Az elérhetőségi probléma egyszerűsítése: Állapottér és struktúra redukció

dr. Bartha Tamás

dr. Majzik István

dr. Pataricza András

BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Redukciós módszerek: Általános alapelvek

Az elérhetőségi probléma egyszerűsítése

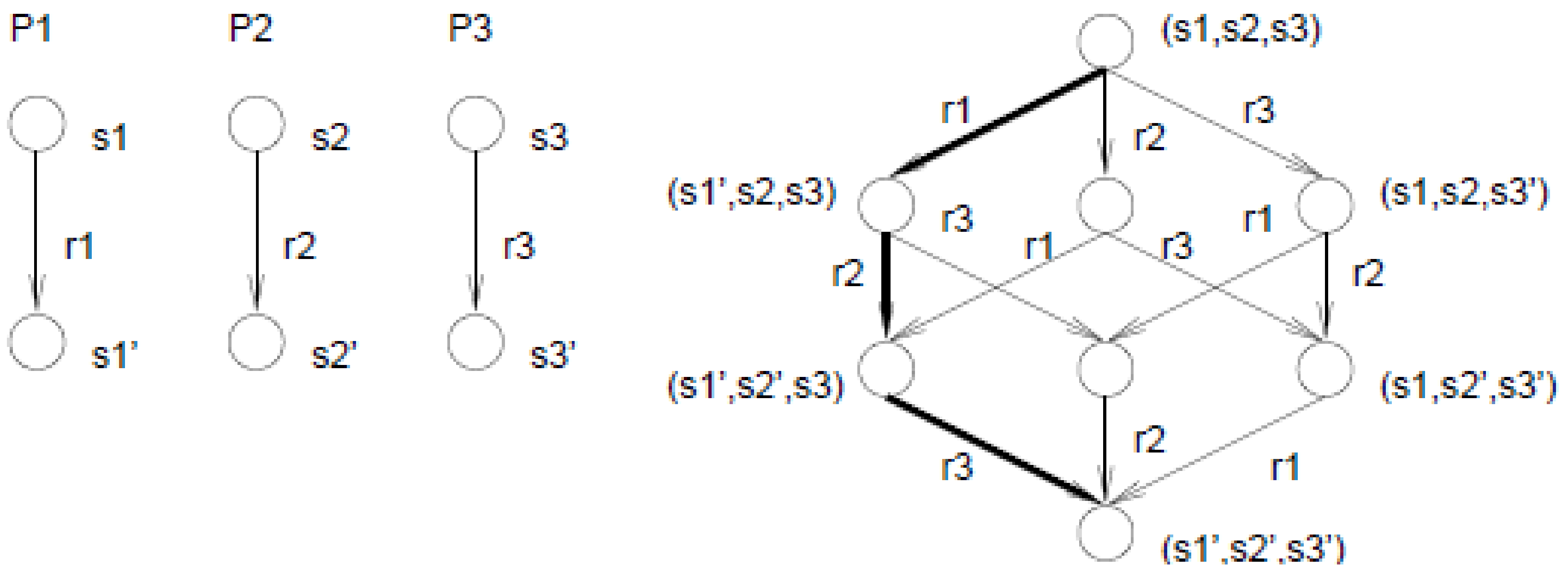
- Redukció:
  - Vigyázat: Érthető modellből kompakt modell
    - redundancia eliminálása
  - További egyszerűsítés: modell kifejezőereje csökken
    - cél: a kiválasztott tulajdonságokat őrizze meg!
    - ellenőrzött változtatások, de a funkcionalitás megváltozik
    - eredeti modellt a tulajdonságok szerint „fedő” modell jön létre
  - Sokféle tulajdonságmegőrző transzformáció létezik

Elérhetőségi probléma egyszerűsítése

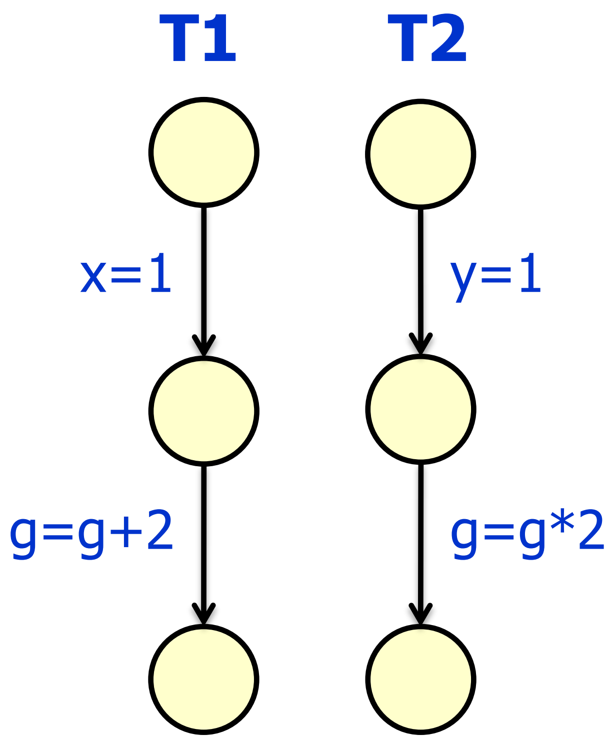
- Szimmetriák kihasználása
  - Azonos hálózatrészek csak egyszer vizsgálva
    - pl. erőforrás csoportok: azonos módon viselkedő tagok
  - Invariancia a ciklikus permutációra nézve
    - Színezett Petri hálók → Jól formált színezett Petri hálók (WFN) (lásd később!)
- Állapottér bejárás hatékonyságának növelése
  - Csak az „érdekes” állapotok bejárása
    - Tulajdonságmegőrző redukció
  - Csak a szükséges mennyiségű állapotváltás bejárása
    - Alternatív utak elhagyása

