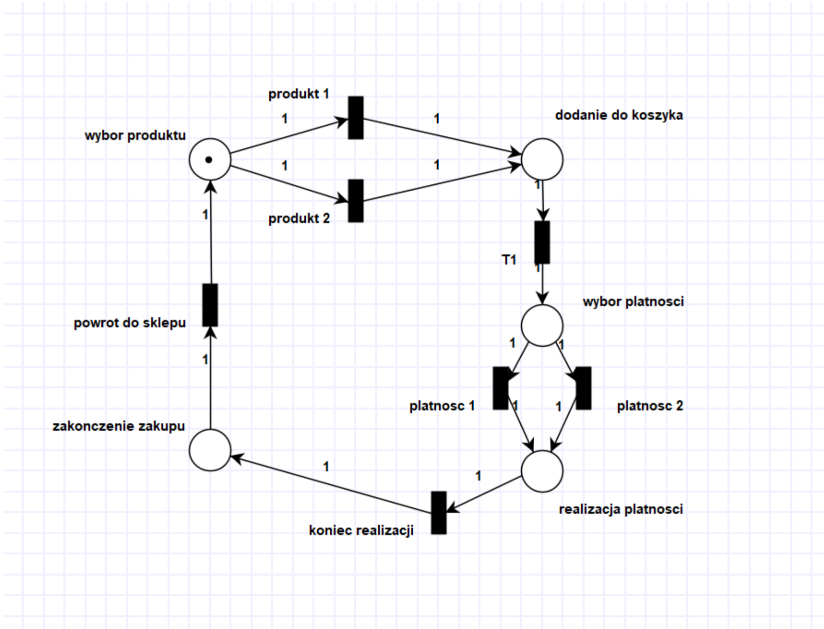
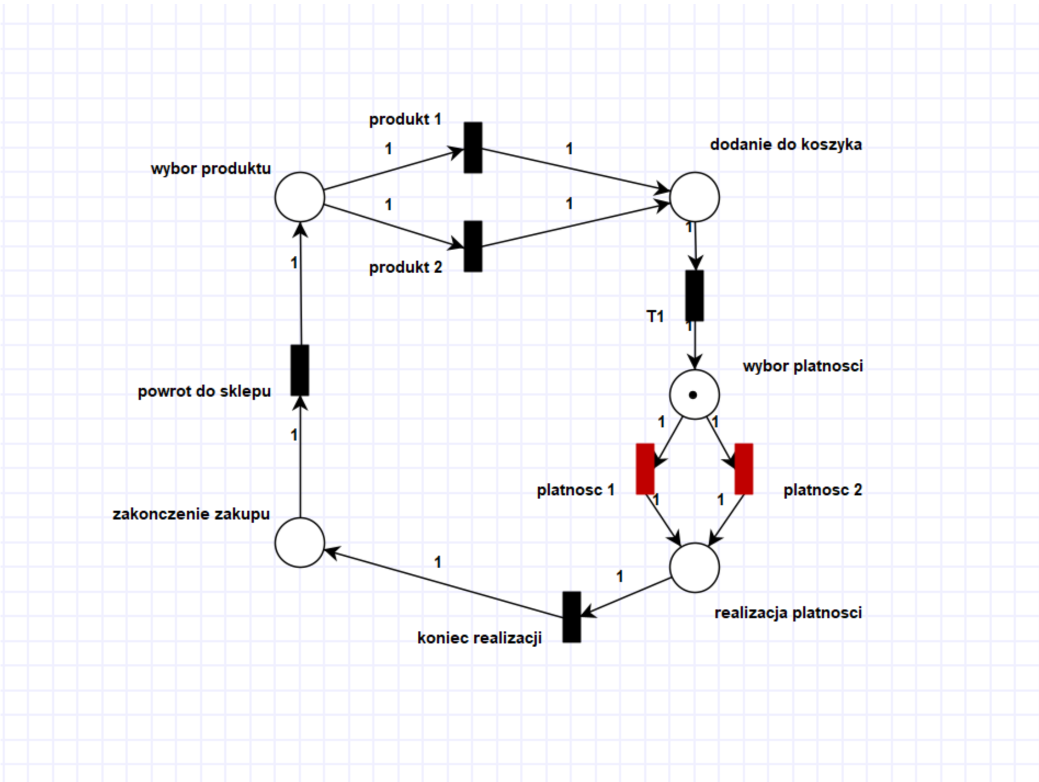
# *Sieci Petriego – sprawozdanie*

