

# Analiza radnih mjesta metodom OWAS u procesu proizvodnje piva

---

**Fabijanec, Mario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*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:128:046009>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-12**



**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

MARIO FABIJANEC

**Analiza radnih mjesta metodom OWAS u  
procesu proizvodnje piva**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2017.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Mario Fabijanec

**Analiza radnih mjesta metodom OWAS u procesu  
proizvodnje piva**

Završni rad

Mentor:

Mr. sc. Snježana Kirin, viši pred.

Karlovac, 2017.

# VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

## ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Studij: Stručni studij Sigurnosti i zaštite

### ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Mario Fabijanec

Matični broj : 0415614015

Naziv teme: Analiza radnih mjesta metodom OWAS u procesu proizvodnje piva

Opis zadatka:

U teoretskom dijelu završnog rada bit će prikazane osnovne postavke oblikovanja radnih mjesta u tehnološkom procesu proizvodnje piva. U eksperimentalnom djelu bit će prikazana analiza radnih mjesta metodom OWAS u procesu proizvodnje pive. Analizom će se utvrditi eventualna opterećenja radnika i prijedlog preoblikovanja radnog mjesta.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđen datum obrane:

06/2017

06/2017

09/2017

Mentor:

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Mr. Sc. Snježana Kirin, viši pred.

Dr. Sc. Zvonimir Matosinović, viši pred.

## SAŽETAK

Glavna svrha ergonomije jest utvrđivanje i oblikovanje radnog mjesta i poslova na način da su ugodni i sigurni za izvršavanje te da omogućuju neometano, neprekidno obavljanje zadataka. Svrha izrade ovog rada jest utvrđivanje važnosti ergonomije u procesu proizvodnje piva, utvrđivanje negativnih posljedica po zaposlenika i organizaciju ukoliko ergonomski uvjeti nisu zadovoljeni te ergonomskih rizika u procesu proizvodnje piva. U svrhu istraživanja teorije u praksi, provedena je analiza triju radnih mjesta u najpoznatijoj hrvatskoj pivovari, Zagrebačka pivovara d.o.o.

ključne riječi: ergonomija, oblikovanje, radno mjesto, proces proizvodnje piva

## SUMMARY

Main goal of ergonomics is stating and modeling of the workplace and all activities connected to it in a way that makes it safe and comfortable for the worker, enabling him to work uninterrupted. Main goal of this final paper is stating the importance of the ergonomics in the process of beer brewing, stating negative effects both on employee and the business organization if ergonomic conditions are not fulfilled, and stating ergonomic risks in the process of beer brewing. To compare theory with real-life conditions, analysis on three different workplaces was conducted in croatian most famous brewery, Zagrebačka pivovara d.o.o.

key words: ergonomics, modeling, workplace, process of beer brewing

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	2
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja .....	2
2. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE PIVA.....	3
2.1. Faza proizvodnje piva .....	3
2.2. Faza punjenja piva .....	7
3. ERGONOMSKO OBLIKOVANJE RADNOG MJESTA.....	8
3.1. Ergonomske značajke radnog mjesta .....	10
3.2. Antropometrijske značajke radnog mjesta .....	13
3.2. Mišićno-koštane bolesti kao rezultat neergonomski oblikovanih radnih mjesta .....	15
4. ERGONOMSKI RIZICI U PROCESU PROIZVODNJE PIVA.....	17
5. METODE ZA ANALIZU RADA.....	20
5.1. OADM i MADM metode.....	20
5.2. OWAS metoda .....	21
6. EKSPERIMENTALNI DIO.....	27
6.1. Mjerna oprema i postupci mjerenja .....	27

6.2. Mjerna mjesta .....	28
6.2.1. Mjerno mjesto RM1 .....	28
6.1.2. Mjerno mjesto RM2 .....	29
6.1.3. Mjerno mjesto RM3 .....	30
6.3. Analiza OWAS metodom .....	31
6.3.1. Analiza mjernog mjesta RM1 .....	31
6.3.2. Analiza mjernog mjesta RM2.....	34
6.3.3. Analiza mjernog mjesta RM3.....	37
7. RASPRAVA I ZAKLJUČAK .....	40
POPIS LITERATURE .....	42

# 1. UVOD

Moderna vremena koja sa sobom nose modernu tehnologiju u mnogočemu olakšavaju ljudima život. Iako je nepoželjnih utjecaja također mnogo, na njih se u većini slučajeva u velikoj mjeri može utjecati, što se pak duguje otkrićima i mogućnostima te iste tehnologije.

To se jasno može uvidjeti na primjeru oblikovanja radnih mjesta u povijesti i danas. U povijesti se uglavnom nije posvećivala pažnja utjecaju obavljanja posla na čovjeka. Tada je tehnologija bila previše nerazvijena, odnosno nedostatak znanja s područja biologije, medicine, fizike i brojnih drugih grana onemogućavali su kvalitetnije razumijevanje čovjeka i utjecaja okoline na njega. Osim toga, u povijesti se čovjek nije smatrao najvrednijim resursom poslovne organizacije; on se više smatrao izvorom energije nego li izvorom znanja. Danas je prepoznata važnost čovjeka u organizaciji, kvaliteta i opseg njegova znanja, stoga se sve više vremena posvećuje upravo upravljanju ljudskim resursima. Među osnovnim procesima odjela za ljudske resurse jest dizajniranje radnih mjesta, od apstraktne do fizičke izvedbe, odnosno od svrhe obavljanja posla pa sve do okoline u kojima će pojedinac obavljati svoj posao.

Indicija koja ukazuje na to jest pojava prvih zakona o zaštiti na radu početkom 19. stoljeća. Pojava takvih zakona znači kako se kroz duže vrijeme uočilo da se na određenim radnim mjestima događaju iste vrste grešaka, propusta koje dovode do ozljeda, u najgorem slučaju smrti. Propisivanje takvih zakona, bez kakvih je nemoguće zamisliti moderno poslovanje, označava početak procesa vođenja brige o sigurnosti i zaštiti čovjeka na radnom mjestu. Takvo novo razmišljanje u društvu, koje se pokazalo nužnim i neophodnim, značilo je daljnja istraživanja o sigurnosti i zaštiti čovjeka na radu. To je, u konačnici, dovelo do razvitka opsežne znanstvene discipline, ergonomije, koja se bavi upravo proučavanjem radnih uvjeta čovjeka, njegovim prilagođavanjem danim uvjetima te prilagođavanje strojeva čovjeku.



## 1.1. Predmet i cilj rada

Predmet i cilj ovog rada jest utvrđivanje u kolikoj su mjeri radna mjesta u tehnološkom procesu proizvodnje piva u skladu s ergonomskim preporukama te, ukoliko je potrebno, utvrđivanje potrebnih poboljšanja kako bi boravak na radnom mjestu bio maksimalno siguran i ugodan, a radno mjesto prilagođeno obavljanju posla. Konkretno, navedeno će se istraživati s fokusom na tehnološki proces proizvodnje piva i obavljanja posla na radnim mjestima koja sudjeluju u tom procesu.

## 1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Prilikom izrade ovoga rada, autor se služio već postojećom inozemnom i domaćom tiskanom i elektroničkom literaturom na temu ergonomije i ergonomske oblikovanja radnog mjesta, s naglaskom i ciljanom analizom radnih mjesta u tehnološkom procesu proizvodnje piva. Već postojeći izvori predstavljaju teorijsku osnovu za razumijevanje teme i daju znanja potrebna za analizu radnih mjesta u tehnološkom procesu proizvodnje piva, što je prikazano u posljednjem dijelu ovoga rada. Za posljednji dio rada izvori podataka su svjedočanstva autora koji je promatrao radnike prilikom obavljanja posla u Zagrebačkoj pivovari d.o.o tijekom jednog radnog dana.

## 2. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE PIVA

Tehnologija proizvodnje piva može se odvojiti u dvije faze: fazu proizvodnje i fazu punjenja. Obje će faze biti detaljnije rastumačene, a sve na primjeru Zagrebačke pivovare d.o.o. i službenih izvješća navedene poslovne organizacije.

### 2.1. Faza proizvodnje piva

Tehnološki procesi u fazi proizvodnje piva mogu se podijeliti u dvije skupine: radne operacije u varionici te radne operacije vrenja i odležavanja (slika 1).



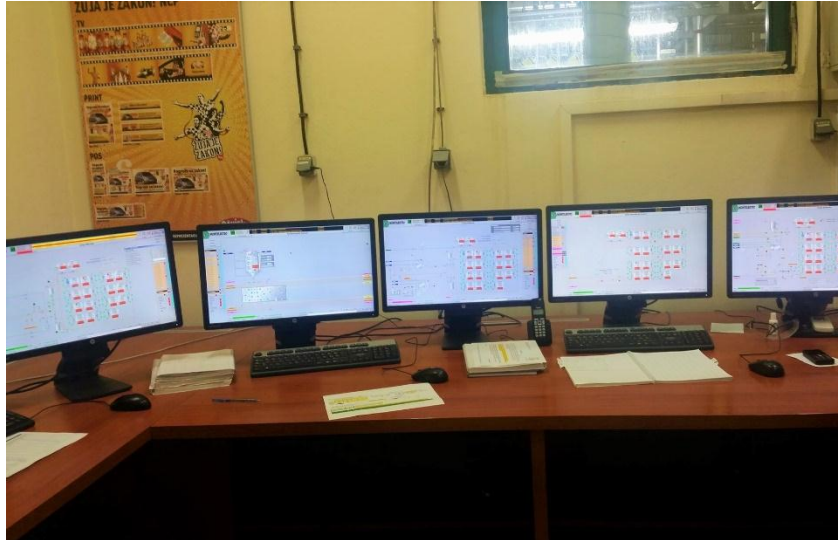
Slika 1: Tehnološki procesi u prvoj fazi procesa proizvodnje piva

Zapremanje sirovina primarni je proces u procesu proizvodnje piva. Dopremu sirovine obavljaju ispravna prijevozna sredstva dobavljača. Operaterom 1 i Supervizorom koordinira se slijed punjenja silosa, a time i smjer transporta sirovine uz nadziranje istovara sirovine u silove. U vanjskim se silosima svaka vrsta sirovine skladišti u svoj silos, tj. u pravilu se sirovine ne miješaju. Sirovina se transportira u dnevne ćelije, potom u dva buffer silosa, pužnicama do mlina, a iz mlina u silos za

odvagu. Uslijed oštećenja sita dolazi do loše kvalitete mljevenog slada, zbog čega Operater 1 i 2 jednom tjedno vrše kontrolu ispravnosti sita. Iz silosa za odvagu sirovine se transportiraju do kotlova komine. U kotlovima komine vrši se ukomljavanje s vodom. Ručnu manipulaciju sirovinom izvode Operater 1 i Operater 2, a primjenjuje se kod istovara i skladištenja hmelja, doziranja hmelja (dnevno), pripreme otopine kalcij –klorida (jednom tjedno) te zaprimanja različitih materijala neophodnih za proizvodnju (jednom mjesečno) i čišćenje postrojenja (jednom tjedno). [1]

