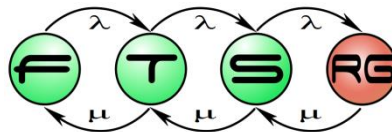


Folyamatmodellezés (BPMN), adatfolyamhálók

Rendszermodellezés 2015.

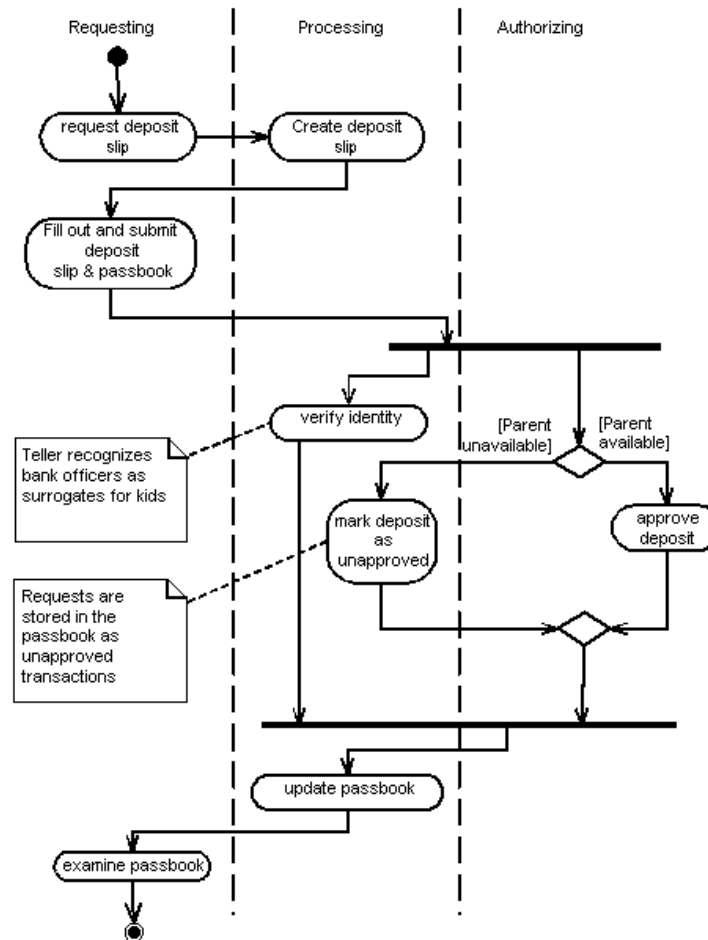
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Hibatűrő Rendszerek Kutatócsoport



ÜZLETI FOLYAMAT MODELLEK A GYAKORLATBAN

UML Activity Diagram

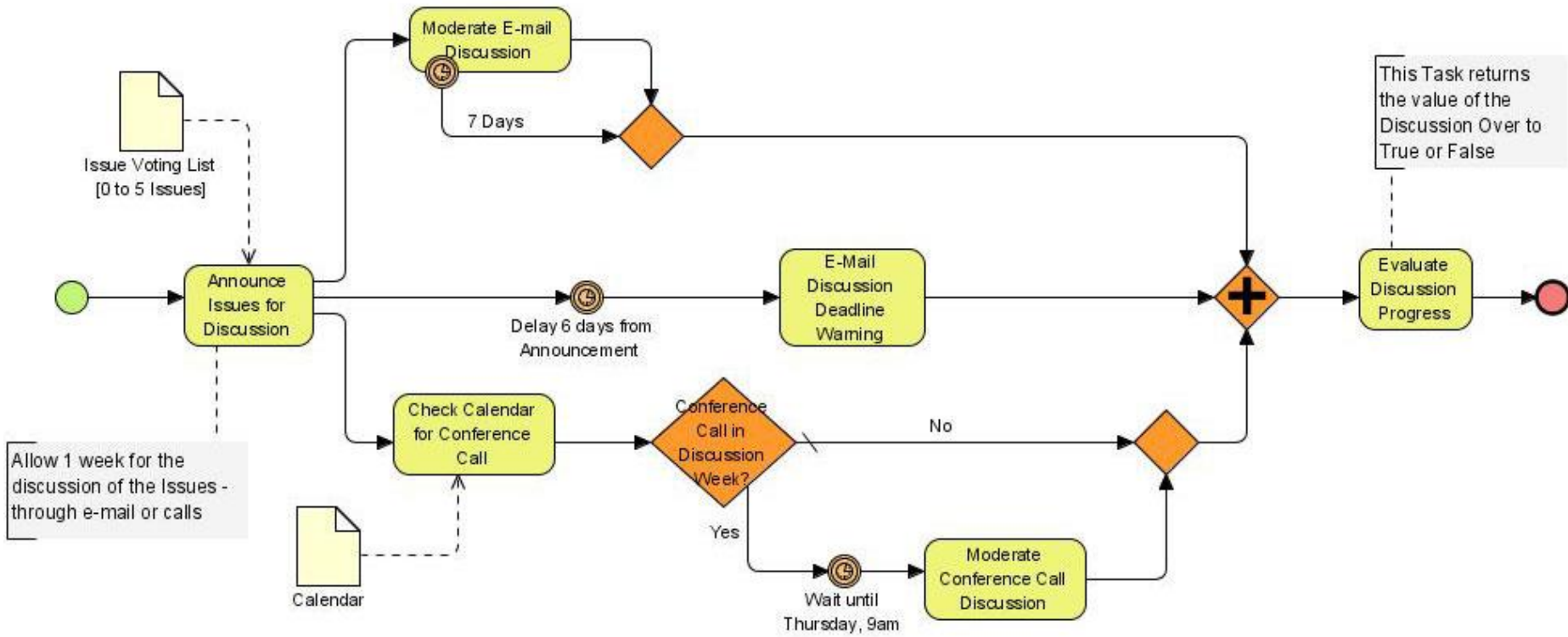
- Szabványosított jelölés, kiterjesztésekkel
 - Részletesen Id. SzoftTech, 3. félév



Business Process Modeling Notation (BPMN)

- Business Process Management Initiative (BPMI)
 - 2004. május: BPMN 1.0 specifikáció
 - 2011: végleges BPMN 2.0
- Célok
 - Közérthetőség
 - Felhasználó
 - Üzleti elemző
 - kezdeti folyamatterv
 - Műszaki fejlesztő
 - Implementáció
 - Belső modell automatikus generálás céljára
 - BPEL4WS
 - Üzleti végfelhasználó (monitorozás, menedzsment)

Példa BPMN



Adatfolyam

Esemény

Állapotváltozás

Ok-hatás

Eseménytípusok:

Start, Intermediate, End



Tevékenység

Atomi/összetett

Taszk/alfolyamat



Átjáró

Szekvencia

konvergencia/divergencia

AND, OR, XOR, ...



Összeköttetés

Szekvencia Tevékenységek sorrendje a folyamatban



Üzenet Két független folyamat részvevő közötti információcsere



Asszociáció Adat, szöveg stb. hozzárendelés



Tagolás

Pool

Résztevő jelölése

Name

Sáv

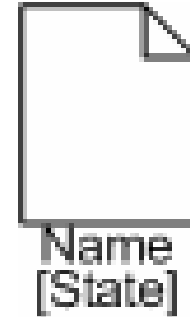
Tevékenységek csoportosítása

Name	Name
Name	Name

Artifact

Adat
objektum

Szimbolikus
token



Csoport

Tevékenységek
csoportosítása



Annotáció

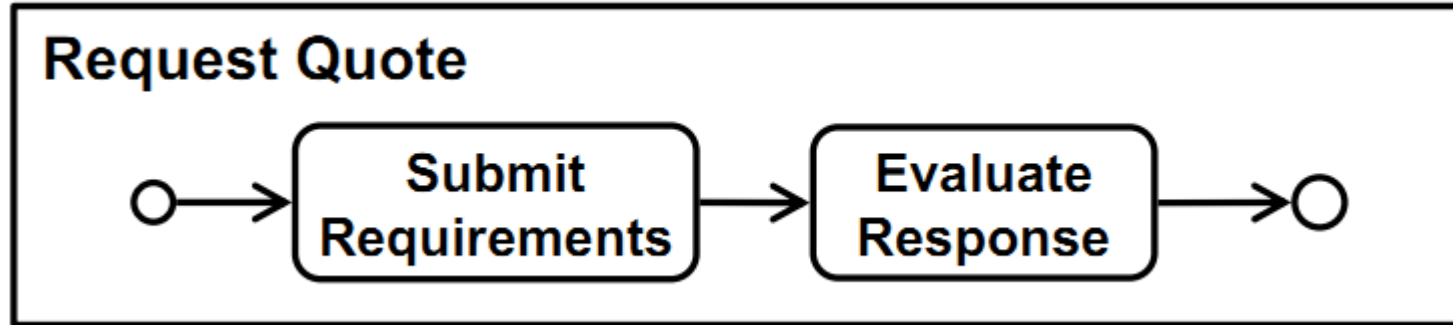
Kiegészítő szöveges
információ
(komment)



