

# Gyártórendszerek dinamikája

Műszaki menedzser BSc szak

PE, MIK, Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

**Előadó:**

Starkné dr. Werner Ágnes egyetemi docens

**Honlap:** Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

<http://virt.uni-pannon.hu/>

-> Tantárgyak

-> Gyártórendszerek dinamikája

# Elvárások, követelmények

Neptunkód: VEMIVIB312G

Írásbeli vizsga min. 42%-os teljesítése

Pontozás: 0-41=1 42-58=2 59-71=3 72-84=4 85-100=5

## Tematika

---

1. Bevezetés, történeti áttekintés, egy egyszerű gyártórendszer bemutatása
2. Gyártórendszerek funkciói és szerkezete, hierarchikus dekompozíció
3. Dinamikus gyártórendszerek matematikai leírásának alapelvei
4. Gyártórendszerek dinamikájának formális leírása: automaták és Petri hálók, a bonyolultságelmélet alapjai
5. Gyártórendszerek dinamikájának analízise: szimuláció, viselkedési és strukturális tulajdonságok, biztonságosság, holtpontmentesség, elérhetőség fogalma
6. Gyártásütemezés: az ütemezések analízise Gantt-chart módszerrel, az optimalizálási feladat kitűzése és változatai, megoldás a kritikus út módszerrel
7. Számítógéppel irányított gyártórendszerek (CIM): rendszerkomponensek és jellemzésük, az irányítási feladat, szabályozók osztályozása, számítógép hálózatok jellemzése
8. Gyártórendszerek irányítási struktúrái: az irányítási feladat szintjei, hierarchikus centralizált architektúrák, elosztott és hálózattal összekapcsolt architektúrák
9. Kitekintés: folyamat és művelettervezés, robotok alkalmazása, mesterséges intelligencia módszerek alkalmazása, folyamatbányászat

# Gyártórendszerek elemei és részrendszerei

---

## **Hierarchikus dekpozíció** szintjei

### ***Bonyolultság (méret) szerint***

- teljes üzem(rész)
- gyártósorok (lehetnek virtuálisak)
- (megmunkáló) gépek
- műveletek

### ***Idő-lépték szerint***

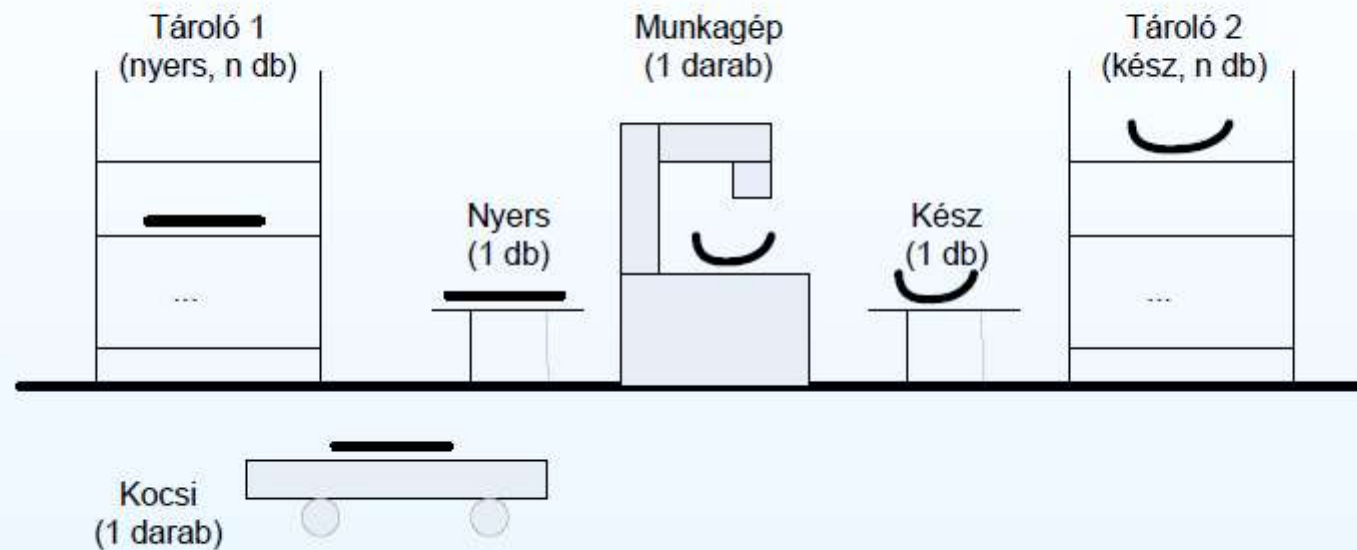
- teljes üzem ~ hetek
- gyártósor ~ nap (műszak)
- (megmunkáló) gépek ~ óra
- műveletek ~ perc

## Gyártórendszerek környezete

---

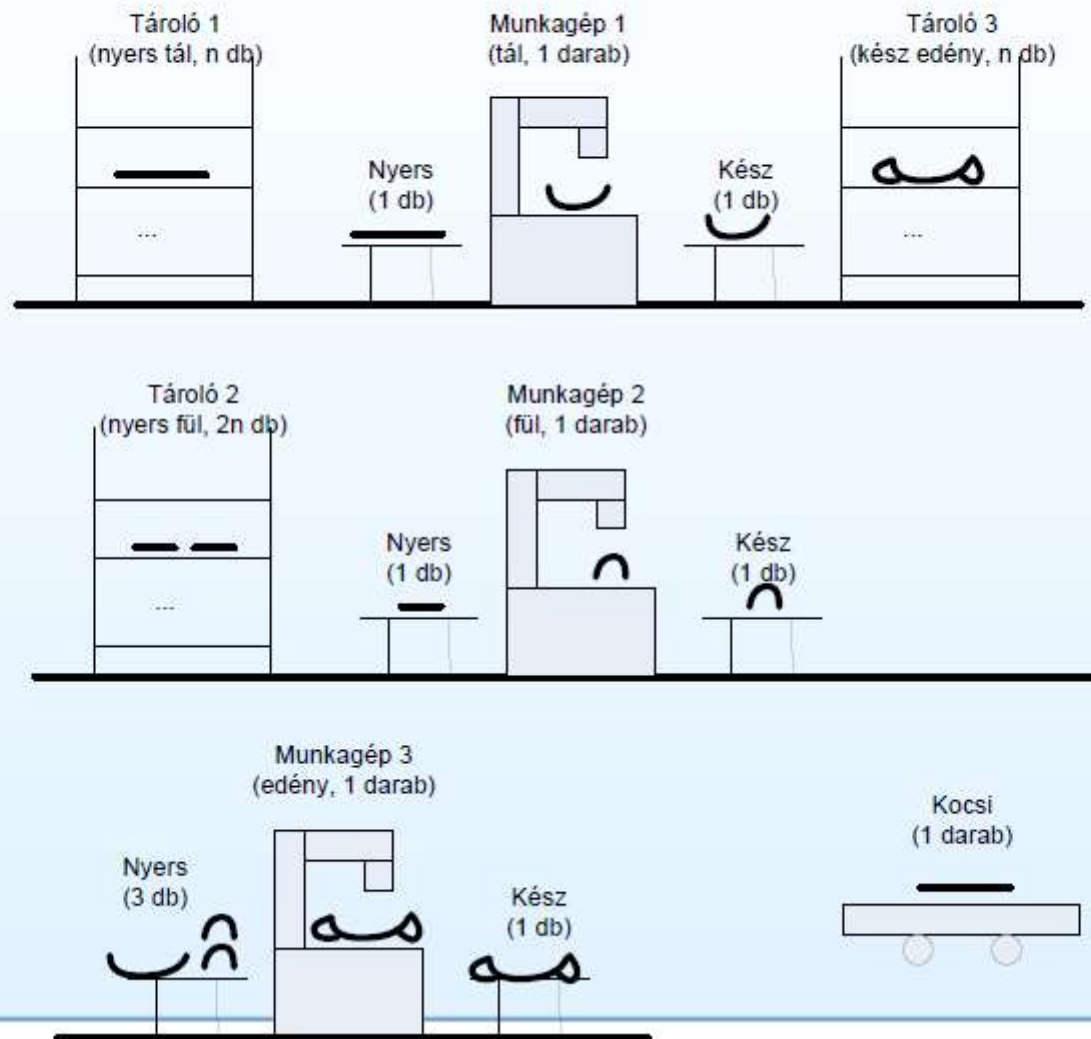
1. **Piaci környezet:** ár, rendelkezésre állás, változási sebesség
  - megrendelések
  - beszállítók
  - nyersanyag és energia
  - munkaerő
2. **Gazdasági és adminisztrációs környezet az üzemen belül**
  - megrendelések kezelése
  - mérnöki eljárások, termék- és gyártásfejlesztés
  - minőségellenőrzés
  - karbantartás

## Egyszerű gyártórendszer példa





## Edény gyártórendszer példa





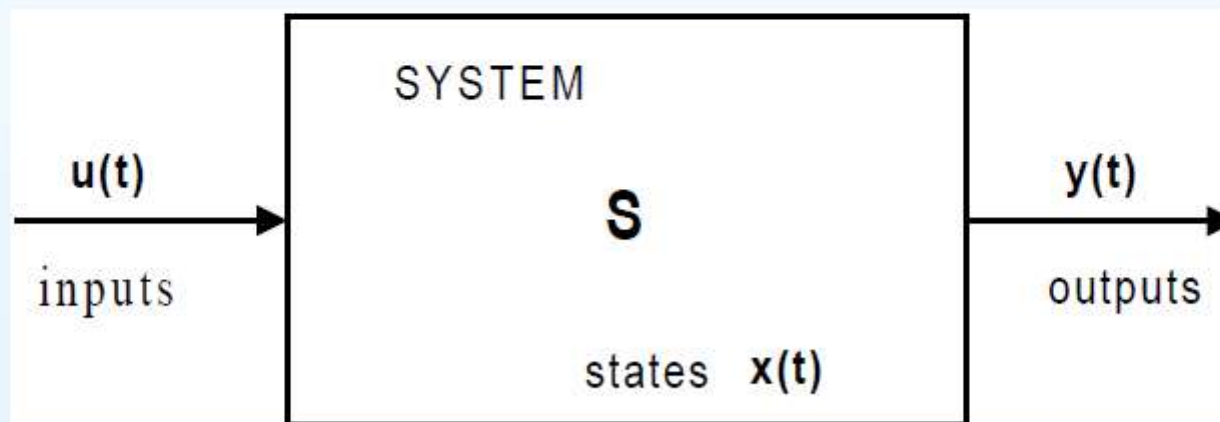
# ***Dinamika: az időbeli viselkedés leírásának módszerei***

## Rendszerek

Rendszer (**S**): *jeleken végez műveletet*

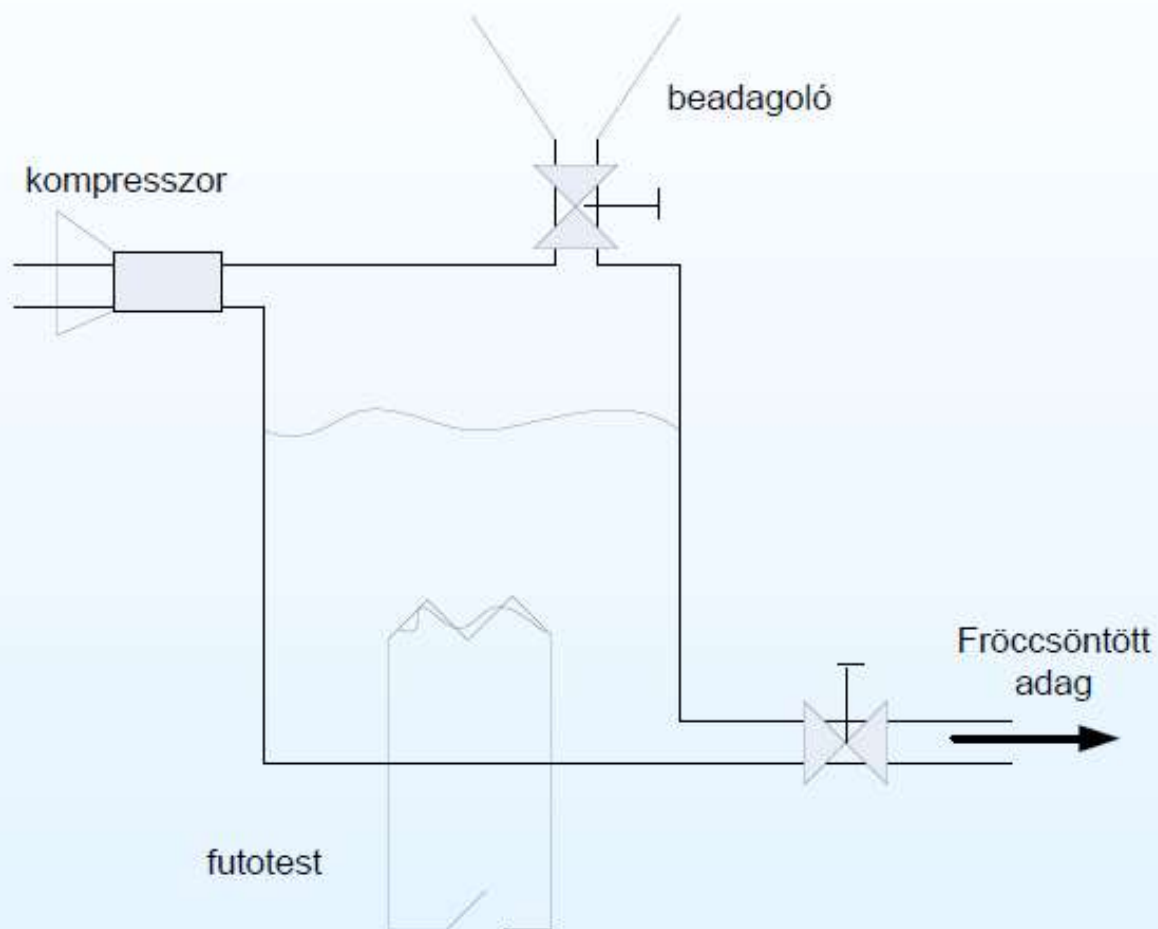
$$y = \mathbf{S}[u]$$

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



1. ábra. A rendszer jel-folyam ábrája

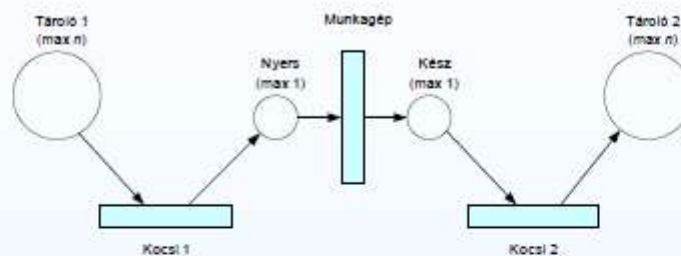
## Példa: Fröccsöntőgép anyagtartály 1



**Jelek:** kompresszor, beadagoló, elvétel, fűtőtest *kétállású* kapcsoló

# A félév során fogunk foglalkozni: állapottér modellezéssel

## Egyszerűbb gyártórendszer: diszkrét idejű ÁT modell



### Egyenletek

$$x_1(k+1) = \begin{cases} \text{ha } (x_1(k) = 0 \text{ es } u(k) > 0) \text{ akkor } 1 \\ \text{egyebkent (ha } (x_1(k) = 1 \text{ es } x_2(k) = 0) \text{ akkor } 0 \\ \text{egyebkent } x_1(k)) \end{cases}$$

