

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 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;
```

Jelentése:

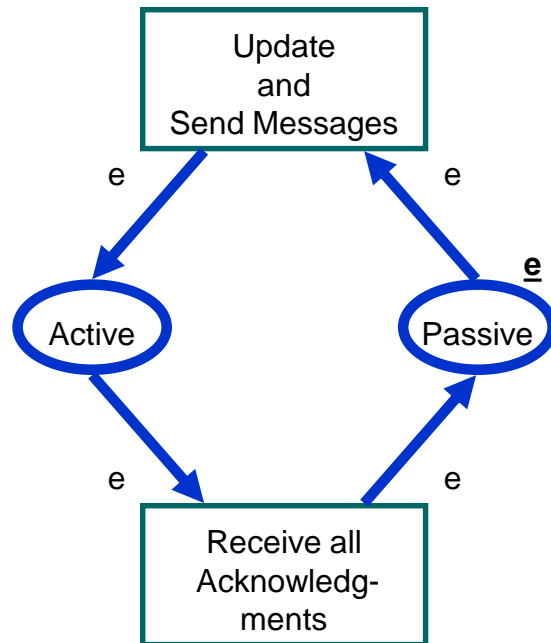
$$\text{DBM} = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$$

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

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

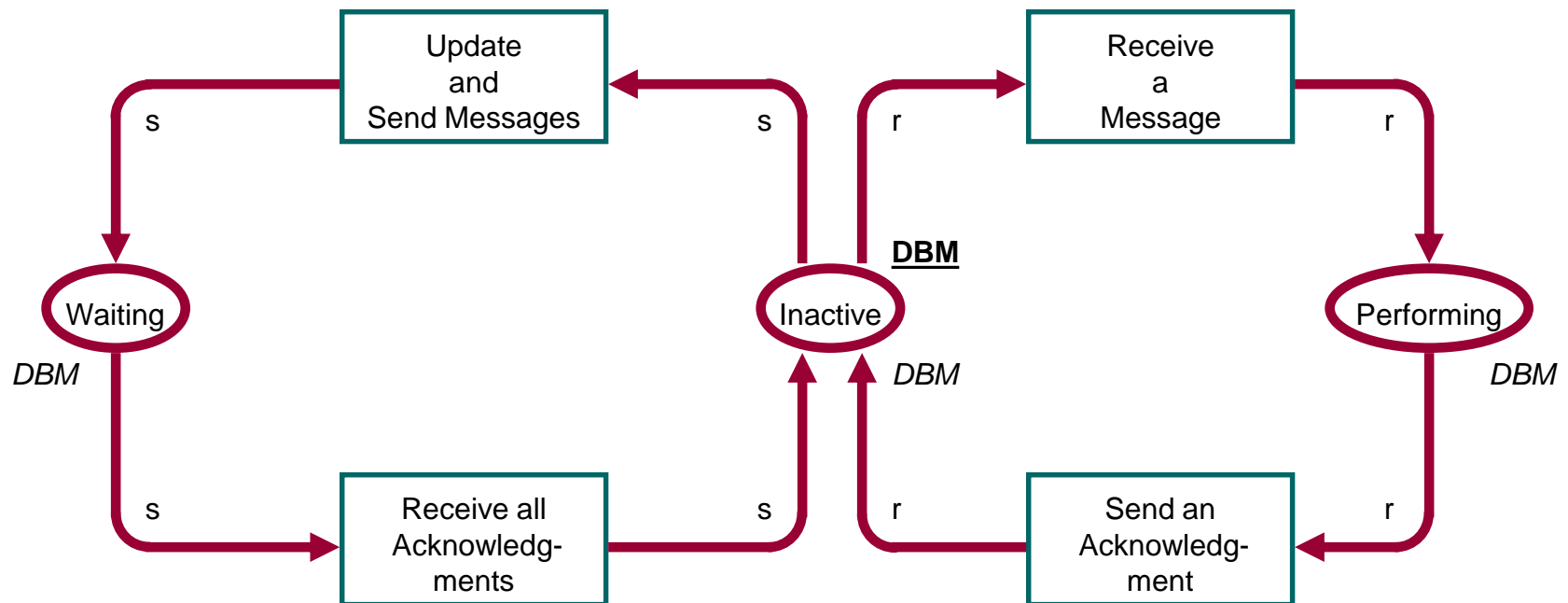
- DBM: adatbázis menedzserek
- PR: DBM párok
