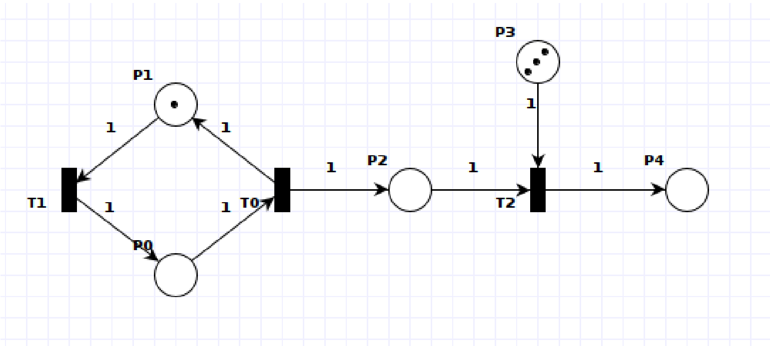
Teoria współbieżności Sieci Petriego

Przemysław Węglik

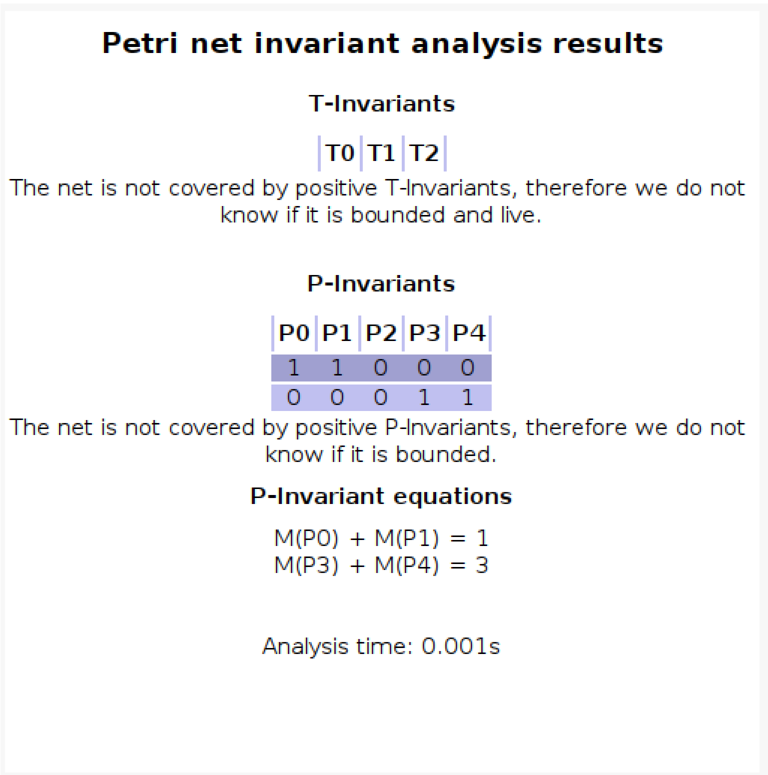
9 stycznia 2023

1 Zadanie 1

Sieć może wyprodukować nieskończoność znaczników w miejscu P2, ale liczba znacznikþw które pojawią się w P4, jest ograniczona początkowym znaczeniem P3.



Rysunek 1: Sieć Petriego



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	P4
1	1	0	0	0
0	0	0	1	1

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

P-Invariant equations

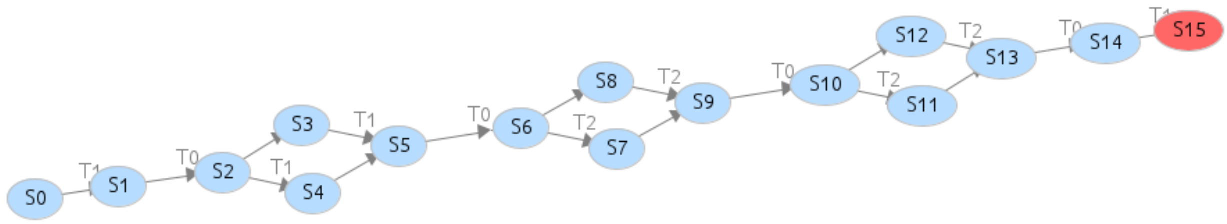
M(P0) + M(P1) = 1
M(P3) + M(P4) = 3

Analysis time: 0.001s

Rysunek 2: Analiza niezmienników

Sieć nie jest pokryta pozytywnymi niezmiennikami miejsc, a zatem nie wiadomo czy jest ogarniczona. Obserwując sieć widzimy, że nie jest (w P2 może się znaleźć nieskończenie wiele znaczników).

