Teoria Współbieżności

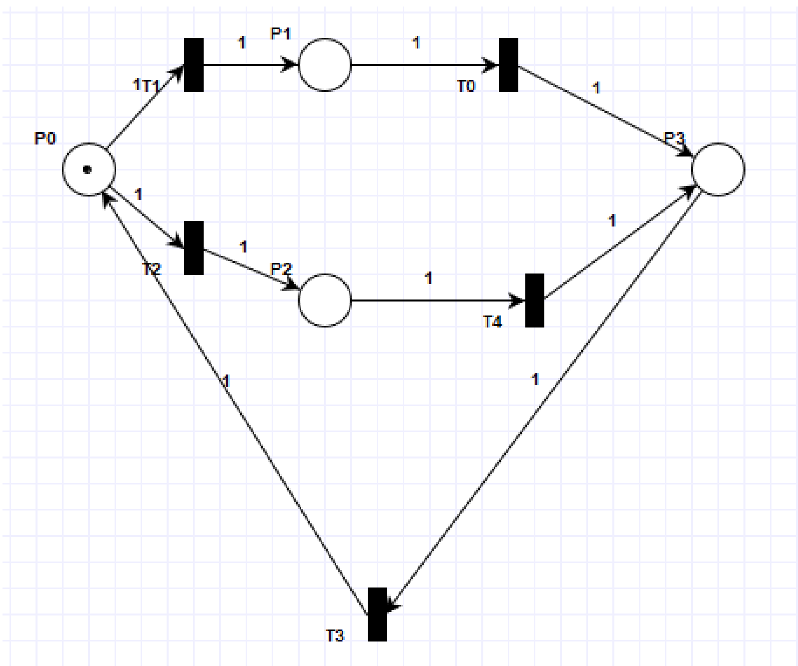
Sprawozdanie 3 - Przykłady modelowania i analizy systemów współbieżnych z wykorzystaniem sieci Petri.

Autorka:

Paulina Jędrychowska (grupa 10, śr. 11:20)

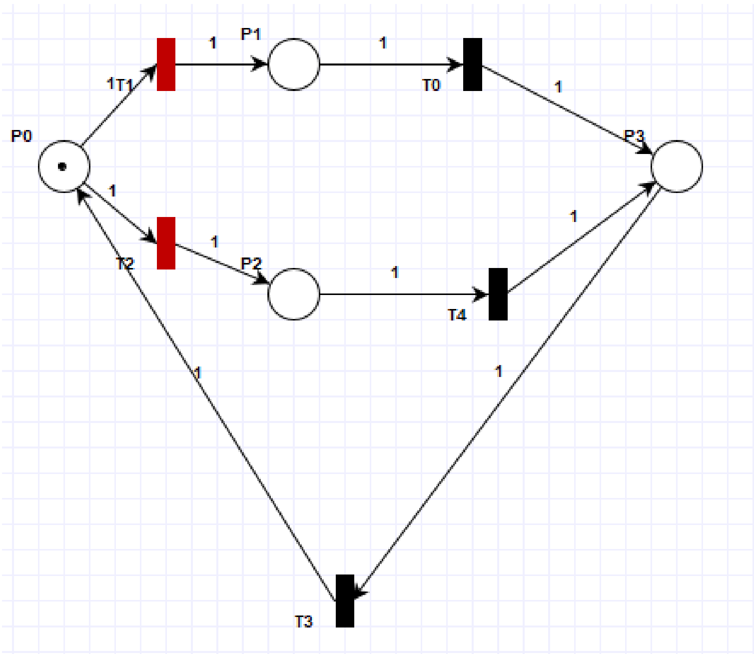
Zadanie 1.

- Schemat sieci:

