
FORKLIFT TRUCK AS A TRANSPORT-MANIPULATIVE MEANS WITH A PRACTICAL EXAMPLE OF CALCULATING THE TIME OF LOADING VEHICLES

Slobodan Stefanovic

The academy of applied technical and preschool studies, Department of Vranje, Serbia
slobodan.stefanovic@akademijanis.edu.rs

Stefan Mladenovic

The academy of applied technical and preschool studies, Department of Vranje, Serbia
stefan.mladenovic@akademijanis.edu.rs

Aleksandar Gosic

The academy of applied technical and preschool studies, Department of Vranje, Serbia
aleksandar.gosic@akademijanis.edu.rs

Abstract: Material handling is very important for warehousing operations (moving goods to / from the warehouse) and for moving goods to different locations within the warehouse itself. The very term "material handling" is somewhat difficult to define. Some believe that material handling only applies to equipment used to move goods in a warehouse, such as forklifts or conveyors. Others literally mean "manual" handling of goods. In fact, advanced mechanical equipment, manual work, or a combination thereof can perform material handling operations. Simply put, the handling of materials (goods) is the efficient movement of goods, which usually takes place within the facility (factory, warehouse) and between the facility and the transport agencies. In a modern logistics system, specially designed equipment performs relocations, and for these reasons, material handling has often been equated with equipment. However, manual handling is also material handling. The key factor is efficiency, whether the relocation is mechanized, manual or both mechanized and manual at the same time. The paper emphasizes forklifts as a means of transport manipulation. Forklifts are crane-transport means of internal transport and are intended for transport within factory halls and warehouses, as well as transport over short distances within the company. They are used to transport larger pieces of cargo, smaller pieces of cargo on pallets and bulk cargo in crates or baskets. By using additional devices instead of forks, it is possible to manipulate various loads (transport of pipes, carpets, rolls, barrels) or perform actions that are not directly related to transportation. These machines are used for transfer and lifting, they are intended for manipulation of bulky goods. The construction of the forklift consists of a diesel-powered or electrically driven motor cart. There are two vertical axles on the cart, along which the consoles that accept the load slide. Vertical axles can change the tilt and you forward 30 to 40 (when loading) and back 10o to 12o (when transferring cargo). The load capacity of forklifts is from 10 kN to 50 kN, while the industry also uses forklifts with a load capacity of over 80 kN. The lifting height is up to 12.6 m. Speed is from 6 to 30 km / h. The advantages and disadvantages of forklifts in relation to other means of transport and handling are also shown. At the end of the paper, a practical example is given for calculating the expected loading time of a vehicle arriving at the transshipment front of the rack warehouse, shown in the situation plan in the picture in the paper, if loading is done with a forklift and pallets are seized with equal probability from each position. The calculation was done with input data for the forklift, warehouse and vehicle.

Keywords: Forklifts, mechanized handling, warehouses...

VILJUSKAR KAO TRANSPORTNO-MANIPULATIVNO SREDSTVO SA PRAKTICNIM PRIMEROM PRORACUNA VREMENA UTOVARA VOZILA

Slobodan Stefanović

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Vranje, Srbija,
slobodan.stefanovic@akademijanis.edu.rs

Stefan Mladenović

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Vranje, Srbija,
stefan.mladenovic@akademijanis.edu.rs

Aleksandar Gošić

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Vranje, Srbija,
aleksandar.gosic@akademijanis.edu.rs

