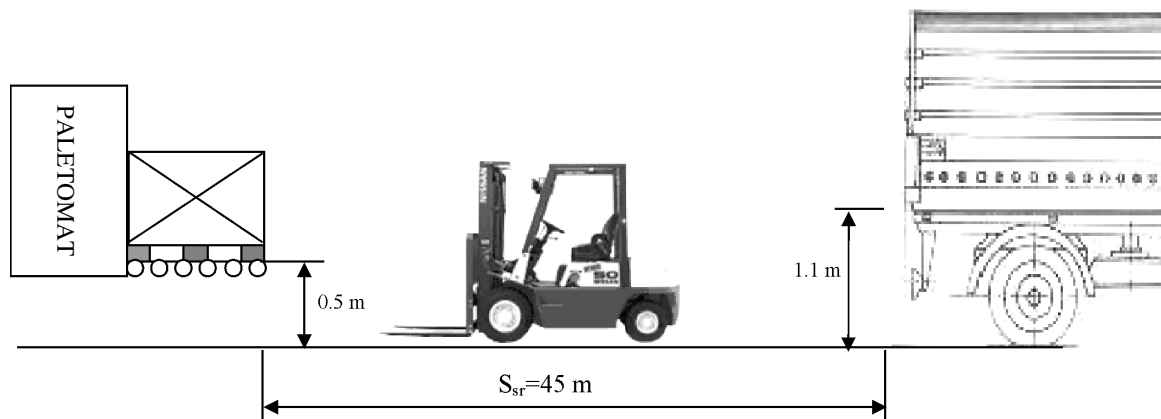


VILJUŠKARI

1. Viljuškari se koriste za utovar standardnih euro-pool paleta na drumsko vozilo u sistemu prikazanom na slici.



- Koliko treba viljuškara da bi vreme utovara kamiona u koji staje 10 paleta bilo manje od 6 min, ako su poznate

$v_{do} = 0,2 \text{ m/s}$	$v_{dn} = 0,25 \text{ m/s}$
$v_{so} = 0,3 \text{ m/s}$	$v_{sn} = 0,25 \text{ m/s}$
$v_{ko} = 8 \text{ km/h}$	$v_{kn} = 10 \text{ km/h}$
$\rho = 0,85$	
- Koliki je potreban broj viljuškara ako se brzina kretanja viljuškara poveća za 50 %
- Izračunati iskorišćenje viljuškara u oba slučaja

REŠENJE

a) Kapacitet jednog viljuškara u vremenskom periodu od 6 minuta se računa prema formuli:

$$Q_{K6'} = \frac{360}{T_C} \left[\frac{\text{pal}}{6'} \right]$$

gde je T_C vreme ciklusa viljuškara

$$T_C = \rho \sum_i t_i$$

a pri čemu su t_i vremena pojedinih aktivnosti u ciklusu:

t_1 – vreme zahvatanja – Bazirano je na iskustvenim vrednostima (strana 370. knjige prof. Sretenovića – 10 do 15s), a u ovom slučaju usvajamo 10s

t_2 – vreme spuštanja opterećenih viljuški

Računa se na osnovu načina kretanja viljuški viljuškara, tj. uopšte načina kretanja pri čemu je t_g vreme koje se dodaje zbog gubitaka pri ubrzanju i usporenju i za njegovu vrednost usvajamo vrednost od 1 do 1.5s. U konkretnom slučaju će biti usvojeno 1s.

$$t_2 = \frac{H_1}{v_{\max}} + t_g = \frac{0.5m}{0.3m/s} + 1s = 1.67 + 1 = 2.67s$$

t₃ - vreme okretanja za 180°

Vreme potrebno za izvršavanje ove aktivnosti se bazira na iskustvenim vrednostima i kreće se u sledećim granicama.

