

Preporučene metode ergonomske procjene ručnog rukovanja teretima prema normi ISO 11228

Abramović, Lovro

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:235:555478>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Lovro Abramović

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Goran Đukić, dipl. ing.

Student:

Lovro Abramović

Zagreb, 2022.

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

Zahvaljujem se mentoru profesoru Goranu Đukiću na stručnoj pomoći i korisnim savjetima. Također se zahvaljujem svojim roditeljima, cjelokupnoj obitelji i prijateljima na strpljenju i riječima potpore.

Lovro Abramović



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite

Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:

proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo materijala i mehatronika i robotika



Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 – 04 / 22 – 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 22 -	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Lovro Abramović** JMBAG: **0035215382**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Preporučene metode ergonomske procjene ručnog rukovanja teretima prema normi ISO 11228**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Recommended methods of ergonomic assessment of manual handling of loads according to ISO 11228 standard**

Opis zadatka:

S obzirom na značaj ergonomije u oblikovanju i analizi radnih zadataka rukovanja materijalom u logističkim sustavima, posebice u smanjivanju rizika za mišićno-koštane poremećaje (MSD) i ozljede, u primjeni su za smanjivanje tog rizika brojne smjernice i metode procjene, preporučene i međunarodnim normama.

U radu je potrebno:

- Prikazati uvodno područje ergonomije, njen značaj u prevenciji i smanjenju bolesti mišićno-koštanog sustava.
- Prikazati ulogu ergonomije u oblikovanju i analizi ručnih radnih logističkih zadataka.
- Temeljem međunarodne norme ISO 11228 – Part 1 i Part 2 prikazati preporuke za radnje a) dizanja, spuštanja i nošenja tereta, i b) guranja i povlačenja tereta.
- Objasniti preporučene metode procjene za pojedine radnje, te ilustrirati njihovu primjenu na manjim odabranim primjerima.

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

Zadatak zadan:

9. 5. 2022.

Datum predaje rada:

2. rok (izvanredni): 6. 7. 2022.
3. rok: 22. 9. 2022.

Predviđeni datumi obrane:

2. rok (izvanredni): 8. 7. 2022.
3. rok: 26. 9. – 30. 9. 2022.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Goran Đukić

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Branko Bauer

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA	IV
POPIS OZNAKA I KRATICA	V
SAŽETAK	VII
SUMMARY	VIII
1. UVOD	1
2. ERGONOMIJA	2
2.1. Ergonomija u logistici	2
2.2. Povijest ergonomije u logistici	3
2.3. Propisi koji utječu na ergonomiju	3
2.4. Statistički podaci o ozljedama na radu	4
2.4.1. EU podaci	4
2.4.2. SAD podaci	5
2.5. Vrste ergonomskih poboljšanja	5
3. ISO 11228	7
3.1. ISO 11228 Part 1	8
3.1.1. NIOSH case study	9
3.1.1.1. Opis metode, tj. posla:	9
3.1.1.2. Proces dobivanja podataka	10
3.1.1.3. Evaluacija osobnih tjelesnih aktivnosti izvan posla i faktori posla	11
3.1.1.4. Opis simulacije ljudskog držanja za izračunavanje CLI	11
3.1.1.5. Rezultat, statistička analiza	12
3.1.1.6. Zaključak case studyja - NIOSH	15
3.1.2. NIOSH metoda – pojednostavljeni primjer	16
3.1.3. Smjernice za lakše i sigurnije dizanje, spuštanje i nošenje tereta	19
3.2. ISO 11228 Part 2	21
3.2.1. Snook i Ciriello metoda	22
3.2.2. Snook i Ciriello case study	22
3.2.2.1. Izvorne varijable	23
3.2.2.2. Zadatak	24
3.2.2.3. Proračun	25
3.2.2.4. Zaključak case study-ja	26
3.2.3. Pojednostavljeni primjeri Snook i Ciriello metode	27
3.2.3.1. Snook i Ciriello metoda za guranje tereta	27
3.2.3.2. Snook i Ciriello metoda za povlačenje tereta	28
3.2.3.3. Snook i Ciriello metoda za računanje indeksa	29
3.2.4. Smjernice za lakše i sigurnije guranje i povlačenje tereta	30
4. OPREMA ZA LAKŠE RUČNO RUKOVANJE	33
4.1. Prikaz montažnog okruženja	33
4.2. Ostala dodatna oprema	38

ZAKLJUČAK	42
LITERATURA.....	43

POPIS SLIKA

Slika 1.	Najčešće ozljede na radu [3].....	3
Slika 2.	Usporedba MSD-ova s drugim oboljenjima na poslu.....	4
Slika 3.	Podaci iz 2014. i 2019. za različite uzroke MSD-ova.....	5
Slika 4.	ISO 11228 – općeniti prikaz.....	8
Slika 5.	Proces „ispadanja“ ispitanika	14
Slika 6.	Primjer podizanja tereta	17
Slika 7.	Lakše i sigurnije podizanje krutog tereta	20
Slika 8.	Lakše i sigurnije podizanje vreća	20
Slika 9.	Korištenje rukavica za lakše primanje tereta i zaštitu ruku.....	21
Slika 10.	Guranje i povlačenje – varijable	23
Slika 11.	Ručni viličar s pogonom za stepenice	32
Slika 12.	Paletni viličar za velike terete.....	32
Slika 13.	Kolica s kočnicom i mogućnošću podizanja tereta.....	32
Slika 14.	Prvi dio opreme u montažnom okruženju [4].....	33
Slika 15.	Drugi dio opreme u montažnom postrojenju [4]	34
Slika 16.	AWEP	38
Slika 17.	Balanser	39
Slika 18.	Pokretne trake	40
Slika 19.	Rotator paleta.....	40

POPIS TABLICA

Tablica 1.	Statistika varijabli dizanja	13
Tablica 2.	Omjeri CLI-a za sudionike koji su prijavili LBP	15
Tablica 3.	Tablice NIOSH faktora	18
Tablica 4.	Kombinacije i srednje vrijednosti MAL-ova	24
Tablica 5.	Visine određenih dijelova tijela	25
Tablica 6.	Snook i Ciriello tablice sila guranja <i>FI</i> i <i>FM</i>	28
Tablica 7.	Snook i Ciriello tablice sila povlačenja <i>FI</i> i <i>FM</i>	29
Tablica 8.	Indeksi rizika za Snook i Ciriello metodu [13]	30

POPIS OZNAKA I KRATICA

KRATICA	MJERNA JEDINICA	OPIS
AM	$^{\circ}$	zakretni kut tijela
AWEP	-	adjustible worker elevation platform (prilagodljiva platforma za podizanje radnika)
CI	-	confidence interval (interval pouzdanosti)
CLI	-	composite lifting index (kompozitni indeks podizanja)
CM	-	faktor množenja spojnice
DH	m	vodoravni pomak tijela za svaki napor
DM	-	faktor množitelja udaljenosti
E.A.S.E.	-	Ergonomics Assist and Safety Equipment (Vijeće za ergonomsku pomoćnu i sigurnosnu opremu)
EPS	-	ergonomic protection standard (standard za ergonomsku zaštitu)
F	min^{-1}	frequency (učestalost podizanja)
FI	kg	maksimalna početna masa tereta
FM	kg	dozvoljena masa održavanja
HM	-	faktor horizontalnog množitelja
ISO	-	International Organization of Standardization (međunarodna organizacija za standardizaciju)
LBP	-	lower back pain (bol u donjem dijelu leđa)
LC	kg	konstanta opterećenja
LI	-	lifting index (indeks podizanja)
MAL	kg	maximum arrest load (maksimalno prihvatljivo opterećenje)
MSD	-	musculoskeletal disorders (mišićno-koštani poremećaji)
n	-	količina, broj
NIOSH	-	National Institute for Occupational Safety and Health (nacionalni institut za zdravlje na radu)
OR	-	odds ratio (omjer izgleda)

p	-	postotak (od 0 do 1)
RNLE	-	revised NIOSH lifting equation (revidirana NIOSH jednadžba podizanja)
RWL	kg	recommended weight limit (preporučena granica težine)
SD	-	standardna devijacija
V	m	visina prihvata pri guranju ili povlačenju
VM	-	faktor vertikalnog množitelja

SAŽETAK

Ergonomija, kao multidisciplinarna znanost, predstavlja jako važnu ulogu u području logistike, a pogotovo ručnih logističkih zadataka. Ručni logistički zadaci često od radnika zahtijevaju teške fizičke napore koji posljedično prouzročuju razvoj mišićno-koštanih poremećaja (MSD-ova) i zbog toga je bilo potrebno uvesti odgovarajuća rješenja. Iz tog razloga je Internacionalna zajednica za standardizaciju (ISO) propisala normu ISO 11228 koja daje preporuke i smjernice za sigurnije ručno rukovanje materijalom. Standard se sastoji od 3 dijela - ISO 11228-1, ISO 11228-2, ISO 11228-3 i svaki dio prikazuje smjernice, preporuke i metode procjene rizika za druge aktivnosti. U ovom radu biti će objašnjeni prvi i drugi dio norme, prikazane konkretne studije za dvije metode (NIOSH, zatim Snook i Ciriello) i pojednostavljenim ilustrativnim primjerima iz svakodnevnog života поближе prikazani načini procjene rizika. Temeljem procjena rizika korištenjem danih smjernica radni zadaci se mogu modificirati, a također se može primijeniti i odgovarajuća ergonomska oprema za koju se daje pregled na kraju rada.

Ključne riječi: ergonomija, MSD, ISO 11228, NIOSH, Snook i Ciriello

SUMMARY

Ergonomics, as a multidisciplinary science, plays a very important role in the field of logistics, especially manual logistics tasks. Manual logistics tasks often require heavy physical efforts from workers which consequently cause the development of musculoskeletal disorders (MSDs) and therefore it was necessary to introduce appropriate solutions. This is why the International Organization for Standardization (ISO) has prescribed the ISO 11228 standard, which provides recommendations and guidelines for safer manual handling of material. The standard consists of 3 parts - ISO 11228-1, ISO 11228-2, ISO 11228-3 and each part presents guidelines, recommendations and risk assessment methods for other activities. In this paper, the first and second part of the norm will be explained, concrete studies for two methods will be presented (NIOSH and Snook & Ciriello) and with simplified illustrative examples from everyday life, methods of risk assessment will be presented in more details. Based on risk assessments using the given guidelines, work tasks can be modified, and appropriate ergonomic equipment can also be applied, for which an overview is given at the end of the work.

Key words: ergonomics, MSD, ISO 11228, NIOSH, Snook & Ciriello

1. UVOD

Jedno od najvažnijih aktivnosti u uspješnom poslovanju i radu tvrtke je logistika i aktivnosti vezane uz logistiku. Logistika obuhvaća mnoge aktivnosti: pripreme, nabave, prijevozi, smještaji, održavanja, distribucije i upravljanja svim resursima i njihovim tokovima u svrhu uspješnog vođenja poslovnih procesa i ostvarivanja poslovnih ciljeva.

Unatoč ogromnom napretku tehnologije u posljednjih nekoliko desetljeća, značajan broj logističkih zadataka odrađuje se ručno. Prema američkom Ministarstvu rada, rukovanje se definira kao: „*hvatanje, držanje, okretanje ili drugi rad s rukom ili rukama. Prsti su uključeni samo u onoj mjeri u kojoj su produžetak šake, primjerice za okretanje prekidača ili mijenjanje brzina u automobilu*“. Rukovanje materijalima većinom se odrađuje bez prednosti ergonomske pomoćne opreme ili uređaja. Kao rezultat toga, dolazi do velikog broja ozljeda na radu; poremećaji donjeg dijela leđa, pa čak i invaliditet, i dalje su jedni od glavnih „tegoba“ rukovanja materijalom. Takvi problemi jednog radnika prenose se na cjelokupnu industriju i dovode do velikih troškova. Kako bi se broj ozljeda na radu spriječio, a samim time i poboljšala kvaliteta rada, efikasnost rada, te zadovoljstvo radnika, Internacionalna zajednica za standardizaciju (ISO) propisala je normu ISO 11228 koja daje preporuke i smjernice za sigurnije ručno rukovanje materijalom. Sastoji se od tri dijela: ISO 11228-1, ISO 11228-2, ISO 11228-3 i svaki dio prikazuje smjernice, preporuke i metode procjene rizika za druge aktivnosti. U ovom radu biti će objašnjeni prvi i drugi dio norme, prikazane konkretne studije za dvije metode (NIOSH, zatim Snook i Ciriello) i pojednostavljenim ilustrativnim primjerima iz svakodnevnog života pobliže prikazani načini procjene rizika.

Temeljem procjena rizika korištenjem danih smjernica radni zadaci se mogu modificirati, ali postoji i drugo rješenje, a to je odgovarajuća ergonomska oprema. U situacijama kada smjernice i preporuke preporučene od strane ISO norme nisu dovoljne zbog veće zahtjevnosti posla i posljedično dolazi do ozljeda (preveliki naponi radnika, preveliki tereti za ručnu manipulaciju), potrebna je primjena ergonomske opreme. Kako je tehnologija rukovanja materijalom odavno shvatila važnost ergonomije u dizajnu poslova i opreme, sve više se na tržištu pojavljuje nova oprema dizajnirana specijalno za olakšanje obavljanja ručnih logističkih zadataka, ali i prevenciju, te smanjenje bolesti mišićno-koštanog sustava (MSD-ova). Broj opreme se svakodnevno povećava i pojavljuje se sve veći broj novih pomagala na tržištu, a pregled nekih daje se na kraju rada.

