

ISPITIVANJE OPTEREĆENJA RADNIKA U ODJEVNOJ INDUSTRIJI RULA METODOM

Štajcer, Dora

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:843411>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

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

Dora Štajcer

Ispitivanje opterećenja radnika u odjevnoj industriji RULA metodom

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Dora Štajcer

**WORKLOAD ANALYSIS IN
PRODUCTION PROCESS USING RULA
METHODS**

FINAL PAPER

Karlovac, 2022.

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

Dora Štajcer

Ispitivanje opterećenja radnika u odjevnoj industriji RULA metodom

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Snježana Kirin, prof. v. š.

Karlovac, 2022.



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



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: ZAŠTITA NA RADU

Karlovac, 2022.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Dora Štajcer

Matični broj: 0485618048

Naslov: Istraživanje opterećenja radnika u odjevnoj industriji RULA metodom

Opis data:

U teorijskom dijelu rada bit će opisani osnovni uzroci opterećenja radnika u odjevnoj industriji (položaj tijela, radni uvjeti).

U eksperimentalnom dijelu rada bit će analizirano pet radnih mjesta RULA metodom u realnom proizvodnom procesu.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Travanj 2022.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

dr. sc. Snježana Kirin, prof. v. š.

Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

PREDGOVOR

Hvala mojoj mentorici dr. sc. Snježani Kirin, prof. v. š. na pomoći, strpljenju i razumijevanju koje mi je pružila tijekom pisanja rada. Zahvaljujem se i svim nastavnicima i djelatnicima Veleučilišta u Karlovcu na znanju koje su mi prenijeli proteklih godina. Hvala i mojoj obitelji, dečku i prijateljima koji su mi pružili podršku tijekom studija i što su vjerovali u moj uspjeh.

SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI

Kako bi se uskladili odnosi između pojedinca, njegova radnog mjesta i okoline nužno je poznavati samog pojedinca i njegove radne sposobnosti. Ako se pojedinac na radnom mjestu opterećuje duže vremena, mogu se javiti mišićno-koštani poremećaji. Previranjem tih poremećaja povećava se sigurnost radnika na radnom mjestu. Kako bi se uklonio ili barem minimalizirao rizik od nastanka profesionalnih bolesti poslodavac je dužan neprestano procjenjivati rizike na poslu koji ugrožavaju radnikov život i zdravlje. Pri procjenjivanju tih rizika kod radnih zadataka u kojima se mnogo puta ponavljaju radne operacije koristi se RULA metoda.

Ključne riječi: ergonomija, RULA metoda, mišićno-koštani poremećaji, opterećenje radnika

SUMMARY AND KEY WORDS

In order to harmonize the relations between the individual, his workplace and the environment, it is necessary to know the individual himself and his work abilities. If an individual is stressed at work for a long time, musculoskeletal disorders may occur. By preventing these disorders, the safety of workers at the workplace increases. In order to prevent or at least minimize the risk of illness, the employer is obliged to constantly assess risks at work that endanger his life and health. The RULA method is used when assessing these risks for work tasks in which work operations are repeated many times.

Keywords: ergonomics, RULA method, musculoskeletal disorders, workload

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1 Predmet i cilj rada	1
1.2 Izvori podataka i metode prikupljanja	1
2. ERGONOMIJA	2
2.1 Uvod u ergonomiju	2
2.2 Fizikalna ergonomija	3
2.3 Kognitivna ergonomija.....	4
2.4 Organizacijska ergonomija	5
3. OPTEREĆENJE RADNIKA U PROIZVODNOM PROCESU	6
3.1 Oblikovanje radnog mjesta.....	6
3.2 Uvjeti u radnoj okolini	8
3.3 Mišićno–koštani poremećaji	9
4. RULA METODA (engl. Rapid Upper Limb Assessment)	14
4.1 Postupak primjene RULA metode	16
4.2 Usporedba opterećenja na trenutnoj opremi i modificiranoj radnoj stanici	17
4.3 Procjena produktivnosti i prikladnosti korištene opreme	17
4.4 Edukacija radnika.....	18
5. EKSPERIMENTALNI DIO	19
5.1 Metoda mjerenja i mjerna oprema.....	19
5.2 Mjerna mjesta.....	19
6. REZULTATI I RASPRAVA	20
7. ZAKLJUČAK.....	26
8. LITERATURA.....	28
9. PRILOZI	29
9.1. Popis slika	29
9.2. Popis tablica	29

1. UVOD

1.1 Predmet i cilj rada

Predmet je završnog rada ispitivanje opterećenja radnika u odjevnoj industriji RULA metodom. Rad sadrži teorijski i praktični dio. Pritom se u teorijskom dijelu rada analiziraju uzroci opterećenja radnika u proizvodnoj industriji te RULA metoda. U praktičnom dijelu rada prikazuju se rezultati istraživanja u kojem se pomoću RULA metode ispituje utjecaj ponavljajućih radnih operacija i opterećenja na radnike na pet radnih mjesta.

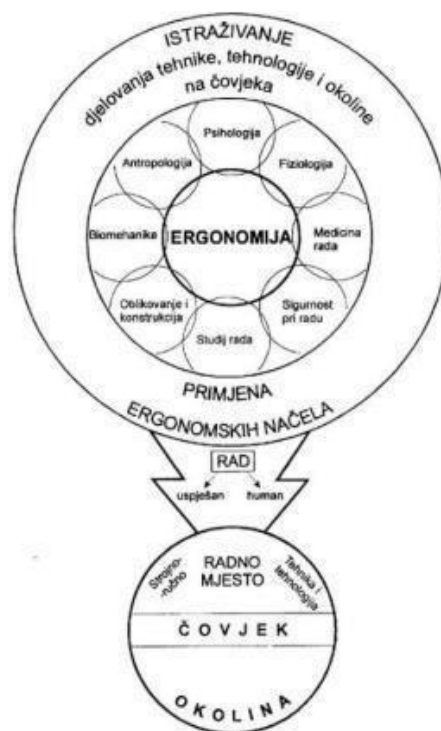
1.2 Izvori podataka i metode prikupljanja

Prilikom pisanja završnog rada korištena je prvenstveno stručna literatura (knjige i stručni članci), ali su korištene i skripte, internetski izvori i praktične smjernice s uputama za provođenje RULA metode. Podatci su prikupljeni vlastitim istraživanjem te su analizirani i prezentirani u završnom radu.

