# Petri-háló alapú modellek készítése (Példa a modellezési folyamatra)

dr. Bartha Tamás

BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

# A modellezési feladat

Alternating Bit Protocol

- Átviteli protokoll veszteséges csatornához
  - üzenet elveszhet (véges számú alkalommal), nyugta is
  - üzenet tartalma nem változhat
- Két résztvevő
  - Küldő folyamat: üzenetet küld, nyugtát fogad
  - Fogadó folyamat: üzenetet fogad, nyugtát küld
- Cél: a protokoll biztosítsa, hogy minden küldött üzenet véges időn belül eljusson a fogadóhoz

# Küldő folyamat

- Üzenetekhez egy ellenőrző bitet kapcsol
- Az üzenetek megérkezését nyugta jelzi
- A nyugta tartalmazza az ellenőrző bitet
- Első üzenethez csatolt bit: $\mathbf{b^0}$
  - ha az üzenet elvész, a folyamat időtúllepéssel észleli a nyugta hiányát → újra küldi
  - ha a folyamat $\mathbf{b^0}$ bittel ellátott nyugtát kap (ilyet várt), akkor a következő üzenethez $\mathbf{b^1} = \neg\, \mathbf{b^0}$ bitet köt
  - ha a folyamat $\mathbf{b^X}$ bittel ellátott nyugtát vár és $\mathbf{b^Y}$ bittel ellátott nyugtát kap → egyszerűen eldobja

# Fogadó folyamat

- Első vétel: **$b^0$** ellenőrző bittel jelölt üzenetet kap
- Az üzenetet feldolgozza, a vételt a kapott bit visszaküldésével nyugtázza
  - ha a következő üzenetben az ellenőrző bit értéke **$b^1$** (helyesen), akkor az új üzenetet is feldolgozza és a **$b^1$** bit visszaküldésével nyugtázza
  - ha a következő üzenetben az ellenőrző bit értéke **$b^0$** (nem megfelelő), akkor az üzenetet eldobja (korábban már feldolgozta), de nyugtát küld

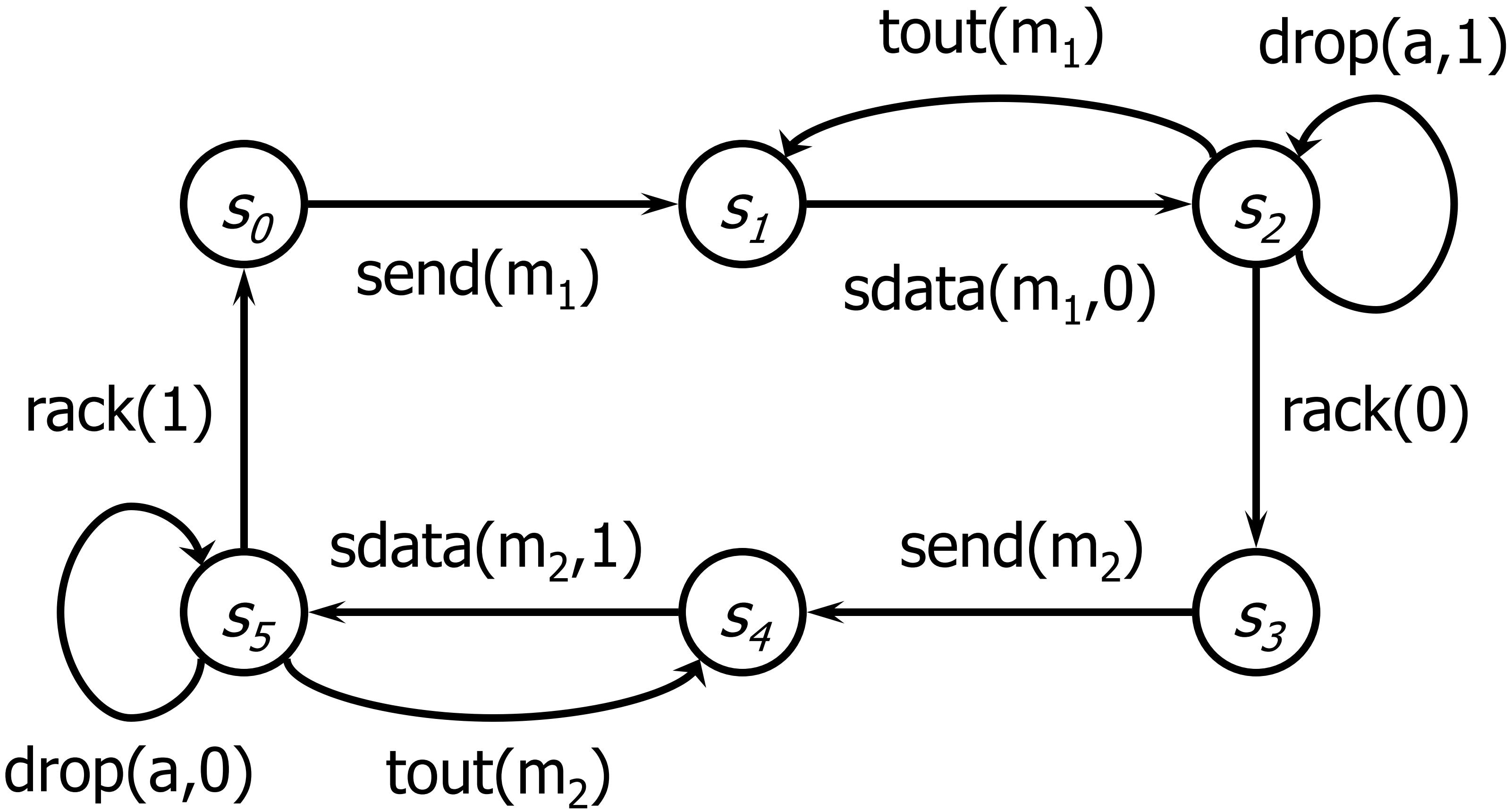
# A modellalkotás lépései

1. A feladat felbontása tevékenységekre és erőforrásokra
2. Tevékenységek állapotgráfjának kidolgozása
3. Erőforrások modellje a pufferek modelljeivel
4. Állapotgráf modellekből Petri-háló modell készítése
5. Tevékenységek és erőforrások kapcsolatának leírása
6. Tevékenység és erőforrás modellek integrálása
7. Integrált modell helyességének ellenőrzése
8. Modell felhasználása a (kvantitatív) feladat megoldására