Jeśli chodzi o niezmienniki miejsc to ponownie potwierdzają się początkowe informacje. Jeden ze zbiorów niezmienników zawiera P0 i P1, ponieważ tworzą cykl który nie zmienia w nich liczby znaczników. Drugim zbiorem jest P3 i P4, ponieważ każde zmniejszenie liczby znaczników w P3 skutukuje przybyciem zniacznika do P4.

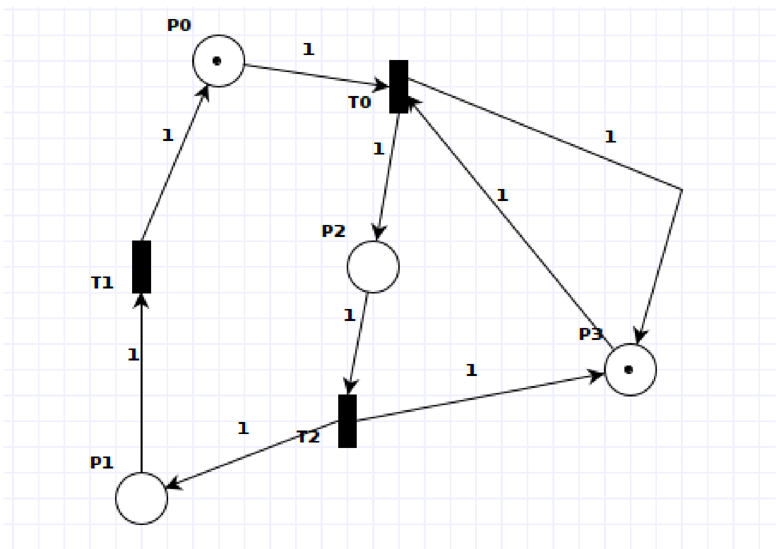


Rysunek 3: Graf osiągalności

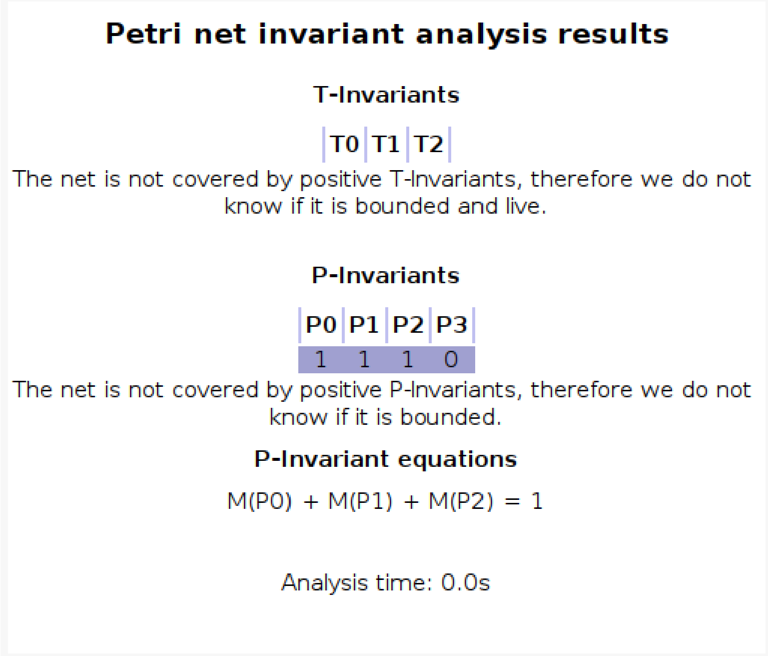
Dla potrzeb ogarniczenia rozamiru grafu nałożyłem ogarniczenie pojemności = 1 na P2. Tranzycje następują w oczekiwanej kolejności. Po wyczerpaniu znaczników z P3, sieć znajduje się w takim stanie, że może w nieskończoność odpalać tranzycje T0 i T1, oc symbolizuje czerwony kolor na rysunku

