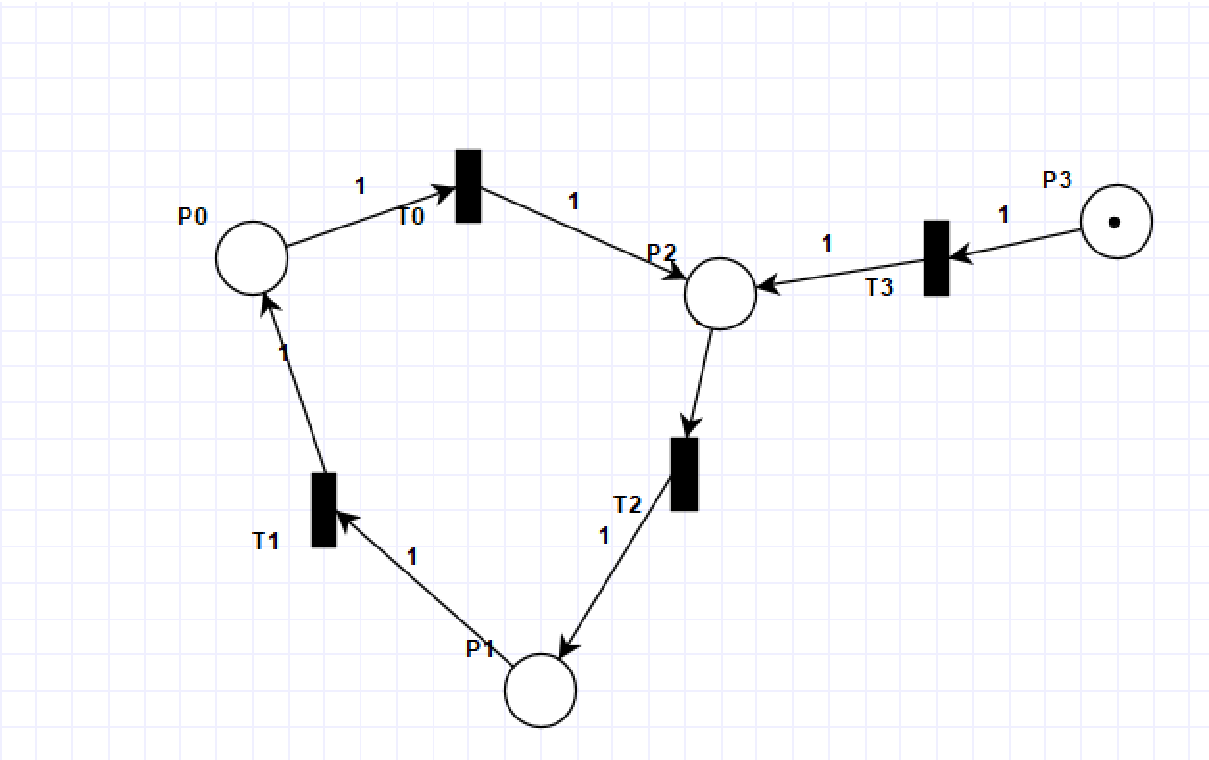
Sprawozdanie – Sieci Petri – Teoria Współbieżności