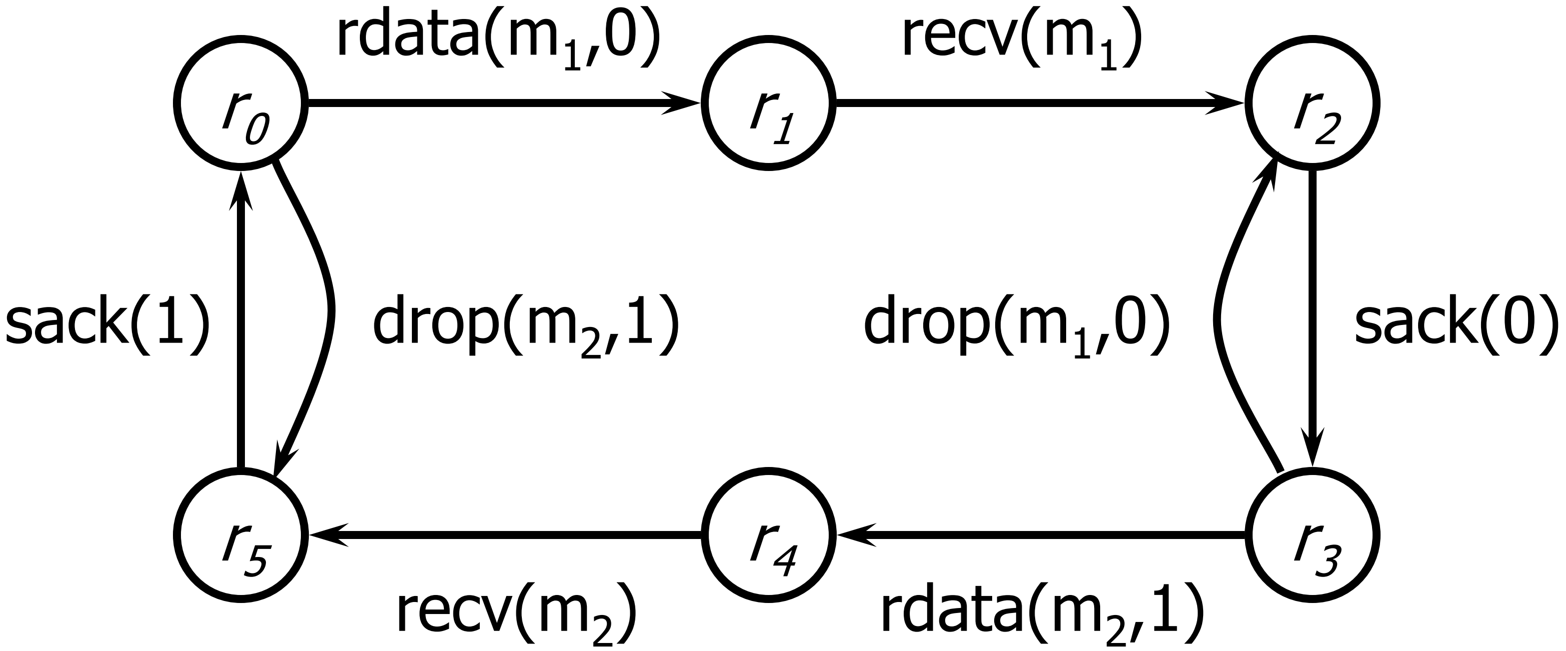
# Komponensek és állapotgráfjaik

- Alrendszerek
  - Tevékenységek: küldő folyamat, fogadó folyamat
  - Erőforrások: adat csatorna, nyugtázó csatorna
- Minden alrendszer saját állapottal rendelkezik
  - körök: állapotok
  - nyilak: események
- Azonos események egy időben mennek végbe: szinkronizáció