2. ERGONOMIJA

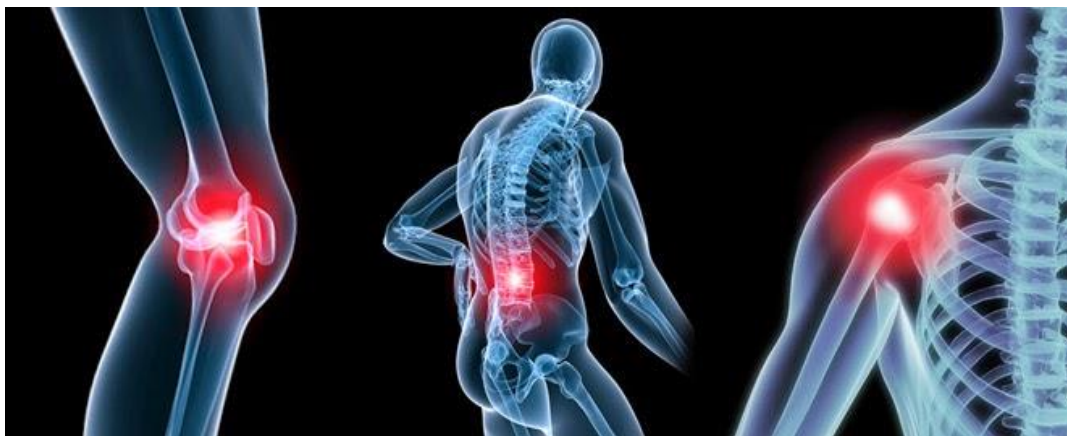
Ergonomija (ergo- + -nomija) je znanost o radu, a primarni zadatak je odrediti postupke koji prilagođuju karakteristike rada tjelesnim i psihičkim osobinama čovjeka: radne površine, alate, dijelove strojeva, sjedalice, radne stolove, signalne uređaje prilagođene čovjekovim anatomskim, fiziološkim i psihološkim (npr. perceptivnim) karakteristikama. Izraz ergonomija sve se više prihvaća, jer je to multidisciplinarno područje, koje proučava anatomske, fiziološke i druge parametre ljudske znanosti. Ona se koristi podacima svih disciplina koje se bave čovjekom (psihologija, medicina, matematika...) [1]

2.1. Ergonomija u logistici

Naziv ergonomija (engl. *Ergonomics*) prihvaćen je u cijelom svijetu, a u SAD-u se rabe i izrazi *Human Factors* i *Human Engineering*.

Ergonomija, kao znanost u logistici, ima jako značajnu ulogu jer proučava probleme „malih ljudi“, ljudi koji vrše svakodnevne, uglavnom monotone ručne poslove koji vode, ako se pogrešno rade, k profesionalnim oboljenjima. Kvalitetniji rad, veća proizvodnja i povećanje efikasnosti, blisko su povezani s ergonomski povoljnim rješenjima. Zbog toga, ergonomija mora biti najčvršće povezana s konstrukcijom i tehničkim projektiranjem proizvoda (s jedne strane) i dizajniranjem (s druge strane).

Svi su ljudi jednaki, ali opet svi su ljudi različiti. Dizajn, kojemu je cilj prilagoditi svaku sitnicu čovjeku, a ne mijenjati čovjeka jer je to nemoguće, putem ergonomije saznaje upravo o tim čimbenicima koji su čovjeku potrebni. Upravo ergonomija omogućava dizajneru da prilagođava ili promijeni predmet u najprikladnijoj kombinaciji za čovjeka. U idealnim okolnostima, svaki radnik trebao bi imati prilagođeno radno mjesto prema sebi i svojim potrebama, ali najčešće to nije slučaj, što dovodi do oboljenja radnika i pojava MSD-ova. Zato je važno uočiti da je dizajn oblikovan za ljude na osnovu podataka o konačnom korisniku. [2]



Slika 1. Najčešće ozljede na radu [3]

2.2. Povijest ergonomije u logistici

1994. godine skupina vizionarskih vođa okupila se kako bi formirala „Ergonomics Assist and Safety Equipment (E.A.S.E.) Council“, u slobodnom prijevodu; „Vijeće za ergonomsku pomoćnu i sigurnosnu opremu“. Ti proizvođači opreme za rukovanje materijalima imaju deklariranu misiju širokog promicanja prednosti ergonomskih pomoćnih sustava i opreme zajedno s prednostima koji proizlaze iz upotrebe te opreme na radnom mjestu. Osim toga, misija uključuje i promicanje općih sigurnosnih i zdravstvenih aspekata radnih okruženja za ljude s mehaničkom opremom, te ljude u blizini te opreme. Od svog osnivanja, Vijeće E.A.S.E. sponzoriralo je razne konferencije i radionice osmišljene za promicanje i bolje razumijevanje načina na koji se ergonomija i rukovanje materijalom mogu kombinirati za povećanje produktivnosti i maksimizaciju zdravlja i sigurnosti zaposlenika. [4]

2.3. Propisi koji utječu na ergonomiju

Ergonomic protection standard (EPS) jedan je od standarda usmjeren na smanjenje koštanih poremećaja povezanih s radom. Usredotočen je na ozljede pri podizanju, guranju, povlačenju ili općenito rukovanju preteškim teretima. Glavne stavke standarda su:

- Identificirati čimbenike rizika
- Kontrolirati čimbenike rizika u problematičnim poslovima
- Ocijeniti učinkovitost kontrola u smanjenju čimbenika rizika [4]

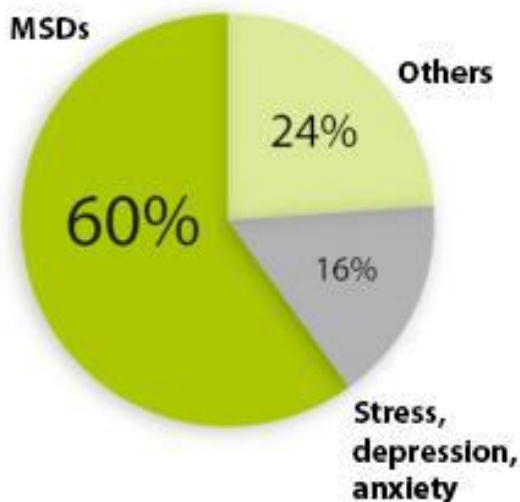
2.4. Statistički podaci o ozljedama na radu

2.4.1. EU podaci

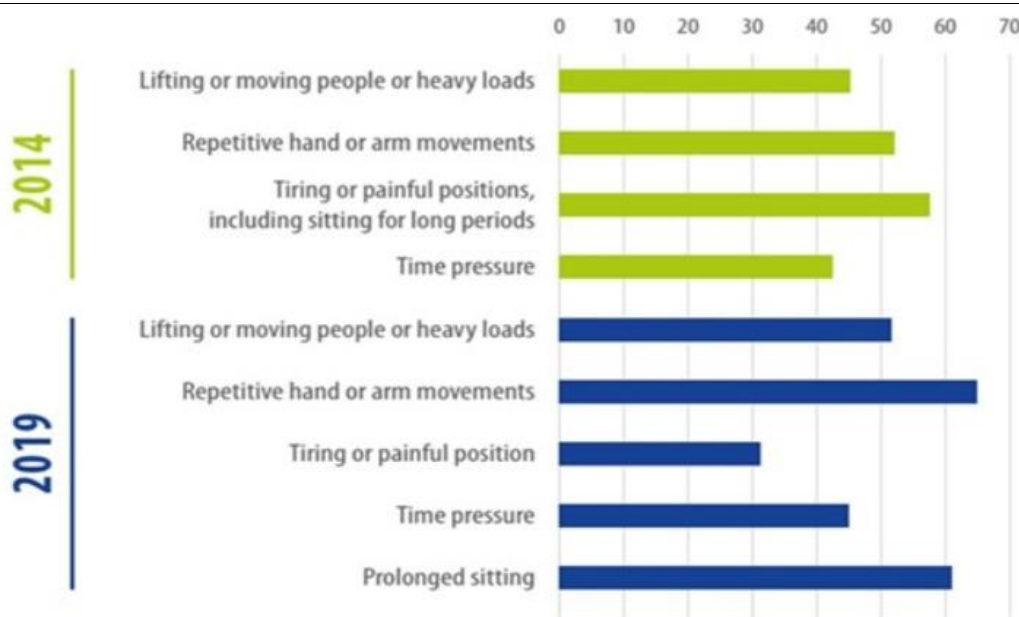
Prema podacima Europske organizacije za zaštitu i zdravlje na poslu, MSD (mišićno-koštani poremećaji) i dalje je najrašireniji zdravstveni problem vezan uz posao među radnom snagom EU-a, s otprilike tri od svakih pet radnika u EU koji prijavljuju pritužbe na MSD.

Razlozi za to i za varijacije u prevalenciji utemeljeni na dokazima uključuju:

- raširena i sve veća količina ponavljajućeg rada i rada koji uključuje podizanje teških tereta (prijavljeno u 54% ustanova u 2019., u odnosu na 47% u 2014.);
- novi čimbenici rizika kao što je dugotrajno sjedenje (prijavljeno u 59% ustanova) i psihosocijalni čimbenici kao što je stres vezan uz posao, koji su također u porastu;
- novi rizici od novih tehnologija, novih radnih procesa i novih načina organizacije rada;
- demografski čimbenici kao što je starenje stanovništva EU-a (porast s 21 % u 2014. na 26 % u 2019.);
- pitanja javnog zdravlja kao što su pretilost i nedostatak tjelesne aktivnosti. [5]



Slika 2. Usporedba MSD-ova s drugim oboljenjima na poslu



Slika 3. Podaci iz 2014. i 2019. za različite uzroke MSD-ova

2.4.2. SAD podaci

Prema američkim podacima Zavoda za statistiku rada:

- Izgubljeno vrijeme zbog ozljeda na poslu iznosi ukupno 105 milijuna radnih dana svake godine.
- Ručno rukovanje materijalima predstavlja procijenjenih 35% ukupnih zahtjeva za naknadu štete radnicima.
- Medicinski troškovi, izgubljene plaće, niža produktivnost i drugi troškovi uzrokovani ovim ozljedama iznose 116 milijardi dolara godišnje.
- Ozljede leđa čine 20% svih odštetni zahtjevi prema raznim studijama.

2.5. Vrste ergonomske poboljšanja

Općenito, ergonomska poboljšanja nastoje što bolje prilagoditi zahtjeve radnih zadataka sposobnosti radnika. Radnici su ti koji su najviše opterećeni sljedećim čimbenicima rizika:

- Neugodni položaji (npr. savijanje, uvijanje)
- Ponavljajući pokreti (npr. često posezanje, podizanje, nošenje)
- Snažni napori (npr. nošenje ili podizanje teških tereta)

- Točke pritiska (npr. hvatanje tereta, naslanjanje na dijelove ili površine koje su tvrde ili imaju oštre rubove)
- Statički položaji (npr. zadržavanje fiksnih položaja dulje vrijeme)

Osim tih glavnih čimbenika, utjecaji kao što su ekstremna vrućina, hladnoća, buka ili slabo osvjjetljenje mogu utjecati na razvoj nekih drugih zdravstvenih problema.

S obzirom na te čimbenike, postoje 2 vrste ergonomske poboljšanja:

- Inženjerska poboljšanja - preuređivanje, modificiranje, redizajniranje, pružanje ili zamjenu alata, opreme, radnih stanica, pakiranja, dijelova, procesa, proizvoda ili materijala
- Administrativna poboljšanja – prilagodba i preraspodjela rada, alati za procjenu, standard ISO 11228. [6]

3. ISO 11228

ISO 11228 standard utvrđuje ergonomske preporuke za različite zadatke dinamičkog ručnog rukovanja. Pruža informacije za dizajnere, poslodavce, zaposlenike i ostale uključene u rad, posao i dizajn proizvoda. Standard ISO 11228 pruža informacije o procjeni statičkih položaja. Iako će u ovom radu biti razmatrane samo fizički utjecaji na zdravlje čovjeka, svakako treba spomenuti da ergonomski pristup uzima u obzir kognitivne ili psihološke zahtjeve za ljude, kao i psihosocijalno okruženje u kojem se rad odvija. Psihološki odgovor na rad i uvjete na radnom mjestu (psihosocijalni čimbenici) ima važan utjecaj na mentalno, fiziološko i mišićno-koštano zdravlje. Psihosocijalni čimbenici na radnom mjestu uključuju dizajn, organizaciju i upravljanje radom, sadržaj rada, složenost posla, zahtjeve posla (kognitivne i fizičke), sadržaj posla i cjelokupno društveno okruženje (tj. kontekst rada).

Nepoželjni psihosocijalni aspekti posla mogu uključivati:

- mala ili nikakva kontrola nad metodama rada ili organizacijom
- potrebna visoka razina pažnje i koncentracije
- slabo korištenje vještina
- mala ili nikakva uključenost u donošenje odluka
- samo ponavljajući, monotoni zadaci
- rad ritam rada stroja ili sustava
- radni zahtjevi se percipiraju kao pretjerani
- sustavi plaćanja koji potiču rad prebrz ili bez pauze
- radni sustavi koji ograničavaju mogućnosti društvene interakcije
- visoka razina truda koja nije uravnotežena dovoljnom nagradom (npr. resursi, naknada, samopoštovanje, status)
- ne potiče se niti podržava obuka i usavršavanje vještina
- loša podrška suradnika ili nadzornika

Mnogi od učinaka ovih čimbenika na radnike javljaju se kroz procese povezane sa stresom, koji zauzvrat mogu imati izravan učinak na biokemijske i fiziološke reakcije, što može povećati vjerojatnost nastanka ozljeda mišićno-koštanog sustava. Stoga, za prevenciju

mišićno-koštanih poremećaja (MSD), te psihosocijalne izvore stresa treba kontrolirati uz biomehaničke čimbenike rizika. [7]

TYPE OF WORKING ACTIVITY		METHOD FOR RISK ASSESSMENT	REFERENCE STANDARD	TARGET BODY SEGMENT
Manual Material Handling (loads above 3 kg)	Lifting Tasks	Lifting Index NIOSH	ISO 11228-1 EN 1005-2	back
	Push/Pull & Carry	Tables of Snook & Ciriello	ISO 11228-2	back and shoulders
Handling of low loads at high frequency		OCRA Checklist OCRA Index	prEN 1005-5 ISO 11228-3	upper limb - wrist, elbow and shoulder joints

Slika 4. ISO 11228 – općeniti prikaz

3.1. ISO 11228 Part 1

Objašnjava preporuke dizanja za radnje **dizanja, spuštanja i nošenja** tereta.

