

# Színezett Petri háló példa: Elosztott adatbáziskezelő

dr. Bartha Tamás

dr. Majzik István

BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

# Az elosztott adatbáziskezelő specifikációja (1/2)

- $n$  különböző szerver, minden szerveren egy helyi adatbázis másolat, amit egy lokális adatbázis menedzser kezel

$$\text{DBM} = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}, n \geq 3$$

- Adatbázis művelet végrehajtása a rendszerben:
  - Lokális adat megváltoztatása
  - Többi adatbázis menedzser értesítése a változtatásról
  - Többi adatbázis menedzser frissít
  - Frissítés után mindegyik visszajelez
- Adatbázis menedzserek állapota:
  - **Inactive**: inaktív, nincs folyamatban változtatás kezelése
  - **Performing**: lokálisan frissít üzenet hatására
  - **Waiting**: változtatás után a kiküldött értesítések nyugtázására vár

# Az elosztott adatbáziskezelő specifikációja (2/2)

- Teljes rendszer állapota:
  - **Active**: Változtatás kezelése folyamatban
  - **Passive**: Változtatás kezelése befejeződött
- Értesítés a frissítésről: Üzenetekkel
  - Üzenet fejléc: küldő és fogadó (címezett) adatbázis menedzser
  - Üzenet fejlécek halmazai:
    - $MES = \{(s,r) \mid s,r \in DBM \wedge s \neq r\}$  a lehetséges üzenetek halmaza
    - $Mes(s) = \sum_{r \in DBM - \{s\}} 1 \cdot (s,r)$  az  $s$  által küldhető üzenetek halmaza
  - Lehetséges üzenetek státusza:
    - Unused, Sent, Received, Acknowledged

# Elosztott adatbáziskezelő modell: Deklarációk

## Deklarációs mező

```
val n = 4;  
color DBM = index d with 1..n;  
color PR = product DBM * DBM;  
fun diff(x,y) = (x<>y);  
color MES = subset PR by diff;  
color E = with e;  
fun Mes(s) = mult'PR(1`s, DBM--1`s)  
var s, r : DBM;
```

- DBM: adatbázis menedzserek
- PR: DBM párok
- MES: lehetséges üzenetek (fejlécek)
- E: egyszerű token (állapotjelző)
- Mes(s): az s DBM által küldhető üzenetek

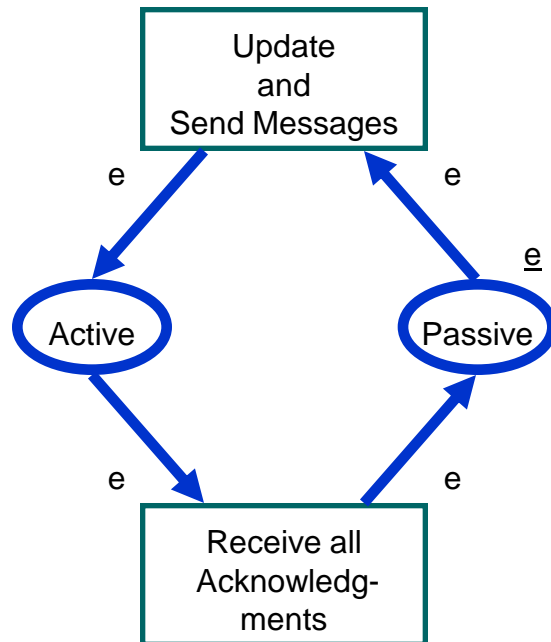
## Jelentése:

$$\text{DBM} = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$$

$$\text{MES} = \{(s, r) \mid s, r \in \text{DBM} \wedge s \neq r\}$$

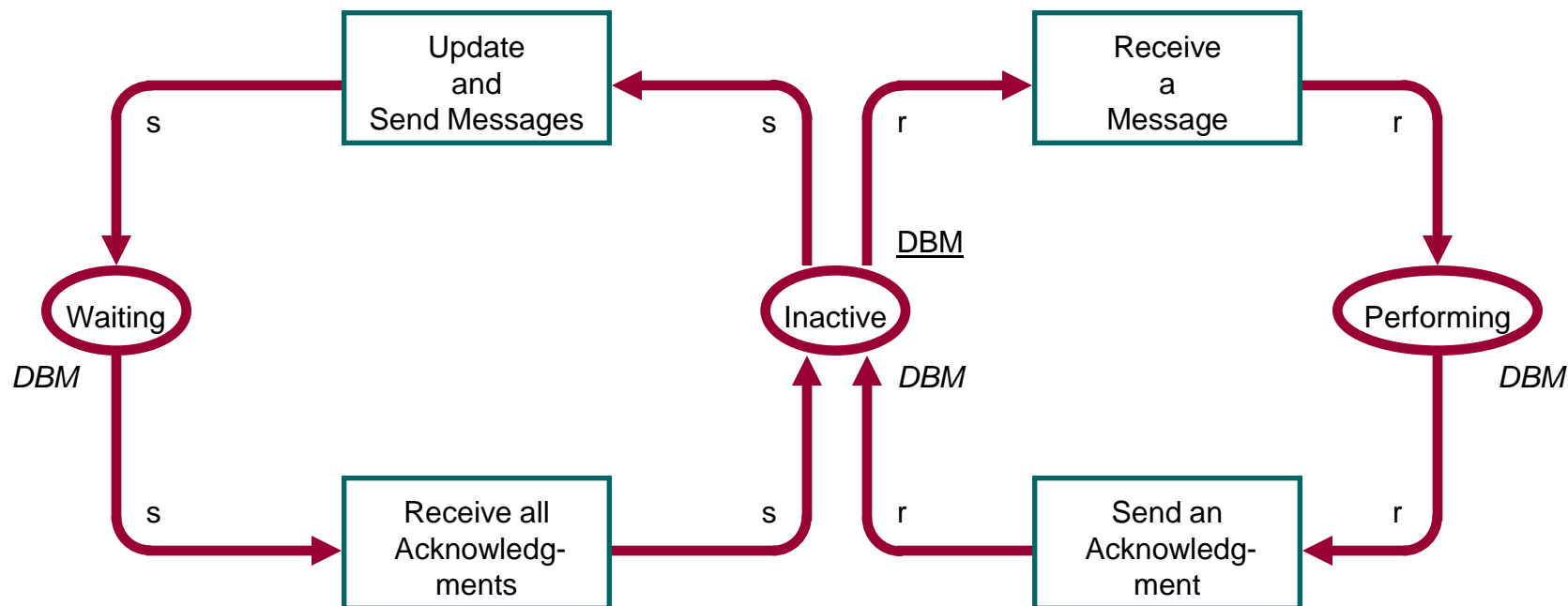
$$\text{Mes}(s) = \sum_{r \in \text{DBM} - \{s\}} 1'(s, r)$$