2. ERGONOMIJA

2.1 Uvod u ergonomiju

Ergonomija se može koristiti u raznim svakodnevnim aktivnostima, ali se ona uobičajeno koristi pri izvođenju zadataka na radnom mjestu. Riječ je o znanstvenoj disciplini koja istražuje učinak tehnologije, tehnike i radne okoline na pojedinca te nastoji uskladiti odnose između pojedinca, njegova radnog mjesta i njegove radne okoline. Kako bi ergonomija mogla obaviti svoju temeljnu zadaću nužna je suradnja stručnjaka iz brojnih područja, kao što su medicina rada, biomehanika, fiziologija, sigurnost na radu itd. Riječ je o stručnjacima koji organiziraju rad i sigurnost na radu. Područja djelovanja ergonomije prikazana su na slici 1.



Slika 1 - Prikaz područja djelovanja ergonomije

Nijedno od istaknutih znanstvenih područja nije u cijelosti zastupljeno u ergonomiji. Nužna je suradnja stručnjaka i vođenje brige o djelovanju ostalih znanstvenih područja jer sva uključena znanstvena područja u ergonomiji imaju određenu ulogu.

Kako bi se oblikovalo radno mjesto s ciljem zadovoljavajućeg radnog učinka nužno je uskladiti tehnologiju (koja upućuje na to što učiniti, na koji način i s kojim materijalom), tehniku (koja pruža alate i uređaje za određenu radnu poziciju), ergonomiju (koja vodi računa o pojedincu, njegovim sposobnostima i granicama koje treba odrediti za određene radne zadatke kako ne bi nastradalo radnikovo zdravlje i kako bi radnik bio zadovoljan) te organizaciju (koja će sve navedeno povezati u jedinstvenu cjelinu). Ti se odnosi usklađuju kako bi se humanizirao pojedinčev rad. Međutim, uz sve navedeno nužno je poznavati pojedinca i njegove radne sposobnosti te uskladiti poziciju na kojoj je pojedinac zaposlen i metode koje koristi u radu s njegovim sposobnostima. Tako se pojedincu omogućuju optimalni uvjeti rada i sprječavaju negativni utjecaji.¹

Ergonomija se može podijeliti na fizikalnu, kognitivnu i organizacijsku kategoriju. Navedene kategorije analiziraju se u nastavku.

2.2 Fizikalna ergonomija

Fizikalna ergonomija kategorija je ergonomije koja se odnosi na fiziološke, anatomske i biomehaničke karakteristike te njihov utjecaj na pojedinčevu tjelesnu aktivnost. Ta se kategorija bavi položajem radnikova tijela pri radu, ponavljajućim radnjama, rukovanjem teretom i materijalom, utjecajem rada na pojedinčevo zdravlje te organizacijom radne okoline i sigurnosti na radu.²

Naglasak je u tome što se radna okolina, radna oprema i način izvođenja radnih zadataka prilagođavaju pojedincu i njegovim sposobnostima umjesto da se pojedinac njima prilagođava. U skladu s time, svrha je fizikalne ergonomije ublažiti fizikalni utjecaj radne okoline na pojedinca kako bi se spriječio ili minimalizirao rizik od profesionalnih bolesti koje se pritom mogu javiti.

¹ Ergonomija, Tehnička enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, (1986.)

² Kirin S.: „Uvod u ergonomiju“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, (2019.), ISBN 987-953-8213-03-8

Glavni ciljevi fizikalne ergonomije odnose se na prepoznavanje nedostataka i poboljšanje radnih uvjeta. Najčešći uzroci nastanka profesionalnih bolesti jesu zadatci na radnom mjestu koji uvjetuju učestalo ponavljanje brzih pokreta, rad u neprirodnom položaju i korištenje dodatne sile, a pritom ne dozvoljavaju odmor.

Kako bi fizikalna ergonomija mogla ispuniti svoju svrhu nužno je utvrditi i reagirati na radne uvjete koji nisu prikladni za radnika i koji narušavaju njegovo zdravlje. U tom pogledu temeljni zadatak ima služba sigurnosti zaštite na radu. Zadatak je te službe provoditi mjere kojima se sprječavaju ozljede na radu i profesionalne bolesti u bilo kojem proizvodno-poslovnom sustavu.

2.3 Kognitivna ergonomija

Kognitivna ergonomija istražuje kako određeni intelektualni procesi kao što su opažanje, pamćenje i percepcija utječu na pojedinca i na druge elemente cjelokupnog poslovnog sustava.

Teme kojima se bavi kognitivna ergonomija odnose se na proces donošenja poslovnih odluka, međudjelovanje pojedinca i računala, radnikovu pouzdanost, intelektualno opterećenje i stres.

Naime, tijekom izvršavanja uobičajenih radnih zadataka u svakodnevnom poslu radnici se suočavaju s raznim opterećenjima. Donošenje odluka, neprestano planiranje i intelektualno opterećenje značajnije pogađaju radnike koji se bave prvenstveno intelektualnim radom, ali do opterećenja može doći i kod onih radnika koji se bave isključivo fizičkim radom.

Percepcija uključuje istraživanje, pronalazak i obradu informacija. Kroz rad i izvan njega pojedinci stječu nova iskustva iz okoline na temelju vlastitih osjetila. Filtriranjem tih iskustava stvaraju znanje koje postaje dio ljudskog pamćenja. Svaka informacija koja dolazi u doticaj s pojedinčevim intelektualnim procesima rezultira

pozitivnom ili negativnom reakcijom. Kakva će reakcija biti ovisi o tome kako je pojedinac interpretira te o tome hoće li mu ta informacija biti korisna u budućnosti.³

Za uspjeh određene organizacije važan je prijenos informacija među zaposlenicima. Ako taj prijenos teče glatko, zaposlenici neprestano proširuju svoje znanje.