Glavne sastavnice:

- ISO 11228-1:2021 utvrđuje preporučena ograničenja za ručno podizanje i nošenje uzimajući u obzir intenzitet, učestalost i trajanje zadatka. ISO 11228:2021 osmišljen je za pružanje smjernica za procjenu nekoliko varijabli zadatka, omogućujući procjenu zdravstvenih rizika za radno stanovništvo.
- ISO 11228-1:2021 primjenjuje se na ručno rukovanje predmetima mase 3 kg ili više.
- ISO 11228-1:2021 odnosi se na umjerenu brzinu hoda, tj. 0,5 m/s do 1,0 m/s na vodoravnoj ravnoj površini.
- ISO 11228-1:2021 ne uključuje držanje predmeta (bez hodanja), guranje ili povlačenje predmeta, podizanje jednom rukom, ručno rukovanje dok sjedite i podizanje od strane dvoje ili više ljudi. Držanje, guranje i povlačenje predmeta bit će uključeno u druge dijelove standarda ISO 11228.
- ISO 11228-1:2021 temelji se na radnom danu od 8 sati. Ne odnosi se na analizu kombiniranih poslova u smjeni tijekom dana. [8]

Godine 1994. Nacionalni institut za sigurnost i zdravlje na radu (NIOSH) objavio je revidiranu NIOSH jednadžbu dizanja – RNLE (Revised NIOSH Lifting equation) za

procjenu fizičkih zahtjeva zadataka ručnog dizanja s dvije ruke. RNLE je korisna metoda za mjerenje čimbenika fizičkog rizika za bolove u donjem dijelu leđa na temelju nalaza istraživanja iz biomehanike, psihofizike i fiziologije. RNLE se sastoji od dvije jednadžbe, preporučene granice težine (RWL) i indeksa dizanja (LI), za procjenu određenog zadatka ručnog dizanja. RWL se izračunava iz jednostavne matematičke jednadžbe koja zahtijeva mjerenje varijabli i biti će objašnjena u sljedećim poglavljima. LI daje procjenu relativnog fizičkog zahtjeva za zadatak i definiran je kao omjer stvarne težine podignutog tereta podijeljene s RWL za zadatak. Za više zadataka dizanja, kompozitni LI (CLI) izračunava se korištenjem metode ponderirane frekvencije dizanja sa svim zadacima. LI ili $CLI \leq 1$ je preporučena vrijednost za sigurno podizanje bez povećanog rizika od LBP-a. Pokazalo se da su LI ili $CLI > 1$ povezani s LBP-om u prethodnim studijama. Te su studije, međutim, bile presječene u dizajnu i stoga nisu mogle pokazati vremenski odnos između CLI i LBP.

3.1.1. NIOSH case study

Kako bi uvidjeli povezanost između RNLE i LBP-a, u Sjedinjenim Američkim Državama u velikoj tvrtki za proizvodnju sušara (neimenovana tvrtka) provedena je studija koja bi pokazala upravo taj odnos RNLE i LBP-a. Za procjenu ovog odnosa korišten je prospektivni dizajn, uz kontrolu osobnih čimbenika, tjelesnih aktivnosti izvan posla, čimbenika posla i psihosocijalnih karakteristika povezanih s radom. Procijenjen je odnos između izloženosti i odgovora između početne vrijednosti CLI i LBP-a prema samoprocjeni nakon jednogodišnjeg praćenja.

3.1.1.1. Opis metode, tj. posla:

Za odabir poslova korišteni su sljedeći kriteriji:

- poslovi u kojima se ručno podizanje izvodilo kao redovita dnevna radna aktivnost, s najmanje 25 podizanja dnevno
- poslovi s malim ili nikakvim nepredvidivim varijacijama u karakteristikama zadatka
- radna mjesta koja su ispunjavala uvjete za primjenu RNLE
- poslove koji nisu uključivali značajnu izloženost vibracijama cijelog tijela.

Odabrani poslovi uključivali su podizanje određenog broja dijelova sušara (ploče, motori, bubnjevi, pregrade, ormari itd.) težine od 3,2 do 10 kg. Poslovi dizanja odabrani su u građevinskim područjima za proizvodnju dijelova, prijenosnim područjima za premještanje nedovršenih dijelova iz jedne operacije u drugu i instalacijskim područjima za sastavljanje

gotovih dijelova. Poslovi su uključivali 3 do 10 rotacija s fiksnim uzorkom rotacije. Rotacije poslova varirale su između 15 i 30 minuta. Tijekom svake smjene osigurane su dvije pauze od 15 minuta i jedna pauza za ručak od 30 minuta. Svi su poslovi bili ponavljajući s trajanjem ciklusa od 10 do 50 s. Nisu sve radne rotacije bile zadaci dizanja. Neki su bili laki zadaci sastavljanja u stojećem ili sjedećem položaju.

3.1.1.2. *Proces dobivanja podataka*

Radnici raspoređeni na odabrana radna mjesta zamoljeni su da sudjeluju u istraživanju. Tijekom radnog vremena, radnici su pozvani u prostoriju za obuku u tvornici i istraživački tim ih je obavijestio o potencijalnim rizicima i koristima prije potpisivanja obrasca za pristanak koji je odobrio Odbor za reviziju ljudskih subjekata NIOSH-a. Sudionici su izvagani i izmjerena im je visina te su ispunili standardizirani upitnik koji im je postavio istraživački odbor. Upitnik je korišten za dobivanje podataka o njihovim osobnim čimbenicima, tjelesnim aktivnostima izvan posla, čimbenicima posla te psihosocijalnim karakteristikama vezanim uz posao. Drugi istraživački tim dodijeljen je prikupljanju podataka o fizičkom riziku za zadatke podizanja ispitanika.

Kako bi ispitivanje bilo na neki način standardizirano, koristili su se sljedeći kriteriji uključivanja subjekata u rad:

- zaposlenici s punim radnim vremenom najmanje godinu dana u vrijeme zapošljavanja subjekta
- nema prijavljenih LBP-a u prethodne godine u vrijeme regrutiranja ispitanika
- nema promjena posla tijekom jednogodišnjeg razdoblja praćenja
- nema slučajnog LBP-a tijekom razdoblja istraživanja.

Studija je osmišljena tako da prati subjekte tijekom 2 godine. Visoka stopa opadanja ispitanika (57%) nakon 2 godine praćenja spriječavala je provedbu značajne statističke analize korištenjem podataka drugog praćenja. Ovaj se rad usredotočuje na podatke dostupne za jednogodišnje praćenje. Među kvalificiranim radnicima na odabranim radnim mjestima, 197 radnika je sudjelovalo 2002. Godine i 20 radnika sudjelovalo je u istraživanju 2003. godine.

3.1.1.3. *Evaluacija osobnih tjelesnih aktivnosti izvan posla i faktori posla*

Osobni podaci prikupljeni upitnikom uključivali su spol ispitanika, razinu obrazovanja, dob, duljinu zaposlenja, pušački status, konzumaciju alkohola i samoocjenu zdravstvenog stanja. Tjelesne aktivnosti izvan posla procijenjene su pomoću četiri varijable izvedene iz dva kratka(da/ne) pitanja ("Radite li na drugom poslu kod drugog poslodavca?" i "Postoje li sportovi i hobiji kojima se bavite svaki tjedan?") i dva gruba kvantitativna pitanja o razinama učestalosti (<5, 5–9, 10–19, ≥20 sati/tjedan) ručnog rada („Koliko sati u prosjeku provedete na aktivnostima u kojima se saginjete naprijed ili okrećete leđima ?” i “Koliko sati u prosjeku provodite na aktivnostima u kojima podižete, gurate, vučete ili nosite umjerene do teške težine?”). Čimbenici posla u upitniku uključivali su trajanje posla, radnu smjenu, radno vrijeme po danu, radno vrijeme po tjednu, prekovremeni sati u tjednu, prekovremeni sati u prethodnoj godini, brzina kojom su radnici morali ručno raditi (skala 0-10, 10 za najveću brzinu) i generalni napor pri poslu (skala 0-10, 10 za najveći napor)

Status LBP-a procijenjen je pitanjima iz standardiziranog nordijskog mišićno-koštanog upitnika, uključujući referentni dijagram donjeg dijela leđa. Kratki odgovori (da/ne) na pitanje "Jeste li u proteklih 12 mjeseci imali bolove u križima svaki dan tjedan dana (7 dana) ili više?" korišten je kao definicija slučaja LBP-a u trenutnoj studiji. U studiji su također procijenjena dva odvojena pitanja s da/ne o povijesti prethodnog LBP-a (svaki dan tijekom tjedan dana ili više) i slučajne LBP-ove (nezgoda ili iznenadna ozljeda leđa). Ova pitanja o zdravlju leđa bila su identična onima koja su korištena u anketi Health Interview Survey iz 1988. i prethodnim NIOSH studijama (*Ezzati, Massey, Waksberg, Chu i Maurer, 1992; Waters, Dick, Davis-Barkley i Krieg, 2007; Waters, Dick i Krieg, 2011*).

3.1.1.4. *Opis simulacije ljudskog držanja za izračunavanje CLI*

Fizički čimbenici rizika za LBP u ovoj studiji procijenjeni su metodom simulacije ljudskog držanja. Metoda je uključivala mjerenje težine tereta za svaki zadatak dizanja i video analizu procjene držanja cijelog tijela za zadatak. Istraživači su na licu mjesta mjerili težinu tereta za svako podizanje pomoću vage ili dinamometra. Videozapis položaja pri radu prikupljen je pod kutom od približno 90° od sagitalne ravnine svakog subjekta kako bi se minimizirale pogreške simulacije položaja. Svako video snimanje trajalo je 10 do 20 minuta za svaku rotaciju posla kako bi se osiguralo da su snimljena najmanje tri uzorka svakog zadatka dizanja.

Prilagođeni računalni softver razvijen je za obradu podataka o simuliranom položaju za određivanje varijabli zadatka RNLE uključujući vodoravnu udaljenost, okomitu udaljenost putovanja, kut asimetrije na ishodištu i odredištu dizanja i učestalost dizanja. Druge varijable RNLE zadatka (spajanje ruku, značajna kontrola za svaki zadatak i obrazac rada i odmora za cijeli radni dan) ručno su unesene u prilagođeni softverski program. Program je naknadno upotrijebio sve podatke za izračun CLI-ja.

Aritmetička sredina i maksimum CLI vrijednosti, stope učestalosti dizanja i opterećenja u svim rotacijama poslova koji su zahtijevali ručno dizanje izračunati su kao konačne varijable izloženosti fizičkom riziku. Uz to, ukupno vrijeme dizanja (zbroj razdoblja svih dizanja) i broj dizanja tijekom 8-satne radne smjene uključeni su kao dodatne varijable dizanja.

3.1.1.5. *Rezultat, statistička analiza*

Nije bilo moguće potpuno prikupiti podatke o izloženosti fizičkom riziku za svakog subjekta za svaki zadatak dizanja. Za subjekte kojima nedostaju podaci, imputirana je srednja vrijednost podataka o izloženosti drugih subjekata na istom poslu. Provedena je deskriptivna statistika za frekvencijski odgovor LBP-a na jednogodišnjem kontrolnom pregledu za kovarijate na početku kao i srednju vrijednost i standardnu devijaciju varijabli dizanja na početku i njihovu korelaciju s razvojem LBP-a tijekom jednogodišnjeg razdoblja praćenja (Tablica 1.). Budući da se kohorta studije sastojala od podataka ispitanika iz dvije različite godine, godina regrutiranja/početna godina ispitana je kao potencijalna kovarijanta.

Logistička regresijska analiza korištena je za ispitivanje povezanosti između svake kovarijable na početku i LBP-a (da/ne) nakon jednogodišnjeg praćenja. Za svaku kovarijatu korišten je poseban model. U logističkoj regresijskoj analizi, omjer izgleda (OR) izračunat je kao procjena rizika za kategoričke kovarijable koristeći najnižu razinu izloženosti kao referencu i za kategoričke CLI varijable ($0 < CLI \leq 1$, $1 < CLI \leq 2$, $2 < CLI \leq 3$ i $CLI > 3$) koristeći preporučenu vrijednost $CLI \leq 1,0$ kao referencu. U sljedećoj tablici (Tablica 2.) prikazana je deskriptivna statistika varijabli dizanja na početku i njihova korelacija s bolovima u donjem dijelu leđa (LBP) koje su sami prijavili nakon jednogodišnjeg praćenja.

	Svi subjekti (SD) (n = 78)	Non-LBP (SD) (n = 53)	LBP (SD) (n = 25)	r(n = 78)
Broj dizanja po smjeni	103,6 (135,7)	94,8 (137)	122,4 (134,7)	.10
Vrijeme dizanja po smjeni (min)	192,2 (248,3)	178,8 (254,8)	220,7 (236,5)	.08
Srednja učestalost dizanja (po minuti)	7,2 (3,2)	7,0 (3,1)	7,8 (3,5)	.12
Srednje opterećenje (kg)	6,3 (2,5)	6,2 (2,8)	6,3 (2,0)	.005
Srednji CLI	1,5 (1,0)	1,4 (1,1)	1,7 (0,7)	.12
Maksimalna učestalost dizanja (po minuti)	8,4 (4,1)	8,1 (4,1)	9 (4,1)	.11

Tablica 1. Statistika varijabli dizanja

Gdje je:

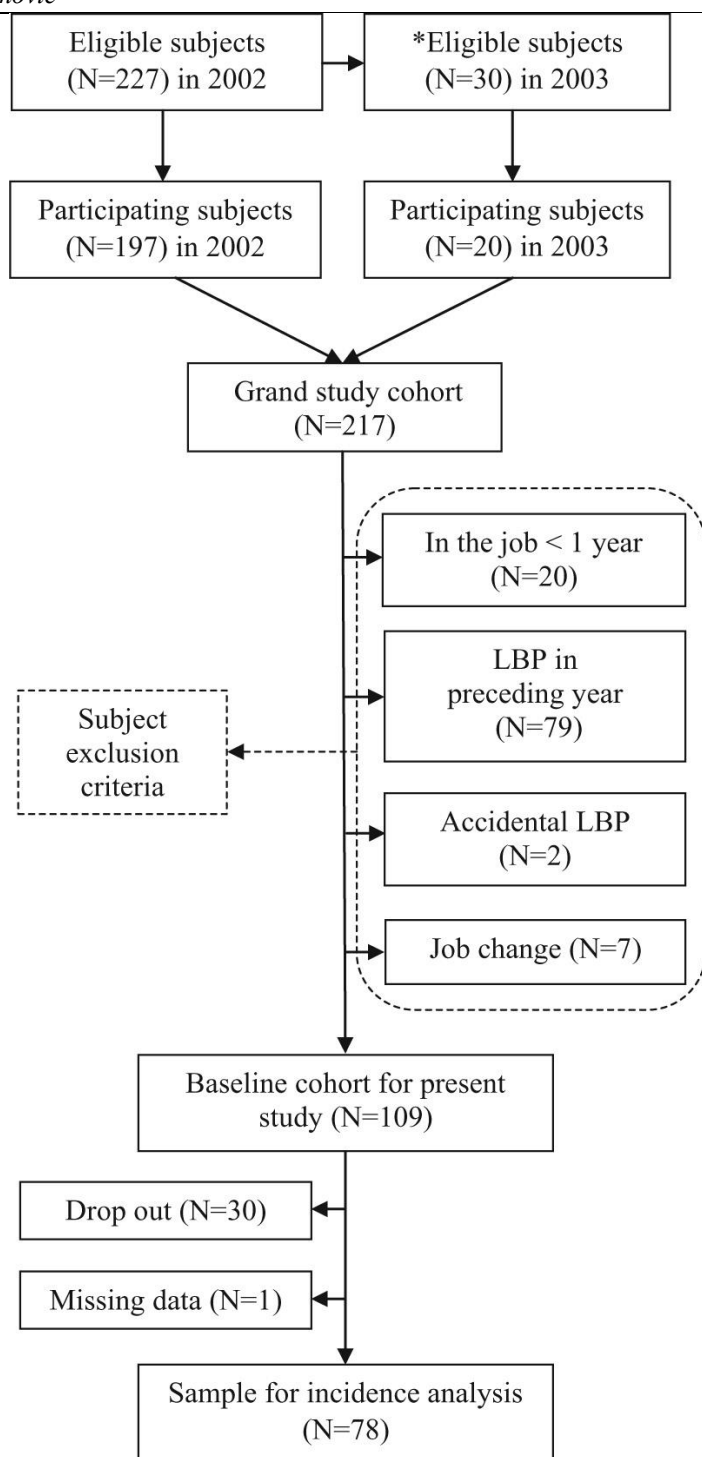
n – ukupni broj radnika (78, Slika 5.)

