

Načelno se klorhidrinskim postupkom proizvodi propilenoksid sasvim jednako kao etilenoksid: ta se dva epoksida mogu proizvoditi u istoj aparaturi (v. sl. 1). U vodenju procesa glavna je razlika između proizvodnje etilenoksida i proizvodnje propilenoksida što u procesu proizvodnje propilenoksida treba u tornju / proizvoditi klorhidrin niže koncentracije (na izlazu iz tog tornja koncentracija je $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{OH}$ 3...4%, prema koncentraciji 5...7% pri proizvodnji $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{OH}$), tj. treba raditi razrijeđenijim propilenom da bi se izbjeglo nepoželjno stvaranje bis-klorizopropilera $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{Cl})_2\text{O}$ i 1,2-diklorpropana. (Zbog toga se u istoj aparaturi dobiva, u tonama na dan, jednaka produkcija propilenoksida i etilenoksida, i pored veće molekulske težine prvoga.) Kondenzatorom 2 uklanjaju je bis-klorizopropil eter i diklorpropan; potonji se prodaje kao nusproizvod (služi uglavnom kao otapalo).

Na izradi postupka za proizvodnju propilenoksida, koji ne bi imao poznate nedostatke klorhidrinskog postupka (veliki gubici klora, problem otpadnih voda i dr. v. gore), mnogo se radi i mnogi su postupci patentirani, ali nijedan nije još uspio u znatnoj mjeri zamijeniti klorhidrinski postupak. Firma Halcon u USA izradila je postupak direktne oksidacije propilena hidroperoksidom dobivenim peroksidacijom ugljikovodika; prva tvornica, kapaciteta 72 kt propilenoksida, koja bi radila po tom postupku trebala je ići u pogon 1968.

Upotreba propilenoksida. Propilenoksid je postao jedna od važnijih organskih sintetskih kemikalija prvenstveno zahvaljujući velikom porastu proizvodnje poliuretana i poliesterskih smola, za koje on predstavlja sirovinu.

U malim količinama upotrebljava se kao sirovina za druge sinteze, kao otapalo za celulozni nitrat i acetate, ljepila, smole i dr., kao sastojak pesticida, rashladnih tekućina, sredstava za uništavanje korova, za dezinfekciju i sterilizaciju.

God. 1967 iznosili su u USA kapaciteti za proizvodnju propilenoksida ~400 kt/god. i predviđao se porast na ~670 kt do 1975.

Stirenoksid

Stirenoksid, feniletilenoksid, fenilepoksietan, (1,2-)epoksid-etilbenzen, feniloksiran, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHCH}_2\text{O}$ tekućina je t. k.

194,1 °C, t. t. -36,8 °C, potpuno topljiva u ugljikovodicima i njihovim kloriranim derivatima, nižim eterima i alkoholima. Reagira analogno etilen- i propilenoksidu. Dobiva se klorhidrinskim postupkom i epoksidacijom stirena peroksibenzojevom kiselinom. Njegova tehnička važnost uvjetovana je njegovom velikom reaktivnošću. Tako se polikondenzira s fenolom (usp. *Elektrotehnički materijali*, str. 86 i dalje) dajući smole koje se zbog svoje otpornosti prema vodi upotrebljavaju u industriji lakova; polimerizat stirenoksida služi kao epoksidno ljepilo postojano u vodi (v. *Ljepila*).

Epoksidirane masne kiseline i njihovi esteri

Epoksidirana prirodna ulja, napose sojino i drveno ulje, služe u preradi polivinilklorida kao omekšivači koji (uslijed toga što vrlo brzo reagiraju s klorom nastalim raspadom polivinilklorida) djeluju i kao stabilizatori. Za te se svrhe proizvode u velikom mjerilu epoksidacijom prirodnih ulja perioksioctenom kiselinom stvorenom *in situ* (v. str. 346). Reakcija se odvija u heterogenoj smjesi vodene faze (koja sadrži peroksiotenu kiselinu) i uljne faze, na malo povišenoj temperaturi (50...60 °C). Kao katalizator pokazala se vrlo pogodnim (umjesto sumporne kiseline) čvrsta polistirensulfonska smola. Sadržaj epoksidnog kisika u proizvodu ovisi, dakako, o sadržaju dvostrukih veza u ulju; u epoksidiranom sojinom ulju (koji je količinski najvažniji takav proizvod) taj sadržaj iznosi 6,4...7,1%.

Kao omekšivači za polivinilklorid upotrebljavaju se i drugi esteri epoksidiranih masnih kiselina, kao metil-, butil- i heksil-oksistearati i alilesteri masnih kiselina dobivenih iz ulja sjemenki soje i pamučike. Po upotrebnim svojstvima i tehničkim karakteristikama ti se omekšivači ne razlikuju znatno od epoksidiranih ulja.

