# 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

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

- 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
  - Waiting: változatás után a kiküldött értesítések nyugtázására vár

# Az elosztott adatbáziskezelő specifikációja

- Rendszer állapota:
  - Active: Változtatás kezelése folyamatban
  - Passive: Változtatás kezelése befejeződött
- Értesítés a frissítésről: Üzenetekkel
  - Üzenet fejléc: küldő és fogadó (címzett) adatbázis menedzser
  - Üzenet fejlécek halmazai:

    $MES = \{(s,r) \mid s,r \in DBM \wedge s \neq r\}$ a lehetséges üzenetek halmaza

    $Mes(s) = \sum_{r \in DBM-\{s\}} 1`(s,r)$ az s által küldhető üzenetek halmaza
  - Üzenetek „állapota”: 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)
- Mes(s): az s DBM által küldhető üzenetek
- E: egyszerű token (állapotjelző)

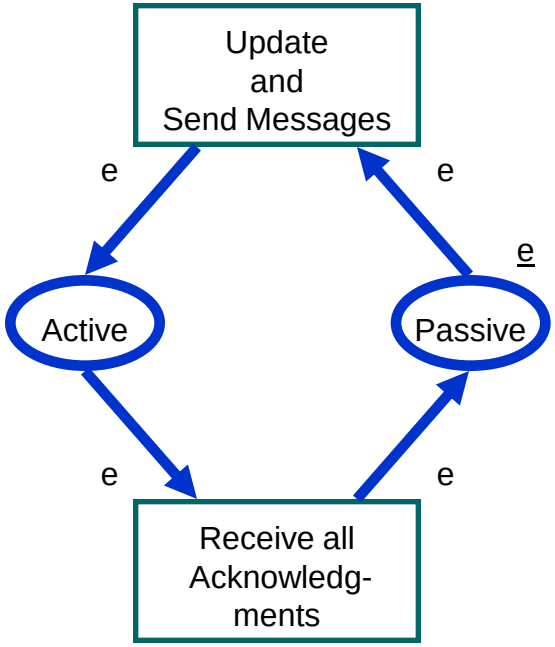
## Jelentése:

$$\mathrm{DBM} = \{\mathrm{d}_1, \mathrm{d}_2, \ldots, \mathrm{d}_n\}$$

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

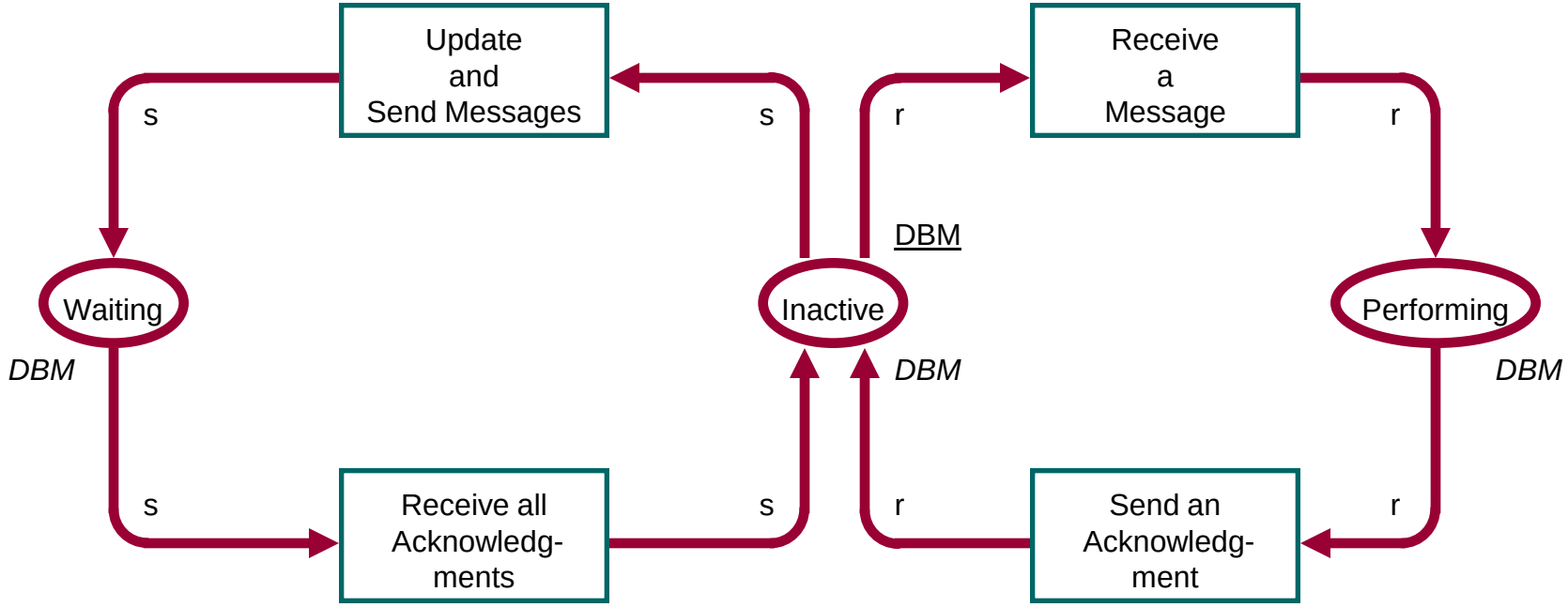
$$\mathrm{Mes(s)} = \sum_{r \in \mathrm{DBM}-\{\mathrm{s}\}} 1'(s,r)$$