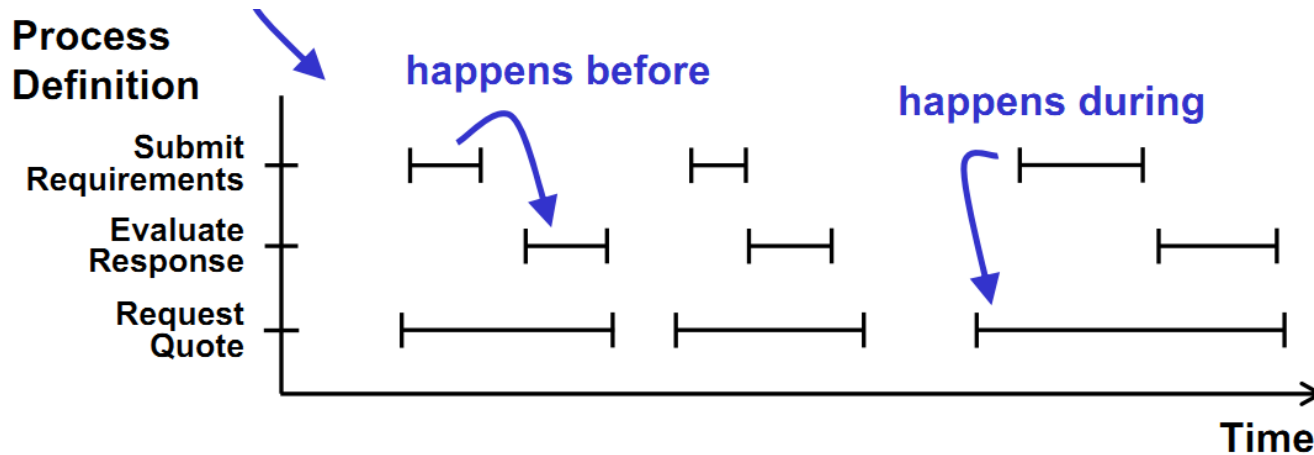
ÜZLETI FOLYAMATOK VÉGREHAJTÁSA

Folyamatok szemantikája

- Modellezés szempontjából

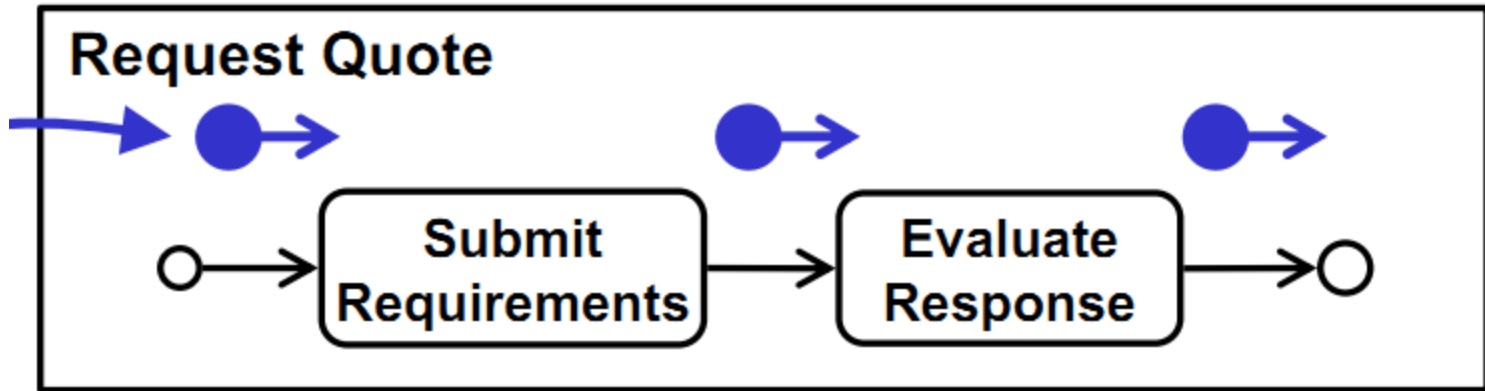


- Az elvárt működés



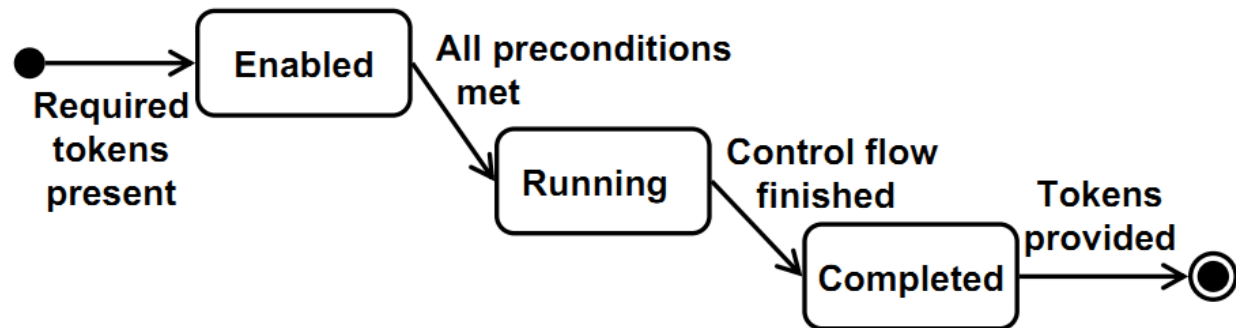
Folyamat végrehajtása

■ Tokenáramlás

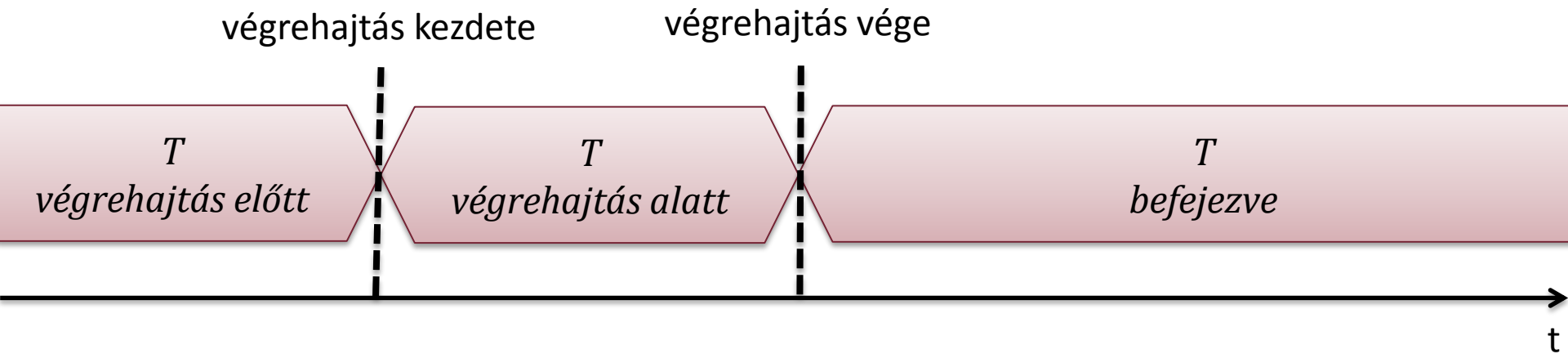


■ A folyamat állapota

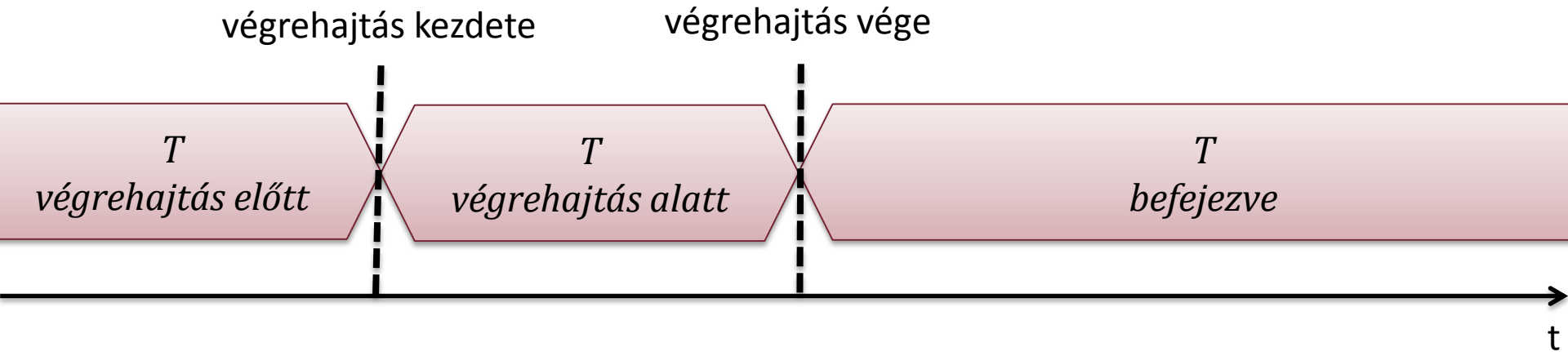
**State
Machine**



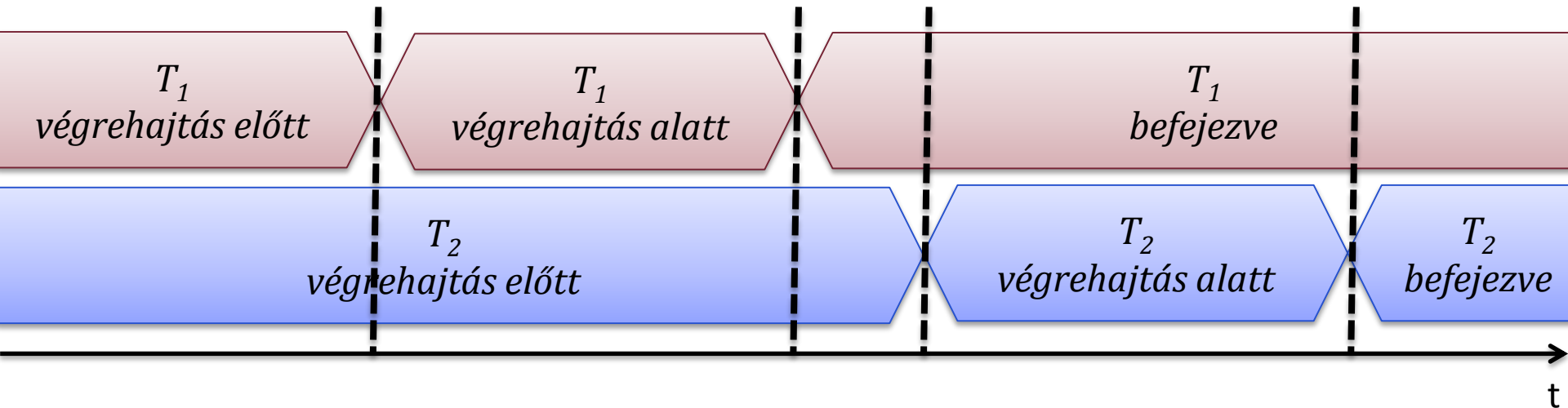
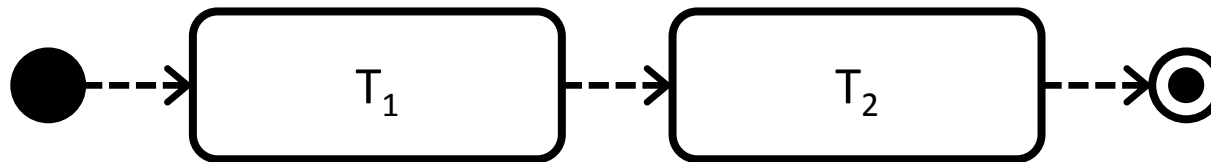
Elemi tevékenység állapotai



Elemi tevékenység állapotai

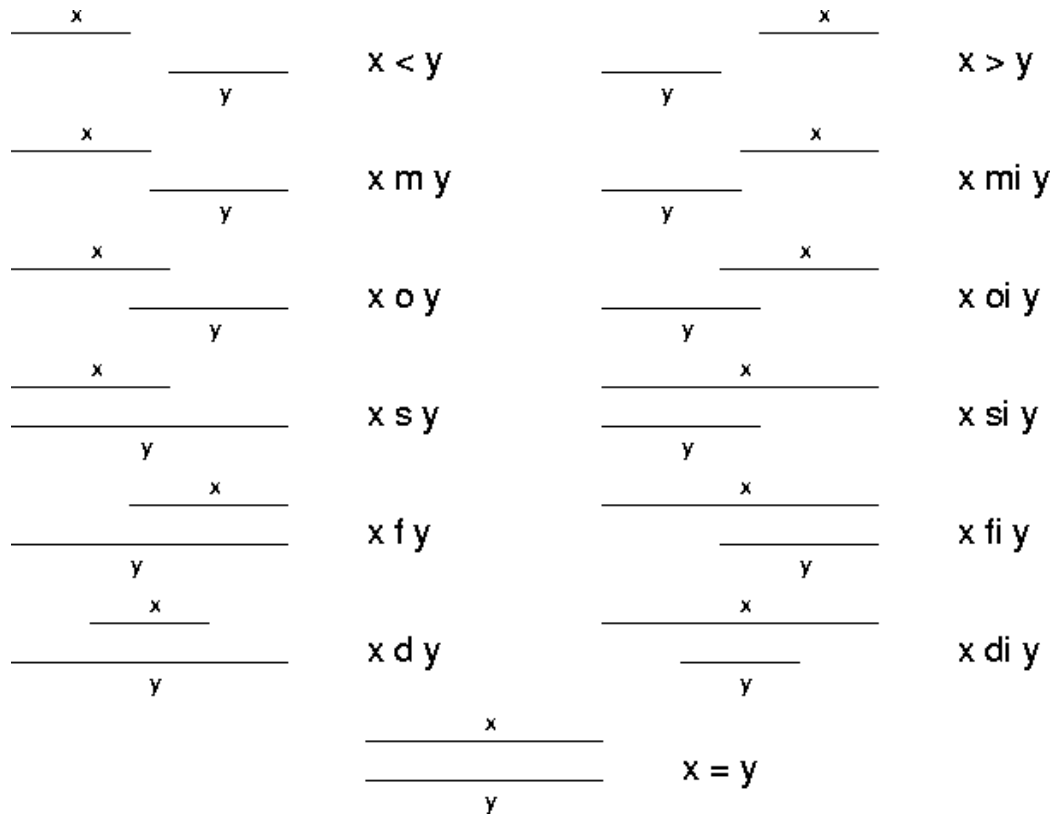


Folyamat állapotai



Háttér: matematikai modell

- Allen-féle intervallum logika (1983)
 - Pl. tesztelésnél használják, 13 (6 + 1 + 6) eset



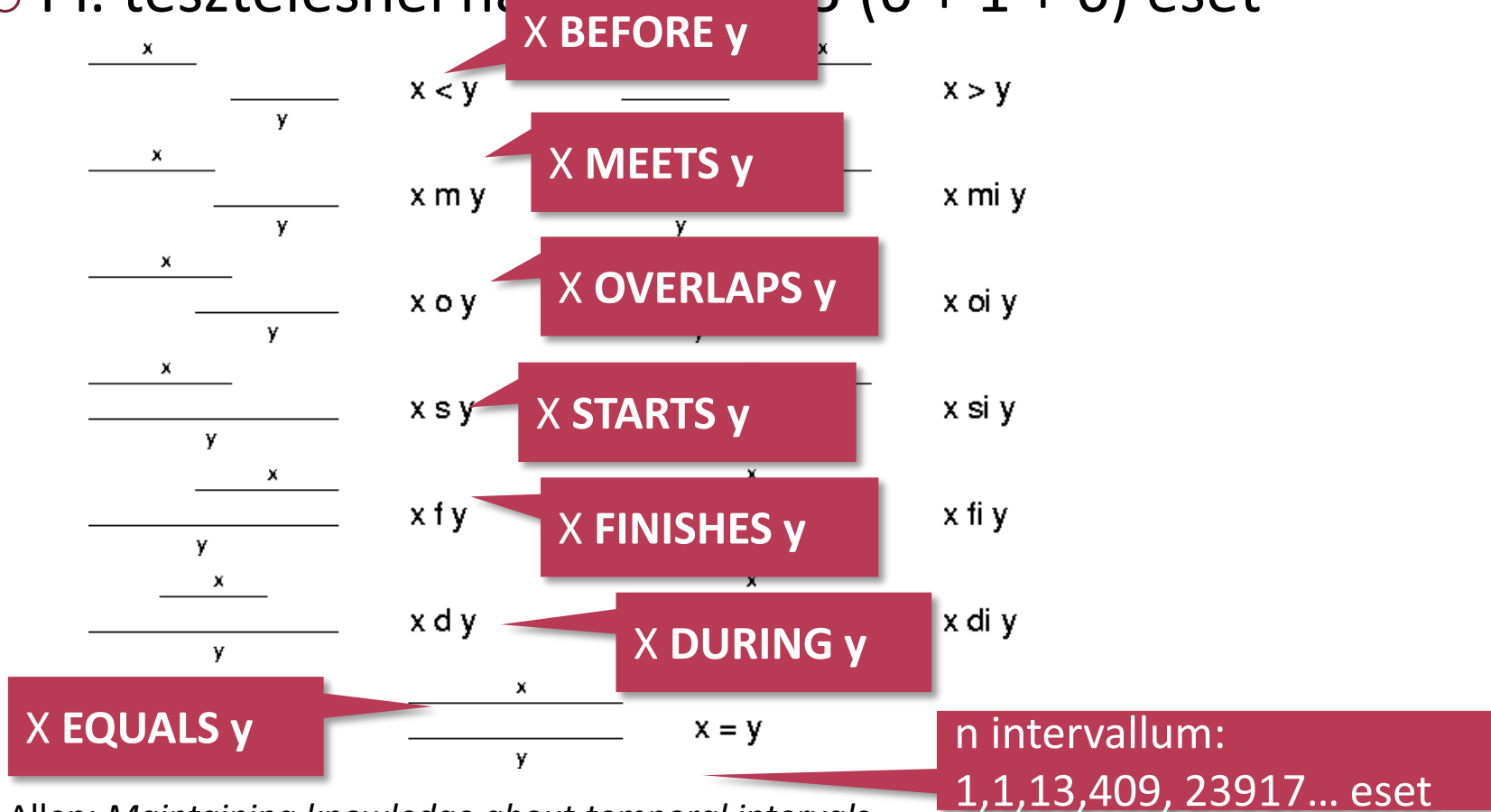
James F. Allen: *Maintaining knowledge about temporal intervals.*

In: *Communications of the ACM.* 26 November 1983. ACM Press. pp. 832–843, ISSN 0001-0782

Háttér: matematikai modell

■ Allen-féle intervallum logika (1983)

- Pl. tesztelésnél használható: 13 (6 + 1 + 6) eset



James F. Allen: *Maintaining knowledge about temporal intervals.*

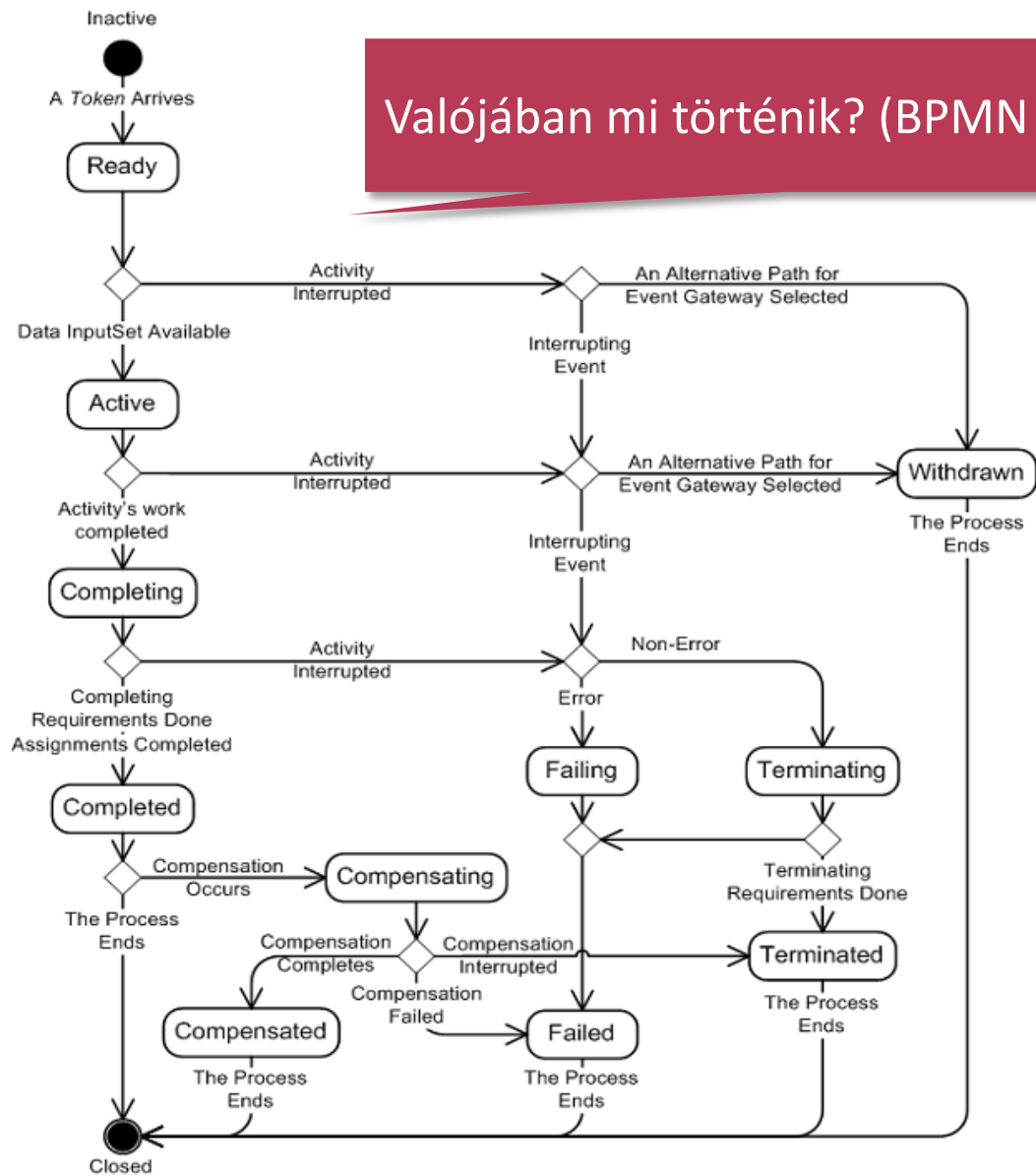
In: *Communications of the ACM*. 26 November 1983. ACM Press. pp. 832–843, ISSN 0001-0782

Mit lehet ellenőrizni?

