OCRA metoda za ergonomsku procjenu rizika radnih zadataka

Miko, Marin

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:692234

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Marin Miko

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Dr. sc. Goran Đukić, dipl. ing.

Student:

Marin Miko

Zagreb, 2021.

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

Zahvaljujem se svom mentoru dr. sc. Goranu Đukiću na pruženoj pomoći, strpljenju i savjetima tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se i svojoj obitelji na podršci i poticaju tijekom studiranja.

Hvala i svim prijateljima koji su bili uz mene i tako mi uljepšali studiranje.

Marin Miko

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske radove studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum:	Prilog:
Klasa: 602-04/21-6/1	
Ur. broj: 15-1703-21	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **MARIN MIKO** Mat. br.: 0035201712

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **OCRA metoda za ergonomsku procjenu rizika radnih zadataka**

Naslov rada na engleskom jeziku: **OCRA method for ergonomic risk assessment of work tasks**

Opis zadatka:

S obzirom na značaj ergonomije u oblikovanju i analizi radnih zadataka, posebice u smanjivanju rizika za mišićno-koštane poremećaje (MSD) i ozljede, u primjeni su za procjene rizika brojne različite metode. Metode OCRA (The Occupational Repetitive Actions) sastoje se od OCRA Index i OCRA checklist metoda i predložene su za analizu rizika opterećenja gornjeg dijela tijela uslijed ponavljajućih zadataka.
U radu je potrebno:
- uvodno prikazati područje ergonomije i značaj u smanjenju i prevenciji bolesti mišićno-koštanog sustava, uz kratko pregled metoda ergonomskih procjena rizika od ozljeda
- detaljno prikazati OCRA metode, uz ilustracije procedure korištenja na manjim primjerima
- temeljem analize dostupnih izvora dati prikaz usporedbe OCRE metoda s ostalim metodama
- temeljem analize dostupnih izvora dati prikaz primjene OCRE metoda i rezultata u provedenim istraživanjima i primjerima studija slučaja
- na odabranom konkretnom primjeru analizirati radni proces (ponavljajuće zadatke i rizik od ozljeda) primjenom OCRA metoda te dati prijedlog unapređenja ili odgovarajuće zaključke.

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

Zadatak zadan: 30. rujna 2021.

Rok predaje rada: 2. prosinca 2021.

Predviđeni datum obrane: 13. prosinca do 17. prosinca 2021.

Zadatak zadao: prof. dr. sc. Goran Đukić

Predsjednica Povjerenstva: prof. dr. sc. Biserka Runje

SADRŽAJ

SADRŽAJ I
POPIS SLIKA IV
POPIS TABLICA VI
POPIS KRATICA VIII
POPIS OZNAKA X
SAŽETAK XI
SUMMARY XII
1. UVOD 1
2. ERGONOMIJA 2
2.1. Povijest ergonomije 4
2.2. Ergonomski principi 6
2.3. Mišićno-koštani poremećaji 10
2.3.1. Čimbenici rizika za mišićno-koštane poremećaje 12
2.3.2. Procjena rizika 14
2.3.3. Plan sprječavanja ergonomskih rizika 14
2.3.4. Sindrom karpalnog tunela 17
2.4. Rješenja za uobičajene prepreke uvođenju ergonomije na radna mjesta 18
2.5. Prednosti ergonomije 18
2.6. Najčešće korištene metode za analizu procjene rizika 19
3. OCRA (*The Occupational Repetitive Actions*) METODE 21
3.1. Općenito o OCRA metodama 22
3.2. OCRA struktura 22
3.3. OCRA indeks 23
3.3.1. Konstanta frekvencije djelovanja, k_F 24
3.3.2. Faktor sile, F_M 24
3.3.3. Faktor pozicije ili položaja F_p 26

3.3.4. Faktor ponavljanja R_{eM} ... 27
3.3.5. Dodatni faktor A_M ... 27
3.3.6. Određivanje referentnog broja ... 28
3.3.7. Faktor oporavka R_{cM} ... 28
3.3.8. Faktor trajanja t_M ... 30
3.3.9. OCRA indeks klasifikacija ... 31
3.3.10. OCRA indeks metoda u slučaju više različitih ponavljajućih zadataka ... 32
3.3.11. Primjer izračuna OCRA indeksa ... 33
3.4. OCRA kontrolna lista ... 34
3.4.1. Faktor trajanja ... 36
3.4.2. Aktivnosti ruku i frekvencije radnji ... 37
3.4.3. Tipovi prekida na radnom mjestu ... 37
3.4.4. Prisutnost dodatnih faktora ... 38
3.4.5. Prisutnost radnih aktivnosti uključujući ponovljivu silu u šakama/rukama ... 39
3.4.6. Prisutnost neprirodnih položaja i pokreta ... 39
3.4.7. Primjer za OCRA kontrolnu listu ... 42
4. OCRA STUDIJA SLUČAJA U INDUSTRIJI AGRUMA U ITALIJI ... 48
4.1. Radnici koji su sudjelovali u ispitivanju ... 49
4.2. Opis studije ... 50
4.3. Opis zadataka ... 51
4.3.1. Obrada tla ... 51
4.3.2. Gnojidba ... 52
4.3.3. Primjena pesticida ... 52
4.3.4. Obrezivanje ... 53
4.3.5. Berba ... 54
4.4. Prijedlog poboljšanja ... 54

4.5. Zaključak studije 54

5. USPOREDBA VERTIKALNOG I HORIZONTALNOG OKRETNOG REGALA S ERGONOMSKOG STAJALIŠTA PRIMJENOM OCRA METODE 57

5.1. Vertikalni karusel 62

5.1.1. Izračun OCRA indeksa za vertikalni karusel 63

5.1.2. Izračun OCRA indeksa za sustav vertikalnih karusela 66

5.2. Horizontalni karusel 69

5.2.1. Izračun OCRA indeksa za horizontalni karusel 70

5.2.2. Izračun OCRA indeksa za sustav horizontalnih karusela 73

5.3. Usporedba horizontalnog i vertikalnog karusela 76

ZAKLJUČAK 78

LITERATURA 79

PRILOZI 81

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz djelovanja ergonomije [1] 2
Slika 2. Prikaz značaja ergonomije [2] 3
Slika 3. Prikaz therbliga [1] 4
Slika 4. Organizacija alata i radnog mjesta [4] 5
Slika 5. Prikaz nepravilnog dizanja tereta [6] 7
Slika 6. Prihvat predmeta [6] 8
Slika 7. Prikaz dizanja predmeta [6] 9
Slika 8. Prikaz spuštanja predmeta [6] 9
Slika 9. Prikaz ligamenata koljena [8] 10
Slika 10. Prikaz mišića i tetiva nadlaktice [9] 11
Slika 11. Prikaz diskova [7] 11
Slika 12. Razlika između sjedenja na stolici i na pilates lopti [12] 15
Slika 13. Prikaz karpalnog tunela [13] 17
Slika 14. Prikaz izračuna broja sati bez oporavka [16] 30
Slika 15. Izračun konačnih bodova za OCRA kontrolnu listu [14] 41
Slika 16. Prikaz popunjenih tablica za organizacijski opis zadatka 42
Slika 17. Prikaz popunjene tablice za odabir faktora trajanja 43
Slika 18. Prikaz popunjene tablice za odabir bodova za oporavak 43
Slika 19. Prikaz popunjene tablice za odabir bodova za frekvenciju 44
Slika 20. Prikaz popunjene tablice za odabir dodatnih bodova 45
Slika 21. Prikaz popunjene tablice za odabir bodova za silu 45
Slika 22. Prikaz popunjene tablice za odabir bodova za položaj 46
Slika 23. Prikaz izračuna 47
Slika 24. Prikaz agruma [19] 48

Slika 25. Broj radnika po kategorijama [17] 49

Slika 26. Uzorkovani radnici [17] 50

Slika 27. Obrada tla [17] 51

Slika 28. Primjer rasipača umjetnog gnojiva [20] 52

Slika 29. Primjer motorne prskalice [21] 53

Slika 30. Obrezivanje motornom pilom [17] 53

Slika 31. Rizik od mišićno-koštanih poremećaja definiranih OCRA metodom kontrolne liste koji su označeni vodoravnim linijama prema definiranim bodovima rizika uz označena područja te prikaz i usporedba radnih zadataka i način na koji su se ti zadaci izvršavali [17] 56

Slika 32. Konsolidacija [22] 59

Slika 33. Razbijanje / pregrupiranje [22] 59

Slika 34. Miješano skladište [22] 59

Slika 35. Osnovne zone skladišta [22] 60

Slika 36. Najveća dozvoljena masa tereta u kilogramima glede na spol i dob radnika [24] 61

Slika 37. Primjer vertikalnog karusela [25] 62

Slika 38. Ušteda prostora vertikalnim karuselom [26] 63

Slika 39. Položaj prilikom rada na vertikalnom karuselu [25] 64

Slika 40. Neki od sustava vertikalnih karusela [27] 66

Slika 41. Horizontalni karusel [28] 69

Slika 42. Ušteda prostora horizontalnim karuselom [29] 70

Slika 43. Prikaz razina horizontalnog karusela [30] 72

Slika 44. Prikaz sustava horizontalnih karusela [25] 75

POPIS TABLICA

Tablica 1. Primjer primjene ergonomskih rješenja [7] 16

Tablica 2. Prikaz prepreka i rješenja zbog opiranja ergonomiji [7] 18

Tablica 3. Prikaz i usporedba najčešće korištenih metoda za analizu položaja tijela pri radu [1] 19

Tablica 4. Borgova ljestvica [15] 25

Tablica 5. Odabir faktora sile [14] 25

Tablica 6. Odabir faktora pozicije [14] 26

Tablica 7. Odabir faktora pozicije zbog pozicije ramena [14] 27

Tablica 8. Odabir faktora pozicije zbog pozicije ramena [14] 27

Tablica 9. Odabir faktora ponavljanja [14] 27

Tablica 10. Odabir faktora oporavka [14] 29

Tablica 11. Prikaz procjena vremena bez adekvatnog oporavka [16] 30

Tablica 12. Odabir faktora trajanja [14] 31

Tablica 13. OCRA indeks klasifikacija [14] 32

Tablica 14. Određivanje neto iskoristivog vremena [16] 35

Tablica 15. Neto vrijeme ciklusa i usporedba sa stvarnim vremenom ciklusa [16] 36

Tablica 16. Odabir faktora trajanja [16] 36

Tablica 17. Aktivnosti ruku i frekvencije radnji [16] 37

Tablica 18. Tipovi prekida [16] 38

Tablica 19. Dodatni faktori [16] 38

Tablica 20. Razine sila prema Borgovoj ljestvici [16] 39

Tablica 21. Kategorije neprirodnih položaja [16] 40

Tablica 22. Klasifikacija bodova OCRA kontrolne liste [16] 41

Tablica 23. Usporedba OCRA indeksa i OCRA kontrolne liste [16] 41

Tablica 24. Sinoptički prikaz uzgoja agruma u Kalabriji [18] 48

Tablica 25. Bodovi OCRA kontrolne liste za različite poslove u studiji [17]..... 55

Tablica 26. Broj preporučenih tehničkih radnji za privlačenje predmeta iz jednog vertikalnog karusela..... 64

Tablica 27. Broj preporučenih tehničkih radnji za izuzimanje predmeta iz jednog vertikalnog karusela..... 64

Tablica 28. Vrijeme ciklusa za obavljanje zadatka iz jednog vertikalnog karusela kao količnik neto vremena u sekundama i broja zadataka 65

Tablica 29. Određivanje broja preporučenih tehničkih radnji..... 65

Tablica 30. OCRA indeks za određenu masu predmeta prema faktoru sile za privlačenje predmeta 66

Tablica 31. Broj preporučenih tehničkih radnji za privlačenje predmeta iz sustava vertikalnih karusela..... 67

Tablica 32. Broj preporučenih tehničkih radnji za izuzimanje predmeta iz sustava vertikalnih karusela..... 67

Tablica 33. Vrijeme ciklusa za obavljanje zadatka iz sustava vertikalnih karusela kao količnik neto vremena u sekundama i broja zadataka 68

Tablica 34. Određivanje broja preporučenih tehničkih radnji za sustav vertikalnih karusela . 68

Tablica 35. OCRA indeks za određenu masu predmeta prema faktoru sile za privlačenje predmeta za sustav vertikalnih karusela 68

Tablica 36. Preporučeni broj tehničkih radnji s obzirom na razine..... 71

Tablica 37. Izračun OCRA indeksa za različite razine horizontalnog karusela kao količnik $n_{ATA\ i}$ n_{RTArj}..... 72

Tablica 38. Preporučeni broj tehničkih radnji s obzirom na razine kod sustava..... 74

Tablica 39. Izračun OCRA indeksa za različite razine sustava horizontalnih karusela kao količnik $n_{ATA\ i}$ n_{RTArj} 75

POPIS KRATICA

Kratica	Opis
ASRS	Automatski sustav za skladištenje i pronalaženje *(eng. Automatic Storage and Retrieval System)*
ATA	Stvaran broj tehničkih radnji u smjeni *(eng. Actual Technical Actions carried out in the shift).*
BPP	Osnovna cijena proizvodnje *(eng. Basic Price Production)*
DMQ	Nizozemski mišićno-koštani upitnik *(eng. Dutch Musculoskeletal Questionnaire).*
IEA	Međunarodno udruženje za ergonomiju *(eng. International Ergonomics Association)*
KIM	Metoda ključnog pokazatelja *(eng. Key Indicator Methods).*
LMM	Uređaj za praćenje pokreta lumbalnog dijela *(eng. Lumbar Motion Monitor).*
MODAPTS	Modularno uređenje unaprijed određenih vremenskih standarda *(eng. Modular Arrangement of Predetermined Time Standards).*
MVC	Standardizirana metoda mjerenja mišićne snage *(eng. Maximum voluntary contraction)*
NIOSH	Nacionalni institut za zaštitu na radu *(eng. The National Institute for Occupational Safety and Health).*
OCRA	Metoda za ergonomsku procjenu rizika ponavljajućih radnih zadataka *(eng. The Occupational Repetitive Actions).*
OSHA	Organizacija koja se bavi sigurnošću na radnom mjestu *(eng. Occupational Safety and Health Administration).*
OWAS	Sustav za procjenu držanja tijela *(eng. Ovako Working Posture Asessment System).*
PDA	Analiza fizičkih zahtjeva *(eng. Physical Demands Analysis).*

PLIBEL	Metoda za pronalazak ergonomskih opasnosti *(swe. Plan for Identifiering av Belastningsfaktorer).*
QEC	Popis za brzu ekspoziciju *(eng. Quick Exposure Checklist).*
REBA	Brza procjena cijelog tijela *(eng. Rapid Entire Body Assessment).*
RTA	Preporučen broj tehničkig radnji u smjeni *(eng. Recommended Technical Actions in the shift).*
RULA	Brza procjena gornjih udova *(eng. Rapid Upper Limb Assessment).*
SI	Indeks naprezanja *(eng. Strain Indeks).*
SMART	Metoda bodovanja za procjenu ponavljajućih zadataka *(eng. Scoring Method For Assessment Of Repetitive Tasks).*

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
n_{ATA}	-	Broj tehničkih radnji koje su stvarno provedene tijekom radne smjene.
n_{RTA}	-	Broj tehničkih radnji koje se izričito preporučuju.
n	-	Broj ponavljajućih radnji tijekom smjene.
j	-	Ponavljajuća radnja.
k_f	tehnička radnja / min	Frekvencijska konstanta za tehničke radnje u minuti (= 30).
F_M	-	Faktor sile za svaku ponavljajuću radnju.
P_M	-	Faktor pozicije ili položaja za svaku ponavljajuću radnju.
R_{eM}	-	Faktor ponavljanja za svaku ponavljajuću radnju.
A_M	-	Dodatni faktor za svaku ponavljajuću radnju.
t	min	Neto trajanje svake ponavljajuće radnje.
R_{cM}	-	Faktor oporavka.
t_M	-	Faktor trajanja.
n_{RPAj}	-	Broj tehničkih radnji koje se izričito preporučuju za određenu tehničku radnju.
F_{Mj}	-	Faktor sile za određenu ponavljajuću tehničku radnju.
P_{Mj}	-	Faktor pozicije ili položaja za određenu ponavljajuću tehničku radnju.
R_{eMj}	-	Faktor ponavljanja za određenu ponavljajuću tehničku radnju.
A_{Mj}	-	Dodatni faktor za određenu ponavljajuću tehničku radnju.
t_j	min	Neto trajanje određene tehničke radnje.
$n_{RPA,tot}$	-	Ukupan broj preporučenih tehničkih radnji u smjeni.

SAŽETAK

Tema ovog diplomskog rada je OCRA metoda za ergonomsku procjenu rizika ponavljajućih radnih zadataka. Zbog lakšeg razumijevanja područja prvo se opisuje ergonomija i njezin značaj u prevenciji mišićno-koštanih poremećaja koji se javljaju na radnim mjestima zbog nepravilnog pozicioniranja i držanja prilikom obavljanja radnih zadataka tj. zbog loše ergonomski oblikovanih prostora. U ovom radu se naglašava bitnost ergonomije u oblikovanju radnog prostora i utjecaja na zdravlje. Nakon upoznavanja s ergonomijom i mišićno-koštanim poremećajima slijedi detaljan opis OCRA metoda uz kratke primjere. Uz to slijedi i studija slučaja u proizvodnji agruma gdje se primijenila OCRA metoda za otkrivanje najrizičnijih radnih zadataka. Na kraju rada je prikazan konkretan primjer i ergonomska analiza pomoću OCRA metode te razlika između komisioniranja iz vertikalnog i horizontalnog karusela na određenom radnom mjestu uz izračun te zaključak.

Ključne riječi: ergonomija, mišićno-koštani poremećaji, OCRA metoda, vertikalni karusel, horizontalni karusel

SUMMARY

The topic of this thesis is the OCRA method for ergonomic risk assessment of repetitive work tasks. For easier understanding of the field, ergonomics and its importance in the prevention of musculoskeletal disorders that occur in the workplace due to improper positioning and posture when performing work tasks, ie due to poorly ergonomically designed spaces, are first described. This paper emphasizes the importance of ergonomics in the design of the work space and the impact on health. After getting acquainted with ergonomics and musculoskeletal disorders, a detailed description of the OCRA method follows with brief examples. This is followed by a case study in citrus production where the OCRA method was applied to detect the most risky work tasks. At the end of the paper, a concrete example and ergonomic analysis using the OCRA method and the difference between commissioning from the vertical and horizontal carousel at a particular workplace with the calculation and conclusion are presented.

Key words: ergonomics, musculoskeletal disorders, OCRA method, vertical carousel, horizontal carousel

1. UVOD

Tema ovog diplomskog rada je OCRA metoda za ergonomsku procjenu rizika ponavljajućih radnih zadataka, prvenstveno zbog ubrzanog načina života i visokih zahtjeva poslodavaca koji uzrokuju razne probleme s kojima se suočavaju današnji radnici. Svrha ovog rada je prikazati važnost znanja i svijesti o potencijalnim problemima koji se mogu pojaviti tijekom obavljanja svakodnevnih aktivnosti na radnom mjestu.

Za lakše razumijevanje područja najprije se opisuje ergonomija, njezina povijest, nastajanje i prve primjene u radu. Zatim se spominju ergonomski principi koji bi se morali poštovati da ne dođe do mišićno-koštanih poremećaja. Nadalje se govori o značaju ergonomije u prevenciji mišićno-koštanih poremećaja uz kratak opis kako uopće dolazi do mišićno-koštanih poremećaja, što su i koji su najčešći simptomi i poremećaji koji se javljaju. U radu se spominju i čimbenici koji najviše utječu na mišićno-koštane poremećaje koji se javljaju na radnim mjestima te njihova procjena i sprječavanje uz nekoliko primjera ergonomskih rješenja.

Nakon upoznavanja s ergonomijom, mišićno-koštanim poremećajima i nakon prikaza nekih od metoda slijedi detaljan prikaz OCRA indeks i OCRA kontrolna lista metoda uz opis, razradu, objašnjenja te kratke primjere primjene i korištenje tih metoda.

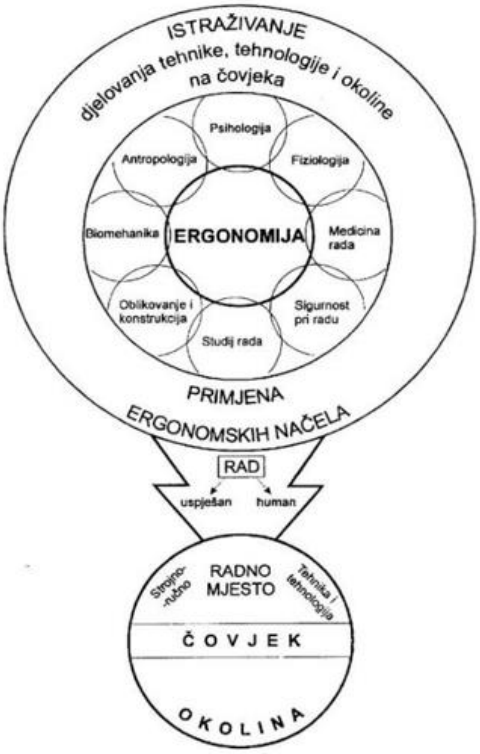
Uz to slijedi i studija slučaja u proizvodnji agruma u Italiji u poznatoj regiji Kalabrija gdje su stručnjaci primijenili OCRA kontrolna lista metodu za otkrivanje najrizičnijih radnih zadataka uz odgovarajuće zaključke.

Na kraju rada je prikazan konkretan primjer i ergonomska analiza te razlika između komisioniranja iz vertikalnog i horizontalnog karusela na određenom radnom mjestu uz izračun i odgovarajuće zaključke.

2. ERGONOMIJA

Ergonomija je područje u kojem se multidisciplinarnim istraživanjem i donošenjem ergonomskih načela usklađuju odnosi u sustavu čovjek-radno mjesto-radna okolina sa svrhom da se rad prilagodi čovjeku. U postupku prilagođavanja rada čovjeku sudjeluje mnogo različitih stručnjaka, a to su: antropolozi, psiholozi, fiziolozi, biomehaničari, medicinari rada, konstruktori, projektanti i inženjeri koji se bave studijom rada i sigurnošću na radu, [Slika 1]. Ergonomisti su stručnjaci koji sudjeluju u oblikovanju i vrednovanju zadataka, poslova, proizvoda, okoliša i sustava tako da postanu kompatibilni sa sposobnostima i ograničenjima čovjeka. Osnovi zadatak ergonomije je prilagođavanje rada čovjeku i to na tri načina:

- prilagođavanjem strojeva i alata koji moraju biti projektirani tako da podupiru čovjeka i njegove anatomske, fiziološke i psihofiziološke karakteristike,
- prilagođavanjem metoda rada čovjeku uzimajući u obzir radne položaje i pokrete te podjelu rada, organizaciju i
- prilagođavanjem uvjeta radne okoline. [1]



Slika 1. Prikaz djelovanja ergonomije [1]

Prilagođavanjem rada čovjeku postiže se povećanje produktivnosti, smanjenje psihofizičkog opterećenja radnika, smanjenje broja profesionalnih oboljenja i osiguravanje efikasnosti i sigurnosti na radu. Ergonomija nastoji smanjiti umor i ozljede, uz povećanje udobnosti, produktivnosti, zadovoljstva i sigurnosti na poslu, jer ozljede na poslu nisu neizbježne, a dobro osmišljen posao ne smije naškoditi radnicima. Ergonomija je važna jer prilikom obavljanja radnog zadatka ljudsko tijelo je pod stresom zbog neugodnog držanja, ekstremne temperature, ponavljajućeg kretanja, itd., a time je pogođen mišićno-koštani sustav. Ljudsko tijelo može početi osjećati simptome kao što su umor, nelagoda i bol, što mogu biti prvi znakovi mišićno-koštanog poremećaja. Zbog toga su se i razvile metode ergonomskih procjena rizika od ozljeda jer čovjek prilikom obavljanja raznih zadataka na radnom mjestu u radnoj okolini mora biti u centru pažnje, [Slika 2]. [1]

Slika 2. Prikaz značaja ergonomije [2]

U ovoj cjelini nakon uvodnog opisa područja će se nadalje prikazati povijest i prvi načini organizacije rada i radnog mjesta u svrhu pridonošenja zdravlju čovjeka. Nakon toga slijedi prikaz ergonomskih principa koji bi se morali poštivati da uopće ne bi došlo do rizika za zdravlje. Kao uvod u poglavlje o mišićno-koštanim poremećajima će se prikazati jedna od najkritičnijih aktivnosti na radnom mjestu, a to je pravilno dizanje tereta koje ima veliki rizik za zdravlje ako se radi na pogrešan način. Dalje u poglavlju slijedi prikaz mišićno-koštanih poremećaja tj. na koje dijelove tijela najviše utječu uz kratak opis i prikaz. Zatim slijede neka ergonomska rješenja, primjeri te prednosti i značaj ergonomije na radnom mjestu. Poglavlje završava s pregledom ergonomskih metoda za procjenu rizika kao uvod u OCRA metode.

2.1. Povijest ergonomije

Postoje mnogi primjeri u povijesti koji govore o primjeni ergonomije u oblikovanju predmeta, alata ili načina obavljanja rada.