Okretanje za 90° - **6 do 8s**

Okretanje za 180° - **10 do 15s**

U ovom slučaju usvajamo 10s.

t₄ – vreme kretanja opterećenog viljuškara

$$t_4 = t_{ko} = \frac{S_{sr}}{v_{ko}} + t_g = \frac{45m}{8000m/3600s} + t_g = 20,25 + t_g \text{ gde je } t_g \text{ 1s.}$$

$$t_4 = 20.25s + 1s = 21.25s$$

t₅ – vreme podizanja opterećenih viljuški

$$t_5 = t_{do} = \frac{H}{v_{\max}} + t_g = \frac{1.1m}{0.2m/s} + t_g = 5.5s + t_g, \quad t_g = 1s$$

$$t_5 = 5.5s + 1s = 6.5s$$

t₆ – vreme odlaganja palete na vozilo

Takođe se bazira na iskustvenim vrednostima, i kreće se u granicama od 5 do 8s, a u ovom slučaju usvajamo 5s.

t₇ – vreme spuštanja neopterećenih viljuški

$$t_7 = t_{sn} = \frac{H}{v_{sn}} + t_g = \frac{1,1m}{0.25m/s} + t_g = 4.4s + t_g \quad t_g = 1s$$

$$t_7 = 4.4s + 1s = 5.4s$$

t₈ – vreme okretanja za 90° (usvajamo 6s)

t₉ – vreme kretanja neopterećenog viljuškara

$$t_9 = \frac{S_{sr}}{v_{kn}} + t_g = \frac{45m}{10000m/3600s} + 1s = 16.2 + 1 = 17.2s$$

t₁₀ – vreme podizanja neopterećenih viljuški

$$t_{10} = \frac{H_1}{v_{dn}} + t_g = \frac{0.5m}{0.25m/s} + t_g = 2s + t_g \quad t_g = 1s$$

$$t_{10} = 2s + 1s = 3s$$

$$T_C = \rho \cdot \sum_{i=1}^{10} t_i = 0.85 \cdot (10 + 2.67 + 10 + 21.25 + 6.5 + 5 + 5.4 + 6 + 17.2 + 3) =$$

$$0.85 \cdot 87.02 = 73.967s$$

$$Q_{K6'} = \frac{360}{73.967} = 4.87 \left[\frac{pal}{6'} \right]$$

Potreban broj viljuškara za utovar 10 paleta u periodu od šest minuta je

$$N = \frac{Q_{potr}}{Q_{K6'}} = \frac{10}{4.87} = 2.06 \Rightarrow \underline{\text{potrebno je tri viljuškara.}}$$

b) U slučaju povećanja brzine kretanja viljuškara za 50%, odgovarajuće brzine će iznositi

$$v_{ko} = 12 \text{ km/h} = 3,33 \text{ m/s}$$

$$v_{kn} = 15 \text{ km/h} = 4,17 \text{ m/s}$$

tj., u odnosu na ciklus viljuškara iz prethodnog dela zadatka promeniće se samo t_4 i t_9 .

T_{4b} – vreme kretanja opterećenog viljuškara

Za t_g usvajamo 1s

$$t_{4b} = t_{ko} = \frac{S_{sr}}{v_{ko}} + t_g = \frac{45 \text{ m}}{3.33 \text{ m/s}} + 1 = 13.5 + 1 = 14.5 \text{ s}$$

$$\Delta t_4 = t_4 - t_{4b} = 21.25 - 14.5 = 6.75 \text{ s}$$

t_{9b} – vreme kretanja neopterećenog viljuškara

Isto kao i u slučaju t_{4b} :

$$t_{9b} = \frac{S_{sr}}{v_{kn}} + t_g = \frac{45 \text{ m}}{4.17 \text{ m/s}} + 1 \text{ s} = 10.8 + 1 = 11.8 \text{ s}$$

$$\Delta t_9 = t_9 - t_{9b} = 17.2 - 11.8 = 5.4 \text{ s}$$

Razlika između ciklusa u prvom i drugom slučaju je

$$T_{Cb} = T_C - \rho \cdot (\Delta t_3 + \Delta t_8) = 73.967 - 0.85(6.75 + 5.4) = 77.37 - 10.33 = 63.637 \text{ s}$$

Kapacitet viljuškara je

$$Q_{K6'}^b = \frac{360}{63.637} = 5.65 \left[\frac{\text{pal}}{6'} \right]$$

a potreban broj viljuškara je

$$N^b = \frac{10}{5.65} = 1.77 \Rightarrow N^b = 2$$

c) Iskorišćenje viljuškara se dobija iz

$$\eta = \frac{Q_{potr}}{N \cdot Q_{vilj}}$$

tako da su iskorišćenja viljuškara

$$\eta_a = \frac{10}{3 \cdot 4.87} = \frac{10}{14.61} = 0.6845$$

$$\eta_b = \frac{10}{2 \cdot 5.65} = \frac{10}{11.3} = 0.8849$$

2. Kutije dimenzija 0,4x0,3x0,3m, težine 30 kg, dopremaju se vagonima u skladište. Radi efikasnijeg manipulisanja koriste se PUL palete i vagoni viljuškara nosivosti 600 kg, pri čemu se paletizacija obavlja u samom vagonu ručno. U skladištu se palete odlažu jedna na drugu.

