

Gyártórendszerek dinamikája

Gyártórendszerek dinamikájának formális leírása,
automaták és Petri hálók

Werner Ágnes

Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

werner@virt.uni-pannon.hu

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)

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"-ak (van **token** a bemeneti helyeken)

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

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

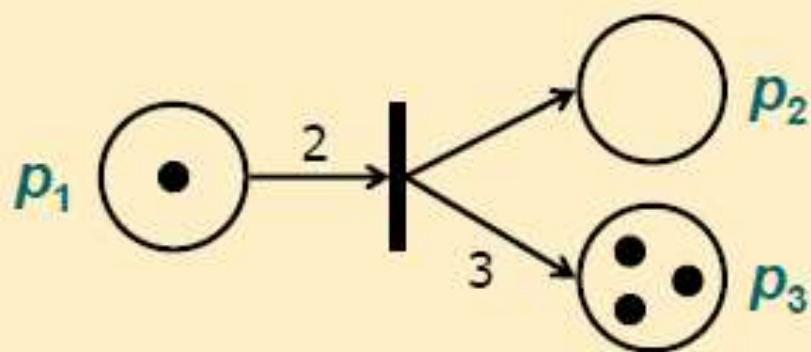
Tüzelési (működési) sorozat

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

Állapotvektor: token eloszlás vektor

$$M = \begin{bmatrix} m_1 \\ \vdots \\ m_\pi \end{bmatrix}$$

- Kezdőállapot: M_0 kezdő token elosztás
- Példa:

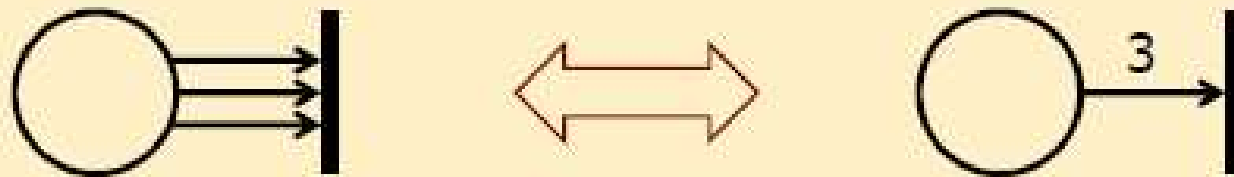


$$M = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \leftarrow p_1 \\ \leftarrow p_2 \\ \leftarrow p_3 \end{array}$$