- MES: lehetséges üzenetek (kitől - kinek fejlécek, saját magának nem küld)
- E: egyszerű token (állapotjelző)
- Mes(s): az s DBM által küldhető üzenetek (s-től kinek, saját magának nem küld)

Elosztott adatbáziskezelő modell: Rendszer komponens



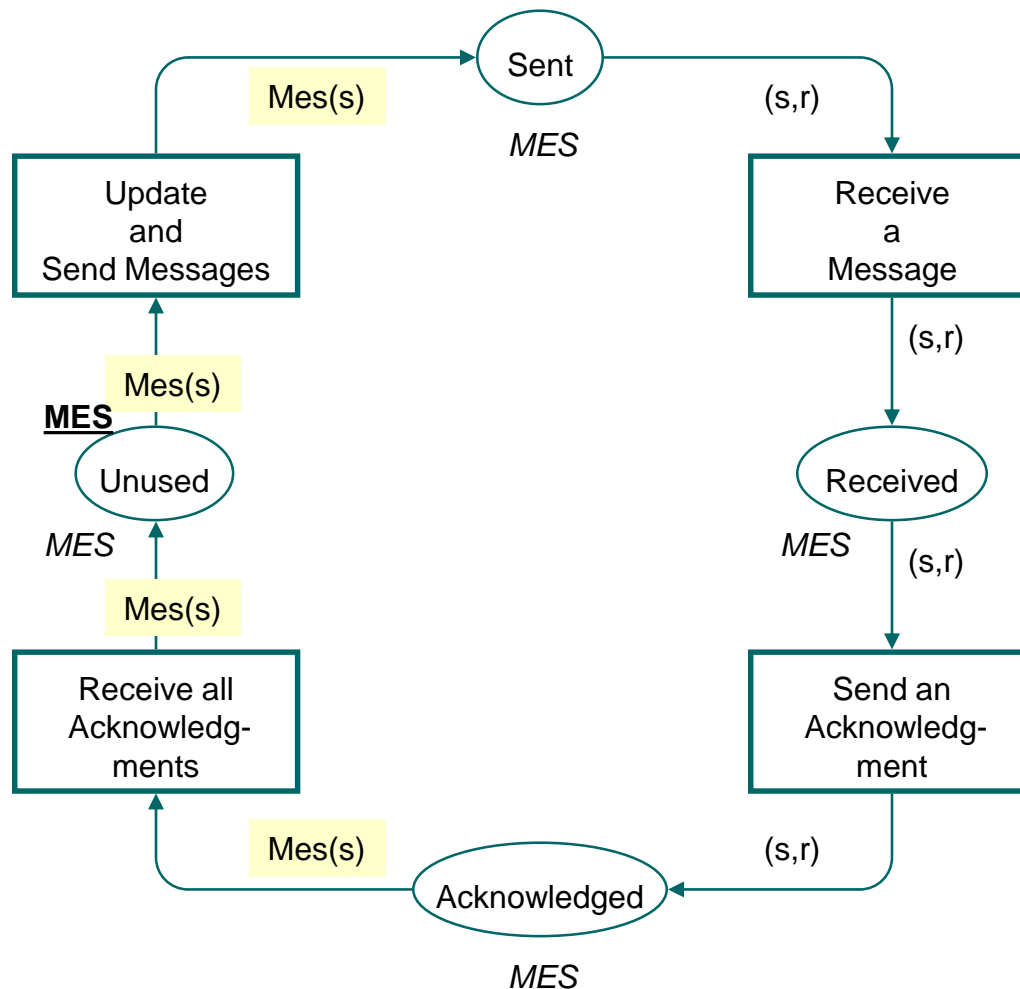
- Rendszerállapotok (egy **e** tokennel jelölhetők), kezdetben Passive hely van jelölve

Elosztott adatbáziskezelő: Adatbázis menedzserek



