

UVOD U PODRUČJE ERGONOMIJE

Ergonomija je disciplina koja ispituje ponašanje, sposobnosti i ograničenja ljudi te primjenjuje te informacije na dizajn alata i sustava kako bismo radili produktivnije, sigurnije i ugodnije.

Ona je interdisciplinarna i ne možemo ju promatrati zasebno, već se poklapa sa **znanošću o radu** (više teorije) i **interakcijom čovjeka i računala** (podskup).



Znanost o radu ima različite komponente koje ergonomija koristi u praksi, a zapamtiti ih možemo kraticom **SOFT APP**.

sociologija rada	promatra čovjeka kao dio društva, grupe, ali i kao pojedince koji je u nekoj hijerarhiji – postoji i utjecaj rada na pojedinca (njegov status, nadređeni i podređeni) i utjecaj na društvo (industrijalizacija, klase)
organizacija rada	promatra radne postupke i radnu okolinu te ih želi dovesti u stanje gdje zaposlenik ulaže minimalan napor i opterećenje (ergonomski oblikujemo radno mjesto, uklanjamo suviše zadatke, dajemo odgovorne, a fleksibilne poslove, delegiramo)
fiziologija rada	čovjeka promatramo kao skup psihofizioloških zbivanja – u fokusu su funkcije ljudskog organizma dok radi (i nakon) mjerenjem stupnja opterećenja i fiziološkog stresa
tehnologija rada	promatra mehaničke, kemijske, termičke, termokemijske i biokemijske procese te pretvaranje jednih dobra u druga dobra uz strojeve i ljudski rad – danas je popularan materijal grafen , savitljiv, jeftin, lagan, a dobro provodi struju zbog saćaste anatomije
antropometrija	metoda antropologije koja se bavi mjerenjem ljudskog tijela (somatometrija) ili kostura (osteometrija) mjerenjem udaljenosti između dvije točke (metričko mjerenje) ili mjerenjem kuteva (goniometričko mjerenje) – koristi se u dizajniranju strojeva, alata, radne okoline i slično (ciljamo na općenitu upotrebljivost , ne možemo ugoditi svakome)

psihologija rada	čovjeka promatramo kao skup psihičkih reakcija i prilagodbi poslu i okruženju – bazična psihologija vezana je za istraživanje pojava, fenomena te uzročno-posljedičnih veza, dok primijenjena psihologija te stvari stavlja u praksu i rješava probleme
pedagogija rada	promatra zaposlenike kroz prizmu odgoja, poduke i pedagoških mjera

Kako možemo analizirati neko radno mjesto u kontekstu ergonomije? Prolazimo **SOFT APP** komponente i komentiramo koji su potrebni preduvjeti.

VRSTE ERGONOMIJE

Ovisno o tome u kojem se kontekstu i kojoj fazi projekta uvodi, razlikujemo tri vrste ergonomije.

konceptijska ergonomija	uvažava rezultate ergonomske istraživanja prilikom samog projektiranja novog sustava – ovo je sigurnija, jeftinija i efikasnija opcija dizajniranja sustava u kojem će se poboljšati uvjeti života i rada na području humaniteta (smanjiti opterećenje radnika, smanjiti šansu za ozljede, omogućiti odmor, povećati zadovoljstvo, omogućiti inicijativu, povećati suradnju, uvesti zaštitu na radu) i ekonomičnosti (zgusnuti sadržaj rada, povećati preciznost, ubrzati ritam, osigurati izvodljivost, smanjiti troškove, olakšati odlučivanje, bolje iskorištavanje vremena, prevencija zdravstvenih problema kako bi se smanjio broj bolovanja)
sistemska ergonomija (ergonomija sustava)	vodi brigu o usklađivanju funkcija nekog cjelokupnog sustava (čovjek + stroj, ne pojedinačno) – oblikujemo radno mjesto, proces rada, radnu okolinu i osoblje, a najčešće je upravo čovjek najslabija karika (psihofizički, stroj je otporan)
korektivna ergonomija	bavi se naknadnim ispunjavanjem nekih zahtjeva , u kasnijim fazama i zbog toga je dosta skuplja (obično treba konzultirati pouzdanog stručnjaka) te je ograničena onime što je već napravljeno

Postoji još jedna podjela (na temelju izvana/iznutra).