*Michał Kobiera*

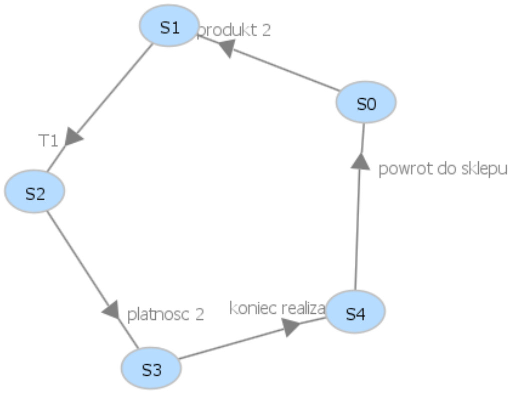
1. Wymyślić własną maszynę stanów, zasymulować przykład i dokonać analizy grafu osiągalności oraz niezmienników




*Rysunek 1*




*Rysunek 2*

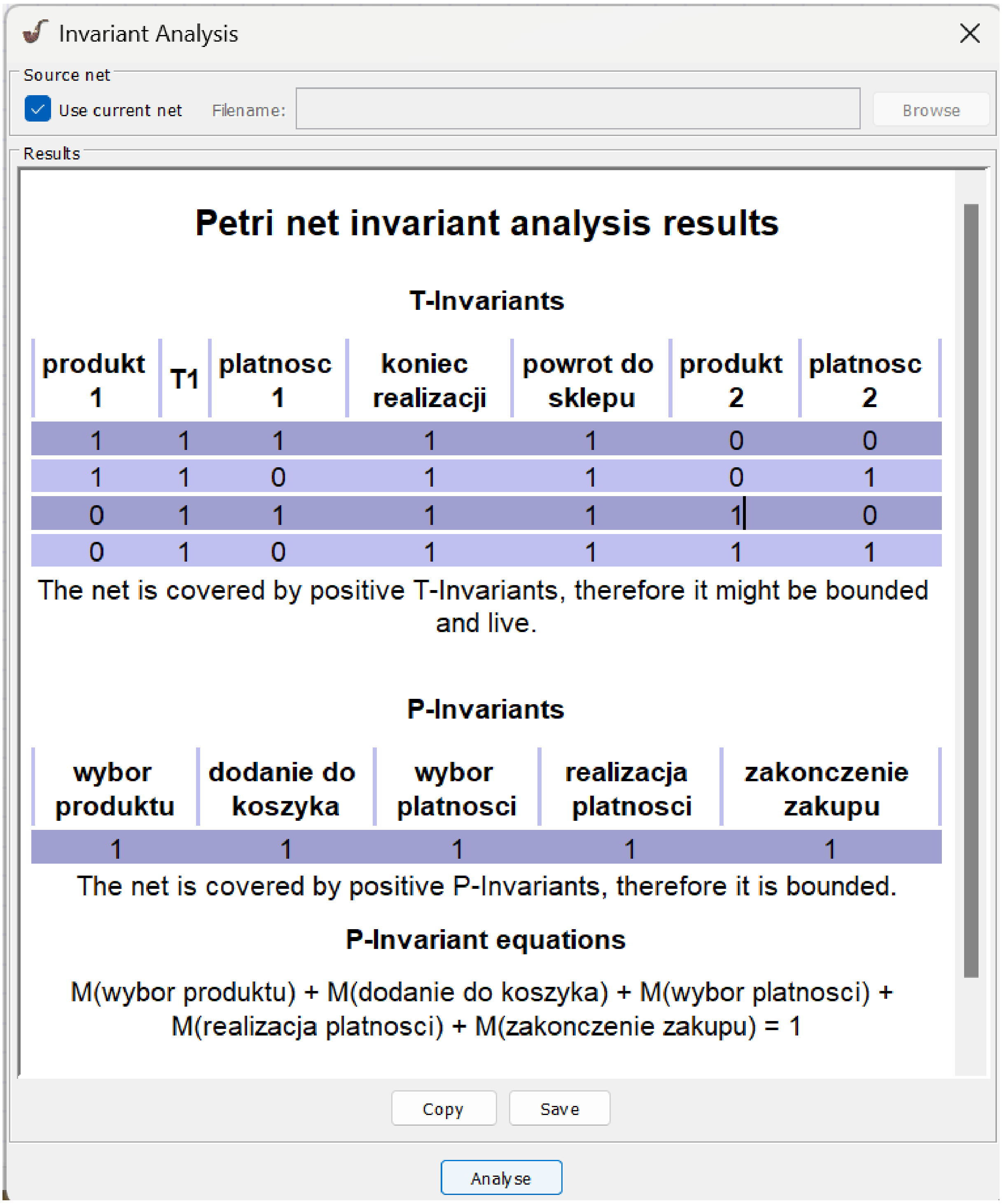



*Rysunek 3*

Znaczniki:

*S0 = {1, 0, 0, 0, 0}*
*S1 = {0, 1, 0, 0, 0}*
*S2 = {0, 0, 1, 0, 0}*
*S3 = {0, 0, 0, 1, 0}*
*S4 = {0, 0, 0, 0, 1}*

Jak widać po analizie znaczników, wszystkie stany są osiągalne




## Petri net invariant analysis results

### T-Invariants

| produkt 1 | T1 | platnosc 1 | koniec realizacji | powrot do sklepu | produkt 2 | platnosc 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