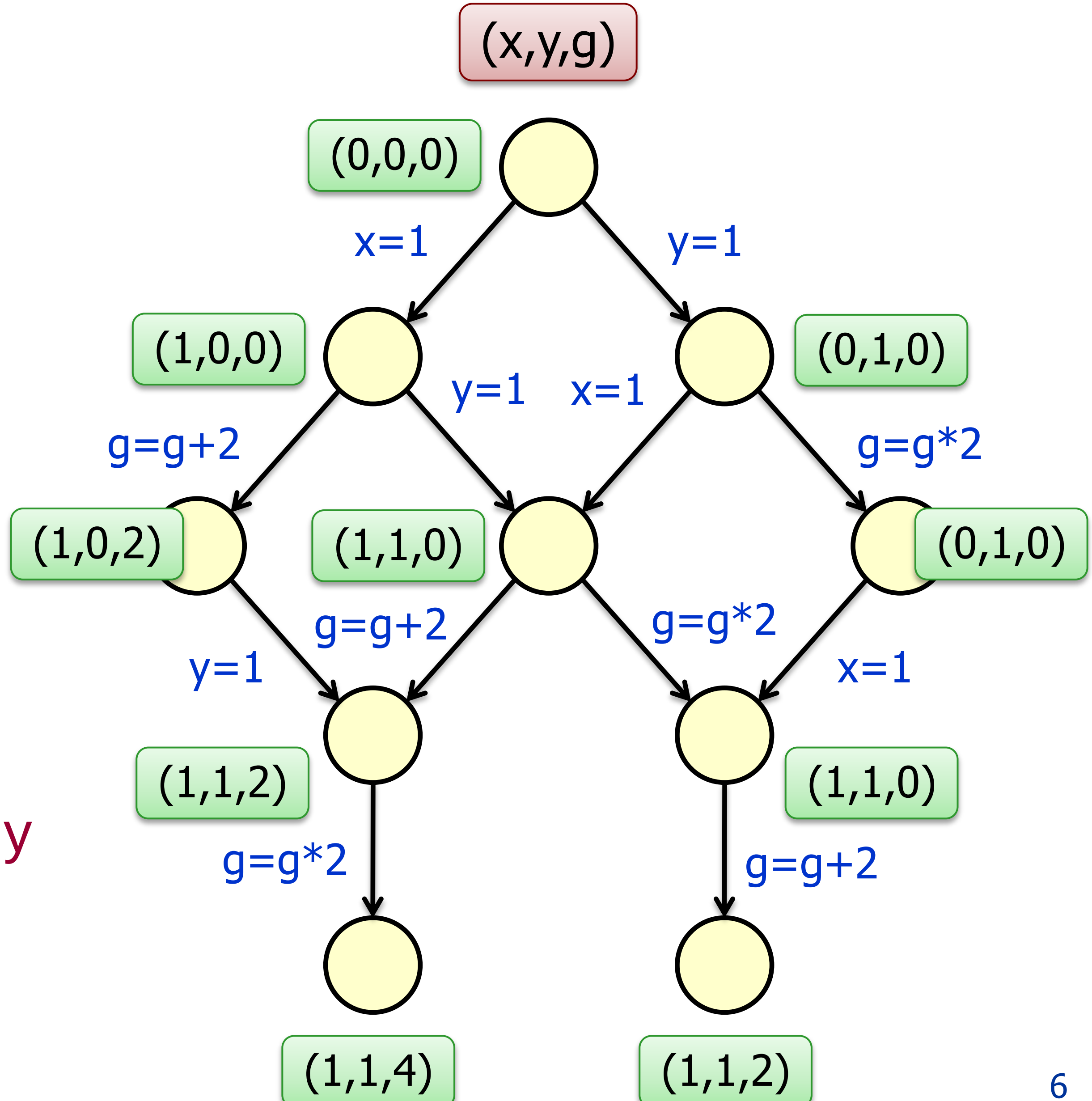
Elérhetőségi probléma egyszerűsítése

- Részleges sorrendezési redukció
  - Elérhető állapotok részlegesen sorrendezett halmazt alkotnak
  - Aszinkron működés: átlapolás → alternatív utak, azonos eredmény
  - Végállapotokat nézve (elérhetőség) az alternatív utak redundánsak