Hipokrat (460-370 pr.n.e.) iznosi konkretne preporuke za oblikovanje radne okoline kirurga gdje preporučuje rad u sjedećem ili stojećem položaju s obzirom na vrstu operacije, uz prikazan relativan položaj kirurga i pacijenta, smjer i izvor svjetla, razmještaj i dimenzije instrumenata čime se osigurava lakoća korištenja. [1]

Frank Bunker Gilbreth (1868.-1924.) i Lilian Gilbreth (1878.- 1972.) poznati su po svom radu u području studija vremena i pokreta. Oni su napravili podjelu osnovnih pokreta u 18 podvrsta i nazvali ih Therblig, [Slika 3]. Svakom pokretu je uz naziv dodijeljen simbol i boja, za jednostavnije praćenje i opisivanje pokreta ruku, što ujedno predstavlja prvi sustav opisivanja radnih zadataka i načina izvođenja rada, ali bez vremenskih vrijednosti pojedinih pokreta. [1]

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

Slika 3. Prikaz therbliga [1]

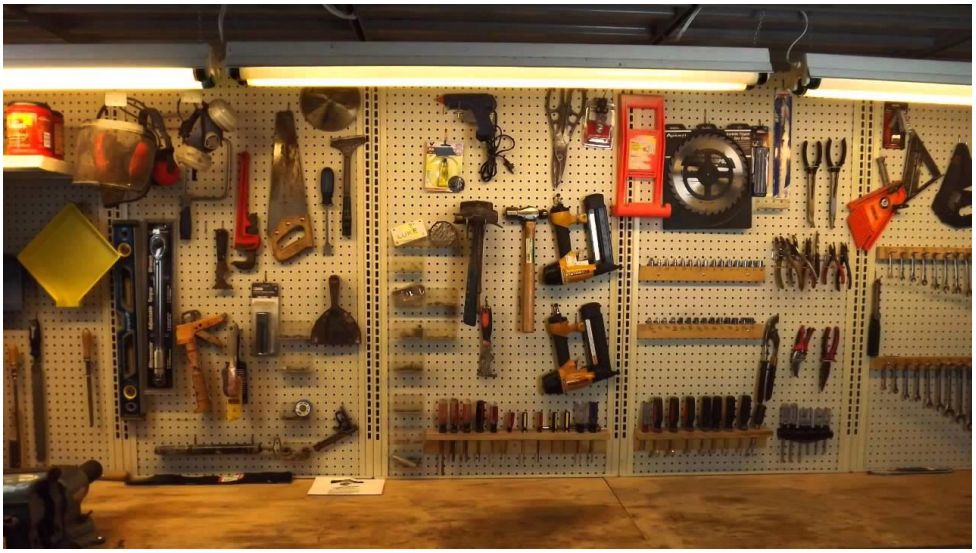
Ralph M. Barnes je nastavio s radom i proširio Gilbrethove osnovne principe racionalizacije pokreta na 14 načela koja se primjenjuju kada se želi optimalno oblikovati radno mjesto, a ona se dijele na:

- 6 načela oblikovanja alata i opreme i
- 8 načela vezanih za uređenje radnog mjesta [1].

Ta načela su nastala kako bi se postigli optimalni pokreti radnika, bolji radni uvjeti, ugodniji osjećaj u radnoj okolini i na radnom mjestu.

Barnesova načela oblikovanja alata i opreme govore o tome kako mora biti oblikovan alat i oprema da ga radnik s lakoćom koristi i da je minimalno izložen riziku zdravlja, [Slika 4]. Ta načela su:

1. Ruke se moraju što je više moguće rasteretiti držanja stvari radom stezaljki, kalupa ili drugih pomoćnih naprava.
2. Kombinacija različitih alata.
3. Alati moraju biti namješteni na fiksna mjesta, na primjer pomoću ovjesnih odvijača jer to smanjuje vrijeme potrebno za njihovo uzimanje i vračanje.
4. Kada svi prsti sudjeluju u operacijama, potrebna energija se mora podijeliti prema mogućnostima svakog prsta.
5. Oblik drški alata mora biti usmjeren na maksimalan kontakt s rukom, tj. moraju pružiti ruci čvrst stisak. To je posebno važno za ručke na koje se izlažu velike sile ili za manje poslove koji zahtijevaju veliku preciznost. Za lagane montažne ručke, ručka odvijača bi trebala biti manja pri kraju.
6. Poluge, ručke, šipke, žbice i ručni kotačići moraju biti u takvom položaju da operater može raditi na njima uz najmanju moguću promjenu položaja tijela i uz najveću mehaničku prednost. [3]



Slika 4. Organizacija alata i radnog mjesta [4]

Za uspješno oblikovanje rada potrebno je poznavati čovjeka i njegove mogućnosti kod izvođenja rada, kao i karakteristike radnog mjesta i radne metode pri čemu je potrebno osigurati normalne uvjete radne okoline.

Barnesova načela za uređenje radnog mjesta govore o tome kako bi trebalo biti uređeno radno mjesto da ga radnik s lakoćom koristi i da je minimalno izložen riziku zdravlja. Ta načela su:

1. Svi alati i materijali moraju imati fiksno mjesto, tako da ih operater može slijepo pronaći.
2. Alati, materijali i mjerni instrumenti moraju biti postavljeni blizu operatera tj. na dohvat ruke.
3. Materijali se po mogućnosti moraju rasporediti u takav položaj da se gravitacija može koristiti za dovođenje dijelova i materijala blizu mjesta rada i uporabe.
4. Gravitacija se mora upotrijebiti ako je moguće za uklanjanje materijala i proizvoda s radnog mjesta.
5. Alati i materijali moraju biti postavljeni na takav način da će logički proizvesti najbolji slijed pokreta.
6. Moraju se poduzeti sve mjere za promicanje dobre vidljivosti, a to su dobro osvjetljenje i dobro prilagođene boje.
7. Visina radne stanice i stolice za operatera po mogućnosti moraju biti takvi da se rad može obaviti jednako lako stojeći kao i u sjedećem položaju.
8. Stolica mora biti prilagodljiva građi i zahtjevima tijela radnika tj. imati mogućnost podešavanja visine i naslona, uz to operater mora biti poučen pravilnoj uporabi stolice. [3]

Pravilnim organiziranjem i postavljanjem radnog mjesta radnik je produktivniji, zadovoljniji i lakše obavlja radne zadatke i uz to je manje izložen riziku za zdravlje.

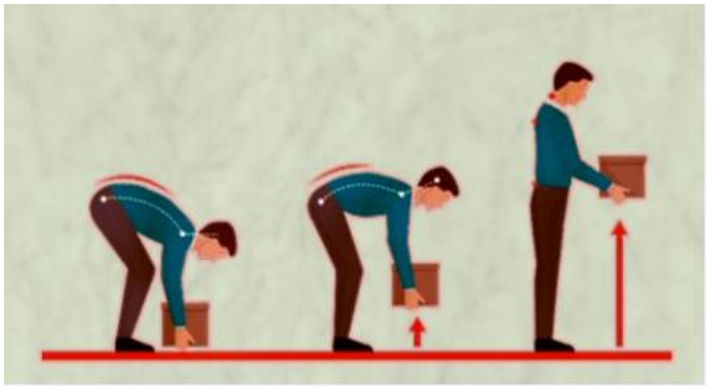
2.2. Ergonomski principi

Da bi se spriječile ozlijede ergonomisti su predložili neke ergonomske principe koji bi se trebali poštivati u radnom okruženju prilikom obavljanja radnih zadataka. Neki od navedenih principa odnose se samo na određena zanimanja, a većina ih se odnosi na različite industrije.

Osnovni ergonomski principi su:

- pravilno držanje,
- održavanje urednih radnih prostora kako bi se spriječili padovi,
- pravilno dizanje tereta,
- nošenje predmeta u razini snage tj. između sredine prsa i sredine bedara,
- predmeti koji se nose trebaju imati odgovarajuća mjesta za prihvat,
- kad god je moguće primijenite guranje umjesto povlačenja,
- rotiranje zadataka. [5]

Najveći problem mišićno-koštanih ozljeda zbog ne poštivanja jednog od ergonomskih principa je pravilno dizanje tereta. Dizanje tereta s poda može biti jako opasno jer je na neki način nezgrapno. U tom pokretu najvećim je djelom kralježnica u ne dozvoljenom položaju i još se k tome radnik mora uzdići i ispraviti tzv. dizanje uzdizanjem, [Slika 5].



Slika 5. Prikaz nepravilnog dizanja tereta [6]

Kod pravilnog dizanja tereta naglasak je da držanju leđa ravnima, a princip pravilnog dizanja tereta će biti prikazan u nastavku i biti će objašnjen korak po korak. Ručno podizanje predmeta pridonosi velikom postotku mišićno-koštanih poremećaja koji se prijavljuju svake godine u cijelom svijetu. Centar za kontrolu i prevenciju bolesti ima više od pola milijuna prijavljenih slučajeva mišićno-koštanih poremećaja godišnje u Sjedinjenim Američkim Državama zbog pogrešnog ručnog rukovanja materijalom. [6]

Mišićno-koštani poremećaji prilikom dizanja predmeta obično uključuju naprezanja i uganuća donjeg dijela leđa, ramena i gornjih udova. Mogu uzrokovati dugotrajnu bol, invaliditet, liječenje i financijski stres ukoliko radnik više nije sposoban za rad. Ergonomske opasnosti

jedna su od uobičajenih opasnosti na radnom mjestu. Radnici moraju biti svjesni tih opasnosti i zaštititi se, a poslodavci ih moraju ozbiljno shvatiti.

Slijedi prikaz tehnike korak po korak za ručno podizanje predmeta koje zaposlenicima mogu pomoći da izbjegnu mišićno-koštane poremećaje:

1. Odrediti objekt. Za ručno podizanje predmeta prvo se treba utvrditi je li teret čvrst ili tekući. Spremnik s tekućim materijalom u pravilu je teže podići i premjestiti jer mu se težina može pomicati dok se nosi pa zbog toga treba obratiti pozornost i na nagib predmeta prilikom nošenja. Ako je predmet čvrst, prije podizanja je provjera ako ima labavih ili pokretnih dijelova. Nestabilni dio može promijeniti težinu ili pasti.
2. Procijeniti težinu. I to na način da se polako pomakne jedan kut predmeta klečeći i s obje ruke. Podizanje neočekivano teškog predmeta može uzrokovati opterećenje na donji dio leđa i gubitak ravnoteže i uz to značajan je faktor rizika za bolove u leđima. Iznenadni utovar teških predmeta može povećati aktivaciju mišića, istezanje ligamenata i stražnjeg diska te gubitak ravnoteže.
3. Stati ispred objekta. Razmak do predmeta mora biti od gotovo 30 cm. Ako je predmet za podizanje duguljast, za učinkovitu raspodjelu težine treba stati na jednu od dugih strana. Položaj stopala treba biti malo širi od širine ramena, a noge jedna ispred druge.
4. Saviti koljena. Leđa moraju biti ravno, uz savijena koljena i zategnute trbušne mišiće u položaju kao za čučanje. Na taj način se podržava donji dio leđa i mogućnost držanja leđa ravnima, [Slika 6].

Slika 6. Prihvat predmeta [6]

5. Zgrabiti teret. Treba pronaći čvrste rukohvate za koje se može lako držati, a da predmet ne isklizne iz ruke. Teret se prima pri dnu ili na najtežoj točki za najbolju kontrolu prilikom nošenja. Prilikom podizanja tereta leđa uvijek moraju biti uspravno,

[Slika 7]. Predmet se nikad ne podiže jednom rukom. Ako je moguće koriste se i zaštitne rukavice.

Slika 7. Prikaz dizanja predmeta [6]

6. Ispraviti noge. Prilikom ispravljanja nogu, leđa moraju biti ispravljena, a torzo blizu predmeta. Za ustajanje koriste se samo mišići na nogama, a nikada se ne smije savijati ili savijati leđa. Loše podizanje jedan je od čestih uzroka bolova u leđima, vratu i išijasa.
7. Hodati polako, nikad žuriti. Prilikom ručnog podizanja predmeta, bilo bi bolje da su noge blago savijene zbog održavanja ravnoteže. Hoda se polako i malim koracima, a pogled mora biti u smjeru ispred sebe umjesto dolje u objekt. Uz to mora se izbjegavati izvrtanje tijela i ako se predmet nosi na velike udaljenosti treba napraviti pauzu.
8. Spustiti objekt. Dolaskom do odredišta na kojem se predmet mora postaviti, prvo se polako saviju koljena u položaj čučnja, a zatim se predmet postupno stavlja na tlo ili druge površine. Uvijek treba imati na umu da leđa moraju biti ravna, [Slika 8]. [6]

Slika 8. Prikaz spuštanja predmeta [6]

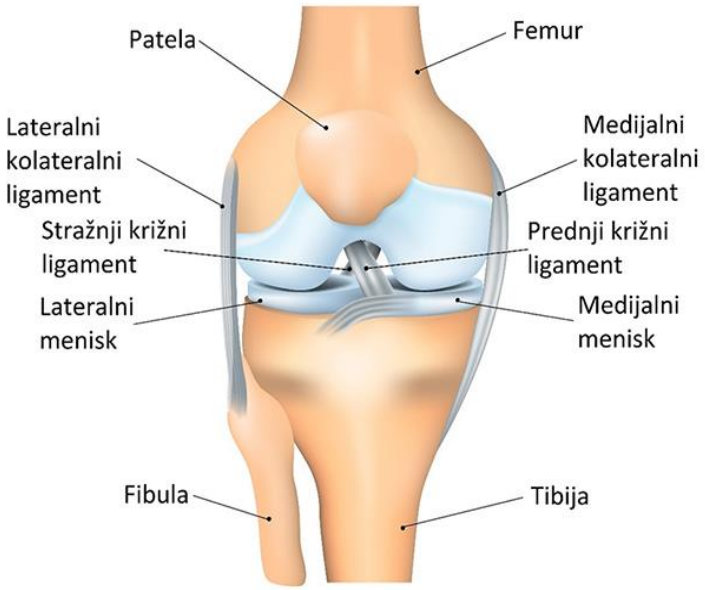
Dodatni savjeti za lakše dizanje tereta:

- Ako je teret težak ili ga je teško premjestiti, treba organizirati pomoć.
- Ako dvije ili više osoba nose predmet, treba ravnomjerno rasporediti težinu.
- Nikada se ne smije žuriti s podizanjem predmeta ručno.
- Ergonomske opasnosti se moraju shvatiti ozbiljno. [6]

2.3. Mišićno-koštani poremećaji

Mišićno-koštani poremećaji su kumulativne i kronične ozljede mekog tkiva: mišića, tetiva, ligamenata, živaca, zglobova i krvnih žila koje su uzrokovane ili pogoršane ljudskim djelovanjem i/ili okolinom koja ne slijedi sigurne i zdrave radne uvijete. Svaki od poremećaja mišićno-koštanog sustava ima različite uzroke i manifestacije. Teško i nepravilno dizanje koje je objašnjeno u prethodnom poglavlju i ponavljajući pokreti najčešći su uzročnici mišićno-koštanih poremećaja na radnom mjestu uz sindrom karpalnog tunela koji se najčešće javlja u uredskim poslovima. [7]

Za lakše shvaćanje slijedi kratki opis zadaća pogođenih dijelova ljudskog tkiva uz pripadajuće slike. Ligamenti povezuju kost s kosti, daju potporu zglobovima, ograničavaju njihovo kretanje i stabiliziraju ih, [Slika 9].



Slika 9. Prikaz ligamenata koljena [8]

Mišići daju snagu za pomicanje dijelova tijela i mogu obavljati dobro organizirani dinamički rad s lakoćom, dok se brzo zamaraju pri statičnom radu. Povezani s tetivama koje izgledaju kao 'remenice' za kosti i zajedno s mišićima pomažu kod pomicanja dijelova tijela, [Slika 10].

Slika 10. Prikaz mišića i tetiva nadlaktice [9]

Zglobovi su veze između kostiju. Živci prenose poruke između mozga i drugih dijelova tijela. Diskovi djeluju kao amortizeri i jastuci za kralježnicu, [Slika 11].

Slika 11. Prikaz diskova [7]

Mišićno-koštani poremećaji pripadaju najčešćim oboljenjima povezanima s radom. Ti poremećaji pogađaju milijune radnika, imaju različite uzroke i manifestacije, a njihov utjecaj negativno utječe na poslovanje. Rješavanjem problema mišićno-koštanih poremećaja primarno se poboljšava život radnika, a samim time i ekonomičnost poslovanja.

Zdravstveni problemi uključuju sve od blagih bolova i smetnji do ozbiljnih medicinskih stanja koja zahtijevaju bolovanje ili liječenje. U kroničnim slučajevima mogu dovesti do invalidnosti i potpunog prestanka rada. Tijelo ima ograničenja i može se istrošiti ako se krivo koristi.

Prvi simptomi mišićno-koštanih poremećaja:

- bol,
- slabost,
- krutost,
- osjetljivost,
- otekline,
- osjećaj peckanja,
- trnci,
- pospanost,
- poteškoće u kretanju,
- nespretnost. [7]

2.3.1. Čimbenici rizika za mišićno-koštane poremećaje

Većina mišićno-koštanih poremećaja se razvije tokom vremena. Najčešće ne postoji samo jedan uzrok mišićno-koštanih poremećaja. Mnogi čimbenici rizika djeluju zajedno, a oni se dijele na: fizičke i bio-mehaničke čimbenike, organizacijske i psihosocijalne te individualne čimbenike.

Fizički i bio-mehanički čimbenici rizika uključuju:

- rukovanje teretom, osobito prilikom saginjanja i okretanja,
- ponavljajuće ili silovite pokrete,
- neugodne i statične položaje tijela,
- vibracije,
- hladna radna okruženja i radna okruženja sa slabim svjetlom,
- poslove ubrzanog tempa. [10]

Organizacijski čimbenici prikazuju način na koji je rad organiziran i to u smislu broja uzastopnih radnih sati, mogućnosti za uzimanje stanke, tempo rada i raznolikost radnih zadataka. Sve to zajedno utječe na to koliki stupanj opterećenja predstavljaju fizički radni zadaci. [11]

Psihosocijalni čimbenici pridonose u povećanju stupnja stresa u radnika zbog prekomjernog radnog opterećenja i visokog intenziteta rada, što može dovesti do povećanja napetosti u mišićima i osjetljivosti na bol. Uz manjak kontrole nad radnim zadatcima ili nad radnim tempom zadataka, kao i nedostatak potpore kolega zaposlenika ili rukovodstva radnicima se povećava pritisak na poslu. Taj pritisak radnike sprječava da poduzmu odgovarajuće mjere opreza ili da zauzmu siguran položaj tijela i primjenjuju sigurne prakse rada, čime psihosocijalni čimbenici postaju čimbenici rizika od nastanka mišićno-koštanih poremećaja, [11].

Organizacijski i psihosocijalni čimbenici rizika uključuju:

- visoke zahtjeve posla,
- niske razine samostalnosti,
- nedostatak stanki,
- nemogućnosti promjene položaja tijela tijekom rada,
- brz tempo rada, uključujući i onaj koji je posljedica uvođenja novih tehnologija,
- dugo radno vrijeme ili rad u smjenama,
- maltretiranje, uznemiravanje ili diskriminaciju na radnom mjestu,
- nezadovoljstvo poslom. [10]

Individualni čimbenici rizika uključuju:

- prethodne medicinske anamneze,
- fizički kapacitet,
- dob,
- stil života i
- navike (npr. pušenje, nedostatak fizičke aktivnosti). [10]

Ergonomski čimbenici rizika su situacije na radnom mjestu koje uzrokuju trošenje tijela i najčešće mogu uzrokovati ozljede. Ukoliko postoji više čimbenika rizik od razvoja mišićno-koštanih poremećaja se povećava.

2.3.2. Procjena rizika

Ne postoji jedinstveno rješenje pa je ponekad potreban stručan savjet za neobične i ozbiljne probleme. Međutim, postoji mnogo rješenja koja su jednostavna i povoljna.

Kako bi se riješio problem mišićno-koštanih poremećaja, poslodavci bi trebali upotrijebiti kombinaciju:

- procjene rizika. Ocjenjivanjem i rješavanjem svih uzroka tj. čimbenika rizika primjenom holističkog pristupa. Stoga je važno pobliže razmotriti i one radnike koji mogu biti izloženi većem riziku obolijevanja od mišićno-koštanih poremećaja zbog nekih individualnih čimbenika rizika. Prioritet je ukloniti rizike, ali i prilagoditi posao radnicima.
- sudjelovanja zaposlenika. Uključivanjem radnika i njihovih predstavnika u rasprave o mogućim problemima i rješenjima. [10]

2.3.3. Plan sprječavanja ergonomskih rizika

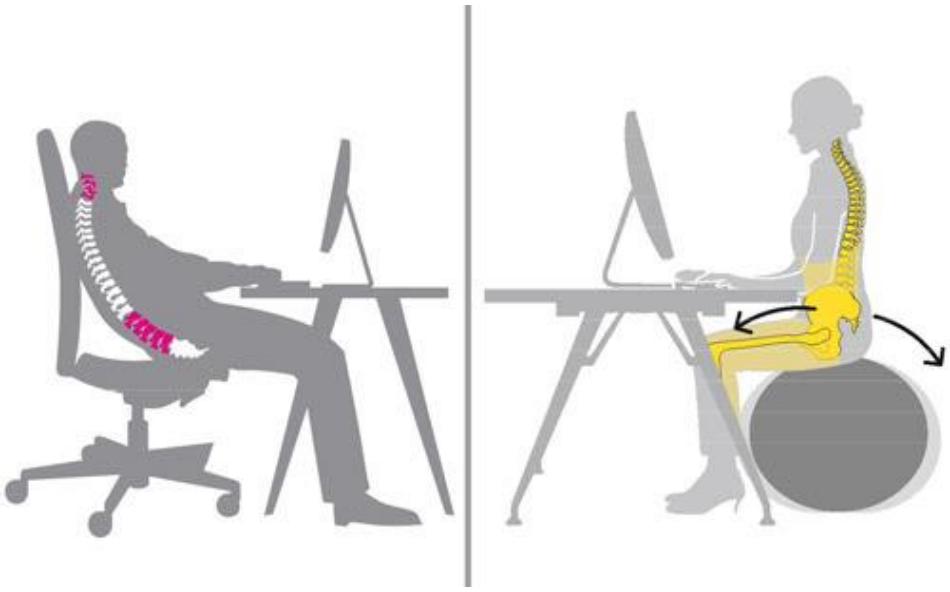
Nakon dovršetka procjene rizika slijedi sastavljanje popisa mjera prema prioritetima uz uključivanje radnika i njihovih zastupnika u provođenje tih mjera. Aktivnosti trebaju biti usmjerene na prevenciju, a onda i na mjere kojima se smanjuje ozbiljnost svake ozljede, [Tablica 1]. Važno je osigurati da svi radnici dobiju odgovarajuće informacije, obuku o zdravlju i sigurnosti na radnom mjestu i da znaju kako izbjeći određene opasnosti i rizike.

Aktivnosti i mjere koje se provode dijele se na:

- Inženjerska poboljšanja koja uključuju preuređivanje, modificiranje, redizajn ili zamjenu alata, opreme, radnih stanica, pakiranja, dijelova ili proizvoda. Ova poboljšanja mogu biti vrlo učinkovita jer mogu smanjiti ili eliminirati čimbenike koji pridonose mišićno-koštanim poremećajima.
    - Primjer: ako posao zahtijeva dugotrajno sjedenje, podesivo sjedalo ili stolac za noge tako da su vam koljena viša od kukova pomaže u zaštiti donjeg dijela leđa.

- Administrativna poboljšanja koja uključuju promjenu radnih praksi ili načina na koji je rad organiziran kao na primjer:
    - pružanje raznolikosti u poslovima,
    - prilagođavanje rasporeda rada i tempa rada,
    - pružanje vremena oporavka uz modificiranje radne prakse,
    - osiguravanje redovitog čišćenja i održavanja radnih prostora, alata i opreme i
    - poticanje vježbanja.
- Osobnu zaštitnu opremu tj. sigurnosnu opremu ili osobnu zaštitnu opremu koja uključuje rukavice, štitnike za koljena i laktove, obuću i druge predmete koje zaposlenici nose. [7]

U sprječavanju mišićno-koštanih poremećaja značajna je i kreativnost ljudi. Primjerice sjedenje na pilates lopti može biti kreativno i ergonomsko rješenje, a k tome u prekidima od posla može se koristiti za vježbu i istezanje, [Slika 12]. [5]



Slika 12. Razlika između sjedenja na stolici i na pilates lopti [12]

OSHA je organizacija koja se bavi sigurnošću na radnom mjestu, a nalazi se u Sjedinjenim Američkim Državama. Budući da se ulaže u održavanje zdravlja radnika, potiče se i ergonomija na radnom mjestu. Oni ne zahtijevaju od poslodavaca osiguravanje ergonomske opreme za radnike nego da radno mjesto mora biti bez ergonomskih opasnosti. To znači da poslodavci moraju osigurati da zaposlenici imaju potreban alat i opremu za siguran rad. [5]

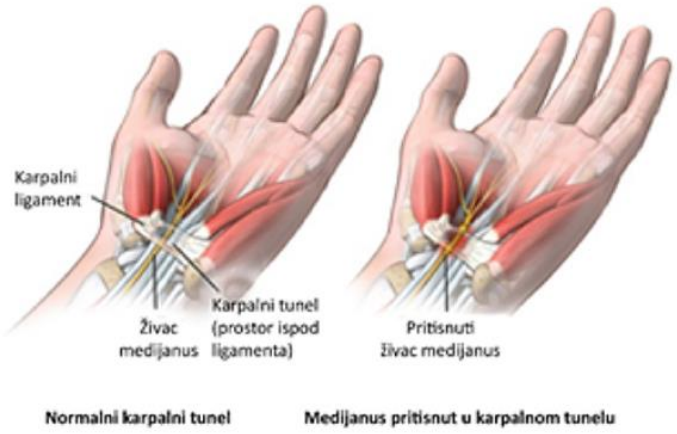
Tablica 1. Primjer primjene ergonomskih rješenja [7]

Ergonomska rješenja			
Opterećeno stanje	→	Rješenje	
Nagnuto neugodno držanje preko ruba		Opušteno držanje s manje pritiska na leđa	
Pognuto držanje		Produžujuća ručka omogućuje tijelo da ostane ravno	
Sjedalo je jako malo i pruža malo potpore		Viši naslon za leđa pruža potporu za kralježnicu	
Ručni odvijač zahtjeva nagib tijela i zakret zgloba		Električni odvijač pospješuje da tijelo bude ravno	
Bez potpore vrata ili ispod tijela		Puzavac drži tijelo radnika od poda i omogućava potporu vratu i ramenima	
Nagnuta pozicija s produženim dohvatom		Nagibni stol približava rad radniku	

Prepoznavanjem ergonomskih čimbenika rizika na radnom mjestu, zaposlenici mogu zaustaviti mišićno-koštane ozljede prije nego što se dogode. Zaposlenici koji se bave zadacima koji se ponavljaju trebaju svakako tražiti ergonomska rješenja.