- Pl. a végrehajtás nem folyamat alapon történt
 - Megfelelt-e az elvárásoknak (sorrend, függetlenség)?
- Mi lehetett a “folyamat” a rendszer mögött?
 - Workflow mining
- Pl. a futtatókörnyezet megengedő
 - Lépés kihagyható
 - Ilyenkor is teljesülnek az elvárások?
- Eszköz: formális módszerek
 - Logika, Petri-hálók, modellellenőrzés, stb.

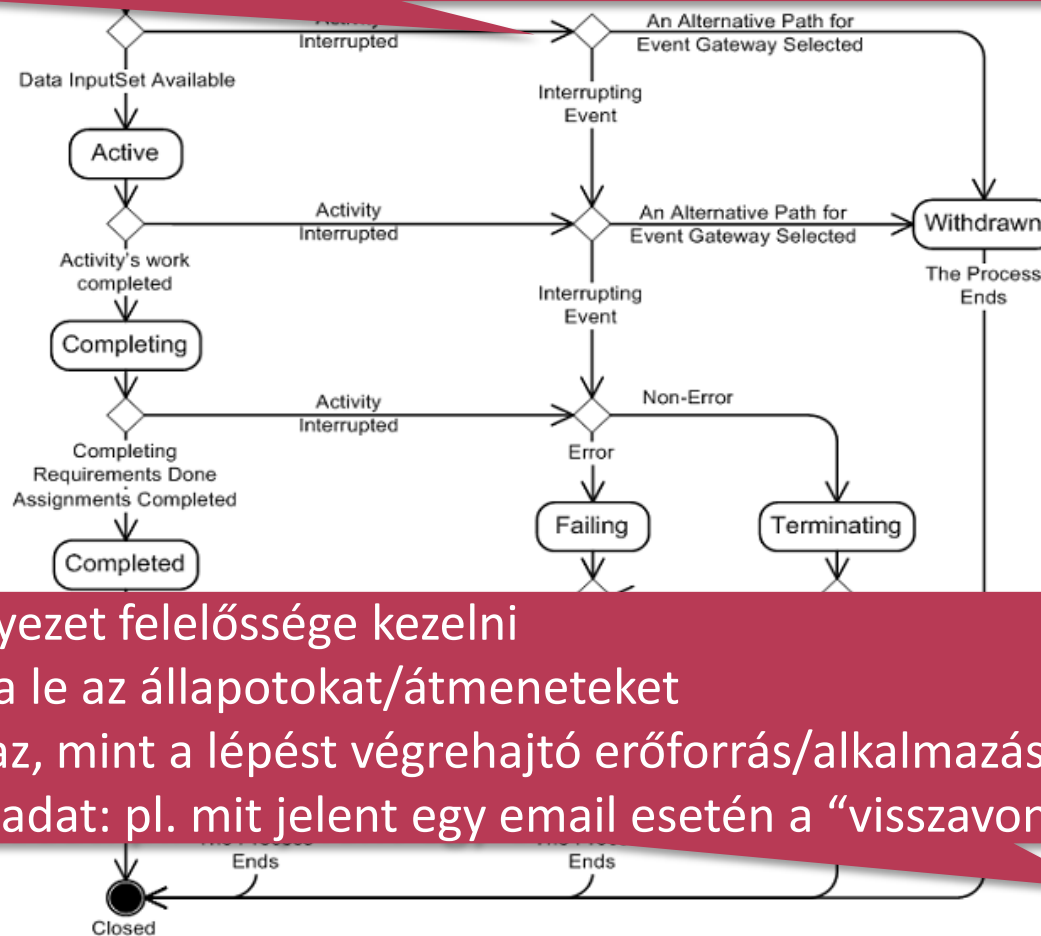
Elemi tevékenység finomított állapotgépe

Valójában mi történik? (BPMN szabvány)



Elemi tevékenység finomított állapotgépe

- Tevékenység megszakítható, visszavonható, hibázhat...

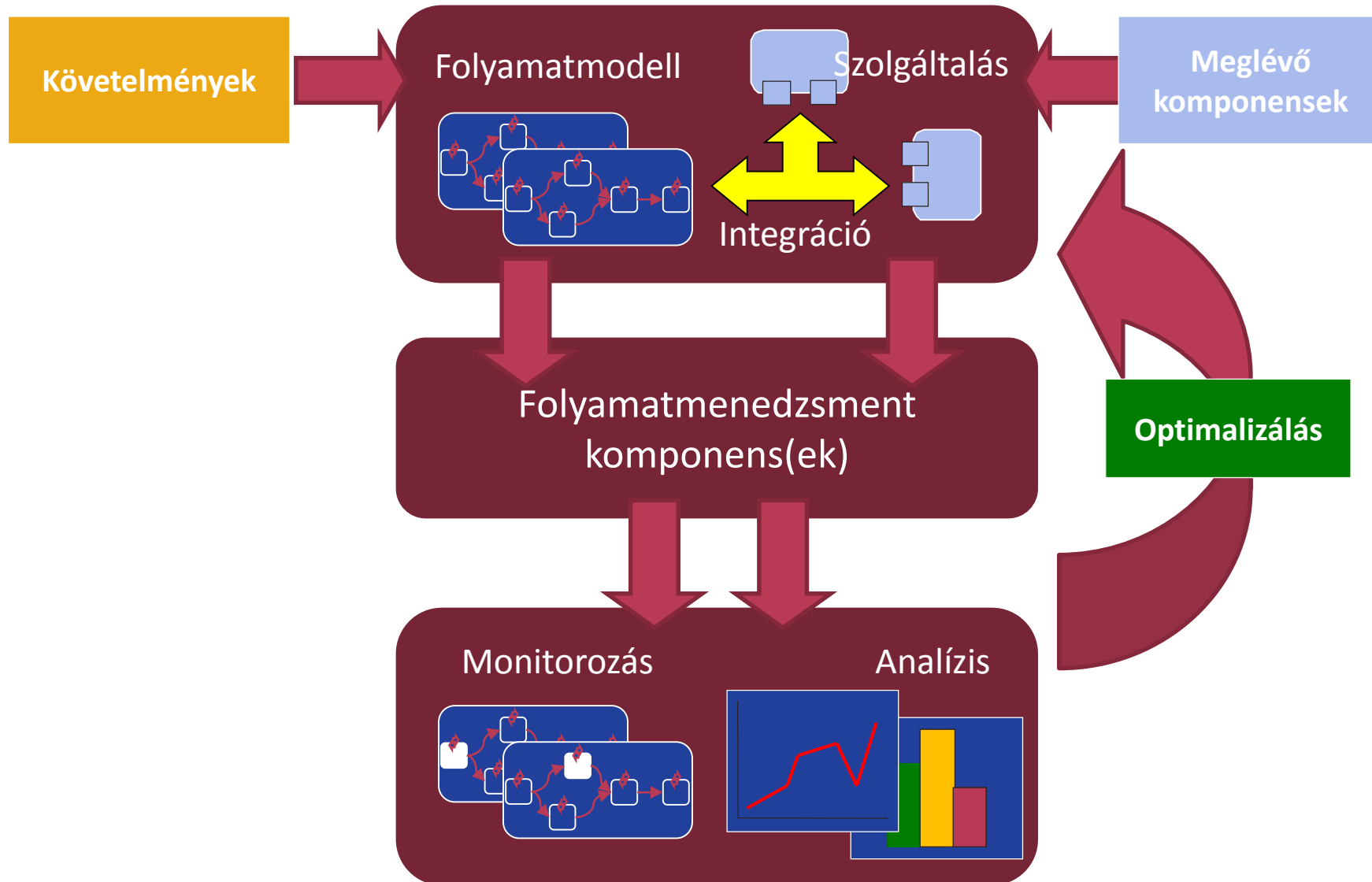


- Futtatókörnyezet felelőssége kezelni
- Szabvány írja le az állapotokat/átmeneteket
- Nem ugyanaz, mint a lépést végrehajtó erőforrás/alkalmazás állapota!
- Tervezési feladat: pl. mit jelent egy email esetén a “visszavonás”

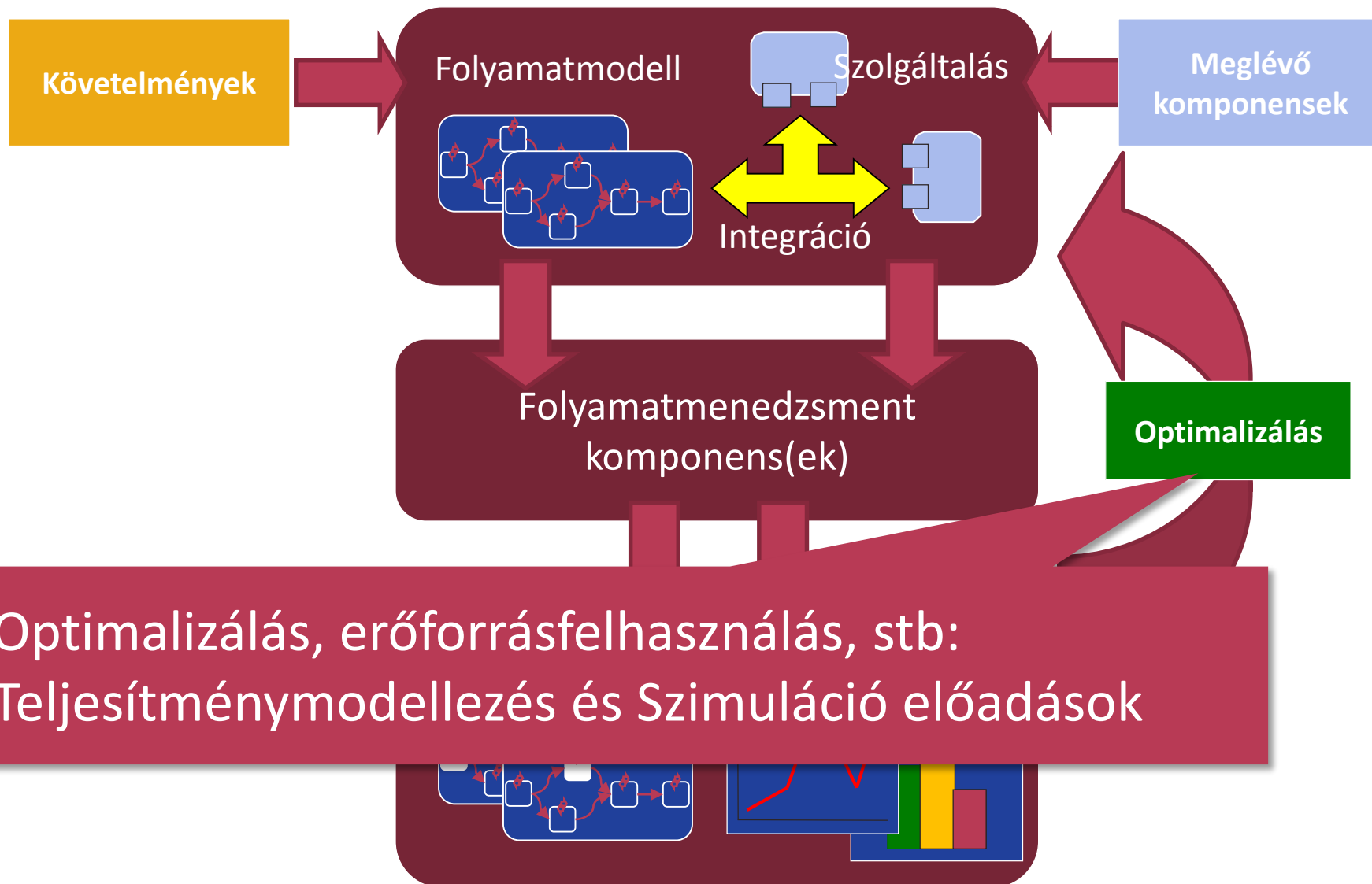
Futtatás: “workflow engine”

- Folyamatok élelciklusának kezelése
 - Folyamat sablonok kezelése
 - Példányosítás, adatok kezelése
- Verziókezelés, online frissítése
- API beágyazható/csatolható elemeknek
 - REST, WS, EJB...
- Üzleti szabályok (döntések) kezelése
- Emberi lépések (human task)
 - Böngészőben megjeleníthető
 - Jogosultságok kezelése

Folyamatmenedzsmet



Folyamatmenedzsment



Optimalizálás, erőforrásfelhasználás, stb:
Teljesítménymodellezés és Szimuláció előadások

DEMÓ

Futtatható üzleti folyamat (Bonita): alkalmazásbolt

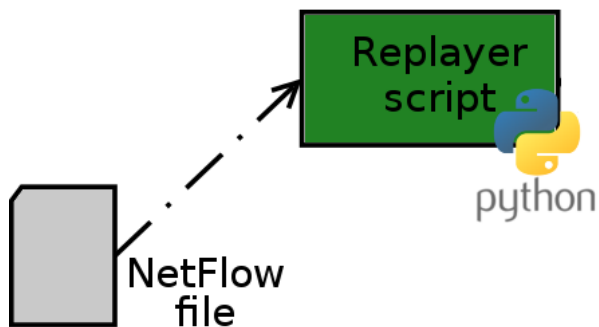
<https://inf.mit.bme.hu/edu/courses/materials/szolgc3a1tatc3a1integrac3a1ci%3b3/2014-tavasz/1-gyakorlat-bpmn-bonita>