# Elosztott adatbáziskezelő modell: Rendszer komponens



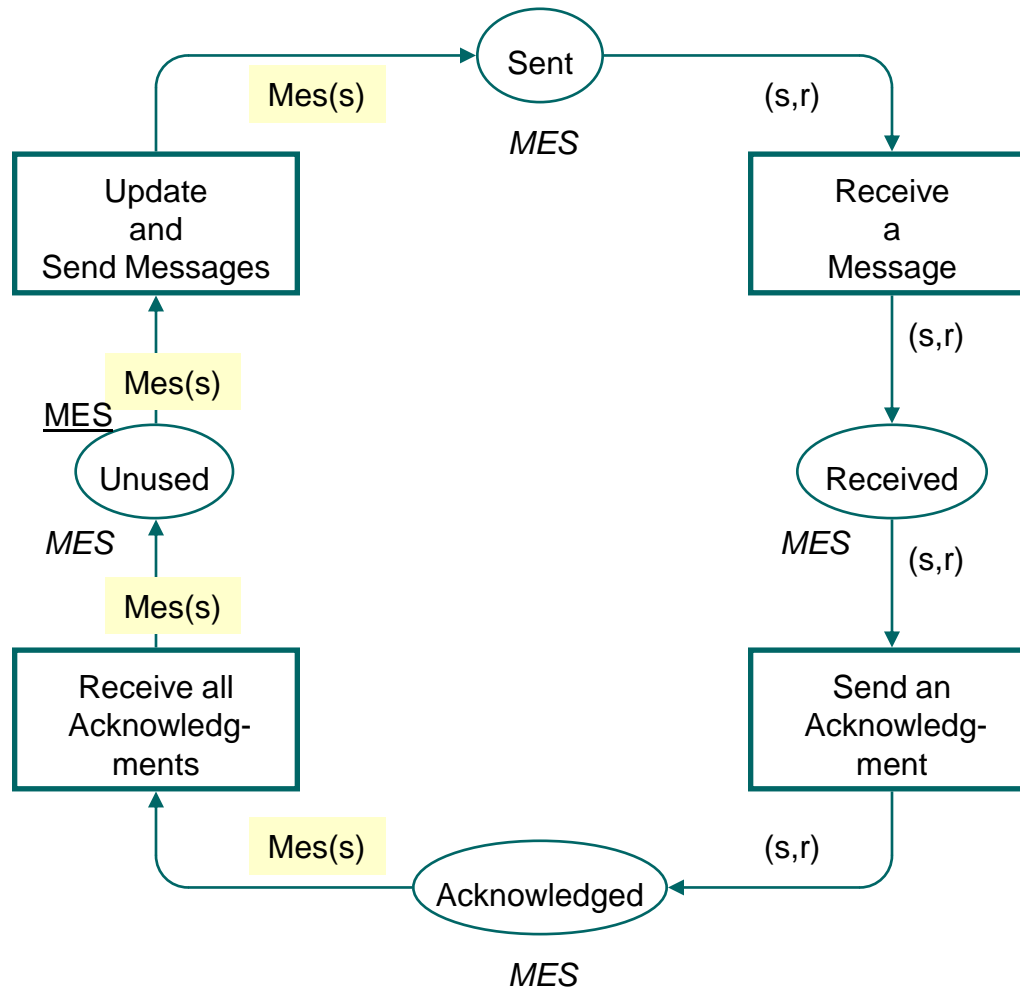
- Rendszerállapotok (egy **e** tokenel jelölhetők), kezdetben Passive

