnoj konstrukciji koja je omogućavala uključivanje i isključivanje pojedinih ćelija tekućeg kristala.

ćelije su stiješnjene između dva niza elektroda (koje se nalaze u gornjem i u donjem sloju), koje su bile smještene pod pravim kutom. Aktiviranjem elektroda u određenom redu i stupcu moguće je propustiti struju kroz točno određenu ćeliju. Pasivne matrice stvaraju sliku tako što aktiviraju red po red elektroda, a zatim, kad

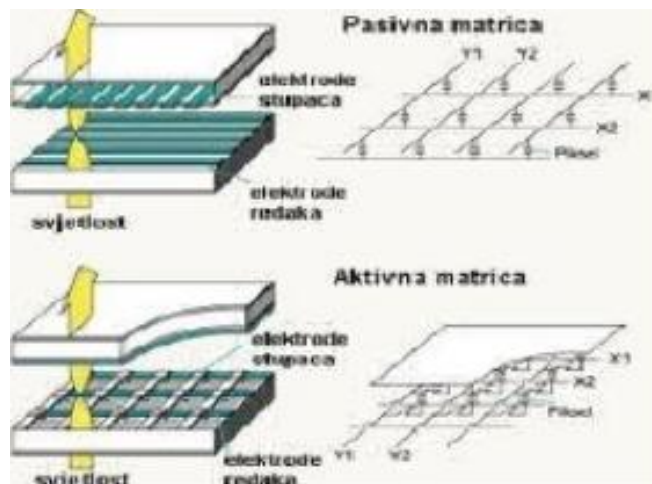
se nalaze u odabranom redu, odabiru i stupac, tako da se aktiviraju (postanu neprozirni) samo određeni pikseli u tom retku. Dizajn je jednostavan i ne povećava puno troškove proizvodnje zaslona. Ako želimo ponovno aktivirati piksel u nekom retku, moramo proći sve retke i čekati dok ponovno ne naiđemo na taj redak. Na taj način bi većinu vremena piksel bio proziran i dobili bi jako slabi kontrast. Da bi se to izbjeglo koriste se LC elementi sa povećanom perzistencijom, koji ostaju uključeni još neko vrijeme nakon što isključimo struju. Na taj način je poboljšán kontrast, ali je istovremeno usporen prikaz, pa takvi zaslóni nisu pogodni za prikaz pokretnih multimedijalnih sadržaja.

Daljnje poboljšanje tehnologije zaslóna sa pasivnom matricom su tzv. "*dual scan*" zaslóni, kod kojih je ekran vertikalno podijeljen na dva dijela koji se nezavisno osvježavaju. Na taj način stvoreno je dodatno povećanje kontrasta i brzine prikaza, uz zanemarivo povećavanje broja tranzistora za upravljanje. [9]

#### **5.2.2.2. LCD zaslóni s aktivnom matricom**

Ovi zaslóni rade na sličnom načelu kao i oni s pasivnom matricom. Glavna razlika je u tome što je svakom LC elementu dodan jedan dodatni tranzistor koji drži taj element neprozirnim kada je to potrebno. S obzirom da se sada svaki element može držati po volji dugo neprozirnim, više nije potrebno upotrebljavati LC elemente s viskom perzistencijom.

Na ovaj način je dobiven vrlo veliki kontrast, a pritom nije žrtvovana brzina prikaza. Nedostatak ove tehnologije je veća potrošnja energije i puno skuplja izrada zbog vrlo velikog broja tranzistora. Dodatni tranzistori su izvedeni u tehnologiji tankog filma (eng. *thin film transistor*, TFT), pa se samim time ovi zaslóni nazivaju još i TFT zaslóni. [9]



Sl. 5. Pojednostavljeni prikaz LCD zaslona sa aktivnom i pasivnom matricom

### 5.2.2.3. Plazma zasloni

Plazma zasloni su zasloni ravnog zaslona koji koriste provodnu plazmu za proizvodnju obojene svjetlosti. Plin u plazmi reagira s fosforom u svakom podpikselu te proizvodi žive boje i iznimno jasnu sliku.

Plazma zaslon koristi načelo bombardiranja i pobude fosfornih elemenata zaslona s ultraljubičastim zračenjem (UV) iz ioniziranog 'mjehura' plina. Svjetlost koja se pri tome stvara proporcionalna je jačini UV zračenja koje je proporcionalno razlici potencijala između pobudnih elektroda.

Svakoj boji elementa slike pripada jedan mjehur, postavljen vrlo blizu staklenom zaslonu tako da u odnosu na CRT otpada otklon snopa elektrona, velika debljina zaslona i veliki radni naponi. U prostoru između dvije staklene podloge nalazi se plin ksenon ili neon pod niskim tlakom. U normalnim okolnostima, taj plin je sačinjen od skupa nenabijenih čestica tj. atoma koji imaju isti broj protona (pozitivno nabijenih čestica) i elektrona - plazma. Električni potencijal između pobudnih elektroda uzrokuje ionizaciju plina u bližem okolišu oko elektroda u vidu

'mjehura'. Kada su pobuđene, čestice se međusobno sudaraju. Ti sudari pobuđuju atome plina u plazmi i pri tome se oslobađa svjetlost.

Plazma zaslone proizvode vlastito svjetlo kako bi osigurali nevjerojatan omjer kontrasta u glađi, jasniji video zapis s puno pokreta. Ovo je jedan od razloga zašto korisnici više vole plazma zaslone od LCD zaslona za gledanje sportskih događaja i akcijskih filmova.

Plazma zaslone poznati su i po svojim dubokim, bogatim crnim tonovima i nevjerojatno preciznim bojama, što ih čini idealnima za gledanje filmova - gdje su tamne scene više uobičajene.

Više je razloga zbog kojih stručnjaci plazma zaslone smatraju boljim izborom za kućna kina. Prvo, plazma zaslone imaju bolje performanse u okruženjima s kontroliranim osvjetljenjem, kao što su prostorije za kućna kina. Drugo, plazma zaslone imaju nešto širi kut gledanja od LCD zaslona pa nije važno gdje sjedite u prostoriji jer i dalje možete uživati u preciznoj, živoj slici. [9]

### **5.2.3. OLED zaslone**

Ovi zaslone spadaju u ultra tanke zaslone. Nakon LCD zaslona dolazi do još bolje, kvalitetnije, ali nažalost dosta skuplje i najčešće zbog toga manje korištene tehnologije. *Organic Light Emitting Diode* (OLED) je puni naziv ovog tehnološkog rješenja, poznatog pod skraćenicom OLED. Ova tehnologija ne zahtijeva pozadinsko osvjetljenje kao LCD. OLED zaslone su zaslone koji su znatno tanji od LCD zaslona, te im debljina iznosi svega nekoliko milimetara (čak do 3 mm). Sam zaslon im je načinjen od 1-3 sloja anorganskih materijala.

Organic LED zasniva se na tome da se u kontroliranom matričnom polju elektroda, pobuđuju LED elementi - organski slojevi koje emitiraju svjetlo, koji su složeni u tzv. TRIODE po sličnim načelima kao kod CRT i LED uređaja. Dakle, u

pitanju je tehnologija koja ne traži pozadinsko svjetlo. Potrošnja energije je mala, a intenzitet generiranog svjetla sve je bliži osobitostima koje imaju LCD i PLAZMA i u potpunosti zadovoljavaju zahtjeve za ugradnju u mobitele ili prenosive MP3 svirače i slične male elektroničke uređaje.

Njihova izrada je poprilično jednostavna, ali za prikazne jedinice za široku potrošnju ova tehnologija je još uvijek preskupa. Na staklenu ili plastičnu prozirnu podlogu postavljaju se anodne elektrode u sloj za injektiranje rupa (eng. *Hole Injection Layer*, HIL) na kojeg se postavlja organski sloj koji ovisno o sastavu emitira svjetlost različite boje (RGB u ovom slučaju). Na organski sloj nanosi se električni transportni sloj (eng. *Electron Transporting Layer*, ETL) na kojem je katoda. Kada se između anode i katode priključi naponski izvor i regulirano propusti struja kroz diodu, rezultat je emitiranje svjetla.