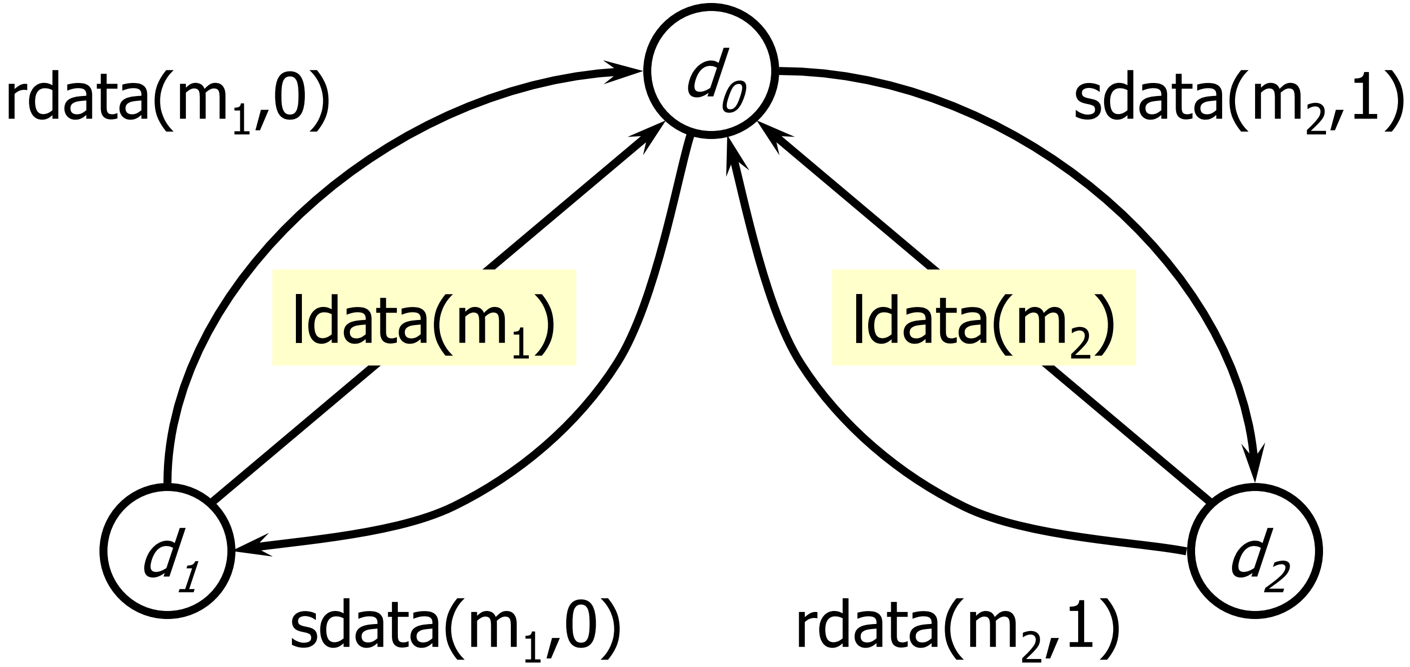
# Küldő folyamat állapotgráfja



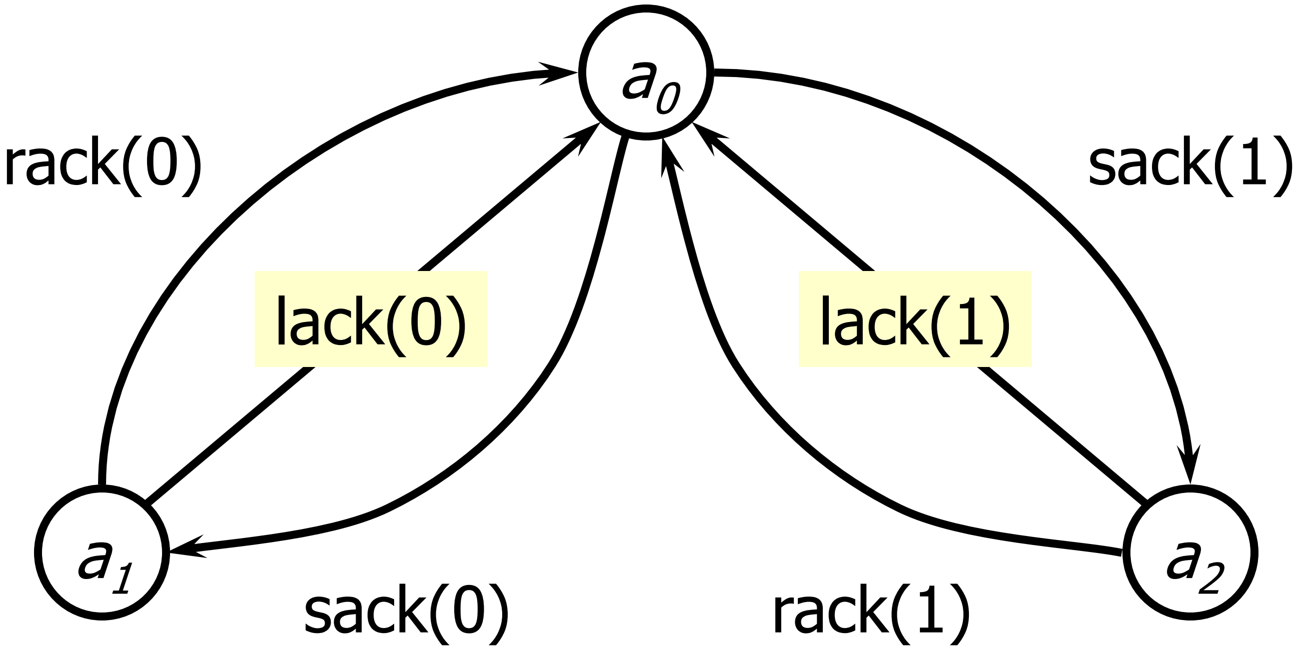
# Fogadó folyamat állapotgráfja



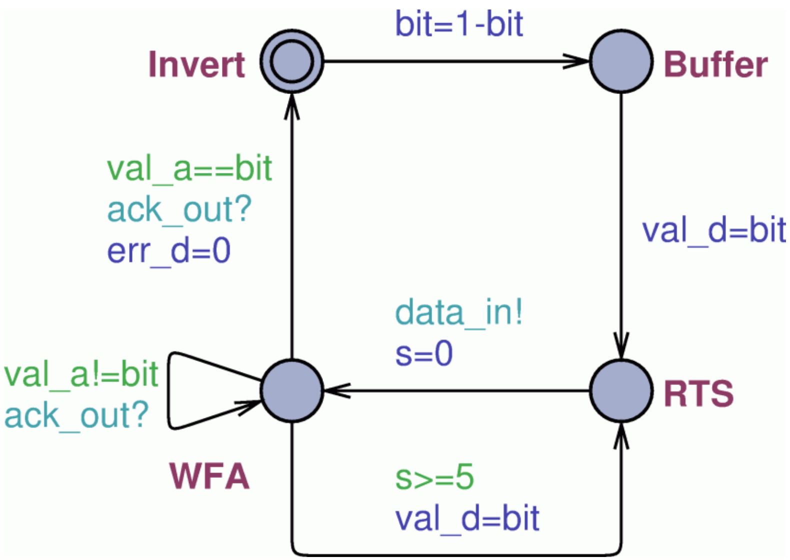
# Adat csatorna állapotgráfja

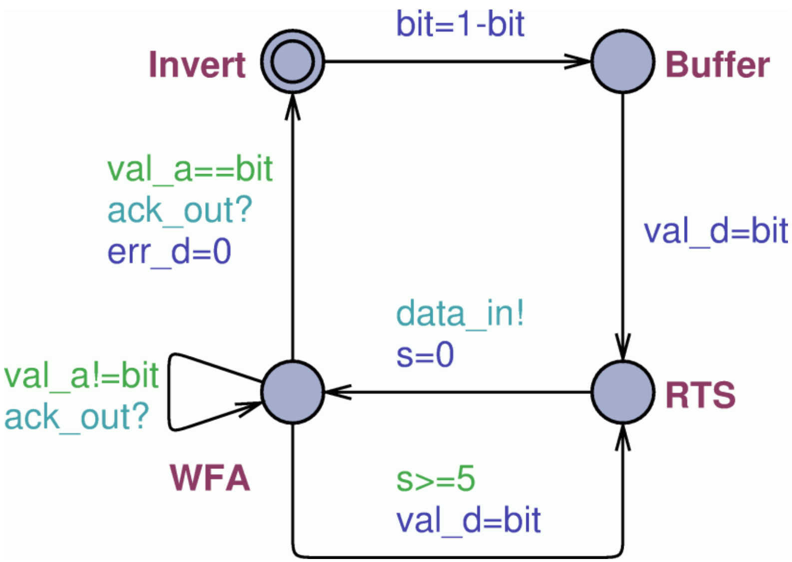


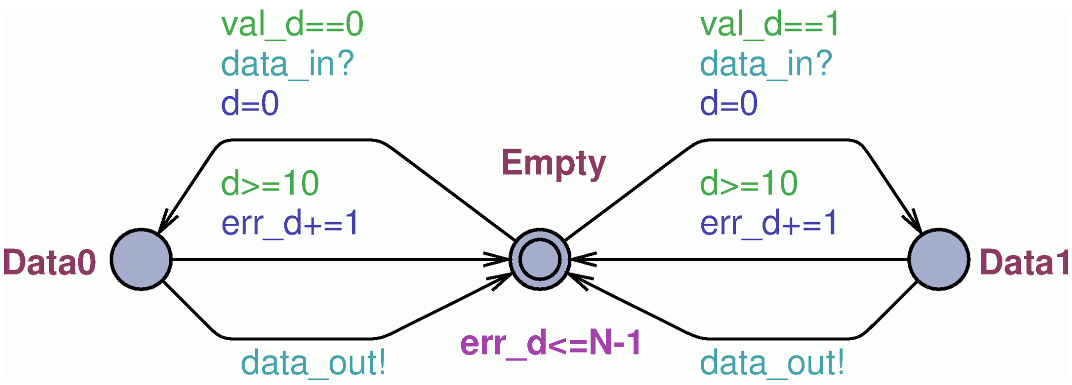
# Nyugtázó csatorna állapotgráfja



# UPPAAL modell

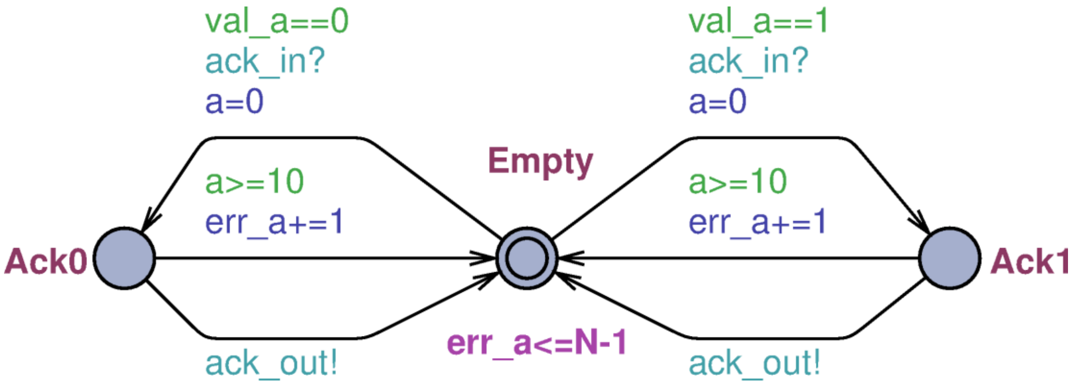




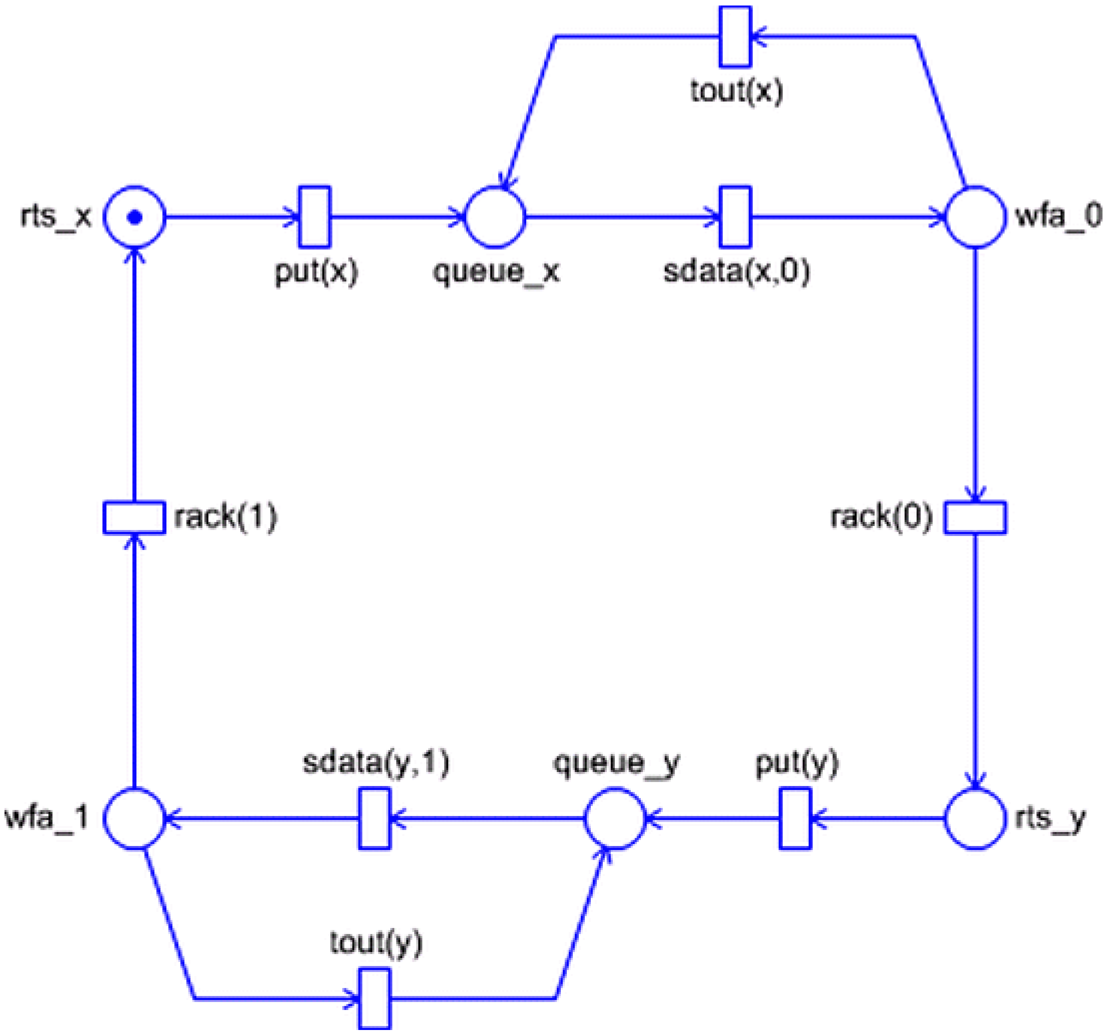


```
const int N=10;

typedef int[0,1] bit_t;
typedef int[0,2] value_t;
typedef int[0,N] error_t;
```