2 Zadanie 2

Sieć reprezentuje swego rodzaju zliczanie ile razy został wykonany cykl operacji.



Rysunek 4: Sieć Petriego



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.

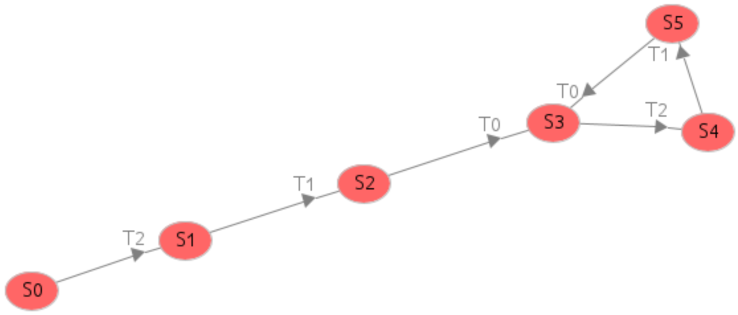
P-Invariant equations

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

Analysis time: 0.0s

Rysunek 5: Analiza niezmienników

Sieć nie jest odwracalna, bo wtedy niezmienniki tranzycji pokazałyby jakie tranzycje trzeba wykonać w tym celu. Sieć nie jest pokryta takimi niezmiennikami.

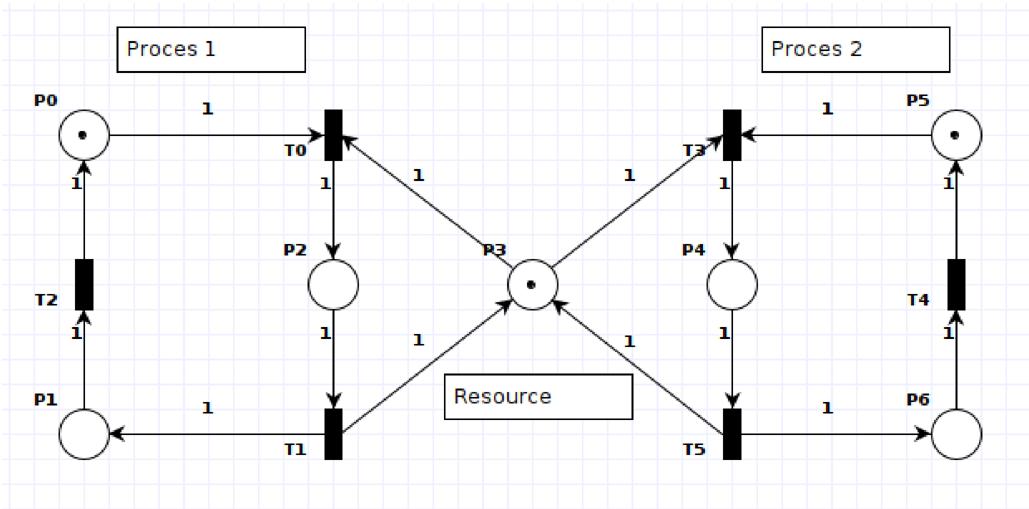


Rysunek 6: Graf osiągalności

Sieć nie jest ogarniczona, liczba znaczników możne rosnąć do nieskończoności w cyklu między stanami S3, S4 i S5.

Sieć jest żywa, ponieważ zawsze możemy odpalić którąś z tranzycji.