# Elosztott adatbáziskezelő modell: Rendszer komponens



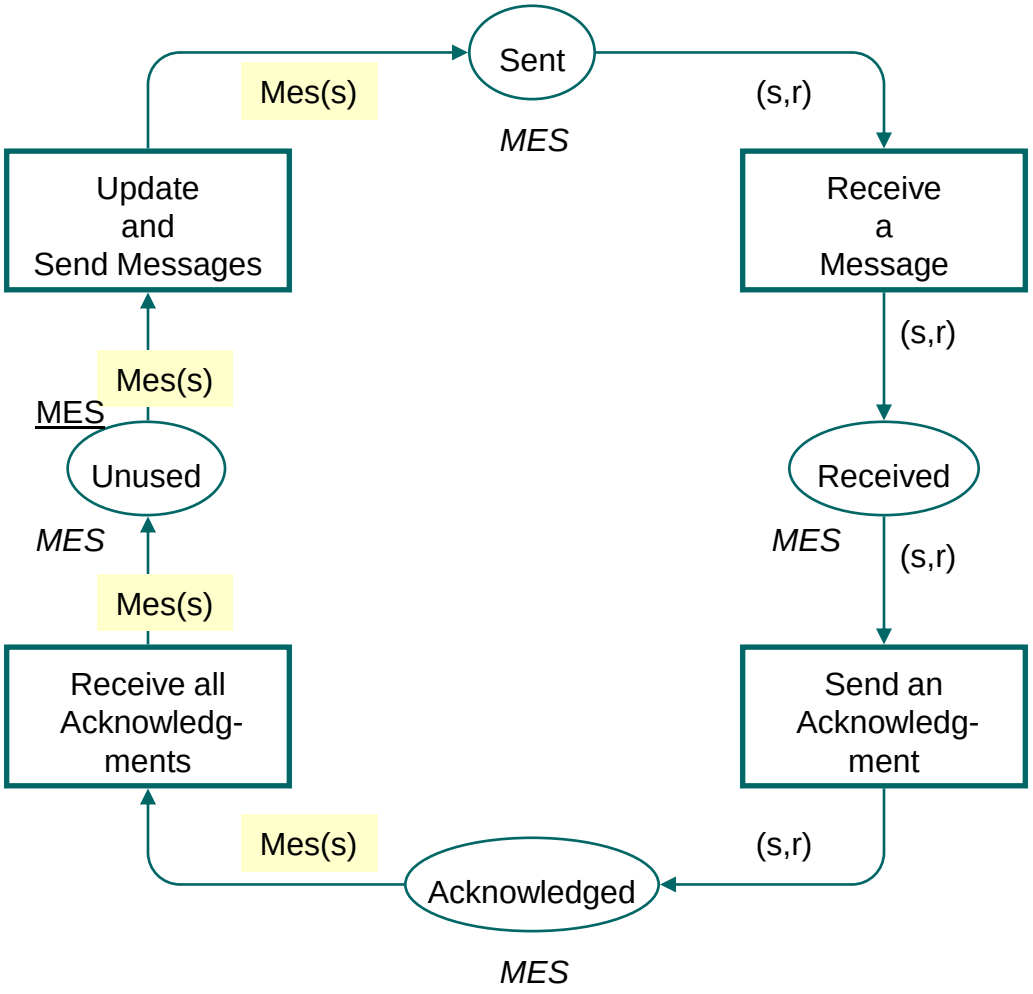

- Rendszerállapotok (egy e tokennel jelölhetők), kezdetben Passive

# Elosztott adatbáziskezelő: Adatbázis menedzserek



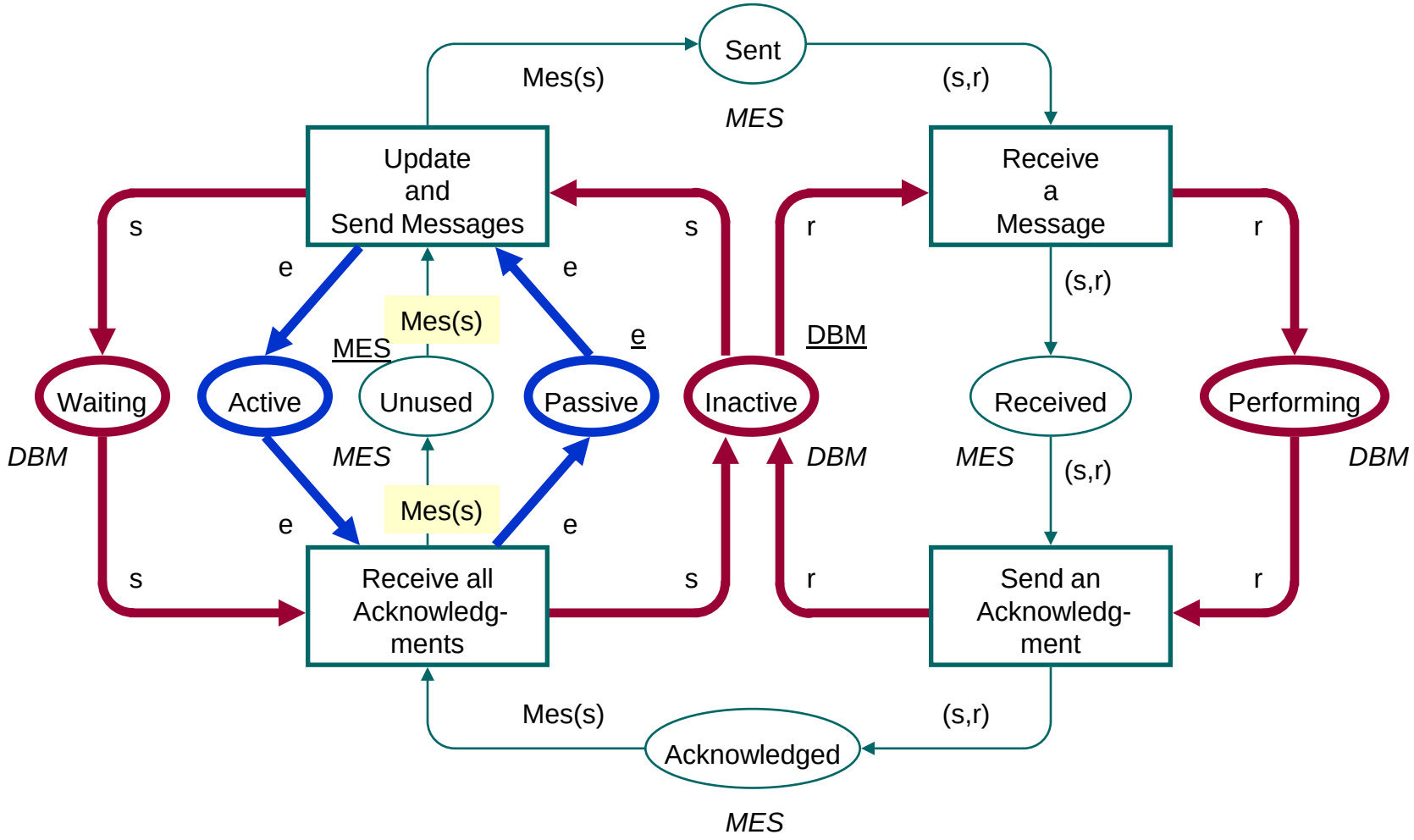

- Adott állapotú DBM-ek egy-egy helyen gyűjtve