SD – standardna devijacija

Non-LBP – radnici koji nisu prijavili bol u donjem dijelu leđa

LBP – radnici koji su prijavili bol u donjem dijelu leđa

r – biserijalni koeficijent korelacije



Slika 5. Proces „ispadanja“ ispitanika

Od 217 subjekata koji su sudjelovali, 109 je zadovoljilo kriterije uključivanja subjekata za analizu incidencije; 30 je odustalo od studije, što je rezultiralo stopom odustajanja od 27,5%. Jednom subjektu su nedostajali podaci o izloženosti na poslu koji se nisu mogli pripisati. Konačna veličina uzorka za analizu incidencije bila je 78.

CLI kategorije	<i>n</i>	LBP slučajevi	<i>SD</i>	OR	95% CI	<i>p</i>
stalan CLI	78	25	1.0	1.6	0.9–2.8	.08
CLI ≤ 1	29	6	0.2	Ref	Ref	Ref
1 < CLI ≤ 2	32	12	0.3	3.2	0.9–11.2	.07
2 < CLI	17	7	1.1	5.1	1.1–24.5	.04

Tablica 2. Omjeri CLI-a za sudionike koji su prijavili LBP

Uz povijest prethodnog LBP-a i nadzorne podrške, oni koji su zadovoljili prvi kriterij odabira kovarijate za konačni model multivarijantne analize, opterećenje na poslu zadovoljilo je drugi kriterij odabira. Ove su kovarijate odabrane za konačni logistički regresijski model. Rezultati logističke regresijske analize za srednje i maksimalne CLI varijable prikazani su u Tablica 2. . Postojao je granični značajan odnos ($p = 0,08$) između kontinuirane srednje vrijednosti CI u multivarijantnom modelu. Nije pronađen jasan odnos za kontinuirani maksimalni CLI u univarijantnim i multivarijantnim modelima. Zbog male veličine uzorka za kategoričku srednju vrijednost $CLI > 3$ ($n = 4$) i $2 < \text{maksimalni CLI} \leq 3$ ($n = 7$) varijable, podaci za ove dvije CLI kategorije združeni su za OR izračune koristeći $CLI \leq 1$ kao referencu . Rezultati su pokazali da su i kategorički prosjek i maksimalni $CLI > 2$ imali značajan OR za LBP u multivarijantnom modelu ($p < 0,05$). Njihov OR i interval pouzdanosti (CI) bili su 5,1 (CI = 1,1-24,5). Kategorička sredina i maksimum između 1 i 2 nisu imali značajan OR za LBP.

3.1.1.6. Zaključak case studyja - NIOSH

Nakon kontrole LBP-a, nadzorne podrške i opterećenja na poslu, radnici sa srednjim CLI i maksimalnim CLI većim od 2 imali su značajno veću vjerojatnost da će prijaviti LBP nakon godinu dana u usporedbi s radnicima s CLI manjim ili jednakim 1. Iako nalazi iz ove studije nisu pružili jasne dokaze da je CLI imao statistički značajan odnos između izloženosti i LBP-a u svim kategorijama izloženosti, trend u ovom odnosu bio je pozitivan. Predvidljivost CLI za LBP zahtijeva dodatna istraživanja.

Ključne točke:

- Kategorička srednja vrijednost i maksimalni CLI iznad 2 imali su značajan učinak na samoprijavljeni LBP u jednogodišnjem praćenju, u usporedbi s CLI manjim ili jednakim 1

- Iako nalazi iz ove studije nisu pružili jasne dokaze da je CLI imao statistički značajan odnos između izloženosti i odgovora s LBP-om u svim kategorijama izloženosti, trend u ovom odnosu bio je pozitivan
- Potrebno je više istraživanja s većom veličinom uzorka i duljim razdobljem praćenja kako bi se istražio vremenski odnos između različitih raspona CLI i LBP [9]

3.1.2. NIOSH metoda – pojednostavljeni primjer

Revidirana jednadžba podizanja Nacionalnog instituta za sigurnost i zdravlje na radu (NIOSH) (1994.) daje smjernice za procjenu zadataka ručnog dizanja s dvije ruke, što se nadovezuje na ISO 11228 Part 1. Definira **preporučenu granicu težine (RWL)** kao težinu tereta koju gotovo svi zdravi radnici mogu podići tijekom značajnog vremenskog razdoblja (npr. osam sati) bez povećanog rizika od razvoja bolova u donjem dijelu leđa.

Maksimalna težina koju možete podići s dvije ruke, pod idealnim uvjetima, iznosi otprilike 23kg (51 pounds). *RWL* se temelji na šest varijabli koje smanjuju maksimalnu težinu koju treba podići na manje od 23 kg.

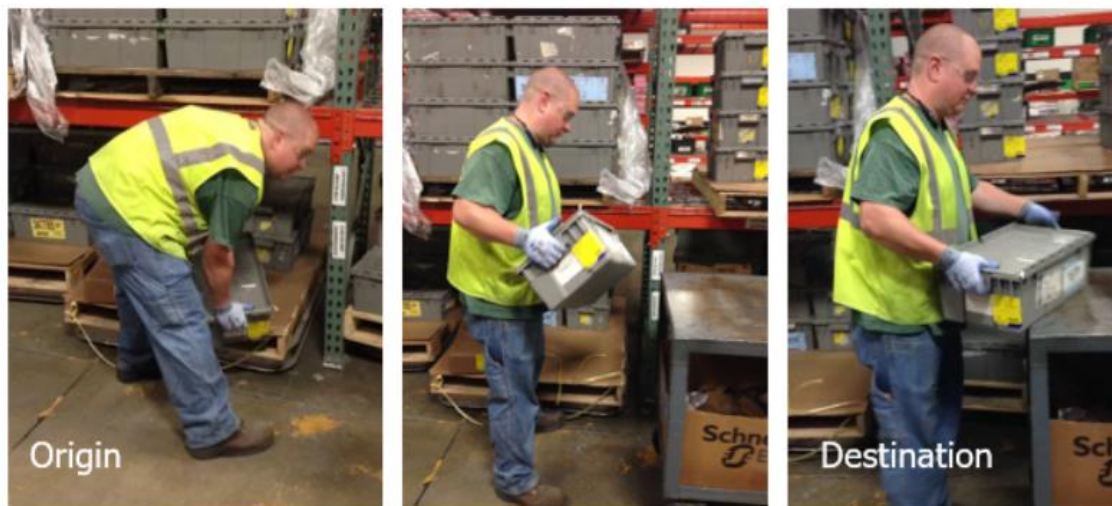
Jednadžba je:

$$LC * HM * VM * DM * FM * AM * CM = RWL$$

gdje je LC konstanta opterećenja (23 kg), a ostale varijable u jednadžbi su:

- *HM*, faktor horizontalnog množitelja
- *VM*, faktor vertikalnog množitelja
- *DM*, faktor množitelja udaljenosti
- *FM*, faktor množitelja frekvencije
- *AM*, faktor asimetričnog množitelja
- *CM*, faktor množenja spojnice
- *RWL*, preporučena granica težine

Da ne bi trebalo ručno računati *RWL*, postoje kalkulatori na web-u koji imaju već predodređene faktore za pojedinačne čimbenike.



Slika 6. Primjer podizanja tereta

Primjer: Radnik u mesnoj industriji puni i zamata mesne proizvode u posudu. Posuda je plastična i ima ručke sa svake strane – čvrsta je. Za svaku posudu, radniku je potrebno 5 minuta da ju zapakira, jer je prvotno posuda na podnoj vagi, a dok se natovari, treba se sagnuti i podići posudu na 50 cm od poda gdje je stroj za omatanje posude s mesom. Nakon što omotač obavi svoj posao, radnik posudu podiže na pokretnu traku visine 1 metar i posuda s mesom odlazi na daljnju obradu. Potrebno je izračunati maksimalnu količinu proizvoda koji bi se pakirali, tj. maksimalnu težinu posude koju bi radnik smio dizati kroz radnu smjenu od 8 sati, a da ne bi došlo do bolova u leđima.

Podaci:

Horizontalna udaljenost između gležnjeva i ruku iznosi 30 cm (slobodna procjena) – *HM* faktor iznosi 0,83

Visina podizanja od poda do mjesta dizanja iznosi 50 cm – *VM* faktor iznosi 0,93

Vertikalna udaljenost koju teret prevali iznosi 100 cm – *DM* faktor iznosi 0,87

Zakretni kut tijela pri podizanju u stupnjevima iznosi 90° (saginjanje do poda) – *AM* iznosi 0,71

Frekvencija podizanja tereta u smjeni (više od 1 sat) iznosi 5 min – *FM* iznosi 0,85

Kvaliteta primanja materijala, tj. tereta je dobra – *CM* iznosi 1

$$23 * 0,83 * 0,93 * 0,87 * 0,85 * 0,71 * 1 = 9,32$$

Za ove slobodno odabrane veličine, preporučena granica težine iznosi 9,32 kilograma.

Kalkulator za jednostavniji i brži izračun *RWL*-a nalazi se na:

https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/niosh/calculating_rwl.html [10]

H = Horizontal Distance (cm)	HM Factor
25 or less	1.00
30	0.83
40	0.63
50	0.50
60	0.42

V = Starting Height (cm)	VM Factor
0	0.78
30	0.87
50	0.93
70	0.99
100	0.93
150	0.78
175	0.70
>175	0.00

D = Lifting Distance (cm)	DM Factor
25 or less	1.00
40	0.93
55	0.90
100	0.87
145	0.85
175	0.85
>175	0.00

A = Angle (degrees)	AM Factor
90°	0.71
60°	0.81
45°	0.86
30°	0.90
0°	1.00

F = Time Between Lifts	FM Factor				C = Grasp	CM Factor:	
	Lifting While Standing:		OR Lifting While Stooping:			Standing	Stooping
	One Hour or Less	Over One Hour	One Hour or Less	Over One Hour			
5 min	1.00	0.85	1.00	0.85	Good (handles)	1.00	1.00
1 min	0.94	0.75	0.94	0.75	Fair	1.00	0.95
30 sec	0.91	0.65	0.91	0.65	Poor	0.90	0.90
15 sec	0.84	0.45	0.84	0.45			
10 sec	0.75	0.27	0.75	0.27			
6 sec	0.45	0.13	0.45	-			
5 sec	0.37	-	0.37	-			

Tablica 3. Tablice NIOSH faktora

U slučaju da radnik podiže više od izračunatih 9,32 kilograma, npr. 15 kilograma, izračunati faktor podizanja (LI) iznosi više od 1:

$$15/9,32 = 1,61$$

Za slučajeve kada je LI veći od 1, znači da se radi posao visokog rizika za ozljede i potrebna je hitna intervencija – smanjenje težine ili neko drugo rješenje.

3.1.3. Smjernice za lakše i sigurnije dizanje, spuštanje i nošenje tereta

Neke od smjernica propisanih standardom ISO 11228 Part 1:

Prije nošenja uvijek provjeriti stabilnost i težinu tereta.

Za duga putovanja ili terete koji su nestabilni i/ili teški, slijediti smjernice upravljanja za:

- Upotrebu opreme
- Smanjenje težine tereta
- Ponovno pakiranje spremnika za povećanje stabilnosti

Planiranje prije nošenja:

- Nositi odgovarajuće cipele kako bi izbjegli poskliznuće, spoticanje ili padove
- Kod korištenja rukavica, odabrati veličinu koja odgovara. Ovisno o materijalu od kojeg su izrađene rukavice i broju pari koje se nose odjednom, može biti potrebna veća sila za hvatanje i držanje predmeta. Na primjer, nošenje samo jednog para rukavica otpornih na toplinu može smanjiti snagu stiska do 40 posto. Nošenje dva ili više pari rukavica odjednom može smanjiti snagu stiska do 60 posto
- Izbjegavanje nošenja velikih ili glomaznih tereta koji ograničavaju ili ometaju vaš vid
- Klizanje, guranje ili kotrljanje umjesto nošenja je prikladno
- Kad postoji izbor, bolje je gurati nego vući
- Nositi samo onoliko koliko je moguće bez rizika od ozljede
- Pokušati izbjeći padine, stepenice ili druge prepreke koje otežavaju nošenje materijala
- Nastojati izbjegavati skliske podove (npr. tekućine, led, ulje i fini prah).
- Poseban oprez kod pomicanja nestabilnog tereta

Prilikom nošenja:

- Držati teret blizu tijela
- Provjeriti imate li jasan pogled na stazu
- Kod nošnje posude jednom rukom, naizmjenično mijenjati ruke
- Kad god je prikladno, koristiti dvije ruke za nošenje spremnika
- Zamjeniti teške ili snažne zadatke s manje fizički zahtjevnim zadacima
- Odmarati se [6]

Za terete koji su nestabilni i teški:

- Označiti teret kako bi radnici bili upozoreni na težinu
- Provjeriti stabilnost i težinu tereta prije nošenja tereta
- Koristiti mehaničke uređaje ili opremu za nošenje ili pomicanje tereta

Smanjiti težinu tereta na sljedeći način:

- Stavljanje manje stvari u spremnik
- Korištenje manjih i/ili lakših spremnika
- Podjela tereta između dvije posude i nošenje po jedne u svakoj ruci
- Sigurno pakiranje spremnika tako da se sadržaj ne pomakne i da težina bude uravnotežena
- Prakticirati timsko nošenje kao privremenu mjeru za teške ili glomazne predmete



Slika 7. Lakše i sigurnije podizanje krutog tereta



Slika 8. Lakše i sigurnije podizanje vreća



Slika 9. Korištenje rukavica za lakše primanje tereta i zaštitu ruku

3.2. ISO 11228 Part 2

ISO 11228-2:2007 daje preporučena ograničenja za **guranje i povlačenje** cijelog tijela. Pruža smjernice za procjenu čimbenika rizika koji se smatraju važnima za ručno guranje i povlačenje, omogućujući procjenu zdravstvenih rizika za radno sposobno stanovništvo. Preporuke se odnose na zdravu odraslu radnu populaciju i pružaju razumnu zaštitu većini te populacije. Ove se smjernice temelje na eksperimentalnim studijama zadataka guranja i povlačenja i povezanih s razinama opterećenja mišićno-koštanog sustava, nelagode/boli i izdržljivosti/umora.

