

ASRS (Bozer-White-ova metoda)

- S/R sistemi predstavljaju važan aspekt u proceni transportnog kapaciteta sistema
- Pri razmatranju operacija koje jedan ovakav sistem obavlja razlikuju se ***dva tipa ciklusa***:
 - **Jednostruki** – podrazumeva se da S/R uređaj ciklus započinje u P/D stanici, gde zahvata teret, putuje do lokacije skladištenja gde odlaže teret, a zatim se neopterećen vraća u P/D stanicu spreman za novi ciklus. Jednostruki ciklus podrazumeva i da S/R uređaj iz P/D stanice krene prazan do skladišne lokacije gde zahvata jedinicu robe koju treba iskladištiti, a zatim se sa tom jedinicom robe vraća do polazne P/D stanice gde jedinicu tereta odlaže.
DEŠAVA SE SAMO PO JEDNO ZAHVATANJE I ODLAGANJE U TOKU CIKLUSA
 - **Dvostruki** – podrazumeva da S/R uređaj u P/D stanici zahvati jedinicu tereta, prenese je do odgovarajuće skladišne lokacije gde je odloži, a zatim ode do nove lokacije sa koje zahvati novu jedinicu tereta i sa njom se vrati u početnu P/D stanicu.
U OKVIRU JEDNOG CIKLUSA SE ODIGRJU PO DVA ZAHVATANJA I DVA ODLAGANJA
- Određivanje vremena trajanja ciklusa moguće je izvršiti na tri načina:
 1. Posmatranjem i merenjem rada sistema i svođenjem rezultata na relevantnu veličinu – naravno za ovakav način je neophodno da sistem čiji se kapacitet određuje ***već postoji***
 2. Računarskom simulacijom – koja se najčešće koristi za sisteme ***koji se tek projektuju***
 3. Analitičkim metodama – kojima se dobija procena vremena trajanja ciklusa na osnovu analitičkih formula za osnovne elemente ciklusa
Iz prethodno rečenog se zaključuje da je ***poslednji način najjednostavniji i najbrži*** način za procenu vremena trajanja ciklusa.

U daljem tekstu će biti objašnjena naprednija metoda procene vremena trajanja ciklusa S/R sistema od metode rađene na kursu mehanizacije pretovara 1, pri čemu treba reći da se i njom pretpostavlja da je **raspodela** kojom se opisuje strategija raspoređivanja tereta u okviru jednog regala **ravnomerna**, odnosno da je jednaka verovatnoća odlaganja i zahvatanja tereta sa svake pozicije u regalu

METODA

Ova metoda se zasniva na posmatranju veličina regala u koji se roba skladišti kroz **normalizovani vremenski domen**, umesto kroz prostorni domen što je slučaj u prvoj metodi. Da bi se došlo do normalizovanog vremenskog domena potrebno je prvo izvršiti prebacivanje prostornog domena u *vremenski*, a tek potom odrediti normalizovani vremenski domen, odnosno njegov osnovni parametar faktor oblika –b (slika).

Trajanje ciklusa S/R uređaja računa se kao

$$T_{SC} = 2 \cdot T \cdot T_{IR} + 2 \cdot T_{PD}$$

$$T_{DC} = T \cdot (2 \cdot T_{IR} + T_{RR}) + 4 \cdot T_{PD}$$

pri čemu je

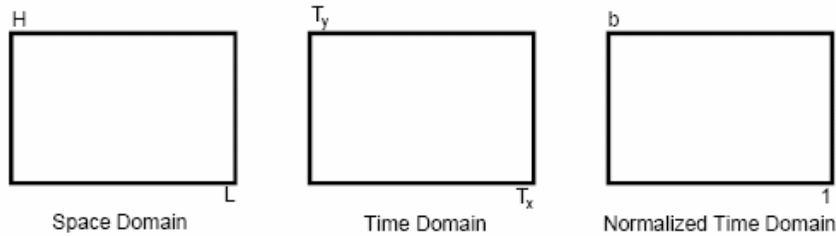
T_{SC} – trajanje jednostrukog ciklusa

T_{DC} – trajanje dvostrukog ciklusa

T_{IR} – koeficijent trajanja operacije kretanja od P/D stanice do slučajne pozicije na kojoj se roba odlaže (zahvata)

T_{RR} – koeficijent trajanja operacije kretanja između dve slučajne lokacije na kojima se roba odlaže (zahvata)

T_{PD} – trajanje operacija zahvatanja ili odlaganja na P/D stanicama ili lokacijama u regalu



Dimenzije regala u vremenskom domenu se određuju kao

$$T_x = \frac{L}{v_x}$$

$$T_y = \frac{H}{v_y}$$

Veličina regala u vremenskom domenu -T, koja se drugačije naziva i **skala regala**, se dobija kao

$$T = \max(T_x, T_y)$$

Odnos visine i dužine regala u vremenskom domenu se naziva **faktor oblika** – b i izračunava se kao

$$b = \frac{\min(T_x, T_y)}{T}$$

Dimenzije regala u normalizovanom vremenskom domenu su 1 i b, pri čemu je $0 \leq b \leq 1$.