Példa: alternatív utak

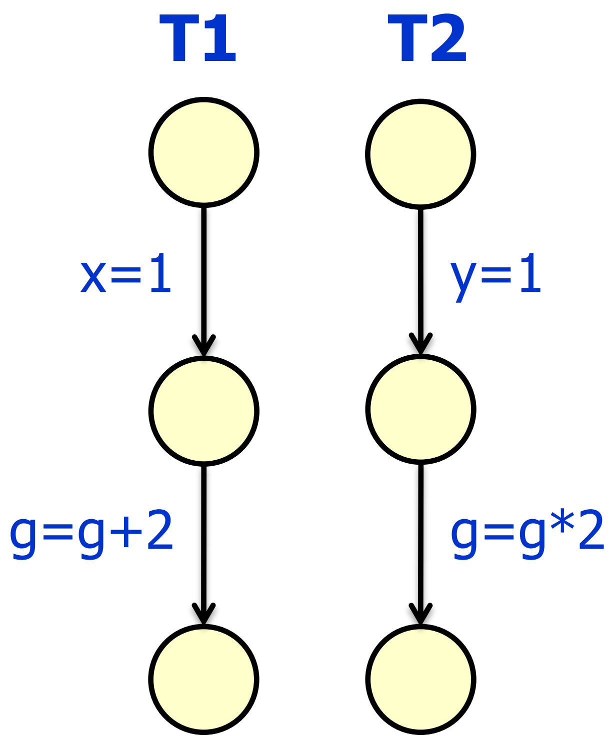




Lokális változók: x és y

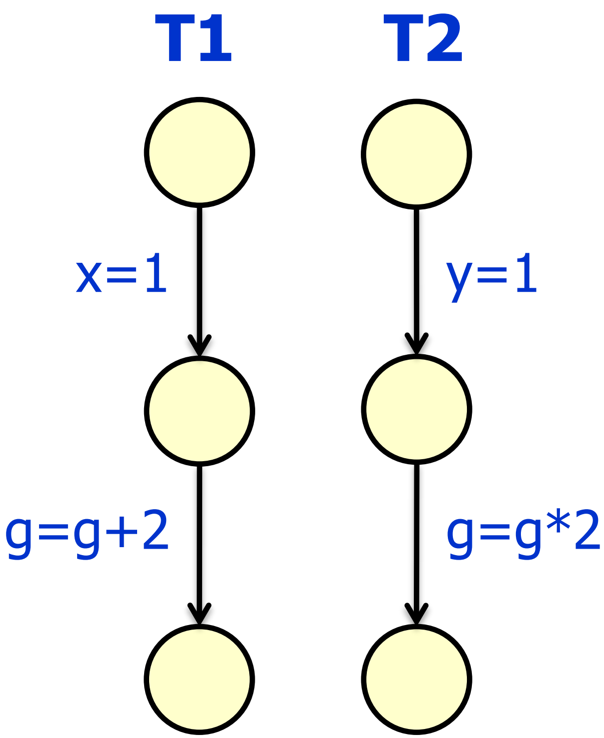
Globális változó: g

Példa: alternatív utak



- Lokális változók:
  - x és y
- Globális változó:
  - g
- 6 lehetséges lefutás:
  1. x=1; g=g+2; y=1; g=g*2
  2. x=1; y=1; g=g+2; g=g*2
  3. x=1; y=1; g=g*2; g=g+2
  4. y=1; g=g*2; x=1; g=g+2
  5. y=1; x=1; g=g*2; g=g+2
  6. y=1; x=1; g=g+2; g=g*2

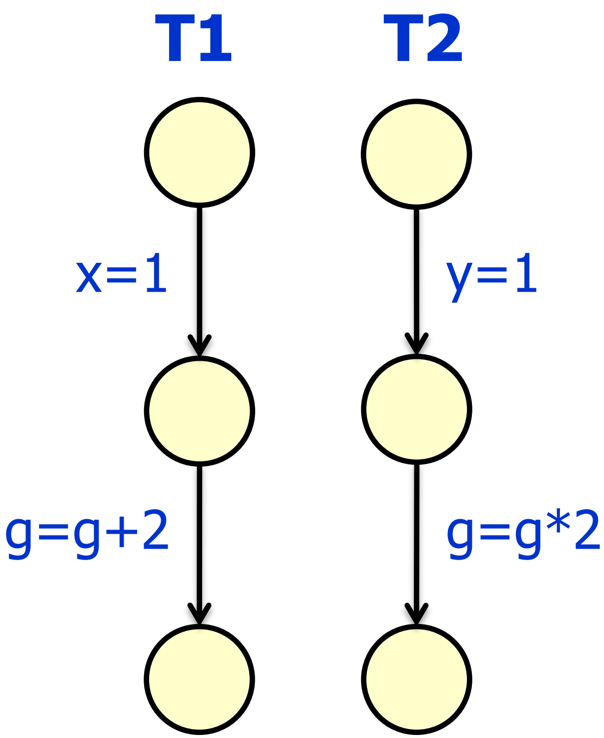
Példa: alternatív utak



	x=1	y=1	g=g+2	g=g*2
x=1		F	V	F
y=1	F		F	V
g=g+2	V	F		A
g=g*2	F	V	A	

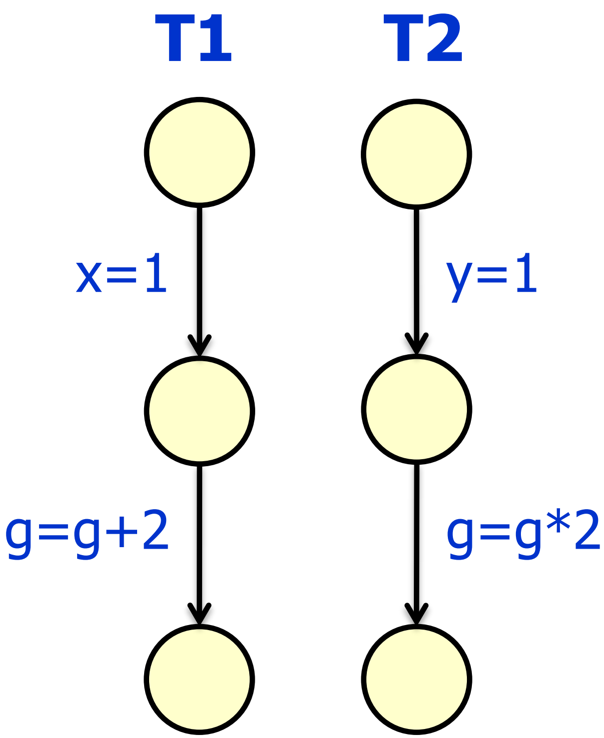
F: független
V: vezérlési függőség
A: adatfüggőség