Guranje i povlačenje, kako je definirano u ISO 11228-2:2007, ograničeno je na sljedeće:

- napor cijelog tijela (tj. tijekom stajanja/hodanja)
- radnje koje izvodi jedna osoba
- sile kojima djeluju dvije ruke
- sile koje se koriste za pomicanje ili zadržavanje predmeta
- sile primijenjene glatko i kontrolirano
- sile primijenjene bez upotrebe vanjske potpore(a)
- sile koje se primjenjuju na objekte koji se nalaze ispred operatera
- sile koje se primjenjuju u uspravnom položaju (ne sjedeći)

Norma ISO 11228-2:2007 namijenjena je pružanju informacija dizajnerima, poslodavcima, zaposlenicima i ostalima koji su uključeni u dizajn ili redizajn rada, zadataka, proizvoda i organizacije rada. [11]

3.2.1. Snook i Ciriello metoda

Metoda Snook i Ciriello koristi se za procjenu rizika kod guranja i povlačenja tereta, kako je navedeno u ISO11228-2.

Iza ove metode stoje psihofizičke studije temeljene na napreznaju koje su proveli Snook i Ciriello.

Ove studije polaze od cjelokupne analize pokreta u elementarnim radnjama kao što su:

- Radnje guranja i vučenja
- Radnje održavanja

Indeks guranja ili potiska i indeks vučenja sastoje se od čimbenika rizika i procjenjuju se usporedbom preporučene granice naprezanja s onom kojom se stvarno rukuje mjerenjem pomoću mjerača sile, koji može provjeriti primijenjenu silu i vršnu vrijednost. Što je veći omjer, veći je faktor rizika.

Rezultati ovih studija sažeti su u takozvanim "psihofizičkim tablicama" koje daju važne informacije o sposobnostima i ograničenjima radnika u pogledu ručnog rukovanja teretom (u općenitom smislu, uključujući radnje vuče, guranja i transporta).

Za svaku vrstu djelovanja postoje granične vrijednosti referentne težine (djelovanja pomaka) ili korištene sile (pri djelovanjima potiskivanja ili vučenja), odnosno u početnoj fazi (vršna sila) i pri održavanju djelovanja (sila održavanja).

3.2.2. Snook i Ciriello case study

1991. Liberty Mutual (američka osiguravajuća kuća) odredila je određene tablice za standardizirana opterećenja tereta kojima bi radnici smjeli rukovati. 2020. godine, saželi su podatke dugogodišnjeg psihofizičkog istraživanja o podizanju, spuštanju, guranju, povlačenju i nošenju, uključujući 7 studija korištenih od strane Snook-a i Cirielli-ja za razvoj Liberty Mutual tablica iz 1991. i 12 kasnijih studija.

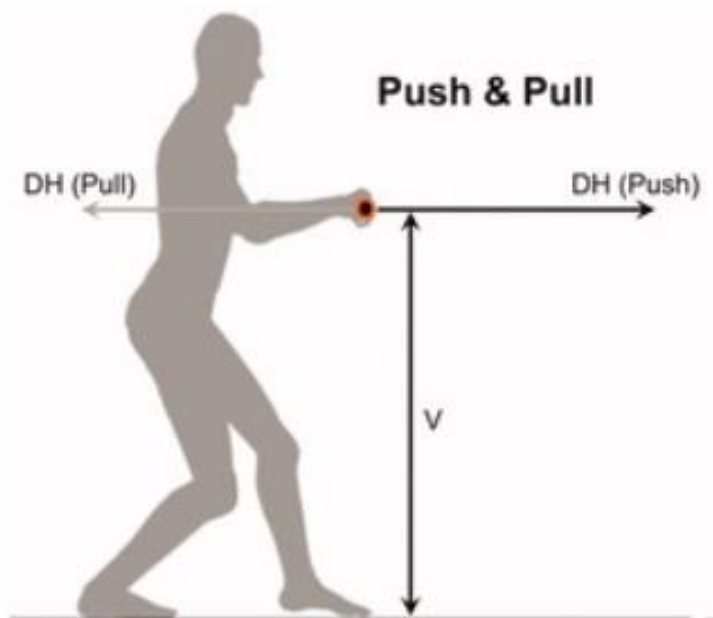
Prediktivne jednadžbe razvijene su na temelju 612 srednjih maksimalno prihvatljivih opterećenja (MAL), koja predstavljaju 388 jedinstvenih stanja od 123 ženskih i 149 muških sudionika, počevši od maksimalnog referentnog opterećenja koje se skalira na temelju frekvencije, visine, udaljenosti (vertikalno za podizanje i spuštanje, vodoravni za zadatke guranja, povlačenja i nošenja) i vodoravni doseg (za zadatke podizanja i spuštanja). Daju se reprezentativni koeficijenti varijacije kako bi se omogućio izračun MAL-ova za bilo koji postotak.

U ovom poglavlju, fokus navedene istraživačke studije su metode određivanja preporuka za guranje i povlačenje tereta.

3.2.2.1. Izvorne varijable

Izvorne varijable neovisne o zadatku guranja i povlačenja bile su:

- (1) visina ručki (V),
- (2) vodoravni pomak tereta za svaki napor (DH) i
- (3) vrijeme po dizanju – pretvoreno u učestalost u minuti (F) za analize i naknadne jednadžbe (Slika 10)



Slika 10. Guranje i povlačenje – varijable

3.2.2.2. Zadatak

Zadaci guranja (push zadaci): imali su 26 početnih i 30 trajnih (ženskih), te 32 početnih i 32 trajnih (muških) jedinstvenih kombinacija V, DH i F objavljenih za push zadatke (Tablica 4). To je bilo dovoljno za razvoj generalizirajućih formula faktora skale za V_{SF} , DH_{SF} i F_{SF} . Odvojene jednadžbe Push – Initial, Push – Continued, Pull – Inicijalno i Pull – Sustained razvijene su za žene i muškarce.

Zadatak	Spol	Stanja s MAL vrijednostima			Jedinstvene kombinacije	
		Stanja	Ukupno n	Srednja vrijednost n	kombinacija	Srednja vrijednost n
Guranje						
Initial	Female	39	499	12,9	26	19,9
	Male	47	788	16,8	32	24,6
Sustained		46	604	13,1	30	20,1
	Male	48	804	16,8	32	25,1
Povlačenje						
Initial	Female	11	153	13,9	6	25,5
	Male	14	226	16,1	9	25,1
Sustained	Female	12	168	14,0	7	24,0
	Male	14	226	16,1	9	25,1
Ukupno po spolu	Female	273	3,578	13,1	179	20,0
	Male	339	4,978	14,7	209	23,8
Ukupno po zadatku	Push	180	2,695	15,0	120	22,5
	Pull	51	773	15,2	31	24,9
	Trenutne studije	612	8,556	14,0	388	22,1
	Studije iz 1991.	472	6,58	13,9	338	19,5

Tablica 4. Kombinacije i srednje vrijednosti MAL-ova

V_{SF} formule faktora razmjera razvijene su s MAL-ovima koji odgovaraju tri 3 okomite visine:

- (1) 0,15 m ispod zgloba ($V = 0,58$ m za žene, $V = 0,63$ m za muškarce),
- (2) između zgloba i lakta ($V = 0,74$ m za ženke, $V = 0,80$ m za muškarce),
- (3) visinu ramena ($V = 1,33$ m za žene, $V = 1,44$ m za muškarce (Tablica 5.))

točke tijela	Visina (m)	
	Žensko	Muško
Raspon ruku	1,96	2,14
ramena - ruke	1,65	1,79
Stas	1,63	1,76
Ramena – pod	1,33	1,44
zglob - ramena	1,03	1,11
Lakat – pod	1,02	1,10
zglob -lakat	0,88	0,94
Koljeno - lakat	0,74	0,80
zglob ruke – 15 cm od poda	0,58	0,63
koljeno - pod	0,45	0,49

Tablica 5. Visine određenih dijelova tijela

3.2.2.3. Proračun

DH_{SF} formule su razvijene s MAL-ovima koji odgovaraju nekoj kombinaciji od 6 udaljenosti po guranju ili povlačenju (2,1, 7,6, 15,2, 30,5, 45,7 i 61,0 m).

F_{SF} formule su razvijene s MAL-ovima koji odgovaraju različitim kombinacijama 17 frekvencija u rasponu od 1/dan ($\sim 0,0021/\text{min}$) do 10/min.

Najveća srednja brzina proučavana za guranje ili povlačenje ($DH \times F$) bila je (15,2 m) ($2,4/\text{min}$) = 36,5 m/min.

Objavljeno je 6 početnih i 7 stalnih (ženskih) te 9 početnih i 9 stalnih (muških) jedinstvenih kombinacija V , DH i F (Tablica 4) za zadatak povlačenja.

To nije omogućilo razvoj pouzdanih formula faktora razmjera za V (tj. V_{SF}), DH (tj. DH_{SF}), i F (tj. F_{SF}) koji su bili reprezentativni za cijeli niz mogućih inputa. Međutim, bilo je 22 događaja u kojima je prikupljena ista kombinacija V , DH i F za push i pull zadatke unutar iste

publikacije, što je omogućilo procjenu trendova između Push i Pull MAL vrijednosti. Za svaki od ova 22 uvjeta, Pull MAL je podijeljen s Push MAL da bi se izračunao omjer pull/push.

Za žene su ti omjeri općenito bili blizu 1,0, tako da nije bilo sustavnih razlika između Push i Pull MAL vrijednosti, tako da se jednadžbe Push-Initial-Female i Push-Sustained-Female također preporučuju za upotrebu za Pull-Initial-Female odnosno Pull-Sustained-Female zadaci.

Za muškarce je vertikalna visina bila jedina neovisna varijabla koja je utjecala na omjere povlačenja/guranja, stoga odvojite V_{SF} određene su formule za jednadžbe Pull-Initial-Male i Pull-Sustained-Male.

Za početne zadatke razvijena je regresijska jednadžba za izlaz omjera povlačenja/potiskivanja na temelju unosa V , a to je kombinirano s Push-Initial-Male V_{SF} formulom faktora razmjera i referentnim opterećenjem (70,3 kg) za uspostavljanje nove Pull-Initial-Male V_{SF} formule i referentnog opterećenja (69,8 kg). Slično tome, za muške kontinuirane zadatke razvijena je regresijska jednadžba za izlazne omjere povlačenja/guranja s unosom V , a to je kombinirano s Push-Sustained-Male V_{SF} formulom i referentnim opterećenjem (65,3 kg) kako bi se uspostavila nova formula V_{SF} za muške s održanim povlačenjem i referentnim opterećenjem (61,0 kg). [12]

3.2.2.4. Zaključak case study-ja

Nakon usporedbe s revidiranim tablicama Liberty Mutual (Snook i Ciriello iz 1991. godine), jednadžbe za žene procijenile su MAL-ove koji su bili u prosjeku 1,4 kg veći ($n = 894$), a jednadžbe za muškarce procijenile su MAL-ove koji su bili u prosjeku 1,2 kg manji ($n = 894$), ali ukupna srednja razlika bila je samo **0,1 kg** (Tablica 4) ($n = 1,788$). Postojale su specifične jednadžbe koje su proizvele rezultate koji su u prosjeku bili do 7,3 kg niži (Push – Initial – Male) i 3,6 kg viši (Lower – Male) u usporedbi s ponderiranim prosjekom empirijskih MAL-ova. Moguće je da jednadžbe, koje uključuju dodatne podatke iz studija provedenih do 20 godina nakon posljednje studije korištene u Snooku i Ciriellu (1991. godine), su odgovorne za promjene u toleranciji stanovništva na radno opterećenje ručnog rukovanja materijalima. Sve skupa upućuje na to da, iako razlike postoje, metoda Snook i Ciriello vrlo vjerno prati trend svih ovih godina i pouzdan je pokazatelj preporučenih težina za radnje guranja i povlačenja tereta.

3.2.3. Pojednostavljeni primjeri Snook i Ciriello metode

Maksimalne početne sile (*FI*) i sile održavanja (*FM*), tj. mase jer su izražene u kilogramima (*kg*), preporučuju se za zaposlene zdrave odrasle osobe, prema: spolu, udaljenosti pomaka, frekvenciji djelovanja, visini ruku od tla.

U sljedećim poglavljima će kroz primjere prvo biti prikazano određivanje maksimalnih i početnih sila održavanja (Tablica 6. i Tablica 7.), a nakon toga sveukupni indeksi koji pokazuju omjer između sile (mase) koja je stvarno pomaknuta u određenoj radnoj situaciji, te sile (mase) koja je preporučena za tu masu (Tablica 8.)

3.2.3.1. Snook i Ciriello metoda za guranje tereta

Primjer:

Radnik zaposlen u dućanu puni police s voćem tako da natovari puna kolica raznog voća (banana, jabuka, naranči) u skladištu i to vozi u dućan na niskim kolicima kojima je ručka za guranje na visini od 95 centimetara. S obzirom na to da se voće jako brzo prodaje i mora konstantno biti svježije, svakih 5 minuta treba napuniti policu. Udaljenost između skladišta i police s voćem iznosi 15 metara.