# Elosztott adatbáziskezelő: Adatbázis menedzserek



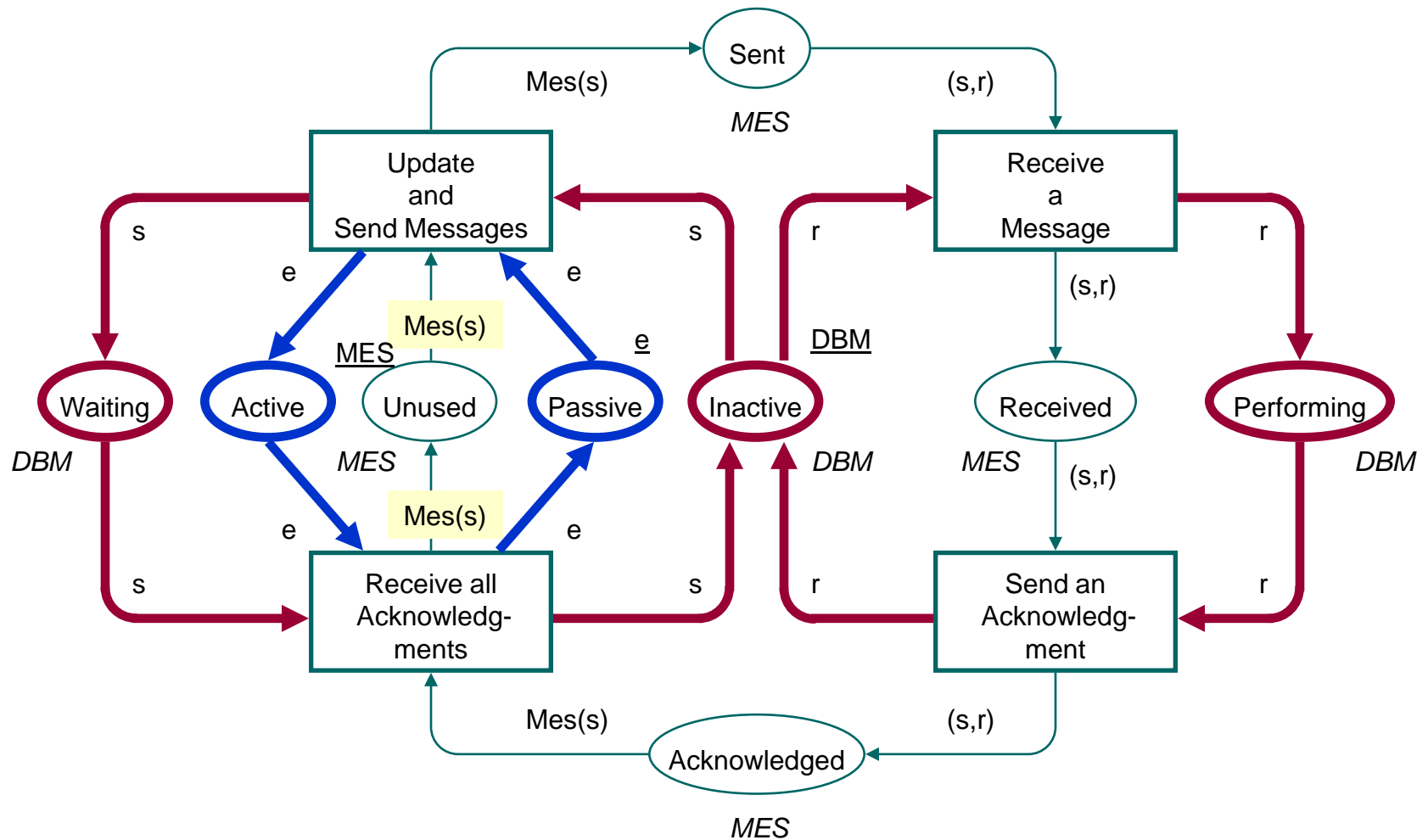
- Adott állapotú DBM-ek egy-egy helyen gyűjtve
- Kezdeti állapotban minden DBM inaktív; majd változtat vagy frissít

# Elosztott adatbáziskezelő: Üzenetek



- Helyek: üzenet pufferek
- Lehetséges üzenetek halmazából egy DBM a többieknek értesítőket küldi ki

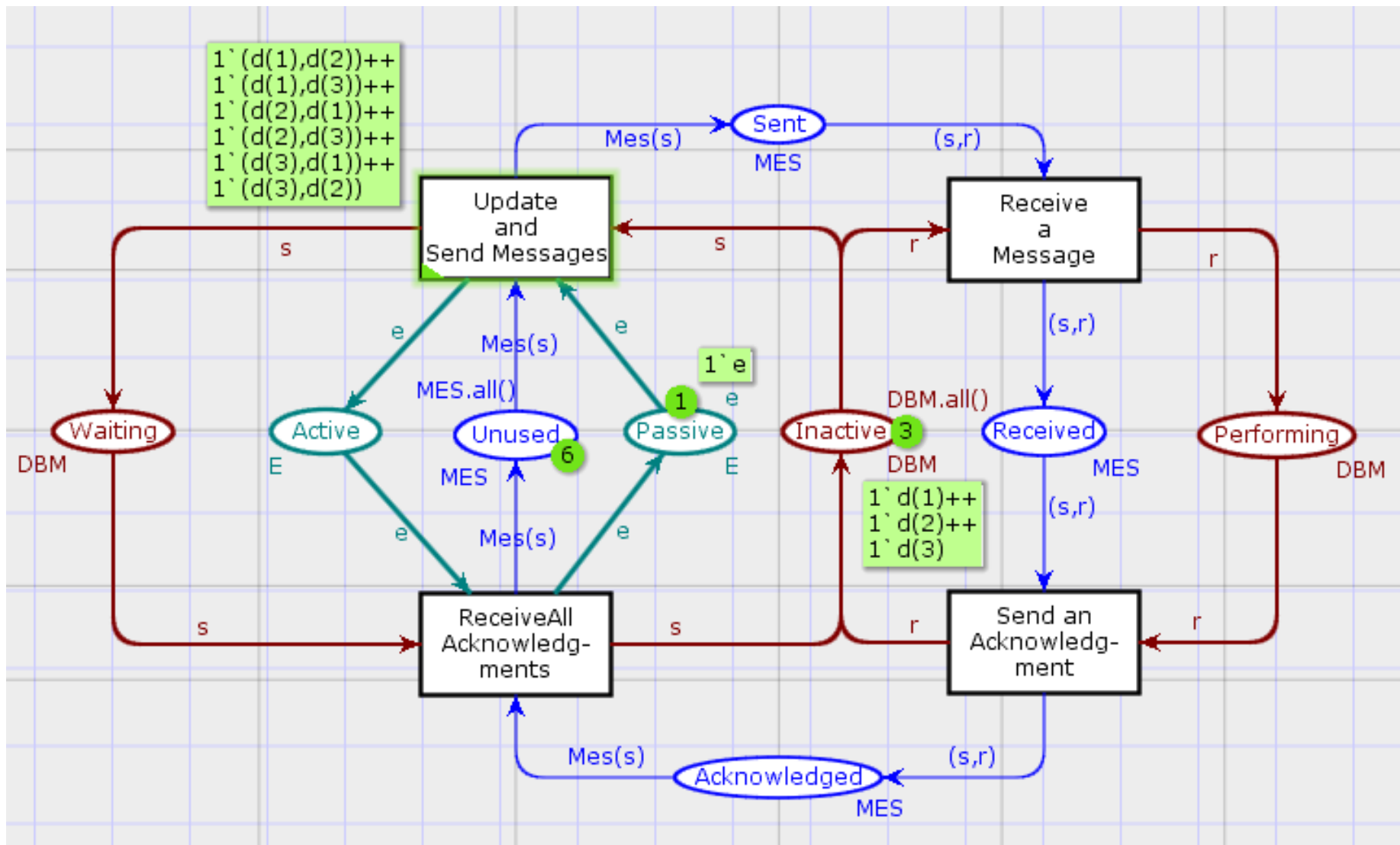
# Elosztott adatbáziskezelő: A teljes CPN modell