a) Odrediti potrebno vreme rada jednog viljuškara za istovar jednog vagona, ukoliko je maksimalna visina dizanja viljuškara 2.5 m, prosečno opterećenje vagona je 15 t. U obzir uzeti sve relevantne karakteristike palete.

$$\max h_d = 2,5 \text{ m}$$

$$v_{do} = 0,28 \text{ m/s}$$

$$v_{so} = 0,43 \text{ m/s}$$

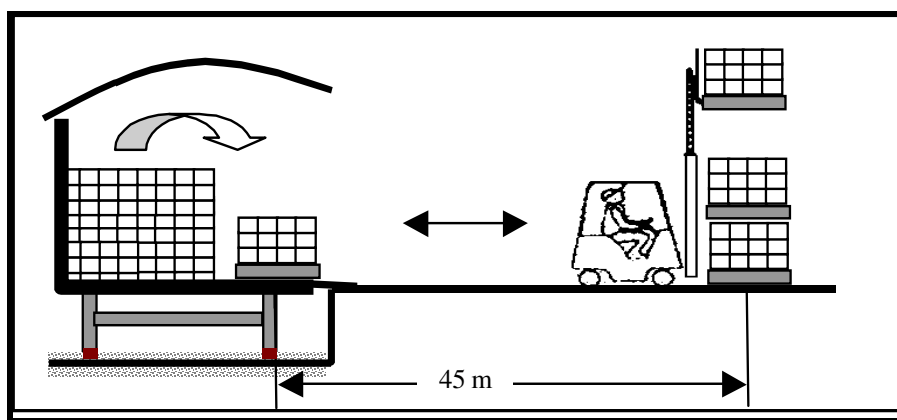
$$v_o = 8.2 \text{ km/h}$$

$$v_{dn} = 0,33 \text{ m/s}$$

$$v_{sn} = 0,33 \text{ m/s}$$

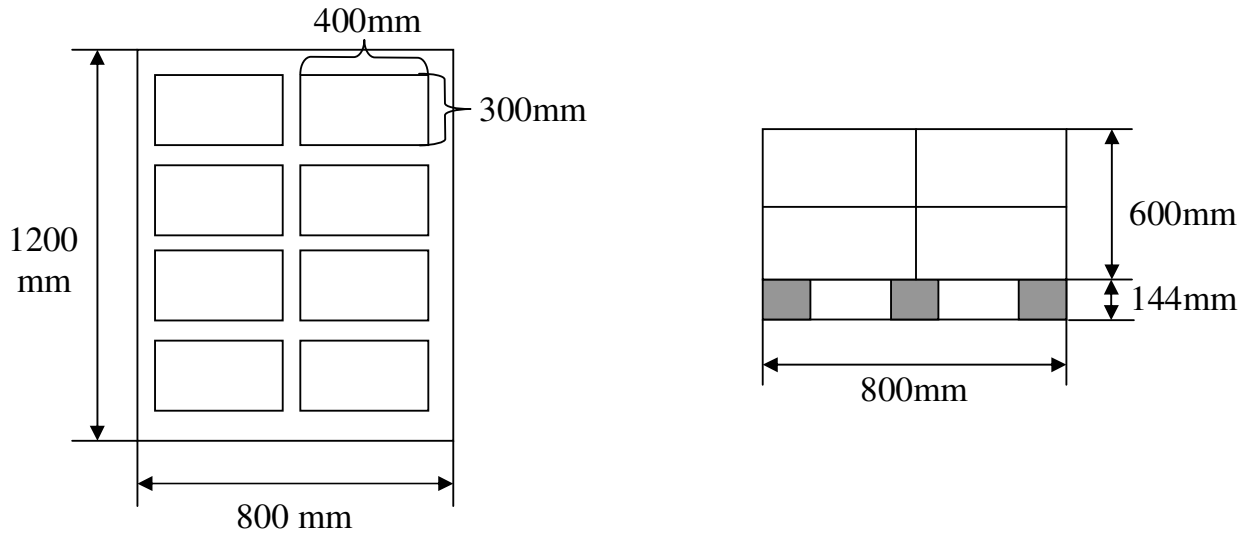
$$v_n = 13 \text{ km/h}$$

b) Koliko je viljuškara potrebno da se postava od 5 vagona istovari za manje od 3 časa.



