

# Prikaz i analiza ergonomskih metoda

---

**Abičić, Tomislav**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:093297>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Tomislav Abičić**

Zagreb, 2022/2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Doc. dr. sc. Tihomir Opetuk

Student:

Tomislav Abičić

Zagreb, 2022./2023.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svome mentoru Doc. dr. sc. Tihomiru Opetuku na savjetima i pomoći koju mi je pružio prilikom izrade rada.

Također se zahvaljujem i svojoj obitelji na podršci kroz cijeli moj preddiplomski studij.

---

Tomislav Abičić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispите  
Povjerenstvo za završne i diplomске ispите studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 – 04 / 23 – 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 23 -	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Tomislav Abičić**

JMBAG: **0035220449**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Prikaz i analiza ergonomskih metoda**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Review Presentation and analysis of ergonomic methods**

Opis zadatka:

Ergonomija kao znanstvena disciplina, koja stavlja čovjeka u središte predstavlja važan element kod uvođenja Industrije 5.0 u poduzeća. Uz Ergonomiju važnost ima i područje Studija rada i vremena. Ono se kao znanstvena disciplina bavi proučavanjem pokreta i mjeri vremena koja su potrebna za izvršavanje istih. U području organizacije proizvodnje predstavlja znanstvenu disciplinu čiji je zadatak da se znanstvenim metodama, logičkim, cjelovitim i sustavnim analizama nekog rada dođe do optimalno oblikovanog načina rada, i realno potrebnog vremena izrade (norme). Kao takva koristi se za dobivanje podataka vezanih uz vrijeme potrebno za izvođenje operacija što predstavlja osnovu za primjenu ergonomskih metoda.

Ergonomija je znanost koja obuhvaća sadržaj više znanstvenih disciplina u jednu cjelinu. Njezin primarni cilj je omogućiti povoljno i sigurno radno okruženje čovjeku prilikom obavljanja radnih zadataka koji iziskuju interakciju sa strojevima ili okolinom. Smisao i zadaća ergonomije je uskladiti navedene dijelove sustava iz sastavnih dijelova znanosti o radu: antropometrije, fiziologije rada, psihologije rada, sociologije rada, tehnologije rada, pedagogije rada, organizacije rada. Da bi se izračunao utjecaj rada na čovjeka koriste se ergonomske metode.

U radu je potrebno:

- Dati pregled područja Ergonomije i Studija rada i vremena.
- Prikazati i analizirati ergonomske metode kao što su:
  - o Brza procjena cijelog tijela, eng. Rapid Entire Body Assessment-REBA.
  - o Brza procjena gornjih ekstremiteta, eng. Rapid upper limb assessment-RULA.
  - o Metoda procjene rizika za šaku i ruke, eng. Hand Arm Risk-assessment method-HARM.
  - o Itd.
- Prikazati studije slučaja za neke od analiziranih metoda.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

Datum predaje rada:

Predvideni datumi obrane:

30. 11. 2022.

1. rok: 20. 2. 2023.  
2. rok (izvanredni): 10. 7. 2023.  
3. rok: 18. 9. 2023.

1. rok: 27. 2. – 3. 3. 2023.  
2. rok (izvanredni): 14. 7. 2023.  
3. rok: 25. 9. – 29. 9. 2023.

Zadatak zadao: *Opetuk*

Predsjednik Povjerenstva:

Doc. dr. sc. Tihomir Opetuk

Prof. dr. sc. Branko Bauer

**SADRŽAJ**

1. UVOD.....	1
1.1. Studija rada i vremena.....	1
1.1.1. Vrijeme proizvodnje .....	3
1.2. Povijest ergonomije.....	5
2. ERGONOMIJA .....	8
2.1. Podjela ergonomije .....	10
2.2. Vrste ergonomije.....	11
2.3. Ergonomija pri oblikovanju radnog mjesta.....	12
2.4. Rad za računalom.....	14
2.4.1. Opterećenja prilikom rada na računalo .....	15
2.4.2. Ergonomska načela oblikovanje radnog mjesta s računalom .....	16
3. ERGONOMSKE METODE.....	21
3.1. Opće metode .....	22
3.1.1. REBA – brza ergonomska procjena za cijelo tijelo .....	23
3.1.2. OWAS metoda .....	24
3.1.3. NIOSH metoda – istraživanje mišićno-koštanog naprezanja .....	25
3.1.4. MODAPTS metoda.....	25
3.1.5. PLIBEL metoda .....	28
3.1.6. DMQ metoda .....	30
3.1.7. PDA tehnologija.....	30
3.2. Metode primjenjive na gornje udove, vrat i leđa .....	30
3.2.1. HARM metoda.....	30
3.2.2. RULA metoda .....	31
3.2.3. LiFFT metoda .....	32
3.2.4. DUET metoda .....	32
3.2.5. WISHA metoda.....	33
3.2.6. QEC metoda.....	34
3.2.7. Indeks naprezanja.....	34
3.2.8. OCRA metoda – indeks i lista .....	36
3.2.9. LMM .....	37
4. POSTUPCI PROVOĐENJA REBA, RULA I OWAS METODA .....	40
4.1. Postupak izvođenja REBA metode .....	40
4.2. Postupak izvođenja RULA metode.....	42
4.3. Postupak izvođenja OWAS metode.....	45
5. STUDIJE SLUČAJA ZA ERGONOMSKE METODE. ....	49
5.1. Primjena RULA i NIOSH metode – studija slučaja [13].....	49
5.2. Primjena RULA, REBA i NIOSH metode – studija slučaj [14].....	52
5.3. Primjena OWAS i REBA metode – studija slučaja [15] .....	54
6. ZAKLJUČAK.....	58

**POPIS SLIKA**

Slika 1. Podjela studije rada [4] .....	1
Slika 2. Podjela dodatnog vremena [4] .....	5
Slika 3. Sustav obuhvata ergonomije [5] .....	8
Slika 4. Podjela znanosti o radu [4] .....	9
Slika 5. Podjela ergonomije [2] .....	10
Slika 6. Ozljeđe na radu u 2020. godini [6] .....	12
Slika 7. Prikaz pravilnog i nepravilnog sjedenja [9] .....	16
Slika 8. Zaslon [2] .....	17
Slika 9. Tipkovnica [9] .....	17
Slika 10. Ergonomski oblikovano radno mjesto [2] .....	18
Slika 11. Stolica [2] .....	19
Slika 12. Koraci za prilagođavanje radnog stola [2] .....	19
Slika 13. Podjela tijela u regije prema NIOSH-u .....	25
Slika 14. Prikaz HARM procjene za pojedine poslove [4] .....	31
Slika 15. Liste za izračun indeksa naprezanja [10] .....	35
Slika 16. Obrazac za računanje OCRA indeksa [8] .....	37
Slika 17. Uređaj za praćenje pokreta leđa – LMM [12] .....	39
Slika 18. Primjer statičke obrade podataka pri uporabi LMM-a [12] .....	39
Slika 19. REBA radni list .....	41
Slika 20. RULA radni list .....	44
Slika 21. Položaji tijela po OWAS-u [15] .....	47
Slika 22. Prikaz kategorija rizika u Win-OWAS .....	48
Slika 23. RULA analiza [15] .....	56
Slika 24. Preporuke [15] .....	57

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Prikaz therbligsa (proširena verzija od strane Barnes-a) [2] .....	6
Tablica 2. Najčešće korištene metode za analizu položaja tijela [2].....	22
Tablica 3. Prikaz vrednovanja pokreta prema MODAPTS metodi [2] .....	27
Tablica 4. Matrica za ocjenjivanje opterećenja radnika PLIBEL metodom [2].....	29
Tablica 5. OMNI - RES tablica [4] .....	33
Tablica 6. Razina rizika po REBA metode .....	40
Tablica 7. Razina rizika po RULA metodi.....	43
Tablica 8. Rezultati provedenih metoda [13] .....	51
Tablica 9. REBA rezultat - izuzimanje predmeta s police [14] .....	53
Tablica 10. RULA rezultat - očitavanje proizvoda [14] .....	53
Tablica 11. NIOSH rezultat - pripremanje proizvoda [14] .....	54
Tablica 12.OWAS analiza [15] .....	55



---

## **POPIS KRATICA**

ACWC - Army Computer Workstation Checklist

DMQ - Dutch Musculoskeletal Questionnaire

DUET - Distal Upper Extremity Tool

EU – Europska unija

HARM - Hand Arm Risk-assessment method

HCI – Human Computer Interaction

IEA - International Ergonomics Association

LCD – liquid crystal display

LiFFT - The Lifting Fatigue Failure Tool

LMM – Lumbar Motion Monitor

MODAPTS - Modular Arrangement of Predetermined Time Standards

NIOSH - The National Institute for Occupational Safety and Health

OCRA - Occupational Repetitive Action

OMNI RES - OMNI-Resistance Exercise Scale

OWAS - Ovako Working Posture Analysing System

QEC - Quick Exposure Checklist

PDA - Personal Digital Assistant

PLIBEL - Plan för identifiering av Belastningsfaktorer

REBA - Rapid Entire Body Assessment

RULA - Rapid upper limb assessment

---

## POPIS OZNAKA

$K_a$  – koeficijent djelovanja okoline

$K_d$  – dopunski koeficijent

$K_n$  koeficijent zamora

$t_d$  – dodatno vrijeme

$t_p$  – vrijeme obavljanja pomoćnih poslova

$t_p$  – vrijeme pripreme

$t_{pz}$  – vrijeme pripreme radnog mjesta

$t_t$  – vrijeme potrebno za izvršavanje efektivnog rada

$t_z$  – završno vrijeme

---

**SAŽETAK**

U ovom radu bit će obrađena tema znanstvene discipline zvane ergonomija te njenih metoda i njihovih primjena i načina izvođenja. Također na samome početku rada obradit će se pojam studij rada i vremena koji je usko povezan uz ergonomiju. Na to će se ukratko obraditi povijest ergonomije i njezini utjecaju kroz povijest od najranijih početaka čovječanstva. Ovaj uvod je potreban kako bi se bolje i jednostavnije shvatilo poimanje ergonomije i zadatak ovog rada. Nakon odrađenog uvoda bit će odrađen sam pojam ergonomije te njezini značaj u industriji, pri konstruiranju radnog mjesta i poboljšanju izvođenja što boljeg i ugodnijeg posla. Zadnje što će biti prikazano i objašnjeno u ovom radu je ujedno i tema ovoga rada a to su ergonomijske metode. Objasnit će se najpoznatije metode i one koja se najčešće primjenjuju kao što su REBA, RULA, OWAS i mnoge druge. Na samom kraju prikazat će se nekoliko studija slučaja primjene nekih od ergonomijskih metoda te kako one utječu na poboljšanje rada.

Ključne riječi: ergonomija, studij rada i vremena, ergonomijske metode

---

**SUMMARY**

This paper will deal with the subject of scientific discipline called ergonomics and its methods and their application and methods of execution. Also, at the very beginning of the work, the term study of work and time, which is closely related to ergonomics, will be discussed. The history of ergonomics and its influence throughout history from the earliest beginnings of mankind will be briefly discussed. The introduction is necessary in order to better and more easily understand the concept of ergonomics and the task of this paper. After the introduction, the very concept of ergonomics and its importance in industry, when designing the workplace and improving the performance of the best and most pleasant work will be discussed. And the last thing that will be shown and explained in this paper is actually the topic of this paper, which is ergonomics methods. The most famous methods and those that are most often applied, such as REBA, RULA, OWAS and many others, will be explained. At the very end, several case studies of the application of some of the ergonomic methods and how they affect work improvement will be presented.

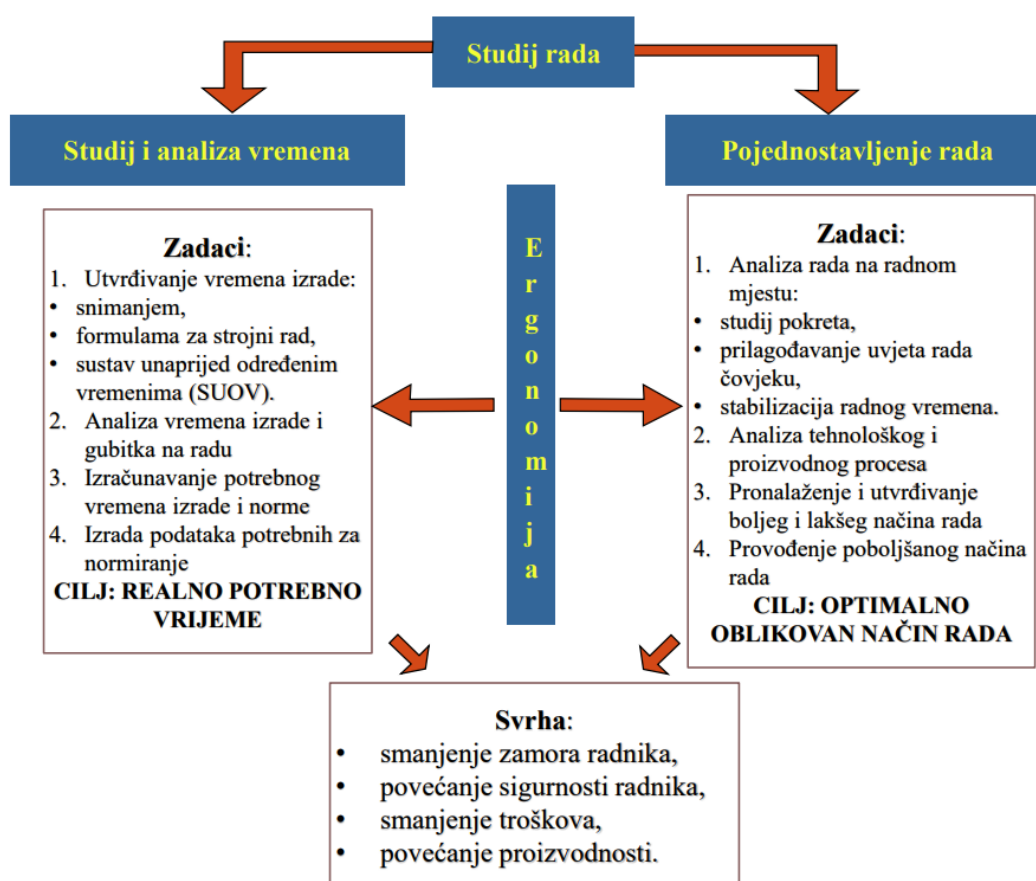
Key words: ergonomics, work study and time, ergonomic methods,

## 1. UVOD

U ovom radu obradit će se važnost ergonomije u industriji te njene metode i njihove implementacije u praksi. Započeti ćemo obradom područja studija rada i vremena i povijesnim razvojem ergonomije. Određene stvari neće se detaljno obrađivati jer je tema ovog rada ergonomijske metode i njihova analiza.

### 1.1. Studija rada i vremena

Pojmovi „studij rada“ i „studija pokreta“ dobili su mnogo tumačenja tijekom njihova začetka. Studij vremena, kojeg je kreirao *Frederic W. Taylor*, pretežno je korišten za utvrđivanje vremenske norme. Studij pokreta, kojeg su kreirali *Frank B. Gilbreth* i njegova supruga *Lillian M. Gilbreth*, naveliko je primjenjivan kao metoda poboljšavanja. Uobičajena je praksa danas da se studij pokreta i studij vremena koriste zajedno budući da se međusobno nadopunjuju. [1]



Slika 1. Podjela studije rada [4]

Studij rada je znanstvena disciplina koja obuhvaća rad s ljudima i za ljude. Znanost o radu podrazumijeva filozofiju rada, radno pravo, sociologiju rada, sigurnost rada, kibernetiku, organizaciju rada, ergonomiju, psihofiziologiju, medicinu rada i kulturu rada.

Organizacija rada znanstveno je područje u kojem se prilikom racionalnog organiziranja rada usporedno rješavaju tehničke, gospodarske, psiho-sociološke i informatičke probleme, primjenjujući kod toga sve teorije i metode koje joj omogućuju optimalno rješenjem a koje će osigurati uspješnost i humanost. Upravo iz tog razloga osobe koje se bave studijem rada moraju posjedovati dobre komunikacijske vještine i autoritet kako bi pridobili radnike na suradnju. [4] Sam pojam studija rada se može razumjeti kroz elemente tehnološkog procesa koji su :

- Čovjek – najvažniji čimbenik u proizvodnji kod koje imamo neautomatizirane sustave te se sad rad na strojevima prilagođava upravo njemu.
- Radna sredstva – zemljišta, zgrade i oprema koja može: biti naprave (energetske, proizvodne ili prijevozne), alate (strojni ili ručni), prijevozna sredstva unutarnjeg transporta i ostali inventar.
- Predmeti rada – sirovine, materijal, poluproizvod i dijelovi.
- Informacije – predstavljeni podaci, obavijesti i opisi, moraju biti točne i aktualne.
- Usluge – dijele se na vanjske i unutarnje.

Bitni pojmovi vezani za studij rada su:

**Norma** – vrijeme koje je potrebno prosječno uvježbanom radniku na njemu prilagođenom i stabiliziranom radnom mjestu za izradu jednog komada, uz korištenje predaha tijekom radnog vremena. Ona služi kao orijentacija za ono što se želi postići, a ne za ono što već postoji. Pravilo izračunata norma služi za izračun troškova i nastojanja u vezi povećanja proizvodnosti.[4]

**Proizvodnost** – ili drugi naziv za produktivnost je omjer između proizvodnoga učinka i proizvodnog faktora (rada, kapitala, prirodnih izvoda) korištenog u proizvodnji. Najčešće se mjeri produktivnost rada, odnosno omjer proizvodnog učinka i količine ukupno utrošenog rada. Ona raste ako količina upotrijebljenih ulaznih podataka daje veću količinu proizvoda.[4]

**Proizvodni ciklus** – obuhvaća ukupno vrijeme izrade, od početka procesa proizvodnje do skladištenja gotovih proizvoda. Ono uključuje zastoje, transport, među skladištenje, itd.[4]

Vrijeme – koje se dijeli na:

- vrijeme potrebno za izvršavanje efektivnog rada –  $t_i$ ,
- vrijeme obavljanja pomoćnih poslova –  $t_p$ ,

- vrijeme pripreme radnog mjesta –  $t_{pz}$ ,
- dodatno vrijeme –  $t_d$ .