softverska ergonomija	interdisciplinarno ocjenjivanje i uspoređivanje softvera na temelju metoda i kriterija, obuhvaća sve tipove interakcija čovjeka i softvera (biološke, psihološke, socijalne) – ciljevi su poboljšanje tehnologije, motivacije, ali i briga o psihofizičkom opterećenju zaposlenika
---------------------------------	---

sklopovska ergonomija	ovo je predmet proučavanja klasične ergonomije (softver je novitet) te se u užem smislu bazi tehničko-fizikalnim komponentama sustava i (ne)posrednom okolinom istog – želimo prikladnu konstrukciju radnog mjesta, dobar radni stol, stolicu, mikroklimu, rasvjetu (TLDR: ne pričamo samo o računalnom sklopovlju)
------------------------------	---

Ergonomija proučava interakciju čovjeka s okolišem, tehnološkim postupcima, proizvodima i opremom. Ergonomija može **mijenjati i stvari koje koristimo i okolinu u kojima ih koristimo** – cilj je da ih uskladimo više sa vlastitim psihofizičkim karakteristikama.

CIRKADIJALNI RITAM

Svatko od nas ima unutarnji sat koji nam pomaže da se kroz dan na vrijeme osjećamo umorno, ali i odmorno. **Cirkadijalni ritam** (taj sat) zapravo regulira hormone, otkucaje i tlak koji onda reguliraju budnost i umor.

Možemo reći da je naše tijelo uvijek ili u **ergotropnoj fazi** (spremnost za akciju tijekom dana) ili u **trofotropnoj fazi** (usporene funkcije preko noći). Na naš cirkadijalni ritam utječu i vanjski faktori – svjetlost ponajviše.

U biologiji se razvela **kronobiologija**, slično kao što se u medicini razvila **kronomedicina**, a njihova glavna pretpostavka je da unutarnji sat regulira i naše zdravlje.

Svaka osoba ima personalizirani cirkadijalni ritam jer na njega utječu i navike i vremenske zone i poremećaji sna i bolesti i izlaganje svjetlu. **San ima četiri stadija:** uspavljivanje, lagani san, polagani san i duboki san.

S obzirom na taj ritam **definira se radno vrijeme** (klasično, fleksibilno, noćni rad i smjenski rad – ljudi koji nekad rade ujutro, nekad popodne, a nekad po noći). U svakom slučaju **ne bi smjelo biti duže od 40 sati tjedno** (zakon o radu tako kaže).

Smjenski rad je često neophodan (*first responders*), ali su potrebne dodatne psihofizičke provjere i koriste se **upitnici za mjerenje adaptacije na smjenski rad:** upitnik jutarnjosti-večernjosti, plastičnosti ponašanja, kvalitete spavanja i *Standard Shiftwork Index*.

Ljudi se tijekom rada umaraju, ali ne umaraju se svi dijelovi organizma istim tempom. **Mjerni instrumenti za mjerenje umora uključuju:** zadatke pažnje, *Epworth Sleepiness Scale*, *Stanford Sleepiness Scale*, vidno-analogne skale, mjerenje brzine obrade informacija te skale raspoloženja. **Pauza od pola sata nije dovoljna.**

Raspoloženje zaposlenika igra ulogu u njihovoj produktivnosti, a neki načini za podizanje raspoloženja uključuju: pozitivne misli, šetanje, pravilno disanje, konzumiranje dovoljno tekućine, ne jesti jednostavne ugljikohidrate zbog naglih promjena šećera u krvi.

Spavanje na radnom mjestu nije konvencionalno, ali je dokazano korisno (20-minutni *power nap*).

Motivacija je također bitna za produktivnost, a poslodavac može zaposlenika motivirati honoriranjem, unapređenjem, poboljšanjem radnih uvjeta, prevencijom stresnih situacija, ali (u najgorem slučaju) i prisilama.

Za **mjerenje intenziteta stresa** na poslu koriste se upitnici ličnosti (Tip A i Tip B).

Dosada je ili izostanak podražaja ili podražaji kojima nedostaje raznolikost, smanjuje se aktivnost mozga zbog **adaptacije** (ako se okolina ne mijenja, odašilje se manje živčanih impulsa kako se mozak ne bi opterećivao) i **habituacije** (ne reagiramo na beznačajne podražaje).

Aktivaciju doživljavamo kroz podražaje kao što su svjetlost, toplina, zvuk, vibracija, električni impulsi.