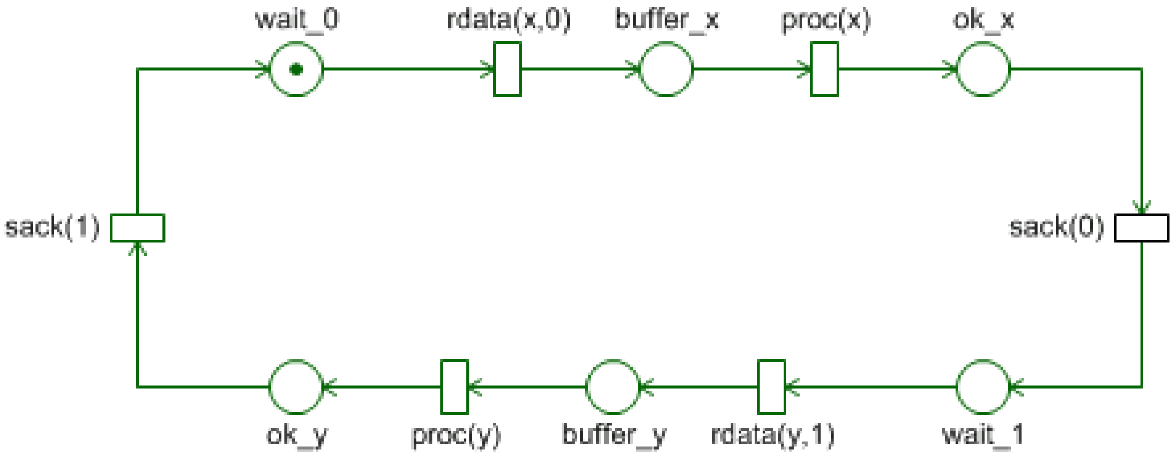
```
value_t val_d, val_a;
error_t err_d, err_a;

chan data_in, ack_in;
urgent chan data_out, ack_out;
```



