Zadatak 2.1

Trakastim transporterom puni se piramidalni bunker, sa ulaznim i izlaznim otvorom kvadratnog oblika (Slika 1), koji služi kao međuskladište. Iz bunkera se dodavačem materijal otprema dalje u proces. Materijal koji se transportuje je pesak. Dolazni tok se ponaša po Poasonovoj raspodeli i iznosi 1 $\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{min}}$, a trakasti transporter se naizmenično uključuje i isključuje svakih 15 min.

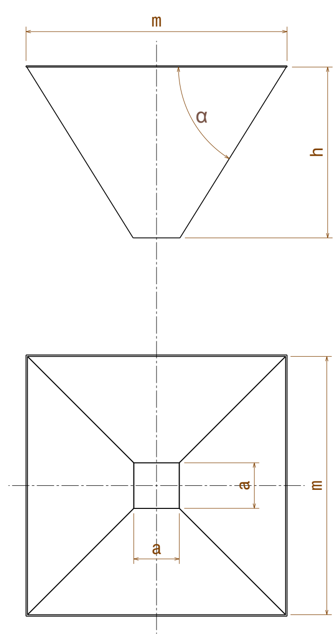
Odrediti:

(a) Potrebnu zapreminu bunkera, ukoliko se koristi standardni dodavač kapaciteta 0.6 $\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{min}}$ (otprema materijala se odvija kontinualno, po eksponencijalnoj raspodeli);

(b) Osnovne dimenzije bunkera, ako je zadata dimenzija gornjeg otvora 3.5 m; Proveriti protočnu moć bunkera, ako se usvoji da je isticanje iz bunkera hidraulično (zbog vlage u pesku), te je brzina isticanja data izrazom $v = 4.46\beta\sqrt{R}\ \ [\frac{m}{s}]$. Gde je $R = \frac{a}{4}$ - hidraulični radijus isticanja, $\beta = 0.22$ - koeficijent isticanja.

(c) Srednju količinu materijala koja se zadržava u bunkeru;

(d) Verovatnoću da će doći do zastoja u radu sistema usled prepunjavanja bunkera.



Slika 1. Tehnička skica piramidalnog bunkera sa kvadratnim otvorom

Rešenje:

(a) U periodu rada transportne trake u bunker ide sledeća količina materijala:

$$V_\lambda = 1\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{min}} \cdot 15\mathrm{min} = 15\ \mathrm{m}^3$$

Za isto vreme iz bunkera istekne:

$$V_\mu = 0.6\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{min}} \cdot 15\mathrm{min} = 9\ \mathrm{m}^3$$

Potrebna zapremina bunkera data je izrazom:

$$V_p = V_\lambda - V_\mu = 15 - 9 = 6\ \mathrm{m}^3$$

(b) Osnovne dimenzije bunkera proračunavaju se na osnovu njegove potrebne zapremine ($V_p = 6\,\mathrm{m}^3$) i zadate propusne moći od $0.6\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{min}}$. Računska zapremina bunkera je data izrazom:

$$V = \frac{h}{3}(m^2 + \sqrt{m^2 \cdot a^2} + a^2) = \frac{h}{3}(m^2 + m \cdot a + a^2)$$

-gde je:
h - visina bunkera, m^2 - površina gornjeg otvora, a^2 - površina donjeg otvora.

Stvarna zapremina bunkera data je izrazom:

$$V = \frac{V_p}{\eta}$$

-gde je η koeficijent punjenja bunkera (usvaja se $\eta = 0.85$).

$$V = \frac{6}{0.85} = 7.06\ \mathrm{m}^3\ ,\ \text{usvaja se}\ V = 7\ \mathrm{m}^3$$

Propusna moć bunkera se može odrediti na osnovu izraza za zapreminski protok, koji dat je izrazom:

$$\dot{V} = A \cdot \upsilon\ \ [\frac{m^3}{s}]$$

-gde je:
A - površina izlaznog otvora ($A = a^2$),
υ - brzina isticanja materijala.