2.4 Organizacijska ergonomija

Organizacijska ergonomija kategorija je ergonomije kojoj je cilj unaprijediti društveno-tehničke sustave, točnije njihovu organizacijsku strukturu, procese i pravila te analizirati dijelove sustava te komunikaciju. Prema tome, organizacijska ergonomija obuhvaća teme kao što su upravljanje radnim skupinama, organiziranje rada, načina obavljanja radnih zadataka, upravljanje kvalitetom itd.

Organizacijska ergonomija određuje tijek informacija između različitih organizacijskih razina. Pritom s obzirom na strukturu koja se koristi može biti centralizirana, orijentirana odozdo prema gore ili obrnuto. Moguća je i bilo koja druga struktura za koju se odluči vodstvo sustava.⁴

Komunikacija podrazumijeva prenošenje i razmjenjivanje ideja i informacija među različitim organizacijskim dijelovima. Dobri odnosi među zaposlenicima nisu mogući bez komunikacije. Dobro razvijena komunikacija važna je za uspješno poslovanje određene organizacije. Kolege na poslu uvelike utječu na (ne)zadovoljstvo poslom s obzirom na to da pojedinac značajno vrijeme provodi na radnom mjestu te u kontaktu s tim kolegama.

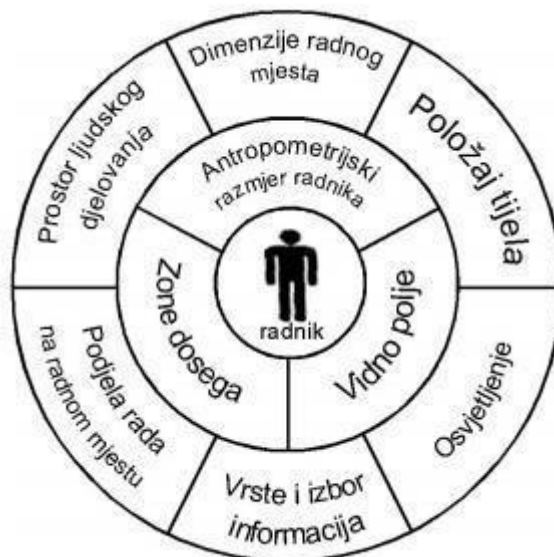
³ Kirin S.: „Uvod u ergonomiju“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, (2019.), ISBN 987-953-8213-03-8

⁴ Kirin S.: „Uvod u ergonomiju“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, (2019.), ISBN 987-953-8213-03-8

3. OPTEREĆENJE RADNIKA U PROIZVODNOM PROCESU

U proces obavljanja radnih zadataka uključene su fiziološka i psihološka komponenta. Zbog zahtjevnosti radnog procesa radnik se može umoriti i/ili preopteretiti.

Važno je da je radnik zadovoljan svojim poslom. Njegovo zadovoljstvo ovisi o radnim uvjetima. Ako se radnik osjeća ugodno na poslu i ako su radni uvjeti za njega povoljni, tada neće biti umoran i preopterećen te će biti zadovoljan poslom. Samim time moguće je da će radnik ostvariti bolje poslovne rezultate. Na slici 2. prikazani su radnik i radna okolina.



Slika 2 - Radnik i radna okolina

3.1 Oblikovanje radnog mjesta

Uobičajeno u proizvodnoj liniji postoje razna radna mjesta na kojima radnici rade na transportnim trakama, na strojevima za pakiranje proizvoda i sl. Iako se danas proizvodne linije moderniziraju tako da je upravljanje strojevima svedeno na

najmanju moguću mjeru, još uvijek postoje proizvodne linije u kojima je važna ljudska ruka.

Tako rad u tvornicama podrazumijeva mnogo ponavljajućih radnji. Ako radnik na određenom radnom mjestu svoje radne zadatke obavlja neprestano radeći u neprirodnom položaju ili ako opterećuje svoje tijelo, njegovo radno područje treba biti ergonomski oblikovano kako bi se minimalizirao rizik od nastanka profesionalnih bolesti. Isto tako, ponavljajuća kretanja dovode do gubitka dragocjenog vremena, a to nije povoljno za poslodavca jer je posljedica takvih ponavljanja niža produktivnost.

Kvalitetno i učinkovito oblikovanje radnog okruženja odnosi se na dobro poznavanje pojedinca i njegovih sposobnosti koje su mu nužne za izvršavanje radnih zadataka. Međutim, ono podrazumijeva i poznavanje značajki pojedinog radnog mjesta i metoda koje se koriste u radu. Kada se rad prilagodi pojedincu (umjesto da se pojedinac prilagodi radnim zadacima), doći će do smanjenja radnikova opterećenja i profesionalnih bolesti te povećanja njegove produktivnosti.

Na radnika uvelike utječe položaj njegova tijela pri radu. Točnije, važno je obavlja li radnik svoje radne zadatke sjedeći ili stojeći. Ni jedno ni drugo nije dobro dugotrajno, pa je u takvim slučajevima nužno svjesno izmjenjivati položaje kako bi se spriječili zamor i opterećenje. Bez obzira na to u kojem položaju radnik izvodi svoje radne zadatke, važno je da mu je u tom položaju udobno.

Ako radnik svoj posao obavlja sjedeći, tada je nužno utvrditi koje dimenzije radnog stola mu odgovaraju, kao i to kakva mu stolica najbolje odgovara ovisno o njegovoj visini i obliku tijela. Naime, radnikova težina treba se ravnomjerno rasporediti na stolici, a leđa trebaju biti naslonjena na zaslon. Ako stolica nije odgovarajuća i udobna, kod radnika nakon dužeg vremena nastupa statičko i dinamičko opterećenje koje može rezultirati mišićno-koštanim poremećajima.

Ako radnik obavlja svoj posao stojeći, tada njegov radni prostor ne smije biti premalen, a pristup objektu rada ne smije biti otežan. Za svaki položaj tijela određene su najmanje moguće dimenzije manipulativnog prostora koje radniku trebaju biti na raspolaganju. Naravno, poželjno je da radnik na raspolaganju ima što

više prostora. Isto tako, konstrukcija strojeva i uređaja koje radnik koristi u svojem radu treba biti prilagođena radnikovim tjelesnim karakteristikama jer se tako smanjuju nesreće na radu. Ako je radna površina neprilagođena radniku i vrsti posla koje obavlja, moguća su statička opterećenja ruku i kralježnice.

