

# ANALIZA PRIMJENE DVIJU RAZLIČITIH KONCEPCIJA POKAZNIH JEDINICA UREDSKIH RAČUNALA

---

**Aralica, Karlo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:418615>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



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

*Repository / Repozitorij:*

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

Karlo Aralica

**ANALIZA PRIMJENE DVIJU  
RAZLIČITIH KONCEPCIJA POKAZNIH  
JEDINICA UREDSKIH RAČUNALA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences Safety and  
Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Karlo Aralica

**ANALYSIS OF APPLICATION OF  
TWO DIFFERENT CONCEPTS OF  
POINTING DEVICES FOR OFFICE  
COMPUTERS**

Final paper

Karlovac, 2020

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

Karlo Aralica

**ANALIZA PRIMJENE DVIJU  
RAZLIČITIH KONCEPCIJA POKAZNIH  
JEDINICA UREDSKIH RAČUNALA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

dr. sc. Damir Kralj, prof. v. š.

Karlovac, 2020.



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



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni / specijalistički studij: Stručni studij Sigurnosti i Zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 06.02.2020.

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Karlo Aralica

Matični broj: 0415616025

Naslov: ANALIZA PRIMJENE DVIJU RAZLIČITIH KONCEPCIJA POKAZNIH  
JEDINICA UREDSKIH RAČUNALA

Opis zadatka:

- analizirati povijesno-tehnološki razvoj pokaznih jedinica kao neophodnih vanjskih jedinica za upravljanje i interakciju s grafičkim korisničkim sučeljima u kontekstu ergonometrije radnog mjesta za računalom;
- dati konstrukcijski i funkcionalni opis te usporedbu načina korištenja uobičajenog miša i kugle (trackball-a) kao dviju različitih koncepcija pokaznih jedinica;
- načiniti jednostavni testni predložak, odnosno upotrebni scenarij te na testnoj populaciji (do deset ispitanika) izmjeriti vremena potrebna za izvršenje zadanog scenarija i prikupiti ocjene njihovog zadovoljstva, komentare i stavove.

Zadatak zadan:

06.02.2020.

Rok predaje rada:

28.08.2020.

Predviđeni datum obrane:

09.09.2020.

Mentor:

dr.sc. Damir Kralj, prof.v.š.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Ivan Štedul, prof., v.pred.

## **PREDGOVOR**

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno služeći se stečenim znanjem i navedenom literaturom.

Ovim putem želio bih se zahvaliti mentoru dr. sc. Damiru Kralju, profesoru visoke škole, na pruženoj pomoći, strpljenju i stručnim savjetima prilikom pisanja završnog rada. Veliko hvala i svim profesorima i kolegama Veleučilišta u Karlovcu na podršci i prenesenom znanju tijekom studiranja.

Isto tako, hvala mojim roditeljima, koji su bili izuzetna potpora tijekom studiranja i omogućili mi bezbrižno studiranje na Veleučilištu. Hvala i prijateljima: Branimiru, Jurici, Karli, Ivani, Antoniju, Vidu, Mariji i Marku, djevojci Marti, sestri Andrei i šogoru Darku, na velikoj podršci i pomoći za vrijeme studiranja.

Veliko hvala svima navedenima bez kojih ovaj uspjeh ne bi bio moguć.

## SAŽETAK

Predmet ovog rada je analizirati dvije različite koncepcije pokaznih jedinica i ukazati na potencijalne opasnosti i bolesti koje se javljaju korištenjem neergonomskih pokaznih jedinica računala kroz duži vremenski period. Pažnja je pridana prednostima i nedostacima oba uređaja (*trackballa* i računalnog miša) te savjetima za korisnike u cilju izbjegavanja potencijalne bolesti, sukladno njihovim stvarnim potrebama. Obrađen je i povijesni razvoj pokazivačkih jedinica, od prvih prototipova, pa sve do modernih *trackballa* i računalnih miševa. U eksperimentalnom dijelu rada načinjeno je istraživanje unutar ograničene testne populacije koje nam je pokazalo kako se ispitanici snalaze pri upotrebi ovih dviju koncepcija pokaznih jedinica. Za ovu potrebu načinjen je poseban testni predložak i scenarij primjene.

Ključne riječi: ergonomija, pokazne jedinice, trackball, računalni miš, potencijalne bolesti, mjerenje zadovoljstva korisnika.

## SUMMARY

The subject of this paper is to analyze two different conceptions of pointing devices and to point out the potential risks and diseases that occur by using non-ergonomic pointing devices over a longer period of time. Attention is paid to the advantages and disadvantages of both devices (trackball and mouse) and advising users on how to avoid potential diseases, depending on their actual needs. The historical development of pointing units, from the first prototypes, to modern trackballs and computer mouse is also analyzed. In the experimental part of the paper, a research was done within a limited test population, which showed us how the respondents cope with the use of these two concepts of pointing devices. A special test template and application scenario was made for this purpose.

Key words: ergonomics, pointing devices, trackball, computer mouse, potential diseases, assessment of user satisfaction.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	2
2. POVIJESNI RAZVOJ POKAZNIH JEDINICA .....	4
2.1. Prvi računalni miš i <i>trackball</i> .....	7
2.2. Način rada prvih računalnih miševa.....	10
2.3. Računalni miš za komercijalnu upotrebu.....	14
2.4. Moderne verzije računalnih miševa.....	17
2.5. Ergonomski računalni miš .....	19
2.6. Moderne verzije <i>trackballa</i> .....	20
3. USPOREDBA TRACKBALLA I RAČUNALNOG MIŠA .....	21
3.1. Vrste <i>trackballa</i> .....	21
3.2. Prednosti <i>trackballa</i> .....	23
3.3. Nedostaci <i>trackballa</i> .....	25
4. PRIMJENA U REGULATIVI.....	26
5. EKSPERIMENTALNI RAD .....	27
5.1. Metodologija rada.....	27
5.2. Prikaz rezultata istraživanja .....	28
5.3. Analiza rezultata i rasprava.....	30
6. MIŠLJENJE I PREPORUKE.....	33
7. ZAKLJUČAK .....	34
8. LITERATURA.....	35
9. PRILOZI .....	37
9.1. Popis slika.....	37
9.2. Popis tablica .....	38



## 1. UVOD

Svakim danom na radnim mjestima za računalom dolazi do pojave primjetnih i neprimjetnih zdravstvenih problema radnika. Broj radnika na ovakvim radnim mjestima svakoga dana raste, te s time raste i broj mogućih zdravstvenih problema. Dakle, sve je više radnika za računalom, budući da današnja tehnologija pojednostavljuje radne zadatke, ali i povećava rizik i opasnost od novih oblika zdravstvenih poremećaja. Često radnici na takvim radnim mjestima i njihovi poslodavci ne obraćaju dovoljnu pažnju na probleme ili nisu s njima dovoljno upoznati. Znanat dio radnika koji koristi računalo na radnom mjestu, koristi ga i za vlastite potrebe nakon radnog vremena, što dodatno povećava utjecaj na njihovo zdravlje. No, ipak, s obzirom na činjenicu da se sve više ljudi zapošljava na radnim mjestima za računalom, sve se više pažnji pridaje ergonomiji na radnom mjestu za računalom. Pod pojmom ergonomije na radnom mjestu za računalom ne spadaju samo elementi poput mikroklima, buke, rasvjete, pomoćne opreme itd., već se sve više pristup temelji na zadovoljstvu korisnika korisničkim sučeljem i funkcionalnošću programske opreme tzv. uporabljivosti.

Računalni miš jedna je od najpopularnijih i najstarijih pokazivačkih jedinica. Nekada je imala gumenu kuglicu kao radni dio i optičke davače, dok se danas koriste optički miševi s LED zrakom te se priključuju putem USB sučelja žično ili bežično. Za olakšano kretanje sučeljem koriste tzv. *scroll* kotačić koji je pozicioniran između lijeve i desne tipke. *Trackball* ili pomična kuglica izgleda kao miš s kuglom okrenutom naopako. Tehnološki gledano, radi na istom načelu poput miša, ali zbog toga što miruje, potrebno mu je manje radnog prostora, a omogućava i preciznije navođenje.

Cilj i zadatak ovog rada prvenstveno je ukazivanje na zdravstvene rizike koji se javljaju pri radu s računalom. Kroz ovaj rad upoznajemo se detaljno s pokazivačkim jedinicama računala, načinom korištenja, izbjegavanjem nastajanje profesionalnih bolesti te usporedbom dviju osnovnih koncepcija pokazivačkih jedinica – uobičajenog miša i pomične kugle (engl. *trackball*). Oboje spadaju u pokazivačke jedinice računala, koje možemo definirati kao uređaje koji nam služe za upravljanje sadržajima unutar grafičkih korisničkih sučelja. Neki od osnovnih oblika još su: na dodir osjetljivi paneli (engl. *touch pads*) i grafički tableti (engl. *graphic tablets*).