ZDRAVSTVENI RIZICI RADA NA RAČUNALU I PREVENCIJA S TIME POVEZANIH BOLESTI

Iako često mislimo da je zdravlje odsutnost bolesti, ono je zapravo **stanje tjelesnog, društvenog i duševnog blagostanja**.

Opasnost je sposobnost nekog uvjeta da uzrokuje oštećenje zdravlja ili uništi sredstvo rada, dok je **rizik** vjerojatnost da se u radnom procesu opasnost ostvari kao bolest ili ozljeda.

Što se tiče očiju, mogu se javiti **poremećaji refrakcije** (kratkovidnost i dalekovidnost), **astigmatizam** (više fokalnih točki) i **sindrom računalnog vida** (kada dugo gledamo u ekran bez treptanja, vid nam se zamagli, vidimo duplo, oči su crvene, nadražene i suhe, a možemo dobiti i glavobolju te osjećati umor).

Dodatni negativni čimbenici koji uzrokuju zamor očiju uključuju jaku svjetlost u perifernom vidnom polju (ne u centru, već sa strane), reflektirajuća svjetlost na ekranu (manji je kontrast), i kretanje zraka ispred očiju (klima).

Preporuke uključuju tamna slova na svijetloj podlozi, adekvatnu rasvjetu, umjetne suze, vrh zaslona u visini očiju i 20-20-20 pravilo (svakih 20 minuta na 20 sekundi gledamo 20 stopa [6 m] ispred sebe).

Što se tiče **kralježnice**, ona je oslonac našeg trupa. Imamo (odozgo prema dolje) vratnu, torakalnu i lumbalnu kralježnicu. Simptomi koje možemo imati su vratobolja, križobolja i, u najgorem slučaju, išijas.

Što se **šaka** tiče, tu se javlja **sindrom karpalnog kanala** koji se manifestira kao tupost, bol i trnci u šaci u tri prsta (od strane palca). Ako često i u ponavljajućim pokretima pružamo šaku, možemo zaraditi i **teniski lakat**.

Ergonomski savjeti koji brinu za naše zdravlje uključuju vrh monitora u razini očiju, opuštenu ramena, lumbalna (donji dio) kralježnice podržana od strane stolca, „ruku udaljeni“ od ekrana, stopala na podu ili stoliću.

Preporučuje se barem 150 minuta aerobne tjelesne aktivnosti, odnosno barem 75 minuta tjelesne aktivnosti visokog intenziteta, ravnomjerno raspoređeno u tjednu.

Kardiovaskularni rizik dolazi od sjedilačkog načina života, šećerne bolesti, prekomjerne konzumacije alkohola i genetskog faktora, a bitno je da s tri obroka i dva međuobroka mediteranskog tipa smanjimo taj rizik.

Preporučuje se **najmanje 7 sati sna**, a dovoljno rano prije spavanja ukloniti elektroniku, izbjegavati obilna jela, pripremiti hladniju i mračniju sobu za san.

SUSTAV ČOVJEK-STROJ

Sustavi u kojim ljudima rade sastoje se od strojeva, upravljalca (gumb, daljinski), okoliša, obavjesnika (ekran, zvučnik) i čovjeka, naravno.

Strojevi mogu biti **pogonski** (izvor mehaničke energije, obično motori) i **radni** (oni pretvaraju energiju pogonskih strojeva ili živih bića u koristan rad, recimo automobil).

Pokazni uređaji (obavjesnici) mogu biti **digitalni** (vrijeme očitavanja je konstantno i očitavanje je olakšano, ali je teško otkriti granice, trendove i kapacitete) ili **analogni** (jednostavna procjena stanja, ali ne i očitavanje, pogotovo ako je puno znamenki – zauzimaju više prostora i imaju vidljive granice).

Dakle, radi se o brojčanim prikazima u nekom prozorčiću – ponekad je skala pomična (teža procjena), a ponekad kazaljka nad njom (čitkije promjene vrijednosti).

Treba paziti na greške očitavanja, previše parametara na istom obavjesniku, oznake na skali, mjerilo, ali i blizinu kazaljke i plohe (može se dogoditi **paralaksa** – prividna promjena položaja objekta s obzirom na promatrača).