- Kezdeti állapotban minden DBM inaktív; majd vagy változtathat vagy frissíthet

# Elosztott adatbáziskezelő: Üzenetek



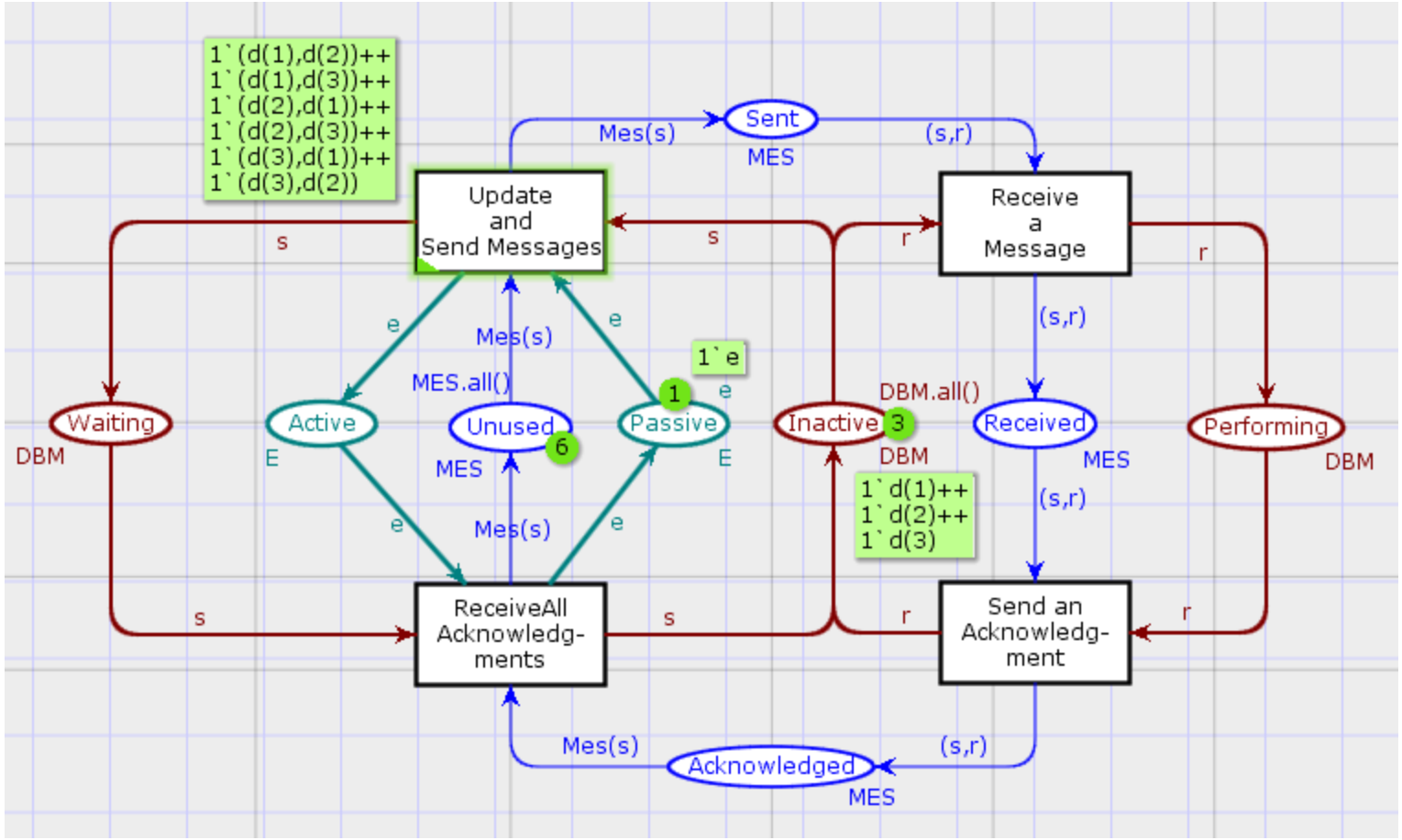

- Helyek: üzenet pufferek
- Lehetséges üzenetek halmazából egy DBM a többieknek értesítőket küldi ki