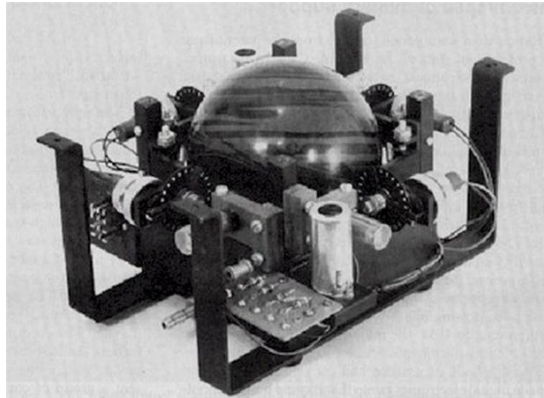
Također, jedan od glavnih eksperimentalnih doprinosa ovog rada je i to što sam oblikovao i primijenio jedan testni predložak kako bih, prije svega testirao brzinu i preciznost *trackballa* te testirao koliko dugo je ispitanicima potrebno da se priviknu na novi pokazivački uređaj. Kroz jednostavan zadatak u MS Visiu, pomoću određenih parametara, možemo utvrditi koliko je korisniku potrebno za učinkovito korištenje *trackballa*. Isto tako, zabilježio sam mišljenja i reakcije prijatelja i roditelja koji su se po prvi puta susreli s njime. *Trackball* koji sam koristio tokom ispitivanja dobiven je od strane mentora.

## 2. POVIJESNI RAZVOJ POKAZNIH JEDINICA

Ralph Benjamin, britanski znanstvenik i inženjer elektrotehnike, godine 1946. izumio je *trackball*. Benjamin je u to vrijeme radio za britansku mornaricu te je radio na projektu koji je koristio analogna računala za izračunavanje budućeg položaja ciljanog zrakoplova na temelju nekoliko početnih ulaznih jedinica koje korisnik pruža putem joysticka. Smatrao je da je potreban uređaj s elegantnijim pokretima te je izmislio za tu svrhu „lopticu s valjkom“. Uređaj je patentiran 1947. godine, ali samo kao prototip koji se koristio metalnom kuglicom koja se valjala na dva kotača obložena gumom, a uređaj je čuvan kao vojna tajna. [1]

Još jedna rana verzija *trackballa* stvorena je 1952., a napravili su je Kenyon Taylor, britanski inženjer elektrotehnike, zajedno s Tomom Cranstonom i Fredom Longstaffom. Taylor je bio dio kanadske ratne mornarice te je radio na sustavu DATAR (engl. *Digital Automated Tracking and Resolving*). Sustav je po konceptu bio sličan Benjaminovom. *Trackball* je koristio četiri diska za prikupljanje pokreta, po dva X i Y smjerove. Nekoliko valjaka pružalo je mehaničku podršku. Kad se kuglica kotrljala, diskovi za prikupljanje podataka se zavrtjeli na vanjskom obodu te uspostavili povremeni kontakt s žicama, proizvodeći impulse izlaza pri svakom pokretu loptice. Prebrojavanjem impulsa moglo bi se utvrditi fizičko kretanje loptice. Digitalno računalo izračunalo je zapise i dobivene podatke poslalo je drugim brodovima u radnoj skupini, koristeći radio signale modulacije impulsa. Sustav nije patentiran zbog toga što je bio tajni vojni projekt. [2]

Ove rane verzije *trackballa* (slika 1) bile su prilično nespretne za korištenje. Kuglica se nalazila na rotirajućim metalnim pločicama koje su zauzvrat bile u dodiru s kablovima. Budući da se izum smatrao vojnom tajnom, takva tehnologija je u kontakt s javnošću došla tek mnogo kasnije. [3]



Slika 1: Rana verzija trackballa [3]

Douglas Engelbart, američki inženjer, izumitelj je prvog računalog miša, godine 1964. Englebert je radio na Stanfordovom institutu za istraživanja, a tadašnji naziv za računalni miš bio je „X-Y indikator pozicije za sustav prikazivanja“. Programeri su smatrali da takvo ime nije pogodno za prodaju i marketinške svrhe, stoga su morali izmisliti novi naziv. Godinu ranije, 1963., zabilježio je svoje misli u svojoj osobnoj bilježnici o nečemu što je u početku nazvao (engl. *bug*), s tri gumba. Napisao je i da bi *bug* bio lakši i prirodniji za upotrebu, te pri puštanju ostaje miran, što bi značilo puno bolju koordinaciju s tipkovnicom. Naziv „miš“ došao je zbog oblika uređaja te kabel koji je virio iz stražnjeg djela podsjeća na rep od životinje. Englebart nikada nije dobio nikakvu nagradu za uređaj, pošto je njegov poslodavac SRI (engl. *Scientific research institute*) držao patent, koji je istekao prije nego što je miš postao široko korišten u osobnim računalima. Izum miša samo je mali dio Engelbartovog mnogo šireg projekta za povećanje ljudskog intelekta. [3]

Nekoliko drugih eksperimentalnih razvijenih pokazivačkih uređaja iskorištavalo je različite pokrete tijela - na primjer, uređaje postavljene na glavu na bradu ili nos - ali na kraju je miš pobijedio zbog svoje brzine i praktičnosti.

Prvi miš (slika 2 i slika 3), glomazni uređaj koristio je dva potenciometra okomito jedan na drugi i spojen na kotače: rotacija svakog kotača prevedena u pokret duž jedne osi.



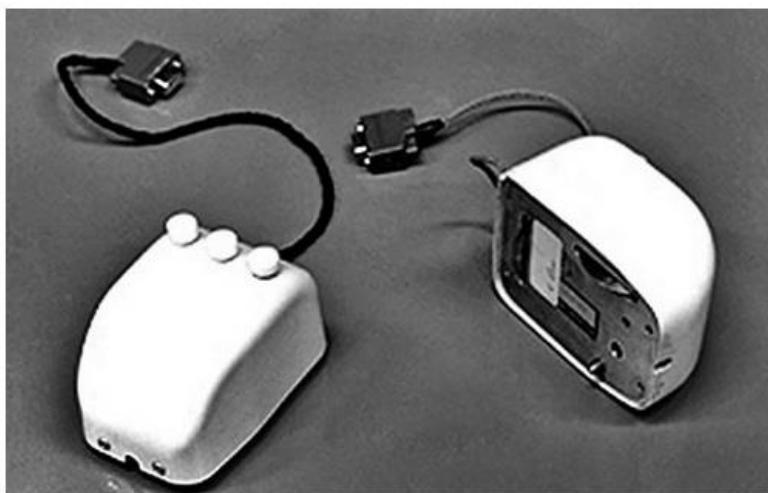
Slika 2: Prototip prvog računalnog miša [2]



Slika 3: Prototip prvog računalnog miša [3]

## 2.1. Prvi računalni miš i *trackball*

1968. godine, Douglas Engelbart je grupi inženjera predstavio napredniju modifikaciju ovog uređaja (slika 4). Radio je kao oN-Line System manipulator. Miš je imao tri gumba, iako je i sam Douglas Engelbart tvrdio da želi napraviti 5 gumba (za svaki prst). Izgledom je bio nalik modernom mišu, iako su bila tri guma i težila su popu željeza. Međutim, glavni problem Englebartovog miša bio je u tome što su se kotači mogli okretati strogo vodoravno ili okomito, što znači da se po zaslonu nije moglo kretati dijagonalno. Bill English uspio je ispraviti ovu neugodnu manu i to samo nakon dvije godine nakon što je Engelbart primio patent. Sama prijava patenta podnesena je 1967. godine, a sam patent je primljen tek 1970. godine. English je bio pomoćniku Engelbartu i predložio mu je da koristi pogon s loptom, koji je 1952. koristila i vojska. To je bila obična kugla pričvršćena na složen hardverski sustav, a rotacija lopte je uzrokovala pomicanje pokazivača na ekranu. Problema s pomicanjem pokazivača dijagonalno nije bilo, ali Engelbart je ovu metodu smatrao kao neučinkovitu. [2]



