

Ergonomija učeničke informatičke učionice

Prof.dr.sc. Marijan Đurek

Zavod za primijenjenu matematiku

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

Telefon: 01-6129 923 Fax: 01-6129 915 E-mail: marijan.djurek@fer.hr

Sažetak - Cilj referata je ukazati na potencijalne zdravstvene rizike učenika u informatičkoj učionici, te dati sugestije za njihovu prevenciju. Također su sistematski navedeni ergonomske zahtjevi za korištenu računalnu i programsku opremu, te unutrašnje uređenje učionica (rasvjeta, mikroklima, buka, posoblje). Većina navedenih zahtjeva se odnosi i na klasične učionice, a trebali bi ih uvažavati svi koji na bilo koji način imaju utjecaj na opremanje učionica, posebno informatičkih.

I. UVOD

Informatička tehnologija neumitno postaje i našom svakodnevnicom. Da bi se išlo u korak sa svijetom okružuje, potrebno je savladavati osnovna informatička znanja već u osnovnoj školi. Škole uređuju nove ili dopunjavaju već postojeće informatičke učionice. U tijeku je projekt Ministarstva prosvjete i športa Zavoda za unapređivanje školstva "Informatika od 1. do 4. razreda osnovne škole". Nabavljaju se računala, na nesreću ne uvijek nova, usavršavaju se nastavnici. Zbog nedostatnih financijskih sredstava rješenja često nisu primjerena zahtjevima, kako u pogledu kvalitete računalne opreme, tako i u pogledu uređenja učionica. Međutim, i s malo sredstava može se načiniti mnogo kada znamo što želimo postići. Iz tog razloga bi nastavnici koji koriste informatičke učionice morali dobro poznavati osnovne ergonomske principe rada na računalu, ali i specifičnosti vezane uz učeničku dob. Također bi morali znati uočiti loše držanje učenika tijekom rada, utvrditi razloge, te djelovati u okviru svojih mogućnosti kako bi se nedostaci uklonili. Određeni učinci mogu se postići savjetima o ispravnom držanju pri radu na računalu. Drugi dio, mnogo teži i skuplji, odnosi se na poboljšanje uređenja informatičkih učionica. S obje spomenute aktivnosti postiže se osnovni cilj: prevencija mogućih negativnih posljedica po zdravlje učenika. Nastavnici svoja znanja moraju prenositi na učenike, ali i na njihove roditelje, jer djeca koja kod kuće imaju računalo često provode više vremena za njim nego li onom u školi [3].

II. ZDRAVSTVENI RIZICI UČENIKA U INFORMATIČKOJ UČIONICI I MJERE PREVENCIJE

Obično se misli da je zračenje monitora glavni zdravstveni rizik kod korištenja računalne opreme. Međutim, najčešće

poteškoće nastaju uslijed učestalih ponavljanja relativno složenih i malih pokreta (*RSI-Repetitive Strain Injury*) ili uslijed neprirodnog (nepravilnog) položaja tijela pri radu. Na svu sreću, većina tih neugodnosti i mogućih ozljeda se može spriječiti upotrebom ergonomske prilagođene računalne opreme, pravilnim dizajnom radnog prostora i redovitim vježbama razgibanja i opuštanja.

Ustajali zrak i prašina podloga su za razvoj bakterija i grinja koje mogu prouzročiti alergije. Statički elektricitet na zaslonu monitora, osim što privlači prašinu i time smanjuje vidljivost prikaza, također može uzrokovati kožne alergije koje su danas sve češće.

Međusobnim trenjem modernih sintetičkih tkanina (odjeće, tkanine na stolcu, zavjesa, potplata cipele, podne obloge) uzrokuju da je tijelo učenika naelektrizirano i dodiranjem uzemljenih predmeta dolazi do naglog pražnjenja uz neugodu, peckanje, a može uzrokovati i pojavu dermatitisa. Dulje vrijeme provedeno u nabijenom stanju može utjecati na pojačan metabolizam kalcija, a time dovesti do niza poremećaja. Nije zanemarivo niti privlačenje čestica okolne prljavštine (prašina, gljivice) na kožu gdje mogu lako prodirjeti kroz eventualna oštećenja na njoj i tako dovesti do pojave nekih kožnih oboljenja. Rješenje je vodljiva podna obloga, adekvatna vlažnost zraka, vodljive tipkovnice, uzemljena računala, korištenje stolaca koji nemaju sintetikum na sjedalici.

Prenaprezanje pojedinih dijelova tijela utječe na pojavu bola koja nas upozorava na mogućnost nastanka trajnijeg oštećenja. Kod osoba koje rade na računalu osobito su ugrožene oči, vrat i leđa, noge i stopala, te dijelovi ruke: prsti, dlan, zglob šake, zapešće, laktovi, ramena.

Oči: Zbog prirode rada na računalu osobito su izložene oči, što se nažalost ne može izbjeći ali može znatno ublažiti. Najčešće se javlja problem "suhoće očiju" koja iritira oko i može uzrokovati upalu oka. Javlja se zbog smanjene učestalosti treptanja očiju, a posljedica je natreptičnog gledanja u zaslon monitora. Osobito je izražena kod djece koja ponekad zanesena onim što gledaju gotovo zaborave treptati. Problem se jednostavno rješava uzimanjem relativno čestih odmora, kao i reguliranjem relativne vlažnosti (40-60%) i temperature zraka (18-24 °C ljeti i 20-26 °C zimi) u prostoriji.

