

# Ergonomska prosudba skladišnog procesa

---

Špehar, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:644890>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**ERGONOMSKA PROSUDBA SKLADIŠNOG PROCESA**

**ERGONOMIC ASSESSMENT OF THE STORAGE PROCESS**

Zagreb, rujan 2021.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**ERGONOMSKA PROSUDBA SKLADIŠNOG PROCESA**  
**ERGONOMIC ASSESSMENT OF THE STORAGE PROCESS**

Mentor: izv.prof.dr.sc. Davor Sumpor

Studentica: Ana Špehar

JMBAG: 0112062857

Zagreb, rujan 2021.

Zagreb, 14. lipnja 2021.

Zavod: Samostalne katedre  
Predmet: Ergonomija u prometu

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6536

Pristupnik: Ana Špehar (0112062857)  
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika  
Smjer: Logistika

Zadatak: Ergonomska prosudba skladišnog procesa

### Opis zadatka:

Analizirat će se tipični skladišni proces koji obuhvaća prijem robe, pohranu robe, podizanje prema zahtjevu te otpremu robe, primjenom ergonomijskih načela i smjernica systemske i konceptijske ergonomije. Kroz studiju slučaja prezentirat će se pozitivni benefiti primjene ergonomskih načela i smjernica, s ciljem prilagodbe skladišnih procesa potrebama sudionika, skladišnih radnika. Izvršiti će se ergonomska prosudba najčešće korištenih transportnih sredstava za realizaciju unutrašnjih tokova roba, skladišnih viličara, kao i radnog okruženja osoba zaduženih za manipulaciju viličarima. Analizirat će se ambijentalni čimbenici koji mogu utjecati na izvedbu svih skladišnih radnika, te radni položaji skladišnih radnika u okolnostima ručnog rada koje karakterizira držanje tijela u neprirodnom položaju duže vremenske periode, uz čestu interakciju s viličarima. Kroz studiju slučaja recentni ergonomijski trendovi i ergonomijske smjernice komparirat će se analizama konkretnog slučaja za dvije okolnosti: skladišta niskog i skladišta normalnoga temperaturnog režima.

Mentor:



---

izv. prof. dr. sc. Davor Sumpor

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

## SAŽETAK

Skladišni procesi danas čine neizostavan dio protoka robe. Potrebe za sve većim skladištima i pohranom dovode do širenja svih skladišnih procesa, što rezultira većim opsegom rada i većim radnim opterećenjem skladišnog radnika. Kako bi se protok robe nesmetano odvijao unutar skladišta neophodno je prilagoditi radnu okolinu skladišnom radniku. Uzimajući u obzir samo određene dijelove logistike, poput unutrašnjeg transporta i skladištenja, skladišni radnik neophodan je u izvršenju bilo koje operacije unutar skladišta. Sukladno elementima izvedbe skladišnog radnika, postoji potreba za primjenom ergonomskih načela i smjernica, ne samo kako bi se osigurao nesmetan rad i poboljšali uvjeti rada, nego i smanjile i spriječile ozljede prilikom rada u skladištu. U ovome radu istražiti će se uvođenje novih tehnologija u unutrašnji transport i skladištenje kako bi se povećala produktivnost, unaprijedila izvedba te smanjio udio ručnog rada. Kroz konkretne primjere locirat će se i istražiti relevantni ergonomijski čimbenici koji imaju veliku ulogu u efikasnijem i bržem radu skladišnih radnika. Kroz studiju slučaja analizirat će se skladište s niskim temperaturnim režimom te će se komparirati sa skladištem normalnog temperaturnog režima.

**KLJUČNE RIJEČI:** skladištenje, unutrašnji transport, ambijentalni čimbenici, radno opterećenje, izvedba, ručno komisioniranje

## SUMMARY

Warehousing processes today form an indispensable part of the flow of goods. The need for ever-increasing warehouses and storage leads to the expansion of all warehousing processes, resulting in a greater scope of work and a greater workload of the warehouse worker. In order for the flow of goods to run smoothly inside the warehouse, it is necessary to adapt the working environment to the warehouse worker. Considering only certain parts of the logistics, such as internal transport and warehousing, a warehouse worker is necessary in carrying out any operation within the warehouse. In accordance with the performance elements of the warehouse worker, there is a need to apply ergonomic principles and guidelines, not only to ensure smooth operation and improve working conditions, but also to reduce and prevent injuries while working in the warehouse. This paper will explore the introduction of new technologies in internal transport and storage to increase productivity, improve performance, and reduce the share of manual labor. Relevant ergonomic factors that play a major role in more efficient and faster work of warehouse workers will be located and investigated through concrete examples.

Through the case study, the warehouse with low temperature regime will be analyzed and will be compared with the warehouse with normal temperature regime.

**KEYWORDS:** storage, internal transport, environmental factors, workload, performance, manual picking

# SADRŽAJ

<b>SAŽETAK.....</b>	<b>I</b>
<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. VRSTE ERGONOMIJE I PRIMJENA ERGONOMSKIH NAČELA U LOGISTIČKIM PROCESIMA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ERGONOMIJA UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA I SKLADIŠTENJA .....</b>	<b>8</b>
3.1. ERGONOMSKE ZNAČAJKE VILIČARA.....	9
3.2. ERGONOMIJA KOD RUČNOG KOMISIONIRANJA.....	20
3.3. AMBIJENTALNI ČIMBENICI KOJI MOGU UTJECATI NA IZVEDBU SKLADIŠNIH RANIKA.....	27
<b>4. ERGONOMIJA U SKLADIŠNIM PROCESIMA.....</b>	<b>34</b>
4.1. PRIJEM ROBA .....	35
4.2. POHRANA U SKLADIŠTE .....	36
4.3. PODIZANJE ROBE PREMA ZAHTJEVU – KOMISIONIRANJE .....	37
4.4. OTPREMA ROBE PREMA KORISNIKU .....	41
<b>5. UVOĐENJE NOVIH TEHNOLOGIJA I AUTOMATIZACIJE U SKLADIŠNE PROCESE .....</b>	<b>42</b>
5.1. NOVE TEHNOLOGIJE KOD KORIŠTENJA SKLADIŠNE RADNE OPREME.....	43
5.2. ROBOTIZIRANA TEHNOLOGIJA UNUTAR SKLADIŠTA .....	46
<b>6. STUDIJA SLUČAJA I ISTRAŽIVANJA POTREBA KORISNIKA.....</b>	<b>49</b>
6.1. SKLADIŠTE NISKOG TEMPERATURNOG REŽIMA .....	49
6.2. SKLADIŠTE S NORMALNIM TEMPERATURNIM REŽIMOM .....	53
6.3. ISTRAŽIVANJA POTREBA KORISNIKA.....	54
<b>7. DISKUSIJA.....</b>	<b>59</b>
<b>8. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>63</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>65</b>

<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>68</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>69</b>
<b>POPIS OZNAKA I MJERNIH JEDINICA .....</b>	<b>70</b>
<b>POPIS KRATICA .....</b>	<b>71</b>
<b>PRILOZI .....</b>	<b>72</b>



# 1. UVOD

U diplomskom radu istražit će se tipični skladišni proces koji obuhvaća prijem te pohranu robe zatim podizanje prema zahtjevu tj. komisioniranje i na posljetku otpremu robe. Primjenom ergonomskih načela i smjernica baziranih na sistemskoj i koncepcijskoj ergonomiji u radu će se detaljnije kroz studiju slučaja prezentirati benefiti ergonomije, s ciljem prilagodbe skladišnih procesa potrebama sudionika tj. skladišnih radnika.

Diplomski rad pod naslovom Ergonomska prosudba skladišnog procesa obuhvatit će sve važne ergonomijske čimbenike rada u skladištu, te će se predložiti konkretni prijedlozi poboljšanja radne efikasnosti, brzine i sigurnosti skladišnog radnika primjenom različitih tehnologija.

U radu će se dokazati hipoteza da se aplikacijom ergonomskih načela i smjernica sistemske i koncepcijske ergonomije na dizajn i upravljanje skladišnim procesima može pozitivno utjecati i na cijeli logistički sustav, posebno kod segmenata vezanih uz smanjenje radnog opterećenja i unaprjeđenje izvedbe skladišnih radnika u humanijem i ambijentalno prilagođenom radnom okolišu, a posljedično će se povećati efikasnost i produktivnost kao i sigurnost radnika prilikom izvođenja skladišnih operacija.

U drugom poglavlju rada opisat će se ergonomija kao sveprisutna znanost te će se objasniti jedna od najčešćih podjela ergonomije, a smjernice pojedinih grana ergonomije će se kasnije kroz rad detaljnije primijeniti.

Kroz treće poglavlje opisat će se ergonomijska prosudba najčešće korištenih transportnih sredstva za realizaciju unutrašnjih tokova roba, skladišnih viličara, kao i osoba zaduženih za manipulaciju viličarima. Opisat će se karakteristike i razlike korištenja ručnog i motornog viličara te njihov utjecaj na skladišne radnike. Osim detaljnijeg pojašnjenja viličara analizirat će se ambijentalni čimbenici koji mogu utjecati na izvedbu svih skladišnih radnika, te radni položaj skladišnih radnika u okolnostima ručnog rada koje karakterizira držanje tijela u neprirodnom položaju duže vremenske periode, uz čestu interakciju s viličarima.

U poglavlju ergonomija u skladišnim procesima поближе će opisati glavne operacije unutar skladišta, te razlike u prijemnoj i otpremnoj zoni kao i sam proces pohrane robe. Skladišni procesi zahtijevaju koncentraciju radnika i njihovu brzinu kroz sve operacije vezane

uz robu u skladištu. Kako bi se poboljšao rad i sigurnost radnika unutar skladišta, u četvrtom poglavlju rada predložit će se rješenja kako povećati efikasnost i produktivnost u skladišnim procesima. Kao posljedica povećanja efikasnosti i produktivnosti povećat će se i sigurnost prilikom izvođenja skladišnih operacija.

Uvođenjem novih tehnologija i automatizacije u skladišne procese poboljšat će se radni okoliš skladišnih radnika. Samim time promijenit će se i opterećenje skladišnog radnika koje će razviti nove ergonomijske aspekte i dovesti do istraživanja još jednog, dosad neistraženog segmenta ergonomije. Uvođenjem novih tehnologija radno mjesto skladišnih radnika teži ka novom ergonomijskom oblikovanju i promjenama, koje će se u petom poglavlju detaljnije izložiti.

Kroz studiju slučaja recentni ergonomijski trendovi i ergonomijske smjernice iz znanstvene i stručne literature komparirat će se analizama konkretnog slučaja za dvije okolnosti skladišta niskog i skladišta normalnog temperaturnog režima. U studiji slučaja detaljnije će se komparirati razlika uvjeta rada unutar različitih skladišta te utjecaj temperature na skladišnog radnika. Anketiranjem različitih skupina skladišnih radnika istražiti će se problematika vezana uz obavljanje skladišnih poslova, bazirajući se na analizama ergonomijskih čimbenika.

Kroz poglavlje diskusija autor rada iznijeti će konkretne prijedloge kako poboljšati rad unutar skladišta, te će se opisati njihova primjena. Također prezentirat će se grupe srodnih smjernica koje u središte skladišnih operacija stavljaju ergonomijske čimbenike kao ključ humane i efikasne izvedbe skladišnog radnika.

U dijelu rada pod naslovom Zaključak izvesti će se generalni zaključci i dokaz osnovne hipoteze istraživanja.

## 2. VRSTE ERGONOMIJE I PRIMJENA ERGONOMSKIH NAČELA U LOGISTIČKIM PROCESIMA

Potrebno je prvenstveno definirati što je to točno ergonomija te koje vrste ergonomije postoje. Tako je za pojam ergonomije rečeno sljedeće: „Interdisciplinarna znanost kojoj su rezultati istraživanja implementirani u praksi razvojem novih proizvoda, sustava i postupaka u funkciji zdravlja, sigurnosti i udobnosti korisnika“ [1].

Ergonomija istražuje karakteristike ljudi i reakcije ljudi na okoliš s ciljem oblikovanja proizvoda, alata, strojeva, uređaja, računala, softvera, zadataka, protokola postupanja, tehnoloških procesa, sustava i okoliša koji su prilagođeni potrebama i mogućnostima čovjeka, a s ciljem omogućavanja optimalne izvedbe čovjeka u sustavu čovjek – stroj – okoliš [2]. Cilj ergonomije je prilagoditi radnu okolinu radniku, povećati sigurnost radnog mjesta, povećati efikasnost rada, dizajnirati radnu opremu uz uvažavanje ergonomijskih smjernica te smanjiti zdravstvene probleme radnika.

Potreba za sve većim razvojem djelatnosti rezultirala je razvojem ergonomije kao znanosti, ergonomija se morala prilagoditi takvoj vrsti potražnje, stoga se osim korektivne tj. klasične ergonomije i systemske tj. projektne ergonomije razvila potreba za konceptijskom, hardverskom i softverskom ergonomijom. U znanstvenoj literaturi nije navedena univerzalna i konačna podjela ergonomije jer stalnim razvojem djelatnosti i sve većim promjenama na tržištu rada dolazi do novih ergonomskih spoznaja i podjela.

Nedostatci **klasične** tj. **korektivne** ergonomije su to da je najstarija i najskuplja, zapostavljaju se ergonomska načela u razdoblju projektiranja, čovjek se pokušava prilagođavati radnom procesu, ergonomska se načela javljaju tek u kasnijem razdoblju, dok su prednosti klasične ergonomije [2]:

- Prijedlozi korekcija daju se na temelju pouzdanih iskustava tijekom korištenja,
- Važno je prije serijske proizvodnje proizvoda isprobati prototip proizvoda u realnim uvjetima i prikupiti povratne informacije i iskustva korisnika.

### **Softverska ergonomija**

Općeniti je trend prebacivanje težišta iz fizičkoga u psihičko i/ili senzorno radno opterećenje djelatnika, a isti je trend karakterističan i za radna mjesta sudionika u prometu s

obzirom na globalizacijski trend okrupnjavanja kompanija, ali i okrupnjavanja tereta uz primjenu suvremenih prometnih tehnologija. Glavna prednost su: unaprjeđenje interakcije čovjeka i softvera koji se temelji na uvažavanju potreba i na povratnim informacijama korisnika. Istražuju se djelovanja softverskih proizvoda na čovjeka u sustavu stroj-čovjek. Cilj je: izrada ergonomskih smjernica za unaprjeđenje interakcije čovjeka i softvera u kancelarijskom, tvorničkom ili prometnom okruženju s namjerom provođenja praktičnih poboljšanja i prilagođavanja softvera potrebama korisnika. Zadaća softverske ergonomije je bolje prihvaćanje novih tehnologija, poboljšanje radne motivacije, povećanje radnih kompetencija, razvoj osobnosti, optimiranje opterećenja koje je prouzrokovano uvođenjem novih tehnologija. Metode koje se koriste su suvremene metode poput kvantitativnoga ocjenjivanja softverskih proizvoda, procesa ili sustava prikupljanjem povratnih informacija o izvedbi korisnika, realizaciji zadatka, kao i reakcijama korisnika na proizvod, a sve s namjerom provođenja poboljšanja [2].

**Hardverska** ergonomija bavi se tehničko-fizikalnim komponentama računalnoga sustava te radnim okolišem toga sustava. Glavna prednost je ta da se odmah pri projektiranju počinju primjenjivati ergonomska načela. Uže područje su tehničko-fizikalne komponente računalnoga sustava. Zadaća je prilagođavanje segmenata računalnoga sustava ili sustava koji je podržan računalom te potrebama korisnika za segmente [2]:

- Zaslona,
- Tipkovnica,
- Miš,
- Prateći uređaji.

Šire područje: radni okoliš gdje je zadaća prilagođavanje neposrednoga i posrednoga okoliša korisniku za segmente[2]:

- Raspoloživost prostora (m<sup>2</sup>/korisniku i/ili m<sup>3</sup>/korisniku),
- Ergonomiju stolice (antropometrijska prilagođenost i stupnjevi slobode prilagođavanja),
- Čimbenike rasvjete,
- Ekvivalentnu razinu buke i/ili dozu buke,
- Klimatske čimbenike termalne ugone,
- Kvalitetu zraka.

**Koncepcijska** je ergonomija usredotočena na zadaću poboljšanja uvjeta rada na dvama izrazito važnim područjima a to su: ugodnost rada čovjeka u humanom radnom okolišu koji je prilagođen čovjeku i postizanje ekonomičnosti procesa. Glavna prednost je ta da se odmah pri projektiranju počinju koristiti ergonomska načela. U području ekonomičnosti glavni cilj je smanjiti troškove rada, a zadaće su [2]:

- Omogućiti izvođenje rada,
- Ubrzati radni ritam,
- Smanjiti zahtjeve (težinu zadaće),
- Povećati preciznost rada,
- Poboljšati iskorištenje vremena,
- Olakšati odlučivanje.

U području humaniteta glavni je cilj učiniti rad udobnim i sigurnim, zadaće su [2]:

- Povećati sigurnost rada,
- Smanjiti radno opterećenje,
- Postići veću razinu izvedbe,
- Unaprijediti radni učinak, tj. produktivnost,
- Omogućiti čovjeku uvid u rezultate,
- Poboljšati spoznaju informacija,
- Smanjiti štetno djelovanje na okolinu,
- Poboljšati zaštitu na radu,
- Smanjiti monotoniju,
- Omogućiti odmor,
- Učiniti rad ugodnim,
- Povećati radno zadovoljstvo,
- Smanjiti gubitak zdravlja.

**Sistemska** ili **projektna** ergonomija imala je velik doprinos u razvoju od strane vojne industrije, a glavna prednost je ta što se odmah pri projektiranju počinju koristiti ergonomska načela s ciljem da se međusobno usklade sve funkcije u sustavu čovjek–stroj–okoliš. Zadaće su [2]:

- Organizirati radni (proizvodni ili prometni) proces tako da je prilagođen čovjeku,
- Oblikovati radno mjesto, radnu okolinu ili radno područje,
- Educirati izvršitelje zadataka.

Ergonomi koriste informacije iz niza znanstvenih disciplina, uključujući [12] :

- Antropometriju i biomehaniku,
- Fiziologiju,
- Psihologiju,
- Medicinu,
- Industrijski inženjering,
- Računalstvo.

Fizička ergonomija bavi se ljudskim anatomskim, antropometrijskim, fiziološkim i biomehaničkim karakteristikama koje se odnose na tjelesnu aktivnost, obuhvaća teme kao što su radni položaji, operacije ručnog rukovanja, ponavljajući pokreti, mišićno-koštani poremećaji povezani s radom, izgled radnog mjesta, sigurnost i zdravlje. Ergonomija okoliša osim fizičkog dizajna radnog okruženja ili samog okruženja (temperatura, osvjetljenje, buka itd.) može imati značajan utjecaj na zdravlje, sigurnost i rad radnika. Na primjer, povišene temperature mogu umanjiti koncentraciju, povećati krive reakcije i rizik od nesreća, kao i stvoriti rizik od bolesti povezane s toplinom [12].

Antropometrija je znanost o mjerenju ljudskog tijela [12]. Primjenjuje se u svrhu osiguranja radnih uvjeta za radnike koji trebaju imati dovoljno prostora kako bi mogli izvršiti radne zadatke, kako bi mogli koristiti potrebnu opremu i alate te da se smanji opasnost i prilagodi radni položaj. Ergonomijski radni dizajn odnosi se na potrebu prilagođavanja ergonomijskih čimbenika prilikom projektiranja radnih procesa i radnih sustava s ciljem da većina djelatnika može odraditi zadani radni zadatak na zadovoljavajućoj razini izvedbe. Prilikom obavljanja radnog zadatka potrebno je bez nepotrebnog rizika od ozljede ili bolesti olakšati rad zaposleniku, pri tome izbjeci bio - mehanička, fiziološka, senzorna i/ili psihološka preopterećenja.

Uzimajući u obzir određene djelatnosti i razlike prilikom obavljanja radnog zadatka, iako je u današnje vrijeme ono svedeno na minimum, postoje razlike na radnom mjestu između spolova. Ergonomijski oblikovano radno mjesto uzimat će u obzir i spol, mnogi poslovi i zadaci

više će biti povezani ili s muškarcima ili sa ženama. Određena oprema za zaposlenice može biti u manjoj mjeri neprikladna za rad zaposlenika i obrnuto. Ne postoji univerzalni dizajn za 100 % muško - ženske populacije, međutim inkluzija manjinskog spola na nekom radnim mjestu u najvećoj mogućoj mjeri je recentni trend.