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

### P-Invariants

| wybor produktu | dodanie do koszyka | wybor platnosci | realizacja platnosci | zakonczenie zakupu |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

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

### P-Invariant equations

M(wybor produktu) + M(dodanie do koszyka) + M(wybor platnosci) + M(realizacja platnosci) + M(zakonczenie zakupu) = 1

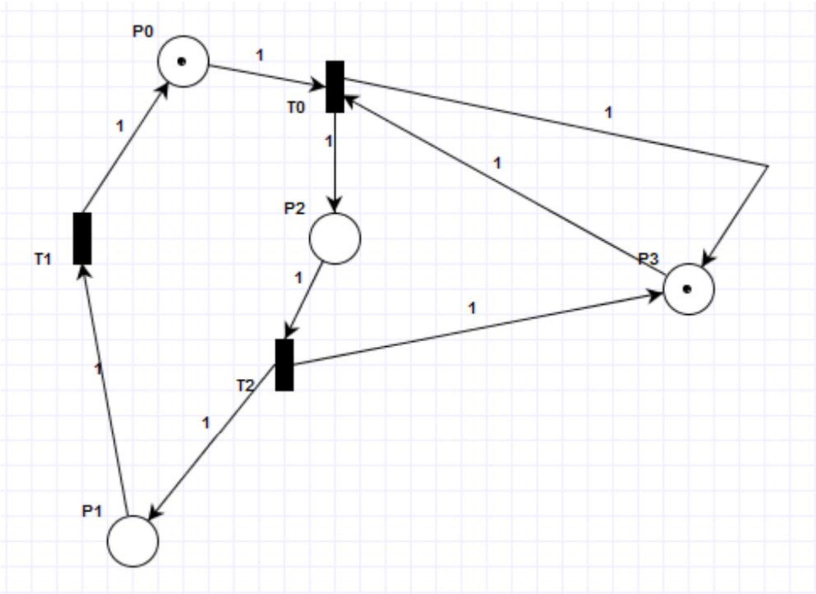
**Niezmienniki przejść**

Z analizy niezmienników przejść wynika, że sieć może być ograniczona i żywa.