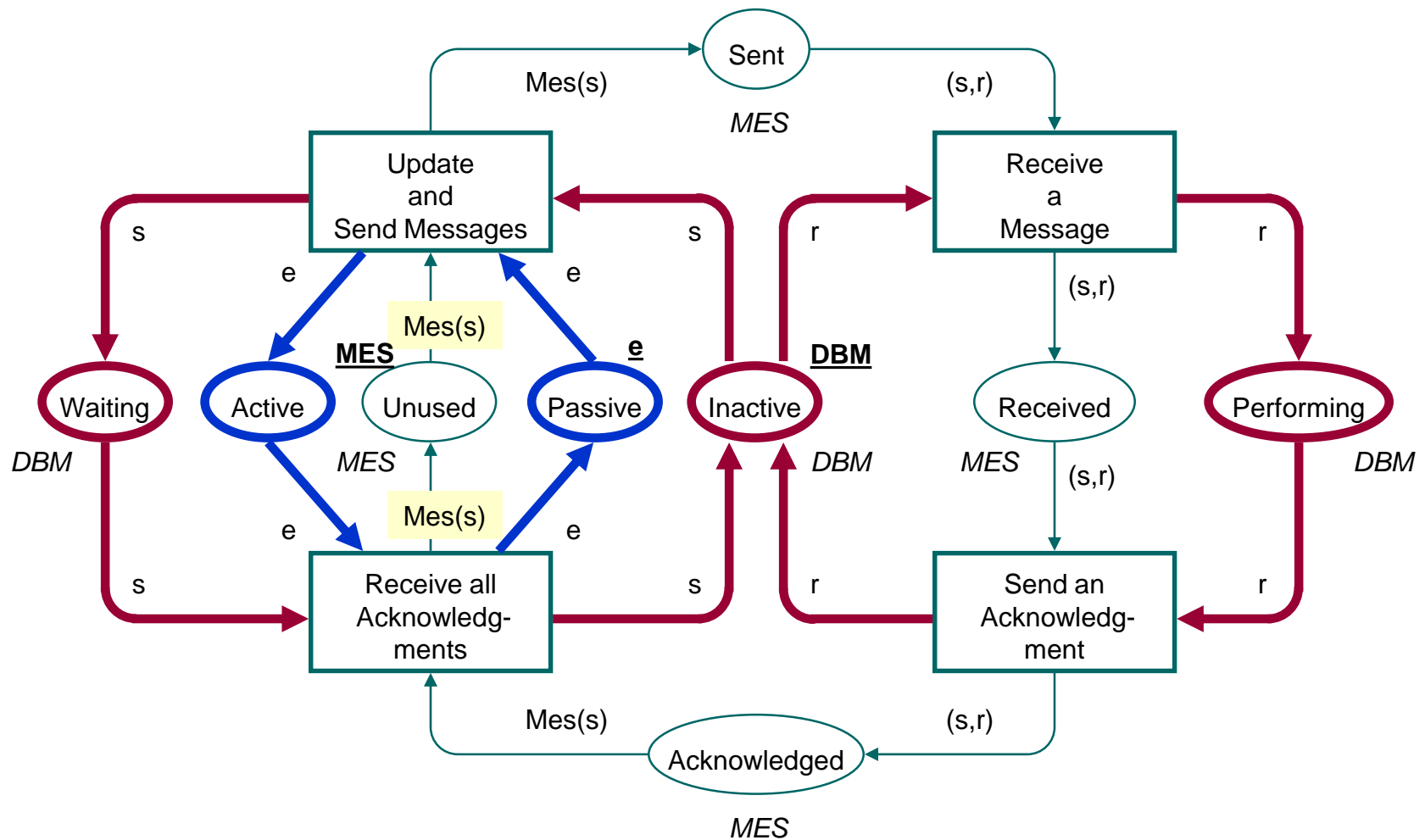
- Adott állapotú DBM-ek egy-egy helyen gyűjtve
- Kezdeti állapotban minden DBM inaktív; majd változtat vagy frissít

Elosztott adatbáziskezelő: Üzenetek



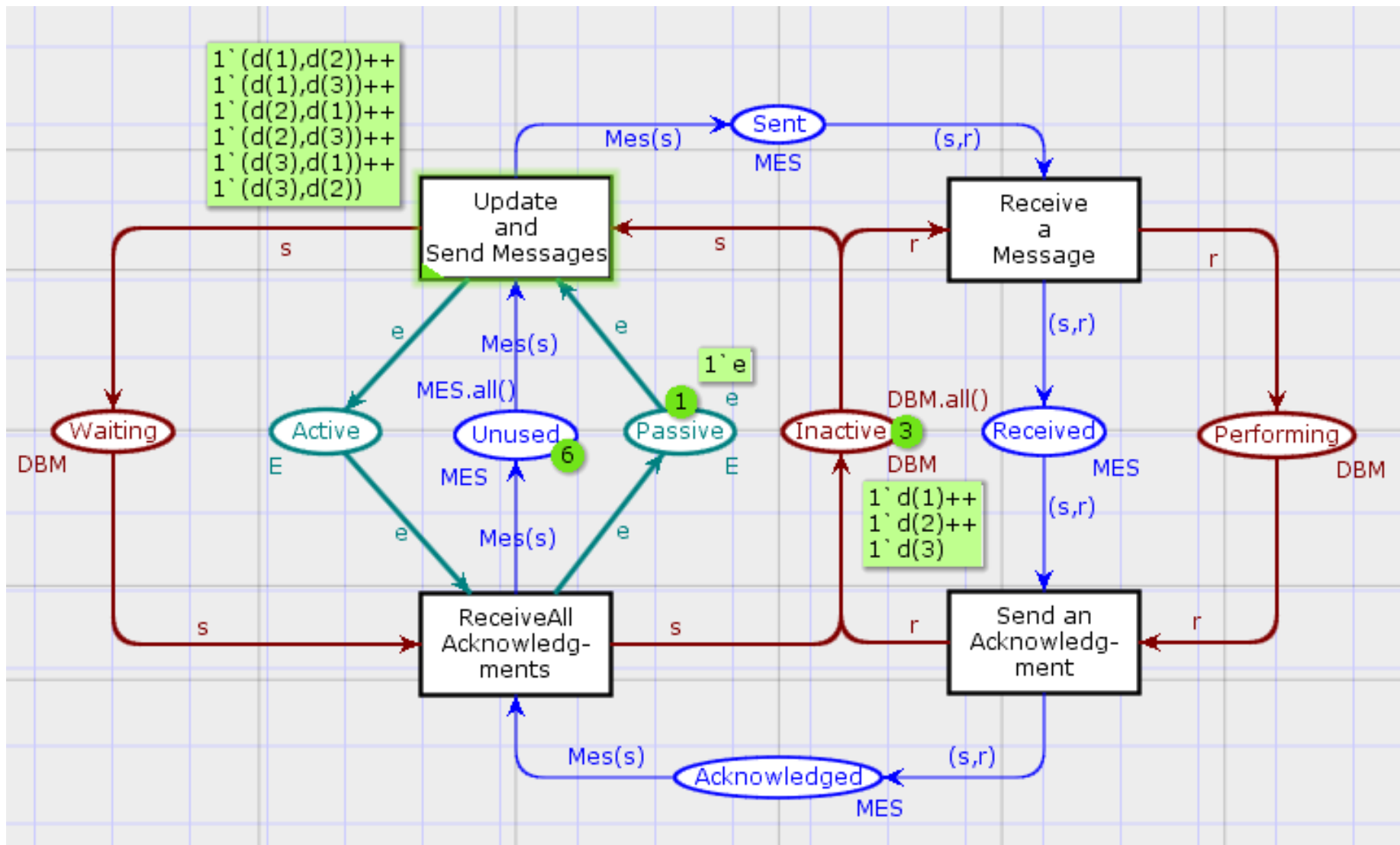
- Helyek: üzenet tárolók; kezdetben minden üzenet az Unused helyen
- Egy DBM a többieknek értesítőket küldi ki, összes nyugta bevárása szükséges

Elosztott adatbáziskezelő: A teljes CPN modell