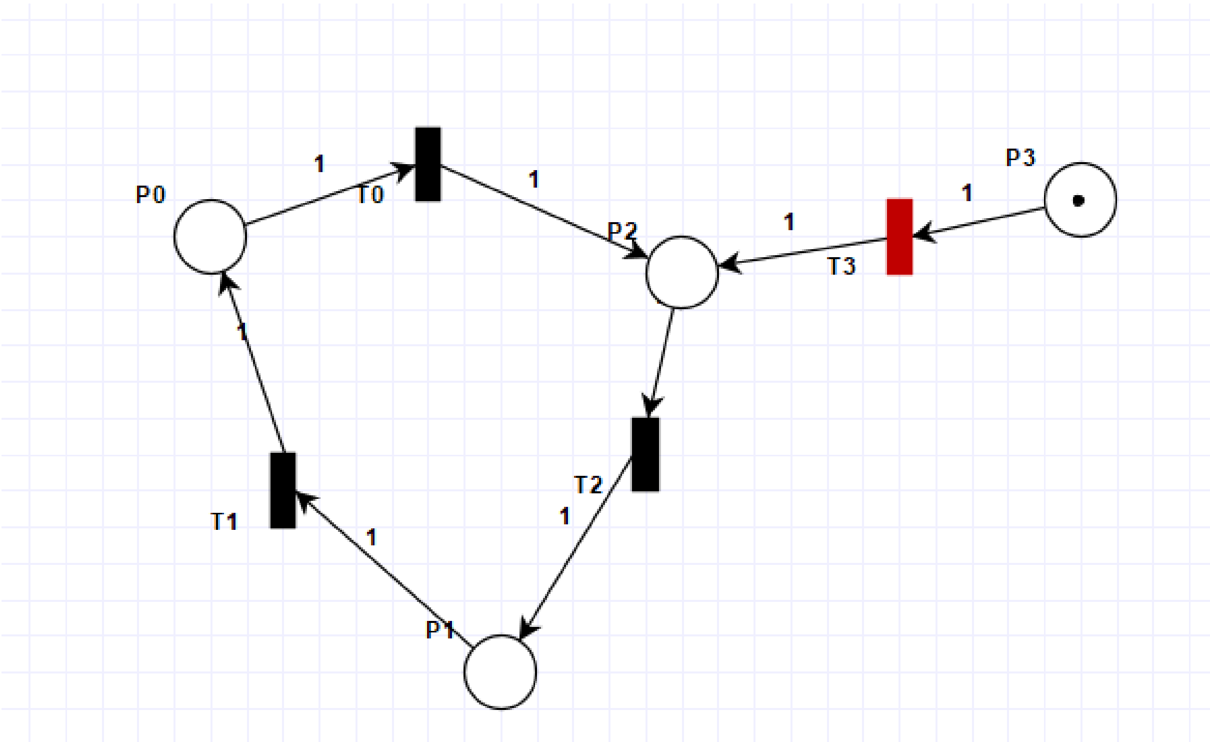
Adam Górka

Zadanie 1

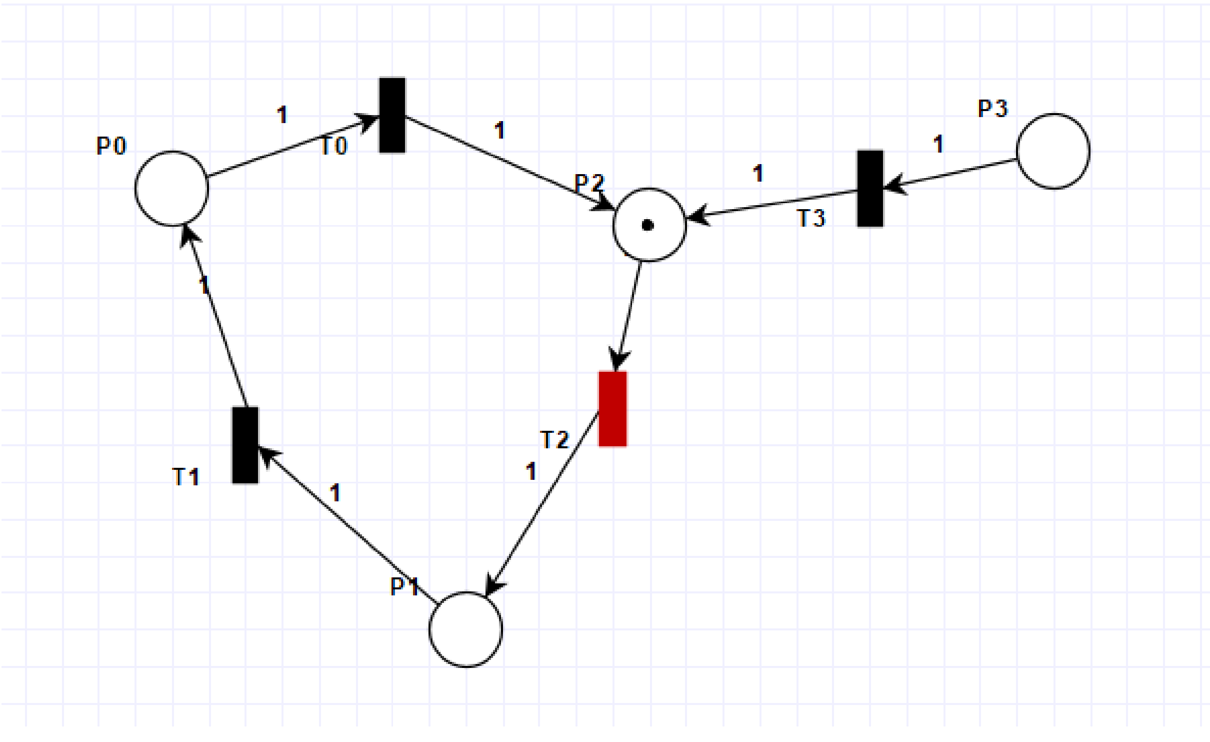
Wymyślić własną maszynę stanów, zasymulować przykład i dokonać analizy grafu osiągalności oraz niezmienników



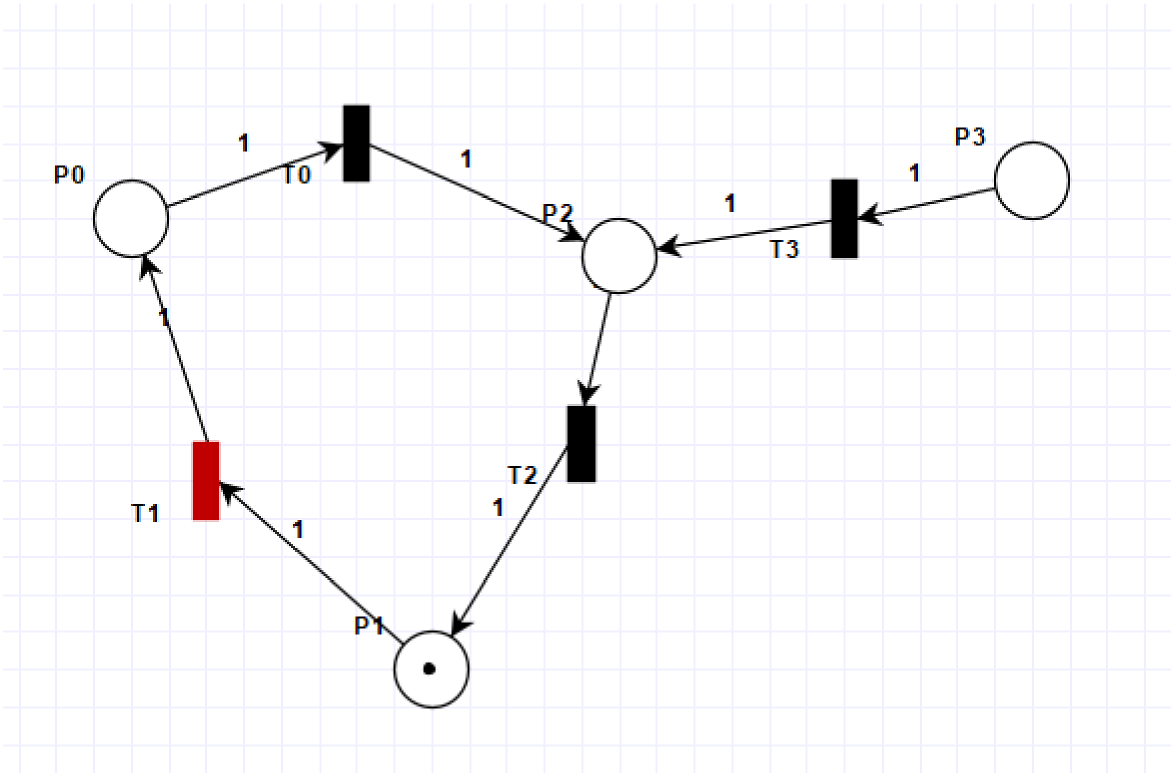
Obrazek 1.1 – Schemat sieci 1 - maszyna stanów