Pri dugotrajnoj fokusaciji pogleda na bliske objekte, kao što je zaslon monitora, mišići oka zaduženi za promjenu oblika leće mogu se prenapregnuti. Ukoliko se oči na vrijeme ne odmire, napune se mliječnom kiselinom i u njima se javlja bol. Jednostavno rješenje je povremena promjena fokusacije pogleda. Treba gledati u daljinu, ne

fokusirajući pogled, kako bi mišići promijenili položaj, malo se odmorili i pri tome napunili svježom krvlju obogaćenom kisikom koja će odstraniti nastali suvišak mliječne kiseline. Prenapornu fokusaciju pogleda može uzrokovati i nepravilno podešena svjetlina slike i kontrasta.

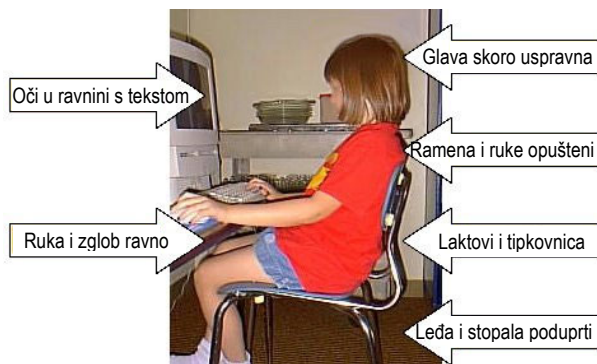
Odras (refleksija) slike jako svjetlih predmeta na zaslonu monitora također tjera oči na dodatno naprezanje. Postavljanjem monitora u odnosu na izvor, najčešće prozor, tako da svjetlost ne udara izravno u zaslon i uklanjanje jakih izvora svjetlosti (štedne žarulje, neonske lampe) rješava se dio tog problema.

Oči su jedan od najprilagodljivijih ljudskih organa i ukoliko im dopustimo pravovremen i dovoljno dug odmor same će se oporaviti. Preporuča se odmor svakih 15 minuta u trajanju 1 do 2 minute uz gledanje u daljinu. Tom prilikom bi trebalo i nekoliko sekundi brzo treptati očima kako bi se oči ovlažile i očistila nečistoća s jabučica [1].

Povećani vidni napor još mogu uzrokovati presitni detalji na zaslonu, te kod starijih monitora nedovoljna frekvencija osvježavanja slike (*refresh rate*). Problem presitnih detalja rješava se povećanjem veličine zaslona. U MS-DOS okruženju, kojeg u našim školama nažalost još uvijek ima, minimalna veličina bi morala biti 14" (dijagonala mjerena u inchima), dok se u Windows okruženju ne bi smjelo ići ispod 15". Do povećanja detalja i teksta, obično praćeno i povećanjem frekvencije osvježavanja slike dolazi smanjenjem odabrane razlučljivosti. Treba provjeriti kolika je razlučljivost postavljena, pa ako postoji mogućnost, treba ju smanjiti, ali ne ispod od 640 x 400 pixela. Današnji monitori redovito imaju frekvenciju osvježavanja slike od 85 Hz ili više pa s njima u tom smislu nema problema, ali problem presitnih detalja i dalje ostaje ako korisnik odabere previsoku razlučljivost.

Na temelju položaja tijela i načina kako učenik gleda u zaslon monitora nastavnik može zaključiti ima li dijete problema s vidom ili određenu pozu zauzima zbog loših navika ili pak zato jer je radno mjesto loše oblikovano. Ako se usprkos vježbama i odmoru, kod učenika bol u očima učestalo javlja, obavezno se preporuča odlazak specijalistu na pregled vida.

Vrat i leđa: Sve dok je naša glava centrirana u ravnini ramena, vratni mišići je lagano nose, no ako je nagnuta naprijed, za njih je to značajno naprezanje i javlja se bol u vratu. Da bi se ovi problemi izbjegli potrebno je ispravno podešiti visinu monitora, tako da gornji rub zaslona bude, po mogućnosti, paralelan s očima. Tako će se ujedno smanjiti i naprezanje očiju. Preporuča da učenik sjedi u



Sl. 1. Neutralni položaj učenika

neutralnom položaju [Sl. 1.], izravno ispred monitora, bez pogleda preko ramena ili ukoso. Dalje to znači da sjedi uspravno ili malo zavaljen leđima oslonjenim direktno na naslon stolca ili pomoću nekog pomagala (npr. jastučić, deblja spužva, stiropor), sjedalica ne bi smjela pritiskati stegna (zaobljeni rub, podmetač za noge), noge ispružene, a ne podvijene pod sjedalicu i čvrsto oslonjene na podlogu, nadlaktice slobodno i što bliže tijela, kut koji čini nadlaktica i podlaktica $>90^{\circ}$ s time da podlaktica treba biti ispod horizontalnog položaja. Svakih 45 minuta učenik mora uzeti kraći odmor tijekom kojeg treba ustati, prošetati uokolo, raditi nešto drugo. Korisno je i obaviti razgibavanje vrata kako se vratni mišići ne bi ukočili [1].