Radne prilagodbe za pojedince s posebnim potrebama definira Europska direktiva o zapošljavanju čiji je cilj sprječavanje diskriminacije, između ostalog zahtijeva od poslodavaca da provode prilagodbe na radnom mjestu za osobe s invaliditetom [12]. Ergonomija ima veliku ulogu prilikom prilagodbe takvoj vrsti rada, kako bi se radni okoliš što više prilagodio tim pojedincima te im olakšao pomoć prilikom povratka na posao nakon ozljede ili lošeg zdravlja.

Kroz ovaj diplomski rad detaljnije će se na konkretnim primjerima objasniti i opisati smjernice i načela koncepcijske i systemske ergonomije te primjena istih u svakodnevnom radu, detaljno će se dati slikoviti prikaz kako na čovjeka utječe stroj i radni okoliš, kako pravilno oblikovati radno mjesto, a samim time smanjiti prekomjerno radno opterećenje i štetne posljedice za zdravlje pojedinca u skladištu.

Pri tome će se poštovati recentno ergonomijsko načelo prilagođavanja radnog okoliša potrebama i ograničenjima korisnika.

### 3. ERGONOMIJA UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA I SKLADIŠTENJA

Skladištenje je planirana aktivnost kojom se materijal/roba dovodi u stanje mirovanja. Skup svih aktivnosti s materijalom u skladištu predstavlja skladišni proces, a uobičajeni naziv skladište podrazumijeva skladišni sustav [3].

Sva sredstva i oprema kojom se radnici služe u toku radnog procesa, s ciljem da se olakša, pojednostavi, ubrza i omogući obavljanje pojedinih radnih zadataka su sredstva za rad, tu spadaju strojevi, alati, uređaji, prijevozna sredstva, skele, radne površine i sl. Kako bi se nesmetano odvijao protok robe u skladištu potreba za razvojem bilo kakve vrste pomagala ručnom radu bila je neophodna. Upravo iz te potrebe za što bržim unutarnjim transportom i što bržim skladišnim operacijama razvio se viličar. Unutar skladišta zahtjev za većim brojem artikala dovodi do većeg opsega rada skladišnih radnika, te većom cirkulacijom viličara. Cirkulacija viličara u što kraćem vremenu kroz skladište direktno utječe na radno opterećenje vozača viličara.

Prema većini suvremenih autora glavne su skupine čimbenika radnoga opterećenja sljedeće [2]:

- Vremenski pritisak, tj. kratki vremenski period za izvedbu pojedinoga zadatka,
- Više istovremenih zadataka,
- Složenost pojedinoga zadatka.

Najveće radno opterećenje prouzrokuje vremenski pritisak, tj. kratki vremenski period za izvedbu pojedinoga zadatka. Radno se opterećenje može grubo podijeliti na fizičko, mentalno i senzorno. Radno opterećenje, stres i umor mogu prouzrokovati krive reakcije sudionika u prometu, što može prouzrokovati moguće opasne situacije u prometu [2].

Upravo ergonomijski aspekti pomoći će u realizaciji brzih skladišnih operacija kojih većina skladišnih radnika nije niti svjesna dok obavlja određene operacije vezane uz robu u skladištu. Ergonomijski oblikovano radno mjesto dugoročno rezultira motiviranim, kvalitetnim, brzim i zdravim radnikom.



Unutrašnji transport i skladištenje podrazumijeva sva vozila unutar nekog skladišta te manipulaciju s robom. Najjednostavnija podjela vozila unutrašnjeg transporta bila bi na ručna i motorna. Ručna bi obuhvaćala vozila koja se pokreću vlastitom snagom skladišnog radnika, a s druge strane motorna vozila, s kojima do određene granice manipulira skladišni radnik, bi obuhvaćala transport robe koji se obavlja s pomoću motornog pogona.

Utjecaj ergonomijskih čimbenika je moguć na nekoliko razina unutar radnog okruženja, a prikazom okruženja u tri razine, mogući i očekivani utjecaji su sljedeći [17] :

- Poduzeće - smanjenje ozljeda i bolesti na radnom mjestu, povećanje produktivnosti, smanjenje škarta kao i smanjenje nezadovoljstva zaposlenika;
- Zaposlenik - poboljšanje mentalnih i fizičkih uvjeta zaposlenika što rezultira smanjenju psihičkog i fizičkog opterećenja, unapređenje izvedbe, veće zadovoljstvo na radnom mjestu;
- Okolina - poboljšano zdravstveno stanje stanovništva, povećanje životnog standarda, razvoj poduzeća i poduzetničkog okruženja

Industrija skladištenja i distribucije odgovorna je za dvostruko više mišićno-koštanih poremećaja od ostalih industrija privatnog sektora. Mnogi rukovoditelji (često i visoko pozicionirani) bez formalne naobrazbe iz ergonomije, smatraju da su programi za unapređenje skladišta sukladno ergonomijskim smjernicama bacanje novca i ostavljaju svoje zaposlenike izloženim na moguće ozljede. Korištenje odgovarajućih ergonomskih programa i inicijativa mogu se smanjiti i ukloniti potencijalne ozljede i bolesti [21].

Ergonomija skladišta između ostalog obuhvaća i funkcionalan pod skladišta, jer ublažava rizike koji mogu nastati prilikom manipulacije robe.

### 3.1. ERGONOMSKE ZNAČAJKE VILIČARA

Viličar je najčešće korišteno prijevozno sredstvo za manipulaciju robom unutar skladišta. Razlog zašto je upravo viličar najčešće prijevozno sredstvo leži u tome što je dizajniran kako bi olakšao i smanjio rad skladišnom radniku, te kako bi robu unutar skladišta u što kraćem roku pozicionirao na unaprijed previđeno mjesto. Korištenjem viličara skladišni radnik ne samo da olakšava skladišni rad koji obavlja, nego i povećava brži protok robe u skladištu. Današnji viličari zahtijevaju sigurnost vozača, tj. skladišnog radnika te isto tako i

sigurnost svih osoba unutar skladišta. Postoje brojna pravila kako se kretati skladištem pogotovo ako unutar skladišta cirkuliraju viličari.

Osnovni zadatak viličara je mehanizirani, horizontalni prijenos tereta do cca 50 metara udaljenosti i za vertikalno dizanje do cca 5 metara visine. Služe za prijevoz i slaganje paletiziranih i nepaletiziranih tereta u skladištima, kamionima i dr. Viličari, kod kojih je moguće dizanje tereta iznad glave rukovatelja, moraju imati zaštitni krov i zaštitnu rešetku na stražnjoj strani vilica. Zaštitni krov mora biti tako izveden, da u slučaju loma nosača vilice, ne može poklopiti rukovatelja, a i istodobno mora biti dovoljno čvrst da može izdržati težinu eventualno padajućeg tereta. Pri zahvaćanju tereta, potrebno je paziti da se ne preoptereći viličar te da teret bude stabilan. Kod vožnje viličara treba nastojati da se teretom ne zakloni vidik. Prilikom vožnje treba paziti da se ne prekoračuje dozvoljena brzina kretanja viličara, koja na otvorenom iznosi 10 km/sat, a u zatvorenom prostorima 5 km/sat [4].

Osobe koje rade s viličarem moraju proći potrebnu edukaciju kako bi mogli voziti viličar i upravljati teretom koji se nalazi na njemu tj. koji se prevozi u skladištu. Unutar skladišta, skladišni radnici moraju nositi zaštitne prsluke kako bi ih vozač viličara mogao uočiti te pravovremeno reagirati. Isto tako skladišni radnici moraju biti upoznati kako se kretati unutar skladišta i na koji način izbjegavati viličar unutar skladišta. Slika 1. prikazuje izgled i karakteristike viličara. Kako bi se najviše zaštitio radnik prilikom dizanja ili spuštanja tereta, viličari imaju gornju zaštitu tj. krov. Viličari su označeni svjetlom i zvukom kako bi ih ostali skladišni radnici primijetili unutar skladišnih objekata. Točnu podjelu viličara nije moguće definirati s obzirom na to da se dijele u više skupina kao što je to razlika u nosivosti, konstrukciji, vrsti pogona i slično. Ipak izvedba i tip viličara opisuje svaki viličar unutar ili van skladišta te njegove karakteristike i svrhu.

Tako je nastala podjela viličara prema tipu [5] :

- Bočni viličar,
- Čeoni viličar,
- Paletni viličari,
- Visokopodizni paletni viličari,
- Regalni viličari,
- Viličari komisijari,
- Četverostrani viličari,

- Specijalne izvedbe viličara,
- Vrlo usko prolazni viličari.

Bočni viličari služe za prijenos tereta kod kojih je otežan prijenos, a to su tereti poput greda, dasaka, dugih tereta i sl. Kod bočnih viličara kao što i samo ime kaže vilice su smještene uz bok viličara te mu tako omogućuju bočnu manipulaciju teretom. Čeoni viličari nemaju puno razlike s obzirom na bočne viličare, oni su jedni od najzastupljenijih viličara unutar unutarnjeg transporta i skladištenja. Razlog tome je jednostavna manipulacija robom te sigurnost i lakoća vožnje. Slika 1. prikaz je takve vrste viličara, upravo radi najčešćeg korištenja dalje u radu opisat će se kako poboljšati izvedbe takvih vrsta viličara, te kako smanjiti rizike uslijed kojih dolazi unutar skladišta. Paletni viličari služe za podizanje tereta koji je smješten na euro paletu ili neku drugu dimenziju palete. Npr. Ikea unutar svog skladišta koristi isključivo svoje dimenzije palete radi veličine i obujma robe tj. prijevoza ormara, podnica, dasaka i sl.

Paletni viličari zastupljeni su jednako kao i čeoni upravo radi sigurnosti i lakoće manipulacije unutar skladišta, praktični su te imaju relativno male dimenzije što im omogućuje bolju produktivnost te vozaču viličara bolju manipulaciju viličarem a samim time i teretom. Visoko podizni paletni viličari su paletni viličari kod kojih je podizanje tereta na visinu od 2 metra, mana korištenja je mala brzina, što znači i sporiji rad. S druge strane regalni viličari, unutar skladišta koja imaju regale, koriste se isključivo u zatvorenim skladištima s velikom radnom frekvencijom. Razvojem skladišta i skladištenjem tereta potreba za prostorom bila je neophodna, upravo ti viličari omogućili su skladištu slaganje robe u visinu. Sve većom primjenom visoko regalnih skladišta razvila se i potreba za širim spektrom i razvojem viličara koji može doseći velike visine ali i pružati sigurnost radniku prilikom manipulacije tereta. Kroz rad će se opisat nova vrsta visoko regalnih viličara koja je upravo radi svojih ergonomskih aspekata postala sve učestalija u skladištu.

Kod viličara komisionara dvije su bitne podjele na horizontalne i vertikalne viličare. U većini slučajeva djelatnik koji obavlja manipulaciju stoji. Kod četverostranih viličara mogućnost je kretanja vilica u četiri smjera, dok kod specijalnih izvedba viličara imamo većinom viličare koji služe za teret posebnih dimenzija i to pretežno manipulacija u lukama tj. ne koriste se u skladištu nego na vanjskim površinama. U skupinu vrlo usko prolaznih viličara spadaju viličari koji služe za rad u skladištu s vrlo uskim prolazima do cca 1.8 metara.

Uloga guma na vozilu je višestruka. Osim preuzimanje same težine vozila, služe i za ublažavanje vibracija (koje nastaju kao posljedice neravnina podloge), što će se pokazati vrlo

važnim u ergonomskom pogledu, osiguravaju dovoljno prljanjanje za vožnju i kočenje te osiguravaju adekvatnu upravljivost skretanja i stabilnost pravca vožnje. Važnost guma na viličaru kod analize vibracija je izričita, pošto viličar ne posjeduje ovjes te je guma kao sredstvo ublažavanja i prenošenja vibracija podloge od velikog značaja [19].

### Slika 1. Prikaz i karakteristike viličara



Izvor: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/hr/8/83/Vili%C4%8Dar\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/hr/8/83/Vili%C4%8Dar_1.jpg) (11.05.2021.)

Postoje različite izvedbe viličara, ergonomijski najbitnije je gdje se nalazi vozač koji upravlja viličarom te koje radnje odrađuje prilikom upravljanja viličarom. Prema mjestu vozača postoje viličari kojima vozač upravlja hodajući uz vozilo, viličari kojima vozač upravlja tako da stoji na vozilu te najčešći viličari kojima vozač upravlja sjedeći u kabini.

Čimbenici rizika mogu biti promjenjivi i nepromjenjivi gdje su [17]:

- Promjenjivi čimbenici rizika - njihovim utjecajem na zaposlenikovo zdravstveno stanje i produktivnost se može preventivno upravljati, te se dijele na:
  1. Fizikalne - temperatura uslijed neposredne blizine motora s unutrašnjim izgaranjem, buka motora, vibracije,

2. Kemijske - štetni ispušni plinovi, doticaj s kancerogenim i otrovnim tvarima,
  3. Biološke - eventualna prisutnost mikroorganizama,
  4. Psiho - socijalne - nezadovoljstvo na radu može rezultirati agresijom, stresom, nezaposlenost, slaba plaćenost,
  5. Navike - pušenje na radnom mjestu, upravljanje viličarem pod utjecajem alkohola.
- Nepromjenjivi čimbenici rizika - imaju direktan utjecaj na zaposlenikovo zdravlje i produktivnost te se ne mogu promijeniti, a to su:
    1. Dob,
    2. Spol,
    3. Težina,
    4. Visina.

Rizici koji nastaju u skladištima su mnogobrojni, jedan od najozbiljnijih rizika je rizik prilikom interakcije vozila i pješaka. Kao što je i prije napomenuto u radu vozilo tj. skladišni radnik koji upravlja vozilom ima manju preglednost ali veću brzinu kretanja od pješaka tj. drugog radnika koji ne upravlja sredstvom unutrašnjeg transporta. Vozači viličara tako često sudjeluju u nesrećama poput pada s vozila, sudara ili prevrtanja vozila. Ako je unutar skladišta nedovoljno osvjetljenje, znakovi upozorenja nisu transparentni i vidljivi ili se loše održava transportno vozilo, povećava se i vjerojatnost nesreća. Bitan utjecaj ima i brzina kretanja viličara koja povećava razinu oštećenja.

Mišićno-koštani poremećaji, poput problema s donjim dijelom leđa, također su rizik kod mehaničkog prijenosa, dugotrajno sjedenje rizično je za radnike, a pri stupanju ili izlasku iz vozila tj. viličara postoji opasnost od ozljeđivanja stopala. Karakteristike opterećenja u mehaničkim prijenosima uzrokuju dodatne rizike, ako [11]:

- Teret nije ravan i stabilan,
- Visina tereta prelazi granicu visine polica,
- Težina tereta premašuje kapacitet vozila.

Odgovornost svakog poduzeća pa tako i samih proizvođača viličara je osigurati ergonomijski oblikovano udobno i sigurno sjedeće mjesto za vozača, pri tome pazeći da upravljačka kontrola bude prilagođena skladišnom radniku tj. vozaču viličara. Sjedala koja nisu

u mogućnosti pružiti udobnost, potporu tijelu vozača te zaštitu od vibracija potrebno je zamijeniti novima.

Ergonomsko sjedalo može uključivati [8]:

- Zaštitu nogu, glave, ramena i vrata u slučaju prevrtanja,
- Okretnu bazu za veću vidljivost i nepotrebno uvijanje,
- Naslon za ruke za sprečavanje umora,
- Ponderirani ovjes koji jamči udobnost za sve rukovatelje.

Ergonomski naslon mora uzeti u obzir antropometrijske promjene u ciljanoj ljudskoj populaciji (ciljanoj skupini korisnika) kako bi se osigurala optimalna razina udobnosti za sve [9]. Potpora za lumbalni dio kralježnice podešava se sukladno konturi vozača viličara. Podešavanjem potpore za lumbalni dio kralježnice vozača, vozač će imati potrebnu i ispravnu udobnost sjedenja. Neovisno sjedi li osoba u uredu ili vozi viličar, ergonomijski čimbenik vezan za udobnost sjedenja u kojem je lumbalni dio kralježnice postavljen u ispravan oblik, omogućuje ugodu tijekom rada i uklanja potencijalne zdravstvene probleme. Slika 2. prikaz je pravilnog sjedenja s potporom na lumbalnom dijelu kralježnice kod vozača i kod sjedećeg uredskog posla, na slici je svjetlo plavom bojom prikazano kako podupirač čini bitnu razliku prilikom obavljanja djelatnosti.

**Slika 2. Prikaz ergonomski pravilnog sjedala**



Izvor: <https://i.pinimg.com/originals/20/94/51/2094514ff878ee86508b3beea226312c.jpg> (28.8.2021.)

Osim ergonomski pravilno oblikovanog sjedala s podupiračem za lumbalni dio kralježnice koji smanjuje tlak u disku, potrebno je istaknuti i upravljačke kontrole. Pod to se podrazumijeva kretanje viličara tj. smjer kretanja koji može biti lijevo, desno, naprijed i nazad.

Upravljačke funkcije koje koristi skladišni radnik prilikom vožnje viličara su volan, papučice gasa i kočnice. Iz tog razloga razvila se potreba za podešavanjem volana ali i inovacije u smjeru kočnice i gasa.

Radnici na svim razinama trebaju biti obučeni o dobrom držanju tijela i trebaju biti upoznati s provjerom u pet točaka [8] :

1. Izvaditi novčanik iz stražnjeg džepa - to će smanjiti nelagodu u leđima,
2. Nakon što se sjedne, nagnuti se prema naprijed i prebacite kukove na stražnji dio sjedala, postavljajući kralježnicu s ispravnim poravnanjem, tako da savijanje ne bude na spoju zdjelice i lumbalnog dijela kralježnice, već u samoj kralježnici,
3. Pomaknuti sjedalo prema naprijed tako da se noge udobno odmaraju, a volan i papučice da budu u normalnom doseg ruke,
4. Podesiti naslon tako da je malo nagnut unatrag,
5. Provjeriti je li sigurnosni pojas viličara istrošen.

Unutar skladišta kontinuirano izlaganje stresnim situacijama koja iziskuju brzu reakciju skladišnih radnika, razvila se potreba koju razna poduzeća primjenjuju. Pravilo od 30 sekundi, u kojem traže svoje skladišne radnike da naprave kratko istežanje koje između ostalog uključuje istežanje ruku, ramena i vrata kako bi se smanjila nelagoda pogotovo kod vozača viličara koji su ograničeni na komande s vrlo malo pokreta. Brzina kojom se viličari smiju kretati spomenuta je već prije u radu, ona iznosi 5 km/h u zatvorenim prostorima. Upravo brzina utječe na povećani šok i na veće vibracije prilikom vožnje, a samim time mišići teže rade. Skladišni radnik pri tome će se umoriti znatno brže nego što bi se umorio radeći kontinuiranim tempom. Umorom skladišni radnik nesvjesno drži svoje tijelo u nepravilnom, pogrbljenom položaju te tu dolazi do degradacije izvedbe i zdravstvenih problema.

Puno pomagala i naprava može se koristiti prilikom upravljanja viličarem, a sve s ciljem da se smanji savijanje (fleksija), uvijanje (torzija) i posljedično trajne traume određenih dijelova tijela. Jedno od rješenja su ogledala i kamere koje bi u tom slučaju pružile bolje i veće vidno

polje vozača te bi služile i za kontrolu manipulacije tereta. Svaki vozač viličara se ne smije dodatno saginjati (savijati), istezati ili uvijati jer prilikom tih radnji pada mu preciznost, brzina i koncentracija. Ako radnik ima sve potrebne informacije na monitoru ispred sebe njegovo će držanje biti pravilnije, a broj naprijed navedenih dinamičkih promjena položaja tijela manji.

Kamere bi tako omogućile pogled uzduž vilica nakon podizanja, a ako nije riječ o euro paletama omogućile bi pogled na regal upravo radi boljeg pozicioniranja robe, pogled bi bio usmjeren i na unutrašnjoj strani vilice te bi se tako vidjela i donja strana palete. Pogled na vilice omogućio bi prikaz obje vilice viličara.

Budući da su svi upravitelji viličara naučeni nositi teret unatrag kad je to moguće radi optimalne vidljivosti, to znači da bi čak 50% vremena provedenog na viličaru skladišni radnik mogao provesti u uvijenom položaju (torzija u lumbalnom dijelu kralježnice) [6].

Kada je potrebno manipulirati većim i predimenzioniranim teretima javljaju se i veći izazovi, kako za sam viličar tako i za vozača. Ako je preglednost prema naprijed narušena zbog povećanih dimenzija samog tereta jedina opcija ostaje vožnja unatrag. Sve to rezultira neprirodnim položajem za vozača koji nije niti zdrav a niti produktivan. *Linde Material Handling* dodao je ergonomijsko rješenje u paleti svojih proizvoda: uzdižuća kabina za viličare kapaciteta od 10-18t. Pritiskom na gumb kabina se može uzdići na maksimalnu visinu od 5.5m za manje od 10 sekundi [7]. Slika 2. prikazuje uzdižuću kabinu koja je ergonomijski oblikovana s obzirom na različite dimenzije tereta i uzimajući u obzir vidno polje vozača.