3.2 Uvjeti u radnoj okolini

Dok radnik obavlja svoje radne zadatke pod utjecajem je djelovanja radne okoline u kojoj radi. Nepovoljna radna okolina, odnosno neodgovarajući uvjeti rada smanjuju radnikovu produktivnost i povećavaju utrošak energije nužne za izvršavanje određene radne zadatke. Najvažniji uvjeti u radnoj okolini odnose se na rasvjetu, mikroklimu prostorije, buku i vibracije. Ti se uvjeti analiziraju u nastavku.

3.2.1 Rasvjeta

Rasvjeta na radnom mjestu treba biti prilagođena vrsti rada koja se obavlja na tom mjestu te samom mjestu rada i preciznosti koja je radniku potrebna za njegovo izvršenje. Tako u slučaju potrebe za većom preciznosti osvjetljenje na tom radnom mjestu treba biti bolje. Na taj se način sprječavaju naprezanje očiju i smanjenje koncentracije te rizik od nesreća na radu.

3.2.2 Mikroklimatski uvjeti

Mikroklimatski uvjeti odnose se na održavanje vlažnosti, temperature i strujanja zraka tako da se omogući normalno funkcioniranje radnika i održi njegova učinkovitost na određenom radnom mjestu.

Temperatura na radnom mjestu ovisi o pojedinom radnom mjestu i poslu koji se na njemu obavlja. Ona se treba održavati s ciljem osiguravanja normalnog radnikovog funkcioniranja, odnosno s ciljem sprječavanja umora.

S ciljem postizanja odgovarajuće cirkulacije zraka i normalnog disanja na radnom mjestu nužno je omogućiti strujanje zraka ovisno o broju osoba koje borave u nekoj prostoriji, težini posla te zagađenju zraka. Stoga se treba omogućiti provjetravanje radnih prostorija te korištenje osobne zaštitne opreme.

3.2.3 Buka i vibracije

Buka i vibracije na radnom mjestu štetno djeluju na pojedinca, njegove radne sposobnosti i na njegovo zdravlje. Naime, buka i vibracije dovode do smanjenja koncentracije kod radnika i njegova radnog učinka i samim time do povećanja nesreća na radu. Kako bi se spriječili negativni efekti buke i vibracije na pojedinca, a samim time i održala sigurnost na radu, određeno je najveće dopušteno vremensko izlaganje pojedinoj razini buke. Razina najveće moguće razine buke ovisi o frekvenciji.

Glavne posljedice buke u proizvodnom procesu odnose se na smanjenje koncentracije i sigurnosti na radu, pojavu umora te oštećenje sluha kod radnika.

Vibracije također nepovoljno utječu na rad i produktivnost, a njihova posljedica su i moguće funkcionalne i organske promjene. Kako bi se spriječili neželjeni utjecaji vibracija na radnike prigušuje se izvor vibracija te se slabi njihov prijenos na radnika korištenjem zaštitne opreme i mekanih podloga.

3.3 Mišićno–koštani poremećaji

Kako je već istaknuto, mišićno-koštani poremećaji najčešća su oboljenja koja su posljedica radnog opterećenja. Sprječavanjem ili minimaliziranjem tih oboljenja povećava se sigurnost na radnom mjestu.

Ta oboljenja u pravilu negativno utječu na radnikov vrat, ramena, leđa i gornje ekstremitete, ali mogu utjecati i na donje ekstremitete. Zdravstvene teškoće očituju se u širokom rasponu, i to od manje boli do ozbiljnijih zdravstvenih stanja koja

rezultiraju potrebom za liječenjem i bolovanjem. U težim slučajevima može nastupiti invaliditet. Dvije glavne grupe tih poremećaja obuhvaćaju bolove u leđima te poremećaje u gornjim ekstremitetima.⁵

Ergonomija uklanja rizik od mišićno-koštanih poremećaja. Naime, ergonomska analiza provodi se kako bi se uvele promjene na radnim mjestima koje će rezultirati minimaliziranjem rizika od profesionalnih bolesti. Kako bi se smanjio rizik od mišićno-koštanih poremećaja u nastavku su prikazana neka od mogućih rješenja:

Ako radnik radi s rukom iznad glave ili laktom iznad ramena više od četiri sata svakodnevno:

- radnik se treba podignuti na radnu platformu ili na ljestve
- alat je moguće izdužiti pomoću produžnih ručki ili zglobnih ručica
- radnika se može nagnuti na bok kako bi imao bolji pristup
- nužno je omogućiti prilagodljivost za što više korisnika
- treba omogućiti doseg za najkraćeg radnika
- potrebno je osigurati podupirače za ruke
- moguće je koristiti kose platforme s nadzemnim transporterima s ciljem podešavanja promjenjive radnikove visine.

Uzastopno dizanje ruku iznad glave ili lakta iznad ramena više od jednom po minuti, ukupno više od četiri sata svakodnevno:

- prostor za pohranjivanje predmeta koji se rijetko koriste treba ograničiti
- radnik se može podići na ljestve ili uzdignutu platformu
- alat se može izdužiti
- prilagodljivost se treba osigurati za više radnika
- treba osigurati udaljenost dosega za svakog radnika.

Za rad sa savijenim vratom ispod 45° (bez potpore ili sposobnosti mijenjanja držanja) više od četiri sata dnevno treba omogućiti sljedeće:

⁵ <https://osha.europa.eu/hr/themes/musculoskeletal-disorders>

- podignuti i nagnuti predmete koji se gledaju kako bi vrat bio uspravniji
- koristiti povećala pri rukovanju predmetima
- poduprijeti glavu kolijevkom za bradu/čelo
- za podizanje monitora mogu se koristiti krakovi monitora ili slagači
- za pregled objekata ili teško vidljivih mjesta mogu se koristiti zrcalni sustavi ili video.