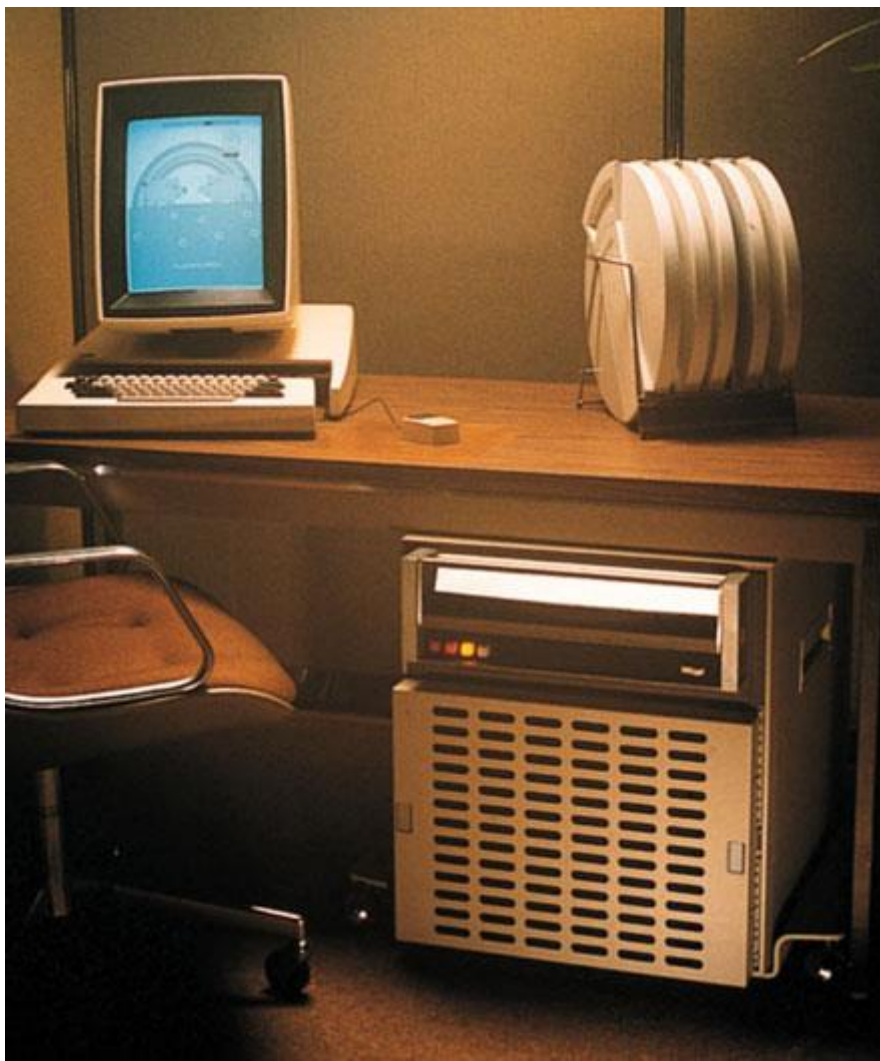
Slika 4: Prvi računalni miš [2]

Dana 2. listopada 1968., njemačka tvrtka Telefunken razvila je uređaj nazvan *Rollkugel* (njem. kotrljajuća lopta) kao opcijski uređaj (slika 5). Kao što ime sugerira i za razliku od Engelbartovog miša, model Telefunken već je imao loptu. Zasnovan je na ranijem uređaju nalik *trackballu* (također nazvanom *Rollkugel*) koji je bio ugrađen u radarske stolove za kontrolu leta. Ovaj je *trackball* razvio tim koji je vodio Rainer Mallebrein. Kada je 1965. započeo razvoj za *Telefunken*, Mallebrein i njegov tim došli su na ideju preokreta postojećeg *Rollkugela* u pokretni uređaj sličan mišu, tako da se kupci nisu morali gnjaviti s rupama za ugradnju za raniji uređaj s kuglicom. No *Telefunken* je izum smatrao previše nevažnim da bi se prijavio za patent. [4]



Slika 5: Rollkugel (od njem. kotrljajuća lopta) [4]

The Xerox Alto (slika 6) jedno je od prvih računala dizajnirano za osobnu upotrebu 1973. godine i smatra se jedno od prvih računala na kojem se koristi računalni miš. [2]

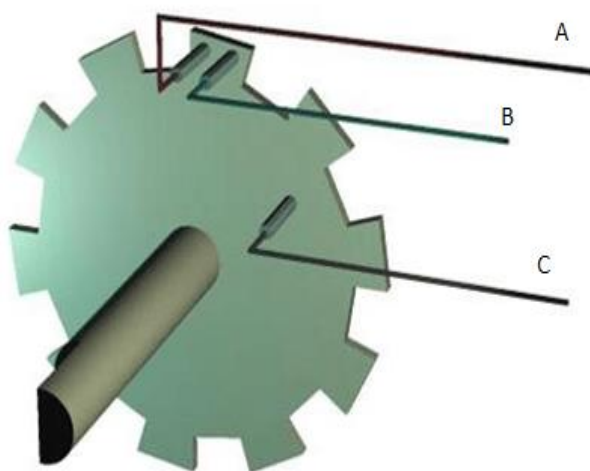


Slika 6: Xerox Alto – početak primjene računalog miša [5]



## 2.2. Način rada prvih računalnih miševa

Već prije spomenuti Bill English, tada pomoćnik Douglasa Engelbarta, tvorca prvog računalog miša, prebacuje se na posao u Xerox, gdje 1972. godine, predstavlja radni miš s pogonom na kuglu. Odlučio je da je izravno upravljanje kuglom nezgodno i nespretno te ju je stavio unutar miša i dva valjka uklanjaju njezinu rotaciju na obje osi. Kut rotacije odredio se tako što je korišten kontaktni davač (isto kao u vojnoj shemi 1952. godine). Bio je to disk s metalnim tragovima naslonjen na jednakim udaljenostima i s tri kontakta pritisnuta na njega (slika 7). Kada se valjak rotirao, disk se okretao, a kontakt je nestao ili se pojavio. Ovo je omogućilo praćenje u kolikoj mjeri se valjak okreće i u kojem smjeru. Ovaj računalni miš trebao se koristiti s grafičkim sučeljem, što je stvorilo potpuno novi način korištenja računala. Nestalo je korištenje nespretnih kontrolnih strelica te je došao lakši i brži način za kretanje po zaslonu. Problem kretanja u samo dvije osi bio je riješen, ali pojavio se niz drugih problema. Prvo, lopta se valjala po stolu i brzo je sakupljala prašinu i prljavštinu, što dovodi do zagušenja i onečišćenja valjka. Drugo, kontakti na koderima brzo su se izbrisali, što je smanjivalo točno upotrebe. A glavni problem bili su troškovi i činjenica da tada nije bilo grafičkih sučelja, stoga se izum mogao koristiti samo unutar tvrtke. Prvi kompjuter s mišem u prodaju je ušao tek 1981. [2]



Slika 7: Disk i valjak miša 1973. Godine [2]

Xerox Alto miš, prvi je miš koji se koristi na računalima s grafičkim sučeljem. Izgledao je kao blago zaobljena pravokutna plastična kutijica s tri velika gumba. Gumbi su imenovani „crveni, žuti i plavi“ iako su fizički gumbi bili svi crne boje.

Miš je registrirao kretanje velike čelične kuglice na njegovom donjem dijelu (slika 8). Relativni položaj lopte određuje postavljanje pokazivača na zaslon računala. [6]



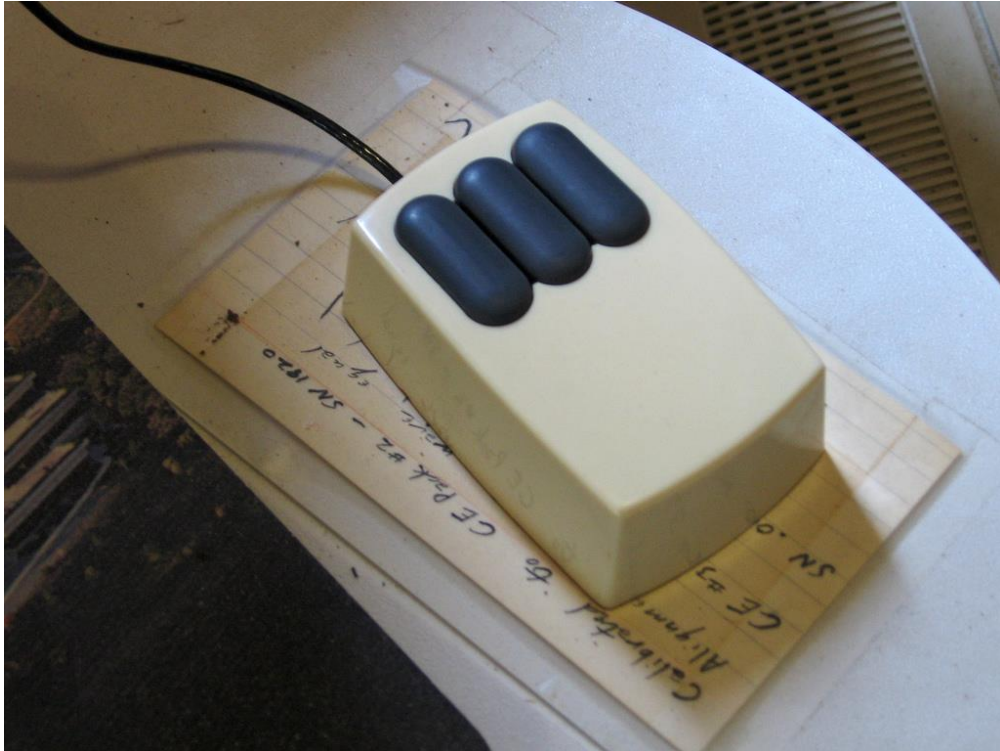
Slika 8: Donja strana Xerox Alto računalnog miša [6]

Unutar miša uočavamo crne sklopke s crvenim prekidačima koje aktiviraju tipke miša (slika 9). Kada se pomiče velika kuglica, senzori šalju podatke računalu za X i Y os. Kugla za praćenje smještena je u metalnom kućištu s ležajevima. Dva manja kuglična ležaja na rubu, unutar donje ploče miša, djeluju kao klizači. [6]