U takvom položaju vozač više nema narušen pregled i moguća je sigurna vožnja prema naprijed. Viličari također dolaze u opciji rotirajuće kabine kao alternativa uzdižućoj kabini. Vozač može rotirati kabinu za 180 stupnjeva čime sebe postavlja ispred tereta te je vožnja neovisno o smjeru slobodna od bilo kakvih prepreka [7].



### Slika 3. Prikaz uzdižuće kabine



Izvor : [https://linde-mh.hr/wp-content/uploads/2015/05/4220\\_229\\_BX\\_456\\_456.jpg](https://linde-mh.hr/wp-content/uploads/2015/05/4220_229_BX_456_456.jpg) (2.7.2021.)

Rotirajuće kabine smanjile bi uvijanje i neprirodan položaj vozača prilikom vožnje viličara. Upravo radi velike nosivosti i manipulacije, potreba za sigurnošću vozača bila je neophodna. Vožnjom unatrag dosta elemenata utječe na zdravlje vozača viličara, kao i na sam protok robe, produktivnost, vidljivost i sl. Vidno polje tako postaje ograničeno s obzirom na uvijanje tijela i vožnju.

Novi *Linde* motorni viličar opremljen je opcijom s okretnim sjedalom, pruža idealno rješenje za problem uvijanja gornjeg dijela tijela. Operater se više ne mora uvijati u sjedalu, u lumbalnom dijelu kralježnice, budući da se sjedalo, zajedno s integriranim naslonom za ruku i hidrauličnim vrhom prsta kontrole, okrene za način upravljanja unatrag. U standardnom sjedištu operater mora pretpostaviti neugodno uvijanje držanja pri vožnji unatrag. S ugrađenim okretnim sjedalom, ručica za rukovanje održava ergonomsko držanje za vožnju bez stresa. Vidno polje straga proširuje se za oko 12° čime se povećava svijest rukovatelja okolnog okoliša i drugog osoblja, radi veće sigurnosti rada kao što je prikazano na Slici 3. Učinkovitost i produktivnost se također poboljšavaju. Sjedalo operatera može biti zakrenuto 17° udesno za svaki manevar unatrag. Najbolje ideje proizlaze iz operativnog zahtjeva. Bilo da se vozi unatrag na daljinu s glomaznim opterećenjem, kao u industriji pića, ili jesu li u pitanju komplicirani manevri – postaviti će se okretno sjedalo rukovatelja iz *Lindea* u pravi položaj. Međutim, njegov puni potencijal ostvaruje se samo kada se druge jedinstvene ergonomske *Linde* značajke uzimaju u obzir - dvostruke papučice gasa *Linde*. Dok se papučica gasa otpušta, kočenje automatski dovodi viličar da se zaustavi. Nije potrebno stavljati nogu na drugu pedalu.

Zahvaljujući prostranoj kabini ima dovoljno prostora čak i za kretanje kada je sjedište zakrenuto na  $17^\circ$  [7]. Slika 4. prikaz je Linde viličara sa zaokretnim sjedalom koji omogućuje vozaču bolji pregled unatrag sa širinom kuta od 12 stupnjeva.

**Slika 4. Linde viličar sa zaokretnim sjedalom**



Izvor: <https://liftec.com/sites/liftec/files/39%20X%20swiveling%20operators%20seat.pdf> (2.7.2021.)

Osim zaokretnih sjedala i viličara koji se podižu na određenu visinu, postoje i viličari za visoko regalna skladišta, njihov ergonomijski aspekt odnosi se na smanjivanje bolova u vratu i ramenima radnika. Kako bi se smanjilo uvijanje tijekom rada Toyota je na svojim regalnim viličarima uvela opciju nagiba cijele kabine.

Razlog uvođenja opcije bili su rezultati istraživanja da je kut nagiba vrata vozača viličara više od 80% vremena veći od  $15^\circ$ , a u više od 50% slučajeva veći od  $45^\circ$ , zbog čega je vjerojatnost od ozljede vrata čak 2,5 puta veća nego kod ostalih zanimanja [10].

Upravo ovakvim inovativnim rješenjima kao što je nagib cijele kabine pomiču se ergonomijski aspekti sigurnog rada u skladištu stavljajući u prvi plan radnika tj. vozača viličara. Slika 5. prikaz je Toyota viličara koji je pod određenim nagibom, ali s druge strane omogućuje

vozaču viličara bolje vidno polje kod visoko regalnih skladišta. Nagib vilice ovisi o preferencijama svakog vozača što je prednost u odnosu na ostale vrste viličara. Glavni cilj je zadovoljen a to je udobnost i sigurnost vozača prilikom manipulacije teretom unutar skladišta.

**Slika 5. Toyota viličar s nagibom cijele kabine**



Izvor: <https://toyota-forklifts.eu/our-products/reach-trucks/with-tilting-cab/bt-reflex-14t-with-tilting-cab/> (3.7.2021.)

### 3.2. ERGONOMIJA KOD RUČNOG KOMISIONIRANJA

Ručno prenošenje tereta svakodnevnica je prilikom prenošenja manjih dimenzija tereta npr. kartonskih kutija unutar skladišta, te spada u teški fizički rad. Svaki teret manjih dimenzija iskorištava čovjeka kao prijenosnika tj. ljudska snaga potrebna je prilikom manipulacije robe. Ručna manipulacija uključuje i prijevoz ili podupiranje tereta, tu spadaju podizanje, spuštanje, guranje, povlačenje, nošenje i pomicanje tereta bilo to rukama ili primjenom tjelesne sile. Postoje brojni čimbenici prilikom rukovanja teretom koji povećavaju rizik od ozljeda.

Ključne mjere za sprječavanje rizika unutarnjeg prijevoza i rukovanja materijalom su [18]:

- Izbjegavanje opasnosti, ako je moguće,
- Provođenje procjene rizika opasnih zadataka koje se ne mogu izbjeći,
- Poduzimanje radnji za smanjenje rizika od ozljeda.

Mišićno-koštani poremećaji (MSD) najčešći su zdravstveni problem povezan s radom u Europi, koji pogađa milijune radnika. MSD predstavlja jedan od najčešćih uzroka radne nesposobnosti za rad u Europi i pokriva širok raspon zdravstvenih problema: od nelagode, manjih bolova do ozbiljnijih zdravstvenih stanja koja mogu dovesti do trajnog invaliditeta. Najpoznatiji MSD-i su bolovi u leđima i poremećaji gornjih udova povezani s radom. Loši ergonomijski radni čimbenici povećavaju fizičko radno opterećenje ili naprezanje leđa. To može nastati iz mnogih situacija, na primjer podizanja, uvijanja, savijanja, neugodnih pokreta, istezanja i statičkih položaja [12]. MSD može utjecati na tjelesne mišiće, zglobove, tetive, ligamente te između ostalog i na kosti i živce. MSD povezan je s radom i razvija se s vremenom, uzrok leži u samom radu ili radnom okruženju zaposlenika. MSD najčešće utječe na leđa, vrat, ramena i gornje udove, dok malo rjeđe zahvaća donje udove.

Najbolji način za smanjenje MSD -a je [14]:

- Redizajniranje alata,
- Redizajn načina na koji se primjenjuju ergonomijska načela procesa rada.

Jednostavne promjene kroz redizajn alata mogu napraviti veliku razliku za sigurnost rukovanja. Kada su alati ergonomijski redizajnirani tada se podiže i sigurnost radnika te radnog mjesta.

Kada je riječ o ručnom rukovanju, ergonomijski pristup odnosi se na planiranje kako bi se smanjila učestalost zadataka povezanih s ručnim rukovanjem, kako bi radniku bilo lakše rukovati teretom, jedna od mogućnosti je smanjiti težinu tereta, ako je to moguće te isto tako smanjiti transportnu udaljenost na najmanju moguću. Kako bi radniku manipulacija tereta bila lakša, potrebno je osigurati odgovarajuće tehničke uređaje i pomoćna sredstva. Radno okruženje treba projektirati tako da se rizici ručnog rukovanja svedu na najmanju moguću razinu. Zadaci unutar skladišta koji ne zahtijevaju ručno rukovanje u kombinaciji rada s ručnim rukovanjem, mogu smanjiti rizike u skladištu. Prilikom promjene radnog zadatka skladišni radnik će odmoriti određene mišiće i fizički rad neće biti monoton.

Unutrašnji transport i rukovanje materijalima trebali bi se odvijati sigurno, a i pridržavati se ergonomijskih pravila, jer oni mogu pomoći u sprječavanju mišićno-koštanih poremećaja. Korištenje prijenosnih uređaja važno je u sprječavanju prekomjernog napora radnika. Povlačenje i guranje te podizanje i nošenje predstavljaju najveći pritisak na mišićno - koštani sustav čovjeka. Pomoćna sredstva za ručni prijenos koja se koriste za pomoć pri podizanju ili smanjenju potrebe za prijevozom tereta također se moraju uzeti u obzir sve dok su ergonomijski ispravna. Mehanički uređaji mogu smanjiti fizički rizik od pretjeranog napora. Osim toga, mehanička pomagala smanjuju silu potrebnu za prebacivanje velikih tereta. Odluka o odabiru ručnog ili mehaničkog rukovanja materijalima ponekad je složena, s jedne strane, ručni prijenos materijala uzrokuje probleme s donjim dijelom leđa, na primjer zbog velikih opterećenja koje se stavlja na ljudsko tijelo. S druge strane, mehanički prijenos materijala također može uzrokovati probleme s donjim dijelom leđa. Mehanički prijenos materijala uključuje i druge rizike, poput sudara s drugim vozilima ili ljudima [11].

Teret je prilikom podizanja potrebno zahvatiti na ispravan način kako bi i odlaganje bilo sigurno. Slika 6. prikaz je pravilnog podizanja tereta. Radnik prilikom podizanja tereta mora biti upućen koju težinu podiže, bitno je da se teret podiže bez prenaprezanja uslijed kojeg slijedi ozljeda. Ako gledamo brzinu protoka kod ručnog prijenosa, potrebno je utvrditi put kojim će se teret prenijeti kako na tom putu nema dodatnih prepreka, a time će se smanjiti i opasnost od novih ozljeda.

Pravilan način dizanja i prenošenja tereta [13]:

1. Stati uz teret i okrenuti se prema smjeru u kome se teret planira pomaknuti,
2. Zauzeti pravilan širok stav radi ravnoteže – stopala moraju biti širom razmaknuta s jednom nogom lagano prema naprijed radi ravnoteže,
3. Čučnuti toliko nisko da se predmet može sigurno prihvatiti,
4. Dignuti lagano bez trzaja snagom nožnih mišića sve dok se noge ne isprave, a leđa pri tom moraju ostati uspravna,
5. Prenijeti teret (po potrebi napraviti stanku),
6. Odložiti teret.

**Slika 6. Prikaz pravilnog rukovanja teretom**



Izvor: <https://preventa.hr/zastita-na-radu-upit/zastita-na-radu-pri-rucnom-prenosenju-tereta> (8.7.2021.)

Slika 6. prikaz je pravilnog rukovanja teretom, prvi korak prilikom podizanja tereta je vidjeti obujam tereta pri čemu radnik razmišlja kako će na pravilan način obuhvatiti teret. Drugi korak je pravilno pozicionirati stopala prilikom podizanja tereta, dok u trećem koraku podižemo teret te prilagođavamo tijelo teretu kojeg podižemo. U četvrtom koraku radnik polagano podiže teret na određenu tj. njemu ugodnu visinu te dobije tzv. čvrsto držanje tereta što je ujedno i peti korak u kojem se kreće. Naposljetku slijedi odlaganje tereta na pravilan način bez uvijanja kralježnice.

Brojni su čimbenici rizika koji povećavaju rizik od ozljeda prilikom ručnog rukovanja teretom. Rizik se povećava ako je prisutno više čimbenika rizika u isto vrijeme. Rizik kod tereta koji je težak, glomazan, zatim zadatak koji je teško shvatiti i kompliciran je radniku, štetan teret koji je oštar ili vruć zadati će prepreku prilikom izvršenja. Prilikom takvog rukovanja glavni zadatak rukovoditelja je držati tijelo dalje od tereta, izbjeći neugodan i statičan položaj kao što je stalno sjedenje, držanje ruku iznad razine ramena, smanjiti velike udaljenosti kod prijenosa, smanjiti ponavljajuće pokrete pogotovo ako uključuju iste zglobove i mišićne skupine.

**Tablica 1. Najveća dozvoljena masa tereta (kg) glede spola i dobi radnika**

Dob	Muškarci	Žene
15 do 19 godina	35 kg	13 kg
Od 19 do 45 godina	50kg	15kg
Iznad 45 godina	45kg	13 kg
Trudnice		5 kg

Izvor : Narodne novine,[26]

Kako bi se olakšalo radniku i omogućila brža manipulacija bilo je potrebno razviti razna pomagala unutar skladišta, poput skladišnih kolica. Skladišna kolica spadaju među najvažnija pomagala pri ručnom rukovanju materijalom. Služe pretežno u skladištima za prijevoz veće komadne robe kao što su vreće i sanduci. Kako bi se zaštitili radnici unutar skladišta potrebne su određene mjere zaštite kao što su to:

- Okvir skladišnih kolica mora biti toliko savinut da teret ne može oštetiti ruke radnika,
- Kolica trebaju imati zaštitne limove iznad kotača da se ne oštećuje teret,
- Prilikom utovara tereta treba obavezno uprti nogom na osovinu kolica i na tlo,
- Paziti kad teret naliježe na kolica da ne dođe do prejakog udarca u okvir i sl.

Jednostavna kolica s tri ili četiri kotača služe za transport materijala raznovrsnih oblika, više komada odjednom, uz mogućnost da se teret po potrebi ostavi na kolicima. Kako bi se zaštitili radnici potrebno je upotrebljavati kolica koja odgovaraju terenu, vrsti i težini tereta, ručke ili rukohvati trebaju biti takvi da ne mogu ozlijediti ruke radnika, kolica treba uvijek gurati, a ne ih vući. Vučena kolica mogu ozlijediti noge vozača, a na strminama ga mogu i pregaziti. Kolica se ne smiju gurati grudima, jer se time opterećuje kralješnica, a istodobno se izlaže opasnosti od pada uslijed iznenadnog odmicanja kolica, osobito na nedovoljno ravnom terenu. Prilikom guranja, kolica se ne smiju zahvatiti sa strane, osobito kad se prolazi uskim prostorima, pored strojeva ili kroz vrata, materijal treba tovariti u kolica jednoliko da se ne poremeti stabilnost. Kolica ne pretovarivati, jer se mogu oštetiti, prouzročiti pad tereta i smanjiti vidno polje vozača. Ako kolica imaju rudu, paziti da ne udara u okolne predmete. Rudu ne ostavljati u spušenom položaju. Kod odlaganja vozila, rudu treba podići i zakvačiti vozilo. S druge strane imamo ručna kolica i ručni viličar s hidraulikom. Upotreba ručnih kolica i ručnih viličara s hidraulikom omogućuje lako, brzo i sigurno rukovanje teretima naslaganim na palete ili stalke. Prilikom utovara tereta, vilice ili platformu treba dovoljno spustiti kako ne bi došlo do guranja, udaranja ili oštećenja i prevrtanja palete ili tereta. Palete ili stalke treba zahvaćati simetrično kako bi se osigurala ravnoteža za vrijeme prijevoza tereta. Pri prolazanju kroz vrata ili uske i zakrčene prostore, treba paziti da ne dođe do zapinjanja i prevrtanja tereta. Na prijevozu po kosinama treba paziti da ne dođe do prevelikog ubrzanja kolica. Prilikom spuštanja, teret treba odlagati na ravan teren da se ne spusti nekome na nogu. Ne ostavljati kolica sa spušenom rudom, jer to može dovesti do spoticanja i pada radnika [4].

Provedba svega navedenog mora se osigurati internim pravilnicima i tehnološkim uputama za operativno postupanje, djelatnici moraju biti educirani o potrebi i načinu provođenja istog, a neposredni rukovodioci moraju biti zaduženi za ispravno primjenjivanje navedenih mjera.

Paletni viličar jedno je od najčešćih pomagala unutar skladišta, za njegovo korištenje nije potrebna posebna obuka kao što je kod vožnje viličara po skladištu, ali potrebno je znati kako pravilno rukovati paletnim viličarem. Paletni je viličar namijenjen dizanju tereta koji se nalazi na paleti. Teret smješten na paleti može težiti nekoliko puta više od samog rukovoditelja, čime se on izlaže opasnosti. Teret na paleti treba biti pravilno složen kako ne bi došlo do prevrtanja ili pada tereta na rukovoditelja. Paletni viličar sastoji se od dvije uske vilice koje stanu ispod palete, ručke tj. upravljača koji je povezan s okvirom, koji ujedno i pruža povlačenje paletnog viličara tj. upravljanje. Rukovoditelj podiže ručku gore - dolje te tako zahvaća paletu.



Vilice se prilikom te radnje podižu i podignu paletu od tla. Rukovoditelj prilikom guranja paletnog viličara treba paziti na položaj ruku. Ako ne zahvati paletni viličar s obje ruke, nego samo s jednom, dolazi do naprezanja samo jedne ruke i mogućnosti ozljede. Prilikom guranja paletnog viličara moguća je ozljeda stopala, trauma leđa koja je i najčešća jer nastaje radi pomicanja napunjenog viličara za palete, naprezanje ramena ili iščašenje ako se paletni viličar povlači prejako, modrice prilikom manipulacije te na posljeticu oštećenje imovine kada veliki teret udari u zid ili druge predmete koji se nalaze u skladištu. Slika 7. prikaz je pravilnog korištenja paletnog viličara.

### **Slika 7. Prikaz pravilnog korištenja paletnog viličara**



Izvor: <https://www.convergencetraining.com/pallet-jack-safety.html> (18.7.2021.)

Preporučeno je da opterećenje ručnih kolica ne prelazi 200 kg, a kod paletnih viličara približno 700 kg. Radnik unutar skladišta teret ne smije prevoziti više od 30 do 35 metara po teretu, te nije dozvoljeno da radnik u smjeni koristi ručna kolica više od 200 puta. Prilikom rada potrebno je prilagoditi opremu radniku tako da olakša rad što većem broju zaposlenika. Prilikom guranja kolica potrebno je prilagoditi pod kako ne bi došlo do klizanja potplata koji povećava napor potreban za pomicanje ručnih kolica u skladištu.

Kroz razne studije pokazalo se kako je usprkos prilagođavanju stroja tj. ručnog viličara radniku ručno rukovanje i dalje predstavlja težak fizički napor skladišnog radnika. Uvođenjem novih tehnologija u ručno manipuliranje teretom poboljšao se i ergonomijski aspekt. Zapravo

može se reći kako je kroz potrebu da se olakša ručni rad skladišnom radniku proizašla ideja za novim tehnologijama. Jedan od takvih je i LT10M ručni i LT10E električni paletni viličar.

Nagib je dizajniran tako da podigne paletu i nagne je do ergonomskog kuta. LT10M služi za nagib paleta, a električni nagib za preklop paleta LT10E radi tako da omogućuje korisniku ergonomijski lak doseg tereta bez potrebe za savijanjem ili prekomjernim rastezanjem. Električna nagibna paleta ima prisilno upravljanje na jednom kotaču te tako olakšava upravljanje. Funkcija donjeg podizanja upravlja s prekidačem na upravljačkoj ručici, dok funkcijom nagiba tj. povratka upravlja se daljinskim upravljačem, koji je opremljen dugom žicom i može učiniti da rukovatelj i nagib s teretom drže određenu udaljenost, sigurniju. Kada se koriste funkcije nagiba, nagib mora biti na čvrstoj površini, a univerzalni kotač mora biti zakločen. Kada se koriste funkcije nagibanja tj. vraćanja za slaganje materijala, ručka se može okrenuti u stranu kako bi se olakšao pristup. Kao stroj za podizanje paleta, ovaj nagib za paletu može se koristiti kao paletni viličar to ne samo da poboljšava radnu efikasnost, već i štedi troškove. Ručka se može okrenuti i zaključati u položaju dalje od radnog područja. Primjenjuje se i u sjedećem i stojećem položaju, tako ne dolazi do dodatnog naprezanja radnika. Viličice paleta mogu se nagnuti do 90 stupnjeva.

