

# Ručna manipulacija predmetima

## Primer 1. obaveznog zadatka

### Primer 1

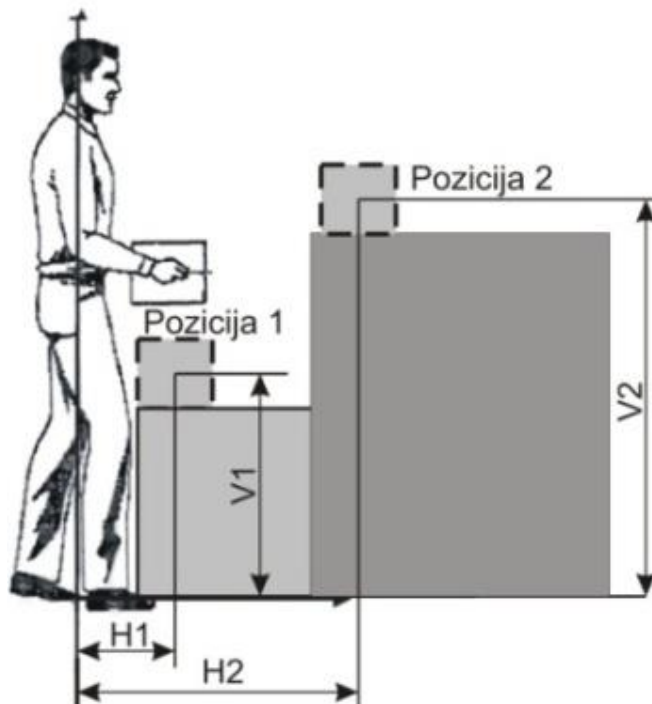
Radno mesto u montaži služi za odlaganje gotovih proizvoda (slika 1). Radnik odlaže gotove proizvode sa pozicije 1 na poziciju 2.

Za prikazana radna mesta potrebno je:

- izvršiti procenu rizika sa stanovišta bezbednosti i zdravlja radnika, određivanjem preporučene granične mase i indeksa podizanja koristeći **NOISH** pristup;
- odrediti da li postoje ograničenja sa stanovišta starosne granice i pola koristeći **JAGER** pristup;
- na osnovu prethodnih analiza predložiti koje osobe, sa stanovišta pola i starosne granice mogu raditi na prikazanim radnim mestima bez rizika po zdravlje i bezbednost;

### Podaci:

Masa proizvoda:  $m=4,5$  [kg]; Položaji proizvoda u horizontalnom pravcu:  $H_1= 300$  [mm];  $H_2=530$  [mm]; Položaji proizvoda u vertikalnom pravcu:  $V_1= 600$  [mm],  $V_2= 1300$ [mm]; Ugao asimetrije  $A= 90^\circ$ ; Učestalost odlaganja proizvoda:  $1$  [min]; Hvatanje proizvoda: dijagonalno;



Slika 1

## Rešenje:

- a) Potrebno je odrediti vrednost indeksa podizanja (**LI – slajd 2 - Upustva za izradu prvog zadatka**) da bi se utvrdilo da li postoji opasnost po zdravlje radnika pri podizanju tereta mase  $m = 4,5 \text{ kg}$ , koristeći **NOISH** pristup.

**NOISH** pristup je zasnovan na određivanju preporučene granične mase predmeta (RWL). RWL je definisan za određeni skup uslova (zadataka), kao opterećenje sa kojim mogu rukovati rukovaoci tokom određenog vremenskog perioda (npr. 8 časova), a da pri tome ne dođe do povećanog rizika po njihovo zdravlje i bezbednost.

Preporučena granična masa predmeta (RWL) se izračunava na osnovi šest parametara koji opisuju uslove radnog mesta i takozvanog konstantnog opterećenja (LC) kao:

$$RWL = LC \cdot \underbrace{CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM}_{\text{Parametri uslova rada}} \quad (1)$$

### **Konstanta opterećenja (LC)**

LC konstanta opterećenja i prema NOISH pristupu se određuje kao:

$$LC = k \cdot CF \quad (2)$$

gde je  $k$  – konstanta koja iznosi **6,76** [kg/kN], a  $CF$  je granično opterećenje koje izaziva sabijanje kičme i prema **NOISH** pristupu iznosi **3,4** [kN] za osobe do 50 godina bez obzira na pol.