ESETTANULMÁNY: STORM

Adatfeldolgozás Apache Storm használatával

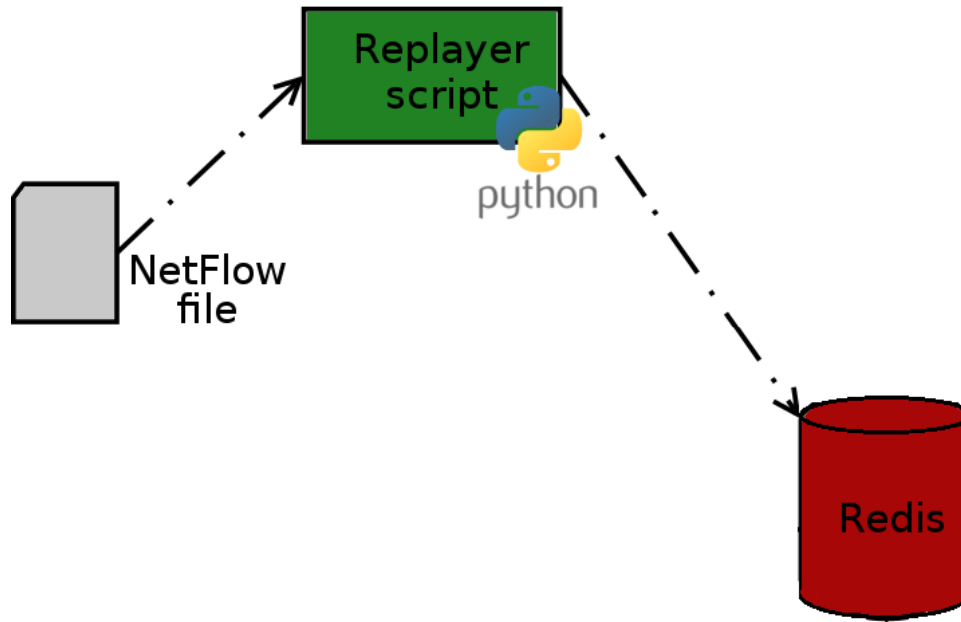
(Nádudvari Tamás: Nagyméretű adathalmazok elemzésének stream processing alapú támogatása)

Alkalmazás adatfolyam



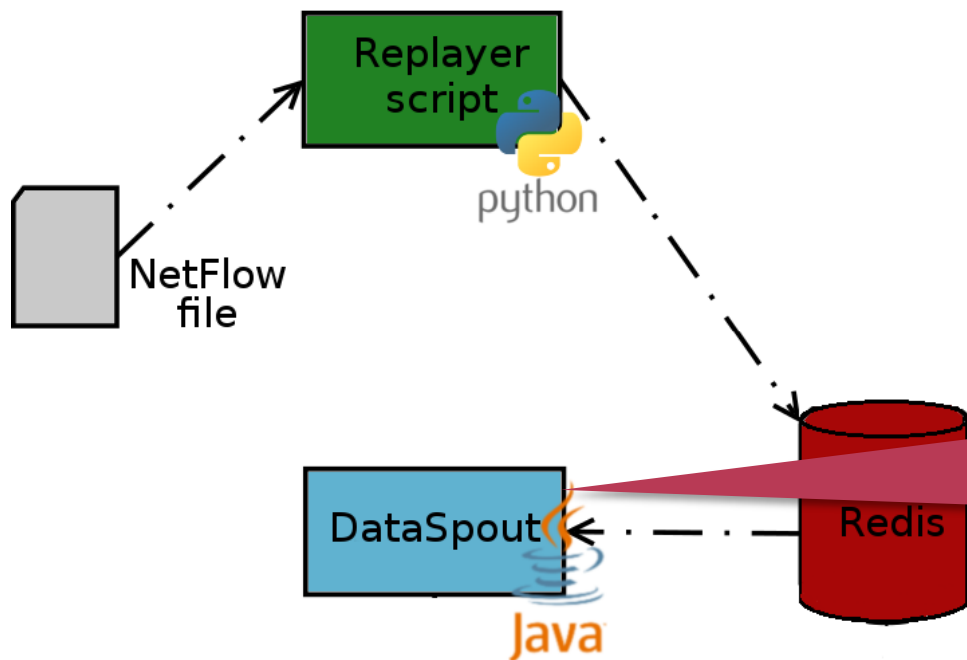
- A lementett hálózati adatokat tartalmazó rekordokat fájlból kiolvassuk
- Egy rekordban szerepel
 - a forrás és cél IP cím,
 - időpont
 - forgalmazott csomagszám
 - adatmennyiség

Alkalmazás adatfolyam



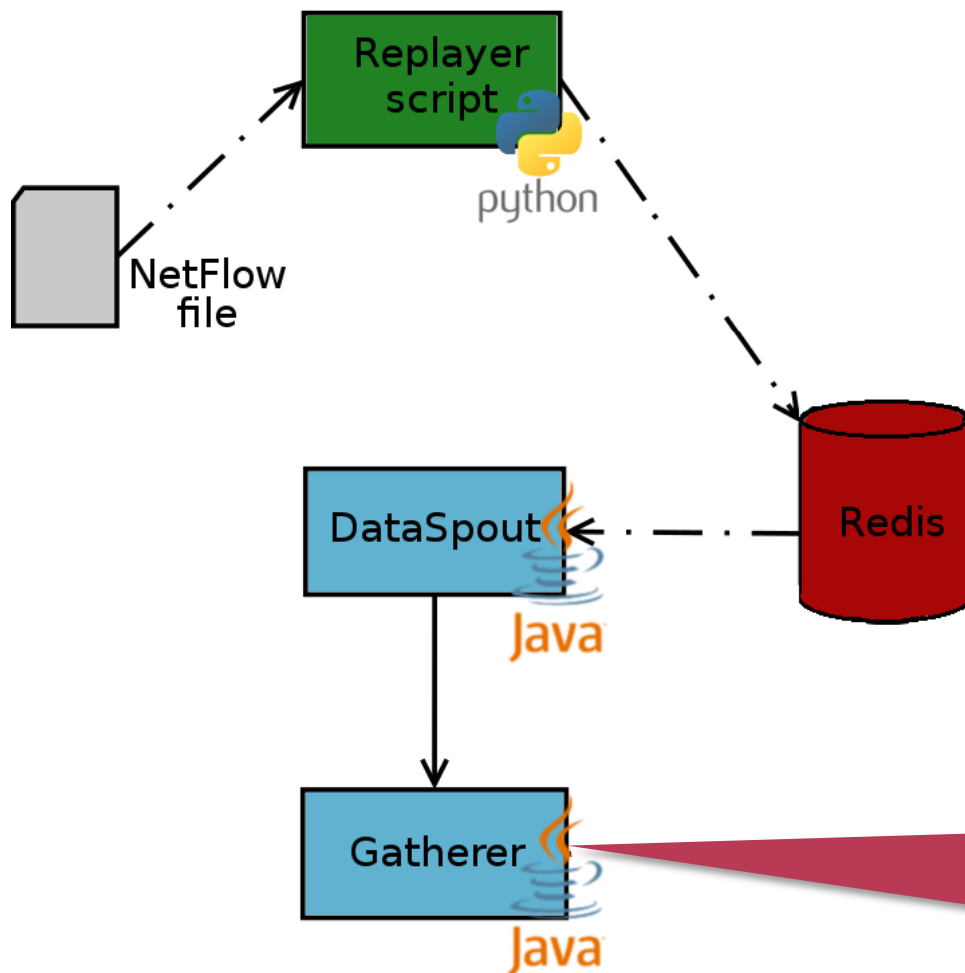
- A hálózati rekordokat egy adatbázisba küldjük

Alkalmazás adatfolyam



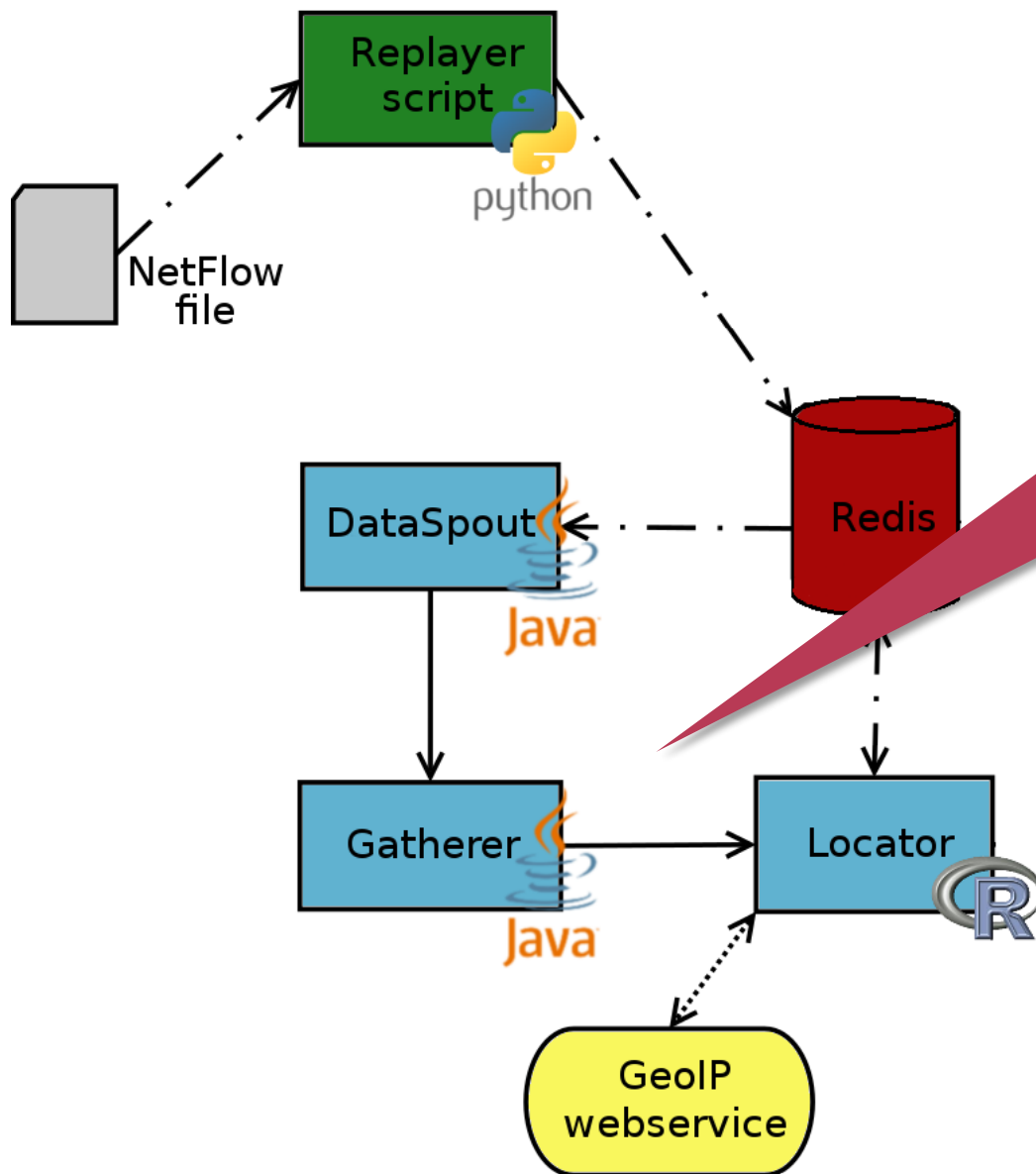
A Storm alkalmazás első komponense kiolvassa a beküldött rekordokat

Alkalmazás adatfolyam



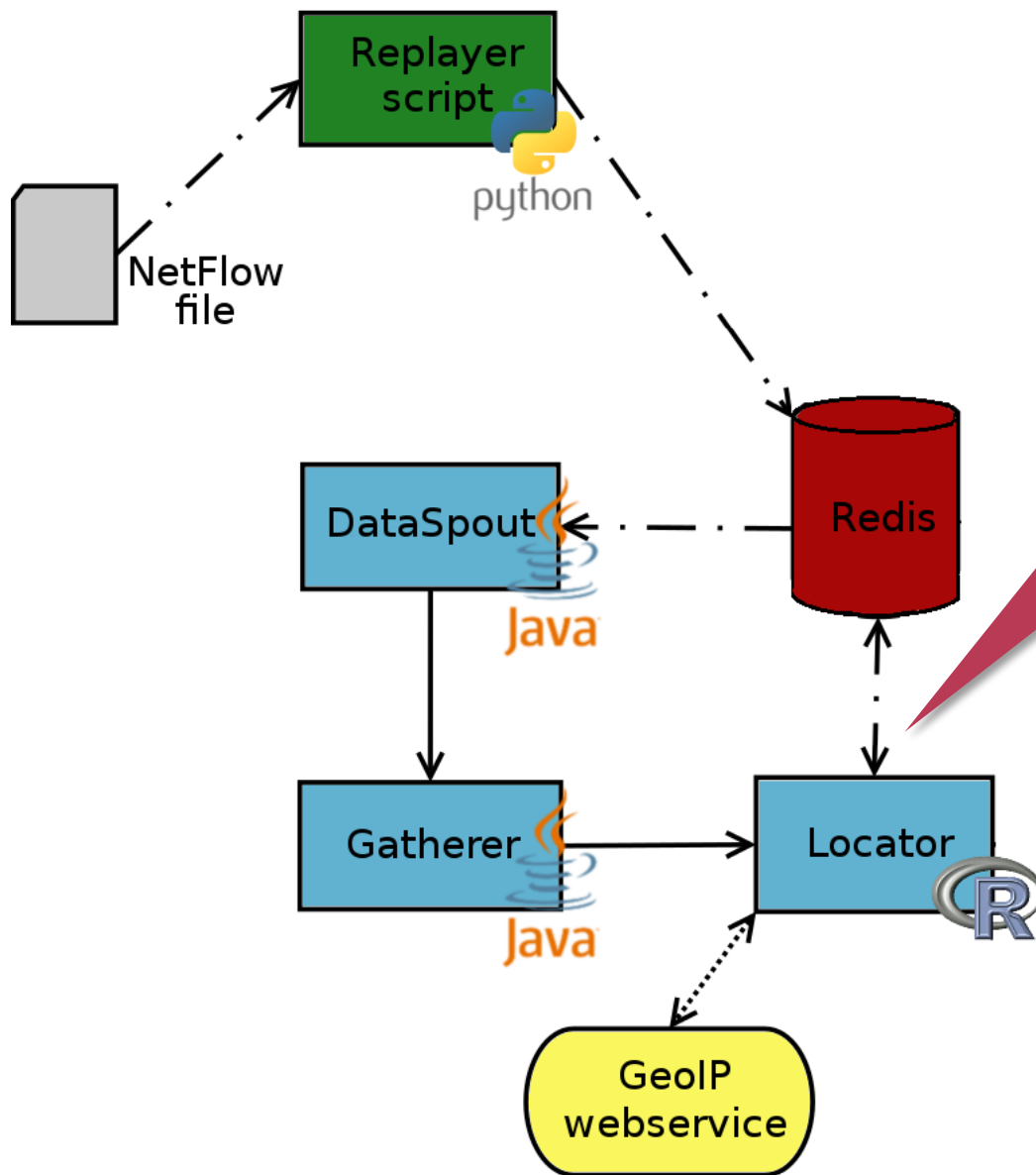
Az alkalmazás szempontjából lényegtelen adatokat levágja a rekordokból