**Slika 8. Prikaz LT10M ručnog nagiba paleta i LT10E električni nagib paleta**



Izvor : <https://bs.iliftequip.com/lt-manual-pallet-tilter.html> (22.7.2021.)

### 3.3. AMBIJENTALNI ČIMBENICI KOJI MOGU UTJECATI NA IZVEDBU SKLADIŠNIH RANIK

U skladištu i u procesima skladištenja robe postoje brojni čimbenici koji utječu na rad skladišnih radnika. Kako su skladišta podijelili prema vrsti robe koja se skladišti tako je i ambijentalni utjecaj unutar svakog skladišta različit, no ipak pojedina skladišta baziraju se na istim ambijentalnim čimbenicima. Stoga je potrebno nabrojati ona najčešća i najbitnija, a tu spadaju :

- Temperatura i relativna vlažnost zraka
- Buka i vibracija
- Osvjetljenost radnih površina i sl.

Radno okruženje već je prije spomenuto u radu, ako se govori o skladištu prisutne su određene vibracije prilikom manipulacije robom, hladnoća ili prekomjerna toplina koja ovisi o uskladištenoj robi, buka koja se stvara prilikom unutrašnjeg prijevoza i manipulacije robom te osvjetljenja koja su potrebna kako bi skladišni radnik bio učinkovitiji na radnom mjestu. Loši uvjeti osvjetljenja, bučna radna mjesta, naleti vjetera ili drugi jaki pokreti zraka imat će utjecaj na radnika koji će posao gledati kao monoton s niskim zadovoljstvom poslom.

Termin „klima“ odnosi se na fizikalne uvjete radne okoline u kojoj živimo i radimo. Njezine glavne komponente su [16]:

- Temperatura zraka,
- Temperatura okolinskih površina,
- Relativna vlažnost zraka,
- Kretanje zraka,
- Kvaliteta zraka.

#### 3.3.1. Temperatura i relativna vlažnost zraka

Unutar objekata npr. ureda jedva se zapaža da je klima u normalnim granicama ali ako klima odstupa od određenih standarda udobnosti to će više biti primjetno, između ostaloga i na parametrima kojima se vrednuje izvedba djelatnika, poput brzine reakcije i strukture i broja krivih reakcija. Ako iz ureda uđemo u skladište, temperaturna razlika će se osjetiti. Prilikom

rada u uredu radnik će imati prilagođenu tj. normalnu klimu dok unutar skladišta temperatura će biti niža. Skladišta su objekti koje ne možemo definirati s obzirom na temperaturu unutar njih, upravo radi specifičnosti robe koja se nalazi unutar skladišnih objekata. Dakle, svako skladište ovisno o teretu imat će posebnu temperaturu unutar objekta.

Stručnjaci su pokušali pronaći adekvatno rješenje primjenom pravila da srednja vrijednost temperature okolnih površina ne bi trebala biti različita od temperature zraka za više od 2 do 3°C u plusu ili minusu [16].

Neugoda ovisi o smjeru kretanja zraka i dijelovima tijela koji su mu izloženi [13]:

1. Zračno strujanje s leđa je neugodnije nego zračno strujanje sprijeda,
2. Vrat i stopala su posebno osjetljivi na propuh,
3. Hladni propuh je neugodniji nego toplo strujanje.

Kod tjelesnih aktivnosti naglo se povećava unutarnje oslobodenje topline. Što su osobe tjelesno aktivnije, stvaraju više topline. Prilikom vrste posla kao što je to lagani fizički rad stojeći, idealna temperatura bila bi 18 °C dok kod teškog fizičkog rada stojeći stupanj niže tj. 17 °C. Razlika je i u teškom fizičkom radu kod kojeg je preporuka 15-16 °C [16].

Temperatura i vrijeme skladištenja za namjernice su od značajne važnosti, kao što je spomenuto prije u radu, temperatura unutar skladišta ovisit će o njegovoj namjeni. Nije isto skladištimo li gume ili skladištimo neki prehrambeni proizvod, pogotovo oni koji su osjetljivi na temperaturu. Hlađenje je najčešće primijenjeno kod kratkotrajnog konzerviranja namjernica, to je zapravo držanje namjernica na temperaturi oko 4 do 6 °C kojom se povećava trajnost nekog proizvoda. S druge strane kontrola vlažnosti zraka isto tako utječe na robu, ako je vlažnost veća od 50% dolazi do korozije, najčešće su to proizvodi pakirani u limenke. Svi ti aspekti utječu na rad unutar skladišta, pa je tako bilo potrebno prilagoditi radnu okolinu čovjeku tj. skladišnom radniku. Izloženost hladnom radnom okruženju čini opasnost po zdravlje radnika ali i utječe na produktivnost prilikom rada. Najčešća bol prilikom rada unutar hlađenih skladišta koju osjeća skladišni radnik je bol u koljenima i mišićno - koštanom sustavu. Kroz studij slučaja detaljnije će se opisati primjer i prevencija uslijed boli prilikom rada u hlađenom skladištu.

Ako se u obzir uzme vlažnost zraka, preporučeni raspon relativne vlažnosti zraka RH koji ne izaziva termalnu neugodu je u rasponu od 30 % RH do 70 % RH relativna vlažnost jako malo djeluje na operativnu (efektivnu) temperaturu. Granične vrijednosti relativne vlažnosti zraka RH u prostoriji s obzirom na godišnja doba, ljeti 40 % RH – 60 % RH što kod čovjeka

izaziva osjećaj termalne ugone i < 35 % RH zimi, što kod čovjeka izaziva neugodno, sušenje sluzokože gornjih dišnih puteva (sušenje odjeće, podnih obloga i namještaja stvara prašinu, izgaranjem prašine na ogrjevnim tijelima nastaje amonijak i ostali plinovi koji nadražuju dišne organe) [2].

Problem koji nastaje u skladištima s niskim temperaturnim režimom, koji će biti detaljnije obrađen u nastavku rada, povezan je sa relativnom vlažnosti zraka. U takvoj vrsti skladišta skladišni radnici izloženi su termalnoj nelagodi, jer je temperatura unutar tih skladišta niža od 18 °C.

### 3.3.2. Buka i vibracija

Buka je prisutna u svakodnevnom životu i nije ju moguće izbjeći. Na radnom mjestu postoji dozvoljena granica jačine buke i dozvoljeni dnevni vremenski period izloženosti buci, unutar tih granica ne smije i neće nastupiti trajno oštećenje organizma. Kod osoba koje su izložene buci tijekom radnog vremena dolazi do smanjenja osjetljivosti organa sluha, što može biti privremeno i trajno. Posljedice postaju trajne i ozbiljne ako nakon izloženosti buci ne uslijedi normalan period odmora i/ili se je desila prevelika izloženost buci. Buka izvan radnog mjesta obuhvatila bi buku koja se dešava dok je osoba u razdoblju odmora, to je osobito izraženo noću u urbanim gradskim sredinama kada je svaka osoba osjetljiva na buku tijekom sna.

Izvori buke dijele se na vanjske, a to je uznemirujuća buka koja dolazi izvan zgrade ili unutarnje, tj. ona koja nastaje u samoj zgradi [13]. Ako govorimo o radu unutar skladišta prema izvoru buke, skladišta bi spadala u unutarnje izvore. Dakle, unutar skladišnih objekata nastaje buka radi manipulacije teretom. Buka kod čovjeka može izazvati oštećenje sluha, smetnje prilikom komunikacije, umor i slabiji rad.

Maksimalna preporučena dnevna doza buke koju sudionici u prometu smiju akumulirati određuje se u skladu sa smjernicama NIOSH-a iz USA-a, gdje kritična razina buke iznosi  $L_c = 85 \text{ dB (A)}$ , uz razinu promjene od  $3 \text{ dB (A)}$ . To znači da vozač tijekom 8 sati rada smije biti podvrgnut ekvivalentnoj razini buke od  $L_{ekv} = 85 \text{ dB (A)}$ , što je 100 % preporučene dnevne doze  $D$ . Izlaganje jakim razinama buke trajno oštećuje osjetljive organe u unutarnjem uhu. Rizik je od traumatskoga učinka buke na čovjeka (gubitka sluha, odnosno trajnoga pomaka praga čujnosti) dominantan te ovisi o razini buke i vremenu izlaganja [2].

Kako je skladište podijeljeno na unutarnje prostorije, osim mjesta za pohranu robe gdje rade skladišni radnici postoji i uredski dio.

Koncentrirani mentalni rad ili poslovi na kojima je razumijevanje govora važno jesu poslovi na kojima buka može izuzetno štetno djelovati, pa čak kad je razina buke komparativno niska, ona može smetati pri radu [16].

Vibracije se subjektivno osjećaju kao nametanje i opterećenje, gdje dojmovi variraju od iritacije do nepodnošljivih smetnji [16]. Vibracije mogu naškoditi ljudskom tijelu, bilo da se radi o kratkoročnoj izloženosti vibracijama koja dovodi do nelagode i smanjenja produktivnosti radnika ili kronično izlaganje koje dovodi do promjena u tjelesnim funkcijama, oštećenju zglobova i kosti. Vibracija se pretežno javlja u rukama i šakama jer radnik uglavnom ručno obavlja operacije upravljanja stroja. Ruke radnika prilikom kontinuirane izloženosti vibraciji i niskoj temperaturi postaju trajno hladne i izgledaju svjetlije. Upravo radi toga unutar skladišta s niskim temperaturnim režimom potrebno je da skladišni radnik ima osigurane rukavice.

Tablica 2. prikazuje Stockholmski sustav klasifikacije do kojeg dolazi prilikom rada pod kontinuiranom vibracijom, sustav je podijeljen u 4 faze. Sindrom zahvaća šake i ruke, te je podijeljen u razred od blagog do vrlo ozbiljnog. Svaki razred ima opisan stupanj svake faze. Tako je faza 1 blaga faza u kojoj su povremeni napadi zahvaćajući ruku ili prste samo određenog prsta ili prstiju. Prsti koji su zahvaćeni oni su koji se najviše koriste prilikom rada te su najviše izloženi vibracijama. Faza 2 je umjerena kod koje se osjete problemi u falangama jednog ili više prstiju. Faze 3 i 4 su najgore faze u kojima su napadi teški i vrlo ozbiljni te zahvaćaju većinu prstiju na ruci i promjene u boji prstiju.

**Tablica 2. Stockholmski sustav klasifikacije vibracijskih sindroma šake i ruke - vaskularna komponenta**

FAZA	RAZRED	OPIS STUPNJEVA
1	Blagi	Povremeni napadi koji zahvaćaju samo vrhove jednog ili više prstiju
2	Umjereni	Povremeni napadi koji zahvaćaju distalne i srednje falange jednog ili više prstiju
3	Teški	Česti napadi koji zahvaćaju sve falange većine prstiju
4	Vrlo ozbiljni	Kao u trećoj fazi, s trofičnim kožnim promjenama na vrhovima prstiju

Izvor: Mason, H., Poole, K [25]

Oscilacije organa zbog vibracija utječu na funkcioniranje tijela. Vibracije oko 1 Hz utječu na osjećaj ravnoteže. Vibracije u rasponu od 3-6 Hz utječu na organe u prsnom košu i trbuhu. Vibracije u rasponu od 20-30 Hz ciljaju glavu, vrat i ramena [15].

Iako neprimjetna unutar rada, vibracija može uzrokovati pojavu mučnine, povraćanja ili gubitka ravnoteže. Kod radnika dolazi do vrtoglavica, glavobolja ili umora prilikom kontinuiranog izlaganja vibraciji. Unutar skladišta prilikom ručne manipulacije tereta skladišni radnik izložen je manjoj ali i dalje prisutnoj vibraciji. S druge strane vozač viličara kontinuirano je rukama na volanu te sjedi za viličarem koji je izložen vibracijama. Vozač viličara tako je izložen vibracijama koje se prenose s konstrukcije vozila. Vibracije nastaju prilikom manipulacije vozilom i utjecajem tereta na vozilo, kod rada motora ili neravnih podloga.

### 3.3.3. Osvijetljenost radnih površina

Osvijetljenost radnih površina (iluminacija)  $E$  količina je svjetla, tj. svjetlosnoga toka koja iz nekoga svjetlosnoga izvora pada na neku radnu površinu, a mjeri se luksmetrom u luksima ( $lx$ ). Osvijetljenost opada s kvadratom udaljenosti, stoga će na udaljenosti dvostruko većoj od iste radne površine luksmetar izmjeriti četverostruko manju vrijednost [2].

**Tablica 3. Primjeri i preporuke za osvjetljenost radnih površina**

Okoliš :	$E$ ( $lx$ )	Učinak na čovjeka:
Vedar i sunčan dan ljeti poslijepodne	$\leq 100.000$ lx	za $E > 1\ 000$ lx povećanje problema s očima, povećani rizik od neugodnih refleksija, oštih sjena i prevelikih kontrasta
Dobro osvjetljeni laboratorij	1 000– 4 000 lx	
Uredi za precizne poslove	1 000– 2 000 lx	
Uredi	400 – 850 lx	zaposlenici preferiraju kao ugodno

Izvor: Sumpor,D.[2]

Svjetlost je neophodna u radu, ona zapravo omogućuje izvršavanje postavljenih zadataka. Sve veći radni procesi opterećuju oko čovjeka. Upravo iz tog razloga svjetlost i

osvjetljenje olakšavaju raspoznavanje objekata, ali i djeluju na raspoloženje, aktivnosti i koncentraciju.

Psihološki i fiziološki je poželjno imati što više svjetla, koje je po mogućnosti podjednako raspoređeno. Što je veća razina dnevnog svjetla, to je manja potreba umjetnog [16].

Osvjetljenje bilo ono ambijentalno, nadzemno ili prirodno, značajno doprinosi naprezanju očiju radnika, što povećava umor i ometa produktivnost radnika. Ako je svjetlo tamnije ili su prepreke veliki objekti koji stvaraju sjenu, može doći do opasnosti. Izuzetno svjetlo okruženje uzrok je glavobolje kod radnika, kao i digitalni uređaji s ekranima koji nisu pravilno postavljeni. Postupak rada unutar objekta koji nije dobro osvjetljen može usporiti operatera koji se bori da vidi što radi, povećavajući rizik od krivih reakcija.

Police su neophodan element u svakom skladišnom prostoru stoga je bitno da su ispravno dizajnirane te da se pravilno koriste. Omogućuju djelatnicima da imaju kontrolu nad brojnim uskladištenim komponentama ili da lako i brzo pronađu određeni artikl u skladištu. Kako bi traženje bilo učinkovito, potrebno je osigurati da skladište bude profesionalno opremljeno uređajima za rad na visini i s rasvjetom koja će pripomoći da se pročitaju natpise na pakiranjima ili informativnim pločama.

Za osvjetljenje prostora između polica koristi se linijski sustav sa širokim kutom osvjetljenja, što osigurava ujednačeno i ravnomjerno raspoređivanje svjetla. Prolazi i križanja u skladišnom prostoru trebaju biti prilagođeni broju pješaka, vrsti internih transportnih sredstava i opsegu prometa koji oni proizvode. Pod treba biti tvrd, ravan, bez pragova i stepenica, a njegova nosivost treba biti prilagođena teretu kojem će biti podvrgnut. Jasno vodoravno označavanje zasigurno će pomoći u razgraničenju pojedinih zona premda je ponekad, da se spriječi pješake da iznenada stupe pred vozilo koje im se približava, potrebno postaviti sigurnosne barijere. Sigurnost skladišnih radnika bit će također veća zbog dobro planiranog osvjetljenja. Kada govorimo o planiranom osvjetljenju, ne radi se samo o intenzitetu svjetla, već i o njegovoj distribuciji, odsjaju, treperenju i sposobnosti raspoznavanja boja, od kojih svako može utjecati na ispravno, neometano i neograničeno vidno polje kakvo vozač viličara mora imati. Prilikom planiranja rasvjete u skladištima vrijedi također uložiti u automatske sustave za kontrolu rasvjete sa sensorima prisutnosti i pokreta koji optimiziraju potrošnju energije uz održavanje ugođe uvijek na istoj razini.



Kroz odgovarajući način osvjetljenja smanjit će se krive reakcije prilikom operacija u skladištu, isto tako odgovarajuće osvjetljenje smanjuje pospanost zaposlenika pogotovo prilikom noćnog rada u skladištu. Većina prijemnih i otpremnih zona oslanja se samo na gornje osvjetljenje, te je upotreba dodatne rasvjete bila neophodna kako bi se poboljšala vidljivost i sigurnost radnika. Dopunska LED rasvjeta pomaže u boljem osvjetljenju unutrašnjosti kamiona ili kontejnera koji su često tamni ili slabo osvijetljeni. Upravo ova prednost čini utovar i istovar sigurnijim.

## 4. ERGONOMIJA U SKLADIŠNIM PROCESIMA

Unutar skladišta postoje brojne operacije koje skladišni radnik obavlja. Kroz ovo poglavlje detaljnije će se opisati sve operacije koje su vezane uz robu ali i uloga skladišnih radnika u obavljanju tih operacija. Uvjeti rada za svakog skladišnog radnika trebali bi biti jednaki unutar skladišta ali obavljanjem različitih radnji ne može se tvrditi da svaki skladišni radnik ima jednake uvijete. Kao što je opisano prije u radu, nije isto vozi li skladišni radnik cijeli dan viličar ili obavlja ručnu manipulaciju robe. Naprezanje, radna efikasnost, učinkovitost, brzina itd. neće biti jednake. Radili se o ručnoj manipulaciji robe ili pomoću transportnih sredstava ovisit će o vrsti robe koja se prevozi i obujmu robe. Prije svih radnji vezanih uz unutrašnji prijevoz robe, potrebno je definirati operacije unutar skladišta.

Osnovne operacije u skladištima obuhvaćaju sljedeće aktivnosti [3]:

- Prijem roba,
- Pohrana u skladište,
- Podizanje roba prema zahtjevu-komisioniranje,
- Otprema roba prema korisniku.

Svaka od navedenih aktivnosti vezanih uz operacije u skladištu iziskuje drugačije ergonomijske aspekte upravo zato što skladišni radnici neće raditi iste radnje te će se razviti novi ergonomijski čimbenici koji će poboljšati rad skladišnih radnika.

Roba koja dolazi u skladište u velikom se broju slučajeva reorganizira i prilagođava narudžbama korisnika. Veća pakiranja pojedinih proizvoda se, ovisno o narudžbama transformiraju u manja, kombiniraju s drugim proizvodima i otpremaju korisniku. Da bi skladišta na zadovoljavajući način izvršila sve navedene operacije, radnje u skladištu se nastoje uskladiti tako da se postigne kontinuirani protok roba unutar skladišta, od prijema do otpreme[3].

Ljudski rad potreban je i promjenjiv s obzirom na manipulaciju robe te ovisno o broju skladišnih jedinica, bilo da se radi o paletama, kutijama i sl. Što je veći udio ljudske radne snage to se i troškovi povećavaju te imaju utjecaj na ukupne troškove poslovanja pojedinog skladišta. Kontinuiranim praćenjem aktivnosti prijema, pohrane, podizanja i otpreme robe moguće je raditi i potrebne analize kako bi se ubrzala efikasnost skladišnih radnika unutar skladišta. Brži

protok robe ali i bolji ergonomijski čimbenici omogućili bi samim time povećanu sigurnost u obavljanju skladišnih poslova. Detaljniji uvid u različite ergonomijske čimbenike opisat će se kroz prijem, pohranu, komisioniranje i otpremu robe.

#### 4.1. Prijem roba

Najavom robe započinje proces prijema roba u skladištu. Prilikom najave potrebne su određene aktivnosti u svezi prijema kako bi roba koja dolazi prijevoznim sredstvom, najčešće kamionom, mogla nesmetano doći na prijem te početi s radnjom iskrcaja. Nakon što je roba iskrcana transportnim sredstvom odvozi se na mjesto pohrane ili se odlaže u zonu iskrcaja koja je posebno označena u skladištu. Kako će se roba iskrcati ovisi i o vrsti robe koja se prevozi.

Hoće li roba biti iskrcana ručno ili nekim sredstvom unutarnjeg transporta ovisi o karakteristikama robe. Upravo način iskrcaja i karakteristika robe utjecat će na radnje koje poduzima skladišni radnik. U fazi prijema robe, roba je većinom zapakirana u veće jedinice te je tu robu potrebno raspakirati i podijeliti u manje jedinice. Ključnu ulogu tu ima skladišni radnik koji će obaviti operaciju vezanu uz robu. U fazi prijema skladišni radnik mora osigurati vozilo za iskrcaj, zatim slijedi iskrcaj vozila te slaganje robe u zonu prijema te provjera stanja i količine robe. Sve te radnje potrebno je napraviti prije same pohrane robe u skladište. Tijekom prijema skladišni radnik nema toliko puno doticaja s robom kao što je to prilikom slaganja robe tj. pohrane u skladištu ali ima povećani psihički radni pritisak.