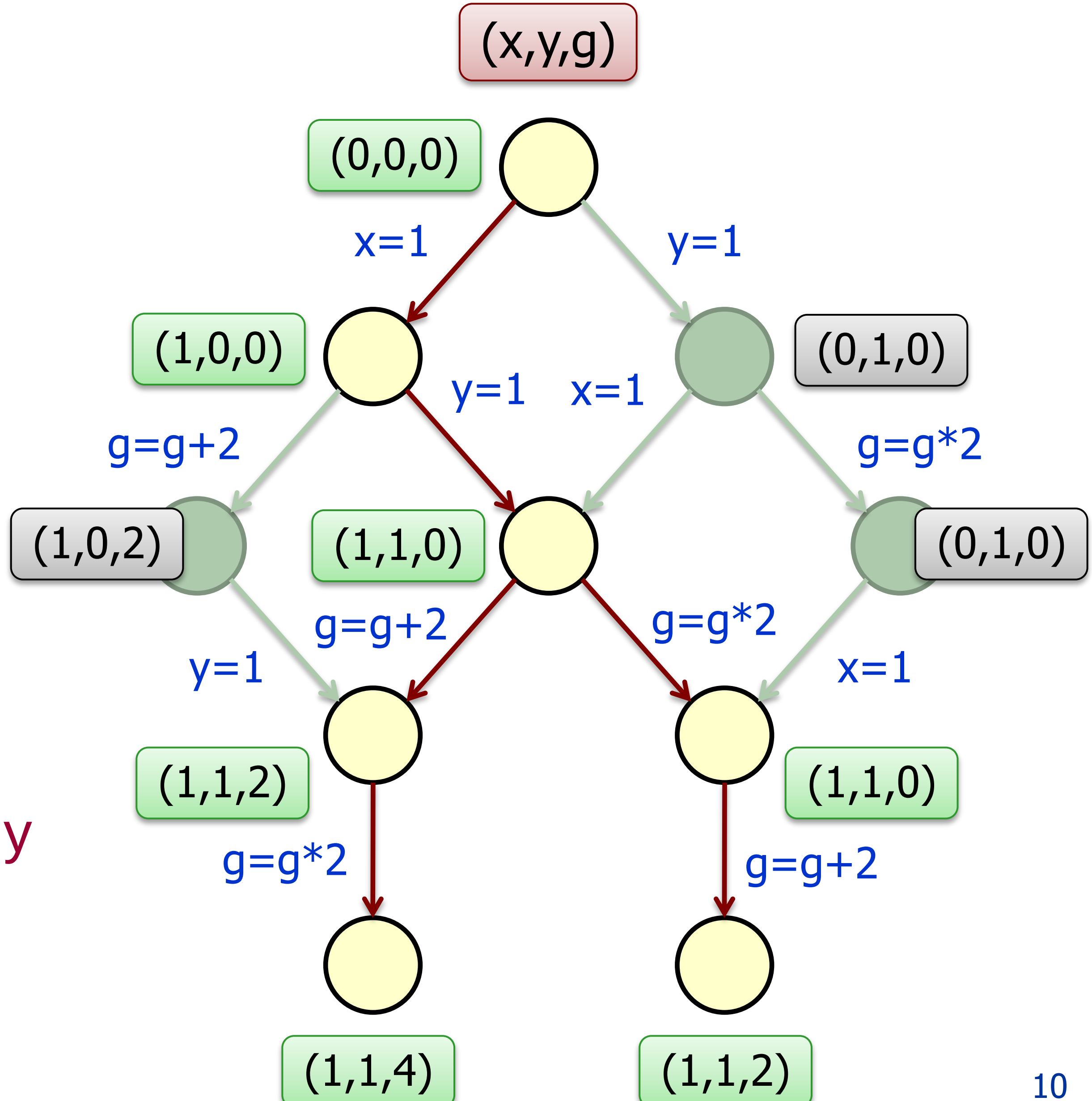
Példa: részleges sorrendezési redukció



1. x=1; g=g+2; y=1; g=g*2
2. x=1; y=1; g=g+2; g=g*2
3. y=1; x=1; g=g+2; g=g*2
4. x=1; y=1; g=g*2; g=g+2
5. y=1; x=1; g=g*2; g=g+2
6. y=1; g=g*2; x=1; g=g+2

Példa: alternatív utak





Lokális változók: x és y

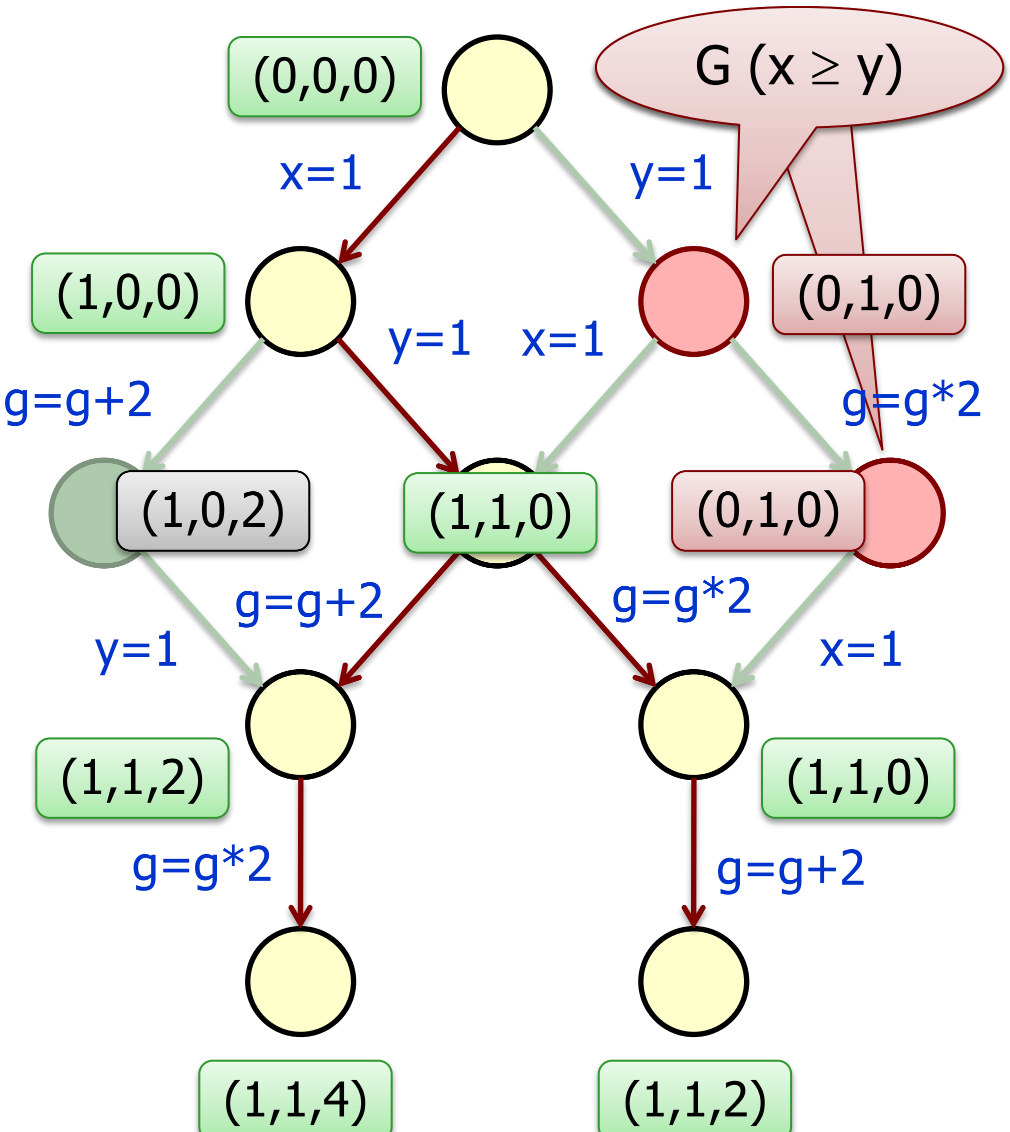
Globális változó: g

A részleges sorrendezési redukció alkalmazása

- Két LTS: T1 és T2
  - sorrendezett:
    x→g és y→g
- Redukált gráf
  - eltávolított élek: szürke
  - független:
    x=1 és y=1
  - adatfüggő:
    g+=2 és g*=2