Stvarni zapreminski protok nam je poznat zbog definisanog kapaciteta dodavača. Na osnovu njega ćemo odrediti minimalnu dužinu stranice donjeg otvora (a), a potom usvojiti veću standardnu vrednost i odrediti koliki je maksimalni mogući zapreminski protok, tj. propusna moć bunkera. Usvaja se da je isticanje iz bunkera hidraulično (zbog vlage u pesku), pa je brzina isticanja data izrazom:

$$\upsilon = 4.46 \cdot \beta\sqrt{R} \ \ [\frac{m}{s}]$$

-gde je:
R - hidraulični radijus isticanja,
β - koeficijent isticanja.

$$R = \frac{a}{4}$$

$$\dot{V} = a^2 \cdot 4.46 \cdot 0.22\frac{\sqrt{a}}{2} = \frac{0.6\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{min}}}{60\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{min}}} = 0.01\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{s}} \ \rightarrow \ a = 0.21 \ \mathrm{m}$$

Usvaja se $a = 0.25$ m.

$$\upsilon = 4.46 \cdot 0.22\frac{\sqrt{0.25}}{2} = 0.245 \ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

$$\dot{V}_p = 0.25^2 \cdot 0.245 = 0.0153 \ \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{s}} = 0.92 \ \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{min}}$$

Dakle, propusna moć bunkera za usvojeno a=0.25 m iznosi 0.92 $\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{s}}$. Visina bunkera se može odrediti iz izraza za računsku zapreminu bunkera:

$$h = \frac{3V}{m^2 + m \cdot a + a^2} = \frac{3 \cdot 7}{3.5^2 + 3.5 \cdot 0.25 + 0.25^2} = 1.60 \ \mathrm{m}$$

Dimenzije bunkera su m = 3500 mm, a = 250 mm i h = 1600 mm. Ugao nagiba bunkera je:

$$\alpha = \arctan(\frac{2h}{m-a}) \ \rightarrow \ \alpha \approx 45^\circ$$

(c) Ukoliko se dolazni tok ponaša po Poasonovoj raspodeli intenzitet protoka dat je izrazom:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

-gde je:
λ - srednja količina materijala koja dođe u sistem u jedinici vremena ($\lambda = 30\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}}$),
μ - srednja količina materijala koja se opsluži - izađe iz bunkera ($\mu = 36\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}}$)

$$\rho = \frac{30}{36} = 0.833$$

Ako usvojimo da 1m^3 zapravo predstavlja jedinicu koja dolazi u sistem i koju je potrebno opslužiti, sistem se može modelirati kao otvoreni jednokanalni sistem opsluživanja sa šest mesta u redu, tj. sistem M/M/1/6. Srednja količina materijala u bunkeru izračunava se pomoću izraza za srednji broj jedinica u redu čekanja za otvoreni jednokana1ni sistem sa konačnim redom:

$$L_q = \rho^2 \frac{1-\rho^m \cdot [m \cdot (1-\rho)+1]}{(1-\rho)(1-\rho^{m+2})} = 0.833^2 \frac{1-0.833^6 \cdot 2}{(1-0.833)(1-0.833^8)} = \frac{0.23}{0.13} = 1.77 \text{ m}^3$$

(d) Kada se odvoz materijala ponaša po eksponencijalnoj raspodeli, verovatnoća da će doći do zastoja u radu usled prepunjavanja jednaka je verovatnoći da sistem dosegne svoj maksimalni propisani kapacitet punjenja od 6m^3, tj. verovatnoći da sistem bude u stanju 7 (smatramo da se 1m^3 u tom trenutku opslužuje) :

$$P_{otk}^{(m=6)} = p_7 = \rho^7 \cdot \frac{1-\rho}{1-\rho^8} = 0.06$$

$$p_7 = p_i = \rho^i \cdot \frac{1-\rho}{1-\rho^{m+2}} \text{ , za i=7 .}$$

Dakle, verovatnoća da će doći do zastoja usled prepunjavanja iznosi 6 %.