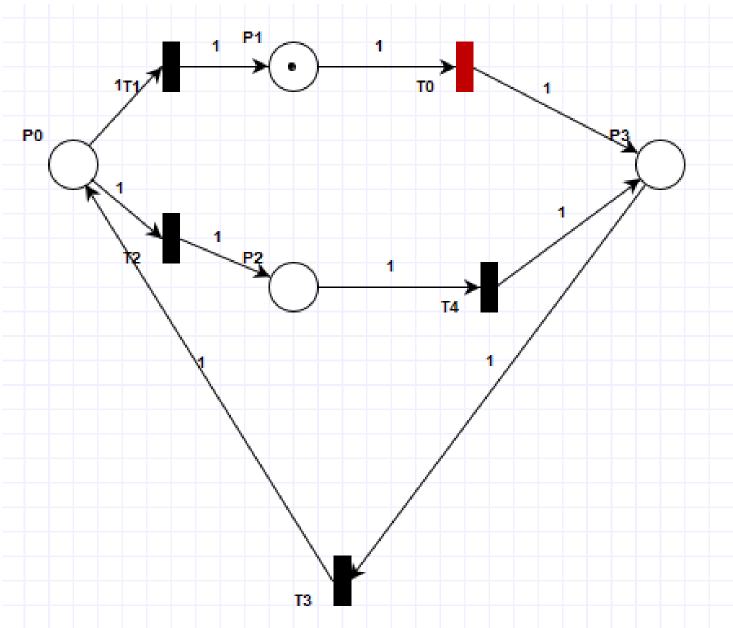


Rys. 1.1. Schemat sieci

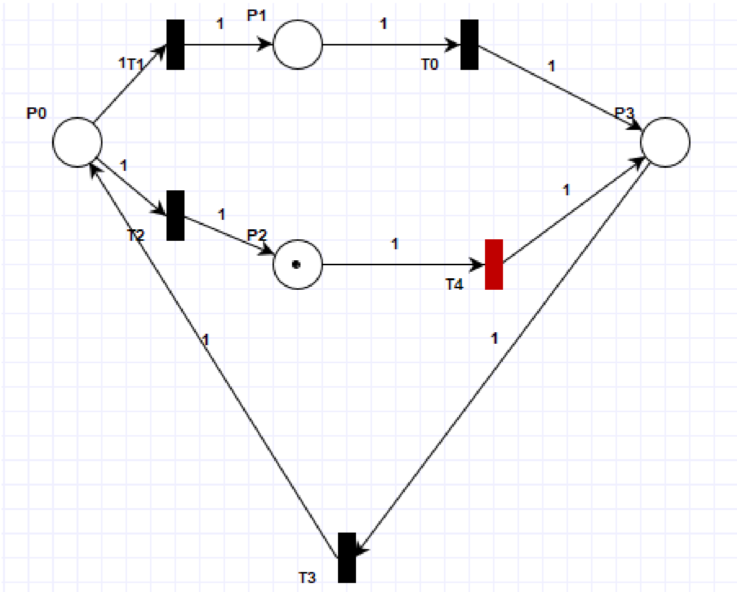
- Przykładowy przebieg:



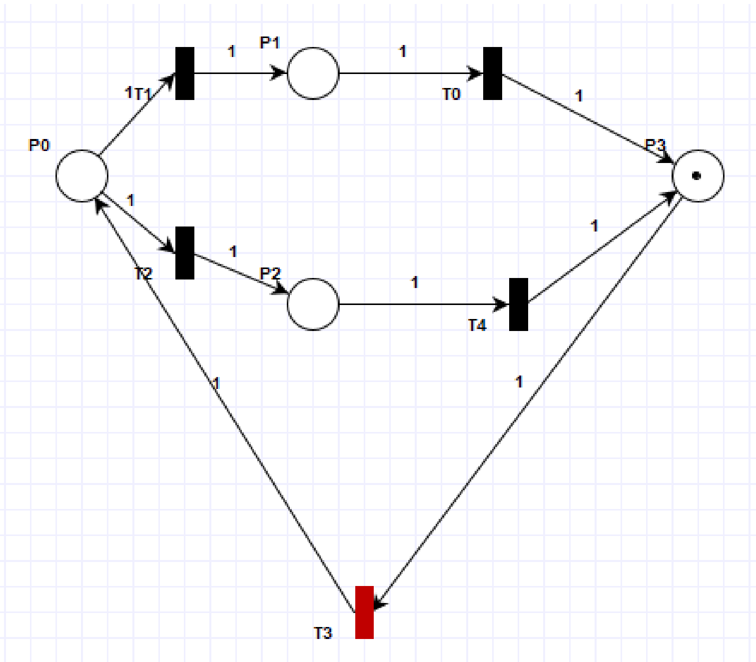
Rys. 1.2. Stan początkowy



Rys. 1.3. Stan po odpaleniu przejścia T1



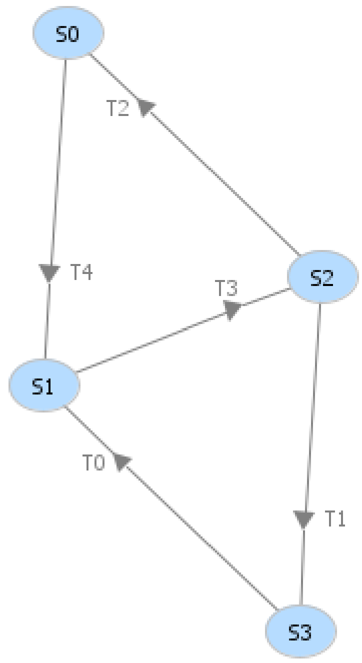
Rys. 1.4. Stan po odpaleniu przejścia T2 (symetryczne przejście do T1)



Rys. 1.5. Stan końcowy (po którym może nastąpić powrót do stanu początkowego)

- Analiza grafu osiągalności:

Graf składa się z 4 stanów, gdzie z każdego stanu można dotrzeć do każdego, patrz *Rys. 1.6.* Można zatem wnioskować, że sieć jest **żywa** oraz **odwracalna**.



Rys. 1.6. Graf osiągalności

- Analiza niezmienników:

Z analizy niezmienników przejść (T-invariants), patrz *Rys 1.7,* wnioskować o **odwracalności** sieci, ponieważ z użyciem każdego przejścia można wrócić do znakowania początkowego (dla każdego Ti jest co najmniej jedna 1 w tabeli).

W analizie niezmienników miejsc (P-invariants) suma znaczników pozostaje stała. Można wnioskować, że sieć jest **zachowawcza** oraz **ograniczona**. Na początku jest jeden token, czyli też jest **bezpieczna**.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T1	T2	T3	T0	T4
0	1	1	0	1
1	0	1	1	0