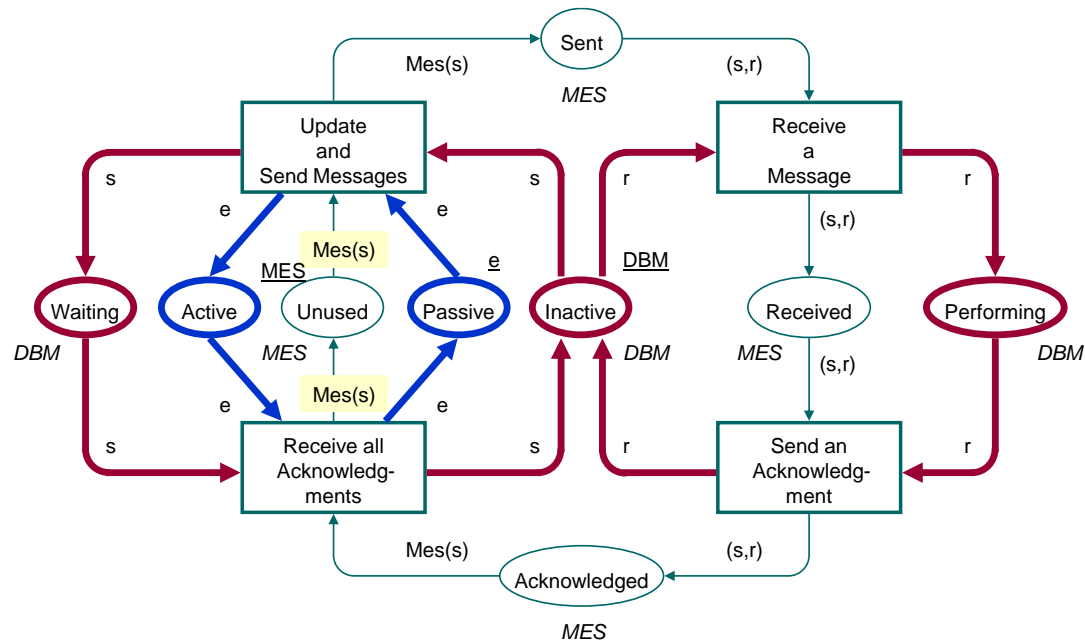
- Kezdeti jelölés: Passive, Inactive és Unused helyek
- Active és Passive helyek biztosítják: Egyszerre egy DBM változtat majd várakozik

A modell animációja (CPN Tools)

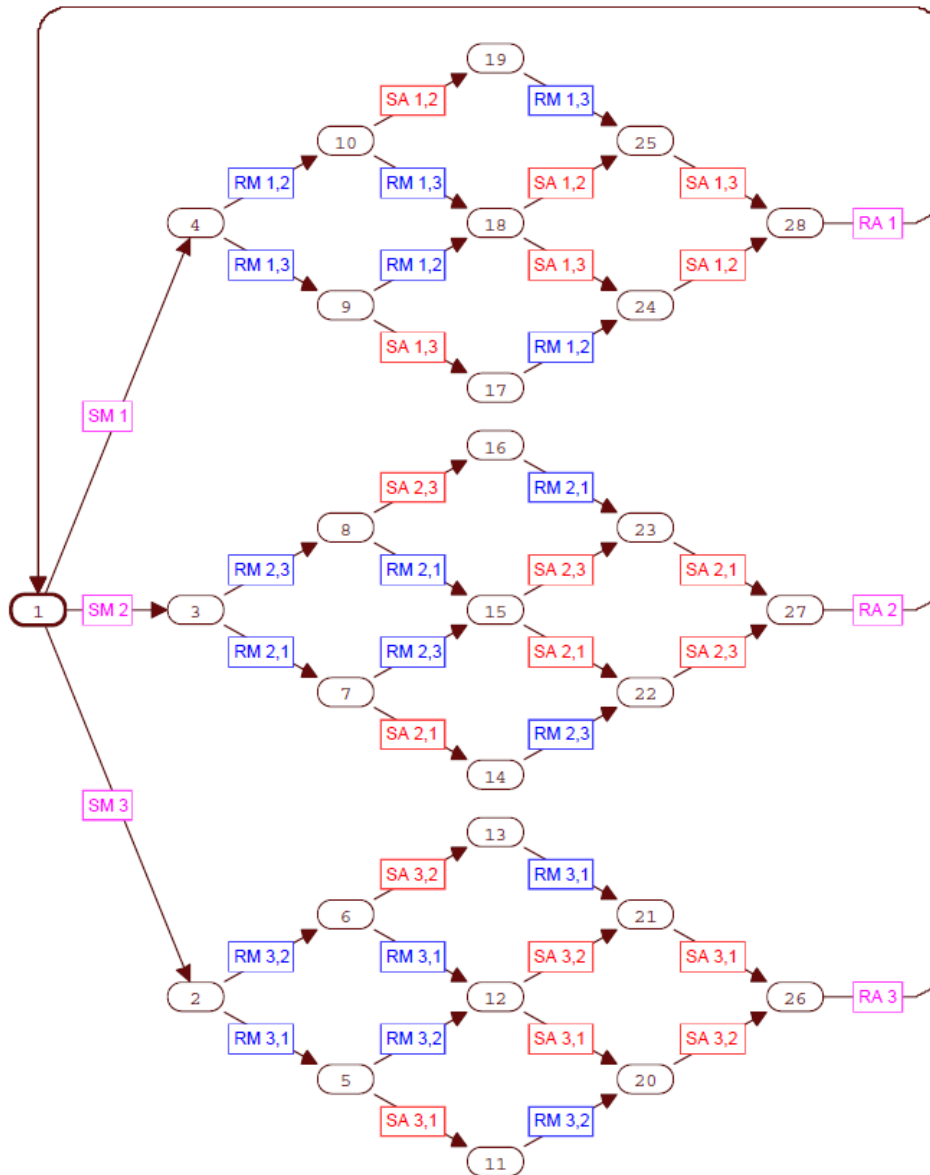


Modell jellegzetességeik

- Oksági viszonyok
 - Update and Send → Receive → Send Ack → Receive Ack
- Engedélyezettségek