Zadatak 2.2

Odlivci prosečne mase 15 kg se dovoze pločastim transporterom do visećeg konvejera koji dalje odvozi delove u čistionicu. Na kraju pločastog transportera nalazi se strma ravan koja služi kao međuskladište. Dolazni tok odlivaka se ponaša po eksponencijalnoj raspodeli i u toku jednog sata prosečno pristiže 180 odlivaka. Radnik zahvata odlivke sa međuskladišta i postavlja ih na nosilicu visećeg konvejera (eksponencijalne raspodele vremena opsluživanja). Nosilica je predviđena da nosi dva odlivka.

(a) Odrediti brzinu visećeg konvejera tako da verovatnoća da je sistem prazan iznosi 10 %, ako važi izraz za kapacitet konvejera:

$$Z = \frac{3600 \cdot v \cdot i}{a} \left[\frac{\text{kom}}{\text{h}}\right]$$

-gde je v - brzina kretanja konvejera, i - broj komada tereta na jednom nosećem elementu - nosilici, a - korak kolica (usvaja se $a = 3$ m).

(b) Izračunati prosečnu popunjenost nosilica i ukupan broj nosilica na konvejeru, ako dužina horizontalnog dela trase iznosi 120 m.

Rešenje:

Kako imamo samo jednog radnika koji opslužuje odlivke, dati sistem se može modelirati kao otvoreni jednokanalni sistem sa neograničenim redom. Takođe, u nosilicu se stavljaju po dva odlivka, te je moguće posmatrati ih kao jednu jedinicu, kako bismo pojednostavili problem (u suprotnom bi se sistem morao modelirati kao sistem sa grupnim opsluživanjem). Dakle, posmatramo sistem oblika M/M/1/∞.

(a) Verovatnoća da u sistemu nema jedinica definisana je izrazom:

$$P(X=i) = \rho^i(1-\rho) \quad \text{, za i=0}$$
$$P(X=0) = p_0 = \rho^0(1-\rho) = 0.1$$

$$\rightarrow \rho = 1 - p_0 = 0.9$$

Koeficijent iskorišćenja uređaja za opsluživanje (ρ) iznosi 0.9, a definisan je i izrazom:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

-gde je:
λ - srednji broj jedinica (dva odlivka) koji dođu na opsluživanje u jedinici vremena ($\lambda = \frac{180}{2} = 90 \frac{\text{jedinica}}{\text{h}}$), i
μ - srednji broj jedinica koje se opsluže u jedinici vremena.

Pod jedinicom za ovakav sistem smatraju se dva odlivka, jer je toliki kapacitet nosilica.

$$\mu = \frac{\lambda}{\rho} = \frac{90}{0.9} = 100 \; \frac{\text{jedinica}}{\text{h}}$$

Kapacitet visećeg konvejera na koji se stavljaju odlivci mora biti 100 $\frac{\text{jedinica}}{\text{h}}$, odnosno 200 $\frac{\text{komada}}{\text{h}}$ i on je definisan izrazom:

$$Z = \frac{3600 \cdot v \cdot i}{a} \; \frac{\text{kom}}{\text{h}}$$

-gde je:
v - brzina kretanja konvejera u $[\frac{\text{m}}{\text{s}}]$,
i - broj komada tereta na jednom nosećem elementu - nosilici ($i = 2$),
a - korak kolica (usvaja se $a = 3$ m).

Brzina konvejera je:

$$v = \frac{200 \cdot 3}{3600 \cdot 2} = 0.083 \, \frac{m}{s}$$

Ako se kapacitet izražava u tonama na čas izraz je onda:

$$Q = Z \cdot m = 200 \cdot 15 = 3000 \, \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 3 \, \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

-gde je m = 15kg masa jednog odlivka.