Veličina prijemne zone ovisi o količini i intenzitetu dolaska roba. Na učinkovitost rada bitno utječe položaj i smještaj prijemnih rampi. Pri prijemu roba obično se nastoji odabrati ona rampa koja je najbliža lokaciji gdje će se roba smjestiti unutar skladišta [3].

S ergonomskog aspekta najbliža lokacija osigurati će skladišnom radniku bržu manipulaciju robe, brži rad i kretanje unutar skladišta ali i manji fizički napor, ako skladišni radnik obavlja prijem putem paletnog viličara.

Mehanizacija pri prijemu robe izložena većim opterećenjima u odnosu na ostalu skladišnu opremu. Oprema za manipulaciju robom izložena je kretanju na kratke staze, čestim manevriranju i zaustavljanju i ponovnom pokretanju, o čemu prilikom odabira opreme treba voditi računa. Pri projektiranju stacionarna opreme - prijemnih rampi, osim na klasične zahtjeve vezane uz dimenzija vozila i nagib rampi, potrebno je uzeti u obzir i stalno opterećenje uslijed

prometa vozila [3]. Prilikom opremanja rampi potrebno je uzeti u obzir rasvjetu na rampi kako bi skladišni radnik imao osvijetljenu unutrašnjost vozila, čime se smanjuje vjerojatnost nesreće.

Područja prijema i otpreme mogu biti ista, ovisno o vrsti skladišta, ali čine jedno od najprometnijih područja u skladištu. Iz tog razloga ona čine i najugroženija mjesta za rad. Radnici prilikom prijema mogu samo pretpostaviti da su sva pakiranja i palete unutar kamiona osigurane kako ne bi došlo do pada predmeta. Prije nego se krene operacija istovara robe, skladišni radnik obaviti će vizualni pregled kako bi osigurao da su sva ambalaža i palete sigurne za daljnju manipulaciju. Sva nepotrebna kretanja unutar zone prijema i otprema treba minimizirati. Kroz studiju slučaja opisan će se prijem robe kod skladišta posebnog temperaturnog režima.

#### 4.2. Pohrana u skladište

Nakon operacije prijema robe u skladištu slijedi pohrana robe. Pohranu robe odrađuje skladišni radnik najčešće ručnim viličarom ili ako je roba odložena na paletu, potrebno ju je slagati na određenu visinu, viličarem. Kod pohrane robe moguća je pohrana na prvu slobodnu lokaciju ili prema unaprijed planiranoj lokaciji.

Prilikom traženja lokacije skladišni radnik će najviše naprezati oči, radi čega je osvijetljenje u skladištu jako bitan čimbenik. Razina osvijetljenja mora biti takva da ne šteti skladišnom radniku, prigušenije svjetlo bolje je nego odsjaj i jako osvijetljenje. Najpoznatija ergonomska metoda dodjeljivanja mjesta robi vezana je uz razvrstavanje artikala. Artikli sa velikom potražnjom skladište se na području u visini struka ili ramena berača.

Optimizacija odabira narudžbi uglavnom se bavi optimizacijom vremena. Općenito je poznato da količina provedenog vremena ovisi uglavnom o čimbenicima povezanim s radnim okruženjem (čimbenici posla) i čimbenicima vezanim za pojedinog radnika (čimbenici traženja lokacije ili branja narudžbi). Korištenje prednosti optimizacije vremena u povećanju broja odabira po jedinici vremena, jer u isto vrijeme berači narudžbi troše više energije i češće ponavljaju kretnje. Optimizacija vremena bez ugrađenih ograničenja dovodi do izgaranja radnika i/ili MSD-a [24].

### 4.3. Podizanje robe prema zahtjevu – komisioniranje

Podizanje robe - komisioniranje je operacija koja je prema mišljenju osoblja koje upravlja skladištem jedna od najkritičnijih skladišnih operacija. Ova operacija predstavlja središnji dio protoka roba od dobavljača do kupca, a to je ujedno i točka na kojoj je najviše vidljiva razina profesionalnosti rada pojedinog skladišta [3]. Podizanjem robe prema zahtjevu tj. komisioniranjem formira se pošiljka koja se dalje otprema.

Kod ručnog sustava podizanja - prema dobivenom zahtjevu, osoblje slijedom narudžbe prikuplja robu, pri čemu se po potrebi može koristiti i mehanizacija. U ručnom sustavu zaduženom djelatniku se predaje dokument na kojem se nalaze svi potrebni podaci o robi koje se namjerava prikupiti u skladištu. Da bi se ubrzao postupak prikupljanja, na dokumentu se označuje i položaj (zona) pojedinog artikla u skladištu. Iz istog se razloga, temeljem narudžbe, izrađuje lista artikala prema optimalnom redoslijedu prikupljanja. Ona može biti različita od redoslijeda artikala navedenih u narudžbi [3].

Koncepcije komisioniranja se mogu podijeliti u tri kategorije [3] :

- Roba k čovjeku;
- Čovjek k robi;
- Automatizirano komisioniranje.

Sustavi prikupljanja zasnovani na principu “Roba k čovjeku” imaju određene prednosti u usporedbi s ostalim sustavima komisioniranja. Najvažnije su sljedeće [3] :

- Potreban je manji udio ručnog rada, nema transportnih putova te nije potreban obilazak skladišnih lokacija, zbog čega raste produktivnost operatora i pada potreba za radnom snagom
- Nije potrebno profiliranje, tipični sustavi roba k čovjeku uključuju skladištenje robe u sustavima s vrlo uskim prolazima ili automatiziranim sustavima za pohranu robe
- Viši stupanj iskorištenja skladišnog prostora

Komisioniranje po principu “Roba k čovjeku”- prednosti [3]:

- Viša razina sigurnosti robe - roba nije izravno dostupna osoblju i operatorima, čime se omogućuje viša razina sigurnosti
- Ergonomski oblikovane radne stanice - stanica za komisioniranje mogu se ergonomski oblikovati te je brža selekcija narudžbi

Dizajn radnih stanica omogućuje veći stupanj produktivnosti skladišnog radnika jer roba dolazi k čovjeku. Ergonomijski povoljnija situacija je kod principa gdje roba dolazi do čovjeka a ne čovjek k robi. Razlog leži u tome što se minimizira aktivnost kretanja, uvijanja, savijanja i dr. jer je radno mjesto u potpunosti ergonomijski oblikovano skladišnom radniku. Princip komisioniranja u kojem roba dolazi k čovjeku najčešće se primjenjuje u automatiziranim skladišnim sustavima, tu spadaju horizontalni i vertikalni karuseli, konvejeri i sl. U ovakvom načinu komisioniranja skladišni radnik odlaže proizvode sukladno narudžbi gdje je najbitniji ergonomijski čimbenik ispravno držanje tijela skladišnog radnika. Iako fizički olakšan način rada, problem kod principa roba k čovjeku nastaje kod ponavljajućih radnji. Skladišni radnik radi ponavljajuće radnje, više napreže oči i više se umara.

Većina skladišta i distribucijskih centara koristi model odabira robe k čovjeku prema kojem berači narudžbi putuju po skladištu i uzastopno prikupljaju predmete. S porastom troškova rada, starenjem stanovništva, povećanjem troškova bolovanja i povećanjem napora da se motivira za kvalitetan rad, fokus s gospodarstva polako se prebacuje na brigu o tjelesnom zdravlju zaposlenika [24].

Druga kategorija obuhvaća način komisioniranja tzv. „Čovjek k robi“ u kojem, kao što je prije spomenuto u radu, čovjek prelazi potreban put do robe. Ovaj način komisioniranja zahtjevniji je za skladišnog radnika ali i aktivniji jer se skladišni radnik kreće, hoda ili vozi sa sredstvom unutrašnjeg transporta. Osim što je jeftiniji način isto tako je i najčešći način postupanja s robom.

Princip čovjek k robi može se podijeliti u dvije izvedbe [22] :

- Horizontalno komisioniranje
- Vertikalno komisioniranje

Horizontalno komisioniranje obuhvaća komisioniranje s prve i druge razine u kojoj skladišni radnik izuzima artikle s regala ili police, dok se kod vertikalnog načina komisioniranja, skladišni radnik „vozi“ na viličaru komisioneru ili na dizalici. Vertikalni način

komisioniranja je način izuzimanja artikla s više razina. Kroz ove dvije izvedbe, proces komisioniranja znači i veći udio ljudskog rada u kretanju i izuzimanju robe.

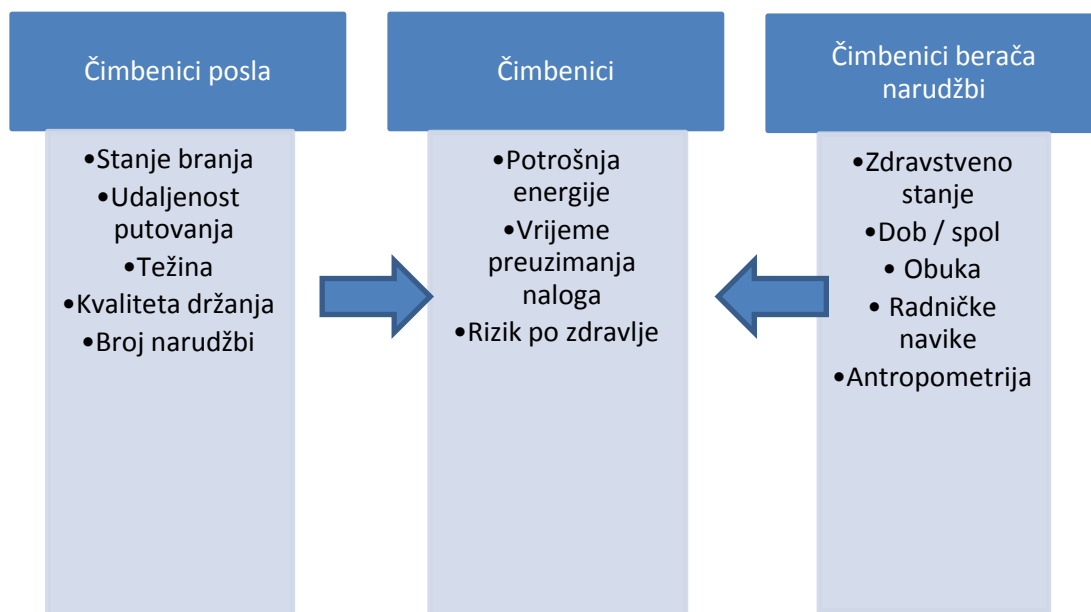
Svaka od aktivnosti komisioniranja se može promatrati kroz četiri grupe ergonomskih aspekata [22]:

- Percepcijski aspekti,
- Mentalni aspekti,
- Fizički aspekti,
- Psiho-socijalni aspekti.

Kao što je to ranije navedeno komisioniranje unutar skladišta jedan je od najsloženijih poslova. Korištenje skladišne opreme, metode grupiranja, zahtjevni zadaci, brzina, organizacijske aktivnosti i dr. imaju veliku ulogu u fizičkom, mentalnom, psiho-socijalnom aspektu skladišnog radnika uzimajući u obzir i percepcijski dio. Percepcija je ključ organizacije, pogotovo ako govorimo o skladišnim poslovima. Uslijed ručnog načina komisioniranja loša percepcija dovodi do štetnosti po zdravlje skladišnog radnika. Radnik može loše zaprimiti kutiju, ne znajući koja se roba unutra nalazi. Mentalni aspekt prilikom komisioniranja obuhvatio bi poznavanje skladišta. Ako radnik poznaje dobro skladište brže će naći lokaciju proizvoda, moći će sam naći najkraću rutu i postupak povratka ali pri tome djelatnik treba zapamtiti kako na ispravan način obavljati sve te operacije. U fizički aspekt spadalo bi svako kretanje unutar skladišta te aktivnosti koje se obavljaju poput kretanja između regala ili nošenja tereta. Psiho-socijalni aspekti sve češće su predmet razmatranja i analiziranja. Aspekti poput produktivnosti, kvalitete i zdravlja, sve više su tema rasprave svakog poduzeća. Ako radnik nije dovoljno motiviran ili siguran na radnom mjestu, produktivnost će mu biti manja. Ergonomski oblikovano radno mjesto radniku će zasigurno pružiti veću sigurnost ali i motivaciju za uspješniji i bolji rad.

Čimbenici koji utječu na vrijeme odabira narudžbe, potrošnju energije i zdravstveni rizik mogu se podijeliti u dvije skupine, a to su čimbenici posla i čimbenici skladišnog radnika tj. čimbenici berača narudžbi kao što je prikazano na Slici 9.

**Slika 9. Čimbenici koji utječu na vrijeme odabira narudžbe, potrošnju energije i zdravstveni rizik**



Na broj prikupljenih artikala po jedinici vremena, umor i fizičko zdravlje berača narudžbi uvelike utječu određivanje položaja skladišta za pojedine vrste robe, određivanje redosljeda branja artikala sa skladišnih polica i raspored [24].

Kroz rad je već prije spomenuto kako je komisioniranje središnji dio skladišnih operacija. Potreba za primjenom tehnologija prilikom komisioniranja je u uzlaznom trendu, primjena sve naprednijih sustava omogućuje rad u skladištu sigurnijim, bržim i boljim.

Komisioniranje s pomoću glasovnih naredbi već je dugi niz godina predmet razmatranja unutar skladišta. Spada u jedno od modernijih načina komisioniranja u kojem skladišni radnik pomoću glasovnih informacija priprema robu za otpremu. Kod takvog komisioniranja skladišni radnik ima slobodne obje ruke ali kontinuirano tijekom rada nosi slušalice kako bi primio informacije vezane uz robu. Još jedan način komisioniranja je komisioniranje svjetlom. Mjesto ili količina artikla označava se svjetlosnim indikatorom. S jedne strane komisioniranje svjetlom može ponuditi potencijal lakših i ugodnijih zadataka komisioniranja što je osobito izraženo u situacijama prilikom osposobljavanja radnika. S druge strane odabir komisioniranja svjetlom apsorbira više kognitivnih i vizualnih resursa. Skladišni radnik tako će se intenzivnije baviti zadatkom i okruženjem ukoliko ima papirnatu listu.



#### 4.4. Otprema robe prema korisniku

Otprema robe slična je kao i prijem, tijekom prijema roba „izlazi“ iz prijevoznog sredstva tj. roba se iskrcava u skladište, dok kod otpreme robe, robu ukrcavamo u prijevozno sredstvo. Otpremna zona može se nalaziti na strani gdje i prijemna ali i ne mora, može biti i na suprotnoj strani skladišta. Skladišni radnik u otpremnoj zoni priprema robu za ukrcaj u vozilo. Ako je potrebno radnik će osigurati robu dodatnim pakiranjem, zaštitnom folijom. Rizici prilikom zadatka pakiranja odnose se na način primanja robe, pakiranja te u konačnici otpreme robe. Kao i kod svake ručne manipulacije težina predmeta, držanje tijela skladišnog radnika i rukovanje čine najbitniji dio operacije vezane uz otpremu robe.

Prilikom otpreme robe iz skladišta ergonomijski oblikovano radno mjesto uvelike može doprinijeti operacijama vezanim uz bržu otpremu. Podizni stolovi koji se podižu i spuštaju kako bi teret bio pristupačniji za radnike pogotovo ako govorimo o ručnoj manipulaciji robe, jedni su od načina kako bi se prijem i otprema robe mogli bolje i ergonomijski učinkovitije obavljati.

## 5. UVOĐENJE NOVIH TEHNOLOGIJA I AUTOMATIZACIJE U SKLADIŠNE PROCESE

Skladištenje sve većih količina različitih roba je u ulaznom trendu, što prati ubrzani razvoj i korištenje suvremene informacijsko - komunikacijske tehnologije, uz sve veću primjenu automatizacije. Uvođenjem novih tehnologija u unutrašnji transport i skladištenje povećava se produktivnost zaposlenika, smanjuje se udio ručnog rada ali se javljaju i novi do sada nepoznati ergonomijski aspekti. Novi utjecaji okoline na skladišnog radnika rezultiraju pojačanim psihičkim radnim opterećenjem zbog uvođenja automatizacije. Kako u Republici Hrvatskoj skladišne aktivnosti još uvijek karakterizira velika količina ljudskog rada, u istima je i veliki prostor za primjenu automatizacije i uvođenje suvremenih tehnologija, ali uz uvažavanje recentnih ergonomijskih načela i smjernica.

Sve brži tehnološki razvoji usmjereni su na postupnu zamjenu ljudske radne snage sa strojem. Iako svaki tehnološki napredak čini bitnu razliku u poslovanju, čovjek je upravo svojim razmišljanjem i dalje najfleksibilniji te najosjetljiviji dio nekog proizvodnog procesa. Kako bi proizvodnja bila što brža tako su se s promjenama i ljudske aktivnosti mijenjale. Razvila se potreba zaštite fizičkog i mentalnog zdravlja radnika.

Psihosocijalni čimbenici rizika uključeni su u razvoj mišićno - koštanih poremećaja, uglavnom kroz stanje stresa, što uzrokuje povećanje mišićnog tonusa. Kad su radnici pod stresom, mišići su im kontraktiraniji više nego normalno i ne mogu se potpuno opustiti u mirovanju. Stres povećava pojavu i mijenja karakteristike MSD-a, povećava bol i čini operatore osjetljivijima na druge čimbenike rizika. Brojni različiti psihosocijalni čimbenici smatraju se čimbenicima rizika za mišićno-koštane poremećaje [12]:

- Visoki zahtjevi zadataka - preopterećenje potrebno za obavljanje posla: pretjerani rad, oprečni zahtjevi, nedovoljno vremena za obavljanje posla (vremenski pritisak, povećana glasnoća), prebrzi rad itd.
- Neke karakteristike sadržaja zadataka mogu pridonijeti razvoju MSD -a ruku i zapešća, kao što su: monotoni zadaci nasuprot raznolikim zadacima mogu uzrokovati bolove u vratu; visoka koncentracija može uzrokovati napetost mišića u rukama i zapešćima; zadaci unosa podataka, slični ponavljajućim

aktivnostima, nasuprot zadacima dijaloga vjerojatnije će uzrokovati psihosomatske poremećaje;

- Veliko kognitivno opterećenje, sve veće mentalno naprezanje može pridonijeti napetosti mišića na ramenu
- Nedostatak slobode donošenja odluka i kontrole nad radnim zadatkom
- Mogućnosti profesionalnog razvoja: cjeloživotno učenje, razvoj vještina, obavljanje različitih zadataka koji zahtijevaju kreativnost
- Nejasnoće uloge - nedostatak jasnoće u radnim odgovornostima i dužnostima, radni ciljevi nisu dobro definirani
- Nedostatak socijalne podrške koju pružaju suradnici i nadzornici, podrška koja može olakšati radni život
- Sukob uloga - mjera oprečnih zahtjeva upućenih radniku. Stariji radnici mogu biti podložniji ozljedama pod visokim radnim zahtjevima. Trošenje tijela, a osobito zglobova, zajedno s godinama, smanjenim vidom, svi su pojedinačni čimbenici koji uzrokuju MSD

## 5.1. NOVE TEHNOLOGIJE KOD KORIŠTENJA SKLADIŠNE RADNE OPREME

U današnje vrijeme prijenosna računala preuzela su veći dio tehnologije ali i poslovanja, stoga je bilo neizbježno da se pojave i u skladištu te uvedu u skladišne procese. Skladišni radnik tijekom rada u skladištu ne smije imati na sebi puno predmeta ili stvari kako ne bi zapeo za nešto ili kako mu ne bi smetalo prilikom rada. Stoga je u tehnološkom ali i ergonomskom smislu došlo do razvoja uređaja koji je pričvršćen za tijelo skladišnog radnika.

Mogu se izdvojiti tri različite vrste nosivih računala koja mogu pomoći u operacijama skeniranja robe u skladištu, kako slijedi [20]:

- Skeneri na glavi (nalik naočalama);
- Ručni skeneri (nalik na sat);
- Ručno oblikovani skeneri (poput rukavica)

Zbog sveprisutne uporabe barkoda za identifikaciju proizvoda, trenutni proces skeniranja skladišnih jedinica uključuje neku vrstu ručnog skenera barkoda, koji se sastoji od prozora skenera, okidača i prekidača za sučelje kabela. To se može držati na način poput

pištolja, tj. skener se drži dominantnom rukom, uhvaćenom između kažiprsta i palca, s kažiprstom na prekidaču okidača te ostalim prstima oko osnove držača, između prekidača okidača i priključka za sučelje kabela. S obzirom na činjenicu da ljudska ruka ima drhtavicu čak i u statičkom položaju koji negativno utječe na točnost, ovisno o širini i širini prozora skenera, vrijeme potrebno za pronalaženje točnog položaja za pravilno skeniranje nije optimalno. Brz i ponavljajući pritisak na okidač također može dovesti do gubitka osjetljivosti na pritisak u kažiprstu. Uvođenjem skenera poput tableta ili integriranih skenera za tablete, položaj držanja se promijenio prema načinu na koji je bio sličan mobitelu, s dlanom okrenutim prema gore, zapešće savijeno sa strane kako bi se omogućilo pravilan pristup prozoru skenera. Ovisno o težini skenera i položaju tipkovnice/gumba na njegovoj površini, produljena upotreba ovog položaja može izazvati umor mišića ili čak povećati medijalni živac, uzrokujući bol u palcu i smanjujući funkciju ruke [20].