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P3	P2
1	1	1	1

The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

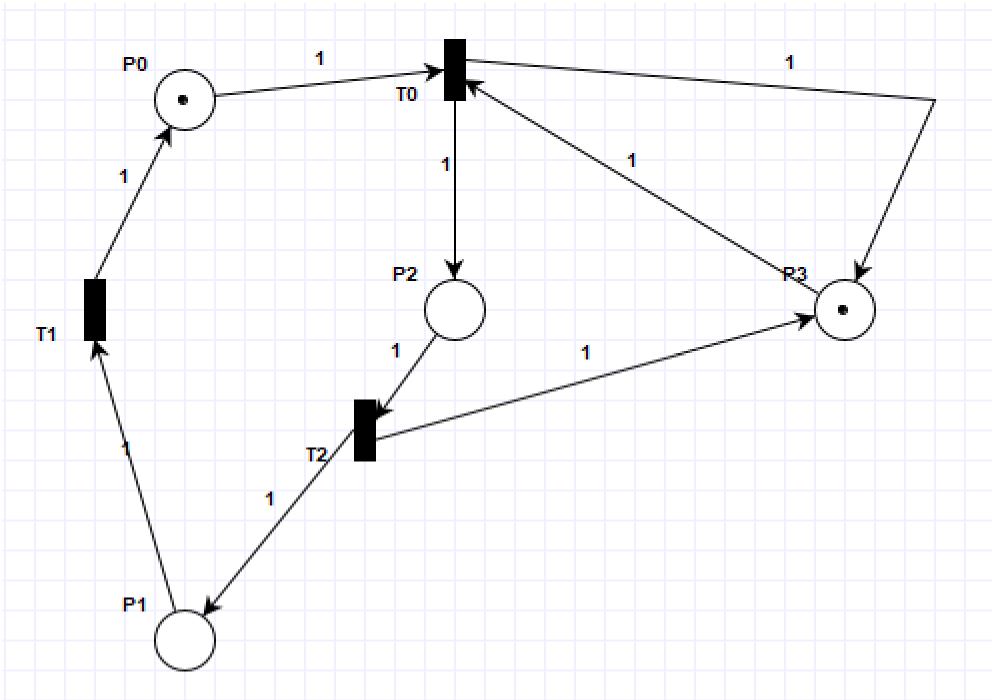
M(P0) + M(P1) + M(P3) + M(P2) = 1

Analysis time: 0.001s

Rys. 1.7. Analiza niezmienników

Zadanie 2.

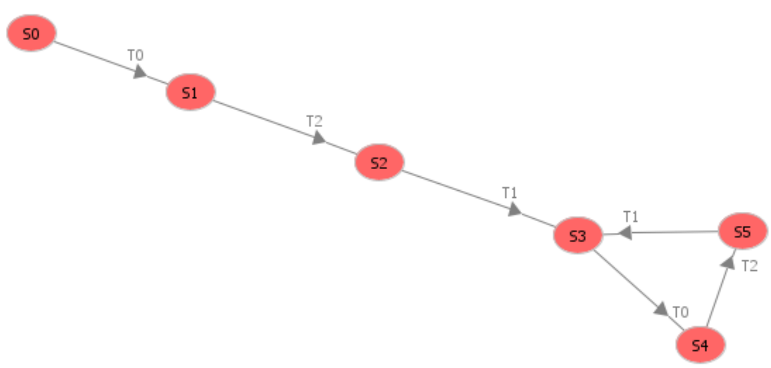
- Schemat sieci:



Rys. 2.1. Schemat sieci

- Analiza grafu osiągalności:

W trakcie budowania grafu osiągalności program PIPE2 prawdopodobnie próbuje wielokrotnie odpalić kolejne dostępne przejścia w sieci, co w przypadku tej sieci generuje coraz więcej znaczników, patrz *Rys. 2.2*. Finalnie program upraszcza działanie sieci do kilku przejść, po których w miejscu P2 już zawsze liczba znaczników jest zapisana jako nieskończoność (w końcowej pętli 3 stanów po prawej stronie grafu). Jak jednak widać, pętla na końcu grafu zawiera wszystkie przejścia w sieci, co świadczy o jej **żywotności**.



Rys. 2.2. Graf osiągalności

- Analiza niezmienników:
  Sieć nie posiada nieujemnych niezmienników przejść (T-invariants), patrz *Rys. 2.3*. Nie jest zatem odwracalna. Ponadto dla niezmienników miejsc (P-invariants) suma niezmienników nie jest stała, więc sieć nie jest ograniczona ani zachowawcza.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2

The net is not covered by positive T-Invariants, therefore we do not know if it is bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P2	P3
1	1	1	0

The net is not covered by positive P-Invariants, therefore we do not know if it is bounded.

P-Invariant equations

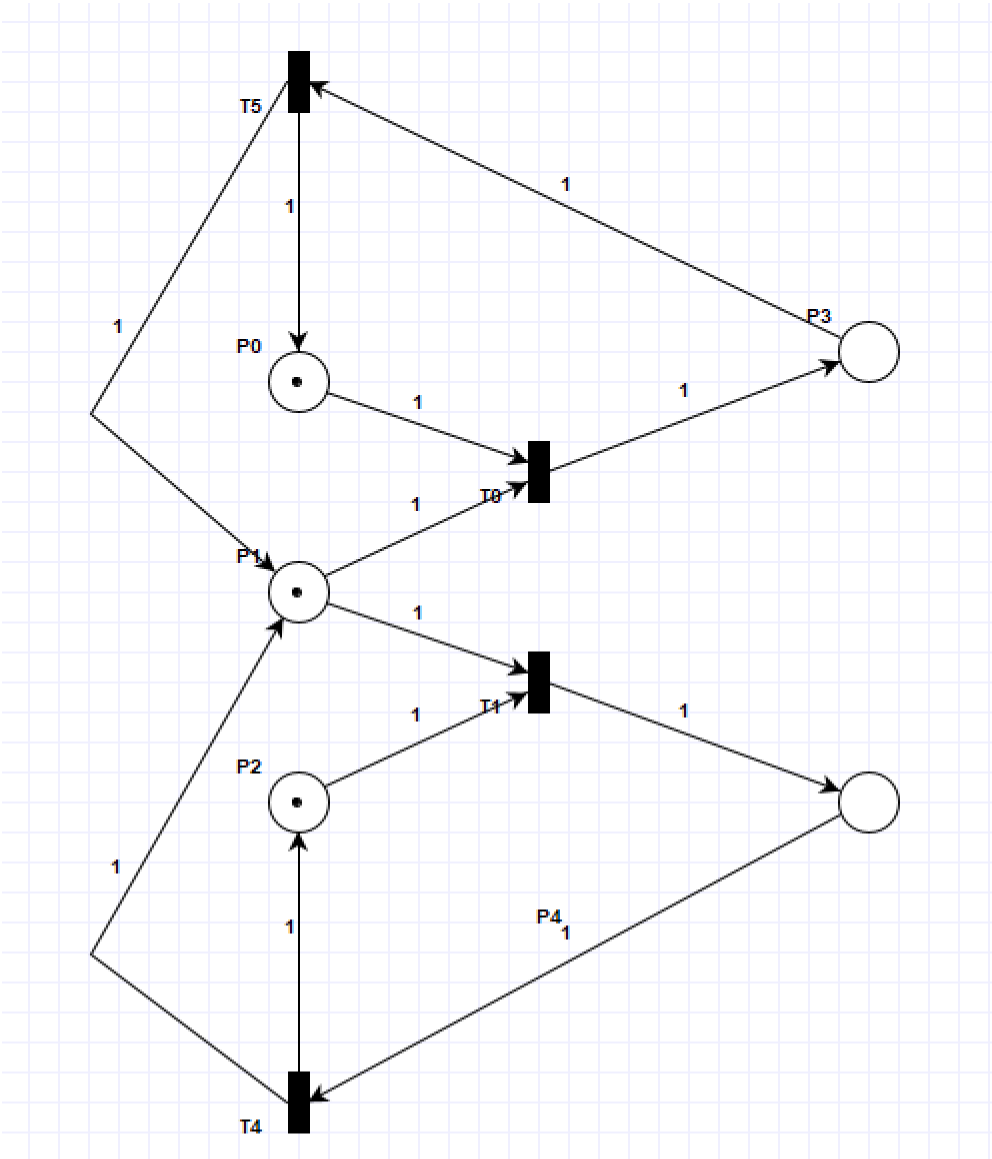
M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1