3 Zadanie 3



Rysunek 7: Sieć Petriego

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	1	1	0	0	0
0	0	0	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	1	1	1	0	0
0	0	0	0	1	1	1

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

P-Invariant equations

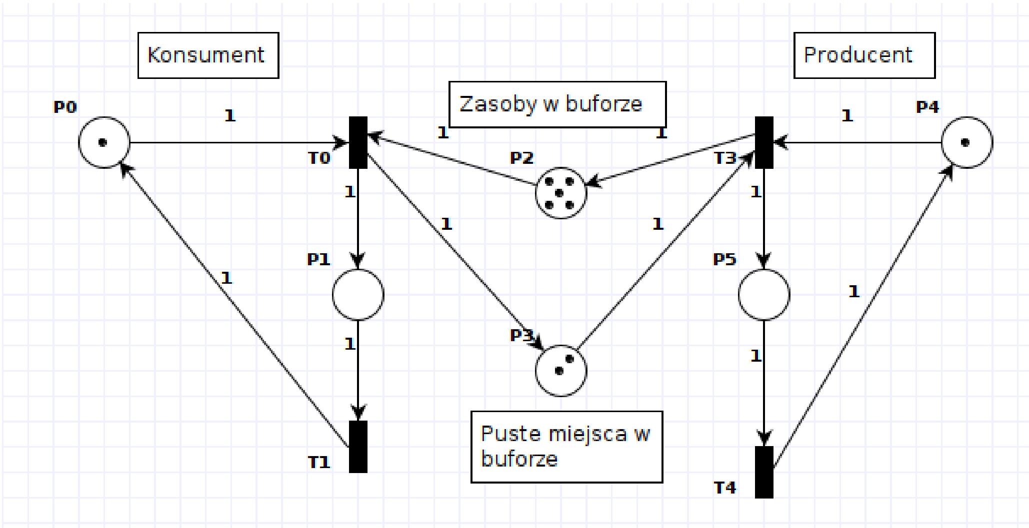
M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1
M(P2) + M(P3) + M(P4) = 1
M(P4) + M(P5) + M(P6) = 1

Analysis time: 0.001s

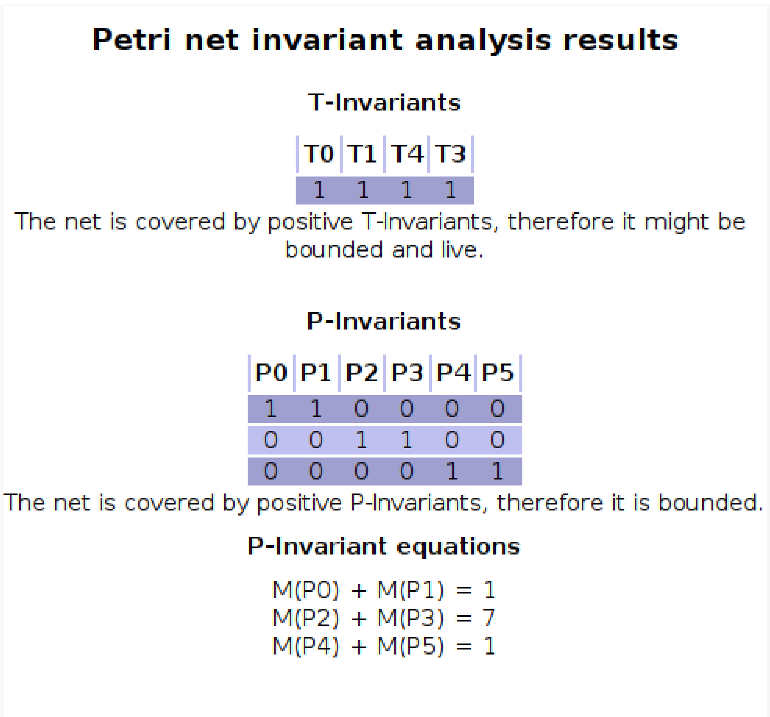
Rysunek 8: Analiza niezmienników

Widzimy czy zbiory w analizie P-niezmienników. Zbiory pierwszy i trzeci odpowiadają ciągłości obliczeń w procesach. Zbiór drugi reprezentuje ochronę zasobu. Ilość znaczników między miejscami P2, P3 i P4 się nie zmienia. Jeśli obecność znacznika oznacza kontrolę nad zasobem to w elegancki sposób medluje to przyznawanie dostępu do zasobu.