Razlog njihove "ultra elegancije" je taj što nemaju jednog sloja rasvjete kao u LCD-a, što dovodi do znatno manje potrošnje energije i minimalnog zagrijavanja, što je izrazito potrebno kod prijenosnih računala. Naime, standardna potrošnja OLED zaslona iznosi tek neznatnih 2-10 W. Također, velika prednost OLED monitora prema LCD-ima je vrlo veliki kut gledanja (koji iznosi čak preko 170°), veći postotak boja te bolji kontrast koji može iznositi nevjerojatnih 2 000 000 :1. Velika otpornost na temperaturne i fizičke uvjete je još jedna glavna karakteristika zašto odabrati OLED.

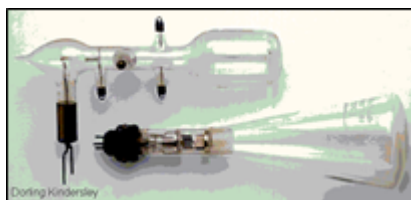
Naravno, svaka „nova“ tehnologija ima i svoje nepravilnosti i mane. Najveća mana OLED zaslona je kratak životni vijek (za sada samo 14 000 radnih sati) i prevelika cijena za prosječnog kupca, na što ukazuje npr. Sony-ev XEL-1 sa dijagonalom od 11" kojemu je cijena vrlo visokih 12 000 kn. Prvi OLED monitor razvila je američka tvrtka Kodak davnih 80-ih godina sa sjedištem u New Yorku. Naravno, tada „proizvedeni“ OLED-i nisu ni približni današnjim.

Za sve koji su dubljega džepa i koji misle kupiti OLED slijedi informacija da je tvrtka Samsung najavila skori izlazak 23" OLED monitora s kontrastom od 2 000 000 :1 i dubini zaslona od 1.6 cm te 40%-tnoj manjoj potrošnji od LCD zaslona. Pa, ako mislite kupiti savjet je da se još malo strpite i naravno, da ostanete zdrave pameti kada saznate cijenu. [9]

### **5.3. Osnovna usporedba prikaznih jedinica s CRT i LCD zaslonima**

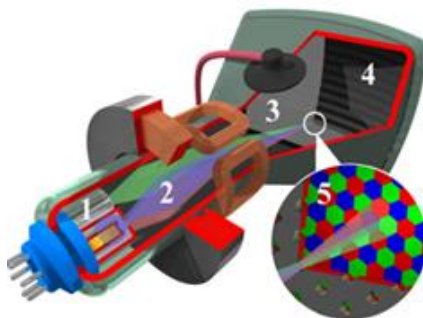
#### **5.3.1. Način rada prikaznih jedinica s CRT zaslonima**

Slika 6. predstavlja dvije katodne cijevi koje su imale važnu ulogu u razvoju CRT tehnologije, a koje je konstruirao Ferdinand Braun.



Sl. 6. Katodne cijevi

Gornja cijev ima izvor elektrona na lijevom kraju i dva para metalnih pločica koje su odbijale elektronsku zraku. Cijev ispod je prva cijev za televizor u boji napravljena 1953. godine. Ona ima tri izvora elektronske zrake za svaku od tri boje posebno, plavu, žutu i crvenu.



Sl. 7. Unutrašnjost katodne cijevi

Slika 7. prikazuje unutarnji izgled katodne cijevi, a koja se sastoji od:

1. Elektronski top
2. Elektrosnki snop
3. Maska za razdvajanje snopa za crvene, zelene i plave dijelove slike
4. Fosforni sloj s crvenim, zelenim i plavim zonama
5. Uvećani prikaz unutrašnjosti ekrana koji je prekriven fosforom

Način iscrtavanja slike na CRT zaslonu temelji se na otklanjanju elektronskog mlaza iz elektronskih topova pomoću elektromagnetskog sustava, na način da se slika iscrtava crtu po crtu od vrha do dna zaslona. Što je više crta po visini (vertikalna rezolucija) i što više elemenata slike u jednoj crti (horizontala rezolucija) prikazana slika je kvalitetnija. Kada elektronski mlaz iscrtava jednu sliku vraća se na početak i postupak se ponavlja (eng. *raster scan*).

Otklanjanje mlaza vrše elektronički sklopovi zaslona na osnovu sadržaja analognog signala dobivenog od grafičkog sustava računala. Analogni signal upravlja količinom elektrona u mlazu prilikom 'gađanja' triode, za svaki boju posebno, te je intezitet svijetljenja triode veći ako je količina elektrona u mlazu veća. Naziva se još RGBY (Red, Green, Blue, Yellow, RGBY) signal. Pri povratku



na početak crtanja novog reda ili slike mlaz elektrona privremeno se 'gasi' (povratni mlaz).

Da ljudsko oko ne bi primijetilo razliku prilikom promjene slike, slika se iscrtava 50-150 puta u sekundi (frekvencija osvježavanja slike - vertikalna frekvencija), na temelju čega se može izračunati i koliko se piksela u sekundi može prikazati u jednoj crti (horizontalna frekvencija, 30-100kHz). [10]

Ako zaslon može raditi na višim frekvencijama, znači da mu je perzistencija (vrijeme prikaza jedne slike) mala i da se u jednoj sekundi može prikazati više slika što je dobro zbog manjeg umaranja oka, a moguće je kvalitetnije reproducirati brze promjene između pojedinih 'kadrova', što je važno strastvenim igračima. Tako se za 19" CRT monitor SyncMaster 997MB daje podatak da je veličina triode 0.20mm, maksimalna rezolucija slike i pripadna joj je frekvencija osvježavanja-1920x1440@64Hz, te preporučena rezolucija i frekvencija osvježavanja slike-1280x1024@85Hz.

Na području Europe najčešće se koristio tzv. PAL sustav kodiranja i rasterizacije TV slike gdje zraka upravljana električkim signalom iscrtava 576 crta 50 puta u sekundi na način da se jedna slika ponavlja dva puta (prikazuje se 25 slika) i to tako da joj se u prvom otklonu prikažu 'neparne' crte slike a u drugom 'parne' i tako redom. Svaka crta sadrži podatke od približno 720 elemenata slike. To je isprepleteni (eng. *interlace*) način rada kojeg računalni zaslone više ne koriste. Takav signal eventualno daje grafička kartica na posebnom konektoru (S-video) radi prikaza slike na TV uređaju.

Iako prikazne jedinice s CRT zaslonima zrače X-zrake one su uglavnom bezopasne jer gotovo sve zrake zaustavlja debeli ekran, a one što prođu uglavnom ne mogu nanijeti nikakvu štetu. Također i brzina osvježavanja zaslona je zamorna za ljudsko oko, iako je to u današnje vrijeme skoro i riješen problem (preko 75Hz skoro da se oči i ne zamaraju). Starost prikazne jedinice je također bitna, ako je suviše stara njegova slika postaje mutna.[10]

### 5.3.2. Način rada prikaznih jedinica s LCD zaslonima

Po načelu miješanja boja rade i prikazne jedinice s LCD i Plazma zaslonima. LCD prikazne jedinice za nadzor boje koriste upravljanje propuštanja pozadinskog svjetla s filtrima za svaku osnovnu boju u svakom elementu slike. Potrošnja ovih zaslona vrlo je mala.

Plazma zaslon koristi načelo bombardiranja elemenata zaslona s ultraljubičastim zračenjem iz ioniziranog 'mjehura' plina. Svakoj boji elementa slike pripada jedan mjehur, postavljen vrlo blizu staklenom zaslonu tako da u odnosu na CRT otpada otklon snopa elektrona, velika debljina prikazne jedinice i veliki radni naponi.

Kako se u oba slučaja radi o matrici trioda koje se nadziru elektroničkim sklopovima zaduženim za nadzor vertikalne i horizontalne pozicije triode koja mora 'zasvijetliti' pojam otklanjanja mlaza ne postoji. Kompletan raster može se postaviti na zaslon 'odjednom'. Uz frekvenciju osvježavanja slike kod ove vrste zaslona definira se i vrijeme odziva; vrijeme potrebno da se stanje prikaza triode promijeni s 'crnog' na 'bijelo' i obratno. Prihvatljiva vrijednost je oko 12ms što odgovara frekvenciji osvježavanja od 75Hz. LCD zaslon se sastoji od dva polarizirajuća filtra čije su linije pod pravim kutom. Između filtra su molekule kristala koje imaju osobinu da se zakreću ako postoji potencijal između filtara. Filtri propuštaju samo zrake svjetlosti koje su paralelne s njegovim linijama. Izvor svjetlosti nalazi se iza prvog filtra, plinska 'cijev' koja daje nepolarizirano svjetlo. Kroz prvi filter prolaze samo zrake koje su 'paralelne' s rešetkom filtra i sve propuštene zrake su iste polarizacije. Tekući sloj kristala između filtra ima tako postavljene molekule da bez prisustva razlike potencijala između ploča filtra dolazi do zakreta polarizacije zraka svjetla za  $90^\circ$  i zrake svjetla nesmetano prolaze kroz drugi filter. Uz prisustvo razlike potencijala između ploča filtra preslože se molekule kristala tako da nema zakreta zraka svjetlosti za  $90^\circ$  te zrake svjetla ne mogu proći kroz drugi polarizirajući filter. Promjenom veličine upravljačkog napona, mijenja se

kut zakret molekula te se u ovisnosti o iznosu upravljačkog napona mijenja količina svjetlosti koja može proći kroz drugi filtar.