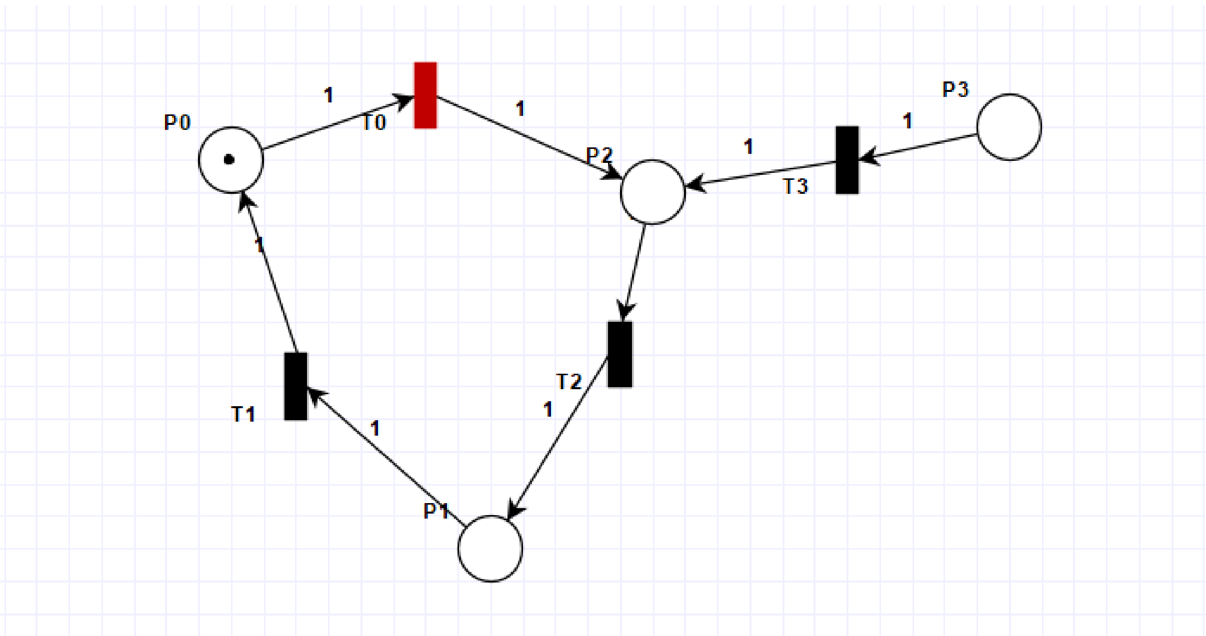
Obrazek 1.2 – Początek symulacji



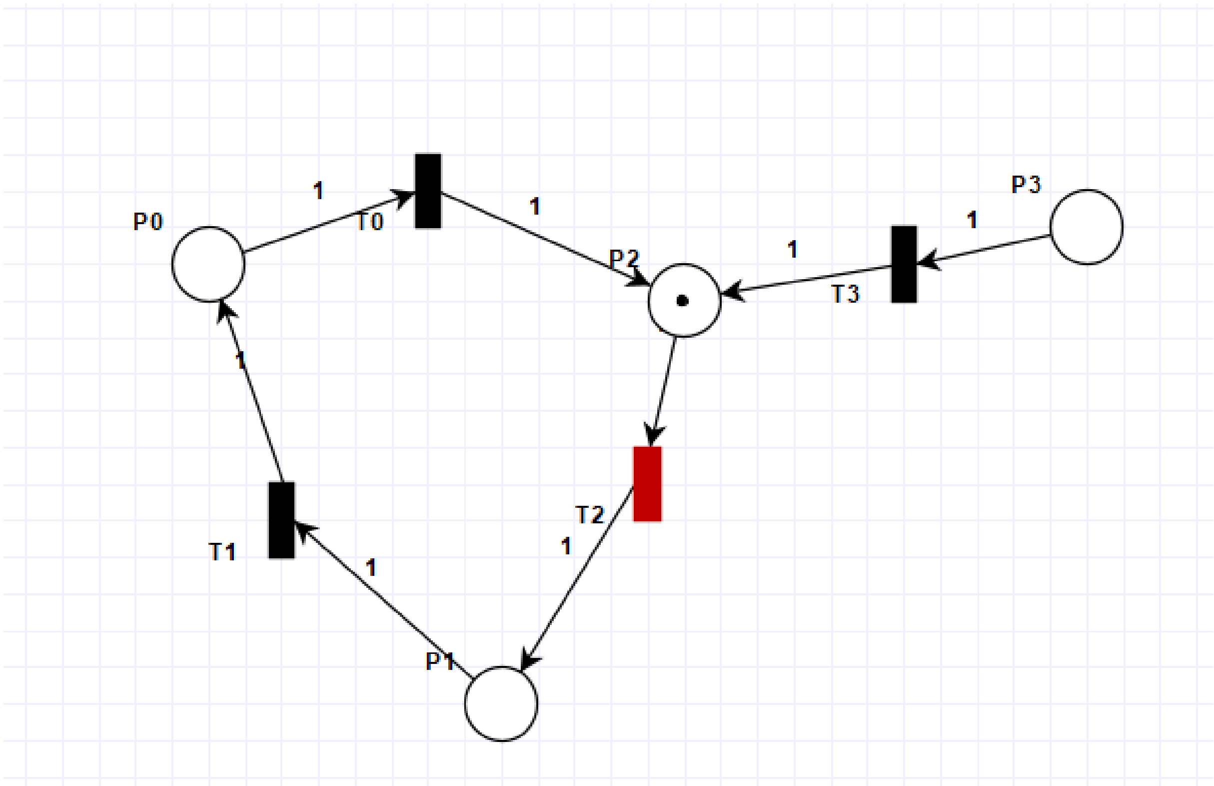
Obrazek 1.3 – Pierwsze przejście w symulacji