Prema tome, konstanta opterećenja bez obzira na radno mesto i uslove iznosi:

$$LC = k \cdot CF = 6,76 [kg / kN] \cdot 3,4 [kN] \cong 23 [kg]$$

Ovo ujedno prema pomenutom pristupu predstavlja maksimalno opterećenje, koje kičmeni stub može da izdrži, bez rizika po zdravlje i bezbednost rukovaoca.


### **Određivanje koeficijenta hvatanja (CM)**

Koeficijent hvatanja u stavri predstavlja vezu između šake rukovaoca i objekta podizanja.


Za prikazani primer koeficijent hvatanja je određen na bazi teskta zadatka, gde se kaže da je hvatanje dijagonalno. Prema tome, sa slike - **slajd 5 (Upustva za izradu prvog zadatka)** za **dijagonalno hvatanje** se dobija da je u pitnju **efektivni način hvatanja** iz čega proizilazi da je **dobra veza** između šake rukovaoca i objekta podizanja.

**dobra**

Efektivno hvatanje



Dijagonalno hvatanje



Transverzarno hvatanje

Transverzarno hvatanje

Tabela 1 Vrednosti koeficijenta CM

Veza	V < 75 cm	V > 75 cm
dobra	1	1
normalna	0.95	1
loša	0.9	0.9

Za dobru vezu hvatanja i visinu podizanja  $V > 75$  [cm] iz tabele 1 se dobija da je **CM = 1**.  
Prema tekstu zadatka visina podizanja  $V_1 = 600$  [mm],  $V_2 = 1300$  [mm]. **Za određivanje koeficijenta podizanja iz tabele 1 za dati zadatak je bitna visina  $V_2$ , jer je to nepovoljniji slučaj, pa se iz tog razloga posmatra kolona koja pripada  $V > 75$  [cm].**

### Određivanje koeficijenta horizontalnog položaja (HM)

Koeficijent horizontalnog položaja se određuje u zavisnosti od središnje tačke umutrašnjeg rastojanja između skočnih zglobova i centra predmeta podizanja (**pogledati sliku na slajdu 6 – Upustva za izradu prvog zadatka**).

Koeficijent horizontalnog položaja je definisan za tri slučaja (**pogledat tabelu na slajdu 6 – Upustva za izradu prvog zadatka**):

#### 1 slučaj

Ako je horizontalno rastojanje između skočnih zglobova i centra predmeta podizanja  $H \leq 25$  [cm], koeficijent horizontalnog rastojanja  $HM = 1$ .

#### 2. slučaj

Kada je horizontalno rastojanje između skočnih zglobova i centra predmeta podizanja u opsegu  $25 < H \leq 63$  [cm], koeficijent horizontalnog položaja se izračunava preko:

$$HM = \frac{25}{H} \quad (3)$$

Prema tome za konkretan primer  $H = H_2 = 530$  [mm] = 53 [cm] (uzima se  $H_2$  kao nepovoljniji slučaj, jer se na tom rastojanju premešta predmet podizanja) pa je koeficijent horizontalnog položaja prema relaciji (3) određen kao:

$$HM = \frac{25}{53} = 0,47$$

#### 3. slučaj

Ako je horizontalno rastojanje između skočnih zglobova i centra predmeta podizanja  $H > 63$  [cm], koeficijent horizontalnog položaja **HM = 0**, odnosno, ceo izraz prikazan u relaciji (1) je jednak 0, što znači da se preporučena masa predmeta **ne može** ručno premeštati na rastojanju većem od 63 [cm]

### Određivanje koeficijenta vertikalnog položaja (VM)

Koeficijent vertikalnog položaja se definiše na osnovu rastojanja središnjih tačaka šaka iznad referentne ravni mereno od početnog položaja i centa gravitacije predmeta podizanja (**pogledati sliku na slajdu 7 – Upustva za izradu prvog zadatka**). Koeficijent vertikalnog položaja se može odrediti za dva slučaja:

#### 1 slučaj

Kada je vertikalni položaj između središnjih tačaka šaka i centa gravitacije predmeta podizanja  $V \leq 175$  [cm], onda se koeficijent vertikalnog položaja izračunava kao:

$$VM = 1 - [0,003 \cdot (|v - 75|)] \quad (4)$$

Za prikazani primer  $V = V_2 = 1300$  [mm] = 130 [cm] (kao nepovoljniji slučaj, jer se na tom rastojanju odlaže predmet podizanja), odnosno prema relaciji (4):

$$VM = 1 - [0,003 \cdot (|130 - 75|)] = 0,83$$

## 2. slučaj

Ako je vertikalno rastojanje između središnjih tačaka šaka i centa gravitacije predmeta podizanja  $V > 175$  [cm], koeficijent vertikalnog položaja  $VM = 0$ , odnosno, ceo izraz prikazan u relaciji (1) je jednak 0, što znači da se preporučena masa predmeta **ne može** ručno premeštati na visinu podizanja veću od 175 [cm].

### Određivanje koeficijenta rastojanja (DM)

Koeficijent rastojanja zavisi od početnog i krajnjeg vertikalnog položaja predmeta podizanja (**pogledati sliku na slajdu 8 – Upustva za izradu prvog zadatka**). Koeficijent rastojanja je definisan za tri slučaja (**pogledat tabelu na slajdu 8 – Upustva za izradu prvog zadatka**):

#### 1 slučaj

Ako je rastojanje između početnog i krajnjeg vertikalnog položaja predmeta podizanja  $D = (V_2 - V_1) \leq 25$  [cm], koeficijent rastojanja  $DM = 1$ .

#### 2. slučaj

Kada je rastojanje između početnog i krajnjeg vertikalnog položaja predmeta podizanja u opsegu  $25 < H \leq 175$  [cm], koeficijent rastojanja se izračunava preko:

$$DM = 0,82 + \left( \frac{4,5}{D} \right) = 0,82 + \left( \frac{4,5}{V_2 - V_1} \right) \quad (5)$$

Prema tome, za konkretan primer koeficijent rastojanja, prema relaciji (5) je određen kao:

$$DM = 0,82 + \left( \frac{4,5}{130 - 60} \right) = 0,88$$

#### 3. slučaj

Ako je rastojanje početnog i krajnjeg vertikalnog položaja predmeta podizanja  $D > 175$  [cm], koeficijent rastojanja  $DM = 0$ , odnosno, ceo izraz prikazan u relaciji (1) je jednak 0, što znači da se preporučena masa predmeta **ne može** ručno premeštati na vertikalnom rastojanju većem od 175 [cm].

### Određivanje koeficijenta ugla asimetrije (AM)

Koeficijent ugla asimetrije je u funkciji ugla asimetrije. Ugao asimetrije je ugao koji se obrazuje između linija koje nastaju presekom središnje-sagitalne ravni i ravni asimetrije (**pogledati sliku na slajdu 9 – Upustva za izradu prvog zadatka**).

Koeficijent ugla asimetrije za slučaj kada je  $A \leq 135^\circ$  se određuje kao:

$$AM = (1 - 0,0032 \cdot A) \quad (6)$$

Za prikazani primer  $A = 90$  [°], pa je na osnovu prethodne relacije koeficijent ugla asimetrije:

$$AM = (1 - 0,0032 \cdot 90^\circ) = 0,71$$

U slučaju kada je  $A > 135$  [°] koeficijent ugla asimetrije  $AM = 0$ , odnosno, ceo izraz prikazan u relaciji (1) je jednak 0, što znači da se preporučena masa predmeta **ne može** ručno premeštati ako rukovaoc mora da se okreće oko središnje ravni za ugao veći od 135 [°].

### Određivanje koeficijenta vremenskog ponavljanja (FM)

Vremensko ponavljanje predstavlja prosečan broj podizanja tereta u minuti tokom vremenskog perioda od 15 min. FM zavisi od broja podizanja po minuti, vertikalnog rastojanja i radnog vremena (**pogledati tabelu na slajdu 10 – Upustva za izradu prvog zadatka**)

Za dati primer učestanost odlaganja proizvoda prema zadatku iznosi 1 min, što znači da je koeficijent vremenskog ponavljanja **FM = 0,88** (**pogledati tabelu na slajdu 10 – Upustva za izradu prvog zadatka, vrednosti su iste za oba slučaja, tako da treba gledati samo učestanost**)