Upravljanje može zahtijevati ili **mali napor** (dugmad, prekidači, poluge, rotirajući gumbi) ili **veći napor** (kotači, poluge, papučice) te je bitno da upravljači koji zahtijevaju preciznost (gotovo uvijek) koristimo **rukama**, a one koji zahtijevaju snagu (često) koristimo **nogama**.

Ljudima je intuitivno da upravljaču i obavjesnici imaju komunikaciju (gas i brzinomjer, recimo) – tipično je da micanje upravljalca prema **gore, naprijed ili desno** bude neka vrsta pojačanja ili uključivanja.

Koja je uloga čovjeka u sustavu čovjek-stroj (radno mjesto u kojem čovjek rukuje strojem)? Osjet, percepcija i obrada informacija, odlučivanje, kontrola i nadzor i komunikacija sa sustavom (upravljanje, popravci).

Postoje takozvani **čimbenici određeni čovjekom (human factors)** koji utječu na tu interakciju čovjek-stroj.

psihički čimbenici	odgovornost, rizičnost odluka, predznanje, složenost problema, umor, bolest, pospanost
fizički čimbenici	masa komponenata, snaga potrebna za upravljanje, mikroklima, osvjetljenje,

	zaštita od štetnih utjecaja okoline (zračenje, buka, vibracije)
kognitivni čimbenici	raspoznavanje boja, optičke varke, veličina i pobuda nekog uzorka, pamćenje, rasuđivanje
osjetilni čimbenici	vrijeme reakcije, prepoznavanje znakova i poruka, pouzdanost osjetila, pouzdanost razlikovanja bitnog i šuma

Ako su ljudi u nekom radnom okruženju djelotvorni, precizni, ne treba im dugo da nešto nauče, sigurni su i motivirani, to je obično pokazatelj da je međudjelovanje između stroja i čovjeka dobro „odmjereno“.

Tipovi grešaka s obzirom na namjeru uključuju **omaške** (ispravna namjera, kriva izvedba), **pogreške** (kriva namjera, izvodimo nju) i **propuste** (nešto što nismo napravili). S obzirom na ishod (što su uzrokovale), imamo propuste, štete, krivi redoslijed radnji, pogrešno vrijeme izvedbe, prebrze ili prespore radnje.

Ljudi i sustavi mogu imati razne dijagnoze (imamo neka saznanja o njihovoj obradi, ograničenjima i karakteristikama) pa na temelju toga oblikujemo alate, zadatke i okoliš koji će tome odgovarati.

ERGONOMIJA NA RADNOM MJESTU

Monitori moraju biti podesivi zbog kuta i visine, dok **radni stolovi** moraju biti dovoljno veliki, duboki i bez reflektivnih svojstava, od materijala koji nisu hladni.

Visina radne površine mora biti u visini lakata opuštenih uz tijelo, a za noge moramo osigurati što širi prostor. Danas su popularni i radne površine koje mijenjaju visinu, ali nagib nijedne radne površine ne smije biti veći od 8° – to je, između ostalog, zbog ladica.

Uređaji na radnoj površini trebali bi biti **namješteni po tome koliko se koriste** (najčešće korišteno u sredinu) te da nam ono bitno bude nadohvat ruke.

Kako izgleda ispravan sjedeći položaj? Nadlaktice opušteno vise, pravi kut između podlaktica i nadlaktica, a između natkoljenice i potkoljenice kut tupi kut. Stopala moraju biti ravno na podu ili na nečemu povišenom (ako smo preniski).

Kakav treba biti radni stolac? Stabilan (osiguranje protiv njihanja), udoban, podesiv (i visina i nagib) s držačem za ruke (da rasteretimo ramena), siguran (osiguranje od nekontroliranog kotrljanja). Ljudi sjede na različite načine (na prednjem dijelu stolice, na srednjem i na stražnjem) pa je bitno da to stolac omogućava – pogotovo potporu lumbalnoj kralježnici.

Dodatno se može koristiti podložak za zapešće jer se zapešća ne smiju naslanjati i pritiskati na stol, a trebali bi razviti i naviku odmarati ih u krilu.

Kod ormara je bitno da ladice ne mogu ispasti, da mogu podnijeti težinu sadržaja i da su stabilni (s kočnicama).

Posebno je bitno **kako rukujemo električnim instalacijama** – vodovi ne smiju biti pritisnuti, ići preko oštih bridova ili pokretnih dijelova namještaja. Sve mora biti dobro izolirano, odgovarati tehničkim propisima, pazimo i na napajanje koje je preporučeno za uređaj.