Ruke: Intenzivno korištenje tipkovnice i miša može ozlijediti tetive i njihove ovojnice u području šake i zapešća što se u blažim pojavnim oblicima javlja kao neosjetljivost na dodir, upala i slabljenje tetiva. U ozbiljnijim slučajevima to može prijeći u peckanje, ukočenost, gubitak osjeta, bol u prstima i zapešću. Da bi se ove pojave spriječile treba naše tijelo biti čim više u neutralnom položaju, što u ovom slučaju znači: prsti i zapešće moraju biti u liniji s ostatkom podlaktice, tako da je što manje opterećenje zgloba i zapešća, a prsti trebaju biti ravni produžetak dlana. Uzimati redovite kratke pauze pri tipkanju uz razgibavanje zglobova i prstiju. Tipkovnice trebaju biti na ravnoj i tvrdoj podlozi s dovoljno mjesta za odmorišta i ne preblizu tijela, jer kut u laktovima treba biti barem 90° ili nešto više, miš treba biti dostupan iz istog položaja kao i tipkovnica, a pri korištenju treba micati cijelu ruku, a ne samo zglobove šake, pri radu ramena trebaju biti opuštena, Stolica treba imati odmorište za ruke.

Leđa, noge, stopala: Razvojem računalne opreme osjetno se smanjila potreba za kretanjem. Danas se gotovo sve radnje mogu obaviti sa stolca, za radnim stolom, iz sjedećeg položaja. Od svih položaja našeg tijela najnapornije je sjedenje. Doslovce maltretiramo naše tijelo, pogotovo kralježnicu, ramena i donji dio leđa. Jednostavno rješenje ovog problema je kretanje. Treba se kretati čim više i izbjegavati neprirodne, opterećujuće položaje.

Dok radimo trebamo sjediti uspravno, licem i tijelom okrenuti prema objektu koji gledamo, bez nepotrebnih savijanja, prekrštavanja nogu i gledanja preko ramena. Stolica na kojem sjedimo mora omogućavati pokretljivost (poželjno je da ima 5 kotačića), imati potporanj za cijela leđa (prilagođen dijelovima leđa), te se visina mora dati podešavati. Stopala trebaju biti čvrsto na podlozi, što će kod učenika biti teško postići s obzirom da se vršnjaci po visini jako razlikuju. Rješenje suu podmetači za noge jednostavnijih izvedbi. Pri sjedenju bokovi trebaju biti čim "dublje" na sjedištu, koljena trebaju biti nešto niže od bokova, a radna ploha otprilike 3 cm niže od laktova.

III. ERGONOMIJA RAČUNALNE OPREME

Računalo: Računala mogu biti izvor buke (ventilatori) i dodatnog zagrijavanja prostora. Također, nije zanemarivo

njihovo zauzimanje inače oskudnog radnog prostora učenika, pa su u tom smislu povoljnije uspravne izvedbe.

Monitor s katodnom cijevi (CRT): Kod klasičnih monitora u katodnoj cijevi pod djelovanjem visokog istosmjernog napona elektronski snop bombardira fluorescentni materijal koji od elektrona primljenu energiju emitira kao vidljivu svjetlost. Tom prilikom unutar cijevi nastaje i mala količina X-zraka, koje imaju karakteristike ionizirajućeg zračenja, ali se one gotovo potpuno apsorbiraju prolaskom kroz debelo staklo katodne cijevi.

Neionizirajuće zračenje obuhvaća svjetlosno zračenje, izmjenična električna i magnetska polja, te elektrostatsko polje. Udaranjem snopa elektrona u fosforni sloj na unutarnjoj površini ekrana stvara se vidljiva svjetlost pomoću koje uspijevamo vidjeti ono što zraka ispisuje na zaslonu. Pored korisne vidljive svjetlosti, ovdje nastaju i nevidljivo infracrveno i vrlo slabo ultraljubičasto svjetlo velike valne duljine (UVA) čija je količina zanemariva u odnosu na onu dnevnom svjetlu.

Izvori električnog i magnetskog polja u frekvencijskom području 5 Hz - 2 kHz su jedinice za napajanje frekvencije 50 Hz, te i generator napona koji određuje broj promjena slika u sekundi. Ta je frekvencija kod današnjih monitora povećana i iznosi u prosjeku 70 - 120 Hz. Izvori izmjeničnog električnog i magnetskog zračenja u frekvencijskom području 2 - 400 kHz) su generatori vodoravne linijske frekvencije. Njihove frekvencije se kreću u rasponu od 15 - 100 kHz. Od proizvođača se danas zahtijeva smanjenje jakosti polja na najnižu moguću razinu, pa se zdravstveni rizici uslijed neionizirajućeg zračenja mogu očekivati samo kod starijih tipova monitora.

