

ZDRAVSTVENI I ERGONOMSKI ASPEKTI RADA S VIDEOTERMINALIMA

J. Goldoni¹, E. Žuškin² i M. Šarić¹

*Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Sveučilišta u Zagrebu¹
i Škola narodnog zdravlja »Andrija Stampar«, Zagreb²*

(Primljeno 11. III. 1987)

U članku je iznesen prikaz dosad opaženih zdravstvenih učinaka pri radu s videoterminalima. Zdravstveni rizici su grupirani u ove kategorije: štetno i neugodno djelovanje na vid, preopterećenost i smetnje mišićno-koštanog sustava, psihičke smetnje vezane uz stres i umor, utjecaj zračenja na fertilitet, promjene na koži i utjecaj titranja ekranske slike na epilepsiju.

Kako bi se uklonile subjektivne smetnje operatera te prevenirala oštećenja vida, mišićno-koštanog sustava i psihički zamor, navedene su neke od ergonomskih preporuka za izbor opreme, uređenje radnih mjesta i poboljšanje radne okoline.

Komercijalna primjena videoterminala započela je 60-ih godina. Postepeno su ušli u široku javnu upotrebu za unos i obradu različitih vrsta podataka, te za planiranje i programiranje u gotovo svim djelatnostima suvremenog društva. Danas je kompjutorska industrija u punom zamahu, i uskoro će svi, čak i oni koji nemaju nikakve veze s tehnologijom i njezinim razvojem, biti svjesni prisutnosti elektroničkih računala.

Videoterminal čine tri osnovna dijela: centralna jedinica, tastatura i monitor. U centralnoj jedinici izvršavaju se učitani programi, a tastatura i monitor omogućavaju komunikaciju operatera s uređajem. Tastatura je uglavnom jednaka onoj kod pisaćih strojeva, dok je od različitih vrsta monitora u najširoj primjeni ona koja je po građi identična TV monitoru. On se sastoji od katodne cijevi s izvorom elektrona i fluorescentnog ekrana. Elektroni emitirani iz katode ubrzani su visokim naponom (10—25 kV) i usmjereni na ekran koji pri udaru elektrona emitira vidljivu svjetlost. U katodnoj cijevi nalazi se još i horizontalni otklonski sistem (električno polje) koji pomiče snop elektrona s jedne na drugu stranu ekrana, te vertikalni otklonski sistem za fokusiranje elektrona u vertikalnom smjeru. Potencijalni izvori zračenja iz monitora su katodna cijev (za rendgensko zračenje, vidljivu svjetlost, infracrveno i ultraljubičasto zračenje) i horizontalni otklonski sistem za radiovalove (1—3).

Postoje znatne razlike u načinu korištenja videoterminala, no mnoštvo različitih poslova koji se obavljaju putem računala može se ipak uvrstiti u jednu od tri kategorije: poslovi unosa i obrade podataka, poslovi u kojima se kori-

ste i dopunjuju informacije pohranjene u kompjutorskoj memoriji (putničke agencije, banke), te poslovi programiranja, planiranja i analize podataka već unesenih u računalo. S obzirom na raznolikost primjene računala, neki operateri provode veći dio dana ispred ekrana, npr. unoseći podatke, dok drugi koriste videoterminale samo povremeno, kao pomoć za obavljanje njihovog osnovnog zadatka.

S povećanjem broja videoterminala postavlja se pitanje da li oni predstavljaju rizik za zdravlje. Opisane su brojne subjektivne smetnje osoba koje koriste videoterminale (4—6). Jesu li zdravstveni problemi operatera direktno vezani uz rad s videoterminalima, da li se javljaju samo uz određene vrste uređaja i u određenim uvjetima rada, ili je riječ o indirektnim učincima vezanim uz prirodu posla — to su pitanja koja se nameću pri interpretaciji ovakvih rezultata. Ipak, čini se da zdravstveni učinci videoterminala proizlaze prvenstveno od duge izloženosti radnika svjetlu, refleksiji, blještavilu i titranju ekrana, od dugotrajnog prisilnog položaja tijela te od stresne prirode nekih poslova (1, 6, 7).

Istraživanja pokazuju da se zdravstveni rizici pri radu s videoterminalima mogu grupirati u ove kategorije (8): štetno i neugodno djelovanje na vid, preopterećenost i smetnje mišićno-koštanog sustava, psihičke smetnje vezane uz stres i umor, utjecaj zračenja na fertilitet, promjene na koži i utjecaj titranja ekranske slike na epilepsiju.

DJELOVANJE NA FUNKCIJU VIDA

Među najčešćim subjektivnim smetnjama koje se spominju kod korisnika videoterminala jesu smetnje s vidom. Kao i kod drugih vizualno napornih poslova, pri korištenju videoterminala povremeno se javlja zamor očiju ili poteškoće pri fokusiranju udaljenih predmeta poslije završetka rada. Međutim, istraživanja *Läublia i suradnika* (cit. iz 7) su pokazala da su smetnje s vidom mnogo češće u korisnika videoterminala (60—70% ispitanika) nego u skupini činovničkog osoblja koje obavlja slične poslove, ali bez računala (40—50%).

Najčešće smetnje koje navode operateri jesu naprezanje i umor očiju, iritacija, suhoća i pečenje konjunktiva, osjećaj bolnosti i pijeska u očima praćeni glavoboljom, mučninom te raznim psihičkim promjenama i reakcijama ponašanja (4, 5, 9). Nema jasnih medicinskih nalaza koji bi definirali izvor umora očiju. Glavobolju kao posljedicu vidnog napora nemoguće je razlikovati od glavobolje kao posljedice napora mišićne strukture vrata zbog lošeg položaja tijela pri radu. Ti simptomi se mogu znatno ublažiti izbjegavanjem blještanja i poboljšanjem opće rasvjete. Smanjena učestalost treptanja vjeđama i suhi zrak mogu biti djelomično odgovorni za nelagodnost od strane očiju. Zbog toga operatore treba upozoriti da održavaju normalno treptanje očiju, a ukoliko je relativna vlažnost atmosfere u radnoj prostoriji ispod 40%, potrebno ju je povisiti.