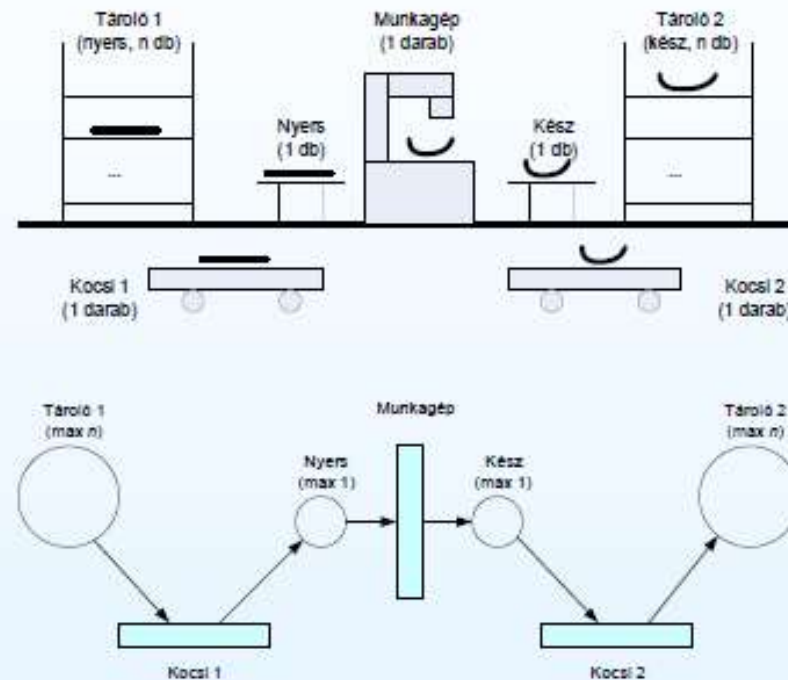
$$x_2(k+1) = \begin{cases} \text{ha } (x_2(k) = 0 \text{ es } x_1(k) = 1) \text{ akkor } 1 \\ \text{egyebkent } 0 \end{cases}$$

$$x_3(k+1) = x_3(k) + x_2(k)$$

$$y(k) = x_3(k)$$

# A félév során fogunk foglalkozni: Petri háló modellezéssel

## Egyszerűbb 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

$n_N, n_K$

# A félév során fogunk foglalkozni:

## Speciális gyártásütemezési feladatok 1.

### ***Változó erőforrás-korlátozású dinamikus feladat***

#### **Jellemzői:**

- a rendelésállomány és a nyersanyagok rendelkezésre állása időben változó
- időben változó berendezés kapacitás és rendelkezésre állás
- minden időlépésben lokálisan megvalósítható megoldást keresünk

### ***Megoldható cselekvés tervezéssel***

## Speciális gyártásütemezési feladatok 2.

### ***Erőforrás-korlátozás nélküli statikus feladat***

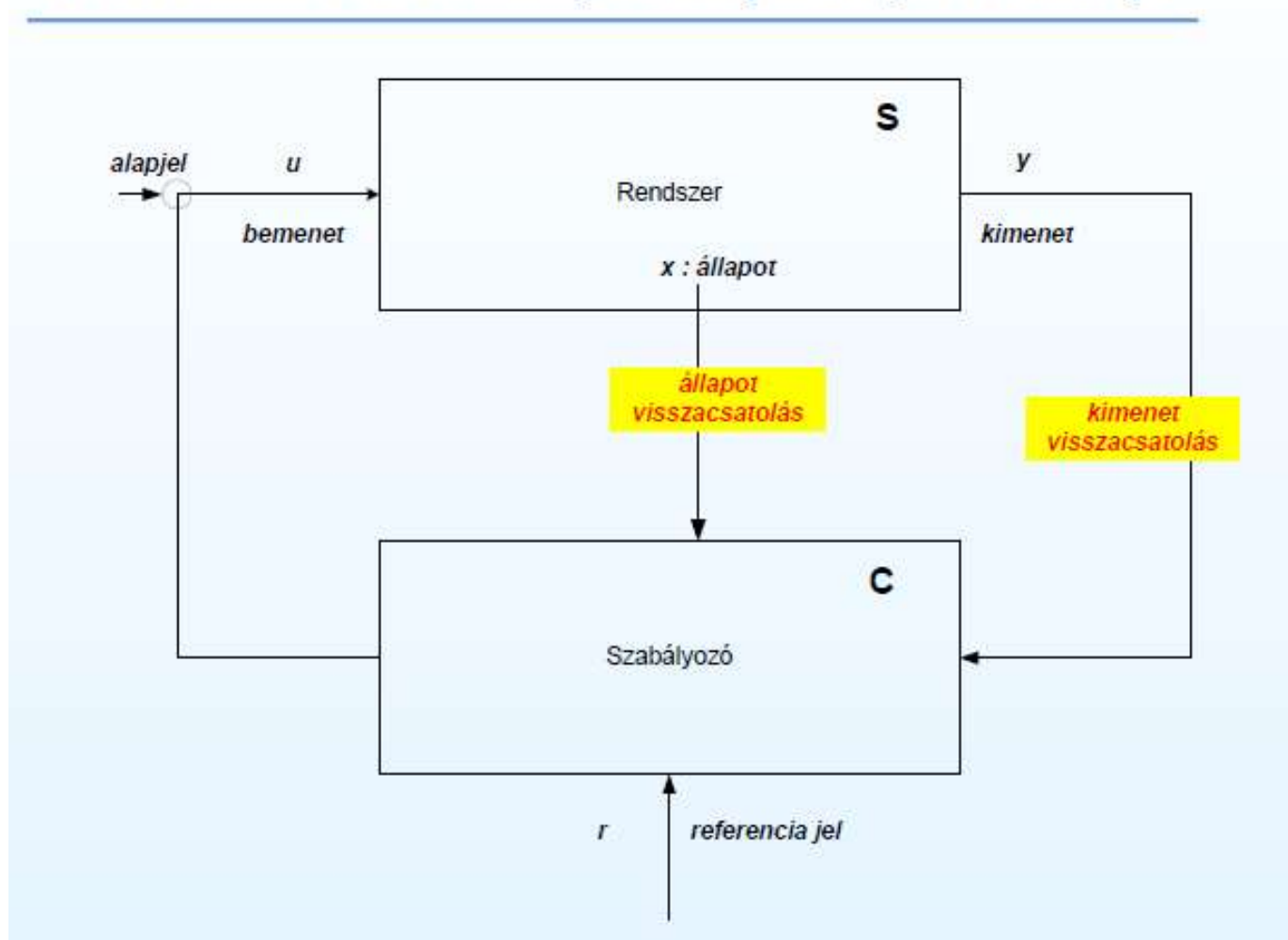
#### **Jellemzői:**

- a rendelésállomány és a nyersanyagok rendelkezésre állása statikus (időben állandó)
- korlátlan berendezés kapacitás és rendelkezésre állás
- legkisebb végrehajtási idejű megoldást keresünk

### ***Van egyszerű, polinomiális időben kiszámítható megoldás***

# A félév során fogunk foglalkozni: szabályozással

## Visszacsatoló szabályozás jel-folyam ábrája





# A félév során fogunk foglalkozni: folyamatbányászattal

- Melyik komponens törött el, hibásodott meg?
- Mikor tört el/hibásodott meg és miért?
- Melyik komponenst kell kicserélni?
- Meg tudjuk jósolni, hogy melyik komponenssel fog történni valami?
- Tudunk-e tanulni a létező problémákból, hogy mely részeket kell javítani?
- Mi okozza a késedelmet a folyamatban?
- Meg tudjuk előre határozni, hogy a következő napon az adott osztályon mekkora személyzetre lesz szükség?
- Hogyan lehet csökkenteni a költségeket a minőségi ellátás megtartása mellett?





## Munkadarab, gyártási folyamat

A gyártórendszerekben a *megmunkálás egysége* a ***munkadarab***, ez

- megváltoztatja az állapotát a műveletek hatására
- más munkadarabokkal összeszerelésre kerülhet, de
- ***nem osztható "atomi" egység.***

**Művelet:** egy elemi megmunkálási lépés (tovább nem bontható), pl.

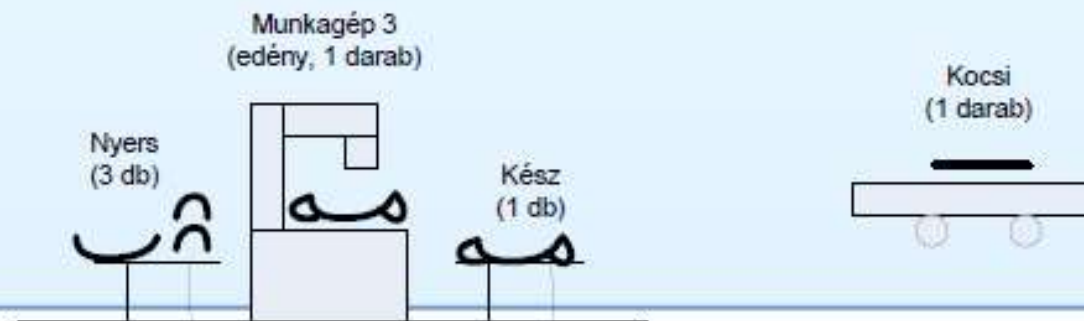
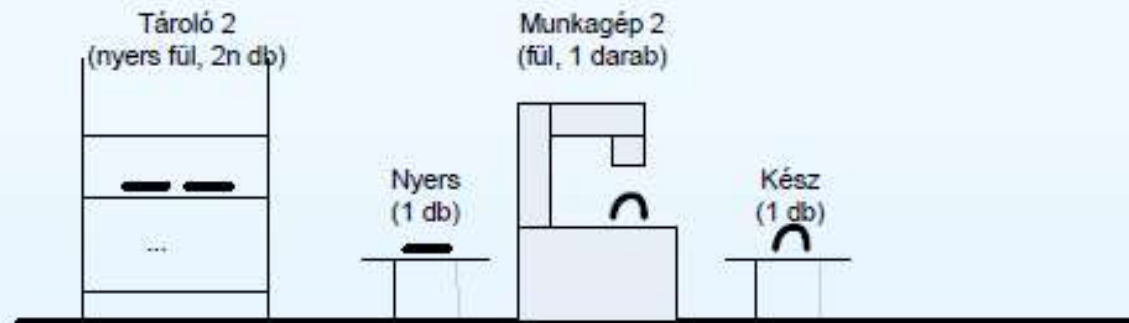
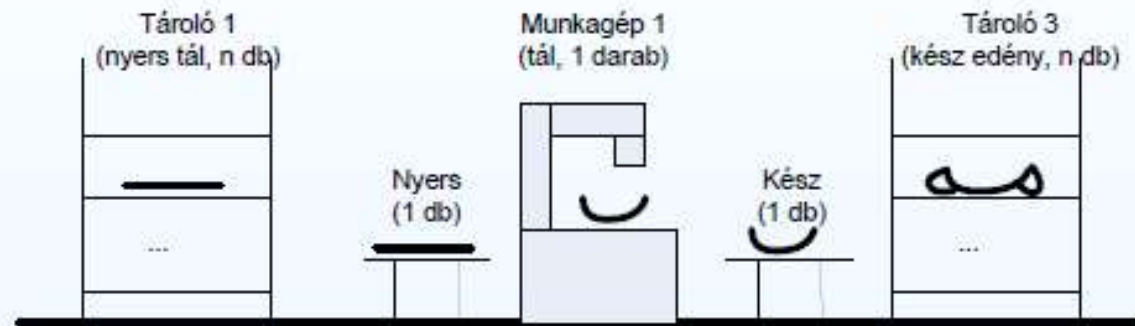
- préselés, lyukfúrás, stb.
- összeszerelés (pl. nyél rászegecselése)

**Gyártási folyamat:** egy termék előállításának lépései, egy műveleti sorrend

- lehetnek soos és párhuzamos műveletek
- időzítés is kapcsolódhat hozzá (pl. száradási idő festés után)

# Edény gyártórendszer

Mik a munkadarabok? Mik a műveletek?