### 1.1.1. Vrijeme proizvodnje

#### ▪ tehnološko vrijeme – $t_t$

Vrijeme u kojem se događa promjena oblika, dimenzija ili strukture (npr. toplinska obrada materijala) predmeta rada. Ono teži najvećem mogućem udjelu vremena u normi. Na tehnološko vrijeme  $t_t$  mogu utjecati parametri obrade (posmak, dubina rezanja, itd.).[4]

Tehnološko vrijeme može biti:

- Strojno vrijeme.
- Strojno-ručno vrijeme.
- Ručno vrijeme.

Strojno vrijeme se određuje iz formula, tablica ili dijagrama, zato što nema nikakvog ručnog rada. Strojno-ručno vrijeme određuje se snimanjem ili pak sustavom unaprijed određenih vremena.

#### ▪ pomoćno vrijeme – $t_p$

Vrijeme potrebno za izvođenje pomoćnih poslova, odnosno omogućuje izvođenje tehnoloških aktivnosti.

Ono uključuje aktivnosti kao što su stezanje predmeta rada, mjerenje i kontrola, puštanje/zaustavljanje stroja, predmeta rada ili alata, uključivanje/isključivanje vretena, promjena režima rada, itd.

Pomoćno vrijeme se nastoji svesti na najmanji mogući udio u vremenu izrade, a time i u normi. Način kako se to postiže je automatiziranje proizvodnje.[4]

Pomoćno vrijeme može biti:

- Posve ručno (radnju obavlja radnik bez služenja sa strojem),
- Strojno-ručno (radnik se služi i strojem),
- Posve automatsko (primicanje alata pri obradi na CNC stroju).

#### ▪ pripremno-završno vrijeme – $t_{pz}$

Pripremno-završno vrijeme je vrijeme koje se sastoji od pripremnog vremena  $t_p$  i završnog vremena  $t_z$  i to je vrijeme koje je potrebno za pripremu i čišćenje stroja

nakon odrađenog posla te se ono podrazumijeva za čitavu seriju. Ono je veličina određena tehnološkim procesom, složenosti posla, stupnju organizacije proizvodnje, uvježbanosti radnika i snimanjem ili SUOV.

Pripremno vrijeme –  $t_p$  je vrijeme potrebno za sve pripreme kako bi se rad mogao ispravno obavljati. Ono ubraja vrijeme potrebno za upoznavanje s dokumentacijom, dobivanje radnog mjesta sa svom potrebnom opremom, priprema radno mjesta, podešavanje parametara i pokusna obrada.[4]

Završno vrijeme –  $t_z$  je vrijeme koje nastupa nakon odrađenog posla. U njega spadaju čišćenje radnog mjesta, predaja predmeta rada i vraćanje stroja i opreme na svoje mjesto. [4]

▪  **dodatno vrijeme –  $t_a$**

Vrijeme koje je potrebno dodati u normu kako bi radnik mogao izvršiti posao u propisanom roku.

Ako bi se za normu uzelo samo vrijeme izrade, radnik tu normu ne ni mogao ispuniti uz normalno izvođenje posla, jer uvijek postoje neplanirani ili dodatni gubitci za koje radnik nije odgovoran. Ono se izražava u postocima vremena izrade.[4]

Dodatno vrijeme -  $t_a$  sastoji se od tri koeficijenta:

a) Koeficijenta zamora  $K_n$ .

Ovaj koeficijent se uzima u obzir zbog psihičkog i fizičkog zamora tijekom radnog dana. Oblici zamora koji se mogu javiti su zamor zbog svladavanja tereta, zamor zbog nenormalnog položaja tijela (svi poslovi koji se ne odrađuju stojeći ili sjedeći) , zamor zbog monotonije u radu.[4]

b) Koeficijenta djelovanja okoline  $K_a$ .

Okolina može negativno utjecati na radnika, pa se tako smanjuje produktivnost radnika, a povećava se utrošak energije u odnosu na obavljanje iste vrste posla u normalnim uvjetima. Okolina na radnika može utjecati preko topline, vlažnosti zraka, zagađenja zraka, razna zračenja.[4]

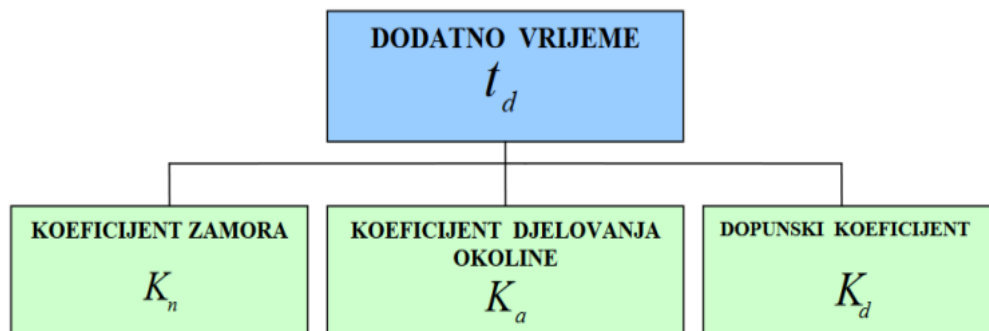
c) Dopunskog koeficijenta  $K_d$ .

Ovaj koeficijent je promjenjiv i mijenja se u ovisnosti o organizacijskom stanju poduzeća, vrsti posla, zaposlenoj muškoj ili ženskoj osobi i slično. On se određuje posebno za svaki odjel ili radno mjesto. S dopunskim koeficijentom se izražava vrijeme dodano za propisani odmor (30 min za



obrok i ne smije se zamijeniti za manjim stankama koji su uračunati u  $K_n$ ) za fiziološke potrebne (one iznose 2% do 8% od vremena izrade) i za organizacijske gubitke na njih radnik nema utjecaja a tu spadaju kvarovi, održavanje i zastoji).[4]

Jedan od software aplikacija za praćenje vremena izrade je UmtPlus.



Slika 2.Podjela dodatnog vremena [4]

## 1.2. Povijest ergonomije

Smatra se da je ljudska ergonomija započela s primatom *Australopithecusom prometheuso*, koji je izrađivao oruđa od kamena. Ali šire je mišljenje da su temelje ergonomije kao znanosti postavili Stari Grci, u kojoj imamo mnogo dokaza iz 5. st. prije Krista od dizajnirana alata, do dizajniranja poslova i radnih mjesta. Najpoznatiji zapis o tome imamo od *Hipokrata* koji donosi konkretne preporuke za oblikovanje radne okoline kirurga.

*Bernardino Ramazzini* bio je liječnik koji je proučavao bolesti uzrokovane na radnim mjestu te je primijetio da pojedini pacijenti imaju simptome bolesti povezane s njihovom profesijom. Također ga se naziva i „ocem medicine rada“.

*Wojciech Bogumil Jastrzębowski* koristio je ime ergonomija, a istraživao je interaktivni odnos čovjeka i radnog okruženja. Godine 1857. koristio je pojam ergonomija u svome članku „Rys ergonomji czyli nauki o pracy, opartej na prawdach poczerpnietych z Nauki Przyrody“ („Pregled ergonomije odnosno znanost o radu, na temelju istina uzetih iz prirodnih znanosti“).

*Frederick W. Taylor* utemeljitelj je teorije znanstvenog menadžmenta koji se bavio proučavanjem učinkovitosti na osnovu specijalizacije i podjele rada. Otkrio je da može utrostručiti količinu ugljena koju su radnici lopatali postupnim smanjenjem veličine i težine lopata sve dok se ne postigne najkraće vrijeme lopatanja.

Frank B. Gilbreth i Lillian Gilbreth poznati su po svome značaju u području studija vremena i pokreta. Cilj im je bio poboljšati produktivnost eliminiranjem suvišnih koraka i radnji. podijelili su osnovne pokrete u 18 podvrsta ili događaja te ih nazvali Therblig (anagram od Gilbreth). Tako su smanjili broj pokreta u zidanju s 18 na 4,5 kretnji, što je omogućilo zidarima da povećaju produktivnost sa 120 cigli na 350 cigli po satu. [3]

**Tablica 1. Prikaz therbligsa (proširena verzija od strane Barnes-a) [2]**

Proizvodni			Ometajući			Neproizvodni		
Naziv	Simbol	Boja	Naziv	Simbol	Boja	Naziv	Simbol	Boja
posezanje		maslinasto-zelena	traženje		crna	držanje		zlatno žuta
prenošenje		zelena	nalaženje		siva	odmaranje		narančasta
hvatanje		crvena	odabiranje		svjetlo siva	neplanirani zastoj		svijetli oker
ispuštanje		jarko crvena	kontroliranje		tamni oker	planirani zastoj		žuta
postavljanje		plava	pripremanje		svjetlo plava			
upotrebljavanje		purpurna	Planiranje		smeđa			
sastavljanje		ljubičasta						
rastavljanje		svjetlo ljubičasta						

Tablica 1 prikazuje podjelu pokreta ili događaja koju su podjeli Gilbreth-ovi u therbligs. Prikazana tablica proširena je na dvadeset dva načela koja se primjenjuju kada se želi optimalno oblikovati radno mjesto, nju je proširio *Ralph M. Barnes*. [2]

Tako imamo:

- osam načela vezanih za ekonomiju pokreta.
- osam načela vezanih za uređenje radnog mjesta.
- šest načela vezanih za metode i načela oblikovanja alata i opreme.

Pristup znanstvenog menadžmenta odbacili su ruski znanstvenici koji su se usredotočili na dobrobit radnika. *Vladimir Bekhterev* i *Vladimir Nikolayevich Myasishchev* kritizirali su taylorizam te su predložili novu disciplinu „ergonologiju“ odnosno „ergologiju“ koja se bazirala na proučavanju rada kao sastavni dio reorganizacije rada. Smatrali su da dosadni monotoni rad, koji je zagovarao Taylor, je samo privremena potreba dok se razvije odgovarajući stroj.

Sljedeća faza razvoja ergonomije javila se tijekom Prvog svjetskog rata u zrakoplovstvu gdje se sama psihologija zrakoplovstva prebacila s pilota na zrakoplov, posebno na dizajn kontrola i zaslona te okolišne čimbenike koje utječu na pilota. Ispitivanjem učinaka osjetljenja na produktivnost radnika dovelo je spoznaje o *Hawthorneovog efekta*, koji je sugerirao da motivacijski čimbenici mogu značajno utjecati na ljudsku izvedbu. Tijekom Drugog svjetskog rata zbog razvoja sve složenijih strojeva i oružja nije bilo moguće više usvojiti Taylorističko načelo povezivanja pojedinca s već postojećim poslovima. Provedeno je opsežno istraživanje kako bi se utvrdile ljudske sposobnosti i ograničenja koja je trebalo ispuniti. *Fitts* i *Jones* su proučavali najučinkovitiju konfiguraciju upravljačkih gumba koji će se koristiti u kokpitu zrakoplova. Pojmovi „ljudski faktor“ i „ergonomija“ ulaze u moderne leksikone upravo u razdoblju Svjetskih ratova.

Početak Hladnog rata doveo je do velikog širenja istraživačkih laboratorija te je većinu istraživanja sponzorirala vojska. Fokus se pomaknuo s istraživanja na sudjelovanje inženjera u dizajnu opreme. Nakon 1965. dolazi do sazrijevanja discipline razvojem računala i računalnih aplikacija. Svemirsko doba stvorilo je nove probleme s ljudskim čimbenicima kao što su bestežinsko stanje i g-sila. Razvitkom informacijskoj doba rezultirao je srodnim poljem interakcije čovjek-računalo (eng. Human Computer Interaction - HCI). Rastuća potražnja i konkurencija među robom široke potrošnje i elektronike dovela je do toga da sve više tvrtki i industrija uključuje ljudske čimbenike u dizajn svojih proizvoda. [3]

## 2. ERGONOMIJA

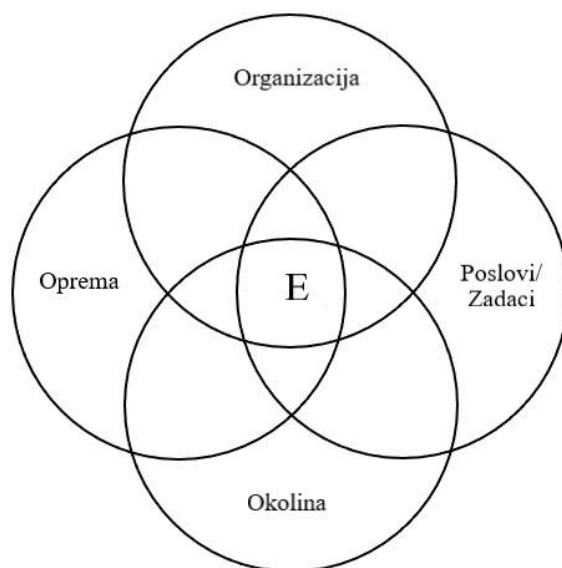
Ergonomija je znanost koja obuhvaća sadržaj više znanstvenih disciplina u jednu cjelinu. Njezin primarni cilj omogućiti je povoljno i sigurno radno okruženje čovjeku prilikom obavljanja radnih zadataka koji iziskuju interakciju sa strojevima ili okolinom.

Sam pojam ergonomija izveden je iz grčkih riječi „ergon“ (djelo, čin, rad) i „nomos“ (odlika, red, pravo, zakon) koja u prijevodu znači „znanost o radu“ („the science of work“). Prvi puta spominje se u već spomenutom članku „Pregled ergonomije odnosno znanost o radu, na temelju istina uzetih iz prirodnih znanosti“ („*Rys ergonomji czyli nauki o pracy, opartej na prawdach poczerpnietych z Nauki Przyrody*“) poljskog znanstvenika *Wojciech Bogumil Jastrzębowski*. [4]

Prema definiciji, usvojene 2000., Međunarodne udruge za ergonomiju (eng. International Ergonomics Association - IEA): „Ergonomija (ili ljudski faktor) je znanstvena disciplina koja se bavi razumijevanjem interakcija između ljudi i ostalih elemenata sustava, a ujedno je i profesija koja primjenjuje teoriju, principe, podatke i metode konstrukcije u svrhu optimizacije ljudskog blagostanja i sveukupnog učinka društva.“

Sustav znanosti od radu obuhvaća:

- Ljude.
- Strojeve.
- Način organizacije (u kojoj dolazi do interakcije čovjeka, stroja i radne okoline).



Slika 3. Sustav obuhvata ergonomije [5]

Smisao i zadaća ergonomije je usklađivanje navedenih dijelova sustava iz sustavnih dijelova znanosti o radu:

- Antropometrija – metoda antropologije kojom se vrše mjerenja ljudskog tijela, njegovih dijelova i ljudskih sposobnosti.
- Fiziologija rada – s jedne strane bavi se proučavanjem funkcije motornog aparata organizma i promjena koje rad u organizmu izaziva, dok s druge strane bavi se faktorima koji pozitivno ili negativno utječu na rad i radnu sposobnost jedne osobe ili grupe.
- Psihologija rada – psihički zahtjevi rada te odnos čovjeka prema radu i zanimanju. Rješava psihološke probleme koji se javljaju u odnosu čovjeka prema ostalim članovima grupe.
- Sociologija rada – omogućuje istraživanje skupne i pojedinačne dinamike pri radu u odnosu prema suradnji, rukovođenju, kontroli, fluktuaciji i apsentizmu (odsutnost s posla).
- Tehnologija rada – odnosi se na svaki radni proces fizičkog i umnog rada u privredi i izvan nje. Odnosno svaku proizvodnju, ali i na druga područja kao što su istraživački laboratoriji.
- Pedagogija rada – istražuje postupke svrsishodnog školovanja, odgoja i poduke i preporučuje pedagoške mjere za unaprjeđenje individualnog i grupnog rada kao i rukovođenja. Glavni fokus je stavljen na razvoj čovjekovih sposobnosti.
- Organizacija rada – od bitne važnosti jer se tako oblikuje radni proces i radna okolina na način da je utrošak čovjekove bioenergije minimalan. Svako nepotrebno prekomjerno trošenje radne snage potrebno je eliminirati iz zato što uzrokuje štetne posljedice koje se očituju u aspektima smanjenja produktivnosti, opadanja motivacije, povećanja fluktuacije, povećanje apsentizma, povećanja stope bolovanja i povećanje stope invaliditeta.



Slika 4. Podjela znanosti o radu [4]

## 2.1. Podjela ergonomije

Ergonomiju možemo podijeliti na koncepcijsku, sistematsku, korektivnu, ergonomiju programske potpore i ergonomiju računalnog sklopovlja [2]



Slika 5. Podjela ergonomije [2]

- Koncepcijska ergonomija – bavi se oblikovanjem ergonomskih mjera prilikom projektiranja nekog radnog sustava.
- Sistemska ergonomija – bavi se usklađivanjem funkcija jednog proizvodnog sustava (čovjek-stroj-okolina). Ova ergonomija obuhvaća oblikovanje radnog mjesta i radne okoline već u fazi samog projektiranja proizvodnog procesa.
- Korektivna ergonomija – javlja se u kasnijem razdoblju realizacije i korištenja radnog sustava. Budući da je ona naknadna mjera, podliježe ograničenjima popravka pa tako u konačnici rezultira višim troškovima. Za ovom ergonomijom se poseže u slučajevima zapostavljanja ergonomskih načela u razvojnom razdoblju sustava i to u stadiju kada je već sustav djelomično gotov.
- Ergonomija programske potpore – ili softverska ergonomija predstavlja razvoj kriterija i metoda, kojima će se softverski proizvodi, s obzirom na njihovu primjenjivost, kvalitativno ocjenjivati i međusobno uspoređivati radi njihovog praktičnog poboljšanja. Ona je dio znanosti o radu koja se bavi direktnim i indirektnim djelovanjem softverskih proizvoda u radnom sustavu čovjek-stroj [2]

Njezini ciljevi su poboljšanje prihvaćanja nove tehnologije, poboljšanje radne motivacije, povećanje radnih kompetencija, razvoj osobnosti i optimiranje opterećenja pri uvođenju novih tehnologija.