Upravo iz navedenih razloga samo nošenje tehnologije umjesto držanja pokazalo se kao prednost, ruke radnika tako postaju slobodne za druge funkcije. Skener na glavi pruža slobodu skladišnom radniku u rukama, ali pri tome zadaje novu funkciju glavi i vratu. Prilikom ovakvog korištenja skenera bilo je potrebno uzeti u obzir mjesto gdje će se skener nalaziti, stoga je najoptimalnija opcija skenera koji su pričvršćeni na naočale kao što je prikazano na Slici 10. Skeneri koji su pričvršćeni na naočale skladišnog radnika ne zahtijevaju nepotrebno saginjanje ili uvijanje.

Problem kod skenera u naočalima je taj što skladišni radnik mora biti na potrebnoj udaljenosti kako bi skenirao određeni proizvod. Zapravo skladišni radnik treba se prilagoditi načinu skeniranja tako da mu je roba u ravnini očiju, tj. barkod koji je potrebno očitati. Problem koji se javlja je prevelik raspon kodova kojeg skladišni radnik može očitati slučajno. Još jedan izazov kod korištenja skenera u naočalima je opterećenje koje nastaje tijekom rada na nosu i uhu skladišnog radnika. Duže gledanje kroz naočale kod skladišnih radnika koji nemaju dioptriju, pa iz tog razloga nisu naučeni nositi naočale, izazvat će nelagodu tijekom rada.

**Slika 10. Skeniranje robe u skladištu primjenom skenera montiranog na naočale**



Izvor: <https://mms.businesswire.com/media/20191203005012/en/759223/5/hd4000-warehouse-edge-inventory-application-photography-we-1886-v2.jpg> (18.08.2021.)

Skeneri koji se nalaze na ruci iskorištavaju sam položaj ruke prilikom pokreta. Time se uklanja potreba za držanjem skenera jer je sam skener pričvršćen za zglob skladišnog radnika. U rijetkim slučajevima koristi se i na prstu dominantnije ruke skladišnog radnika. Skeniranje se radi na bližoj udaljenosti, tako da skener može dobro očitati kod. Korištenje svih prstiju nije jednako jer većina skladišnih radnika u ovom primjeru koristit će desni kažiprst. Tijekom napornih i teških manipulacija kod radnika pojavit će se nestabilnost skenera koju je prema najnovijim ergonomskim spoznajama moguće ukloniti uporabom radio frekvencijske identifikacije (RFID).

Ručno oblikovani skeneri kao što je to prikazano na Slici 11. osim što omogućuju skeniranje artikla, važni su za sigurnost i zaštitu ruke skladišnog radnika. Neželjeni pokreti su minimizirani jer dolazi do manjeg klizanja predmeta niz ruku radnika.

Optički skeneri montirani na narukvicu imaju najmanju moguću mogućnost poboljšanja ergonomijske učinkovitosti jer njihova uporaba i dalje zahtijeva ispruženu ruku i pritisak na gumb za skeniranje. Premda u većini slučajeva postoji mogućnost kontinuiranog skeniranja, to ne može izdržati puni radni vijek baterije [20].

## Slika 11. Skeniranje oblikovano rukom



Izvor : [https://lh3.googleusercontent.com/qlo-bwlxOxNII0WagQqKhnDOAGSESMFDJZ7kX\\_3libraY6S9SsZNAmR-oKRVy7UAprF9bQ=s138](https://lh3.googleusercontent.com/qlo-bwlxOxNII0WagQqKhnDOAGSESMFDJZ7kX_3libraY6S9SsZNAmR-oKRVy7UAprF9bQ=s138)  
(18.08.2021.)

Svaki od ovih načina skeniranja uvelike bi promijenio način poslovanja skladišta. Skladišni radnik ne bi se toliko izlagao bolovima u zglobu i prstima kao što je to primjenom tipičnih skenera. Svaki tehnološki pomak još uvijek ima određeni dio ergonomske nedostatke. Uzimajući u obzir sigurnost, skeniranje oblikovano rukom jedno je od najboljih rješenja, jer ujedno štiti prste i ruku radnika. U ovom segmentu potrebno je istražiti da li zglob pati tijekom radnog procesa, ako radnik nosi cijeli dan skener oblikovan rukom, ili nema neželjenih posljedica za zglob radnika. Veliki prostor ostavlja se za istraživanje ergonomijski boljih radnih uvjeta skladišnih radnika.

### 5.2. ROBOTIZIRANA TEHNOLOGIJA UNUTAR SKLADIŠTA

Osim ergonomijski prilagođene radne opreme, unutar skladišta već se dulje vrijeme koriste razne tehnologije za brže pronalaženje robe. Osim što osiguravaju brzinu pronalaska, svaka tehnologija povećala je sigurnost u obavljanju skladišnih operacija.

Skladišta čine velike jedinice protoka roba, time je osigurano mjesto za nove tehnologije i ergonomske pomake. Osim tehnologija koje su prije opisane u radu, sve veća zapažanja vezana su uz robotizaciju skladišnih poslova. Kao što je prije navedeno komisioniranje iziskuje veliku potrošnju mišića skladišnih radnika. Radnje poput podizanja teških tereta dovode do mišićno-koštanih poremećaja.

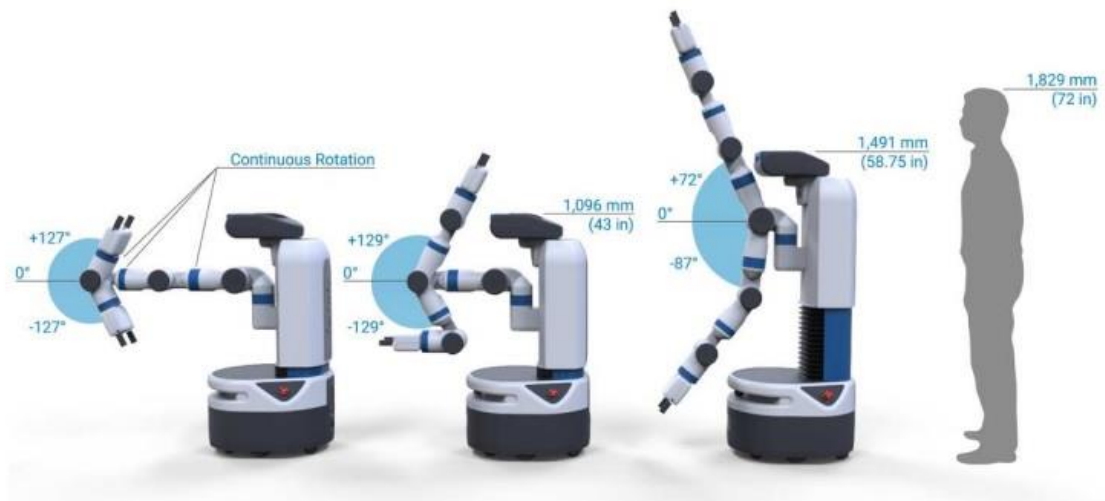
Exoskeleton tehnologija omogućuje podizanje teških tereta bez prevelikog naprezanja dijelova tijela skladišnog radnika. Tehnologija djeluje poput vanjskog oklopa koji obavija cijelo

tijelo oko ruku, nogu i torza te rasterećuje mišićno-koštani sustav. Exoskeleton tehnologija rasterećuje mišiće leđa za više od 40% prilikom nošenja tereta. Također, tehnologija omogućuje lakše i sigurnije podizanje tereta te odlaganje istog. Napretkom ove vrste tehnologije, exoskeletoni postaju sve lakši, jednostavniji za korištenje te predstavljaju tehnologiju koja će se koristiti na mnogobrojnim područjima pa tako i u skladišnim sustavima. Iako, uvođenje exoskeletona u sustave za komisioniranje predstavlja veliki potencijal, najveći doprinos u ergonomsom oblikovanju sustava za komisioniranje je eliminacija čovjeka kao sredstva rada. Naime, ergonomija je disciplina koja orijentirana na čovjeka i da bi se eliminirala potreba za ergonomsom oblikovanjem sustava za komisioniranje najjednostavnije je eliminirati čovjeka iz procesa komisioniranja. To je moguće uvođenjem automatiziranih vozila i robota koji će obavljati aktivnosti komisioniranja (kretanje i izuzimanje/odlaganje). Primjer takvog sustava je robotska „ruka“ koja izuzima proizvode s pokretne trake(konvejera) te ih odlaže na za to namijenjeno mjesto [22].

Osim navedenih načina primjene robotiziranih sustava u skladištenju, jedan od novijih projekata i primjene izradila je tvrtka Fetch Robotics. Sistem se bazira na mobilnom manipulatoru naziva *Fetch* s robotskom rukom, namijenjenom odabiru proizvoda s polica skladišta. Maksimalan teret koji može podići je 6 kilograma što je, prema podacima Fetch Roboticsa, dovoljno za manipulaciju između 90 i 95% artikala u prosječnom skladištu [23].

Slika 12. prikazuje razliku u širini i visini skladišnog radnika i *Fetch* robotske ruke. Dok će skladišni radnik morati uvijati svoje tijelo kako bi dohvatio određenu robu, *Fetch* robotska ruka zahvatit će robu neovisno o njejoj dimenziji. *Fetch* robotska ruka manje je izvedbe nego visina prosječnog čovjeka a podiže se do 1,491 mm visine. Izvedba robotske ruke kao što je prikazano na Slici 12, napravljena je tako da se zglobovi podlaktice mogu kontinuirano okretati. Upravo robotskom rukom omogućen je širok spektar hvatanja predmeta što je kod čovjeka ograničavajući aspekt. Računalo unutar *Fetch* robotske ruke osigurava dobru navigaciju, aktivnosti i manipulaciju te dobru percepciju robotu. Ograničavajući čimbenik u ovom smislu baterija je koja svakom robotu daje od 8 do 10 sati rada.

## Slika 12. Prikaz Fetch robotske ruke



Izvor:<https://dej5y3fg919353ekq44ygvo-f-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2021/06/Fetch-and-Freight-Workshop-Paper.pdf> (19.8.2021.)



## 6. STUDIJA SLUČAJA I ISTRAŽIVANJA POTREBA KORISNIKA

Kada se govori o skladištima s niskim temperaturnim režimom isto najčešće dolazi uz težak fizički rad. Radno opterećenje djelatnika u skladištima dominantno ovisi o vrsti robe koja se u njima pohranjuje, stoga nije jednako skladištimo li namještaj ili u našem primjeru smrznutu ribu. Sve operacije od prijema, pohrane, komisioniranja i otpreme zahtijevaju posebnu prilagodbu radnika koji se prevozi. Upravo kod takvog skladišta, koji je pod posebnim temperaturnim režimom radi karakteristika robe, došlo je do novih ergonomijskih spoznaja koje u središte stavljaju radnika. Radnik se mora prilagoditi temperaturi unutar takve vrste skladišta.

Kroz konkretan primjer skladišta za smrznutu ribu prezentirat će se ergonomijski aspekti vezani uz fizičko i psihičko radno opterećenje skladišnog radnika. Skladište smrznute ribe sastoji se od dvije komore koje imaju raspon temperature od 0 do 2 °C. Unutar te dvije komore skladišti se isključivo smrznuta riba.

### 6.1. SKLADIŠTE NISKOG TEMPERATURNOG REŽIMA

Može se reći kako je riba nezahvalan proizvod za manipulaciju, stoga je bilo potrebno dodatno pakirati proizvod kako bi se osigurala kvaliteta ali i kako bi se lakše manipuliralo robom prilikom dolaska u skladište.

Svježa riba dolazi u kašetama koje su napunjene ledom kako se prilikom transporta, sortiranja i skladištenja riba ne bi pokvarila. Ali samim time led čini ribu težom, stoga je manipulacija skladišnom radniku otežana. Kašeta svježe ribe iznosi od 1 do 30 kg, a poslagane su najčešće na europaletu kao što je prikazano na Slici 13. na kojoj se i ostavljaju prilikom skladištenja ali i radi brže otpreme.

### Slika 13. Prikaz načina pakiranja zamrznute ribe



Svježa riba specifična je zato što je potražnja za njome najčešća u jutarnjim satima. Skladište se moralo prilagoditi takvom uvjetu te se skladišni radnik kroz ovaj slučaj prilagodio noćnom radu. Noćni rad unutar skladišta svježe ribe započinje od 10 sati do 6 sati ujutro kada je sva riba otpremljena. Poduzeće posluje s različitim dobavljačima, stoga je najpotrebnije da svježa riba prvo ide u zemlje uvoza kao što je to Srbija, Rumunjska i Slovenija. Nakon toga svježa riba priprema se za otpremu unutar Hrvatske, prvenstveno se šalje u maloprodajne lance tj. domaćim potrošačima.

Prijem svježe ribe započinje dolaskom kamiona tj. hladnjače na prijemnu rampu. Skladišni radnik nalazi se u pogonu za sortiranje gdje je temperatura unutar skladišta od 10 do max 13 °C. Prilikom dolaska vozila na rampu, kako se temperatura ne bi miješala s vanjskom, posebno je prilagođena ventilacija na rampama upravo radi kontinuirane temperature. Cijelo vrijeme iskrcanja u trajanju od 15 do 30 minuta, skladišni radnik nalazi se u međuprostoru gdje postoji ventilacija. Nelagodan propuh utječe na produktivnost i stvara nelagodu prilikom rada, stoga je adekvatna odjeća i obuća najpotrebnija prilikom iskrcavanja robe.

Unutar prijevoznog sredstva ali i komore gdje se riba dulje vrijeme zadržava potreban je mrak. Prilikom manipulacije robe skladišni radnik ulazit će u komoru koju je potrebno svaki puta osvijetliti. Komore su kao i skladište osvijetljene posebnim LED lampama kako bi radniku omogućile manipulaciju.

Skladišni radnik obavlja manipulaciju ručnim paletnim viličarem na kojemu je složena riba u kašetama zajedno sa ledom na europaletu. Kako su upravo radi složenosti transporta i karakteristike robe tj. smrznute ribe potrebna stalna hlađenja, unutar skladišta posebna je komora za proizvodnju leda. Ako se desi da je roba iz nekog razloga pretrpjela problem prilikom transporta, u našem slučaju moguće da se led tijekom prijevoza rastopi ili je roba pretrpjela kašnjenje što je prouzrokovalo štetu, skladišni radnik prilikom dolaska ribe stavlja led u kašete gdje se nalazi riba. Kod takvih slučajeva skladišni radnik mora otvoriti svaku kašetu zasebno i dodati potreban led kako bi roba mogla van iz skladišta. Ovakav slučaj posebno je bitan ako se radi o Cross docking-u gdje se roba minimalno zadržava u skladištu sortira se i ide na daljnji prijevoz. Sortiranje u tom slučaju ne smije biti dulje od 7 sati tj. riba u takvim uvjetima može izdržati samo 7 sati stajanja nakon toga može na otpis. Ako se to desi, iznutrice i ribe koje su pokvarene moraju ići u komoru konfiskata. Radi bakterija i mirisa kojeg riba ispušta, unutar komore temperatura je na  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Komora za proizvodnju leda mora biti slana, upravo kako bi riba bila svježija. Unutar komore temperatura je između  $-8$  i  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nakon što se odradi sortiranje robe, obavezna je dezinfekcija i čišćenje podova. Jedan od ključnih čimbenika za radni okoliš radnika, jer inače dolazi do klizanja. Veliki stres i pojačano psihičko radno opterećenje za radnika je vremenski pritisak do kojeg dolazi jer se nakon svake otpreme robe mora oprati pod skladišta, a ako roba kasni, skladišni radnici imaju manje vremena za otpremu robe.

**Slika 14. Korištenje leda prilikom održavanja temperature robe**



Skladišni radnik će tako od prijema biti podvrgnut različitim temperaturama. Unutar komore gdje se nalazi svježa riba je raspon temperature od 0-2 °C preko pogona za sortiranje gdje je temperatura od 10 – 13 °C i na kraju unutar komore za led koja je od -8 do -2 °C. Sve te promjene u temperaturi skladišni radnik najviše će osjetiti na zglobovima ali i problemima sa sinusima koji su nuspojava rada u skladištima s niskim temperaturnim režimom.

Radnici unutar skladišta sa smrznutom ribom izloženi su i promjenom mirisa u skladištu. Prilikom dolaska na posao većina skladišnih radnika izjavila je kako imaju problem s njuhom u trajanju od 5 do 10 minuta, uslijed kojeg kreće privikavanje na miris. Prilikom rada radnici su izloženi ventilaciji i rashladnom sustavu koji zuji, što ometa koncentraciju ali i sluh. Sortiranje robe iziskuje komunikaciju, a radi posebnih uvjeta rada, koji su prije opisani, unutar skladišta nema glazbe.

Najviše izraženi ergonomijski čimbenici koji utječu na rad i radno opterećenje djelatnika unutar skladišta sa smrznutom ribom su prema stručnoj i znanstvenoj literaturi:

1. Fizički – kontinuirana hladnoća, pogotovo prilikom ljetnih mjeseci kada je vanjska razlika temperature i temperatura unutar skladišta prevelika,
2. Psihički – brzina manipulacije i vremenski pritisak uslijed kašnjenja robe, pogotovo ako je roba pretrpjela štetu tijekom transporta.

Ovakvi uvjeti rada pod posebnim temperaturnim režimom iziskuju posebno prilagođene ergonomijske čimbenike. Kontinuiranim udisanjem hladnog zraka, skladišni radnik može razviti respiratorne bolesti koje se tijekom teškog fizičkog rada, kao što je rad u skladištu, mogu pogoršati. Hladnoća ima utjecaj i na rad srca pa tako povećava tlak skladišnih radnika. Skladišni radnici podložni su smrztinama koje ovise o temperaturi radnog okoliša, a nastupaju u roku od 2 do 3 sekunde, iz tog razloga hvatanje hladnih površina koje su na temperaturi ispod - 15 °C, strogo je zabranjeno.

Skladište smrznute ribe i dalje ne spada u rad podvrgnut najnižom mogućom temperaturom, kao što je prije spomenuto u radu, temperatura skladišta ovisi o vrsti robe koja se skladišti. Zamrznuta skladišta i dalje predstavljaju najveću razliku u temperaturi, to su najčešće skladišta kod kojih je temperatura na -20 °C. Radi prevelike razlike u temperaturi kod takve vrste skladišta, obavezan je međuprostor u kojeg skladišni radnik ulazi prije komore koja se nalazi na – 20 °C. Međuprostor obično je na 5 °C te skladišni radnik mora u međuprostoru

provesti minimalno 5 do 10 minuta. To su većinom skladišta namijenjena zamrznutom voću i povrću.

Iako u skladištu rade isključivo muškarci s rasponom godina od 22 do 45 godina, radni uvjeti prilagođeni su i ženama. Razlog zašto starije populacije nema unutar ovakve vrste skladišta leži u velikom fizičkom naporu skladišnog radnika prilikom obavljanja poslova unutrašnjeg transporta ali i rada u radnom okolišu s niskim temperaturama izvan raspona ugone.

## 6.2. SKLADIŠTE S NORMALNIM TEMPERATURNIM REŽIMOM

Radi usporedbe ovakvog tipa skladišta s niskom temperaturom, unutar studije slučaja opisat će se i rad unutar skladišta s normalnim temperaturnim režimom. „Sobna temperatura“ značila bi normalne uvjete skladištenja, to obuhvaća skladištenje robe na temperaturi između 15 i 25 °C. Kod skladišta koje skladišti različite namještaje i plastične stvari temperatura u skladištu može biti prilagođena skladišnom radniku. Kao što je to prije spomenuto u radu, najveću ugodu skladišni radnik osjetiti će prilikom rada pod temperaturom od 18 °C ako govorimo o laganom fizičkom radu, dok kod teškog fizičkog rada 17 °C.