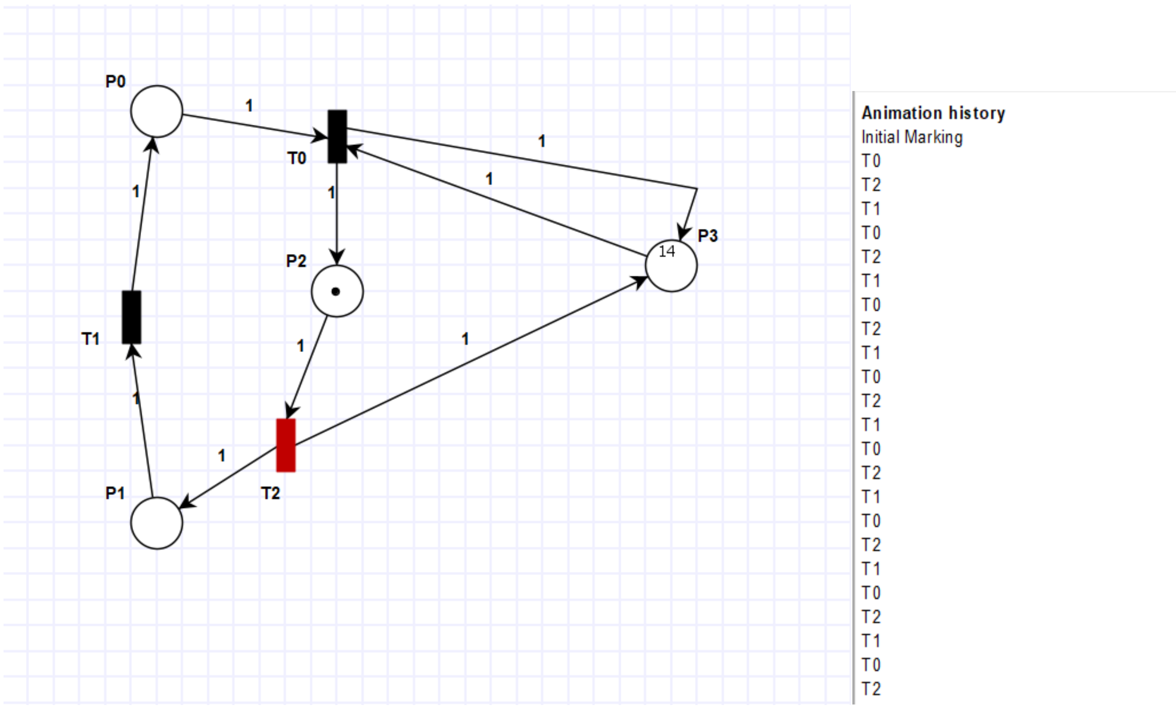
**Niezmienniki miejsc**

Z analizy niezmienników miejsc wynika, że sieć jest **ograniczona**.