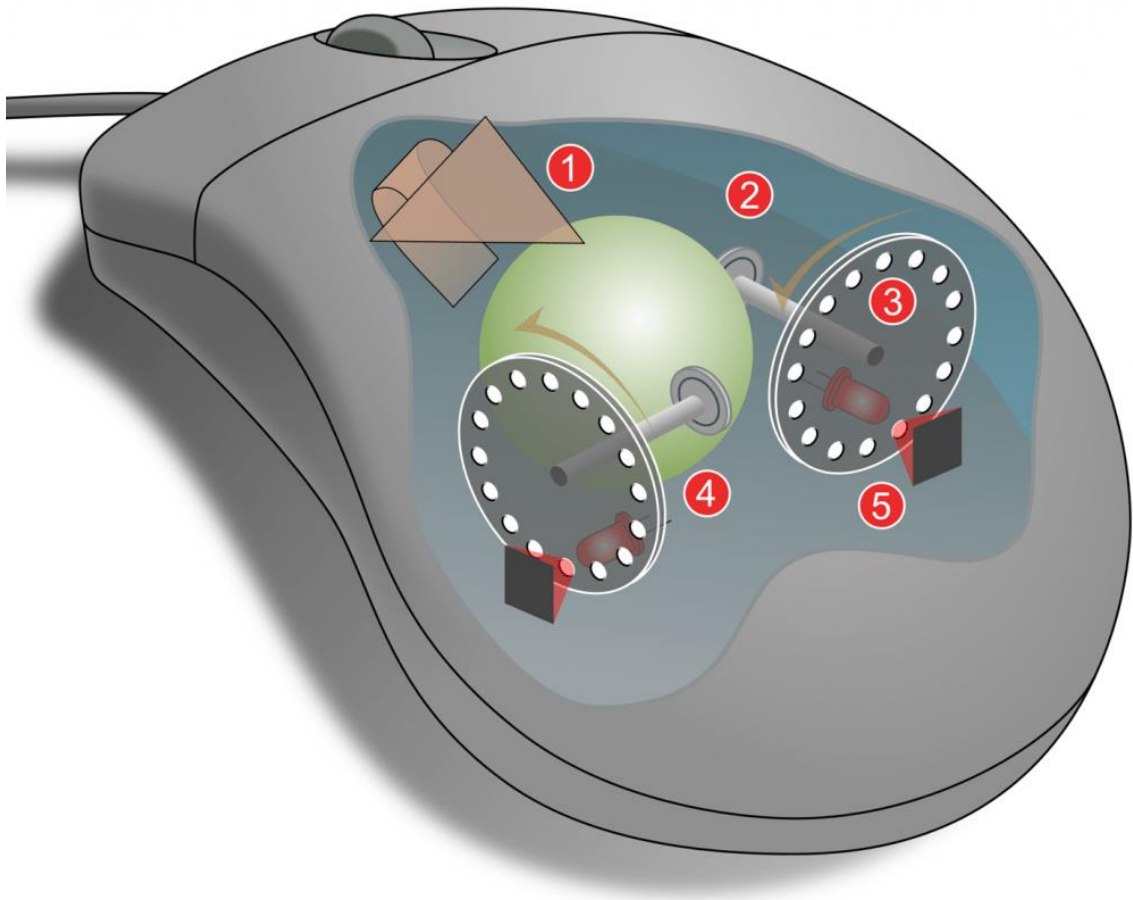
Slika 9: Prikaz unutarnjeg djela Xerox Alto računalnog miša [6]

Kasnije verzije miša Alto (slika 10) izgledale su identično kao izvorni miš s tri tipke na vrhu, ali su koristile optički dizajn. Optička verzija bila je u prednosti od osnovne zbog održavanja čelične kuglice. [6]



Slika 10: Prikaz Xerox Alto računalnog miša [6]

Xerox nastavlja razvijati vlastitu verziju miša s loptom. Loptica je radila u kontaktu s osovinama, koje su zauzvrat sjedile pričvršćene na kotače s rupama u njima (slika 11). Kako se miš kretao, osovine su uzrokovale okretanje kotača stvarajući svjetlosti koje su pulsirale kroz rupe na kolu. Senzori su tada mogli čitati svjetlosne impulse i na taj način znati u kojem se smjeru miš kretao. [3]



Slika 11: Princip rada miša s lopticom [3]

Budući da je Xerox radio prvenstveno s tvrtkama, ovaj izum nije bio naročito poznat među privatnim sektorom. Apple je sklopio ugovor zajedno s Xeroxom, gdje su dobili zajedničko vlasništvo nad Appleom, u zamjenu za korištenje Xeroxova razvijenog miša. Na taj je način miš proširen javnosti 1984. godine. [3]

### 2.3. Računalni miš za komercijalnu upotrebu

Jedan od glavnih nedostataka prvih računalnih miševa bila je njihova cijena. Znala je iznositi i do 400 američkih dolara. Ljudi su se s vremenom navikli raditi samo s tipkovnicom, te računalni miš po toj cijeni nije mogao uspjeti. Međutim, u tvrtci Apple prepoznali su potencijal računalnih miševa, pa su 1983. godine predstavili miš za svoje Lisa računalo (slika 12). [2]



Slika 12: Apple Lisa računalo [6]

Računalni miš stvoren za Apple Lisa računalo bio je među prvim prodani komercijalnim miševima (slika 13). Uključen je bio u sustav Lisa te je zasnovan na mišu iz 1970-ih godina.

Miš je koristio čelične kugle umjesto uobičajene gumene koja se nalazi u novijim i moderniji računalnim miševima. U Appleu su učinili veliki korak te smanjili cijenu na samo 25 američkih dolara. [2]

Na računalo se povezoao pomoću standardnog DE-9 priključka. Iako ga je razvio Apple, zapravo ga je dizajnirala tvrtka Hovey-Kelley, koja je izgradila stotine prototipova i provela iscrpna ispitivanja s fokusnim skupinama kako bi stvorila savršen uređaj. Njihova se upornost isplatila jer su dizajnirali uređaj na vrijeme što je rezultiralo skoro nepromjenjivim izgledom uređaja mnogo godina kasnije. Upravo je taj računalni miš uspostavio Appleov miš kao uređaj s jednom tipkom na više od 20 godina.



Slika 13: Apple Lisa računalni miš s jednom tipkom [6]

Dizajn koji su Xerox i Apple napravili, revolucionirao je način na koji možemo komunicirati i upravljati našim računalima. Ali ta revolucija se poprilično brzo zaustavila nakon tog prvog vala. Osim što miš postaje malo više ergonomski i bolje se uklapa u ruku od prvog kvadratnog miša, tehnologija se u sljedećih 10 godina nije puno promjenila. [3]



Tek od 1996. godine na tržištu se pojavio prvi računalni miš sa *scroll* funkcijom. Kasnije u 90-ima se pojavio i optički miš. Prednost mu je bila ta što se miš više nije morao čistiti od raznih vrsta prljavštine sakupljene oko kuglice. Optički je miš postojao već 80-tih godina, koji je djelovao prelazeći preko specifičnih prostirki koje su osjetile kretnju takvog miša, te se upravo od prostirke svjetlost odbijala te je dioda primila senzor na mišu. Drugi problem u to vrijeme je da su morali se smanjiti troškovi proizvodnje da bi se ova tehnologija mogla isporučiti za osobne korisnike. Naime, optički miš bio je mnogo skuplji od prijašnjeg, koji su radili na gotovo bilo kakvoj podlozi. [3]

Microsoft je popularizirao miš s pomičnim kotačićem, između dvije tipke, i to s izdavanjem svog poznatog miša IntelliMouse Explorer (slika 14). Pomični kotačić omogućio je jednostavno pomicanje kroz prozore. Optičkom mišu bila je prednost brzina i preciznost, što je olakšalo rad s grafičkim sučeljem. Isto tako su bili pouzdaniji jer se ništa nije trebalo čistiti, a manje su i šanse za lom bile pošto nije bilo mehaničkih elemenata. [7]



Slika 14: IntelliMouse Explorer [7]

1998. godine Apple izdaje prvi računalni miš koji je koristio USB sučelje (slika 15). [3]



Slika 15: Appleov računalni miš s USB sučeljem [8]

#### 2.4. Moderne verzije računalnih miševa

U jednu od važnijih godina ubrajamo i 1999. godinu, kada Agilent tvrtka revolucionira računalni svijet s prvim optičkim LED senzorom za računale miševe. Takav senzor je radio bez da mu je potrebna posebna podloga, praveći tako veliki pomak u tehnologiji optičkih senzora.