Magnetsko polje nastaje u svicima za otklon elektronskog snopa koji su smješteni na vrhu katodne cijevi. Iako magnetska polja na ovim frekvencijama neometano prolaze kroz tijelo korisnika i pri tome proizvode električne struje, na radnoj udaljenosti je njihova jakost jedva usporediva s jakosti zemljinog magnetskog polja što znači da se ova vrsta zračenja može zanemariti. Vrlo blizu monitoru, osobito njegovom zadnjem dijelu, jakost magnetskog polja je ipak zamjetna, pa se ne preporuča leđima naslanjati na zadnji kraj tuđeg monitora.

Svaki monitor u sebi ima visokonaponski ispravljač čiji je izlazni napon u granicama od 10 - 30 kV. Uslijed visokog pozitivnog napona unutar katodne cijevi, pojavljuje se na prednjoj strani stakla cijevi električni naboj čija količina ovisi o vlažnosti okolnog zraka, vrsti materijala odjeće učenika, izvedbi radne plohe, poda i sl. U uvjetima suhog zraka statički naboj može poprimiti razmjerno visoke iznose, te može doći do pojave pražnjenja pri dodiru sa zaslonom. Jakost elektrostatskog polja opada s kvadratom udaljenosti od monitora. Da bi se neutralizirala pojava statičkog naboja proizvođači računalne opreme pribjegavaju različitim metodama njegove neutralizacije. Najčešće se na tipkovnice ugrađuje vodljiva razmaknica (tipka space) koja odvodi s korisnika statički elektricitet.

Uza sve rečeno, treba imati na umu da monitor ne zrači samo naprijed, već i oko sebe. Najmanji razmak između dva usporedna monitora treba biti veći od 30 cm, a udaljenost susjednog učenika od stražnje strane monitora najmanje 50 cm.

Oštrina prikaza znakova ovisi o kvaliteti sloja fosfora na katodnoj cijevi, te o sustavu upravljanja elektronskim snopom, osobito njegovom podsustavu za fokusiranje koji, ako ne zadovoljava kvalitetom, dovodi do pogoršanja, posebno na vanjskim rubovima slike. Slabija oštrina znakova pojačano napreže i umara oči. Veličina znakova je još jedan od važnih parametara prikaza. Ona ima najveći utjecaj na čitljivost. Kako bi se bez problema moglo čitati s udaljenosti od 60-70 cm visina znakova mora biti između 3,5 mm i 4,5 mm.

Razmak između redova mora biti takav da se descenderi na slovima poput g, j, p itd. ne preklapaju s dijakritičkim znakovima na velikim slovima (Č, Ž, Š itd.). Minimalni dozvoljeni razmak je jedna horizontalna linija, a za dobru čitljivost preporuča se razmak od 2 linije ili omogućavanje korisniku da sam podesi vrijednost ovog parametra.

Jedan od najčešćih razloga zamora očiju pri radu s računalom je preblizu postavljen monitor. Prilično je teško točno odrediti minimalnu udaljenost na koju se monitor treba postaviti, ali razna su istraživanja pokazala da bi zadovoljavajuća vrijednost iznosila oko 60 cm. Do ove se vrijednosti došlo razmatranjem udaljenosti na kojoj naš pogled konvergira kada ne gledamo u neki određeni predmet. Pri toj udaljenosti zamor očiju je najmanji. Gledanje u konkretne objekte na udaljenosti značajno manjoj od ove izaziva zamjetan zamor očiju.

Pri normalnom gledanju objekti u gornjem dijelu našeg vidnog polja su obično udaljeniji od onih u donjem dijelu. Kao posljedica ove činjenice došlo je do prilagodbe našeg vidnog sustava tako da on djeluje optimalno kada je vrh ravnine vidnog polja udaljeniji od oka nego njen donji dio. Zbog toga naginjemo novine ili knjige dok ih čitamo, pa je logično da se pred proizvođače monitora postavljaju zahtjevi za omogućavanjem prilagođavanja vertikalnog nagiba monitora od strane korisnika. Potrebni iznos nagiba je između 5 i 20°. Pored nagiba, potrebno je osigurati i da monitor bude postavljen nešto niže od razine očiju. Postavljanje u razinu očiju dovodi do bolova u vratu i leđima te do osjećaja "suhih očiju".

Problemi s refleksijom javljaju se obično na monitorima s negativnim polaritetom prikaza (tamnom pozadinom). Uzrok refleksije najčešće je pogrešno pozicioniranje samog monitora u odnosu na izvore svjetlosti. Kao posljedica refleksije, može doći do zaklanjanja ili otežanog čitanja sa zaslona, ali i do postavljanja tijela u neprirordan položaj kako bi se izbjegla refleksija. Moderni monitori koriste napredna tehnološka dostignuća kako bi se pojačala otpornost na refleksiju. Na starijim uređajima koristili su se optički filteri u raznim izvedbama, ali nisu se održali u uporabi jer su degradirali druge karakteristike monitora (vijek trajanja, povećano zračenje, čitljivost, kontrast itd).