Na području programske potpore postoje smjernice za projektiranje radnog mjesta za računalom, za prikazivanje informacija na monitoru. Te smjernice su navedene u normi *HR EN ISO 9241-125:2017: Ergonomija interakcije čovjek-sustav - 125. dio: Upute za vizualni prikaz informacija*. Bitno je da programska potpora ne izazove opterećenja radnika u vidu stresa ili frustracija.

- Ergonomija računalnog sklopovlja – ili hardverska ergonomija ne bavi se radnim sadržajima već se u užem smislu bavi tehničko-fizikalnim komponentama računalnog sustava, kao što je tip i razmještaj zaslona, tipkovnice, miš,... . U širem smislu bavi se neposrednom i posrednom okolinom tog sustava (npr. kod konstrukcije radnom mjestu na kojoj se nalazi aparatura, dimenzijske karakteristike i parametri stola i stolca te utjecaj reflektirajućih površina na radno mjesto). [2]

## 2.2. Vrste ergonomije

Moderno shvaćanje ergonomije, koje se može naći na mnogim sveučilištima diljem svijeta, prilično je kompleksno, ali se u osnovi dijeli na područje fizičke, kognitivne i organizacijske ergonomije. [7]

Kognitivna ergonomija – bavi se brigom o mentalnim procesima, kao što su percepcija, pamćenje, rasuđivanje i motorički odziv. Upravo zato što navedeni procesi imaju velik utjecaj na interakciju između čovjeka i elemenata radnog sustava. Ono obrađuje teme kao što su mentalno opterećenje i preopterećenje, donošenje odluka, mogućnosti uvježbanih radnji, međudjelovanje čovjeka i računala, pouzdanost čovjeka, stres i sigurnost. Mentalno opterećenje tijekom rada, donošenja odluka i kontinuirano planiranje su prisutni svakodnevnog izvođenja poslova kod radnika koji se ne bave primarno fizičkim radom. Također to ne znači da fizički rad nema svoje mentalna opterećenja, upravo suprotno fizički rad samo dodatno opterećuje radnika. Percepcija uključuje istraživanje, pronalazak i obradu informacija. Ljudi kod procesa rada i izvan njega konstantno dolaze do novih iskustava iz okoline putem svojih osjetila.[2]

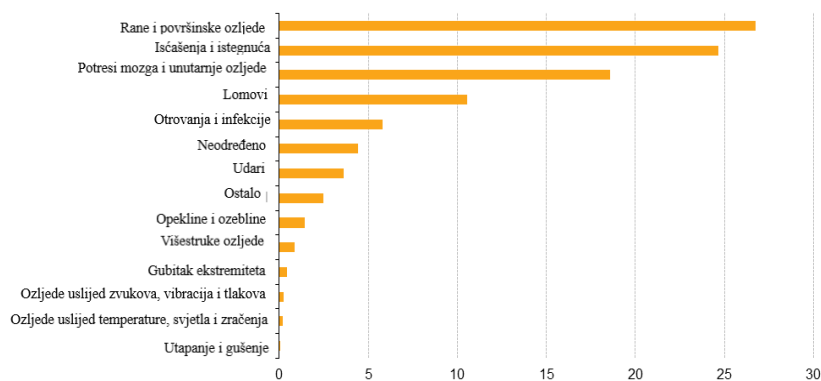
Organizacijska ergonomija – bavi se društveno-tehničkim sustavima, uključujući njihove organizacijske strukture, pravila i procese. Proučava komunikaciju, organizaciju rada i ostale organizacijske dijelove proizvodno-poslovnog sustava. Ovdje spadaju komunikacija, upravljanje ljudskim resursima, način rada, određivanje radnih vremena, timski rad, virtualne organizacije i upravljanje kvalitetom. [2]

Fizička ergonomija – bavi se ljudskim anatomskim, antropometričkim i biomehaničkim karakteristikama povezanih s fizičkom aktivnošću. Ovdje spadaju radni položaji, rukovanje materijalom odnosno teretom, ponavljajući pokreti, utjecaj rada na poremećaje mišića i kostiju uzrokovani radom, raspored radnog mjesta, sigurnosti i zdravlja. U ovom segmentu ergonomija predstavlja znanost kojom se dizajnira način obavljanja rada, oprema i radni okoliš tako da pristaju radniku. Dobar dizajn sustava je nužan kako bi se izbjegle ozlijede od ponavljajućih radnji i kretnji koje s vremenom mogu dovesti do invaliditeta. Upravo nagli i ponavljajući

pokreti, neprirodni položaji tijela, rukovanje teškim teretom i nedostatak odmora su najučestaliji uzroci ozljeda na radu. Glavni ciljevi fizičke ergonomije su poboljšanje ugodnosti rada te smanjenje bolova i bolesti mišića i kostiju. Da bi se navedeni ciljevi ostvarili potrebno je prepoznati i razumjeti kako i kada rad negativno utječe na čovjeka i njegovo zdravlje. To je zadatak službe zaštite na radu, zato što pri radu čovjek dolazi u kontakt s rizicima od ozljeda i bolesti uzrokovanih upravo radom. Ozlijede mogu kratkotrajno i dugotrajno oštetiti zdravlje radnika i utjecati na njegovu radnu sposobnost. Oboljenja gotovo uvijek imaju dugotrajni učinak na oštećenje zdravlja radnika i njegove sposobnosti. Služba zaštite na radu unutar svakog proizvodno-poslovnog sustava mora biti osnovana na primjeni mjera prevencije ozljeda na radu, oboljenja ili bilo kojih drugih štetnosti za zdravlje radnika. Mjere se moraju provesti i primijeniti na radno mjesto prije nego što radnik počne obavljati posao. Što nam je samo dokaz kako moramo obratiti dosta pažnje tijekom konstrukcije radnog mjesta odnosno dobro razumijevati koncepcijsku ergonomiju. [2]

Podaci o ozljedama na radu u 2020. godini pokazuju da je 2.7 miliona ozljeda godišnje uzrokovano izostankom s posla u periodu od najmanje 4 dana. U istoj godini zabilježeno je 3 355 smrtnih nesreća u EU, što je 815 ne kobnih nesreća na jednu smrtnu. U periodu između 2019. i 2020. broj ne smrtnih nesreća se umanjio za 12.5% dok se broj smrtnih također smanjio za 1.6% u istom razdoblju. Udio ozlijeđenih muškaraca kod ne smrtnih ozljeda je 66.5%. [6]

**Kobne i lakše ozljede na radnom mjestu, EU, 2020.**  
(% nesreća)



Napomena: lakše (ozbiljne) nesreće prijavljene u okviru ESAW su ozljede koje upućuju na barem 1 puni radni sat odsustva s posla  
Izvor: Eurostat

eurostat

**Slika 6. Ozljede na radu u 2020.godini [6]**

### 2.3. Ergonomija pri oblikovanju radnog mjesta

Ovdje će se obraditi primjena ergonomije prilikom oblikovanja radnog okruženja radnika, kako bi se poboljšali radni uvjeti i kvaliteta rada.



Prvo treba krenuti od pretpostavke da postoje dvije varijante oblikovanja radnog mjesta:

- Za neku svrhu još nije oblikovan radni sustav.
- Nezadovoljstvo postojećim stanjem jer ne ispunjava željenu svrhu.

Za uspješno oblikovanje radnih mjesta važno je promatrati radno mjesto s ergonomskog stajališta gdje je obuhvaćeno oblikovanje prostora i razmještaja na radnom mjestu gdje se smanjuje opterećenje i zamor radnika. Sljedeće, potrebno je primijeniti potrebna tehnološka i tehnička znanja koja su u skladu s proizvodnim procesima. Krajnji korak kojim se određuje uspješnost oblikovanja radnog mjesta je ekonomska analiza dobiti, u kojoj se uspoređuju troškovi rada na starom i novom radnom mjestu.[2]

Čimbenici oblikovanja radnih mjesta temelje se na:

- Ergonomskom oblikovanju radnih mjesta.
- Tehnološkom oblikovanju radnih mjesta.
- Tehničkom oblikovanju radnih mjesta.
- Ekonomskom oblikovanju radnih mjesta.

Ergonomski čimbenici predstavljaju osnovu humanizacije rada i obuhvaćaju:

- Prilagodba radnih mjesta i sredstava rada tjelesnim mjerama čovjeka (antropometrijsko oblikovanje).
- Osiguranje ugodnosti okoliša (psihološko oblikovanje).
- Prilagođavanje radnih uvjeta radniku (ekološko oblikovanje).
- Prilagođavanje metode rada tjelesnim značajkama čovjeka (fiziološko oblikovanje).
- Osiguranje pogodnog uočavanja vidnih i slušnih podataka (vizualno i auditorno oblikovanje).
- Prilagođavanje radnog vremena radniku s obzirom na njegove fiziološke potrebe i predahe tijekom radnog vremena ( organizacijsko oblikovanje).
- Oblikovanje radnih mjesta u skladu sa zahtjevima zaštite na radu.

Pri oblikovanju radnoga mjesta potrebno je predvidjeti i uzeti u obzir mogućnost nastanka ozljeda i ostale negativne učinke na organizam. Ergonomska načela proizlaze iz karakteristika ljudskog organizma, a okolina mu se prilagođava.

Imamo osam osnovnih ergonomskih načela:

- Održavanje neutralnog položaja.

- Obavljati rad u području maksimalne udobnosti.
- Omogućiti kretanje i istežanje.
- Smanjiti prekomjerna opterećenja.
- Smanjiti pojavu neprikladnih pokreta.
- Smanjiti točkaste pritiske na tijelo.
- Smanjiti prekomjerne vibracije.
- Osigurati odgovarajuće osvjetljenje.

Također imamo i dodatna načela ergonomije:

- Osiguranja pristupačnosti (postavljanje elemenata djela unutar pristupačnih područja).
- Osiguranje rada na odgovarajućoj visini (omogućavanje fleksibilnog postavljanja radnih površina).
- Omogućavanje statičkog rada (rad se mora nekoliko puta prekinuti i opustiti napete mišiće).
- Osiguranje razumijevanja poruka (nedvosmislena simbolika).
- Ograničavanje stresa (organizacija rada, zdrav način života, socijalna integracija, ...).

Praktični savjeti za organizaciju rada uključuju

- Izbjegavati sagibanja ili neprirodnog položaja tijela pri radu.
- Izbjegavati zadržavanja ispružene ruke prema naprijed ili na stranu.
- Raditi sjedeći ako je moguće (poželjnije izbor sjedeći ili stojeći).
- Pokreti ruku trebaju biti suprotni jedni drugima ili simetrični jedini u odnosu na druge.
- Radna površina treba biti locirana da se nalazi na najprimjerenijoj udaljenosti od očiju radnika.
- Rukohvat upravljačke poluge, alati i materijali tako postavljeni, najčešći pokreti izvode se s rukama uz tijelo i savijenim u laktu (25-50 cm od očiju, laktovima uz tijelo, pod pravim kutom).
- Pokreti i rad se olakšavaju, korištenjem oslonca za laktove, podlaktice i ruke.

## 2.4. Rad za računalom

Danas sve veći broj radnika radi za računalom. Za radnike koji rade za računalom najčešće rade satima uz ograničene pokrete, pažnja im je koncentrirana na ekran, dok se ruke vezane na

tipkovnicu. Radno mjesto za računalom je podložno učincima ergonomske nedostatke. Radnici koji rad obavljaju za računalom povezan je s visokom učestalošću mišićnih i koštanih kao i drugih zdravstvenih problema neovisno da li je posao okvalificiran kao lagan, u smislu utroška energije, ili ne.

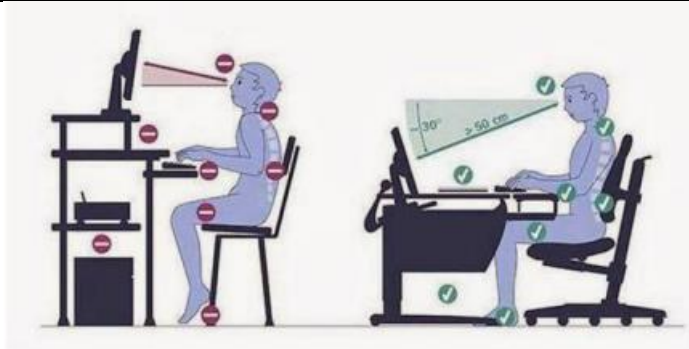
#### **2.4.1. Opterećenja prilikom rada na računalu**

Rad na računalima zahtjeva dugotrajno sjedenje, gledanje u zaslon računala te korištenje tipkovnice i miša. Sve navedene radnje mogu imati negativne učinke na mišićno-koštani sustav radnika. Također uzrokuje razna kognitivna opterećenja kao što su glavobolje, naprezanje očiju te smanjenje pažnje i koncentracije.

Vidno opterećenje radnika manifestira se kroz treperenje zaslona, prevelik kontrast svjetla između zaslona i okoline, refleksija svjetla od zaslona, loša čitljivost te loš kut gledanja na zaslon. Simptomi koji se javljaju kod vidnog opterećenja su glavobolje, suhe oči, dvostruke slike te smanjena oštrina vida. Ovaj tip opterećenja može se spriječiti smanjenjem kuta gledanja te podešavanjem zaslona kao i izborom prikladnog oblika i veličine prikaza znakova kako bi se izbjeglo naprezanje očiju.

Nepravilnim korištenjem tipkovnice dovodi do fizičkih, te pojedinih kognitivnih opterećenja. Pod nepravilnim korištenjem tipkovnice smatra se korištenje neergonomske tipkovnice, nepravilan položaj ruku prilikom tipkanja te korištenje istih skupina mišića zbog repetitivnih radnji. Simptomi koji se javljaju uslijed ovog tipa opterećenja su oštećenje zglobova, ligamenata i tetiva, upale zglobova na rukama te jedan od najpoznatijih oštećenja je upala tetiva zapešća, odnosno upala karpalnog kanala.

Sljedeći tip opterećenja koji se javlja prilikom rada na računalu je također fizičko, ali ovaj put je opterećenje na gornji dio tijela koji se javlja uslijed sjedenja. Sjedenje dovodi do slabljenja abdominalnih mišića i iskrivljenje kralježnice što ima negativne učinke na unutarnji dio tijela. Najveći problem je konstantna napetost mišića leđa te iskrivljenost kralježnice što dovodi do pojave bolova i uzrokuje probleme s diskovima kralježnice. Ovo opterećenje je također fizičke naravi a manifestira se kroz neusklađenu visinu radne površine i stolice. Ako imamo slučaj da radnik sjedi previsoko tada se uz opterećenje gornjeg dijela tijela javlja i opterećenje donjeg dijela tijela u području koljena, potkoljenice i stopala. Simptomi koji se javljaju prilikom ovog tipa opterećenja su grčevi mišića u ramenima i vratu, bolovi i smanjena pokretljivost kralježnice te bolovi u rukama. Uzrok dugotrajnog opterećenja tijela uslijed sjedenja dovodi zamora mišića, slabljenja mišića te slabljenja refleksije i motorike pokreta što u konačnici rezultira niskom produktivnošću radnika. [2]



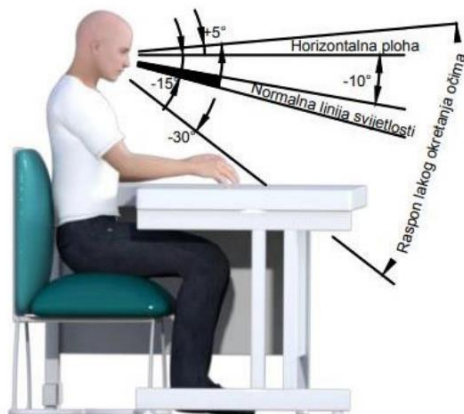
Slika 7. Prikaz pravilnog i nepravilnog sjedenja [9]

#### 2.4.2. Ergonomska načela oblikovanje radnog mjesta s računalom

Rad na računalu zahtjeva dugotrajno sjedenje pri čemu je pažnja usmjerena na zaslon računala dok ruke izvode pisanje na tipkovnici i korištenje miša. U sjedećem položaju pokretljivost tijela je ograničena na kinematičke sustave ruku, glave i trupa.

