Gyártórendszerek dinamikája

Gyártórendszerek dinamikájának formális leírása,

automaták és Petri hálók

Werner Ágnes
Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék
werner@virt.uni-pannon.hu

Tervezési és irányítási feladatok

Munkagép szinten
Irányítás, szabályozás

- új művelet(sor) megjelenésekor
- felhasználva az *optimalitási kritériumokat*: minőség, gazdaságosság
- $\Rightarrow$ idő-program műveletekre és paraméterekre

Minden szinten
Ellenőrzés, diagnosztika

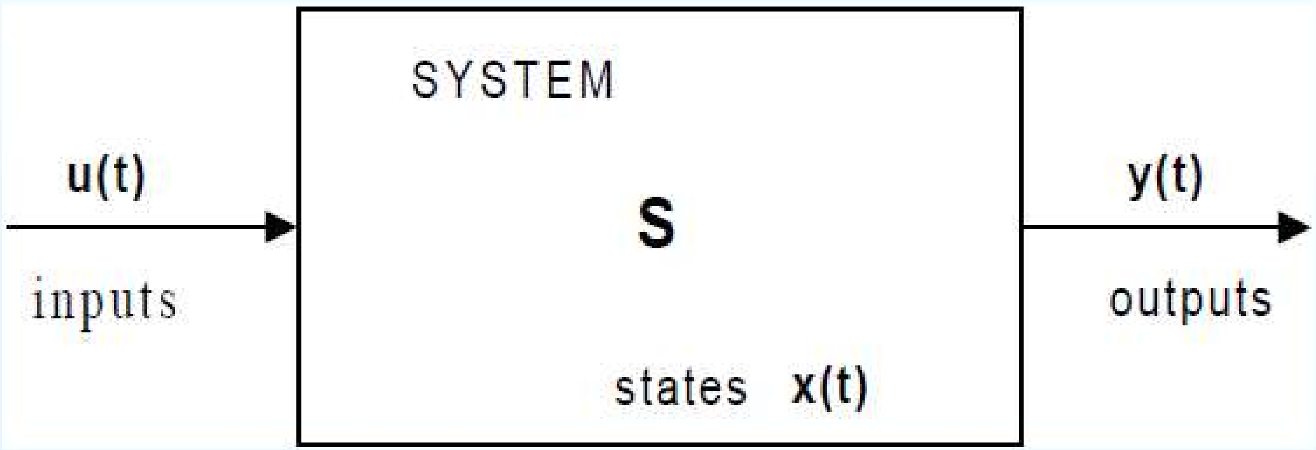
- rendszeres időközönként és új objektum felbukkanásakor
- lokálisan (az adott szinten)
- globálisan:
  - termék szinten
  - üzemrész gazdaságos működése szintjén

Rendszerek

Rendszer (**S**): *jelek*en végez műveletet

$$y = \mathbf{S}[u]$$

- bemenetek (u) és kimenetek (y)
- állapot-változók (x)



1. ábra. A rendszer jel-folyam ábrája

Diszkrét eseményű rendszerek

Jellemző tulajdonságok:

- a jelek (bemenet, kimenet, állapot) *értékkészlete* ***diszkrét***: $x(t) \in \mathbf{X} = \{x_0, x_1, ..., x_n\}$
- *esemény*: egy diszkrét jelérték-változás bekövetkezése
- az *idő* ***diszkrét***: $T = \{t_0, t_1, ..., t_n\} = \{0, 1, ..., n\}$

Csak az **események sorrendje** számít

- soros és párhuzamos események leírása
- **alkalmazási területek**: ütemezés, operátori eljárások, erőforrás-kezelés