Premda se navodi da upotreba videoterminala može dovesti do razvoja katarakte, za sada ne postoje epidemiološki podaci o tome. Nivo zračenja emitiran s ekrana, koji bi potencijalno mogao dovesti do katarakte, mnogo je puta niži od onog koji se smatra štetnim (7, 10, 11).

Poteškoće u percepciji kao rezultat napora očiju dovode do vizualnih simptoma kao što su nesposobnost fokusiranja, viđenje duplih ili plavocrvenih rubova simbola na ekranu, viđenje obojenog ruba na objektu koje se promatra, nesposobnost gledanja u jednom pravcu tokom duljeg vremena.

Neki operateri navode zabrinutost zbog ružičaste obojenosti pri gledanju bijelih predmeta nakon rada pred ekranom sa zelenim simbolima. Međutim, to je normalna fiziološka pojava, tzv. paslika («after image effect») gdje se ružičasto vidi kao komplementarna boja zelene na ekranu. Drugi fenomen koji se može javiti nakon rada s ekranom je McColloughov efekt, gdje se određene slike slične onima na ekranu javljaju u ružičastoj boji. Oba ova efekta su potpuno bezopasna i prolazna, i mogu se znatno umanjiti ili potpuno eliminirati smanjenjem sjajnosti ekrana (3, 7).

Čini se da nema razlike u subjektivnim smetnjama s obzirom na tip posla koji se obavlja na videoterminalima, ali su opisane razlike s obzirom na spol. Žene npr. pate od vidnog napora dvostruko više nego muškarci, bez obzira na to koji od 3 tipa posla obavljaju. Razlike su naročito izražene u programiranju, gdje 8,6% muškaraca i 23,4% žena pati od vidnog napora. Čini se da za muškarce programiranje predstavlja najmanji zamor za oči u usporedbi s drugim oblicima poslova na videoterminalima. Za žene je najmanje zamorna obrada podataka (5).

Uzroci vidnog napora

Radl (cit. iz 7) je kod operatera na unosu podataka u toku jednog radnog dana registrirao 8 000—25 000 pokreta očiju između dokumenata i ekrana. S obzirom na njihovu različitu osvijetljenost, te zahtjeve brzine i točnosti poslova, postoje objektivni razlozi za povećan vidni napor (12).

Pojava napora očiju vezana je i uz razne osobne faktore kao što su opći umor, bolest, upotreba raznih lijekova, sklonost migreni, osjetljivost na svjetlo te nervoza i nemir. Dok ti faktori mogu pojačati simptome vidnog napora, pravni uzročni faktori leže u okolini i prirodi posla. Postoji jasna povezanost između napora očiju i nelagodnosti zbog bliještanja, kontrastnog bliještanja, titranja i svjetlucanja slike na ekranu, reflektiranja te okolnih radnih uvjeta.

Bliještanje. Može biti direktno ili reflektirajuće, a ovisi o prostori, veličini pokućstva, refleksiji i o izvoru svjetlosti. Indeks bliještanja 19 preporučuje se za opću okolinu ureda, a smanjenje na 16 za fini posao kao što je rad na videoterminalima. Indeks bliještanja na ekranima, zbog njihove visine i kuta, može biti i do 24 ukoliko se ne upotrebljavaju filtri i zaslone da zasjele luminaciju, prozore i bijele zidove. Prilagođavanje retine na kontrastno bliještanje (kao npr. tamni ekran smješten nasuprot svijetlom prozoru) polagano je i uzrokuje titranje očnih mišića (3, 13).

Sjajnost. Sjajnost simbola na ekranu mora prelaziti minimalni prihvatljivi nivo, ali ne smije biti takva da smeta ili da uzrokuje bliještanje. Kontrast je važan između simbola i stupnja luminacije u pozadini. Videoterminali zbog toga moraju imati kontrolu kontrastnog prilagođavanja kao i kontrolu sjajnosti (3, 14, 15). Rezolucija simbola na ekranu može se izgubiti ukoliko operater podesi kontrolu sjajnosti prejako radi kompenzacije visokog nivoa svjetlosti

u okolini, zbog čega se može javiti efekt titranja. Filtri smješteni ispred ekrana mogu povećati problem rezolucije alfanumeričkih znakova.

Titranje. Većina ekrana s katodnom cijevi titra u rasponu 25—60 Hz. Što je frekvencija viša, manji je napor za percepciju slike.

Optimalna ravnoteža između dobre percepcije slike i trajnosti fosfora kojim je prekrivena unutarnja površina ekrana postiže se primjenom srednje trajnih fosfora i frekvencijom od 50 Hz.

Kontrasti boja. Najveći vidni komfor i osjetljivost na boje je u srednjem žuto-zelenom dijelu spektra, te se zeleni fosfori preferiraju za monokromatske ekrane (3, 14). Kod polikromatskih ekrana je opći kontrast mnogo važniji od kontrasta boja. Različite boje koje stvaraju fosfori dovode do različite sjajnosti na ekranu, što otežava fokusiranje, te vidni zadatak postaje kompleksniji.

Sprečavanje nepovoljnih učinaka na vid

Medicinski nadzor. Oko jedne trećine zaposlenih osoba ima nekorrigirane ili nedovoljno korigirane vidne defekte, koji djeluju na vizualni i opći radni komfor. Osim toga, sposobnost fokusiranja na bliže predmete smanjuje se s dobi zbog prirodnog procesa starenja očiju. Kao što je slučaj kod bilo kojeg vizualnog posla, tako se i pri radu s videoterminalima može manifestirati pretihodno neprepoznata refrakcijska greška, jer je operater svjesniji svojih vidnih nesposobnosti. Ukoliko operater već ima smetnje vida, posao će biti mnogo teži i veća je vjerojatnost da će se razviti vidni napor (3, 12). Zbog toga je u svake osobe sa stalnim smetnjama vida, bez obzira na posao koji obavlja, potrebno vršiti redovite oftalmološke preglede. Bilo je i prijedloga da na videoterminalima ne bi trebale raditi osobe starije od 40 godina. Međutim, za to ne postoje opravdani razlozi, a takve preporuke su vjerojatno dane zbog teškoća u osoba s prezbiopijom čije naočale nisu bile prikladne za istodobno čitanje s dokumenata i ekrana.