Povećanje uporabe mikroprocesora u monitorima dovelo je i do zamjetnog povećanja broja kontrola na kućištu monitora. Razvijeni su i neovisni sustavi izbornika kojima se omogućava korisniku podešavanje najrazličitijih parametara. Ova sloboda podešavanja ponekad dovede i do neželjenih rezultata jer je omogućeno i pogrešno podešavanje. Problem podešavanja parametara na pogrešne vrijednosti rješava se opcijom zaključavanja pojedinih parametara, osim onih najvažnijih (kontrast i osvjetljenost).

Monitor s tekućim kristalom (LCD): LCD tehnologija temelji se na svojstvima skupine kemijskih spojeva poznatih kao tekući kristali (*engl. Liquid Crystals*). Oni predstavljaju prozirnu materiju koja ima svojstva i tekućina i čvrstih tijela. Pri prolasku kroz tekući kristal svjetlost prati raspored molekula koje ga sačinjavaju – što je svojstvo čvrstih tijela, a izlaganjem tekućih kristala djelovanju električnog napona mijenja se raspored i orijentacija molekula – što je svojstvo tekućina. Ovo posljediteljno svojstvo je posebno važno zbog činjenice da se promjenom primjenjenog napona na tekući kristal može utjecati na način prolaska svjetlosti kroz njega.

Prema načinu adresiranja pojedinih pixela u matrici koja sačinjava sliku razlikuju se dva tipa monitora: s pasivnom i aktivnom matricom. Pasivna matrica predstavlja najjednostavniji način adresiranja pixela. Loša strana ovakvih zaslona je da se koriste tekući kristali sa sporim električnim odzivom što ih čini nepogodnima za prikazivanje slika koje se brzo izmjenjuju, te pojava preslušavanja kada adresirani pixeli djeluju na susjedne pa se dešava da su neki dijelovi ekrana jače ili slabije osvijetljeni. Aktivna matrica koristi električne sklopke (tranzistore, TFT – Thin Film Transistor) za adresiranje svakog pojedinog pixela čime se omogućava korištenje tekućih kristala sa bržim odzivom. Ova tehnologija također eliminira pojavu preslušavanja zbog toga što su pojedini pixeli izolirani od susjednih.

Za LCD monitore vrijede osnovne ergonomske postavke kao i za one s katodnom cijevi, uz važnu napomenu: ionizirajuće zračenje gotovo ne postoji. Zbog visoke cijene, izrađuju se zasloni manje dijagonale, a to znači i sitnijim detaljima prikaza što može izazvati zamor očiju. Manja težina i njihova olakšana prenosivost dopušta lakše pozicioniranje na radnom stolu, kao i omogućavanje postizanja potrebnog vertikalnog nagiba. Javljaju se i problemi s malim kutom gledanja, lošijem prikazu boja, pojavi da su neki od pixela stalno upaljeni ili stalno ugašeni, te problemima s različitim rezolucijama prikaza slike. Kod LCD-a fizička i vidljiva dijagonala iste su duljine, tj. nema onoga tradicionalnog gubitka jednog ili dva inča kao kod CRT monitora.

Tipkovnica: Da dugotrajan rad na računalu može pruzročiti probleme s kralježnicom i očima dokazano je odavno. Međutim, danas se zna da uzrokuje i probleme sa zapešćem. Šaka je sposobna obavljati šest vrsta pokreta, od kojih svaki uključuje drugačiju grupu mišića. Tipkanjem je obuhvaćena samo jedna od tih grupa pa njihovom dugotrajnom upotrebom dolazi do određene vrste stresa zbog neuravnotežene uporabe ostalih grupa.

Bez obzira na fizički dizajn tipkovnice, bitno je gdje ona na stolu stoji. Naime, ukoliko je tipkovnica previsoko automatski se i ruke moraju podići više, što rezultira i podizanjem ramena, a za ramenima se isteže i kralježnica i vrat. Ovaj položaj rezultira bolovima u ramenim i križnim mišićima. Jedan od najboljih načina kompenzacije ovog položaja je podizanje stolice. Međutim, često se zaboravlja da podizanjem visine sjedalice, stopala i dalje moraju imati čvrst oslonac. Ukoliko se zanemari ta pojedinost, cijela se težina prenosi na sjedne kosti, otežava se cirkulacija krvi kroz noge tako da dolazi do utmuća nogu. Dobar trik za kompenzaciju visine je odmicanje tipkovnice od sebe, ali

se sada ruke stavljaju jako ispred tijela. Tada trpe ramena, triceps i zglobovi, a kako je monitor udaljeniji trpe i oči.

Stoga bi idealan položaj tipkovnice bio u visini laktova kada ruke stoje uz tijelo, a položaj stolice morao bi biti takav da noge potpuno dotiču pod. Tipkovnica se pri tome ne bi smjela nakrivljavati, a ne zaboravimo da je jedan od najboljih lijekova povremeni prekid rada i mali odmor.