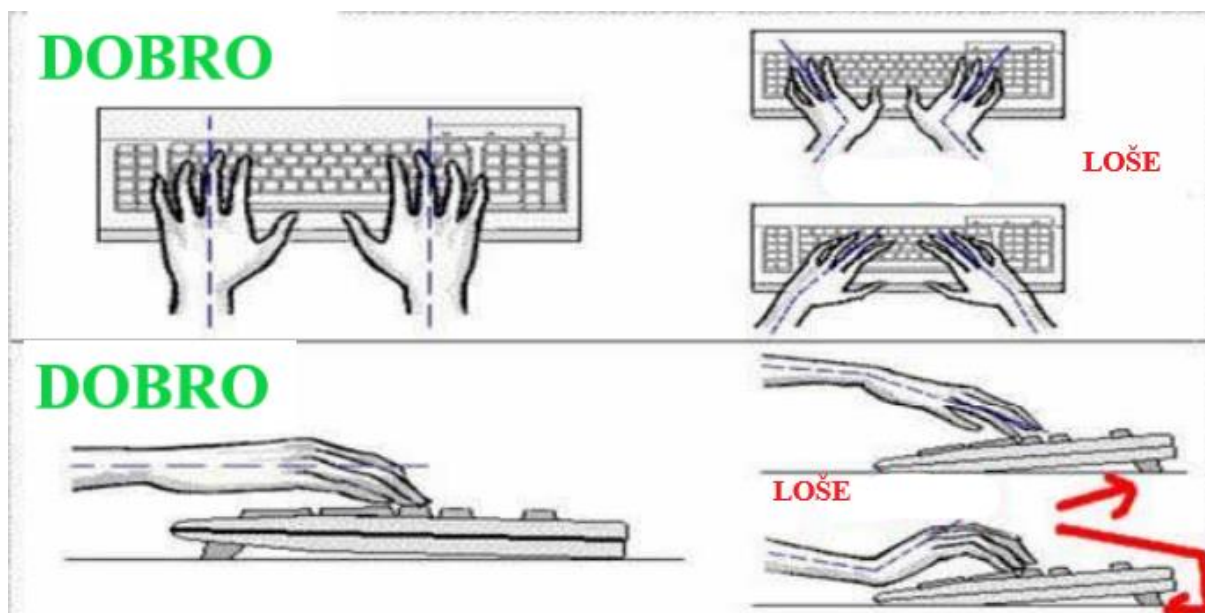
Prilikom oblikovanja radnog mjesta na računalu moraju se prilagoditi određene dijelovi radnog sustava kao što su :

- Zaslona – osigurati mogućnost od reflektiranja koje mogu uzrokovati zamor očiju, slika na zaslonu ne smije treptati dok frekvencija osvježavanja slike zaslona mora biti najmanje 60 Hz kod LCD zaslona. Zaslona mora imati mogućnost prilagođavanja visine na visinu očiju radnika, tako da oči radnika budu u visini gornjeg ruba zaslona dok pravac gledanja mora biti u istoj ravnini ili ukošen prema dolje do 20°. Udaljenost zaslona mora biti na između 400-750 mm. Znakovi moraju biti dovoljno veliki i oštri, te je preporučljivo koristiti tamna slova na svijetloj podlozi. Kako bi se izbjegla refleksija na zaslonu, izvori svjetla moraju biti postavljeni pod većim kutom od 30° u odnosu na razinu gledanja. Intenzitet osvjetljenja treba biti takav da kontrast između radne površine i radnog okoliša ne bude 3:1. [2]



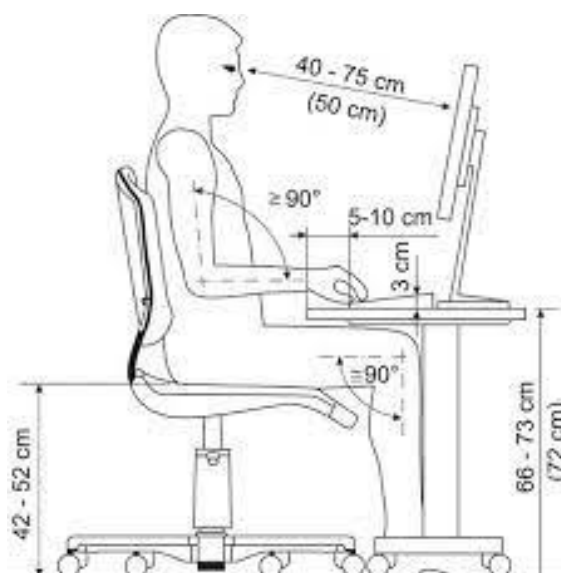
Slika 8. Zaslon [2]

- Tipkovnica - za unos podataka u računalu najčešće se koristi tipkovnica, što nam daje za zaključiti da se ruke intenzivno koriste na radnom mjestu. Karakteristike koje tipkovnica mora sadržavati su srednja visina tipkovnice je maksimalno 30 mm pod kutom od 15 °, ako joj je rub viši od 1,5 cm potreban je produžetak za šaku, mora biti slobodno pokretan po radnoj površini, razmak između ruba stola i tipkovnice mora biti najmanje 100 mm, ne smije imati sjajnu površinu (kako bi se izbjeglo dodatno vidno opterećenje), dobro označeni i čitljivi znakovi na tipkovnici te moraju biti u dohvatu ruku bez primjene ikakvog napora.[2]



Slika 9. Tipkovnica [9]

- Radna stolica i radni stol – kod rada na računalu laktovi se trebaju nalaziti pod kutom od  $90^\circ$  do  $100^\circ$  i što bliže uz tijelo. Iz navedenih razloga, preporuča se da radna površina bude podesiva po visini i usklađena s antropometrijskim mjerama te da se nalazi u rasponu između 680-760 mm. Miš treba biti namješten s desne strane tipkovnice. Tipke na računalnim tipkovnicama trebaju imati otpor između 0,5-0,6 N, čime se pokreću s vrlo malo mišićnog napora. Raspoloživi prostor na radnoj plohi mora biti prostorno planiran tako da se na njega može ispravno postaviti računalna oprema i svi potrebni alati za obavljanje djelatnosti. Posebno je važno osigurati dovoljno mjesta za monitor, kako bi se mogla prema sjedećoj visini korisnika ispravno postaviti udaljenost od očiju i vidni kut. Nakon postave računala i druge potrebne opreme mora se oko svakog korisnika ostaviti takozvana „zona osobnog komfora“ koja iznosi barem 1,5 m slobodnog prostora sa svake strane. Radni dohvat proteže se u centralnom vidokrugu do dubine stola 30 cm. [2]



Slika 10. Ergonomski oblikovano radno mjesto [2]

U skladu s antropometrijskim izmjerama radnika, ergonomski oblikovana stolica ima mogućnost namještanja sjedenja te podesivu visinu i položaj naslona za leđa pri čemu mora zadovoljiti dimenzije od 5 do 95 percentila. Ploha sjedala treba biti 400-450 mm široka, te 380-420 mm duboka, sa zaobljenim prednjih rubom sjedala što sprečava probleme s cirkulacijom nogu. Izvedbe uredskih stolica imaju oslonac na ruke koji je podesiv po visini, čime se osigurava podupiranje ruku što ujedno smanjuje opterećenje ramena. [2]

Na slici ispod prikazana je stolica koja je namijenjena za rad na računalu. Ima mogućnost namještanja visine i položaja sjedala i naslona kao u naslona za ruke.



Slika 11. Stolica [2]

### Koraci za prilagođavanje vašeg radnog stola

- 1 Podesite visinu stolice na kojoj sjedite tako da su vam laktovi u visini tipkovnice.  
Ukoliko vam stopala ne dotiču pod svojom punom površinom, ili ukoliko postoji pritisak na stražnji dio nogu, upotrijebite naslonjač za noge ili snizite razinu tipkovnice.
- 2 Podesite naslonjač stolice tako da imate dobar oslonac za donja leđa, ili upotrijebite jastučić.
- 3 Primaknite vaš stolac dovoljno blizu računalu tako da izbjegnute doseganje i naginjanje.
- 4 Podesite nagib i visinu zaslona monitora tako da vam prikaz bude u visini očiju ili ispod.
- 5 Pazite također da vam prikaz bude na ugodnoj udaljenosti čime izbjegavate nepotrebno zamaranje očiju.
- 6 Sa laktovima na razini tipkovnice, vaša zapešća bi trebala biti paralelna sa ispruženim prstima. Ukoliko želite možete upotrijebiti naslonjač za dlanove, i ukoliko imate na stolici naslonjače za laktove podesite ih na ugodnu visinu.
- 7 Smjestite miš odmah do tipkovnice, tako da su vam obadva lakta cijelo vrijeme na jednakoj udaljenosti. Izbjegavajte pritisak ruku od oštre dijelove radnog stola. Ukoliko je to neizbježno, stavite ispod nešto mekano, poput gumene podloge miša.
- 8 Podesite kontrast i svjetlinu prikaza zaslona za ugodan pogled, te također redovito čistite zaslon od prašine.

*Redovito se premještajte iz jedne poze u drugu i izbjegavajte naglo ustajanje i sjedenje iz i u stolicu. Izbjegavajte bespotrebno i/ili nepravilno dizanje predmeta.*

## Ergonomija radnog stola

Prilagođavanje opreme  
Povećanje udobnosti  
Pravilna tehnika rada

Slika 12. Koraci za prilagođavanje radnog stola [2]

Slika iznad preporuča korake za projektiranje radnog stola za rad na računalu. Ovi koraci su namijenjeni kako bi se smanjilo kognitivno i fizičko opterećenje prilikom rada na računalu.

- Radni uvjeti – prilikom rada na računalu radnik je izložen djelovanju okoline, kao što su temperatura, relativna vlažnost te količina svjetlosti i buke. Važan faktor radne okoline je osvjetljenje. Adekvatno osvjetljenje radnog mjesta znači osvjetljenje onog intenziteta, raspodjele i vrste rasvjete koje osigurava udobno i uspješno ostvarivanje zadataka. Naravno jedan od preduvjeta da ne dođe do vidnog opterećenja i zamora očiju radnika. Rasvjeta radnog mjesta bila ona umjetnog ili prirodnog intenziteta mora osigurati zadovoljavajuće osvjetljenje od 300 do 500 lx. Također se teži da oblikovanjem radnog mjesta izvor svjetlosti ne uzrokuje reflektiranje ili zrcaljenje zaslona. Za radno mjesto optimalna temperatura radne prostorije je 20-24 °C uz relativnu vlažnost 40-60 % i strujanje zraka od 0,2 m/s. [2]



### 3. ERGONOMSKE METODE

Metode koje će se obraditi su zapravo fizikalne metode, imamo još psihofiziološke, ponašajno-kognitivne, timske, okolišne i makroergonomske. Fizikalne metode donose ključne čimbenike za provjeru i kontrolu rizika od ozlijede radnika. Većina ozljeda mišićnog i koštanog sustava započinju osjećajem nelagode u tijelu. Ako se takav osjećaj zanemari, s vremenom se može pretvoriti u bol te uzrokovati ozbiljne ozljede i probleme. Neki problemi koji se mogu javiti su tendonitis, sindrom karpalnog tunela i sl. Pojava nelagode je dovoljan rani indikator da nešto nije u redu sa zdravljem tijela radnika prilikom obavljanja uobičajenih zadataka. Nelagoda ne utječe samo na radnika pojedinačno nego i na poslovanje tvrtke jer dolazi do smanjenja ekonomskog faktora poslovanja. [8]

Većina ovih metoda analizira pokrete, koji su vizualna manifestacija rada mišićnog i koštanog sustava. Promatranjem metoda mogu se primijetiti potencijalni problemi čak i prije nego se osjećaj nelagode pojavi, zato ove metode smatramo preventivnima. Pri ergonomske procjeni treba poticati radnike da iznesu sve probleme vezane uz obavljanje rada, jer jedino tako se može povećati produktivnost radnika i tvrtke. [8]

Metode se dijele na alate koncentrirane na događaje i na vrijeme. One koje su fokusirane na događaje nude visoku preciznost upravo zato što su koncentrirane na specifične parametre. Metode koje su fokusirane na vrijeme su primjenjivije uz manju osjetljivost.

Tablica 2. Najčešće korištene metode za analizu položaja tijela [2]

R.b.	Metoda	Fokus	Način primjene	Brzina provođenja	Troškovi	Složenost	Napomena
1.	OWAS	cijelo tijelo	preglednica	dugotrajno	obrazovanje	brzo učenje	preventivno, subjektivno
2.	MODAPTS	cijelo tijelo	ocjenjivanje	brzo	jeftino	jednostavno	subjektivna procjena
3.	PLIBEL	mišićno-koštano opterećenje; cijelo tijelo	dijagrami tjelesnih segmenata; lista za provjeru	prilično brzo	jeftino	jednostavno	preventivno
4.	NIOSH	određivanje uočene nelagode, cijelo tijelo	intervju, dijagram tjelesnih segmenata, lista za provjeru	prilično brzo	jeftino	jednostavno	subjektivna procjena
5.	DMQ	utvrđivanje faktora rizika; cijelo tijelo	upitnik (DA/NE)	relativno brzo	relativno jeftino	jednostavno	preventivno ili korektivno
6.	REBA	cijelo tijelo	promatranje; bodovanje	prilično brzo	jeftino	složeno	preventivno; subjektivno
7.	PDA	cijelo tijelo	lista za provjeru	prilično brzo	ručno računalo	jednostavno	koristi se za ocjenu rada s računalom
8.	QEC	gornji udovi	borgova skala, tablice	dugotrajno	obuka	relativno jednostavno	korektivno
9.	RULA	cijelo tijelo; sjedeći zadaci	dijagram tjelesnih segmenata	prilično brzo	jeftino	jednostavno	preventivno ili korektivno
10.	SI	gornji udovi, bez ramena i torza	mjerenje; softver	dugotrajno	obuka	složeno	smanjuje ljudski faktor
11.	OCRA	gornji udovi	računanje vjerojatnosti; tablice	dugotrajno	obuka	složeno	preventivno
12.	LMM	uloga trupa u ozljedama kralježnice	softver	dugotrajno	obučavanje LMM prsluk	složeno	preventivno
13.	KIM	cijelo tijelo	promatranje, bodovanje	relativno brzo	jeftino	jednostavno	preventivno
14.	SMART	ruke	promatranje, bodovanje	relativno brzo	jeftino	jednostavno	preventivno

### 3.1. Opće metode

Ove metode koriste se za općenitu procjenu u ergonomiju te najčešće uzimaju u obzir cijelo tijelo i/ili tehnički sustav.

### 3.1.1. REBA – brza ergonomska procjena za cijelo tijelo

REBA (eng. Rapid Entire Body Assessment) metoda je ergonomski procjenjivački alat koji koristi sistematski proces za procjenu fizičkog položaja (držanje, stav) cijelog tijela te za procjenu mogućih rizika mišićno-koštanog oboljenja i ostalih rizika vezanih uz radne zadatke. Ova metoda je dizajnirana za jednostavnu i brzu upotrebu bez potrebe za naprednim stupnjem ergonomije ili skupe opreme. Metodu su razvili dr. Sue Hignett i dr. Lynn McAtamney, ergonomičari sa Sveučilišta Nottigham u Engleskoj s ciljem zadovoljavanja potrebe za praktičnim alatom specijalno dizajniranim da bude osjetljiv na nepredvidive radne položaje koji se nalaze u zdravstvu i drugim uslužnim djelatnostima. [4]

Razlozi nastanka REBA metode:

- Glavni faktor za provedbu promjena je rizik od mišićno-koštanog oštećenja.
- Većina postojećih tehnika ima nedostatke uglavnom u vidu osjetljivosti i opterećenja. Npr. Sustav za analizu položaja radnog tijela „OWAS“ koji ima širok raspon promjene, ali rezultati mogu biti vrlo ne detaljni. Nasuprot tome, NIOSH (eng. The National Institute for Occupational Safety and Health) zahtjeva detaljne informacije o specifičnim parametrima držanja tijela, visoku osjetljivost u odnosu na definirane detalje, ali ima ograničenu primjenu u zdravstvenoj skrbi posebno s obzirom na rukovanje opterećenjem.
- Potreba je percipirana u spektru alata za posturalnu analizu, posebno s osjetljivošću na vrstu nepredvidivih radnih položaja koji se nalaze u zdravstvenoj zaštiti (npr. rukovanje teretom) i drugim uslužnim djelatnostima.

REBA metoda ima i svoje specifičnosti:

- Sustav za posturalnu analizu osjetljiv je na mišićno-koštane rizike u različitim zadacima.
- Podjela tijela na segmente koje treba pojedinačno tretirati, s obzirom na ravnine kretanja.
- Bodovanje za mišićne aktivnosti na osnovi statičkih, dinamičkih, brzih promjena ili nestabilnih položaja.
- Naglašavanje da rukovanje teretom ne mora uvijek biti „preko ruku“.
- Zahtjeva minimalnu opremu – metoda s olovkom i papirom.

### 3.1.2. OWAS metoda

OWAS (eng. Ovako Working Posture Analysing System) je metoda razvijena za procjenu rizika tijela kod radnika, a opisuje se kroz četiri kategorija:

- Položaj ruke.
- Položaj leđa.
- Položaj donjeg dijela tijela.
- Opterećenje.

Sama svrha OWAS metode je identificiranje učestalosti i vrijeme provedeno u zadanim zadacima također proučiti i ocijeniti jesu li ti položaji zabrinjavajući te stoga preporučiti korektivne radnje. Ova metoda formirana je u finskoj tvrtki OVAKO OY koja je vodeći europski proizvođač čeličnih šipki i profila u suradnji s finskim institutom za zdravlje 1970-ih. Računalni program za primjenu OWAS metode naziva se WinOWAS koji je razvijen 1991. godine, a osnovni koncepti ugrađeni su u druge sustave za analizu držanja kao što su RULA, REBA, itd.

Sustav je korišten za procjenu radnog opterećenja kod popravka peći za taljenje. Metoda je prvotno kreirana s mogućnošću prepoznavanja 72 položaja tijela dobivenih fotografiranjem zaposlenika tvrtke Ovako OY u raznim položajima tijekom obavljanja posla. Njenu pouzdanost potvrđena je analizom nekolicine zadataka od strane grupe inženjera. Potvrđena je tako da su se promatrala dvojica radnika koja su radila u različitim smjenama, jedan u jutarnjoj drugi u popodnevnoj, te su dobiveni identični rezultati. Kod OWAS metode opisuje se položaj ruku, trupa, nogu te težinsko opterećenje radnika.

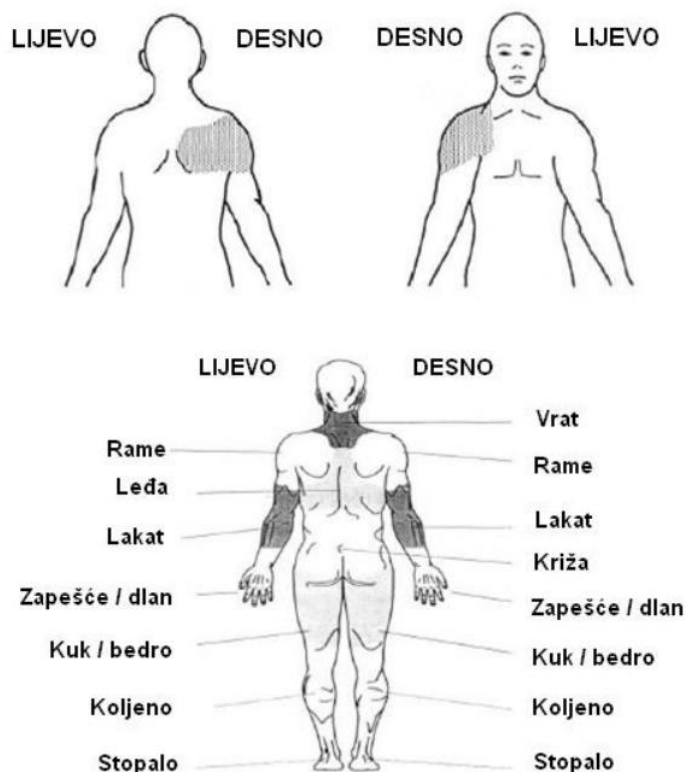
Prednosti OWAS metode koje se ističu su dobra dokumentiranost, široka uporaba, relativno jednostavan za korištenje i učenje, usporedba rezultata s početnim vrijednostima kako bi se odredio prioritet intervencije, bodovi se na svakom dijelu tijela mogu koristiti za usporedbu „prije i poslije“ intervencije kako bi se utvrdila učinkovitost i laka prilagodljivost sustava potrebama korisnika.