Operatere na videoterminalima treba selekcionirati i opskrbiti odgovarajućim naočalama. Pregledi vida se trebaju obavljati redovito. Osobe s kataraktom ili nistagmusom ne bi se trebale zaposliti na poslovima s videoterminalima. Također se preporučuje da osobe koje nose bifokalne naočale ne koriste ekrane, budući da moraju stalno držati ruke u zamarajućem položaju. Čak ako je vid i korigiran, udaljenost za čitanje određena naočalama ne mora odgovarati onoj od ekrana, tako da se operater mora naprezati da bi dobio čistu sliku (15).

Organizacija posla. Fini vidni zadaci u suboptimalnim prilikama mogu uzrokovati značajnu nesposobnost fokusiranja na dalje objekte, što je vezano uz stupanj akomodacije i konvergencije tokom obavljanja zadatka. Stoga se nameće potreba za povremenim odmaranjem očiju. Zasad u evropskim zemljama ne postoje zakoni niti pravilnici u smislu regulacije radnog vremena poslova s videoterminalima (8). Preporučuje se da operateri mijenjaju svoje vidne zadatke tako da ne koriste kontinuirano ekrane. Ukoliko takva preraspodjela poslova nije izvediva, treba educirati operatere da prepoznaju vlastito vrijeme tolerancije, te im omogućiti podešavanje odmora prema potrebi. Švedska unija grafičkih radnika preporučuje da nakon jednog sata rada s videoterminalima treba slijediti vidna pauza od oko 10 minuta (16).

Poboljšanje radnih uvjeta i okoline. Ublažavanje smetnji uzrokovanih bliještanjem može se postići smanjivanjem sjajnosti ekrana, i, ukoliko je potrebno, poboljšanjem rasvjete. To može zahtijevati smanjenje razine opće rasvjete i možda osiguravanje dodatne lokalne rasvjete za dokumente. Također se izborom adekvatnog namještaja može izbjeći problem refleksnog bliještanja.

PREOPTEREĆENOST MIŠIĆNO-KOŠTANOG SUSTAVA

Problemi koji se odnose na preopterećenost mišićno-koštanog sustava nastaju zbog dugotrajnog prisilnog položaja trupa, ekstremiteta i glave, koji se, pri radu s videoterminalima, manifestira kao:

- forsirani fiksni položaj glave
- fiksni položaj ramenog obruča u svrhu omogućavanja repetitivnih pokreta prstiju (zahtjevi tastature)
- prisilni položaj prstiju, šake, ruku i trupa adaptiran na zahtjeve kompjutera i namještaja
- povećan opći mišićni tonus zbog vidnog i mentalnog napora (7).

Najčešće subjektivne smetnje koje u vezi s mišićno-koštanim naporom opisuju operateri su: bol i ukočenost vrata i ramena, pritisak u glavi i vratu, bol i ukočenost ruku, leđa i nogu te otečenost mišića i zglobova (5, 7, 12, 13). Većina tih smetnji se po intenzitetu ne razlikuje od onih koji se javljaju kod ostalih sedentarnih zanimanja. Smanjenje ili eliminacija problema vezana je uz osiguranje prikladnih stolica, te uz odgovarajući dizajn radnih mjesta. Organizacija posla bi trebala omogućavati operateru da povremeno mijenja radne zadatke i time omogućuje fizičku pokretljivost.

Tendosinovitis kao posljedica upotrebe tastature uglavnom se ne smatra značajnim problemom. Pojedinačni slučajevi mogu se javiti, ali su rijetki, slično kao npr. kod daktilografa.

PSIHIČKE SMETNJE VEZANE UZ STRES I UMOR

Nove profesionalne aktivnosti donose i nove psihičke probleme. Integracija nekadašnjeg činovnika ili službenika u nov sistem čovjek—kompjutor nametnula je osobit način rada, s brojnim repetitivnim radnjama i posebnim zahtjevima za povećanom pažnjom. Korištenje videoterminala također značajno ograničava socijalne kontakte (12, 16, 17). Stoga se psihički i psihosomatski simptomi nerijetko susreću u osoba koje koriste videoterminale (18). Često su oni više vezani uz organizaciju posla i uz osobine radnog mjesta i radne okoline nego uz korištenje ekrana (19). Treba, međutim, naglasiti da isti stimulansi mogu izazvati potpuno različite reakcije kod različitih tipova ljudi u istim radnim uvjetima, kao i kod istog radnika u različite dane.

Rad s ekranom sam po sebi nije direktan uzrok stresa, već su to sadržaj posla, stupanj odgovornosti, nezadovoljstvo poslom, individualna motivacija, karakteristike ličnosti, sistem rukovođenja, način uvođenja promjena i prihva-

ćanje novih tehnologija. Osim toga, slabo dizajnirana radna mjesta mogu izazvati fizički stres, koji opet može dovesti do psihičkog stresa (16, 20).

Stupanj frustrirajućih i stresnih reakcija, kao i općeg zamaranja operatera, direktno je proporcionalan tempu i zahtjevima posla nametnutim od kompjutera (5, 18). Preopterećeni operateri se tuže na simptome općeg umora, zabrinutost, depresiju, tromost, razdražljivost i iscrpljenost, te pokazuju smanjenje sposobnosti za izvođenje odgovarajućih zadataka. Incidencija navedenih problema pokazuje visoku korelaciju s ukupnim brojem sati na radu s videoterminalima, kao i s brojem sati rada bez odmora. Opisane smetnje mogu uzrokovati visok apsentizam, česta bolovanja i veliku fluktuaciju radnika.