Rezime: Rukovanje materijalima je veoma važno za operacije u skladištu (prebacivanje robe u/iz skladišta) i za premeštanje robe na različite lokacije unutar samog skladišta. Sam pojam „rukovanje materijalom“ je donekle teško definisati. Neki smatraju da se rukovanje materijalom odnosi samo na opremu koja se koristi za premeštanje robe u skladištu, kao što su viljuškari ili konvejeri. Drugi bukvalno pod tim podrazumevaju „ručno“ manipulisanje robom. U stvari, razvijena mehanička oprema, manuelni rad ili njihova kombinacija mogu izvoditi operacije rukovanja materijalima. Najjednostavnije rečeno, rukovanje materijalima (robom) je efikasno pomeranje robe, koje se obično odvija unutar objekta (fabrike, skladišta) i između objekta i agencija koje se bavi transportom. U modernom sistemu logistike, specijalno projektovana oprema obavlja premeštanja, pa se iz tih razloga često rukovanje materijalima poistovećivalo sa opremom. Međutim, ručno premeštanje je takođe rukovanje materijalom. Ključni faktor je efikasnost, bilo da je premeštanje mehanizovano, ručno ili i mehanizovano i ručno istovremeno. U radu je akcenat stavljen na viljuškare kao transportno manipulativno sredstvo. Viljuškari su dizalično – transportna sredstva unutrašnjeg transporta i namenjena su transportu unutar fabričkih hala i skladišta, kao i transportu na kraćim rastojanjima u krugu preduzeća. Služe za transport većih komadnih tereta, manjih komadnih tereta na paletama i rasutog tereta u sanducima ili korpama. Upotrebom dodatnih uređaja umesto viljuški, moguće je manipulirati različitim teretima (transport cevi, tepiha, rolni, buradi) ili izvoditi radnje koje nisu direktno vezane za transportovnje. Ove mašine služe za prenos i podizanje, namenjene su manipulaciji kabaste robe. Konstrukciju viljuškara čine motorna kolica na dizel pogon ili sa elektro pogonom. Na kolicima se nalaze dve vertikalne osovine po kojima klize konzole koje prihvataju teret. Vertikalne osovine mogu da menjaju nagib i ti napred za 3^0 do 4^0 (pri utovaru) i unazad 10^0 do 12^0 (pri prenosu tereta). Nosivost viljuškara je od 10 kN do 50 kN dok se u industriji koriste i viljuškari nosivosti i preko 80 kN. Visina dizanja tereta iznosi do 12.6 m. Brzina kretanja iznosi od 6 do 30 km/h. Takođe su prikazane prednosti i nedostaci viljuškara u odnosu na druga transportno-manipulativna sredstva. Na kraju rada dat je praktičan primer za izračunavanja očekivanog vremena utovara vozila koje dolazi na pretovarni front regalskog skladišta, prikazanog na situacionom planu na slici u samom radu, ukoliko se utovar realizuje viljuškarom, a palete se zahvataju sa podjednakom verovatnoćom sa svake pozicije. Proracun je radjen sa ulaznim podacima o viljuškaru, skladištu i vozilu.

Ključne reči: Viljuškari, mehanizovano rukovanje, skladišta...

1. UVOD

Viljuškar je dobio ime po zahvatnoj napravi izvedenoj u obliku viljušara. Osim ove tipične zahvatne naprave, na viljuškar se mogu montirati i zahvatne naprave u obliku klešta, kuke... zavisno od specifičnosti robe koja se transportuje. Neophodan uslov za korišćenje viljuškara je korišćenje palete. Viljuškar zahteva palete da bi završio zahvatanje i odlaganje. Primenom viljuškara i paleta olakšava se i ubrzava rad i bolje koristi skladišni prostor.

Viljuškari su dizalično – transportna sredstva unutrašnjeg transporta i namenjena su transportu unutar fabričkih hala i skladišta, kao i transportu na kraćim rastojanjima u krugu preduzeća. Služe za transport većih komadnih tereta, manjih komadnih tereta na paletama i rasutog tereta u sanducima ili korpama. Upotrebom dodatnih uređaja umesto viljuški, moguće je manipulirati različitim teretima (transport cevi, tepiha, rolni, buradi) ili izvoditi radnje koje nisu direktno vezane za transportovnje.

Ove mašine služe za prenos i podizanje, namenjene su manipulaciji kabaste robe. Konstrukciju viljuškara čine motorna kolica na dizel pogon ili sa elektro pogonom. Na kolicima se nalaze dve vertikalne osovine po kojima klize konzole koje prihvataju teret. Vertikalne osovine mogu da menjaju nagib i ti napred za 30 do 40 (pri utovaru) i unazad 100 do 120 (pri prenosu tereta).