 - Update and Send minden s lekötési elemre engedélyezett, de csak egy tüzelhet küldőként
 - Receive a Message több lehetséges (s,r) lekötési elem a fogadókra



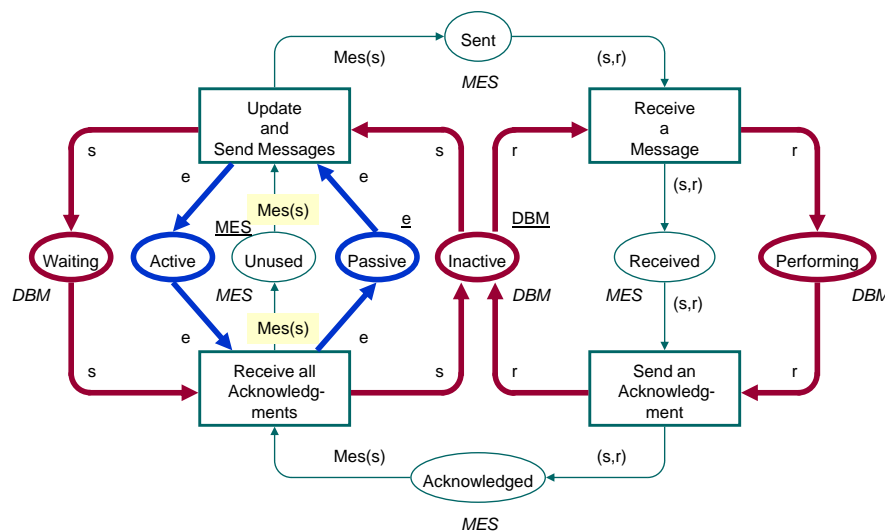
Elérhetőségi gráf $n=3$ esetén



- 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, 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:

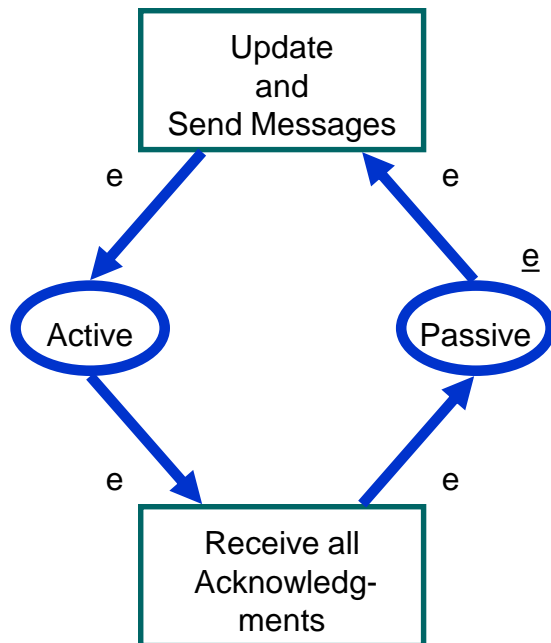
- **Impartial**: Elfogulatlan tranzíció: végtelen sokszor tüzel (legerősebb tulajdonság)