Alkalmazás adatfolyam



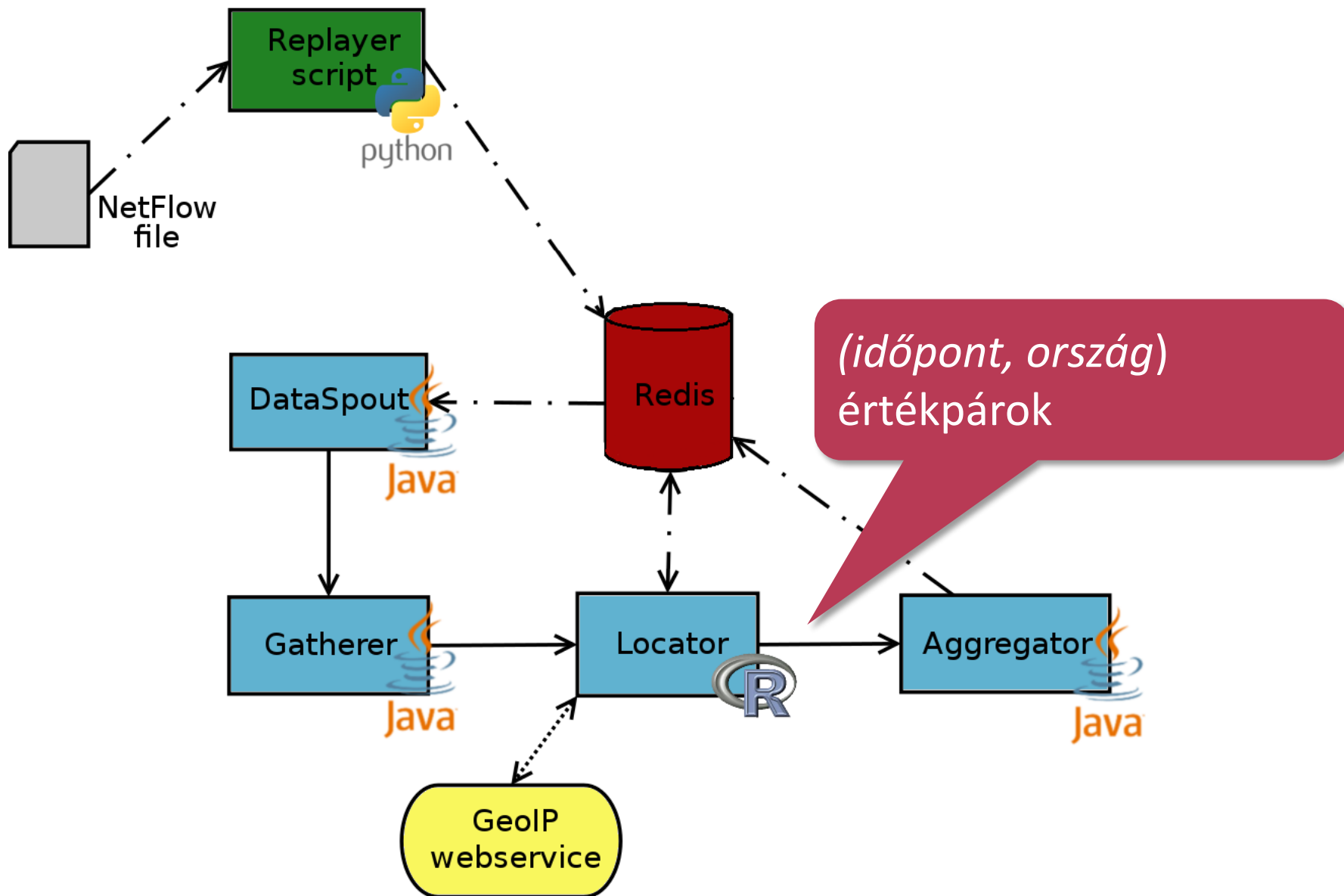
Csak az időpontot és a cél IP címet tartalmazó értékpárok lesznek továbbküldve

Alkalmazás adatfolyam

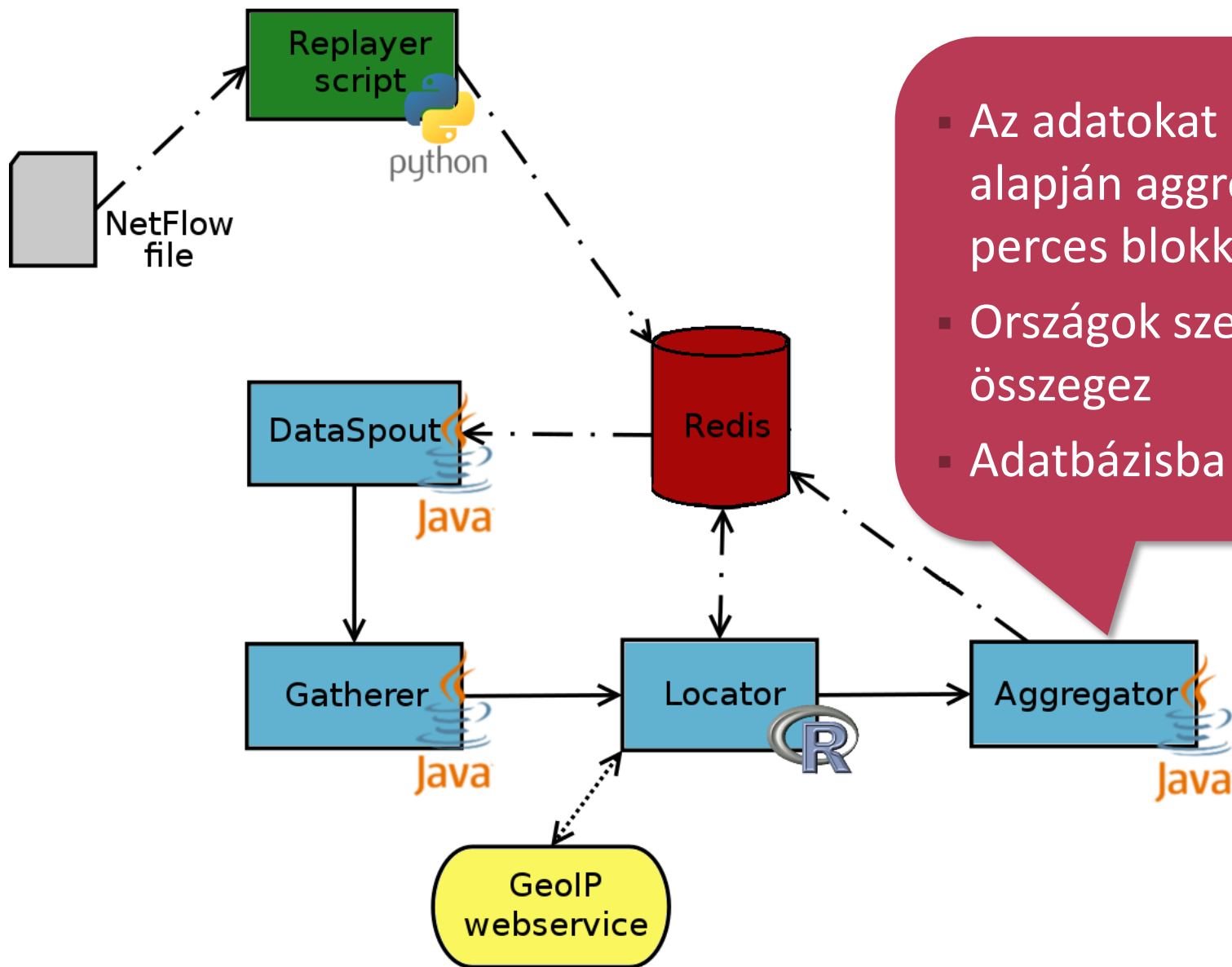


Egy külső web szolgáltatás segítségével az IP címekhez megkeresi a hozzátartozó országot

Alkalmazás adatfolyam

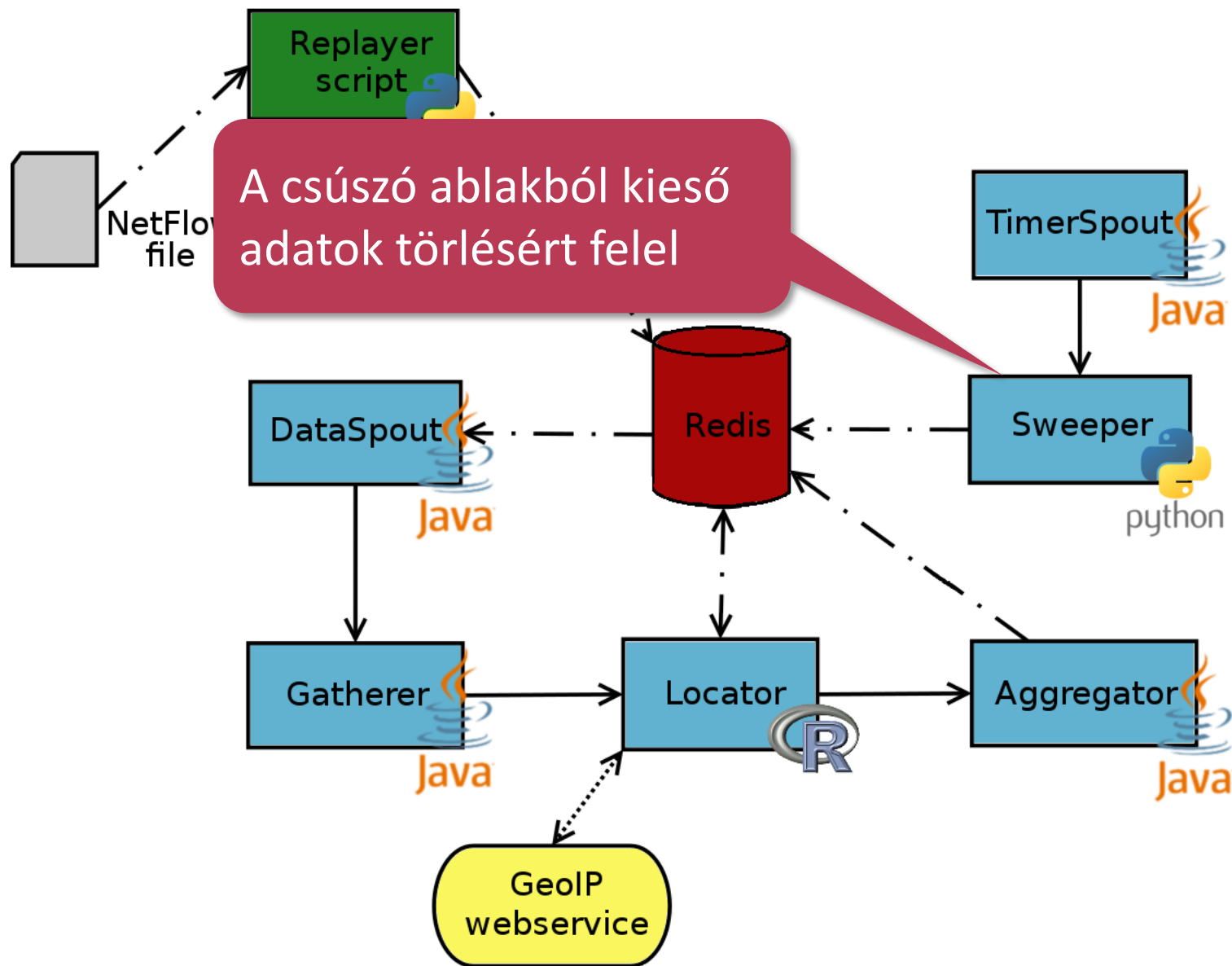


Alkalmazás adatfolyam

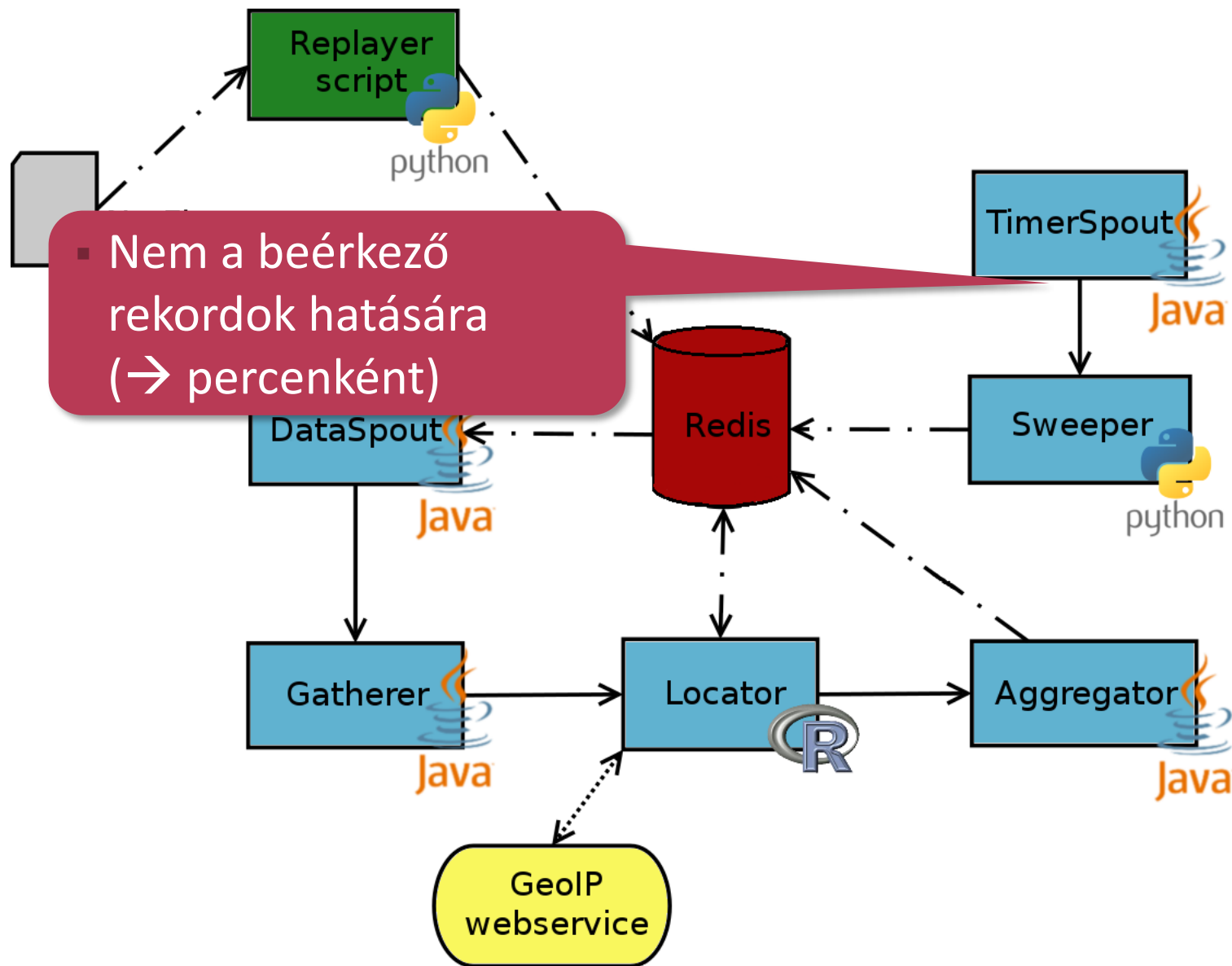


- Az adatokat idő alapján aggregálja 3 perces blokkokba
- Országok szerint összegez
- Adatbázisba ment