- Active és Passive helyek biztosítják: Egyszerre egy DBM változtat majd várakozik

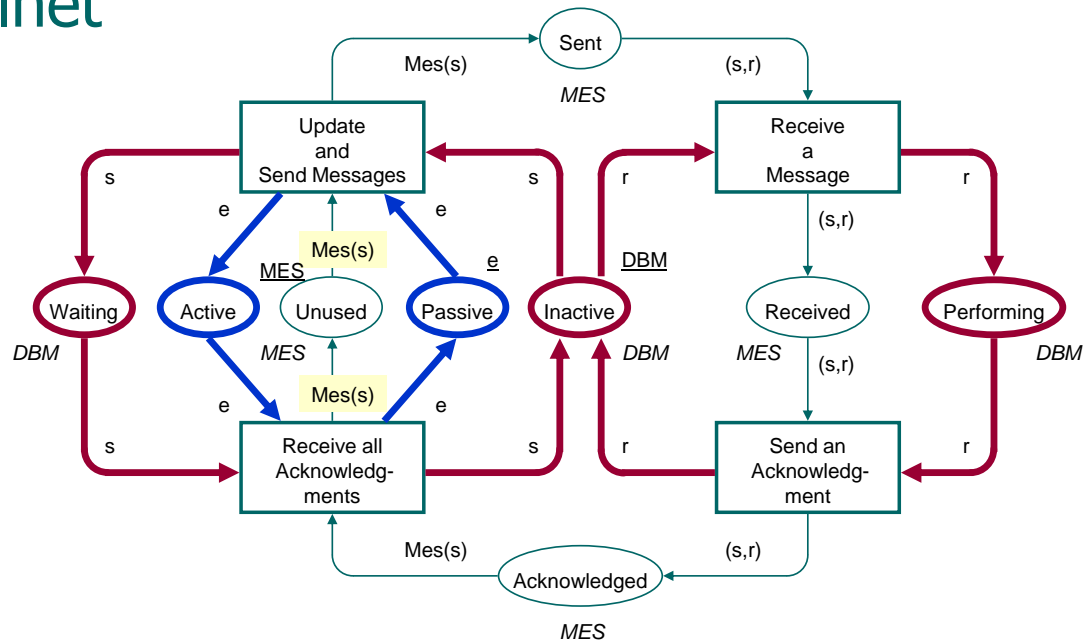


# A modell animációja (CPN Tools)

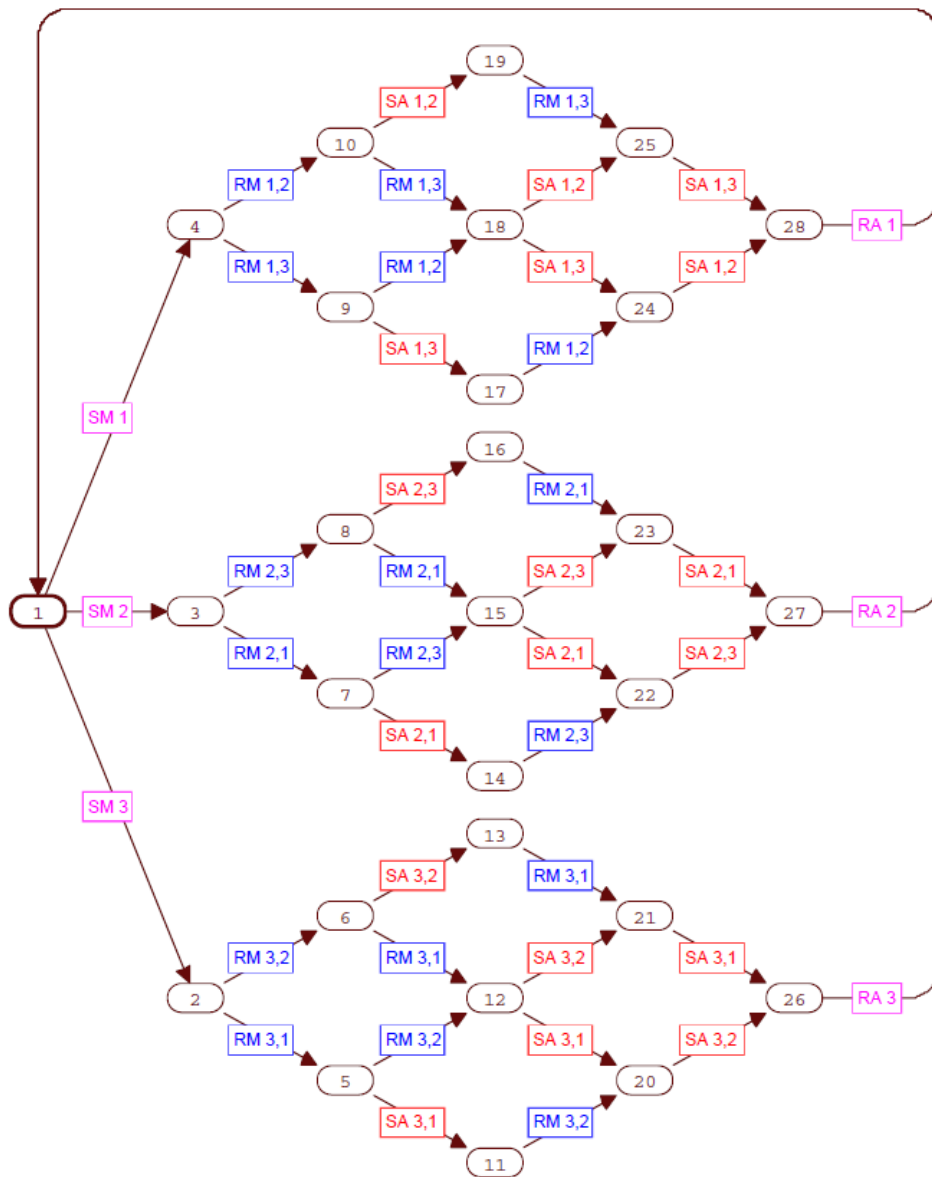


# Modell jellegzetességek

- Oksági viszonyok
  - Update and Send → Receive → Send Ack → Receive Ack
- Konfliktus (kizárás)
  - Update and Send minden  $s$  lekötési elemre engedélyezett, de csak egyre tüzelhet
- Konkurencia
  - Receive a Message önmagával konkurens  $(s,r)$  lekötési elemekre



# Elérhetőségi gráf $n=3$ esetén



- Occurrence Graph
- Tranzíció nevek rövidítve
  - SM: Update and Send Messages
  - RM: Receive a Message
  - SA: Send an Acknowledgment
  - RA: Receive all Acknowledgments

# Dinamikus tulajdonságok: Korlátosság

Hely	Multihalmaz	Integer korlát
• Inactive	<b>DBM</b>	<b>n</b>
• Waiting	<b>DBM</b>	<b>1</b>
• Performing	<b>DBM</b>	<b>n - 1</b>
• Unused	<b>MES</b>	<b><math>n*(n - 1)</math></b>
• Sent, Received, Acknowledged	<b>MES</b>	<b>n - 1</b>
• Passive, Active	<b>E</b>	<b>1</b>

# Dinamikus tulajdonságok: Élőség, fairnesség

- Liveness Properties

- Dead markings:
  - None
- Dead transition instances:
  - None
- Live transition instances:
  - All

- Fairness Properties

- Impartial transition instances:
  - Update and Send Messages
  - Receive a Message
  - Send an Acknowledgment
  - Receive all Acknowledgments
- Fair transition instances:
  - None
- Just transition instances:
  - None

Korábbi definíciók:

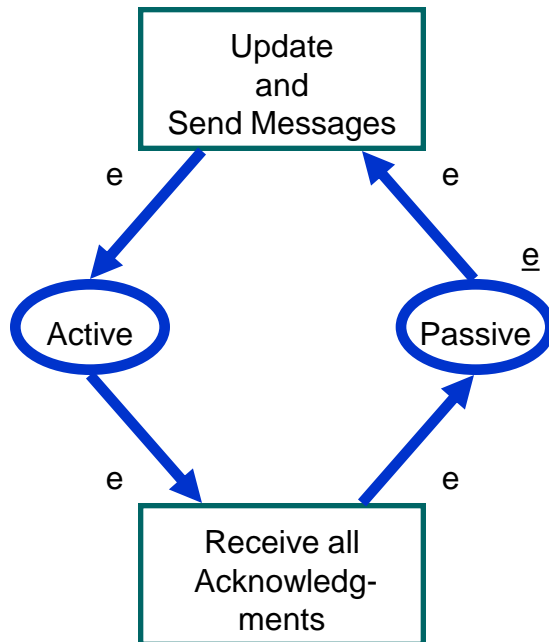
- **Impartial**: Elfogulatlan tranzíció: végtelen sokszor tüzel (legerősebb tulajdonság)
- **Fair**: Fair tranzíció: végtelen sok engedélyezés -> végtelen sok tüzelés
- **Just**: Igazságos tranzíció: Perzisztens engedélyezés -> tüzelés

# Strukturális tulajdonságok: P-invariánsok

- $M(\text{Active}) + M(\text{Passive}) = 1 \cdot e$
- $M(\text{Inactive}) + M(\text{Waiting}) + M(\text{Performing}) = \text{DBM}$
- $M(\text{Unused}) + M(\text{Sent}) + M(\text{Received}) + M(\text{Acknowledged}) = \text{MES}$
- $M(\text{Performing}) - \text{Rec}(M(\text{Received})) = \emptyset$ 
  - $\text{Rec}()$  függvény token leképzéshez:  $\text{Rec}(s,r) = r$
- $M(\text{Sent}) + M(\text{Received}) + M(\text{Acknowledged}) - \text{Mes}(M(\text{Waiting})) = \emptyset$ 
  - $\text{Mes}()$  függvény a token leképzéshez:  $\text{Mes}(s)$ : az  $s$  DBM által küldhető üzenetek
- $M(\text{Active}) - \text{Ign}(M(\text{Waiting})) = \emptyset$ 
  - $\text{Ign}()$  függvény tetszőleges színű tokent  $e \in E$  színű tokenre vált