Nedostaci OWAS metode su što ne razlikuje lijevu i desnu stranu tijela, nema opisa vrata i laktova, područja trupa i ramena su preširoko opisana i metoda ne razmatra ponavljanje ili trajanje sekvencijalnih položaja. [4]

### 3.1.3. NIOSH metoda – istraživanje mišićno-koštanog naprezanja

NIOSH (eng. The National Institute for Occupational Safety and Health) razvio je upitnik za procjenjivanje faktora rizika u raznim ergonomskim studijama diljem SAD-a. Uglavnom se koriste za procjenu tjelesnih faktora i vrednovanje oblikovanja samog zadatak, a u rjeđim su slučajevima uključivali i psihosocijalne aspekte posla.

Upitnici sadrže grafičke prikaze tijela koji je podijeljeno u regije, iz razloga da se olakša lociranje utvrđene tegobe ili poremećaja. Prikazi su se mijenjali tijekom istraživanja. Upitnikom se prvotno nastoji utvrditi postojanje nekih od simptoma nelagode kao što su bol, ukočenost, žarenje itd. kojima se zatim utvrđuje ozbiljnost prema trajanju učestalosti i intenzitetu. Ova metoda nema preventivnu ulogu, metoda je objektivnog karaktera jer se oslanja na procjenu pojedinca ili usporedbu s drugim radnicima. [8]



Slika 13. Podjela tijela u regije prema NIOSH-u

### 3.1.4. MODAPTS metoda

MODAPTS (eng. Modular Arrangement of Predetermined Time Standards) metodu je postavio C. Hayde 1966. godine. Koristi se za analizu pokreta i opterećenja radnika prilikom izvođenja određenog radnog zadatka s ciljem pojednostavljenja rada i oblikovanja pogodne metode rada. Analiza rada MODAPTS metodom provodi se

promatranjem radnih mjesta prilikom izvođenja određenog radnog zadatka odnosno operacije. Svoju primjenu nalazi u proizvodnim sustavima gdje je zastupljen repetitivni rad prilikom izvođenja operacije rata te omogućuje identifikaciju i sprječavanje mogućih ergonomske čimbenika rizika na radnom mjestu. MODAPTS metoda sastoji se od osnovnih pokreta čijom se kombinacijom može opisati određeni radni zadatak. [2]

U tablici 3 prikazano je vrednovanje pojedinih pokreta tijela po razredima. MODAPTS metoda sastoji se od razreda pokreta premještanja (M1-M5), hvatanja (G0, G1, G3), sastavljanja (P0, P2, P5) i ostalih pokreta (sjedenje, stajanje, pritiskanje, prenošene mase itd.). Za svaki pokret dan je opis i odgovarajući simbol koji se sastoji od slovne oznake i pripadajućeg MOD-a. Vrijednost pojedinog MOD-a iznosi 0,129 s. Za pojedini pokret prikazan je stupanj opterećenja prilikom izvođenja radnog zadatka. [2]

Tablica 3. Prikaz vrednovanja pokreta prema MODAPTS metodi [2]

Kategorije pokreta			Simbol	MOD								Opis			
				0/0	1/ 0.12 9	2/ 0.25 8	3/ 0.38 7	4/ 0.51 6	5/ 0.64 5	17/ 2.19 3	30/ 3.87 0				
OSNOVNI POKRETI	PREMIJEŠTAJUĆI POKRETI	PREMIJEŠTANJE		M1		○								prsti do prstnog zgloba	
				M2			○							prsti i šaka, do ručnog zgloba	
				M3				○							pokret prsta uz korištenje podlaktice
				M4					●						pokret ruke uz korištenje uglavnom gornjeg dijela ruke
				M5							●				pokret ispružene ruke
	ZAVRŠNI POKRETI	HVATANJE		G0	○										dodir vrhovima prstiju
				G1		○									pokret hvatanja predmeta
				G3				●							hvatanje predmeta koji se teško dohvaća
		STAVLJANJE		P0	○										stavljanje s uobičajenim pokretom
				P2			○								pokret stavljanja popraćen pogledom
				P5							●				stavljanje s povećanom pažnjom
				S30										●	sjedenje i stajanje
				B17									●		saginjanje i uspravljanje
				W5							⊗				hodanje ili rotiranje tijela
OSTALI POKRETI	Sjedenje i stajanje		S30									●	sjedenje i stajanje		
	Saginjanje		B17								●		saginjanje i uspravljanje		
	Hodanje		W5						⊗				hodanje ili rotiranje tijela		
	Okret		C4					○					rotacija šake ili ruke		
	Pritiskanje		A4					○					pritiskanje gumba, sklopke ili nabadanje čavlića, igli...		
	Procjena		D3				●						trenutačne konfuzije (dobro ili loše)		
	Stopalo		F3				○						pokreti gležnja s petama na tlu		
	Ponovno dohvaćanje		R2			●							odlaganje i ponovo dohvaćanje olovke za pisanje		
	Oko		E2			⊗							pokret oka, fokusiranje		
Vaga		L1		⊗								L1, m≤2kg L1×2, 2kg<m≤6kg L1×3, 6kg<m≤10kg itd.			

Legenda: ○ - pokreti kod kojih nije prisutno opterećenje  
 ● - pokreti s nešto opterećenja, potrebno ih je pojednostaviti i smanjiti  
 ⊗ - pokreti s prisutnim opterećenjem, otežavaju izvođenje rada i potrebno ih je pojednostaviti ili ukloniti

Prilikom analize položaja tijela MODAPTS metodom, radni je zadatak potrebno podijeliti na niže cjeline i pokrete u skladu s razredima MODAPTS tablice te, ako je prisutno opterećenje u vidu prenošenja mase, definirati tzv. faktor tereta (L) koji se razlikuje s obzirom na prenesenu masu prilikom izvođenja operacije. Konačna MOD vrijednost jednaka je umnošku MOD-a, broju pokreta i faktoru tereta (L). Po završetku

analize pokreta analiziraju se konačne vrijednosti MOD-ova i utvrđuju pokreti koje treba poboljšati. MODAPTS metoda omogućava sagledavanje nepovoljnih pokreta što čini važan podatak za oblikovanje pogodnih radnih metoda čime se postiže manje opterećenje radnika. Računalni program za provođenje MODAPTS metode naziva se MODAPTplus. [2]






### **3.1.5. PLIBEL metoda**

Provođenje PLIBEL (njem. Plan för identifiering av Belastningfaktor) metode započinje razgovorom s radnikom te nadgledanjem izvođenja radnih zadataka i radne okoline. Kod uočavanja rizika potrebno je popuniti polja upitnika vezanih za uočeni rizik. Polja u upitniku su navedena po dijelovima tijela, dok su rizici rangirani po važnosti i ovise o njihovom utjecaju na zdravlje i intenzitet djelovanja te po dijelovima tijela na koje se odnose. Rezultati ispitivanja daju uvid u ergonomske uvjete rada poredane od najštetnijih prema manje štetnima.

PLIBEL metoda nije namijenjena detaljnom i preciznom ispitivanju pojedinih dijelova tijela kao neke druge metode, već služi za općeniti pregled stanja radne okoline i radnika koji se u njoj nalazi. Drugim riječima, PLIBEL metoda je više popis rizika prisutnih na radnom mjestu, nego stvarni i detaljni prikaz rizika i njihovog utjecaja na radnika. Iz tog se razloga uz PLIBEL metodu koriste druge metode, na onim mjestima na kojima se prema PLIBEL metodi utvrdi pojava za daljnjim ispitivanjem. [2]



Tablica 4. Matrica za ocjenjivanje opterećenja radnika PLIBEL metodom [2]

 Vrat, ramena, gornji dio leđa	 Lakti, podlaktice i šake	 Noge	 Kukuruz i koljena	 Kriza
1.	1.	1.	1.	1.
2.	2.	2.	2.	2.
3.	3.	3.	3.	3.
4.				4.
5.				5.
				6.
				7.
				8.
				9.
				10.
				11.
				12.
				13.
				14.
				15.
				16.
				17.

Prinijeta metode  
 Promatrite izloženi dio tijela  
 Pratite bijela polja (desno)  
 Sadržite li radni zadaci nešto od  
 nabrojano?  
 Ako da, popunite ta polja.

Također uzimite u obzir sljedeće:  
 a) Mogućnost pauza i stanki  
 b) Mogućnost biranja zadatka i radnog tempa  
 c) Da li je radnik pod stresom  
 d) Da li rad može imati nepredvidive situacije  
 e) Prisutnost vrućine, hladnoće, vlage, buke i sličnog  
 f) Prisutnost vibracija

1. Je li podloga neravna, nakošena, skliska ili neoporna  
 2. Je li prostor dovoljan za kretanje radnika i materijala?  
 3. Jesu li alati ili oprema nepravilno izvedeni/osmišljeni?  
 4. Je li visina na kojoj se rad obavlja prihvatljiva?  
 5. Je li stolica na kojoj radnik sjedi nepravilno dizajnirana ili neprilagodna?  
 6. (Ako se rad obavlja u stajaćem položaju) Je li postoji mogućnost spijedenja?  
 7. Umaraju li se noge tijekom obavljanja rada?  
 8. Umaraju li se noge:  
 a) stalnim penjanjem i silaženjem?  
 b) povremenim skakanjem, čučanjem ili klečanjem?  
 c) jer je jedna noga češće opterećena od druge?  
 9. Obavlja li se pomavljani ili produženi rad:  
 a) sa slabom napetom leđima?  
 b) sa jako napetom leđima?  
 c) sa lagano pognutim ili uvrnutim leđima?  
 d) sa jako pognutim ili uvrnutim leđima?  
 10. Obavlja li se pomavljani ili produženi rad:  
 a) sa slabom napetom vratom?  
 b) sa jako napetom vratom?  
 c) sa lagano pognutim ili uvrnutim vratom?  
 d) sa jako pognutim ili uvrnutim vratom?  
 11. Podizite li se teret ručno? Obratiti pozornost na sljedeće:  
 a) pomavljano podizanje  
 b) težina tereta  
 c) zahvaćanje tereta daljeg od dužine podlaktica  
 d) nepretna zahvat tereta  
 e) nepretna zahvat tereta  
 f) zahvaćanje tereta ispod razine koljena  
 g) zahvaćanje tereta iznad razine ramena  
 12. Obavlja li se pomavljano, produženo ili nespretno nošenje, guranje ili vuča tereta?  
 13. Obavlja li se produženi rad pri kojemu je jedna ruka ispružena bez podrške?  
 14. Pomaivaju li se :  
 a) slični pokreti?  
 b) različiti pokreti na ograničenoj udaljenosti?  
 15. Obavlja li se pomavljani ili produženi rad? Obratiti pozornost na sljedeće:  
 a) težina alata i materijala  
 b) nespretno rukovanje alatom ili materijalom  
 16. Umaraju li se oči?  
 17. Obavlja li se pomavljani rad ruku i podlaktice:  
 a) pokretima koji skrivaju ruke?  
 b) silovitim pokretima?  
 c) u neugodnim položajima?  
 d) za rukuaborn ili sličnom opremom?

### **3.1.6. DMQ metoda**

DMQ (eng. Dutch Musculoskeletal Questionnaire) metoda ili Nizozemski upitnik za mišićno-koštane rizike je osmišljen za potrebe stručnjaka na radu da lako, brzo i standardizirano procjene rizike mišićno-koštanog poremećaja uzrokovanih radom. Primjer je najpotpunijeg i najtemeljitijeg ispita za procjenu mišićno-koštanog rizika.

DMQ se sastoji od 60 pitanja, koje radnici ispunjavaju samostalno. Pitanja se odnose na spol, dob, radno vrijeme, opterećenje, položaj tijela, organizaciju rada i općenito na način života koji radnici vode izvan radnog mjesta. [2]

Za provođenje DMQ metode potrebno nam je samo olovka i papir. Prilikom provođenja ove metode na velikom broju ispitanika preporuka je korištenje posebnog softvera kako bi se ubrzao proces ocjenjivanja.

### **3.1.7. PDA tehnologija**

PDA uređaji (eng. Personal Digital Assistant) su ručna prijenosna računala odnosno miniračunala. Vrlo su praktični zbog svoje veličine te mogu biti od velike koristi pri ergonomskim procjenama.

Za procjenu ergonomičnosti radnog mjesta koristi se američka vojna lista za provjeru ACWC (eng. Army Computer Workstation Checklist). Lista se sastoji od padajućeg izbornika na koja se odgovara s da/ne. Kada se odgovori „ne“ može predstavljati potencijalnu opasnost na koju se tada predlažu rješenja. PDA se uglavnom koristi prilikom procjene rada na računalu. Obuka za primjenu PDA tehnologije u svrhu ergonomske procjene nije naročito kompleksna ni dugotrajna. Svi uneseni podaci automatski se pohranjuju u bazama podataka. [8]

## **3.2. Metode primjenjive na gornje udove, vrat i leđa**

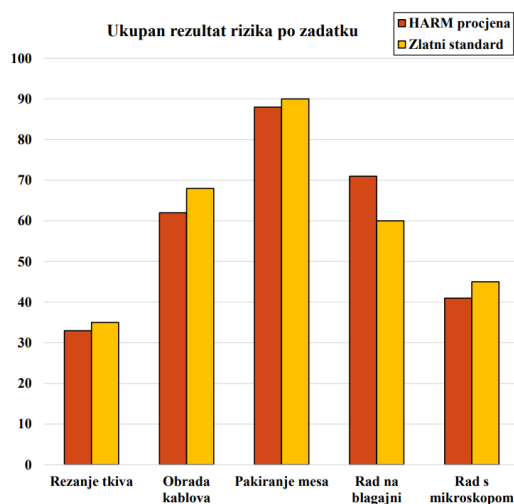
Ove metode najčešće se primjenjuju pri procjeni sjedećih poslova (gornji udovi i vrat) te poslova koji uključuju nošenje, podizanje i saginjanje (leđa)

### **3.2.1. HARM metoda**

HARM (eng. Hand Arm Risk-assessment method) je metoda razvijena u periodu od 2007. do 2009. za utvrđivanje rizika za vrat, ramena i ruke tijekom obavljanja posla koji

pretežno zahtijevaju njihovu upotrebu, primjerice mesari, frizeri, sastavljači, osobe koje se bave pakiranjem i sl.

HARM metoda je brza i jednostavna te ne zahtijeva nikakva posebna znanja ili obuke za njezino provođenje. Važno je za spomenuti da se za svaki zasebni zadatak treba provesti zasebna procjena te se ne može provesti analiza zbrojenih zadataka ili izračunati dnevno radno opterećenje. Korisnici ove metode su ljudi čiji je posao brinuti o radnim uvjetima tvrtke, primjerice osoblje za prevenciju ozljeda i zdravstveni djelatnici. Za prikupljanje podataka korisnik metode može biti prisutan na radnom mjestu i uživo uzimati podatke o zadatku ili iz video snimaka tog zadatka. Također određene informacije je moguće dobiti ispitivanjem samih radnika. Dobiveni podaci se unose u obrazac koji može biti u papirnatom ili on-line obliku. Metoda se bazira na bodovanju, te veći broj bodova na kraju provedene metode označava veću vjerojatnost pojave ozljeda i bolova u vratu i trupu. Također imamo i iznimku ove metode, a ona je pri radu na računalu, za koji postoje druge metode procjene opterećenja. [4]



Slika 14. Prikaz HARM procjene za pojedine poslove [4]

### 3.2.2. RULA metoda

RULA (eng. Rapid upper limb assessment) je metoda razvijena od strane McAtamneya 2005. godine kao metoda istraživanja za uporabu u ergonomskim istraživanjima radnih mjesta na kojima se prijavljuju poremećaji ekstremiteta gornjeg dijela tijela (trupa). Svrha ove metode je napraviti brzu procjenu opterećenja vrata i gornjih udova u uglavnom ponavljajućim, monotonim poslovima te samim time rizike za poremećaje mišićno-koštanog sustava gornjeg dijela tijela za promatrani posao.

Procjena rizika provodi se u dva koraka koji se zatim zbrajaju prema tablici i dobiva se konačni rezultat RULA metode. Negativan strana ove metode je što je preopćenita i ne nudi detaljne informacije o položajima, stoga se često kombinira s drugima kao dio šire ergonomske studije. Da bi primjena ove metode bila smisljena, treba obratiti pozornost i na nešto širi kontekst – informacije o proizvodima, zadacima, ranijim ozljedama, faktorima okoliša i sl.

### 3.2.3. LiFFT metoda

LiFFT (eng. The Lifting Fatigue Failure Tool) je metoda koja se koristi za procjenu kumulativnih opterećenja na kralježnicu pri podizanju tereta pomoću tri jednostavna podatka:

- Težina tereta.
- Vršna horizontalna udaljenost između kralježnice i tereta (7 do 10 ponavljanja).
- Ponavljanje radnje.

Ova metoda se koristi za analizu jedne aktivnosti ili za analizu više povezanih i nepovezanih aktivnosti.

Posao s visokim rizikom iz iskustva govori da imamo 12+ ozljeda na 200 000 radnih sati. [4]

### 3.2.4. DUET metoda

DUET (eng. Distal Upper Extremity Tool) je metoda koja se koristi za procjenu kumulativnih opterećenja na trup pri podizanju tereta pomoću dva jednostavna podatka:

- Ocjena intenziteta napora za zadatak.
- Ponavljanje radnje.

Ova metoda se može koristiti za analizu jedne aktivnosti ili za analizu više povezanih aktivnosti ili više nepovezanih aktivnosti.