Többszörös élek

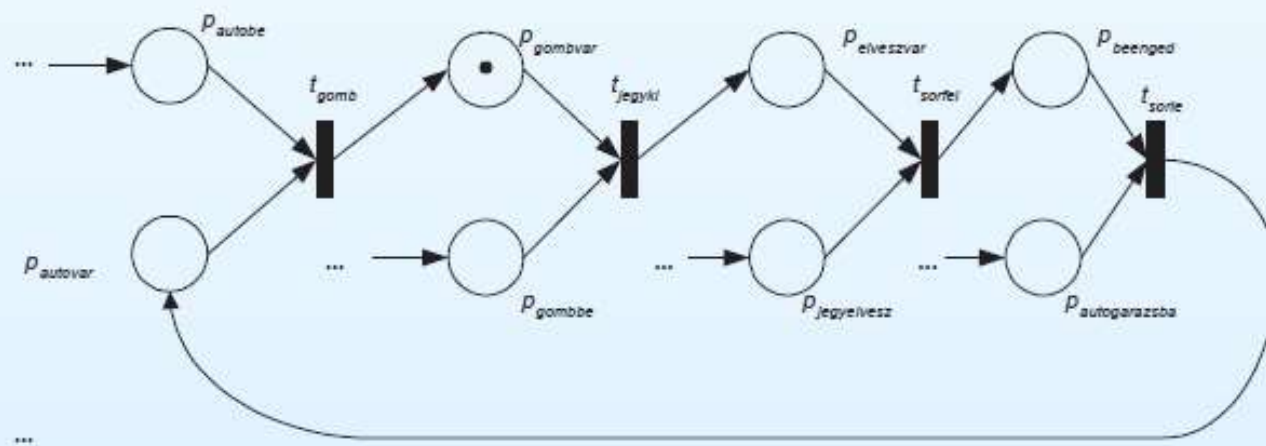
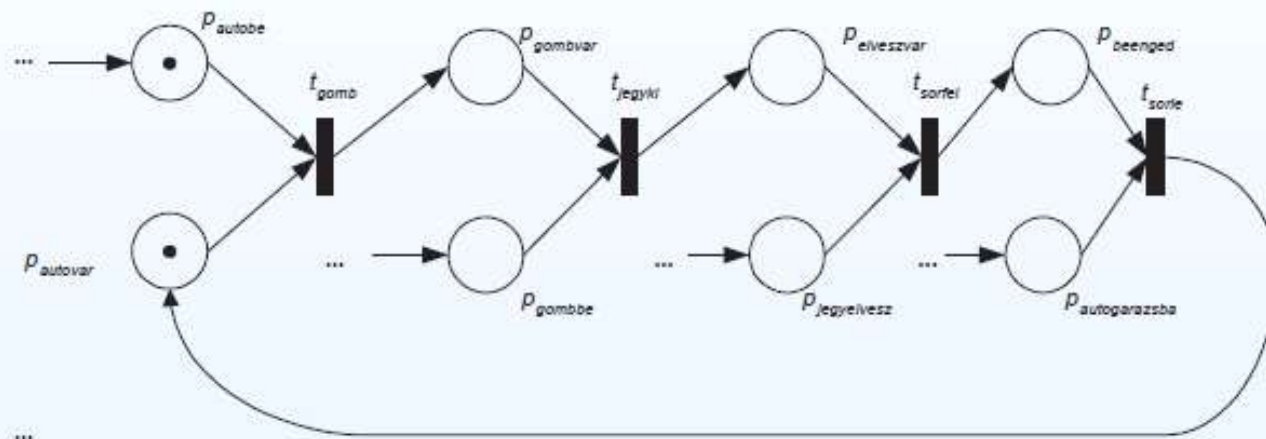
Élsúly:

- Bármely $e \in E$ élhez $w^*(e) \in \mathbf{N}^+$ súlyt lehet rendelni
- A $w^*(e)$ súlyú e él **ugyanaz**, mint w_e darab párhuzamos él
- Nem rajzolunk párhuzamos éleket, élsúlyt használunk
- Nem szokás feltüntetni az egyszeres súlyokat