4 Zadanie 4



Rysunek 9: Sieć Petriego



Petri net invariant analysis results

T-Invariants

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

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

P-Invariant equations

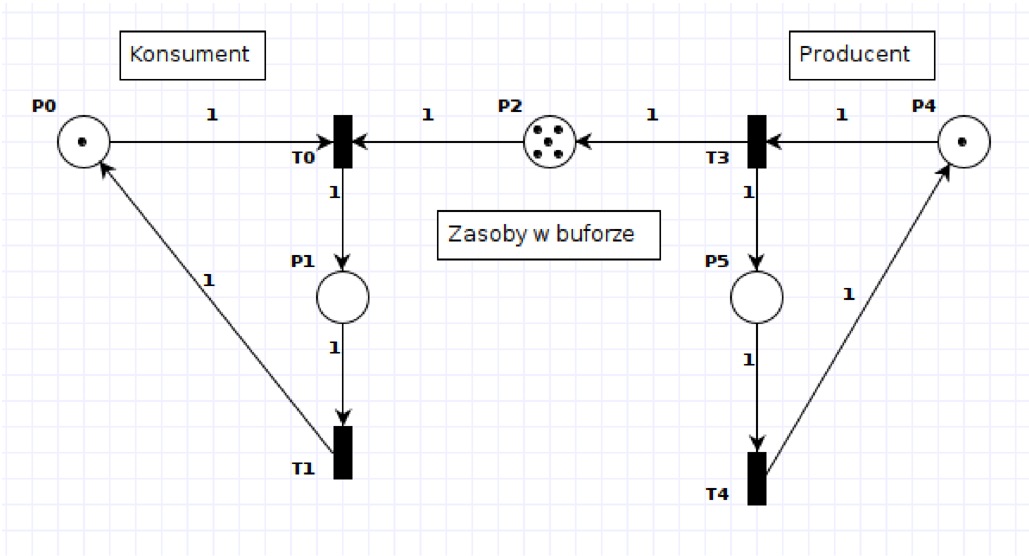
M(P0) + M(P1) = 1
M(P2) + M(P3) = 7
M(P4) + M(P5) = 1

Rysunek 10: Analiza niezmienników

Sieć jest zachowawcza, ponieważ jest pokryta pozytywnymi niezmiennikami pozycji. W każdym ze zbiorów liczba znaczników się nie zmienia, a że przykrywają sobą całą sieć, to możemy wniskować, że suma znaczników w całej sieci również się nie zmienia.

Mówi nam o tym równanie drugie. Rozmiar bufora w przykładzie to 7.