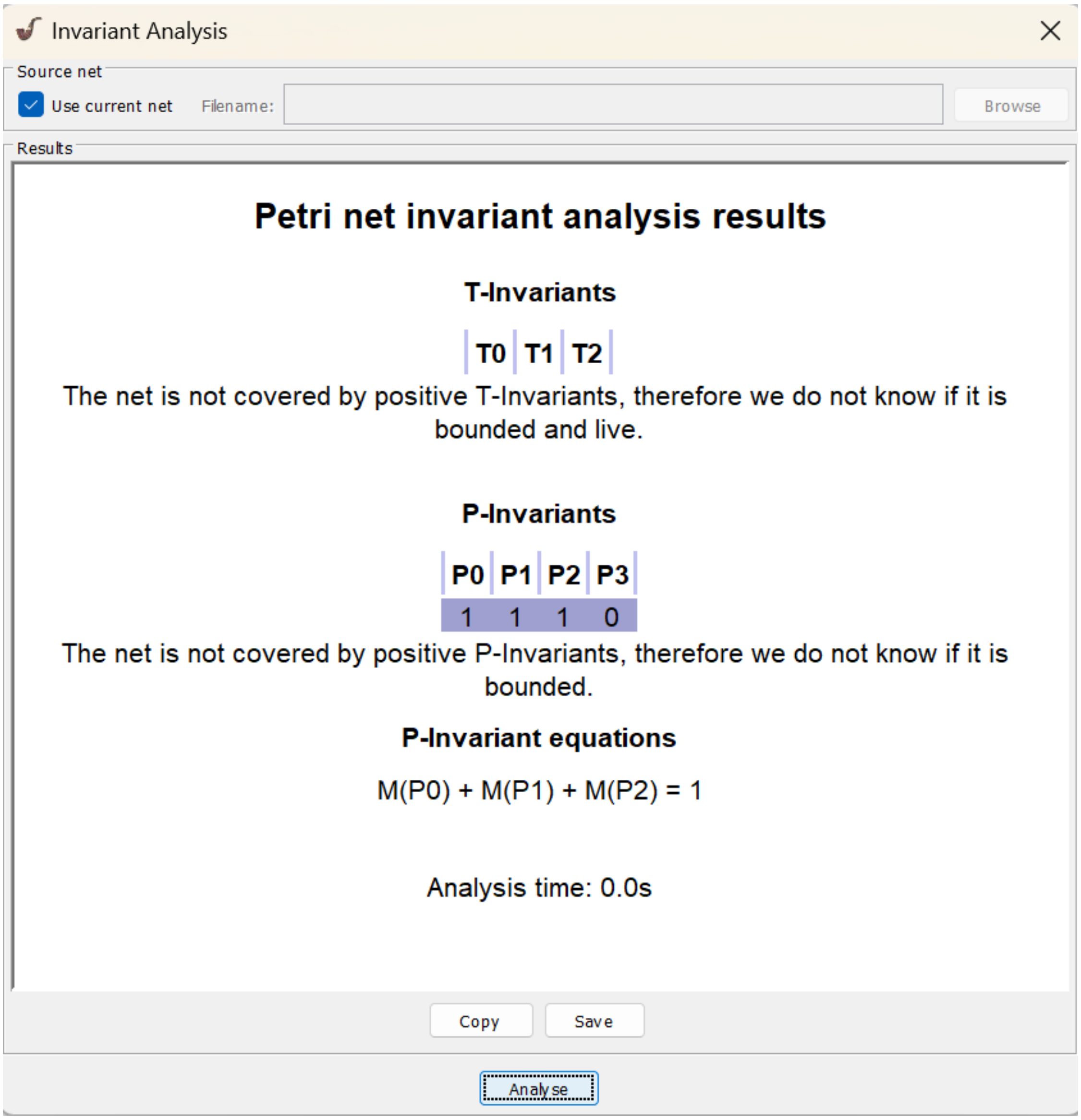
## 2. Zasymulować sieć jak na Rys. 4




*Rysunek 4*

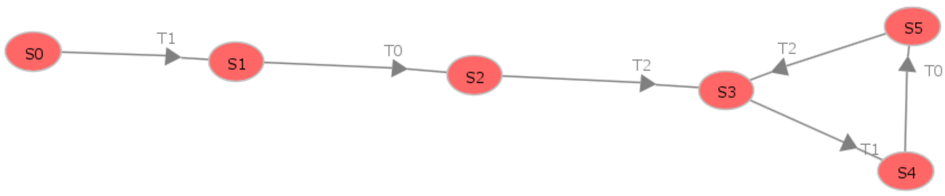



*Rysunek 5*



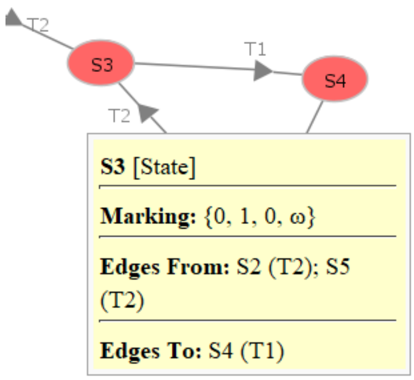

*Rysunek 6*

**Z analizy niezmienników przejść** – nie istnieje taka kombinacja po której wrócimy do stanu początkowego, stąd możemy wyciągnąć wniosek, że sieć **nie jest odwracalna**.