Analysis time: 0.001s

Rys. 2.3. Analiza niezmienników

Zadanie 3.

- Schemat sieci:



Rys. 3.1. Schemat sieci

- Analiza niezmienników:

Pierwsze równanie mówi, że w miejscach P0 i P3 znajduje się zawsze dokładnie jeden znacznik, patrz *Rys. 3.2*. Tak samo tylko jeden znacznik znajduje się w miejscach P1, P3 i P4 oraz P2 i P4. Sekcja krytyczna jest chroniona w miejscu równaniu 2.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T4	T5
1	0	0	1
0	1	1	0

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4
1	0	0	1	0
0	1	0	1	1
0	0	1	0	1

The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

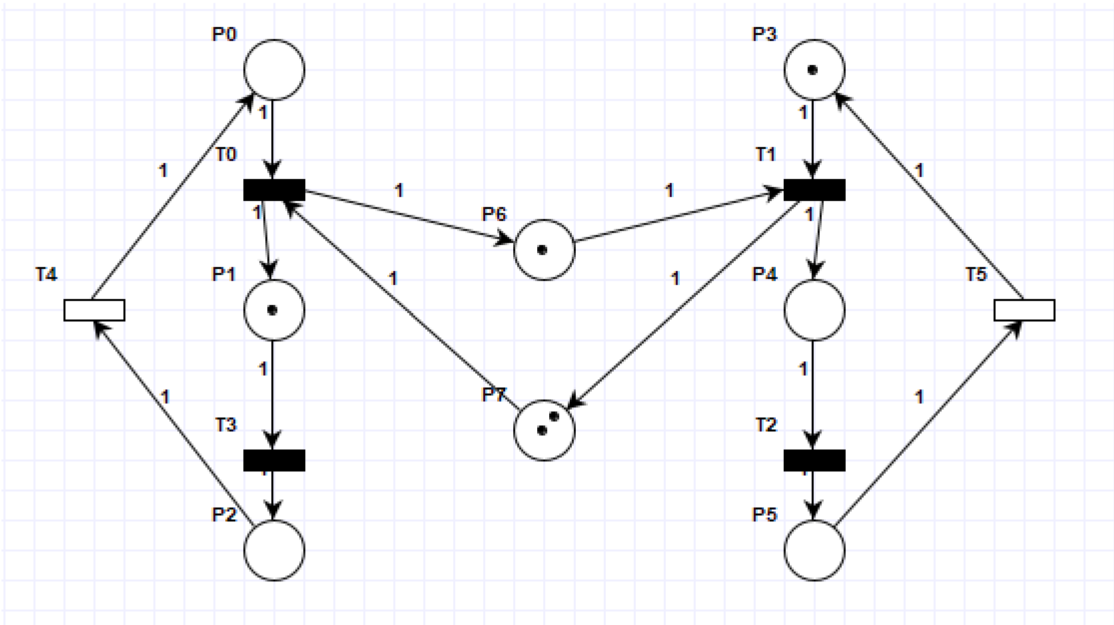
$$M(P0) + M(P3) = 1$$
$$M(P1) + M(P3) + M(P4) = 1$$
$$M(P2) + M(P4) = 1$$

Analysis time: 0.0s

Rys. 3.2. Analiza niezmienników

Zadanie 4.