5 Zadanie 5



Rysunek 11: Sieć Petriego

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T3	T4
1	1	1	1

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

P-Invariants

P0	P1	P2	P4	P5
1	1	0	0	0
0	0	0	1	1

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

P-Invariant equations

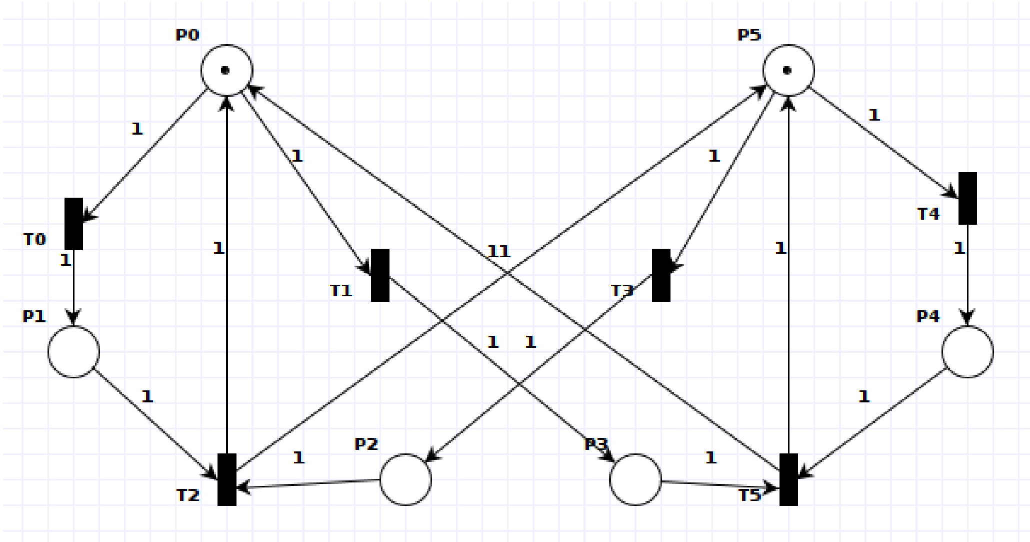
M(P0) + M(P1) = 1
M(P4) + M(P5) = 1

Analysis time: 0.0s

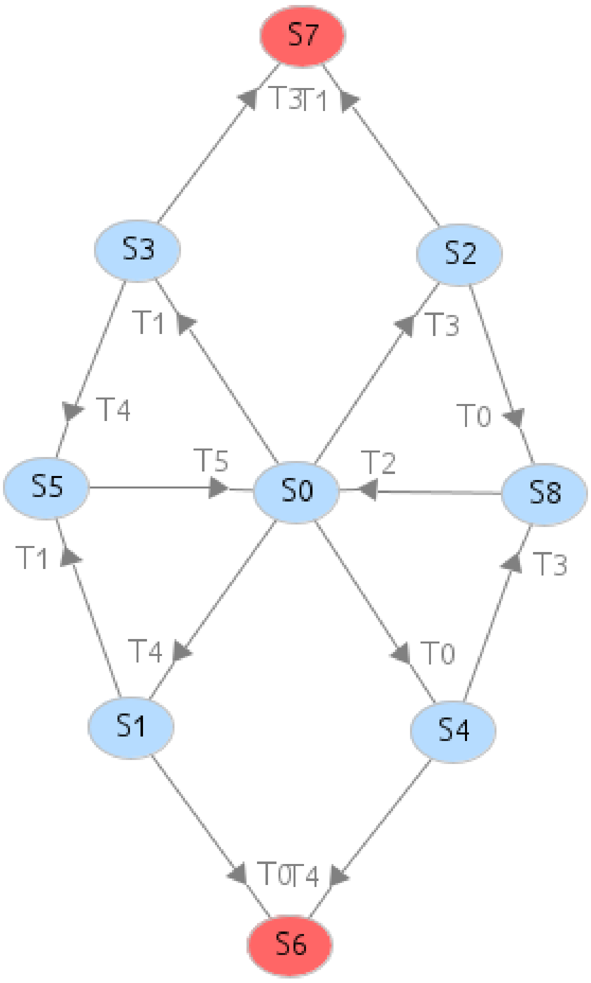
Rysunek 12: Analiza niezmienników

Sieć nie jest zachowawcza, ponieważ w P2 liczba znaczników nie jest ograniczona. Co ciekawe, z analizy niezmienników miejsc wynika, że **sieć jest odwracalna**.

6 Zadanie 6



Rysunek 13: Sieć Petriego



Rysunek 14: Graf osiągalności

Występuje zakleszczenie w stanach S6 i S7. Odpowiadają one znaczeniom: S6 - {0, 1, 0, 0, 1, 0}, S7 - {0, 0, 1, 1, 0, 0}. Oznacza to zakleszczenie Występuje gdy znaczniki znajdą się jednoczenie w miejscach P1 i P4 lub P2 i P3.