Na ovaj način kontrolira se razina osvjetljenosti slike na zaslonu. LCD je uvijek izrađen tako da bude prilagođen radu u određenoj razlučivosti sukladnoj primjenjenom broju tekućih kristala, na primjer 15" LCD zaslon bit će prilagođen razlučivosti od 1024x768 piksela, i to je *nativna*-radna rezolucija LCD zaslona; jedna trioda - jedan piksel. [11]

Nadzor razlike potencijala između pojedinačnih polja filtra obavlja se tranzistorima, TFT tehnologijom naporuju se slojevi vodova i tranzistora na staklo, i tvore dvodimenzionalnu matricu.. Na jednu od matrice dolazi skupina vodiča preko kojih se dovodi analogni signal slike (data input) koji upravlja kutom zakreta molekula, a na drugu os matrice su vodiči za upravljački signal (gate scan) koji određuje kojem se tranzistoru u retku matrice dozvoljava upravljanje.

Svaki element slike (trioda) ima svoje tranzistore koji nadziru svoju skupinu tekućih kristala, tako da ih je za jedan piksel potrebno tri. Uz svaki tranzistor ugrađen je kondenzator da održi potencijal neko vrijeme kako slika nebi treperila; prije navedenih 12ms. Pikseli su organizirani kao niz pruga plava, potom crvena pa zelena te opet plava (u redovima slično trinitron CRT-u), a boja se dobije tako da propušteno svjetlo prolazi kroz plavi, crveni ili zeleni filtar. Filtri boje nisu ništa drugo do još jedna folija u bojicama preko filtra za polarizaciju. Kako svjetlo prolazi kroz dvije rešetke, prilično je usmjereno te ovakvi zaslone imaju ograničen vidni kut gledanja. Ovisno u kutu gledanja u većoj ili manjoj mjeri mijenja boju prikaza o čemu također treba voditi računa pri nabavi prikaznih jedinica. [11]

### 5.3.3. Usporedba značajki prikaznih jedinica s CRT i LED zaslonima

Tab. 1. Usporedba značajki prikaznih jedinica s CRT i LCD zaslonima

|                             | CRT  | LCD  |
|-----------------------------|--|--|
| VOLUMEN                     | Veliki volumen, približno kocka stranica jednakih veličini zaslona | Četvrtina CRT prikazne jedinice                            |
| POTROŠNJA ENERGIJE          | Približno 150W   | Približno 30W  |
| MASA                        | Najveća  | Približno petina mase CRT-a                                |
| VELIČINA ZASLONA            | Osrednja(17"-21")  | Najmanja(15"-17")  |
| ŠTETNA ZRAČENJA             | Ima  | Nema   |
| TREPERENJE SLIKE            | Moguće   | Nema   |
| IZOBLIČENE GEOMETRIJE SLIKE | Moguće   | Nema   |
| ZASIĆENJE BOJA              | Odlično  | Osrednje   |
| BROJ BOJA                   | Beskonačan   | Približno 16 milijuna                                      |
| VIDNI KUT                   | Velik  | Mali   |
| EMITIRA SVJETLOST           | Da   | Ne   |
| SVJETLINA                   | Odlična  | Dobra  |
| KONTRAST                    | Odličan  | Dobar  |
| VJERNOST BOJA               | Odlična  | Dobra  |
| TEHNOLOGIJA IZRADE          | Provjerena   | U razvoju  |
| UGODA ZA OČI                | Najmanja   | Dobra  |
| RAZLUČIVOST                 | Najbolja, može se birati između više vrijednosti                   | Dobra, prilagođena jednoj unaprijed određenoj razlučivosti |
| DODATNO HLAĐENJE            | Nije potrebno  | Nije potrebno  |
| CIJENA                      | Najniža  | Osrednja   |

#### 5.3.4. Utjecaj prikaznih jedinica s CRT zaslonom na ljude

U loša svojstva prikaznih jedinica s katodnom cijevi ubraja se i štetan utjecaj njegovog elektromagnetskog polja na ljude. Smatra se da prikazna jedinica može štetno utjecati na zdravlje ljudi koji se nalaze u njihovoj blizini. Štetnost nije u potpunosti razjašnjena niti su sa sigurnošću ustanovljene zdravstvene posljedice. Jedno od područja istraživanja jest utjecaj elektromagnetskih polja koje stvara CRT zaslon. Zaslon se sastoji od mnogo sastavnih dijelova kroz koje protječe električna struja, pa se sukladno tome oko zaslona rasprostiru električna i magnetska polja. Rasprostiranje električnih i magnetskih polja naziva se emisija. Prema istraživanima, CRT proizvodi dvije vrste emisija koje mogu utjecati na zdravlje. ELF (engl. *extremly low frequency*) emisija je vrlo niske frekvencije ( 2kHz do 400kHz), a izvor VLF je vodoravni otklonski sustav prikaznih jedinica. Viši pogonski naponi, kod višebojnih zaslona, uzrokuju u načelu i veće razine emisije.

Korisnici se od emisije mogu zaštititi na dva načina: filtriranjem signala i oklapanjem prikazne jedinice. Oklapanje se svodi na zatvaranje CRT-a u metalni oklop tako da se pojedini dijelovi zaslona presvlače tankim metalnim presvlakama. Primjerice staklo katodne cijevi prikazne jedinice sadrži olovo kako bi smanjilo zračenje. Mišljenje stručnjaka o općoj štetnosti CRT-a na zdravlje vrlo je podijeljena i često suprotna te ne postoji znanstveno čvrsta podloga kojom bi se mogla potkrijepiti štetnost utjecaja CRT-a na zdravlje. Neke su zemlje donijele propise o dozvoljenim razinama zračenja prikaznih jedinica kojih se drži većina proizvođača. Ti se propisi razlikuju pa često proizvođači prikaznih jedinica navode da zadovoljavaju više propisa.

Postoji mišljenje da CRT, osim što štetno djeluje na okolinu svojim elektromagnetskim poljem, djeluje štetno na zdravlje korisnika i na druge načine: oštećenje vida zbog dugotrajnosti fokusiranja oka na istu udaljenost, oštećenjem kralježnice zbog dugotrajnog neprirodnog položaja pri radu s zaslonom itd. [11]

## **6. ZASLON KAO KLJUČNI ELEMENT RADNOG MJESTA ZA RAČUNALOM**

Zaslone su se prvi put uveli na širokoj osnovi u tercijarnom sektoru, gdje su se uglavnom koristili za uredski rad, točnije unos podataka i obradu teksta. Stoga ne bismo trebali biti iznenađeni što se većina istraživanja o zaslonima usredotočila na uredske zaposlenike.

Većina radnih mjesta za računalom opremljena je zaslonom i tipkovnicom, mišem pomoću kojeg možete prenijeti informacije i upute na računalo. Da bi se utvrdile potencijalne opasnosti povezane s korištenjem zaslona, prvo je potrebno razumjeti ne samo karakteristike zaslona, već i karakteristike drugih komponenti radnog okruženja.