Diszkrét idejű rendszerek állapottér leírása

Állapottér leírás

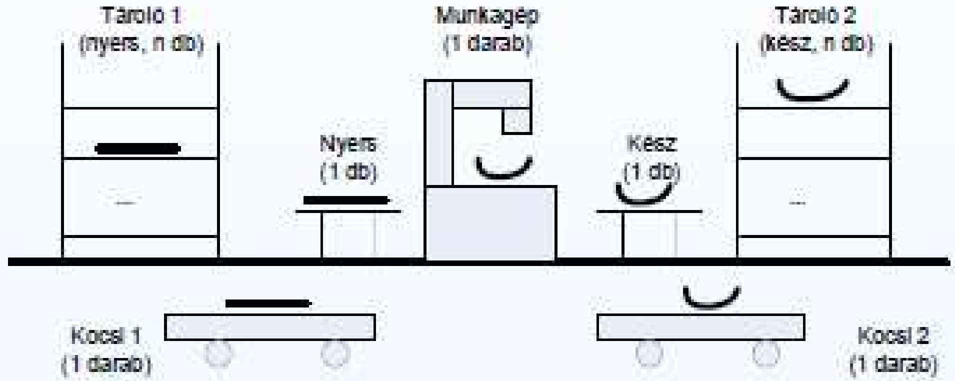
$$x(k+1) = F(x(k), u(k)) \qquad (allapot\ egyenlet)$$

$$y(k) = G(x(k), u(k)) \qquad (kimenet\ egyenlet)$$

adott $x(0)$ kezdeti feltétellel és nemlineáris F állapot, valamint G kimeneti függvényekkel

$$x(k) = x(t_k) \ \ , \ \ u(k) = u(t_k) \ \ , \ \ y(k) = y(t_k)$$

Egyszerűbb gyártórendszer példa



Bemenet: nyersanyag munkadarabok száma "Tároló 1"-en
Kimenet: késztermék munkadarabok száma "Tároló 2"-en

Munkadarabok és műveletek leírása

Jelek: munkadarabok száma a gyártórendszer kulonboző *tárolóhely*ein (*körökkel jelölve*)

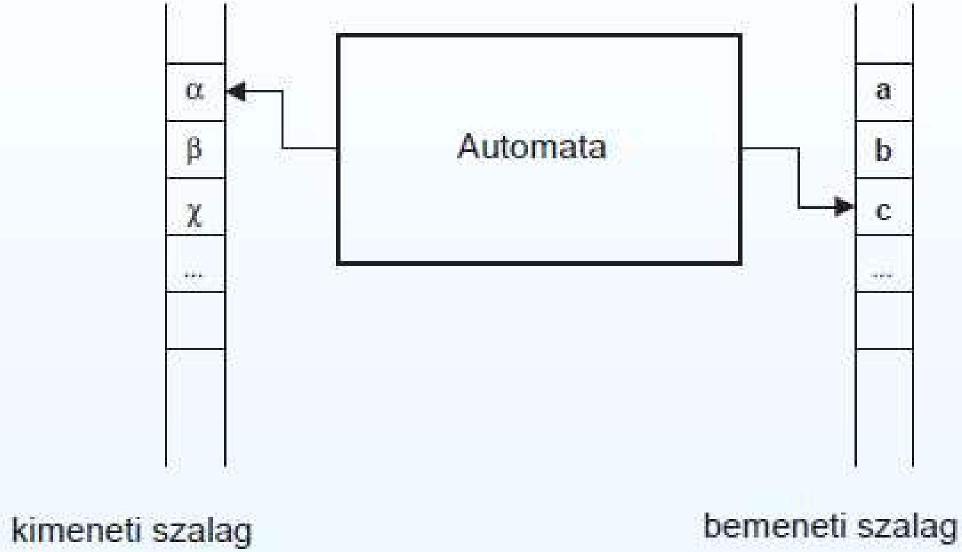
- diszkrét idejű és értékű jelek

Részrendszerek: műveleti egységek (berendezések) (*színezett téglalapokkal jelölve*)

- diszkrét idejű részrendszerek és összetett rendszer

Művelet: munkadarabok átalakítása

Automata



Absztrakt számítógép modellje: diszkrét eseményű rendszer.
Egy műveleti lépésben

- egy szimbólum olvasása a bemeneti szalagról (írófej mozgatás)
- állapot változtatás
- egy szimbólum írása a kimeneti szalagra (olvasófej mozgatás)