Na osnovu ove veličine vrši se proračun vremena koje je potrebno S/R uređaju za operacije:

- prelaska od pozicije P/D stanice do slučajne lokacije u regalu – T_{IR}

$$T_{IR} = \frac{b^2}{6} + \frac{1}{2}$$

- prelaska između dve slučajne lokacije u regalu - T_{RR}

$$T_{RR} = \frac{1}{3} + \frac{b^2}{6} - \frac{b^3}{30}$$

Kao i u metodi iz prethodnog semestra važi sledeće:

Kako se u radu jednog AS/RS sistema ne odvijaju samo jednostruki ili samo dvostruki ciklusi to je za dobijanje prosečnog ciklusa S/R uređaja potrebno iskoristiti saznanja o učestalosti pojedinih ciklusa u ukupnom broju istih. Kada su poznati ti podaci **prosečan ciklus** se dobija kao

$$T_c = a \cdot T_{SC} + (1-a) \cdot T_{DC}$$

a prosečna **količina prenetih jedinica u prosečnom ciklusu** kao

$$u = a \cdot 1 + (1-a) \cdot 2$$

pri čemu je **a** učešće jednostukih ciklusa u ukupnom broju ciklusa.

Zadatak 1

Na početku vršnog sata u radu AS/RS-a na P/D stanicu pristiže 100 jedinica tereta, istovremeno se zahteva da se u toku tog sata iz regala otpremi 80 jedinica. U toku tih sat vremena S/R mašina se koristi isključivo za realizaciju dobijenih zadataka na najracionalniji mogući način (tj. do završetka procesa iskladištenja mašina koristi dvostruke cikluse, a nakon toga uskladištenje preostalih jedinica se vrši jednostrukim ciklusima). Ukoliko su poznati sledeći podaci:

- dužina skladišnog regala – 16.5m
- visina skladišnog regala – 11m
- P/D stanica se nalazi na početku najnižeg nivoa regala
- brzina S/R uređaja u horizontalnom pravcu je 1m/s, a u vertikalnom 0.6m/s
- vremena utovara i istovara tereta sa S/R uređaja su po 8s

odrediti koliko će se jedinica tereta nalaziti na P/D stanici po isteku vršnog sata.

REŠENJE

Obzirom da rad S/R uređaja podrazumeva da se do iskladištenja svih potrebnih jedinica obavljaju dvostuki ciklusi, to ćemo prvo razmotriti koliko je takvih ciklusa ostvareno u toku vršnog sata. Ukoliko je vreme potrebno za obavljanje 80 dvostrukih ciklusa manje od 1h, potrebno je utvrditi koliko je još jednostrukih ciklusa moguće ostvariti u ostatku vremena. Broj jedinica tereta koji su nakon isteka vršnog sata ostali na P/D stanici je jednak razlici sume jednostrukih i dvostrukih ciklusa i ukupnog broja jedinica tereta.

Dimenzije regala u vremenskom domenu se određuju kao

$$T_x = \frac{L}{v_x} = \frac{16\text{m}}{1\text{m/s}} = 16\text{s}$$

$$T_y = \frac{H}{v_y} = \frac{11\text{m}}{0.6\text{m/s}} = 18.4\text{s}$$

Veličina regala u vremenskom domenu se dobija kao

$$T = \max(T_x, T_y) = \max(16\text{s}, 18.4\text{s}) = 18.4\text{s}$$

Faktor oblika – b se izračunava kao

$$b = \frac{\min(T_x, T_y)}{T} = \frac{\min(16\text{s}, 18.4\text{s})}{18.4} = \frac{16\text{s}}{18.4\text{s}} = 0.87$$

Na osnovu faktora oblika se izračunavaju procenjena vremena kretanja S/R uređaja između P/D stanice i slučajne lokacije - T_{IR} i između dve slučajne lokacije – T_{RR} .

$$T_{IR} = \frac{b^2}{6} + \frac{1}{2} = \frac{0.87^2}{6} + 0.5 = 0.626$$

$$T_{RR} = \frac{1}{3} + \frac{b^2}{6} - \frac{b^3}{30} = 0.33 + \frac{0.87^2}{6} - \frac{0.87^3}{30} = 0.4342$$

Sada je dvostruki ciklus

$$T_{DC} = T \cdot (2 \cdot T_{IR} + T_{RR}) + 2 \cdot (T_p + T_D) = 18.4\text{s} \cdot (2 \cdot 0.626 + 0.4342) + 2 \cdot (8\text{s} + 8\text{s}) \cong 63\text{s}$$

Broj ciklusa koje S/R uređaj uspe da uradi u toku sat vremena je

$$N_C = \frac{3600}{63} = 57.14$$

Kako je početak dvostrukog ciklusa zahvatanje tereta sa P/D stanice to se zaključuje da je uređaj uspeo da zahvati 58 jedinica tereta, tj. da je na kraju vršnog sata ostalo još 42 jedinice tereta koje treba uskladištiti

Zadatak2.