- Schemat sieci:



Rys. 4.1. Schemat sieci

- Analiza niezmienników:

Liczba znaczników we wszystkich niezależnych obszarach sieci jest stała, patrz *Rys. 4.2*. Oznacza to, że sieć jest **zachowawcza** i **ograniczona**. Pierwsze dwa równania mówią o zachowaniu producenta i konsumenta, natomiast trzecie równanie pokazuje, że rozmiar bufora wynosi 3. Z równań wynika że w obszarach P0, P1, P2 oraz P3, P4, P5 znajduje się w sumie jeden token. A w obszarach P6 i P7 znajdują się w sumie 3 tokeny, więc sieć jest 3 - ograniczona.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	1	1	1	1	1

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1

The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

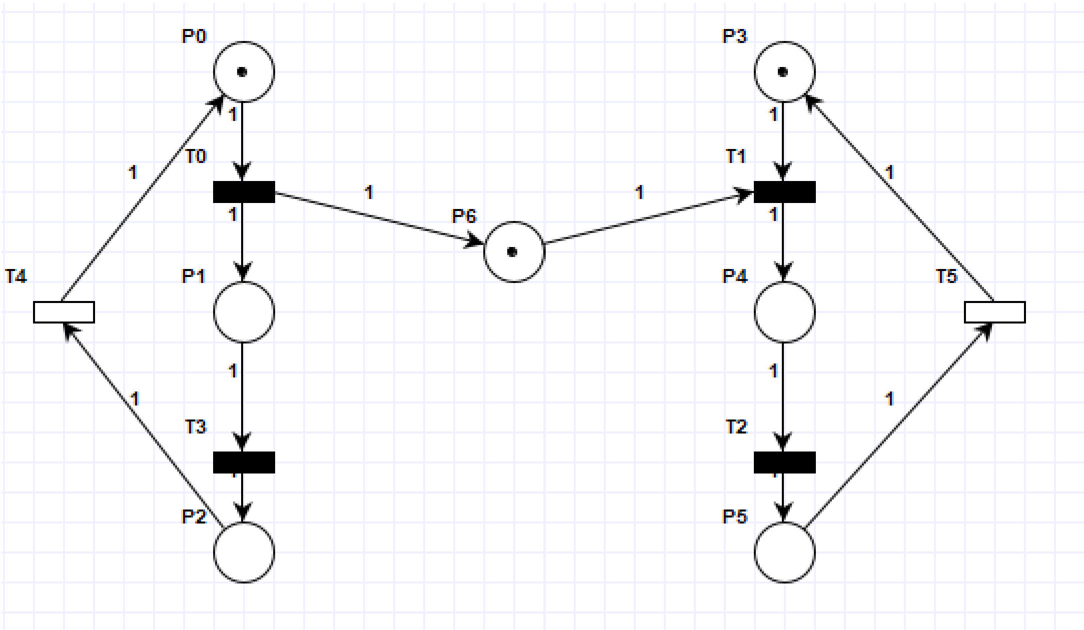
M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1
M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1
M(P6) + M(P7) = 3

Analysis time: 0.0s

Rys. 4.2. Analiza niezmienników

Zadanie 5.

- Schemat sieci:



Rys. 5.1. Schemat sieci

- Analiza niezmienników:

Na podstawie niezmienników przejść (T-invariants), *patrz Rys. 5.2*, można wnioskować, że sieć jest **odwracalna**.

Miejsce P6 nie posiada pokrycia w niezmiennikach, patrz *Rys 5.2*. Jest to spowodowane faktem, że P6 odpowiada za bufor, który nie ma ograniczeń miejsca. Sieć nie jest zatem zachowawcza i ograniczona.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	1	1	1	1	1

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0

The net is not covered by positive P-Invariants, therefore we do not know if it is bounded.

P-Invariant equations

$M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1$

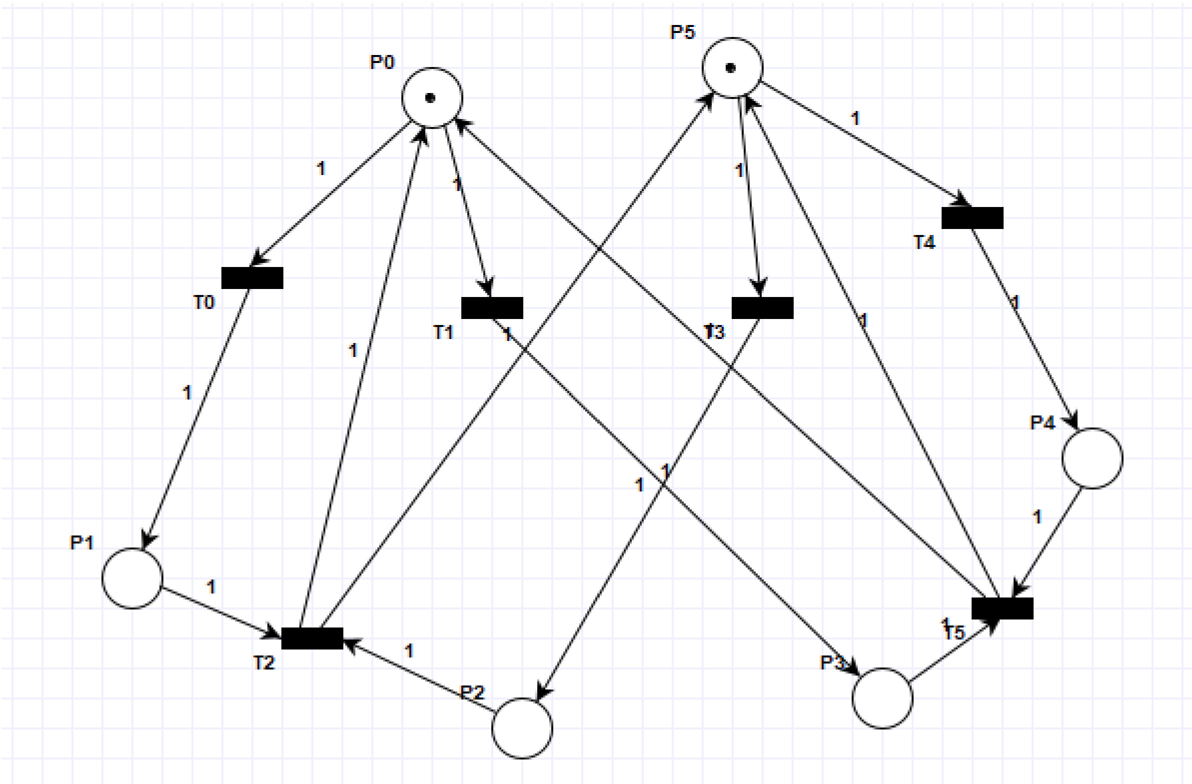
$M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1$

Analysis time: 0.001s

Rys. 5.2. Analiza niezmienników

Zadanie 6.