U slučaju rada s leđima savijenim prema naprijed (bez podrške ili mogućnosti promjene držanja) više od 30° za više od četiri sata dnevno ili više od 45 ° dulje od dva sata dnevno treba omogućiti sljedeće:

- podignuti radnika kako bi imao bolji pristup
- upotrijebiti stolicu za sjedenje/stajanje za spuštanje radnika
- alati se mogu izdužiti
- radnik treba izmjenjivati sjedenje, klečanje, savijanje i čučanj
- kako bi podnio težinu gornjeg dijela tijela treba koristiti jastučić za prsa.

Teško dizanje:

- smanjiti težinu tereta
- povećati težinu tereta tako da zahtijeva mehaničku pomoć
- upotrijebiti tobogane i gravitacijske kanale
- smanjiti vodoravnu udaljenost tereta od tijela uklanjanjem prepreka.

Mišićno-koštani poremećaji nastaju ako je radnik izložen nepovoljnim uvjetima na radnom mjestu duže vremena. Te poremećaje obično uzrokuje kombinacija više čimbenika.

Postoji povezanost između mišićno-koštanih poremećaja i psihosocijalnih čimbenika rizika, a u većini slučajeva to je rezultat napornog rada i smanjenja samostalnosti u radu te nezadovoljstva na radnom mjestu.

Najčešći uzroci mišićno-koštanih poremećaja mogu se podijeliti u četiri kategorije, odnosno na radni okoliš, obilježja radnih zadataka, statodinamička opterećenja i individualne čimbenike, kao što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Najčešći rizični čimbenici povezani s nastankom mišićno-koštanih poremećaja

Radni okoliš	<input type="checkbox"/> Buka <input type="checkbox"/> Neergonomski projektirani alati i strojevi <input type="checkbox"/> Loša organizacija radnog prostora <input type="checkbox"/> Nepovoljni mikroklimatski uvjeti
Obilježja radnih zadataka	<input type="checkbox"/> Velika preciznost <input type="checkbox"/> Brzi ritam rada <input type="checkbox"/> Nemogućnost odmora <input type="checkbox"/> Vremenski pritisak <input type="checkbox"/> Rad na normu <input type="checkbox"/> Monotonost <input type="checkbox"/> Korištenje snage ruku
Statodinamička opterećenja	<input type="checkbox"/> Prisilan položaj (sjedenje, stajanje, pregib, čučanje, klećanje, ležanje, držanje ruke odvojeno od tijela) <input type="checkbox"/> Primjena sile (rad u skućenim prostorima, penjanje, uporaba sustava šake/ruke kao alata (lupanje, udaranje, pritiskanje) Ponavljajući pokreti <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mehanički pritisak <input type="checkbox"/> Rad s alatima i strojevima koji vibriraju <input type="checkbox"/> Ručno rukovanje teretima (ručno podizanje, držanje, nošenje, povlačenje, guranje)
Individualni čimbenici	<input type="checkbox"/> Dob i spol <input type="checkbox"/> Nasljedne predispozicije <input type="checkbox"/> Prethodne bolesti ili ozljede, stečeni poremećaji rasta <input type="checkbox"/> Bolesti kostiju (metaboličke, neoplastičke i osteopatije s porećemajima gustoće kostiju) <input type="checkbox"/> Tjelesne osobine <input type="checkbox"/> Fizička kondicija <input type="checkbox"/> Nedostatak specifičnog znanja i iskustva

Kako bi uklonio ili minimalizirao rizik od nastanka bolesti poslodavac je obvezan neprestano procjenjivati rizike za zdravlje i život radnika. Neophodno je neprestano poboljšavati i usklađivati radne postupke s promjenama koje se odvijaju u području

tehnologije, ergonomije i zdravstvene zaštite. Na slici 3. prikazana su najčešća mjesta nastanka mišićno-koštanih oboljenja.



Slika 3 - Prikaz najčešćih mjesta nastanka mišićno-koštanih oboljenja

4. RULA METODA (engl. Rapid Upper Limb Assessment)

RULA metoda podrazumijeva brzu procjenu gornjih ekstremiteta. Tom se metodom računa mišićno-koštano opterećenje u zadatcima u kojima kod radnika postoji rizik od opterećenja vrata i gornjih ekstremiteta. Alat daje jednu ocjenu držanja, snage i pokreta. Rizik se ocjenjuje brojevima od 1 do 7, pri čemu 1 označava niski, a 7 visoki rizik. Rezultati su podijeljeni u četiri razine djelovanja, što pokazuje naznaku vremenskog okvira u kojem se može očekivati pokretanje kontrole rizika.

Prednost RULA metode su minimalna ulaganja u materijale, opremu i obuku radnika te jednostavnost i lako provođenje te metode u praksi. Međutim, nedostatak je te metode što se može koristiti samo za gornje ekstremitete.

Prema RULA metodi razlikuje se pet osnovnih položaja nadlaktice, četiri položaja podlaktice, četiri položaja šake, dva položaja rotacije šake, dva stanja za aktivnost i dinamičnost šake te četiri stanja za opterećenost ruke kod prijenosa mase.

Kod položaja tijela postoje četiri osnovna položaja vrata, četiri položaja trupa, dva položaja nogu, dva stanja za aktivnost i dinamičnost tijela te četiri za prijenos mase.

Svakom radnom položaju pripada odgovarajuća ocjena ovisno o stupnjevima slobode i kutovima pojedinih kinetičkih sustava. U postupku vrednovanja opterećenosti ruke zasebno se ocjenjuje lijeva i desna ruka. U prvom koraku analizira se i ocjenjuje nadlaktica, podlaktica, i rotacija ruke čime se dobiva odgovarajuća vrijednost i očitava iz tablice 2. Toj vrijednosti se dodaje aktivnost i opterećenost ruke što čini ukupnu vrijednost ruke. Ukupno opterećenje kao presjek ocjene ruku i tijela očitava se u tablici 3.