(b) Srednja popunjenost nosilaca jednaka je iskorišćenju uređaja za opsluživanje koja iznosi:

$$\rho = \frac{90}{100} = 0.9$$

Sledi da je srednja popunjenost 90%. Ukupan broj nosilaca je:

$$n = \frac{L_h}{a} = \frac{120}{3} = 40$$

- gde je L_h dužina horizontalnog dela trase. Onda je broj popunjenih nosilica:

$$n_P = 0.9 \cdot n = 0.9 \cdot 40 = 36$$

Dakle, u proseku je popunjeno 36 nosilica.

Zadatak 2.3

Sa glavne montažne linije svakih 4 minuta siđe jedan proizvod. Proizvodi se paletizuju i viljuškarem odvoze do skladišta gotovih proizvoda. Prosečno vreme ciklusa viljuškara iznosi 10 minuta. Viljuškar transportuje po jednu paletu.

Dati dijagram zavisnosti broja proizvoda koji čekaju na otpremu, ako se na paletu stavljaju 3, 4 i 5 proizvoda. Dati dijagram zavisnosti broja proizvoda koji čekaju na otpremu u zavisnosti od broja uređaja za opsluživanje (1, 2 i 3 viljuškara), za konstantan koeficijent iskorišćenja kanala za opsluživanje (ρ). Raspodele vremena zahteva za otpremu proizvoda i vremena opsluživanja su eksponencijalne.

Rešenje:

Potrebno je ispitati karakteristike sistema u 6 različitih varijanti, odnosno, praktično uporediti šest različitih modela menjajući veličinu grupe koja se opslužuje i broj kanala za opsluživanje. Ono što će biti zajedničko svim modelima jeste da u datom sistemu imamo neograničeni izvor dolaznog toka, tj. otvoreni sistem.

(a) Prvi slučaj - 3 proizvoda ($M/M/1/\infty$)

Gledajući iz perspektive proizvoda, sistem se može modelirati kao sistem sa grupnim opsluživanjem. Međutim, ako posmatramo iz ugla opsluživanja palete, imamo najobičniji otvoreni jednokanalni sistem. U ovom slučaju, za formiranje jedne palete potrebno je $3 \cdot 4 = 12$ minuta.

Intenzitet toka kada se na paleti nalazi 3 proizvoda za otpremu u jednom ciklusu transporta dat je izrazom:

$$\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu}$$

-gde je:
λ_1 - srednji intenzitet dolaska jedinica u sistem u jedinici vremena, i
μ - srednji broj jedinica koje se opslože u jedinici vremena.

$$\lambda_1 = \frac{1}{\bar{t}_{d1}} = \frac{1}{12}\,\frac{\text{paleta}}{\text{min}} = 0.083\,\frac{\text{paleta}}{\text{min}}$$
$$\mu = \frac{1}{\bar{t}} = \frac{1}{10}\,\frac{\text{paleta}}{\text{min}} = 0.1\,\frac{\text{paleta}}{\text{min}}$$
$$\rho_1 = \frac{0.083}{0.1} = 0.83$$

Srednji broj paleta koje čekaju na otpremu dat je izrazom:

$$L_{q1} = \frac{\rho_1^2}{1-\rho_1} = \frac{0.83^2}{1-0.83} = 4.05 \text{ paleta}$$

Broj proizvoda koji čeka na otpremu je:

$$L'_{q1} = 3 \cdot L_{q1} = 3 \cdot 4.05 = 12.15 \text{ proizvoda}$$

(b) Drugi slučaj - 4 proizvoda ($M/M/1/\infty$)

Intenzitet toka kada se na paletu stavlja po 4 proizvoda za otpremu dat je izrazom:

$$\rho_2 = \frac{\lambda_2}{\mu}$$
$$\lambda_2 = \frac{1}{\bar{t}_{d2}} = \frac{1}{16} = 0.0625\,\frac{\text{paleta}}{\text{min}}$$
$$\rho_2 = \frac{0.0625}{0.1} = 0.625$$

Srednji broj paleta koje čekaju na otpremu dat je izrazom:

$$L_{q2} = \frac{\rho_2^2}{1-\rho_2} = \frac{0.625^2}{1-0.625} = 1.04 \text{ paleta}$$