2.3.4. Sindrom karpalnog tunela

Jedan od najpoznatijih mišićno-koštanih poremećaja je sindrom karpalnog tunela koji nastaje kada se živac, koji ide od podlaktice do dlana, pritisne ili stisne u zapešću. Karpalni tunel je uski, kruti prolaz ligamenata i kostiju na početku šake, a sadrži središnji živac i tetive. Ponekad zadebljanje zbog nadraženih tetiva ili drugih oteklina sužava tunel i uzrokuje kompresiju srednjeg živca što rezultira bolom, slabošću, gubitkom hvatanja ili utrnulošću šake i zapešća zbog povećanja tlaka u njemu, [Slika 13]. [13]



Slika 13. Prikaz karpalnog tunela [13]

Sindrom karpalnog tunela jedna je od najčešćih ozljeda koje se ponavljaju. Ova bolest zahvaća zapešća i česta je u različitim industrijama. Kuhari, građevinski radnici i svi koji rade za tipkovnicom izloženi su riziku od sindroma karpalnog kanala. Puno zahtjeva za naknadu štete radnika odnosi se baš na karpalni tunel. Gubitak produktivnosti i troškovi koji nastaju kada radnici koriste vrijeme za izlječenje od ozljede su vrlo značajni u industriji. [5]

Ergonomska rješenja u uredu koja mogu pomoći u smanjenju troška bolovanja u industrijama zbog sindroma karpalnog kanala. Na primjer:

- podesivi stolovi i stolice, tako da je oprema uvijek na pravoj visini za korisnika,
- ergonomske tipkovnice,
- miševi i jastučići na podlozi od miša.

Još kao dodatna ergonomska sredstva u uredu mogu se koristiti i:

- oslonci za noge,
- folije za zaslon protiv odsjaja. [5]

2.4. Rješenja za uobičajene prepreke uvođenju ergonomije na radna mjesta

Mnoge tvrtke i radnici nisu upoznati s ergonomijom i odbijaju se educirati o njoj ne znajući o pozitivnim ishodima i prednostima i za radnike i za poslodavce i za zdravstveni sustav. U [Tablica 2] prikazane su prepreke i rješenja koja bi mogla zainteresirati i radnike i poslodavce i upravu u pogledu ergonomije. [7]

Tablica 2. Prikaz prepreka i rješenja zbog opiranja ergonomiji [7]

Prepreka	Rješenje
Osoblje nije zainteresirano za učenje boljeg načina rada.	Prilagoditi ergonomiju određenom radnom mjestu i radniku uz osvješćivanje o zdravlju i zadovoljstvu poslom. Pokazati kako će to radnicima olakšati posao.
Uprava nije zainteresirana za udobnost i sigurnost radnika.	Upoznati se s drugim poslovnim slučajevima koji primjenjuju ergonomiju. Prikazati kako će to dugoročno uštedjeti vrijeme i novac. Ako je potrebno, potražiti pomoć i smjernice od radničkog centra ili vladine agencije.

2.5. Prednosti ergonomije

Imati pozornost i uvid u ergonomiju uvelike potiče rast i razvoj tvrtke. Zadovoljni i zdravi radnici su ključ dobrog poslovanja i rada. Neke od glavnih prednosti ergonomije su:

- Povećanje ušteda. I to na način da se javlja manje ozljeda, radnici su produktivniji i održiviji i ima manje zahtjeva za odštetu radnika.
- Manji broj zaposlenika koji osjeća bol. Uvođenje ergonomskih poboljšanja može smanjiti čimbenike rizika koji dovode do nelagoda.
- Povećana produktivnost. Ergonomska poboljšanja mogu smanjiti primarne čimbenike rizika za mišićno-koštane poremećaje, tako da su radnici učinkovitiji, produktivniji i imaju veće zadovoljstvo poslom.
- Povećani moral. Pozornost na ergonomiju može učiniti da se zaposlenici osjećaju cijenjenima jer znaju da njihov poslodavac čini radno mjesto sigurnijim.
- Smanjeni izostanak s posla. Ergonomija dovodi do zdravih radnika koji će vjerojatnije biti angažirani i produktivniji. [7]

2.6. Najčešće korištene metode za analizu procjene rizika

U proizvodnim procesima često dolazi do oboljenja mišićno-koštanog sustava uslijed rada u nepovoljnom radnom položaju i uz ponavljanje radnog zadatka. Stoga su razvijene metode za analizu radnog opterećenja s ciljem otkrivanja nepovoljnih radnih položaja tijela te gornjih i donjih udova. Mnoge ozljede mišićno-koštanog sustava započinju osjećajem nelagode. Ako se takav osjećaj zanemari, postupno se može pretvoriti u bol te uzrokovati ozljede. Nelagoda je dovoljno rani pokazatelj da nešto nije u redu s načinom obavljanja zadatka i treba biti prvi poticaj da se nešto odmah promijeni. Ne samo što smeta korisniku, nego i uzrokuje smanjenu radnu učinkovitost. Na temelju istraživanja i primjedbi na mišićno-koštane poremećaje, ergonomisti, znanstvenici, inženjeri i istraživači u raznim zemljama razvili su mnogo različitih metoda za analizu procjene rizika prilikom rada. Metode su temeljene na svakom pokretu tijela kako bi se stvorila sigurna, udobna i zdrava radna okolina. U [Tablica 3.] prikazane su metode koje se najčešće koriste. [1]

Tablica 3. Prikaz i usporedba najčešće korištenih metoda za analizu položaja tijela pri radu [1]

R.b	Metoda	Fokus	Način primjene	Brzina provođenja	Troškovi	Složenost	Napomena
1.	**OCRA**	gornji udovi	računanje vrijednosti; tablice	dugotrajno	obuka	složeno	preventivno
2.	**MODAPTS**	cijelo tijelo	ocjenjivanje	brzo	jeftino	jednostavno	subjektivna procjena
3.	**PLIBEL**	mišićno-koštano opterećenje; cijelo tijelo	dijagrami tjelesnih segmenata; lista za provjeru	prilično brzo	jeftino	jednostavno	preventivno
4.	**NIOSH**	određivanje uočene nelagode, cijelo tijelo	intervju, dijagram tjelesnih segmenata, lista za provjeru	prilično brzo	jeftino	jednostavno	subjektivna procjena
5.	**DMQ**	utvrđivanje faktora rizika; cijelo tijelo	upitnik (DA/NE)	relativno brzo	relativno jeftino	jednostavno	preventivno ili korektivno
6.	**REBA**	cijelo tijelo	promatranje; bodovanje	prilično brzo	jeftino	složeno	preventivno, subjektivno
7.	**PDA**	cijelo tijelo	lista za provjeru	prilično brzo	ručno računalo	jednostavno	koristi se za ocjenu rada s računalom
8.	**QEC**	gornji udovi	Borgova skala, tablice	dugotrajno	obuka	relativno jednostavno	korektivno

9.	**RULA**	cijelo tijelo; sljedeći zadaci	dijagrami tjelesnih segmenata	prilično brzo	jeftino	jednostavno	preventivno ili korektivno
10.	**SI**	gornji udovi, bez ramena i torza	mjerenje; softver	dugotrajno	obuka	složeno	smanjuje ljudski faktor
11.	**OWAS**	cijelo tijelo	preglednica	dugotrajno	obrazovanje	brzo učenje	preventivno, subjektivno
12.	**LMM**	uloga trupa u ozljedama kralješnice	softver	dugotrajno	obučavanje LMM prsluk	složeno	preventivno
13.	**KIM**	cijelo tijelo	promatranje; bodovanje	relativno brzo	jeftino	jednostavno	preventivno
14.	**SMART**	ruke	promatranje; bodovanje	relativno brzo	jeftino	jednostavno	preventivno

3. OCRA (*The Occupational Repetitive Actions*) METODE

Enrico Occhipinti i Daniela Colombini su razvili metode za analizu izloženosti radnika različitim ozljedama gornjih dijelova tijela. U proces je uključena učestalost ponavljanja radnih zadataka, upotrijebljena sila na tim zadacima, neugodni i neprirodni položaji radnika, kretnje, nedostatak razdoblja oporavka te neke radnje definirane kao „dodaci“ za ponavljajuće poslove na radnom mjestu. Te metode koje su razvili zovu se OCRA metode, a dijele se na OCRA indeks metodu i OCRA metodu kontrolne liste. [14]

OCRA indeks može predvidjeti rizik od mišićno-koštanih poremećaja te stradanja gornjih dijelova tijela radnika na radnom mjestu uslijed ponavljajućih radnji. OCRA indeks metoda je bila prva, najanalitičnija i najpouzdanija razvijena metoda. Općenito se koristi za dizajn, redizajn ili dubinsku analizu radnih stanica i radnih zadataka radnika. OCRA metoda kontrolne liste temelji se na OCRA indeks metodi, jednostavnija je za primjenu i općenito se preporučuje za početni pregled radnih stanica na kojima se izvršavaju ponavljajući zadaci.

OCRA metode uvelike se temelje na dokumentu konsenzusa tehničkog odbora Međunarodnog udruženja za ergonomiju (IEA) o mišićno-koštanim poremećajima, a prikazuju potrebu rotacije radnika među različitim zadacima. Treba dodati da trenutna OCRA metoda čini osnovu za dva tehnička standarda CEN (EN 1005-5) i ISO (ISO 11228-3). U EN 1005-5 standardu OCRA metoda je metoda izbora, a u ISO 11228-3 standardu OCRA je odabrana kao preferirana metoda za detaljnu procjenu rizika jer uzima u obzir sve relevantne čimbenike rizika, primjenjiva je i na poslove s više zadataka i pruža kriterije na temelju opsežnih epidemioloških podataka za predviđanje pojave mišićno-koštanih poremećaja kod radnika. U nastavku se OCRA metode i proračun rizika opisuju korištenjem ISO 11228-3 standarda, izvor [14]

OCRA metode su opservacijske, a osmišljene su za korištenje od strane korporativnih tehničkih stručnjaka kao što su operatori zaštite na radu i inženjeri proizvodnje koji su se u praksi pokazali kao najprikladniji za učenje i primjenu metode sprečavanja ozljeda na radnom mjestu i općenito poboljšanja proizvodnih procesa. Metode su primjenjive u različitim industrijama i na različitim radnim mjestima. Ciljaju na sve poslove u proizvodnji i uslužnom sektoru kao što su proizvodnja mehaničkih komponenti, električnih uređaja, automobila, tekstila i odjeće, keramike, nakita, prerade mesa i hrane koji uključuju ponavljajuće pokrete i/ili napore gornjih udova tijela. Metode nisu prikladne za procjenu poslova koji koriste tipkovnicu i miš ili druge računalne alate za unos podataka.

3.1. Općenito o OCRA metodama

OCRA indeks metoda i OCRA metoda kontrolne liste procjenjuju četiri glavna faktora rizika na temelju njihovog trajanja:

1. ponavljanje,
2. sila,
3. nepravilno držanje i pokreti,
4. nedostatak odgovarajućih razdoblja oporavka.

Također se uzimaju u obzir i drugi dodatni čimbenici, poput mehaničkih, okolišnih i organizacijskih čimbenika za koje postoje dokazi o uzročnoj vezi s mišićno-koštanim poremećajima. Svaki identificirani čimbenik rizika je pravilno opisan i klasificiran kako bi se lakše utvrdili mogući zahtjevi radnika uz preventivno djelovanje. Svi čimbenici koji doprinose ukupnoj izloženosti razmatraju se općenito i u radnom okruženju.

3.2. OCRA struktura

Elementi koji definiraju rad koji se ponavlja su:

- Tehnička radnja. To je radnja koja uključuje mehaničku aktivnost. Ne može se nužno pripisati samo jednom pokretu zgloba, već skupu pokreta jednog ili više segmenata tijela koji omogućuju jednostavnu operaciju.
- Ciklus. To je slijed relativno kratkih tehničkih radnji koje se ponavljaju nekoliko puta, uvijek na isti način.
- Radni zadatak. To je dobro definirana aktivnost koja rezultira postizanjem određenog operativnog rezultata kao npr. povlačenje ili guranje poluga, nošenje teških tereta, korištenje opreme. Zadaci koji se ponavljaju karakterizirani su radnim ciklusima i sastoje se od tehničkih radnji.
- Organizirani rad. To je skup radnih zadataka koji se obavljaju tijekom radne smjene, a može se sastojati od jednog ili više radnih zadataka.

Predloženi postupak za procjenu rizika je slijedeći:

1. Utvrđivanje ponavljajućih zadataka koje karakteriziraju ciklusi sa značajnim trajanjem.
2. Pronalaženje niza tehničkih radnji u određenom ciklusu svakog zadatka.
3. Opisivanje i klasificiranje čimbenika rizika unutar svakog ciklusa.

4. Zajednički prikaz podataka o ciklusima u svakom zadatku tijekom cijele radne smjene, uzimajući u obzir trajanje, redoslijed različitih zadataka i razdoblja oporavka.
5. Kratka i strukturirana procjena faktora rizika za rad u cjelini.

3.3. OCRA indeks

Kod OCRA indeks metode rezultat je omjer između broja tehničkih radnji koje su stvarno provedene tijekom radne smjene i broja tehničkih radnji koje se izričito preporučuju. U praksi se OCRA indeks definira kao: (1)

$$\mathrm{OCRA} = \frac{n_{\mathrm{ATA}}}{n_{\mathrm{RTA}}} \quad \textbf{(1)}$$

Ukupan broj tehničkih radnji provedenih u smjeni n_{ATA} može se izračunati organizacijskom analizom i to kao broj radnji po ciklusu ili broj radnji u minuti, pri čemu se posljednja množi za neto trajanje ponavljajućih zadataka koji se analiziraju. Sljedeća formula izračunava ukupan broj tehničkih radnji preporučenih unutar smjene n_{RTA}: (2)

$$n_{\mathrm{RTA}} = \sum_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{n}} \left[k_{\mathrm{f}} \left(F_{\mathrm{Mj}} \times P_{\mathrm{Mj}} \times R_{\mathrm{eMj}} \times A_{\mathrm{Mj}} \right) \times t_{\mathrm{j}} \right] \times \left(R_{\mathrm{cM}} \times t_{\mathrm{M}} \right) \quad \textbf{(2)}$$

gdje je,

n – broj ponavljajućih radnji tijekom smjene,

j – ponavljajuća radnja,

k_{f} – frekvencijska konstanta za tehničke radnje u minuti (= 30),

F_{M} – faktor sile za svaku ponavljajuću radnju,

P_{M} – faktor pozicije ili položaja za svaku ponavljajuću radnju,

R_{eM} – faktor ponavljanja za svaku ponavljajuću radnju,

A_{M} – dodatni faktor za svaku ponavljajuću radnju,

t – neto trajanje svake ponavljajuće radnje (min),

R_{cM} – faktor oporavka,

t_{M} – faktor trajanja.

Smjernice za utvrđivanje ukupnog broja preporučenih tehničkih radnji unutar smjene n_{RTA} tijekom smjene:

1. Za svaku ponavljajuću radnju počnite od k_f od 30 radnji/min.
2. Za svaku radnju, frekvencijska konstanta k_f mora se korigirati zbog prisutnosti i stupnja sljedećih čimbenika rizika: sila, držanje i dodatni čimbenici.
3. Zatim se dobivena frekvencija za svaku pojedini radnju množi s brojem minuta svake radnje koji se ponavlja.
4. Zbrajanje dobivenih vrijednosti za različite zadatke.
5. Dobivena vrijednost množi se s faktorom za razdoblja oporavka.
6. Posljednji faktor množenja uzima u obzir ukupno vrijeme provedeno u ponavljajućim zadacima.
7. Tako dobivena vrijednost predstavlja ukupni broj preporučenih radnji n_{RTA} u radnoj smjeni.

3.3.1. Konstanta frekvencije djelovanja, k_F

Prijedlog o graničnim vrijednostima frekvencijske konstante tj. učestalosti djelovanja kreće se od 10 do 25 radnji/pokreta u minuti. Ali s obzirom na praktična razmatranja primjenjivosti ovih prijedloga na radnom mjestu, frekvencijska konstanta k_f fiksirana je na 30 radnji/pokreta u minuti.

3.3.2. Faktor sile, F_M

Sila je dobar izravni prikaz bio – mehaničke predanosti koja je potrebna za provedbu određene tehničke radnje. Teško je kvantificirati silu u stvarnim radnim okruženjima.

Faktor sile F_M će biti jednak 1 ako su ispunjeni sljedeći optimalni uvjeti:

- izometrijska sila ne prelazi 50 % vrijednosti predloženih za 15. percentil sile za profesionalnu uporabu u zdravoj odrasloj europskoj populaciji,
- radnje ne podrazumijevaju brza kretanja,
- promjena sile nije veća od 1 u 5 minuta, a vrijeme djelovanja nije više od 3 s,
- trajanje ponavljajućeg zadatka nije više od 1 h.

Ako ovi uvjeti nisu ispunjeni F_M se određuje pomoću, [Tablica 5]. Određuje se F_M koji se primjenjuje kao funkcija prosječne razine sile u vremenu. Jačina sile daje se kao postotak maksimalnog dobrovoljnog stezanja (MVC) ili kao postotak granične vrijednosti osnovne sile

F_B, kako je određeno u EN 1005-3. Ako je teško procijeniti postotak maksimalnog dobrovoljnog stezanja ili postotak granične vrijednosti osnovne sile, može se koristiti vrijednost izvedena primjenom CR-10 Borgove ljestvice.

Borgova ljestvica se koristi za brzo kvantificiranje i ocjenu napora, [Tablica 4]. Nakon što se odrede radnje koje zahtijevaju napor, od operatora se traži da svakoj od njih pripišu progresivni rezultat od 1 do 10. Izračun prosječnog napora tijekom vremena uključuje množenje ocjene Borgove ljestvice za svaku radnju s postotkom trajanja unutar ciklusa. Zatim se djelomični rezultati zbrajaju i dobiva se konačna ocjena koja se zatim koristi za dobivanje faktora sile F_M. [15]

Tablica 4. Borgova ljestvica [15]

<table>
<tr><th colspan="3">BORGOVA LJESTVICA</th></tr>
<tr><th>Ocjena</th><th>Jačina</th><th>Napor</th></tr>
<tr><td>0</td><td>ništa</td><td>-</td></tr>
<tr><td>0,3</td><td rowspan="3">ekstremno slaba</td><td rowspan="3">primjetan</td></tr>
<tr><td>0,5</td></tr>
<tr><td>0,7</td></tr>
<tr><td>1</td><td>jako slaba</td><td rowspan="5">lak</td></tr>
<tr><td>1,5</td><td rowspan="3">slaba</td></tr>
<tr><td>2</td></tr>
<tr><td>2,5</td></tr>
<tr><td>3</td><td>umjerena</td></tr>
<tr><td>4</td><td rowspan="3">jaka</td><td rowspan="3">teško</td></tr>
<tr><td>5</td></tr>
<tr><td>6</td></tr>
<tr><td>7</td><td>jako jaka</td><td rowspan="4">teško</td></tr>
<tr><td>8</td><td rowspan="3">ekstremno jaka</td></tr>
<tr><td>9</td></tr>
<tr><td>10</td><td rowspan="2">maksimalan</td></tr>
</table>

Faktor sile F_M jednak je 0,01 kada tehničke radnje zahtijevaju silu iznad 50 % MVC – a ili ako je rezultat 5 ili više na Borgovoj ljestvici za više od 10 % vremenskog ciklusa.

Tablica 5. Odabir faktora sile [14]

Sila, % MVC – a ili F_B	5	10	20	30	40	≥ 50
CR-10 Borgova ljestvica	0,5	1	2	3	4	≥ 5
Faktor sile, F_M	**1**	**0,85**	**0,65**	**0,35**	**0,2**	**0,01**

3.3.3. Faktor pozicije ili položaja F_p

Opis ili procjena položaja mora se raditi tijekom reprezentativnog ciklusa za svaki od ponavljajućih zadataka. To mora biti putem opisa trajanja položaja i/ili pokreta četiri glavna anatomska segmenta i desne i lijeve strane tijela: ramena, lakta, zgloba i šake.

Za svrhe klasifikacije dovoljno je vidjeti da unutar izvođenja svake radnje uključeni segment zgloba doseže pomak veći od 50 % raspona zgloba tijekom najmanje jedne trećine vremena ciklusa. Što je vrijeme duže, rezultat je veći.

Faktor P_M jednak je 1 ako je jedan od položaja ili pokreta navedenih u Tablici 3 prisutan manje od 1/3 vremena ciklusa. Ukoliko nije, Tablica 3 se koristi za dobivanje specifičnog P_M – a. Odabire se najniži P_M tj. onaj koji odgovara najgorem stanju između analiziranog držanja i pokreta.

Tablica 6. Odabir faktora pozicije [14]

Neprirodna pozicija i/ili pokret		**Dio vremena ciklusa**			
		Manje od 1/3 od 1 % do 24 %	**1/3** od 25 % do 50 %	**2/3** od 51 % do 80 %	**3/3** više od 80 %
Lakat	supinacija (≥ 60°)	**1**	**0,7**	**0,6**	**0,5**
Ručni zglob	pregibanje ili ispružanje (≥ 45°)				
Šaka	hvat kuke ili palmarni hvat				
Lakat	pronacija (≥ 60°) ili fleksija/ekstenzija (≥ 60°)		**1**	**0,7**	**0,6**
Ručni zglob	radijalna/ulnarna devijacija				
Šaka	hvat prstima				

Također se provjerava pozicija ramena i to tako da se ruke drže ili pomiču:

- približno na razini ramena uz fleksiju ili abdukciju od oko 80 ° ili više tijekom više od 10 % vremena ciklusa i/ili za više od 2 radnje/min,
- između 45 ° i 80 ° tijekom više od 1/3 vremena ciklusa i/ili tijekom više od 10 radnji/min.

Ako se pojavi jedno od ta dva stanja, postoji rizik od poremećaja ramena i treba ga pravilno razmotriti. U tom slučaju primjenjuju se faktori P_M iz [Tablica 7] ili [Tablica 8] za držanje ili pokrete ramena unutar kriterija analize držanja.

Tablica 7. Odabir faktora pozicije zbog pozicije ramena [14]

Fleksija ili abdukcija ramena više od 80°					
Dio vremena ciklusa	10 %	20 %	30 %	40 %	≥ 50 %
Faktor pozicije ili položaja, P_M	**0,7**	**0,6**	**0,5**	**0,33**	**0,07**

Tablica 8. Odabir faktora pozicije zbog pozicije ramena [14]

Fleksija ili abdukcija ramena između 45° i 80° ili ekstenzija >20°			
Dio vremena ciklusa	**1/3** od 25 % do 50 %	**2/3** od 51 % do 80 %	**3/3** više od 80 %
Faktor pozicije ili položaja, P_M	**0,7**	**0,6**	**0,5**

3.3.4. Faktor ponavljanja R_{eM}

Faktor ponavljanja R_{eM} očitava se iz [Tablica 9] prema određenim definicijama.

Tablica 9. Odabir faktora ponavljanja [14]

Ponavljanje i pripadajući faktor ponavljanja R_{eM}	
Definicija	**Faktor R_{eM}**
Zadatak zahtjeva izvedbu istih tehničkih radnji za više od 80 % vremena ciklusa ili je vremenski ciklus kraći od 8 sekundi	**0,7**
Zadatak zahtjeva izvedbu istih tehničkih radnji od 51 % do 80 % vremena ciklusa ili je vremenski ciklus jednak 8 sekundi ali kraći od 15 sekundi	**0,85**
Svi ostali uvjeti	**1**

3.3.5. Dodatni faktor A_M

Ako dodatni čimbenici nisu prisutni tijekom većeg dijela trajanja zadatka faktor A_M je jednak 1, a inače:

- ako je istodobno prisutan jedan ili više dodatnih čimbenika za 1/3 vremena ciklusa, faktor A_M jednak je 0,95. Raspon na koji se odnosi 1/3 vremena je od 25 % do 50 % vremena ciklusa,
- ako je istodobno prisutan jedan ili više dodatnih čimbenika za 2/3 vremena ciklusa, faktor A_M jednak je 0,9. Raspon na koji se odnosi 2/3 vremena je od 51 % do 80 % vremena ciklusa,
- ako je istodobno prisutan jedan ili više dodatnih čimbenika za 3/3 vremena ciklusa, faktor A_M jednak je 0,8. Raspon na koji se odnosi 3/3 vremena je za više od 80 % vremena ciklusa.

Neki od dodatnih čimbenika su:

- neodgovarajuće rukavice koje se koriste na zadatku,
- vibrirajući alati,
- upotrijebljeni alati uzrokuju kompresiju kože i mišića,
- zadatak podrazumijeva ponavljajuće udarce rukom (ruka se koristi kao alat),
- niska temperatura,
- više od polovice vremena je utrošeno na izvršavanje preciznih zadataka,
- radni tempo je određen strojem.

3.3.6. Određivanje referentnog broja

Odabirom svih pripadajućih faktora određuje se referentni broj za broj radnji u minuti za točno određenu radnju n_{RPAj}: (3)

$$n_{\mathrm{RPAj}} = k_{\mathrm{f}}\left(F_{\mathrm{Mj}} \times P_{\mathrm{Mj}} \times R_{\mathrm{eMj}} \times A_{\mathrm{Mj}}\right) \times t_{\mathrm{j}} \quad \textbf{(3)}$$

Ukoliko ima više različitih radnji u smjeni za svaku se može izračunati n_{RPAj} kao referentna vrijednost. Referentni broj n_{RPAj} ukazuje koliko pojedini zadatak utječe na ukupni rezultat, a koristi se za izračunavanje ukupnog referentnog broja $n_{\mathrm{RPA,tot}}$ koji se kasnije koristi za izračunavanje OCRA indeksa za više različitih ponavljajućih zadataka unutar smjene ako se zadaci mijenjaju vrlo često tj. svakih manje od 1,5 sati. Kada je prisutno više od jednog zadatka koji se ponavlja, ponavlja se gore navedeni postupak za svaki zadatak *j* u smjeni. Zatim zbrajanjem svih n_{RPAj} dobije se ukupan referentni broj $n_{\mathrm{RPA,tot}}$ u smjeni prema formuli: (4)

$$n_{\mathrm{RPA,tot}} = \sum_{j=1}^{n} n_{\mathrm{RPAj}} \quad \textbf{(4)}$$

U nastavku rada će biti prikazan izračun OCRA indeksa za više različitih ponavljajućih zadataka ako se radni zadaci mijenjaju svakih 1,5 ili više sati unutar jedne smjene.