Példa: parkológarázs kapu – 3

Egy működési lépés



Példa: parkológarázs kapu – 4

Egy működési lépés formális leírása

Jelölő vektor

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

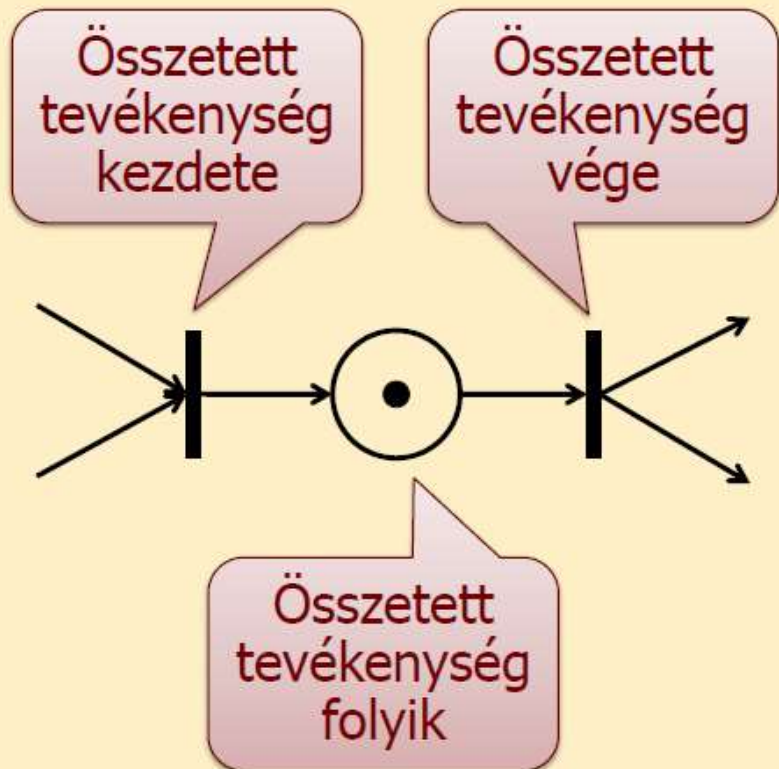
A t_{gomb} átmenet működése

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

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

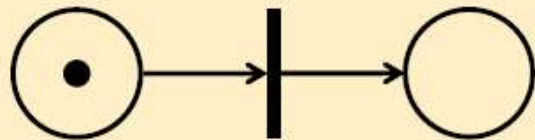
$$\underline{\mu}^{(2)} = [0, 1, 0, 0; 0, 0, 0, 0]^T$$

Petri hálók jellemzői



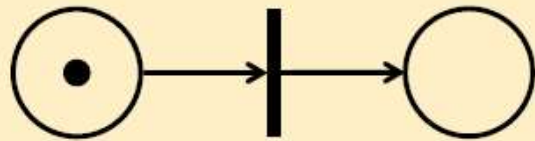
Petri háló jellemzők	Modellezési tulajdonságok
„azonnali” tüzelések	elemi (atomi) események