Broj proizvoda koji čeka na otpremu je:

$$L'_{q2} = 4 \cdot L_{q2} = 4 \cdot 1.04 = 4.16 \text{ proizvoda}$$

(c) Treći slučaj - 5 proizvoda ($M/M/1/\infty$)

Intenzitet toka kada se na paletu stavlja po 5 proizvoda dat je izrazom:

$$\rho_3 = \frac{\lambda_3}{\mu}$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{\bar{t}_{d3}} = \frac{1}{20} = 0.05\,\frac{\text{paleta}}{\text{min}}$$

$$\rho_3 = \frac{0.05}{0.1} = 0.5$$

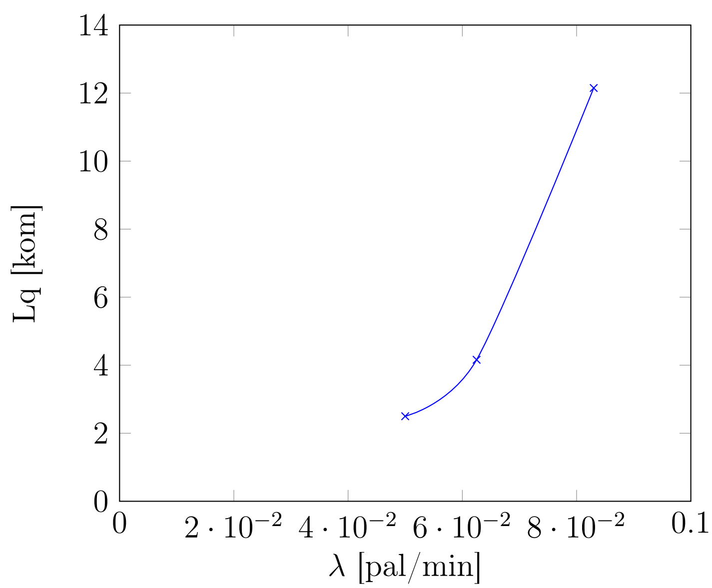
Srednji broj paleta koje čekaju na otpremu dat je izrazom:

$$L_{q3} = \frac{\rho_3^2}{1-\rho_3} = \frac{0.5^2}{1-0.5} = 0.5 \text{ paleta}$$

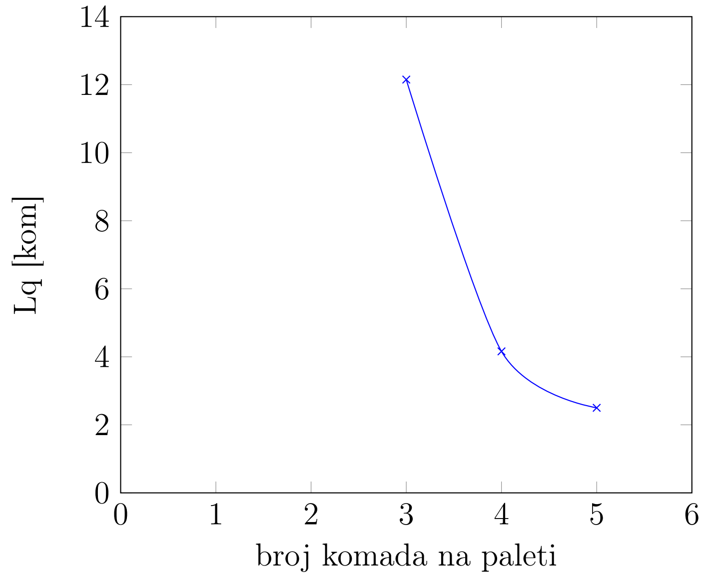
Broj proizvoda koji čeka na otpremu je:

$$L'_{q3} = 5 \cdot L_{q3} = 5 \cdot 0.5 = 2.5 \text{ proizvoda}$$

Dijagram zavisnosti broja proizvoda koji čekaju na otpremu i srednjeg intenziteta dolaska paleta u sistem dat je na Slici 2, dok je dijagram zavisnosti broja proizvoda koji čekaju na otpremu i broja proizvoda na paleti dat na Slici 3.