Zadaća osvjetljenja je da nam omogući sigurno obavljanje zadaća uz što manji zamor – može biti izravno, neizravno osvjetljenje ili neka kombinacija.

Osvjetljenje je količina svjetla koja pada na određenu površinu (u luksima) i pada s kvadratom udaljenosti. **Sjajnost** (luminacija) je količina svjetla koja dolazi s promatrane površine (u kandelama po kvadratnom metru) i konstantna je.

Loše osvjetljenje može izazvati preopterećenje očiju, što uzrokuje glavobolje, suze, peckanje i treperenje pred očima. **Dovoljna jačina je 300 lx**, a nezgodno je da svatko ima i drukčiju percepciju svjetla (stari ljudi trebaju više svjetla). Razlikujemo **prirodno svjetlo** (prozor), **radno svjetlo** (uglavnom lampe na stolu i uz stol) i **ambijentno svjetlo** (strop, osvjetljenje sobe).

Blještanje može biti problem jer zaslijepljuje osobu (izravno zaslijepljivanje ili reflektirajuće preko neke druge površine koja je svijetla i/ili sjajna). Svjetlost se dakle ponekad mora i ograničiti zavjesama, žaluzinama i sličnim zaštitnim materijalima. **Bitno je da monitor ne bude okrenut na način da svjetlost udara na njega jer to smanjuje kontrast.**

Ako je pak razina rasvjetljenosti premala, onda se prostor ne može doživjeti u potpunosti. Preporučeno je **prigušiti stropna i ambijentalna svjetla**, a postaviti neizravna osvjetljenja i koristiti radno osvjetljenje koje se može dobro namjestiti.

Buka nije nužno glasna, već je zvuk koji nam je neugodan i smeta nas. Može biti **trajna** (zujanje, pištanje), **isprekidana** (najčešće) i **impulsna** (udarac, recimo).

Buka se mjeri u **decibelima** ($10\log_{10}(P_2/P_1)$) i gotovo uvijek je omjer dvije snage buke – ako imamo buku snage P_1 i drugu buku snage $2P_1$, razlika u decibelima je 3 dB. **Referentni zvučni tlak je 20 μ Pa.**

Kad radimo s računalima, najčešći izvor buke su pisači, tipkovnice, zvučni signali, ventilatori, klime i slično, dok samo **računalo emitira buku 35-50 dB** i to diskovi i ventilatori kad se računalo zagrije pa izbacuje toplinu.

Buka uzrokuje **psihičke smetnje** (manja koncentracija, razdražljivost, pospanost kad je ritmična buka), ali i **fizičke smetnje** (glavobolja, probavne smetnje, povećan krvni tlak). Može nas učiniti manje produktivnima.

Na poslovima koji dugoročno izlažu osobu opasnim razinama buke, visokim frekvencijama i naglim zvukovima možemo vidjeti rizik od naglušnosti i gluhoće, a često i osjećaj bespomoćnosti i povećanje agresije. **Ne postoji adaptacija na buku.**

Auditorne posljedice buke su oštećenje sluha, a **neauditorne posljedice buke** su poremećaji sna i psihološki problemi (ovakve probleme izaziva buka računalne opreme i uglavnom je nesvjesna reakcija).

Pravilo – buka na radnom mjestu ne smije ometati rad i **ne smije biti veća od 60 dB**. Često je ta razina buke oko 55 dB za rad s računalima, a 70 dB za neki uredski posao.

Smanjenje buke postižemo zaštitnim slušalicama, uklanjanjem izvora (ako je moguće), odgovarajućom izolacijom, upotrebom zastora ispred prozora (i tkanina izolira), odjeljivanje radnih mjesta od izvora buke.

Mikroklima nekog radnog mjesta definira se kao kombinacija temperaturnih uvjeta, vlažnosti zraka i brzine kretanja zraka. **Idealno oko 18-24 °C zimi i 20-26°C ljeti, ali je bitno napomenuti da je za svakog radnika ideal drukčiji.** Ne bismo trebali preći 26°C, mjereno 0.75m od poda.

Osjećaj ugone u nekom prostoru je individualan i varira o osobi (njena odjeća, koliko je dugo u prostoriji, kako inače reagira na temperaturu, koje je radno mjesto).