Da bi se postigao optimalni radni učinak kao i zadovoljstvo operatera, treba uspostaviti ravnotežu između tempa, težine i raznolikosti poslova s videoterminalima. Operatere treba educirati da razumiju kompjutorski sistem i svoju ulogu u njemu. Posao treba varirati koliko je najviše moguće i treba uključivati povremene fizičke aktivnosti tijekom dana. Odmori su važni, ali trebaju biti prirodno ugrađeni u posao omogućujući fleksibilnost i osobni izbor, umjesto fiksnih odmora određenih u specifično vrijeme (17, 19).

UTJECAJ ZRAČENJA NA FERTILITET

Poznato je da katodne cijevi emitiraju rendgensko zračenje i neionizantno zračenje elektromagnetskog spektra (1, 2, 10, 11). S obzirom na poznate učinke ionizantnog zračenja na fertilitet, kao i zbog spornog pitanja bioloških učinaka neionizantnog zračenja na reproduktivni sustav, izvršena su mjerenja intenziteta zračenja monitora i provedena epidemiološka istraživanja među operaterima u svrhu otkrivanja eventualne povišene stope spontanih pobačaja i/ili rađanja djece s anomalijama.

Izmjereni intenziteti zračenja znatno se razlikuju ovisno o uređaju, no može se uglavnom zaključiti da su oni, na udaljenosti većoj od 5 cm od ekrana i visokonaponskih sklopova, niži od dozvoljenih prema važećim standardima u svijetu (1, 2, 3, 7, 10, 11, 20). Ipak, zabrinutost su izazvali izvještaji o neuobičajeno velikom broju defektne djece rođene u skupini operatera u Kanadi 1980. godine, kao i zbog nekoliko opisanih slučajeva spontanih abortusa i kongenitalnih anomalija u SAD, 1984. g. (7, 8). Detaljnim naknadnim istraživanjem nije, u navedenim slučajevima, dokazana povezanost između tih pojava i korištenja videoterminala (3).

Većina istraživača smatra da se incidencija spontanih pobačaja i rađanje defektne djece kod žena koje rade s videoterminalima ne razlikuje od one u općoj populaciji (3). Stoga nema osnove za privremenu promjenu radnog mjesta trudnica zaposlenih uz videoterminal. Ukoliko se takva odluka ipak doneše, ona treba biti temeljena na povećanoj zabrinutosti ili nemiru trudnice, a ne na eventualnom riziku od izloženosti zračenju.

PROMJENE NA KOŽI

Promjene na koži su opisane u skupini operatera u Norveškoj, kao eritem na obrazima i čelu, te crvenilo na nepokrivenim dijelovima vrata. Eritem se raz-

vio unutar 2—5 sati rada na terminalu. Osobe su opisivale pečenje i svrbež prije pojave egzantema, koji je obično iščezavao nekoliko sati nakon prestanka rada. U većini slučajeva koža je bila normalna slijedećeg dana, dok je u 12 slučajeva bilo potrebno 18 sati do potpunog oporavka (3, 7, 8).

Ovi slučajevi su se javili u zimskom periodu. Temperatura prostorije je iznosila 20—22 °C, s relativnom vlagom ispod 40%. Sve su radne prostorije bile pokrivene sintetičnim tepisima. Bila je prisutna i znatna količina statičkog elektriciteta u prostorijama gdje su se operateri tužili na kožne promjene.

Kliničkim istraživanjem je utvrđeno da je nekoliko osoba imalo atopični dermatitis u djetinjstvu ili seboreičnu kožu lica. Kontrolirani provokativni testovi su bili negativni. Čini se da su promjene na koži u stvari profesionalni kontaktni dermatitis uzrokovan iritacijom submikroskopski precipitirajućim česticama prašine na koži operatera koji su akumulirali statički elektricitet. Povećanjem relativne vlažnosti zraka i smanjenjem statičkog elektriciteta u radnim prostorijama eliminiran je ovaj problem (7).

S obzirom na to da je pojava promjena na koži vrlo rijetka u odnosu na broj ljudi koji koriste videoterminala, smatra se da je mala vjerojatnost da su kožne promjene direktna posljedica rada s videoterminalima (8).

UTJECAJ TITRANJA EKRANSKE SLIKE NA EPILEPSIJU

Okolo 50% osoba s fotosenzitivnom formom epilepsije navodi da su imali prvi napad za vrijeme gledanja televizije. Kako je taj oblik epilepsije relativno rijedak, čini se neopravdano isključiti sve osobe s dijagnozom epilepsije iz rada s videoterminalima, no one koje imaju utvrđenu fotosenzitivnu formu treba medicinski, posebno neurološki, evaluirati prije zaposlenja pred ekranom (7, 8).

ERGONOMSKE PREPORUKE ZA RAD S VIDEOTERMINALIMA

Opće je prihvaćeno mišljenje da su zdravstveni problemi osoblja koje radi s videoterminalima većinom vezani uz nepovoljna ergonomska rješenja radnih mjesta, kao i lošu organizaciju poslova. Kako bi se operaterima omogućio najveći mogući radni komfor, a time i spriječila oštećenja vida, lokomotor-nog sustava, te psihičke smetnje, navodimo neke od ergonomske preporuke za izbor opreme, uređenje radnih mjesta i poboljšanje radne okoline.

Oprema

Ekran. Od mnogih vrsta ekrana najčešće se koriste monokromatski ekrani s katodnom cijevi. Da bi se vidni napor, kao i broj pogrešaka, sveli na najmanju mjeru, slika na ekranu mora biti kvalitetna, a alfanumerički znakovi dobro čitljivi. Ove osobine postižu se kontrolom slijedećih parametara:

- kontrasta (»pozitivne« ili »negativne« slike)
- visine i širine alfanumeričkih znakova
- razmaka između znakova i redova
- titranja slike (21, 22).