# Elosztott adatbáziskezelő: A teljes CPN modell



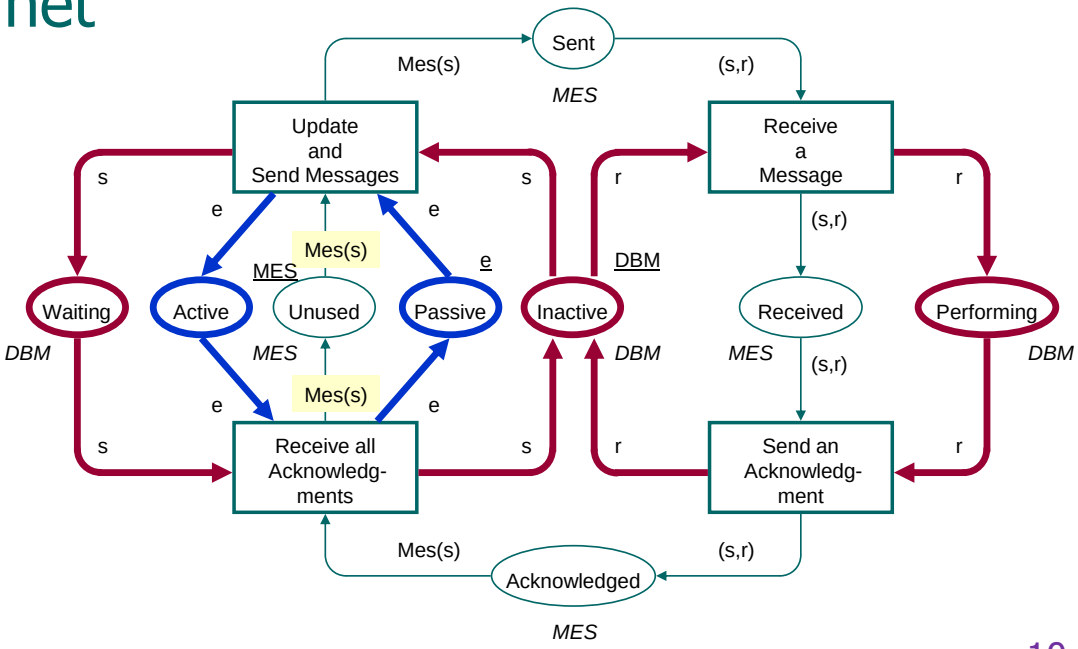

- Active és Passive helyek biztosítják: Egyszerre egy DBM változtat majd várakozik

# A modell animációja (CPN Tools)

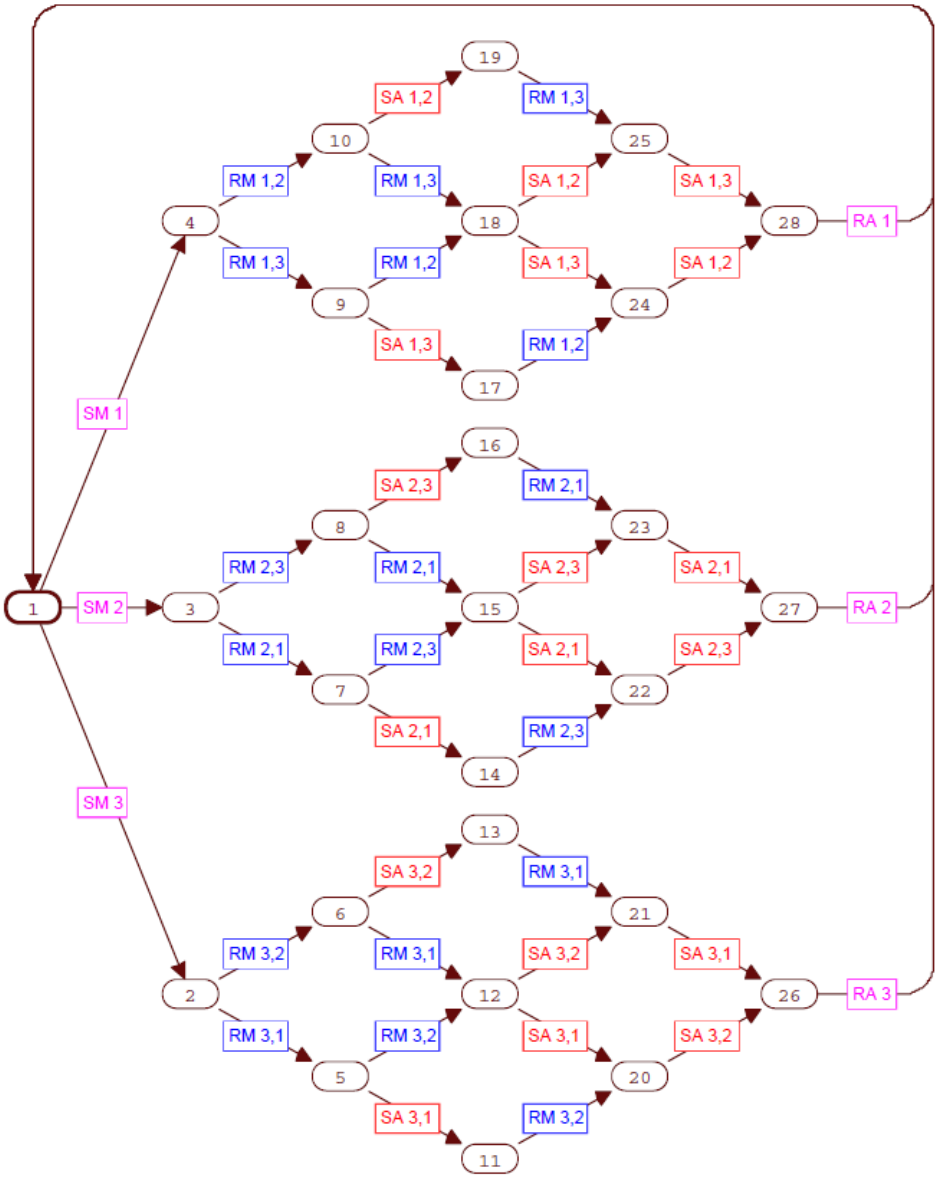


# Modell jellegzetességek

- 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 | **DBM** | **n** |
| • Waiting | **DBM** | **1** |
| • Performing | **DBM** | **n - 1** |
| • Unused | **MES** | **n*(n - 1)** |
| • Sent, Received, Acknowledged | **MES** | **n - 1** |
| • Passive, Active | **E** | **1** |

# Dinamikus tulajdonságok: Élőség, fairség

- 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

Ismétlés:

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

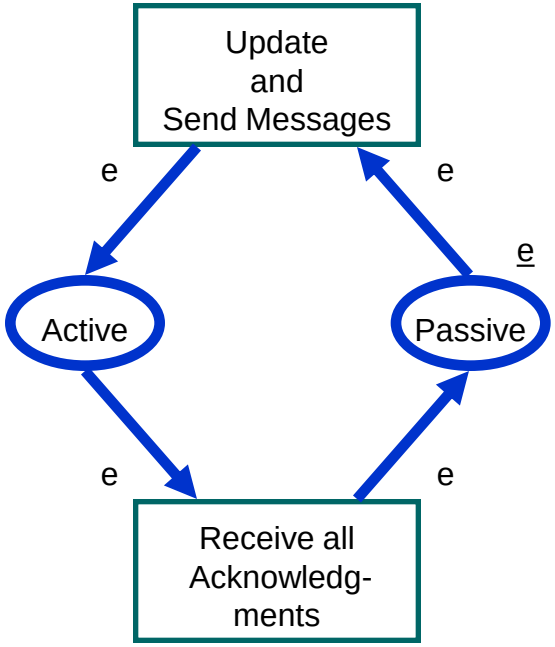
# Strukturális tulajdonságok: P-invariánsok

- M(Active) + M(Passive) = 1`e
- M(Inactive) + M(Waiting) + M(Performing) = DBM
- M(Unused) + M(Sent) + M(Received) + M(Acknowledged) = MES

- M(Performing) – Rec(M(Received)) = ∅
  - Rec() függvény token leképzéshez: Rec(s,r) = r
- M(Sent) + M(Received) + M(Acknowledged) – Mes(M(Waiting)) = ∅
  - Mes() függvény a token leképzéshez: Mes(s): az s DBM által küldhető üzenetek
- M(Active) – Ign(M(Waiting)) = ∅
  - Ign() függvény tetszőleges színű tokent e ∈ E színű tokenre vált