Epoksidne smole

Danas se mogu razlikovati dvije važne grupe epoksidnih smola: jedno su smole koje se dobivaju djelovanjem epiklorhidrina na spojeve sa bar dva aktivna vodika u molekuli (glicidni derivati), a drugo smole koje se dobivaju epoksidiranjem cikloalifatskih spojeva (cikloalifatske epoksidne smole). Više o tome v. u člancima *Elektrotehnički materijali*, str. 86, i *Poliplasti i umjetne smole*.

LIT.: A. M. Paquin, Epoxyverbindungen und Epoxyharze, Berlin-Heidelberg-New York 1958. — A. Rossowsky, Epoxydes, New York 1965. — A. Weissberger, Heterocyclic compounds with three- and four- membered rings, New York 1964. — J. G. Wallace, Epoxidation i M. Lapkin, Epoxydes u djelu: Kirk-Othmer, Encyclopedia of chemical technology, New York 1965. — C. May, Y. Tanaka, Epoxy resins: chemistry and technology, Maidenhead, Berksh. 1973.

Ž. Viličić

ERGONOMIJA, interdisciplinarno znanstveno područje u kojem se proučavaju načini optimalnog usklađivanja odnosa prilikom rada, između čovjeka, radnog mjesta i uvjeta rada, s ciljem da se humanizira rad. Naziv je stvoren prema grč. ἔργον, ergon, rad i νόμος, nomos, zakon, red.

Rješavanje problema koji se postavljaju ergonomiji zahtijeva rad raznovrsnih stručnjaka — psihologa, fiziologa, medicinara rada, antropologa, biomehaničara, pa zatim inženjera konstruktora i onih koji oblikuju proizvode, inženjera koji projektiraju tehnološki proces i koji se bave organizacijom i studijem rada, kao i onih koji se bave sigurnošću pri radu. Karakteristika je ergonomije da nijedno znanstveno područje nije u njoj u cijelosti zastupljeno i nema prednosti pred drugima; u ergonomiji svaki stručnjak mora prilikom rješavanja problema iz svoje struke, svakako uzeti u obzir interakciono djelovanje ostalih disciplina.

Iako se ergonomija pod tim nazivom počela razvijati tek unatrag dvadesetak godina, njeni današnji principi, kao i nužnost usklađenja odnosa između čovjeka i rada, bili su poznati već u i antičko doba. Već je starijem Grcima bilo poznato da se maksimalni učinak postiže posebnim metodama i određenim ritmom rada, i to osobito pri teškim i monotonim radovima. Tako se ritam rada određivao zvučnim signalima, glazbenim instrumentima ili pjesmom. Time se povećavala proizvodnja te smanjivao gubitak i zamor.

U našoj je eri već Leonardo da Vinci (1452—1519) znao da čovjeku koji obavlja neki posao treba omogućiti da u toku rada predahne, pa je uzimao te predahne u obzir pri određivanju vremena potrebnog za neki rad. G. Galilei (1564—1642) tumačio je da zamor mišića nastaje zbog nošenja i gibanja kostiju. Francuski vojni inženjer S. Vauban (1633—1707) računao je dnevni učinak radnika tako da je uzimao u obzir i odmore u toku rada. Fizičar C. Coulomb (1736—1806) definirao je rad čovjeka kao umnožak vlastite težine i visine, odnosno puta, koji je čovjek prešao. Fizičar i kemičar A. Lavoisier (1743—94) pronašao je da je moguće kao fiziološko mjerilo za količinu ljudskog rada uzeti kvocijent između količina udisanog i izdisanog zraka.

U razvoju industrijalizacije morao se rješavati niz problema tehničke naravi, ali i probleme organizacije rada i razvoja proizvodnje. U tom nastojanju najčešće su se tražila jednostavna rješenja kako bi se povećala proizvodnja ne brinući se mnogo za čovjeka. No, analizirajući činioce koji utječu na proizvodnju, uvidjelo se da se radni učinak ne može povećati samo maksimalnim naprezanjem radnika, već da se mora uskladiti složeni sustav čovjek-stroj-uvjeti rada.

Naročito se u području organizacije rada došlo do spoznaje da će rad dobro napredovati samo ako se uz poboljšanje metoda rada i uvođenje novih strojeva, naprava i alata poboljšaju i uvjeti rada, te ako se strejevi, alati, uređaji, radna mjesta i naprave te okolina u kojoj se posao obavlja prilagode čovjeku. Postalo je jasno da je pogrešno, a i nekorisno, tražiti povećanje učinka i proizvodnje a da se pri tome ne misli na ograničene radne mogućnosti čovjeka i njegov udio u tom radu.