Petri hálók jellemzői



előadás
fóliák
készítése

előadás
gyakorlása

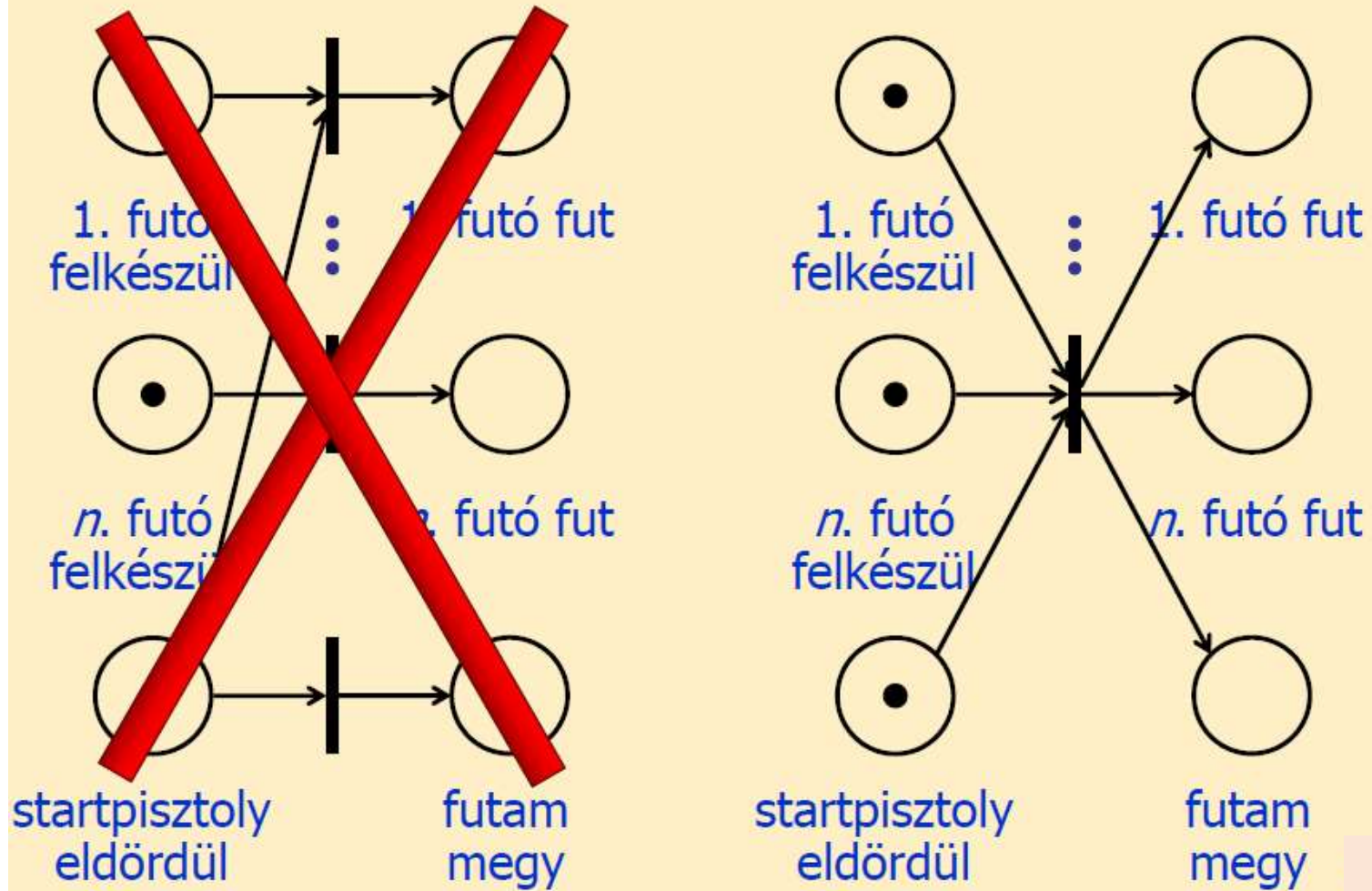


mosogatás

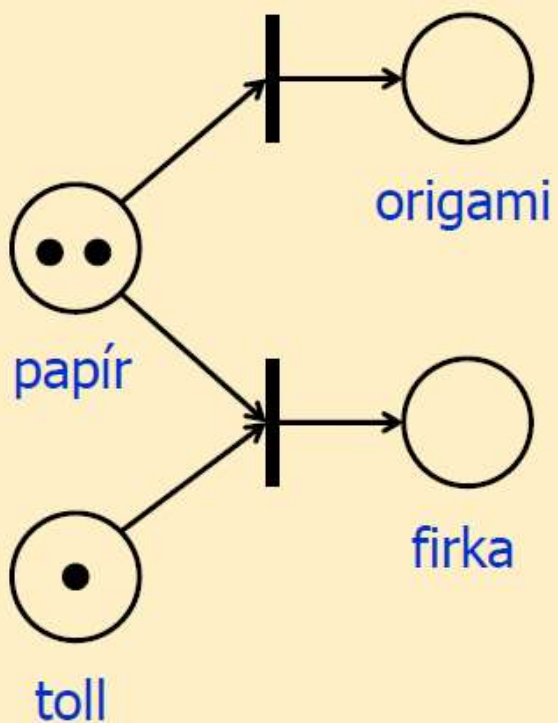
törölgetés

Petri háló jellemzők	Modellezési tulajdonságok
„azonnali” tüzelések	elemi (atomi) események
aszinkron tüzelések	események szekvenciája / függetlensége