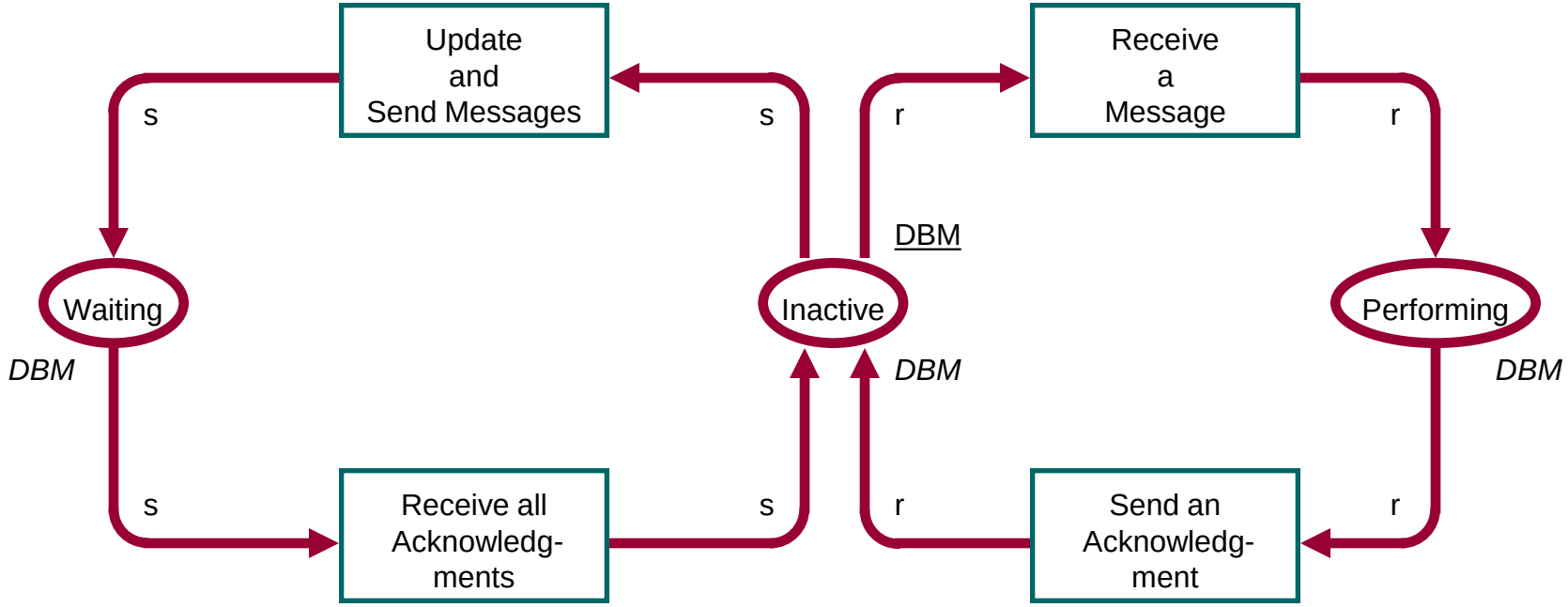
# P-invariáns: a rendszer állapota

M(Active) + M(Passive) = 1`e



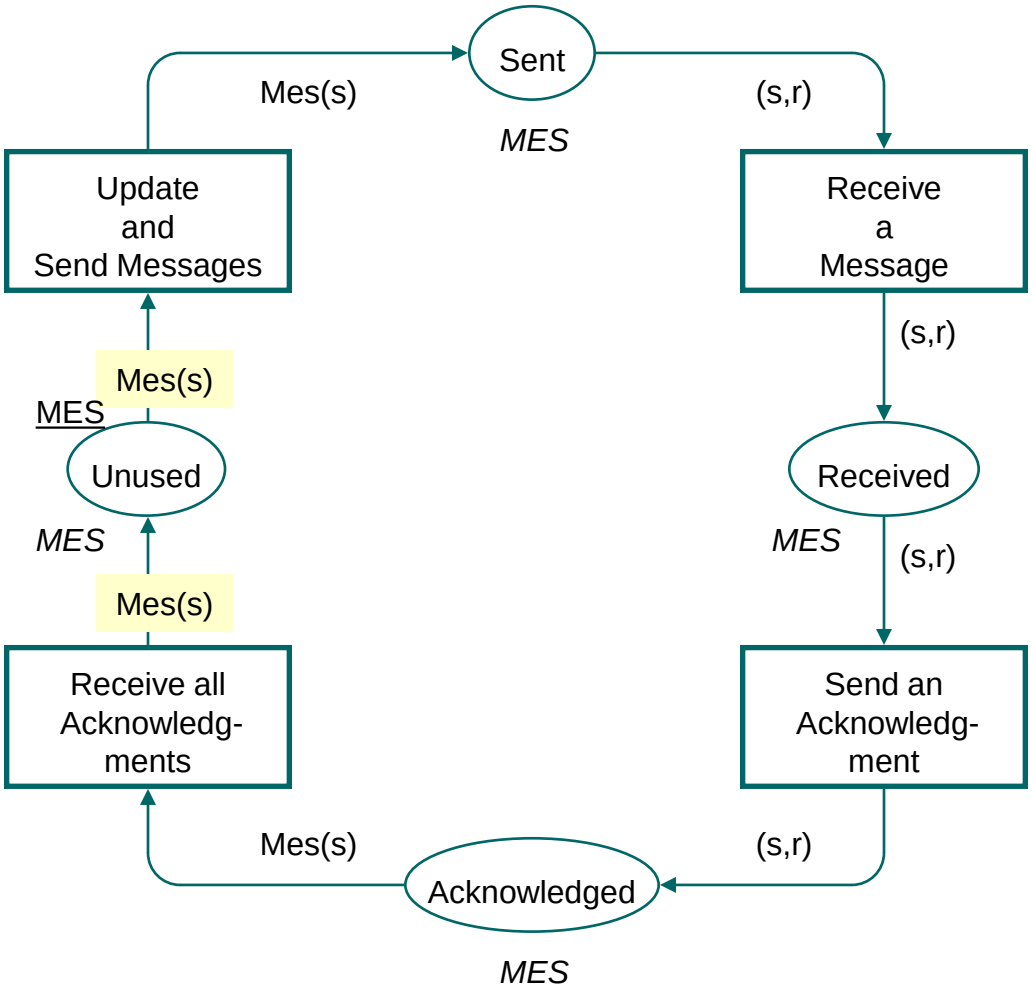
# P-invariáns: adatbázis menedzserek

M(Inactive) + M(Waiting) + M(Performing) = DBM