- Redukció
  - redundáns utak eltávolítása
  - független párok:
    - x=1 ↔ y=1
    - x=1 ↔ g=g*2
    - y=1 ↔ g=g+2
  - vigyázat, függ a céltól!
    - pl. G(x ≥ y) tulajdonság
      a redukáltban igaz,
      az eredetiben nem igaz

Példa: G (x≥y) tulajdonság alapú függőség (T)



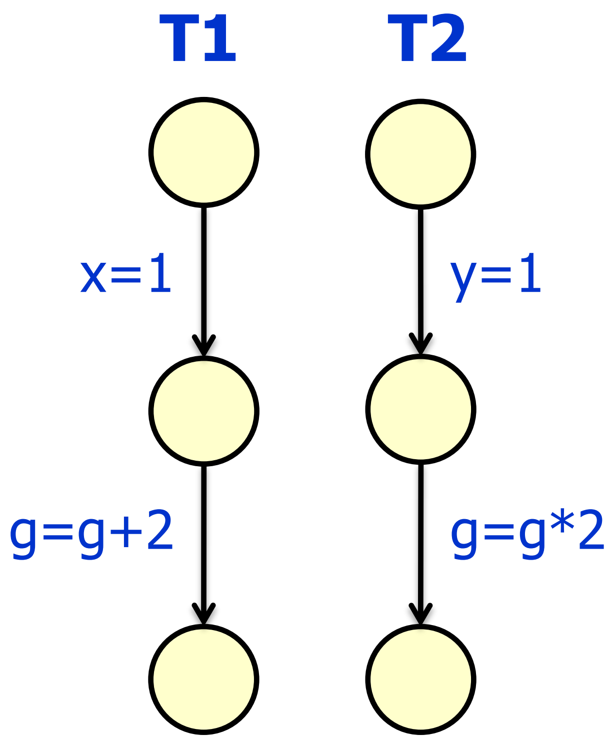
	x=1	y=1	g=g+2	g=g*2
x=1		T	V	F
y=1	T		F	V
g=g+2	V	F		A
g=g*2	F	V	A	

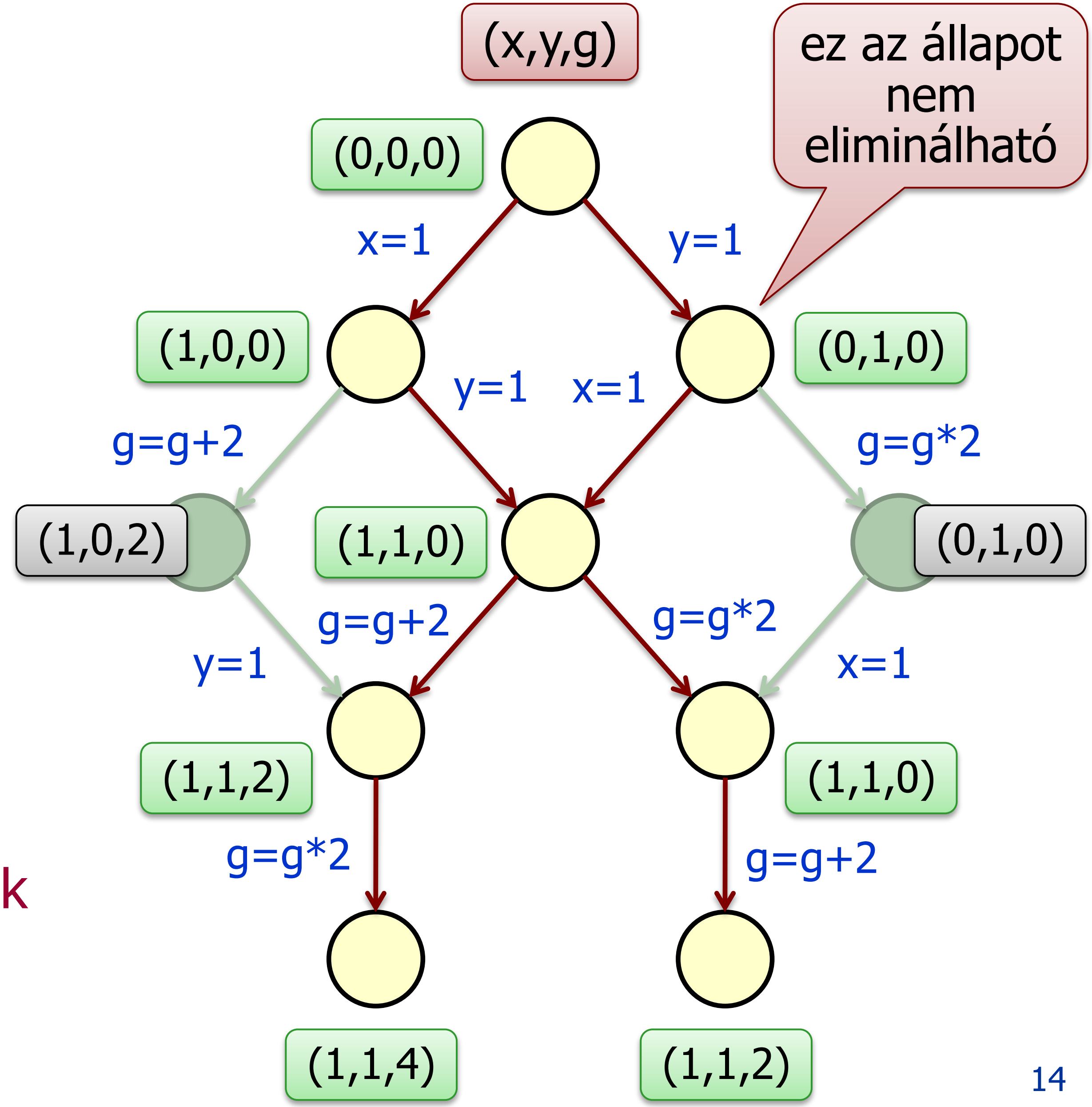
Példa: G (x≥y) tulajdonságmegőrző redukció