3.3.7. Faktor oporavka R_{cM}

Razdoblje oporavka je razdoblje odmora koje omogućuje obnavljanje mišićno-koštane funkcije u jednoj ili više skupina mišića ili tetiva. To razdoblje je prijeko potrebno radnicima za zadovoljavajuće i produktivnije djelovanje tijekom radne smjene.

Sljedeća razdoblja smatraju se kao razdoblja oporavka:

- pauze koje su službene ili neslužbene, uključujući i pauzu za ručak,
- zadaće vizualne kontrole,
- razdoblja unutar ciklusa koja ostavljaju mišićne skupine potpuno opuštene uzastopno najmanje 10 s, gotovo svakih nekoliko minuta.

Broj sati bez odgovarajućeg vremena oporavka može se odrediti s preciznošću od 0,5 sati. Primjenom sljedećih kriterija za razdoblje rada nakon pauze za ručak i razdoblje rada na početku smjene određuju se razdoblja oporavka:

- radni periodi koji traju manje od 20 minuta računaju se kao razdoblja s odgovarajućim vremenom oporavka,
- radni periodi koji traju duže od 20 minuta i manje od ili jednako 40 minuta računa se kao 0,5 sati bez odgovarajućeg vremena oporavka,
- radni periodi koji traju duže od 40 minuta, ali manje od 80 minuta računaju se kao 1 sat bez odgovarajućeg vremena oporavka. [16]

U odnosu na ove referentne kriterije moguće je razmotriti koliko sati radne smjene nema odgovarajuća razdoblja oporavka. To zahtijeva promatranje jednog po jednog od pojedinačnih sati koji čine radnu smjenu. Za svaki sat se provjerava postoje li zadaci koji se ponavljaju i odgovarajuća razdoblja oporavka. Za sat vremena prije pauze za ručak ukoliko postoji i za sat vremena prije kraja smjene, period oporavka predstavljaju ova dva događaja.

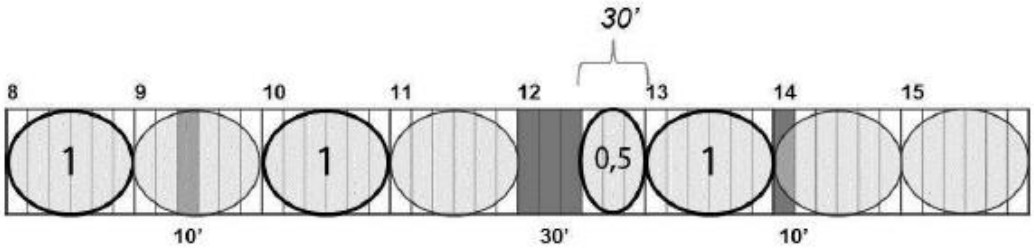
Na temelju prisutnosti ili odsutnosti odgovarajućih razdoblja oporavka unutar svakog sata za rad koji se ponavlja, pribraja se broj sati bez oporavka i iz [Tablica 10] se očitava faktor oporavka.

Tablica 10. Odabir faktora oporavka [14]

Bez adekvatnog oporavka, h	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Faktor oporavka, R_{cM}	**1**	**0,9**	**0,8**	**0,7**	**0,6**	**0,45**	**0,25**	**0,1**	**0**

3.3.7.1. Prikaz računanja vremena bez adekvatnog oporavka

Za bolju ilustraciju postupka, u ovoj organizacijskoj strukturi smjene ukupno traju 8 sati ili 480 minuta i to od 8 do 16 sati. Radnici imaju pauzu za ručak od 12 do 12:30 sati. Postoje još i dvije pauze od 10 minuta koje počinju u 9:20 i 14 sati, [Slika 14].



Slika 14. Prikaz izračuna broja sati bez oporavka [16]

U ovom prikazu broj sati bez adekvatnog oporavka iznosi 3,5 sati.

U [Tablica 11] prikazana su procjene vremena bez adekvatnog oporavka u odnosu na trajanje radne smjene i broj prekida u radnoj smjeni kao okvirne vrijednosti ako se pravilno raspoređuju.

Tablica 11. Prikaz procjena vremena bez adekvatnog oporavka [16]

Trajanje smjene (min)	Broj sati bez adekvatnog oporavka	Broj prekida u radnom danu uzetih kao oporavak: pauza za ručak od barem 30 min i/ili broj pravilno distribuiranih prekida						
		1	2	3	4	5	6	7
480	7	6	5	4	3	2	1	0
460	7	6	5	4	3	2	1	
440	6,5	5,5	4,5	3,5	2,5	1,5	0,5	
420	6	5	4	3	2,5	1,5	0	
390	5,5	4,5	3,5	2,5	1,5	0,5	0	
360	5	4	3	2	1	0		
330	4,5	3,5	2,5	1,5	0,5	0		
300	4	3	2	1	0			
270	3,5	2,5	1,5	0,5	0			
240	3	2	1	0				
210	2,5	1,5	0,5	0				
180	2	1	0					
120	1	0	0					
0	0							

Objašnjenje tablice: Ako radna smjena traje 300 minuta, maksimalni broj sati bez oporavka je 4. Ukoliko ima dva pravilno raspoređena prekida maksimalni broj sati bez oporavka je 2.

3.3.8. Faktor trajanja t_M

Faktor trajanja, t_M, i $n_{RPA,tot}$ prilagođava se u odnosu na dnevno trajanje svih ponavljajućih zadataka, a izražava se u minutama. Unutar radne smjene poznavanje ukupnog trajanja ponavljajućih zadataka važno je za određivanje ukupnog rizika za gornje dijelove tijela. Kad ponavljajući ručni zadaci traju relevantan dio smjene, t_M je jednak 1. U praksi postoje razlike

npr. redovito prekovremeni rad, rad s nepunim radnim vremenom, ponavljajući ručni zadaci samo za dio smjene i slično. Faktor trajanja uzima u obzir ove promjene s obzirom na uobičajene uvjete rada. Tablica 7 prikazuje vrijednosti faktora trajanja t_M u odnosu na ukupno trajanje ručno ponavljajućih zadataka uz interpolirane vrijednosti ukoliko je potrebno preciznije računanje.

Tablica 12. Odabir faktora trajanja [14]

Ukupno vrijeme ponavljajućih zadataka tijekom smjene, min				< 120	120-239	240-480	> 480
Faktor trajanja, t_M				**2**	**1,5**	**1**	**0,5**
interpolirane vrijednosti							
< 121	121-180	181-240	241-300	301-360	361-420	421-480	> 480
2	**1,7**	**1,5**	**1,3**	**1,2**	**1,1**	**1**	**0,5**

Nakon odabira faktora oporavka R_{cM} i faktora trajanja t_M izračunava se ukupan broj tehničkih radnji preporučenih unutar smjene n_{RTA} ako se zadaci mijenjaju vrlo često tj. svakih manje od 1,5 sati korištenjem slijedeće jednadžbe: (5)

$$n_{\mathrm{RTA}} = n_{\mathrm{RPA,tot}} \times R_{\mathrm{cM}} \times t_{\mathrm{M}} \quad \textbf{(5)}$$

3.3.9. OCRA indeks klasifikacija

Uzimajući u obzir trend mišićno – koštane poremećaje u odnosu na radno sposobno stanovništvo koje nije izloženo specifičnim profesionalnim rizicima, moguće je definirati sljedeće kriterije klasifikacije indeksa OCRA i naznačiti posljedične radnje koje treba usvojiti prikazane u [Tablica 13].

Kritične vrijednosti OCRA indeksa navedene u [Tablica 13] trebale bi se koristiti za bolje oblikovanje radnih mjesta, procjenu rizika i za učinkovitije usmjeravanje svih posljedičnih preventivnih radnji, umjesto da se tretiraju kao kruti brojevi koji dijele rezultate između rizika i bez rizika. Na primjer, iako je teoretski pošteno reći da vrijednost OCRA indeksa 3,4 predstavlja neizvjestan rizik, a da vrijednost OCRA indeksa 3,6 predstavlja blagi rizik, jednako je fer reći da je razlika između ovih dviju vrijednosti zanemariva, te bi korisnik trebao obratiti dužnu pozornost na trendove u rezultatima OCRA metode.

Tablica 13. OCRA indeks klasifikacija [14]

Područje	OCRA indeks vrijednosti	klasifikacija rizika	Moguće posljedične radnje
Zeleno	≤ 1,5	Optimalan	-
Zeleno-žuto	1,6 - 2,2	Prihvatljiv	-
Žuto-crveno	2,3 - 3,5	Zanemariv	Ponovi izračun i ako je moguće poboljšaj radne uvijete
Blago crveno	3,6 - 4,5	Blagi	Poboljšaj radne uvijete, zdravstveni nadzor i obuku
Crveno	4,6 - 9	Značajan	Poboljšaj radne uvijete, zdravstveni nadzor i obuku
Tamno crveno	≥ 9,1	Visok	Poboljšaj radne uvijete, zdravstveni nadzor i obuku

3.3.10. OCRA indeks metoda u slučaju više različitih ponavljajućih zadataka

Kada je rotacija među ponavljajućim zadacima rjeđa tj. jednom u 1,5 ili više sati, pristup prosjeka prema vremenu mogao bi rezultirati podcjenjivanjem razine izloženosti. Alternativni pristup za te scenarije temelji se na realnijem konceptu da je najstresniji zadatak minimalno polazište. Stoga će rezultat ovog pristupa biti između:

- OCRA indeks najstresnijeg zadatka koji se razmatra za njegovo pojedinačno trajanje,
- OCRA indeks istog najstresnijeg zadatka kada se samo teoretski smatra trajnim za sveukupno trajanje svih ponavljajućih zadataka.

Poseban postupak omogućuje točnu procjenu rezultirajućeg indeksa unutar ovog raspona od minimalnih do maksimalnih vrijednosti. Posljedični indeks bit će definiran kao OCRA Index Multitask Complex i predlaže se sljedeći model izračuna:

- Korak 1: Računanje OCRA indeksa stvarne izloženosti za svaki od zadataka, uzimajući u obzir stvarno trajanje ponavljajućeg zadatka t_j unutar radne smjene. Faktor oporavka i faktor trajanja je isti za sve zadatke.
- Korak 2: Zadatke poredati od najviše prema najnižoj OCRA indeks vrijednosti. Zadatak s najvećim OCRA indeksom zvat će se Zadatak 1, njegov indeks je $OCRA_{1,t1}$ i trajanje t_1.
- Korak 3: Primjena sljedeće formule za izračun indeksa izloženosti ako je prisutno više ponavljajućih zadataka (6)

$$OCRA\ Index\ Multitask\ Complex = OCRA_{1,t1} + (\Delta OCRA_1 \times K) \quad \textbf{(6)}$$

gdje je,

1, 2, 3, …, j – broj ponavljajućih zadataka poredanih prema OCRA indeksu (1 je najveći, a *j* je najmanji) izračunati uzimajući u obzir stvarno neto trajanje zadatka t_j, s tim da su faktor oporavka R_{cM} i faktor trajanja t_M jednaki kroz smjenu bez obzira na broj zadataka,

t_j – neto trajanje zadatka,

t_{tot} – ukupno trajanje svih zadataka, tj. suma trajanja svih zadataka (7)

$$t_{tot} = \sum_{j=1}^{n} t_j, \quad \textbf{(7)}$$

$\Delta\ OCRA_1$ – *OCRA indeks zadatka*$_1$ uzimajući u obzir t_{tot} minus *OCRA indeks zadatka*$_1$ uzimajući u obzir t_1 (8)

$$K = \frac{(OCRA_{1,max} \times FT_1) + (OCRA_{2,max} \times FT_2) + \cdots + (OCRA_{j,max} \times FT_j)}{OCRA_{1,max}}, \quad \textbf{(8)}$$

$OCRA_{1,max}$ – OCRA indeks zadatka$_1$ uzimajući u obzir t_{tot},

FT_j – dio vremena za pojedini zadatak (od 0 do 1) u odnosu na ukupno vrijeme.

3.3.11. Primjer izračuna OCRA indeksa

Radnik radi u voćnjaku i bere jabuke u sanduke u blizini drva uz osiguran prijevoz (ne bavi se transportom i zamjenom sanduka). Smjena mu traje 8 sati i u smjeni ima prekid za ručak od 30 minuta u 13 sati uz dva dodatna prekida po 10 minuta ujutro i popodne. Poslodavac mu je odredio da za trenutne uvjete mora ubrati 3500 jabuka na dan. Za zaštitu mora koristi radne rukavice. Potrebno je izračunati kolikom se riziku od mišićno – koštanog oboljenja izlaže radnik koji je dobio taj zadatak. Napomena: Promatrani radnik je dešnjak i većinu poslova radi tom rukom.

$n_{ATA} = 3500$ jabuka

Konstanta frekvencije djelovanja $k_f = 30$

Prema [Tablica 5] prikazanoj u poglavlju 3.3.2. faktor sile $F_M = 1$

Prema [Tablica 6], [Tablica 7], [Tablica 8] prikazanoj u poglavlju 4.3. faktor položaja P_M = 0,33 očitan iz Tablice 7. prikazanoj u poglavlju 3.3.3.

Prema [Tablica 9] prikazanoj u poglavlju 3.3.4. faktor ponavljanja R_{eM} = 0,7.

Prema napucima prikazanim u poglavlju 3.3.5. dodatni faktor A_M = 0,8 zbog radnih rukavica.

Neto trajanje zadatka t_j: 480 – 30 – 2x10 = 430 minuta.

Trajanje smjene je 480 minuta, prekid za ručak je 30 minuta i dva dodatna prekida po 10 minuta.

Prema [Tablica 10] prikazanoj u poglavlju 3.3.7. uz 3,5 sata bez adekvatnog oporavka faktor oporavka R_{cM} = 0,65.

Prema [Tablica 12] prikazanoj u poglavlju 3.3.8. faktor trajanja t_M = 1.

Prema jednadžbi (2) n_{RTA} iznosi 328,7 jabuka, a popunjavanje jednadžbe je prikazano ispod i slijedi:

$$n_{\mathrm{RTA}} = \sum_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{n}} \left[k_{\mathrm{f}}\left(F_{\mathrm{Mj}} \times P_{\mathrm{Mj}} \times R_{\mathrm{eMj}} \times A_{\mathrm{Mj}}\right) \times t_{\mathrm{j}}\right] \times \left(R_{\mathrm{cM}} \times t_{\mathrm{M}}\right) = [30(1 \times 0{,}07 \times 0{,}7 \times 0{,}8) \times 430] \times (0{,}65 \times 1) = 328{,}7 \text{ jabuka}$$

Prema jednadžbi (1), OCRA indeks iznosi 10,65, a popunjavanje jednadžbe je prikazano ispod i slijedi:

$$\text{OCRA indeks} = \frac{n_{\mathrm{ATA}}}{n_{\mathrm{RTA}}} = \frac{3500}{328{,}7} = 10{,}65$$

Zaključak primjera:

Uz OCRA indeks od 10,65 radnik se nalazi u zoni jako visokog rizika što znači da je vrlo velika vjerojatnost za oboljenje od mišićno-koštanih oboljenja radi posla.

3.4. OCRA kontrolna lista

OCRA kontrolna lista korisna je za brzo utvrđivanje prisutnosti glavnih čimbenika rizika za gornje udove i klasifikaciju posljedične izloženosti. Kontrolna lista opisuje radno mjesto i procjenjuje unutarnju razinu izloženosti radnika ali kao da ju koristi samo taj radnik kroz cijelu smjenu. S OCRA kontrolna lista preporučuje za početni pregled nekoliko radnih stanica u tvrtki s ponavljajućim zadacima, dok je OCRA indeks koristan za redizajn i dubinsku analizu radnih stanica i zadataka.

Sustav analize s OCRA kontrolnom listom počinje dodjeljivanjem točno određenih bodova za svaki od glavnih čimbenika rizika. Glavni čimbenici rizika su: razdoblja oporavka, učestalost, sila, držanje, ponavljanje i dodatni čimbenici kao nošenje rukavica, ispodprosječna temperatura, vibracije i sl. Za svaki faktor rizika prikazano je nekoliko scenarija, a za svaki scenarij predložena je ocjena u rasponu od 0 do maksimuma i to s povećanjem potencijalnog rizika. Zbroj djelomičnih bodova za svaki faktor rizika dobiven na ovaj način daje konačnu ocjenu koja procjenjuje stvarnu izloženost na različitim razinama.

OCRA kontrolna lista primjenjuje se na ponavljajuće zadatke u kojima je otkrivena prisutnost rizika, prema kriterijima postavljenim u međunarodnom standardu ISO 11228-3: [16]

- Rad karakteriziraju ciklusi (bez obzira na njihovo trajanje),
- Rad karakterizira niz praktički identičnih tehničkih radnji koje se ponavljaju više od polovice analiziranog radnog vremena.

Prije analize različitih čimbenika rizika, važno je procijeniti neto trajanje ponavljajućih zadataka kako bi se osigurala precizna procjena rizika. [Tablica 14] se koristi u analizi za dobivanje neto iskoristivog vremena koje se izračunava oduzimanjem sljedećih vremena od ukupnog vremena smjene tj. vrijeme za koje je radnik plaćen:

- stvarno trajanje svih pauza (službenih ili drugih),
- stvarno trajanje pauze za ručak pod uvjetom da je uključeno u trajanje smjene i prema tome i plaćeno,
- procijenjeno trajanje zadataka koji se ne ponavljaju.

Tablica 14. Određivanje neto iskoristivog vremena [16]

ORGANIZACIJSKI PODACI: OPIS		**MINUTE**
TRAJANJE SMJENE	Službeno	
	Stvarno	(1)
SLUŽBENI PREKID		
DRUGI PREKIDI (osim službenih)		(2)
PREKID ZA RUČAK	Službeni	
	Stvarni	(3)
NE PONAVLJAJUĆI ZADACI (npr. čišćenje i dr.)	Službeni	
	Stvarni	(4)
NETO TRAJANJE PONAVLJAJUĆIH ZADATAKA (1)-(2)-(3)-(4)=(5)		(5)

Nakon što je određeno neto iskoristivo vrijeme za obavljanje ponavljajućih zadataka slijedi izračun neto vremena ciklusa koje govori koliko je sekundi predviđeno za obavljanje ponavljajućeg zadatka uz usporedbu s stvarnim tj. promatranim vremenom ciklusa. Za izračun tih pokazatelja slijedi se postupak prikazan u [Tablica 15].

Tablica 15. Neto vrijeme ciklusa i usporedba sa stvarnim vremenom ciklusa [16]

ORGANIZACIJSKI PODACI: OPIS		**VRIJEME**
NETO TRAJANJE PONAVLJAJUĆIH ZADATAKA (1)-(2)-(3)-(4)=(5)		(5)
Broj komada (ili ciklusa)	Planirani	(6)
	Stvarni	
NETO VRIJEME CIKLUSA (s) (5)*60/(6)=(7)		(7)
PROMATRANO VRIJEME CIKLUSA (s)		(8)
RAZLIKA IZMEĐU PROMATRANOG VREMENA CIKLUSA I NETO VREMENA CIKLUSA (%) (7)-(8)/(7)=(9)		(9)

Ako se postoji značajna razlika između izračunatog neto vremena ciklusa i vremena promatranog ciklusa koji se može mjeriti izravnim promatranjem aktivnosti ili naprimjer video zapisom, razlika tih vremena treba se preispitati u trajanju prekida kao npr. vrijeme provedeno na ne ponavljajućem poslu, broj komada ili ciklusa koji se završe po radniku po smjeni, kako bi se pravilno rekonstruiralo radno mjesto i zalaganje radnika tijekom smjene. Razlika manja od 5 % vremena smatra se prihvatljivom. [16]

3.4.1. Faktor trajanja

U [Tablica 16] prikazani su faktori trajanja u odnosu na duljinu radne smjene u minutama koja se nalazi u OCRA kontrolnoj listi.

Tablica 16. Odabir faktora trajanja [16]

Faktori trajanja za neto trajanje ponavljajućih zadataka u smjeni					
Minute	**Faktor trajanja**	Minute	**Faktor trajanja**	Minute	**Faktor trajanja**
60-120	**0,5**	241-300	**0,85**	421-480	**1**
121-180	**0,65**	301-360	**0,925**	>480	**1,5**
181-240	**0,75**	361-420	**0,95**		

Faktor trajanja

3.4.2. Aktivnosti ruku i frekvencije radnji

[Tablica 17] prikazuje aktivnosti ruku i frekvencije radnji koja se nalazi u OCRA kontrolnoj listi. Potrebno je odabrati jedan od odgovora koji opisuju radnje i to za lijevu i desnu ruku. Moguće je koristiti i prosječnu ocjenu. Ako su prisutne i statičke i dinamičke radnje u obzir se uzima ona radnja koja ima veću vrijednost rizika tj. ona s većom ocjenom. Pravilnim označivanjem polja dobivaju se konačni bodovi za frekvenciju koji se kasnije koriste u izračunu konačne ocjene OCRA kontrolne liste.

Tablica 17. Aktivnosti ruku i frekvencije radnji [16]

Dinamičke radnje	
0	Pokreti ruke su spori i česti. Mogući su kratki prekidi (20 radnji u minuti)
1	Pokreti ruke nisu prebrzi, konstantni su i redoviti. Mogući su kratki prekidi (30 radnji u minuti)
3	Pokreti ruke su prilično brzi i redoviti. Samo povremene, kratke i ne redoviti prekidi su mogući (oko 40 radnji u minuti)
4	Pokreti ruke su brzi. Samo povremene, kratke i ne redovite prekidi su moguće (40 radnji u munuti)
6	Pokreti ruke su brzi. Samo povremene, kratke i ne redovite prekidi su moguće (50 radnji u munuti)
8	Pokreti ruke su jako brzi. Teško se održava ritam zbog manjka prekida (oko 60 radnji u minuti)
10	Jako velike frekvencije pokreta (70 radnji u minuti ili više). Bez mogućnosti prekida.
Statičke radnje	
3	Držanje objekta barem 5 uzastopnih sekundi uz jedan ili više statičkih pokreta 2/3 vremenskog ciklusa
5	Držanje objekta barem 5 uzastopnih sekundi uz jedan ili više statičkih pokreta 3/3 vremenskog ciklusa

Bodovi za frekvenciju

Desno	Lijevo

3.4.3. Tipovi prekida na radnom mjestu

[Tablica 18] prikazuje tipove prekida na radnom mjestu i njihovu distribuciju kao i neke druge zadatke vizualnog pregleda koji se također mogu smatrati prekidima i nalazi se u OCRA kontrolnoj listi. Potrebno je odabrati jedan odgovor između ponuđenih i upisati ga u za to određeno mjesto. Moguće je i odabrati srednje vrijednosti bodova.

Tablica 18. Tipovi prekida [16]

0	Prekid od najmanje 8 minuta svaki sat u ponavljajućim zadacima uz dodatak prekidu za ručak
1	2 prekida ujutro i 2 prekida popodne uz pauzu za ručak koji traju barem 8 do 10 minuta u smjeni koja traje 7 do 8 sati ili barem 4 prekida po smjeni uz prekid za ručak ili 4 prekida od 8 do 10 minuta u smjeni koja traje 6 sati
3	2 prekida koja traju barem 8 do 10 minuta svaki u smjeni koja traje 6 sati uz prekid za ručak ili 3 prekida uz prekid za ručak u smjeni koja traje od 7 do 8 sati
4	2 prekida uz prekid za ručak koji traju barem 8 do 10 minuta svaki u smjeni koja traje od 7 do 8 sati ili 3 prekida bez prekida za ručak u smjeni koja traje od 7 do 8 sati ili 1 prekid od barem 8 do 10 minuta u smjeni koja traje 6 sati
6	1 prekid koji traje barem 10 minuta u smjeni koja traje 7 sati bez prekida za ručak ili 1 prekid za ručak u smjeni koja traje 8 sati gdje se prekid za ručak ne uračunava u radne sate
10	Nema prekida osim par minuta, manje od 5 u smjeni koja traje od 7 do 8 sati

Bodovi za oporavak

3.4.4. Prisutnost dodatnih faktora

U [Tablica 19] prikazani su dodatni faktori koji utječu na rad pojedinca koja se nalazi u OCRA kontrolnoj listi. Potrebno je odabrati jedan odgovor u grupi pitanja. Grupe su podijeljene na fizičke faktore i organizacijske faktore. Ako su oba prisutna rezultati se zbrajaju. Pravilnim označivanjem polja dobivaju se konačni dodatni bodovi koji se kasnije koriste u izračunu konačne ocjene OCRA kontrolne liste.

Tablica 19. Dodatni faktori [16]

FIZIČKI FAKTORI	
2	Rukavice neodgovarajuće zadatku za koji se koriste i nose se više od polovice vremena
2	Vibrirajući alati se koriste više od polovice vremena
2	Upotrijebljeni alati uzrokuju kompresiju kože i mišića
2	Zadatak podrazumijeva ponavljajuće udarce rukom (ruka se koristi kao alat)
2	Niska temperatura
2	Više od polovice vremena je utrošeno na izvršavanje preciznih zadataka (zadaci na područjima manjim od 2 mm) zahtijevajući da radnik bude fizički bliže da vidi
2	Prisutno je više od jednog dodatnog faktora u isto vrijeme za više od polovice vremena
3	Prisutno je više od jednog dodatnog faktora kroz cijelo vrijeme

ORGANIZACIJSKI FAKTORI	
1	Radni tempo je određen strojem, ali postoje "mjesta oporavka" koja omogućavaju da se radni tempo uspori ili ubrza
2	Radni tempo je definitivno određen strojem

Dodatni bodovi

Desno	Lijevo

3.4.5. Prisutnost radnih aktivnosti uključujući ponovljivu silu u šakama/rukama

[Tablica 20] prikazuje različite razine sila prema Borgovoj ljestvici i njihovo trajanje uz pripadajuće bodove koja se nalazi u OCRA kontrolnoj listi. Moguće je odabrati više od jednog odgovora. Djelomični bodovi se zbrajaju. Ako je potrebno moguće je odabrati i prosječne bodove, a onda ih zbrojiti zajedno. Pravilnim označivanjem polja dobivaju se konačni bodovi za silu koji se kasnije koriste u izračunu konačne ocjene OCRA kontrolne liste.