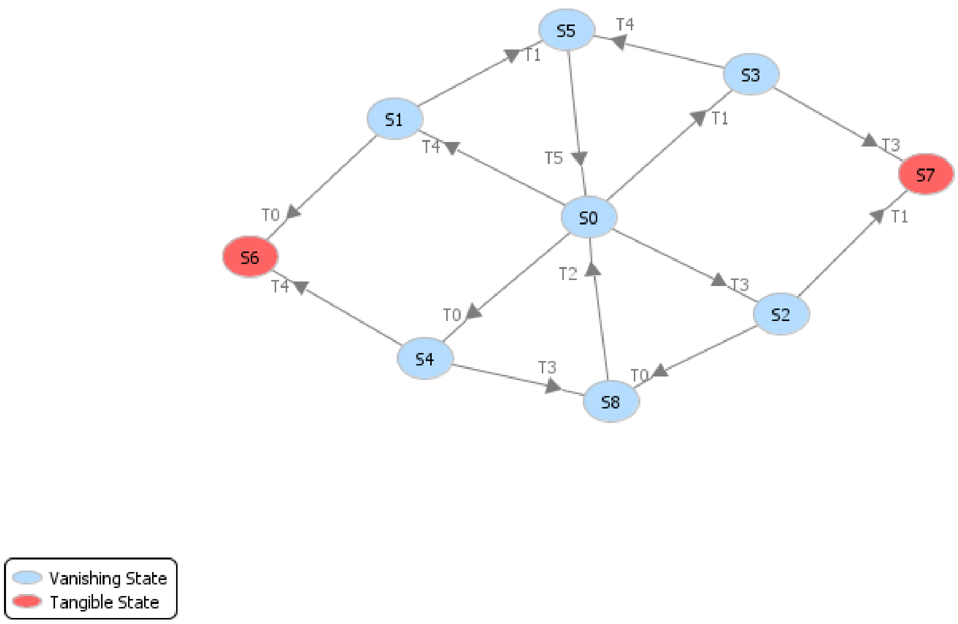
- Schemat sieci:



Rys. 6.1. Schemat sieci

- Analiza grafu osiągalności:

Ze stanów S6 oraz S7 nie da się już nigdzie przejść, patrz *Rys. 6.2*.



Rys. 6.2. Graf osiągalności

- Właściwości sieci:

Pomimo że występuje **zakleszczenie**, sieć jest **ograniczona** i **bezpieczna**, patrz *Rys. 6.3*.

Petri net state space analysis results

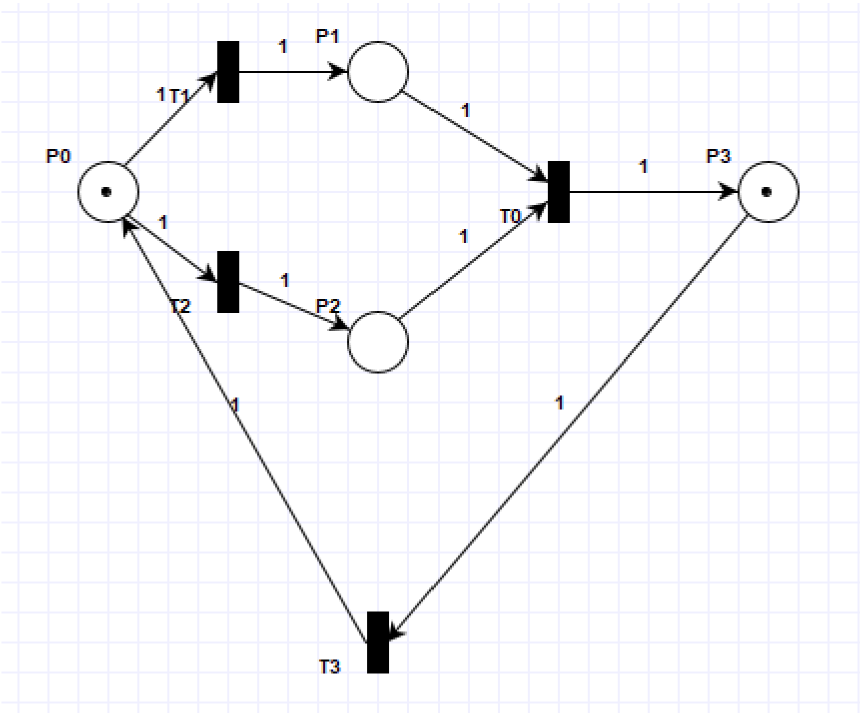
Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T0 T4

Rys. 6.3. Właściwości sieci

Zadanie 7.