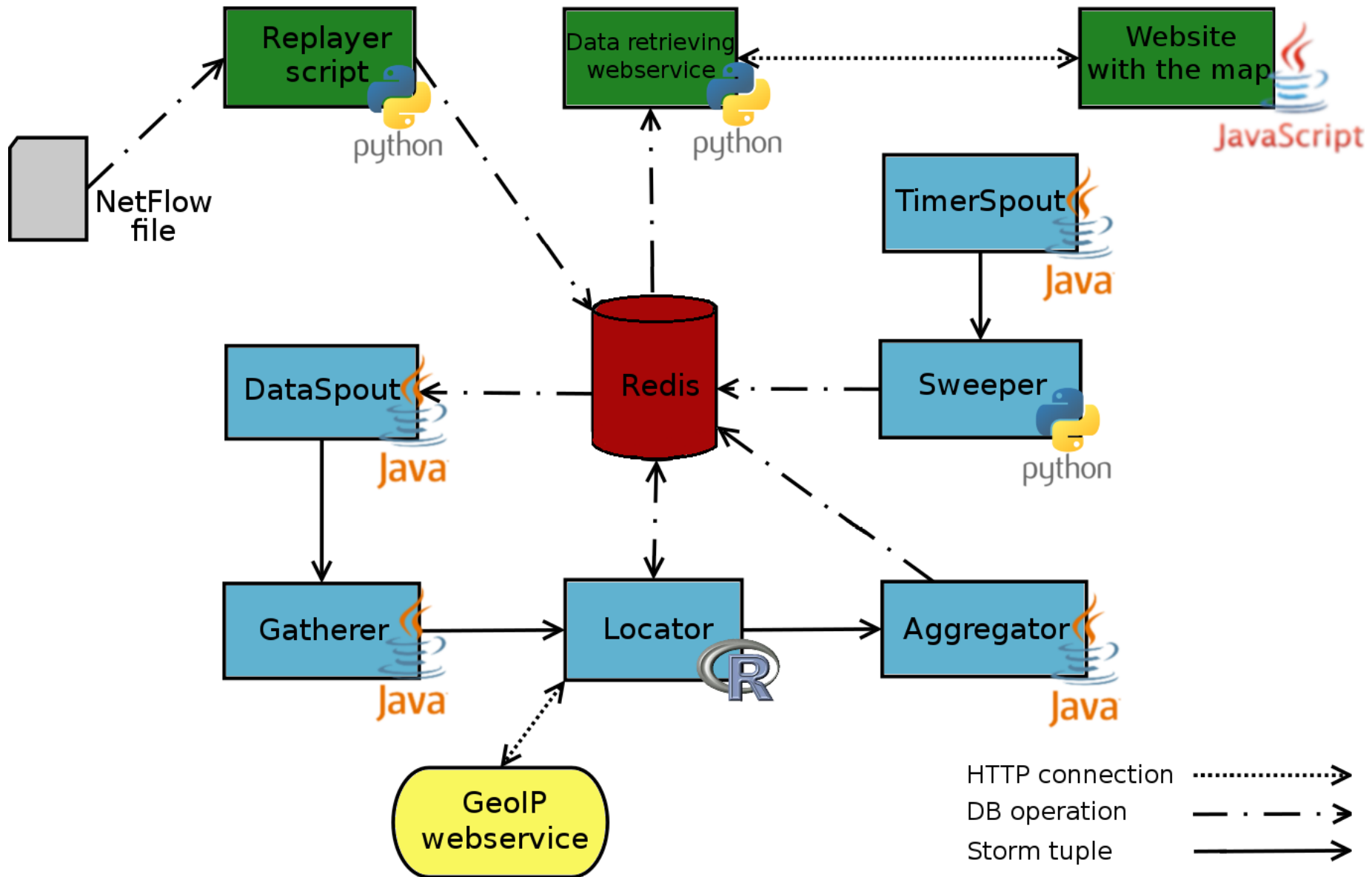
Alkalmazás adatfolyam



Alkalmazás adatfolyam



Alkalmazás adatfolyam



Szöveges “folyamat” (topológia)

```
TopologyBuilder builder = new TopologyBuilder();

builder.setSpout("redis_spout", new RedisSpout(), 1);
builder.setBolt("gatherer", new Gatherer(), 5)
    .shuffleGrouping("redis_spout");
builder.setBolt("locator", new GeoTagger(), 10)
    .shuffleGrouping("gatherer");
builder.setBolt("aggregator", new Aggregator(), 10)
    .fieldsGrouping("locator", new Fields("date"));
builder.setSpout("timer_spout", new TimerSpout(), 1);
builder.setBolt("sweeper", new Sweeper(), 5)
    .shuffleGrouping("timer_spout");
```

Kimenet

Date: 2014-02-13T17:12:55 - 2014-02-13T17:15:58



Miért/hogyan folyamat?

- Adatáramlás explicit megjelenik
 - “Először szűr, aztán összesít”
- Implicit függőségek (DB)
- Folyamat sablon ~ topológia
 - Saját definíció, nem szabvány
- Nem általános célú
 - Kifejezetten adatfeldolgozás
 - (Eredetileg: állapotfrissítések)

ADATFOLYAMHÁLÓK

Data Flow Network, DFN

Adatfolyamháló célja

- Csomópontok és kommunikáció modellezése
 - Pl. BPMN folyamatok leképzése (speciális eset)
- Csomópont is lehet egy modell...
 - Nem emlékezet/állapotmentes
 - Állapotgép
 - Folyamatmodell?
 - Maga is egy adatfolyamháló
- Későbbi előadásban
 - Hierarchia modellezése
 - Finomítási lépések

Komponensek kommunikációja

- Lazán csatolás → nem azonnali lépés
- Csatorna
 - FIFO vagy random access (mi alapján olvasunk belőle?)
 - Kapacitással rendelkeznek (mennyi token lehet rajta?)
 - Adatmodell rendelhető hozzá (pl. tokenhalmaz)
- Mögöttes technológia
 - Pl. üzenetsor alapú megoldások
 - MQ, JMS, MQTT, ..

Adatfolyam modellezés

Nem determinisztikus DFN formalizmus

- [Jonsson, Cannata]
- **Struktúra**
 - Adatfolyam gráf (DFG)
 - csomópontok
 - irányított élek (FIFO csatornák)
- **Viselkedés**
 - Tüzelési szabályok: $\langle s_0; in=c_0; s_1; out=2; \pi \rangle$
- **Adatok**
 - Tokenek

Adatfolyam modellezés

Nem determinisztikus DFN formalizmus

- [Jonsson, Cannata]
- **Struktúra**
 - Adatfolyam gráf (DFG)
 - csomópontok
 - irányított élek (FIFO csatornák)
- **Viselkedés**
 - Tüzelési szabályok: $\langle s0; in=c0; s1; out=c2; \pi \rangle$
- **Adatok**
 - Tokenek

Adatfolyam modellezés

Nem determinisztikus DFN formalizmus

- [Jonsson, Cannata]

■ Struktúra

- Adatfolyam gráf (DFG)

- csatornák
- iránított csatolások (FIFO csatornák)

Kiinduló
állapot

■ Viselkedés

- Tüzelési szabályok: $\langle s_0; in=c_0; s_1; out=c_2; \pi \rangle$

■ Adatok

- Tokenek

Adatfolyam modellezés

Nem determinisztikus DFN formalizmus

- [Jonsson, Cannata]

■ Struktúra

- Adatfolyam gráf (DFG)

- csatlakozások
- irányított csatlakozások (FIFO csatornák)

Kiinduló
állapot

■ Viselkedés

- Tüzelési szabályok: $\langle s_0; in=c_0; s_1; out=c_2; \pi \rangle$

■ Adatok

- Tok

Bemeneti
csatorna

Adatfolyam modellezés

Nem determinisztikus DFN formalizmus

- [Jonsson, Cannata]

■ Struktúra

- Adatfolyam gráf (DFG)

- csomópontok (állapotok)
- irányított élek (átmenetek)

Kiinduló
állapot

Bemeneti
csatornáról
elvett token

■ Viselkedés

- Tüzelési szabályok: $\langle s_0; in=c_0; s_1; out=c_2; \pi \rangle$

■ Adatok

- Tok

Bemeneti
csatorna

Adatfolyam modellezés

Nem determinisztikus DFN formalizmus

- [Jonsson, Cannata]

■ Struktúra

- Adatfolyam gráf (DFG)

- csatornák
- irányított élek (FIFO)

Kiinduló állapot

Bemeneti csatornáról elvett token

■ Viselkedés

- Tüzelési szabályok: $\langle s_0; in=c_0; s_1; out=c_2; \pi \rangle$

■ Adatok

- Tok

Bemeneti csatorna

Célállapot

Adatfolyam modellezés

Nem determinisztikus DFN formalizmus

- [Jonsson, Cannata]

■ Struktúra

- Adatfolyam gráf (DFG)

- csatornák (channels)
- irányított élek (edges)

Kiinduló állapot

Bemeneti csatornáról elvett token

Kimeneti csatorna

■ Viselkedés

- Tüzelési szabályok: $\langle s_0; in=c_0; s_1; out=c_2; \pi \rangle$

■ Adatok

- Tok

Bemeneti csatorna

Célállapot

Adatfolyam modellezés

Nem determinisztikus DFN formalizmus

- [Jonsson, Cannata]

■ Struktúra

- Adatfolyam gráf (DFN)

- csatornák (channels)
- irányított élek (edges)

Kiinduló állapot

Bemeneti csatornáról elvett token

Kimeneti csatorna

■ Viselkedés

- Tüzelési szabályok: $\langle s_0; in=c_0; s_1; out=c_2; \pi \rangle$

■ Adatok

- Tok

Bemeneti csatorna

Célállapot

Kimeneti csatornára kitett token

Adatfolyam modellezés

Nem determinisztikus DFN formalizmus

- [Jonsson, Cannata]

■ Struktúra

- Adatfolyam gráf (DFN)

- csatornák
- irányított élek (FIFO)

Kiinduló állapot

Bemeneti csatornáról elvett token

Kimeneti csatorna

Prioritás

■ Viselkedés

- Tüzelési szabályok: $\langle s_0; in=c_0; s_1; out=c_2; \pi \rangle$

■ Adatok

- Tok

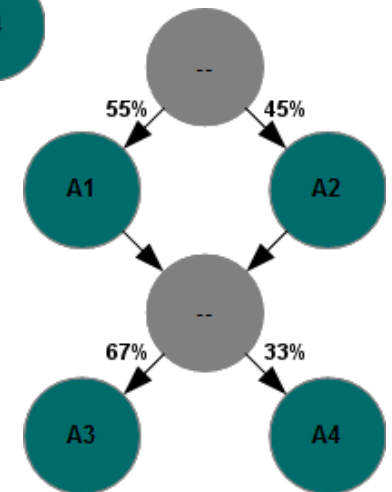
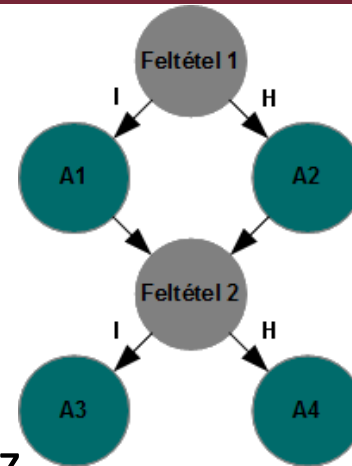
Bemeneti csatorna

Célállapot

Kimeneti csatornára kitett token

Nem determinisztikus adatfolyam

- A rendszer determinisztikus:
 - Egy adott állapotban bekövetkező feltételek szerint hajt végre akciókat.
- A rendszer nem determinisztikus:
 - Példa1: Az eddigi feltételek helyett az akciók végrehajtásának valószínűsége adott (randomizált modell).
 - Példa2: nem tudjuk/nem modellezük a döntések belsejét (ld később: predikátum absztrakció, példa: “ $x < 8$ ” helyett “A”)
 - A randomizált modell nem feltétlenül „ekvivalens” a determinisztikus modellel.
 - Egymást kizáró alternatívák is lehetségesek



→ A kapott eredményt értelmezni kell

A módszer előnyei

Tulajdonság	Alkalmas
Grafikus, moduláris, kompakt, hierarchikus	Egyszerűen áttekinthető modell
Fekete és átlátszó doboz modell	Modellezés korai fázisban
Finomítási szabályok	Többszintű modellezés
Információáramlás direkt leírása	Hibaterjedés modellezése
Elosztott modell mind finom, mind durva pontossággal	Aszinkron, konkurens események
Adatvezérelt működés	Eseményvezérelt real-time rendszerek
Hívási átlátszóság, atomi tulajdonság, információrejtés	Hibatűrő alkalmazások
Matematikai formalizmus	Formális módszerek
Transzformáció: TTPN, PA	Validáció, időbeli analízis

Adatfolyam hálózat formális leírása

- **Adatfolyam hálózat:** egy hármás (N, C, S)
 - N : csomópontok halmaza
 - C : csatornák halmaza
 - I: bemenő csatornák
 - O: kimenő csatornák
 - IN: belső (csomópontok közötti) csatornák
 - S : állapotok halmaza
- **Adatfolyam csatorna:**
 - végtelen kapacitású FIFO csatorna,
 - egy bemeneti és egy kimeneti csomóponthoz kötve
 - állapota: $S_c = \times^\infty M_c$ tokenszekvencia

Adatfolyam csomópont formális leírása

Adatfolyam csomópont: $n = (I_n, O_n, S_n, s_n^0, R_n, M_n)$, ahol

I_n – bemenő csatornák halmaza

O_n – kimenő csatornák halmaza

S_n – csomópont állapotok halmaza

s_n^0 – csomópont kezdőállapota, $s_n^0 \in S_n$

M_n – tokenek halmaza

R_n – tüzelések halmaza, $r_n \in R_n$ egy ötös $(s_n, X_{in}, s'_n, X_{out}, \pi)$

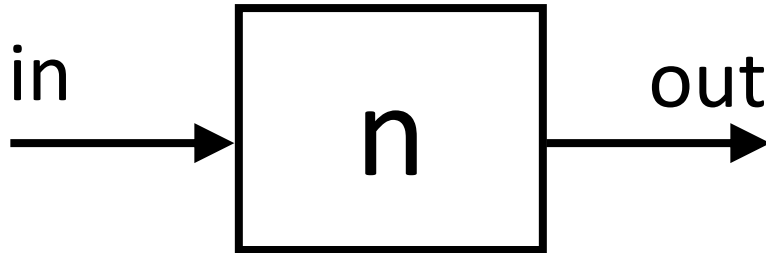
S_n – tüzelés előtti és utáni állapotok, $s'_n \in S$

X_{in} – bemenő leképezés, $X_{in} : I_n \rightarrow M_n$

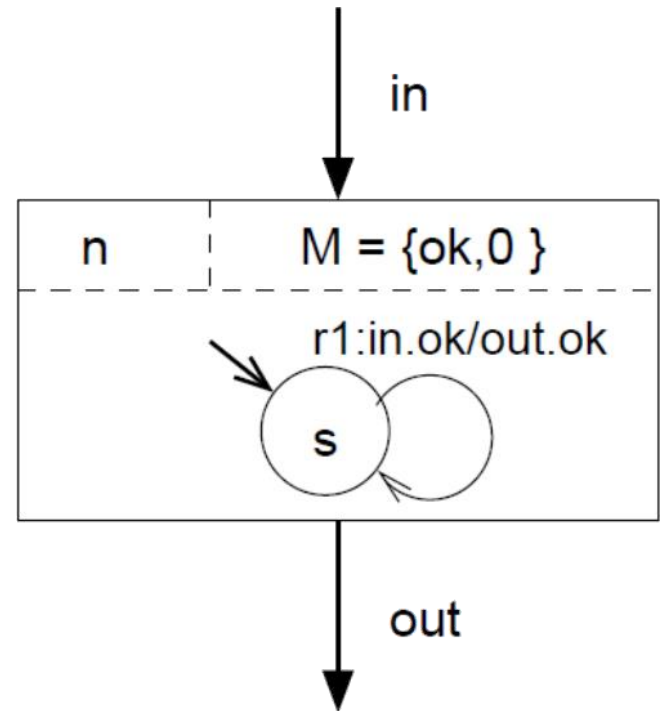
X_{out} – kimenő leképezés, $X_{out} : O_n \rightarrow M_n$