## Mérnöki feladatok típusai

---

### Tervezési feladatok

- gyártmány tervezés
- kiviteli tervezés

### Irányítási feladatok

- ütemezés
- irányítás és szabályozás

### Üzemeltetési feladatok

- karbantartás
- ellenőrzés, diagnosztika

## Tervezési feladatok

---

### Üzemrész szinten

#### **1. Gyártmány tervezés**

- új termék megjelenésekor (megrendelésekor)
- alapanyagok és megmunkálási műveletek (sorrend és gépek is!) meghatározása
- ⇒ mérnöki dokumentáció

#### **2. Kiviteli tervezés**

- új mérnöki dokumentáció megjelenésekor
- megmunkálási erőforrások, alapanyagok, gépek, műveletek megtervezése (a konkrét üzemi lehetőségek ismeretében)
- ⇒ gyártási tervek (receptek)



## Irányítási feladatok

### **Gyártósor szinten**

#### **1. Ütemezés**

- rendszeres időközönként
- felhasználva a *megrendeléseket, gyártási terveket és a gyártósor rendelkezésre állását*
- $\Rightarrow$  gyártási ütemterv
- $\Rightarrow$  beszállítói megrendelések (nyersanyagok, félkész termékek)

### **Munkagép szinten**

#### **2. Irányítás, szabályozás**

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

## Üzemeltetési feladatok

---

### **Minden szinten**

#### **1. *Karbantartás***

- rendszeres (tervezett)
- eseti (meghibásodás esetén)

### **Minden szinten**

#### **2. *Ellenőrzés, diagnosztika***

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

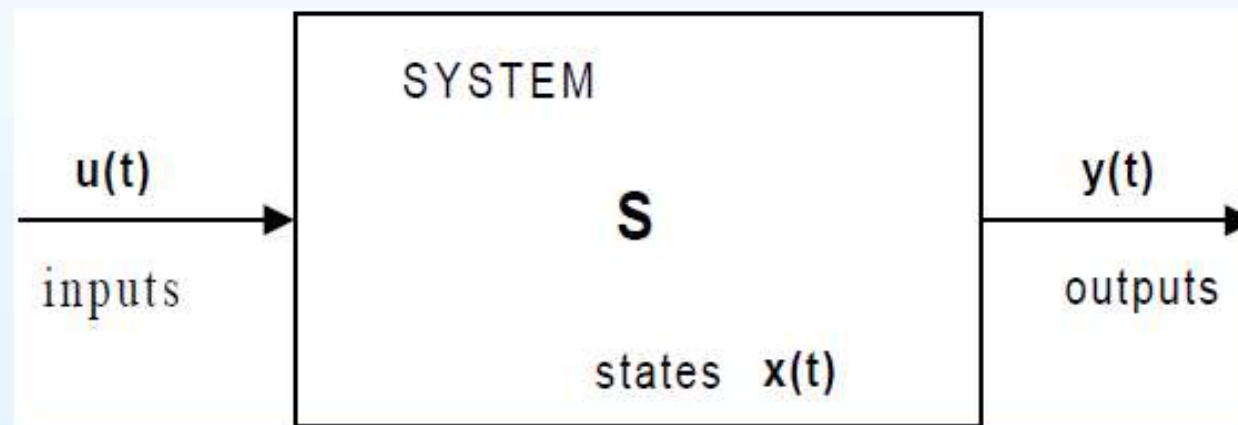


## Rendszerek

Rendszer (**S**): *jeleken végez műveletet*

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

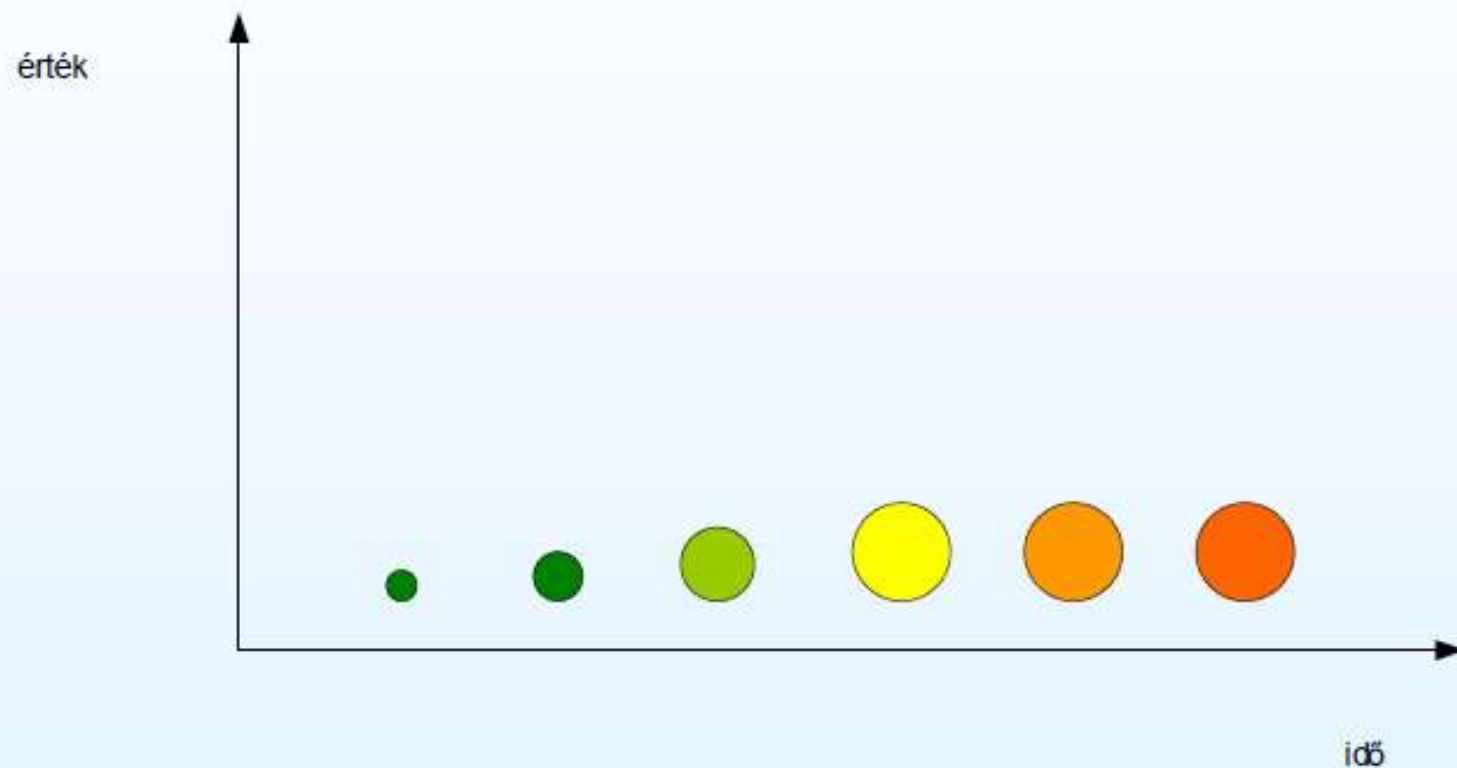
- bemenetek ( $u$ ) és kimenetek ( $y$ )
- állapot-változók ( $x$ )



1. ábra. A rendszer jel-folyam ábrája

## Diszkrét idejű jelek

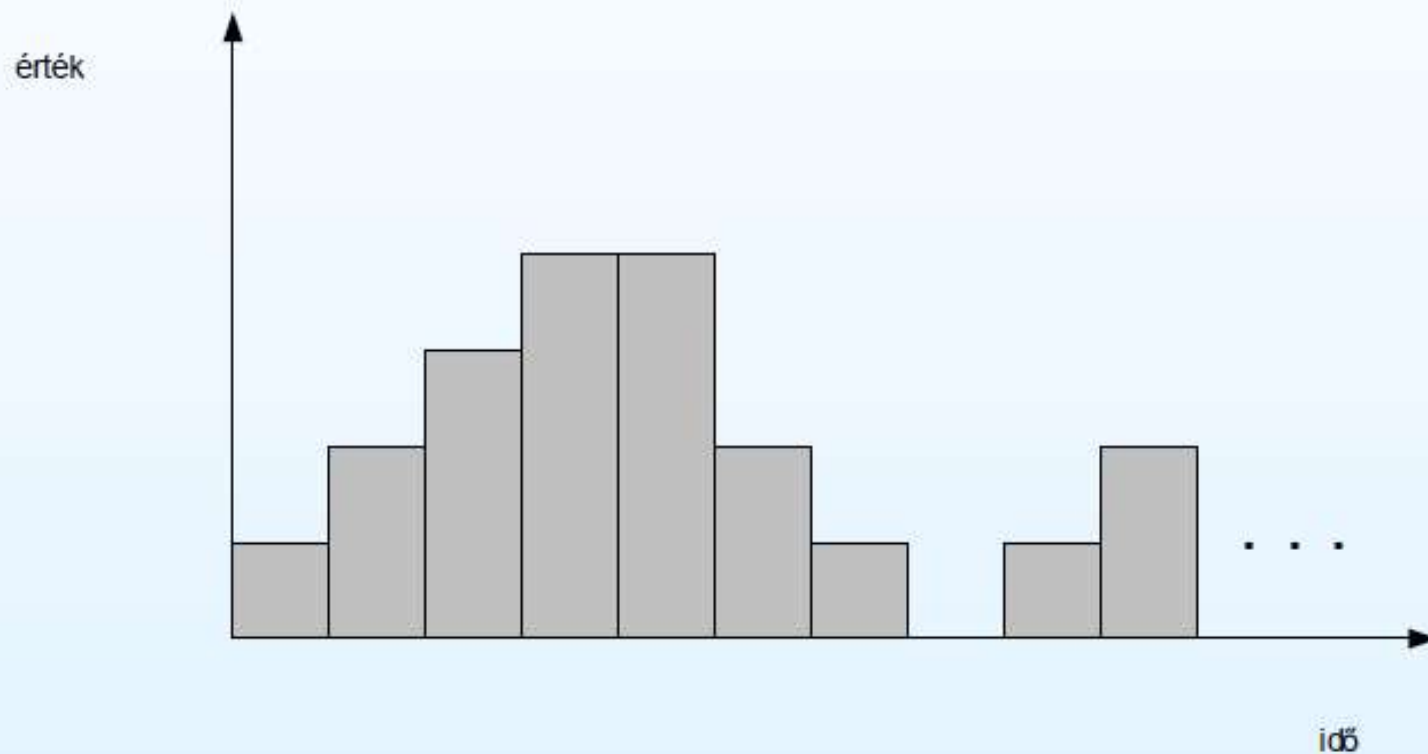
Narancs érésének folyamata: a jel értéke a narancs állapota



Az időt hónap lépésekben mérjük: **mintavételi idő** egy hónap

## Diszkrét idejű diszkrét értékű jelek

**Érték:** pl. a munkadarabok száma a késztermék tárolóban  
(*egész szám*)



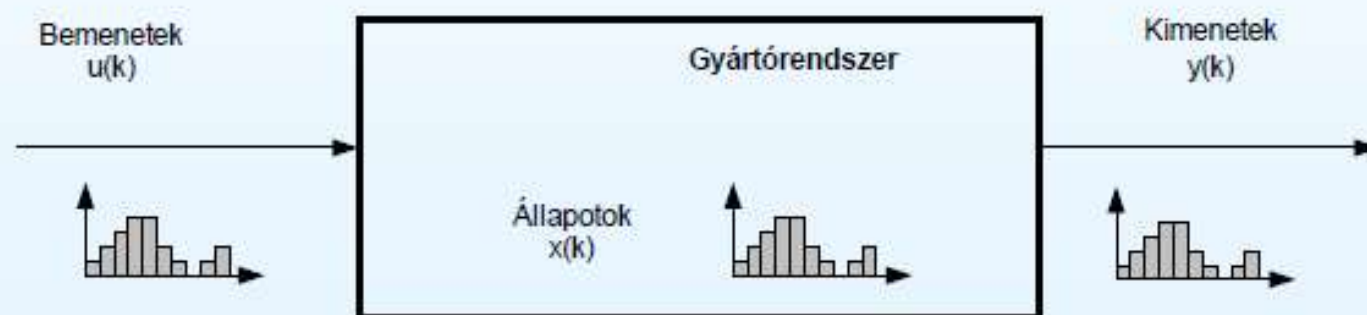
Mintavételi idő: egy óra

## Diszkrét idejű rendszerek

### Diszkrét idejű *jelek* en végez műveletet

$$y = S[u]$$

- bemenetek ( $\{u(0), u(1), \dots, u(k), \dots\}$ ) és kimenetek ( $\{y(0), y(1), \dots, y(k), \dots\}$ )
- állapot-változók ( $\{x(0), x(1), \dots, x(k), \dots\}$ )



2. ábra. A rendszer jel-folyam ábrája

## A diszkrét idejű rendszerek leírásának fajtái

---

### Bemenet-kimenet leírás (matematikai modell)

$$y(k) = H(u(k); y(k-1), u(k-1); y(k-2), u(k-2); \dots)$$

### Állapottér leírás

$$x(k+1) = F(x(k), u(k)) \quad (\text{állapot egyenlet})$$

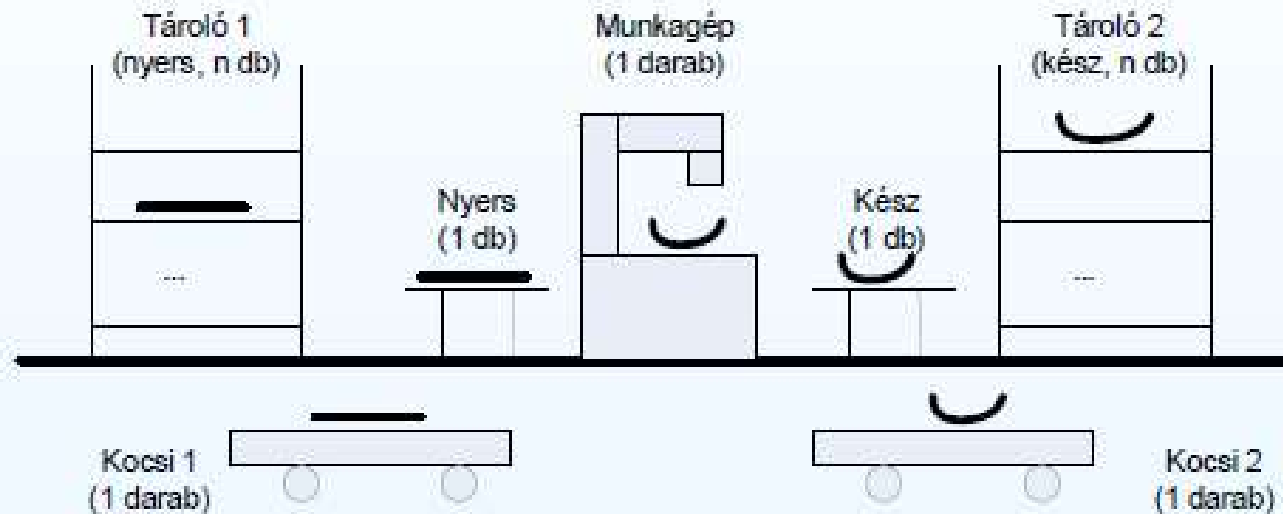
$$y(k) = G(x(k), u(k)) \quad (\text{kimenet egyenlet})$$