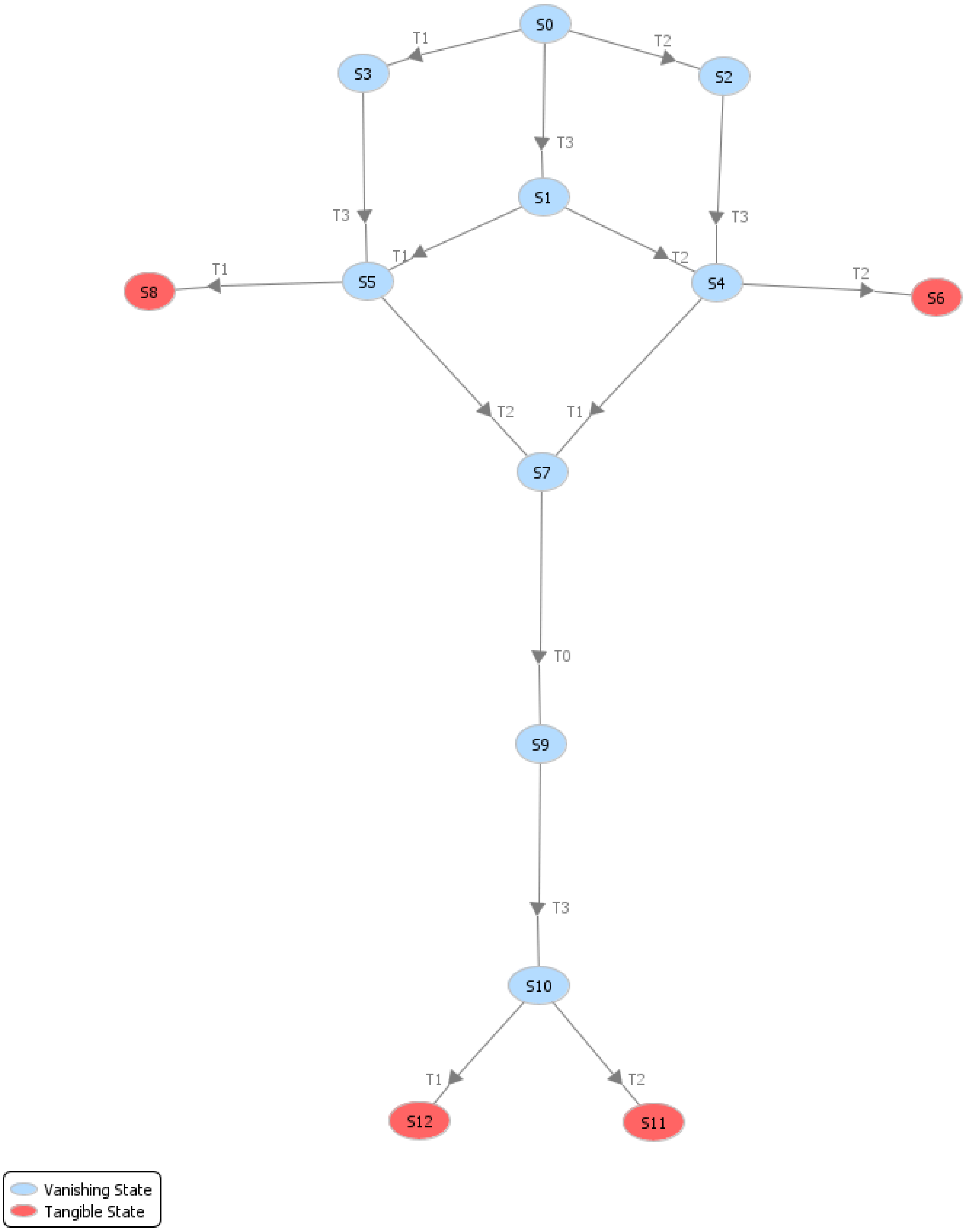
- Schemat sieci:



Rys. 7.1. Schemat sieci

- Analiza grafu osiągalności:

  Ze stanów S6, S8, S11 oraz S12 nie da się już nigdzie przejść, patrz *Rys. 7.2*. W tych miejscach dochodzi do **zakleszczenia**.



Rys. 7.2. Graf osiągalności

- Własności sieci:

Sieć jest **ograniczona**, nie jest bezpieczna, dochodzi do **zakleszczenia**, patrz *Rys. 7.3.*

Petri net state space analysis results

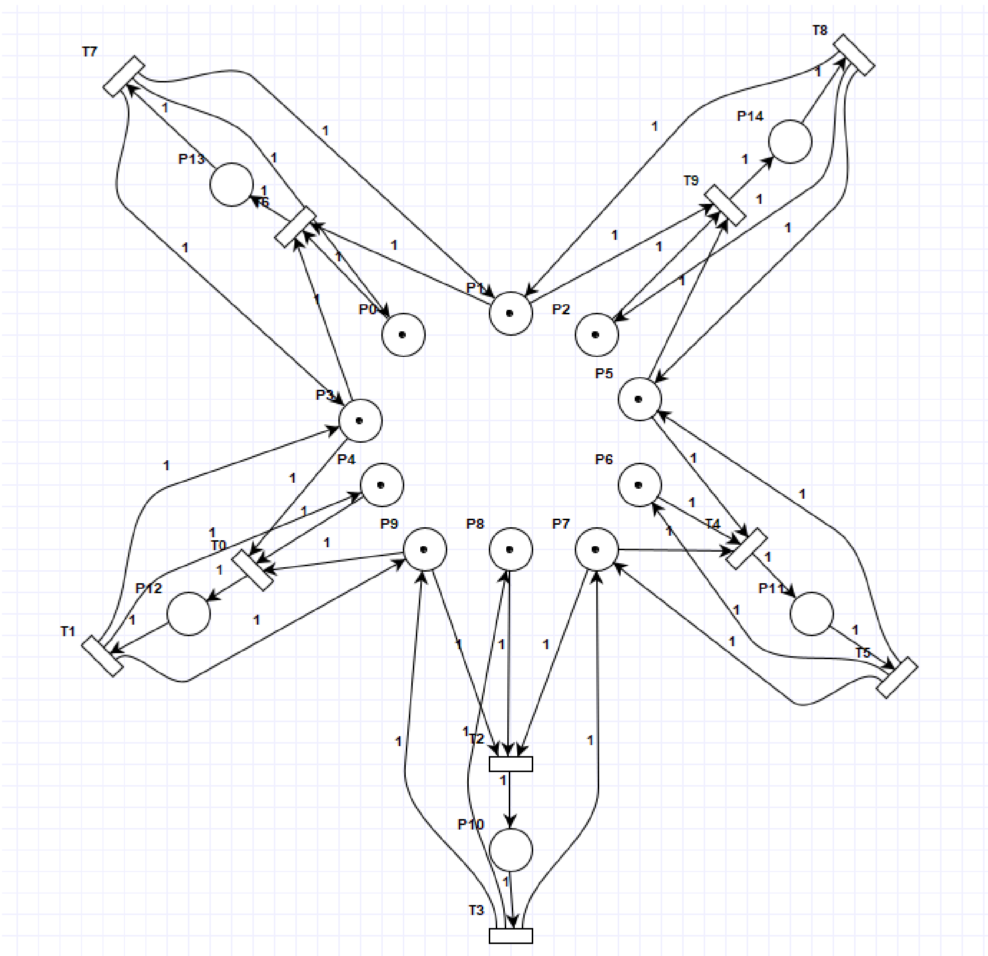
Bounded	true
Safe	false
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T1 T3 T2 T0 T3 T1