Petri net state space analysis results

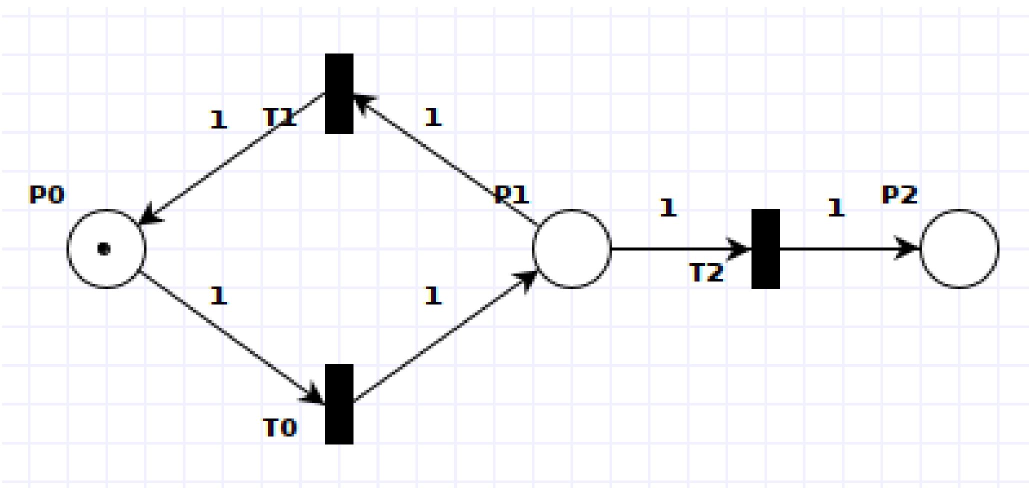
Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T0 T4

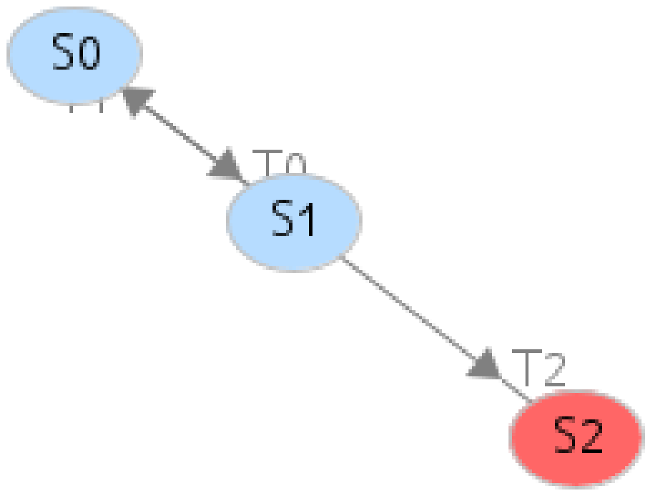
Rysunek 15: State Space Analysis

State Space Analysis potwierdza naszą analizę i wskazuje najkrótszą scieżkę do zakleszczenia jako wykonanie tranzycji T0 i T4, co prowadzi nas do stanu S6

