

Houston Port Authority

June 21, 2006

Es gibt 3 Alternativen:

- (1) mit 1 Crew weiterarbeiten
- (2) eine zusätzliche Crew anstellen
- (3) ein pneumatisches System kaufen

Alternative 1:

Voraussetzungen für M/M/1-Modell sind gegeben. Personalkosten pro Tag:

$$(50\$/h) \cdot 24h/d = 1200\$/d$$

Liegekosten: Hierfür muss die durchschnittliche Wartezeit im System ermittelt werden

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{2 - 1.5} = 2h$$

Das bedeutet, jeder Wagen verweilt durchschnittlich 2 Stunden im System. Da durchschnittlich 36 Wagen pro Tag kommen, erhält man für die durchschnittlichen täglichen Liegekosten

$$36/d \cdot 2h \cdot 15\$/h = 1080\$/d$$

Die Gesamtkosten pro Tag betragen demnach

$$1200\$/d + 1080\$/d = 2280\$/d$$

Alternative 2:

Voraussetzungen für M/M/2-Modell sind gegeben. Wir können unsere Excel Datei benutzen und erhalten dann*

$$W_s = 0.5818h$$

Hieraus ergeben sich folgende Liegekosten

$$36/d \cdot 0.5818h \cdot 15\$/h = 314.17\$/d$$

Hinzu kommen die Personalkosten in Höhe von

$$2 \cdot 1200\$/d = 2400\$/d$$

Die Gesamtkosten betragen also

$$314.17\$/d + 2400\$/d = 2714.17\$/d$$

Zwischenfazit: Alternative 1 ist günstiger!

* Alternativer Weg:

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)!(c-\rho)^2} P_0 + \rho \\L_s &= \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)!(c-\rho)^2} \frac{1}{\left(\sum_{i=0}^{c-1} \frac{\rho^i}{i!}\right) + \frac{\rho^c}{c!(1-\frac{\rho}{c})}} + \rho \\&= \frac{0.75^3}{(2-0.75)^2} \frac{1}{1 + 0.75 + \frac{0.75^2}{2(1-\frac{0.75}{2})}} + 0.75 \\&= 0.8727\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_q &= L_s - \rho \\&= 0.8727 + 0.75 \\&= 0.1227\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_s &= \frac{L_q}{\lambda} + \frac{1}{\mu} \\&= \frac{0.1227}{1.5} + 0.5 \\&= 0.5818\end{aligned}$$

Alternative 3:

Hier muss das M/G/1-Modell mit $V(t) = 0$ angewandt werden

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{\lambda}{\mu} \\&= \frac{1.5}{3} \\&= 0.5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_q &= \frac{\rho^2 + \lambda^2 V(t)}{2(1-\rho)} \\&= \frac{0.25 + 0}{2 \cdot 0.5} \\&= 0.25\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_s &= L_q + \rho \\ &= 0.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{L_s}{\lambda} \\ &= 0.5h \end{aligned}$$

Hieraus ergeben sich durchschnittliche tägliche Liegekosten in Höhe von

$$36/d \cdot 0.5h \cdot 15\$/h = 270\$/d$$

Hinzu kommen die Personalkosten in Höhe von

$$15\$/h \cdot 24h/d = 360\$/d$$

Liegekosten und Personalkosten ergeben zusammen

$$270\$/d + 360\$/d = 630\$/d$$

Gegenüber Alternative 1 werden also täglich

$$2280\$/d - 630\$/d = 1650\$/d$$

eingespart. Hieraus ergeben sich jährliche Einsparungen in der Höhe von

$$365d/y \cdot 1650\$/d = 602250\$/y$$

Bereits im ersten Jahr sind die Einsparungen bei Variante 3 grösser als die 400000\$ Kosten der Anlage. Deshalb sollte Variante 3 gewählt werden.