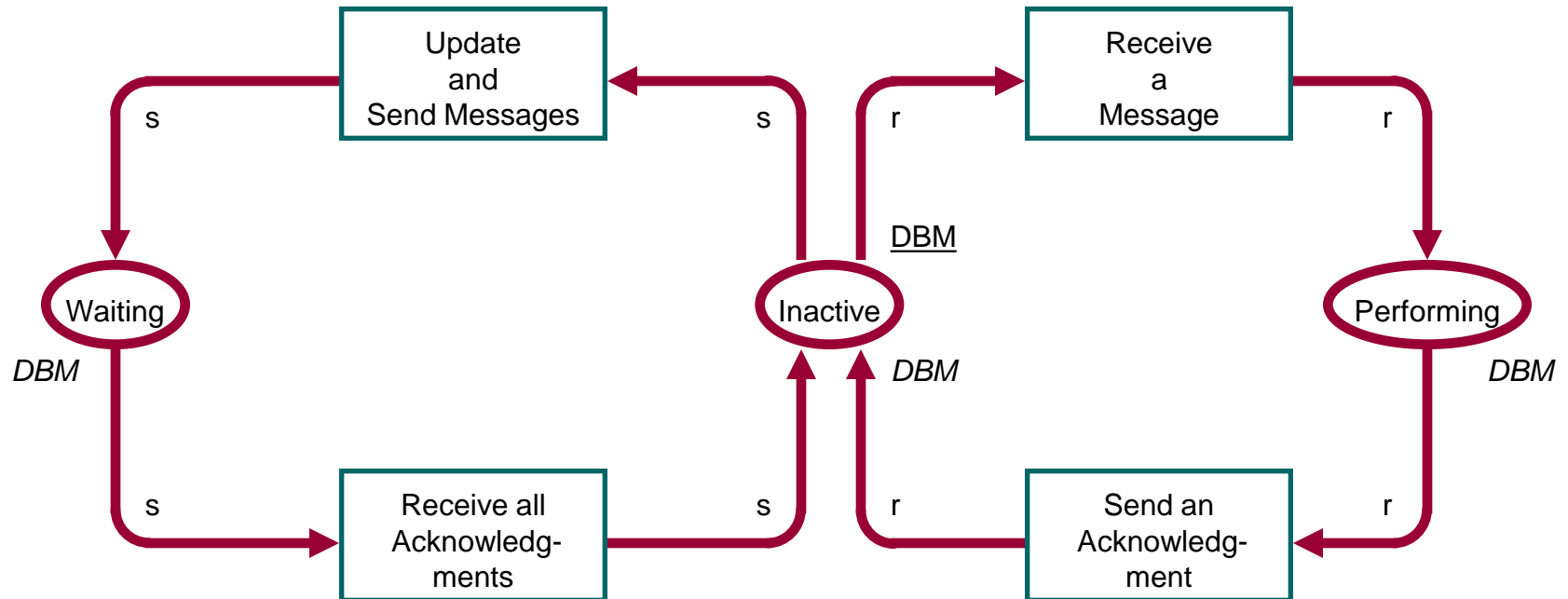
# P-invariáns: a rendszer állapota

$$M(\text{Active}) + M(\text{Passive}) = 1 \cdot e$$



# P-invariáns: adatbázis menedzserek

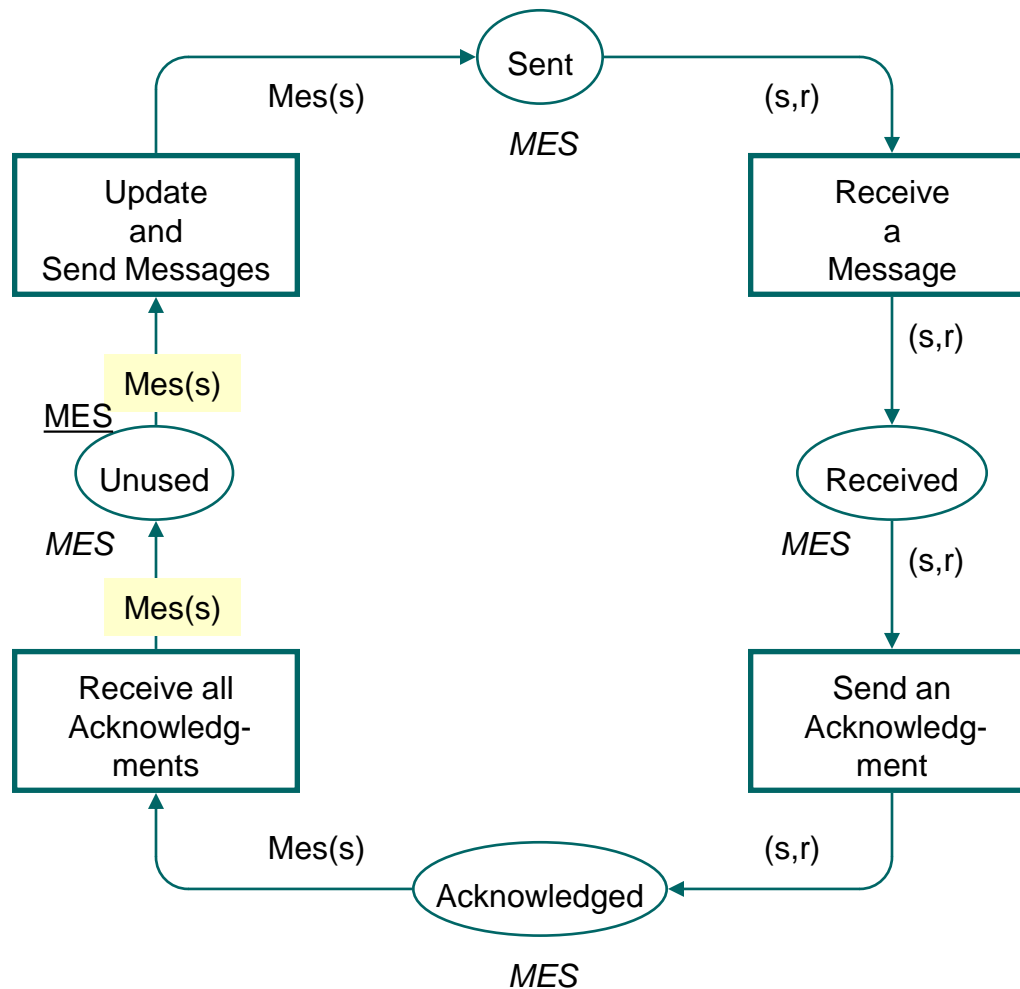
$$M(\text{Inactive}) + M(\text{Waiting}) + M(\text{Performing}) = \text{DBM}$$