Nosivost viljuškara je od 10 kN do 50 kN dok se u industriji koriste i viljuškari nosivosti i preko 80 kN. Visina dizanja tereta iznosi do 12.6 m. Brzina kretanja iznosi od 6 do 30 km/h.

Točkovi na viljuškarima imaju veliku moć manevrisanja. Obično se upravljanje izvodi zadnjim točkovima, a pogon je na prednjim točkovima. Zadnji deo motornih kolica najčešće je od punog čelika i ima ulogu kontratega. Krakovi viljuški zahvatnih dela prilagođeni su radu sa paletama, ali lako mogu da zahvataju ostalu kabastu robu. Zbog svoje velike težine i pogona na točkovima, viljuškari su pogodni za rad na čvrstom terenu i u halama dok im je mogućnost iskorišćenja na gradilištu mala. Kao viljuškari mogu da se koriste i utovarivači sa ugrađenim dodatnim uređajima.

Sastoje se iz šasije osnovnog vozila sa pogonom kretanja, vertikalnog stuba sa jednim ili više ramova, pogonskog sistema za dizanje sa zahvatnim organom u obliku viljuški koje se kreću duž stuba, sistema za nagnjanje rama i upravljačkog uređaja smeštenog u kabini viljuškara.

Oslanjaju se na četiri točka ili tri točka, tako da su prednja dva točka pogonska i neupravljačka, a zadnja dva ili samo jedan služe za upravljanje. Zahvaljujući svojim karakteristikama obezbedili su nezamenljivu ulogu u poslovima podnog unutrašnjeg transporta.

2. PREDNOSTI I NEDOSTACI VILJUŠKARA

Viljuškari su stekli veliku prednost u odnosu na druga transportna sredstva jer poseduju sledeće karakteristike:

- Velika manevarska sposobnost,
- Relativno velika nosivost,
- Ne zahtevaju posebne koloseke i staze za kretanje,
- Relativno velike brzine kretanja i dizanja,
- Nezavisnost manipulativnog prostora od izvora energije,
- Relativno velika visina dizanja u slučaju primene teleskopskog rama,
- Dodatnom nadgradnjom proširuju oblast primene,
- Slobodna i brza primena u svim oblastima preduzeća,
- Laka prilagodljivost promenama tehnološkog procesa,
- Kompaktnoj i relativno jednostavnoj konstrukciji.

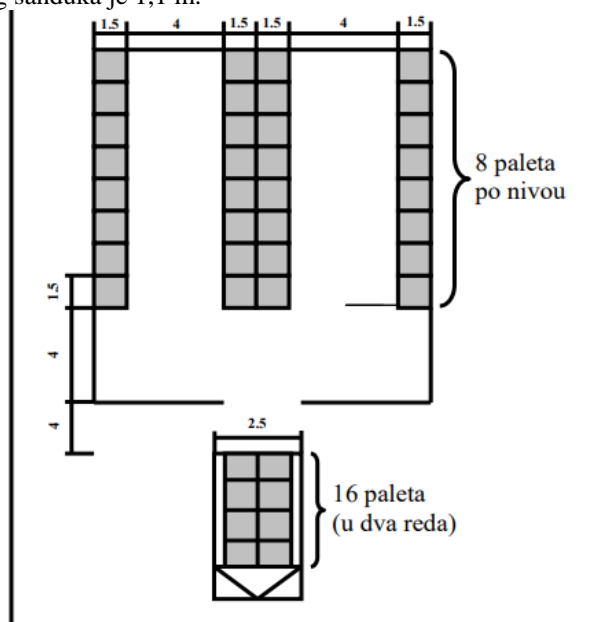
Pored navedenih prednosti viljuškari imaju i određene nedostatke:

- Mala prohodnost,
- Ograničena nosivost i sposobnost utovara,
- Zahtevaju kvalifikovan personal,
- Rad na granici stabilnosti.

3. PRAKTIČAN PRIMER PRORAČUNA VREMENA UTOVARA VOZILA POMOĆU VILJUŠKARA

Izračunavanje vremena utovara vozila koje dolazi na pretovarni front regalnog skladišta, prikazanog na situacionom planu na slici 1, ukoliko se utovar realizuje viljuškarom, a palete se zahvataju sa podjednakom verovatnoćom sa svake pozicije.