Véges automata – absztrakt leírás: $\mathbf{A} = (Q, \Sigma, \delta; \Sigma_O, \varphi)$

- **Állapotok halmaza**: Q
- a bemeneti szalag **véges ABC (alphabet)**-je: $\Sigma = \{\#; a, b, ...\}$
- **Állapot-átmeneti függvény**: $\delta : Q \times \Sigma \to Q$
- *Kezdeti és végállapotok halmaza*: $Q_I,\ Q_F\ \subseteq\ Q$
- a kimeneti szalag **véges ABC**-je: $\Sigma_O = \{\#; \alpha, \beta, ...\}$
- **Kimeneti függvény**: $\varphi : Q \to \Sigma_O$

Grafikus ábrázolás: súlyozott irányított gráffal

- **Csúcsok**: állapotok (Q)
- **élek**: állapot-átmenetek (δ)
- **élsúlyok**: bemenő szimbólum (Σ)

Automaták működése

Adott

- kezdeti állapot: $q_0 \in Q_I \subseteq Q$
- input szalag tartalma: $S = [\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_n]$, $\sigma_i \in \Sigma$

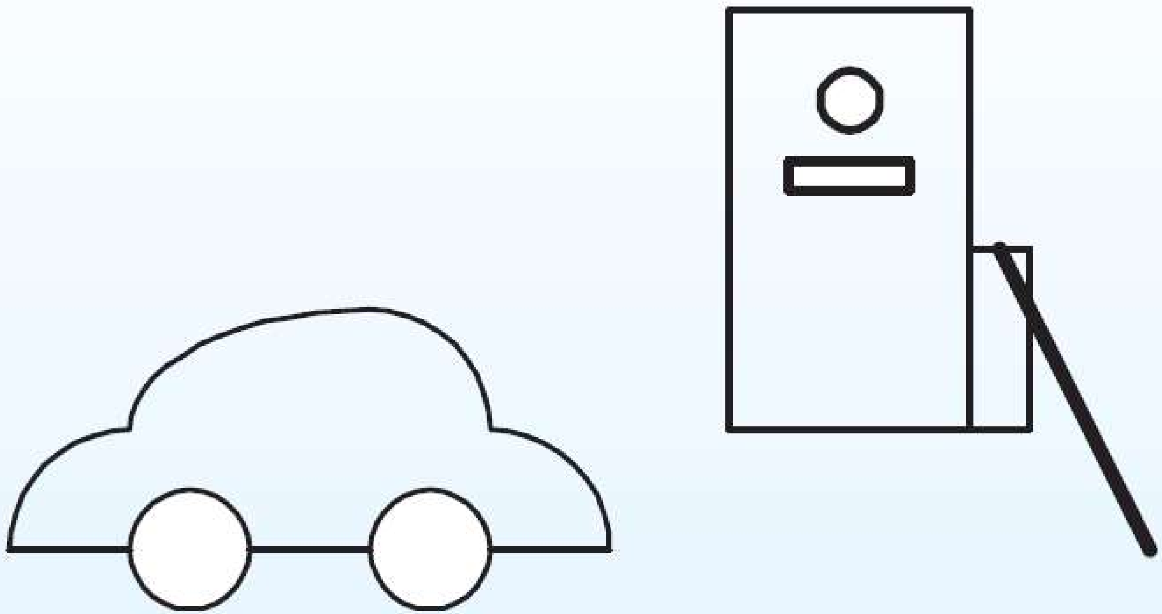
Kiszámítandó:

- végállapot: ha $q_f \in Q_F \subseteq Q$, akkor az automata **elfogadja** az inputot
- output szalag tartalma: $S_O = [\zeta_1, \zeta_2, ..., \zeta_n]$, $\zeta_i \in \Sigma_O$