Egyidejűség, szinkronizáció

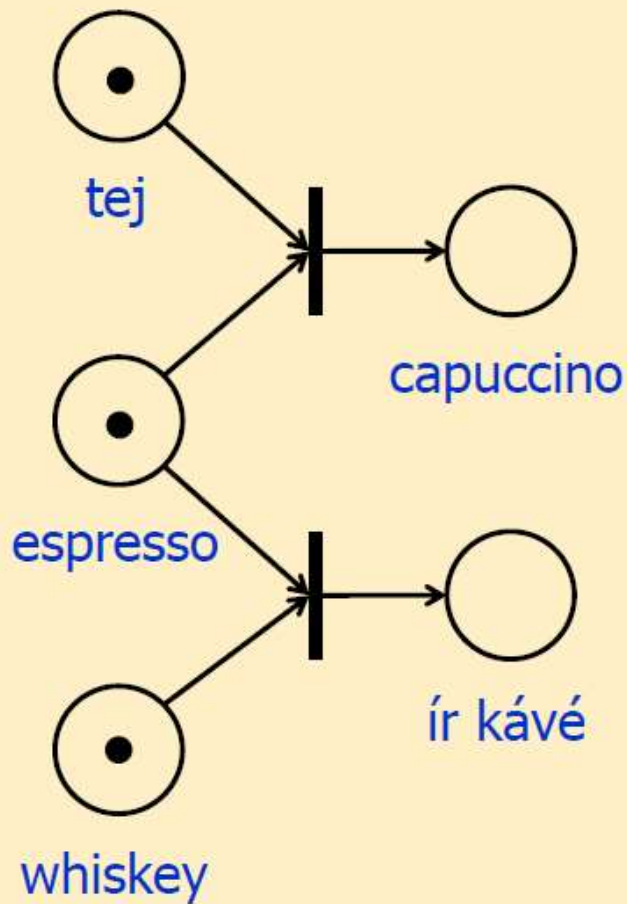


Petri háló jellemzői



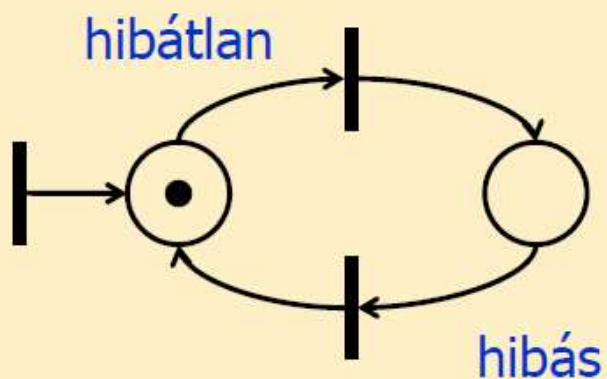
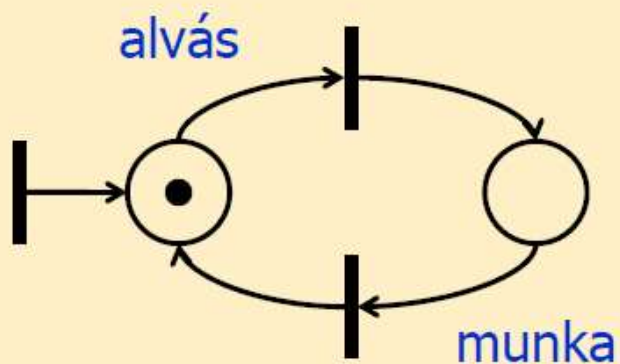
Petri háló jellemzők	Modellezési tulajdonságok
„azonnali” tüzelések	elemi (atomi) események
aszinkron tüzelések	események szekvenciája / függetlensége
nem-determinizmus	konkurencia

Petri hálók jellemzői



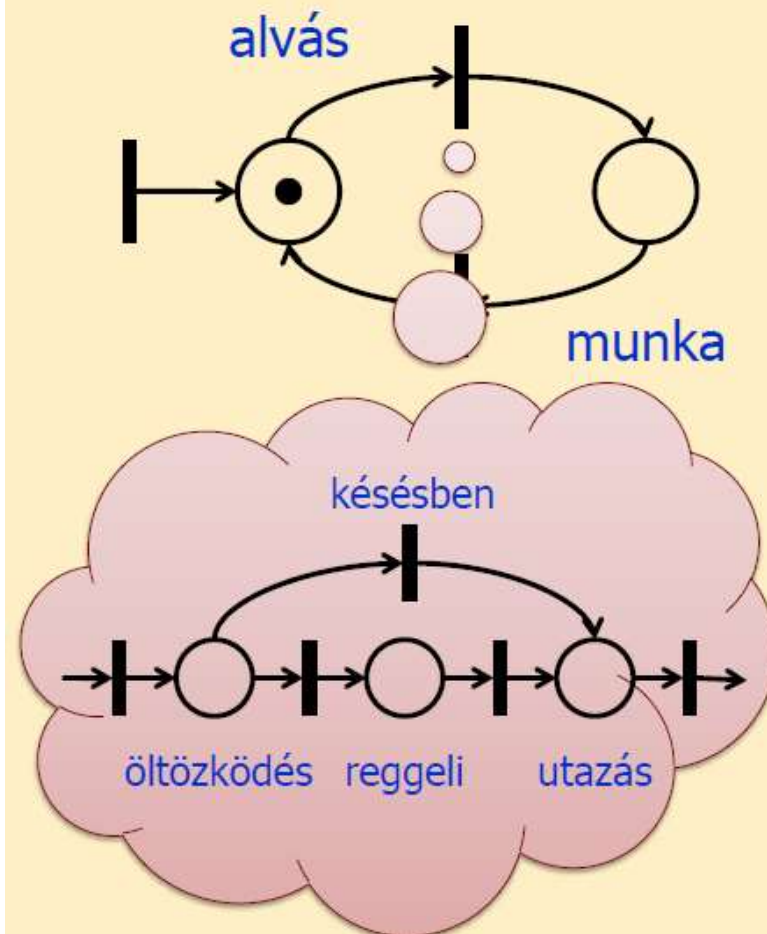
Petri háló jellemzők	Modellezési tulajdonságok
„azonnali” tüzelések	elemi (atomi) események
aszinkron tüzelések	események szekvenciája / függetlensége
nem-determinizmus	konkurencia
két tranzíció nem tüzel egyszerre	konfliktus