*Rysunek 7*

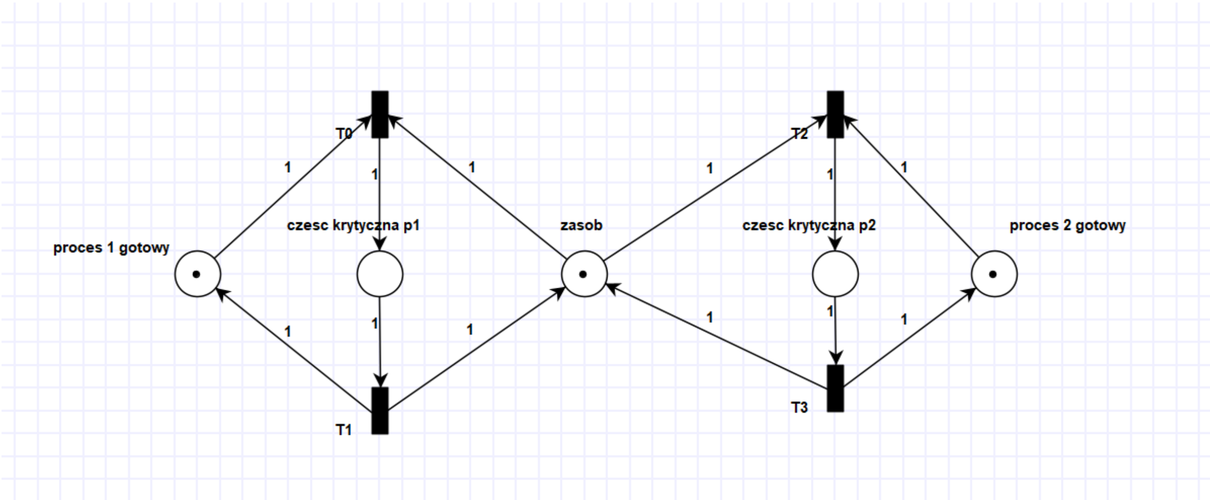
**Z grafu osiągalności** możemy wywnioskować, że sieć jest **żywa**. Z każdego stanu w tym grafie istnieje krawędź wychodząca.