Istraživanja ovih problema postala su posebno intenzivna polovicom ovog stoljeća, od kada se i ergonomija oblikuje kao znanstvena disciplina. Prva društva koja okupljaju stručnjake različitih znanstvenih disciplina, a koji rade na izučavanju i rješavanju problema ergonomije, osnovana su 1950 u Engleskoj — «Ergonomics Research Society» i u SAD «Human Factors Society». U Jugoslaviji postoji «Jugoslavensko društvo za ergonomiju» osnovano 1973, te «Društvo za ergonomiju SR Hrvatske» i «Društvo za ergonomiju SR Srbije» osnovana 1974. Nacionalna društva udružena su u «International Ergonomics Association» (IEA), koje je osnovano 1959 godine.

Primjena ergonomije. Iako se ergonomija kao znanstvena disciplina može primijeniti prilikom svakog izvođenja rada, a to znači i pri svim aktivnostima u svakodnevnom životu, glavna je njena primjena tamo gdje se radi pretežni dio dana, a to znači u bilo kojoj vrsti proizvodnje. Ako se želi oblikovati radno mjesto radi optimalnog učinka, moraju se u tom sustavu čovjek-radno mjesto-uvjeti rada uskladiti: *tehnologija* koja određuje šta i kako s kojim materijalom treba nešto uraditi; *tehnik* koja daje stroj, odnosno radno mjesto, alate, naprave ili uređaje kojima ili na kojima se radi; *ergonomija* koja uzima u obzir čovjeka, njegove mogućnosti i sposobnosti, kao i granice u kojima se neki zahtjev može postaviti na čovjeka, a da pri tome ne strada njegovo tjelesno i mentalno zdravlje, da bude zadovoljan i da se na radu dobro osjeća; *organizacija* koja to sve povezuje u jedan cjeloviti sustav, pazeći na interakcije pojedinih elemenata tog sustava.

Za usklađivanje tih odnosa radi humanizacije rada, potrebno je da se poznaje čovjek i njegove mogućnosti u izvršavanju rada, uskladi *radno mjesto i metode rada* s mogućnostima čovjeka i osiguraju normalni *uvjeti rada* te onemogućiti njegov negativan utjecaj na čovjeka.

Čovjek. Svaki čovjek za sebe je sustav koji ima svoje točno određene zakonitosti i s time u vezi sposobnosti za izvođenje nekog posla, ali i granice do kojih se može opteretiti, a da to za njega ne postane štetno. Zato se moraju poznati anatomski i

fiziološka svojstva čovječjeg tijela, njegovi organi i svi podsustavi te njihove funkcije i njihovo reagiranje, uz pretpostavku da svi podsustavi i čitav sustav normalno djeluju. Moraju se zatim poznavati rezultati antropometrijskih istraživanja, koji u sebi moraju uključivati statička mjerenja (čovjek je miran u uspravnom ili sjedećem položaju) i dinamička mjerenja (ljudsko tijelo izvodi određene radnje). Nadalje, moraju se uzeti u obzir metabolizam i energetska potrošnja koja je različita kod različitih aktivnosti čovjeka, jer između utroška energije i učinka rada postoji linearna korelacija.

Ukupan utrošak energije čine: a) osnovni utrošak energije potreban za izmjenu tvari koji za odraslog, zdravog čovjeka iznosi 5850...7100 kJ/dan (1400...1700 kcal/dan); b) vlastiti dinamički utrošak hrane (~ 10% od osnovnog) koji iznosi 585...710 kJ/dan (140...170 kcal/dan); c) utrošak energije za neproizvodni rad 1700...2500 kJ/dan (400...600 kcal/dan); d) utrošak energije za proizvodni rad, zavisno od rada.

U tabl. 1 dan je utrošak energije za različite stupnjeve proizvodnog rada, iznos vjerojatnog ukupnog utroška i srednji faktor povećanja utroška prema stanju mirovanja.

Tablica 1

UTROŠAK ENERGIJE ZA RAZLIČITE STUPNJEVE PROIZVODNOG RADA

Stupanj intenzivnosti rada	Utrošak energije za proizvodni rad		Ukupan utrošak energije		Srednje povećanje utroška %
	kJ/dan	kcal/dan	kJ/dan	kcal/dan	
lagan	< 2100	< 500	9 600...11 700	2 300...2 800	1,11
umjeren	2 100... 4 200	500...1 000	11 700...13 800	2 800...3 300	1,32
srednji	4 200... 6 300	1 000...1 500	13 800...15 900	3 300...3 800	1,55
teški	6 300... 8 400	1 500...2 000	15 900...18 000	3 800...4 300	1,76
vrlo teški	8 400...10 500	2 000...2 500	18 000...20 000	4 300...4 800	1,98

Dozvoljena gornja granica utroška energije za proizvodni rad prema nekim je autorima za muškarce 10 500 kJ/dan (2 500 kcal/dan), a prema drugima samo 8 400 kJ/dan (2 000 kcal/dan), za žene iznosi samo 6 700 kJ/dan (1 600 kcal/dan).