Tablica 20. Razine sila prema Borgovoj ljestvici [16]

Radna aktivnost zahtjeva korištenje skoro maksimalne sile (8 ili više na Borgovoj ljestvici) za:	6	2 sekunde svakih 10 min
	12	1 % vremena
	24	5 % vremena
	32	više od 10 % vremena
Radna aktivnost zahtjeva korištenje intenzivne sile (5, 6, 7 na Borgovoj ljestvici) za:	4	2 sekunde svakih 10 min
	8	1 % vremena
	16	5 % vremena
	24	više od 10 % vremena
Radna aktivnost zahtjeva korištenje umjerene sile (3, 4 na Borgovoj ljestvici) za:	2	1/3 vremena
	4	oko pola vremena
	6	više od pola vremena
	8	skoro cijelo vrijeme

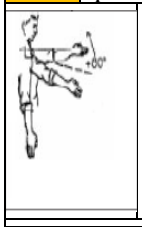
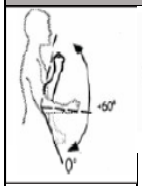
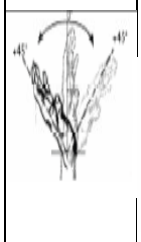
Bodovi za silu

Desno	Lijevo

3.4.6. Prisutnost neprirodnih položaja i pokreta

U [Tablica 21] koja se nalazi u OCRA kontrolnoj listi prikazane su četiri kategorije neprirodnih položaja i pokreta, a to su: ruke, laktovi, ručni zglob i šaka. Uz ove četiri kategorije dodan je i manjak varijacija u radnoj smjeni koje negativno utječu na rad zaposlenika. Pravilnim označivanjem polja dobivaju se konačni bodovi za položaj koji se kasnije koriste u izračunu konačne ocjene OCRA kontrolne liste.

Tablica 21. Kategorije neprirodnih položaja [16]

A. RUKA			
1	Ruka nije naslonjena na radnu klupu ali je malo podignuta gore tijekom pola ili više vremena		
	Ruke se drže skoro u razini ramena, bez potpore	2	za oko 10 % vremena
		6	za oko 1/3 vremena
		12	za oko pola vremena
		24	skoro cijelo vrijeme
B. LAKAT			
	Lakat izvršava široke pokrete (fleksija/ekstenzija ili pronacija) ili nagle pokrete (trzajuće ili udarne pokrete	2	za oko 1/3 vremena
		4	za oko pola vremena
		8	skoro cijelo vrijeme
C. RUČNI ZGLOB			
	Ručni zglob se mora savijati u ekstremne pozicije ili se mora držati u neugodnoj poziciji (široka fleksija i ekstenzija ili široke lateralne devijacije)	2	za oko 1/3 vremena
		4	za oko pola vremena
		8	skoro cijelo vrijeme
D. ŠAKA			
	Zahvat objekata, dijelova ili alata vrhovima prstiju koji su spojeni ili skoro otvorenom šakom (palmarni hvat) ili kuka hvat	2	za oko 1/3 vremena
		4	za oko pola vremena
		8	skoro cijelo vrijeme
E. MANJAK VARIJACIJA			
1,5	Izvođenje istih radnih pokreta uključujući ramena i/ili laktove i/ili ručne zglobove i/ili prste tijekom 51 % do 80 % vremena (ili vrijeme ciklusa između 8 i 15 sekundi za manualne radnje)		
3	Izvođenje istih radnih pokreta uključujući ramena i/ili laktove i/ili ručne zglobove i/ili prste tijekom 81 % do 100 % vremena (ili vrijeme ciklusa manje od 8 sekundi za manualne radnje)		
KONAČNI BODOVI ZA NEUGODNE POLOŽAJE I POKRETE			
Koristi se najveća vrijednost dobivena u grupama pitanja (A, B, C, D) jednom i eventualno se dodaju bodovi zadnjeg pitanja pod E			

Bodovi za ruke

Desno Lijevo

Bodovi za lakat

Desno Lijevo

Bodovi za ručni zglob

Desno Lijevo

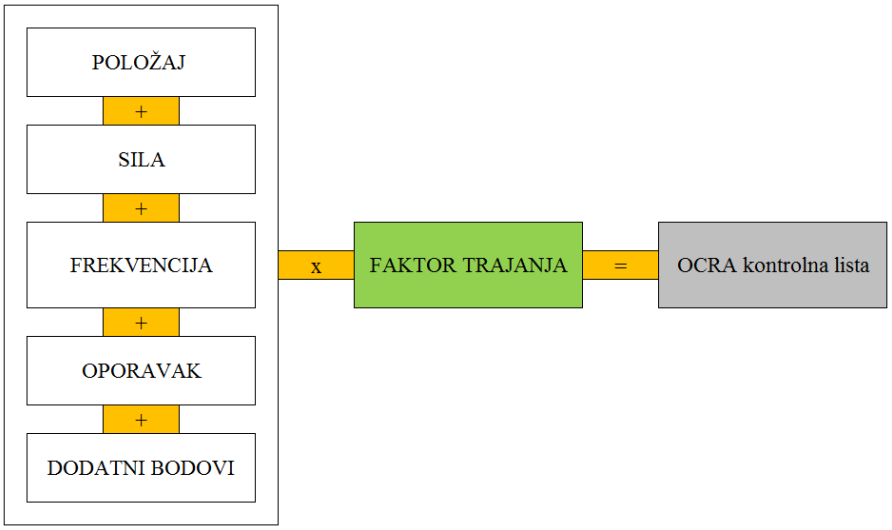
Bodovi za šaku

Desno Lijevo

Bodovi za položaj

Desno Lijevo

Kada su svi bodovi odabrani i sve pravilno označeno slijedi izračun konačne ocjene OCRA kontrolne liste. Način na koji se dobiva konačna prikazan je na [Slika 15].



Slika 15. Izračun konačnih bodova za OCRA kontrolnu listu [14]

Nakon izračuna dobiveni bodovi se klasificiraju prema [Tablica 22].

Tablica 22. Klasifikacija bodova OCRA kontrolne liste [16]

OCRA kontrolna lista	Rizik izlaganja	
do 7,5	Zeleno	Nema rizika
7,6 - 11	Žuto	Granična vrijednost
11,1 - 14	Blago crveno	Blagi rizik
14,1 - 22.5	Crveno	Značajan rizik
>= 22,6	Tamno crveno	Visok rizik

Budući da su numeričke ocjene korištene u OCRA kontrolnoj listi kalibrirane na faktore koji su korišteni za izračun detaljnijeg OCRA indeksa, konačna ocjena OCRA kontrolne liste može se tumačiti i u skladu s kritičnim vrijednostima OCRA indeksa prikazanog u [Tablica 23].

Tablica 23. Usporedba OCRA indeksa i OCRA kontrolne liste [16]

OCRA kontrolna lista	OCRA indeks	Rizik izlaganja	
≤ 7,5	≤ 2,2	Zeleno	Nema rizika
7,6 - 11	2,3 - 3,5	Žuto	Zanemariv rizik
11,1 - 14	3,6 - 4,5	Blago crveno	Blagi rizik
14,1 - 22.5	4,6 - 9	Crveno	Značajan rizik
≥ 22,6	≥ 9,1	Tamno crveno	Visok rizik

3.4.7. Primjer za OCRA kontrolnu listu

Primjer za OCRA metodu kontrolne liste je isti kao i za OCRA indeks metodu zbog toga da se pokušaju prikazati sličnosti i točnost metoda. Primjer je isto izmišljen kao i kod OCRA indeks metode i služi kao prikaz popunjavanja OCRA kontrolne liste.

Tekst primjera: Radnik radi u voćnjaku i bere jabuke u sanduke u blizini drva uz osiguran prijevoz (ne bavi se transportom i zamjenom sanduka). Smjena mu traje 8 sati i u smjeni ima prekid za ručak od 30 minuta u 13 sati uz dva dodatna prekida po 10 minuta ujutro i popodne. Poslodavac mu je odredio da za trenutne uvjete mora ubrati 3500 jabuka na dan. Za zaštitu mora koristi radne rukavice. Potrebno je izračunati kolikom se riziku od mišićno – koštanog oboljenja izlaže radnik koji je dobio taj zadatak. Napomena: Promatrani radnik je dešnjak i većinu poslova radi tom rukom.

Na početku izračuna OCRA metode kontrolne liste prikazani su organizacijski podaci, [Slika 16]. Na [Slika 16] su prikazane popunjene tablice i izračunato neto trajanje ponavljajućih zadataka i vremena ciklusa.

ORGANIZACIJSKI PODACI: OPIS		**MINUTE**
TRAJANJE SMJENE	Službeno	
	Stvarno	480 (1)
SLUŽBENI PREKID		
DRUGI PREKIDI (osim službenih)		20 (2)
PREKID ZA RUČAK	Službeni	
	Stvarni	30 (3)
NE PONAVLJAJUĆI ZADACI (npr. čišćenje i dr.)	Službeni	
	Stvarni	0 (4)
NETO TRAJANJE PONAVLJAJUĆIH ZADATAKA (1)-(2)-(3)-(4)=(5)		430 (5)

ORGANIZACIJSKI PODACI: OPIS		**VRIJEME**
NETO TRAJANJE PONAVLJAJUĆIH ZADATAKA (1)-(2)-(3)-(4)=(5)		430 min (5)
Broj komada (ili ciklusa)	Planirani	3500
	Stvarni	3500 (6)
NETO VRIJEME CIKLUSA (s) (5)*60/(6)=(7)		7,37 s (7)
PROMATRANO VRIJEME CIKLUSA (s)		7 s (8)
RAZLIKA IZMEĐU PROMATRANOG VREMENA CIKLUSA I NETO VREMENA CIKLUSA (%) (7)-(8)/(7)=(9)		5 % (9)

Slika 16. Prikaz popunjenih tablica za organizacijski opis zadatka

Nakon prikaza organizacijskih podataka slijedi odabir faktora trajanja. Pošto smjena traje 480 minuta ili 8 sati faktor trajanja koji se nalazi u [Tablica 16] jednak je jedan. Odabir faktora trajanja prikazano je zelenom bojom, a iznos je prikazan u donjem desnom kutu, [Slika 17].

Faktori trajanja za neto trajanje ponavljajućih zadataka u smjeni					
Minute	**Faktor trajanja**	Minute	**Faktor trajanja**	Minute	**Faktor trajanja**
60-120	**0,5**	241-300	**0,85**	421-480	**1**
121-180	**0,65**	301-360	**0,925**	>480	**1,5**
181-240	**0,75**	361-420	**0,95**		

Faktor trajanja
1

Slika 17. Prikaz popunjene tablice za odabir faktora trajanja

Nakon odabira faktora trajanja slijedi odabir prekida koji su prisutni tijekom radnog vremena. Tipovi prekida njihova distribucija ili postojanje drugih npr. vizualnih kontrolnih prekida opisani su na [Tablica 18]. Potrebno je odabrati jedan odgovor, a moguće je odabrati i srednje vrijednosti. Odabrana vrijednost na temelju primjera označena je zelenom bojom, a vrijednost bodova za oporavak na temelju postojećih prekida nalazi se u donjem desnom kutu. [Slika 18]

0	Prekid od najmanje 8 minuta svaki sat u ponavljajućim zadacima uz dodatak prekidu za ručak
1	2 prekida ujutro i 2 prekida popodne uz pauzu za ručak koji traju barem 8 do 10 minuta u smjeni koja traje 7 do 8 sati ili barem 4 prekida po smjeni uz prekid za ručak ili 4 prekida od 8 do 10 minuta u smjeni koja traje 6 sati
3	2 prekida koja traju barem 8 do 10 minuta svaki u smjeni koja traje 6 sati uz prekid za ručak ili 3 prekida uz prekid za ručak u smjeni koja traje od 7 do 8 sati
4	2 prekida uz prekid za ručak koji traju barem 8 do 10 minuta svaki u smjeni koja traje od 7 do 8 sati ili 3 prekida bez prekida za ručak u smjeni koja traje od 7 do 8 sati ili 1 prekid od barem 8 do 10 minuta u smjeni koja traje 6 sati
6	1 prekid koji traje barem 10 minuta u smjeni koja traje 7 sati bez prekida za ručak ili 1 prekid za ručak u smjeni koja traje 8 sati gdje se prekid za ručak ne uračunava u radne sate
10	Nema prekida osim par minuta, manje od 5 u smjeni koja traje od 7 do 8 sati

Bodovi za oporavak
4

Slika 18. Prikaz popunjene tablice za odabir bodova za oporavak

Nakon odabira bodova za oporavak slijedi odabir frekvencije radnji koje su prisutne tijekom radnog vremena. Situacije koje se mogu desiti na radnom mjestu opisane su u [Tablica 17]. Potrebno je odabrati jedan odgovor za svaki gornji dio tijela tj. ud. Moguće je koristiti i srednje vrijednosti. Ako su prisutne statičke i dinamičke radnje, uzeti u obzir one koje predstavljaju veći rizik. Odabrana vrijednost na temelju primjera označena je zelenom bojom, a vrijednost bodova za frekvenciju na temelju radnji rukama nalazi se u donjem desnom kutu, posebno za lijevu i posebno za desnu ruku, [Slika 19].

	Dinamičke radnje
0	Pokreti ruke su spori i česti. Mogući su kratki prekidi (20 radnji u minuti)
1	Pokreti ruke nisu prebrzi, konstantni su i redoviti. Mogući su kratki prekidi (30 radnji u minuti)
3	Pokreti ruke su prilično brzi i redoviti. Samo povremene, kratke i ne redoviti prekidi su mogući (oko 40 radnji u minuti)
4	Pokreti ruke su brzi. Samo povremene, kratke i ne redovite prekidi su moguće (40 radnji u munuti)
6	Pokreti ruke su brzi. Samo povremene, kratke i ne redovite prekidi su moguće (50 radnji u munuti)
8	Pokreti ruke su jako brzi. Teško se održava ritam zbog manjka prekida (oko 60 radnji u minuti)
10	Jako velike frekvencije pokreta (70 radnji u minuti ili više). Bez mogućnosti prekida.
	Statičke radnje
3	Držanje objekta barem 5 uzastopnih sekundi uz jedan ili više statičkih pokreta 2/3 vremenskog ciklusa
5	Držanje objekta barem 5 uzastopnih sekundi uz jedan ili više statičkih pokreta 3/3 vremenskog ciklusa

Bodovi za frekvenciju

0	0
Desno	Lijevo

Slika 19. Prikaz popunjene tablice za odabir bodova za frekvenciju

Nakon bodova za oporavak slijedi prisutnost dodatnih faktora koji su prisutni tijekom radnog vremena. Situacije koje utječu na rad radnika pa tako i na rizik za zdravlje opisane su u [Tablica 19]. Potrebno je odabrati jedan odgovor po grupi pitanja, a ako postoje i fizički i organizacijski faktori onda se bodovi zbrajaju. Odabrana vrijednost na temelju primjera označena je zelenom bojom, a vrijednost dodatnih bodova nalazi se u donjem desnom kutu, posebno za lijevu i posebno za desnu ruku, [Slika 20].

	FIZIČKI FAKTORI
2	Rukavice neodgovarajuće zadatku za koji se koriste i nose se više od polovice vremena
2	Vibrirajući alati se koriste više od polovice vremena
2	Upotrijebljeni alati uzrokuju kompresiju kože i mišića
2	Zadatak podrazumijeva ponavljajuće udarce rukom (ruka se koristi kao alat)
2	Niska temperatura
2	Više od polovice vremena je utrošeno na izvršavanje preciznih zadataka (zadaci na područjima manjim od 2 mm) zahtijevajući da radnik bude fizički bliže da vidi
2	Prisutno je više od jednog dodatnog faktora u isto vrijeme za više od polovice vremena
3	Prisutno je više od jednog dodatnog faktora kroz cijelo vrijeme
	ORGANIZACIJSKI FAKTORI
1	Radni tempo je određen strojem, ali postoje "mjesta oporavka" koja omogućavaju da se radni tempo uspori ili ubrza
2	Radni tempo je definitivno određen strojem

Dodatni bodovi

2	2
Desno	Lijevo

Slika 20. Prikaz popunjene tablice za odabir dodatnih bodova

Nakon dodatnih bodova slijedi odabir prisutnosti radnih aktivnosti uključujući ponovljivo korištenje sile u šakama i/ili rukama. Situacije koje se dolaze u obzir na radnom mjestu su opisane u [Tablica 20]. Moguće je označiti više od jednog odgovora, a parcijalni bodovi se zbrajaju. Ako je potrebno moguće je odabrati i srednje vrijednosti pa ih zatim zbrojiti zajedno. Odabrana vrijednost na temelju primjera označena je zelenom bojom, a vrijednost bodova za silu nalazi se u donjem desnom kutu, posebno za lijevu i posebno za desnu ruku, [Slika 21].

Radna aktivnost zahtjeva korištenje skoro maksimalne sile (8 ili više na Borgovoj ljestvici) za:	6	2 sekunde svakih 10 min
	12	1 % vremena
	24	5 % vremena
	32	više od 10 % vremena
Radna aktivnost zahtjeva korištenje intenzivne sile (5, 6, 7 na Borgovoj ljestvici) za:	4	2 sekunde svakih 10 min
	8	1 % vremena
	16	5 % vremena
	24	više od 10 % vremena
Radna aktivnost zahtjeva korištenje umjerene sile (3, 4 na Borgovoj ljestvici) za:	2	1/3 vremena
	4	oko pola vremena
	6	više od pola vremena
	8	skoro cijelo vrijeme

Bodovi za silu

2	0
Desno	Lijevo

Slika 21. Prikaz popunjene tablice za odabir bodova za silu

Zatim slijedi odabir neprirodnih pozicija i pokreta, a situacije su opisane u [Tablica 21]. Odabrane vrijednosti na temelju primjera označene su zelenom bojom, a vrijednost bodova za položaj nalazi se u donjem desnom kutu, posebno za lijevu i posebno za desnu ruku, [Slika 22]. Način odabira i dobivanja bodova za položaj opisano je u dijelu za konačne bodove.

A. RUKA			
1	Ruka nije naslonjena na radnu klupu ali je malo podignuta gore tijekom pola ili više vremena		
	Ruke se drže skoro u razini ramena, bez potpore	2	za oko 10 % vremena
		6	za oko 1/3 vremena
		12	za oko pola vremena
		24	skoro cijelo vrijeme
B. LAKAT			
	Lakat izvršava široke pokrete (fleksija/ekstenzija ili pronacija) ili nagle pokrete (trzajuće ili udarne pokrete	2	za oko 1/3 vremena
		4	za oko pola vremena
		8	skoro cijelo vrijeme
C. RUČNI ZGLOB			
	Ručni zglob se mora savijati u ekstremne pozicije ili se mora držati u neugodnoj poziciji (široka fleksija i ekstenzija ili široke lateralne devijacije)	2	za oko 1/3 vremena
		4	za oko pola vremena
		8	skoro cijelo vrijeme
D. ŠAKA			
	Zahvat objekata, dijelova ili alata vrhovima prstiju koji su spojeni ili skoro otvorenom šakom (palmarni hvat) ili kuka hvat	2	za oko 1/3 vremena
		4	za oko pola vremena
		8	skoro cijelo vrijeme
E. MANJAK VARIJACIJA			
1,5	Izvođenje istih radnih pokreta uključujući ramena i/ili laktove i/ili ručne zglobove i/ili prste tijekom 51 % do 80 % vremena (ili vrijeme ciklusa između 8 i 15 sekundi za manualne radnje)		
3	Izvođenje istih radnih pokreta uključujući ramena i/ili laktove i/ili ručne zglobove i/ili prste tijekom 81 % do 100 % vremena (ili vrijeme ciklusa manje od 8 sekundi za manualne radnje)		
KONAČNI BODOVI ZA NEUGODNE POLOŽAJE I POKRETE			
Koristi se najveća vrijednost dobivena u grupama pitanja (A, B, C, D) jednom i eventualno se dodaju bodovi zadnjeg pitanja pod E			

Bodovi za ruke

12	0
Desno	Lijevo

Bodovi za lakat

8	0
Desno	Lijevo

Bodovi za ručni zglob

2	0
Desno	Lijevo

Bodovi za šaku

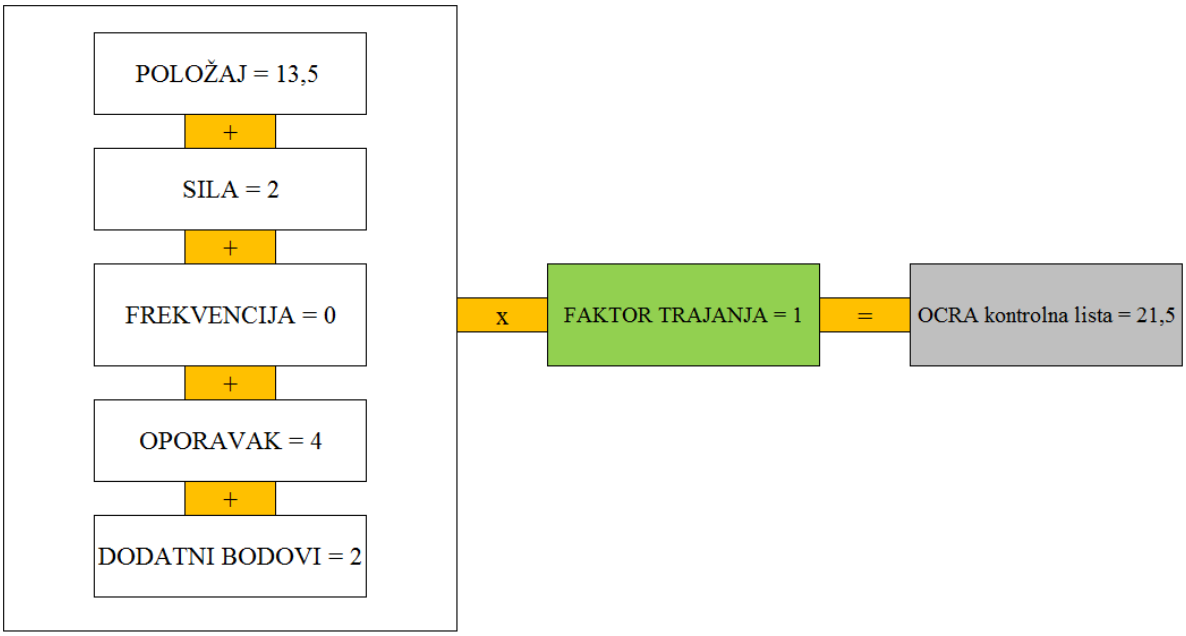
0	0
Desno	Lijevo

Bodovi za položaj

13,5	0
Desno	Lijevo

Slika 22. Prikaz popunjene tablice za odabir bodova za položaj

Nakon odabira svih vrijednosti izračunava se vrijednost OCRA kontrolne liste, [Slika 23].



Slika 23. Prikaz izračuna

Izračun je izražen i jednadžbom, (9).

$$\text{OCRA kontrolna lista} = (13{,}5 + 2 + 0 + 4 + 2) \times 1 = 21{,}5 \quad \textbf{(9)}$$

Zaključak primjera:

Rezultati dobiveni OCRA kontrolnom listom ukazuju na značajan rizik od pojave mišićno-koštanih oboljenja jer je konačna ocjena OCRA kontrolne liste između 14,1 i 22,5. Usporedbom ovog primjera za OCRA indeks metodu gdje je rezultat 10,65 i rizik od mišićno-koštanih poremećaja visok i OCRA metodu kontrolne liste gdje je rezultat 21,5 što predstavlja značajan rizik i to na granici s visokim rizikom može se vidjeti da je mala razlika između metoda. Možda je trebalo bolje proučiti scenarije kod OCRA kontrolne liste i uzimati srednje i/ili interpolirane vrijednosti za veću točnost. Iz primjera se vidi da je korištenje OCRA metode kontrolne liste brže, na neki način i zanimljivije, ali treba malo pomnije popratiti opisane scenarije jer je OCRA indeks metoda detaljnija, pouzdanija i kategorijski bolja i točnija.