Ukomljavanje slada i krupice počinje izuzimanjem sirovina iz vanjskih silova i pripravom sirovina za proces ukomljavanja. Proces obuhvaća mehanički transport, mljevenje slada, punjenje kotlova za ukomljavanje vodom te ukomljavanje slada i krupice. Transport slada obavlja se mehanički i pneumatski. Radnih povremenu ulazi u prostoriju u kojoj se nalaze kotlovi i zadržava se 5-6 minuta kako bi uzeo uzorak vrućeg uzorka komine u plastičnu posudu. Zakiseljavanje sladovine u kotlove komine i u kotao sladovine vrši se na način da operater automatski otvara ventil spremnika, prilikom čega se fosforna kiselina putem cjevovoda iz CIP stanice doprema do spremnika. Kad se spremnik napuni, program otvara automatski ventil prema kotlu komine ili sladovine i izdozira potrebnu količinu kiseline. Operateri iznimno, u slučaju kvara ulaze u kotlove i bilo kakve ograničene prostore. [1]

Filtrirana komina (sladovina) se prepumpava u međuspremnik iz kojeg, preko izmjenjivača topline, dolazi do kotla sladovine. Transport komine u filter, filtracija, transport procijeđene sladovine u prihvatni spremnik i prepumpavanje u kotao sladovine potpuno je automatiziran i njime se upravlja putem računala (slika 2). U ovom dijelu procesa obavlja se i čišćenje filtra za cijedenje sladovine. Zamjena dijelova filtera sladovine Meura 2000 (membranskih ili filterskih ploča) obavlja se uz pomoć dizalica od strane zaposlenika osposobljenih za rukovanje dizalicama. Vizualna kontrola primjenjuje se prilikom svakog pražnjenja filtera se kod otvaranja filtra. [1]



Slika 2: Prostorija za računalni nadzor sustava u Zagrebačka pivovara d.o.o.

Kuhanje sladovine i odvajanje krutih čestica iz sladovine četvrti je tehnološki proces. U ovom procesu obavljaju se sljedeće vrste posla: praćenje rada transportnog sustava (pumpe i cjevovodi), punjenje sladovine u kotao za kuhanje, dodavanje potrebnih sastojaka, uzimanje uzoraka iz kotlova, praćenje procesa na računalu, transport kuhane sladovine do dekantera, transport istaložene bjelančevin u spremnik (trop-tank) te transport filtrirane sladovine u hladni blok. Pri dodavanju hmelja poseban je posebni oprez te se traži striktna primjena procedure opisane u OPL za sigurno doziranje dozirke hmelja. Korekcija se vrši u zatvorenom sistemu, ručnim otvaranjem i zatvaranjem ventila. [1]

U tehnološkom procesu rada za pranje i čišćenje postrojenja koriste se pomoćna sredstva za pranje, a koja su namijenjena za primjenu u prehrambenoj industriji. Razlikuju se tri grupe: kisela sredstva za pranje (na bazi  $\text{HNO}_3$ ), lužnata sredstva za pranje (na bazi  $\text{NaOH}$ ) te dezinfekcijska sredstva za pranje. Radnik pristupa pakiranjima sredstava za pranje te odvrće čep na pakiranju i postavlja u pakiranje, cijev za prepumpavanje sredstava. Transport sredstava za pranje se dalje obavlja automatizirano, a upravljanje je računalno. Povremeno se radi potrebe za mehaničkim čišćenjem kotlova i sitnih popravaka, ulazi u kotlove od strane osoblja varionica, te mehanički čiste kotlovi. Ovi poslovi su pokriveni internim sustavom dozvola za rad. [1]

Vrenje i odležavanje piva vrši se u nekoliko koraka: hlađenje sirovine, aeracija sladovine, propagacija čiste kulture kvasca, fermentacija i odležavanje. Vrste poslova koje se u ovom procesu odvijaju su: koordinacija rada s pogonom varionice i sa pogonom punionice, planiranje dnevne i tjedne potrebne količine piva na vrenju i dovoljne količine piva za punionicu, dnevno praćenje zaliha i količine piva u svim segmentima proizvodnog procesa praćenje potrošnje detergenata prema detergent projektu, praćenje rada svih CIP-ova, koncentracije otopina, praćenje zaliha aditiva i pomoćnih sredstava, organizacija rada u smjenama i kontrola provođenja radnih zadataka, kontrola procesa na procesnom kompjuteru ili manualno, dodavanje aditiva u tehnološki proces, pranje linija preko procesnog kompjutera, zadavanje parametara u procesnom kompjuteru, uzimanje uzoraka za analizu i kontrolu pojedinih procesnih parametara. [1]

Nakon završenog procesa odležavanja pivo se filtrira, te se filtrirano pivo puni u tlačne tankove. Tlačni tankovi se pune i prazne automatski. Transport piva je automatiziran i upravljanje se obavlja putem računala. U ovom procesu obavljaju se sljedeće vrste posla: praćenje procesa rada koji je automatiziran, ručno prespajanje fleksibilnih cijevi i metalnih prespoja na BBT, pripremanje filtracijskih sredstava prema recepturi u dozirki, transport paleta viličarem od dizala do filtracije te briga o čistoći radnog mjesta. [1]

Pranje i čišćenje pogona obrade piva vrši se na isti način kao u varionici. Generalno pranje tankova (BBT2 i Stari Fermentori, V. I VI. kat proizvodnje), jednom godišnje, vrši se ručno otvaranje poklopca i premještanje "stare glave" za pranje lužinom, dalje je proces automatiziran. U prostor VI. etaže dozvoljen je ulaz samo sa prijenosnim mjeračem koncentracije plina CO<sub>2</sub> u zraku. Povremeno se radi potrebe za mehaničkim čišćenjem posuda, ulazi u iste od strane osoblja varionica, te mehanički čiste. Ovi poslovi su pokriveni internim sustavom dozvola za rad. [1]

## 2.2. Faza punjenja piva

Faza punjenja piva sastoji se od tri tehnološka procesa: punjenje bačava, rad na liniji za punjenje limenki i boca te pranje i čišćenje pogona.

Tehnološki proces punjenja bačava sastoji se od nekoliko koraka [2]:

dopremanje praznih bačava od nehrđajućeg čelika na depaletizator → razdvajanje bačvi od paleta → bačve putuju do okretača bačava → bačve putuju do uređaja za vanjsko pranje bačava → bačve dolaze na liniju za punjenje → pune bačve se odvoze do vage → kontrola potpunosti bačava → okretanje na pravu stranu i dolazak do uređaja za čepljenje → s čepilice bačve dolaze do uređaja za datumiranje → transport bačava do ulaznog stola paletizatora → palete s bačvama se transportiraju do izlaza s linije → odvoz do skladišta gotove robe

Tehnološki proces punjenja boca odvija se na gotovo identičan način, s razlikom u tome što su uređaji prilagođeni manjim spremnicima, odnosno bocama.

U procesu punjenja limenki, koraci su sljedeći [2]:

transport piva temperature 2°C i tlaka 2 Bara cjevovodom iz rezervoara od nehrđajućeg čelika iz Odjela Proizvodnje piva → dodatno hlađenje piva → punjenje piva u limenke → pivo zatvoreno stoji u stroju za zatvaranje limenki → transport limenki u vertikalnom položaju okrenute na krivu stranu → pasterizacija na tunelskom pasteru → kontrola nivoa punjenja i okretanje u normalnu poziciju → stroj za pakiranje

Pranje i čišćenje prostorija punionice vrši se na već opisani način.

### 3. ERGONOMSKO OBLIKOVANJE RADNOG MJESTA

U današnje vrijeme, vrijeme ubrzanog života, vrijeme velikih mogućnosti pristupanja ljudima na toliko različitih načina, ljudi se nerijetko izlažu prekomjernom stresu na radnom mjestu. Moderno poslovanje zahtijeva brzinu, znanje i fleksibilnost, što znači da to moraju biti i odlike zaposlenika neke organizacije. Prekomjeran rad i prekomjeran stres mogu ostaviti posljedice na čovjekovo zdravlje, odnosno uzrokovati ozljede. U industrijskim je zemljama visoka prevalencija mišićno-koštanih poremećaja povezanih s radom. To su najčešće ozljede leđa, vrata, koljena, ramena i ruku. Oboljela osoba sklona je zanemariti prve simptome poremećaja, zbog čega je ozljedu ili bolest teže (za)liječiti. [3]

S obzirom na činjenicu kako čovjek na radnom mjestu provede velik dio svog života, poslodavci trebaju biti svjesni kako je u njihovom interesu da se radnik na radnom mjestu osjeća ugodno jer će biti produktivniji. Zato on mora radno mjesto što bolje opremiti i učiniti ga jednostavnijim za rad. Kako bi to bilo moguće, ponajprije treba znati što se na radnom mjestu radi, u kojim uvjetima i sa čime. Na ta pitanja odgovor nudi proces analize radnih mjesta. [4]

Radno mjesto najmanja je ekonomsko-tehnička cjelina u procesu proizvodnje, mjesto gdje se odvija postupak izrade proizvoda i mjesto gdje se nalazi sam radnik. Uvjet za realizaciju procesa rada jest čovjekovo dovođenje predmeta rada i sredstva za rad u međusobnu vezu te sudjelovanje u procesu oblikovanja. Koliko će čovjek sudjelovati u procesu rada ovisi o vrsti rada, tehničke razine sredstava i predmeta rada te stupnju mehanizacije i automatizacije. Elemente radnog mjesta čine radnik, prostor za rad i oprema. [4]

Ergonomija može biti jednostavno definirana kao znanost o radu. Preciznije rečeno, ergonomija je znanost oblikovanja radnog mjesta tako da ono odgovara radniku radije nego da fizički tjera radnika da se prilagođava radnom mjestu. Prilagođavanje zadataka, radnih stolova, alata i opreme da više odgovaraju radniku kao posljedicu ima smanjenje nastanka mišićno-koštanih poremećaja. Ergonomija pravila postavlja temeljem različitih znanstvenih disciplina, poput psihologije, biomehanike, fiziologije, antropometrije, kineziologije, itd. [5] Ipak, ergonomija je različita i od antropologije,

kognitivne znanosti, psihologije, sociologije i medicinskih znanosti jer je njezina primarsna svrha da razumije i oblikuje ljudsko ponašanje, ali ne i da ga dizajnira. [6]

Ergonomska načela mogu se podijeliti u pet skupina:

- ergonomska načela za oblikovanje radnih mjesta, strojeva i alata
- ergonomska načela pri oblikovanju rada na radnom mjestu
- ergonomska načela pri utvrđivanju vremena rada
- ergonomska načela pri radu s materijalima i alatom
- ergonomska načela pri oblikovanju okoline u kojoj se obavlja rad

Prilikom prilagođavanja radnog mjesta, u području ergonomije korisno je [4, 5]:

- složene zahvate zamijeniti jednostavnijim
- ograničiti broj pokreta radnika u jedinici vremena
- ograničiti težinu predmeta rada i alata
- omogućiti rad s dvije ruke
- što više uvoditi simetrične pokrete tijela
- koristiti pokrete iz zamaha
- koristiti ustaljeni ritam rada
- osim pokreta ruku koristiti i pokrete nogu
- prilagoditi visinu radne površine
- omogućiti ergonomske stolce
- omogućavanje pravih alata za posao
- postavljanje alata na dohvat ruke radnika
- uvođenje kratkih pauza

Iako je ergonomija relativno nova znanstvena disciplina, ergonomija je čovjeku oduvijek bila važna, a u pojedinim je slučajevima o njoj čovjeku ovisio i život, kao, na primjer, pračovjeku iz kamenog doba. Ručni alati, na primjer, korišteni su od početka čovječanstva i ergonomija je uvijek bila prioritet. Ako je ručni alat pravilno dizajniran, može koncentrirati i prenijeti snagu te pomoći čovjeku u zadacima poput rezanja, bušenja, itd. [6]



Zakon o zaštiti na radu djelomično je rezultat potrebe da se reguliraju i spriječe najčešće ozljede, a potencijalno i smrt zaposlenika, ali smatra se da začetak ergonomije datira u period Drugog svjetskog rata kada se u vojsci pokazala potreba da se prilagodi i uredi kabina vojnih zrakoplova kako bi do manje nesreća dolazilo uslijed greške čovjeka. Nakon brojnih istraživanja, promjene su implementirane, na primjer, kontrolni upravljač s još nekoliko kontrolnih funkcija koje su omogućavale jednostavnije upravljanje avionom te izvršavanje pomoćnih borbenih funkcija. Broj smrtnih slučajeva pilota smanjen je za 5 %. [6] Iako ta brojka sama po sebi nije velika, treba uzeti u obzir kako je to rezultat tek manje promjene, poput dručijeg upravljača. Upravo iz tog razloga ergonomija vodi računa o tome da radno mjesto bude što je više moguće prilagođeno radniku kako bi on sigurno, bezbolno i neometano mogao izvršavati svoje poslove, zbog čega se pritom i služi tolikim brojem različitih znanstvenih disciplina.

Ergonomsko oblikovanje radnih mjesta može višestruko pozitivno utjecati na poslovnu organizaciju: niže stope ozljeda na radu, povećanje produktivnosti uslijed povećanja ugodnosti i jednostavnosti izvršavanja posla, unapređenje kvalitete proizvoda i/ili usluga zbog manje grešaka u obavljanju posla, smanjenje odsutnosti radnika s radnog mjesta, manji troškovi kompenzacija za bolesti ili zapošljavanje novih radnika, unapređenje sigurnosti radnika, smanjenje umora radnika, povećanje morala među zaposlenicima, itd. [5]

### 3.1. Ergonomske značajke radnog mjesta

Ergonomsko oblikovanje radnog mjesta predstavlja temelj stvarne humanizacije rada. Ono je podijeljeno u sedam područja [7]:

1. antropometrijsko oblikovanje radnog mjesta, čiji je cilj prilagodba dimenzija radnog mjesta i elemenata rada čovjekovim tjelesnim mjerama
2. ekološko oblikovanje radnog mjesta, obuhvaća prilagodbu radnih uvjeta
3. fiziološko oblikovanje radnog mjesta, odnosi se na prilagođavanje metoda rada tijelu čovjeka

4. oblikovanje radnog mjesta koje omogućava najugodnije primanje vidnih i slušnih informacija, kao i informacija koje radnik dobiva na određenom tipu radnog mjesta
5. organizacijsko oblikovanje radnog mjesta, čija je namjena prilagođavanje radnog vremena biološkom dnevnom ritmu s organizacijom dnevnih odmora i osposobljavanja za rad
6. psihološko oblikovanje radnog mjesta, što osigurava ugodno okruženje za radnika
7. oblikovanje radnog mjesta u skladu sa zahtjevima sigurnosti i zaštite na radu, a obuhvaća mjere za sprečavanje ozljeda, nesreća i bolesti na radu

U čovjekovom pokretanju razlikuje se statični i dinamični rad mišića. Kod dinamičnog rada mišića karakteristična je izmjena između kontrakcije i opuštanja mišića. Prilikom statičnog rada mišića gotovo i ne dolazi do pokreta, ali vrlo brzo dolazi do zamora mišića. Već kad se koristi 15 % od ukupne snage mišića, smanjuje se prokrvljenost mišića, odnosno povećava umor radnika. Statičan rad mišića može se podijeliti na stvarni rad i na rad mišića koji je uložen u održavanje položaja tijela pri radu. [7]

Ergonomsko pravilni položaj tijela pri radu postiže se uporabom dvaju načela [7]:

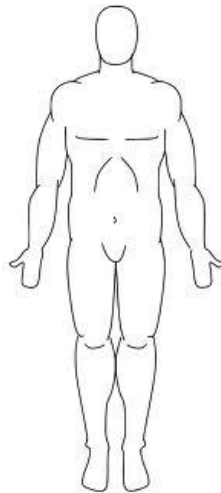
1. rad mišića za održavanje položaja tijela mora biti što manji
2. omogućavanje maksimalne slobode gibanja

U tehnologiji proizvodnje piva tehnološki se postupci obavljaju na različitim mjestima i u različitim položajima. Utvrđena su obilježja pokreta koja zadovoljavaju potrebe izvođenja industrijskog rada, a to su [7]:

- simultani
- simetrični
- prirodni
- ritmički
- uobičajeni

Ovi se opisi pokreta ne mogu općenito primijeniti na sva radna mjesta u procesu proizvodnje piva. Dok će fiksna radna mjesta, odnosno radna mjesta gdje radnik na jednom mjestu obavlja sav svoj posao (npr. stroj etiketirke) imati većinu ovih obilježja pokreta, radno mjesto npr. električara nije fiksno, odnosno zahtijeva različite aktivnosti na različitim dijelovima pogona, što znači da njegovi pokreti neće uvijek biti prirodni, ritmički ili uobičajeni.

Čovjekovo tijelo je aktivno i konstantno se pokreće pa se i odnosi dijelova tijela stalno mijenjaju. Stoga je bilo potrebno odrediti početni položaj tijela od kojega se određuje daljnja pokretljivost i pozicija dijelova tijela. Početni položaj se naziva anatomski položaj (slika 3) i opisuje čovjeka u uspravnom, stojećem položaju, oči gledaju naprijed, noge su spojene i paralelne, a ruke stoje uz tijelo s dlanovima koji gledaju naprijed. [8]

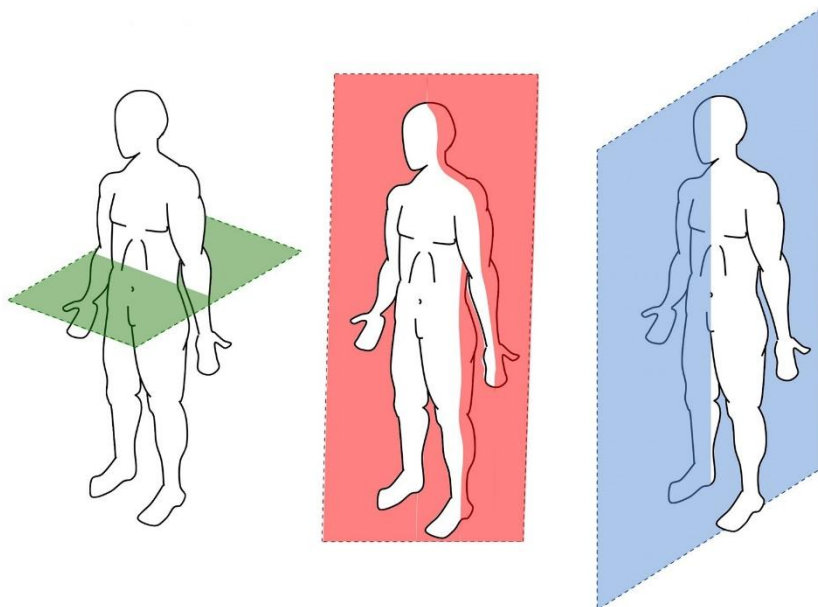


Slika 3: Anatomski položaj čovjeka

Osnovne ravnine tijela omogućuju prostorno određivanje položaja pojedinih dijelova tijela. Tri su osnovne ravnine koje su međusobno postavljene pod pravim kutom [8]:

1. **Sagitalne ravnine** - usmjerene su od prednje strane tijela prema stražnjoj i i možemo ih zamisliti bezbroj. Središnja sagitalna ravnina se naziva *medijana* (*središnja-samo je jedna*) ravnina i dijeli tijelo na dvije simetrične polovice (lijevu i desnu) Za tvorbu koja je bliže središnjoj ravnini kažemo da je smještena **MEDIJALNO** (*medialis = prisrednji*), a za udaljeniju tvorbu kažemo da je smještena **LATERALNO** (*lateralis = postrani*).

2. **Frontalne (čeoane) ravnine** - usmjerene su postranično, odnosno prolaze kroz tijelo u smjeru lijevo-desno (paralelno sa čelom) te dijeli pojedine dijelove tijela na prednji i stražnji dio, a možemo ih zamisliti bezbroj. Za tvorbe koje su ispred i iza u odnosu na određenu frontalnu ravninu koristimo nazive ANTERIOR (prednji, ventralni) i POSTERIOR (stražnji, dorzalni).
3. **Transverzalne (poprečne, horizontalne) ravnine** - postavljene su vodoravno, pri osnovnom anatomskom položaju prolaze kroz tijelo usporedno sa tlom i možemo ih zamisliti bezbroj. Za tvorbe koje su iznad i ispod u odnosu na određenu poprečnu ravninu koristimo nazive SUPERIOR (gornji, kranijalni) i INFERIOR (donji, kaudalni).