Tablica 2. Prikaz matrice za ocjenu položaja ruku prema RULA metodi

		Šaka									
		1		2		3		4			
		Rotacija šake									
		1	2	1	2	1	2	1	2		
Nadlaktica	1	Podlaktica	1	1	2	2	2	2	3	3	3
			2	2	2	2	2	3	3	3	3
			3	2	3	3	3	3	3	4	4
	2		1	2	3	3	3	3	4	4	4
			2	3	3	3	3	3	4	4	4
			3	3	4	4	4	4	4	5	5
	3		1	3	3	4	4	4	4	5	5
			2	3	4	4	4	4	4	4	5
			3	4	4	4	4	4	5	5	5
	4		1	4	4	4	4	4	5	5	5
			2	4	4	4	4	4	5	5	5
			3	4	4	4	5	5	5	6	6
	5		1	5	5	5	5	5	6	6	7
			2	5	6	6	6	6	7	7	7
			3	6	6	6	7	7	7	7	8
	6		1	7	7	7	7	7	8	8	9
			2	8	8	8	8	8	9	9	9
			3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tablica 3. Prikaz matrice za ukupnu ocjenu položaja tijela i ruku prema RULA metodi

		Rezultat: TIJELO						
		1	2	3	4	5	6	7+
Rezultat: RUKE	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	4	3	3	3	4	5	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

Kod analize i vrednovanja položaja tijela prvo se vrednuje položaj vrata, trupa čime se dobiva ocjena tijela koja se očitava iz tablice 4. Toj vrijednosti se dodaje ocjena za rad mišića i opterećenje tijela što čini ukupnu ocjenu tijela i očitava se u tablici 3.

Tablica 4. Prikaz matrice za ocjenu položaja tijela prema RULA metodi

		Trup/Kralježnica												
		1		2		3		4		5		6		
		Noge												
Vrat		1		2		1		2		1		2		
		1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
		2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
		3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
		4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
		5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
		6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

S obzirom na dobivenu ocjenu pomoću Tablice 5. utvrđuje se stupanj opterećenja radnika u tehnološkom procesu i potreba preoblikovanja radnog mjesta s ciljem smanjenja stupnja radnog opterećenja i zamora radnika.

Tablica 5. Prikaz ocjene opterećenja tijela RULA metodom

ocjena	Opis opterećenja
1-2	Položaj tijela prihvatljiv; preoblikovanje radnog mjesta nije potrebno
3-4	Nisko opterećenje položaja tijela; istražiti detaljnije ;preoblikovanje radnog mjesta možda potrebno
5-6	Srednje opterećenje položaja tijela; istražiti detaljnije; preoblikovanje radnog mjesta potrebno u doglednom vremenu
7+	Visoko opterećenje položaja tijela; istražiti detaljnije; preoblikovanje radnog mjesta potrebno odmah

4.1 Postupak primjene RULA metode

RULA metoda služi kako bi se procijenili položaj, kretanja i sile povezani sa stajanjem i sjedenjem. Takvi zadatci uključuju računalne zadatke, proizvodnju, maloprodaju i razne poslove u kojima radnik sjedi ili stoji. U okviru ergonomske procjene rezultati RULA metode mogu se usporediti s ostalim čimbenicima ishoda. U istraživanju u proizvodnom pogonu utvrđena je povezanost između visokih rezultata na RULA metodi i veće količine proizvoda koji su odbačeni. Stoga je

određena organizacija poboljšala identifikaciju radne stanice s visokim rizikom i tako poboljšala kvalitetu za 40 %.

Četiri glavne primjene RULA metode jesu sljedeće:

1. Izračunati koliki je rizik od mišićno-koštanih oboljenja
2. Usporediti mišićno-koštano opterećenje na postojećoj radnoj stanici s mišićnokoštanim opterećenjem nakon promjena dizajna na toj stanici
3. Procijeniti rezultate kao što su prikladnost opreme ili učinkovitost radnika
4. Podučiti radnike o mišićno-koštanim oboljenjima te riziku od tih oboljenja prilikom rada u određenim položajima.

4.2 Usporedba opterećenja na trenutnoj opremi i modificiranoj radnoj stanici

Jedna od primjena RULA metode jest komparacija opterećenja na trenutnoj radnoj stanici s opterećenjem na prilagođenoj radnoj stanici. Kako bi se utvrdilo koliko je određena radna stanica poboljšana, kompariraju se rezultati postojeće radne stanice i radne stanice nakon planiranih promjena. Ta je usporedba korisna ako postoji više opcija za unapređenje radne stanice kako bi se utvrdilo koja je opcija najbolja moguća.

4.3 Procjena produktivnosti i prikladnosti korištene opreme

U procjeni ekonomičnosti i provođenja ergonomske procjene RULA metodom procjenjuje se prikladnost opreme koja se koristi u radu te radne stanice s njihovom produktivnošću. Usporedba omogućuje pronalaženje uskih grla na kojima se mogu javiti zastoji.

4.4 Edukacija radnika

Mnoge odrasle osobe imaju razvijene uobičajene krivo naučene postarane pokrete koji se vrlo teško mijenjaju i ispravljaju. Zbog toga je važno educirati radnike da isprave krivo naučene pokrete i da primijene pravilno držanje.

5. EKSPERIMENTALNI DIO

5.1 Metoda mjerenja i mjerna oprema

Eksperimentalni dio proveden je u jednoj radnoj smjeni u šivaćoj proizvodnji. Prije toga provedene su konzultacije s rukovoditeljem i radnicima kako bi se bolje shvatio proces rada i način na koji radnici izvode svoje uobičajene radne zadatke. Ocjenjivanje je provedeno pomoću RULA metode. Unaprijed su navedene vrijednosti pomoću kojih se ocjenjuje rizik od opterećenja radnika na pojedinom radnom mjestu.

5.2 Mjerna mjesta

Kako bi se procijenilo opterećenje radnika odabran je proizvodni proces u odjevnoj industriji u poduzeću „Naftalina“ osnovanom 1983. godine. Najveći dio proizvodnje čini asortiman namijenjen hotelijerstvu i ugostiteljstvu. Tim educiranih komercijalista, dizajnera, konstruktora i krojača pruža potpunu uslugu od inicijalne ideje do krajnjeg proizvoda.