Unutar poduzeća koje skladišti različite dimenzije namještaja i plastičnih stvari radna temperatura iznosi 18 °C. Dakle skladišni radnik nalazi se u ugodnoj radnoj temperaturi koja utječe na zadovoljstvo ali i brzinu rada skladišnog radnika. Prijevoz unutar skladišta obavlja se paletnim viličarem, radi različitih dimenzija namještaja, skladišnom radniku je tako najjednostavnije manipulirati robom. Ukrcaj i iskrcaj robe u većini slučajeva radi se isto viličarem, radi već prije spomenutih različitih dimenzija namještaja, skladišni radnik ne može sam dizati ili spuštati robu. Ručno rukovanje teretom je minimalno, odnosi se samo na radnje koje su vezane uz manje dimenzije tereta što nije čest slučaj. Skladišni radnik upravljati će viličarem uz minimalni fizički napor kao što je to na primjeru uslijed dizanja kašeta ribe opisanog u prethodnom poglavlju. U ovom slučaju kao i kod skladišta niskog temperaturnog režima dominantni ergonomijski čimbenik je psihičko radno opterećenje. Kako radi kašnjenja isporuke skladišni radnik mora ubrzati određene operacije u skladištu, nalazi se pod stresnom situacijom u strci sa vremenom što povećava psihičko radno opterećenje. U tim trenucima prilikom rada dolazi do većeg broja krivih reakcija. Kroz usporedbu skladišta niskog temperaturnog režima i normalnog temperaturnog režima može se zaključiti kako su ambijentalni čimbenici ključ sigurnog i uspješnog rada.

### 6.3. ISTRAŽIVANJA POTREBA KORISNIKA

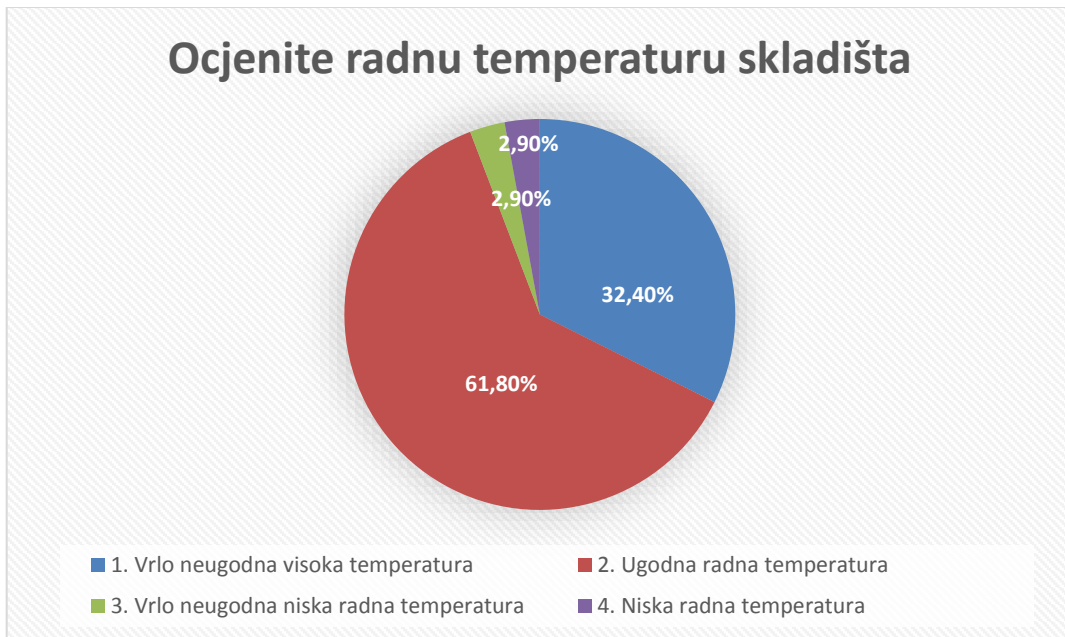
Anketom skladišnih radnika koja je odrađena od strane autora ovog rada, ispitane su 34 osobe, od čega 76,5% ispitanika čine skladišni radnici a 23,5% skladišne radnice. Ispitanici su popunjavanjem ankete dali uvid u brojne ergonomijske pokazatelje koji su između ostalog obuhvatili strukturu radnog opterećenja, subjektivni doživljaj radne temperature u skladištu, primjenu glazbe prilikom rada u skladištu i dr.

Najmlađi ispitanik imao je 19 godina a najstariji ispitanik 50 godina, s masom u rasponu od 58 kg do 110 kg, te stojećom visinom od 160 cm do 199 cm. Dio ispitanika bavi se skladišnim poslovima dulje od 6 mjeseci, drugi dio ispitanika starije populacije obavlja skladišne operacije više od 10 godina. Ispitanici su ocjenjivali napor uslijed ručnog rada s teretom, kao što je detaljnije spomenuto u radu skladišni poslovi spadaju u teške fizičke poslove, slijedom toga na skali od 1 do 5 najviše ispitanika dalo je ocjenu 3.

Prilikom rada u skladištu 73,5% ispitanika koristi viličar, 20,6% ispitanika ga koristi rijetko, dok 5,9% ispitanika ne koristi viličar uopće. Dio ispitanika radi u skladištu niskog temperaturnog režima 29,4% dok ostali dio koji čine ispitanici od 70,6% radi u skladištima s normalnim temperaturnim režimom. Slijedom toga na pitanje vezano uz temperaturu u skladištu kao jedno od najbitnijih ergonomijskih čimbenika, ispitanici su dali sljedeće rezultate koji su prikazani Grafom 1:

1. Vrlo neugodna visoka temperatura 32,4%
2. Ugodna radna temperatura 61,8%
3. Vrlo neugodna niska radna temperatura 2,9%
4. Niska radna temperatura 2,9%

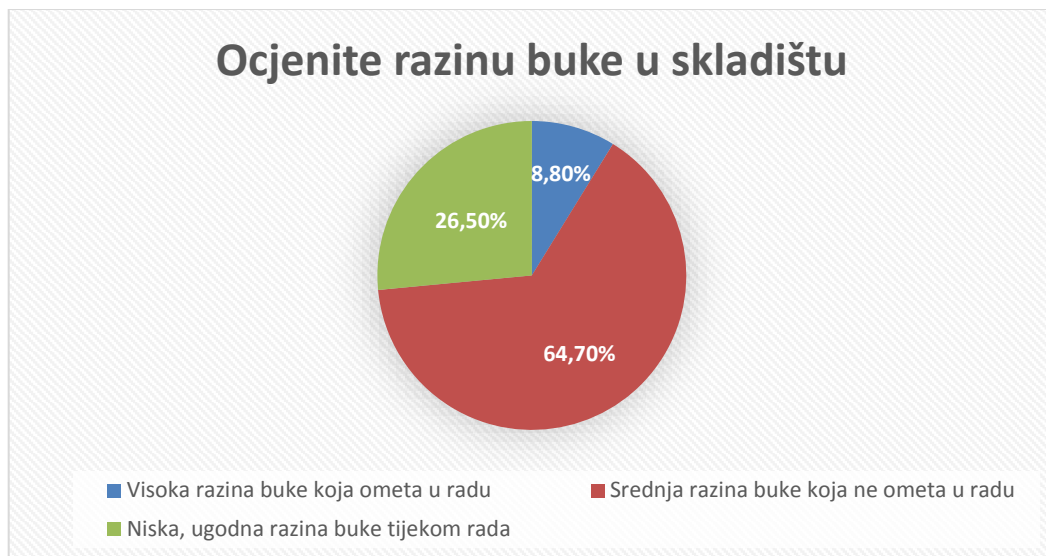
**Graf 1. Radna temperatura skladišta prikazana u postocima**



Iz prezentiranih rezultata na Grafu 1. proizlazi neočekivani zaključak da je vrlo neugodna visoka radna temperatura veća smetanja skladišnim radnicima od niske ili vrlo niske radne temperature u skladištima. Usljed rada u skladištu i manipulacije robom, skladišni radnik trebao bi imati ugodnu radnu temperaturu koja pri fizičkom radu iznosi od 15-16°C, kao što je prije spomenuto u radu, niska ili vrlo visoka temperatura izvan temperaturnog raspona ugone, imati će za posljedicu nepotreban dodatni umor i subjektivni osjećaj neugode.

Kako bi se umanjila bilo kakva opterećenja skladišnog radnika, te poboljšala radna efikasnost, brojna skladišta imaju glazbu unutar skladišta koja djeluje umirujuće ali i poboljšava raspoloženje djelatnika. Na pitanje smatraju li da je glazba u skladištu ugodna za rad, 76,5% ispitanika složilo se da je, 17,6% ispitanika zaokružilo je ponekad, dok 5,9% ispitanika uopće ne smatra glazbu u skladištu potrebnu za radno okruženje. Osim glazbe koja se smatra ugodom za rad, ispitanici su ocjenjivali razinu buke u skladištu.

**Graf 2. Razina buke u skladištu**



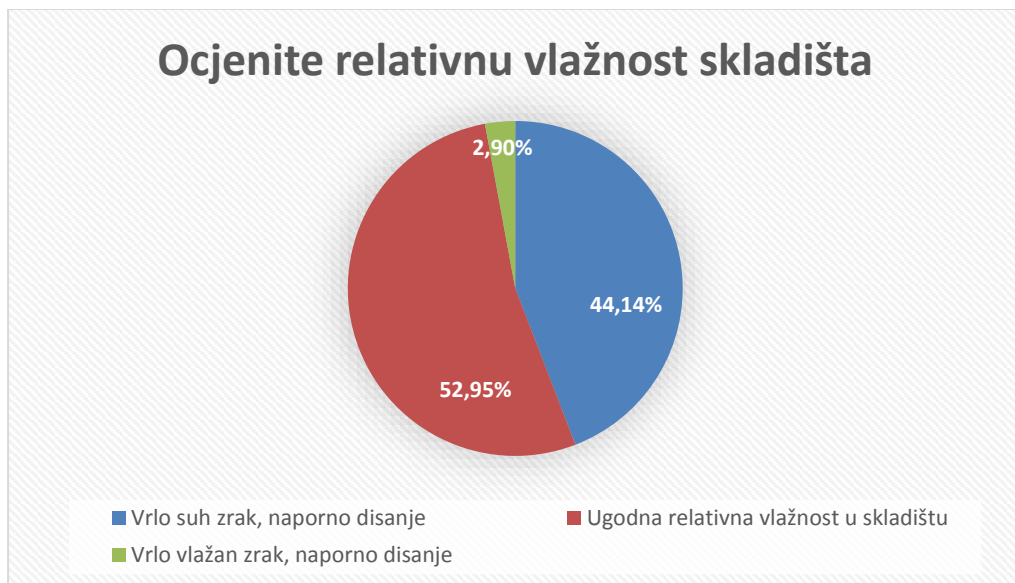
Najviše ispitanika 64,70% odabralo je srednju razinu buke koja ne ometa u radu, dok su ostali ispitanici odabrali nisku, ugodnu razinu buke tijekom rada 26,50% te visoku razinu buke koja ometa u radu 8,80%.

Osim temperature kao ambijentalnog čimbenika, ispitanici su dali uvid u relativnu vlažnost zraka RH. Na pitanje ocijenite relativnu vlažnost skladišta, ispitanici su dali sljedeće odgovore koji su prikazani Grafom 3. :

1. Vrlo suh zrak, naporno disanje 44,1%
2. Ugodna relativna vlažnost u skladištu 52,9%
3. Vrlo vlažan zrak, naporno disanje 2,9%



**Graf 3. Relativna vlažnost zraka prikazana u postocima**

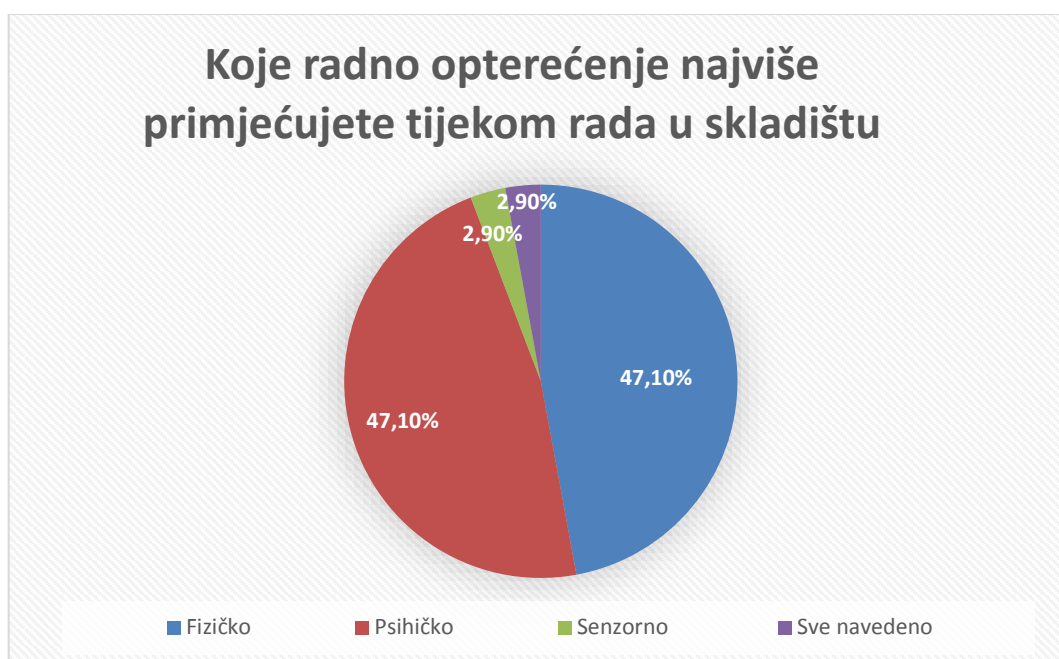


Kao što je vidljivo iz grafa, ispitanici su odabrali da je vrlo suh zrak 44,14% koji posljedično uzrokuje naporno disanje, puno zastupljeniji u skladištu nego vrlo vlažan zrak 2,90%. Mjerenjima relativne vlažnosti zraka potrebno je provjeriti prigovore djelatnika, i ako to uskladištena roba dozvoljava, potrebni je zrak u skladištu ovlažiti koliko je to moguće.

Radna opterećenja spomenuta su i opisana u prijašnjim poglavljima, a odnose se na fizička kao što su umor i/ili bolovi u kostima i mišićima kao posljedica rada, psihička što između ostaloga čine kronični umor, stres i/ili zasićenje poslom i senzorna kao što su to umor vida i/ili privremeni gubitak sluha. Ispitanici su kod odabira opterećenja odgovorili sljedeće :

1. Fizičko (umor i/ili bolovi kao posljedica rada) 47,1%
2. Psihičko (stres i/ili zasićenje poslom) 47,1%
3. Senzorno (umor vida, privremeni gubitak sluha ) 2,9%
4. Sve navedeno 2,9%

**Graf 4. Prikaz radnog opterećenja tijekom rada u skladištu**



Grafički prikaz rezultata da su psihička i fizička opterećenja tijekom rada u skladištu podjednako zastupljena. Upravo ti podaci pokazatelji su koliko je psihički čimbenik bitan u skladišnom poslovanju i nikako ne bi trebao biti zapostavljen u istraživanjima koji bi rezultirali boljim dizajnom radnog okoliša i ergonomijskim čimbenicima prilagođenim čovjeku.

## 7. DISKUSIJA

U ovom poglavlju dati će se prijedlozi rješenja i konkretne ergonomijske smjernice, tako da su iste grupirane u grupe srodnih smjernica i rješenja.

Viličari kao najčešće sredstvo unutrašnjeg transporta s osnovnim zadatkom prijenosa tereta služe i za slaganje paletiziranih i nepaletiziranih tereta do cca 5 metara visine. Kao mjera za sigurno postupanje viličara u interakciji sa skladišnim radnicima uzima se zaštitni krov viličara i zaštitna rešetka koja se nalazi na stražnjoj strani vilica. U slučaju loma vilice zaštitni krov pružit će zaštitu skladišnom radniku. Upravo iz tog razloga svaki skladišni radnik koji upravlja viličarem mora proći potrebnu edukaciju.

Bitnu ulogu na viličaru čine gume koje osim što preuzimaju težinu viličara služe i kako bi ublažile vibracije uslijed neravnih podloga. Gume viličara konstruirane su tako da osiguraju dovoljno prianjanje i kočenje ali i kako bi osigurale skretanje i stabilnost. Brzina kretanja unutar skladišta, koja iznosi 5 km/h, povećava razinu oštećenja viličara pogotovo ako unutar skladišta nema dovoljno osvjetljenja ili znakova upozorenja koji nisu transparentni.

Osvjetljenje skladišta mora biti uvijek na istoj razini zbog čega se preporučuje ulaganje u automatske sustave za kontrolu rasvjete sa sensorima. Osim osvjetljenja bitnu ulogu u skladištu čini temperatura, kod laganog fizičkog rada idealna temperatura u stojećem položaju bila bi 18 °C, dok u slučaju teškog fizičkog rada 17 °C. Temperatura radnog okoliša ispod -15 °C zahtjeva posebnu pažnju, u takvom radnom okolišu skladišni radnici podložni su smrztinama koje nastupe u roku od 2 do 3 sekunde, radi čega je hvatanje takvih površina strogo zabranjeno. Skladišnom radniku kod skladišta s niskim temperaturnim režimom osiguran je međuprostor koji se nalazi na 5 °C.

Još jedan ambijentalni čimbenik kojeg je potrebno regulirati i nadzirati jer jako utječe na uvijete rada i subjektivni osjećaj komfora radnika, ali i na robu unutar skladišta je vlažnost zraka. Ako je vlažnost zraka RH veća od 50% doći će do korozije proizvoda to je bitno ako se skladište proizvodi pakirani u limenke. Preporuka za vlažnost zraka u rasponu od 30 % do 70 % RH jako malo djeluje na operativnu temperaturu te ne izaziva termalnu neugodu. Raspon od 40 % do 60 % RH kod čovjeka izazvat će osjećaj termalne ugone.

Smjernice za dizajn radnog okoliša viličara :

- Osigurati ergonomijski oblikovano udobno i sigurno sjedeće mjesto,
- Prilagoditi upravljačku kontrolu vozaču viličara,
- Osigurati sjedala koja pružaju udobnost, potporu i zaštitu od vibracija.

Kako bi se osiguralo ergonomijski oblikovano udobno i sigurno sjedeće mjesto, sjedalo uključuje zaštitu nogu i glave te ramena i vrata uslijed prevrtanja viličara, naslon za ruke koji sprječava umor, okretna baza koja smanjuje nepotrebno uvijanje te ponderirani ovjes radi udobnosti skladišnog radnika. Još jedan bitan čimbenik čini potpora za lumbalni dio kralježnice koja se podešava sukladno konturi vozača viličara te omogućuje vozaču potrebnu i ispravnu udobnost prilikom sjedenja i vožnje viličara.

Ako radnik ima sve potrebne informacije na monitoru ispred sebe njegovo će držanje biti pravilnije, a broj naprijed navedenih dinamičkih promjena položaja tijela manji. Upravo radi preglednosti koja je narušena uslijed manipulacije velikih i predimenzioniranih tereta, razvilo se ergonomsko rješenje, uzdižuća kabina za viličare s maksimalnom visinom od 5.5m. Tako se smanjio narušen pogled prema naprijed i omogućila sigurna vožnja. Osim uzdižuće kabine ergonomijski pristup otišao je korak dalje te se patentirao viličar s okretnim sjedalom koji smanjuje uvijanje gornjeg dijela tijela i tako osigurao lumbalni dio kralježnice kod vozača. Lumbalni dio kralježnice predstavlja najveći ergonomijski problem kod vozača viličara ali isto tako i vratna kralježnica skladišnog radnika, upravo iz tog razloga na regalnim viličarima uvela se opcija nagiba cijele kabine što je rezultiralo smanjenju ozljede vrata za 2,5 puta.

Smjernice za smanjenje rizika za nastanak mišićno – koštanog poremećaja (MSD-a):

- Smanjiti kognitivno opterećenje,
- Pojednostaviti zahtjeve zadataka,
- Veća sloboda skladišnog radnika prilikom donošenja odluka,
- Omogućiti profesionalni razvoj,
- Objasniti uloge u radnim zadacima,
- Smanjiti monotone zadatke,
- Pružiti radniku socijalnu podršku.

Osim korištenja viličara u skladišnim operacijama, ručni rad jednako je zastupljen kod skladištenja robe. Najvažniji ergonomijski čimbenici koje je potrebno uzeti u obzir prilikom ručne manipulacije robe su dob i spol. Kod žena najveća dopuštena kilaža bit će 15 kg u rasponu od 19 do 45 godina, dok kod muškaraca u istoj dobnoj skupini čak do 50kg.