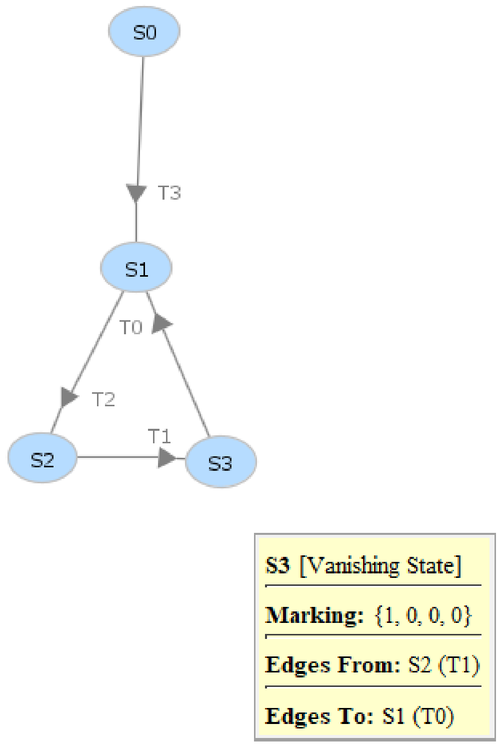
Obrazek 1.4 – Drugie przejście w symulacji



Obrazek 1.5 – Trzecie przejście w symulacji



Obrazek 1.6 – Czwarte przejście w symulacji



Obrazek 1.7 – Graf osiągalności sieci 1

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3
1	1	1	0

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	1

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

P-Invariant equations

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

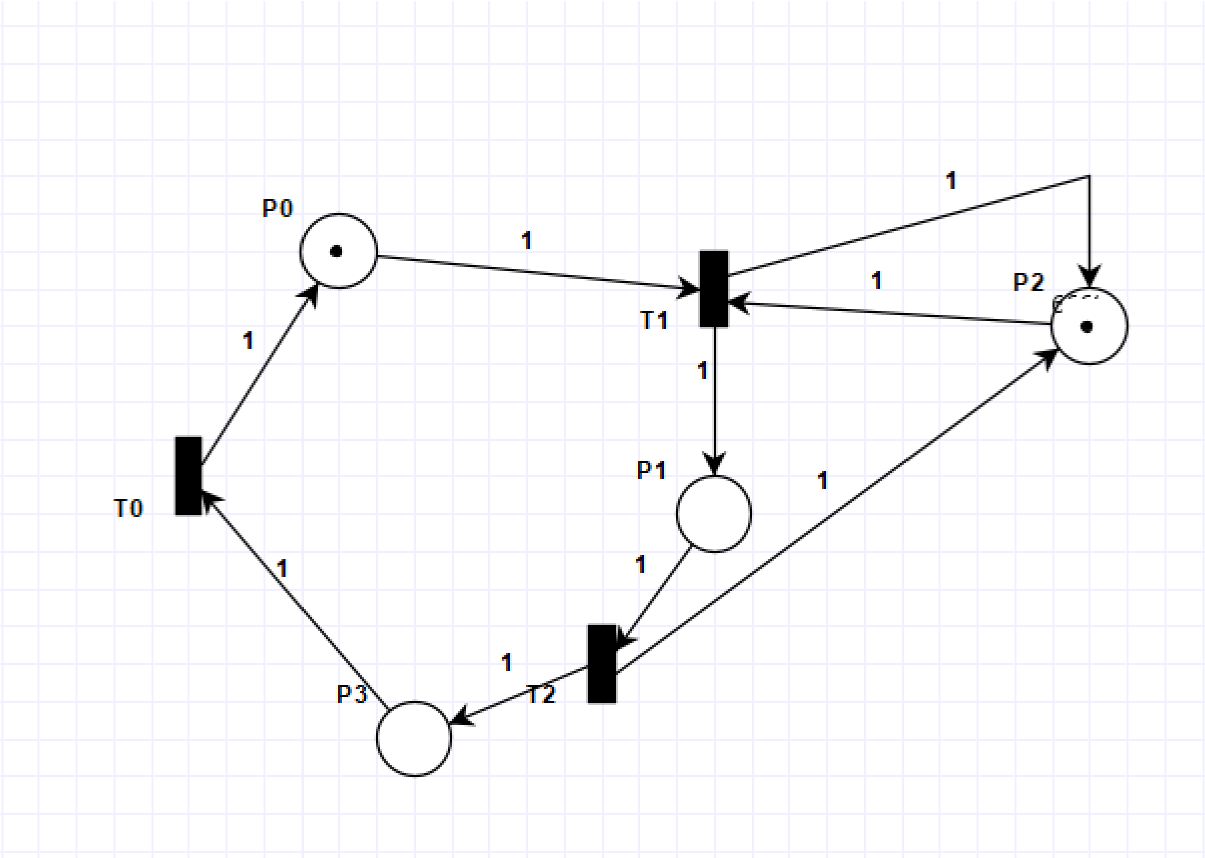
Obrazek 1.8 – Analiza niezmienników sieci 1

Wnioski

Z powyższych informacji można wywnioskować, że sieć jest ograniczona, żywa, bezpieczna, i zachowawcza. Maszyna ta nie jest odwracalna, gdyż nie jesteśmy w stanie osiągnąć stanu startowego z dowolnego innego stanu - przejście T3 nie należy do żadnego z rozwiązań równania niezmienników przejść.