Za zadane podatke isčitano iz tablice, maksimalna preporučena početna masa tereta iznosi 23 kilograma, a preporučena masa za održavanje kretnje guranja tog tereta iznosi 13 kilograma.

Snook i Ciriello – akcije guranja - MUŠKARCI																								
UDALJENOST		2 metra						7,5 metara						15 metara						60 metara				
Akcija svakih:		6s	12s	1m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h	
Visina ruku																								
145 cm	FI	20	22	25	26	26	31	14	16	21	22	22	26	16	18	19	20	21	25	12	14	14	18	
	FM	10	13	15	18	18	22	8	9	13	15	16	18	8	9	11	13	14	16	7	8	9	11	
95 cm	FI	21	24	26	28	28	34	16	18	23	25	25	30	18	21	22	23	24	28	14	16	16	20	
	FM	10	13	16	19	19	23	8	10	13	15	15	18	8	10	11	13	13	16	7	8	9	11	
65 cm	FI	19	22	24	25	26	31	13	14	20	21	21	26	15	17	19	20	20	24	12	14	14	17	
	FM	10	13	16	18	19	23	8	10	12	14	15	18	8	10	11	12	13	15	7	8	9	10	

Snook i Ciriello – akcije guranja - ŽENE																							
UDALJENOST		2 metra						7,5 metara						15 metara						60 metara			
Akcija svakih:		6s	12s	1m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Visina ruku																							
145 cm	FI	14	15	17	20	21	22	15	16	16	18	19	20	12	14	14	15	16	17	12	13	14	15
	FM	6	8	10	11	12	14	6	7	7	8	9	11	5	6	6	7	7	9	4	4	4	6
95 cm	FI	14	15	17	20	21	22	14	15	16	19	19	21	11	13	14	16	16	17	12	13	14	16
	FM	6	7	9	10	11	13	6	7	8	9	9	11	5	6	6	7	8	10	4	4	5	6
65 cm	FI	11	12	14	16	17	16	11	12	14	16	16	17	9	11	12	13	14	15	10	11	12	13
	FM	5	6	8	9	9	12	6	7	7	8	9	11	5	6	6	7	7	9	4	4	4	6

Tablica 6. Snook i Ciriello tablice sila guranja FI i FM

3.2.3.2. Snook i Ciriello metoda za povlačenje tereta

Primjer: Radnica u skladištu maramica zaprima narudžbe kupaca i vrši komisioniranje robe. Ima kolica koja vuče za sobom s posudom u koju stavlja naručene pakete. Kako ne bi svako malo trebala ići po malu količinu paketa, skuplja više narudžba i svakih 30 minuta obide skladište i pokupi naručene pakete. S obzirom na to da su paketi s maramicama jako lagani (zanemariva masa) i može ih puno stati na kolica, kolica su dosta visoka – imaju ručku na visini od 135 centimetara. Skladište je dosta veliko i neki prosječni put koji radnica prođe svakim komisioniranjem iznosi 60 metara.

Za zadane podatke isčitano iz tablice, maksimalna preporučena početna masa kolica iznosi 14 kilograma, a preporučena masa za održavanje kretnje povlačenja kolica iznosi 5 kilograma.

Snook i Ciriello – akcije povlačenja - MUŠKARCI																							
UDALJENOST		2 metra						7,5 metara						15 metara						60 metara			
Akcija svakih:		6s	12s	1m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Visina ruku																							
135 cm	FI	14	16	18	19	19	23	11	13	16	17	18	21	13	15	15	16	17	20	10	11	11	14
	FM	8	10	12	15	15	16	6	8	10	12	12	15	7	8	9	10	11	13	6	6	7	9
90 cm	FI	19	22	25	27	27	32	15	18	23	24	24	29	18	20	21	23	23	28	13	18	16	19

	FM	10	13	16	19	20	24	6	10	13	16	16	19	9	10	12	14	14	17	7	9	10	12		
60 cm	FI	22	25	28	30	30	36	18	20	26	27	28	33	20	23	24	26	26	31	15	18	18	22		
	FM	11	14	17	20	21	25	9	11	14	17	17	20	9	11	12	15	15	18	8	9	10	12		
Snook i Ciriello – akcije povlačenja - ŽENE																									
UDALJENOST		2 metra						7,5 metara						15 metara						60 metara					
Akcija svakih:		6s	12s	1m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h		
Visina ruku																									
135 cm	FI	13	16	17	20	21	22	13	14	16	18	19	20	10	12	13	15	16	17	12	13	14	15		
	FM	6	9	10	11	12	15	7	8	9	10	11	13	6	7	7	8	9	11	5	5	5	7		
90 cm	FI	14	16	18	21	22	23	14	15	15	19	20	21	10	12	14	16	17	18	12	13	14	16		
	FM	6	9	10	11	12	14	7	8	9	10	10	13	5	6	7	8	9	11	5	5	5	7		
60 cm	FI	15	17	19	22	23	24	15	16	17	20	21	22	11	13	15	17	18	19	13	14	15	17		
	FM	5	8	9	10	11	13	6	7	8	9	10	12	5	6	7	7	8	10	4	5	5	6		

Tablica 7. Snook i Ciriello tablice sila povlačenja FI i FM

3.2.3.3. Snook i Ciriello metoda za računanje indeksa

Primjer: U prethodno određenim silama za guranje i povlačenja određene su sljedeće veličine:

- Guranje tereta: $FI = 23$ kg, $FM = 13$ kg
- Povlačenje tereta: $FI = 14$ kg, $FM = 5$ kg

Ako zamislimo da u stvarnoj radnoj situaciji u prvom slučaju zaposlenik koji puni police s voćem gura 30 kg voća za iste uvjete koji su određeni (5 min, 15 m, 95 cm), indeks rizika iznosi $30/23 = 1,3043$. Prema Tablica 8., takva situacija može dovesti do rizika za relevantne postotke ispitanika; stoga je potrebna primarna intervencija.

Isti je postupak i za drugi primjer, ako zamislimo da zaposlenica ima kolica od 6 kg za iste početne uvjete (30 min, 60 m, 135 cm), indeks rizika iznosi $6/14 = 0,4286$. Prema Tablica 8., situacija je potpuno prihvatljiva i bezopasna, te nije potrebna nikakva posebna intervencija.

Sintetički indeks rizika je 0,75	Situacija je prihvatljiva i nije potrebna nikakva posebna intervencija.
Sintetički indeks rizika je od 0,76 do 1,25	Situacija je blizu granica, dio stanovništva (procjenjuje se između 11% i 20% svake skupine spola i dobi) ne može se zaštititi i potreban je oprez, iako hitna intervencija nije potrebna. Preporuča se omogućiti obuku i medicinski nadzor osoblja. Gdje je to moguće, poželjno je smanjiti rizik strukturnim i organizacijskim zahvatima kako bi se išlo u područje indeksa rizika 0,75
Sintetički indeks rizika je > 1,25	Situacija može dovesti do rizika za relevantne postotke ispitanika; stoga je potrebna primarna intervencija. Što je veći rizik, to je veći indeks. Na temelju toga treba programirati prioritet sanacije.
Sintetički indeks rizika je > 3	Za situacije s indeksom višim od 3 potrebna je hitna preventivna radnja; intervencija je još uvijek nužna i ne odgađa se na dulje vrijeme čak i kod indeksa u rasponu od 1,25 do 3.

Tablica 8. Indeksi rizika za Snook i Ciriello metodu [13]

3.2.4. Smjernice za lakše i sigurnije guranje i povlačenje tereta

- Potrebno je dobro poznavanje tereta i oprema odgovarajućeg kapaciteta.
- Lakšu opremu je lakše premjestiti.
- Odabrati opremu koja odgovara materijalu(ima) s kojim se rukuje, rasporedu i dizajnu radnog mjesta i radnim zadacima koji se obavljaju
- Razmisliti o korištenju opreme s pogonom — umjesto one bez napajanja — kada su sile guranja i povlačenja pretjerane (Snookove i Ciriellijeve tablice)
- Ako je dostupna, odabirati opremu s okomitim ručkama kako bi ruke radnika mogle biti u njihovoj zoni snage

- Odabrati opremu s kotačima koja minimizira sile pokretanja (inerciju) i smanjuje otpor kotrljanja.

Količina sile potrebna za pomicanje tereta s opremom na kotačima ovisi o nizu čimbenika uključujući:

- Težinu i oblik tereta
- Vrstu i stanje podne površine (npr. glatkoća, gustoća i drugi čimbenici)
- Pređenu rutu (npr. padine, prepreke i drugi čimbenici)
- Vrstu kotača (tj. materijali od kojih su napravljeni)
- Veličinu kotača (veći kotači promjera minimalno 6 inča lakše se pomiču preko rupa, neravnina i neravnina na podu)
- Održavanje kotača; važno je redovito čistiti, podmazivati i/ili mijenjati kotače

Oprema:

- Uzemljiti svu električnu opremu
- Provjeriti jesu li alarmi opreme i uređaji za upozorenje dovoljno glasni i rade li ispravno
- Pregledavati i održavati opremu prema preporukama proizvođača
- Slijediti sve preporuke proizvođača za pravilnu uporabu opreme

Radno okruženje:

- Očistiti prolaze i vrata za siguran prolaz i manevriranje opremom
- Postaviti barijere koje sprječavaju zaposlenike da se približe ili ispod nosećih ili pokretnih tereta.
- U uskim prostorima koristiti opremu sa sva 4 okretna kotača. Teret se lakše okreće i kontrolira.

Radne prakse:

- Obučiti zaposlenike o pravilnom korištenju opreme i primjerenj radnoj praksi
- Opremu za guranje i povlačenje kontrolirati cijelim tijelom umjesto samo rukama i ramenima
- Prilikom guranja ili povlačenja koristiti obje ruke kada je to moguće
- Za premještanje teškog tereta na velike udaljenosti smanjiti teret ili koristiti opremu s pogonom
- Pregledati palete prije utovara ili premještanja [6]



Slika 11. Ručni viličar s pogonom za stepenice



Slika 12. Paletni viličar za velike terete



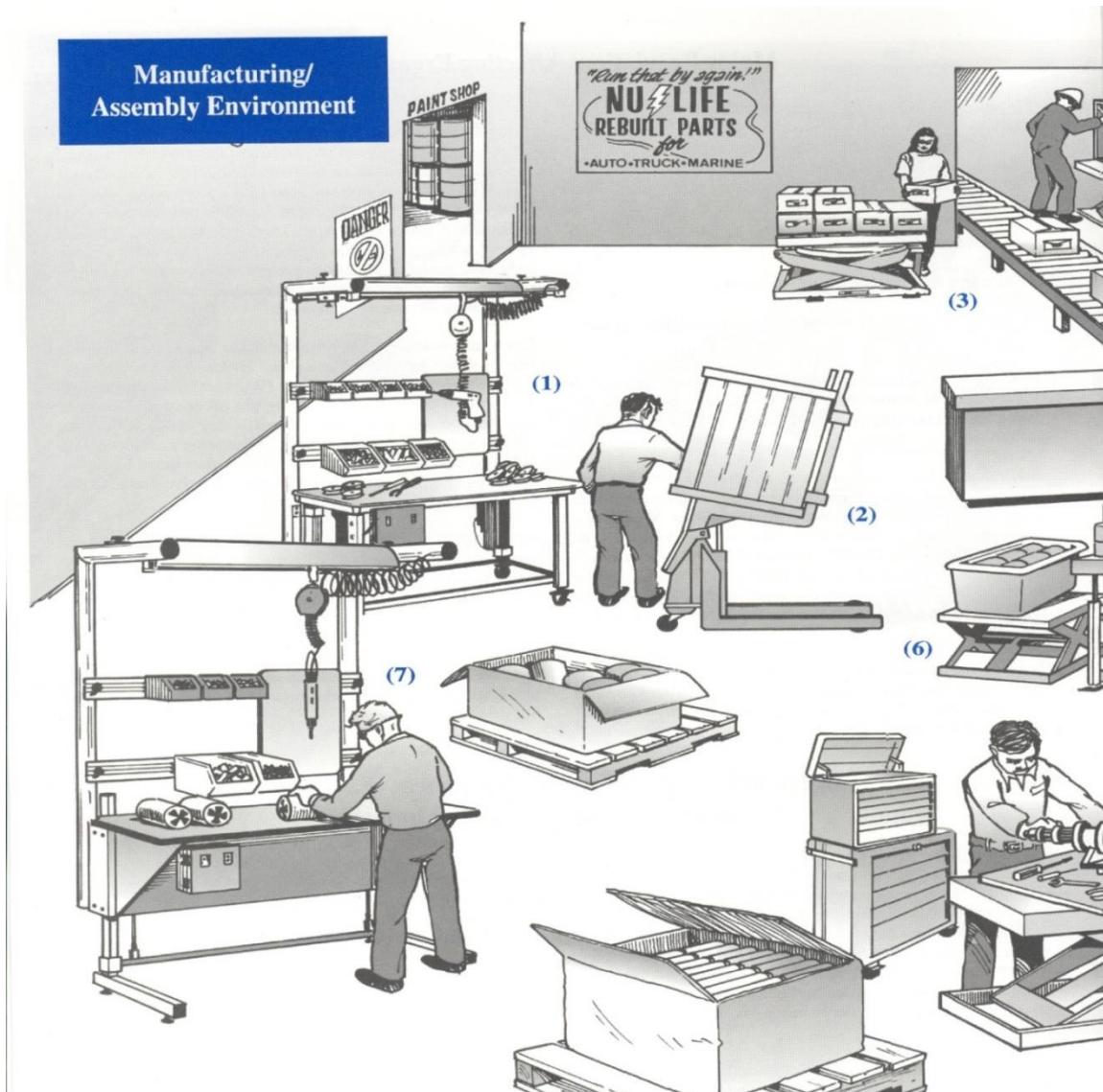
Slika 13. Kolica s kočnicom i mogućnošću podizanja tereta