4. OCRA STUDIJA SLUČAJA U INDUSTRIJI AGRUMA U ITALIJI

U poljoprivrednom sektoru postoji mnogo poslova čiji su ritmovi proizvodnje brzi i uzrokuju značajnu izloženost bio-mehaničkim čimbenicima rizika. Ova studija je napravljena zbog toga jer je zaprimljeno sve više pritužbi na mišićno-koštana oboljenja u Kalabriji, a iznosila su 18 % svih pritužbi u Italiji. Kalabrija je regija poznata po uzgoju agruma u Italiji, a osnovna obilježja te regije u pogledu industrije nalaze se u [Tablica 24]. [17]

Tablica 24. Sinoptički prikaz uzgoja agruma u Kalabriji [18]

Vrijednost BPP uzgoja agruma u Italiji (€)	1196512
Vrijednost BPP uzgoja agruma u Kalabriji (€)	352706
BPP agrumi u Kalabriji / agrumi u Italiji (%)	29,5
BPP agrumi u Kalabriji / BPP ukupno u Kalabriji (%)	14,8
Proizvodnja (t)	1213
Farme za uzgoj agruma	44000
Prosječna površina (ha)	0,7
Poduzeća početne faze obrade	61

Gdje je,

- BPP (*Basic price production*) ili osnovna cijena proizvodnje koja predstavlja iznos koji proizvođač primi od kupca za jedinicu robe ili usluge proizvedene kao rezultat umanjen za sve poreze koji se moraju platiti i plus svako potraživanje subvencije od strane proizvođača kao posljedica njegove proizvodnje ili prodaje. Isključuje sve troškove prijevoza koje proizvođač posebno fakturira. [18]

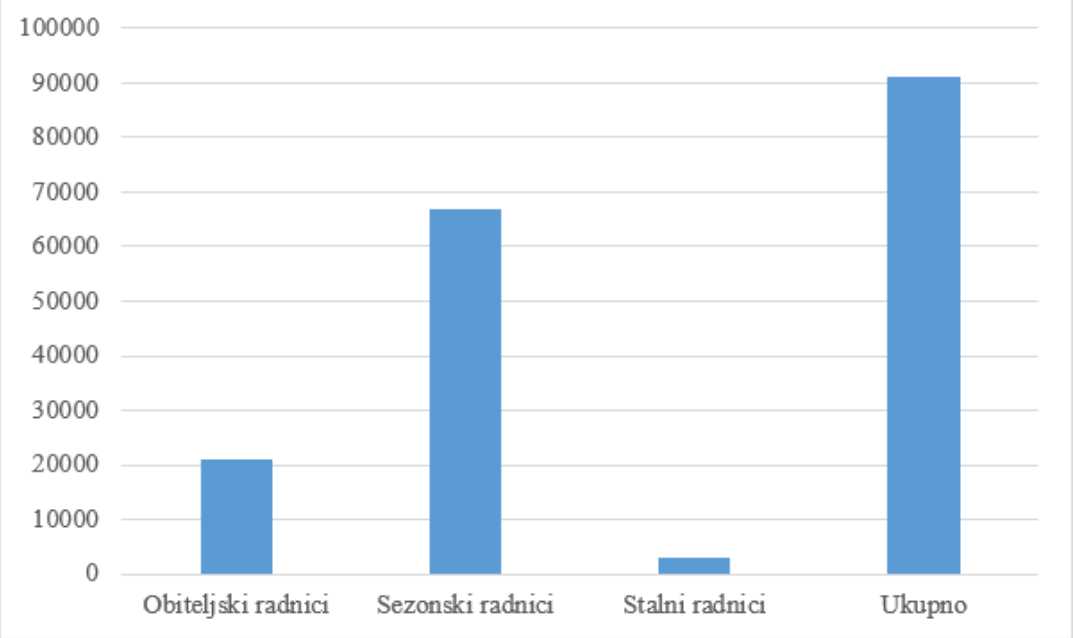
Uzgoj agruma je zapravo drugi najveći sektor poljoprivredne proizvodnje u Kalabriji. Agrumi i stabla maslina su najčešći usjevi u plodnim područjima ove regije, [Slika 24].

Slika 24. Prikaz agruma [19]

Ovaj sektor vrijedi oko 353 milijuna eura, odnosno 29,5% vrijednosti nacionalne proizvodnje agruma i 14,8% ukupne poljoprivredne proizvodnje Kalabrije, [Tablica 24]. Područje uzgoja agruma u Kalabriji je oko 31000 hektara tj. 26% talijanskog područja uzgoja agruma, s oko 44000 farmi za uzgoj agruma i 91000 radnika. Prosječan broj stalnih radnika po gospodarstvu, osim vlasnika, je između 2 i 4 osobe. Ipak, sezonski radnici su najveća kategorija, a zapošljavaju ih farme na prosječno 118 dana godišnje, [Slika 25]. Individualno gospodarstvo je najčešći tip upravljanja, iako su zadruge i udruge dosta raširene. Unatoč trenutnim naporima na modernizaciji, ovaj sektor i dalje koristi najveću fizičku radnu snagu u poljoprivredi i za preradi agruma. [17]

4.1. Radnici koji su sudjelovali u ispitivanju

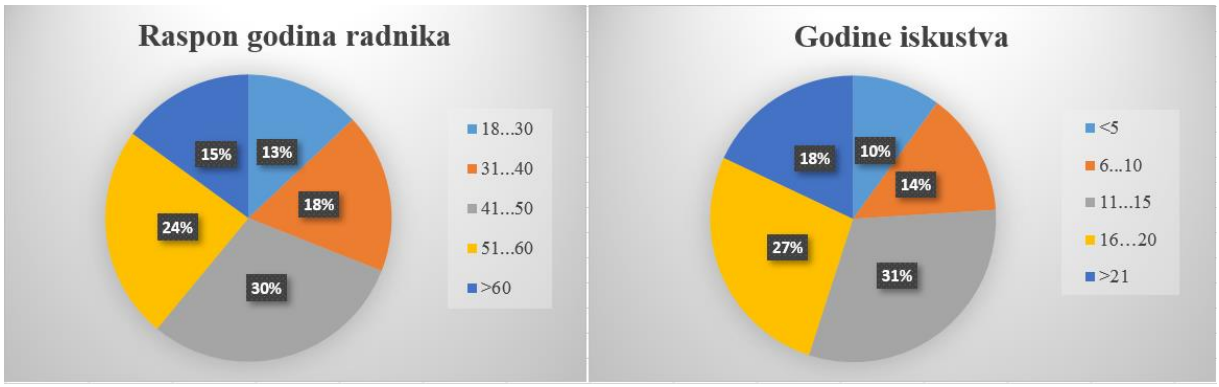
Zaposlenici bilo koje industrije agruma u Kalabriji, kako stalnih tako i sezonskih, ne obavljaju specifične i jedinstvene poslove jer su svi radnici uključeni u svaku fazu proizvodnog procesa. Posljedično, svi radnici su podjednako izloženi riziku od mišićno-koštanih poremećaja. Stoga je cilj ovog istraživanja utvrditi razinu rizika kojem su radnici izloženi u svakoj fazi proizvodnog procesa. [18]



Slika 25. Broj radnika po kategorijama [17]

Kako bi se procijenio rizik od ponavljajućih ručnih operacija, analizirane su sve različite radne faze i zadaci koje je svaki radnik obavljao na 35 farmi u regiji Kalabrije. U istraživanje je u trogodišnjem razdoblju bilo uključeno ukupno 180 radnika. Ova analiza je provedena na radnom mjestu kako bi se detaljno ispitale ponavljajuće operacije koje su radnici izvodili.

Uzorak radnika ispitanih u istraživanju bio je prilično heterogen, prosječna starost bila je 48 godina, a preko 70% zaposlenika radilo je puno radno vrijeme u određenoj tvrtki. Svih 180 radnika proučavano je tijekom različitih razdoblja tijekom cijele godine i u svakoj fazi proizvodnje. Od zaposlenih, 76% je radilo na svojoj farmi više od deset godina, [Slika 26].



Slika 26. Uzorkovani radnici [17]

4.2. Opis studije

U slučaju ove studije, poslovi unutar sektora uzgoja agruma su:

- obrada tla,
- gnojidba,
- primjena pesticida,
- rezidba i
- berba

Ti zadaci se izvode u različito vrijeme tijekom godine u usporedbi s drugim zanimanjima u kojima radnik može obavljati različite poslove tijekom iste smjene. Radnik obavlja svaki zadatak korak po korak, a dvije ili više faza rada rijetko se odvijaju tijekom iste smjene. Zbog toga se bodovi dobiveni iz OCRA kontrolne liste za svaku radnu fazu poklapaju s konačnim bodovima, kako je predviđeno usvojenom metodologijom. Štoviše, nemaju sve radne faze isto vremensko trajanje, zapravo, farme koje su proučavane koristile su svoje zaposlenike uglavnom za operacije rezidbe i berbe. [17]

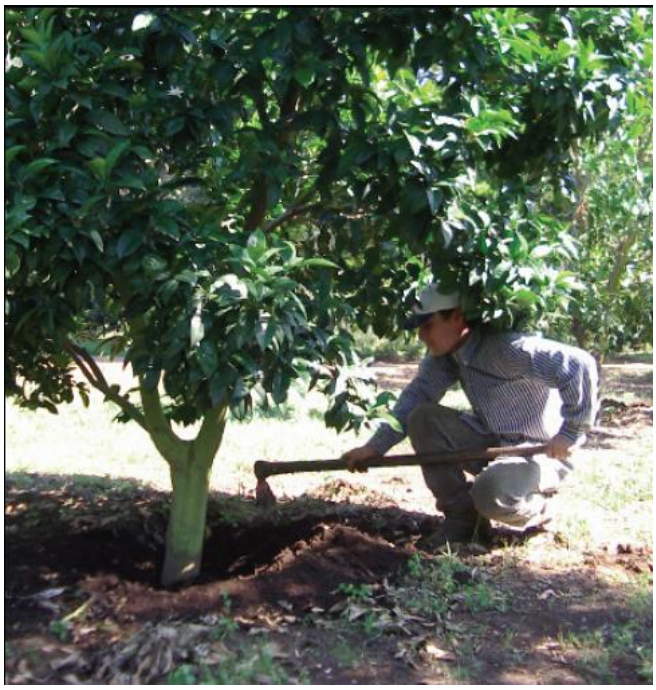
Ovaj postupak omogućuje brzo otkrivanje koji zadatak u industriji uzgoja agruma ima značajnu razinu izloženosti.

4.3. Opis zadataka

Radno vrijeme na 35 ispitanih farmi uključivalo je dvije službene stanke od po 10 minuta na i stanku za ručak od 30 minuta. Svaki je radnik tijekom smjene obavljao samo jedan zadatak. Rezultati su podijeljeni prema tome je li radni zadatak koji je radnik obavljao obavljen ručno ili mehaničkim sredstvima. U nastavku je dat pregled glavnih ispitanih operacija usjeva. [17]

4.3.1. Obrada tla

Operacije obrade tla imaju za cilj ponovno stvaranje ispravnih fizičkih uvjeta tla za poticanje rasta korijena, uklanjanje korova i održavanje stabilne strukture tla. Radovi se razlikuju od tvrtke do tvrtke u Kalabriji ovisno o razini posjedovanja mehanizacije, sadnji i sorti usjeva. Mehanizacija se koristila na lako dostupnim mjestima, a blizu biljaka gdje to nije bilo moguće se radilo ručno i to motikom. U svakom slučaju veći čimbenik rizika je kod ručnog rada u usporedbi s mehanizacijom jer je tijekom ove faze potrebna ponovljena uporaba obje ruke, a radnik zauzima neprikladan položaj, [Slika 27]. Prema izjavama radnika, obradu citrusa je u prosjeku trajala 18% radnih dana, a stroj koji se koristio na 90% farmi bila je freza. Tijekom mehaničke obrade, indeks rizika u prosjeku je bio 13,2 što se poklapa s niskim rizikom, a kada se zadatak izvodi ručno, razina izloženosti riziku se povećava, dostižući zonu značajnog rizika za mišićno-koštane poremećaje čak i blizu zoni visokih rizika, [Slika 31]. [17]



Slika 27. Obrada tla [17]

4.3.2. Gnojidba

Na mnogima od ispitanih farmi koristili su raspršivač folijarnog gnojiva, rasipač ili druge strojeve. Na farmama s nižom razinom mehanizacije koristili su se pomoćni uređaje, poput leđne prskalice. Gnojidba zauzima samo 14% ukupnog radnog vremena na farmama za uzgoj agruma u Kalabriji. Zapravo, ova se operacija ne smatra uvijek nužnom, ovisi o potrebi za obogaćivanjem tla. Uređaji za gnojidbu su istaknuti kao čimbenik rizika za ponavljajuće pokrete i uključuju neadekvatno držanje ruku tijekom ponavljanja zadatka. Na slici je prikazan primjer rasipača umjetnog gnojiva koje se mogao koristiti za ispitivanje, [Slika 28]. Slika je stavljena radi lakšeg predočenja radnog zadatka u slučaju korištenja umjetnog gnojiva pošto nisu objavljene slike nekih od korištenih uređaja. Ova izloženost stavlja gnojidbu na vrlo nisku razinu rizika, s konačnim rezultatom od 10,8 [Slika 31]. [17]

Slika 28. Primjer rasipača umjetnog gnojiva [20]

4.3.3. Primjena pesticida

Tretmani pesticidima provode se uz pomoć prskalica opremljenih odgovarajućim aplikatorima koji omogućuju da pesticid dopre i do najviših dijelova biljaka. Ti uređaji povećavaju razinu rizika od mišićno-koštanih poremećaja zbog ponovljivih pokreta ruku i neugodnog držanja. Distribuciju pesticida obavljalo je samo 41% ispitanika, koji su izjavili da su ovaj zadatak obavljali uglavnom tijekom proljetnih mjeseci. Na slici je prikazan primjer motorne prskalice koja se mogla koristiti za obavljanje radnog zadatka radi lakšeg predočenja tog zadatka pošto nisu objavljene slike nekih od korištenih uređaja, [Slika 29]. Razina rizika pripisana ovom zadatku je vrlo niska, a konačna ocjena kontrolne liste je 9,9 [Slika 31]. [17]

Slika 29. Primjer motorne prskalice [21]

4.3.4. Obrezivanje

Farme agruma uključene u ovo istraživanje provodile su rezidbu ili ručno, uz pomoć škara za obrezivanje i pilama, ili motornim pilama, [Slika 30]. Operacije proljetne rezidbe, kako ručne tako i mehanizirane, bile su najzahtjevnija faza obrade u satima godišnje tj. 30% ukupnog vremena rada. Prema OCRA kontrolnoj listi, razina rizika je značajna za korištenje nekih mehaničkih uređaja, a pripadajući bodovi su 19,7 dok su ručne operacije rezidbe izazvale visoku razinu rizika s pripadajućih 23,9 bodova, [Slika 31]. Ove operacije zahtijevaju ponovljivu primjenu snage gornjih udova u teškim i često nemogućim uvjetima okoline. Držanje ruku i šaka gotovo uvijek je neugodno, a alati npr. škare, pile i motorne pile su često neugodni za rukovanje. [17]

Slika 30. Obrezivanje motornom pilom [17]

4.3.5. Berba

Berba agruma u Kalabriji obavlja se na tradicionalan način. Plod se odvaja ručno uz pomoć škara za rezanje peteljke. Berba je faza najvećeg rizika za radnike. Dijeli neke od istih aspekata rezidbe prema OCRA kontrolnoj listi. Indeks rizika za berbu bio je 24,6, a najočitiji čimbenik rizika bili su neugodno i nespretno držanje i pokreti, [Slika 31]. [17]

4.4. Prijedlog poboljšanja

Usporedba različitih faza rada otkriva da rezidba i berba stvaraju najveće razine rizika za radnike [Tablica 25]. U većini situacija obrezivanje i berba se obavljaju ručno. Zahtijevaju precizan rez, ne samo radi sigurnosti radnika već i radi uspješnog izvođenja operacije i za zaštitu biljaka. Zbog toga se radniku nameće visoka razina stresa. Zapešća i ruke su najviše izložene riziku od nepravilnog držanja i ponavljanja zadataka tijekom procesa berbe. Ručna rezidba zahtijeva veliku fizičku snagu za rezanje grana, dok korištenje mehaničkih sredstava često prisiljava radnika na zauzimanje nepravilnog držanja. Gnojidba i primjena pesticida spadaju u istu razinu rizika za radnika zbog korištenja slične opreme tijekom ovih operacija. Kada farme nemaju mehaničke prskalice, obično se koriste leđne prskalice, koje zahtijevaju brze pokrete ruku i stalno loše držanje.

Međutim, zapaženo je da cjelokupna uporaba mehaničkih sredstava i uređaja smanjuje izloženost različitim čimbenicima rizika, osobito kada je za obavljanje posla potrebna niža razina sile. Ukupna razdoblja odmora nisu se činila dovoljna da bi omogućila radnicima da se oporave tijekom obavljanja raznih operacija uzgoja. Jedna jednostavna mjera, u ovom kontekstu, mogla bi biti povećanje razdoblja oporavka. Ukupni vremenski raspon kratkog odmora je nedovoljan, ali bi moglo biti više pauza raspoređenih tijekom smjene, zadržavajući njegovo ukupno trajanje, s očitim prednostima za radnike.

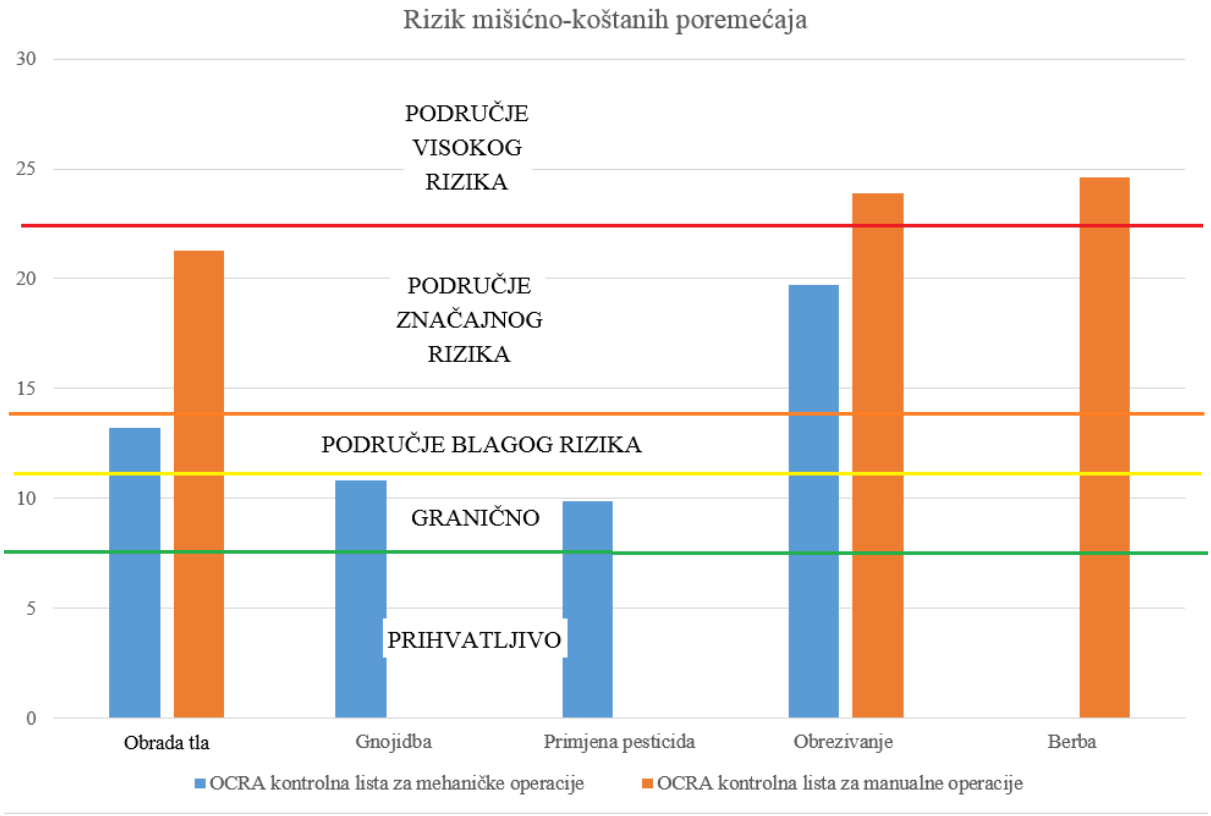
4.5. Zaključak studije

Rezultati dobiveni ovom studijom na 35 farmi za uzgoj citrusa i 180 radnika prvenstveno su omogućili da se identificira razina izloženosti radnika u proizvodnji agruma. Na temelju dobivenih rezultata OCRA metoda kontrolne liste mogla bi postati mogući alat u provedbi preventivnih mjera za sve radnike uključene u poljoprivredne poslove, a ne samo one u sektoru uzgoja agruma. Mišićno-koštani poremećaji se mogu spriječiti pokretanjem odgovarajućih preventivnih mjera, a te mjere se mogu podijeliti u tri kategorije: strukturne, organizacijske i obrazovne. Strukturne mjere optimiziraju raspored radnog prostora i ergonomska svojstva alata

i opreme. Takve mjere ublažavaju probleme uzrokovane upotrebom pretjerane sile i neugodnim držanjem. Organizacijske mjere se odnose na učestalost rada i vrijeme odmora. One služe za ublažavanje problema povezanih s radnjama koje se puno ponavljaju i imaju neadekvatna razdoblja oporavka. Obrazovne mjere uključuju obuku i informiranje radnika koje naglašavaju svijest o riziku, a pomažu im da na ispravan način obavljaju svoje radne zadatke i da koriste nove radne tehnike.

Tablica 25. Bodovi OCRA kontrolne liste za različite poslove u studiji [17]

	Obrada tla	Gnojidba	Primjena pesticida	Obrezivanje	Berba
Broj opažanja	180	180	180	180	180
OCRA kontrolna lista:					
Frekvencija					
Bodovi za mehaničke operacije	1	1,8	1,5	2,2	-
Standardna devijacija	0,7	0,8	0,6	1,3	-
Bodovi za manualne operacije	1,4	-	-	3,1	4,9
Standardna devijacija	0,9	-	-	1,6	1,9
Sila					
Bodovi za mehaničke operacije	3,9	3,4	3,1	5,9	-
Standardna devijacija	1,1	0,8	1,1	1,8	-
Bodovi za manualne operacije	7,7	-	-	8,7	5,9
Standardna devijacija	2,1	-	-	2,4	1,7
Držanje i pokreti					
Bodovi za mehaničke operacije	5,8	3,1	2,8	8,4	-
Standardna devijacija	1,4	1,1	1,2	2,5	-
Bodovi za manualne operacije	9,1	-	-	9,2	9,6
Standardna devijacija	2,3	-	-	2,8	2,4
Oporavak					
Bodovi za mehaničke operacije	1,2	1,3	1,1	1,4	-
Standardna devijacija	0,4	0,6	0,7	0,4	-
Bodovi za manualne operacije	1,8	-	-	1,1	2,1
Standardna devijacija	0,7	-	-	0,4	0,8
Dodatni faktori	1,3	1,2	1,4	1,8	2,1
Standardna devijacija	0,5	0,4	0,5	0,7	0,7
SUMA:					
Bodovi za mehaničke operacije	13,2	10,8	9,9	19,7	-
Bodovi za manualne operacije	21,3	-	-	23,9	24,6



Slika 31. Rizik od mišićno-koštanih poremećaja definiranih OCRA metodom kontrolne liste koji su označeni vodoravnim linijama prema definiranim bodovima rizika uz označena područja te prikaz i usporedba radnih zadataka i način na koji su se ti zadaci izvršavali [17]

5. USPOREDBA VERTIKALNOG I HORIZONTALNOG OKRETNOG REGALA S ERGONOMSKOG STAJALIŠTA PRIMJENOM OCRA METODE

U uvodnom djelu primjera usporedbe vertikalnog i horizontalnog okretnog regala (karusela) sa stajališta ergonomije objašnjena su skladišta, njihovo značenje te osnovni skladišni potprocesi i zone u cilju lakšeg shvaćanja namjene vertikalnih i horizontalnih karusela.

Skladišta su izgrađeni objekti ili pripremljeni prostori koji služe za smještaj i čuvanje roba od trenutka njihovog preuzimanja do vremena njihove upotrebe i otpreme. To je mjesto na kojem su pohranjene zalihe, a uređeno je i opremljeno za privremeno i sigurno odlaganje, čuvanje, pripremu i izdavanje materijala. Skladište se može definirati iz različitih stajališta. Na primjer:

- S logističkog stajališta: skladište je čvor ili točka na logističkoj mreži na kojem se roba prije svega prihvaća ili prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže u cilju prostornog i vremenskog uravnoteživanja tokova materijala.
- Sa stajališta proizvodnje: svako skladištenje predstavlja prekid procesa, što je nepovoljno jer produljuje ciklus proizvodnje. [22]
- Sa stajališta troškova: skladištenje je utjecalo 2015. godine u SAD-u na prodajnu cijenu s 22,6%. [23]

Usprkos negativnim utjecajima na troškove i tempo proizvodnje, skladišta postoje u cilju zadovoljavanja zahtjeva korisnika u danom trenutku. Jedna od definicija logistike glasi: " Logistika je proces planiranja, implementacije i kontrole efikasnog i efektivnog tijeka i skladištenja materijala (sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda), usluga i povezanih informacija od točke izvora do točke potrošnje u svrhu zadovoljenja zahtjeva korisnika".

Postoji više razloga za skladištenje materijala u poduzećima. U nastavku su prikazani neki skladišteni materijali i razlozi njihovog skladištenja:

- skladištenje sirovina. Sirovine se skladište zbog: dugih rokova nabave, kašnjenja u isporukama, popusta na količinu, nižih troškova administracije, nabave i transporta.
- skladištenje poluproizvoda. Poluproizvodi se skladište zbog mogućih zastoja u proizvodnji u cilju pravovremenih isporuka, veće serije generiraju ukupne manje troškove proizvodnje, zbog razlika u trajanju tehnoloških operacija i ciklusa proizvodnje pojedinih dijelova i sl.

- skladištenje gotovih proizvoda. Skladištenje gotovih proizvoda može biti zbog otežane prodaje, kratkih rokova isporuke, zbog varijabilnosti potražnje i sl. [22]
- skladištenje alata i naprava. Alati i naprave se skladište u cilju pravovremene opskrbe i zamjene istrošenih, slomljenih ili oštećenih alata i naprava.

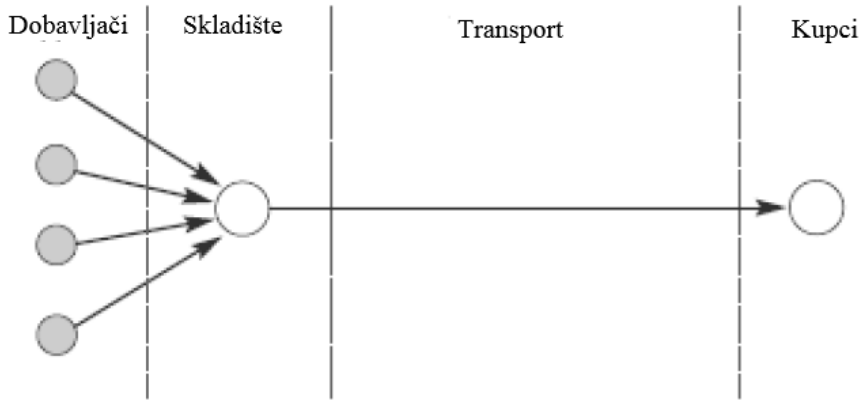
Dakle skladišta postoje zbog posljedica utjecaja okruženja, djelatnosti i potreba proizvodnog procesa poduzeća, a nastoji se da skladišta budu što manja radi troškova skladištenja.