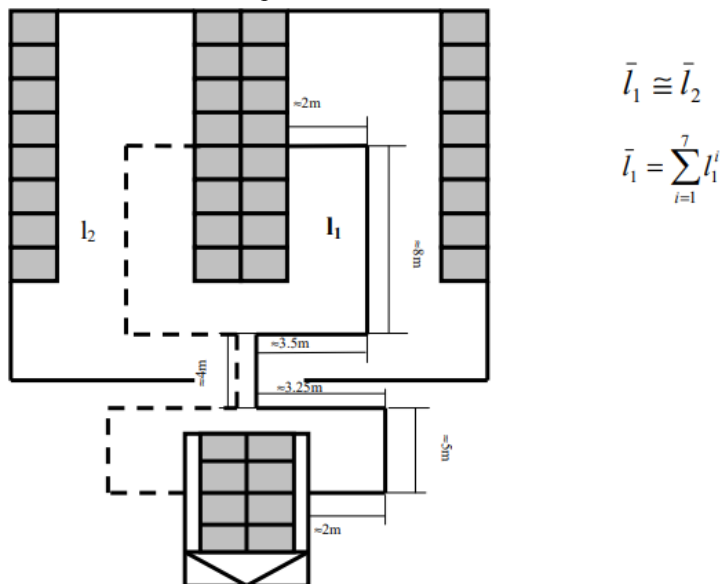
- Elementi potrebni za proračun ciklusa su:
- Brzina kretanja viljuškara u opterećenom/neopterećenom smeru je 8,2/13,2 km/h,
- Brzina podizanja opterećenih/neopterećenih viljuški je 0,28/0,33 m/s,
- Brzina spuštanja opterećenih/neopterećenih viljuški je 0,43/0,33 m/s,
- Vreme zahvatanja paleta je 20s,
- Vreme odlaganja paleta je 16s,
- Okretanje viljuškara za 90o iznosi 3s,
- Palete su uskladištene u 5 redova po visini, visina regalske ćelije je 1,2 m, a paletnog sklopa 1m,
- Vozila nose 16 paleta utovarenih u dva reda po visini,
- Visina poda tovarnog sanduka je 1,1 m.



Slika 1. – Situacioni plan regalnog skladišta

Utvrđivanje vremena utovara vozila –Tut, odnosno ciklusa viljuškara –Tc(Tut= 16*Tc) podrazumeva da se, zbog postojanja uslova da se palete sa jednakom verovatnoćom zahvataju sa proizvoljnim pozicija u skladištu, u prvom koraku definišu srednja rastojanja i visine.

Ako se razmatra putanja viljuškara od regala do vozila činjenica da je ista verovatnoća zahvatanja (uzimanja) palete sa bilo koje pozicije govori da će viljuškar približno isti broj puta ići do svakog polja u regalu. To dalje znači da je srednji put moguće približno oceniti na način prikazan na slici 2 u nastavku.



Slika 2. – Rastojanja u okviru regalnog skladišta

Imajući u vidu geometriju sistema i date dimenzije zaključuje se da je srednje rastojanje $l_1 = 27,75m \sim 30m$. S obzirom da se palete skladište u regalska polja u 5 redova po visini, to je srednja visina sa koje se paleta zahvata:

$$Hr = \frac{0 + 1.2 + 2.4 + 3.6 + 4.8}{5} = \frac{12}{5} = 2.4 m$$

S obzirom da se palete u vozilu slažu u dva reda, srednja visina na koju se palete odlažu (imajući u vidu visinu tovarnog sanduka), iznosi:

$$Hv = \frac{1.1 + (1.1 + 1)}{2} = 1.6m$$

t1- vreme zahvatanja palete iz regala

t1 = 20s

t2 – vreme spuštanja palete sa visine Hr

tg = 1,5s

$$b_{(+)} = b_{(-)} = b = \frac{V_{max}}{t_g} = \frac{0.43 m/s}{1.5s} = 0.29 m/s^2$$