REŠENJE

a) Najpre je neophodno da odredimo način formiranja palete. Uzimajući u obzir uslove da je nosivost viljuškara 600 kg i da se palete u skladištu slažu jedna na drugu, tj. da gornja površina ukupljenog tereta mora da bude ravna, uz date dimenzije kutija, **formiranje paleta** će biti kao na slici



U jedan red palete staje osam kutija raspoređenih u dve kolone i četiri vrste. Zbog ograničenja nosivosti viljuškara na paleti se mogu formirati dva reda i tada je masa tereta na paleti

$$m_{pal} = 2 \cdot 8 \cdot 30 \text{ kg} = 480 \text{ kg} = 0.48 \text{ t} \text{ a ukupna masa palete je}$$

$$m_{pal} = 2 \cdot 8 \cdot 30 \text{ kg} + 25 \text{ kg} = 480 \text{ kg} + 25 \text{ kg} = 0.505 \text{ t}$$

Potreban broj ciklusa viljuškara je

$$n_c = \frac{m_{voz}}{m_{pal}} = \frac{15 \text{ t}}{0.505 \text{ t}} = 29.07 = 30 \text{ ciklusa.}$$

Obzirom da je maksimalna visina dizanja viljuškara 2,5m formiranje sloga u skladištu će biti u četiri reda, pri čemu je zadovoljena i statička nosivost palete ($4 \times 0.505 \text{ t} < 4 \text{ t}$).

Na osnovu ovoga se računa i srednja visina dizanja

$$\bar{H}_d = \frac{72 + 816 + 1560 + 2304}{4} = \frac{4752}{4} = 1188 \text{ mm}$$

t_1 – vreme zahvatanja – 10s

t_2 – vreme spuštanja opterećenih viljuški

$$t_2 = \frac{H_1}{v_{so}} + t_g = \frac{0.072 \text{ m}}{0.43 \text{ m/s}} + 1 \text{ s} = 1.17$$

t_3 - vreme okretanja za 180° - 10s.

t_4 – vreme kretanja opterećenog viljuškara

$$t_4 = \frac{L_{vo}}{v_o} + t_g = \frac{45 \text{ m}}{8200 \text{ m} / 3600 \text{ s}} + t_g = 20,76 \text{ gde je } t_g \text{ 1s.}$$

t₅ – vreme podizanja opterećenih viljuški

$$t_5 = \frac{H}{v_{do}} + t_g = \frac{1.188m}{0.28 \frac{m}{s}} + t_g = 5.24, \quad t_g=1s$$

t₆ – vreme odlaganja palete na vozilo

Takođe se bazira na iskustvenim vrednostima, i kreće se u granicama od 5 do 8s, a u ovom slučaju usvajamo 5s.

t₇ – vreme spuštanja neopterećenih viljuški

$$t_7 = \frac{H}{v_{sn}} + t_g = \frac{1.188m}{0.43 \frac{m}{s}} + t_g = 3.76 \quad t_g=1s$$

t₈ – vreme okretanja za 180° (usvajamo 10s)**t₉ – vreme kretanja neopterećenog viljuškara**

$$t_9 = \frac{L_{vn}}{v_n} + t_g = \frac{45 \text{ m}}{13000 \frac{m}{3600s}} + t_g = 13.46$$

t₁₀ – vreme podizanja neopterećenih viljuški

$$t_{10} = \frac{H}{v_n} + t_g = \frac{1.188m}{0.33 \frac{m}{s}} + t_g = 1.22 \quad t_g=1s$$

$$T_c = \rho \cdot \sum_{i=1}^{10} t_i = 0.85 \cdot (10 + 1.117 + 10 + 20.76 + 5.24 + 5 + 3.76 + 10 + 13.46 + 1.22) =$$

$$0.85 \cdot 80.61 = 68.52s$$

Vreme istovara vagona jednim viljuškarom je

$$T_{ist} = T_c \cdot n_c = 68.52 \cdot 30 = 2055.6s = 34.26 \text{ min}$$

b) Kako je vreme istovara jednog vagona jednim viljuškarom 34 minuta i 26 sekundi, vreme istovara pet vagona je 171 minuta i 3 sekunde. Odavde izvodimo zaključak da je uslov da se pet vagona istovari za manje od 3h postojanje najmanje jednog viljuškara.