Slika 2: Dijagram zavisnosti broja proizvoda koji čekaju na otpremu i srednjeg intenziteta dolaska paleta u sistem



Slika 3: Dijagram zavisnosti broja proizvoda koji čekaju na otpremu i broja proizvoda na paleti

Transport može da se obavlja jednim viljuškarem (jednokanalni sistem) ili sa više transportnih sredstava kada imamo višekanalni sistem (c= 2 i 3). Usvojićemo za analizu sistem kada se na paletu postavlja po tri proizvoda i kod koga je intenziet protoka $\rho = 0.83 \frac{\text{paleta}}{\text{min}}$.

(d) Četvrti slučaj - identičan prvom ($M/M/1/\infty$)

Za jednokalani sistem (c=1) broj paleta koji čeka na otpremu je:

$$L_{q4} = 4.05 \text{ paleta}, L'_{q4} = 12.15 \text{ proizvoda}$$

(e) Peti slučaj ($M/M/2/\infty$)

Za dvokanalni sistem (c=2) broj paleta koji čeka otpremu dat je izrazom:

$$L_{q5} = \lim_{m \to \infty} \rho \cdot p_c \cdot \frac{1 - \rho^m \cdot [m \cdot (1-\rho) + 1]}{(1-\rho)^2} = p_c \cdot \frac{\rho}{(1-\rho)^2} = 0.123 \cdot \frac{0.83}{(1-0.83)^2} = 3.53$$

Gde je p_c verovatnoća da su svi viljuškari (kanali) zauzeti.

$$p_i = \frac{(c \cdot \rho)^i}{i!} \cdot p_0, \text{za i=2},$$

$$p_c = p_2 = \frac{(2 \cdot 0.83)^2}{2!} \cdot 0.093 = 0.123$$

- p_0 (verovatnoća da u sistemu neće biti jedinica) kod višekanalnog sistema sa beskonačnim redom određuje se nalaženjem granične vrednosti, kad $m \to \infty$, izraza :

$$\begin{aligned}
p_0 &= \lim_{m\to\infty} \frac{1}{\sum_{k=0}^{c} \frac{(c\cdot\rho)^k}{k!} + \frac{(c\cdot\rho)^c}{c!} \cdot \rho \cdot \frac{1-\rho^m}{1-\rho}} \\
&= \frac{1}{\sum_{k=0}^{c} \frac{(c\cdot\rho)^k}{k!} + \frac{(c\cdot\rho)^c}{c!} \cdot \frac{\rho}{1-\rho}} \\
&= \frac{1}{\sum_{k=0}^{2} \frac{(2\cdot 0.83)^k}{k!} + \frac{(2\cdot 0.83)^2}{2!} \cdot \frac{0.83}{1-0.83}} = 0.093
\end{aligned}$$

Broj proizvoda koji čeka na otpremu:

$$L'_{q5} = 3 \cdot L_{q5} = 3 \cdot 3.53 = 10.59 \text{ proizvoda}$$

(f) Šesti slučaj ($M/M/3/\infty$)

Za trokanalni sistem (c=3) broj paleta koji čeka na otpremu dat je izrazom:

$$L_{q6} = \lim_{m\to\infty} \rho \cdot p_c \cdot \frac{1-\rho^m \cdot [m\cdot(1-\rho)+1]}{(1-\rho)^2} = p_c \cdot \frac{\rho}{(1-\rho)^2} = 0.118 \cdot \frac{0.83}{(1-0.83)^2} = 3.39$$

Gde je p_c verovatnoća da su svi viljuškari (kanali) zauzeti.

$$\begin{aligned}
p_i &= \frac{(c\cdot\rho)^i}{i!} \cdot p_0, \text{za i=3,} \\
p_c = p_3 &= \frac{(3\cdot 0.83)^3}{3!} \cdot 0.046 = 0.118
\end{aligned}$$