Petri hálók jellemzői



Petri háló jellemzők	Modellezési tulajdonságok
„azonnali” tüzelések	elemi (atomi) események
aszinkron tüzelések	események szekvenciája / függetlensége
nem-determinizmus	konkurencia
két tranzíció nem tüzel egyszerre	konfliktus
neminterpretált	absztrakt tulajdonságok

Petri hálók jellemzői



Petri háló jellemzők	Modellezési tulajdonságok
„azonnali” tüzelések	elemi (atomi) események
aszinkron tüzelések	események szekvenciája / függetlensége
nem-determinizmus	konkurencia
két tranzíció nem tüzel egyszerre	konfliktus
neminterpretált	absztrakt tulajdonságok
absztrakció és finomítás	hierarchikus modellezés

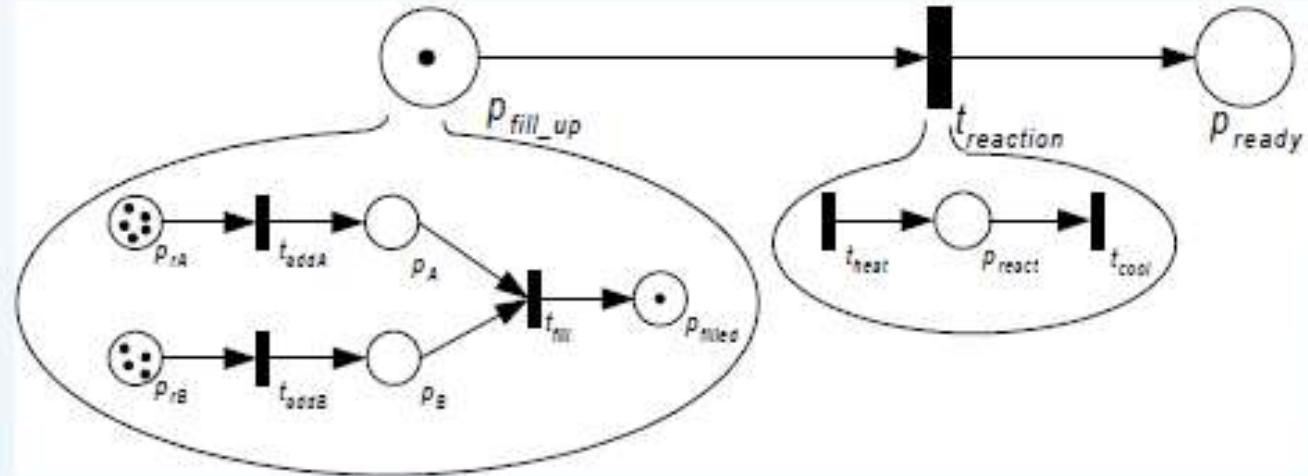
Kiterjesztett Petri háló modellek

- **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

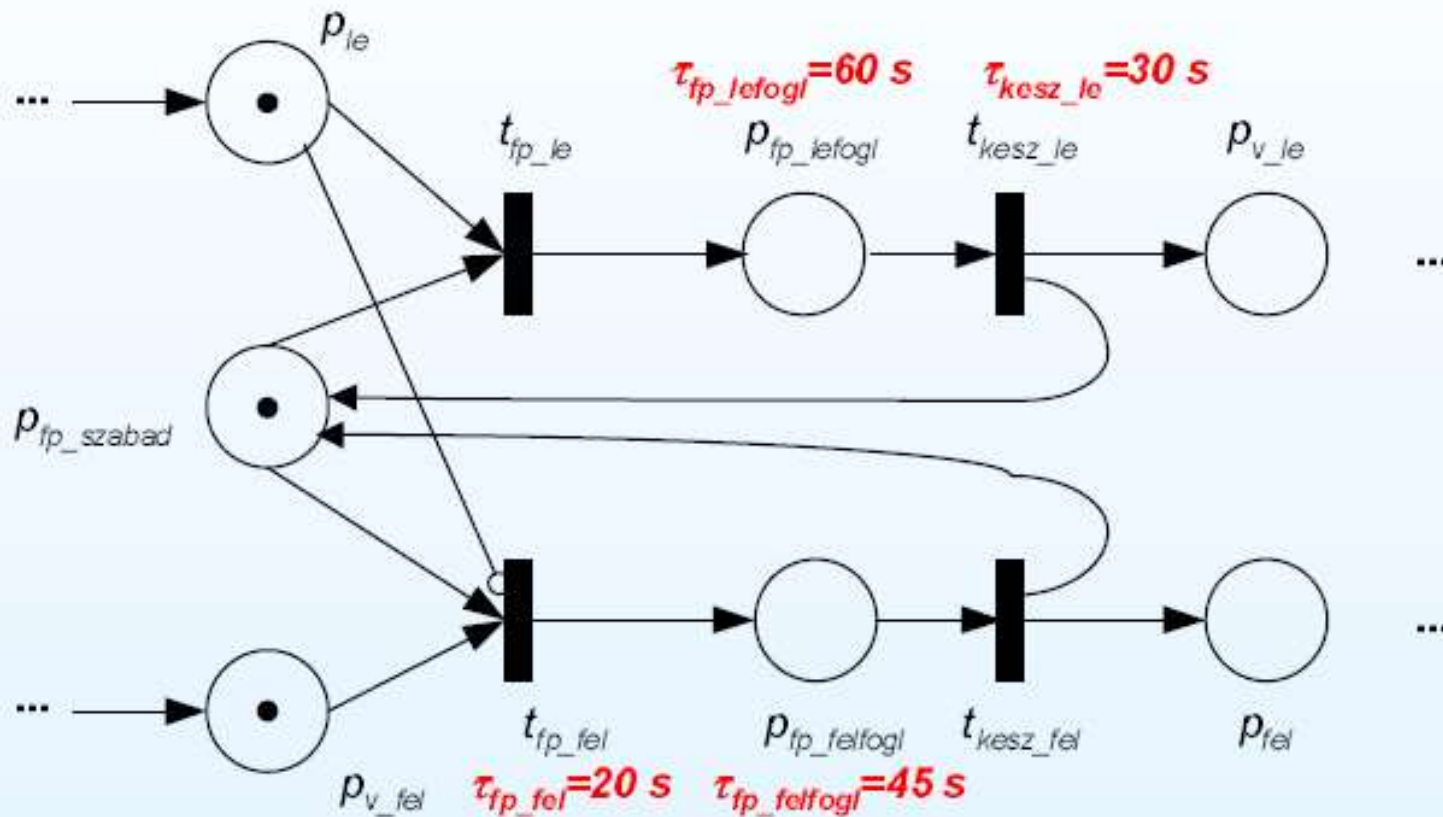
Főháló (super net) - alháló (subnets):

beépítés: bármelyik hely vagy átmenet helyére ismétlődő hasonló hálórészek



Futópálya Petri háló modellje – 3

Időzített Petri háló modell



Futópálya Petri háló modell – 4

Színezett Petri háló modell: "feliratok"

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

$a_{fel} = val(p_{fp_lefogl}) , val(p_{fel}) = a_{fel}$

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