π – tüzelés prioritása, $\pi \in N$

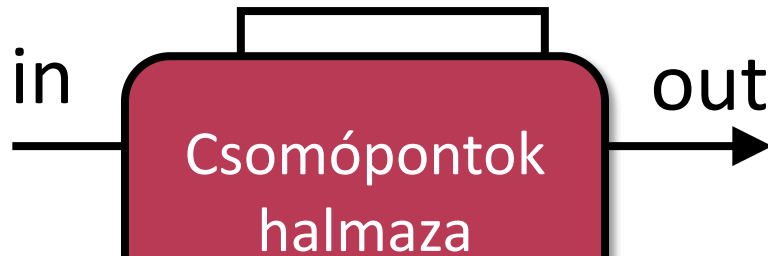
Egy példa



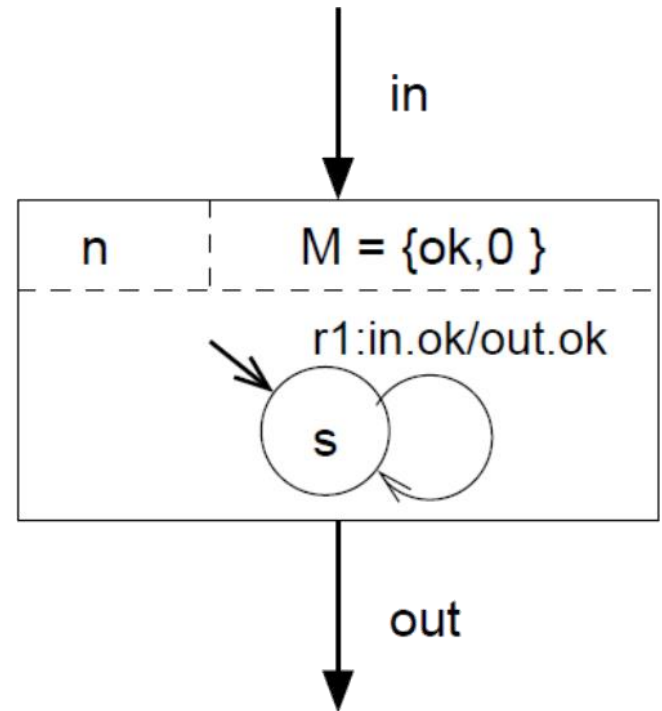
- Egy token kapacitású csatornák
- Hálózat:
 - DFN = $(\{n\}, \{in, out\}, \{(s,0,0), (s,ok,0), (s,0,ok), (s,ok,ok)\})$
- Csomópontok:
 - $n = (\{in\}, \{out\}, \{s\}, s, \{ok,0\}, \{r1\})$
- Tüzelések:
 - $r1 = \langle s; in=ok; s; out=ok; 0 \rangle$



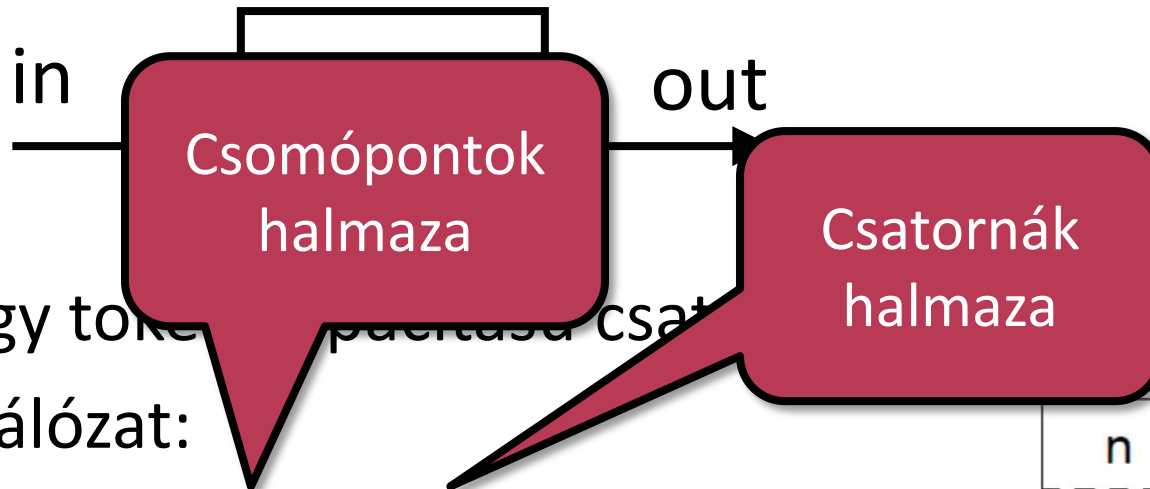
Egy példa



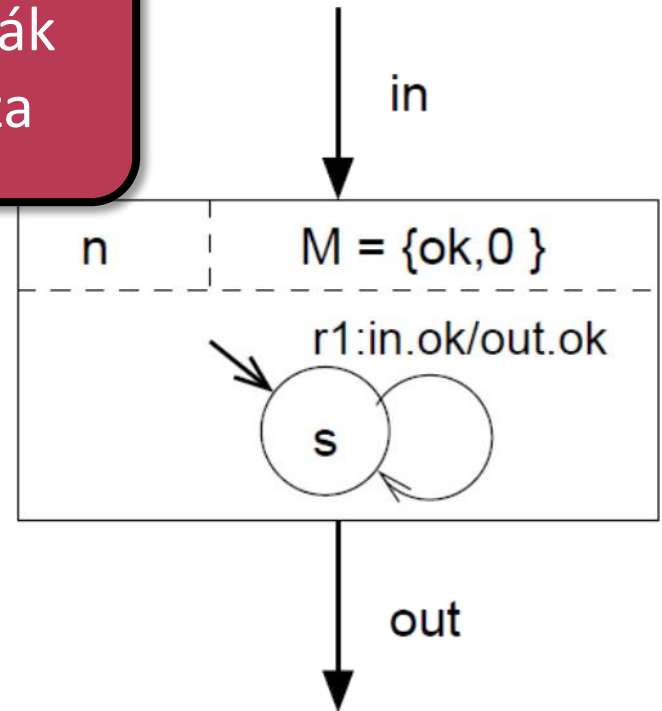
- Egy token pártusa csatornák
- Hálózat:
 - $DFN = (\{n\}, \{in, out\}, \{(s,0,0), (s,ok,0), (s,0,ok), (s,ok,ok)\})$
- Csomópontok:
 - $n = (\{in\}, \{out\}, \{s\}, s, \{ok,0\}, \{r1\})$
- Tüzelések:
 - $r1 = \langle s; in=ok; s; out=ok; 0 \rangle$



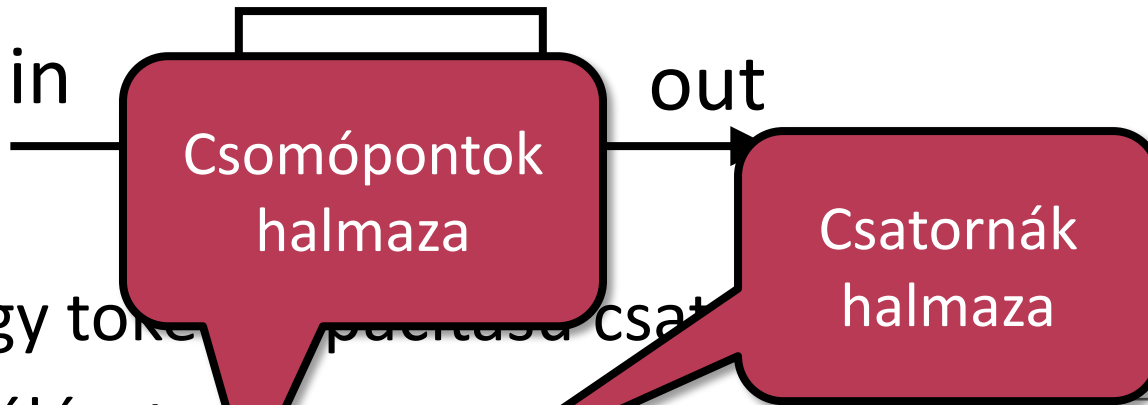
Egy példa



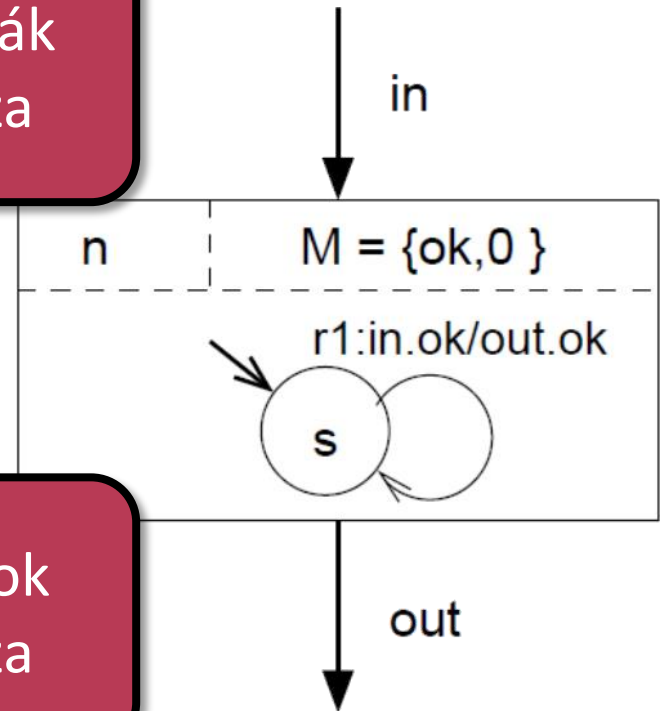
- Egy token a csatorna csatlakozásán
- Hálózat:
 - $DFN = (\{n\}, \{in, out\}, \{(s,0,0), (s,ok,0), (s,0,ok), (s,ok,ok)\})$
- Csomópontok:
 - $n = (\{in\}, \{out\}, \{s\}, s, \{ok,0\}, \{r1\})$
- Tüzelések:
 - $r1 = \langle s; in=ok; s; out=ok; 0 \rangle$



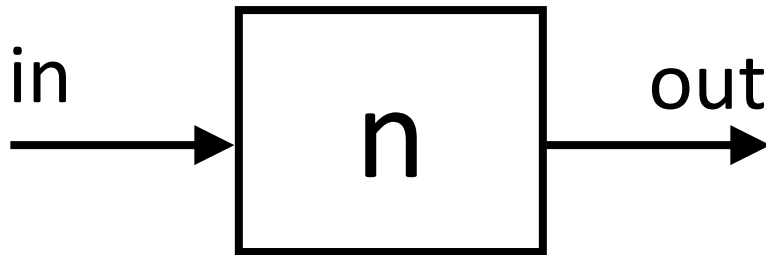
Egy példa



- Egy token perces csatorna
- Hálózat:
 - DFN = $(\{n\}, \{in, out\}, \{(s,0,0), (s,ok,0), (s,0,ok), (s,ok,ok)\})$
- Csomópontok:
 - $n = (\{in\}, \{out\}, \{s\}, s, \{ok,0\}, \{0\})$
- Tüzelések:
 - $r1 = \langle s; in=ok; s; out=ok; 0 \rangle$

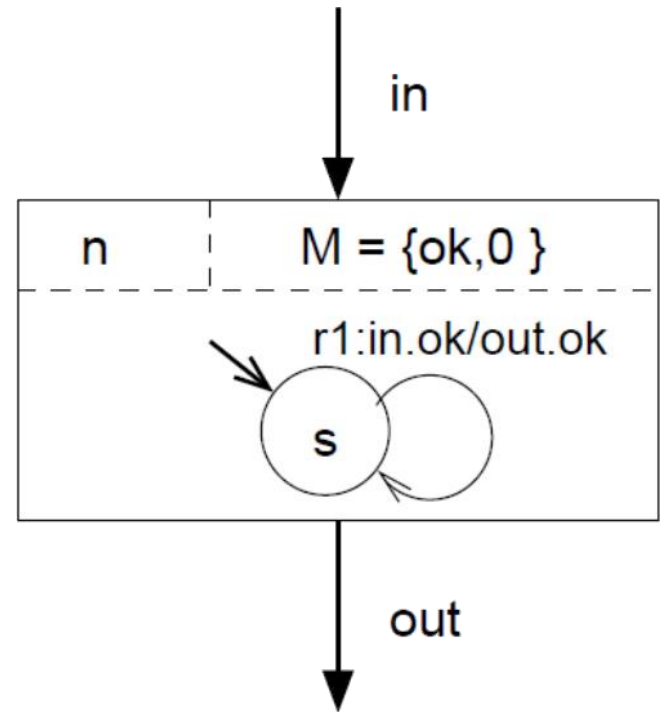


Egy példa

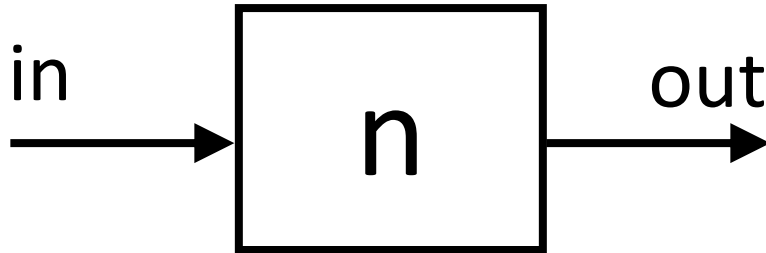


Bemenő csatornák halmaza

- kapacitású csatornák
- $\{(s, 0, 0), (s, ok, 0), (s, 0, ok), (s, ok, ok)\}$
- Csomópontok:
 - $n = (\{in\}, \{out\}, \{s\}, s, \{ok, 0\}, \{r1\})$
- Tüzelések:
 - $r1 = \langle s; in=ok; s; out=ok; 0 \rangle$