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

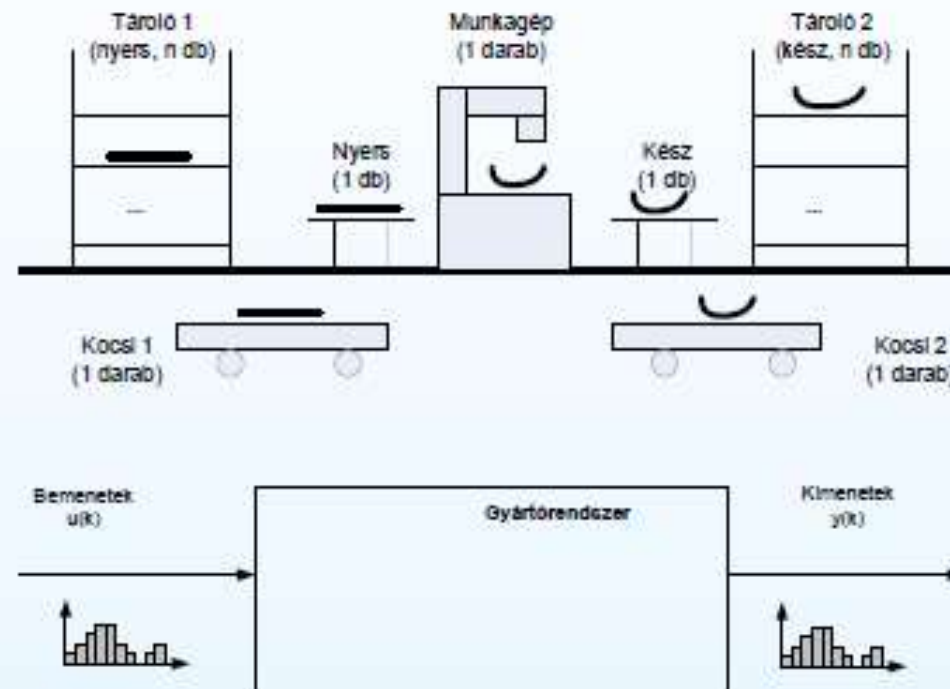


## Egyszerűbb gyártórendszer példa

### Konfliktushelyzet nélkül



## 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 különböző tárolóhelyein *(körökkel jelölve)*

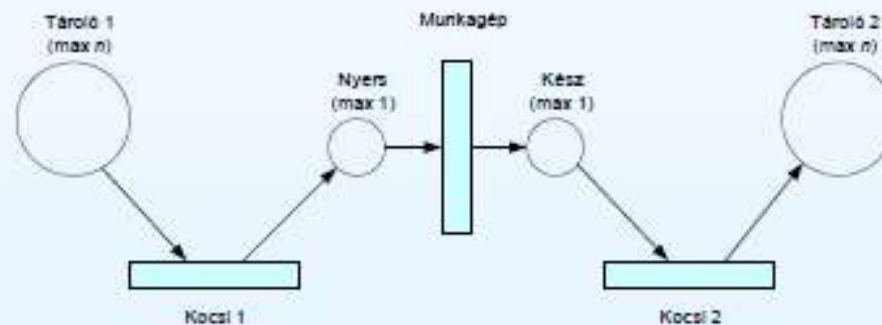
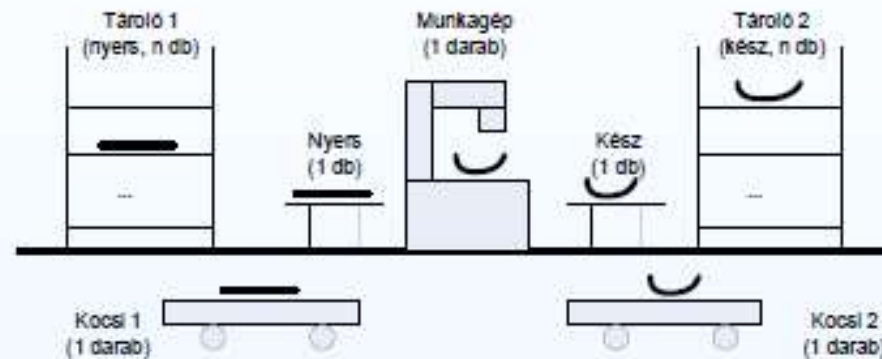
- diszkrét idejű és értékű jelek

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

- diszkrét idejű részrendszerek és összetett rendszer

**Művelet:** munkadarabok átalakítása

## Egyszerűbb gyártórendszer példa



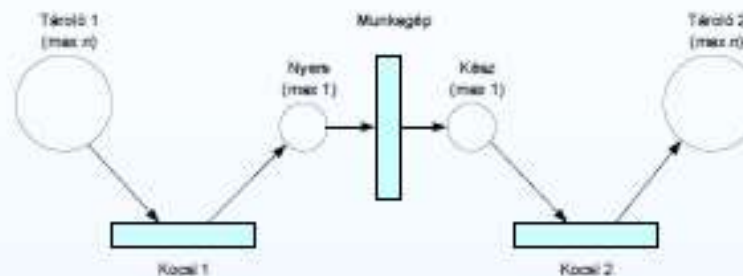
**Bemenet:** nyersanyag munkadarabok száma "Tároló 1"-en,  $n_{T1}$

**Kimenet:** késztermék munkadarabok száma "Tároló 2"-en,  $n_{T2}$

**Állapotok:** munkadarabok száma a "Nyers" és "Kész" tárolókon

$n_N, n_K$

## Egyszerűbb gyártórendszer: diszkrét idejű ÁT modell



$$x(k+1) = F(x(k), u(k)) \quad (\text{állapot egyenlet})$$

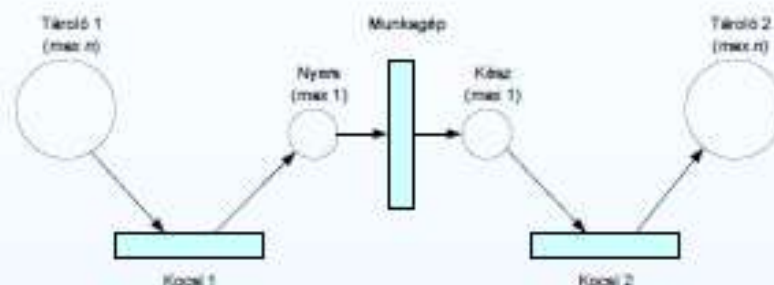
$$y(k) = G(x(k), u(k)) \quad (\text{kimenet egyenlet})$$

Jelek

$$x(k) = [n_N(k), n_K(k), s(k)]^T, \quad u(k) = n_{T1}(k), \quad y(k) = n_{T2}(k)$$



## Egyszerűbb gyártórendszer: diszkrét idejű ÁT modell



### Egyenletek

$$x_1(k+1) = \begin{cases} \text{ha } (x_1(k) = 0 \text{ es } u(k) > 0) \text{ akkor } 1 \\ \text{egyebkent (ha } (x_1(k) = 1 \text{ es } x_2(k) = 0) \text{ akkor } 0 \\ \text{egyebkent } x_1(k) \end{cases}$$

$$x_2(k+1) = \begin{cases} \text{ha } (x_2(k) = 0 \text{ es } x_1(k) = 1) \text{ akkor } 1 \\ \text{egyebkent } 0 \end{cases}$$

$$x_3(k+1) = x_3(k) + x_2(k)$$

$$y(k) = x_3(k)$$

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

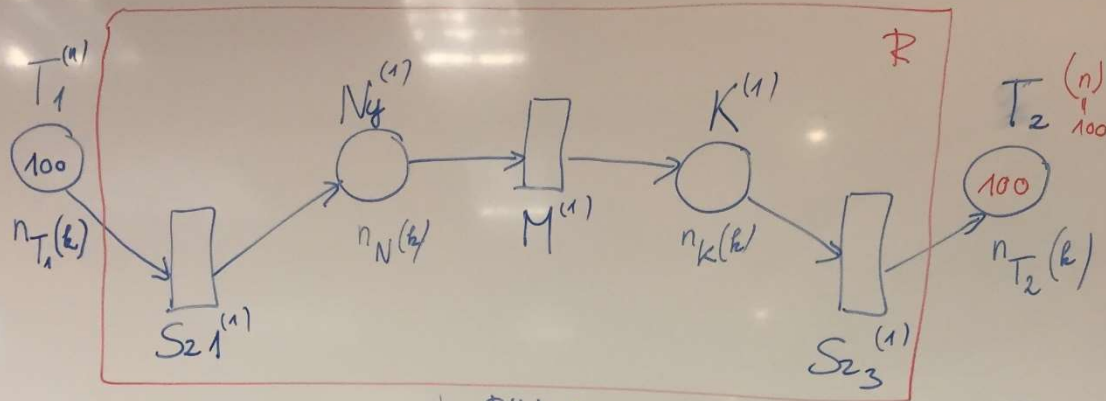
---

Statikus leírás (szerkezet)

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

Grafikus ábrázolás: páros irányított gráffal

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



Példa 2:

$$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6\}$$

$$T = \{t_1, t_2, t_3, t_4\}$$

$$I(t_1) = \{p_1, p_2\} \quad O(t_1) = \{p_3\}$$

$$I(t_2) = \{p_1, p_2\} \quad O(t_2) = \{p_4\}$$

$$I(t_3) = \{p_3, p_4\} \quad O(t_3) = \{p_5\}$$

$$I(t_4) = \{p_5\} \quad O(t_4) = \{p_6\}$$

Példa 1:

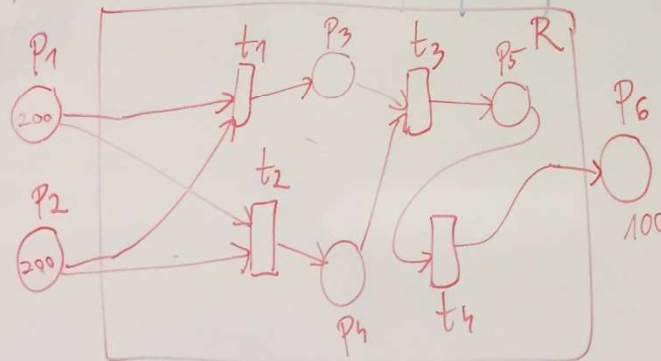
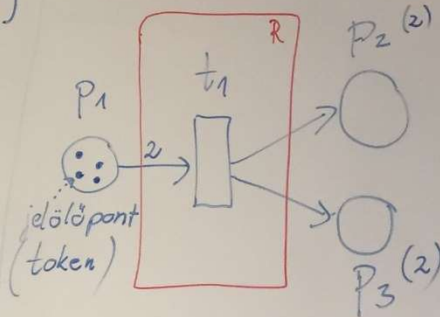
$$P = \{p_1, p_2, p_3\}$$

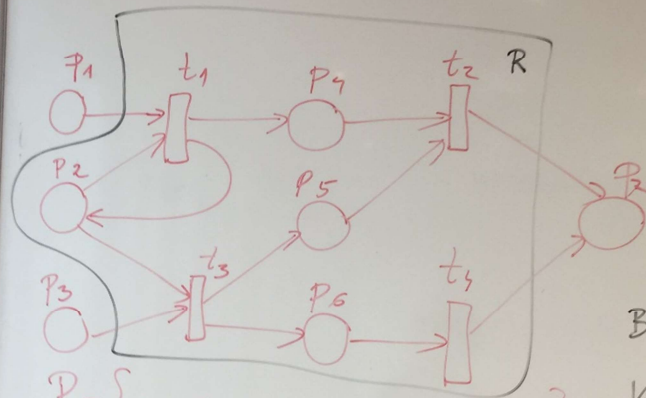
$$T = \{t_1\}$$

$$I(t_1) = \{p_1\}$$

$$O(t_1) = \{p_2, p_3\}$$

Formális  
leírása  
a folyamat-  
nak:





$$P = \{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7\}$$

$$T = \{t_1, t_2, t_3, t_4\}$$

$$B = \{P_1, P_3\}$$

$$K = \{P_7\}$$

$$A = \{P_2, P_4, P_5, P_6\}$$

$$I(t_1) = \{P_1, P_2\}$$

$$I(t_2) = \{P_4, P_5\}$$

$$I(t_3) = \{P_2, P_3\}$$

$$I(t_4) = \{P_6\}$$

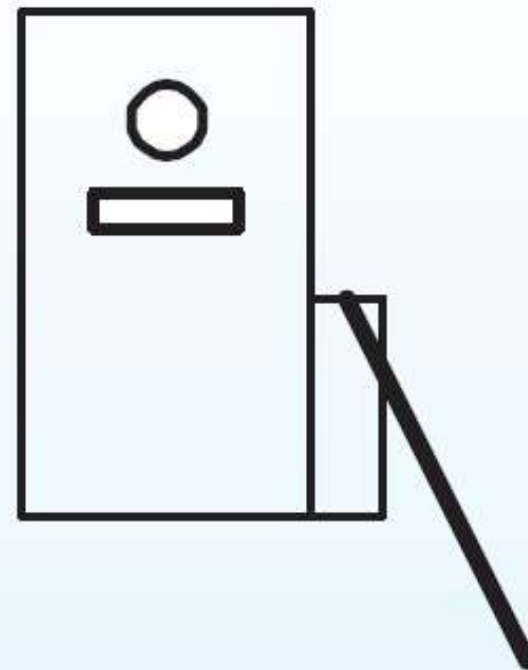
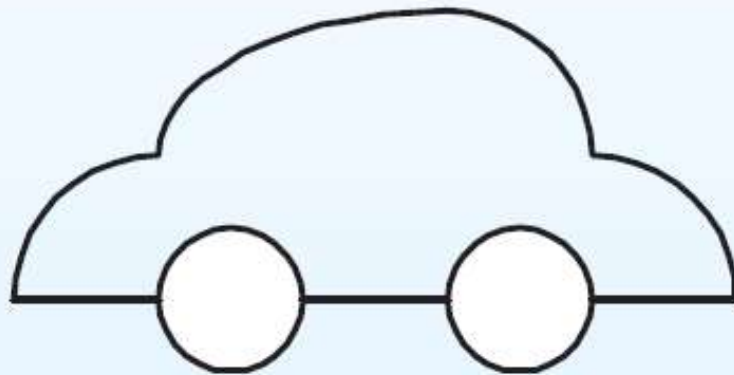
$$O(t_1) = \{P_4, P_2\}$$