	x=1	y=1	g=g+2	g=g*2
x=1		T	V	F
y=1	T		F	V
g=g+2	V	F		A
g=g*2	F	V	A	

1. x=1; g=g+2; y=1; g=g*2
2. x=1; y=1; g=g+2; g=g*2
3. y=1; x=1; g=g+2; g=g*2
4. x=1; y=1; g=g*2; g=g+2
5. y=1; x=1; g=g*2; g=g+2
6. y=1; g=g*2; x=1; g=g+2

Példa: tulajdonságmegőrző redukció





x és y → tulajdonság szempontból függenek

Részleges sorrendezési redukció alapja

- Két állapotátmenet független egy s állapotban, ha
  - mindkettő engedélyezett az s állapotban
  - egyikük végrehajtása sem tiltja le a másikat (nincs vezérlési függőség – perzisztencia)
  - a két állapotátmenet együttes hatása független a végrehajtási sorrendtől (sem adat, sem tulajdonság függőség)
- Erős függetlenség
  - két állapotátmenet erősen független, ha függetlenek minden olyan állapotban, amelyben mindkettő engedélyezett

Petri hálók redukciós módszerei: Struktúra redukció

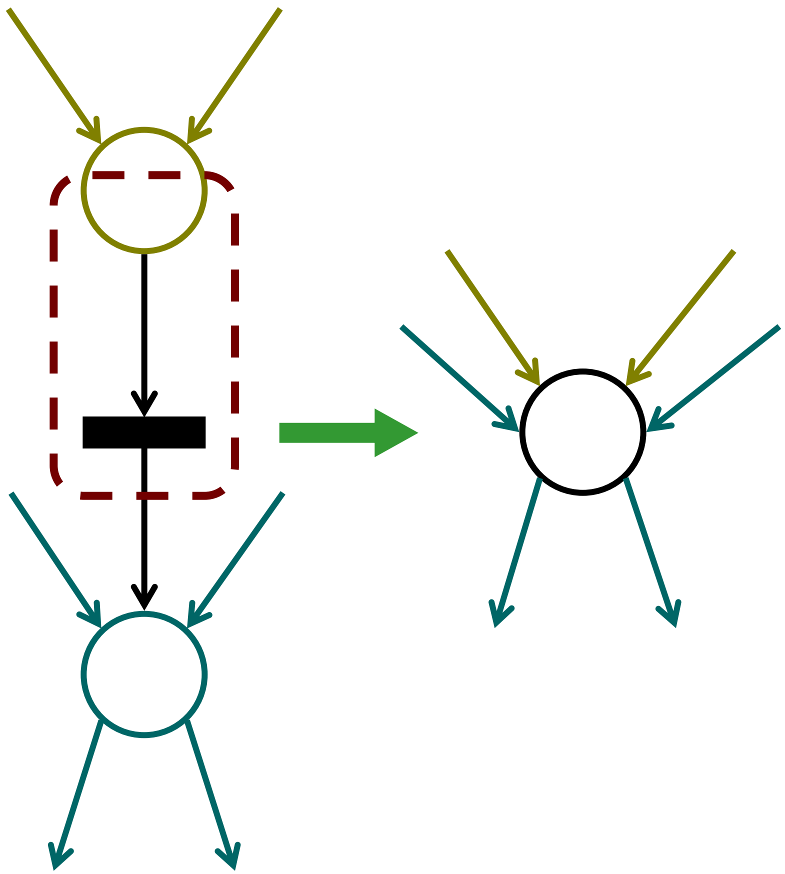
Az elérhetőségi probléma általános kezelése

- Struktúra redukálása
  - Tulajdonságmegtartó transzformáció redukált modellre
- Hierarchikus modellezés
  - Részhálózatok összevonása egyetlen csomóponttá
  - Petri hálók nemdeterminizmusa $\rightarrow$ modellabsztrakció
    - Keresési tér behatárolása durvább modellen
    - Részletes analízis egy finomított modellen
- Kompozícionális verifikáció
  - Rendszerek $\Leftarrow$ részrendszerek + interfészek + együttműködés
  - Részrendszerek analízise és az együttműködések vizsgálata
  - A teljes rendszer analízise a részrendszerekre kapott eredményekből