Miš: Korisnici kompjuterskog miša često imaju iskustva s bolnim prstima, zglobovima, te ramenima. Iako ne postoji mnogo studija o korištenju miša, ergonomisti govore da njegov dizajn, mjesto na radnoj površini, te pravilno korištenje može spriječiti neugodnost i umor. Postoji mnogo različitih oblika miševa. Miš bi trebao pristajati veličini ruke, a prsti bi ga morali udobno zahvatiti. Trebalo bi odabrati miša koji smanjuje potrebu za oslanjanjem kraja ruke na radnu površinu. Neki miševi su veći, posebno njihov zadnji dio, pa mogu podupirati cijelu ruku. Razmještaj tipki je važan. Ne smiju previše biti skupljene, niti razmaknute. Pritisak na tipke ne smije biti prejak, da ne umara prste, niti previše osjetljiv da se prelagano i nepoželjno aktiviraju tipke. Miš se najčešće upotrebljava u kombinaciji s tipkovnicom. Korisnici obično miša smještaju sa strane ili ispred tipkovnice, a to može uzrokovati da korisnici moraju pružati ruke i ramena.

Miš i tipkovnica bi trebali biti na istoj radnoj površini. Mora se osigurati dovoljno prostora za rad s mišem. Osigurati da kabel od miša ne spriječava neke pokrete. Uvijek upotrebljavati podlogu za miša i održavati ga čistim, kao i kuglu unutar tijela miša (ako ona postoji). Radna površina mora biti postavljena tako da ju mogu koristiti i ljevoruki učenici. Svaka učionica bi trebala imati i nekoliko miševa za ljevoruke učenike. Ako se tipkovnica ne koristi treba ju maknuti da bi miš došao ispred učenika.

Za izbjegavanje neugodnosti, umora ili ozljeda ne grčevito stezati miša. Jaki stisak odmaže pri preciznosti i brzini kod smještanja pokazivača na ekranu, a zglob se brzo umara. Ručni zglob treba držati ravno, podlaktica, zglob i prsti morali bi stvarati ravnu liniju. Za vježbu koordinacije treba crtati mišem kružnice uz olabavljeno rame i stisak. To radite to dok kružnice ne postanu glatke, a rad ugodan i precizan. Nakon toga sve ponoviti, ali sad crtati osmice. Treba, gdje je to moguće, prilagoditi brzinu kretanja pokazivača na zaslonu s brzinom kretanja miša po podlozi na ugodnu razinu. Miša je teško kontrolirati, ako je postavljen na veliku brzinu. Da bi se ruke odmorile potrebno je najmanje dvaput u sat vremena ustati i prošetati.

Pisač: Igllični pisači stvaraju veliku buku osobito kada se nalaze na rezonantnim podlogama. Laserski pisači su tihi ali zagrijavaju prostoriju.

IV. ERGONOMIJA RADNE OKOLINE

Radna okolina jako utječe na naše radne sposobnosti i zato se trudimo da stanje okoline bude što prikladnije za rad u njoj. Ovi utjecaji su kako fizičke, tako i psihičke prirode.

Rasvjeta: Pri osiguranju dovoljne količine svjetla, moraju se u obzir uzeti vizualni zahtjevi čovjeka za obavljanje dotičnog posla. Prikladno osvjetljenje, relativan je pojam, jer rasvjeta koja bi bila dobra za jednu vrstu posla ne mora biti prikladna za neki drugi posao. Oko kao cjelina ne reagira jako brzo na promjene svjetla, kao što, recimo uho reagira na promjenu zvuka. Ljudsko oko registrira iznimno veliki raspon razine rasvjete, no potrebno je neko vrijeme da bi se ono prilagodilo na pojedinu razinu, pogotovo ako su te promjene velike i česte, što može dovesti do umaranja očiju.

U mnogo slučajeva umjetno svjetlo može biti jače i superiornije prirodnom svjetlu i prednost mu je što se može po volji regulirati i usmjeravati na pojedina područja. Dobro osvijetljena okolina može se održavati bez obzira na vanjske prirodne uvjete.

U prirodi, sunčevo svjetlo nije jedini izvor koji osvjetljava površine. One mogu biti osvijetljene zrakama koje su direktne, filtrirane ili reflektirane od drugih selektivno apsorbirajućih površina. Ove varijacije su male i vizualni ih sustav ispravlja. Većina zadataka povezana sa terminalima ne zahtjeva preciznu jačinu rasvjete. Dok radimo, većinom promatramo dvodimenzionalne objekte kao što su ekran i list papira i indirektno sunčevo svjetlo je prikladno za rad s njima. Prednosti difuznog načina rasvjete su dvojaki i to u smislu da su stvoreni kontrasti manji i manje je blještavih površina u vidnom polju.

Poželjna boja za okolinu je očito subjektivan pojam, no zelena i plava su, čini se, su preferirane nad crvenom i sve tri nad žutom. Zasićenje boje je važno za rasvjetu. Iako neki ljudi preferiraju dublje, zasićene boje, svjetlije boje su mnogo češće na zidovima i većim površinama jer odbijaju više svjetla.

Prirodno osvjetljenje učionice može predstavljati problem. Ako je učionica velika i postoji svjetlo izvana, dosta veliko unutarnje osvjetljenje je potrebno da bi se postigao balans u cijeloj prostoriji. Pri vrlo jakoj ambijentalnoj rasvjeti, ekrani, koji proizvode vlastito svjetlo, mogu biti nadjačani tako da će im se prividno smanjiti kontrast.