Pri umnom (intelektualnom) radu također se troši energija. Povećanje utroška energije pri obavljanju nekih intelektualnih aktivnosti pokazano je u tabl. 2.

Tablica 2

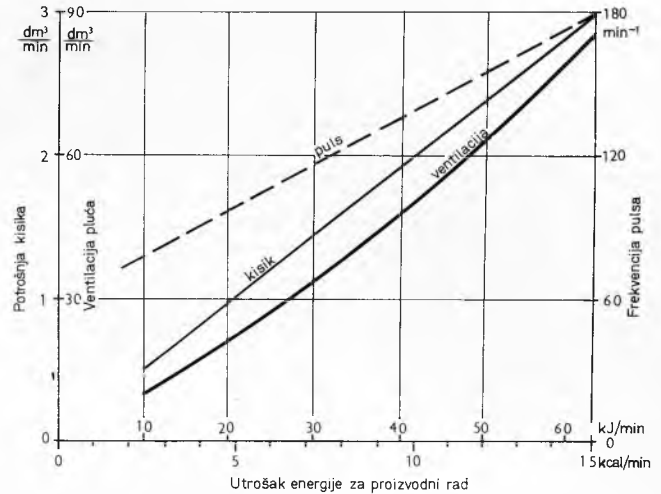
POVEĆANJE UTROŠKA ENERGIJE PRI NEKIM INTELJEKTUALNIM AKTIVNOSTIMA PREMA STANJU MIROVANJA

Vrsta (oblik) umnog rada	Povećanje utroška %
Čitanje, stojeći	16
Igranje šaha	43
Čitanje naglas, sjedeći	48
Javni govor, stojeći	94
Sviranje trube u orkestru	44
Amatersko sviranje na violini	77
Profesionalno sviranje na violini	32
Predavanje	9,9...83,5

Povećanjem težine rada ubrzavaju se biološki procesi, povećava se potreba za kisikom, ubrzava se puls. Na sl. 1 grafički je prikazana ovisnost potrošnje kisika, ventilacije pluća i frekvencije pulsa o utrošku energije za proizvodni rad kao mjerilo težine rada.

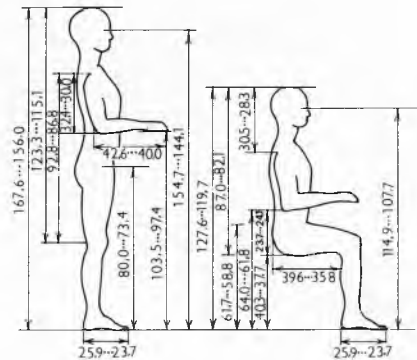
Radno mjesto i metode rada. Da bi se neki stroj ili radno mjesto na kojem se radi ručno uskladilo s mogućnostima čovjeka, mora biti tako konstruirano, odnosno oblikovano, da se njegovo posluživanje i rad na njemu odvija s minimalno mogućim utroškom energije čovjeka. O tome se moraju brinuti konstruktori, tehnolozi i analitičari rada.

Položaj tijela je pri radu vrlo važan činilac. Čovjek radi stojeći ili sjedeći, a pri dužem radu treba izmjenjivati ove položaje. Sjedenje ili stajanje mora biti udobno, stolac i radni stol odmjereni



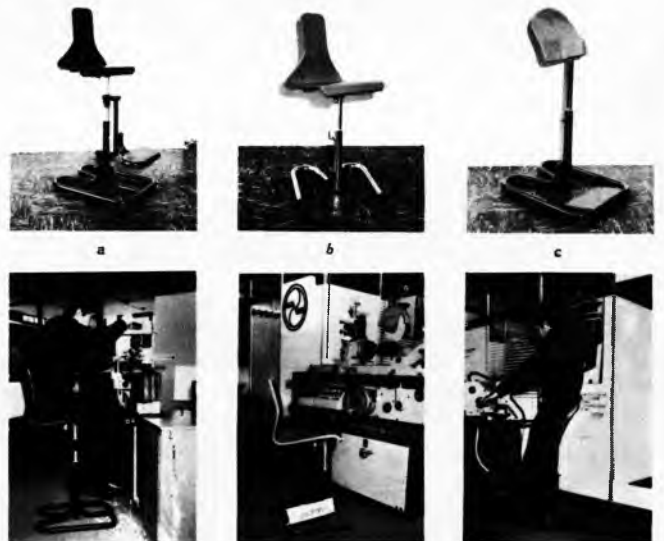
vrlo lagan ————— rad ————— isporučujući

Sl. 1. Povećanje potrošnje kisika, ventilacije pluća i frekvencije pulsa s težinom rada