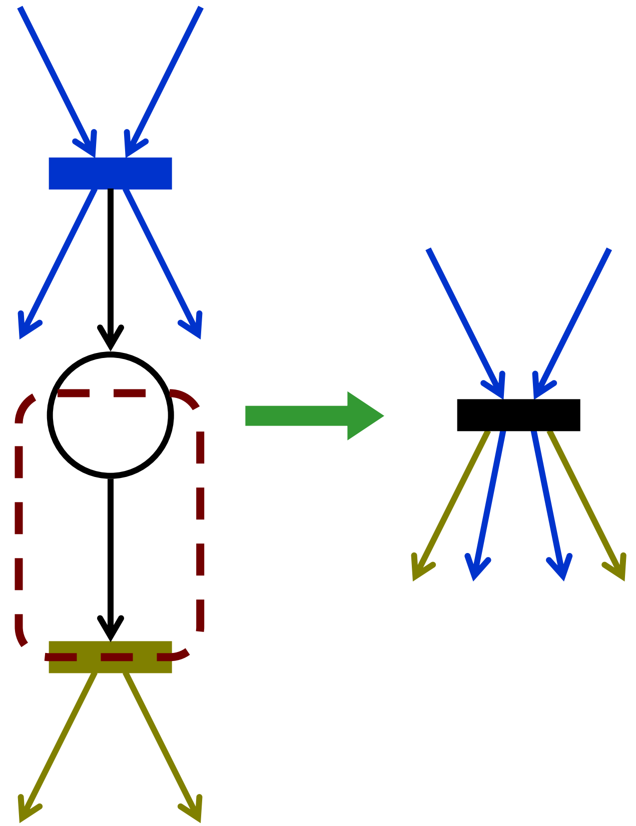
Transzformációk

- Egyszerű tulajdonságmegőrző transzformációk:
  - soros helyek összevonása
  - soros tranzíciók összevonása
  - párhuzamos helyek összevonása
  - párhuzamos tranzíciók összevonása
  - önhurkot alkotó helyek törlése
  - önhurkot alkotó tranzíciók törlése
- Megőrzik az élő, korlátos és biztos tulajdonságot

Soros összevonások

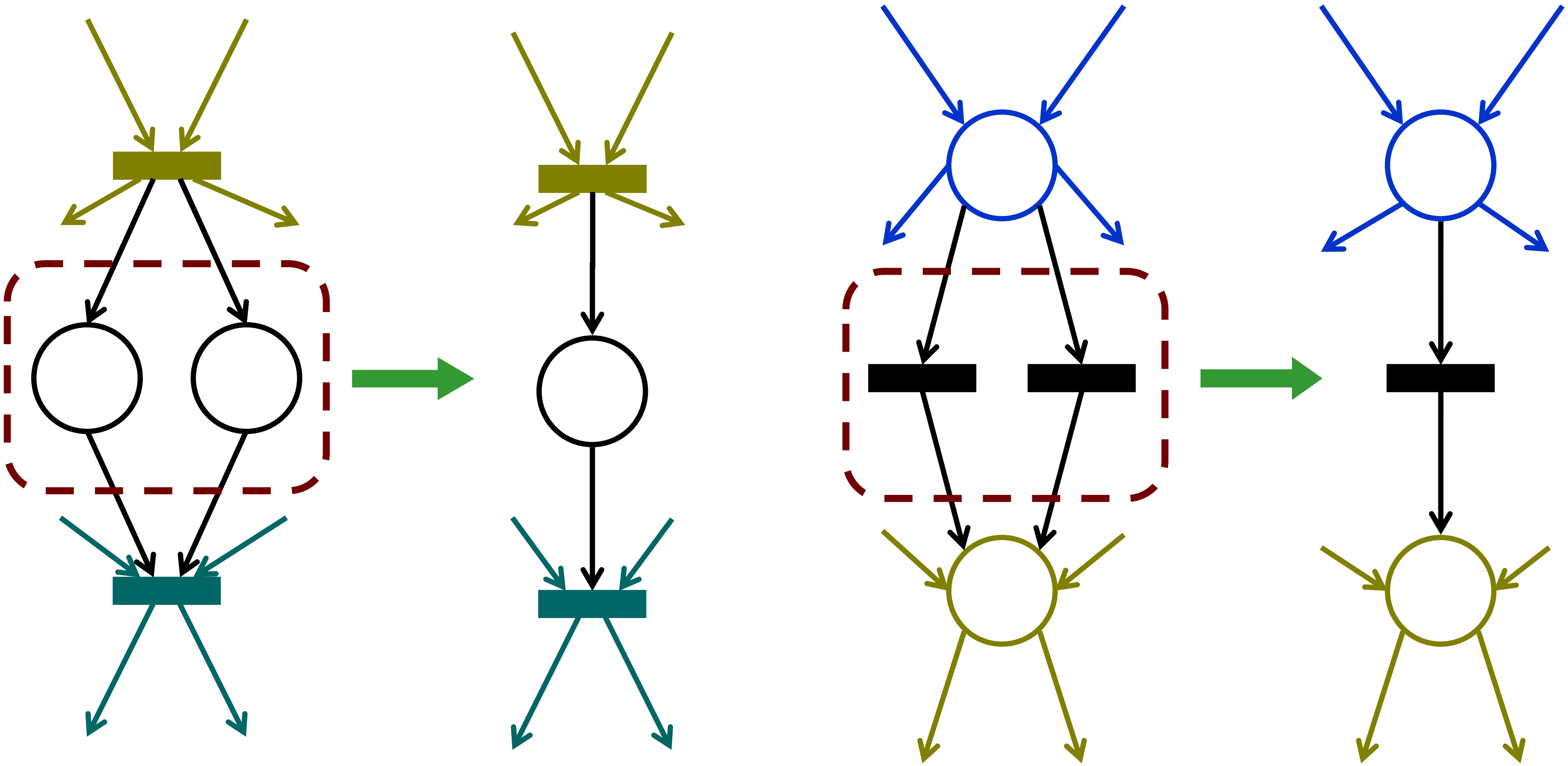


soros helyek összevonása (FSP)



soros tranzíciók összevonása (FST)