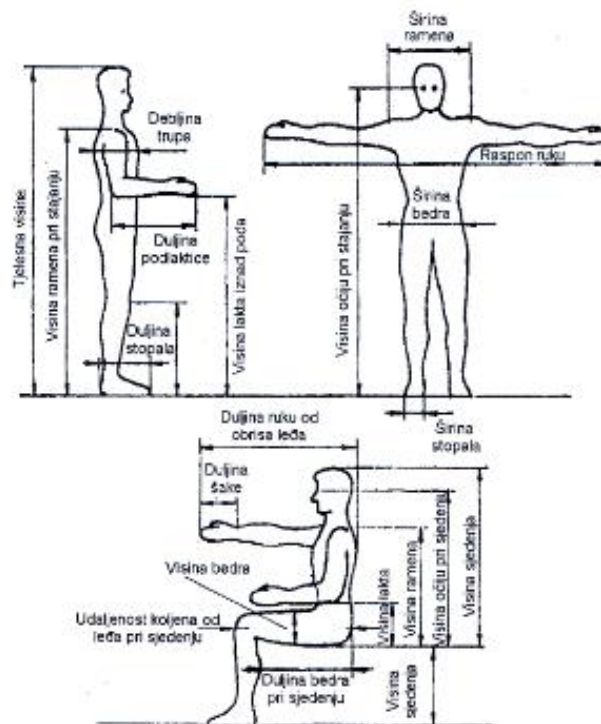
Slika 4: Glavne ravnine tijela

### 3.2. Antropometrijske značajke radnog mjesta

Antropometrijske karakteristike opisuju građu tijela, a procjenjuju se temeljem morfološke antropometrije. Morfološke karakteristike podložne su promjenama tijekom rasta i razvoja uslijed mnogobrojnih unutarnjih (endogenih) čimbenika, kao što su genetski faktori, faktori vezani uz spol i endoktrinarni sustav, i vanjskih (egzogenih) čimbenika, od kojih su značajni prehrambeni, socioekonomski, psihološki, razina tjelesne aktivnosti, klima i dr. [9]

Antropometrija se koristi za utvrđivanje primjenjivosti radnog prostora s obzirom na dimenzije čovjekovog tijela. Antropometrija zajedno s psihologijom rada pruža dodatne uvide u kvalitetu radnog mjesta te međusobnom utjecaju elemenata unutar radnog sustava (čovjek – stroj – prostor). [7]

Za oblikovanje radnih mjesta koristi se više od dvadeset tjelesnih mjera potrebnih za određivanje prostornih odnosa na radnim mjestima (slika 5). Prikazane antropometrijske mjere utvrđene su za mušku i žensku populaciju, a obično se tablično prikazuju srednje vrijednosti, najmanje i najveće koje zadovoljava 95 % radne populacije. Svega 5 % radno sposobnih ljudi ima veće ili manje mjere od onih navedenih u tablicama.



Slika 5: Antropometrijske mjere za oblikovanje radnih mjesta

Prikazane mjere obično se daju za sjedeći (dominantno u procesima nadziranja rada strojeva putem računala, prijevoz robe viličarom) i stojeći (dominantno u procesima provjere ispravnosti stroja, dodavanja sastojaka, uzimanja uzoraka, čišćenje prostorija, itd.)

### 3.2. Mišićno-koštane bolesti kao rezultat neergonomski oblikovanih radnih mjesta

Mišićno-koštane bolesti su bolesti i poremećaji mekih tkiva (mišiće, tetive, zglobovi i hrskavice) i živčanog sustava. Mogu utjecati na gotovo sva tkiva, a najčešće se pojavljuju u rukama i leđima. [5]

One se najčešće povezuju s izlaganjem fizičkim faktorima na radnom mjestu. Prema opsežnoj znanstvenoj studiji iz 1997. godine, najveća kontroverza vezana za povezanost mišićno-koštanih bolesti i uvjeta na radnom mjestu jest multifaktorijalnost. Problem je ponajviše bio u tome što se nije moglo sa sigurnošću odrediti u kolikoj se mjeri te bolesti doista mogu povezati s uvjetima na radnom mjestu, a koliko s drugim fizičkim organizacijskim, psihofizičkim i sociokulturalnim utjecajima. [10] 20 godina kasnije utvrđena je bliska povezanost uvjeta na radnom mjestu, odnosno neergonomski oblikovanih radnih mjesta, s razvojem mišićno-koštanih bolesti.

Postoje brojni uvjeti za koje je utvrđeno da uzrokuju mišićno-koštane bolesti, a neki od njih su [5]:

- pretjerano pokretanje pokreta, što može iziritirati tetive i povećati pritisak na živce
- čudni položaji tjela ili položaji u kojima radnik nema podršku za tijelo, što može dovesti do povećanog pritiska na živce i iziritiranih tetiva
- ukočeno držanje ili položaji u kojima radnik mora biti duže vremena, što može ograničiti cirkulaciju krvi i oštetiti mišiće
- pokreti poput povećanja brzine ili akceleracije prilikom saginjanja i izvicanja, što može povećati pritisak na čitavo tijelo
- visoki pritisak, što ograničava cirkulaciju krvi i komunikaciju živaca te oštetiti tetive
- nedovoljno vremena za odmor nakon rada prekovremeno, nedostatak pauza, što može utjecati na mogućnost potrebnog potpunog oporavka tkiva
- prekomjerne vibracije, najčešće od vibrirajućih alata, što može usporiti cirkulaciju krvi, oštetiti živce i dovesti do zamora mišića

- cjelotjelesne vibracije poput onih od vožnje kamiona, što može utjecati na skeletne mišiće i uzrokovati bol u donjem dijelu leđa
- rad na niskim temperaturama, što utječe na sposobnost koordinacije i ručne preciznosti, zbog čega će radnik trošiti više snage kako bi izvršio zadatak

Ozljede se potom manifestiraju u vratu, ramenima, ruci (laktovi, šaka), leđima, zglobovima i nogama. [5] Ipak, kako bi se razvile mišićno-koštane bolesti, potrebno je da čovjek takvim nekvalitetnim uvjetima bude izložen dovoljno dugo, često i intenzivno. Drugim riječima, one se mogu razviti, ali se ne razvijaju u kratkom vremenskom roku. Prvi se simptomi mogu prepoznati (tupoća u prstima, tupoća u bedrima, teškoće pripomicanju prstiju, ukočeni zglobovi te bol u leđima ) i prema njima odmah reagirati.

## 4. ERGONOMSKI RIZICI U PROCESU PROIZVODNJE PIVA

Kada se sagledaju svi aspekti sudjelovanja u procesu proizvodnje piva, opasnosti s kojima se zaposlenici mogu susresti mogu biti fizičke opasnosti, opasnosti od ponavljanja (mišićno-koštane bolesti), stres i umor, temperatura, osvjetljenost prostorija, buka, vibracije i čestice koje uzrokuju respiratorne zdravstvene probleme.

Fizičke opasnosti su nesigurni uvjeti rada koji mogu uzrokovati ozljede izravnim kontaktom. Zaposlenici pivske industrije često hodaju po skliskim podovima, povišenim platformama i različitim tipovima podova. Različiti materijali podova stvaraju različitu razinu otpora s cipelom radnika. Ukoliko organizacije nije u mogućnosti nabaviti prikladnu obuću, nužno je najmanje takve situacije istaknuti znakovima kako bi se spriječila posklizavanja, spoticanja i padovi. Osim toga, u procesima kontrole, čišćenja, premještanja i sl., na podu se često nalaze cijevi, kabeli i slični komadi opreme koji mogu uzrokovati spoticanja i padove, tim više što su podovi često mokri. [11]

Proizvodnja piva veoma je repetitivan proces u kojem se sastojci stalno podižu, oprema se stalno čisti, pivo se stalno pakira, itd. Ozljede mogu biti uzrokovane stalnim podizanjem teškoga tereta, upravljanje ručnim alatima, upravljanje teškom opremom, itd. Sve to može izazvati razderotine, istegnuća, uganuća, upale tetiva, burzitis, neuritis, sindrom karpalnog tunela, itd. Proizvodnja piva se sastoji od niza stresnih zadataka koji traže iznimnu snagu, loše držanje i često ponavljane radnje, kao na primjer pri čišćenju opreme, zamatanju crijeva, dodavanje sastojaka, čišćenje boca, punjenje boca, zatvaranje boca, itd. [11]

Stres na poslu može dovesti do umora, što posljedično dovodi do smanjenih mentalnih i fizičkih sposobnosti. Proizvodnja piva proces je koji zahtijeva i mentalnu i fizičku snagu. Fizički je zahtjevan radi ergonomske rizika, a mentalno jer zahtijeva multitasking, dozvoljava ograničeno vrijeme za obavljanje posla i k tome zahtijeva visoki stupanj koncentracije. Duge smjene, konzumiranje alkohola na radnom mjestu, penjanje na ljestve ili stepenice pojačivači su rizika povišavanja stresa. [11]



Radnici koji sudjeluju u proizvodnji piva konstatno su izloženi temperaturnim ekstremima, i toplim i hladnim. Pojedinci koji rade u izrazito vrućoj okolini imaju povećani rizik za razvijanje bolesti povezanih s temperaturom, kao što su osip, grčevi, toplinska iscrpljenost, toplinski udar, i sl. Posljedice izloženosti iznimno niskim temperaturama očituju se u obliku ozeblina, otupljenosti i hipotermije. Osim očitih izvora iznimne topline i hladnoće, treba imati na umu kako opasnost predstavljaju i plinovi koji uslijed nagle promjene temperature mogu promijeniti tlak i izazvati ozeblina svima koji se nalaze u blizini. [11]

Pravilna osvjetljenost prostorija u kojima se nalaze radnici smanjuje opterećenje vizualnog sustava čovjeka. Osim pravilne osvjetljenosti, prilikom oblikovanja radnog mjesta valja voditi računa o kontrastu između radnih površina, i to na način da je prostor obavljanja zadatka najbolje osvjetljen, a okolina se postepeno zatamnjuje. S obzirom na činjenicu kako se u proizvodnji piva na različitim pločama iščitavaju podaci, kako se oko ne bi zamaralo prilagodbom i na svjetlost i na veličinu objekta promatranja, ispravna osvjetljenost spriječit će prijevremeni zamor oka. [11]

Buka je definirana kao svaki nepoželjan zvuk. Ona djeluje različito, no njezina se štetnost najviše očituje kao psihološko djelovanje (vrlo ovisno o individualnim osobinama, osobito poznato kao dodijavanje), fiziološko djelovanje (oštećenje sluha i poremećaji fizioloških funkcija organizma) ili kao smanjenje radne sposobnosti i produktivnosti rada. Za stvaranje buke potrebno je postojanje izvora zvuka koji mehanički oscilira, a smješten je u nekoj elastičnoj okolini. [10] Problem u procesu proizvodnje piva jest što se buka najčešće izaziva u prostorijama koja je puna strojeva i građevinskih materijala koji reflektiraju buku. Izloženost buci može se urediti pomoću izolacije, uređaja za štíćenje sluha, promjenama smjene, itd. [12] Dopuštene razine buke s obzirom na vrstu djelatnosti prikazane su u tablici 1.