Previsoka temperatura može uzrokovati znojenje, a u zimskim mjesecima isušiti **zrak (vlažnost zraka treba biti između 40% i 60%)**. Ipak, trend je da u prirodi viša temperatura često dovodi više vlage u zrak, barem u našoj klimi.

Ako vlažnost zraka nije u redu (preniska), osoba može kašljati, dobiti infekcije gornjih dišnih puteva, imati glavobolje, umarati se, ne može se koncentrirati... Može doći i do pojave naboja na tijelu i predmetima.

Vlažnost zraka je određena količinom vodene pare u zraku, a **relativna vlažnost zraka** je količina vodene pare u zraku uspoređena s potrebnom količinom vodene pare da se zrak dovede u zasićenje po nekoj temperaturi.

Ako je pak temperatura preniska, onda se smanjuje i tjelesna temperatura i usporavaju se funkcije, što znači da će osoba biti umorna i pospana, posebno ako se puno ne kreće (sjedi kao programer).

U zatvorenim prostorima mogu se koristiti **ovlaživači zraka** kako bismo vlažnost doveli na dobru razinu.

Kako postići optimalne uvjete? Bitno je da zrak u ventilacijskom sustavu neke zgrade uvijek bude kombinacija i novog zraka izvana i zraka koji je već u zgradi (zbog CO₂), a klimatizacijski uređaji, grijanje i ventilacija u uredima osiguravaju povoljnu temperaturu i vlažnost – samo ne smiju puhati direktno na radnika.

Ako zgrada ima **dovod zraka**, on mora biti okrenut dalje od deponija, cesta i parkirališta. **Odvođi** trebaju biti okrenuti tako da ne dovode taj zrak natrag u zgradu, obzirom na vjetar. Također, obavezno se mora paziti na čišćenje filtera i samih uređaja jer inače možemo dobiti „simbol bolesne zgrade“ ili „legionarsku bolest“.

Računala mogu biti izvor zagađenja zraka jer fotokopirni uređaji ispuštaju **ozon**, a drugi pisači **razne čestice tinte**. Kućišta i komponente od plastike također ispuštaju svoje spojeve. Kvalitetu zraka možemo malo poboljšati **biljkama** (palme, paprati i bršljani).

Kako bi se pazilo na zdravlje radnika, pogotovo onih s kardiovaskularnim problemima, ljeti razlika u temperaturi između ureda u kojem radimo i okoliša u koji izlazimo **ne bi smjela biti veća od 7 °C**.

Što se zračenja tiče, **omjer pozitivnih i negativnih iona** u zraku bitan je za nas. Najpovoljnije stanje ionizacije zraka je nakon nevremena! **Omjer je tada između 0.6 i 0.9**.

Promjena stanja ionizacije zraka posebno smeta osjetljive osobe koje postaju agresivnije, razdražljivije, ali i manje koncentrirane – ovo vrijedi i za srčane bolesnike i za ljude koji imaju probleme sa živčanim sustavom.

U zatvorenim prostorima često nedostaje negativnih iona pa možemo upaliti voštanu svijeću (otvoren plamen pomaže), a pomaže i prskanje vode (tuš, fontana, bazeni, kupaonica). **Negativni ioni su dobri za nas!**

Prašina, bakterije i druge lebdeće čestice, nažalost, reprezentiraju pozitivne ione pa je zbog toga bitno redovito čišćenje, ali i korištenje ionizatora zraka.

Elektromagnetsko zračenje može biti i ionizirajuće i neionizirajuće, a CRT monitori mogu eventualno štetno djelovati kroz UV zrake. Dakle, zračenje mora biti zanemarivo da bi bilo sigurno za korisnika – **na 30 cm od izvora, granica za magnetsko polje je 100 μ T, a za elektrostatičko polje 5000 V/m**.

Što se zaslona tiče, kod njih postoje statička polja (razlog zašto se prašina hvata na ekran), niskofrekventna polja (napajanje) i visokofrekventna polja.