Cjeloviti proizvodni proces obuhvaća više od pet radnih mjesta, pa je bilo nužno procijeniti za koja radna mjesta postoji najveća vjerojatnost od nastanka profesionalnih oboljenja na gornjim ekstremitetima.

Odabrana mjerna mjesta međusobno su povezana redoslijedom izvođenja radnih operacija te čine posljednje korake u samom proizvodnom procesu:

- prvo mjerno mjesto – krojenje
- drugo mjerno mjesto – šivanje
- treće mjerno mjesto – kontrola
- četvrto mjerno mjesto – peglanje
- peto mjerno mjesto – slaganje.

6. REZULTATI I RASPRAVA

Krojenje je prva faza u procesu, a obuhvaća polaganje krojenih naslaga te izrezivanje krojenih dijelova i njihovo sortiranje. Pri krojenju se koriste stabilni loženi i ručni prijenosni nož. Na slici 4. prikazana je radnica na radnoj poziciji krojenja.



Slika 4. Radnica na radnoj poziciji krojenja

Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji krojenja RULA metodom prikazana je u tablici 6.

Tablica 6. Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji krojenja RULA metodom

Dio tijela	Ocjena opterećenja	
	D	L
ruka (desna / lijeva)	D	L
nadlaktica	4	4
podlaktica	4	4
rotacija šake	3	2
ukupno opterećenje ruke	6	5
vrat	4	4
trup	2	2
noge	1	1
ukupno opterećenje tijela	6	6
ukupno opterećenje	7+	

U matrici za konačnu ocjenu položaja tijela i ruku očitavamo da je ukupni prosjek ocjena 7 (ruke = 5, tijelo = 6), iz čega dobivamo da je stupanj opterećenja i potrebe preoblikovanja radnog mjesta jednak ocjeni 7+, što znači da je visoko opterećenje položaja tijela te da je odmah nužno preoblikovati to radno mjesto.

Šivanje je, pak, tehnika povezivanja dijelova materijala pomoću igle i konca. Radnica na radnoj poziciji šivanja prikazana je na slici 5.



Slika 5. Radnica na radnoj poziciji šivanja

Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji šivanja RULA metodom prikazana je u tablici 7.

Tablica 7. Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji šivanja RULA metodom

Dio tijela	Ocjena opterećenja	
	D	L
ruka (desna / lijeva)	D	L
Nadlaktica	1	1
Podlaktica	3	4
rotacija šake	1	2
ukupno opterećenje ruke	5	6
Vrat	3	3
Trup	3	3
Noge	1	1
ukupno opterećenje tijela	5	6
ukupno opterećenje	5	

U matrici za konačnu ocjenu položaja tijela i ruku očitavamo da je ukupni prosjek ocjena 6 (ruke = 5, tijelo = 5), iz čega dobivamo da je stupanj opterećenja i potrebe preoblikovanja radnog mjesta jednak ocjeni 5-6, što čini srednje opterećenje položaja tijela te zahtijeva promjene na radnom mjestu u dogledno vrijeme.

Kontrola kvalitete su postupci kojima se detaljno preispituje kvaliteta svih čimbenika u proizvodnji. Radnice na radnoj poziciji kontrole prikazane su na slici 6.



Slika 6. Radnice na radnoj poziciji kontrole

Analiza opterećenja radnica na radnoj poziciji kontrole RULA metodom prikazana je u tablici 8.

Tablica 8. Analiza opterećenja radnica na radnoj poziciji kontrole RULA metodom

Dio tijela	Ocjena opterećenja	
	D	L
ruka (desna / lijeva)	D	L
Nadlaktica	4	4
Podlaktica	4	4
rotacija šake	2	2
ukupno opterećenje ruke	7	7
Vrat	3	3
Trup	3	3
Noge	1	1
ukupno opterećenje tijela	7	7
ukupno opterećenje	7+	

U matrici za konačnu ocjenu položaja tijela i ruku očitavamo da je ukupni prosjek ocjena 7 (ruke = 7, tijelo = 7), iz čega dobivamo da je stupanj opterećenja i potrebe preoblikovanja radnog mjesta jednak ocjeni 7+, što podrazumijeva veliko opterećenje tijela kao i u prvom primjeru te nužnost hitnog preoblikovanja radnog mjesta.

Sljedeća je radna pozicija peglanje. Radnica na radnoj poziciji peglanja prikazana je na slici 7.



Slika 7. Radnica na radnoj poziciji peglanja

Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji peglanja RULA metodom prikazana je u tablici 9.

Tablica 9. Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji peglanja RULA metodom

Dio tijela	Ocjena opterećenja	
	D	L
ruka (desna / lijeva)		
Nadlaktica	2	2
Podlaktica	4	3
rotacija šake	2	1
ukupno opterećenje ruke	6	4
Vrat	4	4
Trup	2	2
Noge	1	1
ukupno opterećenje tijela	8	7
ukupno opterećenje	7+	

U matrici za konačnu ocjenu položaja tijela i ruku očitavamo da je ukupni prosjek ocjena 7 (ruke desna = 5, lijeva = 4, tijelo = 8), iz čega dobivamo da je stupanj opterećenja i potrebe preoblikovanja radnog mjesta jednak ocjeni 7+, što podrazumijeva veliko opterećenje prvenstveno za kralježnicu i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta.

Radnica na radnoj poziciji slaganja prikazana je na slici 8.



Slika 8. Radnica na radnoj poziciji slaganja

Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji peglanja RULA metodom prikazana je u tablici 10.

Tablica 10. Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji peglanja RULA metodom

Dio tijela	Ocjena opterećenja	
	D	L
ruka (desna / lijeva)	D	L
Nadlaktica	4	4
Podlaktica	4	4
rotacija šake	2	2
ukupno opterećenje ruke	7	7
Vrat	3	3
trup	3	3
Noge	1	1
ukupno opterećenje tijela	7	7
ukupno opterećenje	7+	

Na mjernom mjestu slaganja kroz sve izračune i zataknutog stanja dolazimo do zaključka da dobivamo iste rezultate kao i za mjerno mjesto kontrole. Naime, u matrici za konačnu ocjenu položaja tijela i ruku očitavamo da je ukupni prosjek ocjena 7 (ruke = 7, tijelo = 7), iz čega dobivamo da je stupanj opterećenja i potrebe preoblikovanja radnog mjesta jednak ocjeni 7+, a to znači veliko opterećenje tijela kao i u prvom primjeru te nužnost hitnog preoblikovanja radnog mjesta.