Zadanie 2

Dokonać analizy niezmienników przejść. Jaki wniosek można wyciągnąć o odwracalności sieci? Wygenerować graf osiągalności. Proszę wywnioskować z grafu, czy siec jest żywa. Proszę wywnioskować czy jest ograniczona. Objaśnić wniosek



Obrazek 2.1 – Schemat sieci 2

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

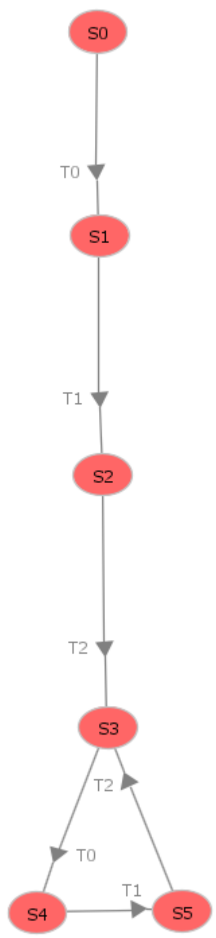
P0	P1	P2	P3
1	1	0	1

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(P3) = 1

Obrazek 2.2 - Analiza niezmienników sieci 2



Obrazek 2.3 - Graf osiągalności sieci 2

Wnioski

Sieć Petriego nie spełnia warunków odwracalności. Z analizy niezmienników przejść (Obrazek 2.2) oraz z grafu osiągalności (Obrazek 2.3) wynika, że nie istnieje taka sekwencja przejść, która prowadzi do stanu początkowego.

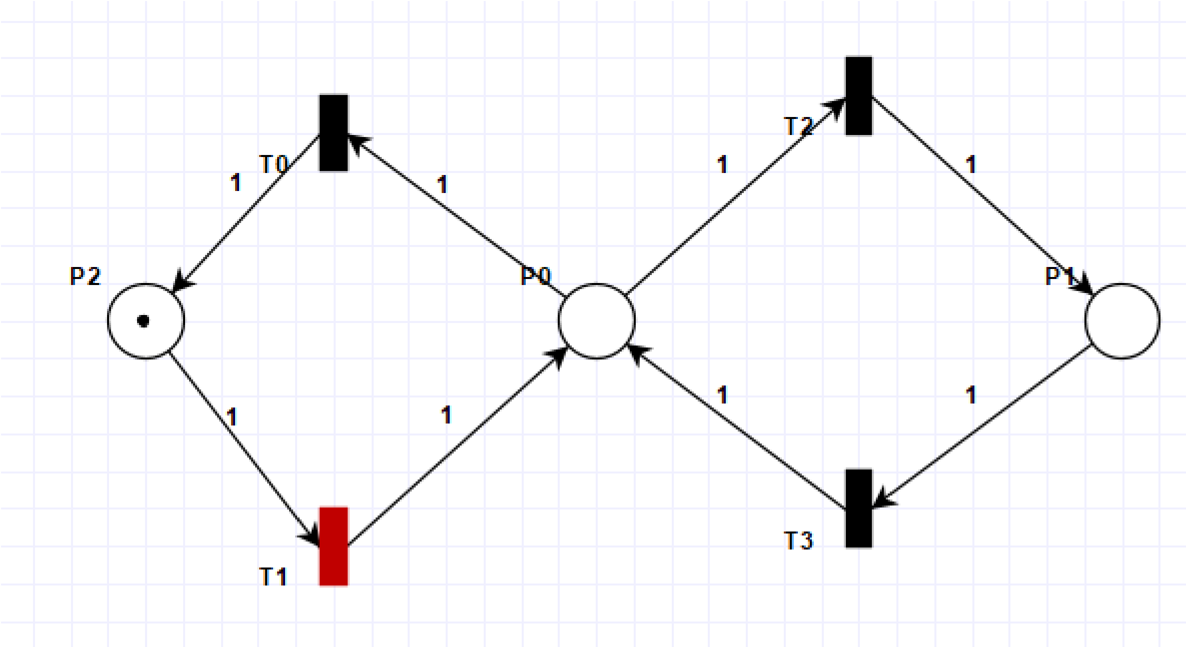
Na podstawie grafu można stwierdzić również, że opisywana wyżej sieć po wyjściu ze stanu oznaczonego jako S2, kolejne stany S3, S4 i S5 będą osiągane cyklicznie w tej samej kolejności.

Jest ona zatem żywa. Zarówno symulacja jak i analiza niezmienników miejsc pozwalają wywnioskować, że sieć nie jest ograniczona.

P2 nie należy do żadnego rozwiązania bazowego, co powoduje nieograniczoną liczbą żetonów, która zwiększa się w każdym cyklu.

Zadanie 3

Zasymulować wzajemne wykluczanie dwóch procesów na wspólnym zasobie. Dokonać analizy niezmienników miejsc oraz wyjaśnić znaczenie równań. Które równanie pokazuje działanie ochrony sekcji krytycznej?



Obrazek 3.1 - Schemat sieci 3

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3
1	1	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	P2
1	1	1

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

P-Invariant equations

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

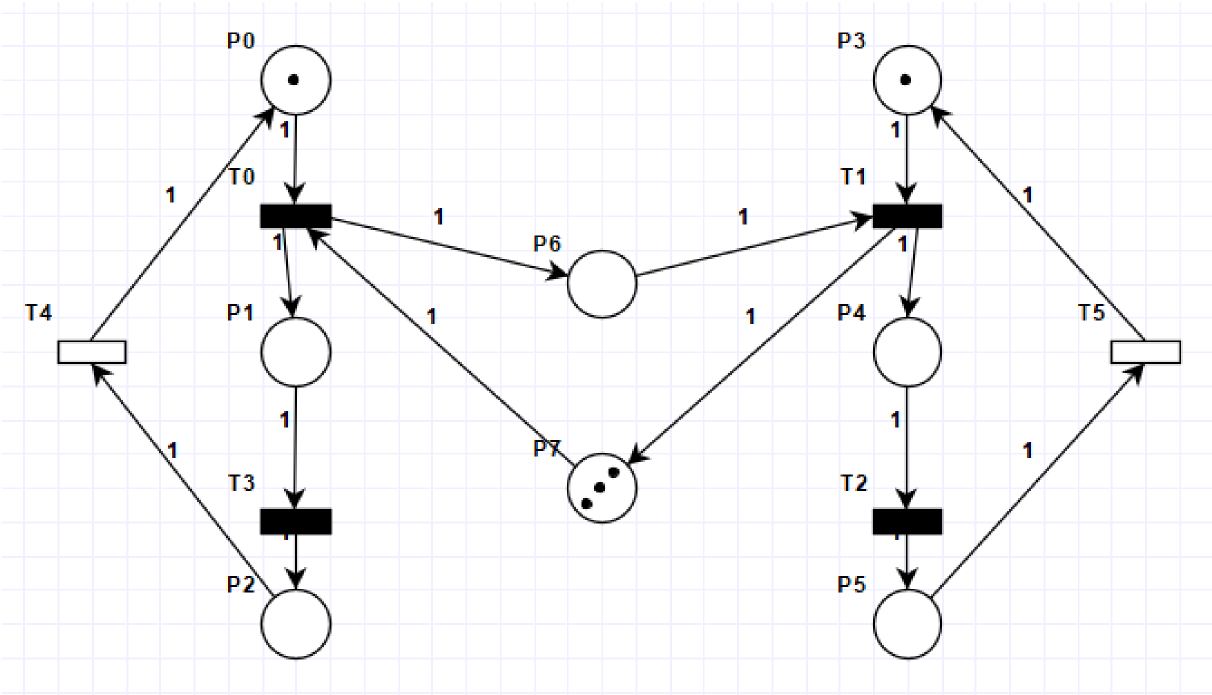
Obrazek 3.2 - Analiza niezmienników sieci 3