Radniku treba prikazati OMNI-Ljestvicu vježbi otpora (eng. OMNI-Resistance Exercise Scale – OMNI RES) te bi konačnu odluku trebalo donijeti ergonomski.

Ova metoda također promatra posao s visokim rizikom gdje imamo 12+ ozljeda na 200 000 radnih sati. [4]

Tablica 5. OMNI - RES tablica [4]

Opažanja	OMNI-RES Rezultat
Jedva primjieran ili mali napor	1
Zamjetan ili određeni napor	3
Vidljiv napor, nepromijenjen položaj	5
Znatan napor, mijenjajući položaj	7
Korištenje ramena ili trupa za napor	9

### 3.2.5. WISHA metoda

WISHA je kalkulator koji služi za procjenu rizika od ozljede leđa prilikom dizanja i spuštanja tereta. WISHA lifting calculator je adaptacija NIOSH jednadžbe dizanja tereta koja je bazirana na znanstvenom istraživanju uzroka ozljede leđa, te pomoću njega brzo jednostavno i bez puno podataka možemo ispitati rizik neke operacije dizanja tereta.

Potrebni ulazni podaci za WISHA kalkulator su :

- Težina tereta koju radnik diže ili spušta.
- Vertikalna lokacija odnosno poza koju radnik zauzima u vertikalnom smjeru.
- Horizontalna lokacija odnosno poza koju radnik zauzima u vertikalnom smjeru.
- Učestalost operacija tj. broj operacija.
- Trajanje operacije.
- Rotacije koju radnik vrši tijekom izvođenja operacije.

Krajnji rezultat koji ćemo dobiti je maksimalna težina koju radnik može podići ili spustiti u određenoj poziciji bez posljedice nastanka ozljeda.

Indeks dizanja (eng. Lift index) ili indeks rizika (eng. Risk index) govori koliko je operacija rada zahtjevnija za radnika, odnosno dobiva se procjena rizika rada. Indeks rizika može biti manji od 1 - što označava mali rizik, između 1 i 1,5 – što označava potencijalni rizik i veći od 1,5 – što označava ozbiljan rizik.

Dobiveni indeksi rizika mogu poslužiti za utvrđivanje slabe točke u raznim procesima proizvodnje, procjenu relativnog rizika od ozljede za ručno obavljen rad, nalaženje prioriteta u poboljšanju i olakšavanju posla. Poslovi koji zahtijevaju različite operacije kao što su dizanje, spuštanje i rukovanje teretom su teži za procjenu rizika. Ako

procjenjujemo takve poslove koji zahtijevaju različite operacije tada je pogodno obaviti analizu posla u 2 ili 3 slučaju. [8]

Primjeri analize slučaja su:

- Analizu izvršiti koristeći najteži teret i najgoru poziciju uz frekvenciju dizanja samo najtežeg tereta.
- Analiza najčešće obavljene operacije.
- Analiza uz prosječnu težinu i poziciju te koristeći frekvenciju i trajanje od cjelokupnog obavljenog rukovanja teretom.

Postupak izračuna provodi se u 5 koraka i krajnje je jednostavan.

### 3.2.6. QEC metoda

QEC (eng. Quick Exposure Cheklist) ili lista za brzu procjenu rizika široko je primjenjiva i vrlo osjetljiva. Može ustvrditi čak i međusobnu povezanost određenih faktora rizika. Sama primjena je prilično jednostavna i brza, uz potrebnu kratku obuku i malo praske. Primjenjiva je na dijelove leđa, gornje udove i vrat.

QEC metoda vrednuje radno mjesto i dizajn opreme, ukazujući na potrebne preinake istih.

Sastoji se od 5 koraka:


1. *Samoobuka* – čitanje uputa te upoznavanje s terminologijom i načinom rada.
2. *Lista za provjeru (promatrač)* – promatranje izvedbe.
3. *Lista za provjeru (izvođač)* – samostalno odgovaranja na pitanja.
4. *Računanje stupnja izloženosti* – korištenje koraka 2 i 3 uz dodatne tablice.
5. *Razmatranje intervencije* – traženje rješenja na uklanjanje opaženog problema.

Metoda je jeftina jer treba samo standardnu opremu za njenu primjenu. Također je primjenjiva za vrednovanje promjena unesenih u sustav. [12]

### 3.2.7. Indeks naprezanja


Indeks naprezanja ili the Strain Indeks metoda je razvijena za vrednovanje radnik zadataka, kako bi se ustvrdilo pogoduju li razvoju mišićno-koštanog poremećaja na gornje ekstremitete. Metoda se temelji na fiziološkim, biomehaničkim i epidemiološkim parametrima. Fiziološkim parametrima promatra se intenzitet i trajanje opterećenja te vrijeme oporavka. Biomehanikom se doprinosi razumijevanju djelovanja sila na mišićno-tetivnu jedinicu. Epidemiološkim parametrom ukazuje se na vezu između učestalosti

ozljede s trajanjem i frekvencijom primijenjenih sila. U pravilu veći otklon zgloba označava nepovoljnije djelovanje odnosno veću vjerojatnost od ozljede. [8]

 **Revised Strain Index**

Date: _____	Task: _____
Company: _____	Supervisor: _____
Dept: _____	Evaluator: _____

Risk Factor	Observation	Left	Left Score	Right	Right Score
Intensity of Exertion (Borg Scale - BS)	Light: Barely noticeable or relaxed effort (BS: 0-2)				
	Somewhat Hard: Noticeable or definite effort (BS: 3)				
	Hard: Obvious effort; Unchanged facial expression (BS: 4-5)				
	Very Hard: Substantial effort; Changes expression (BS: 6-7)				
	Near Maximal: Uses shoulder or trunk for force (BS: 8-10)				
Efforts Per Minute	Total Number of Exertions Observed				
	Total Observation Time (sec.)				
Duration Per Exertion	Average Single Exertion Time (sec.)				
	% Duration of Exertion ≤ 100% ?				
Hand/Wrist Posture	Left: <input checked="" type="radio"/> Flexion (degrees)				
	Right: <input checked="" type="radio"/> Flexion (degrees)				
Duration of Task Per Day	Duration of task per day (hours)				
Results Key	SI ≤ 10	Job is probably safe			
	SI > 10	Job is probably hazardous			
Notes/ Comments			WARNING CENTER		
			Reference Pictures		
					

Reference: Arun Garg, J. Steven Moore & Jay M. Kapellusch (2016): The Revised Strain Index: an improved upper extremity exposure assessment model, Ergonomics, DOI: 10.1080/00140139.2016.1237578

### Slika 15. Liste za izračun indeksa napreznja [10]

Pri izračunu i opisu indeksa napreznja koriste se sljedeće varijable (tablica 6): intenzitet i trajanje napreznja, broj ponavljanja u minuti, položaj dlana i zapešća, brzina i dnevno trajanje dotične izvedbe. Izvedba metode se provodi pomoću olovke i papira ili pomoću računalnog softvera. Metoda nudi preciznu i korisnu ergonomsku ocjenu. Ali zbog velikog broja varijabli je otežano korištenje i dugo trajanje jer iziskuje dodatnu edukaciju.

### 3.2.8. OCRA metoda – indeks i lista

OCRA (eng. Occupational Repetitive Action) metoda koja procjenjuje izloženost gornjih ekstremiteta rizicima od ozljede. Faktori koji se uzimaju u obzir pri provođenju metode su *ponavljanje, sila, nezgodni položaji i pokreti, vrijeme odmora i mehanički, okolišni i drugi faktori*. Metoda je široko primjenjivana ali nema razvijen računalni softver. OCRA lista za provjeru pojednostavljena je OCRA indeksa i služi za brzi, često inicijalnu procjenu. OCRA indeks rizika dobiven je kao omjer ukupnog broja faza rada tijekom smjene s brojem preporučenih tehničkih akcija u smjeni. [12]

$$OCRA = \frac{\text{broj faza rada tijekom smjene}}{\text{preporučeni broj faza rada u smjeni}} \quad (1)$$

$$\text{Preporučeni broj tehničkih akcija} = \sum_{x=1}^n [CF * (Ff_i * Fp_i * Fc_i) * D_i] * Fr * Fd \quad (2)$$

Gdje je:

- $n$  – broj ponavljanja zadataka tijekom smjene
- $CF$  – konstanta frekvencije (30 izvedbi u minuti)

Faktori korekcije vrijednosti od 0 do 1:

- $Ff$  – faktor sile
- $Fp$  – faktor položaja
- $Fc$  . faktor ostalih elemenata (vibrirajući alati, skliske površine, udarci...)
- $Fr$  – faktor za „nedostatak vremena oporavaka“
- $Fd$  – faktor dnevnog trajanja ponavljajućeg zadataka
- $D$  – trajanje zadatka koji se ponavlja, u minutama.



• Konstanta frekvencije aktivnosti (aktivnost/min)

Desna ruka				Lijeva ruka			
A	B	C	D	A	B	C	D
30	30	30	30	30	30	30	30

Zadaci CF

• Faktor sile (uočeni napor)

Borgov faktor	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
	1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.45	0.35	0.2	0.1	0.01

A	B	C	D	A	B	C	D

Zadaci FF

• Faktor položaja

Vrijednost	0-3	4-7	8-11	12-15	16
Faktor	1	0.70	0.60	0.50	0.33

Rame	A	B	C	D	A	B	C	D
Lakat								
Zapešće								
Dlan								
(*)								

Zadaci (\*) odabrati najmanji faktor između lakta, zapešća i dlana Fp

• Dodatni faktori

Vrijednost	0	4	8	12
Faktor	1	0.95	0.90	0.80

A	B	C	D	A	B	C	D

Zadaci Fc

X

• Trajanje ponavljanja

A	B	C	D	A	B	C	D

Zadaci

• Broj preporučenih aktivnosti za ponavljajuće zadatke i ukupan broj (pojedinačni rezultati, bez faktora oporavka)

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$

LJUEVA	DESNA

( $\alpha+\beta+\gamma+\delta$ ) ( $\alpha+\beta+\gamma+\delta$ )

• Faktor koji se odnosi na nedostatak oporavka (broj sati bez adekvatnog oporavka)

Br. sati	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Faktor	1	0.00	0.80	0.70	0.60	0.45	0.25	0.10	0

Fr

• Faktor koji se odnosi na ukupno trajanje ponovljenih zadataka

Minute	<120	120-239	240-480	>480
Faktor	2	1.5	1	0.5

Fd

DESNA LJEVA

$ARP = \pi \times FR \times FD$      $ARP = \pi \times FR \times FD$



DESNA LJEVA    DESNA LJEVA

$\frac{\text{Ukupan broj aktivnosti promatran pri ponovljenim zadacima}}{\text{Ukupan broj aktivnosti}} = \frac{ATA}{RTA} =$ 



Slika 16. Obrazac za računanje OCRA indeksa [8]

### 3.2.9. LMM

Kako bi se ustvrdilo koju ulogu u mišićno-koštanim ozljedama ima gibanje trupa, razvije uređaj za praćenje pokreta leđa (eng. Lumbar Motion Monitor - LMM). Ovaj model je dinamičan te je u usporedbi s dosadašnjim statičkim modelima veliki iskorak naprijed. Uređaj je triaksijalni egzoskeletni elektrogoniometar, odnosno pojednostavljeno prsluk koji preko pripadajućeg softvera omogućuje mjerenje brzina i ubrzanja pokreta tijekom samog rada. Softver daje potpunu 3-D sliku kinematike trupa te je također dostupan u četiri veličine.

Pri mjerenju se fokusira na sljedeće čimbenike:

1. Faktori vezani uz radno mjesto – maksimalni vanjski moment na kralješnicu i učestalost podizanja.
2. Faktori vezani uz gibanje trupa – maksimalna sagitalna fleksija, maksimalna lateralna brzina i prosječna brzina zakretanja.

LMM prikuplja podatke kako radnik izvodi posao. Ima široku primjenu na razna radna mjesta, čak i proizvodno okruženje, skladišta i zdravstvene ustanove.

Procjena rizika korištenjem LMM je podijeljena na 4 pristupa:

1. Položaj LMM-a na radniku.
2. Određivanje komponenti rada ručnog upravljanja materijalom (MMH).
3. Prikupljanje podataka.
4. Analiza.

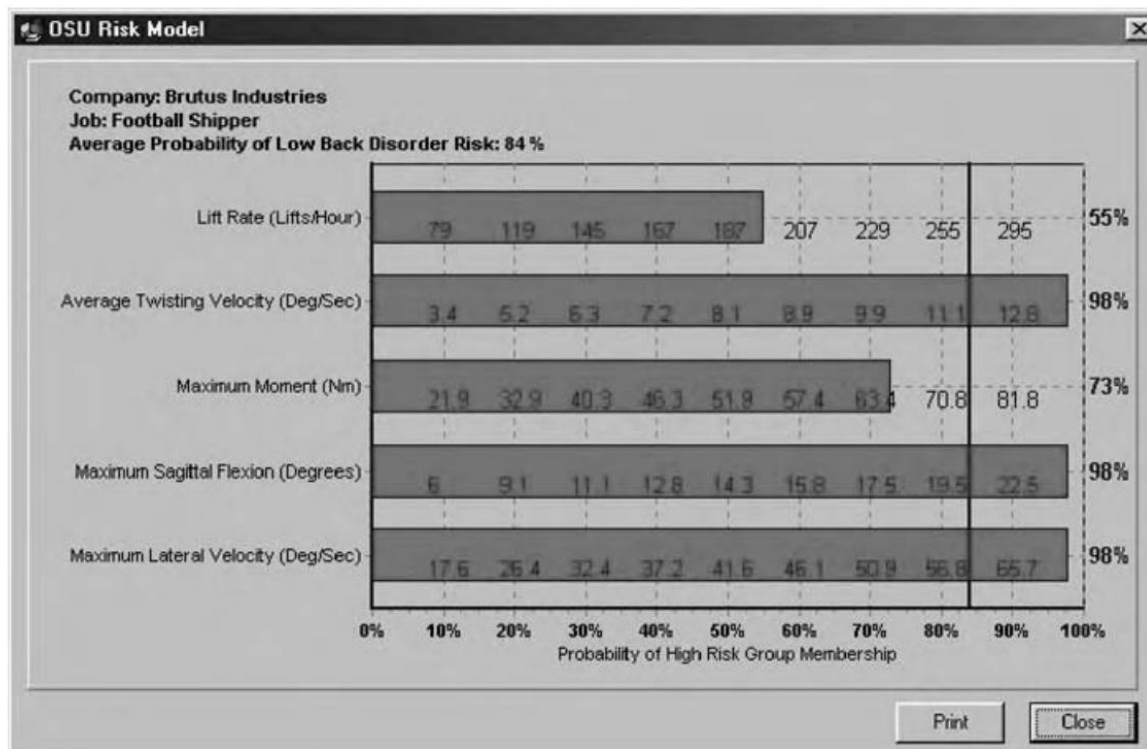
Softver također bilježi i informacije poput opisa zadataka, imena radnika i dr. Što su podaci precizniji, jednostavnije je izvršiti kvalitetnu procjenu. Oporaba ove mote zahtijeva bolju obuku ispitivača također zahtijeva i popunu suradnju s ispitanikom i organizacijom, ali i vremenski je zahtjevnija.

Kombiniranjem gore navedenih faktora softver računa vjerojatnost pojave ozljeda lumbalnog dijela leđa. Omogućuje procjenu cijelog zadatak, nekog njegovog dijela ili određene kretnje. Povezan je s bazom podataka i omogućuje brzu ocjenu utjecaja intervencija.

Od opreme potrebno je ima odgovarajući softver, LMM uređaj i računalo. [12]



Slika 17. Uređaj za praćenje pokreta leđa – LMM [12]



Slika 18. Primjer statičke obrade podataka pri uporabi LMM-a [12]

## 4. POSTUPCI PROVOĐENJA REBA, RULA I OWAS METODA

U ovom poglavlju će se obraditi postupci provođenja navedene 3 metode, RULA (eng. Rapid Upper Body Assessment), REBA (eng. Rapid Entire Body Assessment) i OWAS (eng. Ovako Working Posture Analysing System), zato što su najjednostavnije metode za provođenje te su zbog toga i najraširenije metode. U sljedećem poglavlju prikazat će se i primjena ovih metoda u studijama slučaja.

### 4.1. Postupak izvođenja REBA metode

Postupak izvođenja ove metode je vrlo jednostavan zato što je potrebna samo olovka i radna stranica. Radna stranica sadrži tablicu u kojima se može procijeniti traženi ili odabrani položaj, vrsta pokreta, repetitivnost i različiti napori. Procjeniteljski sustav metode će dodijeliti bodove za svaki od sljedećih dijelova tijela:

- Zapešća.
- Podlaktice i laktovi.
- Ramena i vrat.
- Trup i leđa.
- Noge i koljena.

Nakon što su podaci za svaki dio tijela prikupljeni i ocijenjeni, tablice na obrascu se tada koriste za sastavljanje varijable faktora rizika, stvarajući jedinstveni rezultat koji predstavlja razinu MSD rizika.

**Tablica 6. Razina rizika po REBA metode**

<b>Rezultat</b>	<b>Razine MSD rizika</b>
1	Neznatan rizik, nisu potrebne korekcije
2-3	Nizak rizik, javljanje potrebe za korekcijom
4-7	Srednji rizik, daljnje promatranje, uskoro potrebna promjena
8-10	Visok rizik. Promatranje i implementacija promjena
11+	Vrlo visok rizik, implementacija promjena

Kako bi se metoda mogla provesti potrebno je provesti određene pripreme:

- Intervjuirati radnika ili radnike koji se procjenjuju da bi se steklo razumijevanje radnih zadataka i zahtjeva posla te promatranjem radnikovih pokreta i položaja tijela tijekom nekoliko radnih ciklusa.

- Položaje tijela koji će biti procjenjivani treba odabrati na temelju „najteži“ položaj tijela i radni zadatak (na temelju intervjua s radnikom), najdužeg vremenskog perioda ili položaja i držanja pri kojima se pojavljuju najveća opterećenja tereta.

Ova metoda je relativno brza metoda tj., višestruki položaji i radni zadaci se mogu procijeniti bez značajnog utroška vremena i troškova, s obzirom na to da se istovremeno procjenjuje samo lijeva ili desna strana. Koja će strana biti procijenjena određuje se na temelju razgovora i promatranja radnika.