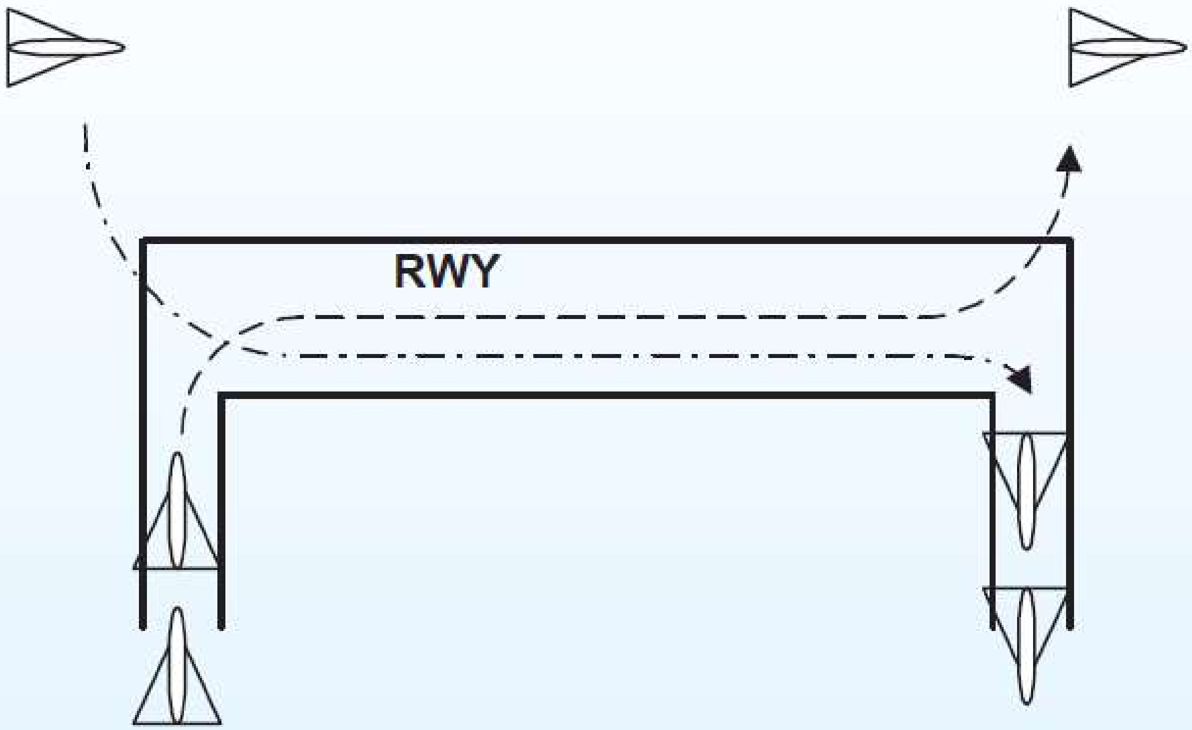
Automaták - diszkrét eseményű rendszerek

	Automata modell	Diszkrét eseményű ÁT modell
Állapottér	Q	$\mathcal{X} \in \mathbb{Z}^n$
Bemenet u	szimbólum sorozat Σ-ból	diszkrét értékű diszkrét idejű jel
Kimenet y	szimbólum sorozat Σ_O-ból	diszkrét értékű diszkrét idejű jel
Állapot egyenlet	$q(k+1) = \delta(q(k), u(k))$	$x(k+1) = F(x(k), u(k))$
Kimeneti egyenlet	$y(k) = \varphi(x(k))$	$y(k) = G(x(k), u(k))$

Példa1: Parkológarázs kapu



Példa2: Kifutópálya



Petri háló modell – absztrakt leírás: $\mathrm{PN} = (P, T, I, O)$

Statikus leírás (szerkezet)