### **6.1. Osvjetljenje na radnom mjestu za računalom**

Dugotrajno naprezanje očiju, uzrokovano lošim osvjetljenjem i blještavilom u vidnom polju dovodi do smanjena oštine vida i osjetljivosti na kontraste, te brzog zamora očiju i pada koncentracije. Kod rada s računalima radno mjesto mora imati dovoljno svjetla na pisane dokumente na površini stola što se postiže jednoličnom rasvjetom u radnoj prostoriji, pored toga, potrebno je ukloniti bliještanje čiji uzrok može biti lokalna ili opća rasvjeta ili površina zaslona. [12]

#### **6.1.1. Refleksije s površine zaslona**

Površine zaslona koje su napravljene od stakla reflektiraju oko četiri posto (incidentnog) svjetla. To je dovoljno refleksije da se na zaslonu odražavaju objekti iz uredske okoline kao što su svjetla, tipkovnica, slika operatera (osobito ako nosi svijetlu odjeću)



Sl. 8. Refleksija na zaslonu

Svijetle refleksije mogu biti izvor prevelikog bliještanja, dok reflektirane slike mogu, u najmanju ruku, iritirati. One interferiraju s mehanizmima fokusiranja tako da je oko prisiljeno alterativno fokusirati tekst i reflektiranu sliku. Također dolazi do interferencije s prilagođavanjem na kontraste i osjetljivosti vidnog sustava. Refleksije na zaslonu su izvor vidnog umora i distrakcije. Ako se izvor svjetla nalazi iza leđa osobe za računalom, često se reflektira na zaslonu i izaziva reflektivno bliještanje. Ako se nalazi ispred osobe za računalom može izazvati direktno bliještanje.

Rasvjetna tijela koja se nalaze direktno iznad operatera mogu zamagliti ispis znakova na zaslonima difuznim refleksijama koje nastaju na fosfornom sloju. Prema tome, poželjnije je instalirati svjetlosne izvore paralelno ili sa strana medijalne ravnine operatera.

U uredima, prozori igraju ulogu velikih svjetala. Prozor ispred osobe za računalom može smetati zbog direktnog bliještanja, a ako se nalazi iza može izazvati reflektivno bliještanje. Prema tome radna mjesta bi se trebala postaviti pod pravim kutom u odnosu na prozore. U uredima koji imaju dva ili više zidova s prozorima treba koristiti neku vrstu zastora za prozore. Prozori trebaju biti zastrti i noću zbog refleksija svjetala koja se nalaze u unutrašnjosti ureda. [12]

### 6.1.2. Kontrast zaslona

Na radnim mjestima s računalom često se može naići na situaciju da su fluorescente cijevi odstranjene ili isključenje od strane operatera. Kad ih se upita za razlog, operateri ga obično nemaju, nego tvrde da im je niža razina osvjetljenja povoljnija.

Površine u vidnom polju i vidnoj okolini radnika na radnom mjestu za računalom su zaslon, okvir i kućište zaslona, radni stol, tipkovnica i drugi elementi neposredne okoline kao što su zidovi, prozori, stropovi i namještaj. Kontrasti luminanci površina na starim mjestima za računalom, koji su obično imali svijetle znakove na crnoj pozadini, često su preveliki, a slični su kontrastima između tamne pozadine zaslona i svijetlog predloška na papiru.

Prema općim pravilima odnos kontrasta između tamne pozadine ekrana i dobro osvjetljenog predloška ne bi smio prelaziti omjer 1:3. Očito je da se ova preporuka ne može ostvariti u većini slučajeva gdje se radi o radnim mjestima za računalom koja imaju svijetle znakove na tamnoj podlozi.

Problem kontrasta mogao bi se riješiti, ili u najmanju ruku ublažiti, korištenjem tamnih simbola na svijetloj pozadini umjesto obrnuto. [12]



## 7. VISOKOENERGETSKA VIDLJIVA SVJETLOST

Visokoenergetska vidljiva svjetlost ili HEV svjetlost (eng. *High Energy Visible Light*, HEV) je dio spektra sunčeve svjetlosti. Cijeli spektar se sastoji od UV svjetlosti, vidljive svjetlosti i infracrvene svjetlosti. Vidljiva svjetlost zauzima 50% spektra sunčeve svjetlosti, te je jedina sunčeva svjetlost koja je vidljiva golim okom. [13]



Sl. 9. HEV svjetlost u spektru sunčeve svjetlosti

Plavi/ljubičasti dio vidljivog spektra sunčeve svjetlosti ima posebno visok stupanj energije. Ovaj dio plavog dijela spektra emitiraju i elementi umjetnog osvjetljenja zaslona prikaznih jedinica. Stalna izloženost neprirodnom obliku plavog svjetla, kojeg emitiraju zasloni uzrokuje preuranjeno starenje kože. Kad koža prerano stari, može doći do ovješnosti kože i dubokih bora. Također ova svjetlost uzrokuje sve od naprezanja očiju do degenerativnih problema s vidom. Zbog toga moramo poduzeti odgovarajuće korake kako bismo bili sigurni da smo što manje izloženi ovoj vrsti plavog svjetla.

Jedno od najboljih rješenja za takve svjetlosti su plavi svjetlosni filteri (eng. *blue light filter*). Plavi svjetlosni filter smanjuje količinu plavog svjetla prikazanog na zaslonu uređaja. Plavo svjetlo može suzbiti proizvodnju melatonina (hormona koji uzrokuje spavanje), tako da filtriranje može pomoći da bolje spavate. Također će

smanjiti naprezanje očiju, tako da se vaše oči neće osjećati tako umorno do kraja dana, te zaustavlja preuranjeno starenje kože. [14]



Sl. 10. Plavi svjetlosni filter

Osim što se ovakvi filteri mogu postaviti na zaslone, tu su i naočale s plavim svjetlosnim filterima koji već čine dio uobičajenog zaštitnog paketa dioptrijskih leća za naočale. [14]



Sl. 11. Naočale s plavim svjetlosnim filterima

## **8. NORME VEZANE ZA PRIKAZNE JEDINICE**

### **8.1. Norme MPR i TCO**

Švedska je država s najoštrijim službenim normama koje propisuju najveće dopušteno zračenje prikaznih jedinica. Premda švedske norme nisu međunarodno usvojene i obvezatne mnogi se proizvođači drže tih normi. Organizacije koje se u Švedskoj bave donošenjem normi jesu Švedska uprava za tehničku akreditaciju SWEDAC (engl. *Swedish Board for Technical Accreditation*), prije pod nazivom Nacionalno vijeće za mjerenja i testove (eng. *National Board for measurement and testing*, MPR) i udruženje uposlenika SAFD (eng. *The Swedish Confederation of Professional Employees*), prije pod nazivom Švedska Konfederacija profesionalnih radnika (eng. *Swedish Confederation of Professional Employees*, TCO). Prva njihova preporuka koja se počela široko primjenjivati bila je preporuka MPR 2 donesena 1990. godine.

#### **8.1.1. MPR 2**

Godine 1990. SWEDAC je formirao odbor i pokrenuo nova istraživanja i razmatranje iskustava dosadašnjih testiranja i mjerenja emisija štetnih zračenja i elektrostatskih emisija. Iskustvo mjerenja i testiranja pokazalo je da geometrija emisija koje se zahtijevaju u MPR 1 nisu u skladu sa prethodno utvrđenima. Odlučeno je zamijeniti ih s RMS mjerenjima oko cilindra. Studija rasprava se odmaknula od induktivnih učinaka zračenja otkad je MPR 1 objavljen, te je rečeno da kontrola dB/dt (brzina promjena elektromagnetskih polja) više nije važna.