**REBA Employee Assessment Worksheet**

Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**

Neck Score:

Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**Step 2: Locate Trunk Position**

Trunk Score:

Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**Step 3: Legs**

Leg Score:

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**

Using values from steps 1-3 above, Locate score in Table A

**Step 5: Add Force/Load Score**

If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force / Load Score:

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Score A:

**Scoring**  
1 = Negligible Risk  
2-3 = Low Risk. Change may be needed.  
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.  
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change  
11+ = Very High Risk. Implement Change

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

Upper Arm Score:

Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

Lower Arm Score:

**Step 9: Locate Wrist Position:**

Wrist Score:

Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B:

**Step 11: Add Coupling Score**

Well fitting Handle and mid range power grip, **good: +0**  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, **fair: +1**  
Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**  
No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable: +3**

Coupling Score:

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B:

**Step 13: Activity Score**

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Activity Score:

Table A		Neck											
		1				2				3			
Trunk Posture Score	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9	

Table B		Lower Arm					
		1			2		
Upper Arm Score	Wrist	1	2	3	1	2	3
	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9	

Score A	Table C												
	Score B												
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Table C Score + Activity Score = REBA Score

Original Worksheet Developed by Dr. Alan Hedge. Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

Slika 19. REBA radni list

Radni list REBA metode podijeljen je na dvije kategorije položaja tijela označenih kao kategorija A i B. Kategorija A, koja se nalazi na lijevoj strani slike, uključuje dijelove vrata, trupa i nogu. Kategorija B, koja se nalazi na desnoj strani slike, uključuje dijelove ruku i zglobova. Ova kategorizacija položaja tijela osigurava da se u procjenu uključe bilo kakvi neugodni ili ograničeni položaji vrata, trupa ili nogu koji mogu utjecati na položaje ruku i zglobova.

Prvo se procjenjuju položaji iz kategorije A, a zatim oni iz kategorije B za desnu i lijevu stranu tijela. Za svaki dio postoji bodovna skala i dodatne prilagodbe ocjenjivanja koje je potrebno uzeti u obzir u konačnim rezultatima.

Koraci izvođenja REBA metode:

- 1) Analiza položaja vrata.
- 2) Analiza položaja trupa.
- 3) Analiza položaja nogu.
- 4) Izračunati rezultat za grupu A iz tablice A.
- 5) Dodati opterećenje na dijelove tijela iz grupe A .
- 6) Zbrojiti vrijednosti iz 4. i 5. koraka te pronaći odgovarajuću vrijednost u tablici C.
- 7) Analiza položaja nadlaktice..
- 8) Analiza položaja podlaktice.
- 9) Analiza položaja zapešća.
- 10) Izračunati rezultata za grupu B iz tablice B.
- 11) Dodati ocjenu spajanja.
- 12) Zbrojiti vrijednosti iz 10. i 11, koraka te pronaći odgovarajuću vrijednost u tablici C.
- 13) Zbrojiti vrijednosti iz tablice C s 11. korakom i dobiti rezultat spajanja što je i završni REBA rezultat.

U pojedinim koracima imamo još i dodatne bodove s obzirom na neki dodatan položaj tijela:

- U prvom koraku se dodaje +1 ako je vrat zakrivljen ili savijen.
- U drugom koraku se dodaje +1 ako je trup savijen ili zakrivljen.
- U sedmom koraku dodaje se +1 ako su ramena podignuta ili oduzetost nadlaktice, također se dodaje -1 ako se osoba podržala ili ako se osoba naginje.

#### **4.2. Postupak izvođenja RULA metode**

Metoda RULA se provodi kroz 3 stupnja:

1. Putem upitnika se prikupljaju potrebni podaci o radnom okruženju te radnim zadacima. Sve kako bi se odredili ključni položaji i pokreta tijela koji su uzrok opterećenja i koje je potrebno detaljnije analizirati.

2. Obavljati snimanje te nakon toga ocjenjivanje tijela i njegovih položaja po pojedinim segmentima pri analizi lijeve i desne strane.
3. Određivanje razine opterećenja tijela po pojedinim segmentima pomoću potrebnih tablica za ocjenjivanje i na kraju određivanje krajnje razine opterećenja gornjeg dijela tijela.

Način na koji se prikupljaju podaci je isti kao i kod REBA metoda, uostalom RULA metoda je nastala iz REBA-e.

Nakon ispunjene radne stranice i dodjeljuju se bodovi za dijelove tijela:

- Nadlaktica.
- Podlaktica.
- Zapešće.
- Vrat.
- Trup.

Nakon što su podaci za svaki dio tijela prikupljeni i ocijenjeni, tablice na obrascu se tada koriste za sastavljanje varijable faktora rizika, stvarajući jedinstveni rezultat koji predstavlja razinu MSD rizika.

**Tablica 7. Razina rizika po RULA metodi**

<b>Rezultat</b>	<b>Razine MSD rizika</b>
1-2	Neznatan rizik, nisu potrebne korekcije
3-4	Nizak rizik, javljanje potrebe za korekcijom
5-6	Srednji rizik, daljnje promatranje, uskoro potrebna promjena
6+	Vrlo visok rizik. Hitna promjena

Odrađivanje priprema za provođenje metode je isto kao i kod REBA metode, te nije potrebno sve ponovno navoditi.

Ova metoda je također relativno brza metoda tj., višestruki položaji i radni zadaci se mogu procijeniti bez značajnog utroška vremena i troškova, s obzirom na to da se istovremeno procjenjuje samo lijeva ili desna strana. Koja će strana biti procijenjena određuje se na temelju razgovora i promatranja radnika.

Radni list RULA metode podijeljen je na dvije kategorije položaja tijela označenih kao kategorije A i B. Kategorija A, koja se nalazi na lijevoj strani slike, uključuje dijelove nadlaktice, podlaktice i zapešća. Kategorija B, koja se nalazi na desnoj strani slike, uključuje dijelove vrata i trupa. Ova kategorizacija položaja tijela osigurava da se u procjenu uključe bilo kakvi neugodni ili ograničeni položaji ruku i zglobova koji mogu utjecati na položaje vrata i


trupa. Prvo se procjenjuju položaji iz kategorije A, a zatim oni iz kategorije B za desnu i lijevu stranu tijela. Za svaki dio postoji bodovna skala i dodatne prilagodbe ocjenjivanja koje je potrebno uzeti u obzir u konačnim rezultatima.

**RULA Employee Assessment Worksheet**

Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**A. Arm and Wrist Analysis**

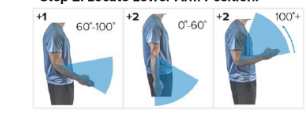
**Step 1: Locate Upper Arm Position:**



Step 1a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score:

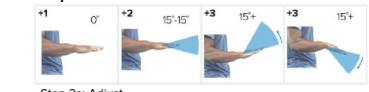
**Step 2: Locate Lower Arm Position:**



Step 2a: Adjust...  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Lower Arm Score:

**Step 3: Locate Wrist Position:**



Step 3a: Adjust...  
If wrist is bent from midline: Add +1

Wrist Twist Score:  Wrist Score:

**Step 4: Wrist Twist:**  
If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

Wrist Twist Score:  Wrist Score:

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**  
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

**Step 6: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held > 1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Muscle Use Score:

**Step 7: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Force / Load Score:

**Step 8: Find Row in Table C**  
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Wrist & Arm Score:

**Table A**

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Score					
		Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist		
1	1	1	2	2	2	3	3
	2	2	2	2	2	3	3
	3	2	3	3	3	3	4
2	1	2	3	3	3	4	4
	2	3	3	3	3	4	4
	3	3	4	4	4	4	5
3	1	3	4	4	4	4	5
	2	3	4	4	4	4	5
	3	4	4	4	4	5	5
4	2	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	5	5	6	6
	1	5	5	5	5	6	7
5	2	5	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	8
	1	7	7	7	7	8	9
6	2	8	8	8	8	9	9
	3	9	9	9	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9

**Table C**


Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

**Scoring (final score from Table C)**  
1-2 = acceptable posture  
3-4 = further investigation, change may be needed  
5-6 = further investigation, change soon  
7 = investigate and implement change

**RULA Score**:

**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**


**Step 9: Locate Neck Position:**



Step 9a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

Neck Score:

**Step 10: Locate Trunk Position:**



Step 10a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score:

**Step 11: Legs:**  
If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

Leg Score:

**Table B: Trunk Posture Score**

Neck Posture Score	Legs					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	2	2	2	2
2	2	3	3	4	5	6
3	3	3	4	5	6	7
4	5	5	6	6	7	7
5	7	7	7	8	8	8
6	8	8	8	8	9	9

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**  
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Posture B Score:

**Step 13: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held > 1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Muscle Use Score:

**Step 14: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Force / Load Score:

**Step 15: Find Column in Table C**  
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Neck, Trunk, Leg Score:

based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

Slika 20. RULA radni list

Koraci izvođenja RULA metode:

- 1) Određivanje slobode kretanja ruke i šake.
- 2) Određivanje slobodne kretanja podlaktice.
- 3) Određivanje kuta šake.
- 4) Uvijanje šake.
- 5) Ukupni utjecaj položaja ruku i šaka na ergonomičnost iz tablice A.
- 6) Utjecaj dinamičnosti na ergonomičnost ( statično isti položaj > 10 min, dinamično više od 4 pokreta/min).
- 7) Utjecaj mase tereta i mase opterećenja.
- 8) Konačni zbroj utjecaja ruku i šaka unutar RULA-e, te pronaći vrijednost u tablici C.



- 9) Određivanje slobode kretanja vrata.
- 10) Određivanje slobode kretanja trupa.
- 11) Utjecaj nogu.
- 12) Ukupni položaj vrata i leđa na ergonomičnost iz tablice B.
- 13) Utjecaj dinamičnosti posla na ergonomičnost.
- 14) Utjecaj mase tereta i mase opterećenja.
- 15) Konačan zbroj utjecaja vrata i leđa na ergonomičnost, pronalazak vrijednosti u tablici C.
- 16) Konačna procjena ergonomičnosti prema RULA-i.

Dodatni bodovi:

- U prvom koraku se dodaje +1 bod ako su ramena podignuta ili oduzetost ruku, također se dodaje -1 ako se osoba podržala ili se osoba naginje.
- U drugom koraku se dodaje +1 ako dolazi do ukrštavanja ruku.
- U trećem koraku se dodaje +1 ako dolazi do horizontalnog pomaka šake.
- U četvrtom koraku se dodaje +1 ako se šaka umjereno uvija, dodaje se +2 se šaka uvija blizu granice uvijanja.
- U devetom koraku se dodaje +1 ako se vrat pomiče u smjeru lijevo-desno ili je nagnut.
- U desetom koraku se dodaje +1 ako se trup pomiče u smjeru lijevo-desno ili su nagnuta.
- U jedanaestom koraku se dodaje +1 ako su noge podržane, dodaje se +2 ako noge nisu podržane.

#### 4.3. Postupak izvođenja OWAS metode

OWAS metoda pruža 252 moguće kombinacije koje se opisuju kao četveroznamenkasti kod. Kombinacija položaja leđa, ruku nogu i primijene sile u OWAS metodi dobiva ocjenu koja se može uključiti u Win-OWAS sustav analize. Taj sustav omogućuje karakterizaciju akcijskih razina za korektivne mjere s ciljem promicanja profesionalnih mjera i zdravlja.

Postupak za primjenu OWAS metode sastoji se od:

- Praćenja radnih zadataka.
- Kodificiranja.

- Određivanje kategorije rizika.
- predlaganja korektivnih radnji.

Korisnik vrši niz trenutačnih opažanja kako bi zabilježio položaj ovih dijelova tijela. Izračunava se postotak proveden u svakom od položaja i naziv radne aktivnosti koja se ocjenjuje, a rezultati se u obliku opisa kategorija opterećenja uspoređuju s mjerilima koja određuju je li potrebno poduzeti korektivne mjere.

Kod OWAS metode položaj ruku se opisuje pomoću 3 položaja:

- Kada su ruke na visini ispod ramena.
- Kada je jedna ruka podignuta iznad visine ramena.
- Kada su obje ruke iznad visine ramena.

Položaj leđa (trupa) se opisuje pomoću 4 položaja:

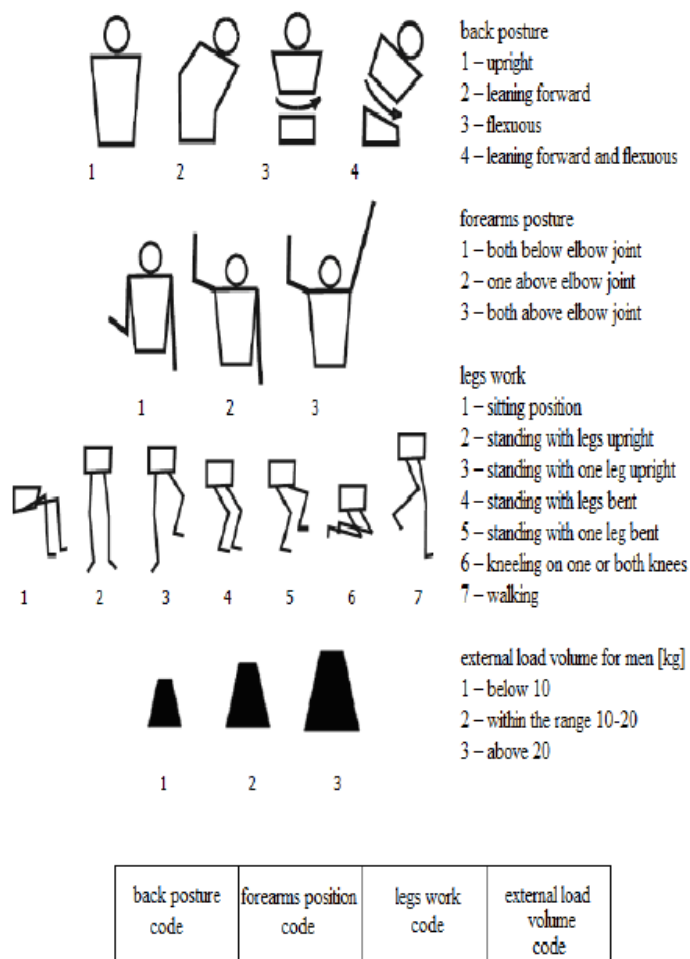
- Uspravan/neutralan.
- Savijen.
- Zarotiran.
- Savijen i rotiran.

Položaj donjeg dijela tijela (nogu) opisuje se pomoću 7 položaja:

- Sjedeći.
- Stojeći – težina na obje noge s ravnima koljenima.
- Stojeći – težina na jednoj nozi s ravnim koljenima.
- Stojeći – težina na obje noge sa savijenim koljenima.
- Stojeći – težina na obje noge sa savijenim koljenom.
- Klečeći.
- Hodajući.

Težinsko opterećenje koje radnik podnosi se opisuje pomoću 3 razine:

- Manje od 10 kg.
- Između 10 i 20 kg.
- Više od 20 kg.



Slika 21. Položaji tijela po OWAS-u [15]

OWAS metoda ima podjelu rizika u 4 kategorije:

1. Kategorija niskog rizika.
2. Kategorija srednjeg rizika.
3. Kategorija visokog rizika.
4. Kategorija vrlo visokog rizika.

Prva kategorija se odnosi na normalne položaje tijela bez ikakvih preporuka za korektivne aktivnosti.

Druga i treća kategorija odnosi se na položaje tijela s određenim rizikom s preporukama za poduzimanje korektivnih mjera u srednjem roku.

Četvrta kategorija odnosi se na neprihvatljive položaje s preporukama za hitne korektivne mjere.



Slika 22. Prikaz kategorija rizika u Win-OWAS

## 5. STUDIJE SLUČAJA ZA ERGONOMSKE METODE.

Prikazat će se 3 studije slučaja koje će se bazirati na usporedbama 4 ergonomske metode (RULA, REBA, NIOSH i OWAS).

### 5.1. Primjena RULA i NIOSH metode – studija slučaja [13]

Ova studija slučaja provedena je 2020. u Turskoj, u građevinarskoj industriji. Prema turskom institutu za statistiku za 2020. godinu, podaci govore da 7% radne populacije radi u građevinskoj industriji. Prema tome velik je broj ljudi izložen raznim opterećenjima te ti nije podatak koji se treba zanemariti. Prema njihovom zavodu za javno zdravstvo 2020. godine ozljede mišićno-koštanog sustava u tom sektoru imaju udio od 7,5% od svih zabilježenih ozljeda. Najčešće ozljede su u predjelu leđa, i to donjem dijelu leđa zbog nepravilnog položaja tijela prilikom rada, ili zbog raznih opterećenja kojima su radnici izloženi uslijed dizanja/spuštanja ili guranja/povlačenja tereta.

U studiji su se bazirali na 9 položaja radnika. RULA metoda se provodila za radnike koji su radili poslove rezanja metala, pripreme žbuke, rezanja kalupa, krovopokrivanja, zavarivanja, razbijanja betona, bušenja i vodoinstalaterstva.

Nadalje NIOSH metoda je bila primijenjena za posao slaganja cigli. Izabrana je jedan građevinska tvrtka te su se obavila istraživanja na radnicima te tvrtke, fotografije su snimljene na samom gradilištu.

Analize metoda, RULA i NIOSH, dale su brojčane vrijednosti na osnovi položaja tijela te je izračunat rizik od nastanka ozljeda. Primjenom NIOSH metoda za posao slaganja cigli, koji se obavlja tako da se cigle podižu s poda na podlogu koja je povišena i udaljena.



Slika 23. Obavljanje posla podizanja cigli na povišenu podlogu

Rezultati analize NIOSH metode su pokazali da indeks naprezanja na podu iznosi 3,55 dok na povišenoj podlozi iznosi 4,88. Kako su obje vrijednosti veće od 3, postoji veliki rizik od ozljede te je potrebna ergonomska prilagodba za bolje obavljanje posla. Uočeno je da je kritičan faktor niska frekventni faktor (FM) koji je povezan s brojem ponavljanja posla u minuti.