4. OPREMA ZA LAKŠE RUČNO RUKOVANJE

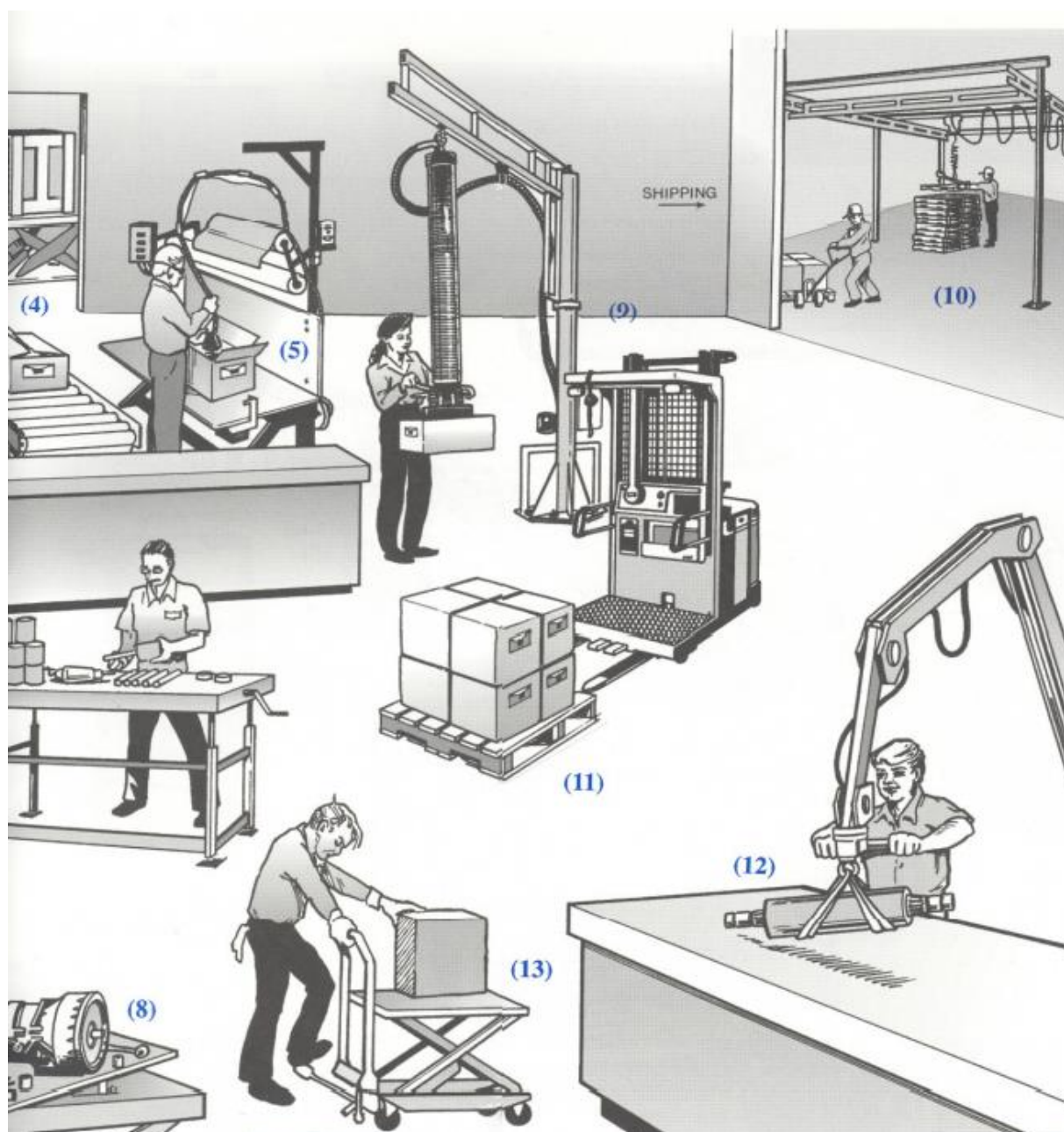
Kako bi cjelokupno ručno manipuliranje teretom bilo puno jednostavnije, sigurnije, efikasnije i brže, u optičaju je veliki broj raznorazne opreme koja to omogućuje. Najčešće se takva oprema nalazi u nekoj montažnoj industriji, tj. montažnom okruženju. Oprema je tako dizajnirana da u svakom pogledu prilagodi i omogući radniku lakše rukovanje i snalaženje na radnom mjestu, a samim time i veću učinkovitost.

4.1. Prikaz montažnog okruženja

Prikaz jednog takvog biti će prikazan na sljedećim slikama:



Slika 14. Prvi dio opreme u montažnom okruženju [4]



Slika 15. Drugi dio opreme u montažnom postrojenju [4]

- (1) Prilagodljiva radna stanica – sastoji se od radnog stola koji je dizajniran tako da bude na idealnoj visini za obavljanje sitnih montažnih poslova (npr. sklapanje vijka i matice. U razini očiju, na što vidljivijem mjestu su posude sa sitnim dijelovima. Na radnu stanicu je priključena i bušilica što prikazuje da ima izlaz struje, tako da je moguće priključiti i druge uređaje kao što su svjetiljka, brusilica itd. Zbog takvog rasporeda i prilagodbe radniku uvelike poboljšava njegovu učinkovitost.

Prema E.A.S.E –u postoji 7 razmatranja za dobro dizajniranu radnu stanicu:

- Sve što je radniku potrebno za zadatak mora biti dostupno bez istezanja ili posezanja za tim i treba biti lako za rukovanje.
- Predmeti kojima se rukuje ne bi smjeli zahtijevati rad na visini koja je u prosjeku više od 15 centimetara iznad radne površine.
- Za predmete teže od 5 kilograma treba koristiti mehaničku pomoć - ništa ne treba podizati s poda.
- Idealna radna površina trebala bi biti polukružna oko radnika
- Radna površina trebala bi biti u visini lakta ili malo ispod njega, tako da je podlaktica vodoravna ili blago nagnuta prema dolje
- Optimalna visina radne površine trebala bi biti: Za pisanje ili sklapanje lakših proizvoda - 70 do 80 centimetara ; Za teži ručni rad - raspon od 65 do 75 centimetara
- Radno područje mora biti dobro osvijetljeno sa sustavom za uklanjanje odsjaja [5]

(2) Zakretni kontejner – zakretni spremnik za odlaganje stvari olakšava skladištenje tereta koji možda nije pravilnog oblika i sprečava ispadanje van. Podignut je sa zemlje do ravnine radnikovih ruku tako da se radnik ne treba saginjati, posezati ili podizati kako bi dosegnuo dno kontejnera. Također je sa slike vidljivo da je na nekoj vrsti pokretnog viličara (tri kotača, jedan zakretni) koji omogućuje lakši transport kontejnera s jednog mjesta na drugi. Osim kontejnera, na isti se način mogu zakretati kutije ili košare različitih veličina.

(3) Pozicioner palete – uređaj koji omogućava spuštanje i dizanje paleta na idealnu visinu kako se radnik pri istovaru ili utovaru palete ne bi trebao saginjati da odloži teret na veću ili manju visinu. U ovom slučaju vrši se utovar/istovar pokretne trake i kada pozicioner ne bi postojao nego bi paleta bila na podu, zaposlenica bi se morala saginjati do razine palete koja bi bila puno niža od razine pokretne trake – to bi dovelo do MSD-a, velika je vjerojatnost da bi s vremenom došlo do boli u leđima.

(4) Škarasta industrijska dizalica – uređaj koji se koristi u raznim ergonomskim primjenama gdje je potrebno dizanje ili spuštanje tereta velike mase. Zbog mogućnosti pomicanja, na dizalicu se mogu dodati razni uređaji s mogućnošću nagnjanja (kao što je zakretni kontejner). Postoje razne varijante izvedbi škarastog sustava za podizanje;

hidrauličke pumpe, električne pumpe, pneumatski sistemi ili potpuno mehanički sustavi. Kako bi imali više slobode pokreta u vertikalnom smjeru, dizalice mogu biti postavljene u jamu. Tako se može dobiti veća visina slaganja tereta na palete.

- (5) Prilagodljiva radna stanica – sastoji se od skenera i rola papira koji služe za zamatanje, skeniranje i otpremanje robe na pokretnu traku.
- (6) Prilagodljivi radni stol – radi na principu podizanja ili spuštanja radne plohe kako bi bila na idealnoj visini za obavljanje posla za koji je radnik zadužen
- (7) Prilagodljiva radna stanica – isto kao broj (1)
- (8) Škarasto podesivi radni stol – prilagođava visinu radne plohe da bude idealna za radnika, za razliku od prilagodljivog radnog stola (5), čvršći je jer škarasti princip podizanja i spuštanja omogućava da stol može podnijeti puno veće terete. U slučaju na slici, teret je podignut u ravninu struka radnika i vidljivo je da se taj radnik ne treba saginjati kako bi odradio svoj posao. Ovakvi stolovi mogu biti u raznim varijacijama za olakšavanje vodoravnog kretanja tereta, npr. pokretne trake.
- (9) Dizalica za radnu stanicu s vakuum uređajem za podizanje tereta – omogućava podizanje tereta velikih masa uz minimalan napor. Vakuum uređaj prihvaća teret koji se zatim podiže (najčešće) hidrauličkom pumpom na određenu visinu s koje je dalje lako manipulirati tim teretom. Podizači s vakuumskom cijevi imaju širok raspon kapaciteta od samo 2 kg do 500 kg. Ove jedinice pokreću regenerativni „usisavači“ od 3,5 KS do 7,5 KS. Većina proizvođača vakuum uređaja nude standardne vakuumske glave, ali postoje i vakuumske glave za posebne primjene, npr. uski prostori s malo prostora za manevar, odredišta tereta koja su viša od glave radnika koji upravlja dizalicom, utovari velikih kartona, utovari velikih bačvi, velika drva, veliki limovi...
- (10) Kran i balancer za palete – kao što sam naziv govori, sa svojim kliještima dolazi u bilo koji položaj u području kрана, podiže palete i pozicionira ih na mjesto predodređeno za njih. Vertikalni pomak, tj. dizanje se radi strojno, a horizontalni pomak se uglavnom radi pomoću guranja, tako da radnik ipak ima doticaja s teretom. Taj doticaj je uglavnom jako mali jer u prosjeku, za svakih 50 kilograma tereta, potrebna je sila kao da se gura samo 1

kilogram tereta. Takvi kranovi su uglavnom nosivosti do 2000 kg. Postoji više konfiguracija kranova (jedan most ili više), čelični ili aluminijski kranovi, podna potpora ili stropna viseća ili kobinirano... Postoje različiti uređaji koji određuju način vertikalnog dizanja; dizalice, balanseri, vakuumski dizači, manipulatori koji sadrže uređaje za držanje i usmjeravanje tereta kao što su kuke, priveznice, hvataljke, šipke za širenje, vakuumski uređaji ili magneti, sve zavisno od vrste tereta kojom se manipulira. U slučaju kao na slici, podižu se i miču palete, što znači da se na uređaju nalaze neka vrsta kliješta prilagođenih za prihvata i prijenos paleta.

- (11) Viličari slagači – Ručni viličari, obično zvani slagači, mogu biti iznimno svestrana grupa ergonomskih pomoćnih proizvoda. Dizajnirani su za učinkovit prijenos tereta s jedne radne stanice na drugu, kao i za podizanje tereta na ergonomski udobne radne visine. Dostupni su s platformama, podesivim vilicama ili fiksnim vilicama. Kapaciteti slagača se kreću od 100 kg do 1500 kg, i centri opterećenja do 60 cm, za rukovanje veličinama tereta do 120 centimetara kvadratnih. Slagači s viljuškastim modelom nude okomitu razinu od razine poda (12,5 cm za modele s platformom) do 10, 12,5, 15, 17,5, 20 i 25 centimetara u visini podizanja unutar vrlo male površine. Međutim, za većinu ergonomskih potreba, dovoljni su samo modeli s manjom visinom podizanja. Hidraulika je najčešće korištena metoda za podizanje, iako se žičana užad i vitlo koriste s nekim ručnim vrstama utega. Najčešće se koristi baterijska snaga za podizanje, ali dostupni su ručni, AC električni i pneumatski modeli. Upravljačka poluga obično se nalazi na razini vrha prstiju na upravljačkoj ploči, ali dostupni su i ručni privjesci i nožne komande. Slagači učinkovito pomiču, podižu i postavljaju žičane košare, kutije, sanduke, klizne i palete na odgovarajuće ergonomske radne razine za maksimalnu učinkovitost, produktivnost i sigurnost radnika. Također su dostupni s brojnim dodacima za transport i postavljanje posebnih radnih tereta kao što su bačve, zavojnice, role itd.

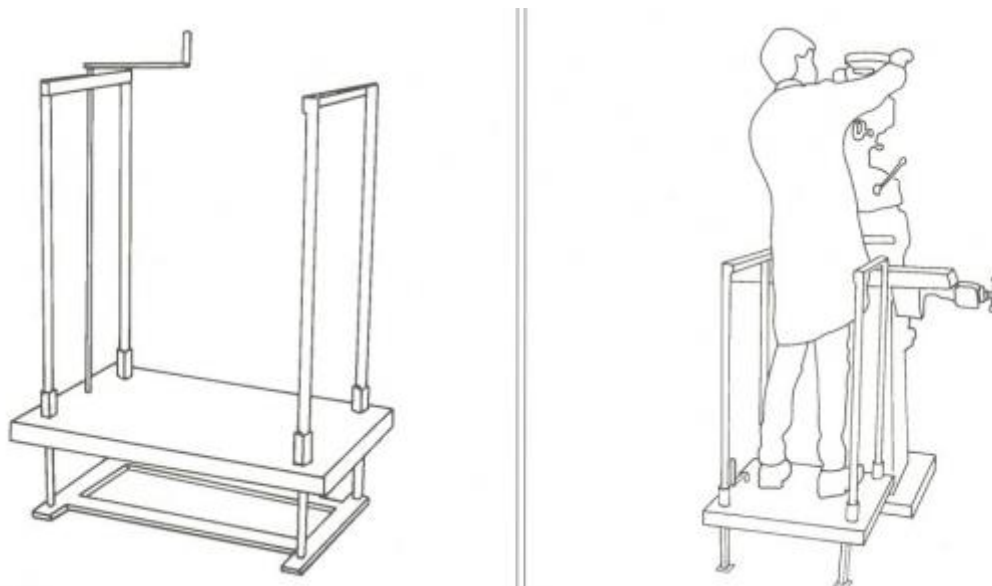
- (12) Industrijski manipulator – ima mehaničku ruku koja može pomicati teret vodoravno i okomito. Za razliku od dizalice, pružaju više slobode u kretanju tereta. Sastoji se od kombinacije mehaničke ruke, cilindara/motora i uređaja za rukovanje teretom specifične namjene i oblika. Uređaji su najčešće namjenjeni jednom proizvodu kojim bi bez manipulatora bilo preteško ili nepraktično (nezgrapno) manipulirati. Imaju neku vrstu kontrolera što znači da su vrlo jednostavni za korištenje. Mogu biti postavljeni na pod,

stup, strop ili iznad glave na sustav tračnica za pomicanje. Uređajem se kontrolira pomoću neke vrste kontrolera, a s obzirom na to da se uglavnom koriste za doseganje nekog tereta i približavanje tog tereta k radnom stolu, uglavnom su dosta spori. S obzirom da pruža situaciju u kojem je teret u bestežinskom stanju, iznimno su korisni jer radnik gotovo da i nema doticaj s teretom – nema nikakvog naprezanja radnika. Visina spuštanja i podizanja su uglavnom ograničena na doseg radnika.