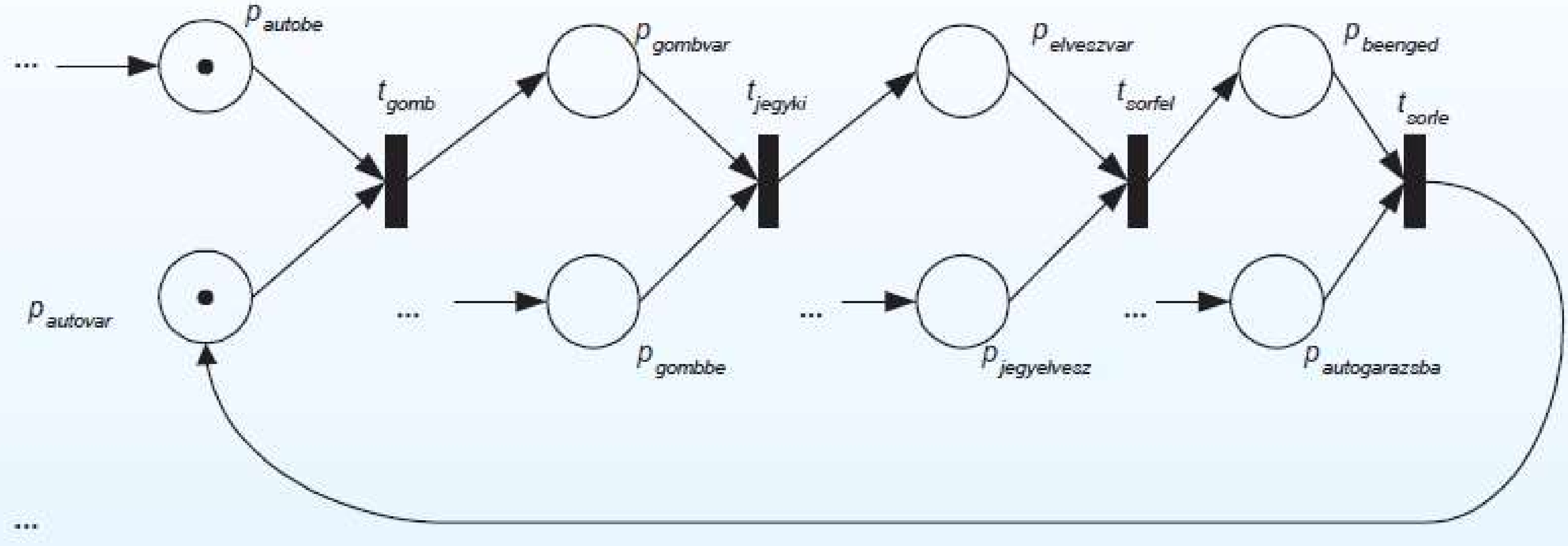
- **Helyek (feltételek)** halmaza: P
- **Átmenetek (események)** halmaza: T
- **Bemeneti (előfeltétel) függvény**: $I : T \to P^{\infty}$
- **Kimeneti (következmény) függvény**: $O : T \to P^{\infty}$

Grafikus ábrázolás: páros irányított gráffal

- **Csúcsok**: helyek (P) és átmenetek (T) (partíciók)
- **Élek**: bemeneti és kimeneti függvény (I, O)

Példa: parkológarázs kapu – 1

Petri háló modell - grafikus leírás



Példa: parkológarázs kapu – 2

Petri háló modell - formális leírás

Helyek (állapot; input):

$$P = \{p_{autovar}, p_{gombvar}, p_{elveszvar}, p_{beenged}\ ;\ p_{autobe}, p_{gombbe}, p_{jegyelevesz}, p_{autogarazsba}\}$$

Átmenetek:

$$T = \{t_{gomb}, t_{jegyki}, t_{sorfel}, t_{sorle}\}$$

Bemeneti függvény:

$$I(t_{gomb}) = \{p_{autobe}, p_{autovar}\} \quad , \quad I(t_{jegyki}) = \{p_{gombbe}, p_{gombvar}\}$$