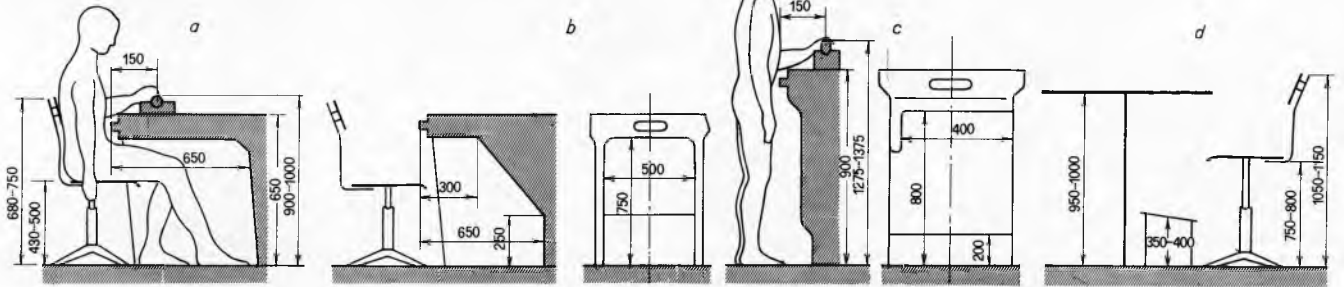
Sl. 2. Srednje antropometričke dimenzije čovjeka srednjoevropskog tipa (muško...žensko) u centimetrima

prema visini čovjeka. Pri konstruiranju i oblikovanju radnih stolova i stolaca treba poznavati antropometričke podatke. Na sl. 2 dane su srednje dimenzije čovjeka srednjoevropskog tipa (prema podacima Odjela za antropologiju Poljske Akademije nauka). Prvi podatak na koti je za muškarca, drugi za ženu. Prema ovim dimenzijama određuju se dimenzije stolaca i radnih stolova.



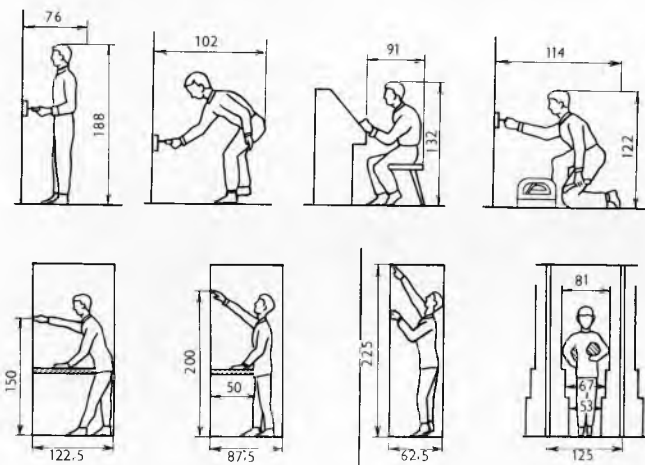
Sl. 3. Izgled i primjena radnih stolaca: a s pomičnom podloškom za noge, b bez podloške za noge, c kao oslonac pri stajanju (dizajn Davor Grünwald)

Stolci moraju biti oblikovani prema obliku tijela, tako da se težina tijela jednoliko raspoređuje, da tijelo koristi svu dubinu sjedala, a da se leđa naslanjaju na naslon. Tri tipa radnih stolaca pokazana su na sl. 3. Visina sjedala stolca, naslona i podloška za noge mora se prilagođavati za različite visine čovjeka i radnih stolova. Na sl. 4 dane su dimenzije stolaca i radnih stolova za različite radne položaje.

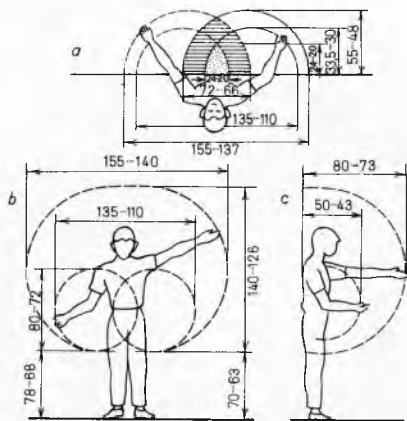


Sl. 4. Potrebne dimenzije (u centimetrima): a i b stolca i radnog stola za rad u sjedećem položaju, c stola za rad u stojećem položaju, d stolca za sjedenje uz viši stol

Prostor za rad ne smije biti premalen, inače je pristup objektu rada otežan ili onemogućen. Zato se prema antropometričkim dimenzijama čovjeka i prema alatu kojim se on služi određuju najmanje potrebne dimenzije radnog prostora. Na sl. 5 dane su najmanje dimenzije prostora za rad u pojedinim položajima.