- (13) Mobilna škarasta kolica – kolica koja služe za prijevoz raznoraznih tereta. S obzirom na škarasti princip podizanja i spuštanja ploče na koju se teret stavlja, kolica su čvrsta i izdržljiva, te mogu prevoziti i veće terete. Na ovoj slici vidimo da se ploča podiže nekim oblikom poluge koja se stišće nogom. Kolica nisu motorizirana, što uvelike sprječava prijevoz nekih tereta velikih masa.

4.2. Ostala dodatna oprema

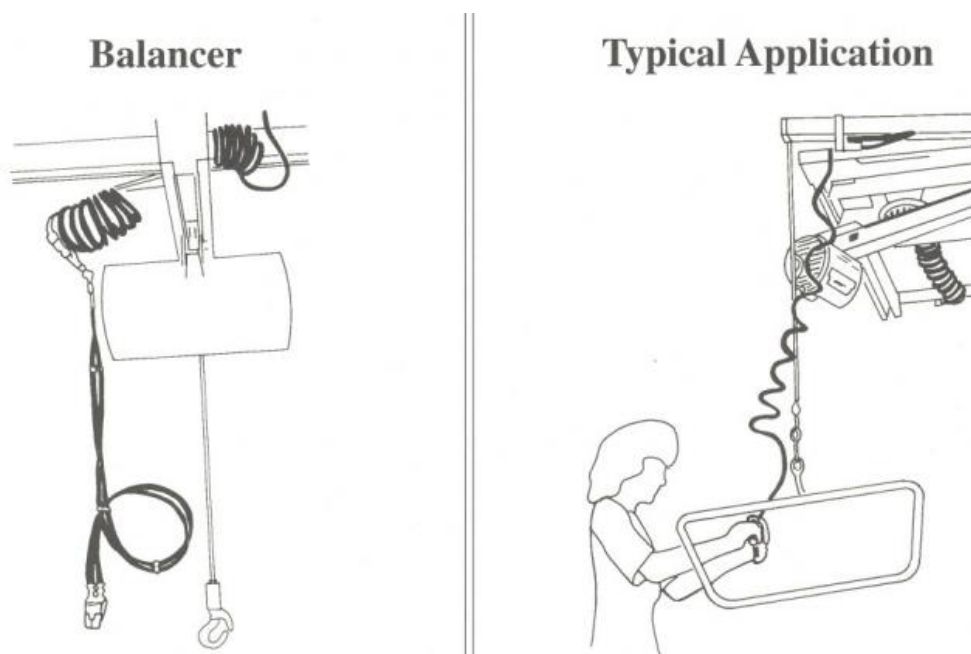
Valja napomenuti da na prijašnjim slikama nije sadržana ni približno sva oprema koja je osmišljena za lakše manipuliranje i rukovanje teretom, a u nastavku će biti prikazani još neki od najčešćih pomagala.



Slika 16. AWEP

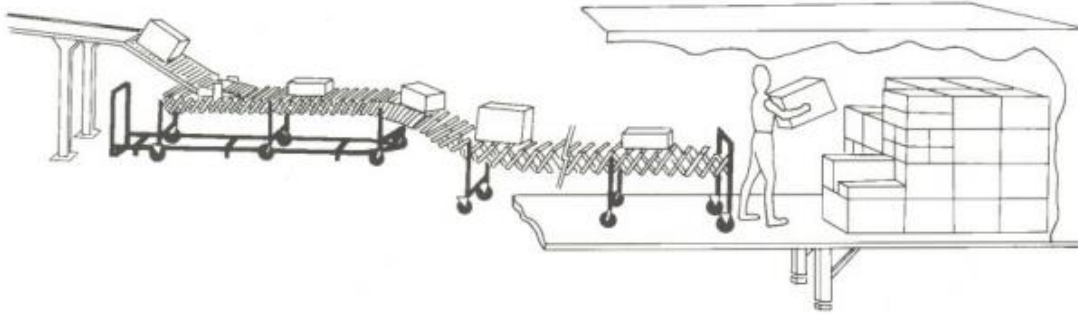
Prilagodljive platforme za podizanje radnika (AWEP – Adjustable Worker Elevation Platform) koriste se za pružanje značajnih ergonomske prednosti postavljanjem radnika na određenu visinu. Postoje mnoge radne stanice u industrijskim pogonima koje su postavljene na neku određenu visinu do koje je teško radniku dosegnut, što zahtjeva da radnik bude

postavljen na povišenu površinu. Često su ove platforme improvizirane i mogu predstavljati sigurnosnu opasnost (često se desi da radnici padnu s nekih improviziranih skela ili nečeg sličnog). Također je uobičajeno da odjel za održavanje pogona izrađuje nepodesive platforme konfigurirane za "prosječnog zaposlenika". Ove platforme fiksne visine jednostavno ne funkcioniraju jednako radnicima koji su visoki 170 cm i onima koji su visoki 200 cm. AWEP-ovi koji imaju mogućnost prilagodbe visine, svakom operateru daju mogućnost kontrole vlastitog položaja u odnosu na zadatak koji obavlja, a samim time, operater ima biomehaničku prednost u odnosu na zadatak. AWEP-ovi su obično mehanički pokretani uređaji koji se ručno podešavaju. Ako je potrebno, AWEP-ovi se mogu i montirati u jame.



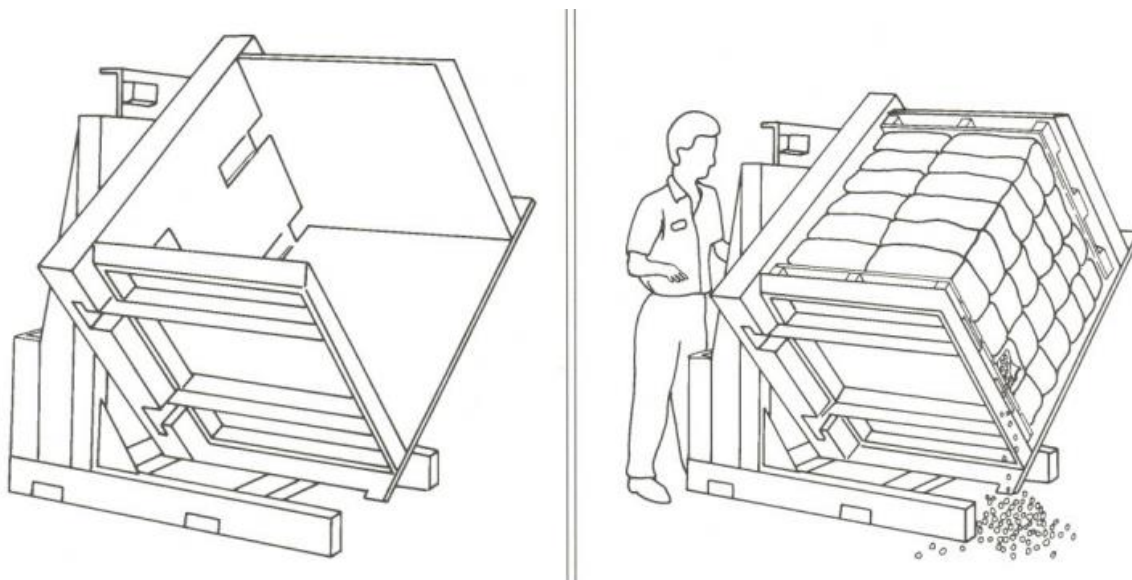
Slika 17. Balanser

Ovi nadzemni uređaji pružaju i izvode funkcije slične nadzemnim dizalicama u smislu da mogu podizati i spuštati teret. Ima sličnu funkciju kao dizalica, ali omogućuje više slobode kretnje tereta. Balanser, isto kao i manipulator uravnotežuje teret u gotovo bestežinskom stanju tijekom operacije podizanja. Ova značajka omogućuje radniku jednostavnu manipulaciju teretom. Balanseri se često koriste za nespretne i/ili brze pokrete tereta. Dostupne su razne mogućnosti upravljanja. Vrlo širok raspon uređaja za rukovanje teretom može proširiti svestranost ovog proizvoda. Obično rade na malim kracima, laki monorail sustavi ili cjevasti jednotračni sustavi, ili kao dio radne stanice. Uobičajeno su dostupni balanseri na elektronički pogon. Teže otprilike 50 kg i imaju približni kapacitet dizanja od 250 kg.



Slika 18. Pokretne trake

Jedan od najraširenijih i najpoznatijih uređaja za prijenos tereta s jedne lokacije na drugu, pogotovo u velikim industrijama definitivno su pokretne ili transportne trake. U proizvodnim operacijama koriste se prvenstveno kao dio procesa montaže, dok se pokretne trake u skladištu i distribuciji često koriste za obradu narudžbi. Pokretna traka pruža ergonomsku prednost radniku osiguravajući mehanizirano sredstvo za premještanje rada radniku. Proširivi transporteri idealni su za pomoć radnicima pri zadacima kao što su utovar ili istovar kamiona i prikolica. Za situacije komisioniranja narudžbi, pokretne trake radnicima daju otvorene kutije na odgovarajućoj visini i u punom pogledu. To može značiti manje pogrešaka, manje saginjanja i manje posezanja. Radnici koji sudjeluju u radu s transporterima često su uključeni u pokrete saginjanja, uvijanja i dosezanja dok stavljaju ili skidaju materijale s transportera.



Slika 19. Rotator paleta

U cijeloj industriji otpremanje i skladištenje robe na paletama je glavna metodologija za prijenos zaliha. Ova vrsta rukovanja jediničnim teretom može stvoriti brojne izazove pri

rukovanju materijalima. Većina ovih poteškoća povezana je s ponovnim slaganjem paletnog tereta, a mnoge se umjesto toga mogu riješiti mehaničkim preokretanjem cijelog tereta. Slomljene palete mogu se jednostavno ukloniti i zamijeniti. Zgnječeni, oštećeni ili slomljeni spremnici ili vreće mogu se izvući s dna naslaganih tereta jednostavnim okretanjem cijele hrpe. Odlazni tereti mogu se lako prenijeti s drvenih paleta na klizace ili navlake koje se koriste za otpremu. Dolazni tereti mogu se jednako brzo prenijeti na stalne palete koje se koriste u regalnim sustavima ili na posebne palete za rukovanje hranom i slične primjene. U radu se, uglavnom, za postavljanje paletiziranih tereta u rotator koristi se paletni viličar ili viličar. Paleta na koju se teret prebacuje postavlja se na vrh hrpe. Rotator zahvaća teret i okreće ga za 180 stupnjeva, prebacujući teret s jedne palete na drugu. [4]

ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme postoje mnogi protokoli, smjernice, pa čak i međunarodna norma ISO 11228 koji uvelike smanjuju ozljede na radu i mišićno-koštane poremećaje. Ergonomija u logistici ima jako važnu ulogu, prvenstveno iz zdravstvenih razloga, a potom i iz ekonomskih razloga. Doprinijela je razvoju kojekakve opreme za lakše, brže i efikasnije ručno rukovanje teretima. Ali, kad se sve zbroji i oduzme, veliki broj radnika u bilo kojem području poslovne djelatnosti se i dalje žali na bolove u raznim dijelovima tijela. S druge strane, velikom broju radnika probleme stvara stres na poslu. Ničiji posao nije savršen, a pogotovo ručno rukovanje nekim teškim teretima i materijalima. Mnoga oprema za pomoć u takvim poslovima nije dostupna svima zbog troškova ili prostora ili nekog trećeg razloga. Upravo je zbog toga uveden ISO 11228 standard koji zorno prikazuje i objašnjava kojom težinom tereta ljudi smiju rukovati. U prvom dijelu (ISO 11228 Part 1) jasno su objašnjene preporuke za dizanje, spuštanje i nošenje tereta, a sve to potkrepljuje i NIOSH jednadžba za izračun indeksa rizika od ozljede. Drugi dio (ISO 11228 Part 2) temelji se na metodama za guranje i povlačenje tereta koje su psihofizičkim studijama odredili Snook i Ciriello. ISO standardi postoje da bi se poštovali i svaka profesionalna tvrtka koja želi napredovati, koja želi zadovoljnije radnike, a i ekonomski napredak, treba poštovati norme, olakšati posao radnicima i stvoriti lakše, sigurnije i ugodnije radno okruženje.

LITERATURA

- [1] <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=18250> (17.9.2022.)
- [2] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Ergonomija> (17.9.2022.)
- [3] <https://www.cmse.ie/top-3-ways-to-end-up-with-a-musculoskeletal-disorders-msd/>
(17.9.2022.)
- [4] E.A.S.E., Application Guidelines for Ergonomic Assist and Safety equipment, 1996.
- [5] <https://healthy-workplaces.eu/en/media-centre/news/msds-prevalence-key-facts-and-figures> (17.9.2022.)
- [6] Z. Cheung, M. Feletto, J. Galante, T. Waters, MHIA – Ergonomic guidelines for manual material handling, 2007.
- [7] <https://www.sis.se/api/document/preview/80031493/> (17.9.2022.)
- [8] <https://www.iso.org/standard/76820.html> (17.9.2022.)
- [9] <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0018720813513608#table-fn4-0018720813513608> (18.9.2022.)
- [10] https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/niosh/calculating_rwl.html
(17.9.2022.)
- [11] <https://www.iso.org/standard/26521.html> (17.9.2022.)
- [12] <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00140139.2021.1891297> (18.9.2022.)
- [13] <https://www.samatools.it/en/Manual-load-handling> (17.9.2022.)