Zbog velike razlike u jačini prirodnog osvjetljenja, obično je najbolje pozicionirati zaslon monitora tako da je okomit na površinu prozora. Ovime prozori nisu u vidnom polju i smanjuje se mogućnost refleksije vanjskog svjetla.

Poželjno je imati više izvora svjetlosti: jedan difuzno za opću rasvjetu i jače lokalne za osvjetljenje dokumenata na radnoj plohi.

V. MIKROKLIMA

Temperatura, vlažnost, provjetravanje: Temperatura okoline ima veliki utjecaj na koncentraciju i raspoloženje učenika. Previsoka temperatura može dovesti do neugodnog znojenja čak i pri poslovima koji ne iziskuju povećanu fizičku aktivnost, kao što je rad za računalom. Također, visoka temperatura prostorije u zimskim mjesecima kada je prostorija umjetno grijana, može dovesti do prevelikog isušivanja zraka i smanjivanja postotka vlage u zraku koja bi trebala iznositi 40-60%. Suhi zrak može dovesti do suhoće grla i očiju. Rješenje bi moglo biti, uz grijanje na nižu temperaturu i osiguravanje

ulaženja svježeg zraka, ali treba paziti da se pri tome ne napravi propuh. Brzina protoka zraka ne bi trebala prelaziti 0.2 m/s. Svakako je potrebno osigurati ulaženje novog, svježeg zraka u prostoriju, a ne samo kruženje onog starog.

Kada je temperatura preniska, dolazi do smanjene sposobnosti koncentracije jer se smanjuje tjelesna temperatura i sve se tjelesne funkcije usporavaju. Ovo je pogotovo izraženo kod poslova gdje se osoba vrlo malo kreće. U zimi temperatura okoline bi trebala biti od 18 do 24 stupnja, dok je u ljeti taj raspon 20 do 26 stupnjeva.

Elektricitet kao dio mikroklima: Mnoga istraživanja pokazala su da je stanje elektriciteta, točnije negativnih i pozitivnih iona u zraku koji nas okružuje bitan činilac zdrave i za život pogodne klime. U čistoj prirodi najpovoljnije stanje ionizacije zraka je nakon nevremena, olujnih i grmljavinskih pljuskova kada dolazi do atmosferskih pražnjenja. Većina ljudi osjeća nedostatak negativnih iona u zraku kao smanjenje tjelesne snage i koncentracije, pojavi nervoze, bezvoljnosti, lošem snu, glavoboljama, a posebne poteškoće imaju nervni i srčani bolesnici. Kod labilnih i preosjetljivih osoba povećava se agresivnost i razdražljivost.

U zatvorenim prostorima, kao što je učionica, postoji stalno pomanjkanje negativnih iona, osobito ako se nalazi u jako urbanoj i industrijom onečišćenoj atmosferi. Prirodni proizvođači negativnih iona oko nas su otvoreni plamen (svijeće), te prskanje vode (tuš, vodoskok i sl).

VI. BUKA

Buka može djelovati vrlo ometajuće i odvlačiti pozornost od rada za koji je potrebna povećana koncentracija. Može se podijeliti na izravnu i neizravnu. Izravna ili direktna buka je određena intenzitetom izvora i njegovom udaljenošću, dok neizravna ovisi o koeficijentima refleksije poda, zidova, stropa itd. i o poziciji takvih objekata. Izravna buka se može ublažiti prekrivanjem igličnih pisača (koji su najveći izvor buke) ili odvajanjem izvora buke od ostatka radnog prostora. Neizravna buka može se smanjiti uvođenjem materijala koji apsorbiraju zvuk. Na sreću, razina buke računala nije visoka. Uglavnom nastaje od malih ventilatora u sistemskoj jedinici koji se koriste za hlađenje elektronike ili od pogonskog mehanizma tvrdih diskova. Monitori se hlade prenošenjem topline na okolinu i uglavnom su vrlo tihi.

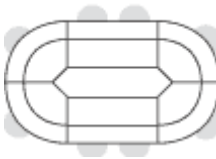
Tipkovnica je također izvor buke. Iako osoba inače nije iritirana zvukom svoje tipkovnice, ta buka može ometati druge u blizini. Ipak, pritužbe na ovu vrstu buke nisu česte i ne bi trebale predstavljati problem pri projektiranju učionice.

VII. POSOBLJE

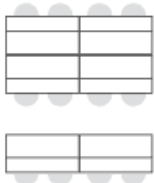
Radni stol: Obično kod opremanja informatičke učionice učeničke klupe postaju radni stolovi na koje treba smjestiti računalnu opremu. Osnovni problem je što su klupe

uglavnom preuske, a ponekad i previsoke. Kako bi učenik mogao zauzeti optimalni radni položaj, monitor se postavlja na klupu. Kod starijih monitora se ponekad treba nešto podmetnuti (stara knjiga i sl.) da bi se postigla optimalna visina. Tipkovnica i miš ne bi smjeli biti postavljeni na istu plohu na koju i monitor, već desetak centimetara niže. Najčešće, a ujedno i najlošije rješenje je da se tipkovnica pokuša zgurati ispred monitora i ruke učenika ostaju bez ikakvog oslonca cijelo vrijeme visjeti u zraku. Ako su klupe dovoljno široke, tada je smještaj tipkovnice samo djelomično poboljšán, ali je još uvijek daleko od optimalnog, jer bi tipkovnica i miš trebali imati policu koja je učvršćena ispod površine klupe, fiksno ili s kliznim mehanizmom. Danas na tržištu ima radnih stolova dizajniranih za rad s računalnom opremom, ali su dosta skupi. Međutim, vješt majstor može "snimiti" ideju za smještaj tipkovnice i miša, te to improvizirati na svojoj školi.