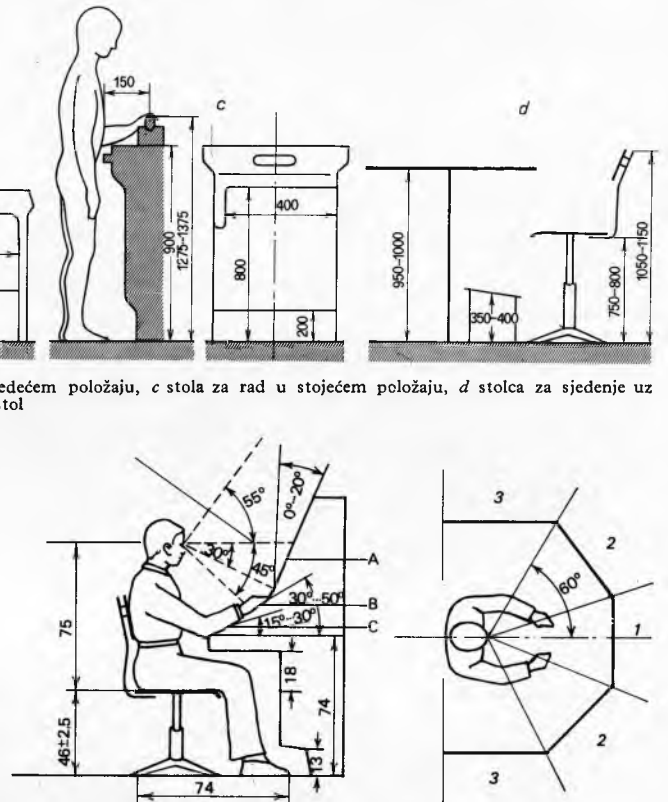
Sl. 5. Najmanje dimenzije (u cm) prostora za rad u pojedinim položajima



Sl. 6. Područja normalnog i najvećeg doseg ruke (u centimetrima): a u horizontalnoj ravnini (na stolu) u sjedećem položaju, u vertikalnoj ravnini, b ravnini paralelnoj s licem i c ravnini okomitoj na lice (srednje vrijednosti). Prva oznaka na koti je za muškarca, druga za ženu

Pri radu rukom postoje područja normalnog doseg (ruka savijena u laktu) i najvećeg doseg (ispružena ruka). Na sl. 6 dane su dimenzije ovih područja u horizontalnoj i vertikalnoj ravnini.

Preglednost alata, pribora, a posebno signalnih i kontrolnih instrumenata za upravljanje uvelike utječe na rad, tj. na brzinu reagiranja, pouzdanost, koncentraciju, umor. Na sl. 7 jest skica kontrolnog stola s dimenzijama. Naznačena su preporučena po-



Sl. 7. Kontrolni stol s kosim pločama. A Područje instrumenata, B područje upravljačkog sustava, C područje za oslanjanje ruku; 1 područje optimalne preglednosti, 2 dopustivo područje, 3 nepoželjno područje (mjere u centimetrima)

dručja 1 i 2 te nepovoljna područja 3 u horizontalnoj ravnini i u vertikalnoj ravnini područje instrumenata A, upravljačkog sustava B i oslonca C.

Oblik alata (ručica za posluživanje, papučica i sl.) vrlo je važan za korisnost rada i brzinu obavljanja radnji. Držala alata moraju osiguravati najveću površinu dodira, a ručice moraju biti prikladno smještene i jedna od druge dovoljno razmaknute.

Trajanje radnog postupka određeno je efektivnim vremenom za koje se obavlja rad (tehnoško i pomoćno vrijeme) prosječno uvijek banog i kvalificiranog radnika te dodatnim vremenom za predahe u radu i za uzimanje hrane. Dodatno vrijeme se mora ispravno odmeriti, a to zavisi od zamora zbog nošenja tereta, položaja tijela, monotonije rada, kompenzacije utjecaja temperature, vlažnosti, brzine strujanja i zagađenosti zraka, fizioloških potreba. Uz to treba uzeti u obzir i opravdane organizacijske gu-bitke.

Tek tako određeno stvarno potrebno vrijeme, i na temelju njega izračunana norma, jesu organizacijska mjerila za ono što se može učiniti u toku nekog radnog postupka.

Uvjeti rada. Za vrijeme izvođenja rada čovjek je izložen djelovanju uvjeta koji slijede iz okoline u kojoj se rad izvodi. Ako su ti uvjeti nepovoljni za čovjeka, smanjuje mu se učinak, a povećava utrošak energije pri obavljanju istog posla. Najvažniji činioci pri tome su rasvjeta, mikroklima prostorije, buka i vibracije.

Rasvjeta mora biti prilagođena vrsti rada, preciznosti, zatim veličini, obliku i boji alata, priboru i objektu rada. U mnogim se slučajevima uz prirodno dnevno svjetlo upotrebljava i umjetna, najčešće električna rasvjeta. Intenzitet i način rasvjete određen je propisima ili savjetima za pojedine prostorije i vrste rada (v. Električno osvjetljenje, TE 4, str. 263).