Kad se koristi »pozitivna slika« (tamni simboli na svijetloj podlozi), lakše je čitati s ekrana pri uobičajenoj uredskoj rasvjeti, a također je i manja osjetljivost na bliještanje. »Pozitivna slika« odgovara onoj na pisanim dokumentima, što smanjuje vidni napor zbog stalne adaptacije s »pozitivna« (dokumenti) na »negativ« (ekran). Prednost ekrana s »negativnom« slikom (svijetli simboli na tamnoj podlozi) jest u smanjenju intenziteta zračenja te produbljenju trajanja monitora, no takva slika zahtijeva posebne korekcije umjetne i prirodne rasvjete u prostoriji. Stoga većina stručnjaka ipak savjetuje korištenje »pozitivne slike« na ekranu. Osobine koje se preporučuju pri izboru ekrana, kao i optimalne karakteristike simbola, prikazane su na tablicama 1. i 2. (22).

Tablica 1.

Preporuke za izbor i postavljanje ekrana

Najmanja površina ekrana	40,6 cm ²
Najmanja udaljenost ekrana od očiju	40,6 cm
Najveća udaljenost ekrana od očiju	71,1 cm
Povoljni nagib ekrana prema radnoj površini	8,5°—12°
Optimalni nagib ekrana	11°
Optimalni omjer osvijetljenosti ekrana i okoline	4 : 1
Najveći dozvoljeni omjer osvijetljenosti	7 : 1
Optimalna boja za monokromatske ekrane	zeleni

Tablica 2.

Preporuke za postizanje dobre čitljivosti teksta na ekranu

Visina simbola (za jako osvijetljen ekran)	3—5 mm
Visina simbola (za slabo osvijetljen ekran)	5—7,5 mm
Optimalni omjer širina/visina simbola	3 : 4
Optimalni omjer širina linije i visine simbola	
a) pozitivni kontrast na ekranu	1 : 6 do 1 : 10
b) negativni kontrast na ekranu	1 : 8 do 1 : 10
Optimalni omjer osvijetljenosti simbol-pozadina	10 : 1
Minimalni omjer osvijetljenosti simbol-pozadina	3 : 1

Važno je također da se ekran na stolu može podizati, spuštati i rotirati oko vertikalne i horizontalne osi, čime se ostvaruju ove prednosti:

- ekran se može prilagoditi individualnim antropometrijskim karakteristikama korisnika
- moguće je prilagoditi isti ekran različitim tipovima posla na jednom radnom mjestu
- promjenom položaja ekrana izbjegava se bliještanje i refleksija.

Kontrolne tipke za uključivanje ekrana i regulaciju kontrasta i sjajnosti moraju biti nadohvat ruke korisnika (nikako iza monitora) i s čitljivim oznakama (21).

Tastatura. Konstrukcija, funkcionalnost i dizajn tastature od posebnog su značenja za efikasnost i preciznost rada operatera, posebno u poslovima gdje se zahtijeva brz i točan unos velikog broja podataka. Koriste se QUERTY tastature, s dodatkom tastature s brojkama ukoliko se često unose numerički podaci.

Tastatura treba biti odvojena od monitora. Da bi se omogućila fleksibilnost u postavljanju radnog mjesta s obzirom na različite korisnike i radne zadatke, duljina voda između tastature i monitora mora biti barem 1,5 m (23).

Optimalni nagib tastature u odnosu na površinu stola je 5—10°, a srednja visina oko 30 mm. Ukoliko je tastatura položitija, treba osigurati potporu za ručni zglob, kako bi se rasteretio rameni pojas i ruke (21, 22).

Tipke na tastaturi bi trebale imati ove karakteristike:

- visina tipaka — 12—15 mm
- razmak između sredine susjednih tipaka — 18—20 mm
- silazni put — 0,8—4,8 mm
- potrebna sila pritiska — 0,25—1,5 N
- konkavna, mat površina
- čitljivi simboli na tipkama (21).

Dobra tastatura ima pravilno reguliranu osjetljivost na pritisak. Ukoliko je premala sila potrebna da aktivira tipku, nastaju brojne greške zbog slučajnih pritisaka. Pretvrde tipke zahtijevaju trajni napor, i također povećavaju vjerojatnost pogreške zbog nedovoljno snažnog pritiska. Pravilno podešena tastatura omogućava da se umjerenim pritiskom postigne dovoljan pomak tipke, i time percipira eventualna greška zbog ponovljenih ili izostalih pokreta. U tome mogu pomoći i slušni signali, koji se aktiviraju pri svakom uspješnom pritisku tipke (21).

Printer. Izbor printera ovisi o njegovoj namjeni, no s ergonomske aspekta važan je njegov smještaj na radnom mjestu. Kod stalne upotrebe printera, treba ga smjestiti lijevo od operatera, tako da ga je moguće dosegnuti. Međutim, mnogi su printeri vrlo bučni, pa ih je bolje smjestiti u odvojenu prostoriju, ili ih prikladno izolirati od buke.

Uređenje radnog mjesta

Stol. Stol ili radna površina treba biti visine 63—72 cm. Kako je visina stolova kod nas obično fiksna, preporučuje se da udaljenost gornje plohe od po-

da bude oko 70 cm (22). Ove mjere se odnose na sjedeća mjesta uz videoterminalne. Međutim, za one poslove, gdje se videoterminali koriste samo povremeno i kratko, prikladnije je stajanje radno mjesto, s visinom stola 90—115 cm. Površina stola mora biti dovoljno velika za smještaj opreme i dokumenata, a prostor ispod stola treba biti slobodan.

Stolac. Stolci moraju biti dobre kvalitete, stabilni, udobni i s mogućnošću podešavanja visine sjedala i naslona za leđa. Prednji rub sjedala mora biti zakrivljen i tapeciran, kako ne bi ograničavao cirkulaciju u nogama.

Za većinu odraslih odgovarajuća visina stolice je 40—50 cm. Pri određivanju visine treba paziti da stolica bude najviše 28 cm niža od razine gornje plohe stola.

Sjedeća površina stolca ne smije biti uža od 40 cm.

Naslon za leđa treba biti širok oko 33 cm, a visok 15—23 cm. Kako bi omogućio pravilnu potporu kralježnice, naslon mora biti zakrivljen, s centrom zakrivljenosti 23—25 cm iznad sjedala i polumjerom od 25 cm u vertikalnoj ravni (22).

Neke od navedenih preporuka su prikazane na slici 1.