Rys. 7.3. Właściwości sieci

Zadanie 8.

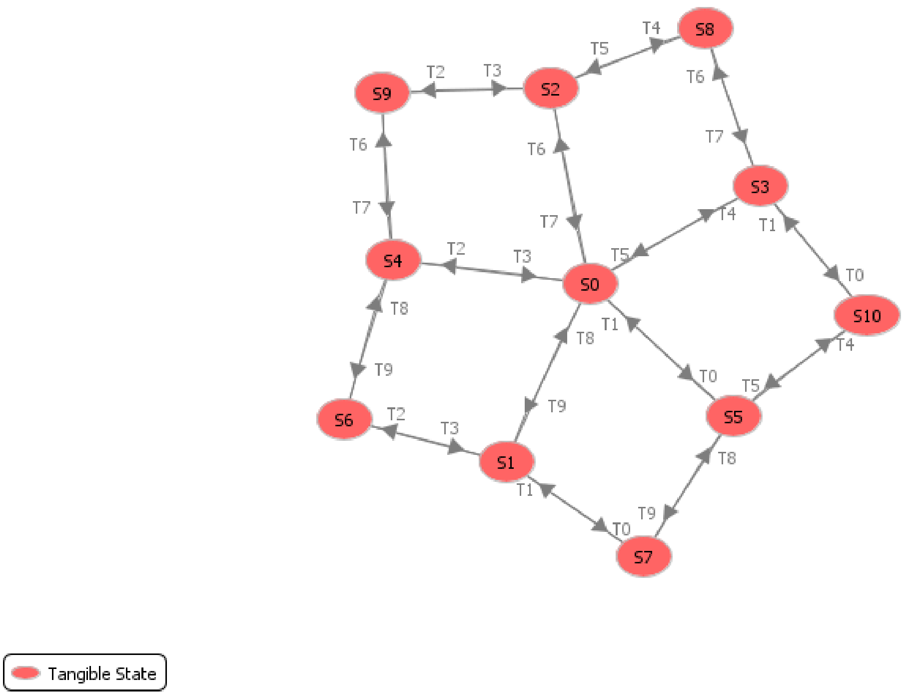
- Schemat sieci:



Rys. 8.1. Schemat sieci

- ## Analiza grafu osiągalności:

W stanie początkowym nikt nie korzysta z zastawy, patrz *Rys. 8.2*. Z tego stanu dowolny filozof może podnieść sztućce (co doprowadzi do stanów S1-S5), a następnie albo jeden z tych, który z nim nie sąsiadują także podnieść sztućce (dla S4 przejście T6 do S9 i T9 do S6), albo odłożyć je z powrotem (powrót do stanu S0).



Rys. 8.2. Graf osiągalności

- ## Analiza niezmienników:

Na podstawie niezmienników przejść (T-invariants), *patrz Rys. 8.3*, można wnioskować, że sieć jest **odwracalna**. Filozof może odłożyć sztućce.

Liczba znaczników we wszystkich niezależnych obszarach sieci nie jest stała (np. dla P0 ilość znaczników wynosi 1, a dla P11 wynosi 3), patrz *Rys. 8.3*. Oznacza to, że sieć jest nie zachowawcza. Równania dla niezmienników miejsc (P-invariants) pokazują, że liczba znaczników jest stała w obszarach związanych z danym filozofem. Równania 1,3,5,7,9 reprezentują dwa stany, filozof podniósł sztućce, filozof nie podniósł sztućców. Równania 2,4,6,8,10 reprezentują trzy stany: sztuciec niepodniesiony, sztuciec podniesiony przez filozofa po lewej, sztuciec podniesiony przez filozofa po prawej. We wszystkich równaniach suma wynosi 1, więc sieć jest 1-**ograniczona**, czyli **bezpieczna**.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P10	P11	P12	P13	P14	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

M(P0) + M(P13) = 1
M(P1) + M(P13) + M(P14) = 1
M(P14) + M(P2) = 1
M(P12) + M(P13) + M(P3) = 1
M(P12) + M(P4) = 1
M(P11) + M(P14) + M(P5) = 1
M(P11) + M(P6) = 1
M(P10) + M(P11) + M(P7) = 1
M(P10) + M(P8) = 1
M(P10) + M(P12) + M(P9) = 1

Rys. 8.4. Analiza niezmienników

- Właściwości sieci:

Sieć jest **ograniczona**, **bezpieczna**, nie dochodzi do zakleszczenia, patrz *Rys. 8.5*. W programie nie zajdzie zakleszczenie, tak jak może zajść w klasycznej definicji problemu, ponieważ w tej implementacji filozof zawsze podnosi dwa sztućce.

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	false

Rys. 8.5. Właściwości sieci