Vibracije se javljaju ponajprije uslijed pumpanja tekućina i tijekom faze punjenja piva. Različiti stupnjevi vibracije različito utječu na čovjeka, od znojenja i slabosti u najblažem slučaju te poteškoća pri zadržavanju stabilnosti na nogama u najtežem slučaju. Vibracije su štetne za čovjeka jer mogu dovesti do durogročne boli u donjem dijelu leđa te gastroenteroloških, urogenitalnih, kardiovaskularnih i slušnih zdravstvenih problema. [11]

Vrste djelatnosti	Dopušteni nivo buke na radnom mjestu (db)		
	a	b	c
<b>Fizički rad bez zahtjeva za mentalnim naprezanjem i opažanjem okoline sluhom.</b>	90	84	80
<b>Fizički rad usmjeren na točnost i koncentraciju; povrećeno praćenje i kontrola okoliša sluhom.</b>	80	74	70
<b>Rad koji se obavlja po čestim govornim komandama i akustičkim signalima; rad koji zahtjeva stalno praćenje i kontrolu okoliša sluhom; pretežno mentalnog karaktera, rutinski rad.</b>	-	70	60
<b>Rad pretežno mentalnog karaktera koji zahtjeva koncentraciju, ali je u pitanju rutinski rad.</b>	70	64	55
<b>Mentalni rad usmjeren na kontrolu rada skupine ljudi koja obavlja pretežno mentalni rad; rad koji zahtjeva sabranost ili neposredno govorno ili telefonsko sporazumijevanje; rad koji se obavlja isključivo putem sredstava komunikacije (telefon i sl.)</b>	-	60	50
<b>Mentalni rad koji zahtjeva visoku koncentraciju, isključenost iz okoline, točnu psihomotoriku ili sporazumijevanje sa skupinom ljudi.</b>	-	-	40
<b>Mentalni rad kao izrada koncepcija, vrlo odgovoran rad, sporazumijevanje sa skupinom ljudi.</b>	-	-	35

Tablica 1: Dopuštene razine buke s obzirom na vrstu djelatnosti

Problemi respiratornog sustava mogu se javiti uslijed različitih uzroka, uključujući i stlačene plinove poput ugljikovog dioksida, dušika, kisika, prašine od mljevenja, kemikalija kojima se čisti, a koje su prenosive zrakom, itd. Najčešći način obolijevanja je udisanjem, a rjeđe ulaskom kroz kožu ili oralno. Osim toga, radnici u proizvodnji piva su podložni riziku od udisaja ostataka mljevenja koji nisu dovoljno veliki da se zaustave u nosu, ali su dovoljno veliki da izazovu napuknuće alveole u plućima. [11]

## 5. METODE ZA ANALIZU RADA

Kako bi se utrdilo koliko je radno mjesto ergonomski oblikovano, potrebno je analizirati radno mjesto nekom metodom. Neke od poznatijih metoda su OADM<sup>1</sup>, MADM<sup>2</sup> te OWAS metoda, kojom će autor u daljnjem dijelu rada analizirati radna mjesta.

### 5.1. OADM i MADM metode

Za ovjenu radnog stanja radnika na radnome mjestu s obzirom na radne uvjete i zahtjeve koji se pred njega postavljaju, svoju primjenu u području proizvodnog inženjstva ima OADM metoda. Metodu su razradili J. Sušnik i suradnici 1983. godine. Ona omogućava otkrivanje manjkavosti i propusta nastalih prilikom oblikovanja radnog mjesta. Metoda je interdisciplinarnog sadržaja te omogućava analizu radnog mjesta sa stajališta psihofiziologije rada, ekologije te područja tehnologije i organizacije. Analiza se provodi korištenjem upitnika, a koji se sastoji od 216 opisa mogućih stanja na radnom mjestu (radne karakteristike). Osim upitnika metoda sadrži i snimačke listove koji su predviđeni za opis radnog mjesta i radnog postupka, izradu dijagrama tehnološkog protoka materijala i povezanost s drugim radnim mjestima te prijedlog mjerenja i preoblikovanja radnog mjesta. Analiziranje stanja se provodi intervjuiranjem radnika ili opažanjem samog snimača. [7]

Mjerenje primjenom mjernih metoda i instrumenata predstavlja drugi stupanj analize radnog mjesta prema OADM metodi pod nazivom MADM. Vrijednosti dobivene mjerenjem omogućavaju objektivniju procjenu stanja na radnom mjestu te lakše uočavanje i otklanjanje uzroka koji negativno djeluju na radnika. Mjerne metode omogućavaju analizu sa stajališta ekološke, psihološke, fiziološke i tehnološke problematike, organizacijske strukture i studija rada. [7]

---

<sup>1</sup> slo. Ocenjevelna analiza delovnega mesta

<sup>2</sup> slo. Merska analiza delovnega mesta

## 5.2. OWAS metoda

Posebito uspješnom u analizi položaja tijela na radnom mjestu je OWAS<sup>3</sup> metoda. Metoda je razvijena u Finskoj 1974. godine u organizaciji Ovaco, prilikom čega su utvrđena 84 tipa radnog položaja. OWAS metoda temelji se na razradi položaja leđa (kralježnice), ruku i nogu. Kombinacijom osnovnih položaja pojedinih dijelova tijela određuju se tipovi radnih položaja unutar izvođenja određene radne aktivnosti. Analiza radnih položaja OWAS metodom omogućava utvrđivanje [7] :

- položaja pojedinih dijelova tijela pri radu
- udjela pojedinih položaja po dijelovima tijela
- udjela radne operacije s pripadajućim tipovima radnih položaja
- raspodjelu između statičkog i dinamičkog rada
- metode rada i udobnost pojedinog položaja pri radu
- opterećenja koja su uzrokovana potrebnom snagom u određenim položajima

Danas se razlikuju dvije OWAS metode: osnovna i točkasta. Prema osnovnoj OWAS metodi razlikuju se 4 položaja kralježnice, 3 položaja ruku, 9 položaja nogu, 3 položaja kod prijenosa mase, 5 položaja naklona glave te 36 dodatnih radnih položaja (tablica 2). Točkasta metoda umjesto položaja ruku proučava položaj nadlaktice kod izvođenja određene radne aktivnosti. [7]

---

<sup>3</sup> eng. Ovaco Working Analysing System

OWAS	Segment i opis karakteristike
<b>1.</b>	<b>KRALJEŽNICA (LEDA)</b>
1.1.	Uspravna (kut manji od 15°)
1.2.	Pognuta naprijed (kut veći do 15°, a manji od 30°)
1.3.	Pognuta naprijed ili bočno (kut veći od 30°)
1.4.	Pognuta naprijed s bočnom fleksijom (pognuta više od 15°, a bočna refleksija više od 30°)
<b>2.</b>	<b>GORNJI UDOVI (RUKE)</b>
2.1.	Obje nadlaktice uz tijelo (slobodne)
2.2.	Jedna ili obje nadlaktice ispod ramena, udaljene od tijela
2.3.	Jedna nadlaktica u visini ili iznad visine ramena
2.4.	Obje nadlaktice u visini ili iznad visine ramena
<b>3.</b>	<b>ŠAKE</b>
3.1.	Fini ili grubi prijam jednom ili objema šakama
3.2.	Tipkanje s jednim ili više prstiju jedne ili obje šake
3.3.	Druge aktivnosti jedne ili obje ruku
<b>4.</b>	<b>DONJI UDOVI (NOGE)</b>
4.1.	Sjedenje, noge u ravnini sjedećeg dijela
4.2.	Stajanje na obje noge, neutralni položaj
4.3.	Stajanje na jednoj nozi, druga noga dotiče pod prstima
4.4.	Stajanje na jednoj ili obje noge, noge savijene u koljenima
4.5.	Klečanje na jednom ili oba koljena
4.6.	Hodanje ili stalno kretanje

4.7.	Sjedenje na podu
4.8.	Ležanje
4.9.	Puzanje
<b>5.</b>	<b>GLAVA</b>
5.1.	Slobodna
5.2.	Pognuta prema naprijed (kut veći od 30°)
5.3.	Pognuta u stranu (kut veći od 30°)
5.4.	Nagnuta unatrag (kut veći od 30°)
5.5.	Pognuta i rotirana u stranu (kut veći od 45°)
<b>6.</b>	<b>SILA (kod prenošenja tereta)</b>
6.1.	10-99 N
6.2.	100-200 N
6.3.	više od 200 N

Tablica 2: Prikaz označavanja pojedinih položaja tijela pomoću kodnih brojeva za OWAS metodu

Iz osnovne metode izvode se različite modificirane metode. Razlike između modificiranih OWAS metoda nalazi se u redoslijedu označavanja pojedinih dijelova tijela te u dodana tri položaja šake kod metode prema J. Sušniku. Tablica 3 daje pregled pojedinih položaja definiranih grafičkim simbolom, kodnim brojem i opisom. U tablici je prikazan način označavanja tipova radnih položaja pomoću kodnih brojeva, čime se olakšava njihovo proučavanje i lakše prepoznavanje položaja koji uzrokuju opterećenje u radu. [7] Utvrđivanje radnih položaja provodi se na način da promatrač na temelju snimke sa kamere u određenim vremenskim intervalima očitava određene položaje tijela radnika i bilježi ih u tablicu prema kodnim oznakama.

Prema dobivenim rezultatima, odnosno broju zabilješki, dalje se provodi procjena i to na način da se zbroj zabilješki pojedinog položaja podjeli zbrojem zabilješki pojedine skupine položaja te se pomnoži sa 100, kako bi se dobio postotni udio (p) vremena provedenog u određenom položaju.

$$p = \frac{\sum F_p}{\sum F_s} \times 100[\%]$$

$\sum F_p$  –zboj zabilješki pojedinog položaja

$\sum F_s$  –zboj zabilješki pojedine skupine položaja

Trajanje pojedinog tjelesnog položaja ( $t_p$ ), izraženog u minutama, u okviru dnevnog radnog vremena (450 min), računa se prema izrazu:

$$t_p = \frac{450 \times p}{100} [min]$$

Daljnja analiza provodi se na temelju usporedbe dobivenih rezultata i preglednice za ocjene položaja tijela. Temeljem usporedbe određuje se koji su radni položaji pod prevelikim opterećenjem te težinu njihovog daljnjeg preoblikovanja. Preglednica za ocjenu položaja tijela razlikuje 4 stupnja opterećenja koji su označeni različitim simbolima i dijele se na :

□ normalan položaj tijela

● nepovoljan položaj tijela

▲ položaj tijela koji je uzrok znatnog opterećenja

☆ položaj tijela koji je uzrok veoma teškog opterećenja

SEGMENT	KRALJEŽNICA				GORNJI UDOVI				ŠAKE		
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3
OWAS											
%											
10											
20											
30											
40											
50											
60											
70											
80											
90											
100											

SEGMENT	DONJI UDOVI								
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
OWAS									
%									
10									
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									
90									
100									

SEGMENT	GLAVA					SILE		
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	6.1	6.2	6.3
OWAS		>30°	>30°	>30°	>45°	10 do 99	100 do 199	>199
%								
10								
20								
30								
40								
50								
60								
70								
80								
90								
100								

Legenda:

- preoblikovanje radnog mjesta nije potrebno
- preoblikovanje radnog mjesta potrebno je u doglednom vremenu
- preoblikovanje radnog mjesta potrebno je uskoro
- preoblikovanje radnog mjesta potrebno je odmah

Slika 6: Preglednica za ocjenu položaja tijela



U eksperimentalnom dijelu završnog rada izvršena je analiza OWAS metodom. Kako bi se izvršila analiza, promatrani su zaposlenici u tehnološkom procesu proizvodnje piva na tri različita radna mjesta u Zagrebačkoj pivovari d.o.o.