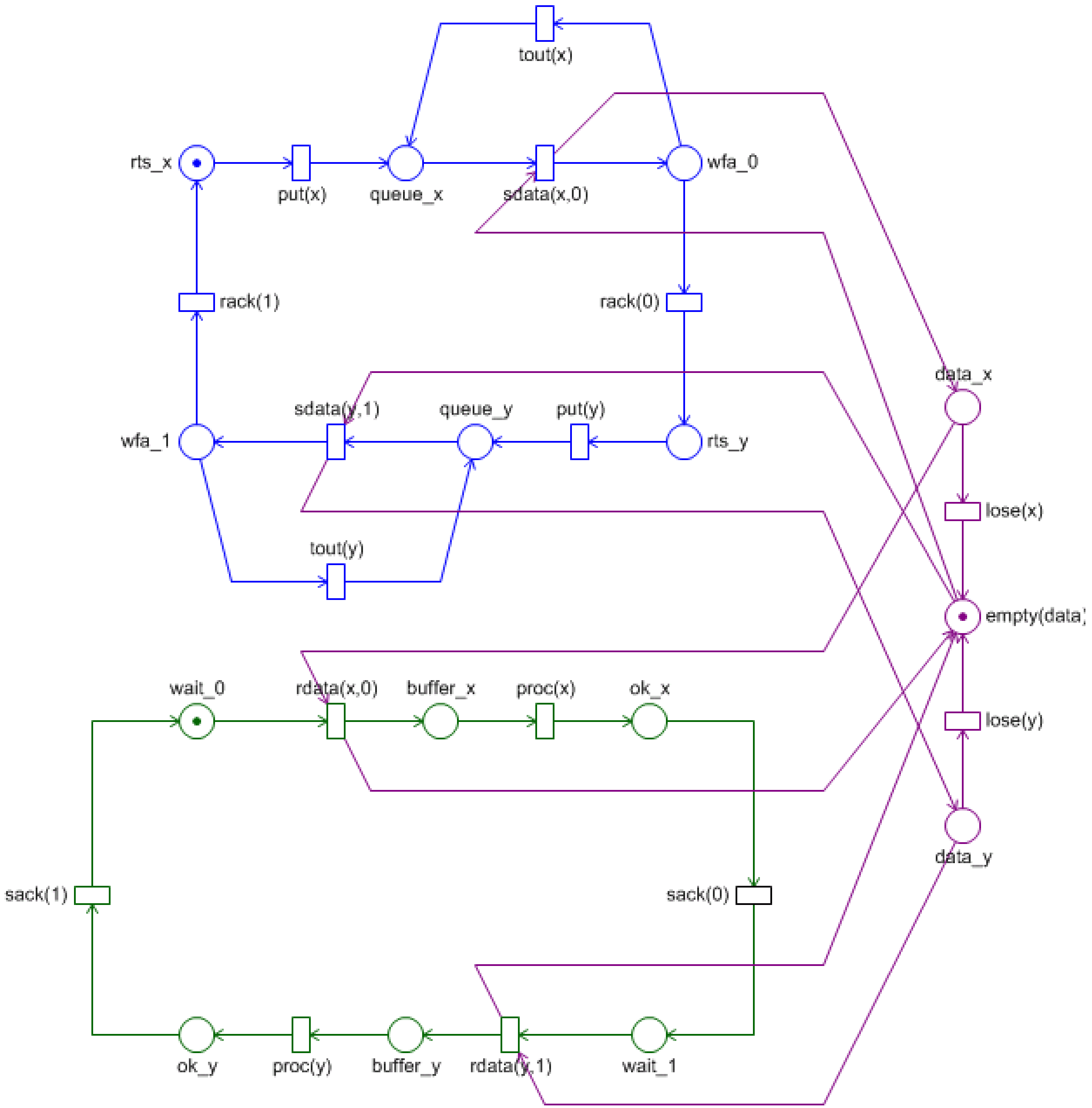
# Küldő folyamat Petri-háló modellje



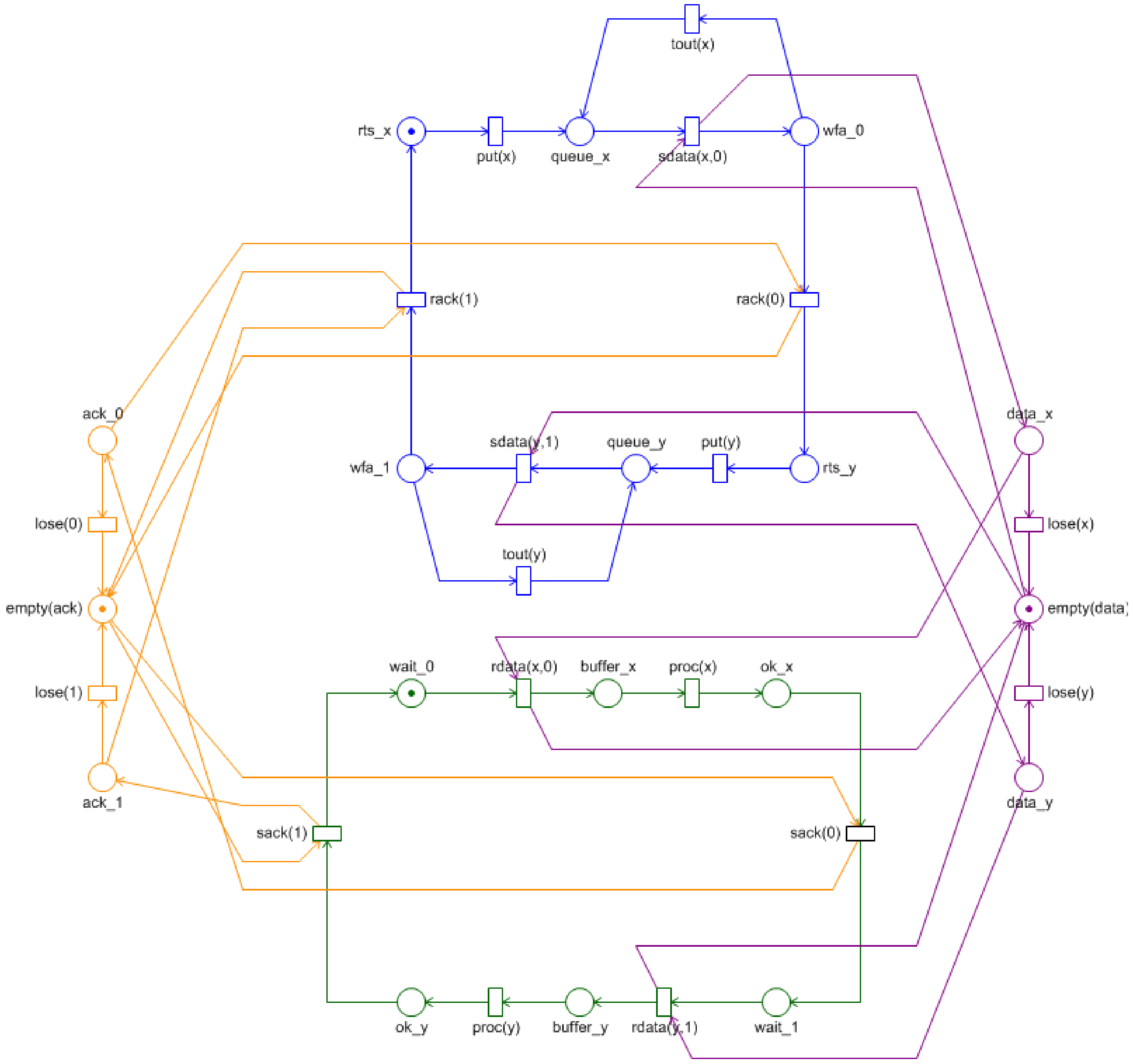
# Fogadó folyamat Petri-háló modellje



# Adat csatorna és az átvitel

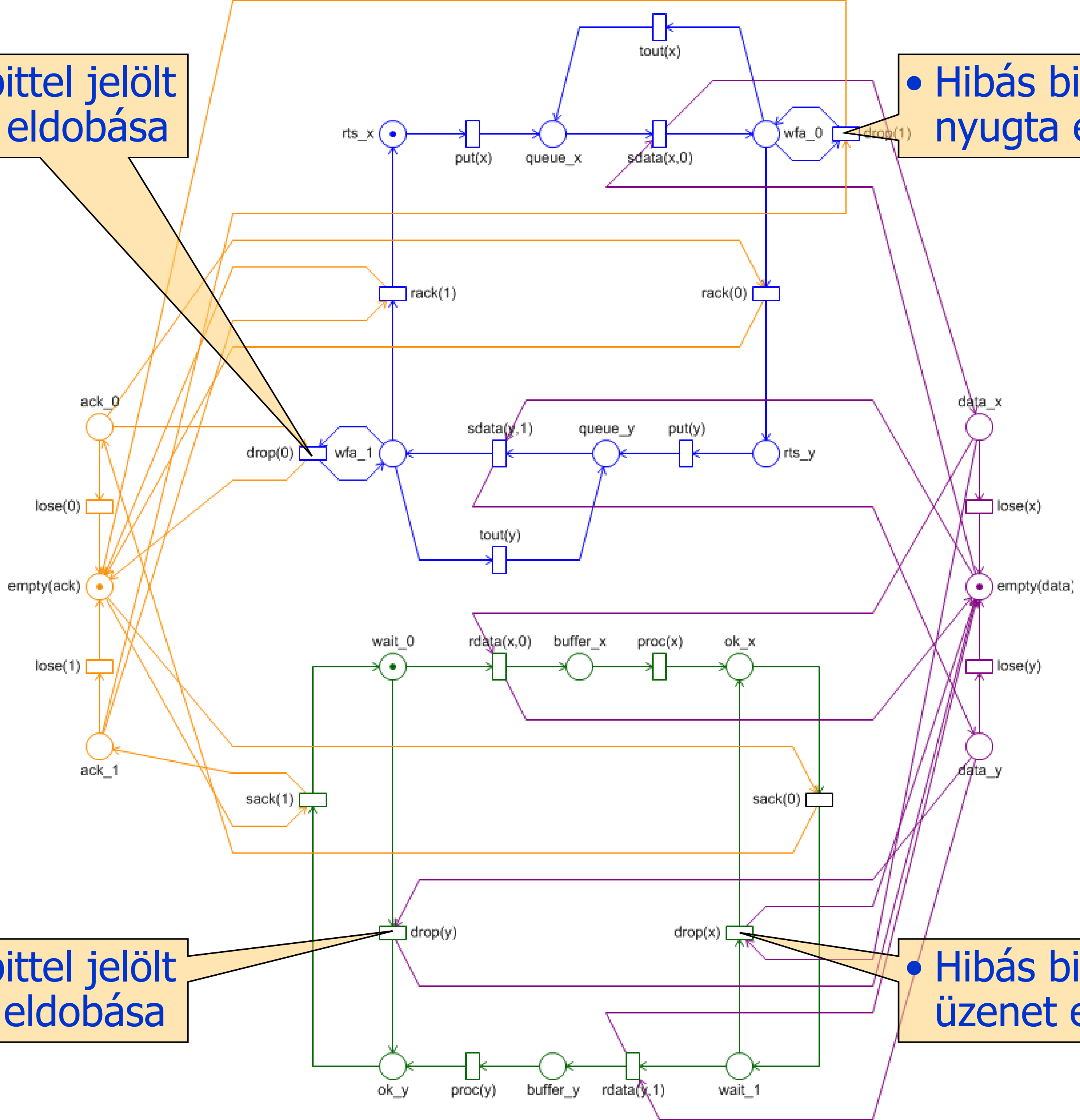


# Nyugtázó csatorna



- Hibás bittel jelölt nyugta eldobása

- Hibás bittel jelölt nyugta eldobása



- Hibás bittel jelölt üzenet eldobása

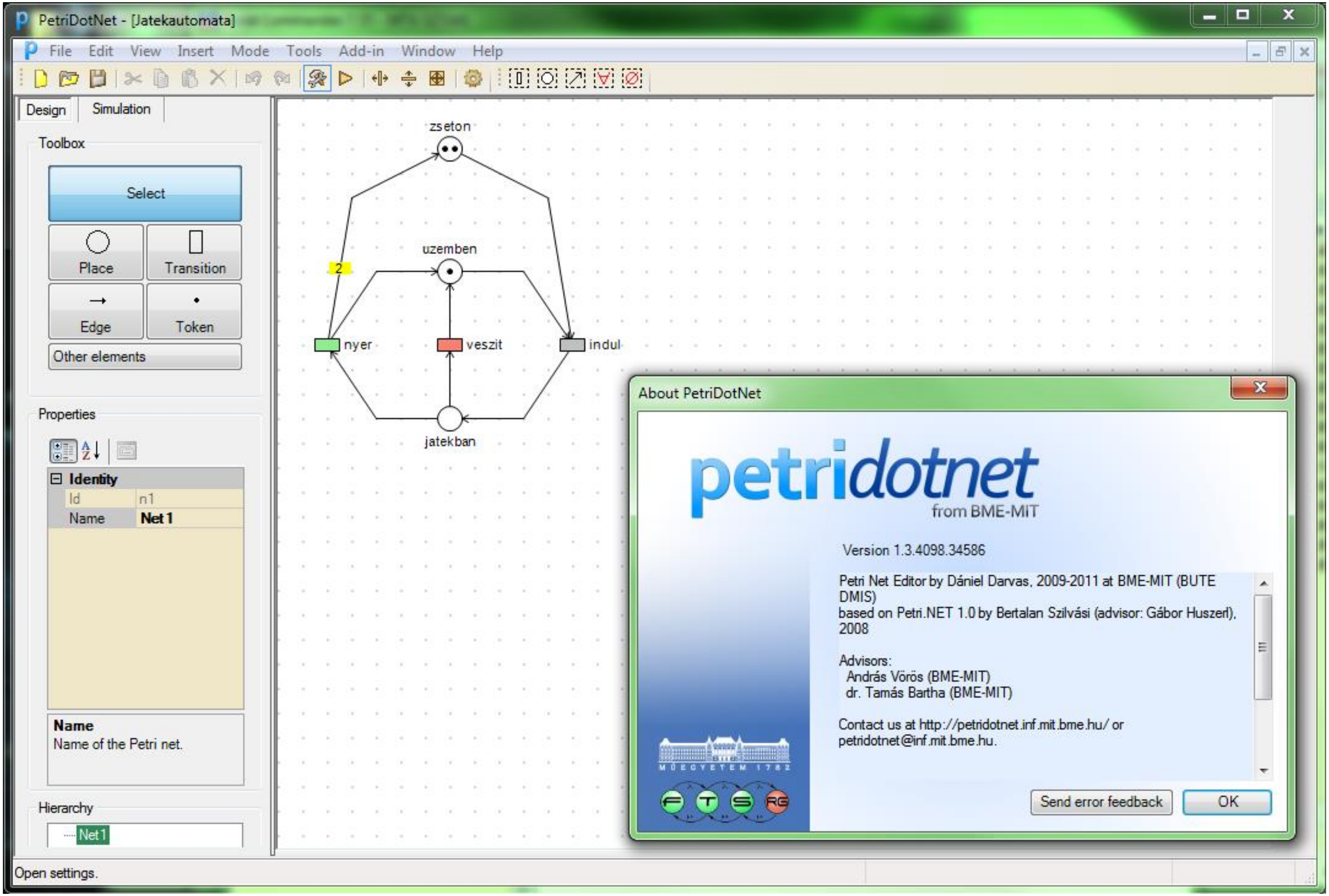
- Hibás bittel jelölt üzenet eldobása

# Modellező eszköz: PetriDotNet

# A PetriDotNet modellező program

- Képességei
  - grafikus szerkesztő + Token Game + szimuláció
  - egyszerűen kezelhető, sok kényelmi funkció
  - kiterjesztések: tiltó él, időzítés, színezett háló