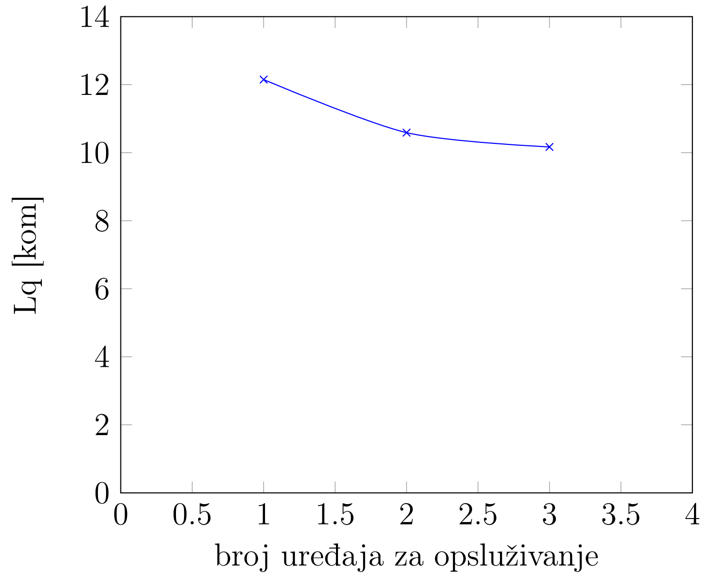
- p_0 (verovatnoća da u sistemu neće biti jedinica) kod višekanalnog sistema sa beskonačnim redom određuje se nalaženjem granične vrednosti, kad $m \to \infty$, izraza :

$$\begin{aligned}
p_0 &= \lim_{m\to\infty} \frac{1}{\sum_{k=0}^{c} \frac{(c\cdot\rho)^k}{k!} + \frac{(c\cdot\rho)^c}{c!} \cdot \rho \cdot \frac{1-\rho^m}{1-\rho}} \\
&= \frac{1}{\sum_{k=0}^{c} \frac{(c\cdot\rho)^k}{k!} + \frac{(c\cdot\rho)^c}{c!} \cdot \frac{\rho}{1-\rho}} \\
&= \frac{1}{\sum_{k=0}^{3} \frac{(3\cdot 0.83)^k}{k!} + \frac{(3\cdot 0.83)^3}{3!} \cdot \frac{0.83}{1-0.83}} = 0.046
\end{aligned}$$

Broj proizvoda koji čeka na otpremu:

$$L'_{q6} = 3 \cdot L_{q6} = 3 \cdot 3.39 = 10.17 \text{ proizvoda}$$

Dijagram zavisnosti broja proizvoda koji čekaju na otpremu zavisno od broja uređaja za opsluživanje dat je na Slici 4.



Slika 4: Dijagram zavisnosti broja proizvoda koji čekaju na otpremu i broja uređaja za oplsuživanje

Zadatak 2.4

U toku jednog sata na prijemnu rampu bloka skladišta lima dolaze četiri kamiona nosivosti 10 t. Dolazak kamiona se ponaša po Poasonovoj raspodeli. Kamioni dopremaju pakete lima dimenzija: 2000 x 1000 x 150 mm. Istovar kamiona obavlja viljuškar i pakete lima odlaže na prijemni deo blok skladišta (dolazni tok paketa lima odvija se po Poasonovom toku). Kapacitet prijemnog dela skladišta je pet paketa. Dalju manipulaciju i transport paketa obavlja kran. Prosečan ciklus krana na uskladištenju paketa iznosi 2 minuta (opsluživanje se ponaša po eksponencijalnoj raspodeli).

Potrebno je odrediti:

(a) Procenat paketa koji zbog zauzetosti prijemnog dela skladišta moraju biti odloženi na drugo mesto;

(b) Efektivan parametar raspodele dolaska jedinica u sistem. Podatke koji nisu dati usvojiti.