$$O(t_2) = \{P_7\}$$

$$O(t_3) = \{P_5, P_6\}$$

$$O(t_4) = \{P_7\}$$

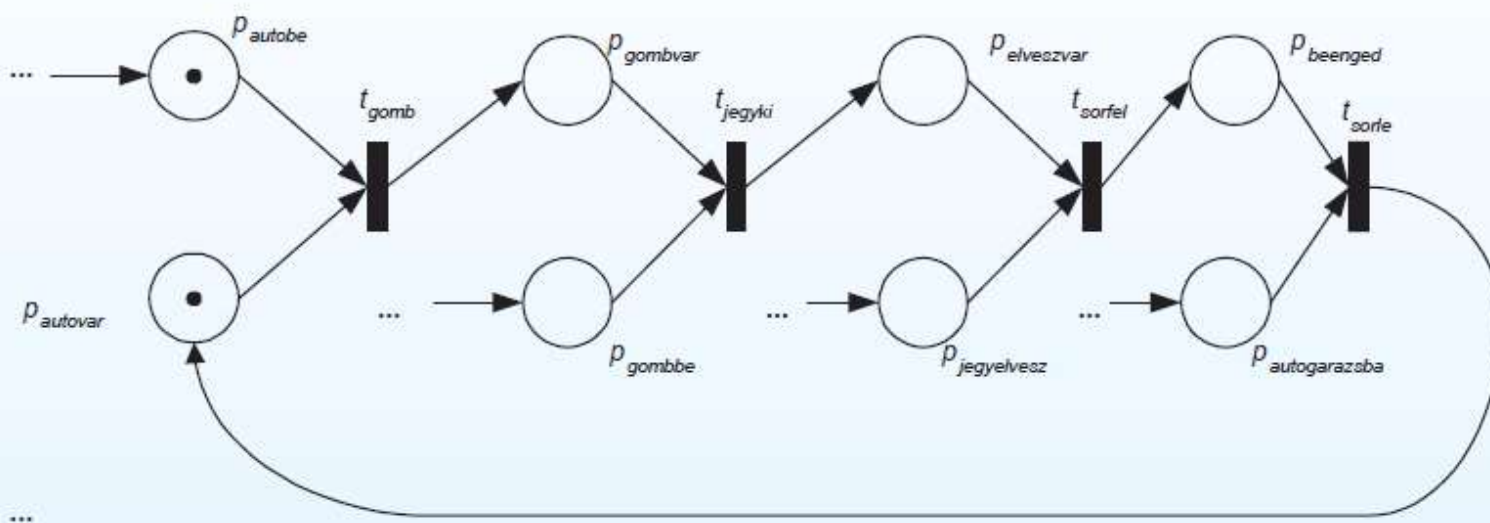
## Példa1: Parkológarázs kapu





## 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:

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

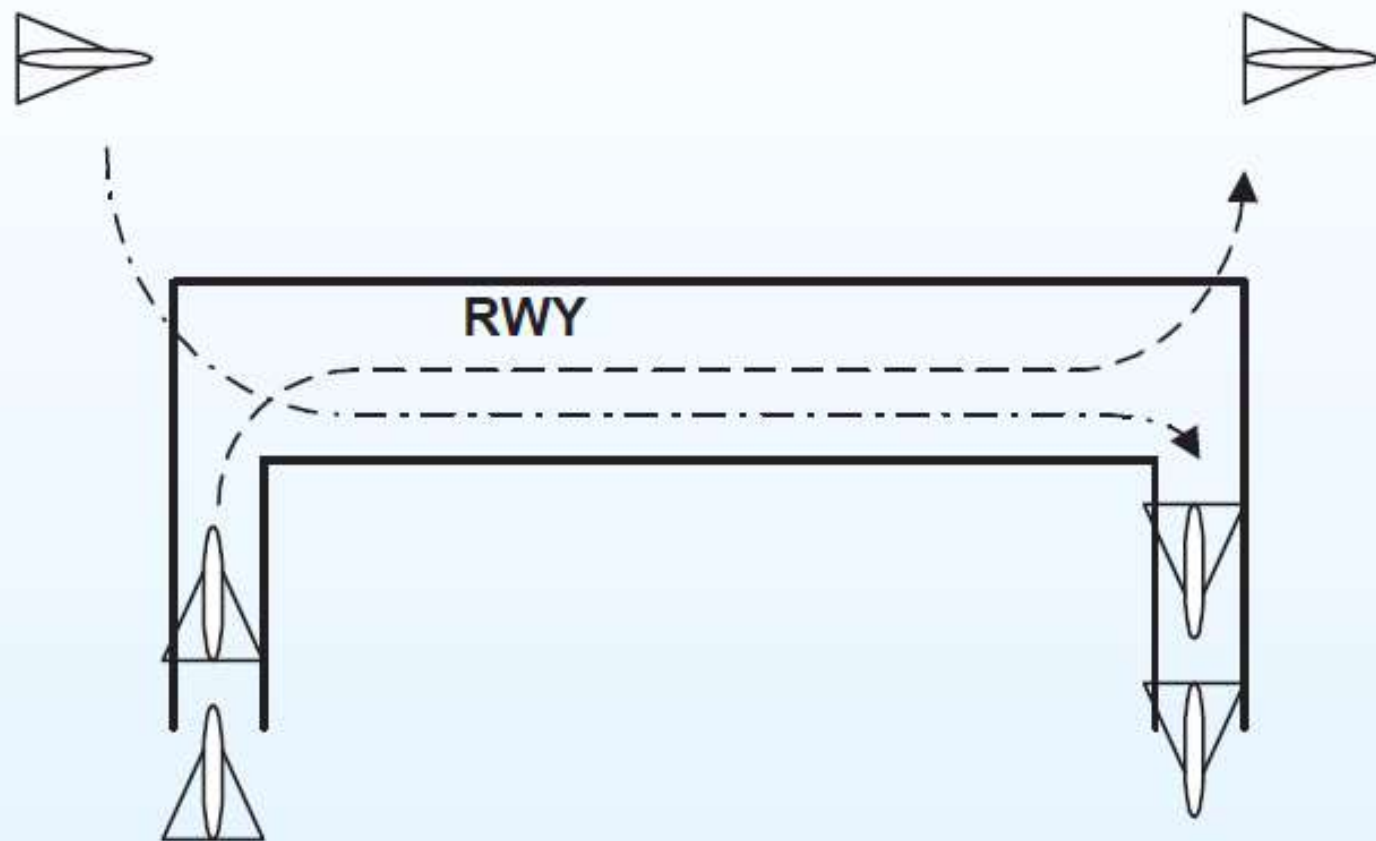
Bemeneti függvény:

$$\begin{aligned} I(t_{gomb}) &= \{p_{autobe}, p_{autovar}\} & , & \quad I(t_{jegyki}) = \{p_{gombbe}, p_{gombvar}\} \\ I(t_{sorfel}) &= \{p_{jegyelvesz}, p_{elveszvar}\} & , & \quad I(t_{sorle}) = \{p_{beenged}, p_{autogarazsba}\} \end{aligned}$$

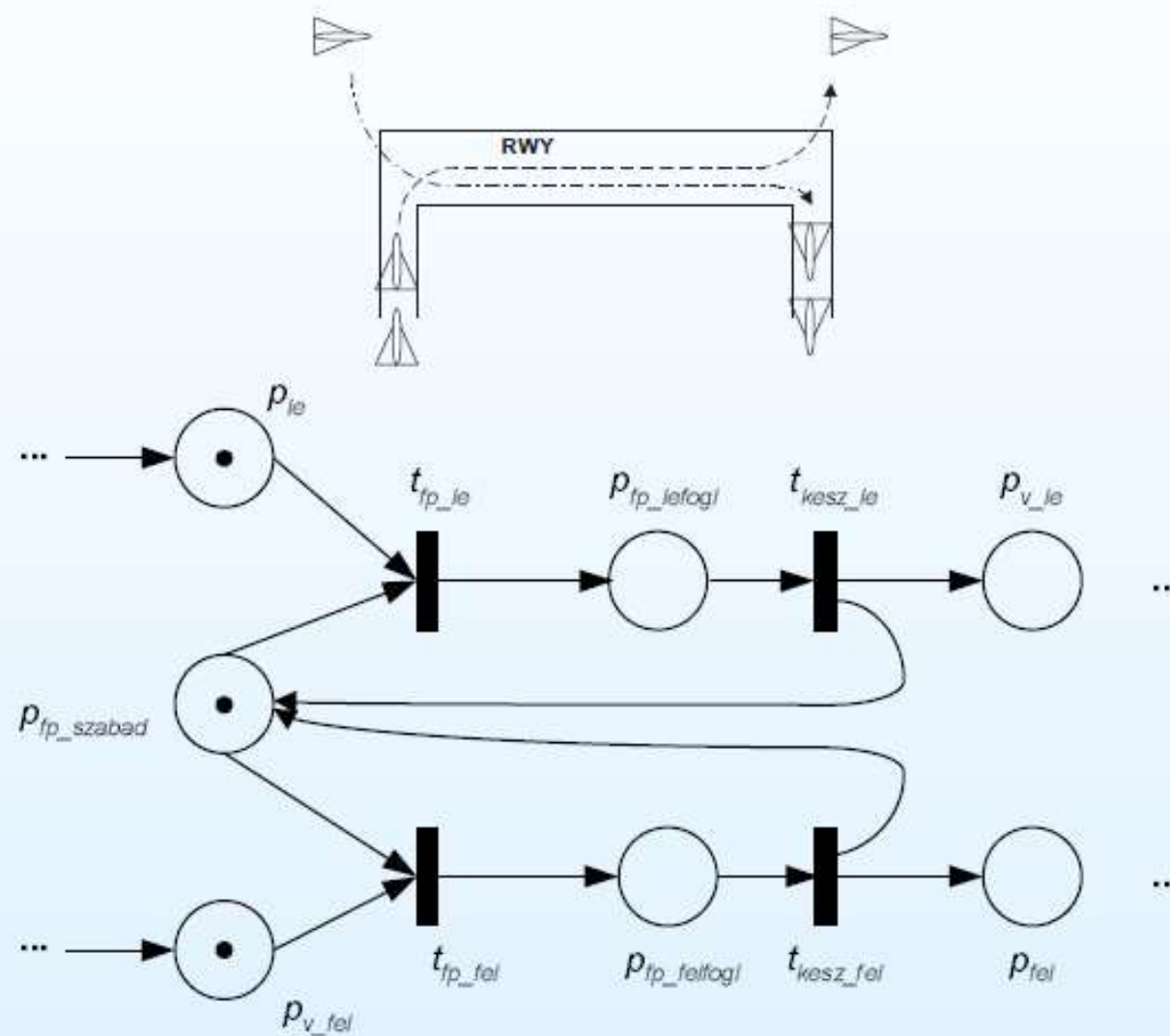
Kimeneti függvény:

$$\begin{aligned} O(t_{gomb}) &= \{p_{gombvar}\} & , & \quad O(t_{jegyki}) = \{p_{elveszvar}\} \\ O(t_{sorfel}) &= \{p_{beenged}\} & , & \quad O(t_{sorle}) = \{p_{autovar}\} \end{aligned}$$