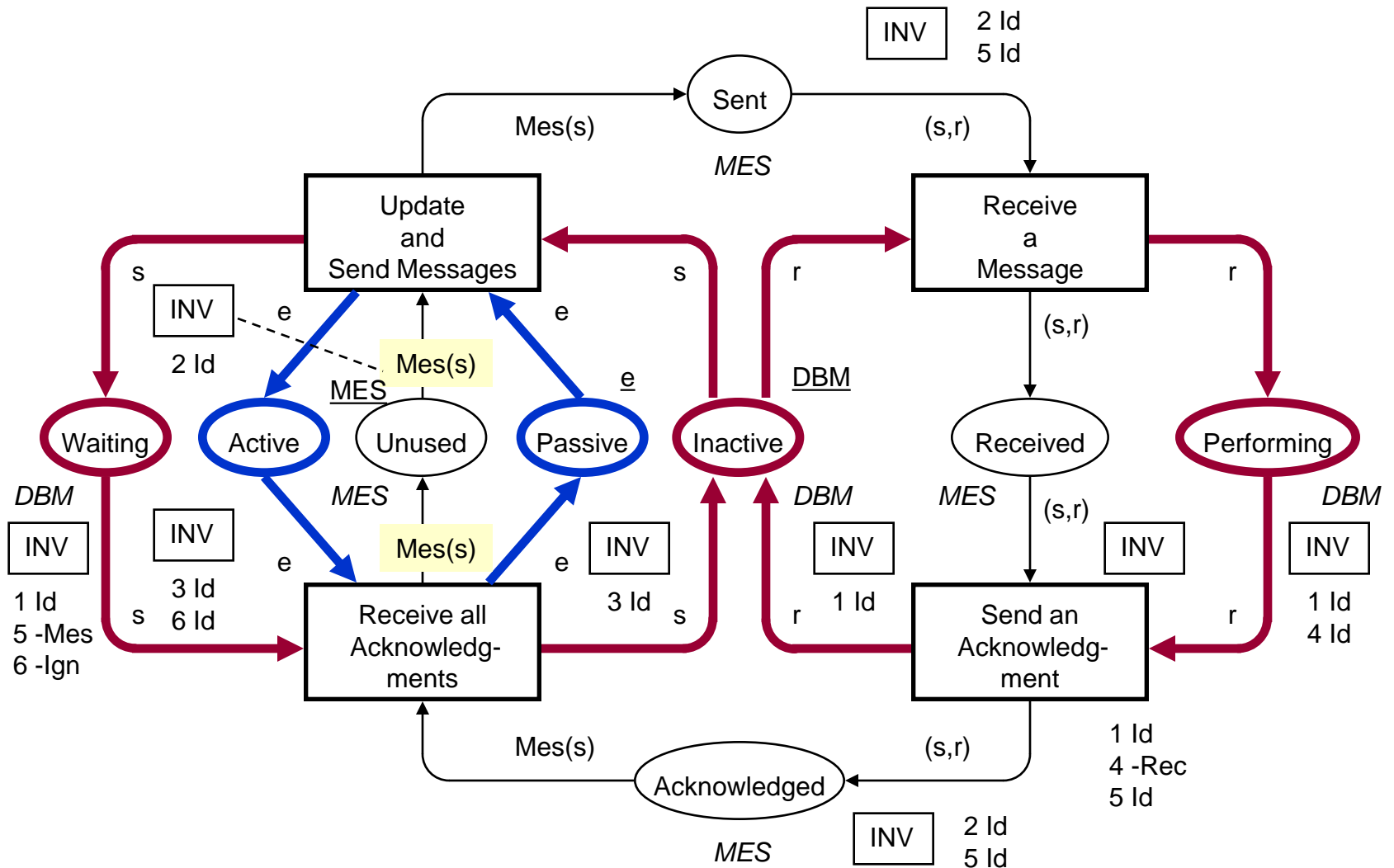


# P-invariáns: üzenetovábbítás

$$M(\text{Unused}) + M(\text{Sent}) + M(\text{Received}) + M(\text{Acknowledged}) = \text{MES}$$