Wnioski

Z analizy niezmienników (Obrazek 3.2) wynika, że sieć 3 jest ograniczona i bezpieczna. Mówi o tym równanie M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1 - każde miejsce należy do rozwiązania bazowego i każde rozwiązanie bazowe składa się wyłącznie z jedynek. Gwarantuje to, że zasób - czyli w tym przypadku żeton - pomimo konfliktu, zawsze będzie jeden w całej sieci.

Zadanie 4

Uruchomić problem producenta i konsumenta z ograniczonym buforem. Dokonać analizy niezmienników. Czy siec jest zachowawcza? Które równanie mówi nam o rozmiarze bufora?



Obrazek 4.1 - Schemat sieci 4

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: 0.003s

Obrazek 4.2 - Analiza niezmienników sieci 4

Wnioski

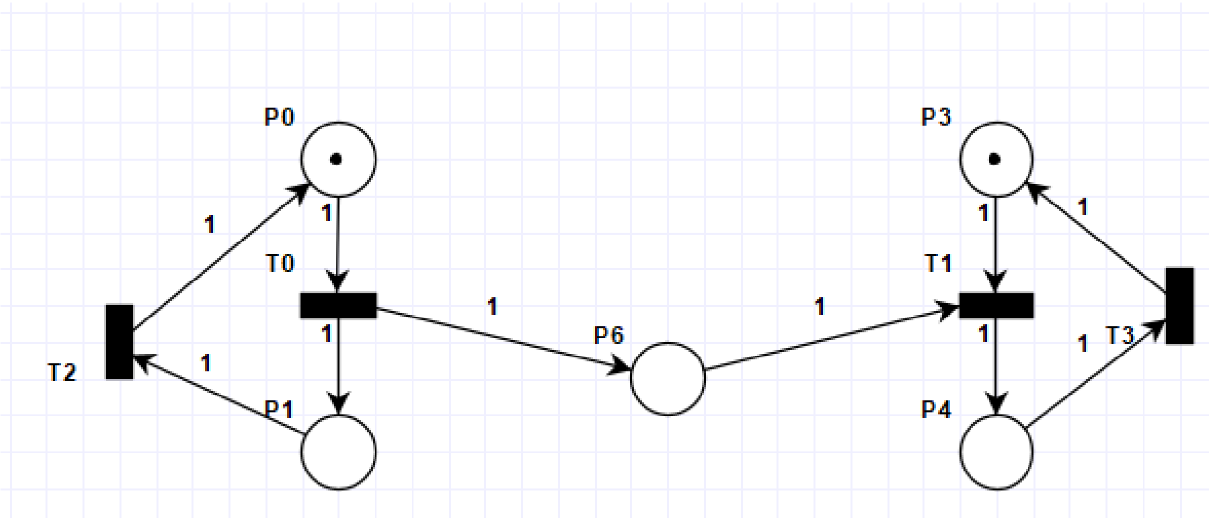
Z analiza niezmienników (Obrazek 4.2) wynika, że sieć ilustrująca problem producenta/konsumenta jest siecią zachowawczą. Równania niezmienników miejsc zawierają wszystkie miejsca w sieci, a każde miejsce należy do dokładnie jednego rozwiązania bazowego. Suma znaczników w każdym z obszarów w tej sieci będzie taka sama dla dowolnego stanu.

Równanie M(P6) + M(P7) = 3 pozwala nam określić rozmiar bufora. Miejsce P6 może oznaczać ilość wolnego miejsca w buforze, a P7 może oznaczać stopień zapełnienia bufora. Można również zamienić oznaczenia - P7 - ilość wolnego miejsca w buforze , a P6 - stopień zapełnienia bufora. Z równania wynika również, że bufor jest stały.

Zadanie 5

Stworzyć symulacje problemu producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem. Dokonać analizy niezmienników. Zaobserwować brak pełnego pokrycia miejsc.

Aby utworzyć problem producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem wystarczy delikatnie zmodyfikować sieć z poprzedniego zadania.



Obrazek 5.1 – Schemat sieci 5

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3
1	1	1	1

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

P-Invariants

P0	P1	P3	P4	P6
1	1	0	0	0
0	0	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) = 1
M(P3) + M(P4) = 1

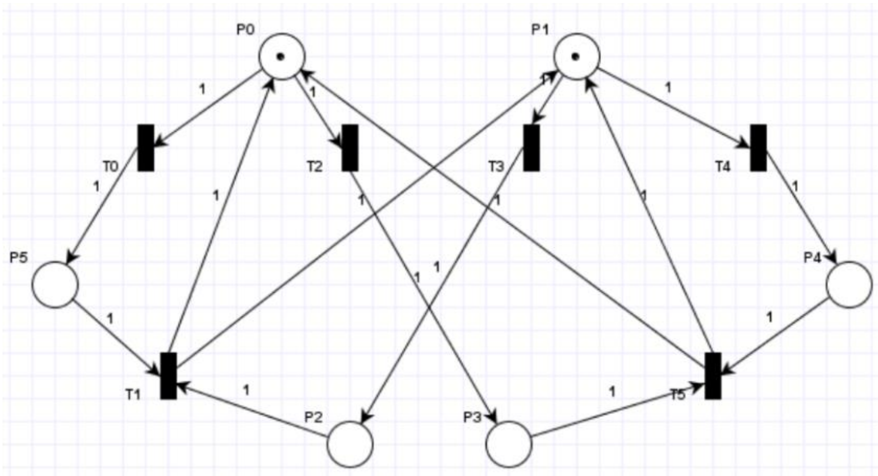
Obrazek 5.2 - Analiza niezmienników sieci 5