Nove zabrinutosti mogućih štetnih učinaka na zdravlje uzrokovanih zračenjem električnog i magnetskog polja dovode do dodavanja najveće dopuštene granice zračenja i isijavanja. Kao rezultat toga objavljuju se novi dokument pod nazivom MPR 1990: IO "Korisnički vodič za procjenu treperenja zaslona" i MPR 1990: IO "Metode ispitivanja monitora". Ovi dokumenti su objavljeni 1990. godine te su poznati kao MPR 2. Dobiveni MPR2 standard zahtijevao je smanjenje elektrostatskih emisija s vodljivim filmom na površini zaslona. Također, ograničava maksimalnu količinu elektromagnetskog zračenja koje CRT zaslon smije emitirati. [15]

### **8.1.2. TCO 95**

Godine 1995. izmijenjeni su zahtjevi za vizualnom ergonomijom i dodani su brojni uvjeti za pokrivanje ekoloških pitanja, uključujući upotrebu određenih kemikalija u proizvodnji i recikliranju komponenata. TCO95 je postala prva globalna preporuka koja se je počela rabiti. Bila je sveobuhvatnija od Njemačke oznake "Blue Angel" i zahtjevnija od međunarodnih ISO standarda. [8] Zaslon, jedinica sustava i tipkovnica mogu se zasebno certificirati i politika proizvođača koja se odnosi na okoliš adresirana je u svakom koraku od proizvoda do zbrinjavanja. Osim TCO92, proizvod ne može sadržavati kadmij ili olovo, plastično kućište mora biti od biorazgradivog materijala i bez bromiranih usporivača plamena, a proizvodni proces treba izbjegavati korištenje CFC (freona) i kloriranih otapala. Zahtjevi zračenja i uštede energije ostaju nepromijenjeni, iako su razmatrane karakteristike slike i uniformnost svjetline. [16]

### 8.1.3. TCO 99

TCP99 je najnovija promjena standarda. TCO99 ne mijenja razinu emisija i isijavanja u usporedbi s prethodnim verzijama, ali mijenja postupke testiranja kako bi se uklonile određene rupe. Novi standard uglavnom se usredotočuje na poboljšanje vizualne ergonomije. Poboljšanja u vizualnoj ergonomiji uključuju bolju jednakost i kontrast svjetline. [16]

Kako bi se smanjio zamor očiju uzrokovan treperenjem slike, minimalna potrebna brzina osvježavanja povećava se na 85 Hz za zaslone manje od 20 inča, s preporučenom frekvencijom od 100 MHz i do najmanje 75 Hz za 20 inča ili više. Iako je teže kontrolirati, postoje mjere za rješavanje problema kontrasta zaslona u uredskom okruženju.

Zahtjevnija pozornost posvećuje se očuvanju energije i utjecaju na okoliš, s certificiranim TCO99 zaslonima koji štede do 50% više energije od TCO95 zaslona. Zahtjevi za proizvodnju su strožiji. Klorirana otapala ne mogu se koristiti, a dobavljači proizvoda moraju pružiti korporativnim i domaćim kupcima put recikliranja pomoću nadležnog tijela za recikliranje. [17]

#### 8.1.4. Tablično prikazana poboljšanja TCO99 u odnosu na TCO95

Tab. 2. Poboljšanja TCO99 u odnosu na TCO95

|   | <b>TCO95</b>                                 | <b>TCO99</b>   |
|---|--|--|
| JEDNOLIKOST SVJETLINE                           | >1.7:1                                       | >1.5:1   |
| KONTRAST  | Mjeri se na 10% od dijagonale do ruba        | Mjeri se na 5% od dijagonale do ruba                                       |
| <b>ZAHTJEVI MAGNETSKOG POLJA</b>                | <b>TCO95</b>                                 | <b>TCO99</b>   |
| OMJER REFLEKSIJE PREDNJEG OKVIRA                | Nema standarda                               | Najmanje 20%   |
| MJERENO 30 CM ISPRED I 50 CM OKO ZASLONA        | od 5 Hz do 2 kHz pri <200 nT                 | Isti standard izmjeren pri maksimalnoj svjetlini / kontrastu               |
| IZMJERENO 50 CM OKO ZASLONA                     | od 2 Hz do 400 kHz pri <25 nT                | Isti standard izmjeren pri maksimalnoj svjetlini / kontrastu               |
| <b>ZAHTJEVI PROMJENJIVOGA ELEKTRIČNOG POLJA</b> | <b>TCO95</b>                                 | <b>TCO99</b>   |
| MJERENO 30 I 50 CM ISPRED ZASLONA               | 5 Hz do 2 kHz pri <10 V / m (volti po metru) | Isti standard izmjeren pri maksimalnoj svjetlini / kontrastu               |
| MJERENO 30 CM ISPRED I 50 CM OKO ZASLONA        | 2 kHz do 400 kHz pri <1.0 V / m              | Isti standard izmjeren pri maksimalnoj svjetlini / kontrastu               |
| UŠTEDA ENERGIJE                                 | Način mirovanja pri < ili = 30 W             | Način mirovanja pri < ili = 15 W   |
| ŠTETNOST ZA OKOLIŠ                              | Nema standarda                               | Bez kloriranih otapala; obvezni popis potencijalno opasnih plastičnih masa |

## **8.2. Norma ISO 9241**

ISO 9241 je sveobuhvatna norma međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO) koji obuhvaća ergonomiju ljudske i računalne interakcije. Ova norma izvorno se zvala "*Ergonomski zahtjevi za uredski rad s prikaznim jedinicama*" Velik dio norme ISO 9241 bavi se dizajnom samih prikaznih jedinica i pruža pomoć proizvođačima te opreme kako bi razvili, ergonomski gledano, sigurne uređaje. Ove su informacije također relevantne i naručiteljima koji žele specificirati svoje zahtjeve prema dobavljačima, kao i onima koji žele procijeniti prikladnost postojeće ili ponuđene opreme prikaznih jedinica.

Norma ISO 9241 propisuje značajke prikaznih jedinica s ergonomskog gledišta pa mnogi proizvođači proizvode prikazne jedinice sukladno toj normi. [18]

### **8.2.1. Norma ISO 9241:300 Uvod u elektroničke zahtjeve prikaznih jedinica**

Dio 300, Norme ISO 9241 navodi da nisu samo fizikalna svojstva prikaznih jedinica odgovorna za probleme i kvalitetu slike, kvaliteta slike može ovisiti o mnogim čimbenicima:

- Prikazani sadržaj na zaslonu, npr. boje
- Korisnik, npr. udaljenost korisnika od zaslona
- Zadatak korisnika
- Problem programske potpore i njenog prikaza [18]

### 8.2.2. ISO 9241-3

ISO 9241-3 specificira ergonomske zahtjeve koji osiguravaju da je čitanje sa zaslona ugodno, sigurno i efikasno za obavljanje poslova u uredu. U tablici 3 su opisani sažetci glavnih točaka.

Tab. 3. Sažetci glavnih točaka ISO 9241-3

| <b>ZAHTEVI I<br/>PREPORUKE</b>                                | <b>MJERE</b>   |
|---|--|
| UDALJENOST OD<br>ZASLONA                                      | Minimalno 400mm od zaslona za<br>uredske poslove                                 |
| KUT IZMEĐU<br>HORIZONTALNE I BILO<br>KOJE TOČKE NA<br>ZASLONU | Manji od 60 stupnjeva  |
| KUT IZMEĐU PRAVCA<br>POGLEDA I OKOMICE<br>NA POVRŠINU ZASLONA | Najmanje 40 stupnjeva  |
| OMJER ŠIRINE I VISINE<br>SLOVA                                | Između 0.5:1 i 1:1 je nužno, ali<br>između 0.7:1 i 0.9:1 je<br>preporučeno       |
| PRAZNINA IZMEĐU<br>SLOVA                                      | Minimalno 1 piksel   |
| PRAZNINA IZMEĐU<br>RIJEČI                                     | Minimalno onolika koliko je veliko<br>slovo N                                    |
| PRAZNINA IZMEĐU<br>LINIJA                                     | Minimalno 1 piksel   |
| LUMINACIJA  | Minimalno 35cd/m <sup>2</sup>  |
| KONTRAST  | Cm=0.5   |
| OMJER LUMINACIJE<br>ZASLONA I OBJEKATA<br>KOJI GA OKRUŽUJU    | Manje od 10:1 za područja na<br>koja se učestalo skreće pogled                   |
| REFLEKSIJA  | Treba ju izbjeći ne ugrožavajući<br>time zahtjeve za luminanciju ili<br>kontrast |



### **8.3. Američki nacionalni institut za norme**

Kao glas američkog sustava normi i sustava ocjenjivanja sukladnosti, američki Nacionalni institut za norme (eng. *American National Standards Institute*, ANSI) daje svojim članovima i sudionicima priliku za jačanje položaja SAD-a na tržištu u globalnom gospodarstvu, pomažući u osiguravanju sigurnosti i zdravlja potrošača.