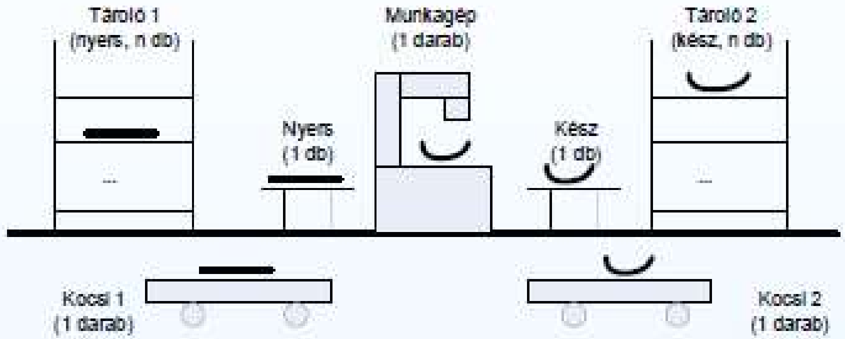
$$I(t_{sorfel}) = \{p_{jegyelvesz}, p_{elveszvar}\} \quad , \quad I(t_{sorle}) = \{p_{beenged}, p_{autogarazsba}\}$$

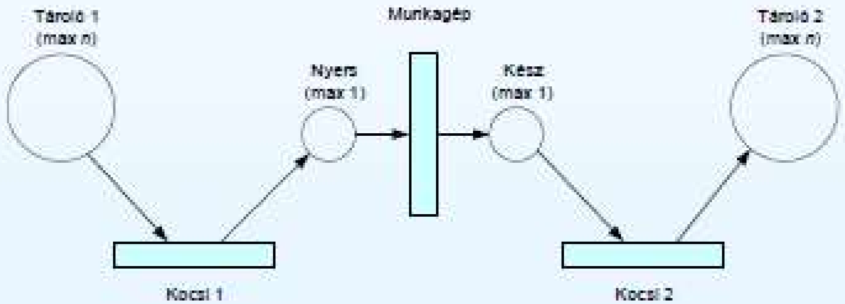
Kimeneti függvény:

$$O(t_{gomb}) = \{p_{gombvar}\} \quad , \quad O(t_{jegyki}) = \{p_{elveszvar}\}$$