## 6. EKSPERIMENTALNI DIO

U tehnološkom procesu proizvodnje piva u Zagrebačkoj pivovari d.o.o. promatrana su tri radna mjesta:

1. RM1: Fermentacija piva
2. RM2: Etiketirka linije 2
3. RM3: Električar

### 6.1. Mjerna oprema i postupci mjerenja

Za mjerenje promjene kuta zakrivljenosti kralježnice, položaja glave, ruku i nogu radnika korištena je digitalna kamera marke Panasonic NV-GS90 pozicionirana na stalku. Snimanje je trajalo 3 radna dana, odnosno jedan radni dan za svako radno mjesto. Zapisi su zabilježeni u digitalnom obliku na 6 mini kazeta DV formata. Mjerenje se vršilo postupkom promatranja i pregledavanja videozapisa na monitoru računala na kojega je prispojena kamera s snimkama mjerenja. Pregledavanjem snimki kazeta dolazilo se do broja zabilješki koje su kasnije unesene u tablicu sa OWAS kodnim brojevima. Iz mjerenja za RM1 sakupljeno je 320 zabilješki, 319 zabilješki za RM2 te 390 zabiljeski za RM3.

## 6.2. Mjerna mjesta

Mjerenje je izvršeno u Zagrebačkoj pivovari d.o.o. u Zagrebu. Od tri navedena radna mjesta, radno mjesto 1 (fermentacija piva) relativno je dinamično (sav posao radnika ne obavlja se na jednom mjestu), radno mjesto 2 (etiketirka linije 2) relativno je statično radno mjesto (sav posao radnika obavlja se na jednom mjestu), a radno mjesto broj 3 u potpunosti je dinamično (svaki dan radno se mjesto i poslovi mijenjaju sukladno potrebama strojeva i mehaničkih elemenata koji se koriste u tehnologiji proizvodnje piva).

### 6.2.1. Mjerno mjesto RM1

Radno mjesto fermentacije piva pripada u drugu skupinu procesa prve faze u procesu proizvodnje piva (radne operacije vrenja i odležavanja).



Slika 7, 8, 9, 10: Neke aktivnosti na RM1

Tehnološka operacija fermentacije sastoji se od sljedećih procesa:

- rad na računalu
- uzimanje CIP uzoraka
- uzimanje uzorka piva
- podizanje i prenošenje tereta težine do 25 kg
- kontrola fermentacije
- preslagivanje CCT panela (punjenje, filtracija, transfer)
- održavanje čistoće pogona

Prilikom izvođenja operacije koriste se:

- računalo
- saharometar
- ključ
- čekić

### 6.1.2. Mjerno mjesto RM2

Na mjernom mjestu RM2 obnašaju se funkcije (postavljanje etikete piva na boce) sa svrhom ostvarenja procesa iz druge faze procesa proizvodnje piva (faza punjenja piva).



Slika 11 i 12: Položaj tijela na RM2

Tehnološka operacija sastoji se od:

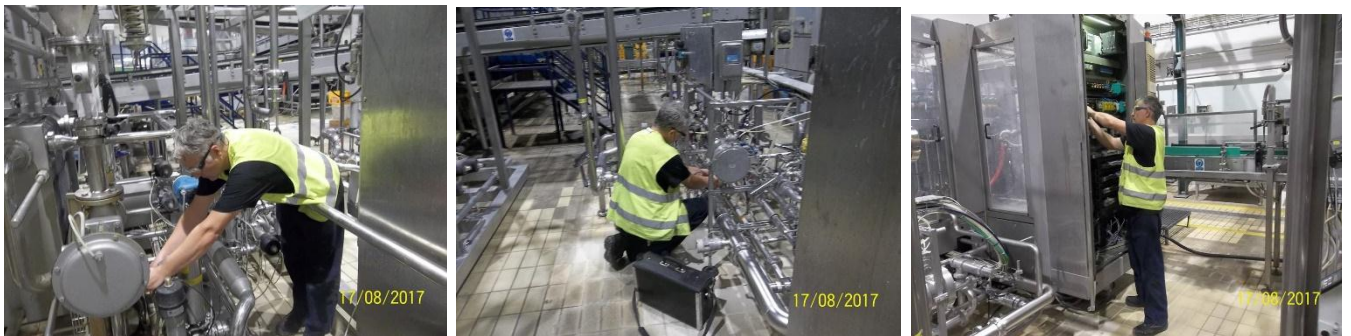
- podizanje i prenošenje tereta težine do 14 kg
- punjenje stroja etiketama
- promjena kante s ljepilom
- održavanje čistoće stroja

Prilikom izvođenja tehnološke operacije koriste se:

- osnovni alati
- francuski ključevi
- imbus ključevi

### 6.1.3. Mjerno mjesto RM3

Radno mjesto RM3, električar, nije navedeno ni u jednom dijelu procesa proizvoda, ali je njegova redovita aktivnost od izuzetne važnosti za neometani rad pivovare.



Slika 13, 14 i 15: Neke aktivnosti na RM3

Tehnološka operacija sastoji se od:

- kontrola i održavanje električnih elemenata, strojeva, uređaja

Pri izvođenju ove tehnološke operacije koriste se:

- odvijači
- kliješta
- multimetar
- okasti ključevi
- prijenosno računalo

### 6.3. Analiza OWAS metodom

Analiziranje mjernih mjesta RM1, RM2 i RM3 OWAS metodom.

#### 6.3.1. Analiza mjernog mjesta RM1

Radno mjesto RM1 odnosi se na sudjelovanje u procesu fermentacije piva. Proces fermentacije piva sastoji se od hlađenja sladovine, aeracije sladovine, propagacije čiste kulture kvasca, same fermentacije te odležavanja. Radnik je zadužen da prati uređaj za hlađenje sladovine i pripadajuće opreme, koordinira rad s pogonom varionice i pogonom punionice, planira potrebne količine piva za vrenje i dovoljne količine piva za punionicu, prati zalihe aditiva i pomoćnih sredstava, dodaje aditive u tehnološki proces, uzima uzorke te vrši nadzor strojeva putem računala.

Kao što se može zaključiti iz procesa, posao je vrlo dinamičan i zahtijeva različite vještine i sposobnosti. Čovjek na isti način obavlja poslove svaki dan, ali poslovi radnika u procesu fermentacije stalno se izmjenjuju jer je nužno voditi računa o nekoliko aspekata procesa vrenja, procesa koji su bili prije i koji će biti nakon procesa vrenja. Iako je dinamičnost posla poželjnija od statičnosti radi pritiska na tijelo radnika, u ovom procesu proizvodnje piva radnik je pod velikim mentalnim pritiskom, pod stresom, jer ima veliku odgovornost ne samo unutar procesa za kojeg je

zadužen, već i odgovornost da izvede svoje zadatke ispravno i na vrijeme kako ne bi poremetio rad kompletne pivovare.

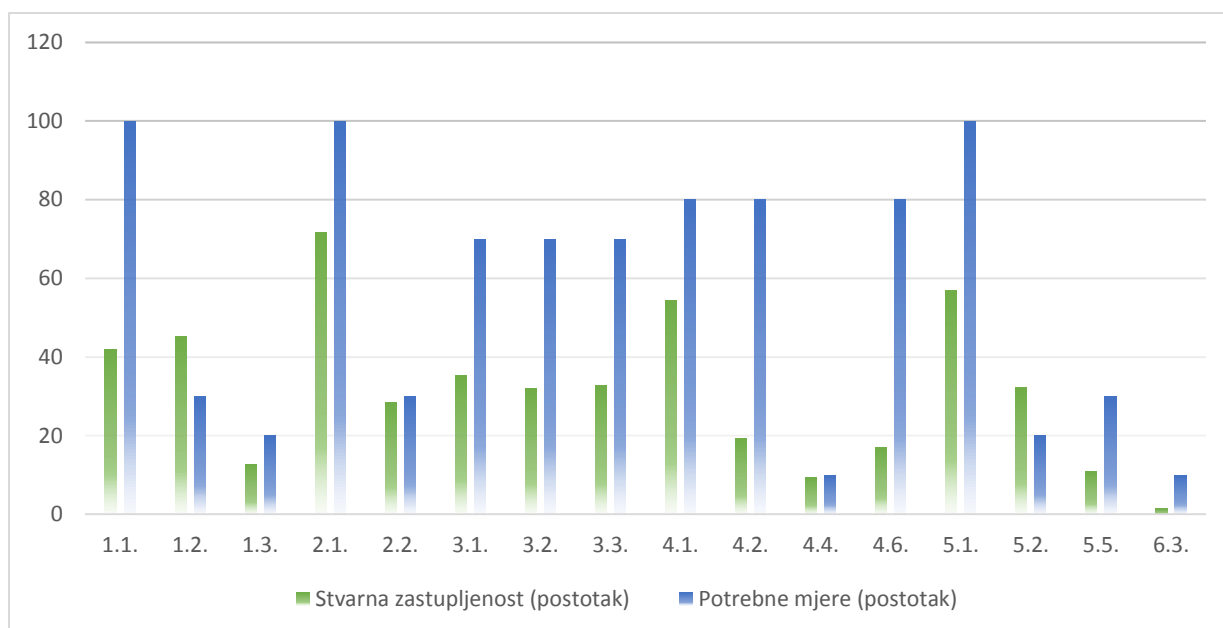
Oznaka radnog položaja	Broj zabilješki	Postotni udio [%]	Trajanje pojedinog tjelesnog položaja [min]	Preoblikovanje radnog mjesta
1.1	134	42	189	Nije potrebno
1.2	145	45.2	203.4	Potrebno u doglednom vremenu
1.3	41	12.8	57.6	Nije potrebno
2.1	229	71.6	322.2	Nije potrebno
2.2	91	28.4	127.8	Nije potrebno
3.1	114	35.3	158.85	Nije potrebno
3.2	102	32.1	144.45	Nije potrebno
3.3	104	32.7	147.15	Nije potrebno
4.1	174	54.4	244.8	Nije potrebno
4.2	62	19.3	86.85	Nije potrebno
4.4	30	9.3	41.85	Nije potrebno
4.6	54	17	76.5	Nije potrebno
5.1	182	56.8	255.6	Nije potrebno
5.2	103	32.2	144.9	Potrebno u doglednom vremenu
5.5	35	11	49.5	Nije potrebno
6.3	5	1.5	6.75	Nije potrebno

Tablica 3: Radno opterećenje prema OWAS metodi na radnom mjestu RM1

Tablica 3 pokazuje vrijednosti opterećenja radnika prema OWAS metodi. Dobiveni podaci ukazuju na postotni udio (opterećenje) pojedinog radnog položaja, trajanje tog položaja tijekom punog radnog vremena te na kraju potrebu za preoblikovanjem radnog mjesta s obzirom na opterećenost koja se očitava iz preglednice za ocjenu položaja tijela.