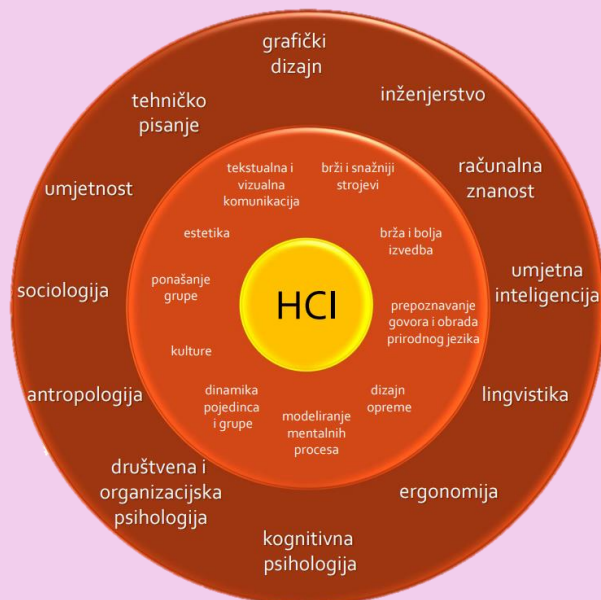
Magnetsko polje nastaje prolaskom izmjenične struje kroz vodič, kod CRT monitora zbog katodne cijevi. U radnom prostoru na ova polja utječu i električni kablovi u zidovima i stropovima – zgrada mora imati **uzemljenje** da ne bi bilo zračenja i drugih štetnih posljedica.

INTERAKCIJA ČOVJEKA I RAČUNALA. UPORABIVOST. SPOSOBNOST I OGRANIČENJA KORISNIKA.

Softver nije kvalitetan samo zbog toga što su njegovi algoritmi kvalitetni, već **moramo obratiti pozornost i na ergonomska načela** (usmjerena na korisnika) te na **mjerljive karakteristike sučelja**: vrijeme učenja sučelja, pamtljivost, zadovoljstvo pri korištenju, kognitivno opterećenje, fizičko opterećenje i snaga.

Cilj nam je **razumjeti ciljeve i potrebe korisnika** te **prikladno dizajnirati softver** kako bismo na kraju mogli **izmjeriti korisničko iskustvo** i vidjeti jesmo li u pravu.

Što je uporabivost? Time se bavi interakcija čovjeka i računala. Ona je rezultat razvoja usredotočenog na korisnika i spaja interdisciplinarna područja.

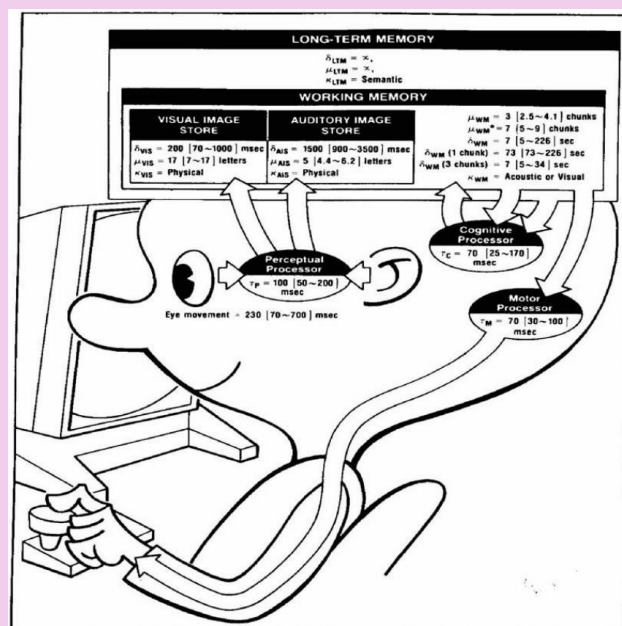


Kako funkcionira razvoj usredotočen na korisnika?

analiziramo potrebe korisnika	dobivamo ideju o svrsi sustava
analiziramo samog korisnika i zadatke	znamo tko će koristiti proizvod i što će s njime raditi
analiziramo zahtjeve korisnika	dobivamo specifikaciju sustava
dizajn sustava	mora biti jasan korisniku
prototip sustava	obavezno testiranje
ocjenjivanje sustava	i korisnici i stručnjaci

Definicija uporabivosti – sposobnost programskog proizvoda da omogući korisnicima postizanje utvrđenih ciljeva učinkovito, djelotvorno, sigurno i sa zadovoljstvom.

Kad promatramo sposobnosti korisnika, upoznajemo se s **CMN modelom**. On povlači analogiju između čovjeka i računala te kaže da ljudi imaju **kratkotrajnu memoriju** (vizualnu i slušnu), **dugotrajnu memoriju** i **procesore** (percepcijske, kognitivne i motoričke).