  - támogatja hierarchikus Petri hálók készítését
  - kiegészítő modulokkal bővíthető, pl. analízis modulok
  - dinamikus tulajdonságok, CTL modellellenőrző
  - elemek színezése, elforgatása, élsúlyok kijelzése
  - szabványos PNML fájlformátum, van hozzá INA kimenet
- Hazai ☺ fejlesztés: Darvas Dániel fejleszti

# A PetriDotNet modellező program képe



PetriDotNet - [Jatekautomata]

| | |
|---|---|
| Id | n1 |
| Name | Net 1 |

**Name**
Name of the Petri net.

Open settings.

About PetriDotNet

petridotnet
from BME-MIT

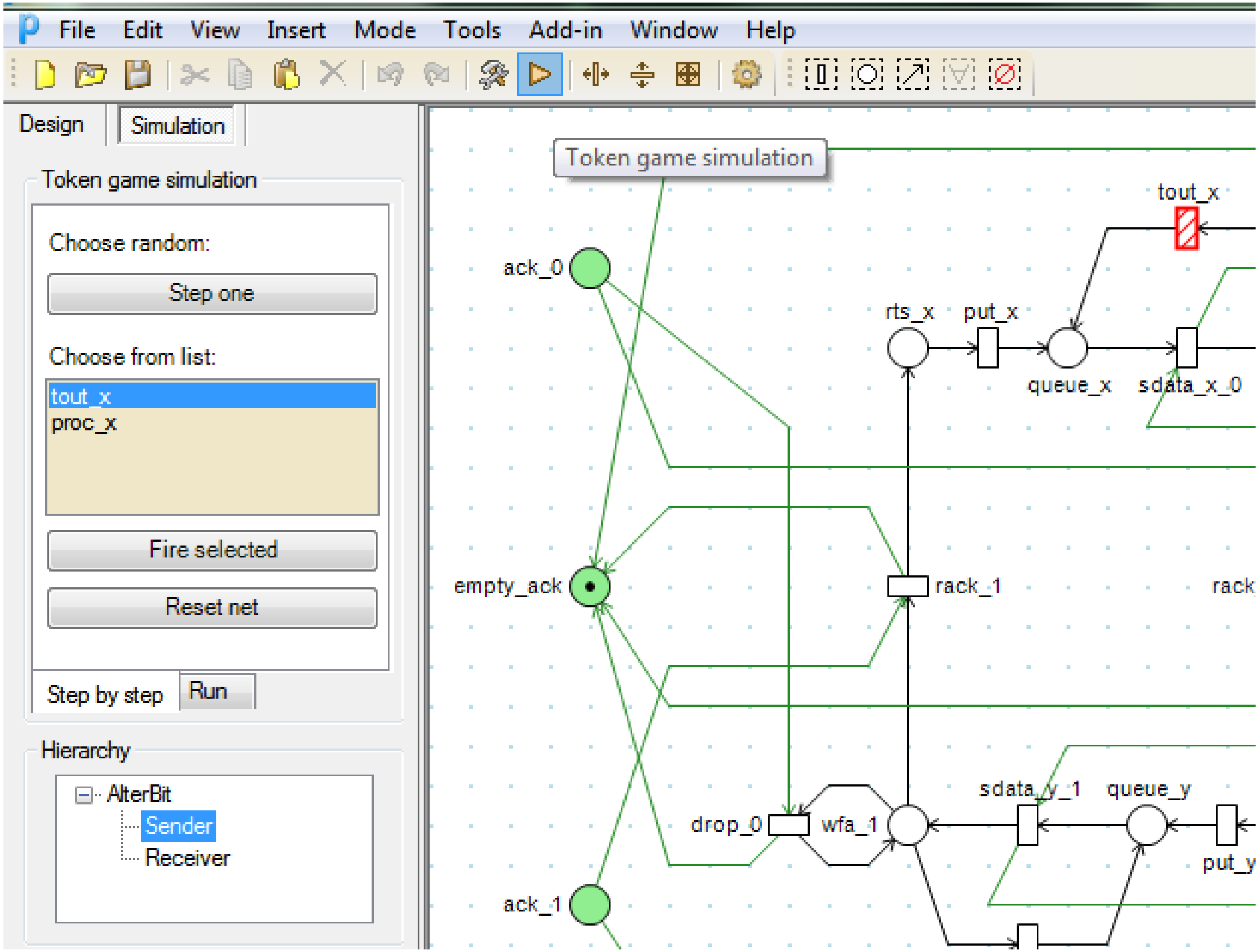
Version 1.3.4098.34586

Petri Net Editor by Dániel Darvas, 2009-2011 at BME-MIT (BUTE DMIS)
based on Petri.NET 1.0 by Bertalan Szilvási (advisor: Gábor Huszerl), 2008