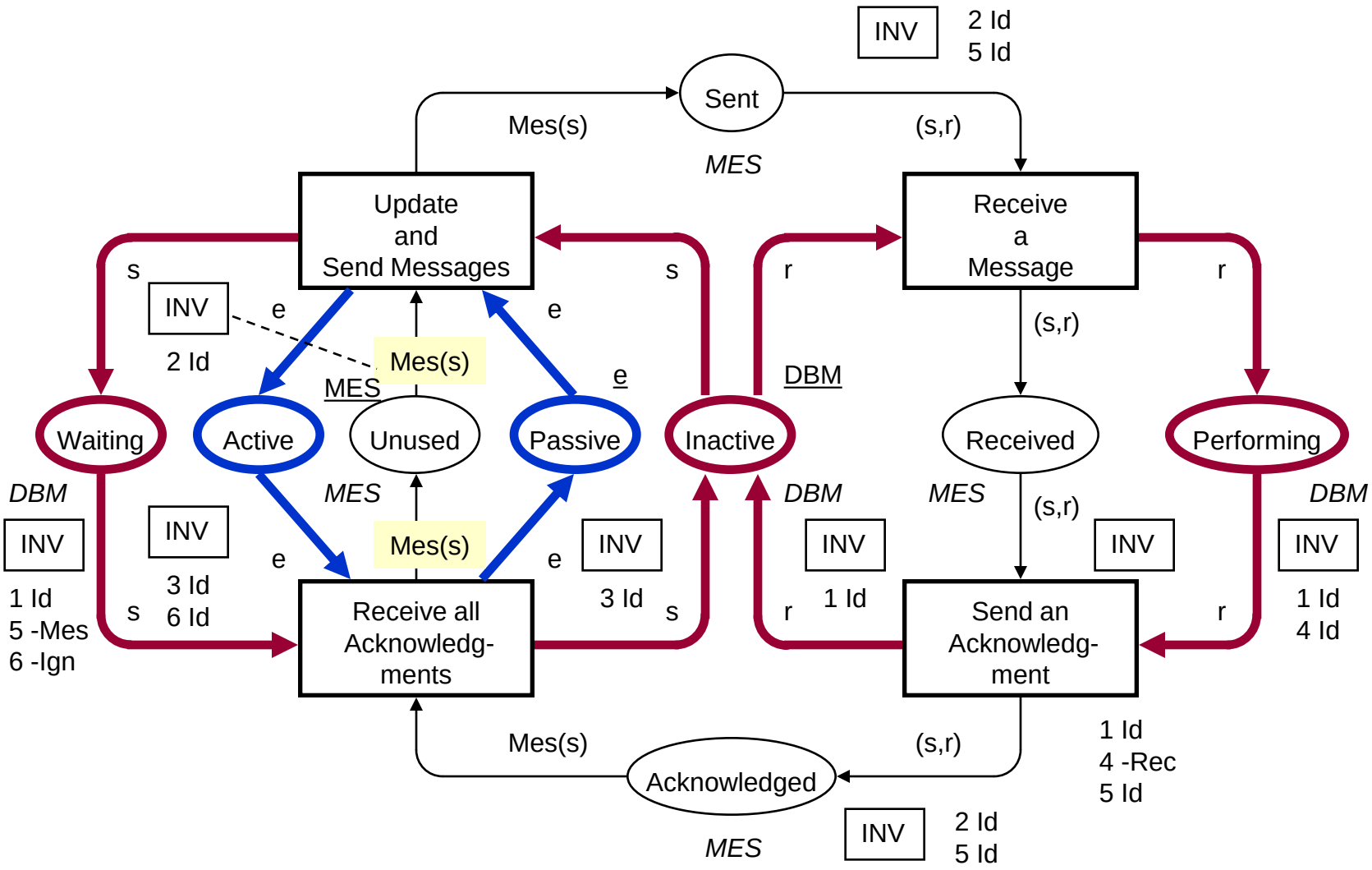


# P-invariáns: üzenettovábbítás

M(Unused) + M(Sent) + M(Received) + M(Acknowledged) = MES

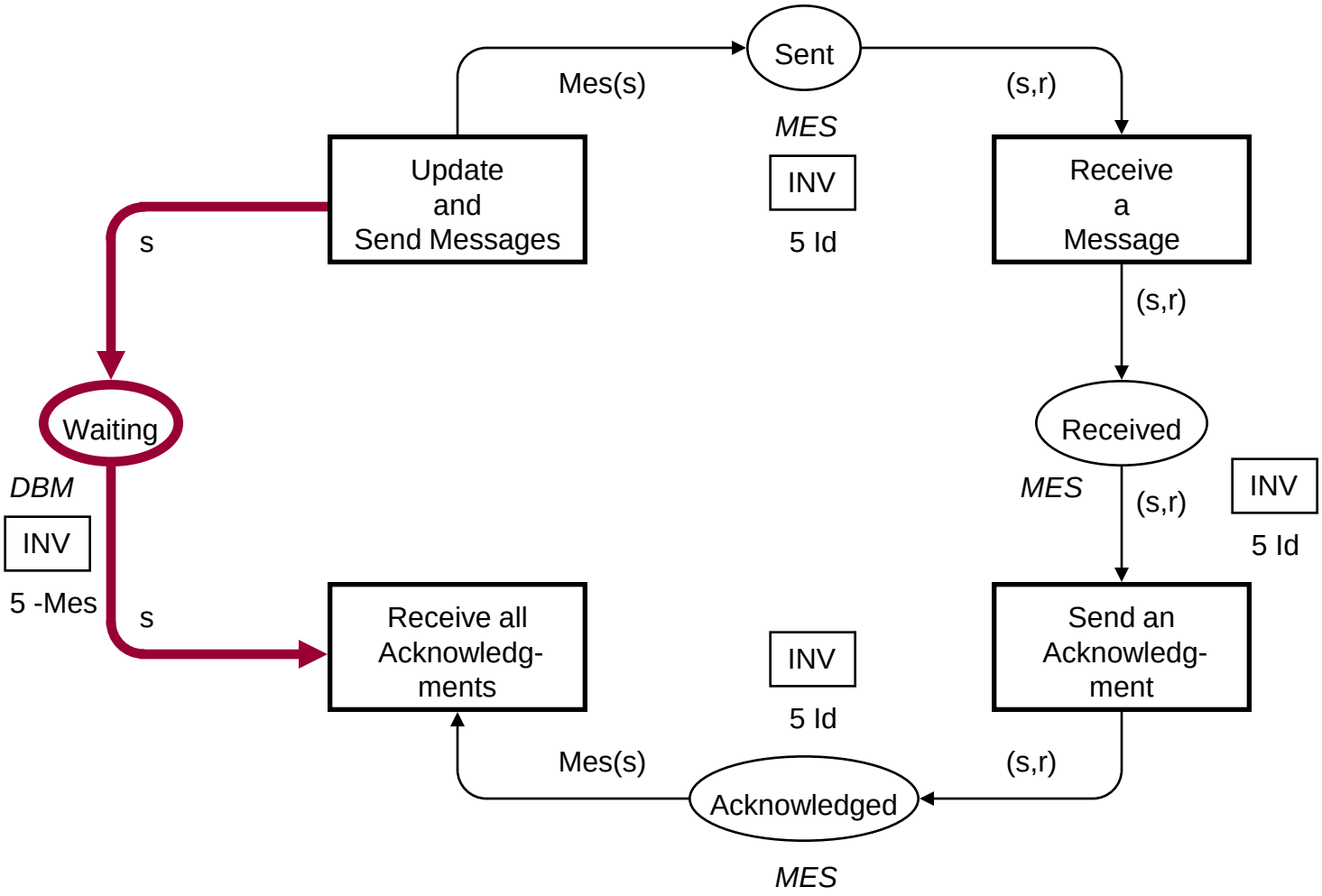


# P-invariánsok a modellben

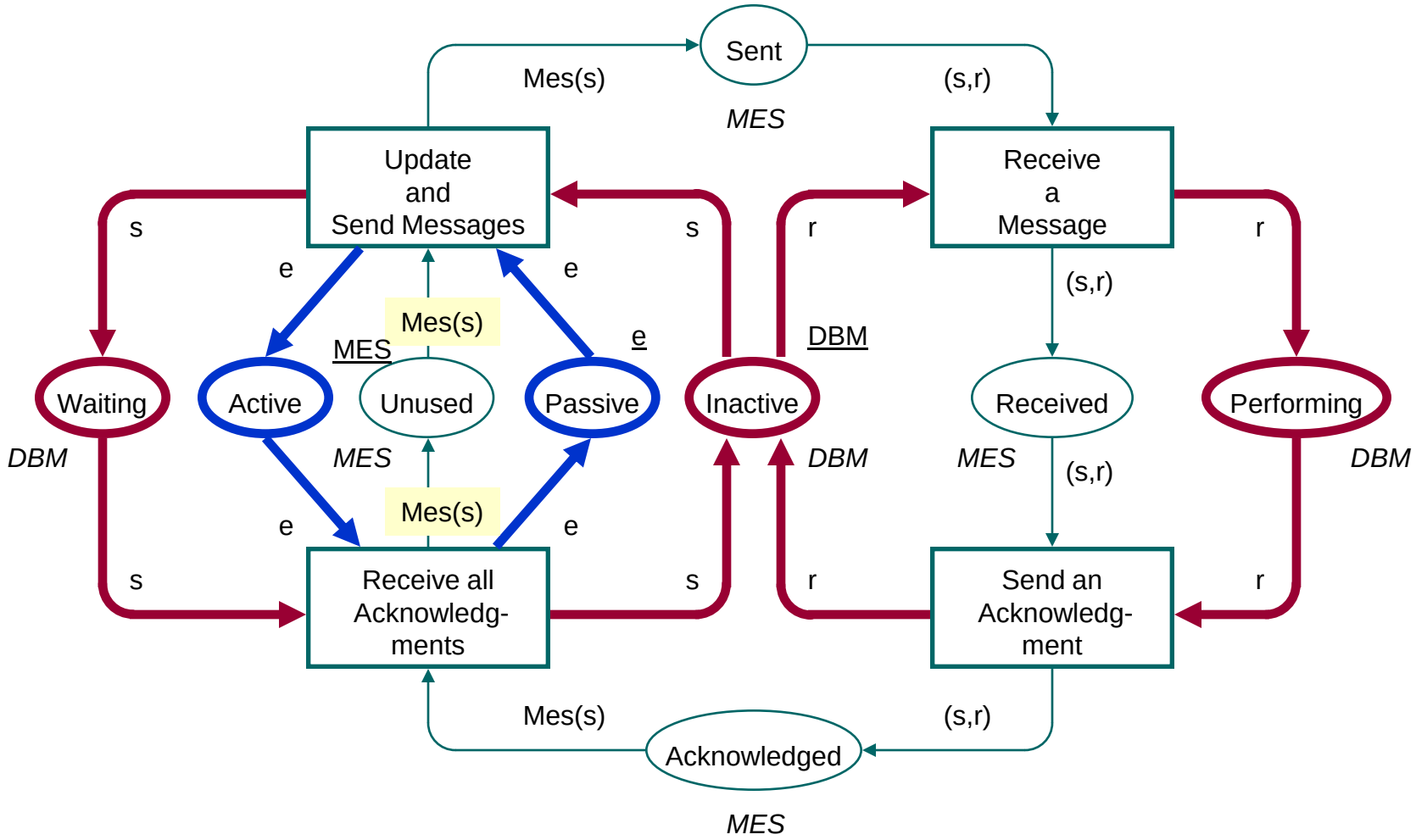