$$b' = 2 * \frac{b_{(+)} * b_{(-)}}{b_{(+)} + b_{(-)}} = 2 * \frac{0.29 * 0.29}{0.29 + 0.29} = 0.29 m/s^2$$

$$\frac{V_{max}^2}{b'} = \frac{(0.43 \frac{m}{s})^2}{0.29 m/s^2} = 0.64 m \leq H_R$$

$$t_2 = \frac{H_R}{V_{SO}} + t_g = \frac{2.4 m}{0.43 m/s} + 1.5 s = 7.1s$$

t3 – vreme okretanja viljuškara za 900

t3 = 3s

t4 – vreme vožnje opterećenog viljuškara na rastojanju l1

$$b_{(+)} = b_{(-)} = b = \frac{V_{max}}{t_g} = \frac{2.28 \frac{m}{s}}{1.5s} = 1.52 \frac{m}{s^2}$$

$$b' = 2 * \frac{b_{(+)} * b_{(-)}}{b_{(+)} + b_{(-)}} = 2 * \frac{1.52 * 1.52}{1.52 + 1.52} = 1.52 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{V_{max}^2}{b'} = \frac{(2.28 \frac{m}{s})^2}{1.52 \text{ m/s}^2} = 3.42 \text{ m} \leq l_1$$

$$t_4 = \frac{l_1}{V_{ko}} + t_g = \frac{30 \text{ m}}{2.28 \text{ m/s}} + 1.5 \text{ s} = 14.66 \text{ s}$$

t5 –vreme podizanja opterećenih viljuški na visinu Hv

$$b_{(+)} = b_{(-)} = b = \frac{V_{max}}{t_g} = \frac{0.28 \text{ m/s}}{1.5s} = 0.19 \text{ m/s}^2$$

$$b' = 2 * \frac{b_{(+)} * b_{(-)}}{b_{(+)} + b_{(-)}} = 2 * \frac{0.19 * 0.19}{0.19 + 0.19} = 0.19 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{V_{max}^2}{b'} = \frac{(0.28 \frac{m}{s})^2}{0.19 \text{ m/s}^2} = 0.42 \text{ m} \leq H_V$$

$$t_5 = \frac{H_V}{V_{DO}} + t_g = \frac{1.6 \text{ m}}{0.28 \text{ m/s}} + 1.5 \text{ s} = 7.2 \text{ s}$$

t6 –vreme odlaganja palete na vozilo

t6 = 16s

t7 –vreme spuštanja neopterećenih viljuški sa visine Hv

$$b_{(+)} = b_{(-)} = b = \frac{V_{max}}{t_g} = \frac{0.33 \text{ m/s}}{1.5s} = 0.22 \text{ m/s}^2$$

$$b' = 2 * \frac{b_{(+)} * b_{(-)}}{b_{(+)} + b_{(-)}} = 2 * \frac{0.22 * 0.22}{0.22 + 0.22} = 0.22 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{V_{max}^2}{b'} = \frac{(0.33 \frac{m}{s})^2}{0.22 \text{ m/s}^2} = 0.495 \text{ m} \leq H_V$$

$$t_7 = \frac{H_V}{V_{SN}} + t_g = \frac{1.6 \text{ m}}{0.33 \text{ m/s}} + 1.5 \text{ s} = 6.35 \text{ s}$$

t8 – vreme okretanja viljuškara za 900

t8 = 3s

t9 – vreme vožnje neopterećenog viljuškara na rastojanju l1

$$b_{(+)} = b_{(-)} = b = \frac{V_{max}}{t_g} = \frac{3.67 \text{ m/s}}{1.5s} = 2.44 \text{ m/s}^2$$

$$b' = 2 * \frac{b_{(+)} * b_{(-)}}{b_{(+)} + b_{(-)}} = 2 * \frac{2.44 * 2.44}{2.44 + 2.44} = 2.44 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{V_{max}^2}{b'} = \frac{(3.67 \frac{m}{s})^2}{2.44 m/s^2} = 5.52 m \leq l_1$$