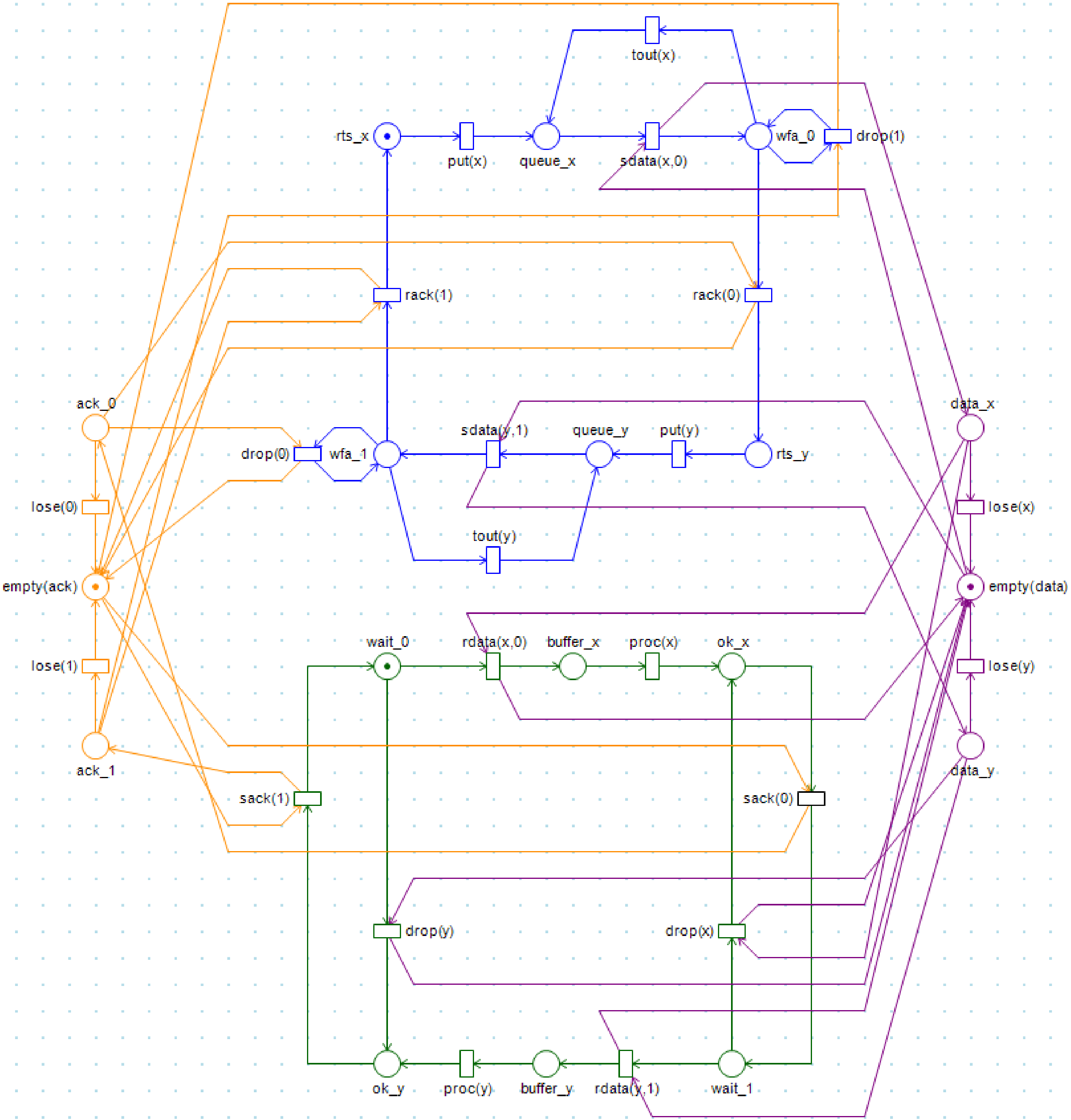
Advisors:
András Vörös (BME-MIT)
dr. Tamás Bartha (BME-MIT)

Contact us at http://petridotnet.inf.mit.bme.hu/ or petridotnet@inf.mit.bme.hu.

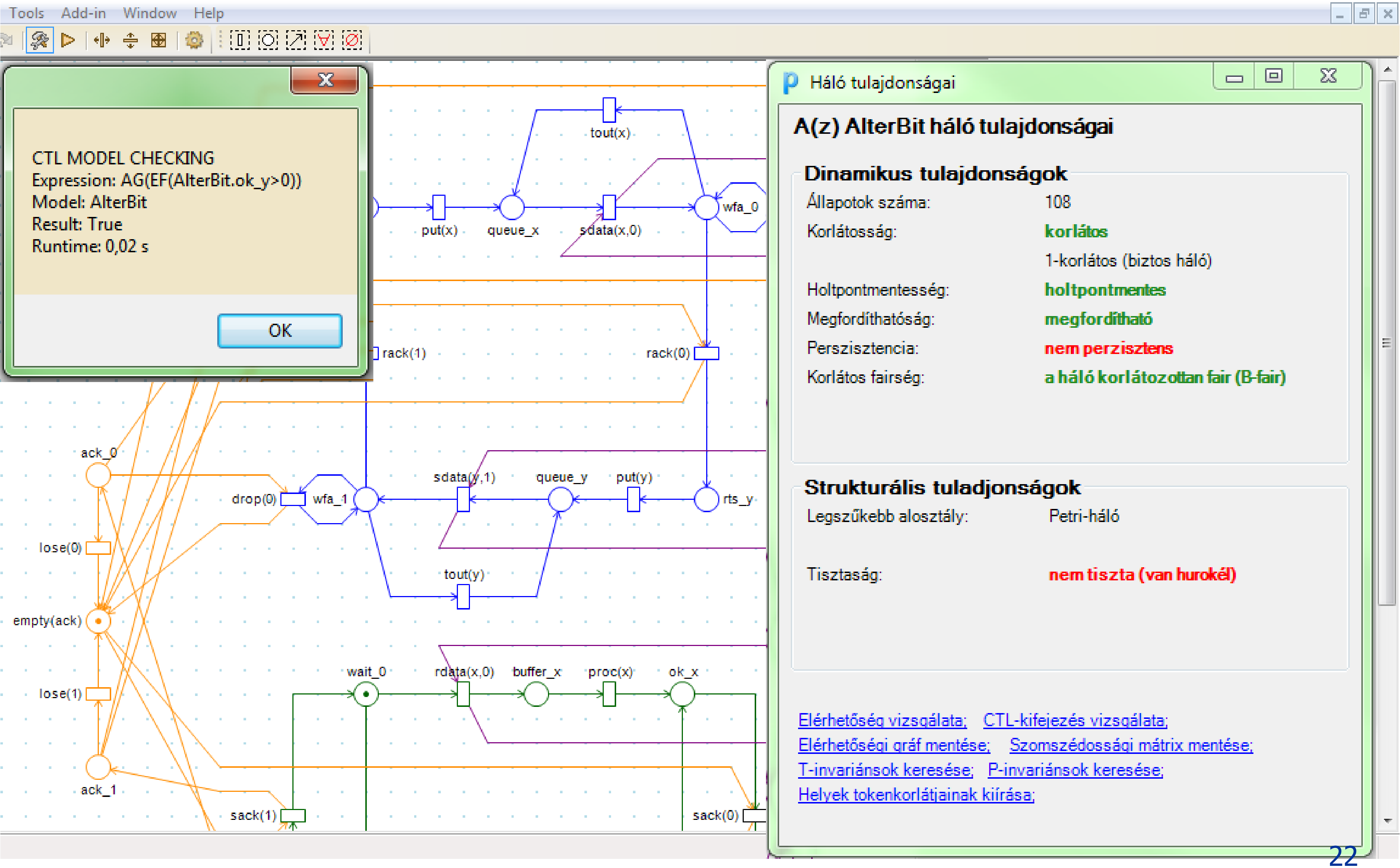
# Animációs képernyő



# PetriDotNet: A teljes modell



# PetriDotNet analízis eredmények



CTL MODEL CHECKING
Expression: AG(EF(AlterBit.ok_y>0))
Model: AlterBit
Result: True
Runtime: 0,02 s