Komponente od kojih se sastoje skladišta su:

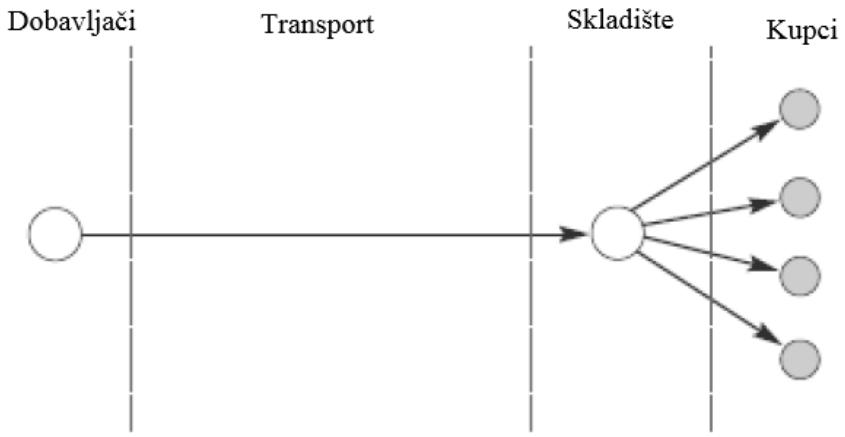
- objekti i/ili uređene površine,
- sredstva za skladištenje,
- sredstva za odlaganje,
- transportna sredstva,
- pomoćna skladišna oprema,
- dodatna skladišna oprema. [22]

Skladišta imaju mnoge podjele s obzirom na kriterije na koje se dijele npr. prema vrsti i značajkama materijala (skupina 1: sipki materijal, komadni materijal, tekućine, plinovi ili skupina 2: sirovine, poluproizvodi, proizvodi , rezervno dijelovi), stupnju razvoja skladišnog sustava (ručna, djelomično mehanizirana, mehanizirana, djelomično automatizirana, automatizirana), strategiji mjesta odlaganja, značajkama građevinskog objekta, izvedbama objekta, itd.

Skladišta imaju nekoliko uloga u logističkom lancu. U njima se može objedinjavati transport konsolidacijom gdje korisnik potražuje proizvode od više dobavljača, a količine od svakog dobavljača su manje od kapaciteta transportnih vozila, [Slika 32]. Takva skladišta su blizu dobavljača radi smanjenja troškova transporta gdje troškovi tog skladištenja moraju biti manji od troškova transporta koji bi nastali da se proizvodi dopreme do potrebnog odredišta. Drugi način objedinjavanja transporta je razbijanje / pregrupiranje gdje se na nekom području nalazi više korisnika s potražnjom manjom od kapaciteta transportnog vozila, [Slika 33]. Pošiljka se razbija, a roba se pregrupira u manje količinske jedinice gdje to skladište mora biti blizu korisnika i troškovi tog skladištenja moraju biti manji od troškova transporta koji bi nastali da se proizvodi dopreme do potrebnog odredišta.

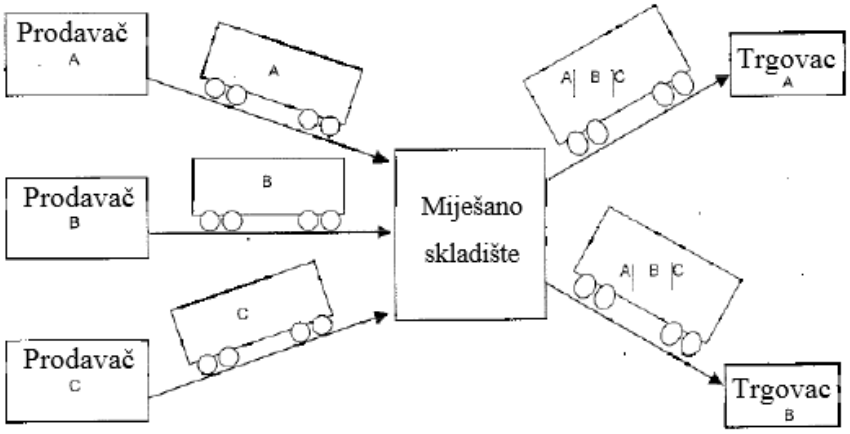


Slika 32. Konsolidacija [22]



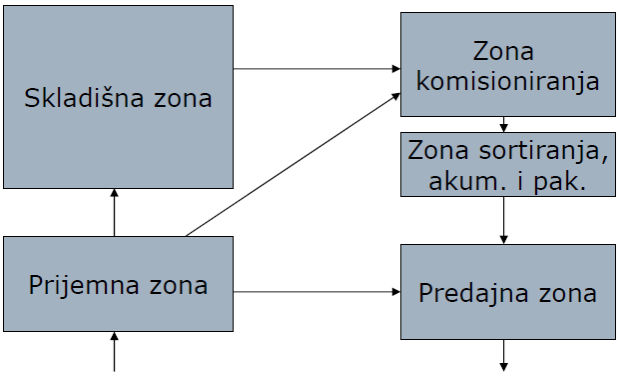
Slika 33. Razbijanje / pregrupiranje [22]

Također jedna od uloga skladišta u logističkom lancu može biti i miješanje proizvoda gdje se proizvodi miješaju od mnogo različitih dobavljača pa se sortiraju, objedinjuju i šalju na odredišta, [Slika 34]. [22]



Slika 34. Miješano skladište [22]

Osnovne zone skladišta su: prijem, uskladištenje, komisioniranje i izdavanje, [Slika 35], a skladišni procesi su sve aktivnosti koje se zbivaju unutar i između zona. Zona komisioniranja uključuje i sortiranje, akumuliranje i pakiranje. U nastavku slijedi objašnjenje zone komisioniranja i sustava komisioniranja u cilju pojašnjenja naknadnog primjera.



Slika 35. Osnovne zone skladišta [22]

Komisioniranje je proces izuzimanja robe iz skladišnih lokacija na temelju zahtjeva korisnika. Na taj proces otpada najveći udio vremena svih aktivnosti u skladištu s čak i do 90%. U tom procesu sudjeluje najveći udio ljudskog rada u skladištu, generira oko 55% operativnih troškova, a i prikazuje direktan utjecaj na točnost i brzinu odgovora prema kupcima. Sustav komisioniranja je temeljen u većini slučajeva na vrsti sredstava za skladištenje. [22]

Sustavi komisioniranja se dijele po principu kretanja materijala ili komisionera na:

- komisioniranje prema principu "čovjek robi", gdje se komisioner kreće, hodajući ili vozeći se na transportnom sredstvu, do lokacije ili lokacija sa koje treba izuzeti materijal. Kako se aktivnost izuzimanja najčešće obavlja u prolazima između regala, ova grupa sustava vrlo se često naziva i sustavi "u prolazima".
- komisioniranje prema principu "roba čovjeku", gdje se materijal koji se treba izuzeti kreće do komisionera. Mjesto izuzimanja nalazi se na kraju prolaza, pa se ovi sustavi još nazivaju i sustavi "na kraju prolaza".

Sustavi komisioniranja se još mogu dijeliti prema vrsti jediničnog tereta koji se izuzima na:

- Komisioniranje pojedinačnih dijelova ili proizvoda, gdje se za skladištenje najčešće koriste: polični regali, ladičari, protočni regali za kutije, okretni regali (karuseli), ASRS, te strojevi za automatsko komisioniranje koji se koriste samo u situacijama s vrlo visokim protocima sličnih proizvoda.

- Komisioniranje kutija, gdje se za skladištenje najčešće koriste: paletni regali, protočni regali, okretni regali (karuseli), ASRS.
- Komisioniranje paleta, gdje se za skladištenje najčešće koriste: paletni regali za skladištenje paletnih jedinica uz različite konfiguracije (klasični paletni regali, paletni regali dvostruke dubine, prolazni regali i sl.) ASRS.

Okretni regali (karuseli) su sredstva za skladištenje kod kojih najčešće radi operater s 2 do 4 karusela istovremeno radi izbjegavanja čekanja na okretanje karusela. Komisioniranje se najčešće izvodi s automatiziranim izvedbama, pri čemu se narudžbe iz centralnog računala prosljeđuju računalu karusela. Karuseli se često primjenjuju u operacijama komisioniranja s jako velikim brojem narudžbi, ali s manje stavki po narudžbi i s malo izuzimanja po stavci. Karuseli osiguravaju i visoke iznose komisioniranja, kao i gustoću skladištenja. Dijele se na:

- vertikalne karusele koji su češći u proizvodnim pogonima, laboratorijima, manjim skladištima, i
- horizontalne karusele koji su češći u distribucijskim skladištima. [22]

Kao dodatak za bolju vizualizaciju primjera, u nastavku je prikazana najveća dozvoljena masa tereta u kilogramima glede na spol i dob radnika iz pravilnika o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta jer se u OCRA metodama sila iskazuje kao subjektivan faktor, a to znači da za svakog radnika posebno treba utvrditi koja razina sile je tipična za njega prema Borgovoj ljestvici, [Slika 36]. Prema tome u primjeru ocjena 10 Borgove ljestvice je za muškarce od 19 do 45 godina je za teret mase 50 kg i uzeta je linearna raspodjela što znači da je ocjena 5 Borgove ljestvice za muškarce od 19 do 45 godina za teret mase 25 kg.

Dob	Muškarci	Žene
15 do 19 godina	35	13
od 19 do 45 godina	50	15
iznad 45 godina	45	13
Trudnice		5

Slika 36. Najveća dozvoljena masa tereta u kilogramima glede na spol i dob radnika [24]

5.1. Vertikalni karusel

Vertikalni karusel se sastoji od polica ili ladica koje se rotiraju gore ili dolje najkraćim putem, dostavljajući pohranjene artikle operateru na ergonomski postavljenom prozoru za odabir koji je postavljen na ergonomski ispravnu visinu koja eliminira savijanje operatera i smanjuje umor operatera. Skladištena roba je zaštićena od neovlaštenog pristupa pomoću vrata koja se zaključavaju. Zbog prednosti neiskorištenog prostora prema krovu, vertikalni karusel može uštedjeti do 75 posto podnog prostora koji je obično potreban za druge sustave, [Slika 37].

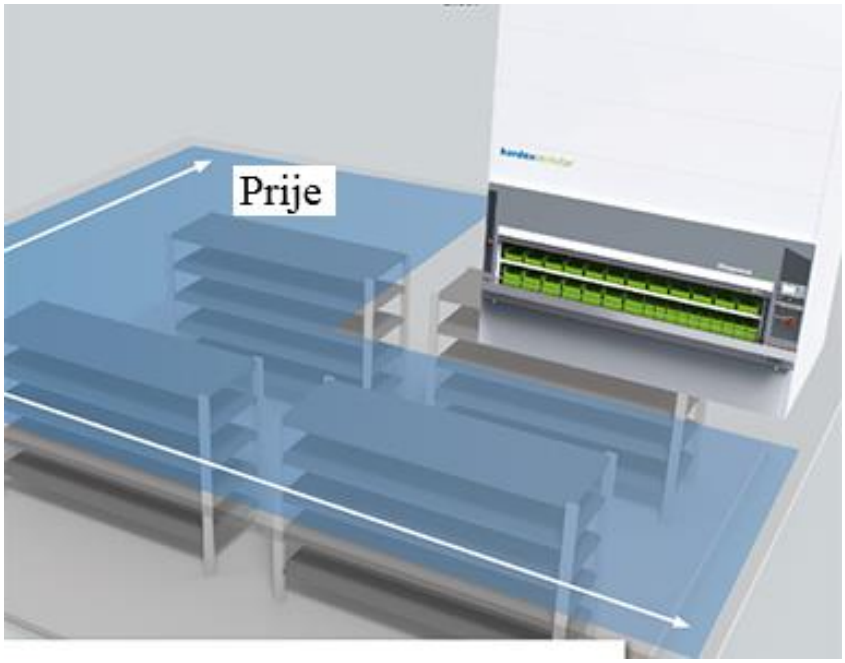
Slika 37. Primjer vertikalnog karusela [25]

Kod vertikalnog karusela komisioniranje pojedinačnih proizvoda odvija se po principu roba čovjeku, što znači da nema bespotrebnog hodanja i traženja stvari. Mnogi od tih karusela opremljeni su i tehnologijom "odaberi prema svijetlu" što dodatno olakšava rad zaposlenicima.

Neke od glavnih prednosti vertikalnog karusela:

- brzina, produktivnost, fleksibilnost,
- organiziraniji prostor zbog prednosti visine te,
- ergonomičan dizajn, [Slika 38].

Dodatno su u većim skladišnim sustavima vertikalni karuseli složeni u sustav karusela tako da se nalaze jedan do drugoga u liniji s jedne i druge strane transportnog prolaza. Na taj način se omogućava veća produktivnost i veća brzina komisioniranja tj. mogućnost komisioniranja od oko 500 do 800 predmeta na sat.



Slika 38. Ušteda prostora vertikalnim karuselom [26]

Za ergonomsku analizu vertikalnog karusela u ovom primjeru koristi se OCRA indeks metoda. Kao što je radije u radu spomenuto OCRA indeks se izračunava prema jednadžbi (1) kao omjer broja tehničkih radnji koje su stvarno provedene tijekom radne smjene i broja tehničkih radnji koje se izričito preporučuju. Ukupan broj tehničkih radnji tijekom radne smjene će biti 1000 radnji, a to je približno 143 radnje na sat. Za sustav vertikalnih karusela će se uzeti 4000 radnji, a to je približno 572 radnje na sat. Iskustveni podaci za izuzimanje iz vertikalnog karusela su 100 do 150 izuzimanja na sat, a za sustav vertikalnih karusela su 500 do 800 izuzimanja na sat, [22]. Neto radno vrijeme je 7 h. Preporučeni broj tehničkih radnji se izračunava prema jednadžbi (2). Komisioniranje iz vertikalnog karusela obavlja se kroz dvije tehničke radnje, a to su privlačenje predmeta na radni stol karusela i uzimanje predmeta i stavljanje na transportno sredstvo. Nakon uvodnog pojašnjenja i objedinjenja zajedničkih dijelova vertikalnog karusela i sustava vertikalnih karusela slijedi izračun OCRA indeksa za vertikalni karusel i sustav vertikalnih karusela te primjeri.

5.1.1. Izračun OCRA indeksa za vertikalni karusel

Izračun OCRA indeksa i primjer započinje prikazom broja preporučenih tehničkih radnji za privlačenje i izuzimanje predmeta. [Tablica 26] prikazuje broj preporučenih tehničkih radnji za privlačenje predmeta, a [Tablica 27] prikazuje broj preporučenih tehničkih radnji za izuzimanje predmeta iz vertikalnog karusela.

Tablica 26. Broj preporučenih tehničkih radnji za privlačenje predmeta iz jednog vertikalnog karusela

Privlačenje predmeta (25% vremena)								
k_f	F_{M1}	P_{M1}	R_{eM}	A_M	t_1	R_{cM}	t_M	n_{RTA1}
30	1	1	1	1	18	1	1	540
30	0,85	1	1	1	18	1	1	459
30	0,65	1	1	1	18	1	1	351
30	0,35	1	1	1	18	1	1	189
30	0,2	1	1	1	18	1	1	108
30	0,01	1	1	1	18	1	1	5,4

Tablica 27. Broj preporučenih tehničkih radnji za izuzimanje predmeta iz jednog vertikalnog karusela

Izuzimanje predmeta (75% vremena)								
k_f	F_{M2}	P_{M2}	R_{eM}	A_M	t_2	R_{cM}	t_M	n_{RTA2}
30	1	0,6	1	1	54	1	1	972
30	0,85	0,6	1	1	54	1	1	826,2
30	0,65	0,6	1	1	54	1	1	631,8
30	0,35	0,6	1	1	54	1	1	340,2
30	0,2	0,6	1	1	54	1	1	194,4
30	0,01	0,6	1	1	54	1	1	9,72

Frekvencijska konstanta k_f jednaka je 30. Faktor sile je veličina koja se mijenja u radu na vertikalnom karuselu i uzeti su u obzir osnovni slučajevi koji se mogu desiti prilikom rada, [Tablica 5]. Faktor položaja P_{Mj} iznosi 1 kod privlačenja predmeta zbog normalne pozicije ruku, lakta, šake i ramena, a kod izuzimanja iznosi 0,6 zbog hvata šake, [Tablica 6]. Na [Slika 39] prikazan je položaj radnika prilikom obavljanja zadatka na vertikalnom karuselu.

Slika 39. Položaj prilikom rada na vertikalnom karuselu [25]

Faktor ponavljanja R_{eM} kod privlačenja predmeta i kod izuzimanja iznosi 1 zbog toga jer je vrijeme ciklusa duže od 15 sekundi iz, [Tablica 28], procijenjeno vrijeme za privlačenje i izuzimanje je oko 4 sekunde tj. to je oko 17% vremena ciklusa, pa je iz [Tablica 9] odabran faktor ponavljanja. Dodatni faktor A_M je jednak 1 jer nema dodatnih čimbenika tijekom većeg dijela trajanja zadatka. Radna smjena traje 480 minuta pa je stoga faktor trajanja t_M jednak 1, [Tablica 12]. Radnici imaju jednu pauzu za ručak i 3 prekida po 10 minuta iz čega slijedi da je faktor oporavka R_{cM} jednak je 1 jer radnik u toku ciklusa većinu vremena čeka tj. oko 20 sekundi odmarajući sve mišićne skupine. Procijenjeno neto vrijeme t_1 privlačenja predmeta iznosi 25% vremena rada tj. 18 minuta, a procijenjeno vrijeme izuzimanja t_2 predmeta iznosi 75% vremena rada tj. 54 minute što ukupno daje 72 minute neto vremena rada što uz 60 minuta ukupnih prekida daje 132 minute što govori da se u toku radne smjene čeka 348 minuta.

Tablica 28. Vrijeme ciklusa za obavljanje zadatka iz jednog vertikalnog karusela kao količnik neto vremena u sekundama i broja zadataka

Vrijeme ciklusa	Broj zadataka	Neto vrijeme (s)
25,2	1000	25200

Slijedi izračun OCRA indeksa i to na način da se zbroji broj preporučenih tehničkih radnji za privlačenje i izuzimanje predmeta pošto se zadatak sastoji od dvije tehničke radnje kod kojih se ponavljajuće radnje mijenjaju učestalo, tj. manje od 1,5 sati, [Tablica 30]. Pošto su u obzir uzete sve mase predmeta koji se mogu izuzimati iz vertikalnog karusela slijedi zbroj preporučenih tehničkih radnji. Radi točnijeg izračuna uzeta je pretpostavka da je lakše privući predmet na radni stol nego ga prenijeti na transportno sredstvo pa je stoga uzeta za svaku sumu prva veća vrijednost izuzimanja predmeta nego kod privlačenja predmeta, [Tablica 29].

Tablica 29. Određivanje broja preporučenih tehničkih radnji

F_{Mj}	n_{RTA1}	n_{RTA2}	$\sum n_{RTAj}$
1	540	972	1366,2
0,85	459	826,2	1090,8
0,65	351	631,8	691,2
0,35	189	340,2	383,4
0,2	108	194,4	117,72
0,01	5,4	9,72	15,12

Način zbrajanja: vrijednost iz drugog stupca i drugog retka (540) se zbraja s vrijednošću trećeg stupca i trećeg retka (826,2) i tako do kraja. Iznimka je zadnja vrijednost u drugom stupcu koja je zbrojena s zadnjom vrijednošću trećeg stupca zbog pretpostavke da ako je nešto maksimalno

teško da se onda opet zbroji s maksimalnom vrijednošću. Napomena: prva numerička vrijednost u trećem stupcu se nije koristila u izračunu.

Tablica 30. OCRA indeks za određenu masu predmeta prema faktoru sile za privlačenje predmeta

F_{M1}	$\sum n_{RTAj}$	n_{ATA}	OCRA indeks
1	1366,2	1000	0,73196
0,85	1090,8	1000	0,91676
0,65	691,2	1000	1,44676
0,35	383,4	1000	2,60824
0,2	117,72	1000	8,49473
0,01	15,12	1000	66,1376

Prema masi predmeta odabire se faktor sile privlačenja predmeta te se dobije OCRA indeks za tu masu predmeta i ako se s tom masom radi cijelu smjenu OCRA indeks za taj zadatak prikazan je u zadnjem stupcu. Ako se radi s predmetima različitih masa što je i uobičajeno treba se izračunati udio svih predmeta s kojima se radi u smjeni i s tim udjelom uzeti i vrijednost OCRA indeksa.

Primjer: Ako su udjeli predmeta mase 20kg, 15kg, 10kg, 5kg svaki 25% onda je OCRA indeks prema faktoru sile:

OCRA indeks = 0.25 x 2,61 + 0,25 x 1,45 + 0,25 x 0,92 + 0,25 x 0,73 = 1,43 što je u području bez rizika, ako se mase predmeta mijenjaju svakih manje od 1,5 sati što je vrlo vjerojatno.

5.1.2. Izračun OCRA indeksa za sustav vertikalnih karusela

Sustav vertikalnih karusela kao što je bilo opisano u uvodnom dijelu o vertikalnim karuselima se najčešće sastoji više linijski poredanih vertikalnih karusela, [Slika 40].

Slika 40. Neki od sustava vertikalnih karusela [27]

Izračun OCRA indeksa i primjer započinje prikazom broja preporučenih tehničkih radnji za privlačenje i izuzimanje predmeta. [Tablica 31] prikazuje broj preporučenih tehničkih radnji za privlačenje predmeta, a [Tablica 32] prikazuje broj preporučenih tehničkih radnji za izuzimanje predmeta iz sustava vertikalnih karusela.

Tablica 31. Broj preporučenih tehničkih radnji za privlačenje predmeta iz sustava vertikalnih karusela

Privlačenje predmeta (25% vremena)								
k_f	F_{M1}	P_{M1}	R_{eM}	A_M	t_1	R_{cM}	t_M	n_{RTA1}
30	1	1	0,7	1	66,75	0,7	1	981,225
30	0,85	1	0,7	1	66,75	0,7	1	834,041
30	0,65	1	0,7	1	66,75	0,7	1	637,796
30	0,35	1	0,7	1	66,75	0,7	1	343,429
30	0,2	1	0,7	1	66,75	0,7	1	196,245
30	0,01	1	0,7	1	66,75	0,7	1	9,81225

Tablica 32. Broj preporučenih tehničkih radnji za izuzimanje predmeta iz sustava vertikalnih karusela

Izuzimanje predmeta (75% vremena)								
k_f	F_{M2}	P_{M2}	R_{eM}	A_M	t_2	R_{cM}	t_M	n_{RTA2}
30	1	0,6	0,7	1	200,25	0,7	1	1766,21
30	0,85	0,6	0,7	1	200,25	0,7	1	1501,27
30	0,65	0,6	0,7	1	200,25	0,7	1	1148,03
30	0,35	0,6	0,7	1	200,25	0,7	1	618,172
30	0,2	0,6	0,7	1	200,25	0,7	1	353,241
30	0,01	0,6	0,7	1	200,25	0,7	1	17,6621

Frekvencijska konstanta k_f jednaka je 30. Faktor sile je veličina koja se mijenja u radu na vertikalnom karuselu i uzeti su u obzir osnovni slučajevi koji se mogu desiti prilikom rada, [Tablica 5]. Faktor položaja P_{Mj} iznosi 1 kod privlačenja predmeta zbog normalne pozicije ruku, lakta, šake i ramena, a kod izuzimanja iznosi 0,6 zbog hvata šake, [Tablica 6]. Na [Slika 39] prikazan je položaj radnika prilikom obavljanja zadatka na vertikalnom karuselu koji je isti kao i kod izuzimanja samo iz jednog karusela.

Faktor ponavljanja R_{eM} kod privlačenja predmeta i kod izuzimanja iznosi 0,7 zbog toga jer je vrijeme ciklusa kraće od 8 sekundi iz, [Tablica 33], a prikaz odabira iz [Tablica 9]. Dodatni faktor A_M je jednak 1 jer nema dodatnih čimbenika tijekom većeg dijela trajanja zadatka. Radna smjena traje 480 minuta pa je stoga faktor trajanja t_M jednak 1, [Tablica 12]. Radnici imaju jednu pauzu za ručak i 3 prekida po 10 minuta iz čega slijedi da je faktor oporavka R_{cM} jednak

0,7 jer radnici rade 3 sata bez adekvatnog oporavka, [Tablica 10]. Procijenjeno vrijeme t_1 privlačenja predmeta iznosi 25% vremena rada tj. 66,75 minuta, a procijenjeno vrijeme izuzimanja t_2 predmeta iznosi 75% vremena rada tj. 200,25 minuta što ukupno daje 267 minuta neto vremena rada što uz 60 minuta ukupnih prekida daje 327 minuta. Ostalih 153 minuta otpada na hodanje od karusela do karusela što daje punih 480 minuta koliko traje radna smjena.

Tablica 33. Vrijeme ciklusa za obavljanje zadatka iz sustava vertikalnih karusela kao količnik neto vremena u sekundama i broja zadataka

Vrijeme ciklusa	Broj zadataka	Neto vrijeme (s)
6,3	4000	25200

Slijedi izračun OCRA indeksa i to na način da se zbroji broj preporučenih tehničkih radnji za privlačenje i izuzimanje predmeta pošto se zadatak sastoji od dvije tehničke radnje kod kojih se ponavljajuće radnje mijenjaju učestalo, tj. manje od 1,5 sati, [Tablica 35]. Pošto su u obzir uzete sve mase predmeta koji se mogu izuzimati iz vertikalnog karusela slijedi zbroj preporučenih tehničkih radnji. Radi točnijeg izračuna uzeta je pretpostavka da je lakše privući predmet na radni stol nego ga prenijeti na transportno sredstvo pa je stoga uzeta za svaku sumu prva veća vrijednost izuzimanja predmeta nego kod privlačenja predmeta, [Tablica 34].

Tablica 34. Određivanje broja preporučenih tehničkih radnji za sustav vertikalnih karusela

F_{Mj}	n_{RTA1}	n_{RTA2}	$\sum n_{RTAj}$
1	981,225	1766,205	2482,49925
0,85	834,0413	1501,2743	1982,0745
0,65	637,7963	1148,0333	1255,968
0,35	343,4288	618,17175	696,66975
0,2	196,245	353,241	213,90705
0,01	9,81225	17,66205	27,4743

Način zbrajanja broja preporučenih radnji je ista kao i kod rada samo na jednom vertikalnom karuselu.