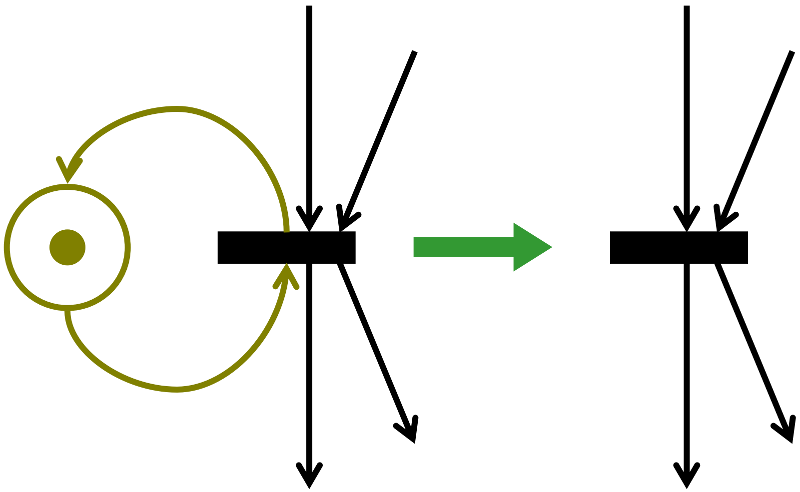
Párhuzamos összevonások



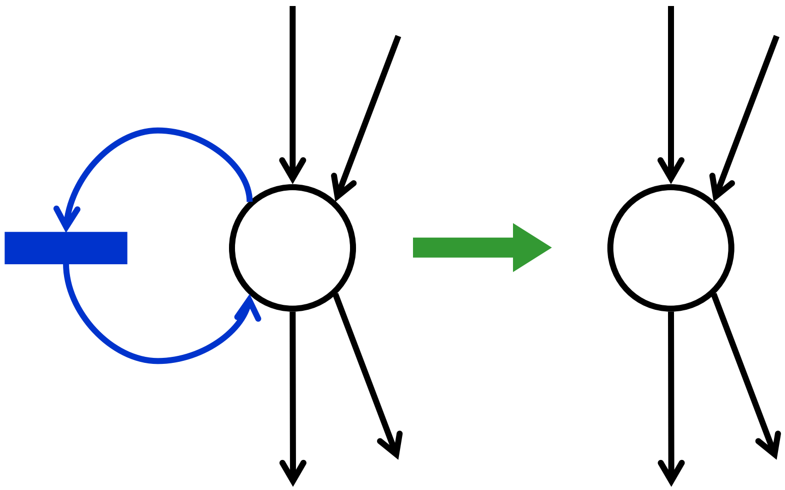
párhuzamos helyek összevonása (FPP)

párhuzamos tranzíciók összevonása (FPT)

Önhurkok törlése

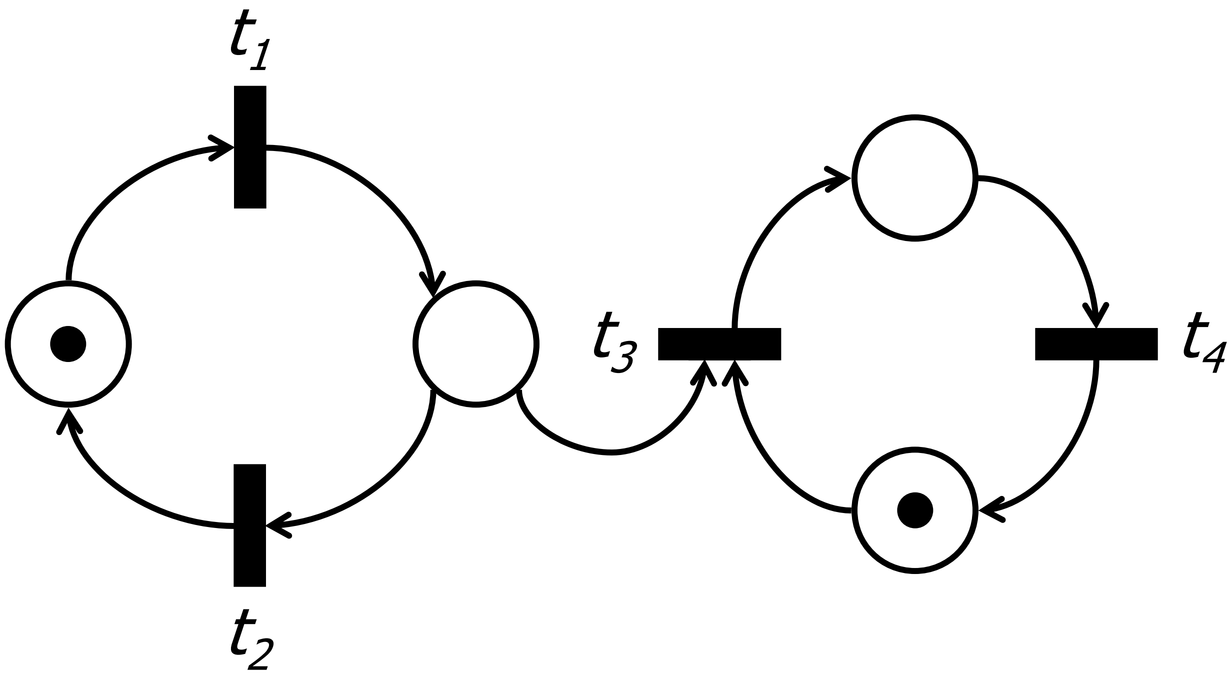


önhurkot alkotó helyek
törlése (ESP)



önhurkot alkotó tranzíciók
törlése (EST)

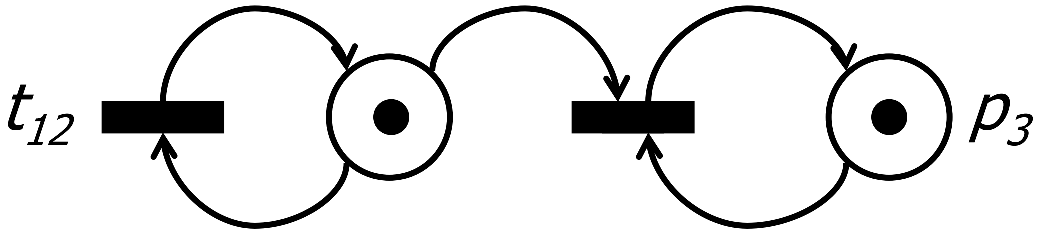
Példa: 1. lépés



t_1 tüzelése után:

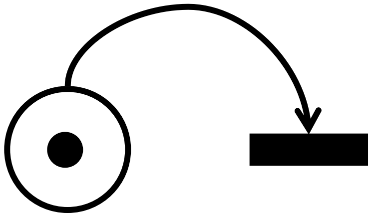
- t_1 és t_2 összevonása (soros tranzíciók) $\rightarrow$ t_{12}
- t_3 és t_4 összevonása (soros tranzíciók) $\rightarrow$ t_{34}

Példa: 2. lépés



- t_{12} törlése (önhurkot alkotó tranzíció)
- p_3 törlése (önhurkot alkotó hely)

Példa: eredmény



A háló korlátos, de nem élő (és nem megfordítható)