- **Fair**: Fair tranzíció: végtelen sok engedélyezés -> végtelen sok tüzelés
- **Just**: Igazságos tranzíció: Perzisztens engedélyezés -> tüzelés

Strukturális tulajdonságok: P-invariánsok

- $M(\text{Active}) + M(\text{Passive}) = 1^e$
- $M(\text{Inactive}) + M(\text{Waiting}) + M(\text{Performing}) = \text{DBM}$
- $M(\text{Unused}) + M(\text{Sent}) + M(\text{Received}) + M(\text{Acknowledged}) = \text{MES}$
- $M(\text{Performing}) - \text{Rec}(M(\text{Received})) = \emptyset$
 - $\text{Rec}()$ 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 token $e \in E$ színű tokenre vált

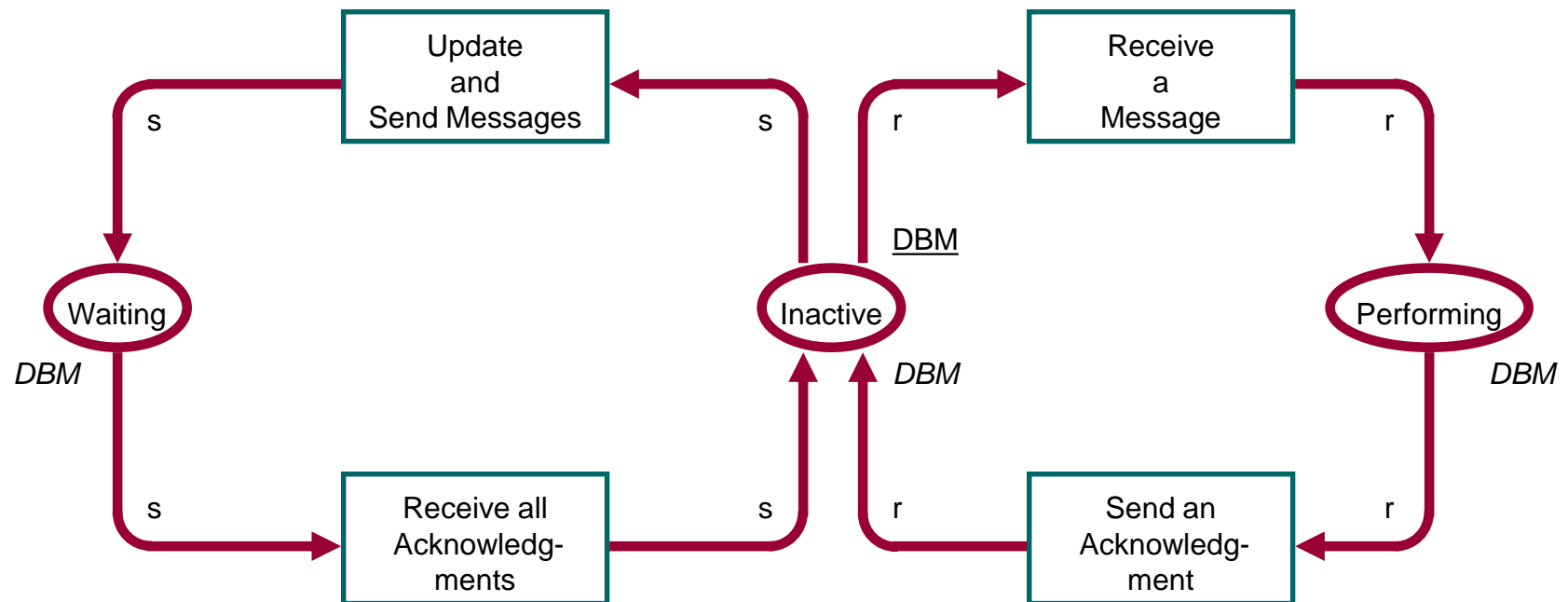
P-invariáns: a rendszer állapota

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



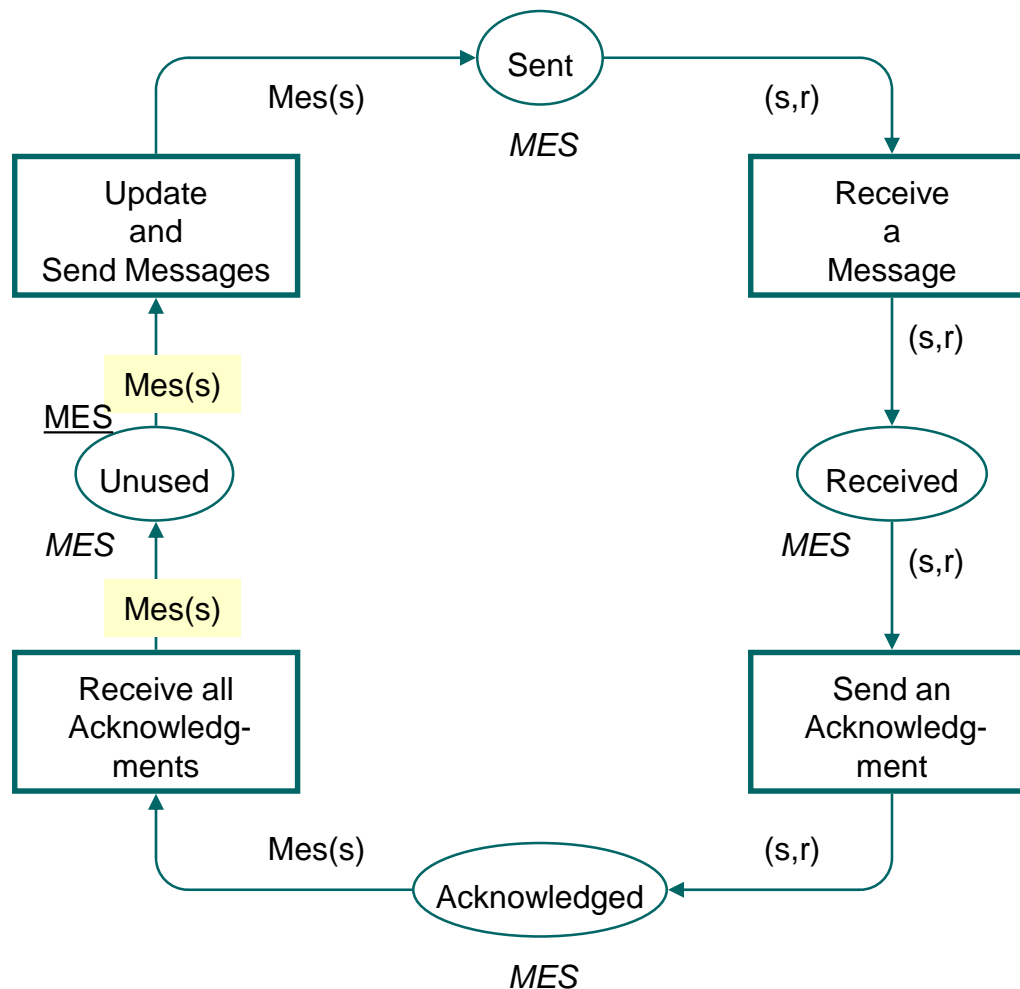
P-invariáns: adatbázis menedzserek

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