Ponekad je potrebno urediti radna mjesta uz videoterminalne prema izabranim ergonomskim preporukama, uz minimalna odstupanja. Istraživanja *Evan-sa* (6) su pokazala da više smetnji mišićno-koštanog sustava imaju operateri koji se koriste fleksibilnim stolicama. Zato treba naglasiti da je fleksibilnost podešavanja elemenata na radnom mjestu prednost samo kod educiranih korisnika videoterminala.

Držać za dokumente. Držać za dokumente mora biti stabilan i ispravno postavljen. Uobičajena pozicija je između tastature i ekrana, no kod poslova s intenzivnim unosom podataka i čestim okretanjem stranica, bolja je pozicija sa strane tastature i bliže operateru. Držać za dokumente mora biti prikladan za različite formate i količine papira.

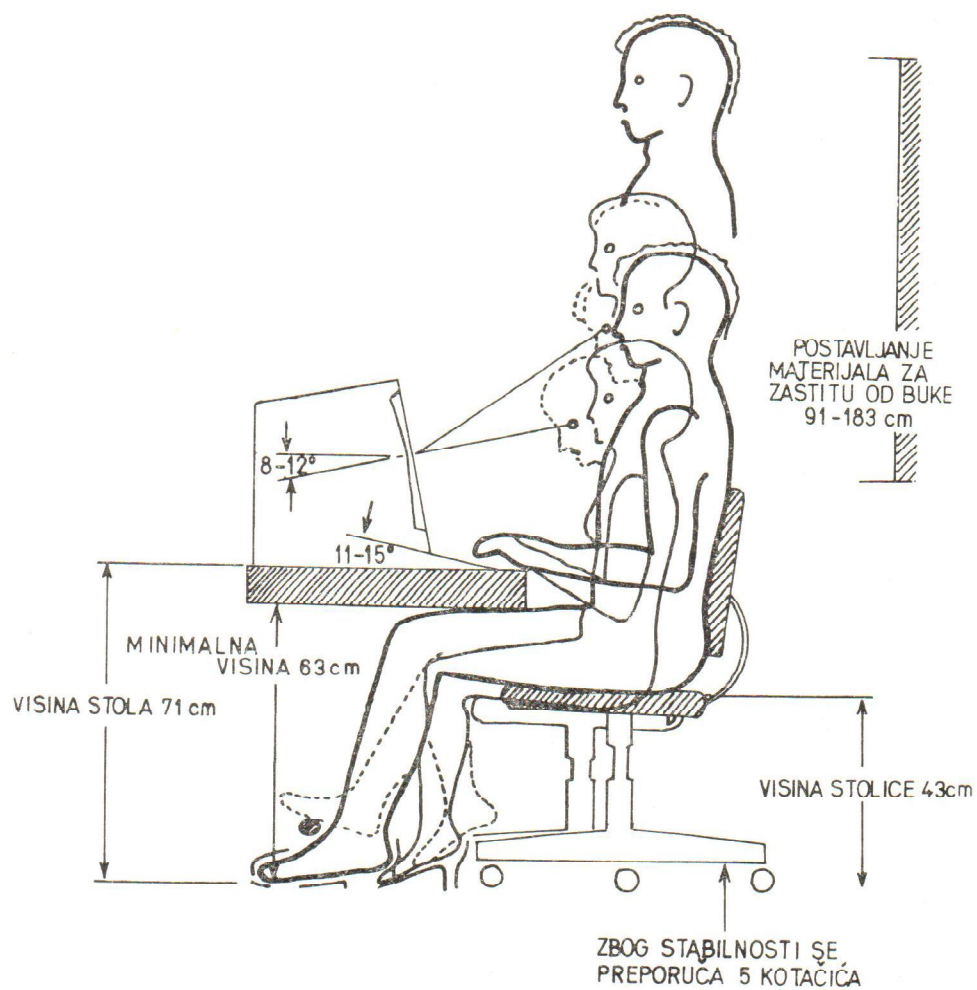
Radna okolina

Rasvjeta. Opća rasvjeta u prostoriji mora biti difuzna, kako bi omogućila istovremeni rad s ekranima i pisanim dokumentima. Preporučuje se osvijetljenost od 150 luksa za radnu prostoriju i 500 luksa za rasvjetu radnih površina. Kod ekrana s negativnim kontrastom opća rasvjeta treba biti oko 200—300 luksa (21).

Direktno i indirektno bliještanje moguće je ukloniti oblaganjem radnih površina i zidova nereflektirajućim materijalima posteljenih boja. Prozori trebaju biti zastrti, a ekrani postavljeni tako da ne reflektiraju ni dnevnu ni umjetnu rasvjetu.

Buka. Učestalost podataka o zamaranju i razdražljivosti operatera često je u korelaciji s imjerenom razinom buke na radnom mjestu (6). Ukoliko buka, bez obzira na izvor, ometa rad korisnika videoterminala, treba oko radnih mjesta postaviti izolacijske materijale, na visini od 19 do 183 cm (22).

Prostor. Radno mjesto mora biti dovoljno prostrano za svu opremu i dokumente potrebne za rad. Operater mora imati prostora za sve planirane oblike radne aktivnosti (slika 2. i 3).