$$O(t_{sorfel}) = \{p_{beenged}\} \quad , \quad O(t_{sorle}) = \{p_{autovar}\}$$

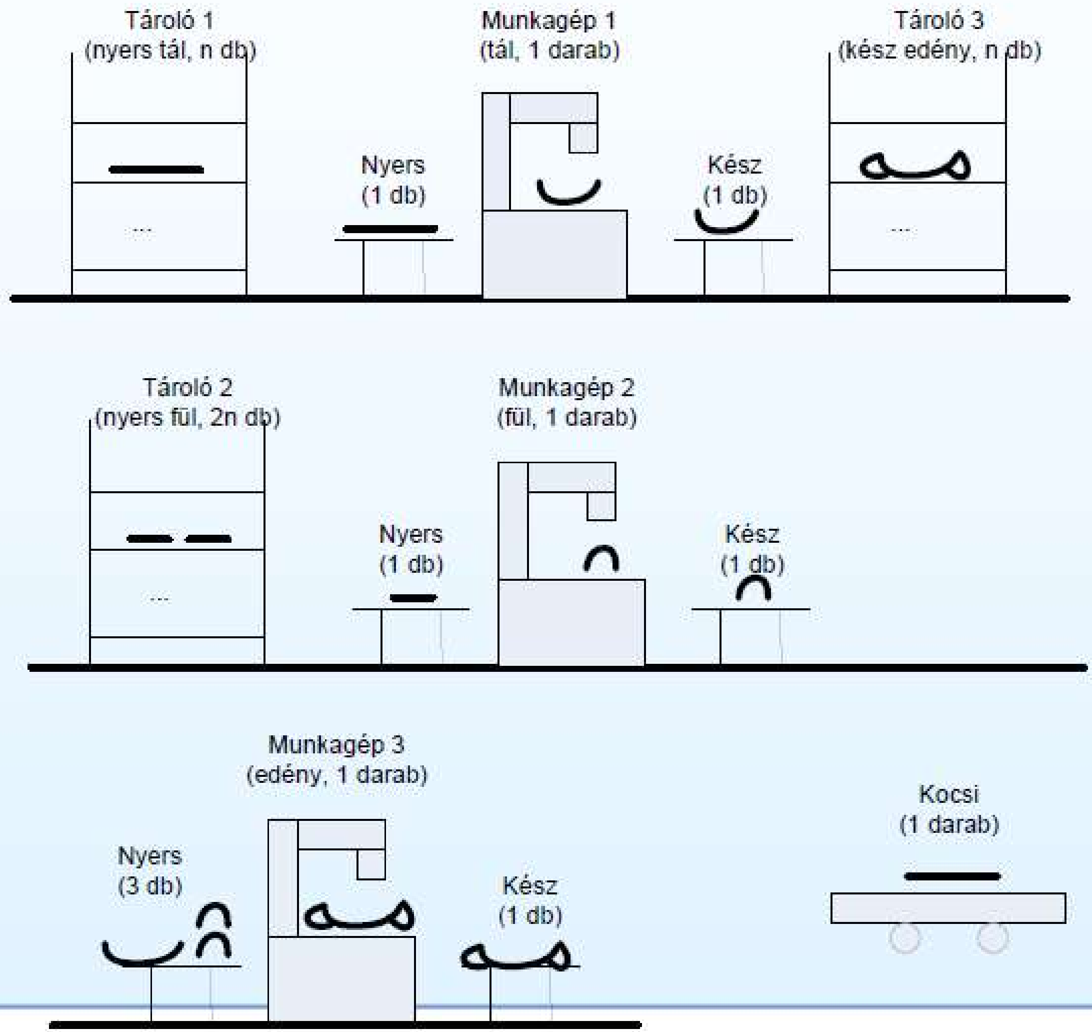
Egyszerű**bb** gyártórendszer példa





Bemenet: nyersanyag munkadarabok száma "Tároló 1"-en, n_{T1}
Kimenet: késztermék munkadarabok száma "Tároló 2"-en, n_{T2}
Állapotok: munkadarabok száma a "Nyers" és "Kész" tárolókon n_N, n_K

Edény gyártórendszer példa



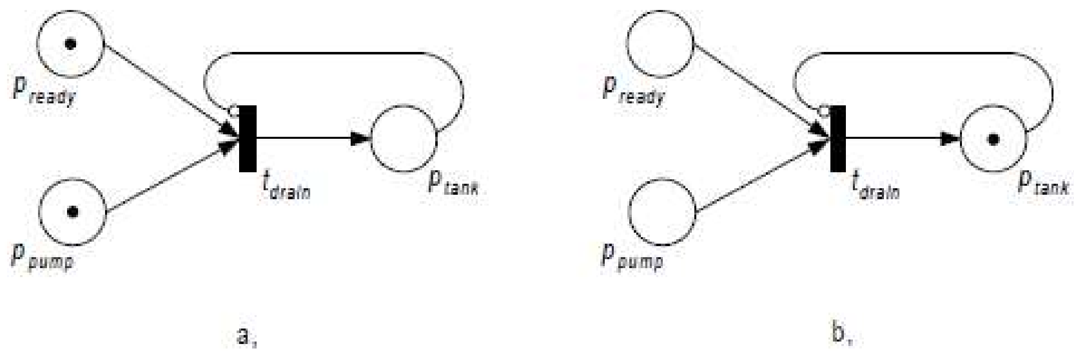
Konfliktus feloldás

Inhibitor nyilakkal:

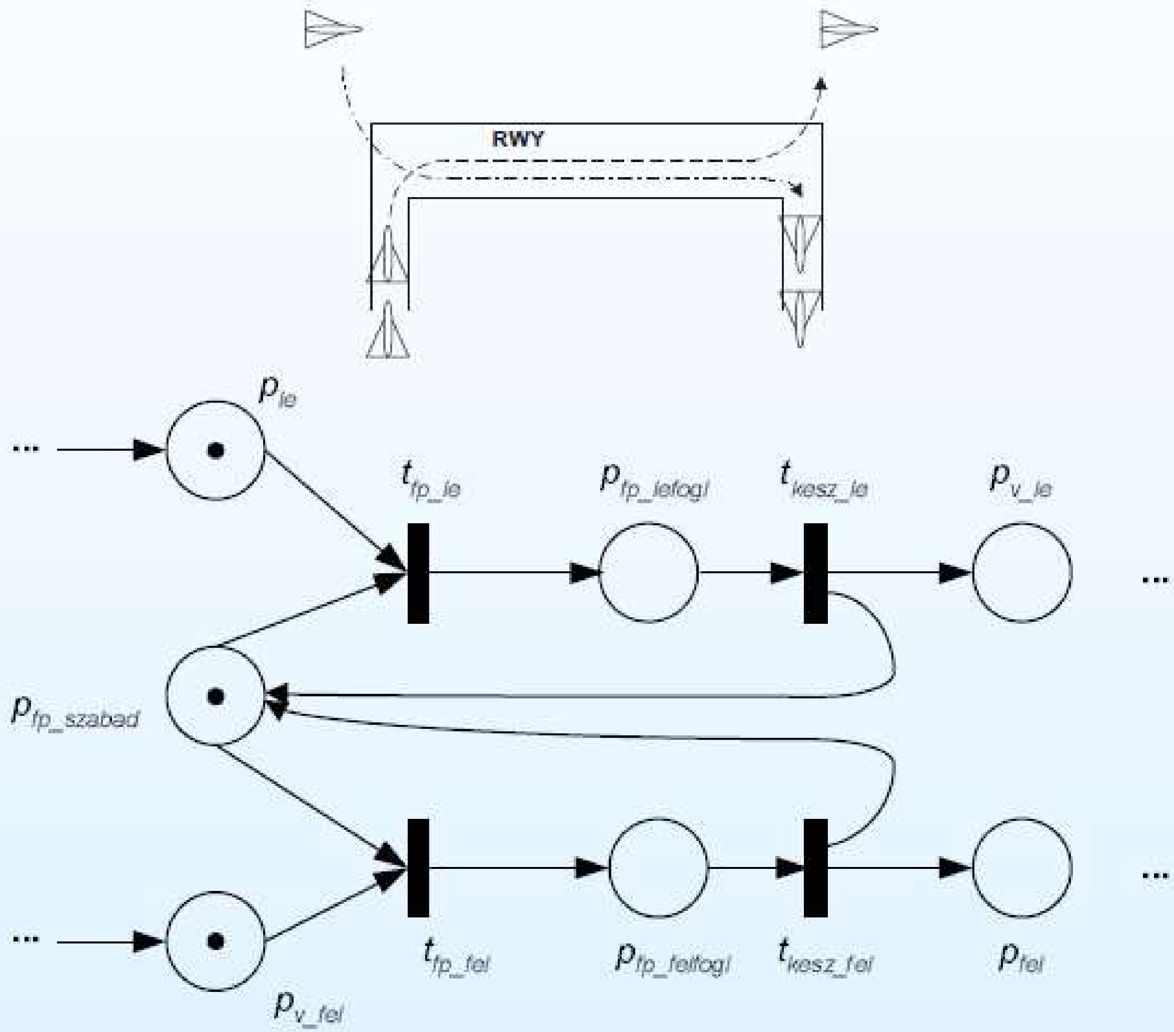
- felhasználó által beállított prioritás
- teszt nyilak

Egyéb megoldások:

- helyek kapacitása



Kifutópálya Petri háló modellje – 1



Kifutópálya Petri háló modellje – 2

Konfliktus-feloldás: leszálló gépnek előnye van