## Példa2: Kifutópálya



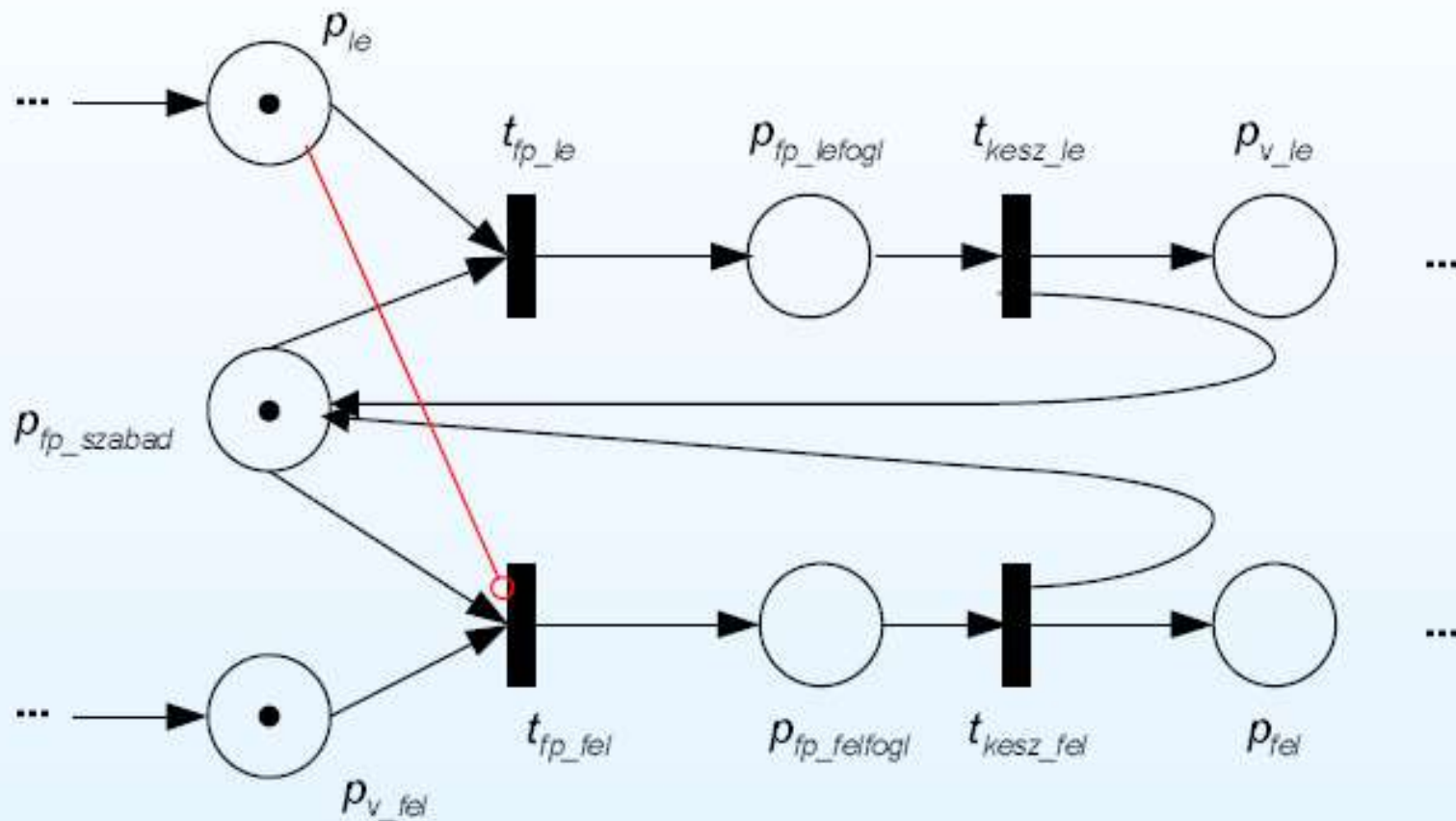
## Kifutópálya Petri háló modellje – 1



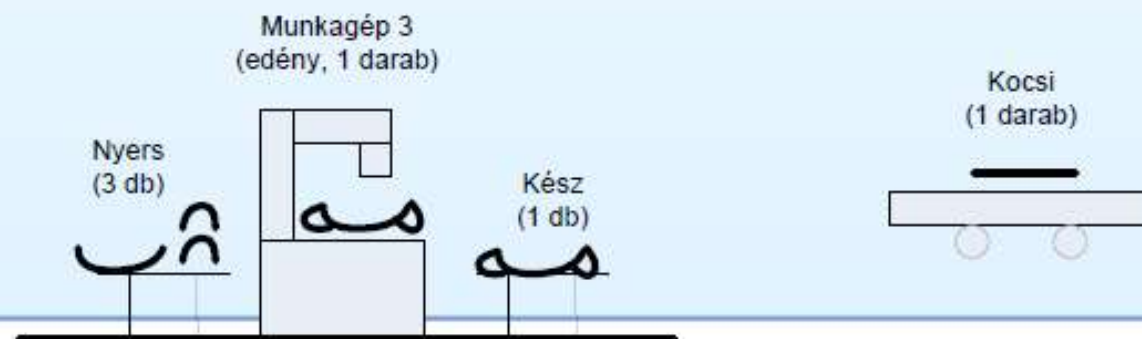
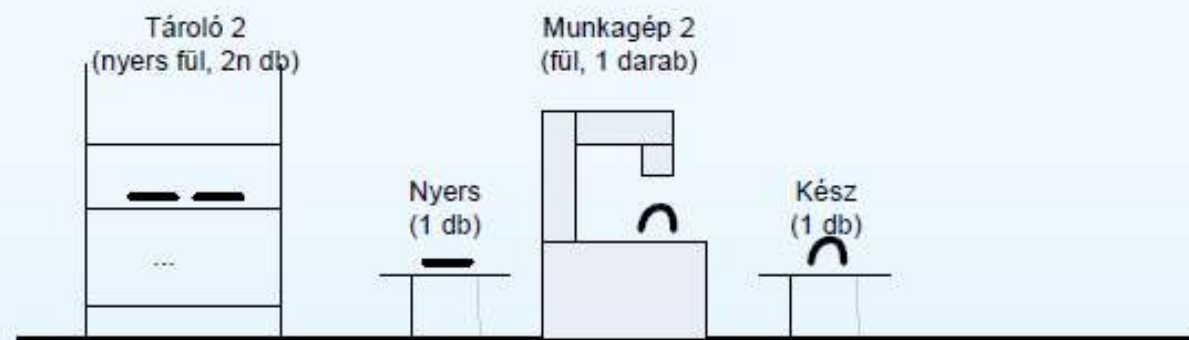
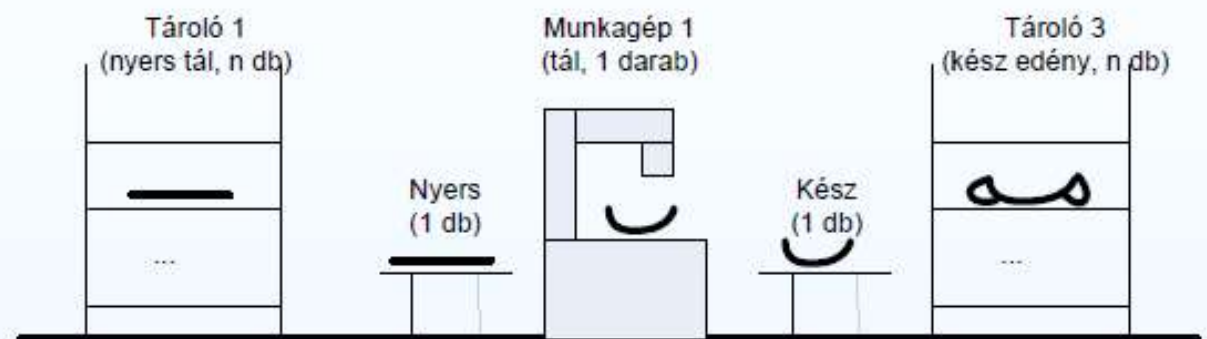
# Inhibitor nyíl használata

## Kifutópálya Petri háló modellje – 2

**Konfliktus-feloldás:** leszálló gépnek előnye van

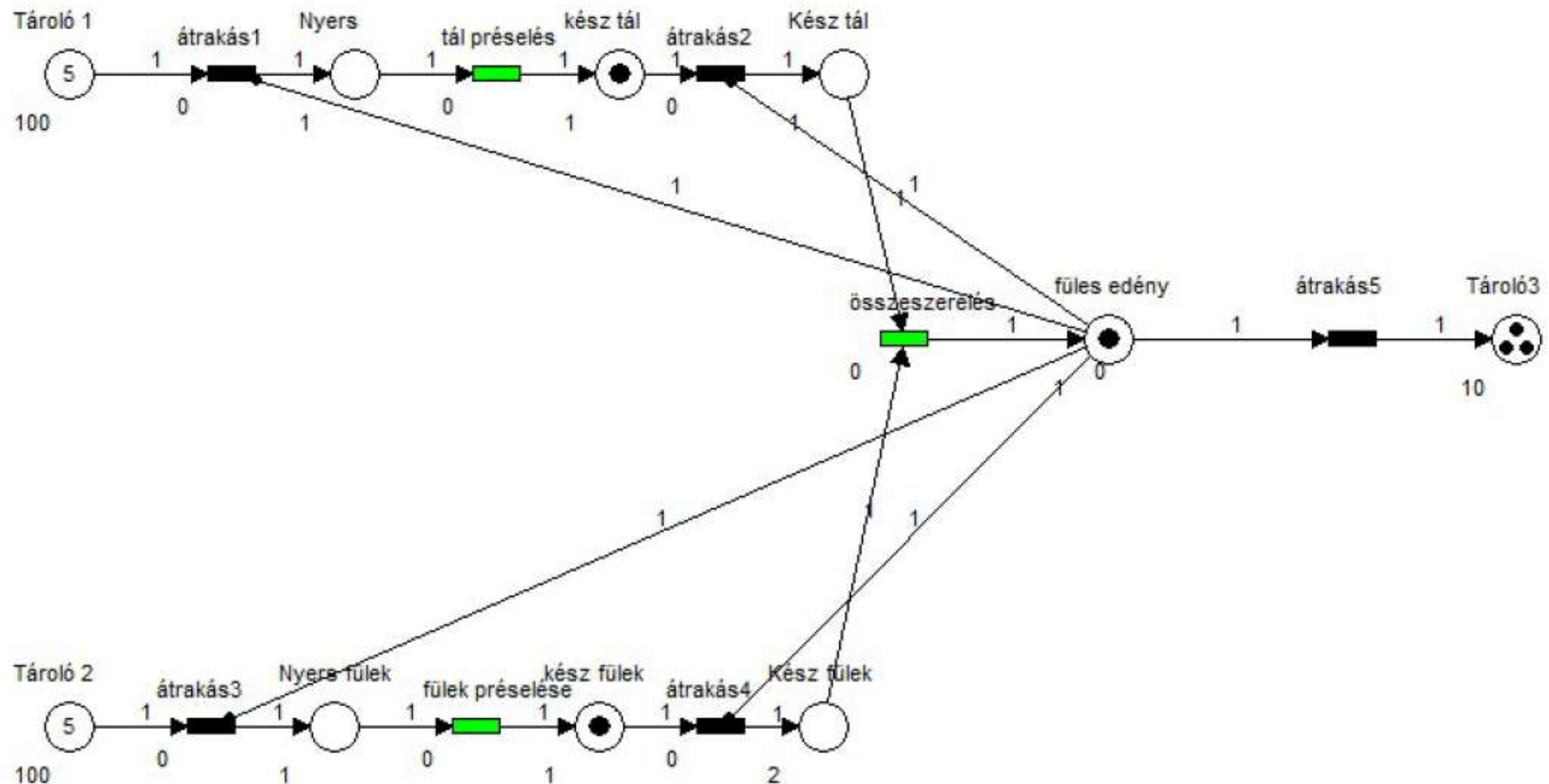


## Edény gyártórendszer példa





# Füles edény – 1 robot kar – HPetriSim program



Két féle müzlit szeretnénk gyártani, egy zabpehely alapút és egy kukoricapehely alapút. A gyártás előtt modellezzük a folyamatot. Van olyan alapanyag, amely előkészítést igényel és nem mindegy, hogy milyen sorrendben adjuk hozzá a keverékhez. Az alábbi elemi műveleteket tudjuk megkülönböztetni:

(BEZP) Beöntjük a zabpelyhet egy keverő edénybe (EZP).

(BEKP) Beöntjük a kukoricapelyhet a keverő edénybe (EKP).

(FD) Felaprítjuk a diót (DD).

(PM) Megpirítjuk a mandulát (PIM).

(FPIM) Felaprítjuk a pirított mandulát (DPIM).

(BEDD1) Összekeverjük a diót, a pirított mandulát és a zabpelyhet (ALAP1).

(BEDD2) Összekeverjük a diót, a pirított mandulát és a kukoricapelyhet (ALAP2).

A mazsolát csak ezek után keverhetjük a zabpelyhes müzli alaphoz.

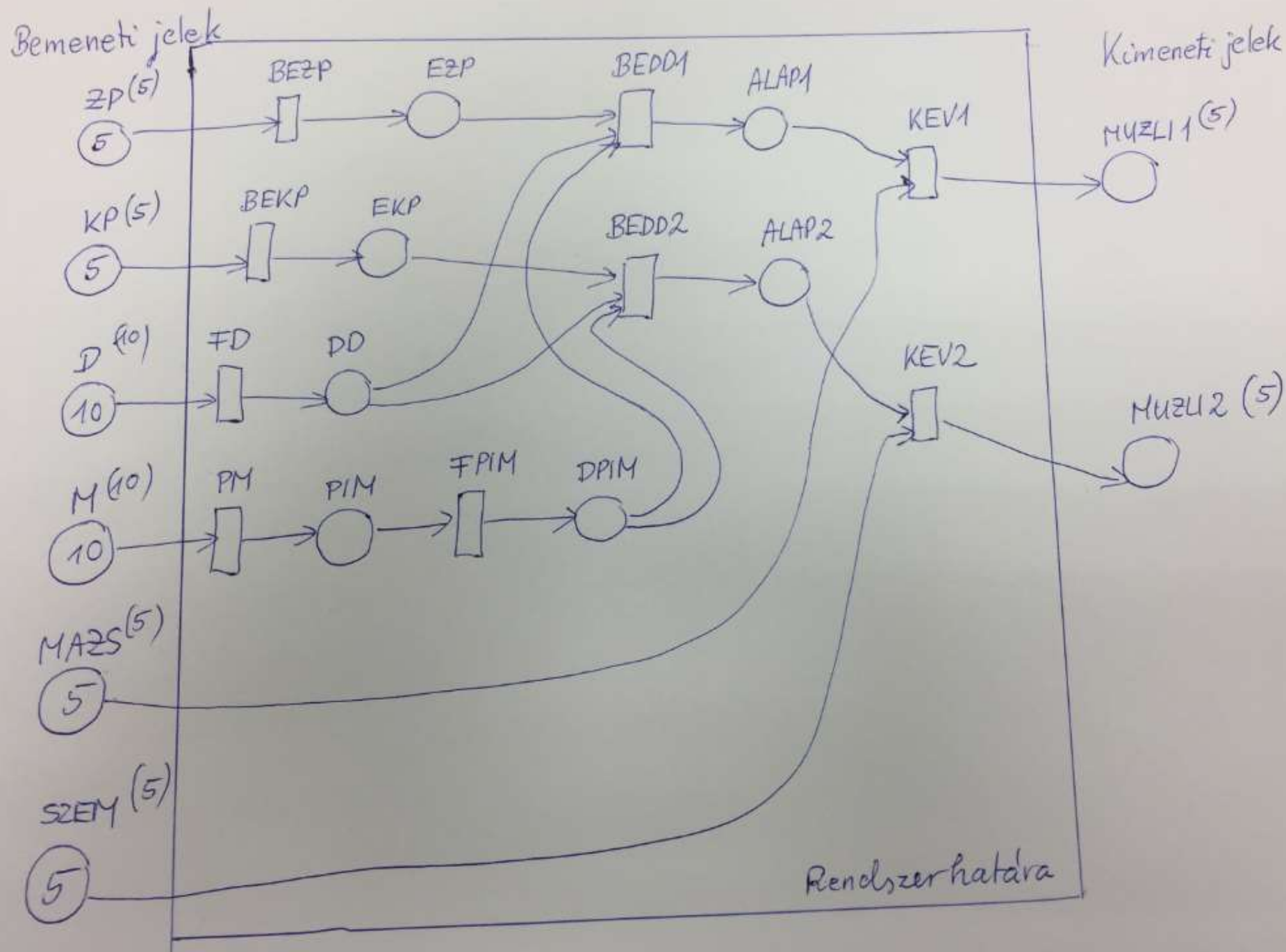
(KEV1) A mazsolát hozzáadjuk a zabpelyhes keverékhez (MUZLI1).

(KEV2) A szezámmagot hozzáadjuk a kukoricapelyhes keverékhez (MUZLI2).

**Alapanyagok:** zabpehely (ZP), kukoricapehely (KP), dió (D), mandula (M), mazsola (MAZS), szezámmag (SZEM). Mindegyik alapanyag 1-1 csomag müzlihez elegendő.

**Késztermékek:** Két féle müzli.

Rajzolja fel a folyamat Petri háló modelljét! Adja meg azt a kezdeti jelölést, amelynek hatására 5-5 adag müzli kerül legyártásra úgy, hogy alapanyag nem marad! (Figyeljen a kapacitások megadására, ahol az, 1-től különböző!





## Petri hálók dinamikája

**Jelölőfüggvény:** jelölőpontok (**token**-ek)

$$\mu : \mathbf{P} \rightarrow \mathcal{N} \quad , \quad \mu(p_i) = \mu_i \geq 0$$
$$\underline{\mu}^T = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n] \quad , \quad n = |\mathbf{P}|$$

Átmenet **tüzel** (működik): ha az előfeltételek "igaz"  
**token** a bemeneti helyeken)

$$\underline{\mu}^{(i)}[t_j > \underline{\mu}^{(i+1)}$$

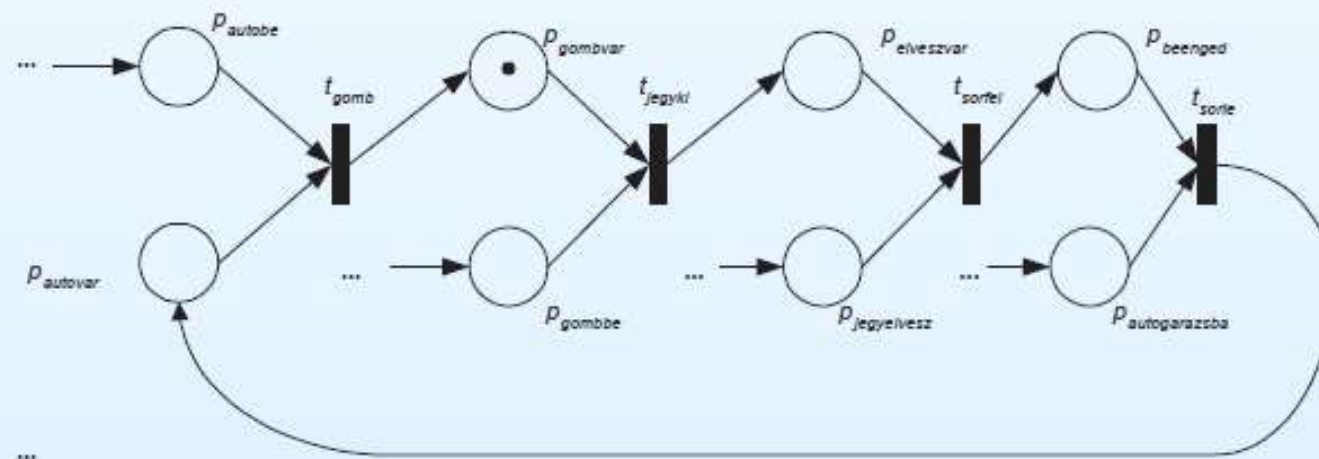
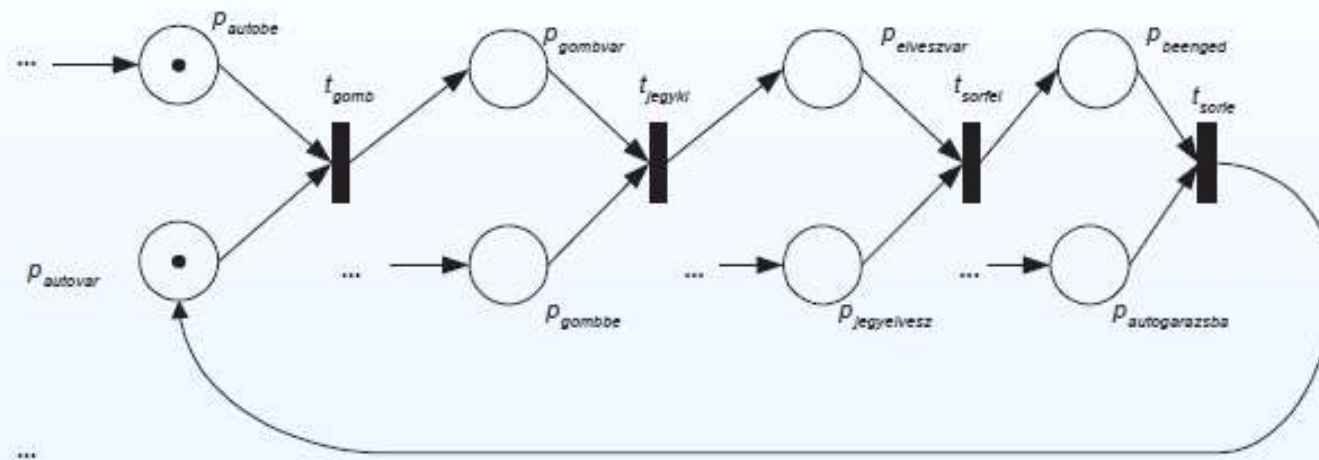
tüzelés után a következmény-ek lesznek "igaz"-ak