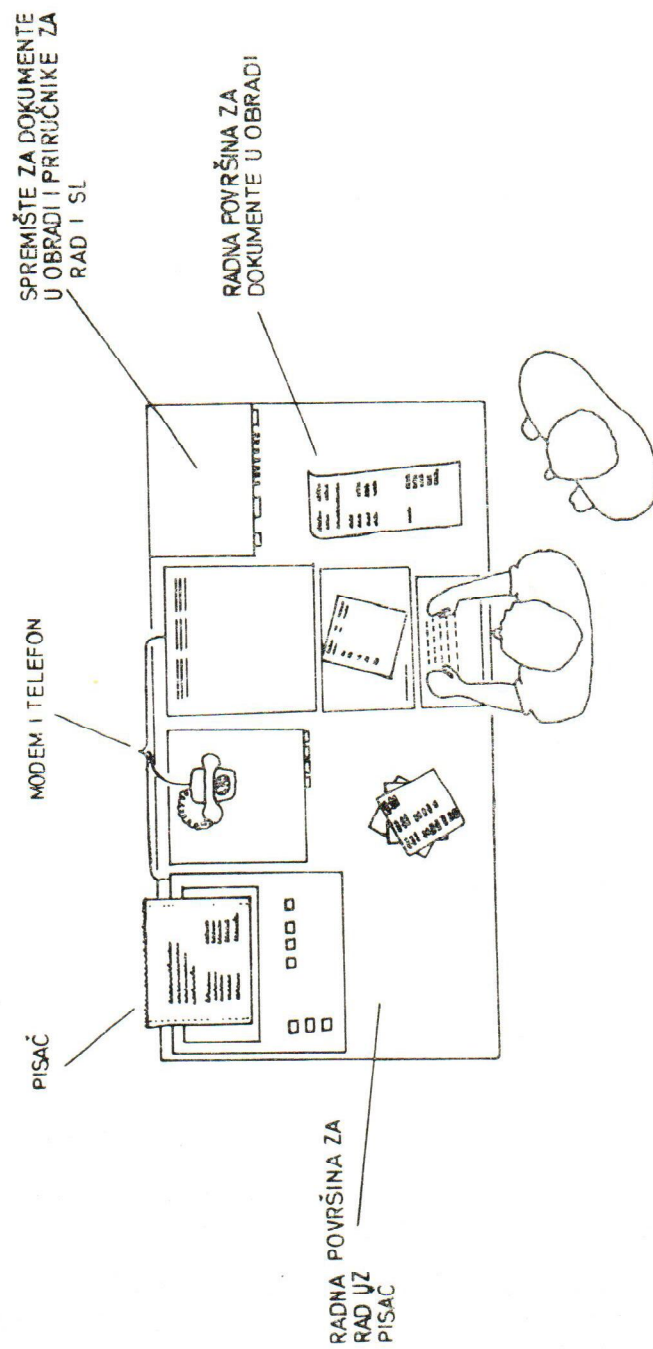


Sl. 1. — Radno mjesto uz videoterminal

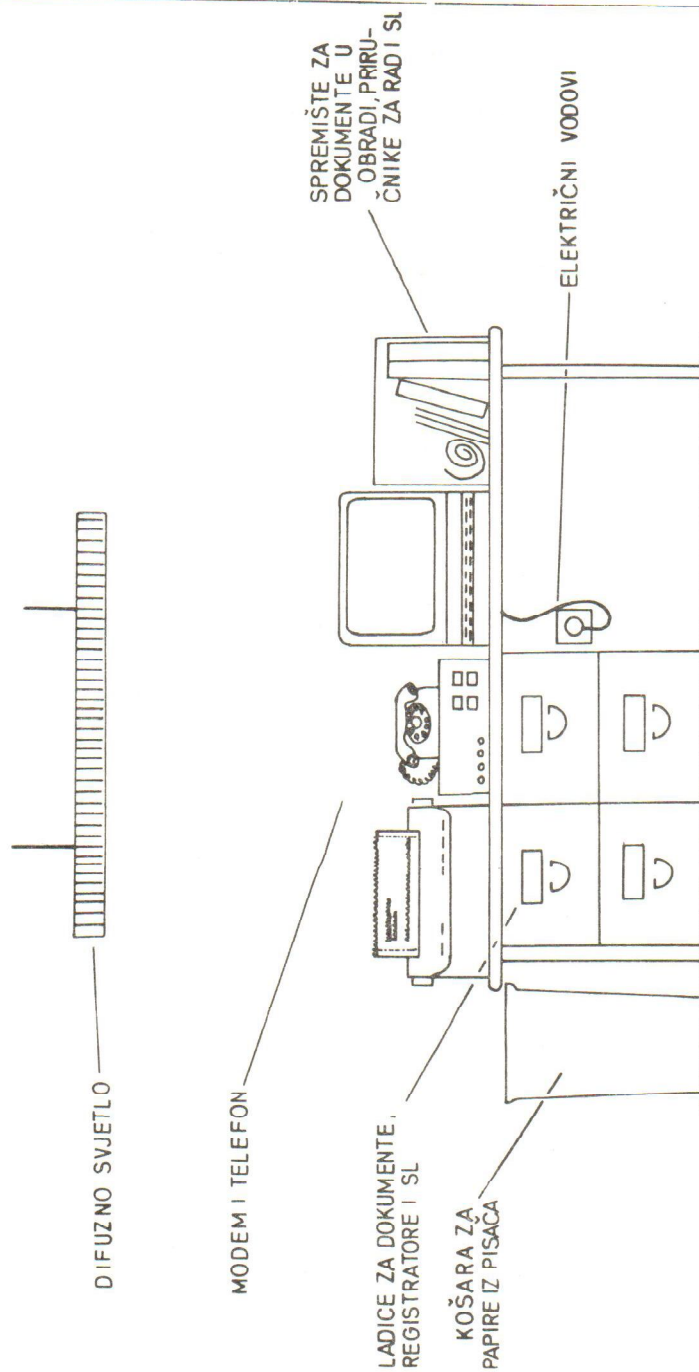
Smatra se da polumjer »osobne zone komfora« mora iznositi najmanje 1,5 m oko operatera.

Da bi se uklonili zdravstveni problemi zbog statičkog elektriciteta, podovi moraju biti od antistatičnih materijala (21).

Toplinska okolina. Ukoliko se u jednoj prostoriji nalazi više videoterminala i printera, dolazi do povećanog isijavanja topline iz tih uređaja, što nameće potrebu za instaliranjem prikladne ventilacije. Vlažnost zraka u radnim prostorijama ne smije biti niža od 40%.