Institut nadzire stvaranje, otkrivanje i korištenje tisuća normi i smjernica koje izravno utječu na poslovanje u gotovo svakom sektoru, od akustičnih uređaja do građevinske opreme, od proizvodnje mlijeka i stoke do distribucije energije i još mnogo toga. [19]

#### **8.3.1. Norma ANSI / HFES 100-2007 – Ljudski čimbenici inženjeringa radnog mjesta za računalom**

Ova tehnička norma određuje prihvatljiva područja primjene načela dizajna ljudskog faktora i testiranja dizajna i ugađanje karakteristika ljudi s računalnim radnim stanicama. Uvođenje ovog standarda i procjena usklađenosti s ovim standardom mora biti obavljena od strane obučениh i obrazovanih inženjera i ergonomista. Ovi stručnjaci mogu biti tehnički odgovorni, u cijelosti ili djelomično, za projektiranje, instalaciju i pregled računala i povezanih komponenti. Kada govorimo o standardima za prikazne jedinice, ovaj standard je dosta sličan ostalim standardima za prikazne jedinice. Ovaj odjeljak norme prikazuje specifikacije primjenjive na sve vizualne zaslone koji se smatraju unutar okvira standarda. Zahtjevi ovog standarda prikazani su u tablici 4.

Tab. 4. Zahtjevi norme ANSI/HFES 100-2007

|   |  |
|---|--|
| <b>PRIKAZNE<br/>KARAKTERISTIKE</b>              |  |
| UDALJENOST GLEDANJA<br>ZASLONA                  | 50cm   |
| KUT GLEDANJA                                    | 15 stupnjeva   |
| <b>VREMENSKE<br/>KARAKTERISTIKE</b>             |  |
| VRIJEME ODGOVORA<br>ZASLONA                     | 13 milisekundi   |
| BRZINA OSVJEŽAVANJA                             | 75Hz   |
| <b>SVJETLINA I BOJE</b>                         |  |
| MAKSIMALNA DOSTUPNA<br>SVJETLINA                | 100 cd/m <sup>2</sup>  |
| MAKSIMALNI KONTRAST                             | 10:1   |
| POLARITET SLIKE                                 | Crna na bijelu   |
| STANDARDNE BOJE                                 | Crvena, zelena, plava, žuta,<br>smeđa ,narančasta, roza,<br>ljubičasta, crna, siva, i bijela |
| POKRIVENOST BOJA                                | 50%  |
| <b>PROSTORNE<br/>KARAKTERISTIKE<br/>ZASLONA</b> |  |
| RASPORED PIKSELA                                | 0.3mm/piksel   |
| VELIČINA PIKSELA                                | 0.2mm  |
| FAKTOR ISPUNJAVANJA                             | 90% za ravne zaslone   |

## **9. ZAKONSKA REGULATIVA REPUBLIKE HRVATSKE I EU SMJERNICE**

### **9.1. Direktiva 90/270/EEC**

Direktivom 90/270/EEC propisuju se minimalni zahtjevi u pogledu sigurnosti i zaštite zdravlja pri radu sa zaslonima. Direktiva je donesena 29.5.1990. te je upućena svim državama članicama Europske unije.

Poslodavci su obvezni provesti analizu radnih stanica kako bi procijenili sigurnosne i zdravstvene uvjete kojima izlažu svoje radnike, osobito u pogledu mogućih rizika za vid, psihičkih problema i problema koji uzrokuju stres te poduzimaju odgovarajuće mjere kako bi otklonili otkrivene rizike. Poslodavac aktivnosti radnika mora planirati tako da se svakodnevni rad na zaslonu periodično prekida odmorima ili promjenama aktivnosti koje smanjuju radno opterećenje. [20]

#### **9.1.1. Minimalni zahtjevi opreme**

Korištenje opreme samo po sebi ne smije biti izvor rizika za radnike.

- Zaslون

Znakovi na ekranu trebaju biti dobro definirani i jasno formirani, odgovarajuće veličine i s odgovarajućim razmakom između znakova i redova. Slika na ekranu treba biti stabilna, bez treperenja ili drugih oblika nestabilnosti. Svjetlost i/ili kontrast između znakova i pozadine moraju se lako podešavati za korisnika kao i prema okolnim uvjetima. Ekran se mora okretati i nagnjati s lakoćom i slobodno, kako bi odgovarao potrebama korisnika. Postolje za ekran ili podesivi stol mogu se koristiti odvojeno. Na ekranu ne smije biti odblesaka koji bi mogli smetati korisniku. Upravo o ovome govori norma ISO 9241, koja navodi da nisu samo fizikalna

svojstva prikaznih jedinica odgovorna za probleme i kvalitetu slike, nego da ovisi i o mnogim drugim čimbenicima koji su opisani.

- Tipkovnica

Tipkovnica mora biti nagibna i odvojena od ekrana, kako bi radnik mogao zauzeti udoban položaj za rad, izbjegavajući umor ruku ili šaka. Ispred tipkovnice treba biti dovoljno prostora da korisnik može osloniti šake i ruke. Tipkovnica mora imati matiranu površinu da bi se izbjeglo odrazno blještavilo. Raspored tipkovnice i karakteristika tipki moraju biti takvi da olakšaju korištenje tipkovnice. Simboli na tipkama moraju biti na odgovarajući način kontrastni i čitljivi s radnog položaja.

- Radni stol ili radna površina

Radni stol ili radna površina moraju imati dostatno veliku, slaboreflektirajuću površinu i omogućivati fleksibilan raspored ekrana, tipkovnice, dokumenata i pripadajuće opreme. Držać dokumenata mora biti stabilan i podesiv te smješten tako da minimalizira potrebu za neudobnim pokretima glave i očiju. Radnici moraju imati dovoljno prostora za pronalaženje udobnog položaja.

- Radna stolica

Radna stolica mora biti stabilna te korisniku dopuštati slobodu pokreta i udoban položaj. Sjedalo mora biti podesivo po visini. Naslon mora biti podesiv po visini i po nagibu. Korisnik po želji može dobiti i podnožak. [20]

### **9.1.2. Minimalni zahtjevi prostora**

- Prostorni zahtjevi

Radna stanica treba biti dimenzionirana i oblikovana tako da korisniku pruža dovoljno prostora za mijenjanje položaja i pokreta.

- Osvjetljenje

Sobno osvjetljenje i/ili reflektorsko svjetlo (radne svjetiljke) osiguravaju zadovoljavajuće uvjete osvjetljenja i odgovarajući kontrast između ekrana i pozadinskog okoliša, uzimajući u obzir vrstu rada i zahtjeve korisnikova vida. Moguće ometajuće blještavilo ili odraze na ekranu ili drugoj opremi može se spriječiti koordiniranjem rasporeda radnog mjesta i radne stanice pomoću pozicioniranja i tehničkih karakteristika umjetnih izvora osvjetljenja.

- Odrazi i blještavilo

Radne stanice su oblikovane tako da izvori svjetla kao što su prozori i drugi otvori, prozirni ili providni zidovi te žarko obojeni inventar i instalacije ili zidovi ne uzrokuju ometajuće blještavilo i odraze na ekranu. Prozori moraju biti opremljeni prikladnim sustavom podesivog sjenila da bi se smanjilo dnevno svjetlo koje pada na radnu stanicu.

- Buka

Buka koju emitira oprema radne stanice uzima se u obzir pri opremanju stanice, a posebno se vodi računa o tome da buka ne odvraća pažnju ili ometa govor.

- Vrućina

Oprema radne stanice ne smije proizvoditi pretjeranu vrućinu koja može izazvati neugodu kod radnika.

- Zračenje

Sve zračenje, uz iznimku vidljivog dijela elektromagnetskog spektra, mora biti reducirano na zanemarive razine s točke gledišta zaštite sigurnosti i zdravlja radnika.

- Vlaga

Treba uspostaviti i održavati prikladan stupanj vlažnosti. [20]

### **9.1.3. Povezanost između korisnika i računala**

U oblikovanju, odabiru, naručivanju i modificiranju softvera i u određivanju zadaća koje obuhvaćaju uporabu zaslona poslodavac mora u obzir uzeti sljedeća načela:

- programska podrška mora biti prikladna za izvršenje određene zadaće;
- programska podrška mora biti jednostavna za korištenje i ondje gdje je to prikladno, prilagodljiva korisnikovu stupnju znanja ili iskustva; nikakva kvantitativna ni kvalitativna sredstva provjere ne mogu se koristiti bez znanja radnika;
- sustavi radnicima moraju pružati povratnu informaciju o njihovim rezultatima;
- sustavi informacije moraju prikazati u obliku i brzini koji su prilagođeni korisnicima;
- moraju se primjenjivati principi softverske ergonomije, osobito u pogledu obrade podataka od strane ljudi. [20]

### **9.2. Pravilnik o sigurnosti i zaštiti zdravlja pri radu s računalom NN 69/2005**

U ovom pravilniku koji je usklađen s Direktivom 90/270/EEC, izneseni su kriteriji koje radno mjesto mora zadovoljiti, što se sve poduzima da se radno mjesto prilagodi pojedincu te koje dodatne aktivnosti tvrtka provodi kako bi se sačuvalo zdravlje zaposlenika koji pretežan dio radnog vijeka rade s računalom.