**A(z) AlterBit háló tulajdonságai**

**Dinamikus tulajdonságok**

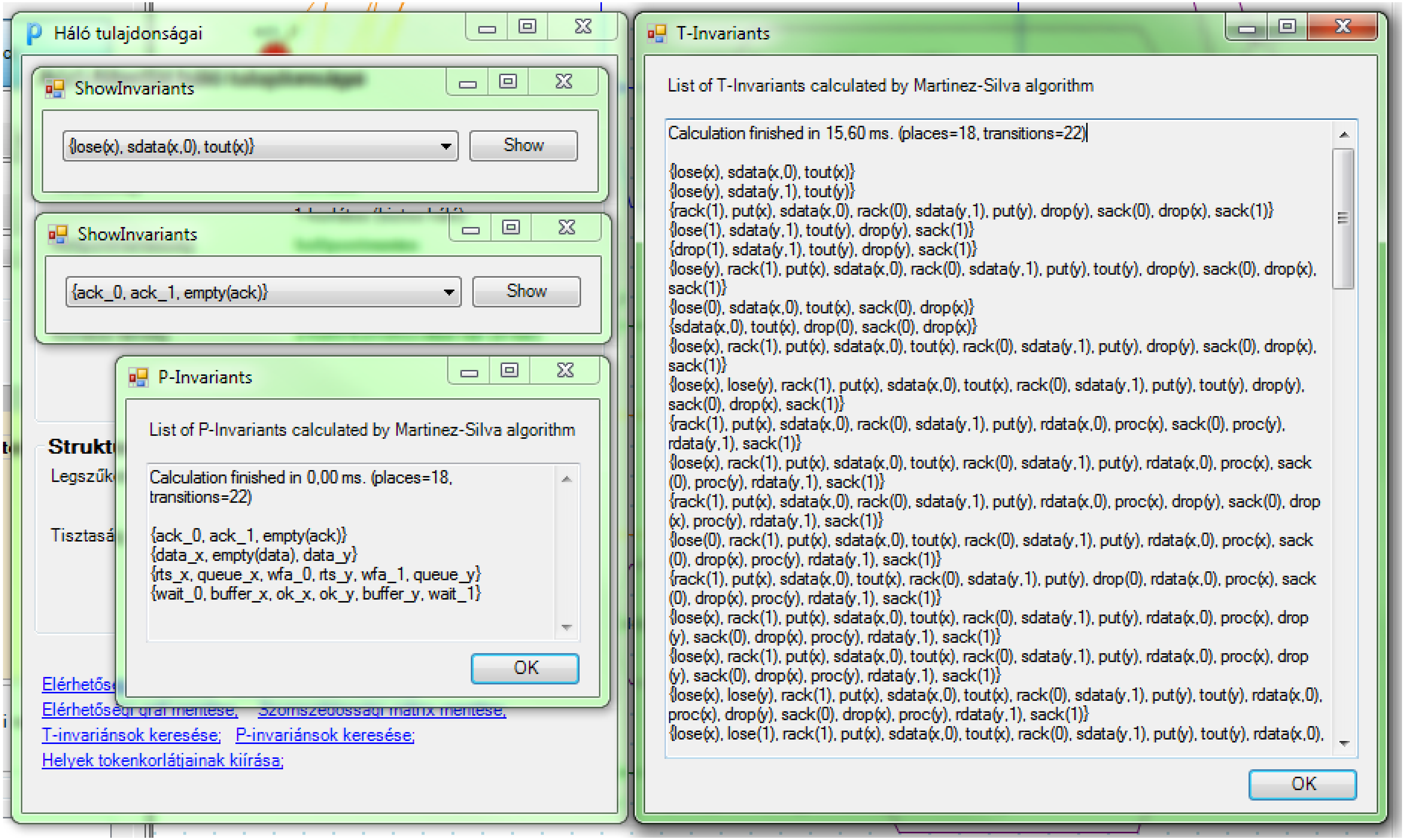
| | |
|---|---|
| Állapotok száma: | 108 |
| Korlátosság: | **korlátos**<br>1-korlátos (biztos háló) |
| Holtpontmentesség: | **holtpontmentes** |
| Megfordíthatóság: | **megfordítható** |
| Perzisztencia: | **nem perzisztens** |
| Korlátos fairség: | **a háló korlátozottan fair (B-fair)** |

**Strukturális tuladjonságok**

| | |
|---|---|
| Legszűkebb alosztály: | Petri-háló |
| Tisztaság: | **nem tiszta (van hurokél)** |

Elérhetőség vizsgálata; CTL-kifejezés vizsgálata;
Elérhetőségi gráf mentése; Szomszédossági mátrix mentése;
T-invariánsok keresése; P-invariánsok keresése;
Helyek tokenkorlátjainak kiírása;

# PetriDotNet: Invariáns analízis



ShowInvariants: {lose(x), sdata(x,0), tout(x)}

ShowInvariants: {ack_0, ack_1, empty(ack)}

List of P-Invariants calculated by Martinez-Silva algorithm

```
Calculation finished in 0,00 ms. (places=18,
transitions=22)

{ack_0, ack_1, empty(ack)}
{data_x, empty(data), data_y}
{rts_x, queue_x, wfa_0, rts_y, wfa_1, queue_y}
{wait_0, buffer_x, ok_x, ok_y, buffer_y, wait_1}
```

List of T-Invariants calculated by Martinez-Silva algorithm

```
Calculation finished in 15,60 ms. (places=18, transitions=22)

{lose(x), sdata(x,0), tout(x)}
{lose(y), sdata(y,1), tout(y)}
{rack(1), put(x), sdata(x,0), rack(0), sdata(y,1), put(y), drop(y), sack(0), drop(x), sack(1)}
{lose(1), sdata(y,1), tout(y), drop(y), sack(1)}
{drop(1), sdata(y,1), tout(y), drop(y), sack(1)}
{lose(y), rack(1), put(x), sdata(x,0), rack(0), sdata(y,1), put(y), tout(y), drop(y), sack(0), drop(x),
sack(1)}
{lose(0), sdata(x,0), tout(x), sack(0), drop(x)}
{sdata(x,0), tout(x), drop(0), sack(0), drop(x)}
{lose(x), rack(1), put(x), sdata(x,0), tout(x), rack(0), sdata(y,1), put(y), drop(y), sack(0), drop(x),
sack(1)}
{lose(x), lose(y), rack(1), put(x), sdata(x,0), tout(x), rack(0), sdata(y,1), put(y), tout(y), drop(y),
sack(0), drop(x), sack(1)}
{rack(1), put(x), sdata(x,0), rack(0), sdata(y,1), put(y), rdata(x,0), proc(x), sack(0), proc(y),
rdata(y,1), sack(1)}
{lose(x), rack(1), put(x), sdata(x,0), tout(x), rack(0), sdata(y,1), put(y), rdata(x,0), proc(x), sack
(0), proc(y), rdata(y,1), sack(1)}
{rack(1), put(x), sdata(x,0), rack(0), sdata(y,1), put(y), rdata(x,0), proc(x), drop(y), sack(0), drop
(x), proc(y), rdata(y,1), sack(1)}
{lose(0), rack(1), put(x), sdata(x,0), tout(x), rack(0), sdata(y,1), put(y), rdata(x,0), proc(x), sack
(0), drop(x), proc(y), rdata(y,1), sack(1)}
{rack(1), put(x), sdata(x,0), tout(x), rack(0), sdata(y,1), put(y), drop(0), rdata(x,0), proc(x), sack
(0), drop(x), proc(y), rdata(y,1), sack(1)}
{lose(x), rack(1), put(x), sdata(x,0), tout(x), rack(0), sdata(y,1), put(y), rdata(x,0), proc(x), drop
(y), sack(0), drop(x), proc(y), rdata(y,1), sack(1)}
{lose(x), rack(1), put(x), sdata(x,0), tout(x), rack(0), sdata(y,1), put(y), rdata(x,0), proc(x), drop
(y), sack(0), drop(x), proc(y), rdata(y,1), sack(1)}
{lose(x), lose(y), rack(1), put(x), sdata(x,0), tout(x), rack(0), sdata(y,1), put(y), tout(y), rdata(x,0),
proc(x), drop(y), sack(0), drop(x), proc(y), rdata(y,1), sack(1)}
{lose(x), lose(1), rack(1), put(x), sdata(x,0), tout(x), rack(0), sdata(y,1), put(y), tout(y), rdata(x,0),
```

# PetriDotNet: Elérhetőségi gráf rajzolása (GraphViz)