Microsoft prati tehnologiju Logitecha te izdaje svoj prvi bežični miš i tako započinje novi trend. Apple izdaje svoj prvi bežični miš 2003. godine i naziva ga *Apple Wireless Mouse* (slika 16). [7]



Slika 16: Apple Wireless Mouse – primjer bežičnog miša [2]



2004. godine pojavio se i prvi laserski računalni miš (slika 17). Prvi je s time krenuo Logitech. Takav miš najviše je pogodovao ljudima koji su igrali računalne igrice te im je takav uređaj davao prednost zbog svoje točnosti. Igrači su od tada zaslužni za poticanje tehnologije prema naprijed, a računalni miševi danas imaju bolje procesore te možete postaviti osjetljivost na miš kako bi što bolje odgovarao potrebama korisnika. Logitech ga naziva MX 1000 te je takav, laserski optički senzor, razvila tvrtka Agilent. Laserski senzor pruža puno veću preciznost od LED prethodnika. Općenito, laserski računalni miševi za obične korisnike nisu potrebni, ali igrači su zadovoljni s njime jer im pruža još bolje performanse i točnost koja im je potrebna. [3]



Slika 17: Prvi laserski računalni miš „Logitech MX 1000“ [9]

Četiri godine kasnije, 2008. godine, Logitech isporučuje svoj milijarditi računalni miš otkad ih je počeo prodavati 1982. godine. [3]

## 2.5. Ergonomski računalni miš

Na tržištu se pojavljuje i ergonomski računalni miš (slika 18). On, kao što mu i ime sugerira, namijenjen je za pružanje optimalne udobnosti i izbjegavanje ozljeda poput sindroma karpalnog tunela, artritisa i drugih ozljeda koje se ponavljaju tokom dužeg korištenja računalnih miševa. Dizajniran je tako da odgovara prirodnom položaju ruke i pokreta, kako bi se smanjila neugodnost pri radu.

Neki dizajni pokušavaju dlan postaviti vertikalnije, tako da kosti zauzimaju prirodniji položaj. Neki ograničavaju pomicanje zgloba, a potiču kretanje ruku, što može biti manje precizno, ali optimalnije s gledišta zdravlja. Miš se može nagnuti od palca prema dolje na suprotnu stranu te tako smanjiti pronaciju zgloba. Međutim, takve optimizacije mišem čine lijevu ili desnu ruku specifičnom, čineći tako veći problem za promjenu umorne ruke. Proizvođači su naišli na kritike pošto se na tržištu našlo mnogo više računalnih miševa za dešnjake nego ljevake. [2]



Slika 18: Ergonomski miš [2]

## 2.6. Moderne verzije *trackballa*

Što se tiče *trackballa*, od 2013. godine do 2020. godine, dvije velike tvrtke dominiraju tržištem, Logitech i Kensington. Logitech je svoju liniju proizvoda suzio na samo dva modela. Ostale manje tvrtke povremeno nude *trackball* u svojoj liniji proizvoda. Microsoft je proizvodio popularne modele, uključujući Microsoft Trackball Explorer (slika 19), ali je od tada ukinuo sve svoje proizvode.



Slika 19: Microsoft Trackball Explorer [2]

Logitech u rujnu 2017. godine objavljuje izdanje MX-Ergo Mouse-a (slika 20), koji je objavljen šest godina od njihovog posljednjeg *trackballa*. Bežični trackball donosi još veću preciznost i kontrolu pokazivača kada se upotrebljava na neadekvatnom prostoru. Ima prikladan *scroll* kotačić te lako dostupne *back/forward* tipke, koje olakšavaju rad na računalima. [10]



Slika 20: Logitech MX-Ergo Mouse iz 2017. Godine (izvor: mentor)

### 3. USPOREDBA TRACKBALLA I RAČUNALNOG MIŠA

U 2020. godini mnogi ljudi se nisu susreli s *trackballom* te ne znaju točno njegove prednosti nad uobičajenim računalnim mišem. Ljudi su više upoznati s vertikalnim, ergonomskim miševima i touchpadovima. Činjenica je, da postoji razlog zašto se *trackball* održao na tržištu do dan danas. S ergonomskog i produktivnog stajališta, *trackball* zapravo može biti bolji od uobičajenom računalnog miša koje trenutno većina ljudi koristi. [11]

#### 3.1. Vrste *trackballa*

Bitno je znati da postoje dvije glavne vrste *trackballa*.

1. *Trackball* kojim se upravlja palcem (slika 21) – ovakva vrsta *trackballa* ima oblik takav da se loptica nalazi na mjestu gdje je palac, a ostatak uređaja nalikuje normlanom mišu. S palcem se upravlja kuglicom za manevriranje pokazivača po ekranu, dok ostalim prstima možemo kliknuti lijevu i desnu tipku kao i pomicati *scroll* kotačić. U većini slučajeva, ovakva vrsta je napravljena za dešnjake. [11]



Slika 21: Trackball kojim se upravlja palcem [11]

2. *Trackball* kojim se upravlja s ostalim prstima (slika 22) – u ovoj verziji *trackballa*, lopticu kontroliramo pomoću kažiprsta ili srednje prsta (iako može biti i drugačija kombinacija svih pet prstiju). Veliki gumbi na bočnim stranama djeluju kao desni i lijevi gumb koje koristimo palcem, prstenjacom ili malim prstom. Neke verzije ove vrste *trackballa* imaju i scroll kotačić kojim se olakšava i pojednostavljuje prolazak kroz razne stranice i prozore na računalu. Jedna od glavnih prednosti ove vrste u usporedbi s verzijom *trackballa* u kojoj koristimo palac za pomicanje loptice je ta što je pogodna za upotrebu i desne i lijeve ruke. [11]



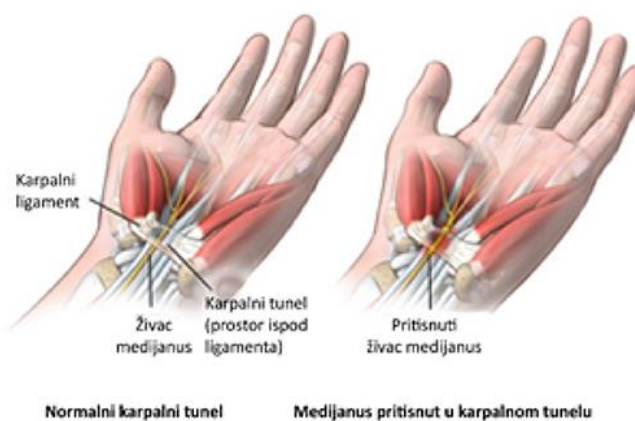
Slika 22: *Trackball* kojim se upravlja kažiprstom ili srednjim prstom [10]

Jedne od vrste bolesti koje se javljaju kada dulji vremenski period koristimo računalo su sindrom karpalnog tunela i tendinitis, a javljaju se zbog učestale i ponavljajuće uporabe zgloba i neprirodne rotacije podlaktica i ramena. Kod *trackballa* prilikom korištenja koristimo samo prste na ruci dok kod uobičajeg računalog miša za manipularanje koristimo veći dio ruke. Radi se o većim i manje nježnim mišićima kod korištenja *trackballa* koji imaju manju vjerojatnost da će se ozljediti u odnosu na mišiće potrebne za manipularanje običnim računalnim mišem. [11]

### 3.2. Prednosti *trackballa*

Neke od prednosti *trackballa* nad uobičajenim računalnim mišem su:

- *Minimalizacija pokreta* – osobama koje pate od takozvanih „ozljeda s ponavljajućim naprežanjem“ vrlo je bitno smanjiti pokrete pri radu s računalnim mišem. Takve ozljede najčešće su sindrom karpalnog tunela (slika 23), grčevi u rukama i upala tetive ruku koji nastaju zbog oblika uobičajenog računalnog miša i njegovog držanja potrebnog za rad. Pri korištenju *trackballa* ruke i ramena su u neutralnom položaju, pri čemu se većina pokreta odvija u palcu ili u različitoj kombinaciji prstiju. [11]



Slika 23: Presjek zdrave ruke i ruke sa simptomom karpalnog tunela [12]

- *Pomoć starijima i nemoćnima* – problem se javlja pri radu s pokazivačkim jedinicama kod starijih osoba ili osoba s invaliditetom, koji ne mogu mirno držati računalnog miša dok klikaju. S *trackballom*, međutim, pokazivač se može postaviti na točno odabrano mjesto na ekranu.



- *Pomoć osobama čije su ruke brzo umore* – kod takvih osoba dizajn *trackballa*, kojim se upravlja pomoću kažiprsta ili srednjeg prsta, mnogo pomaže jer omogućava rad s obje ruke. Omogućuje nam prebacivanje između lijeve i desne ruke za rad, ravnomjerno raspoređujući stres na obje strane.
- *Olakšava rad ljudima u uskim prostorima* – česti rad na laptopu na raznim mjestima (malom, zatrpanom uredskom stolu (slika 24), kafićima, rad u prirodi) zahtijeva vrlo malo ili nikakvo pomicanje pokaznih jedinica korisnika, zbog male ravne radne površine. Kod korištenja *trackballa*, uređaj ostaje potpuno miran dok se korisnik kreće po webu, označava određeni tekst ili pak otvara ili zatvara određene programe.