Tablica 35. OCRA indeks za određenu masu predmeta prema faktoru sile za privlačenje predmeta za sustav vertikalnih karusela

F_{M1}	$\sum n_{RTAj}$	n_{ATA}	OCRA indeks
1	2482,49925	4000	1,61128
0,85	1982,0745	4000	2,01809
0,65	1255,968	4000	3,18479
0,35	696,66975	4000	5,7416
0,2	213,90705	4000	18,6997
0,01	27,4743	4000	145,591

Prema masi predmeta odabire se faktor sile privlačenja predmeta te se dobije OCRA indeks za tu masu predmeta i ako se s tom masom radi cijelu smjenu OCRA indeks za taj zadatak prikazan je u zadnjem stupcu. Ako se radi s predmetima različitih masa što je i uobičajeno treba se izračunati udio svih predmeta s kojima se radi u smjeni i s tim udjelom uzeti i vrijednost OCRA indeksa.

Primjer: Ako su udjeli predmeta mase 20kg, 15kg, 10kg, 5kg svaki 25% onda je OCRA indeks prema faktoru sile:

OCRA indeks = 0.25 x 5,74 + 0,25 x 3,18 + 0,25 x 2,02 + 0,25 x 1,61 = 3,14 što je u području zanemarivog rizika, ako se mase predmeta mijenjaju svakih manje od 1,5 sati što je vrlo vjerojatno.

5.2. Horizontalni karusel

Horizontalni karusel se koristi svugdje gdje je od stvarnog značaja brzo, pouzdano i isplativo skladištenje i komisioniranje robe. Bilo u proizvodnji ili distribuciji, za primjene koje zahtijevaju visoku propusnost ili za srednje i spore pokrete horizontalni karuseli su jedno od boljih rješenja, [Slika 41].

Slika 41. Horizontalni karusel [28]

Dodatno su u većim skladišnim sustavima horizontalni karuseli složeni u sustav karusela tako da se nalaze jedan do drugoga u liniji. Na taj način se omogućava veća produktivnost i veća brzina komisioniranja tj. mogućnost komisioniranja od oko 500 do 800 predmeta na sat.

Prednosti sustava horizontalnih karusela:

- produktivnost,
- visoka nosivost,
- bolja iskoristivost prostora,
- kompaktnost, varijabilnost, fleksibilnost, [Slika 42].

Slika 42. Ušteda prostora horizontalnim karuselom [29]

Za ergonomsku analizu horizontalnog karusela u ovom primjeru koristi se OCRA indeks metoda. Kao što je radije u radu spomenuto OCRA indeks se izračunava prema jednadžbi (1) kao omjer broja tehničkih radnji koje su stvarno provedene tijekom radne smjene i broja tehničkih radnji koje se izričito preporučuju. Ukupan broj tehničkih radnji tijekom radne smjene će biti 1000 radnji, a to je približno 143 radnje na sat. Za sustav horizontalnih karusela će se uzeti 4000 radnji, a to je približno 572 radnje na sat. Iskustveni podaci za izuzimanje iz horizontalnog karusela su 100 do 150 izuzimanja na sat, a za sustav horizontalnih karusela su 500 do 800 izuzimanja na sat, [22]. Neto radno vrijeme je 7 h. Preporučeni broj tehničkih radnji se izračunava prema jednadžbi (2). Izuzimanje iz horizontalnog karusela prikazano je kroz 5 razina izuzimanja ovisno o polici u karuselu s time da je razina 1 ona najviša u karuselu, a razina 5 najniža, a izuzeti predmet se stavlja na transportno sredstvo kao i kod vertikalnog karusela.

5.2.1. Izračun OCRA indeksa za horizontalni karusel

U nastavku slijedi prikaz broja preporučenih tehničkih radnji za različite razine i različite mase predmeta, [Tablica 36].

Tablica 36. Preporučeni broj tehničkih radnji s obzirom na razine

Razina 1								
k_f	F_M	P_{M1}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr1}
30	1	0,33	1	1	72	1	1	712,8
30	0,85	0,33	1	1	72	1	1	605,88
30	0,65	0,33	1	1	72	1	1	463,32
30	0,35	0,33	1	1	72	1	1	249,48
30	0,2	0,33	1	1	72	1	1	142,56
30	0,01	0,33	1	1	72	1	1	7,128
Razina 2								
k_f	F_M	P_{M2}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr2}
30	1	0,5	1	1	72	1	1	1080
30	0,85	0,5	1	1	72	1	1	918
30	0,65	0,5	1	1	72	1	1	702
30	0,35	0,5	1	1	72	1	1	378
30	0,2	0,5	1	1	72	1	1	216
30	0,01	0,5	1	1	72	1	1	10,8
Razina 3								
k_f	F_M	P_{M3}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr3}
30	1	0,6	1	1	72	1	1	1296
30	0,85	0,6	1	1	72	1	1	1101,6
30	0,65	0,6	1	1	72	1	1	842,4
30	0,35	0,6	1	1	72	1	1	453,6
30	0,2	0,6	1	1	72	1	1	259,2
30	0,01	0,6	1	1	72	1	1	12,96
Razina 4								
k_f	F_M	P_{M4}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr4}
30	1	0,6	1	1	72	1	1	1296
30	0,85	0,6	1	1	72	1	1	1101,6
30	0,65	0,6	1	1	72	1	1	842,4
30	0,35	0,6	1	1	72	1	1	453,6
30	0,2	0,6	1	1	72	1	1	259,2
30	0,01	0,6	1	1	72	1	1	12,96
Razina 5								
k_f	F_M	P_{M5}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr5}
30	1	0,6	1	1	72	1	1	1296
30	0,85	0,6	1	1	72	1	1	1101,6
30	0,65	0,6	1	1	72	1	1	842,4
30	0,35	0,6	1	1	72	1	1	453,6
30	0,2	0,6	1	1	72	1	1	259,2
30	0,01	0,6	1	1	72	1	1	12,96

Frekvencijska konstanta k_f jednaka je 30. Faktor sile je veličina koja se mijenja u radu na horizontalnom karuselu i uzeti su u obzir osnovni slučajevi koji se mogu desiti prilikom rada,

[Tablica 5]. Faktor položaja P_{Mj} je promjenjiva veličina i mijenja se kod svake razine zbog različitih pozicija ruku, lakta, šaka i ramena prema [Tablica 6], uz prikaz razina na [Slika 43].

Slika 43. Prikaz razina horizontalnog karusela [30]

Ostali faktori su isti kao i kod izračuna OCRA indeksa za vertikalni karusel. Faktor ponavljanja R_{eM} kod privlačenja predmeta i kod izuzimanja iznosi 1 zbog toga jer je vrijeme ciklusa duže od 15 sekundi iz, [Tablica 33], procijenjeno vrijeme za privlačenje i izuzimanje je oko 4 sekunde tj. to je oko 17% vremena ciklusa, pa je iz [Tablica 9] odabran faktor ponavljanja. Dodatni faktor A_M je jednak 1 jer nema dodatnih čimbenika tijekom većeg dijela trajanja zadatka. Radna smjena traje 480 minuta pa je stoga faktor trajanja t_M jednak 1, [Tablica 12]. Radnici imaju jednu pauzu za ručak i 3 prekida po 10 minuta iz čega slijedi da je faktor oporavka R_{cM} jednak je 1 jer radnik u toku ciklusa većinu vremena čeka tj. oko 20 sekundi odmarajući sve mišićne skupine. Ukupan neto rad je 72 minute što uz 60 minuta ukupnih prekida daje 132 minute što govori da se u toku radne smjene čeka 348 minuta kao i kod rada na vertikalnom karuselu. Sada slijedi izračun OCRA indeksa prema osnovnim faktorima sile za svaku razinu, [Tablica 37].

Tablica 37. Izračun OCRA indeksa za različite razine horizontalnog karusela kao količnik $n_{ATA\ i}\ n_{RTArj}$

	n_{ATA} = 1000				
	n_{RTAr1}	n_{RTAr2}	n_{RTAr3}	n_{RTAr4}	n_{RTAr5}
	712,8	1080	1296	1296	1296
	605,88	918	1101,6	1101,6	1101,6
	463,32	702	842,4	842,4	842,4
	249,48	378	453,6	453,6	453,6
	142,56	216	259,2	259,2	259,2
	7,128	10,8	12,96	12,96	12,96

F_M	OCRA indeks$_{r1}$	OCRA indeks$_{r2}$	OCRA indeks$_{r3}$	OCRA indeks$_{r4}$	OCRA indeks$_{r5}$
1	1,40292	0,92593	0,7716	0,7716	0,7716
0,85	1,65049	1,08932	0,90777	0,90777	0,90777
0,65	2,15834	1,4245	1,18708	1,18708	1,18708
0,35	4,00834	2,6455	2,20459	2,20459	2,20459
0,2	7,01459	4,62963	3,85802	3,85802	3,85802
0,01	140,292	92,5926	77,1605	77,1605	77,1605

Prema masi predmeta odabire se faktor sile privlačenja predmeta i uz razinu na kojoj se taj predmet nalazi dobije se OCRA indeks za tu masu predmeta na toj poziciji i ako se s tom masom radi cijelu smjenu OCRA indeks za taj zadatak prikazan je u [Tablica 37]. Ako se radi s predmetima različitih masa i na različitim razinama što je i uobičajeno treba se izračunati udio svih predmeta s kojima se radi u smjeni i s tim udjelom uzeti i vrijednost OCRA indeksa.

Primjer: Ako su udjeli predmeta mase 20kg, 15kg, 10kg, 5kg svaki 25% i ako se ravnomjerno izuzima iz horizontalnog karusela u odnosu na razine tj. 20% sa svake razine onda je OCRA indeks jednak:

Razina 1 = 0,2 x (0,25 x 7,01 + 0,25 x 4 + 0,25 x 2,16 + 0,25 x 1,65) = 0,74

Razina 2 = 0,2 x (0,25 x 4,63 + 0,25 x 2,65 + 0,25 x 1,42+ 0,25 x 1,09) = 0,49

Razina 3 = 0,2 x (0,25 x 3,86 + 0,25 x 2,2 + 0,25 x 1,19 + 0,25 x 0,91) = 0,41

Razina 4 = 0,2 x (0,25 x 3,86 + 0,25 x 2,2 + 0,25 x 1,19 + 0,25 x 0,91) = 0,41

Razina 5 = 0,2 x (0,25 x 3,86 + 0,25 x 2,2 + 0,25 x 1,19 + 0,25 x 0,91) = 0,41

OCRA indeks = Razina 1 + Razina 2 + Razina 3 + Razina 4 + Razina 5 = 2,46, što je u području zanemarivog rizika i jako blizu blagog rizika, ako se mase predmeta mijenjaju svakih manje od 1,5 sati što je vrlo vjerojatno.

5.2.2. Izračun OCRA indeksa za sustav horizontalnih karusela

U nastavku slijedi prikaz broja preporučenih tehničkih radnji za različite razine i različite mase predmeta, [Tablica 38]. Radi se o sustavu horizontalnih karusela koji imaju mjesta izuzimanja relativno blizu, [Slika 44]. Organizirani su tako da je hodanje radnika minimalno, a asortiman komisioniranja velik.

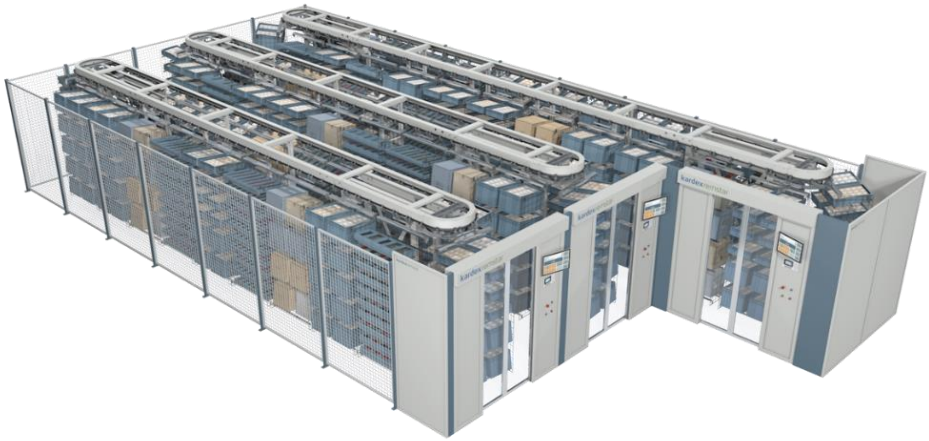
Tablica 38. Preporučeni broj tehničkih radnji s obzirom na razine kod sustava

Razina 1								
k_f	F_M	P_{M1}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr1}
30	1	0,33	0,7	1	267	0,7	1	1295,22
30	0,85	0,33	0,7	1	267	0,7	1	1100,93
30	0,65	0,33	0,7	1	267	0,7	1	841,891
30	0,35	0,33	0,7	1	267	0,7	1	453,326
30	0,2	0,33	0,7	1	267	0,7	1	259,043
30	0,01	0,33	0,7	1	267	0,7	1	12,9522
Razina 2								
k_f	F_M	P_{M2}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr2}
30	1	0,5	0,7	1	267	0,7	1	1962,45
30	0,85	0,5	0,7	1	267	0,7	1	1668,08
30	0,65	0,5	0,7	1	267	0,7	1	1275,59
30	0,35	0,5	0,7	1	267	0,7	1	686,858
30	0,2	0,5	0,7	1	267	0,7	1	392,49
30	0,01	0,5	0,7	1	267	0,7	1	19,6245
Razina 3								
k_f	F_M	P_{M3}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr3}
30	1	0,6	0,7	1	267	0,7	1	2354,94
30	0,85	0,6	0,7	1	267	0,7	1	2001,7
30	0,65	0,6	0,7	1	267	0,7	1	1530,71
30	0,35	0,6	0,7	1	267	0,7	1	824,229
30	0,2	0,6	0,7	1	267	0,7	1	470,988
30	0,01	0,6	0,7	1	267	0,7	1	23,5494
Razina 4								
k_f	F_M	P_{M4}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr4}
30	1	0,6	0,7	1	267	0,7	1	2354,94
30	0,85	0,6	0,7	1	267	0,7	1	2001,7
30	0,65	0,6	0,7	1	267	0,7	1	1530,71
30	0,35	0,6	0,7	1	267	0,7	1	824,229
30	0,2	0,6	0,7	1	267	0,7	1	470,988
30	0,01	0,6	0,7	1	267	0,7	1	23,5494
Razina 5								
k_f	F_M	P_{M5}	R_{eM}	A_M	t	R_{cM}	t_M	n_{RTAr5}
30	1	0,6	0,7	1	267	0,7	1	2354,94
30	0,85	0,6	0,7	1	267	0,7	1	2001,7
30	0,65	0,6	0,7	1	267	0,7	1	1530,71
30	0,35	0,6	0,7	1	267	0,7	1	824,229
30	0,2	0,6	0,7	1	267	0,7	1	470,988
30	0,01	0,6	0,7	1	267	0,7	1	23,5494

Frekvencijska konstanta k_f jednaka je 30. Faktor sile je veličina koja se mijenja u radu na horizontalnom karuselu i uzeti su u obzir osnovni slučajevi koji se mogu desiti prilikom rada,

[Tablica 5]. Faktor položaja P_{Mj} je promjenjiva veličina i mijenja se kod svake razine zbog različitih pozicija ruku, lakta, šaka i ramena prema [Tablica 6], uz prikaz razina na [Slika 43].

Ostali faktori su isti kao i kod sustava vertikalnih karusela. Faktor ponavljanja R_{eM} kod izuzimanja predmeta iznosi 0,7 zbog toga jer je vrijeme ciklusa kraće od 8 sekundi iz, [Tablica 33], a prikaz odabira iz [Tablica 9]. Dodatni faktor A_M je jednak 1 jer nema dodatnih čimbenika tijekom većeg dijela trajanja zadatka. Radna smjena traje 480 minuta pa je stoga faktor trajanja t_M jednak 1, [Tablica 12]. Radnici imaju jednu pauzu za ručak i 3 prekida po 10 minuta iz čega slijedi da je faktor oporavka R_{cM} jednak 0,7 jer radnici rade 3 sata bez adekvatnog oporavka, [Tablica 10]. Ukupan neto rad je 267 minuta što uz 60 minuta ukupnih prekida daje 327 minuta. Ostalih 153 minuta otpada na hodanje od karusela do karusela što daje punih 480 minuta koliko traje radna smjena kao i kod rada na sustavu vertikalnih karusela.



Slika 44. Prikaz sustava horizontalnih karusela [25]

Sada slijedi izračun OCRA indeksa prema osnovnim faktorima sile za svaku razinu, [Tablica 39].

Tablica 39. Izračun OCRA indeksa za različite razine sustava horizontalnih karusela kao količnik $n_{ATA\ i}\ n_{RTArj}$

	n_{ATA} = 4000				
	n_{RTAr1}	n_{RTAr2}	n_{RTAr3}	n_{RTAr4}	n_{RTAr5}
	1295,22	1962,45	2354,94	2354,94	2354,94
	1100,93	1668,08	2001,7	2001,7	2001,7
	841,891	1275,59	1530,71	1530,71	1530,71
	453,326	686,858	824,229	824,229	824,229
	259,043	392,49	470,988	470,988	470,988
	12,9522	19,6245	23,5494	23,5494	23,5494

F_M	OCRA indeks$_{r1}$	OCRA indeks$_{r2}$	OCRA indeks$_{r3}$	OCRA indeks$_{r4}$	OCRA indeks$_{r5}$
1	3,08829	2,03827	1,69856	1,69856	1,69856
0,85	3,63328	2,39796	1,9983	1,9983	1,9983
0,65	4,75121	3,1358	2,61316	2,61316	2,61316
0,35	8,82367	5,82362	4,85302	4,85302	4,85302
0,2	15,4414	10,1913	8,49279	8,49279	8,49279
0,01	308,829	203,827	169,856	169,856	169,856

Prema masi predmeta odabire se faktor sile privlačenja predmeta i uz razinu na kojoj se taj predmet nalazi dobije se OCRA indeks za tu masu predmeta na toj poziciji i ako se s tom masom radi cijelu smjenu OCRA indeks za taj zadatak prikazan je u [Tablica 39]. Ako se radi s predmetima različitih masa i na različitim razinama što je i uobičajeno treba se izračunati udio svih predmeta s kojima se radi u smjeni i s tim udjelom uzeti i vrijednost OCRA indeksa.

Primjer: Ako su udjeli predmeta mase 20kg, 15kg, 10kg, 5kg svaki 25% i ako se ravnomjerno izuzima iz horizontalnog karusela u odnosu na razine tj. 20% sa svake razine onda je OCRA indeks jednak:

Razina 1 = 0,2 x (0,25 x 15,44 + 0,25 x 8,82 + 0,25 x 4,75 + 0,25 x 3,63) = 1,63

Razina 2 = 0,2 x (0,25 x 10,19 + 0,25 x 5,82 + 0,25 x 3,14 + 0,25 x 2,4) = 1,08

Razina 3 = 0,2 x (0,25 x 8,49 + 0,25 x 4,85 + 0,25 x 2,61 + 0,25 x 2) = 0,9

Razina 4 = 0,2 x (0,25 x 8,49 + 0,25 x 4,85 + 0,25 x 2,61+ 0,25 x 2) = 0,9

Razina 5 = 0,2 x (0,25 x 8,49 + 0,25 x 4,85 + 0,25 x 2,61 + 0,25 x 2) = 0,9

OCRA indeks = Razina 1 + Razina 2 + Razina 3 + Razina 4 + Razina 5 = 5,41, što je u području značajnog rizika ako se mase predmeta mijenjaju svakih manje od 1,5 sati što je vrlo vjerojatno.

5.3. Usporedba horizontalnog i vertikalnog karusela

S ergonomskog stajališta iz poglavlja 5.1. i 5.2., ergonomičniji je vertikalni karusel i to 1,72 puta, isto kao i u sustavima vertikalnih i horizontalnih karusela ali ako se pravilnije rasporede predmeti komisioniranja ta se brojka još može smanjiti. Izračun ergonomičnosti horizontalnog karusela trebalo bi izračunati još nekim metodama za procjeni rizika mišićno-koštanih poremećaja jer OCRA metoda uzima u obzir samo gornje udove. Razine kod horizontalnog karusela uzete su proizvoljno. Može ih biti i više i manje ali bitan je samo položaj tijela i promatranih udova kod obavljanja radnih zadataka. Razina 3 horizontalnog karusela uzeta je

da je ista kao razina radnog stola vertikalnog karusela. Razina 4 i razina 5 kod horizontalnog karusela imaju iste vrijednosti jer nije uzet u obzir rad nogu i kralježnice, a položaj gornjih udova je približno isti. Usprkos tome ako se drži ergonomskog principa pravilnog dizanja tereta objašnjenog u prijašnjim cjelinama, rizik u tim dijelovima tijela je minimalan. Organizacijski podaci su kod oba karusela isti kao i raspodjela mase predmeta. Oba karusela imaju visoku produktivnost i mogućnost skupnog biranja. Ako se radi s predmetima mase 25 kg umjesto predmeta mase 20 kg koji su prikazani u primjerima izračuna, sustav horizontalnih karusela ide u ekstreme i predstavlja ekstremno visok rizik od mišićno-koštanih poremećaja dok je kod sustava vertikalnih karusela prisutan „samo“ značajan rizik.

ZAKLJUČAK

Ergonomija je u današnje vrijeme sve više prisutna kako u uredskim poslovima tako i u ostalim poslovima. Svako radno mjesto treba biti oblikovano tako da bude prilagođeno radniku, tj. da radnik može nesmetano obavljati svoj posao uz maksimalnu produktivnost. Ukratko, ergonomija je znanost koja se bavi oblikovanjem radnog mjesta, alate i opreme. Loša ergonomija na radnom mjestu utječe na mišićno-koštane poremećaje pa tako i na rizike od ozljeda. Svaki poslodavac treba brinuti o svojim radnicima, te im osigurati ugodno i sigurno radno okruženje. Za analizu tih radnih mjesta i specifičnih ponavljajućih zadataka koje radnici moraju obavljati tijekom radne smjene koriste se OCRA metode. OCRA indeks i OCRA metoda kontrolne liste koriste se za procjenu rizika kod ponavljajućih zadataka. OCRA indeks metoda je detaljnija i koristi se kod projektiranja i planiranja proizvodnje. U obzir uzima detaljan proračun i opis radnog mjesta i zadataka koji se tamo izvršavaju. Traje dulje nego OCRA metoda kontrolne liste ali zato daje preciznije rezultate. OCRA metoda kontrolne liste koristi se za brzi pregled radnog mjesta ili pozicije i služi za rekonstrukciju radnih mjesta. Obje metode su povezane i imaju puno zajedničkih točaka i dobro predviđaju rizike od mišićno-koštanih poremećaja. OCRA indeks i OCRA metoda kontrolne liste prikazane su vrlo jednostavno i lako je očitavati potrebne faktore koji su uz to jasno objašnjeni ali nekad je procjena za faktore subjektivna što otežava široku primjenu što im je jedna od mana. Metode se koriste baš za točno određenog radnika na točno određenom zadatku. U ovom diplomskom radu prikazana je i studija koja govori koliki se problemi pojavljuju zbog rizika od mišićno-koštanih poremećaja. Primjer studije je uzet iz poljoprivrednog sektora tj. iz uzgoja agruma s jasnim posljedicama koje su se desile u Italiji zbog zanemarivanja ergonomije. Nakon studije je prikazan primjer i usporedba horizontalnog i vertikalnog karusela koji prikazuje kako je vertikalni karusel ergonomičniji od horizontalnog, ali je moguće ergonomičnije organizirati predmete u horizontalnom karuselu i na taj način mu povećati ergonomičnost. Potrebno je samo izračunati i prilagoditi radne uvijete. Svaki od sustava skladištenja ima svoje prednosti i nedostatke samo je pitanje kako iskoristiti prednosti i na koji način popraviti nedostatke.

LITERATURA

[1] Kirin, S.: *Uvod u ergonomiju*, Veleučilište u Karlovcu, 2019.

[2] Značaj ergonomije, pristupljeno 8.11.2021.

[3] Barn's rules, pristupljeno 20.10.2021.

[4] Organised work tools, pristupljeno 20.10.2021.

[5] What is ergonomics?, pristupljeno 15.10.2021.

[6] How to lift object manually – ergonomic guidelines, pristupljeno 17.10.2021.

[7] Occupational Safety and Health Administration.: *Identifying and Addressing Ergonomic Hazards Workbook*, U.S. Department of Labor.

[8] Ligamenti koljena, pristupljeno 19.10.2021.

[9] Mišić ruke, pristupljeno 19.10.2021.

[10] Muskuletal disorders, pristupljeno 21.10.2021.

[11] Poremećaji mišićno-koštanog sustava povezani s radom, pristupljeno 21.10.2021.

[12] Pilates lopta u uredu, pristupljeno 22.10.2021.

[13] Sindrom karpalnog tunela, pristupljeno 19.10.2021.

[14] ISO 11228-3, *Finnish Insitute of Occupational Health Hedge, Handbook of Human Factors and Ergonomics*

[15] Borg scale, pristupljeno 25.10.2021.

[16] Colombini D., Occhipinti E., Álvarez – Casado E.: *The revised OCRA checklist method,* 2013.

[17] Journal of Agricultural Safety and Health 2010, Vol. 16, No.4, Pages 219-228

[18] Basic price production, pristupljeno 2.11.2021.

[19] Agrumi, pristupljeno 2.11.2021.

[20] Rasipač, pristupljeno 3.11.2021.

[21] Motorna prskalica, pristupljeno 3.11.2021.

[22] Đukić G.: *Tehnička logistika*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2020.

[23] Establish, pristupljeno 22.11.2021.

[24] Pravilnik o zaštiti na radu pri ručnom prinošenju tereta, pristupljeno 22.11.2021.

[25] Kardex carousels, pristupljeno 23.11.2012.

[26] Vertical carousel space, pristupljeno 23.11.2021.

[27] Sustav vertikalnih karusela, pristupljeno 25.11.2021.

[28] Horizontal carousel, pristupljeno 25.11.2021.

[29] Horizontal carousel space, pristupljeno 23.11.2021.

[30] Prikaz razina horizontalnog karusela, pristupljeno 25.11.2021.

PRILOZI

I. CD-R disc