Ovaj pravilnik određuje obveze poslodavca, koje su opisane u naslovu broj 4. Obveze poslodavca vezane za sigurnost pri radu s računalom. [7]

Pravila koje ovaj pravilnik propisuje a odnose se na zaslon, osvijetljenost, blještanje i zračenje su:

- Zaslon

1. Udaljenost zaslona od očiju radnika ne smije biti manja od 500 mm, ali opet ne tolika da bi radniku stvarala teškoće pri čitanju podataka sa zaslona. Slika na zaslonu ne smije treperiti i frekvencija osvježavanja slike zaslona mora biti najmanje 75 Hz za CRT zaslone i 60 Hz za LCD zaslone.

2. Znakovi na zaslonu moraju biti dovoljno veliki, oštri i tako oblikovani da ih se može razlikovati. Znakovi, razmaci između znakova i redova moraju biti dovoljno veliki, da ih je moguće razlikovati bez napora, ali ne preveliki kako bi tekst bio pregledan.

3. Osvijetljenost i kontrast na zaslonu moraju biti podesivi, tako da ih radnik bez teškoća može prilagođavati stanju u radnoj okolini.

4. Zaslon mora biti pomičan, tako da radnik njegov smjer i nagib može prilagoditi ergonomskim zahtjevima rada.

5. Mora biti osigurana mogućnost prilagođavanja visine zaslona visini očiju radnika, tako da oči radnika budu u visini gornjeg ruba zaslona, pravac gledanja u istoj ravnini ili ukošen prema dolje do 20°.

6. Na zaslonu ne smije biti odsjaja, jer on smanjuje čitljivost znakova i uzrokuje zamor očiju.

7. Zaslon mora biti čist, kako bi slika na zaslonu bila jasna, a tekst čitljiv.

- Osvijetljenost

1. Prirodna ili umjetna rasvjeta mora osiguravati zadovoljavajuću osvijetljenost već prema vrsti rada od najmanje 300 luxa.

2. Ometajuće blještanje i odsjaje na zaslonu potrebno je spriječiti odgovarajućim postavljanjem elemenata radnog mjesta u odnosu na razmještaj i tehničke karakteristike izvora svjetla.

3. Redovi stropnih svjetiljaka moraju biti paralelni sa smjerom gledanja radnika na radnom mjestu. Zaslون mora biti namješten i nagnut tako da ne dolazi do zrcaljenja svjetiljke na zaslonu. Svjetiljke u radnoj prostoriji moraju imati takve svjetlosne tehničke karakteristike da ne uzrokuju zrcaljenja na zaslonu.

- Bliještanje i odsjaji

1. Radno mjesto mora biti tako oblikovano i postavljeno da izvori svjetlosti, prozori, drugi otvori ili svijetle površine ne uzrokuju neposredno bliještanje ili ometajuće zrcaljenje na zaslonu.

2. Prozori moraju imati odgovarajuće zastore (kapke) za sprječavanje ulaza sunčeve svjetlosti na radno mjesto (ili u prostor tako, da ne ometaju rad).

3. Zaslون ne smije biti okrenut prema izvoru ili od izvora svjetla, a u protivnom su potrebne posebne mjere protiv bliještanja i zrcaljenja.

- Zračenje

Sva elektromagnetska zračenja, osim vidljivog zračenja, sa stanovišta zaštite zdravlja radnika moraju biti u skladu s pozitivnim propisima. [7]

### **9.3. Elementi usklađenja regulative u RH s EU smjernicama**

Zakon, odnosno podzakonski akt koji regulira zaštitu pri radu s računalom i pri radu sa zaslonima u Republici Hrvatskoj je Pravilnik o sigurnosti i zaštiti zdravlja pri radu s računalom (NN 69/2005).

Direktiva 97/270/EEC o minimalnim zahtjevima u pogledu sigurnosti i zaštite zdravlja pri radu sa zaslonima je objavljena u službenom listu Europske Unije. Ovom direktivom su doneseni minimalni zahtjevi koji su upućeni svim državama članicama. Države mogu zadržati i svoje zakone i zahtjeve ako ispunjavaju kriterije direktive ili ako su ti zakoni stroži od navedenih smjernica.



Pravilnik Republike Hrvatske je usklađen s Direktivom 97/270/EEC, bez ikakvih razilaženja. Kada usporedimo pravila za zaslone, Pravilnik NN 69/2005 i minimalne zahtjeve za zaslone s Direktivom 97/270/EEC, može se utvrditi da je Pravilnik NN 69/2005 potpuno obuhvatio sve zahtjeve navedene direktive, štoviše, pravilnik Republike Hrvatske je opširniji i s boljim pojašnjenjima nego sama direktiva Europske Unije.

## 10. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG STANJA

Povećanje korištenja prikaznih jedinica u različitim radnim situacijama izmijenilo je radne zadatke i protok poslova. Otkriveni su novi rizici zbog ergonomske nedostataka u dizajnu radnog mjesta za prikaznim jedinicama kao i nedostaci dizajna prikaznih jedinica. U cilju poboljšanja mogući su relativno jednostavni potezi i promjene koje uz minimalne investicije mogu unaprijediti stanje sukladno navedenim čimbenicima rizika u aktualnoj regulativi.

Reflektirajući odsjaj uzrokovan je svijetlim predmetima ili područjima koja odražavaju glatke ili sjajne površine, uključujući zaslone računala. Budući da takve refleksije ovise o kutu gledanja ili padu svjetlosti optimalno rješenje su novi potpuno prilagodljivi stalci monitora.

Općenito, monitori koji trepću, čak i ako je treperenje minimalno, nisu prikladni za profesionalnu upotrebu. Treperenje u modernim ravnim monitorima uzrokovano je osvjetljenjem prigušenim kao dio podešavanja svjetline. Često se koristi impulsno širinska modulacija (eng. *Pulse Width Modulation*, PWM). PWM regulacija koristi se za nisku svjetlinu zaslona. Međutim, ljudi osjetljivi na svjetlost i dalje mogu biti pogođeni iritantnim treperenjem. Još jedna mogućnost kontrole svjetline je prigušivanje primjenom istosmjerne struje, pri čemu se svjetlina podešava podešavanjem struje. Međutim, ova metoda nije idealna jer je teško upravljati postavkama boja s niskom svjetlinom zaslona. Kombiniranje ove dvije tehnologije u jednom uređaju dale su pozitivne rezultate. Rezultat je smanjeno treperenje slike i smanjenje umora očiju u svim uvjetima.

Kada pričamo o visokoenergetskoj vidljivoj svjetlosti, znamo da plavi dio spektra ima visoku energiju i da štetno djeluje na oko, te je jedan od uzroka i preuranjeno starenje kože, glavno rješenje za taj problem je plavi svjetlosni filter. Operacijski sustav Windows, operacijski sustav Android i mnogi ostali operacijski sustavi imaju značajku "filter plavog svjetla". Potrebno je samo jednim klikom

aktivirati filter, i plava svjetlost potpuno nestaje. Neke tvrtke koje proizvode prikazne jedinice, provodile su testove s glavnim ciljem da se smanji udio plave svjetlosti kalibriranjem LCD monitora. Smanjenjem temperature boje, udio dugog vala svjetlosti (veći udio crvene boje) povećava se. Izvorna temperatura boje monitora je od 6500K pa do 7000K, ako se temperatura smanji na 5000K udio plave boje može se smanjiti čak za 20%. [21]

## 11. ZAKLJUČAK

Jedan od glavnih problema ergonomije je osigurati da su proizvodi i sustavi prikladni za ljudsku upotrebu. Sve u svemu, to uključuje usklađivanje dizajna proizvoda ili sustava, uključujući prikazne jedinice, ulazne uređaje, programsku podršku, radno mjesto i radno okruženje. Poboljšanje ergonomskih svojstava sustava povećat će produktivnost, smanjiti pogreške i nelagodu te smanjiti zdravstvene i sigurnosne rizike. U sadašnjosti, prikazne jedinice s CRT zaslonima u potpunosti su zamijenjene prikaznim jedinicama s LCD zaslonima, koji troše manje električne energije, nemaju štetnih zračenja te oslobađaju puno više prostora nego one s CRT zaslonima, no, i LCD zasloni imaju svojih nedostataka i štetnosti, ali u znatno manjoj mjeri nego CRT.