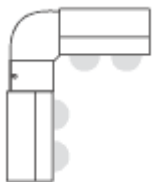
Kod razmještaja radnih stolova treba voditi brigu o tome da jako svjetlo s prozora ne ometa gledanje sadržaja na ekranu (odraz svjetla, prevelika opća osvjetljenost prostorije). Opća dnevna rasvjeta može se reducirati zavjesama, a problem odraza pozicioniranjem radnih mjesta u odnosu na prozore, i djelimično rotacijom monitora na radnoj plohi. Međutim, problem smještaja električnih instalacija kojih ima i po nekoliko po računalu, dodatno utječe na uređenje informatičke učionice [2].



Najbolji je kružni raspored radnih mjesta ako za njega postoje uvjeti (npr. u čitaonici). Učenici vide jedan drugoga, električni vodovi koncentrirani u centru.



Najbolje iskorištenje prostora se dobije ovakvim rasporedima. Električne instalacije se skupljaju ispod radne plohe i izvode na stranu.



Često je najpovoljnije radna mjesta postavljati duž zidova. Električni vodovi se vode ispod radne plohe do utičnica.

Stolac: S obzirom da je sjedenje najnapornije za naše tijelo, jasno je da je stolac sučelje između našeg tijela i računala. Stolac u učionici mora osigurati učenicima optimalni položaj tijela kod rada s računalom. Uobičajeni stolci koji se mogu u školama pronaći nisu uvijek zadovoljavajući iz mnogo razloga. Ergonomski oblikovan stolac bi trebao imati slijedeća svojstva: mogućnost podešavanja visine (po mogućnosti pneumatsko), naslon za leđa koji se može pomicati, pouzdanu i robustnu izvedbu,

udobno sjedalo s prednjim rubom zaobljenim prema dolje, oslonac na 5 kotačića. Svojevrsan problem sa stolicima je i različitost visina učeničke populacije.

Međutim, ako se informatička učionica ne može opremiti adekvatnim stolicima, tada nastavnik može postojeću situaciju znatno poboljšati određenim improvizacijama. Ako je učenik učenik prenizak i ne može sjediti tako da su mu laktovi u ravnini s tipkovnicom, a horizontalni pogled usmjeren na početak teksta na zaslonu, treba ga "podići" podmetanjem neke deblje knjige, npr. starog telefonskog imenika. Ne zaboraviti da će se sada javiti i potreba za podmetačem za noge. Ako pak, učenik ne koristi naslon za leđa, vjerojatno mu je papir s kojeg unosi informaciju u računalo neprikladno smješten. Jednostavno rješenje je da se na monitor montira držač za papir, npr. veća plastična spajalica učvršćena na plastiku monitora.

Podmetač za noge: Ispravan radni položaj podrazumijeva da učeniku noge ne vise preko ruba stolca jer to zaustavlja cirkulaciju u njima. Podmetači se mogu izvesti od debljih drvenih ploha ili ih se može improvizirati pomoću starih registratora.

VIII. ELEKTRIČNE INSTALACIJE

Posebna se pozornost treba posvetiti mjerama zaštite učenika od neposrednog dodira s električnim naponom. Vodovi za napajanje moraju biti izvan dohvata ruku, a osobito nogu učenika. Instalacije se stoga izvode tako da su radna mjesta koncentrirana uz zidove, kružno ili polukružno, a snopovi žica se sakupljaju ispod radnih ploha (plastične cijevi, plastični zupčasti zatezači žica i sl).

Valja naglasiti da u mnogim zgradama, pa tako i školama, postoji problem lošeg uzemljenja. Vrlo često pravog uzemljenja i nema, nego se ono spaja na vod poznat pod imenom "nula", što može dovesti do pojave nedozvoljeno visokog napona na njemu, umjesto da bude "nula" kako mu ime govori. Ovaj napon može oštetiti računalnu opremu, ali može učenike izložiti neugodnim, a ponekad i opasnim, strujnim udarima. Problem se rješava poboljšanjem uzemljenja (nikako spajanjem na radijatore ili vodovodnu instalaciju).

LITERATURA

- [1] Interaktivni program za vođenje korisnika kroz programirane vježbe relaksacije <http://ergonomija.zpm.fer.hr/1999/seminari/kramar/>
- [2] The Computer Ergonomics for Elementary School Students <http://www.oroSha.org/ceergos/>
- [3] Betty A. Colis, Gerald A. Knezek, Kwok-Wing Lai, Keiko T. Miyashita, Willem J. Pelgrum, Tjeerd Plomp, Takashi Sakamoto, "Children and Computers in School", Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