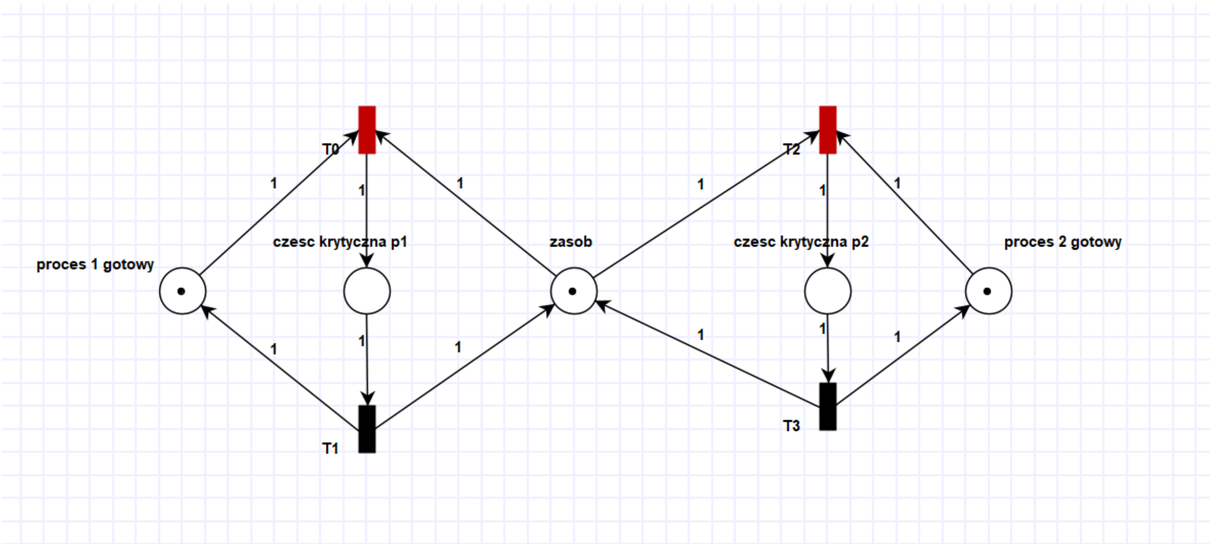

*Rysunek 8*

Sieć **nie jest ograniczona**. W miejscu P3 co pewien czas w nieskończoność dodajemy kolejne tokeny i nie możemy ich ilości ograniczyć z góry żadną liczbą.

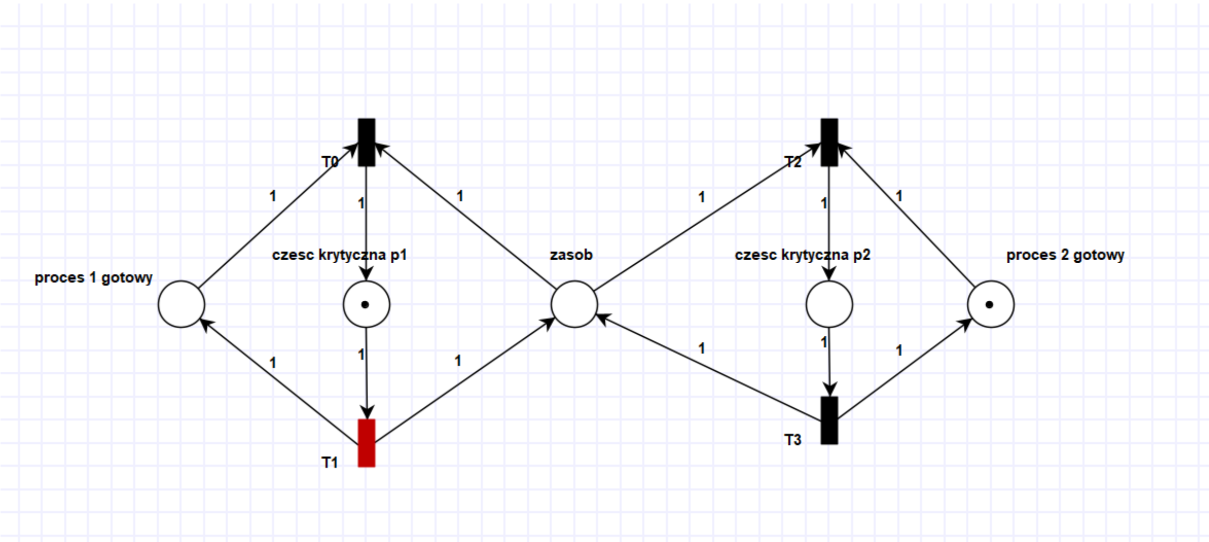
3. Zasymulować wzajemne wykluczanie dwóch procesów na wspólnym zasobie. Dokonać analizy niezmienników miejsc oraz wyjaśnić znaczenie równań (P-invariant equations). Które równanie pokazuje działanie ochrony sekcji krytycznej?