Na **osjetilima** se temelji ljudska percepcija i dizajn programskog proizvoda podrazumijeva da znamo ponešto o njima (sluh, miris, okus, opip, a posebice vid).

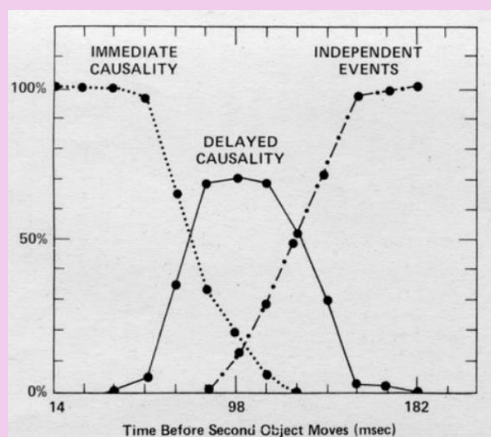
Grubo praćenje očima radi se pokretima koji se nazivaju **sakade** i trajanje jednog pokreta je **230 ms**. Prosječna osoba čita 200-250 riječi u minuti i ne čitamo zapravo slovo po slovo, već pratimo oblike slova.

Odabir fontova izuzetno je bitan kako bi osoba mogla lakše čitati, a treba i izbjegavati kontrastne boje (crvena i zelena u paru pogotovo zbog daltonizma).

Percepcijski procesor koji smo spomenuli služi za pohranu vizualnih i zvučnih signala te je vrijeme percepcije **100 ms**. Naravno da vrijeme percepcije ovisi o godinama, umoru i sličnim stvarima.

Blochov zakon (odziv R = intenzitet I * vrijeme t) opisuje koliko se dobro odazivamo na neke podražaje.

Ako se dva događaja događaju jedan za drugim, mi sve kraće od 30 ms percipiramo kao istovremeno događanje.



Percipiramo dva događaja kao **trenutačna, s pomakom ili neovisne**, istovremeno je zapravo trenutačno.

Hijerarhijski model memorije povezuje tri različite vrste memorije i mi zapravo nekako puštamo informacije da ulaze kroz osjetilnu memoriju prema dolje.

osjetilna memorija	ikonička (zadržava sliku pola sekunde), ehoička (zadržava zvuk 3-4 sekunde i omogućava pozicioniranje u prostoru) i haptička (dodir)
kratkotrajna memorija	kognitivni procesor s vremenom obrade 70ms, pamti 7±2 uređenih podataka, različita je za zvuk i sliku – vrijeme pristupa je 70ms, vrijeme zaborava 200ms
dugotrajna memorija	beskonačni kapacitet, beskonačno vrijeme poluraspada (rjeđe dolazi do zaborava), brz pristup, ali se teško u nju upisuje – epizodna (događaji u <i>timeline</i> obliku) i semantička (strukturirane informacije, činjenice, koncepti, vještine iz epizodne)

Naš **motorički procesor** obrađuje puno brže ako radimo po **principu otvorene petlje** (neuredno, 70ms) i puno sporije ako radimo po **principu zatvorene petlje** (uredno, 100ms za percepciju, 70ms za kogniciju i 70 ms za motoriku = 240ms).

Fittsov zakon omogućava predviđanje vremena potrebnog da korisnik uperi pokazivač u neki objekt. Pokazuje da je to vrijeme pokazivanja zapravo **funkcija udaljenosti i veličine mete**.

$$T = \log_2 \left(\frac{D}{W} + 1 \right)$$

Vrijeme potrebno za pokazivanje je logaritamski određeno kao omjer udaljenosti trenutne pozicije pokazivača do mete te širine mete (po pravcu kretanja).

$$T = a + b \log_2 \left(\frac{D}{W} + 1 \right)$$

Promatrajući nešto kompleksniji sustav dobivamo i konstante koje ovise o ulazu (**a i b ovise o tome koristim li miš, touchpad, joystick ili nešto drugo**).

Ljudima je obično najlakše uperiti miš u kuteve i rubove ekrana (tehnički neograničene širine ili visine ili oboje za kut) pa se zato bitni elementi (zatvaranje prozora, *start menu* i *drop down* izbornici) nalaze upravo tamo.