Klima radne prostorije je zbirni utjecaj temperature, vlage, tlaka, strujanja i čistoće zraka. Temperatura radnih prostorija mora biti prilagođena radu jer je normalno djelovanje ljudskog

organizma vezano uz stalnu unutarnju temperaturu. Svako povišenje ili sniženje temperature uzrokuje neugodan osjećaj i povećanje umora. Osjet ugodne, odnosno neugodne klime ovisi o temperaturi i relativnoj vlazi. U tabl. 3 dane su temperature pro-

Tablica 3

TEMPERATURA PROSTORIJE ZA UGODAN RAD (uz 50% vlage)

Vrsta rada	Temperatura °C
lagani sjedeći uredski rad	20...21
lagani stojeći rad	18
teški rad	17
vrlo teški rad	15

storija za različito teške radove, pri kojima se uz relativnu vlagu 50% postiže ugodan osjećaj klime.

U pojedinim tehnološkim postrojenjima često je potrebno raditi i pri višim temperaturama okoline. Tada rad mora biti vremenski ograničen zbog naglih promjena ritma životnih funkcija. Kao mjera za dopušteno trajanje rada na povišenim temperaturama okoline, uzima se frekvencija pulsa (najviše 125 udara u minuti) i temperatura tijela (najviše 38,5°C, rektalno). Dopušteno trajanje određeno je visinom temperature okoline i relativnom vlagom zraka. U tabl. 4 dano je krajnje dopustivo trajanje fizičkog rada na nekim temperaturama okoline pri niskoj i visokoj relativnoj vlažnosti zraka.

Tablica 4

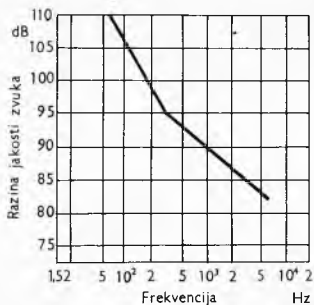
TRAJANJE BORAVKA PRI POVIŠENIM TEMPERATURAMA OKOLINE

Temperatura okoline °C	Trajanje boravka min	
	uz vlažnost 15...20%	uz vlažnost 70...75%
40	> 240	120...240
50	30...90	15...60
60	20...60	10...30
70	10...35	5...20

Izmjena zraka potrebnog za normalno disanje u radnoj prostoriji ovisi o broju osoba u prostoriji, težini rada i zagađivanju zraka u radnom postupku. Za disanje treba izmjenjivati pri laganom radu 45 m³/h po osobi, a za težak rad dvostruko više. Štetno ili neugodno djelovanje plinova, para, prašine ili dima mora se spriječiti provjetravanjem prostorija, odvođenjem ovih nepoželjnih nusprodukata s mjesta nastanka, zaštitnim odijelom, naočalima, maskama. I pored zaštite treba na takvim radnim mjestima ograničiti radno vrijeme.

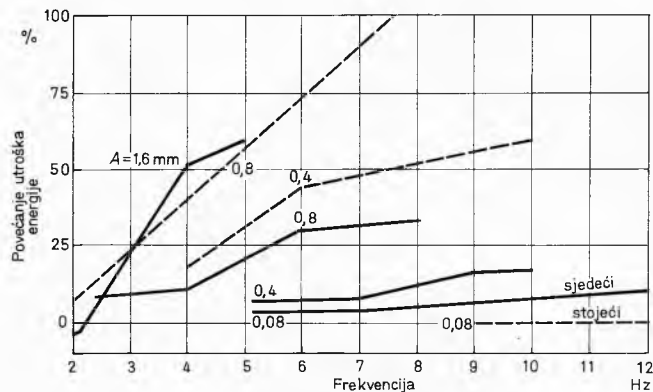
Buka i vibracije uzrokuju različite objektivne i subjektivne fiziološke smetnje. Za nesmetani rad buka ne smije prelaziti 65 dB, a štetna je ako prelazi 90 dB (v. *Akustika*, TE 1, str. 68; v. i *Elektroakustika*, TE 4, str. 301). Stupanj podnošljive, odnosno maksimalno dopustive buke ovisan je o frekvenciji. Što je god frekvencija viša to buka izaziva veće smetnje. Maksimalno dopustiva jakost buke u ovisnosti o frekvenciji prema podacima ISO dana je grafički na sl. 8. Vidi se da dopustiva jakost buke naglo opada s porastom frekvencije. Jakost buke umanjuje se promjenom smjera širenja zvuka, prigušivanjem rezonantnih titranja, smanjenjem broja elemenata koji mogu titrati, slabljenjem refleksije zvuka na zidovima prostorije, oklopljavanjem izvora buke. Za individualnu zaštitu upotrebljavaju se čepovi ili klopcepi za uši i zaštitni šljemovi.