Egy példa



Bemenő csatornák halmaza

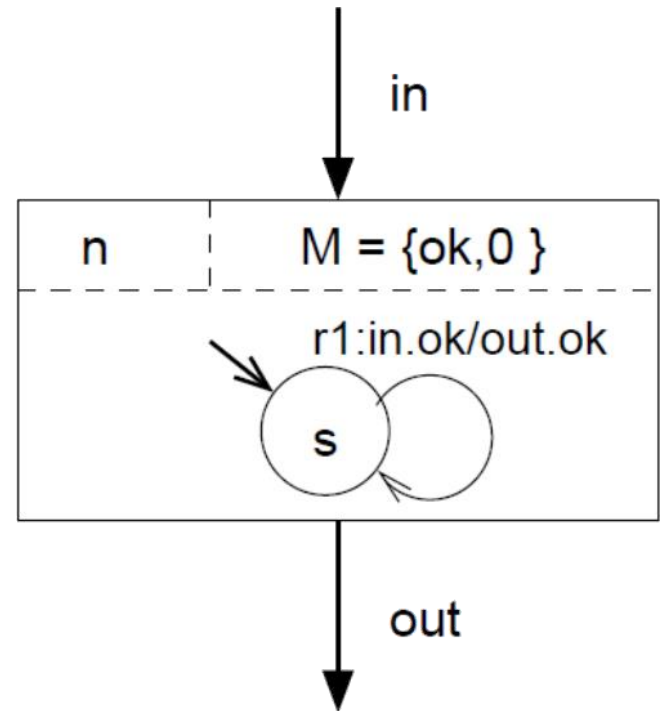
Kimenő csatornák halmaza

■ Csomópontok:

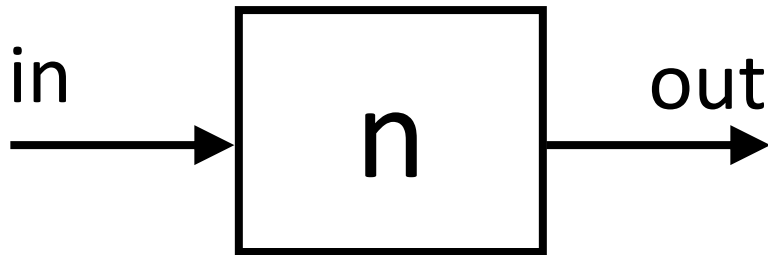
- $n = (\{in\}, \{out\}, \{s\}, s, \{ok,0\}, \{r1\})$

■ Tüzelések:

- $r1 = \langle s; in=ok; s; out=ok; 0 \rangle$



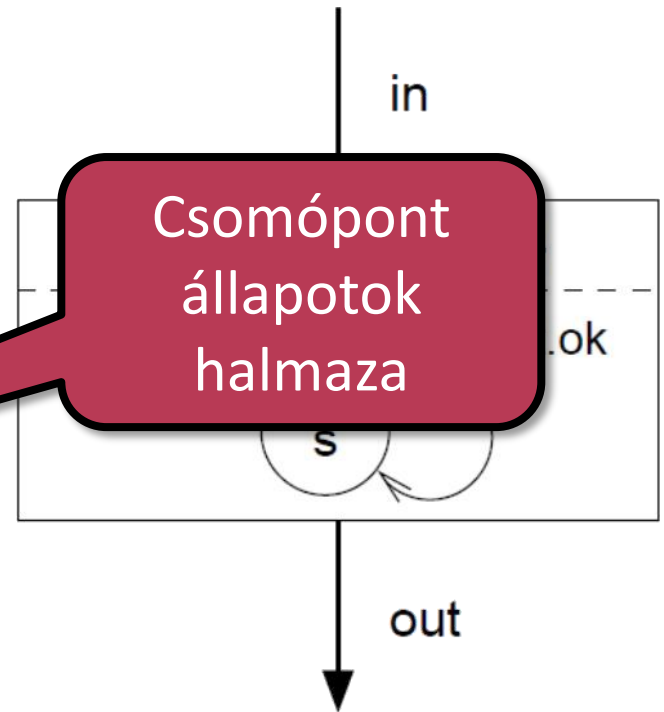
Egy példa



Bemenő csatornák halmaza

Kimenő csatornák halmaza

Csomópont állapotok halmaza



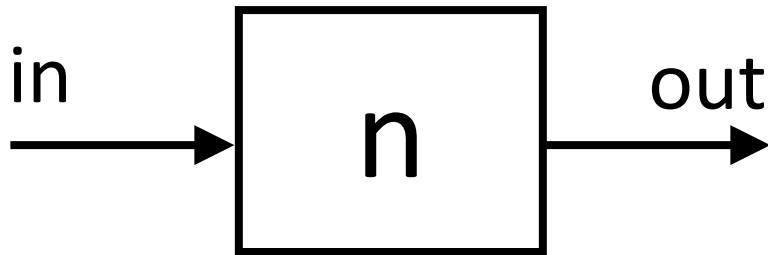
■ Csomópontok:

○ $n = (\{in\}, \{out\}, \{s\}, s, \{ok, 0\}, \{r1\})$

■ Tüzelések:

○ $r1 = \langle s; in=ok; s; out=ok; 0 \rangle$

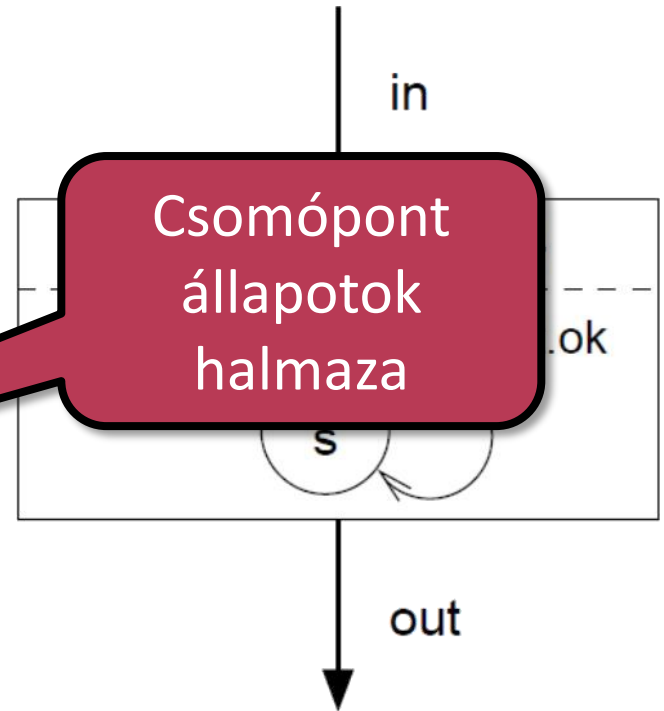
Egy példa



Bemenő csatornák halmaza

Kimenő csatornák halmaza

Csomópont állapotok halmaza



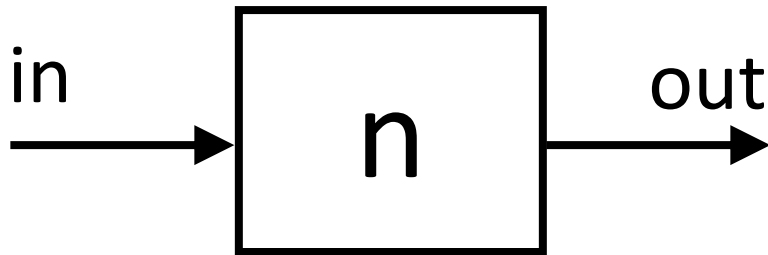
■ Csomópontok:

$$n = (\{in\}, \{out\}, \{s\}, s, \{ok, 0\}, \{r1\})$$

Tokenek halmaza

; out=ok; 0>

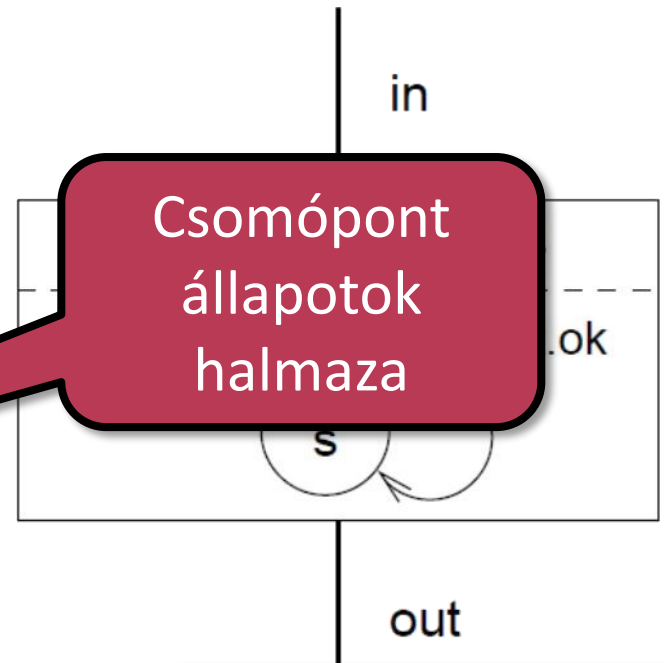
Egy példa



Bemenő csatornák halmaza

Kimenő csatornák halmaza

Csomópont állapotok halmaza



Csomópontok:

$$n = (\{in\}, \{out\}, \{s\}, s, \{ok, 0\}, \{r1\})$$

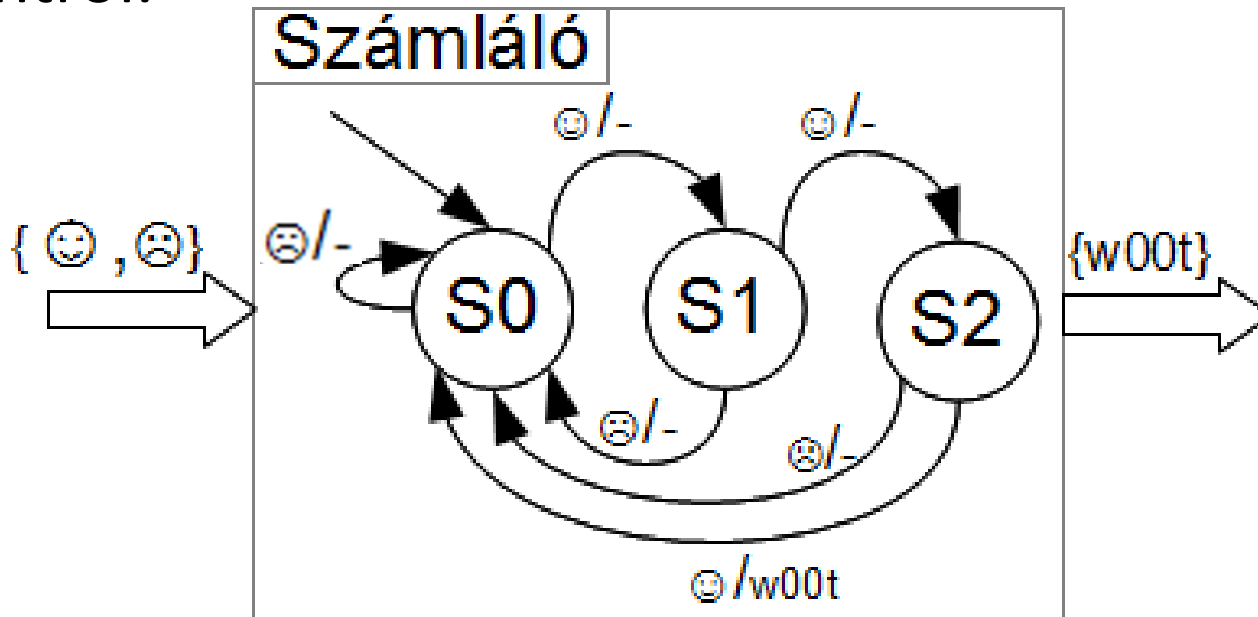
Tokenek halmaza

; out=ok; 0>

Tüzelések halmaza

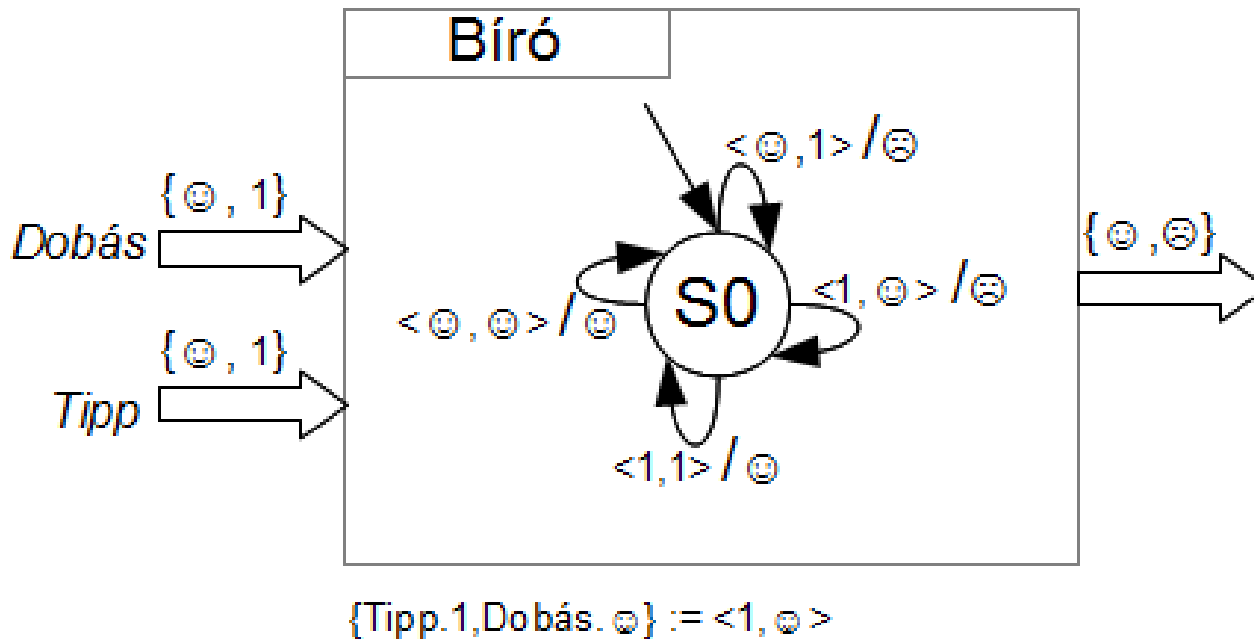
Példa - Számláló

- Készítsük el egy adatfolyam „Számláló” csomópontját, amely számláló bemenetén 😊 és ☹️ tokeneket kap, majd a kimenetén a *w00t* token jelenik meg, amennyiben egymás után 3 db 😊 jelet olvas a bemenetről.



Példa - Bíró

- Készítsük el egy adatfolyam „Bíró” csomópontját. A csomópont két bemenetéről egyszerre olvassa be egy érme feldobásának eredményét és a játékos tippjét. Ha a dobás és a tipp megegyezik a kimeneten a 😊 jelet, egyébként a 😞 jelet adja ki.



Adatfolyam modellek kiértékelése

- + Interaktív szimuláció
- Validáció, helyességbizonyítás (direkt/indirekt)
 - Dinamikus tulajdonságok: elérhetőség, holtpontmentesség
- + Időbeli analízis (indirekt)
 - Tüzelési szabályokban végrehajtási idő, mint valószínűségi változó
- + Hibaszimuláció (direkt, diszkrét esemény szimuláció)
 - Működési modell kiegészítése hibamoddal, hibahatások elemzése
- + Teszttervezés (indirekt)
 - Tesztgenerálás, tesztelhetőségi analízis, tesztkészlet optimalizálás
- Hibahatás analízis (direkt)
 - FMEA: hibamód és hatás analízis, hibafa és eseményfa generálás
- (Megbízhatósági analízis) (indirekt)
 - Klasszikus mértékek: megbízhatóság, rendelkezésre