**Tüzelési (működési) sorozat**

$$\underline{\mu}^{(0)}[t_{j0} > \underline{\mu}^{(1)}[t_{j1} > \dots[t_{jk} > \underline{\mu}^{(k+1)}$$

## Példa: parkológarázs kapu – 3

### Egy működési lépés



## Példa: parkológarázs kapu – 4

### Egy működési lépés formális leírása

Jelölő vektor

$$\underline{\mu}^T = [\mu_{autovar}, \mu_{gombvar}, \mu_{elveszvar}, \mu_{beenged}; \\ \mu_{autobe}, \mu_{gombbe}, \mu_{jegyelevesz}, \mu_{autogarazsba}]$$

A  $t_{gomb}$  átmenet működése

$$\underline{\mu}^{(1)}[t_{gomb} > \underline{\mu}^{(2)}$$

$$\underline{\mu}^{(1)} = [1, 0, 0, 0; 1, 0, 0, 0]^T$$

$$\underline{\mu}^{(2)} = [0, 1, 0, 0; 0, 0, 0, 0]^T$$



## Petri háló modellek – elérhetőségi gráf

---

**Megoldás:** jelölés (rendszerállapot) szekvenciák  
**elérhetőségi gráf (fa)** (súlyozott irányított gráf)

- *csúcsok*: jelölések
- *élek*: ha van átmenet, aminek tüzelése összeköti őket
- *élsúlyok*: az átmenet és a külső események

**Előállítás:**

1. *start*: az adott kezdeti jelölés
2. *új csúcs hozzávétele*: az egyik engedélyezett átmenet tüzelésével (input hatása is!)

Lehet NP-nehéz (konfliktushelyzet vagy nem véges működés esetén)

$$\mu: P \rightarrow N$$

MS Visio  
MS Project  
MS Excel  
...

$$\mu^{(0)} = [ZP^{10}, KP^{10}, D^{20}, M^{20}, MAZS^{20}]$$

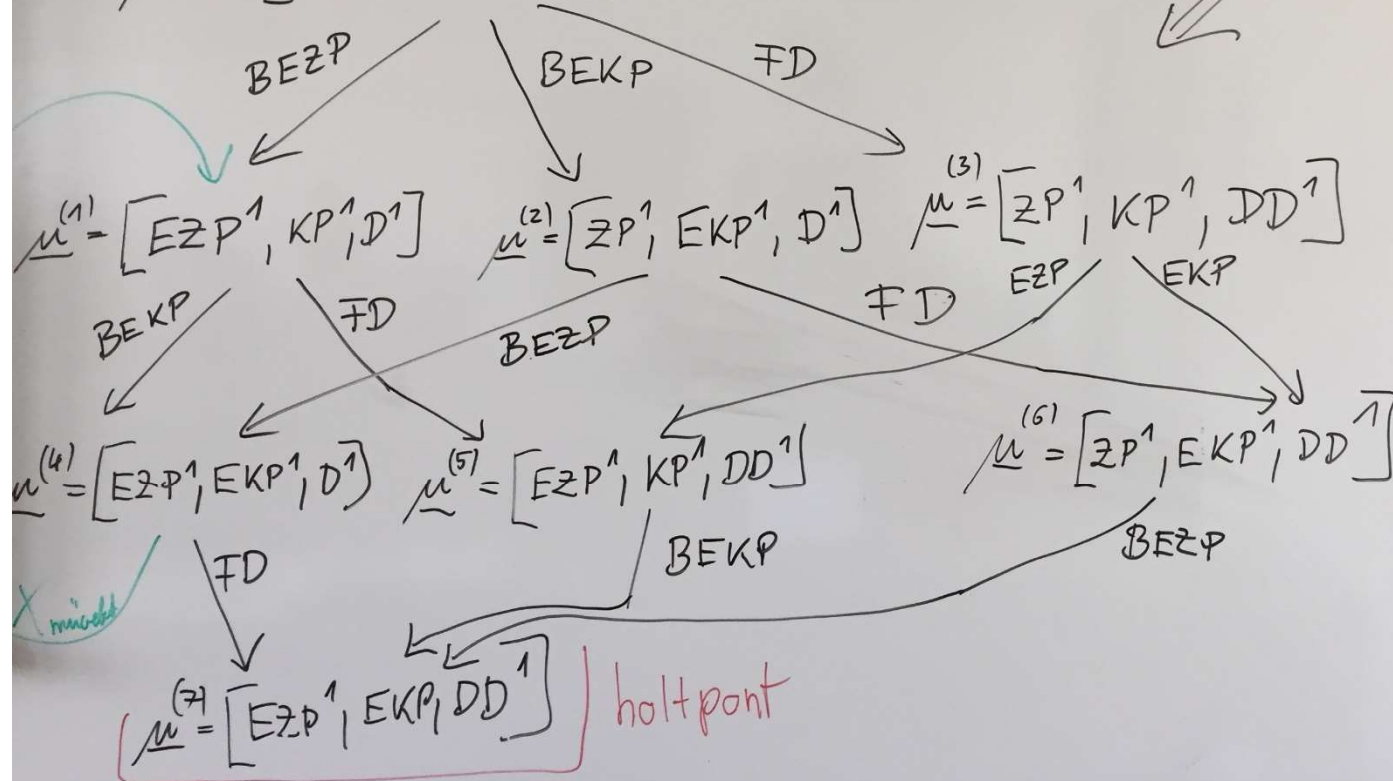
folyamat kezdeti jelölése

Elő átmenet: BEZP, BEKP, FD

az összes fűtő ilyen bemenet esetén  
nem elő

$$\mu^{(0)} = [ZP^1, KP^1, D^1] \text{ kezdő állapot}$$

elérhetőségi gráf



## Kiterjesztett Petri háló modellek

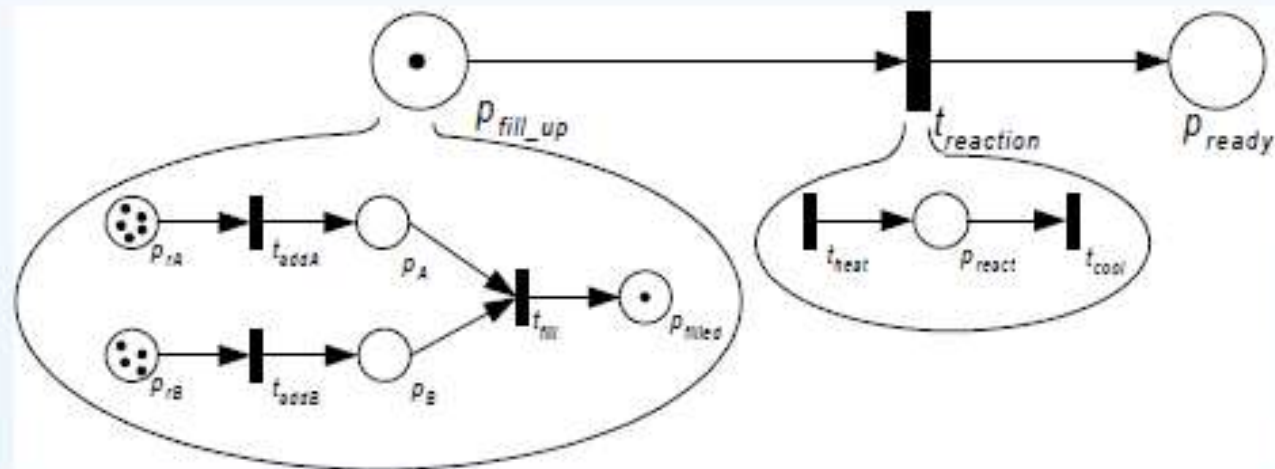
---

- **Hierarchikus Petri hálók**
- **Időzített Petri hálók:** feliratokkal
  - óra: beépített (vagy spec. "forrás" hely)
  - átmenetekhez tüzelési idő
  - (helyekhez várakozási idő)
- **Színezett Petri hálók:** feliratokkal
  - jelzőpontok (token-ek) diszkrét értékkészletűek ("szín")
  - helyekhez megengedett színhalmaz
  - átmenetekhez és élekhez (diszkrét) függvények

# Hierarchikus Petri hálók

## Főháló (super net) - alhálók (subnets):

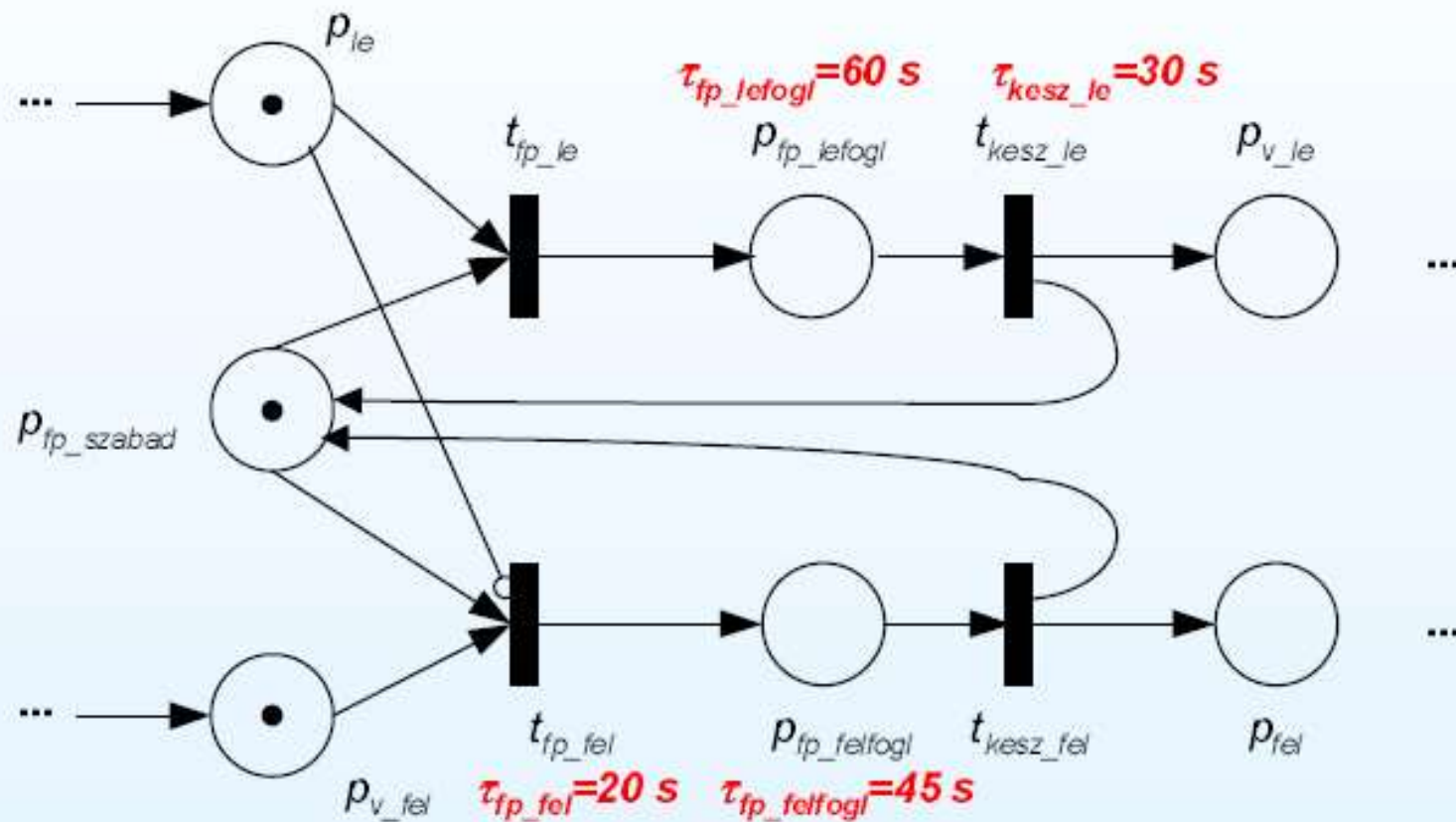
**beépítés:** bármelyik hely vagy átmenet helyére ismétlődő hasonló hálórészek