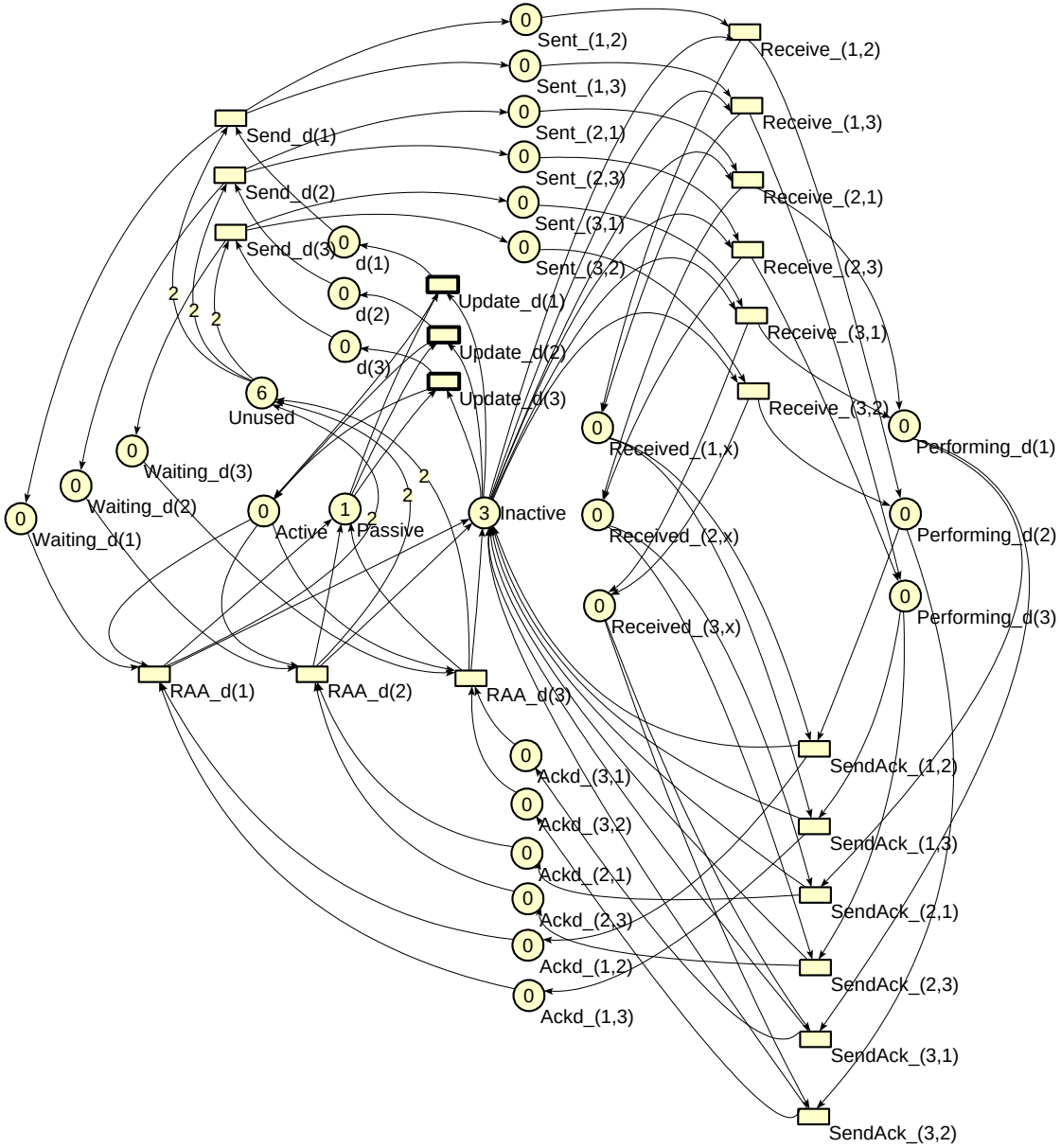


# A modell egyik P-invariánsa

M(Sent) + M(Received) + M(Acknowledged) – Mes(M(Waiting)) = ∅



# A teljes CPN modell (emlékeztető)



# Az üzenetkezelés „széthajtogatása” n=3 esetén