Rešenje:

Prijemni deo blok skladišta se može modelirati kao jednokanalni sistem opsluživanja sa ograničenim redom, gde kran predstavlja kanal za opsluživanje, dok kapacitet prijemnog dela od pet paketa predstavlja red. Paketi lima predstavljaju jedinice koje je potrebno opslužiti. Kako je dolazni tok kamiona u blok skladište Poasonov proces i kako su vremena trajanja opsluživanja kranom raspodeljena po eksponencijalnoj raspodeli sistem se može modelirati kao jednokanalni sistem opsluživanja sa ograničenim redom, tj. sistem opsluživanja M/M/1/6.

Ono što je prvobitno neophodno odrediti jeste intenzitet dolaska jedinica - paketa lima u blok skladište, a on se određuje na osnovu mase paketa i broja dolazaka kamiona.

$$m_p = l \times b \times h \times \gamma = 20 \times 10 \times 1.5 \times 7.85 = 2355 \text{ kg}$$

-gde je:
- -dimenzije paketa: $2000 \times 1000 \times 150$ mm
- -specifična masa lima: $\gamma = 7.85 \, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

Broj paketa na kamionu (n_p) je:

$$n_p = \frac{G_k}{m_p} = \frac{10000}{2355} = 4.25 \text{ , usvaja se } n_p = 4 \text{ paketa,}$$

-gde je $G_k = 10000$ kg - nosivost kamiona.

Srednji intenzitet dolaska paketa lima na sat određuje se kao:

$$\lambda = n_k \cdot n_p = 4 \cdot 4 = 16 \, \frac{\text{paketa}}{\text{h}}$$

-gde je $n_k = 4$ - srednji broj kamiona koji doveze pakete lima u jednom satu.

broj kanala za opsluživanje:	$c = 1$,
broj mesta u redu:	$m = 5$,
srednji intenzitet dolaska paketa:	$\lambda = 16$ paketa na sat,
srednji intenzitet opsluživanja paketa:	$\mu = \frac{1}{\bar{t}_{ops}} = \frac{1}{2}$ paketa u minuti $\rightarrow$
	$\mu = 30$ paketa na sat,
koeficijent iskorišćenja kanala za opsluživanje(intenzitet protoka):	$\rho = \frac{\lambda}{c \cdot \mu} = \frac{16}{1 \cdot 30} = 0.5333$

(a) Procenat paketa lima, koji zbog zauzetosti prijemnog dela skladišta moraju biti odloženi na drugo mesto, predstavlja u stvari verovatnoću da će jedinica koja dolazi u sistem dobiti otkaz, tj. neće biti prihvaćena u sistem. Paket lima neće moći da se odloži na prijemni deo blok skladišta u slučaju da se jedan paket lima opslužuje, a njih pet se već nalaze u prijemnom delu, tj. kada u sistemu ima ukupno šest paketa lima. Verovatnoća otkaza P_{otk} u ovom slučaju definisana je verovatnoćom stanja sistema p_6 koja se za jednokanalni sistem sa ograničenim redom izračunava se na osnovu sledećeg izraza:

$$P_{otk} = p_6 = \rho^6 \cdot \frac{1-\rho}{1-\rho^{m+2}} = 0.5333^6 \cdot \frac{1-0.5333}{1-0.5333^7} = 0.0109$$

(b) Efektivni parametar raspodele dolaska jedinica u sistem se u literaturi naziva i prosečnim intenzitetom dolaznog toka i koristi se u situacijama kada znamo da se intenzitet dolaska nije konstantan, tj. menja se u zavisnosti od stanja sistema n. Kod jednokanalnih sistem sa beskonačnim redom važi izraz:

$$\lambda_{eff} = \overline{\lambda} = \lambda(1-p_{m+1}) = \lambda(1-p_6) = 16(1-0.0109) = 15.8256\,\frac{\text{paketa}}{\text{h}}$$

Dakle, približno 1.1 % od ukupnog broja paketa lima neće biti moguće odložiti na prijemni deo blok skladišta, dok efektivni parametar raspodele dolaska jedinica u sistem iznosi približno 15.83 paketa po satu.