Wnioski

Z analizy niezmienników (Obrazek 5.2) wynika, że badana sieć może być siecią ograniczoną i zachowawczą, lecz nie jest to pewne. Jest to spowodowane tym, że P6 nie należy do żadnego rozwiązania bazowego. W przypadku z rysunku 4.1, stały rozmiar bufora gwarantowało dodatkowe miejsce, które określało ilość wolnego miejsca. W powyższym przykładzie część ta została pominięta dzięki czemu bufor nie posiada maksymalnego rozmiaru.

Zadanie 6

Zasymulować przykład (problem zastoju meksykańskiego, Obrazek 6.1) ilustrujący zakleszczenie. Wygenerować graf osiągalności i zaobserwować znakowania, z których nie można wykonać przejść. Zaobserwować właściwości sieci w "State Space Analysis".



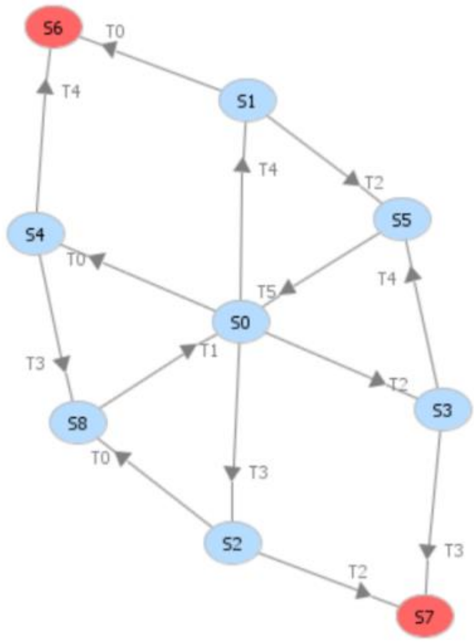
Obrazek 6.1 - Sieć 6 - Problem zastoju meksykańskiego

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T0 T4

Obrazek 6.2 - Właściwości sieci 6



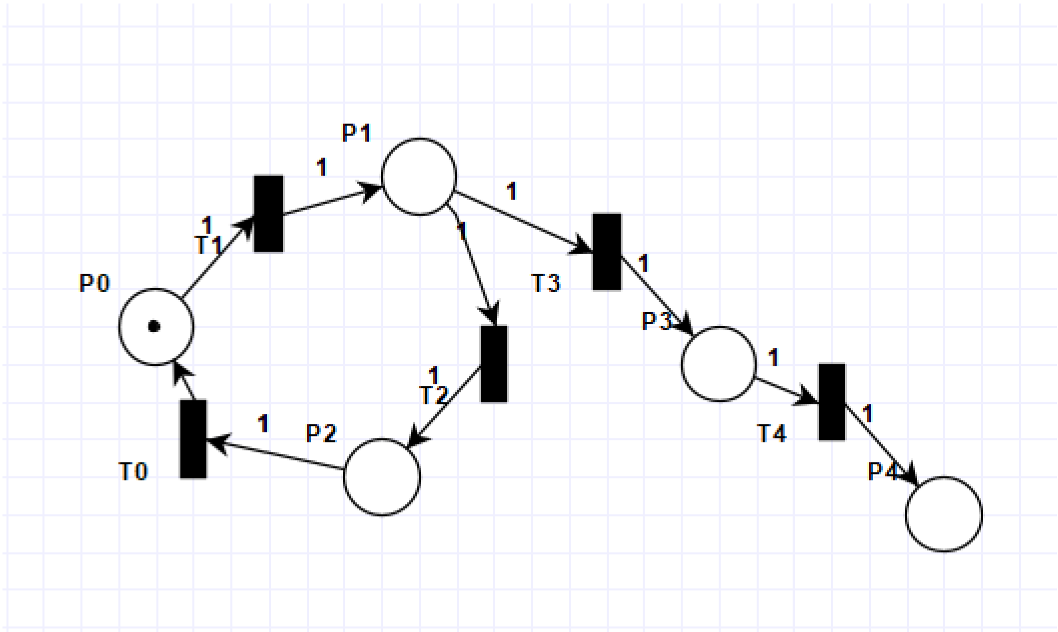
Obrazek 6.3 - Graf osiągalności sieci 6

Wnioski

Z grafu osiągalności (Obrazek 6.3) wynika, że sieć 6 posiada dwa możliwe stany (S6 i S7), które prowadzą do zakleszczenia. Oba te stany są osiągalne z każdego innego stanu tej sieci. Możemy zatem stwierdzić, że nie jest ona żywa. Sieć jest natomiast ograniczona, zachowawcza oraz bezpieczna.