Vibracije također utječu vrlo nepovoljno na radni učinak. Osim subjektivnog osjećaja neugodnosti, one u organizmu iza-



Sl. 8. Maksimalno dopustiva jakost buke u ovisnosti o frekvenciji (prema podacima ISO)

zivaju organske i funkcionalne promjene. Posebno su nepovoljne vibracije u području frekvencija između 35 i 250 Hz. Povećanje utroška energije u organizmu izloženom utjecaju vibracije, u ovisnosti o frekvenciji, za nekoliko amplituda vibracija, pokazano je grafički na sl. 9. Vidi se da se taj utrošak naglo povećava povišenjem frekvencije i amplitude vibracija, i to jače u stojećem nego u sjedećem položaju. Nepovoljno djelovanje vibracija na organizam sprečava se prigušivanjem vibracija na izvoru, slabljenjem prenošenja vibracija na čovjeka mekanim podlogama, zaštitnim ručicama ili rukavicama.



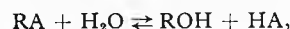
Sl. 9. Povećanje utroška energije u organizmu pod utjecajem vibracija, u ovisnosti o frekvenciji i amplitudi vibracija A (u mm), pri radu u sjedećem i stojećem položaju

Tendencija daljeg razvoja ergonomije. Područje problema koje obuhvaća ergonomija postaje svakim danom sve šire. Od proučavanja neposrednih čimilaca koji utječu na rad, radnog mjesta, metoda rada i radne okoline prelazi se na proučavanje širih uvjeta, doprinosa teorijskih znanja radnika, iskustva, kao i ponašanja radnika u toku radnog postupka, promjene njegove pažnje, umora itd. Zato se očekuje da će spoznajne od kojih dolazi ergonomija i u budućnosti biti važan činilac povećavanja učinka uz sve manje ulaganja ljudskog rada, te na taj način doprinijeti humanizaciji rada.

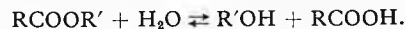
LIT.: Z. Bujas, B. Petz, Psihofiziologija rada, Zagreb 1956. — D. Domainko, Znanstvena organizacija rada i njen razvoj, Zagreb 1956. — R. M. Barnes, Motion and time study, New York 1963. — Grupa autora, Kako prilagoditi rad čovjeku, Zagreb 1964. — K. F. H. Murrell, Ergonomics, London 1965. — J. Scherrer, Physiologie du travail (ergonomie) I i II, Paris 1967. — Claude S. George, jr., The history of management thought, Englewood Cliffs, 1968. — G. Kaminsky, Praktikum der Arbeitswissenschaft, München 1971. — D. Taboršak, Studij rada, Zagreb 1971. — Эргономика (prevod s poljskog), Москва 1971. — REFA, Methodenlehre des Arbeitsstudiums, München 1972. — S. Marjanović, Organizacija i ergonomija, Beograd 1973. — Referati međunarodnog simpozija «Sistem čovjek, mašina i okruženje», Beograd 1973. — Kirchner, Rohmert, Ergonomische Leitregeln zur menschengerechten Arbeitsgestaltung, München 1974. — H. Schmidtke, Ergonomie, Bd. 1, 2, München 1974. — Referati znanstveno-stručnog skupa «Ergonomija u Jugoslaviji», Zagreb 1974.

D. Taboršak

ESTERI su spojevi iz kojih hidrolizom nastaju alkoholi i kiseline (ili fenoli i kiseline) prema općenitoj jednadžbi



gdje R predstavlja neki organski, najčešće ugljikovodični, radikal, a A anion neke kiseline, anorganske ili organske. Ako je kiselina karbonska, ta reakcija prikazuje se ovako:



(R i R' predstavljaju radikale koji mogu biti jednaki ili različiti.) Navedena je reakcija reverzibilna; zdesna nalijevo ona predstavlja uobičajenu metodu za proizvodnju esterâ i poznata je pod nazivom *esterifikacija*. (Taj pojam ima, međutim, i šire značenje, vidi u nastavku.)

Ranije su se esteri uspoređivali sa solima. To se činilo zbog sličnosti formula i, naizgled, metoda pripreme. Međutim, reakcije kojima nastaju esteri nisu ionske kao što su reakcije formiranja soli.

Broj i tip kiselina i hidroksispojjeva koji mogu jedni s drugima reagirati uz nastanak estera vrlo je velik, pa postoji i velik broj estera. To izaziva prilične poteškoće pri sistematiziranju. Na ovom mjestu riječ je uglavnom o esterima jednostavnih karbonskih kiselina i monoalkohola. Mnogi drugi esteri opisuju se u