Preporučena granična masa predmeta (RWL) na osnovu relacije (1) i prethodno određenih parametara rada je:

$$RWL = 23 \cdot 1 \cdot 0,47 \cdot 0,83 \cdot 0,88 \cdot 0,71 \cdot 0,88 = 4,93 [kg]$$

**Indek podizanja (LI)** predstavlja količnik između **stavarne mase predmeta** sa kojim se rukuje i **preporučene granične mase predmeta** sa kojim se može ručno rukovati za odgovarajuće uslove radne sredine. Prema tome, LI se određuje kao:

$$LI = \frac{m}{RWL}; \text{odnosno za dati primer } LI = \frac{4,5}{4,93} = 0,91$$

Ako je  $0 \leq LI < 1$  ne postoji opasnost po zdravlje radnika, u slučaju kada je  $LI > 1$  – postoji povećana opasnost po zdravlje rukovaoca na tom radnom mestu.

- b) Potrebno je odrediti vrednost indeksa podizanja (**LI – slajd 2 - Upustva za izradu prvog zadatka**) da bi se utvrdilo da li postoji opasnost po zdravlje radnika pri podizanju tereta mase  $m = 4,5$  kg, koristeći **JAGER** pristup.

Kao što je rečeno, NOISH pristup se bazira na graničnim opterećenjima (CF) za osobe do 50 godina bez obzira na pol. S druge strane JAGER pristup uslove graničnog opterećenja (CF) definiše na bazi starosne granice i pola (**pogledati tabelu na slajdu 4 – Upustva za izradu prvog zadatka**). **Uslovi (parametri) rada ostaju kao i kod NOISH pristupa.**

Prema tabeli na **slajdu 4 - Upustva za izradu prvog zadatka** i relaciji (2) se može formirati nova tabela u obliku:

*Tabela 2 Konstanta opterećenja prema JAGER pristupu*

Godine	Muškarci (LC = k*CF) [kg]	Žene (LC = k*CF) [kg]
20	6,76*6 = 40,02	6,76*4,4 = 29,34
30	6,76*5 = 33,35	6,76*3,8 = 25,34
40	6,76*4 = 26,68	6,76*3,2 = 21,34
50	6,76*3 = 20,01	6,76*2,6 = 17,34
> 60	6,76*2 = 13,34	6,76*2,0 = 13,34

Uslove rada iz relacije (1) možemo napisati kao:

$$k_1 = CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM = 1 \cdot 0,47 \cdot 0,83 \cdot 0,88 \cdot 0,71 \cdot 0,88 = 0,214$$

Preporučena masa predmeta će u ovom slučaju prema prethodnoj relaciji i relaciji (1) biti:

$$RWL = LC \cdot k_1 \quad (7)$$

U relaciji (7) vrednosti za LC se uzimaju iz tabele 2.

Na osnovu prethodnog se formira nova tabela u kojoj se nalaze preporučene mase predmeta podizanja (RWL) za odgovarajuće starosne granice i pol.

*Tabela 3 Preporučene mase predmeta podizanja prema JAGER pristupu*

Godine	Muškarci (RWL = LC*k <sub>1</sub> ) [kg]	Žene (LC = k*CF) [kg]
20	40,02*0,214= 8,56	29,34*0,214= 6,27
30	33,35*0,214 = 7,13	25,34*0,214= 5,42
40	26,68*0,214 = 5,70	21,34*0,214= 4,56
50	20,01*0,214 = 4,28	17,34*0,214= 3,71
> 60	13,34*0,214 = 2,85	13,34*0,214 = 2,85

Na kraju indeks podizanja prema JAGER pristupu u zavisnosti od starosne granice i pola će biti:

*Tabela 4 Indeks podizanja prema JAGER pristupu*

Godine	Muškarci (LI = m/RWL)	Žene (LI = m/RWL)
20	4,5/8,56 = 0,52	4,5/6,27 =0,71
30	4,5/7,13 = 0,63	4,5/5,42 =0,83
40	4,5/5,70 =0,78	4,5/4,56 =0,98
50	4,5/4,28 =1,05	4,5/3,71 =1,21
> 60	4,5/2,85 =1,57	4,5/2,85 =1,57

- c) Na prikazanom radnom mestu prema JAGER pristupu mogu da rade muške osobe do 50 godina starosti i ženske osobe do 50 godina starosti.