Slika 24: Primjer zatrpanosti radne površine [13]

- *Pogodan za putovanja* – osobama koje često putuju i koriste prijenosno računalo, a nemaju zaslon osjetljiv na dodir ili ne vole raditi s *trackpad-om*, bežični *trackball* je odlična alternativa malom putničkom mišu. U takvim situacijama sve se odnosi na prostor potreban za korištenje. Uz *trackball*, samo je dovoljno imati prostora za uređaj i pri tome imamo cijeli raspon pokreta. U prostorima poput aviona, gdje je radna podloga mali stolić, kompaktni putnički miš vrlo se teško koristi. Kod putničkog računalog miša je slučaj da ga moramo

moći koristiti u određenom ograničenom prostoru te ga to čini manje ergonomskim od *trackballa* u ovakvim situacijama. [11]

### 3.3. Nedostaci trackballa

Neki od nedostataka *trackballa* koje uočavamo nakon dužeg vremena korištenja su:

- *Lošija preciznost* – s vremenom kako se korisnik treba naviknuti na *trackball*, njegova će se točnost i preciznost poboljšati, međutim, za većinu ljudi ta preciznost nikada neće dostići onu razinu kao kod uobičajenog računalog miša. Razlog je u tome što je *trackball* osjetljiviji od računalog miša te samim time kuglica zahtijeva mnogo manje sile za pomicanje nego što to činimo pri pomicanju cijelog miša. Slučajni dodir na lopticu i pokazivač je izvan cilja na koji želimo kliknuti. To je razlog zašto su zadaci, poput odabira nekoliko slova unutar riječi ili povlačenja datoteke do odredišta, sporiji pomoću *trackballa*. [11]
- *Nepogodan za igranje igrice* – u ovome segmentu *trackball* gubi bitku s običnim mišem. Loptica na *trackballu* će uvijek biti sporija od kretnje računalog miša linearnom linijom od točke a do točke b. To je događa jer rotacija loptice pomiče pokazivač samo na određenu udaljenost na zaslonu. Uspoređujući to s računalnim mišem, kod kojega možemo jednim brzim pokretom ruke pomaknuti pokazivač s jedne strane ekrana na drugu u djeliću sekunde. [11]
- *Cijena uređaja* – Kada bi uzeli u obzir osobno korištenje u svome domu, cijena *trackballa* daleko prelazi cijenu prosječnog računalog miša. To može biti jedan od razloga zašto se mnogi ne odluče za kupovinu.



## 4. PRIMJENA U REGULATIVI

Proučavajući zakone i određene regulative u ovom području, primjetio sam da nema propisa koji regulira pokazivačke jedinice (dok postoji propis vezan za tipkovnice). U zakonima i propisima istaknute su profesionalne bolesti koje se mogu pojaviti upotrebom neergonomskih pokazivačkih jedinica.

Zakonski propisi koji reguliraju zaštitu pri radu s računalom u Republici Hrvatskoj:

- **Pravilnik o sigurnosti i zaštiti zdravlja pri radu s računalom (N.N., br. 69/05.);**

Članak 1. Ovim se Pravilnikom utvrđuju zahtjevi glede sigurnosti i zaštite zdravlja pri radu s računalom. Odredbe ovog Pravilnika na odgovarajući način se primjenjuju na rad kod kuće radnika ili u drugom prostoru, koji nije prostor poslodavca.

Članak 2. Radno mjesto s računalom ne smije biti izvor opasnosti od ozljede i oštećenja zdravlja radnika. Zahtjevi u pogledu osiguranja uvjeta za rad na siguran način na radnom mjestu s računalom utvrđeni su u Prilogu koji je sastavni dio ovog Pravilnika. [14]

- **Zakon o listi profesionalnih bolesti („N. N.“ br. 162/98.);**

Članak 3. redni broj 31. – Kronične periartritičke promjene (tendovaginitis, epikondilitis, burzitis, sindrom karpalnog kanala) uzrokovane kumulativnom traumom. Navedene su bolesti koje su stavljene na listu profesionalnih bolesti, a posljedica su „ponavljanih pokreta, stalnog pritiska, nefiziološkog položaja i mikrotrauma“ [15]

Ovaj pravilnik i zakon rezultat su implementacije europskog zakonodavstva u zakonodavstvo Republike Hrvatske, a direktno se nastavljaju na Direktivu Europske zajednice 90/270/EEC o minimalnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima za rad s računalom.

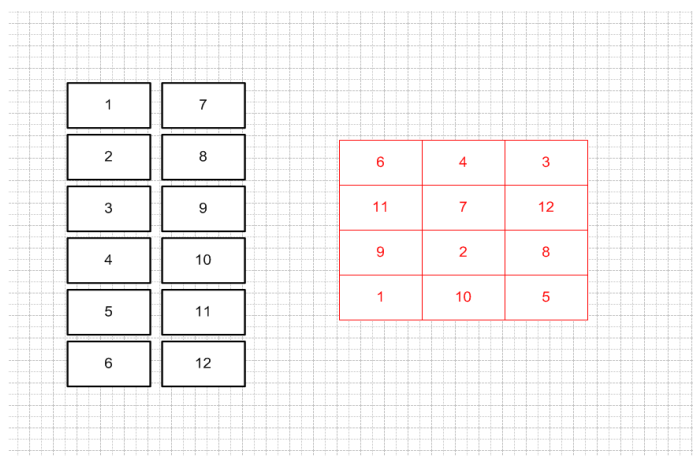
## 5. EKSPERIMENTALNI RAD

Osim teoretskog djela, u ovome radu sam se posvetio i jednom testnom predlošku (slika 25) kako bi testirao brzinu, preciznost i naviku korisnika na *trackball*.

Pri odabiru pokazivačkih jedinica, vrlo je bitno uzeti u obzir namjenu za koju se koristi. Kupnja *trackballa* za osobnu upotrebu na računalu nije isplativa, prvenstveno zbog bolje preciznosti računalnog miša nad *trackballom*, visoke cijene *trackballa* te kratkog vremena korištenja računala u usporedbi s radnim mjestom. Isto tako, potrebno je određeno vrijeme privikavanja na *trackball*, da bi dosegao brzinu korištenja kao kod računalog miša. U obzir uzimamo *trackball* ako koristimo prijenosno računalo, gdje nam može pomoći u situacijama kada podloga za korištenje nije ravna ili je malo manevarskog prostora. Ipak, pri odabiru pokazivačkih jedinica radnog mjesta za računalom, najveću pažnju treba posvetiti zdravstvenom aspektu odnosno koja jedinica najmanje šteti zdravlju radnika pri obavljanju posla. U tom segmentu najveću prednost ima *trackball*, zbog toga što se aktivira puno manji broj mišića prilikom njegovog korištenja.

### 5.1. Metodologija rada

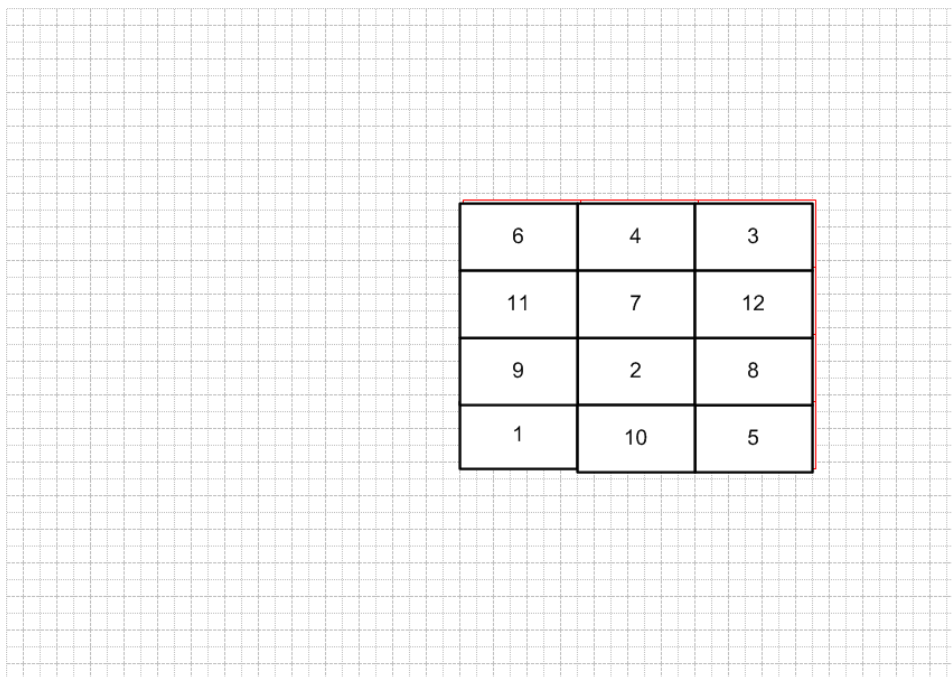
Zadatak je bio jednostavan, u MS Visiu premjestiti označene pravokutnike s lijeve strane, s njihovim oznakama s desne strane. Niti jedan korisnik prije ovog kratkog testa nije se susreo s *trackballom* ranije.