Na ispitivanim radnim mjestima glavni uočeni nedostaci jesu sljedeći:

- neodgovarajuća organizacija radnog prostora
- prisilan položaj tijela - ponavljajući pokreti.

Radnici koji većinu vremena na radnom mjestu provedu prisilno sjedeći mogu osjetiti nelagodu, umor, napetost ili, pak, slabost u mišićima, bol u vratu i leđima, ukočenost zglobova te utrnulost ili težinu u nogama. Oni koji sjede na radnom mjestu osjećaju manji mišićni napor, ali to ne znači da njihovo zdravlje nije ugroženo. Zdravstveni problemi poput glavobolje, umora i bolova mogu narušiti međuljudske odnose.

Na temelju provedenog istraživanja može se uočiti da kod radnika koji rade na ispitivanim radnim mjestima postoji veći rizik od nastanka mišićno-koštanih poremećaja. Opterećenje uzrokovano radom u neudobnim položajima rezultira neodgovarajućim radnim uvjetima, nezadovoljstvom poslom te smanjuje efikasnost u radu. Kako bi se povećala učinkovitost na radnom mjestu i kako bi se spriječio nastanak profesionalnih bolesti predlaže se izmjena položaja na radnom mjestu ili češće kretanje zaposlenika tijekom radnog vremena.

7. ZAKLJUČAK

Svrha je zaštite na radu neprestano stvarati radne uvjete koji će radniku omogućiti sigurnost, odnosno očuvati zdravlje i život radnika. Provođenjem preventivnih mjera nastoje se minimalizirati nesreće na radu i nastanak profesionalnih bolesti, među kojima su najčešća mišićno-koštana oboljenja. Ako se sustav sigurnosti i zaštite zdravlja na radu dobro organizira, poboljšat će se produktivnost radnika te će se smanjiti bolovanja zbog profesionalnih bolesti i troškovi potrebni za zdravstvenu skrb zaposlenika. Procjenjivanje rizika za pojavu preopterećenja i razvoj profesionalnih bolesti kod radnika vrlo je važno za poslodavce jer im omogućuje da se prepoznaju sve opasnosti koje mogu ugroziti radnika i njegovo zdravlje te da se nađu odgovarajuća rješenja za sprječavanje tih posljedica.

U radu je na temelju RULA metode ocjenjivano radno opterećenje gornjih ekstremiteta kod radnika na pet različitih radnih mjesta u proizvodnom procesu. Istraživanje je pokazalo da kod radnika koji rade na tim radnim mjestima postoji veći rizik od nastanka profesionalnih bolesti, odnosno od mišićno-koštanih poremećaja. Opterećenje koje je uzrokovano obavljanjem radnih zadataka u neudobnim položajima pokazuje da radni uvjeti u tom proizvodnom procesu nisu zadovoljavajući. Osim toga, takva opterećenja dovode do nezadovoljstva poslom kod radnika koji rade na tim radnim mjestima i uzrokuju pad produktivnosti. S ciljem smanjenja nastanka profesionalnih bolesti moguće je podučiti radnike kako izmjenjivati položaje na radnom mjestu tako da im ti položaji ne izazivaju neugodu te ih poticati na češće kretanje tijekom radnog vremena.

8. LITERATURA

1. Bubaš M., Bradvica K.: „Nova metodologija za procjenu rizika statodinamičkih napora – Smart metoda“, Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini, 60 (2018.), 1, 37-48, https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik, pristupljeno 26. 9. 2022.
2. Praktična smjernica za ocjenu rizika pri ručnom rukovanju teretom, dostupno na: http://hzzzs.hr/wpcontent/uploads/2016/11/Prakticna_smjernica_za_ocjenu_rizika_pri_rucnom_rukovanju_teretom.pdf, pristupljeno 26. 9. 2022.
3. Kirin S.: „Uvod u ergonomiju“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac (2019.), ISBN 987-953-8213-03-8
4. Smjernica o uređivanju radnih mjesta na kojima se dugotrajno sjedi, dostupno na: http://hzzzs.hr/wpcontent/uploads/2016/11/Smjernica_o_uredivanju_radnih_mjesta_na_kojima_se_dugotrajno_sjedi.pdf, pristupljeno 26. 9. 2022.
5. Balantič, Z., Polajnar, A. i Jevšnik, S.: „Ergonomija v teriji in praksi“, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, (2016.), ISBN 978-961-6911-91-7.

9. PRILOZI

9.1. Popis slika

Slika 1 - Prikaz područja djelovanja ergonomije

Slika 2 - Radnik i radna okolina

Slika 3 - Prikaz najčešćih mjesta nastanka mišićno-koštanih oboljenja

Slika 4. Radnica na radnoj poziciji krojenja

Slika 5. Radnica na radnoj poziciji šivanja

Slika 6. Radnice na radnoj poziciji kontrole

Slika 7. Radnica na radnoj poziciji peglanja

Slika 8. Radnica na radnoj poziciji slaganja

9.2. Popis tablica

Tablica 1 – Najčešći rizični čimbenici povezani s nastankom mišićno-koštanih poremećaja

Tablica 2 – Prikaz matrice za ocjenu položaja ruku prema RULA metodi

Tablica 3 – Prikaz matrice za ukupnu ocjenu položaja tijela i ruku prema RULA metodi

Tablica 4 – Prikaz matrice za ocjenu položaja tijela prema RULA metodi

Tablica 5 – Prikaz ocjene opterećenja tijela RULA metodom

Tablica 6 – Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji krojenja RULA metodom

Tablica 7 – Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji šivanja RULA metodom

Tablica 8 – Analiza opterećenja radnica na radnoj poziciji kontrole RULA metodom

Tablica 9 – Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji peglanja RULA metodom

Tablica 10 – Analiza opterećenja radnice na radnoj poziciji peglanja RULA metodom