Na temelju toga je predloženo da radnik ne smije prenositi više od jedne cigle odjednom prilikom spuštanja i slaganja cigli na predviđenu podlogu. Prilikom nošenja cigli na podlogu za odlaganje, teret mora biti prislonjen uz tijelo i visina podloge za odlaganje ne smije biti previsoko. Pridržavanje ovih preporuka smanjit će se opterećenje u rukama radnika. Pri velikim naporima broj ponavljanja posla i vrijeme rada treba biti smanjeno.



**Slika 24. a) Priprema žbuke b) Rezanje metala c) Rezanje kalupa d) Krovopokrivanje e) Zavarivanje f) rušenje betona g) Bušenje-1 h) Bušenje-2 i) Vodoinstalaterstvo [13]**

Provedbom RULA metode dobili su se sljedeći rezultati:

- *Priprema žbuke* iznosi 7 što označava visoki rizik i traži hitnu intervenciju.
- *Rezanje metala* iznosi 7 što označava visoki rizik i zahtjeva hitnu intervenciju.
- *Rezanje kalupa* iznosi 7 što označava visoki rizik i zahtjeva hitnu intervenciju.
- *Krovopokrivanje* iznosi 6 što označava ozbiljan rizik i zahtjeva skoriju intervenciju.
- *Zavarivanje* iznosi 5 što označava da je tijelo u neprirodnom položaju i zahtjeva hitnu intervenciju
- *Rušenje betona* iznosi 7 što označava visoki rizik i zahtjeva hitnu intervenciju
- *Bušenje* iznosi 7 što označava visoki rizik i zahtjeva hitnu intervenciju

- *Vodoinstalaterski poslovi* iznosi 7 što označava visoki rizik i zahtjeva hitnu intervenciju

Rješenja za smanjenje rizika navedenih poslova su:

- Fiksiranje miješalice te pomicanje kante pomoću transportnog sredstva prilikom pripreme žbuke.
- Osigurati radni stol za rezanje metala i kalupa kako bi se smanjilo savijanje radnika, adekvatna težina opreme.
- Korištenje skela prilikom rada na krovu i unutar građevine
- Ograničiti visinu na kojoj radnik obavlja zavarivanje bez korištenja ljestava ili skela
- Težina opreme prilikom rušenja treba biti lagana.
- Treba ograničiti broj izvedbu ponavljajućih poslova po minuti.
- Prikladan položaj tijela prilikom obavljanja posla te držanje bušilice blizu tijela prilikom obavljanja rada.

**Tablica 8. Rezultati provedenih metoda [13]**

Proces	Metoda	Rezultat	Razina rizika
Priprema žbuke	RULA	7	Vrlo visok
Rezanje metala	RULA	7	Vrlo visok
Rezanje kalupa	RULA	7	Vrlo visok
Krovopokrivanje	RULA	6	Visok
Zavarivanje	RULA	5	Visok
Rušenje betona	RULA	7	Vrlo visok
Bušenje – 1	RULA	7	Vrlo visok
Bušenje – 2	RULA	6	Visok
Vodoinstalaterstvo	RULA	7	Vrlo visok
Slaganje opeke (početak)	NIOSH	2.8	Visok
Slaganje opeke (završetak)	NIOSH	4.6	Vrlo visok

Zaključak studije je bio da su dane određene preporuke kao što su povećanje svjesnosti radnika o mogućim zdravstvenim posljedicama uslijed nepravilnog izvođenja posla, korištenje potrebne opreme prilikom podizanja tereta u svim sektorima poslova koji zahtijevaju rad s teretom, materijali koji se prenose ručno trebaju biti adekvatne težine koju radnik može ponijeti, uz težinu materijala treba uzeti u obzir i na koju visinu se slažu materijali ako se slažu ručno ovisno o čvrstoći materijala. Zadnji zaključak je bio taj da radnici u građevinskom sektoru ne znaju kako obavljati posao na pravila ergonomski način, a glavni razlog toga je nedostatak

obrazovanja radnika po tom pitanju. Stoga je preporučena edukacija radnika već od ranijih dobi života.

## 5.2. Primjena RULA, REBA i NIOSH metode – studija slučaj [14]

Ova studija slučaja provedena je 2020. u Turskoj. Bavila se položajem tijela u logističkim skladištima. Rad u skladištima je jedan od važnih poslova u tehničkoj logistici. Rad u skladištima obuhvaća rukovanje materijalom, pakiranje i slaganje. Povećani napor i nepravilno držanje tijela mogu uzrokovati oštećenja mišićno-koštanog sustava. Tako postoje razne ergonomske metode za procjenu rizika od ozljede koje su podijeljene u dva načina provedbe, promatranjem i mjerenjem.

Cilj ovog istraživanja je bio procjena ergonomskih rizika korištenjem metoda REBA, RULA i prerađene NIOSH jednadžbe za podizanje u jednoj logističkoj tvrtki u Turskoj. Uz ergonomske metode procjene rizika mjereni su i okolišni uvjeti pomoću kalibriranih instrumenata kako bi se procijenila buka, zagađenost zraka, vibracije i temperatura.

Studija je provedena u periodu od četiri mjeseca te je bila podijeljena u 3 faze. Proučavala je pet radnih procesa u skladištu od 8000 m<sup>2</sup> na 57 radnika.

Prva faza je obuhvaćala shvaćanje i mjerenje radnih procesa i uvjeta rada.

Druga faza je obuhvaćala procjenu rizika te predlaganje metoda i načina smanjenja ergonomskih rizika.

Treća faza je obuhvaćala izračune radne okoline.

Rezultati REBA analize su dali krajnji rezultat 11, što prema MSD tablici spada u četvrtu kategoriju i označava vrlo visoku razinu od nastanka ozljede. Izuzimanje predmeta s police, paletiziranje te pakiranje predmeta pripadaju razini visokog rizika i zahtijevaju što hitnije poboljšanje. Kod izuzimanja predmeta s police rizik od ozljede se može umanjiti tako da poboljša položaj vrata, gornjih ekstremiteta te primarno položaj tijela i nogu. To se može izvesti tako da se predmeti izuzimaju ili slažu s povišenih postolja ili pomoću podiznih vozila.



Tablica 9. REBA rezultat - izuzimanje predmeta s police [14]

	Rezultat
Trup	3
Vrat	2
Noge	3
<b>Tablica A</b>	<b>6</b>
Opterećenje	2
<b>Rezultat A</b>	<b>8</b>
Nadlaktica	2
Podlaktica	2
Zapešće	2
<b>Tablica B</b>	<b>3</b>
Rezultat spajanja	2
<b>Rezultat B</b>	<b>5</b>
<b>Rezultat C</b>	<b>10</b>
Rezultat aktivnosti	1
<b>REBA rezultat</b>	<b>11</b>



Rezultati RULA analize su za krajnji rezultat dali ocjenu 7 (sedam), što prema MSD spada također u četvrtu kategoriju visokog rizika od nastanka ozljede. Kako bi se smanjio rezultat potrebno je što prije poduzeti mjere poboljšanja koje uključuju da sjedište viličara treba biti prilagodljivo i ergonomično.

Tablica 10. RULA rezultat - očitavanje proizvoda [14]

	Rezultat
Nadlaktica	2
Podlaktica	3
Zapešće	2
<b>Rotacija zapešća</b>	<b>2</b>
Rezultat A	4
<b>Korištenje mišića</b>	<b>1</b>
Sila	0
Rezultat C	5
Trup	4
<b>Vrat</b>	<b>4</b>
Noge	1
<b>Rezultat B</b>	<b>7</b>
<b>Korištenje mišića</b>	<b>1</b>
Sila	0
<b>Rezultat D</b>	<b>8</b>
<b>RULA rezultat</b>	<b>7</b>



Rezultati NIOSH metode govore da proces pripreme proizvoda jedan, dva i četiri su vrlo visokih rizika te zahtijevaju što hitnije poboljšanje. Pripreme proizvoda tri, pet i šest su visokih

rizika i zahtijevaju poboljšanje kako bi se zaštitilo radnika od mišićno koštanih ozljeda. Kako bi se smanjila vrijednost indeksa podizanja, teret se mora prinijeti što bliže radniku. Kako je tada teret bliže radniku. Kada se odrede svi dogovori, vrijednosti indeksa podizanja će se smanjiti ispod jedan te će rad postati sigurniji. Kao preporuka se navodi korištenje mehaničkih uređaja za transport.

**Tablica 11. NIOSH rezultat - pripremanje proizvoda [14]**

Broj pozicije	Pozicija	Indeks dizanja (LI)	Razina rizika	
1	Početak Kraj	5,49 7,46	Vrlo rizično	
2	Početak Kraj	7,17 5,24	Vrlo rizično	
3	Početak Kraj	1,66 2,11	Rizično	
4	Početak Kraj	3,5 4,09	Vrlo rizično	
5	Početak Kraj	1,74 1,49	Rizično	
6	Početak kraj	2,45 2,12	Rizično	

U studiji su dani i izračuni okoliša, točnije razina buke, temperature, onečišćenja zraka te razina vibracija.

Kao zaključak se navodi kako je korištenjem REBA, RULA i NIOSH analize za procjenu rizika utvrđeno da postoje rizični radni položaja. Radni procesi u sektoru logistike uključuju dizanje, spuštanje, guranje, vučenje i nošenje, upravo navedene analize služe kako bi se smanjili rizici od ozljeda te kako bi se ispravili nepravilni položaji tijela prilikom izvođenja rada u logističkom sektoru.




### 5.3. Primjena OWAS i REBA metode – studija slučaja [15]

Ova studija slučaja provedena je u Jakarti, 2018. godine. Bavi se provedbom OWAS i REBA analize procjene rizika prilikom postavljanja kotača na vozilo. Proces postavljanja kotača se sastoji od tri aktivnosti a one su postavljanje kotača, postavljanje matice na kotače i zatezanje matice. Za sve tri aktivnosti će se provesti OWAS i REBA metoda.

Prema OWAS metodi aktivnost postavljanja kotača dobiva rezultat 2263 koja označava četvrtu kategoriju rizika te zahtijeva što hitnije poduzimanje mjera poboljšanja. Aktivnost postavljanja matica dobiva rezultat „2111“ što spada u drugu kategoriju rizika te zahtijeva poboljšanja u

budućnosti zbog mogućnosti nastanka ozljeda. Aktivnost zatezanja matice dobiva rezultat „2141“ što spada u treću kategoriju rizika i zahtjeva hitno poboljšanje.

Tablica 12.OWAS analiza [15]

	Pozicija	Rezultat	Položaj
	Postavljanje kotača		
	Trup	2	Sagnut položaj
	Ruka	2	Jedna ruka iznad ramena
	Noge	6	Klečanje na jednom ili oba koljena
	Opterećenje	3	Težina $\geq 20$ kg
	Postavljanje matice		
	Trup	2	Sagnut položaj
	Ruka	1	Obje ruke ispod ramena
	Noge	1	Sjedenje
	Opterećenje	1	Težina = 10 kg
	Zatezanje matice		
	Trup	2	Sagnuto položaj
	Ruka	1	Obje ruke ispod ramena
	Noge	4	Stajanje s presavijenim koljenima zbog otpora
	Opterećenje	1	Težina = 10 kg

Prema REBA metodi aktivnost postavljanja kotača dobiva rezultat 11 što prema MSD tablici rizika zahtijeva što hitnije poboljšanje radnog položaja jer je vjerojatnost od ozljeda vrlo visoka. Aktivnost postavljanja matice dobiva rezultat 5 što prema MSD tablici predstavlja srednji rizik od ozljede te zahtjeva daljnja ispitivanja i poboljšanje u budućnosti. Aktivnost zatezanja matice dobiva rezultat 9 što prema MSD tablici rizika predstavlja visoki rizik od ozljede i zahtjeva brzo poboljšanje.



**Slika 23. RULA analiza [15]**

Preporuke za poboljšanje položaja tijela prilikom obavljanja navedene tri aktivnosti su da se postavljanje kotača obavlja pomoću dizalice radi kako bi se smanjilo opterećenje na leđa i ruke, dok se postavljanje i zatezanje matice obavlja u sjedećem položaju pomoću adekvatnog alata, to su samo neke od preporuka kako poboljšati uvijete rada.



Slika 24. Preporuke [15]

Kao zaključak navodi se korištenje adekvatne opreme koja olakšava izvođenje posla i smanjuje opterećenja na trup, ruke i vrat prilikom izvođenja posla i to sve u svrhu smanjenja rizika od ozljede mišićno-koštanog sustava.

---

## 6. ZAKLJUČAK

Na samome završetku ovoga rada, nakon što je opisan pojam ergonomije i njenih metoda kao i primjena istih u praksi, da se zaključiti kako je ergonomija jedan od važnih čimbenika u samome radnom procesu. Iako nema izravnu ulogu i zaslugu prilikom davanja krajnje cijene proizvodu, ima važnu ulogu na izvođenje rada i na troškove proizvodnje. Kako je poznato dobra organizacija radnog mjesta utječe na kvalitetu rada koji neposredno igra ulogu na količinu odrađenog rada i također na samu kvalitetu rada. Organizacija radnog mjesta igra ulogu i na već spomenute troškove proizvodnje i to tako da ako radnik zbog lošeg izvođenja rada uslijed nepravilnog držanja i položaja tijela bude nesposoban za rad te završi na bolovanju. Tako se, javlja dodatan trošak za poslodavca koji mora nadomjestiti taj gubitak vremena ili zamjenom s drugim radnikom ili dodatnim opterećenjem drugog radnika. Stoga prilikom oblikovanja radnog mjesta treba voditi računa o položajima tijela radnika, vremenu boravka tijela u svakom nepravilnom položaju kako i o raspoloženju i kvaliteti izvođenja rada. Svakom poslodavcu trebalo bi biti u interesu osigurati ugodno i sigurno radno okruženje radniku jer tako može imati samo pozitivne učinke u smislu povećanja radnog učinka odnosno smanjenja troškova proizvodnje i zastoja nastalih ozljedama. Metode koje su gore navedene svode se na promatranje ili na intervjuiranje radnika kako bi se mogli poduzeti određeni i potrebni koraci za olakšanje posla. Nove tehnologije također mogu poboljšati procjenu rizika od ozljeda korištenjem programiranih ergonomskih metoda, Win-OWAS, MODAPTplus i sl., ali također je bitna stalna edukacija osoblja kako bi se postigla što bolja efikasnost odnosno efektivnost izvođenja rada.

## LITERATURA

- [1] Ralph M. Barnes, Motion and time study, treće izdanje, 1949., pristupljeno 18.12.2022.
- [2] Snježana Kirin, UVOD U ERGONOMIJU, 2019., pristupljeno 18.12.2022.
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_factors\\_and\\_ergonomics](https://en.wikipedia.org/wiki/Human_factors_and_ergonomics), pristupljeno 18.12.2022.
- [4] Studij rada i ergonomija, Doc.dr.sc Tihomir Opetuk, predavanja, pristupljeno 18.12.2022.
- [5] <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>, pristupljeno 19.12.2022.
- [6] [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents\\_at\\_work\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_at_work_statistics), pristupljeno 20.12.2022.
- [7] Z. Balantić, A. Polajnar i S. Jevšnik, Ergonomija v teoriji in praksi, 2016., pristupljeno 18.12.2022.
- [8] Marijana Majić, Diplomski rad, 2012., pristupljeno 21.12.2022.
- [9] Tušić Kristina, Završni rad, 2015., pristupljeno 21.12.2022.
- [10] <https://www.ergocenter.ncsu.edu/resources-and-tools-hub/analysis-tools/>, pristupljeno 21.12.2023.
- [11] <https://www.ergocenter.ncsu.edu/resources-and-tools-hub/analysis-tools/>, pristupljeno 11.1.2023.
- [12] Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E. and Hendrick, H.: Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods, CRC Press LLC, US, 2005.

- [13] [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34325877/D011431823-libre.pdf?1406762760=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEvaluation of work Posture by RULA and R.pdf&Expires=1671952853&Signature=eul8mL7jAyUJjJn1u-Y8uHRGYDHFiiTAA0DkUhtF3B7H~7AQ3dg1fJJkhU8eRVWK94epW-EpQArfUcBdnUiZSFHZm4G1QclJjw2ZGtcdEb1tWFr6-nB8Sb1Nv3OnwlES9OOB-yHJhd3y6oSctntYYwsCVNGArGkQ-XZiZlWdF1VklcYgbSHi8-sG1TB428QCKCti3BFS4HGjW7GWSeWDFGfbf9HjkXclpGX4SpT3Ybt3Jv~MAXQnnK4-vPaoKv8y9VcUEV2s1nHw-3IwcJhIvrIuFXJmHU14XKomGKm5ttNcgI8zXIJWxVOVSPzbvy42r-LIyq1avJFAVgOT7JA\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34325877/D011431823-libre.pdf?1406762760=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEvaluation%20of%20work%20Posture%20by%20RULA%20and%20R.pdf&Expires=1671952853&Signature=eul8mL7jAyUJjJn1u-Y8uHRGYDHFiiTAA0DkUhtF3B7H~7AQ3dg1fJJkhU8eRVWK94epW-EpQArfUcBdnUiZSFHZm4G1QclJjw2ZGtcdEb1tWFr6-nB8Sb1Nv3OnwlES9OOB-yHJhd3y6oSctntYYwsCVNGArGkQ-XZiZlWdF1VklcYgbSHi8-sG1TB428QCKCti3BFS4HGjW7GWSeWDFGfbf9HjkXclpGX4SpT3Ybt3Jv~MAXQnnK4-vPaoKv8y9VcUEV2s1nHw-3IwcJhIvrIuFXJmHU14XKomGKm5ttNcgI8zXIJWxVOVSPzbvy42r-LIyq1avJFAVgOT7JA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA), pristupjeno 25.12.2022.
- [14] <https://dergipark.org.tr/en/pub/hjse/issue/59994/866434>, pristupljeno 10.2.2023.
- [15] <https://www.iosrjournals.org/iosr-jhss/papers/Vol.%2023%20Issue10/Version-3/A2310030111.pdf>, pristupljeno 10.2.2023.



---

**PRILOZI**

[1] CD ROOM