Istraživanje utjecaja HEV svjetlosti, odnosno plavog spektra te svjetlosti, je još u ranoj fazi pa su znanstveni dokazi još uvijek ograničeni na kratkoročne rezultate. Ono što se može utvrditi sa sigurnošću (prema znanstvenim istraživanjima) je to da plava svjetlost ometa ljudski san te nikako ne smijemo zanemariti HEV svjetlost. Do danas nema objavljenih normi o učincima izloženosti HEV plavom svjetlu, ali su provedena značajna znanstvena istraživanja i objavljeni znanstveni radovi o učincima HEV plavog svjetla na oči i osjet vida. Trenutno možemo samo čekati da neka norma uključi i razine utjecaja HEV plave svjetlosti, a nakon toga da i pravilnici usvoje te norme.

S efektom bliještanja i refleksije se često susrećemo u računalnom okruženju, a obično se javlja prilikom krivog pozicioniranja zaslona u odnosu na vanjsko svjetlo koje ulazi kroz prozor i rasvjetom u prostoriji. Ako su prisutni efekti bliještanja i refleksije, oči su zabljesnute, te se s velikim vidnim naporom gleda sadržaj na zaslonu.

Potrebno je redovito održavanje čistoće zaslona i tipkovnice, jer problem za zdravlje mogu biti čestice prašine koju električno polje i elektrostatički naboj privlače na zaslon računala pa on postaje skupljalište nečistoća, a izmjenično električno polje utirava čestice prašine ispred zaslona te one mogu uzrokovati ablaciju sluznice oka (poput pjeskarenja) čemu dodatno pomaže suhoća očiju uzrokovana smanjenim intenzitetom treptanja oka.

Na nekim radnim mjestima za računalom, prikazne jedinice su odavno odradile svoje predviđene radne sate, ali su i dalje u upotrebi. Može se reći da su to već "zastarjeli" zasloni, dok se nove vrste razvijaju sve većom brzinom, te su sve izrađene po strožim normama, smanjeni su im štetni utjecaji, rizik i opasnosti za vid radnika. Po tom pitanju, regulative i pravilnici bi trebali biti stroži i forsirati poslodavca da zamjenjuje, to jest da unapređuje radna mjesta novim prikaznim jedinicama kako bi vid radnika bio ugrožen u što manjoj mjeri. Pozitivno bi bilo nastojati potiskivati negativne utjecaje na radnom mjestu iako još nisu regulativno usvojeni, ako se primijeti njihov negativan učinak čije je djelovanje fizikalno utemeljeno.

Radno mjesto koje je postavljeno na ergonomski način nije luksuz; kada je riječ o profitabilnosti tvrtke, to je apsolutna potreba. Čak i jedan dan odsutnosti radnika zbog bolesti može koštati poslodavca čak i više od ergonomske uredske stolice ili fleksibilno podesive prikazne jedinice. Stoga je unaprjeđenje normi i na njima zasnovane regulative nužnost i potreba u cilju unaprjeđenja sigurnosti radnih mjesta i zdravlja radnika.

## 12. LITERATURA

- [1] Snježana Kirin, Uvod u ergonomiju, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2019.
- [2] Mijović Budimir, Primjenjena ergonomija, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2008.
- [3] Bolji od fotoaparata, brži od računala, dostupno na: <http://www.bioteka.hr/modules/covjek/print.php?storyid=9>; pristupljeno 27.08.2019.
- [4] Kako funkcionira ljudsko oko? dostupno na: <http://lcl-optika.hr/kako-funkcionira-ljudsko-oko/>; pristupljeno 27.08.2019.
- [5] Sačuvajte vid radeći za računalom, dostupno na: <http://www.stampar.hr/hr/sacuvajte-vid-radeci-za-racunalom>; pristupljeno 28.08.2019.
- [6] Sindrom računalnog vida – kako računala utječu na naš vid, dostupno na: <https://www.dioptrija.hr/lifestyle/kako-racunalna-utjecu-na-nas-vid/>; pristupljeno 23.8.2019.
- [7] Pravilnik o sigurnosti i zaštiti zdravlja pri radu s računalom, NN 69/2005, Narodne novine, Zagreb, dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005\\_06\\_69\\_1354.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_06_69_1354.html); pristupljeno 02.08.2019.
- [8] HEP PROIZVODNJA d.o.o., TE Sisak (2012.): Procjena opasnosti za radna mjesta s računalom, Zagreb
- [9] Baksa, M., BUG specijalno izdanje, SysPrint, Zagreb, 2003.
- [10] Majdandžić, N., Primjena računala, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, 1996.
- [11] Grundler, D., Kako radi računalno , Varaždin, 2004.

- [12] K.H.E. Kroemer, E. Grandjean., Fitting the Task to the Human, 5th Edition, London, 1997.
- [13] Što je HEV svjetlost, dostupno na: <https://www.eucerin.hr/o-kozi/osnovni-podaci-o-kozi/sun-hev>; pristupljeno 15.08.2019.
- [14] Best Blue Light Filter for PC Monitors and Laptops, dostupno na: <https://www.sleepxp.com/best-blue-light-filter-pc/>; pristupljeno 15.08.2019.
- [15] Dave Sawdon, Low Frequency Display Emissions - A New Standard, dostupno na: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ieee/1999/Proceed/00344.pdf>; pristupljeno: 20.7.2019.
- [16] TCO Certified: Make the sustainable choice easy with TCO Certified dostupno na: <https://tcocertified.com/tco-certified/>; pristupljeno: 23.07.2019.
- [17] TCO Monitor Standards, dostupno na: <https://www.pctechguide.com/crt-monitors/tco-monitor-standards>; pristupljeno: 23.07.2019.
- [18] David Travis, Userfocus Ltd, Bluffers' Guide to ISO 9241, 9th Edition
- [19] ANSI / HFES 100-2007, Human Factors Engineering of Computer Workstations, dostupno na: [https://www.xybix.com/hubfs/ANSI\\_HFES\\_100-200727E2.pdf?t=1508538849931](https://www.xybix.com/hubfs/ANSI_HFES_100-200727E2.pdf?t=1508538849931); pristupljeno: 02.08.2019.
- [20] Direktiva 90/270/EEC o minimalnim zahtjevima u pogledu sigurnosti i zaštite zdravlja pri radu sa zaslonima, dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31990L0270&from=EN>; pristupljeno 02.08.2019.
- [21] EIZO Europe GmbH, Why do your eyes tire when working on the computer?, dostupno na: <https://www.eizo.be/knowledge/workstation-ergonomics/keeping-your-eyes-alert/>; pristupljeno 23.08.2019.

## PRILOZI

### POPIS SLIKA:

|   |    |
|---|----|
| Sl. 1. Presjek i dijelovi oka.....  | 5  |
| Sl. 2. Nastanak slike u oku .....   | 6  |
| Sl. 3 Prikazna jedinica s CRT zaslonom.....                                     | 14 |
| Sl. 4. Prikazna jedinica s LCD zaslonom.....                                    | 16 |
| Sl. 5. Pojednostavljeni prikaz LCD zaslona s aktivnom i pasivnom matricom ..... | 18 |
| Sl. 6. Katodne cijevi.....  | 21 |
| Sl. 7. Unutrašnjost katodne cijevi .....  | 22 |
| Sl. 8. Refleksija na zaslonu .....  | 29 |
| Sl. 9. HEV svjetlost u spektru sunčeve svjetlosti .....                         | 31 |
| Sl. 10. Plavi svjetlosni filter.....  | 32 |
| Sl. 11. Naočale s plavim svjetlosnim filterima.....                             | 32 |



POPIS TABLICA:

|  |    |
|--|----|
| Tab.1. Usporedba značajki prikaznih jedinica s CRT i LCD zaslonima ..... | 26 |
| Tab.2. Poboľšanja TCO99 u odnosu na TCO95 .....                          | 36 |
| Tab.3. Sažetci glavnih točaka ISO 9241-3 .....                           | 38 |
| Tab.4. Zahtjevi norme ANSI/HFES 100-2007.....                            | 40 |