Ergonomijski pristup kod ručne manipulacije obuhvaća:

- Način na koji skladišni radnik rukuje teretom,
- Maksimalnu masu tereta s kojom jedan radnik ili dva radnika u paru smiju ručno manipulirati

Osim što skladišni radnik mora paziti kako zahvaća teret radi njegove težine i dimenzija, mora biti upućen tj. educiran kako će rukovati istim. Kod pravilnog načina dizanja i prenošenja skladišni radnik prvo će stati uz teret i okrenuti se u smjeru u kojem će teret pomaknuti, zatim će zauzeti pravilan širok stav radi ravnoteže, čučnuti dovoljno nisko kako bi sigurno uzeo teret te ga krenuti dizati sve dok se noge ne isprave. Prilikom prijenosa prilagoditi tijelo teretu te maksimalno vertikalno ispraviti leđa kako bi se smanjila vjerojatnost ozljede zbog povećanog fizičkog opterećenja lumbalne kralježnice momentom. Ako skladišni radnik koristi ručni paletni viličar potrebno je omogućiti ergonomijski lak doseg bez nepotrebnog savijanja, po mogućnosti u normalnom doseg ruku. Električna nagibna paleta izvedena je s namjerom za sigurno rukovanje jer doseg podizanja ima funkciju kojom omogućuje upravljanje putem upravljačke ručice. Funkcija električne nagibne palete nije samo za podizanje palete već se može koristiti i kao paletni viličar.

Gledajući s ergonomijskog aspekta, najkritičnija operacija u skladištu, komisioniranje predstavlja izazov. Najsigurnija kategorija komisioniranja je kada roba dolazi čovjeku, u kojoj skladišni radnik ima manji udio ručnog rada, raste mu produktivnost te je radno okruženje u potpunosti prilagođeno radniku. Kroz ovaj princip savijanje, uvijanje i kretanje djelatnika svedeno je na minimum što kod komisioniranja gdje čovjek dolazi radi nije slučaj. Komisioniranje čovjek k radi iziskuje kretanje ili vožnju sredstvom unutrašnjeg prijevoza.

Tehnološki razvoj olakšava operacije skeniranja robe u skladištu. Ručno oblikovani skeneri predstavljaju najsigurniji način skeniranja, osim što osiguravaju ruke skladišnog radnika, mogu skenirati artikle u skladištu, pri čemu jedini problem predstavlja vijek baterije. Skeneri na ruci poput sata uklanjaju potrebu za držanjem skenera, tako su ruke skladišnog radnika slobodnije prilikom rada. Još jedno tehnološko dostignuće razvoj je skenera na glavi, u obliku naočala. Ovakav oblik skeniranja smanjuje ozljede vratne kralježnice kao i dodatna savijanja i nepotrebno uvijanje tijela radnika. Nelagodu u radu osjetit će oni radnici koji nisu naučeni nositi naočale te će kontinuiranim korištenjem naočala osjetiti opterećenje na nosu i uhu.

Osim uvođenja raznih tehnologija unutar skladišta sve više se počela primjenjivati robotika. Naprezanje tijela skladišnog radnika smanjuje se uslijed korištenja Exoskeleton tehnologije koja omogućuje podizanje teških tereta te rasterećuje mišiće leđa za više od 40 % pritom omogućavajući lakši rad skladišnom radniku. Već prije spomenut način komisioniranja uslijed kojeg roba dolazi k čovjeku kao jedan od najboljih ergonomijskih čimbenika, razvila se tzv. robotska „ruka“ koja odabire proizvod s police skladišta ali i omogućuje veći doseg. Doseg do 1,491 mm visine i veće dimenzije kod zahvaćanja robe. Robotska „ruka“ može podići teret do 6 kg što je kod pojedinih vrsta skladišta dovoljno za manipulaciju između 90 i 95 % artikala. Upravo širok spektar hvatanja predmeta omogućuje sve veću primjenu robotske „ruke“ u skladištu. Kao i kod većine suvremenih tehnologija, ograničavajući aspekt čini trajanje baterije.

U ovome poglavlju predložena rješenja nisu univerzalno primjenjiva na sve vrste skladišta i svaku robu, te je prije zahvata u rekonstrukciju dizajna skladišnog procesa potrebno izvršiti komparativne ergonomijske analize skladišnog procesa koje uključuju i povratne informacije od korisnika tj. skladišnih radnika.

## 8. ZAKLJUČAK

Ergonomija je znanost koja ima široku primjenu u dizajnu proizvoda, procesa te poboljšavanja dobrobiti čovjeka, kako na radnom mjestu, tako i izvan njega. Pokušavajući smanjiti radno opterećenje kojem su izloženi skladišni radnici tijekom rada u skladištu, a istovremeno pokušavajući unaprijediti izvedbu uz povećanje konkurentnosti, brzine i efikasnosti, razvila se potreba za primjenom različitih tehnoloških i ergonomijskih rješenja.

U radu je na temelju kompilacije i komparacije spoznaja iz stručne i znanstvene literature dokazana hipoteza da se aplikacijom ergonomijskih načela i smjernica systemske i koncepcijske ergonomije na dizajn i upravljanje skladišnim procesima može pozitivno utjecati na cijeli logistički sustav, posebno kod segmenata vezanih uz smanjenje radnog opterećenja i unaprjeđenje izvedbe skladišnih radnika u humanijem i ambijentalno prilagođenom radnom okolišu, a posljedično će se povećati efikasnost i produktivnost, kao i sigurnost radnika prilikom izvođenja skladišnih operacija.

Znanost poput ergonomije razvija se zajedno sa novim tehnološkim dostignućima i novim zanimanjima. Cilj primjene ergonomije je omogućiti optimalnu izvedbu u sustavu čovjek – stroj – okoliš.

Sve je veći napredak u svijetu u sektorima skladištenja i distribucije. Aktivnost kojom robu dovodimo u stanje mirovanja sve većim opsegom posla i sve većom primjenom tehnologija, u središte svih operacija stavljaju skladišnog radnika. Sve veći vremenski pritisci te sve više zadataka koje skladišni radnik treba odraditi istovremeno, dovode u opasnost zdravstveno stanje radnika stoga je utjecaj ergonomijskih čimbenika moguć na nekoliko razina unutar radnog okruženja. Razine se odnose na poduzeće koje ima za cilj smanjiti ozljede i bolesti, zaposlenika koji će imati veće zadovoljstvo i unaprijeđenu izvedbu te okolinu koja rezultira boljim zdravstvenim stanjem stanovništva.

U poglavlju ergonomijske značajke viličara pobliže se opisalo kako najčešće korišteno sredstvo unutarnjeg prijevoza utječe na sigurnost prilikom manipulacije robe. Radi komparativne analize viličara i njegovih ergonomijskih karakteristika, poput kabine, sjedala, volana i dr. kroz poglavlje ergonomija kod ručnog komisioniranja analizirane su mjere kako spriječiti rizike unutarnjeg transporta i rukovanja materijalom, te kako prilagoditi radni okoliš radniku i pritom izbjeći mišićno – koštani poremećaj.

U poglavlju ambijentalnih čimbenika koji mogu utjecati na izvedbu skladišnih radnika izdvojeni su kao dominantni čimbenici temperatura i relativna vlažnost zraka, buka i vibracija te osvjetljenost radnih površina. Navedeni ambijentalni čimbenici čine veliki utjecaj na izvedbu skladišnog radnika. Temperatura skladišta prilagođena je robi koja se skladišti u skladištu. Kako je većini robe potreban poseban temperaturni režim, skladišni radnik morao se prilagoditi ovakvom radnom okolišu. Vibracije i buku nije moguće izbjeći, pogotovo govorimo li o skladištu gdje cirkuliraju viličari, ali ih je potrebno smanjiti na najmanju moguću razinu i po potrebi primijeniti zaštitna sredstva.

Operacije unutar skladišta opisane u poglavlju ergonomija u skladišnim procesima obuhvaćaju prijem roba, pohranu, komisioniranje te otpremu robe. Prijem i otprema robe obuhvaćaju slične radnje skladišnog radnika. Najkompliciraniji radni zadatak unutar skladišta je komisioniranje, gdje se radnik fizički i psihički najviše troši, što se može smanjiti kontinuiranim istraživanjima i ulaganjima u razvoj tehnologije, ali i automatizacijom skladišta. Najviše recentnih pomaka i poboljšanja u tehnološkom segmentu moguće je realizirati upravo za komisioniranje. Uvođenjem novih tehnologija u unutrašnji transport i skladištenje povećala se produktivnost i smanjio se udio ručnog rada skladišnog radnika, ali je to rezultiralo pojačanim psihičkim radnim opterećenjem radnika.

Kroz studiju slučaja opisana je izvedba skladišnih radnika u skladištu smrznute ribe te analizirana razlika radnog okoliša zbog niže temperature s obzirom na skladište normalnog temperaturnog režima. Upravo već prije spomenuta niža temperatura jedan je od ključnih čimbenika prilikom rada unutar skladišta, a ima velik utjecaj na psihičko i fizičko radno opterećenje što je dodatno potvrđeno i kroz anketu skladišnih radnika.



## LITERATURA

- [1] Jurčević, L.T.: „Ergonomija“, Hrvatska tehnička enciklopedija, Portal hrvatske tehničke baštine, 2015. URL: <https://tehnika.lzmk.hr/ergonomija/> (07.05.2021.)
- [2] Sumpor, D.: Ergonomija u prometu i transportu, fakultetski priručnik, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018., ISBN: 978-953-243-108-7, URL: <http://static.fpz.hr/files/Ergonomija-u-prometu-i-transportu-Fakultetski-prirucnik.pdf> (07.05.2021.)
- [3] Rogić, K.: Unutrašnji transport i skladištenje, nastavni materijal, Sveučilište u Zagrebu: Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018. (11.05.2021.)
- [4] Šajnić, I.: „Sigurnost pri radu u skladištu“, Završni rad, Karlovac, 2015. URL: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:012238> (11.05.2021.)
- [5] Noren, A.: „Viličari“, Prometna zona; 2021. URL: <http://www.prometna-zona.com/vilicari/> (18.5.2021.)
- [6] Bond, J.: Modern materials handling ; „Lift Truck Tips: Improving operator ergonomics“, 2012.  
URL: [https://www.mmh.com/article/lift\\_truck\\_tips\\_improving\\_operator\\_ergonomics](https://www.mmh.com/article/lift_truck_tips_improving_operator_ergonomics) (29.05.2021.)
- [7] Krinninger, A. Laury, C. Harm, C.: „Ergonomics“ Linde Material Handling, 2021.  
URL: <https://www.linde-mh.com/en/Linde-Core/> (2.7.2021.)
- [8] Hinz, P.: „Forklift Operator Ergonomics“, 2012. URL: <https://www.adaptalift.com.au/blog/2012-11-30-forklift-operator-ergonomics> (17.05.2021.)
- [9] Kuber, M.P.: „Design and Development of an Ergonomic Hybrid Forklift Seat“, 2020. URL: <https://scholarworks.rit.edu/theses/10392/> (28.05.2021.)
- [10] Kruizeng, S.: „How lean thinking and Smart Trucks solve logistics challenges“, Toyota Material Handling Europe, 2021. URL: <https://toyota-forklifts.eu/solutions/smart-logistics/smart-trucks2/> (2.7.2021.)

- [11] Perttula,P.: Finnish Institute of Occupational Health; „In-house transport and handling“,Finska,URL: [https://oshwiki.eu/wiki/In-house\\_transport\\_and\\_handling#cite\\_note-4](https://oshwiki.eu/wiki/In-house_transport_and_handling#cite_note-4) (12.7.2021.)
- [12] European Agency for Safety and Health at Work: „Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU“, 2019. URL:[https://oshwiki.eu/wiki/Driving\\_for\\_work\\_and\\_MSDs](https://oshwiki.eu/wiki/Driving_for_work_and_MSDs) (12.7.2021.)
- [13] Preventa d.o.o. Centar za integralnu sigurnost, Zagreb, URL: <https://preventa.hr/zastita-na-radu-upit/zastita-na-radu-pri-rucnom-prenosenju-tereta> (16.7.2021.)
- [14] Baron, S. ; Estill, C. F. ; Steege, A. ; Lalach,N. ; National Institute for Occupational Safety and Health: „Simple solutions; ergonomics for farm workers“.2001. no. (NIOSH) 2001-111, URL: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/6407> (18.7.2021)
- [15] Mallat,B.:“Ergonomics and driving“, International RSI, 2016.URL: <https://www.ohcow.on.ca/edit/files/news/2922015/RSI2016ERGO.pdf%5D> (18.7.2021.)
- [16] Kroemer, K.H.E., Grandjean, E.: Ergonomski priručni; Prilagođavanje rada čovjeku, Naklada Slap, Jastrebarsko, 2000. (Original: Kroemer, K.H.E., Grandjean, E.: Fitting the Task to the Human, A Textbook of Occupational Ergonomics, Fifth Edition, Taylor & Francis, London, 1997.) ISBN: 9531910960 (22.7.2021.)
- [17] Bregović,M.: „Istraživanje stanja i trendova ergonomije skladišnih viličara“, Završni rad; Zagreb,2016. URL:[http://repozitorij.fsb.hr/5000/1/Bregovic\\_2016\\_završni\\_preddiplomski.pdf](http://repozitorij.fsb.hr/5000/1/Bregovic_2016_zavrсни_preddiplomski.pdf) (28.7.2021)
- [18] Health and Safety Executive; „Manual Handling Operations Guidelines 1992“, Guidance on Regulations,2013, URL: <https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/l23.pdf> (29.7.2021.)
- [19] Stipišić,L.: „Simulacija mobilnog stroja za aerodromski pretovar paletiziranog tereta“, Diplomski rad; Zagreb 2008. URL: [http://repozitorij.fsb.hr/271/1/26\\_06\\_2008\\_diplomski\\_rad\\_leo\\_stipisic.pdf](http://repozitorij.fsb.hr/271/1/26_06_2008_diplomski_rad_leo_stipisic.pdf) (10.8.2021.)

- [20] Mocan,A. Draghici,A.: „Reducing ergonomic strain in warehouse logistics operations by using wearable computers“,2018. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042818300016> (13.8.2021.)
- [21] Solus group; „Essential Warehouse Equipment for Safety, Ergonomics, and Higher Throughput“,2021. URL: <https://solusgrp.com/blog/post/essential-warehouse-equipment-for-safety-ergonomics-and-higher-throughput.html> (18.8.2021.)
- [22] Puškadija,N.:„Ergonomija ručnog komisioniranja“, Završni rad ;Zagreb,2018. URL:<https://repositorij.fsb.unizg.hr/islandora/object/fsb%3A4110/datastream/PDF/view> (20.08.2021.)
- [23] Vukelić,D.:„Primjena robota u skladišnom poslovanju“, Diplomski rad; Koprivnica, 2020. URL:<https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A3582/datastream/PDF/view> (20.8.2021.)
- [24] Gajšek,B. Šinko,S. Kramberger,T.Butlewski,M.Ozceylan,E.Đukić,G.: „Towards Productive and Ergonomic Order Picking: Multi-Objective Modeling Approach“,2021. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/9/4179/htm> (20.8.2021.)
- [25] Mason, H., Poole, K.; „Clinical Testing and Management of Individuals Exposed to Hand Transmitted Vibration“, Faculty of Occupational Medicine, London, 2004. URL: <https://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr1060.pdf> (28.8.2021.)
- [26] Narodne novine; „Pravilnik o zaštiti na radu radnika izloženih statodinamičkim, psihofiziološkim i drugim naporima na radu“, Ministarstvo zdravstva, NN 73/2021 2021. URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_06\\_73\\_1375.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_06_73_1375.html) (28.08.2021.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz i karakteristike viličara.....	12
Slika 2. Prikaz ergonomski pravilnog sjedala .....	14
Slika 3. Prikaz uzdižuće kabine.....	17
Slika 4. Linde viličar sa zaokretnim sjedalom.....	18
Slika 5. Toyota viličar s nagibom cijele kabine .....	19
Slika 6. Prikaz pravilnog rukovanja teretom .....	22
Slika 7. Prikaz pravilnog korištenja paletnog viličara.....	25
Slika 8. Prikaz LT10M ručnog nagiba palete i LT10Eelektrični nagib palete.....	26
Slika 9. Čimbenici koji utječu na vrijeme odabira narudžbe, potrošnju energije i zdravstveni rizik .....	40
Slika 10. Skeniranje robe u skladištu primjenom skenera montiranog na naočale .....	45
Slika 11. Skeniranje oblikovano rukom .....	46
Slika 12. Prikaz Fetch robotske ruke.....	48
Slika 13. Prikaz načina pakiranja zamrznute ribe .....	50
Slika 14. Korištenje leda prilikom održavanja temperature robe .....	51

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Najveća dozvoljena masa tereta (kg) glede spola i dobi radnika .....	23
Tablica 2. Stockholmski sustav klasifikacije vibracijskih sindroma šake i ruke - vaskularna komponenta .....	30
Tablica 3. Primjeri i preporuke za osvjetljenost radnih površina.....	31

## POPIS OZNAKA I MJERNIH JEDINICA

Oznaka	Mjerna jedinica	Opis ili definicija
D	%	Doza buke kao postotak preporučene dnevne doze ekvivalentne razine buke u normaliziranom vremenskom periodu izloženosti prema nekom kriteriju
E	lx	Osvjetljenost radnih površina ili iluminacija
f	Hz	Frekvencija zvučnoga vala
L	dB(A)	Trenutačna razina buke, preporučena dnevna razina izloženosti
Lc	dB(A)	Kritična razina buke po nekom kriteriju ( NIOSH)
Lekv	dB(A)	Ekvivalentna razina buke u nekom vremenskom periodu izloženosti
RH	%	Relativna vlažnost zraka u radnom okolišu

## POPIS KRATICA

LED	engl. Light Emitting Diode	Svjetleća dioda
MSD	eng. Musculoskeletal disorders	Mišićno koštani poremećaj
NIOSH	eng. National Institute for Occupational Safety and Health	Nacionalni institut medicine rada i zaštite na radu
RFID	eng. Radio frequency identification	Radiofrekvencijska identifikacija

## PRILOZI

### PRILOG 1 – Anketa skladišnih radnika

1. Datum rođenja - mjesec, dan, godina
2. Spol – muški, ženski
3. Unesite vašu masu u kg
4. Unesite vašu stojeću visinu u cm
5. Godine radnog staža u skladišnim poslovima ?
6. Rukujete li ručnim kolicima u skladištu ? Ponuđeni odgovor : Da, rijetko, ne
7. Na skali od 1 do 5 ocijenite koliki je napor uslijed ručnog rada s teretom?  
Ponuđeni odgovor: visoka razina napora- 1,2,3,4,5,-niska razina napora
8. Koristite li viličar prilikom obavljanja poslova unutar skladišta ?  
Ponuđeni odgovor : da, rijetko, ne
9. Ukoliko koristite viličar, koliko godina iskustva imate u vožnji viličara ?
10. Postoji li u vašem skladištu noćni rad/ rad u smjenama? Ponuđeni odgovor: da, ne
11. Navedite koliko najviše radnih dana u tjednu radite noćnu smjenu ili smjenu koja sadrži rad noću od 00:00 do 5:00h ujutro
12. Navedite koliko u prosjeku mjesečno radite noćnu smjenu ili smjenu koja sadrži noćni rad od 00:00 do 5:00 h ujutro
13. Smatrate li da je glazba u skladištu ugodna za rad ? Ponuđeni odgovor: da, ponekad, ne
14. Ocijenite razinu buke u skladištu :  
Visoka razina buke koja ometa u radu  
Srednja razina buke koja ne ometa u radu  
Niska, ugodna razina buke tijekom rada
15. Radite li u skladištu pod posebnim temperaturnim režimom ? Ponuđeni odgovor: da, ne
16. Ocijenite radnu temperaturu u skladištu :  
Vrlo neugodna visoka temperatura  
Ugodna radna temperatura  
Vrlo neugodna niska radna temperatura
17. Ocijenite relativnu vlažnost skladišta



Vrlo suh zrak, naporno disanje

Ugodna relativna vlažnost u skladištu

Vrlo vlažan zrak, naporno disanje

18. Koje radno opterećenje NAJVIŠE primjećujete tijekom rada u skladištu?

Fizičko (umor i/ili bolovi kao posljedica rada)

Psihičko (stres i/ili zasićenje poslom)

Senzorno (umor vida, privremeni gubitak sluha)

19. Koliko često idete na bolovanje ?

20. Da li su razlozi vašeg bolovanja vezani uz rad u skladištu ?

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

#### IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom Ergonomska prosudba skladišnog procesa , u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu 8.9.2021.

Studentica:

Ana Špehar

(potpis)