Slika 25: Izgled testnog predloška (izvor: Karlo Aralica)

## 5.2. Prikaz rezultata istraživanja

Svaka osoba imala je tri pokušaja da što prije savlada postavljeni zadatak. (slika 26)



6	4	3
11	7	12
9	2	8
1	10	5

Slika 26: Rješenje zadatka (izvor: Karlo Aralica)

Ispitanici su za početak morali povezati određene pravokutnike s njihovim pripadajućim brojevima s desne strane što su brže mogli. Taj dio zadatka ponovili su tri puta kako bi analizirao poboljšavaju li se vremena nakon svakog pokušaja. Nakon toga, svaki ispitanik je proveo 20 do 30 minuta na računalu koristeći *trackball* kako bi se bolje upoznao s njime. To je uključivalo najviše pretraživanje po internetu, otvaranje i zatvaranje određenih programa, označavanje teksta i njegovo kopiranje. Zatim su opet pristupili istom zadatku i pokušali poboljšati vrijeme obaljavljanja zadatka kao i preciznost. Vremena su se u većini slučajeva popravila ili su ostala ista. Nakon toga, ispitanici su opet pristupili zadatku, ali ovoga puta koristeći uobičajeni računalni miš kojeg svi koriste svakodnevno. Kako i rezultati pokazuju, svi ispitanici su brže i preciznije obavili zadani zadatak.

Tablica 1: Rezultati ispitivanja

	1.	2.	3.	Pokušaj nakon korišten ja od 20 minuta	Upotreba računalno g miša	Spol	Stručna sprema	Dob
	Pokušaj	Pokušaj	Pokušaj					
<b>Ispitanik 1</b>	0.45	0.42	0.37	0.36	0.26	M	SSS	24
<b>Ispitanik 2</b>	0.52	0.42	0.33	0.33	0.29	M	VSS	24
<b>Ispitanik 3</b>	0.55	0.50	0.47	0.42	0.28	M	Student	23
<b>Ispitanik 4</b>	0.55	0.42	0.35	0.36	0.26	M	VŠS	24
<b>Ispitanik 5</b>	0.57	0.55	0.49	0.40	0.30	Ž	Student	21
<b>Ispitanik 6</b>	1.04	0.58	0.58	0.50	0.35	Ž	Student	23
<b>Ispitanik 7</b>	0.50	0.51	0.44	0.44	0.30	Ž	Student	24
<b>Ispitanik 8</b>	1.01	0.50	0.48	0.43	0.29	Ž	VŠS	29
<b>Ispitanik 9</b>	0.46	0.41	0.36	0.35	0.27	M	VSS	33
<b>Ispitanik 10</b>	1.50	1.39	1.31	1.26	0.50	Ž	SSS	59

### 5.3. Analiza rezultata i rasprava

Vrijednosti u tablici prikazane su u minutama. Kako smo i očekivali, većina rezultata pokazuje da se nakon prvog korištenja, rezultati poboljšavaju te korisnici se polako privikavaju na uređaj. Taj rezultat je još bolji nakon vremena provedenog služeći se *trackballom* dvadeset minuta kroz razne aplikacije i programe na računalu. Svi ispitanici, osim roditelja, svakodnevno koriste računalo te je bilo za očekivati da se oni malo teže snađu u zadatku.

Nakon obavljenog zadatka, mišljenja ispitanika su se ipak promjenila. Lagano naviknuti na uređaj, uočili su neke njegove prednosti, ali i mane. U testnom predlošku, „na ruku“ *trackballu* nije išla činjenica da se traži detaljna preciznost u odnosu na računalnog miša, u čemu ipak *trackball* još malo zaostaje. Tu utrku gubi zbog njegove osjetljivosti, koja je mnogo veća nego kod uobičajenog računalnog miša.

Ipak, kada se radilo o pregledavanju interneta, otvaranje i zatvaranje različitih prozora, većina je izrazila zadovoljstvo korištenjem *trackballa*. Lakša je upotreba kada se radi o dužim hodovima pokazivača. Vrijeme potrebno da se osoba, koja se do tada nije susrela s takvim uređajem, privikne na njega ovisi o pojedincu, ali po mojoj procjeni bi iznosila oko 15 minuta, sudeći po deset ispitanika koje sam mogao pratiti.

Pravi rezultat i sav potencijal *trackballa* mogli bi provjeriti kada bi uređaj koristila osoba na radnom mjestu, kroz duži vremenski period. Time bi mogla uvidjeti manje opterećenje većeg djela ruke.

Zanimljivo je pratiti koliko vremena treba da se osoba privikne na uređaj s obzirom na dugogodišnje korištenje običnog računalog miša. U zadatku sam stoga, izmjerio vremena tako da je osoba uzela u ruke *trackball*, upoznala se samo sa njegovim izgledom te je odmah pristupila zadatku.

Prije samog korištenja većina ispitanika je bila skeptična, najviše radi načina rada te i zbog samog izgleda uređaja. Mnogi su rekli kako ne vide smisao uređaja te su izrazili mišljenje kako *trackball* ne može parirati računalom mišu u preciznosti i brzini.

Nakon toga trebalo je vidjeti, hoće li se njihovo mišljenje promijeniti nakon određenog vremena korištenja uređaja. Slika 26 prikazuje kako treba izgledati rješenje zadatka postavljenog ispitanicima.

*Trackball* koji sam koristio tokom ispitivanja, dobiven od strane mentora, je *Logitech Trackball Mouse T-BB18* (slika 27).



Slika 27: Logitech Trackball Mouse T-BB18 [7]

Nakon što su svi završili sa zadatkom, mogli smo odrediti najčešće pogreške koje se javljaju kod ljudi općenito koji se prvi puta susretnu s *trackballom*, a to su:

- *Pomicanje cijelog uređanja* – prva i logična greška koju će napraviti većina ljudi koji su se prebacili s uobičajenog računalog miša na *trackball*, je ta da nakon par minuta pomaknu uređaj u nekom smjeru umjesto manevriranja lopticom, koja određuje kretanju pokazivača na ekranu. Naravno, teško je u trenu zaboraviti naviku stečenu godinama u samo par minuta te je vrijeme potpunog privikavanja na *trackball* malo duže.

- *Promašivanje lijeve i desne tipke* – ovaj problem nastaje zbog toga što su tipke kod *trackballa* nisu na identičnoj poziciji kao kod računalnog miša. Blago su ukošene prema desno, jer loptica zauzima veći dio prostora na gornjem djelu *trackballa*. Radi toga, ponekad se dogodi da se umjesto desne tipke pritisne *scroll* tipka.

Na kraju testa, ispitanicima sam dao na korištenje laptop na neravnoj podlozi (može biti krevet, kauč, stolica) te smo bez korištenja *touchpada*, usporedili brzinu i praktičnost računalnog miša i *trackballa*. Rezultat je bio jasan, *trackball* tu ima očiglednu prednost s obzirom da mu nije potrebna niti podloga niti radni prostor. Ispod računalog miša stavili smo knjigu kao podlogu, te pokušali napraviti par zadataka, no povremeni izgubljeni pokret radi podloge i mala manevarska površina otežale su zadatak. *Trackball* se tu odlično koristi i dobro je rješenje za upotrebu računala ili laptopa kada nije na ravnom stolu.

## 6. MIŠLJENJE I PREPORUKE

Uspoređujući ove dvije koncepcije kroz duži vremenski period, mogao sam primjetiti razliku između njih te uočiti svrhu i potencijal *trackballa*. Koristeći ga često, primjeti se razlika u broju pokreta potrebni za njegovo korištenje i aktivacija manjeg broja mišića su najveća prednost *trackballa*. Svakodnevno pregledavanje po internetu, listanje slika i stranica te otvaranje i zatvaranje prozora, laka su zadaća za korisnika koji se već pomalo navikao na njega. Sjedeći za računalom na radnom stolu korištenje ide glatko, no jedna od većih prednosti je kada želimo koristiti ga u nekom drugom položaju te je tako odličan za upotrebu na krevetu, gdje nemamo neku tvrdu površinu za računalni miš i odlična je zamjena za *touchpad* na laptopu.

Prilikom svakodnevnog višesatnog korištenja računala, u potpunosti je ispravno izabrati *trackball*. Njegova upotreba smanjuje uvelike rizik od raznih bolesti ruku i pruža mirnoću tokom korištenja. Ipak, koristeći ga par mjeseci na dnevnoj bazi za osobne potrebe, uočavam da na kraće periode korištenja ili brzog i točnog obavljanja nekih radnji, *trackball* nije bolja solucija u usporedbi s računalnim mišem. Probao sam ga koristiti i u par računalnih igrica, gdje se primjećuje kako je potrebno veliko strpljenje za usavršavanje s njime, zbog toga što je u tom području korak iza računalnog miša.