Rezultati koji su dobiveni OWAS metodom ukazuju na to da radnik radi s uspravnom kralježnicom (kut manji od  $15^\circ$ ) (položaj 1.1.) 42 % vremena (189 min), s kralježnicom pognutom unaprijed (kut veći od  $15^\circ$ , a manji od  $30^\circ$ ) (položaj 1.2.) 45,2 % vremena (203,4 min), s kralježnicom pognutom naprijed ili bočno (kut veći od  $30^\circ$ ) (položaj 1.3.) 12,8 % vremena (158,4 min), s objema nadlakticama uz tijelo (slobodne) (položaj 2.1.) 71,6 % vremena (322,2 min), s jednom ili obje nadklatice ispod ramena (udaljene od tijela) (položaj 2.2.) 28,4 % vremena (127,8 min). Fini ili grubi prijam jednom ili objema šakama (položaj 3.1.) vrši se 35,3 % vremena (158,85 min). Tipkanje s jednim ili više prstiju jedne ili obje šake vrši se 32,1 % vremena (144,45 min), a druge aktivnosti jedne ili obje ruke vrše se 32,7 % vremena (147,15 min). Od četiri ispitana položaja u kojima se nalaze noge radnika, on sjedi s nogama u ravnini sjedećeg dijela (položaj 4.1.) 54,4 % vremena (244,8 min), na obje noge u neutralnom položaju (položaj 4.2.) stoji 19,3 % vremena (86,85 min), na jednoj ili obje noge, s nogama savijenima u koljenima (položaj 4.4.) stoji 9,3 % vremena (41,85 min), a hoda ili se kreće (položaj 4.6.) 17 % vremena (76,5 min). Glava radnika prilikom obavljanja posla slobodna je (položaj 5.1.) 56,8 % vremena (255,6 min), pognuta prema naprijed (kut veći od  $30^\circ$ ) (položaj 5.2.) 32,2 % vremena (144,9 min) te je pognuta i rotirana u stranu (kut veći od  $45^\circ$ ) (položaj 5.5.) 11 % vremena (49,5 min). Radnik kod prenošenja tereta koristi silu više od 200 N (položaj 6.3.) 1,5 % vremena (6,75 min).





Grafikon 1: Usporedba potrebnih mjera i stvarne zastupljenosti na RM1

Na grafikonu 1 je prikazana usporedba stvarne zastupljenosti mjera na radnom mjestu te potrebnih mjera procijenjenih prema OWAS metodi.

U dva je slučaja potrebno izvršiti preoblikovanje radnog mjesta. U dva položaja, 1.2. (kralježnica pognuta unaprijed, kut veći od 15°, a manji od 30°) te 5.2. (glava pognuta prema naprijed) mjerenja pokazuju odstupanja od preporučenih, potrebnih mjera, stoga je u doglednom vremenu potrebno izvršiti preoblikovanja radnog mjesta kako bi ono bilo sigurnije za radnika.

### 6.3.2. Analiza mjernog mjesta RM2

Na radnom mjestu etiketirke linije 2 radnik je zadužen za postavljanje etiketa na boce, a poslovi koje njegovo radno mjesto uključuje jesu podizanje i prenošenje tereta do 14 kg, punjenje stroja etiketama, održavanje čistoće stroja i promjena kante s ljepilom.

U tablici 4 prikazani su rezultati analize radnog mjesta etiketirke linije 2.

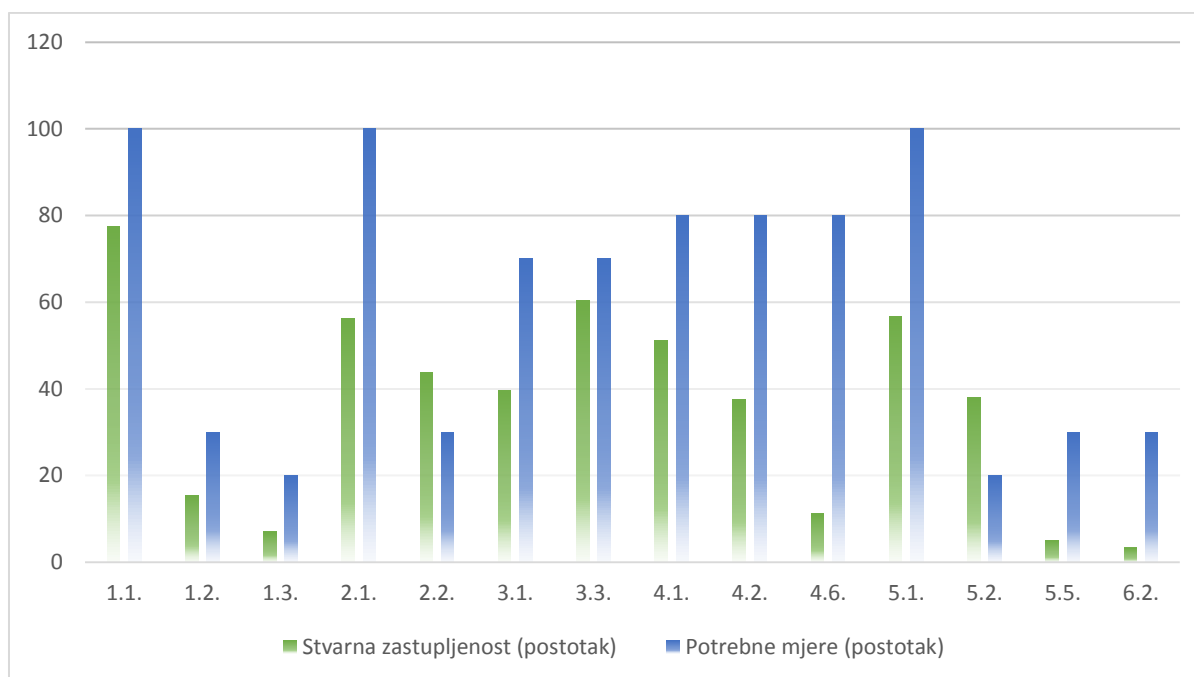
Na ovom radnom mjestu, radnik uspravnu kralježnicu (kut manji od 15°) (položaj 1.1.) ima 77,5 % vremena (348,75 min), unaprijed je pognut (kut veći od 15°, a manji od 30°) (položaj 1.2.) 15,5 % vremena (69,75 min) te je pognut naprijed ili bočno (kut veći od 30°) (položaj 1.3.) 7% vremena (31,5 min). Radniku su oble nadlaktice uz tijelo (slobodne) (položaj 2.1.) 56,2 % vremena (252,9 min), a jedna ili obje nadlaktice su ispod ramena, udaljene od tijela, (položaj 2.2.) 43,8 % vremena (197,1 min). Fini ili grubi prijem jednom ili objema šakama (položaj 3.1.) radnik vrši 35,7 % vremena (178,65 min), a druge aktivnosti jednom ili objema rukama (položaj 3.3.). Radnik sjedi s nogama u ravnini sjedećeg dijela (položaj 4.1.) 51,2 % vremena (230,4 min), na obje noge u neutralnom položaju stoji (položaj 4.2.) 37,6 % vremena (169,2 min). Radnik hoda (položaj 4.6.) 11,2 % vremena (50,4 min). Glava je radniku slobodna (položaj 5.1.) 56,8 % vremena (255,6 min), pognuta prema naprijed (kut veći od 30°) (položaj 5.2.) 38,1 % vremena (171,45 min), a pognuta i rotirana u stranu (kut veći od 45°) (položaj 5.5.) 5,1 % vremena (22,95 min). Radnik na radnom mjestu pri prenošenju tereta koristi silu između 100 i 200 N (položaj 6.2.) 3,33 % vremena (14,98 min).

Oznaka radnog položaja	Broj zabilješki	Postotni udio[%]	Trajanje pojedinog tjelesnog položaja [min]	Preoblikovanje radnog mjesta
1.1	248	77.5	348.75	Nije potrebno
1.2	50	15.5	69.75	Nije potrebno
1.3	21	7	31.5	Nije potrebno
2.1	180	56,2	252,9	Nije potrebno
2.2	139	43,8	197,1	Potrebno u doglednom vremenu
3.1	127	39.7	178.65	Nije potrebno
3.3	192	60.3	271.35	Nije potrebno
4.1	163	51.2	230.4	Nije potrebno
4.2	120	37.6	169.2	Nije potrebno

<b>4.6</b>	36	11.2	50.4	Nije potrebno
<b>5.1</b>	182	56.8	255.6	Nije potrebno
<b>5.2</b>	121	38.1	171.45	Potrebno u doglednom vremenu
<b>5.5</b>	16	5.1	22.95	Nije potrebno
<b>6.2</b>	10	3.33	14.98	Nije potrebno

Tablica 4: Radno opterećenje prema OWAS metodi na radnom mjestu RM2

Na grafikonu 2 je prikazana usporedba stvarne zastupljenosti mjera na radnom mjestu te potrebnih mjera procijenjenih prema OWAS metodi.



Grafikon 2: Usporedba potrebnih mjera i stvarne zastupljenosti na RM2

Prema podacima iz grafikona 2, U dva je slučaja potrebno izvršiti preoblikovanje radnog mjesta. U dva položaja, 2.2. (jedna ili obje nadlaktice ispod ramena, udaljene od tijela) te 5.2. (glava pognuta prema naprijed) mjerenja pokazuju odstupanja od preporučenih, potrebnih mjera, stoga je u doglednom vremenu potrebno izvršiti preoblikovanje radnog mjesta kako bi ono bilo sigurnije za radnika.

### 6.3.3. Analiza mjernog mjesta RM3

Na radnom mjestu električara radnik je zadužen za kontrolu i održavanje električnih elemenata, strojeva i uređaja.

U tablici 5 prikazani su rezultati analize radnog mjesta električara.