## Futópálya Petri háló modellje – 3

### Időzített Petri háló modell





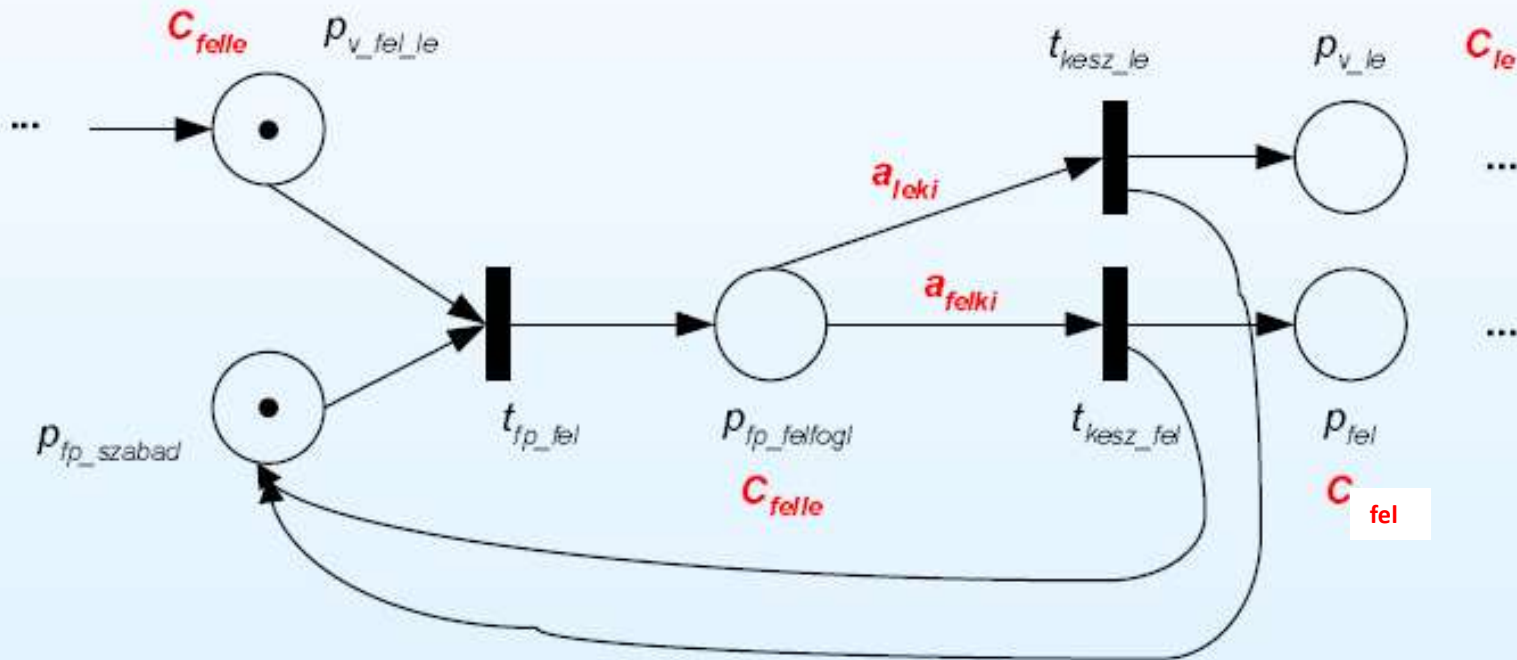
## Futópálya Petri háló modell – 4

### Színezett Peri háló modell: "feliratok"

Élfüggvény:  $a_{felki} : \text{if } val(p_{fp\_lefogl}) = "\uparrow" \text{ then } "true"$

$a_{fel} = val(p_{fp\_lefogl}) , val(p_{fel}) = a_{fel}$

Szinhalmaz:  $C_{felle} = \{\uparrow, \downarrow\}$



# Gyártásütemezés

## Adott:

- a gyártóberendezések halmaza (erőforrások, korlátosak): típus, gyártókapacitás
- a lehetséges *műveletek* halmaza
- *műveletekre vonatkozó korlátozások*: sorrendi, milyen típusú berendezésen hajtható végre
- a végtermék(ek): rendelésállománnyal, ami dinamikusan is változhat
- (a lehetséges kiindulási anyagok): rendelkezésre állással, ami dinamikusan is változhat

**Kiszámítandó:** egy *ütemezés*, ami előírja, hogy

- ***milyen műveletet melyik berendezésen mikor*** hajtsunk végre idő vagy költség optimalisan

# Speciális gyártásütemezési feladatok 1.

## ***Változó erőforrás-korlátozású dinamikus feladat***

### **Jellemzői:**

- a rendelésállomány és a nyersanyagok rendelkezésre állása időben változó
- időben változó berendezés kapacitás és rendelkezésre állás
- minden időlépésben lokálisan megvalósítható megoldást keresünk

### ***Megoldható cselekvés tervezéssel***

# Speciális gyártásütemezési feladatok 2.

## ***Erőforrás-korlátozás nélküli statikus feladat***

### **Jellemzői:**

- a rendelésállomány és a nyersanyagok rendelkezésre állása statikus (időben állandó)
- korlátlan berendezés kapacitás és rendelkezésre állás
- legkisebb végrehajtási idejű megoldást keresünk

***Van egyszerű, polinomiális időben kiszámítható megoldás***



# Egyszerű grafikus módszer a megjelenítésre és analízisre: Gantt chart

## A leírás elemei:

- *Feladatok*: (kezdete, vége), előző feladat, erőforrás
- *Erőforrások (személyek)*: feladathoz rendelhetők, lehet karbantartási (szabadság) idejük

## Nézetek: a leírás elemeiből

- Gantt táblázat
- PERT gráf
- Erőforrás-foglaltság táblázat



# Gantt táblázat összeállításának menete

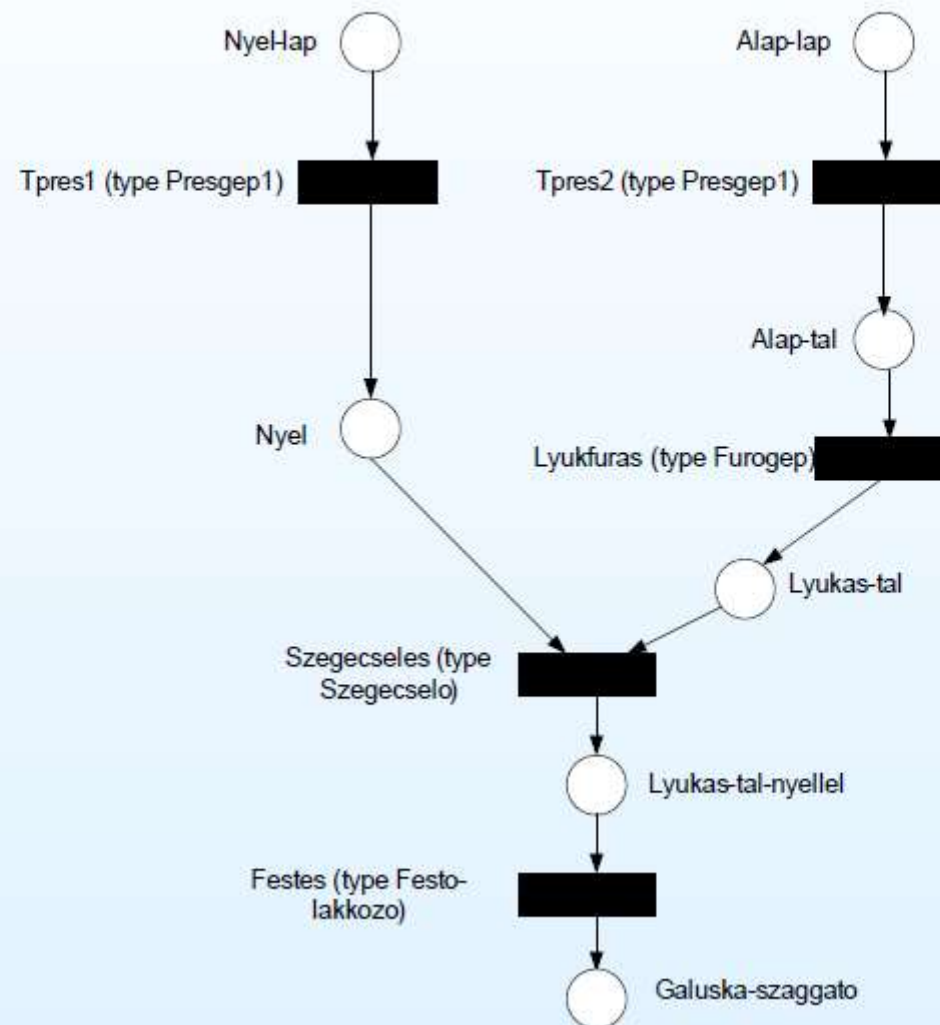
- az adott témának megfelelően meghatározzuk a tevékenységeket,
- meghatározzuk a folyamat teljes átfutási idejét (határidejét),
- meghatározzuk az egyes munkalépések időszükségletét,
- feltárjuk az egyes munkalépések logikai összefüggéseit (mely lépések végezhetők párhuzamosan, egymást megelőzve, követve)
- fentiek figyelembe vétele mellett a tevékenységek időszükségletét vonallal jelöljük

# Gantt táblázat felhasználási lehetőségei

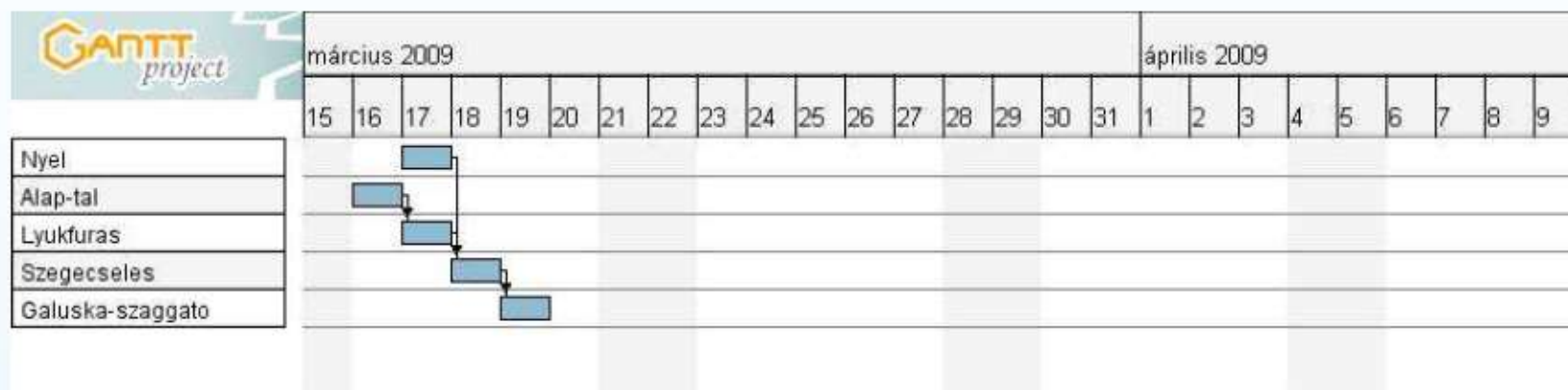
- értékelemzési munkaterv,
- munkafeladat (művelet) hozzárendelése "x" géphez,
- munkások optimális hozzárendelése a munkafeladatokhoz,
- rendelés hozzárendelése "y" géphez,
- programozás időkorlátokkal,
- termelésirányítási feladatok megoldása,
- kutatási, fejlesztési feladatok rendszerben történő kezelése adott gazdálkodó egységnél,
- vállalkozói pénzügyi gazdálkodás, tervezés (pl. hitelkihelyezés ütemezése)
- stb.

# Egy egyszerű példa

Galuska-szaggató gyártás műveletei (Petri háló formájában)



# Gantt táblázat - példa



## Feladatok elhelyezése az időtengelyen

- minden feladat külön sorban
- időtengely vízszintes
- sorrendiség nyilakkal (automatikus időeltolás)



# Mik a módszer erősségei és gyengeségei?

## **Erősségek:**

- szemléletes, könnyen áttekinthető formában ábrázolja az ütemtervet
- figyelembe vehető az összes tevékenység
- meghatározhatók a prioritások, függőségek, párhuzamosságok

## **Gyengeségek:**

- túl sok tevékenység vagy túl hosszú időtáv esetén bonyolulttá válhat az ábrázolás
- nem mindig képes ábrázolni a megfelelő összefüggéseket



# Erőforrás foglaltsági táblázat - példa

|               | március 2009 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | április 2009 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|               | 15           | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Presgep1      |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Presgep2      |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Szegecselo    |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Furogep       |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Festo-lakkozo |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

## Erőforrás foglaltságok elhelyezése az időtengelyen

- minden erőforrás külön sorban
- időtengely vízszintes
- **konfliktus (több feladat igényelné ugyanazt az erőforrást) jelzése piros színnel**

### Feladat Gantt táblázat

Számítógépeket szeretnénk összeszerelni, az összeszerelésnek 8 fázisa van. Az alkatrészek futószalagon érkeznek az összeszerelési pontokhoz, így nincs szükség adott helyre való szállításnak/átrakásnak.

1. Rajzoljon fel a folyamathoz egy Gantt táblázatot, használja a másik lapon megtalálható hálót! Az egyes műveletek logikai kapcsolatát nyilakkal jelezze a táblázatban.
2. A házba először a tápegységet, majd a tároló egységeket (2-öt) helyezzük el. A házba a tápegységet és a tároló egységeket más szereli, mint aki az alaplagra az egységeket. Viszont az alaplapot a házba az szereli, aki az alaplagra az egységeket is rátette. A kábelezést és a tesztelést is más-más személy végzi.
3. Az egyes műveletek időigénye (a Gantt táblázatban 1 négyzet 10 időegységet jelezzon):

| művelet                     | időigény |
|-----------------------------|----------|
| házba tápegység             | 20       |
| alaplagra processzor        | 10       |
| alaplagra memória egységek  | 10       |
| házba tároló egység         | 10       |
| házba második tároló egység | 10       |
| alaplap házba               | 20       |
| kábelezés                   | 20       |
| teszt                       | 30       |

4. 622 számítógépet szerelünk össze. A lapon nem tudja mind a 622 termék idő szükségletét jelezni, de határozza meg a felrajzolható részfolyamatok alapján, hogy mennyi lesz a folyamat idő szükséglete, ha a folyamat során nem következik be váratlan esemény! Hogyan változik az időszükséglet, ha az 570. termék legyártása után 30 egység időre hibás alkatrész megjelenése miatt leáll a termelés és a leállásig be nem fejezett munkadarabok selejtként kikerülnek a folyamatból?

|                          | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|
| Műveletek                | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |    |    |    |    |    |
| háza fűtegység X         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| alaplagra processzor X   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| alaplagra mem. egy.-ek X |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| háza tároló egység X     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| háza 2. tároló egység X  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| alaplap háza X           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| kábelezés X              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| teszt X                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |

110 időegység

40 idő.

A termék legyártásához 110 időegység szükséges.

(pl. 580 termékhez :  $110 + 579 \cdot 40$ )

622 számítógéphez :  $110 + 621 \cdot 40 = 24.950$  időegység

Hiba esetén :  $110 + 568 \cdot 40 + 30 + 110 + 52 \cdot 40 = 25.050$

569 db

53 db

# Az anyag elsajátítása

- A rendelkezésre álló diások, kiegészítő fájlok átnézése
- Gyakorlás otthon – feladatok megoldása
- Minta dolgozat feladatsor 1., 2., 3. és 5. feladatának megoldása

Következő konzultáció: 2020. 11. 20. 14:30

A belépési link ugyanaz mint ma!