Smatram da je kombinacija računalog miša i *trackballa* najbolje rješenje za privatno korištenje računala. Ukoliko smo odlučili malo surfati u ležećem položaju, opušteni i ne provodimo mnogo vremena ispred ekrana ili pak imamo plan veći dio dana provesti za računalom, u obzir svakako trebamo uzeti *trackball*. Rad na neravnoj i nestabilnoj površini mu ne smeta, a ako više sati radimo nešto na računalu, korisno je odmoriti ruku i prste od napora te zamjeniti računalni miš *trackballom*. S druge strane, preciznost i brzina bitni su čimbenici u odabiru pokazivačke jedinice, stoga većina korisnika izabire računalnog miša. Za prosječno korištenje računala kod kuće je idealan, brz u zadacima i precizan za korištenje. Izbor računalnih miševa je mnogo veći i cijene su prihvatljivije. Isto tako, kod igranja računalnih igrica ima daleko veću prednost nad *trackballom*. Osobna preporuka je kombinirano korištenje obje pokazivačke jedinice, jer se tako postigne najbolji rezultat gledano sa strane sigurnosti i lakoće korištenja.



## 7. ZAKLJUČAK

Jedan od glavnih zadataka ergonomije općenito je prilagođavanje radne okoline radniku i smanjenje zdravstvenih problema. Opće je poznato da zdravi i zadovoljni radnici pružaju najbolje rezultate te zbog toga, primjenom ergonomskih pravila, povećati ćemo produktivnost i sigurnost. U današnjem svijetu, puno ljudi provodi mnogo vremena ispred računala, bilo to poslovno ili za osobne potrebe. U ovom radu analizirali smo korisnost *trackballa* kao zamjenu za opće rasprostranjenog računalnog miša.

Rad na računalu mnogo je lakši, jer je dovoljno držati ruku na ergonomski oblikovanoj podlozi te upravljati pomoću palca ili drugih prstiju, bez dodatnog pomicanja ruke. Pošto je za rad *trackballa* potrebna minimalna snaga, on će i najslabiji dodir na kuglicu pretvoriti u precizan pomak pokazivača na ekranu. Glavna prednost *trackballa* očituje se u tome što mu nije potrebna ravna podloga niti velika površina. Za razliku od računalog miša, njegova radna površina je jednaka veličini samog uređaja te nije potrebno pomicati ruku, već laganim dodirima po njegovoj kugli postizemo pomicanje pokazivača. *Trackball* možemo držati ili u rukama ili u krilu, pošto ne ovisi o površini na koju je stavljen. Isto tako, pogodan je i za korisnike koji se bave grafičkim uređivanjem, projektiranjem i crtanjem, kao i onima kojima su važni fini pokreti pokazivača i preciznost.

Ljudi iz dana u dan pokušavaju unaprijediti radna mjesta, prvenstveno bazirajući se na zdravlje i sigurnost radnika. U ovom slučaju na tržište dolaze ergonomski računalni miševi i *trackball* kako bi smanjili broj pokreta putem kojih naprežemo razne mišiče. Neke od najčešćih ozljeda na radu pri dugotrajnom korištenju pokazivačkih jedinica su sindrom karpalnog tunela, grčevi u rukama i upala tetive ruku. Razvojem tehnologije i izučavanjem ergonomije radnog mjesta primarni cilj nam je minimalizirati bilo kakve ozljede na radnom mjestu.

Što se tiče korištenja računala na uredskom radnom mjestu, svakako bi se trebali odlučiti za *trackball*, dok za privatno korištenje bih preporučio kombinirano korištenje ove dvije jedinice jer s time postizemo najefikasniji rezultat. Sigurnost radnika na radnome mjestu nam je primarna zadaća pri utvrđivanju sredstava za rad.

## 8. LITERATURA

- [1] „Oral-History:Ralph Benjamin“, intervju, 2005., dostupno na; [https://ethw.org/Oral-History:Ralph\\_Benjamin](https://ethw.org/Oral-History:Ralph_Benjamin); pristupljeno 1.6.2020.
- [2] „Ukratko računalni miš. Povijest pojave i raznolikost računalnih miševa.“, Zagreb, 2019., dostupno na; <https://beasthackerz.ru/hr/vkontakte/kompyuternaya-mysh-kratko-istoriya-poyavleniya-i-raznovidnosti.html>; pristupljeno 1.6.2020.
- [3] Gunnarsson Elin, „The history of the computer mouse“, Zagreb, 2019., dostupno na; <https://www.soluno.com/computermouse-history/>; pristupljeno 1.6.2020.
- [4] Bulow Ralf, „Auf den Spuren der deutschen Computermaus“ (Na tragu njemačkog računalog miša), 2009., dostupno na; <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Auf-den-Spuren-der-deutschen-Computermaus-216255.html>; pristupljeno 2.6.2020.
- [5] Xerox Alto, History – Computer, dostupno na; <https://history-computer.com/ModernComputer/Personal/Alto.html>; pristupljeno 2.6.2020.
- [6] The Xerox Alto Mouse, dostupno na; <https://www.oldmouse.com/mouse/xerox/alto.shtml>; pristupljeno 2.6.2020.
- [7] Zimo - Povijest računalnog miša, članak, 2011., dostupno na; <https://zimo.dnevnik.hr/clanak/povijest-racunalnog-misa-photo---407576.html>; pristupljeno 1.6.2020.
- [8] Adam C. Engst – The six worst Apple products of all time, 2009., dostupno na; <https://www.macworld.com/article/1138404/macat25-worstproducts.html>; pristupljeno 3.6.2020
- [9] R. Vreulis – Logitech izdaje MX1000 laserski bežični miš, 2004., dostupno na; <https://tweakers.net/nieuws/33988/logitech-brengt-mx1000-laser-cordless-mouse-uit.html>; pristupljeno 4.6.2020.

- [10] T. Brant – Logitech MX Ergo Wireless Trackball Mouse Review, 2017., dostupno na; <https://www.pcmag.com/reviews/logitech-mx-ergo-wireless-trackball-mouse/>; pristupljeno 4.6.2020
- [11] George C., „Trackball vs Regular mouse – when and for whom?“, 2019., dostupno na; <http://ergonomictrends.com/trackball-vs-regular-ergonomic-mouse/>; pristupljeno 6.6.2020.
- [12] R. Bilić – Sindrom karpalnog kanala ili tunela, članak, dostupno na; <https://bilicvision-ortopedija.hr/sindrom-karpalnog-kanala-ili-tunela/>; pristupljeno 5.6.2020.
- [13] A. Fox – Why you need a trackball mouse, 2018., članak, dostupno na; <https://www.maketecheasier.com/why-you-need-trackball-mouse/>; pristupljeno 5.6.2020.
- [14] Pravilnik o sigurnosti i zaštiti zdravlja pri radu s računalom (Narodne novine 69/05), dostupno na; [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005\\_06\\_69\\_1354.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_06_69_1354.html); pristupljeno 6.6.2020.
- [15] Zakon o listi profesionalnih bolesti (Narodne novine 162/98), dostupno na; [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1998\\_12\\_162\\_1994.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1998_12_162_1994.html); pristupljeno 6.6.2020.

## 9. PRILOZI

### 9.1. Popis slika

Slika 1: Rana verzija trackballa [3] .....	5
Slika 2: Prototip prvog računalnog miša [2] .....	6
Slika 3: Prototip prvog računalnog miša [3] .....	6
Slika 4: Prvi računalni miš [2] .....	7
Slika 5: Rollkugel (njem. kotrljajuća lopta) [4] .....	8
Slika 6: Xerox Alto – početak primjene računalnog miša [5].....	9
Slika 7: Disk i valjak miša 1973. Godine [2] .....	10
Slika 8: Donja strana Xerox Alto računalnog miša [6] .....	11
Slika 9: Prikaz unutarnjeg djela Xerox Alto računalnog miša [6] .....	11
Slika 10: Prikaz Xerox Alto računalnog miša [6] .....	12
Slika 11: Princip rada miša s lopticom [3] .....	13
Slika 12: Apple Lisa računalo [6] .....	14
Slika 13: Apple Lisa računalni miš s jednom tipkom [6].....	15
Slika 14: IntelliMouse Explorer [7] .....	16
Slika 15: Appleov računalni miš s USB sučeljem [8].....	17
Slika 16: Apple Wireless Mouse – primjer bežičnog miša [2] .....	17
Slika 17: Prvi laserski računalni miš „Logitech MX 1000“ [9].....	18
Slika 18: Ergonomski miš [2] .....	19
Slika 19: Microsoft Trackball Explorer [2].....	20
Slika 20: Logitech MX-Ergo Mouse iz 2017. Godine (izvor: mentor).....	20
Slika 21: Trackball kojim se upravlja palcem [11] .....	21
Slika 22: Trackball kojim se upravlja kažiprstom ili srednjim prstom [10] .....	22
Slika 23: Presjek zdrave ruke i ruke sa simptomom karpalnog tunela [12].....	23
Slika 24: Primjer zatrpanosti radne površine [13] .....	24
Slika 25: Izgled testnog predloška (izvor: Karlo Aralica) .....	27
Slika 26: Rješenje zadatka (izvor: Karlo Aralica).....	28
Slika 27: Logitech Trackball Mouse T-BB18 [7] .....	31

## 9.2. Popis tablica

Tablica 1: Rezultati ispitivanja .....	29
--	----