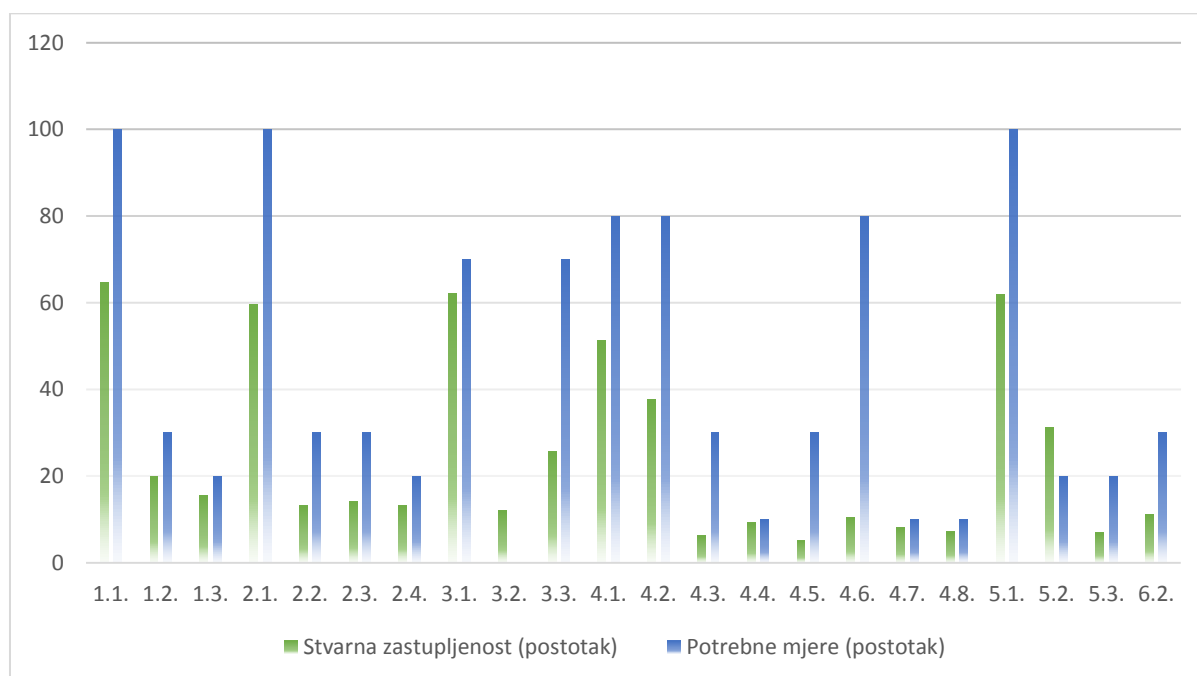
Na ovom radnom mjestu radnik (električar) ima kralježnicu uspravnu (kut manji od 15°) (položaj 1.1.) 64,6 % vremena (290,7 min), pognutu (kut veći od 15°, a manji od 30°) (smjer 1.2.) 19,8 % vremena (89,1 min) te pognutu naprijed ili bočno (kut veći od 30°) (položaj 1.3.) 15,6 % vremena (70,2 min). Obje nadlaktice su mu uz tijelo (slobodne) (položaj 2.1.) 59,6 % vremena (268,2 min), jedna ili obje nadlaktice ispod ramena, udaljene od tijela (položaj 2.2.) su 13,1 % vremena (58,95 min), jedna nadlaktica mu je u visini ili iznad visine ramena (položaj 2.3.) 14,1 % vremena (63,45 min), a obje nadlaktice su mu u visini ili iznad visine ramena (položaj 2.4.) 13,2 % vremena (59,4 min). Fini ili grubi prijam jednom ili objema šakama (položaj 3.1.) vrši se 62,2 % vremena (279,9 min), tipkanje s jednim ili više prstiju jedne ili obje šake (položaj 3.2.) vrši se 12,1 % vremena (54,45 min), a druge aktivnosti jedne ili objiju ruku (položaj 3.3.) vrši se 25,7 % vremena (115,65 min). Radnik sjedi, nogama u ravnini sjedećeg dijela (položaj 4.1.) 43,3 % vremena (194,85 min), na obje noge u neutralnom položaju stoji (položaj 4.2.) 10,5 % vremena (47,29 min), na jednoj nozi stoji dok drugom nogom dotiče pod prstima (položaj 4.3.) 6,2 % vremena (27,9 min), na jednoj ili obje noge stoji savijen u koljenima (položaj 4.4.) 9,2 % vremena (41,4 min), na jednom ili oba koljena kleči (položaj 4.5.) 5,1 % vremena (22,95 min), hoda ili se stalno kreće (položaj 4.6.) 10,5 % vremena (47,29 min), sjedi na podu (položaj 4.7.) 8,1 % vremena (36,45 min) i leži (položaj 4.8.) 7,1 % vremena (31,95 min). Glava mu je slobodna (položaj 5.1.) 61,8 % vremena (278,1 min), pognuta prema naprijed (kut veći od 30°) 31,3 % vremena (140,85 min) i u stranu (kut veći od 30°) 6,9 % vremena (31,05 min). Prilikom dizanja tereta radnik se služi silom između 100 i 200 N (položaj 6.2.) 11,2 % vremena (50,4 min).

Oznaka radnog položaja	Broj zabilješki	Postotni udio[%]	Trajanje pojedinog tjelesnog položaja [min]	Preoblikovanje radnog mjesta
1.1	252	64.6	290.7	Nije potrebno
1.2	77	19.8	89.1	Nije potrebno
1.3	61	15.6	70.2	Nije potrebno
2.1	232	59.6	268.2	Nije potrebno
2.2	51	13.1	58.95	Nije potrebno
2.3	55	14.1	63.45	Nije potrebno
2.4	52	13.2	59.4	Nije potrebno
3.1	243	62.2	279.9	Nije potrebno
3.2	47	12.1	54.45	Nije potrebno
3.3	100	25.7	115.65	Nije potrebno
4.1	169	43.3	194.85	Nije potrebno
4.2	41	10.5	47.25	Nije potrebno
4.3	24	6.2	27.9	Nije potrebno
4.4	36	9.2	41.4	Nije potrebno
4.5	20	5.1	22.95	Nije potrebno
4.6	41	10.5	47.25	Nije potrebno
4.7	32	8.1	36.45	Nije potrebno
4.8	28	7.1	31.95	Nije potrebno
5.1	241	61.8	278.1	Nije potrebno
5.2	122	31.3	140.85	Potrebno u doglednom vremenu

<b>5.3</b>	27	6.9	31.05	Nije potrebno
<b>6.2</b>	44	11.2	50.4	Nije potrebno

Tablica 5: Radno opterećenje prema OWAS metodi na radnom mjestu RM3

Na grafikonu 3 je prikazana usporedba stvarne zastupljenosti mjera na radnom mjestu te potrebnih mjera procijenjenih prema OWAS metodi.



Grafikon 3: Usporedba potrebnih mjera i stvarne zastupljenosti na RM3

I ovo je mjesto kvalitetno ergonomske oblikovano, na način da je obavljanje posla fizički sigurno za radnika. Za razliku od prethodna dva radna mjesta, na ovom je radnom mjestu potrebno izvršiti promjenu u dogledno vrijeme po pitanju položaja 5.2. (glava pognuta prema naprijed, kut veći od 30°) u kojem se radnik nalazi 11,3 % više vremena no što bi se trebao nalaziti kako na njegovo zdravlje ne bi bilo utjecaja.

## 7. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Ergonomija je danas prepoznata kao važna znanstvena disciplina koja se, kratko rečeno, bavi proučavanjem rada, radnog mjesta i čovjeka na radnom mjestu. Od samih začetaka, koji se smještaju u Drugi svjetski rat, iako se ergonomijom čovjek nesvjesno bavi od samog postanka ljudske vrste, ergonomija daje odgovore na pitanja kakvo radno mjesto i uvjeti na njemu moraju biti kako bi rad tekao neometano i bez negativnih, štetnih posljedica po pojedinca.

Ukoliko je radno mjesto neergonomski oblikovano, izravna se, tjelesna šteta nanosi zaposleniku, a neizravna, u obliku ekonomskih gubitaka, nanosi organizaciji. Ergonomskim oblikovanjem radnog mjesta sprečavaju se položaji i radnje čovjeka koje mogu dovesti do razvoja mišićno-koštanih bolesti. Ukoliko organizacija vodi računa o ergonomskom oblikovanju mjesta, njeni će zaposlenici biti zdraviji, manje će biti odsutni s posla te će organizacija morati manje novca izdvajati za kompenzacije poradi bolesti, ozljeda ili smrti.

U procesu proizvodnje piva postoje brojni ergonomski rizici koji mogu negativno utjecati na čovjekovo zdravlje, kao što su fizičke opasnosti, opasnosti od ponavljanja (mišićno-koštane bolesti), stres i umor, temperatura, osvjetljenost prostorija, buka, vibracije i čestice koje uzrokuju respiratorne zdravstvene probleme. S obzirom na različite i brojne izvore opasnosti, autor rada je smatrao prikladnim analizirati radna mjesta u najvećoj pivovari u Republici Hrvatskoj, Zagrebačkoj pivovari d.o.o. Autor je analizom triju radnih mjesta (fermentacija, etiketirka linije 2, električar) utvrdio kako se radnici Zagrebačke pivovare d.o.o. ne izlažu prevelikim ergonomskim rizicima. Točnije, analizirana mjesta većinski su ergonomski oblikovana: na prvom radnom mjestu od ukupno 16 položaja tijela, tijelo radnika u 2 se položaja nalazi prekomjerno u odnosu na preporučene mjere; na drugom radnom mjestu od ukupno 14 položaja, tijelo radnika u 2 se položaja nalazi prekomjerno u odnosu na preporučene mjere; na trećem radnom mjestu od 22 položaja, tijelo radnika u 1 se položaju nalazi prekomjerno u odnosu na preporučene mjere.

Na sva tri radna mjesta, mjerenje je pokazalo opterećenje kada je glava radnika pognuta prema naprijed (kut veći od 30°) (položaj 5.2). Na temelju toga moglo bi se

zaključiti da su radne površine prenisko pozicionirane, što zahtjeva prekomjernu količinu vremena u kojoj je glava ranika pognuta prema dolje, odnosno da su radnici previsoke tjelesne visine u odnosu na radna površine na kojima obavljaju rad. Prijedlog poboljšanja radnog mjesta je povišenje podloga za monitor kod RM1, a za RM2 i RM3 povišenje rade podloge na razinu gdje glava neće biti opterećena u tolikoj mjeri. Provedbom tog prijedloga smanjit će se i opterećenje na kralježnicu radnika koja je prekomjernu količinu vremena pogneta naprijed (kut veći od 15°, a manji od 30°) (položaj 1.2) kod RM1 te opterećenje gornjih udova u položaju gdje su obje nadlaktice ispod ramena, udaljenje od tijela (položaj 2.2) na RM2.



## POPIS LITERATURE

- [1] Zagrebačka pivovara d.o.o. Procjena rizika. Zagrebačka pivovara d.o.o., Zagreb, 2017.
- [2] Zagrebačka pivovara d.o.o. Procjena rizika. Zagrebačka pivovara d.o.o., Zagreb, 2015.
- [3] Radečić, M.: Ergonomija na radnom mjestu zdravstvenih djelatnika. Diplomski rad. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2011.
- [4] Buntak, K., Sesar V. i Vršić, M.: Analiza i oblikovanje radnog mjesta. Tehnički glasnik, 7(3): 311-315. 2013.
- [5] Occupational Safety and Health Administration: Ergonomics: The Study of Work. U.S. Department of Labor, 2000.
- [6] Helander, M.: A Guide to Human Factors and Ergonomics. Taylor and Francis Group, New York, 2006.
- [7] Benković, L.: Ergonomsko oblikovanje radnih mjesta u tehnološkom procesu krojenja. Završni rad. Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2012.
- [8] Mađarević, T. i Tudor, A.: Funkcionalna anatomija: Opća građa ljudskog tijela i anatomske nazivlje. Skijaško Učilište, Zagreb, 2017. Dostupno na: <http://www.skijasko-uciliste.hr/teorija-materijal-s-predavanja/>
- [9] Breslauer, N. Hublin, T. i Zegnal Kuretić, M.: Osnove kineziologije. Veleučilište u Čakovcu, Čakovec, 2014.
- [10] Occupational Safety and Health Administration: Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. U.S. Department of Labor, 1997.
- [11] Mahlstedt, E. A.: The Ergonomic Risks of Brewing Beer. San Jose State University, San Jose, N. g.
- [12] Vučinić, J. i Vučinić, Z: Osobna zaštitna sredstva i oprema, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac. 2011.