7 Zadanie 7



Rysunek 16: Sieć Petriego



Rysunek 17: Graf osiągalności

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

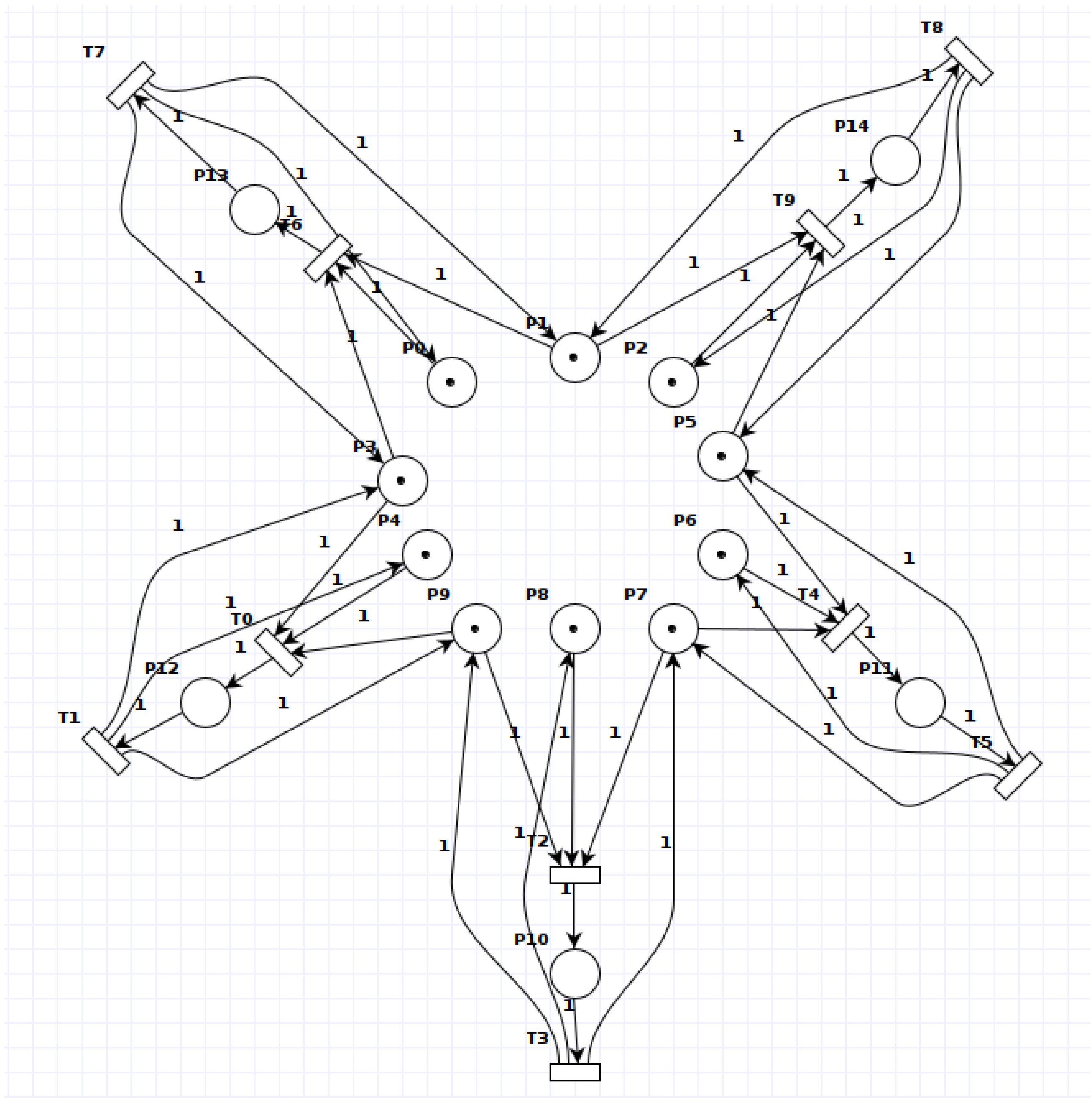
Shortest path to deadlock: T0 T2

Rysunek 18: State Space Analysis

Analiza jest bardzo prosta. Sieć zakleszcza się w stanie S2, które odpowiada znaczeniu, w którym znacznik znajduje się w P2. Nie może stamtąd przejść za pomocą żadnej tranzycji i następuje zakleszczenie.

State Space Analysis potwierdza naszą analizę.

8 Zadanie 8



Rysunek 19: Sieć Petriego

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

Rysunek 20: Analiza niezmienników

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	false

Rysunek 21: State Space Analysis

Wnioskujemy, że **sieć jest ograniczona, zachowawcza i bezpieczna.** Nie występują zakleszczenia.

Analizując logicznie co się dzieje w sieci widzimy, że zbudowana jest ona z modułów reprezentujących filozofów i z miejsc reprezentujących widelce. Znacznik w takim miejscu oznacza, że widelec lezy na stole, a jego brak, że któryś z filozofów obecnie go używa.

Przeanalizujmy filozofa który "składa się" z P4, P12, T0 i T1. Znacznik w P4 odpowiada sytuacji gdy filozof czeka na oba widelce. Odpalając T0 filozof podnosi widelce i ustawia znacznik w P12, co oznacza, że aktualnie używa widelców. Odpalając T1 filozof odkłada oba widelce na miejsce.