Zadanie 7

Wymyślić własny przykład sieci, w której możliwe jest zakleszczenie i zweryfikować za pomocą grafu osiągalności oraz właściwości sieci w "State Space Analysis”



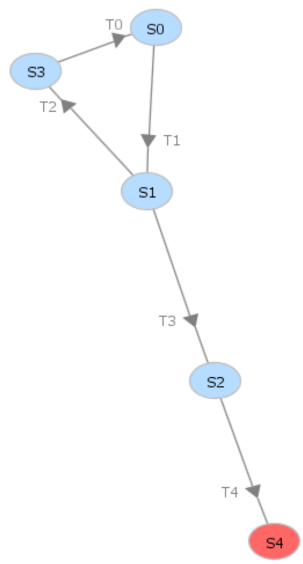
Obrazek 7.1 - Sieć 7

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: Initial state is deadlocked

Obrazek 7.2 - Właściwości sieci 7



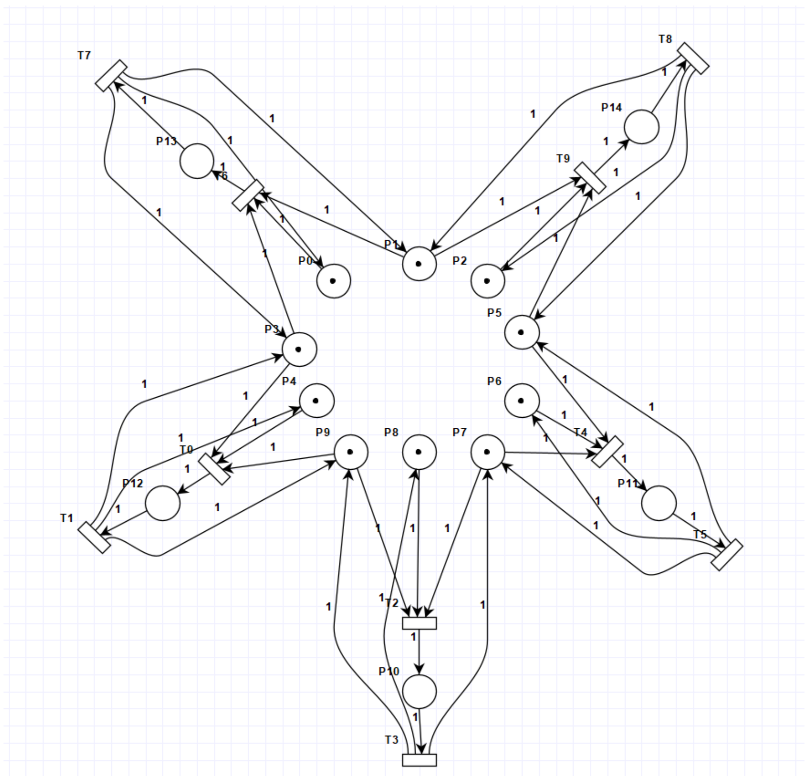
Obrazek 7.3 - Graf osiągalności sieci 7

Wnioski

Sieć nie jest żywa, ponieważ istnieje sekwencja przejść, prowadząca do zakleszczenia – najpierw T1, później T3, a na końcu T4. Bardzo dobrze jest to widoczne na grafie osiągalności (Obrazek 7.3). Zakleszczenie jest osiągalne po każdym cyklu S1, S3, S0.

Zadanie 8

Uruchom i przeanalizuj problem pięciu filozofów zamodelowany za pomocą sieci Petri



Obrazek 8.1 - Sieć 8 - Sieć przedstawiająca problem pięciu filozofów

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

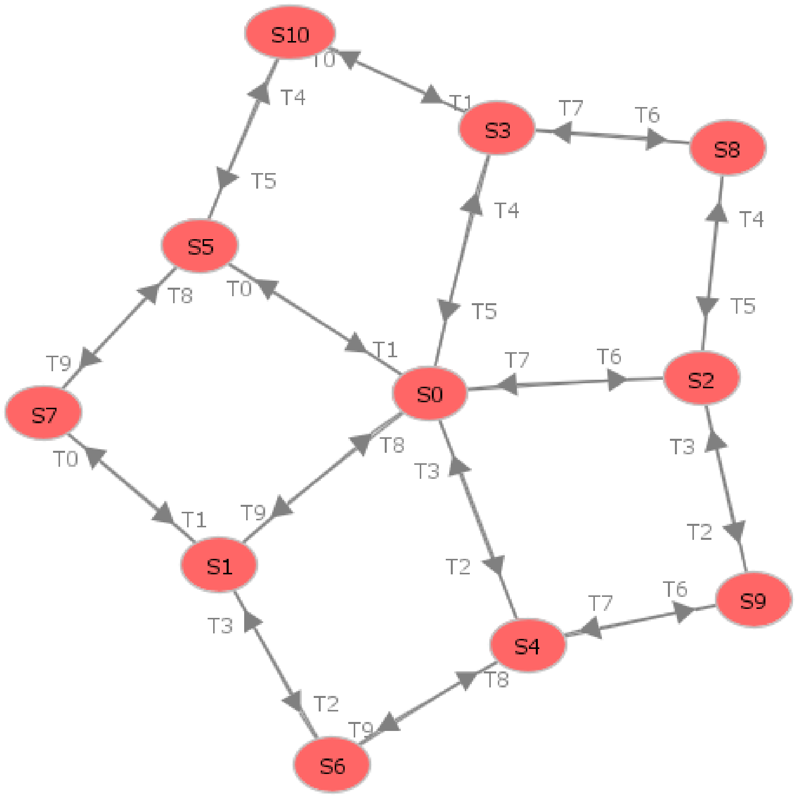
M(P0) + M(P13) = 1
M(P1) + M(P13) + M(P14) = 1
M(P14) + M(P2) = 1
M(P12) + M(P13) + M(P3) = 1
M(P12) + M(P4) = 1
M(P11) + M(P14) + M(P5) = 1
M(P11) + M(P6) = 1
M(P10) + M(P11) + M(P7) = 1
M(P10) + M(P8) = 1
M(P10) + M(P12) + M(P9) = 1

Obrazek 8.2 - Analiza niezmienników sieci 8

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	false

Obrazek 8.3 - Właściwości sieci 8



Obrazek 8.4 - Graf osiągalności sieci 8

Pomiędzy każdą sąsiadującą parą filozofów przy okrągłym stole znajduje się widelec, który reprezentuje zasób współdzielony przez sąsiadów.

Miejsca P0, P2, P4, P6, P8 reprezentują gotowość każdego z filozofów do jedzenia.

Miejsca P13, P14, P11, P10 i P12 określają sytuację, w której dany filozof spożywa posiłek

Natomiast P1, P3, P5, P9 i P7 reprezentują stan każdego z widelców - aktualnie używany bądź nie.