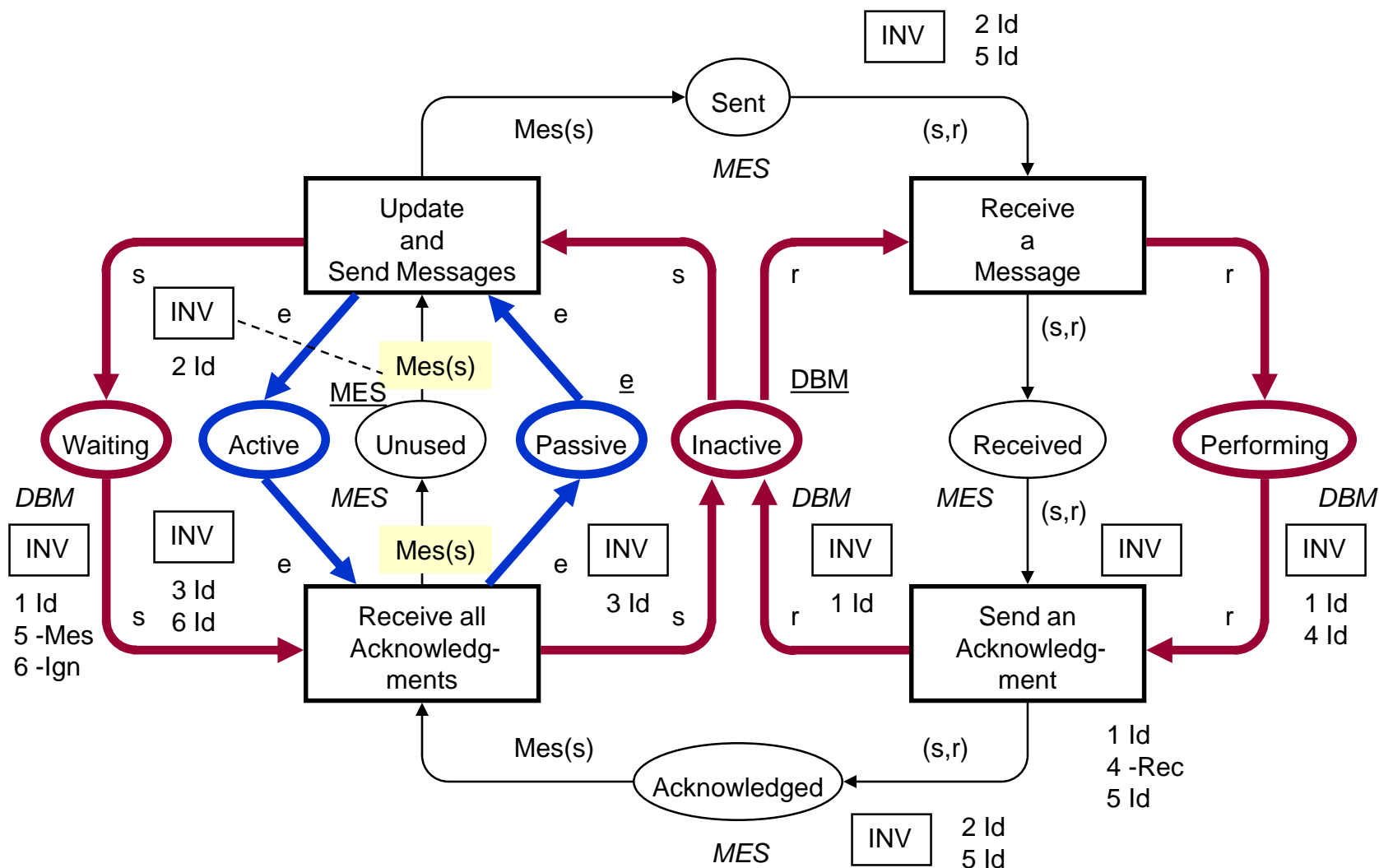


P-invariáns: üzenettovábbítás

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

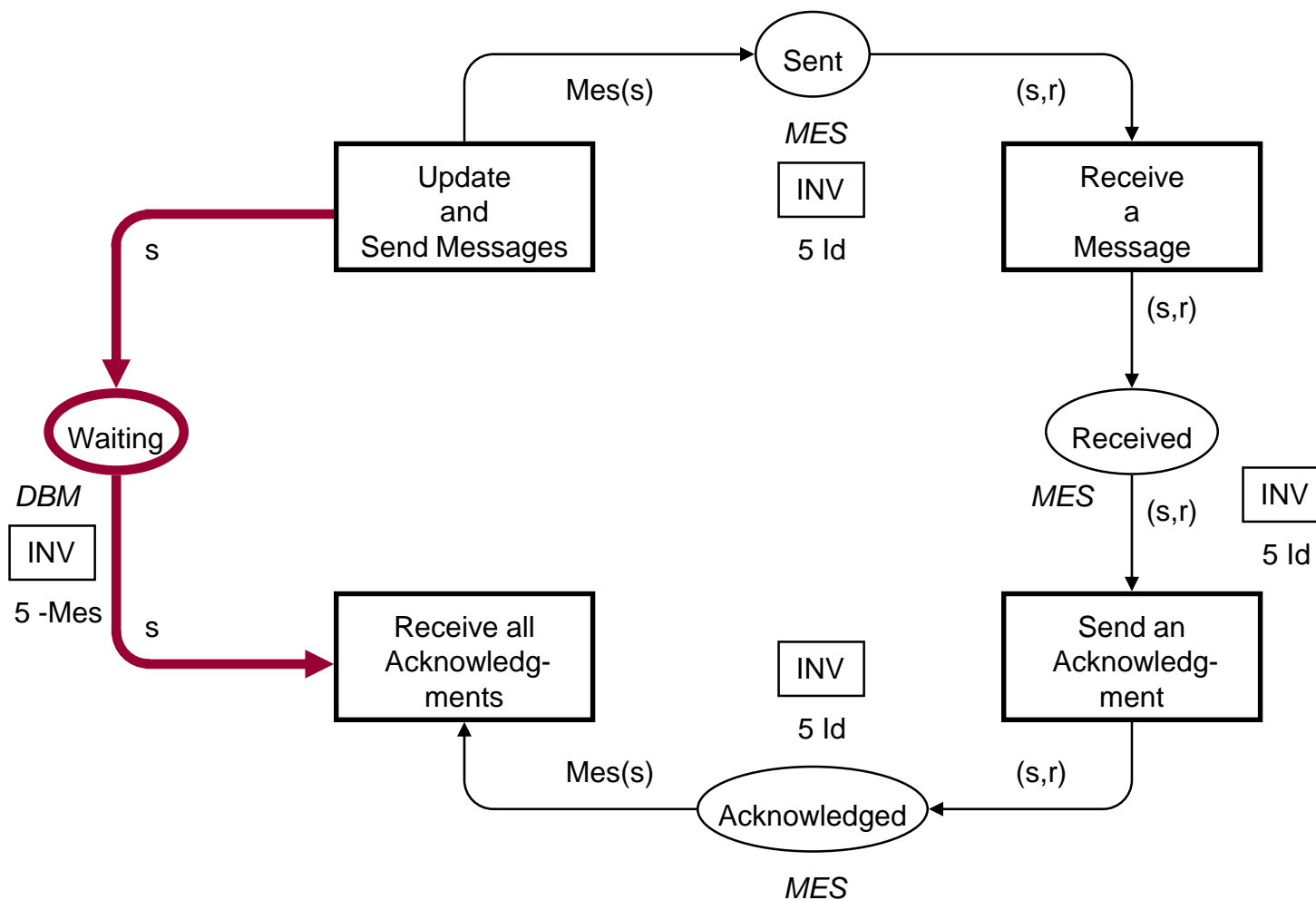


P-invariánsok „lefedik” a modellt

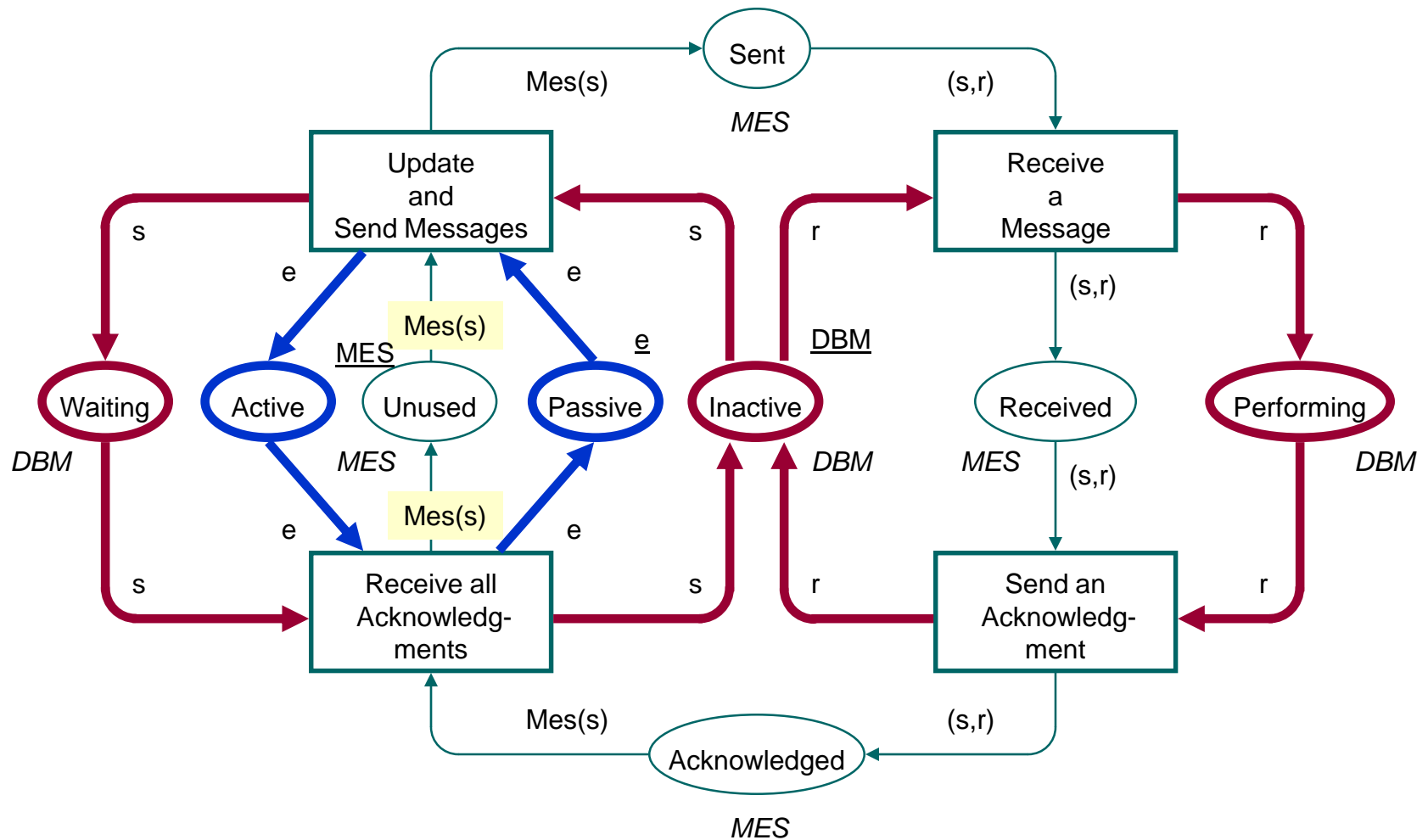


A modell egyik összefüggése

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



A teljes CPN modell (emlékeztető)



Az üzenetkezelés „széthajtogatása” $n=3$ esetén