$$t_9 = \frac{l_1}{V_{KN}} + t_g = \frac{30 m}{3.67 m/s} + 1.5 s = 9.67s$$

t10 – vreme podizanja neopterećenih viljuški na visinu Hr

$$b_{(+)} = b_{(-)} = b = \frac{V_{max}}{t_g} = \frac{0.33 m/s}{1.5s} = 0.22 m/s^2$$

$$b' = 2 * \frac{b_{(+)} * b_{(-)}}{b_{(+)} + b_{(-)}} = 2 * \frac{0.22 * 0.22}{0.22 + 0.22} = 0.22 m/s^2$$

$$\frac{V_{max}^2}{b'} = \frac{(0.33 \frac{m}{s})^2}{0.22 m/s^2} = 0.495 m \leq H_R$$

$$t_{10} = \frac{H_R}{V_{DN}} + t_g = \frac{2.4m}{0.33 m/s} + 1.5 s = 8.77s$$

Ukoliko je koeficijent dvojnih operacija 0,85:

$$T_c = 0.85 * (20 + 7.1 + 3 + 14.66 + 7.2 + 16 + 6.35 + 3 + 9.67 + 8.77) = 0.85 * 95.75 \sim 81.4 s$$

Vreme utovara je:

$$T_{ut} = 16 * T_c = 16 * 81.4 = 1302.5 s \sim 22min$$

4. ZAKLJUČAK

Proizvođači opreme danas nude celu paletu različitih viljuškara, od najosnovnijih modela kao što su ručni viljuškari do složenih savremenih viljuškara koji se koriste za složenije operacije kao što su regalni viljuškari koji prikupljaju robu sa regala koji mogu imati ogromne dimenzije.

Današnji viljuškari su konstrukcijski puno složeniji od modela koji su se proizvodili pre pedesetak godina, hidraulički sastav za podizanje i spuštanje tereta moraju biti vrlo precizni i sigurni kako bi se manipulacije obavljale uz minimalnu mogućnost oštećenja tereta, opreme ili ljudskih posledica. Vreme je novac, pa je vrlo bitno da se skladištenje, prikupljanje i ostale manipulacije obavljaju u što kraćem vremenskom roku, kako bi i troškovi bili niži.

Viljuškari su u zadnjih tridesetak godina doveli pravi procvat u smislu tehničkog i tehnološkog napretka. Višestruko su povećane mogućnosti viljuškara u smislu visine dizanja i nosivosti tereta, brzini obavljanja manipulacijskih aktivnosti kao što su utovar i istovar tereta, skladištenje i prikupljanje tereta. Razvojem ekološki prihvatljivih faktora omogućeno je da se sve navedene skladišne operacije obave uz minimalnu potrošnju goriva te zagađivanja radne okoline. Različite naprave omogućuju ne samo rukovanje robom na paletama, već i drugim teretom koji nije u standardnim gabaritima. Smatra se da se danas nalazi u eksploataciji nekoliko miliona viljuškara.

LITERATURA

- Filipović, S. (2004). Osnovi tehnologije drumskog transporta, Saobraćajni fakultet u Beogradu.
- Jovanović, I. (1997). Zbirka rešenih zadataka iz organizacije i tehnologije drumskog transporta, Saobraćajni fakultet u Beogradu.
- Jusufranić, I. (2007). Osnove drumskog saobraćaja, Internacionalni univerzitet u Travniku, Saobraćajni fakultet, Doboj.
- Kostić, S., Davidović, B., & Papić, Z. (2012). „Terminali u saobraćaju“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,.
- Perišić, R. (1985). „Savremene tehnologije transporta I – Integralni sistemi transporta, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- Stefanović, S. (2019). Organizacija i tehnologije drumskog transporta, Pisana predavanja, Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje.
- Stefanović, S. (2011). Eksploatacija vozila - Autorizovana predavanja, Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje.
- Stefanović, S. (2018). Tehnologija integralnog transporta - Autorizovana predavanja, Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje,.
- Stefanović, S. (2021). „Tehnologije integralnog transporta“, Skripta, Sveska sa predavanja, Vranje
- Zečević, S. (2009). „Robni terminali i robno transportni centri“, Saobraćajni fakultet, Beograd.