

a.)

Prozesssystem 1:

$$B_{1i} = \sum_{\tilde{i}=1}^m \tilde{j}_{i,\tilde{i}} = 8$$

$$A_1 = E_1 - B_1 = 1$$

Prozesssystem 2:

$$B_2 = (3 \ 2 \ 5 \ 8)$$

$$A_2 = (1 \ 1 \ 2 \ 1)$$

Prozesssystem 3:

$$B_3 = (5 \ 2 \ 7 \ 4)$$

$$A_3 = (2 \ 3 \ 3 \ 5)$$

b.)

Prozesssystem 1:

$$A_1 = 1$$

$$C_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$R_1 = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$A_1 = 2$$

$$C_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$R_1 = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$A_1 = 2$$

$$C_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix}$$

← Prozess 4  
 ← Prozess 5

↓  
 deadlock, da noch Prozess 4 und 5 ausgeführt werden müssen, wobei P4 noch 3 Ressourcen und P5 5 Ressourcen braucht. Es sind jedoch nur noch 2 Ressourcen verfügbar und kein anderer Prozess kann noch ausgeführt werden um Ressourcen freizugeben.

Prozesssystem 2:

$$A_2 = (1121) \quad C_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad R_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

$$A_2 = (1233) \quad C_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad R_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

$$A_2 = (1335) \quad C_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

$$A_2 = (2 \ 3 \ 6 \ 7) \quad C_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad R_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

$$A_2 = (4 \ 3 \ 6 \ 9) \quad C_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad R_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

$$A_2 = (4 \ 3 \ 7 \ 9) \quad C_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Deadlock ist vermeidbar, z.B. mit der Prozessreihenfolge  
P4, P2, P1, P3, P5

Prozesssystem 3:

$$A_3 = (2 \ 3 \ 3 \ 5) \quad C_3 = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_3 = \begin{pmatrix} 0 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 5 \\ 2 & 1 & 1 & 7 \end{pmatrix}$$

$$A_3 = (2 \ 4 \ 3 \ 7) \quad C_3 = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad R_3 = \begin{pmatrix} 0 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A_3 = (2457) \quad L_3 = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_3 = \begin{pmatrix} 0 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 7 \end{pmatrix}$$

$$A_3 = (3467) \quad L_3 = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_3 = \begin{pmatrix} 0 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 7 \end{pmatrix}$$

$$A_3 = (4568) \quad L_3 = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_3 = \begin{pmatrix} 0 & 5 & 5 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 7 \end{pmatrix}$$

$$A_3 = (75109) \quad L_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 7 \end{pmatrix}$$

$$A_3 = (75109) \quad L_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

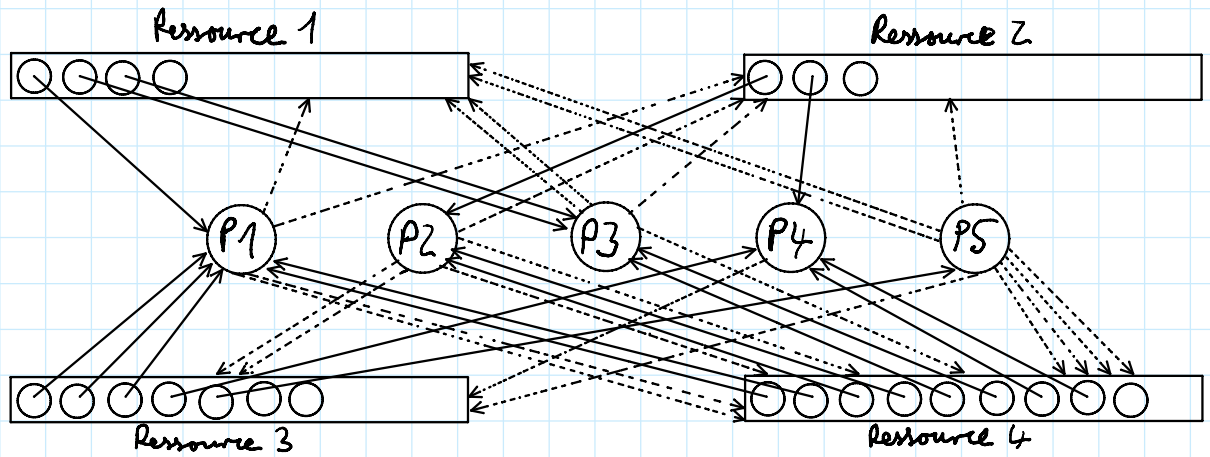
Deadlock ist vermeidbar, z.B. mit der Prozessreihenfolge  
 $P_4, P_3, P_2, P_1, P_5$

c.)

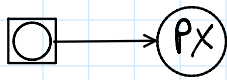
Resource 1

Resource 2

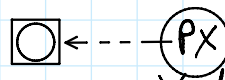
1



mit:



Prozess X besitzt  
bestimmte Instanz  
eines Ressourcentyps



Prozess X fordert beliebige  
Instanz eines Ressourcentyps an