AS/RS sistem se projektuje kako bi opslužio skladište kapaciteta 12000 paletnih mesta. Zbog ograničenosti dimenzija prostora definisano je da će skladište imati visinu od osam paletnih nivoa. Izbor se pravi između sledećih varijanti:

- ukupno 10 prolaza sa regalima dužine 75 paletnih mesta
- ukupno 8 prolaza sa regalima dužine 84 paletna mesta

Od projektovanog sistema se zahteva da obezbedi kapacitet od 180 uskladištenih i 180 iskladištenih jedinica tereta na čas, pri čemu se podrazumeva jednaka verovatnoća zahvatanja i odlaganja tereta sa svih lokacija. Ukoliko su poznati sledeći podaci odrediti bolju varijantu.

- Brzine kretanja S/R mašine u horizontalnom pravcu je 2.3 m/s
- Brzine kretanja S/R mašine u vertikalnom pravcu 0.41 m/s.
- Veličina regalskog paletnog mesta je 1.2x1.4m
- Lokacije P/D stanica su na nivou poda na početku svakog reda
- Vremena zahvatanja i odlaganja tereta su po 18s
- Pretpostavlja se da je 40% ciklusa jednostruko.

REŠENJE

Kako ponuđena varijanta pod b) zahteva angažovanje manjeg broja S/R uređaja, a samim tim je i niža cena takvog sistema, prvo ćemo nju analizirati i utvrditi da li zadovoljava uslov proizvodnosti.

Dimenzije regala u ovom slučaju su

$$\text{Visina } H=8 \cdot 1.4=11.2\text{m}$$

$$\text{Dužina } L=84 \cdot 1.2=100.8\text{m}$$

METODA

Dimenzije regala u vremenskom domenu se određuju kao

$$T_x = \frac{L}{v_x} = \frac{100.8\text{m}}{2.3 \text{ m/s}} = 43.83\text{s}$$

$$T_y = \frac{H}{v_y} = \frac{11.2\text{m}}{0.41 \text{ m/s}} = 27.32\text{s}$$

Veličina regala u vremenskom domenu se dobija kao

$$T = \max(T_x, T_y) = \max(43.83\text{s}, 27.32\text{s}) = 43.83\text{s}$$

Faktor oblika – b se izračunava kao

$$b = \frac{\min(T_x, T_y)}{T} = \frac{\min(43.83\text{s}, 27.32\text{s})}{43.83} = \frac{27.32\text{s}}{43.83\text{s}} = 0.623$$

Na osnovu faktora oblika se izračunavaju procenjena vremena kretanja S/R uređaja između P/D stanice i slučajne lokacije - T_{IR} i između dve slučajne lokacije – T_{RR} .

$$T_{IR} = \frac{b^2}{6} + \frac{1}{2} = \frac{0.623^2}{6} + 0.5 = 0.565$$

$$T_{RR} = \frac{1}{3} + \frac{b^2}{6} - \frac{b^3}{30} = 0.33 + \frac{0.623^2}{6} - \frac{0.623^3}{30} = 0.387$$

Sada su ciklusi

$$T_{SC} = T \cdot 2 \cdot T_{IR} + 2 \cdot T_{PD} = 43.83\text{s} \cdot 2 \cdot 0.565 + 2 \cdot 18\text{s} = 85.53\text{s}$$

$$T_{DC} = T \cdot (2 \cdot T_{IR} + T_{RR}) + 2 \cdot (T_P + T_D) = 43.83\text{s} \cdot (2 \cdot 0.565 + 0.387) + 2 \cdot (18\text{s} + 18\text{s}) = 138.49\text{s}$$

Prosečni ciklus je

$$T_c = a \cdot T_{SC} + (1-a) \cdot T_{DC} = 0.4 \cdot 85.53 + 0.6 \cdot 138.49 = 117.31$$

a prosečan broj otpremljenih jedinica u ciklusu

$$n = a \cdot 1 + (1-a) \cdot 2 = 0.4 + 1.2 = 1.6$$

Iz ovoga sledi da je kapacitet ovakvog sistema

$$Q_k = n \cdot \frac{3600}{T_c} = 1.6 \cdot \frac{3600}{117.31} = 49.1 \text{ kom/h}$$

potreban broj vozila je

$$N = \left[\frac{Q_{\text{zah}}}{Q_k} \right] = \left[\frac{360 \text{ kom/h}}{49.1 \text{ kom/h}} \right] = [7.33] = 8$$

Prema ovoj metodi dato rešenje ispunjava uslov kapaciteta, pa ga usvajamo kao konačno.

$$\eta = \frac{7.33}{9} = 0.8144 = 81.44\%$$

Za domaći proveriti rešenje pod a)

Treba da se dobije $N=8$ i iskorišćenje oko 70%