Sl. 2. — Radno mjesto za upotrebu videoterminala s pisačem



Sl. 3. — Radno mjesto za upotrebu videoterminala s pislačem

PREPORUKE ZA ORGANIZACIJU RADA S VIDEOTERMINALIMA

Da bi se unaprijedio rad te osigurala veća udobnost i uspješnost korisnika videoterminala, treba razmotriti ove faktore:

Izobrazba. Usvajanje nove tehnologije često izaziva otpor korisnika. Posebno kod uvođenja videoterminala, radnike treba educirati, kako bi razumjeli svoju ulogu u novoj organizaciji posla. Osim toga oni moraju biti upoznati s osobitostima i mogućnostima rada kompjutorskog sistema. Operaterima treba omogućiti da sudjeluju u planiranju i organizaciji poslova u novim uvjetima, kao i pri uređenju radnih mjesta i prostora.

Odmori. Kontinuirani rad s videoterminalima treba periodički prekidati odmorima ili drugim radnim aktivnostima koje ne dovode do umora očiju ili mišićne tenzije. Odmore treba koristiti barem nakon 2 sata kontinuiranog rada s videoterminalima, a i češće kod povećanja vidnog, mentalnog i mišićno-koštanog opterećenja. Radnici moraju imati osiguran odmor izvan radnog mjesta ili s isključenim ekranima.

Medicinski nadzor. Kako rad s videoterminalima pripada skupini poslova s posebnim uvjetima rada, operatere treba medicinski nadzirati. Osobitu pažnju treba obratiti na status onih organskih sustava koji su preopterećeni pri korištenju videoterminala.

Rezultati preliminarnih ispitivanja zdravstvenog stanja operatera, izvršenih u našoj zemlji (25), potvrdili su potrebu za selekcijom i kontinuiranim medicinskim nadzorom osoba zaposlenih uz videoterminala.

Tehničke mjere. Aparaturu, osobito katodne cijevi, treba redovito održavati i popravljati. Povremeno treba kontrolirati intenzitet ionizantnog i neionizantnog zračenja na radnim mjestima.

Literatura

1. US Bureau of Radiological Health: An Evaluation of Radiation Emission from Video Display Terminals. Publication FDA 81—8153, 1981, str. 1—28.
2. Guy, A. W.: Summary — Health Hazard Assessment of Radio Frequency Electromagnetic Fields Emitted by Visual Display Terminals, IBM (1984) 3—7.
3. International Scientific Conference: Work with Display Units, Proceedings, part I and II, Stockholm 1986, str. 1—1069.
4. Knave, B. G., Wibom, R. J., Voss, M., Hedström, L. D., Bergquist, U. O.: Work with video-display terminals among office employees. Scand. J. Work Environ. Health, 11 (1985) 457—493.
5. Evans, J.: VDU operators display health problems, Health and Safety at Work, 11 (1985) 33—37.
6. Evans, J.: Office conditions influence VDU operators health, Health and Safety at Work, 12 (1985) 34—36.
7. Pearce, B. G.: Health Hazards of VDTs? John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1985, str. 3—244.
8. Aldridge, J. F. L.: Visual display units and health. The Practitioner, 229 (1985) 539—545.
9. Hedman, L. R.: VDT Users and Eyestrain, Tele No 1 (1986) 18—21.
10. Pomroy, C., Noel, L.: Low Background Radiation Measurements on Video Display Terminals. Health Physics, 46 (1984) 413—417.
11. Weiss, M. M.: The VDT — Is There a Radiation Hazard, J. Occup. Med., 25 (1983) 98—100.

12. *Hünting, W., Läubli, T., Grandjean, E.*: Postural and visual loads at VDT workplaces. *Ergonomics*, 24 (1981) 917—931.
13. *Starr, S. J.*: A Study of Video Terminal Display Workers. *J. Occup. Med.* 25 (1983) 95—98.
14. *Laycock, J.*: Selected colours for use on colour cathode ray tubes. *Displays*, 5 (1984) 3—14.
15. *Engström, G., Jansson, I.*: The Use of Glasses by the Personnel of Televerket, *Tele No 1* (1986) 26—27.
16. *TCO Work Environment Committee*: VDU work the right way, Bratts Tryckeri AB, Stockholm 1986, str. 1—37.
17. *Eckeström, A.*: Human Aspects of the Development of Information Technology, *Tele No 1* (1986) 3—6.
18. *Aronsson, G.*: Stress, Skill Demands and Health in Computer — mediated Work, *Tele No 1* (1986) 6—9.
19. *Olsson, A., Thorsensson, G.*: Organisation of Work in Data Terminals, *Tele No 1* (1986) 27—30.
20. *Helander, M. G., Rupp, B. A.*: An overview of standards and guidelines for visual display terminals. *Applied Ergonomics*, 15 (1984) 185—195.
21. *Philips*: The Visual Display Terminal Workplace A Users Handbook, Tryckeri AB Knappen, Karlstadt 1983, str. 1—52.
22. *Ontario Hydro. Health and Safety Division*: Hazard Assessment of Video Display Units, Pickering, Ontario, LIW-3C8 1983, str. 1—35.
23. *Ferguson, D.*: Keyboard Design and Operating Posture, *Ergonomics*, 17 (1974) 731—744.
24. *Birnbaum, R.*: Health Hazards of VDUs, with Particular Reference to Office Environments. London School of Hygiene & Tropical Medicine, London, WC1E 7HT, 1981, str. 1—10.
25. *Goldoni, J.*: Health and ergonomic aspects of using video-display units. International Scientific Conference »Work with display units«, Proceedings, part II, Stockholm, 1986, str. 639—641.

Summary

HEALTH AND ERGONOMICS ASPECTS OF WORKING WITH VIDEO DISPLAY TERMINALS

An overview of health effects among operators of video display terminals (VDTs) is presented. Health risks are classified into the categories: eye strain, musculo-skeletal discomfort, mental disorders, radiation emission and pregnancy, skin rashes and epilepsy induced by the flickering of the image on the screen.

In order to reduce subjective complaints to a minimum, and to prevent ocular, musculo-skeletal and mental disorders, some ergonomic recommendations are given for choosing and installing VDTs and for introducing adjustments to workplaces.

*Institute for Medical Research and
Occupational Health, University of
Zagreb, Zagreb*

*Received for publication
March 11, 1987*