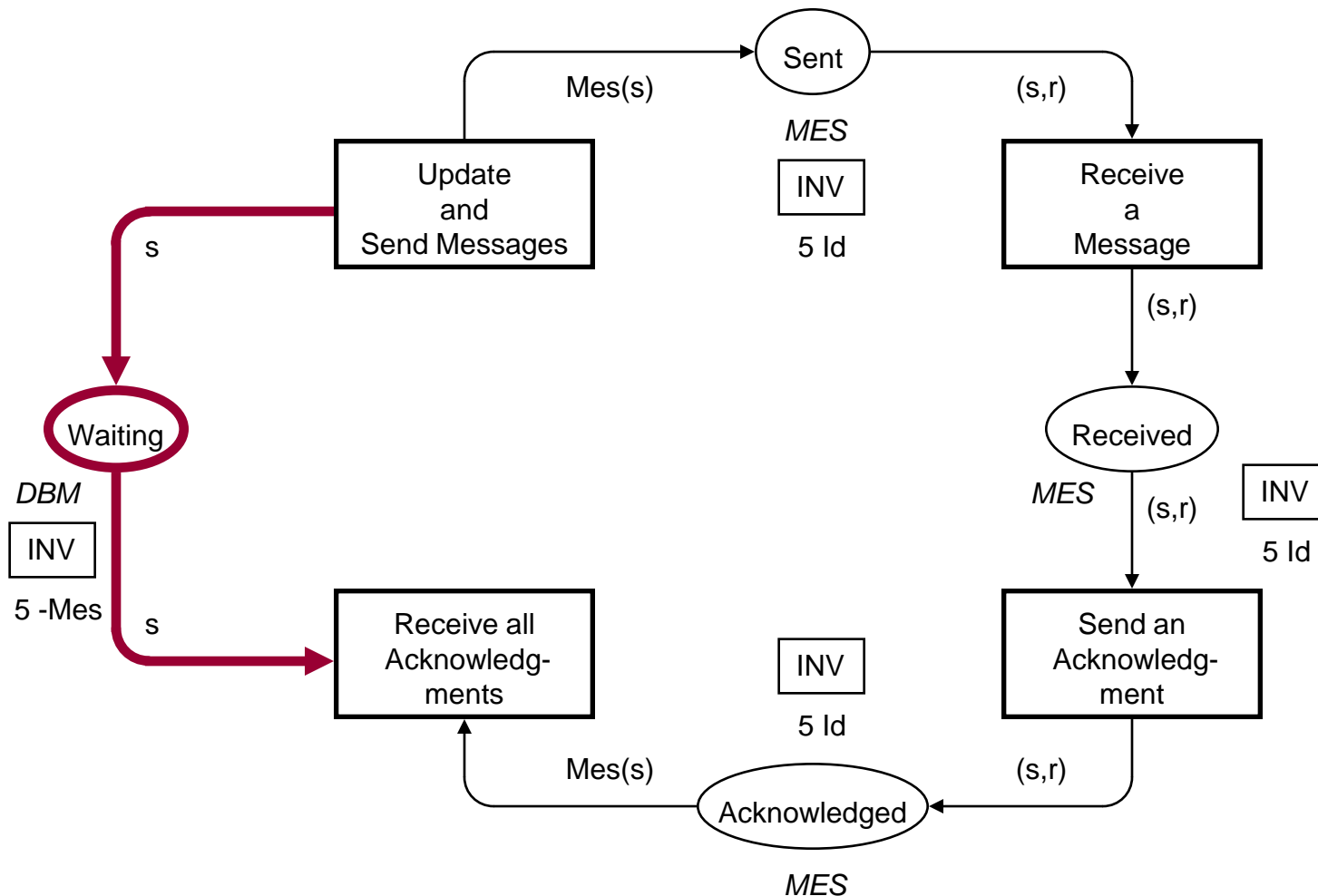


# P-invariánsok a modellben

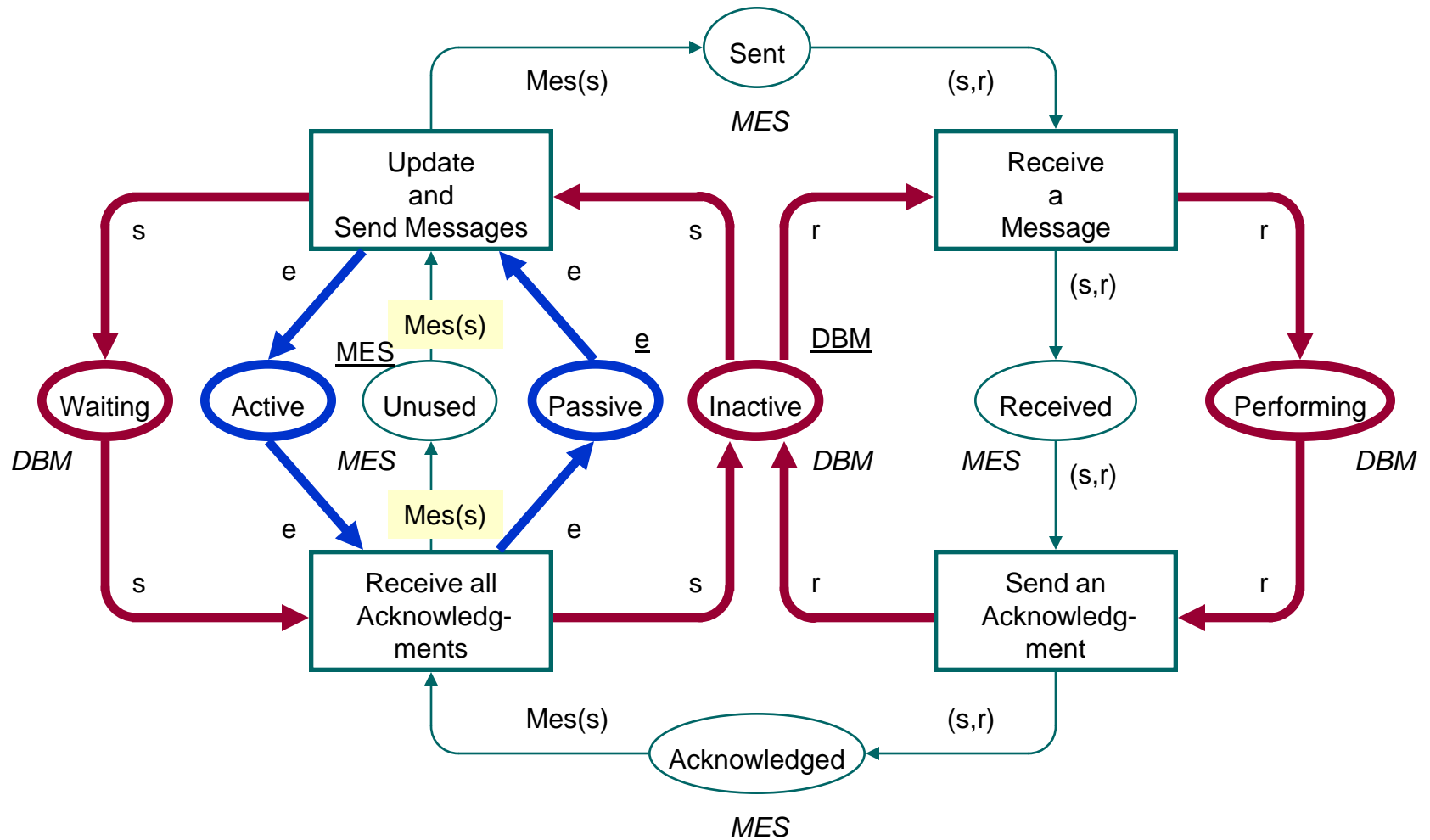


# A modell egyik P-invariánsa

$$M(\text{Sent}) + M(\text{Received}) + M(\text{Acknowledged}) - \text{Mes}(M(\text{Waiting})) = \emptyset$$



# A teljes CPN modell (emlékeztető)



# Az üzenetkezelés „széthajtogatása” n=3 esetén