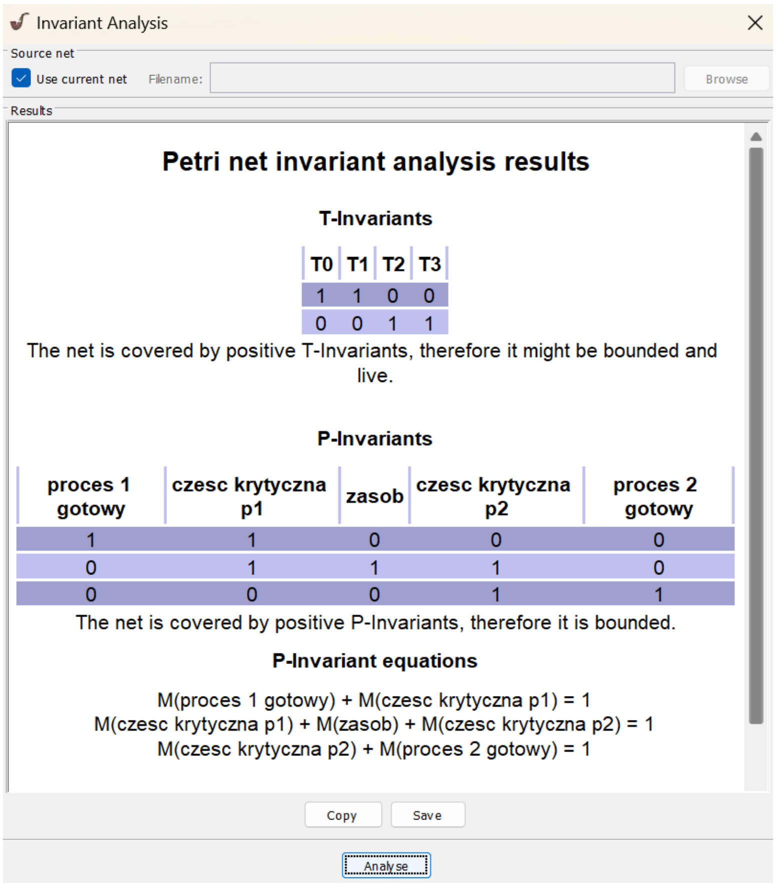

*Rysunek 9*




*Rysunek 10*




*Rysunek 11*




## 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

| proces 1 gotowy | czesc krytyczna p1 | zasob | czesc krytyczna p2 | proces 2 gotowy |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

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

### P-Invariant equations

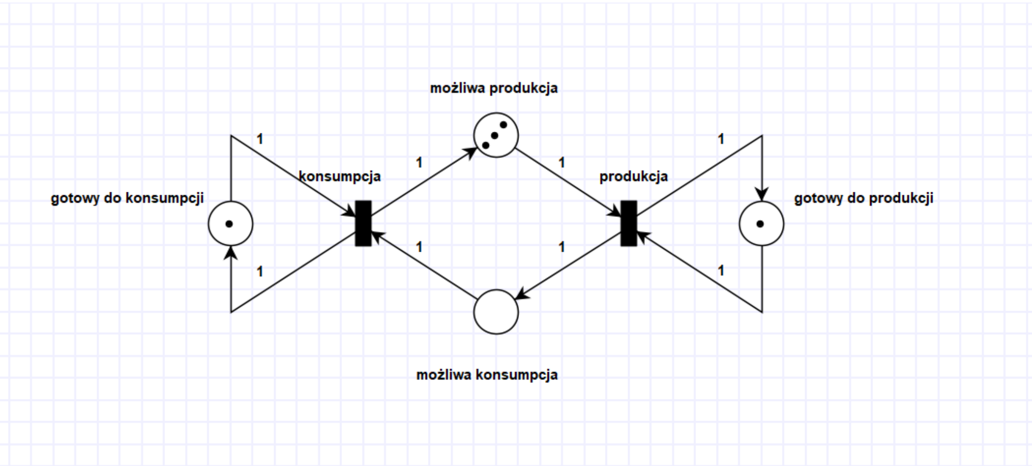
M(proces 1 gotowy) + M(czesc krytyczna p1) = 1
M(czesc krytyczna p1) + M(zasob) + M(czesc krytyczna p2) = 1
M(czesc krytyczna p2) + M(proces 2 gotowy) = 1

*Rysunek 12*

Z analizy **niezmienników miejsc** możemy wnioskować, że sieć jest **ograniczona**.

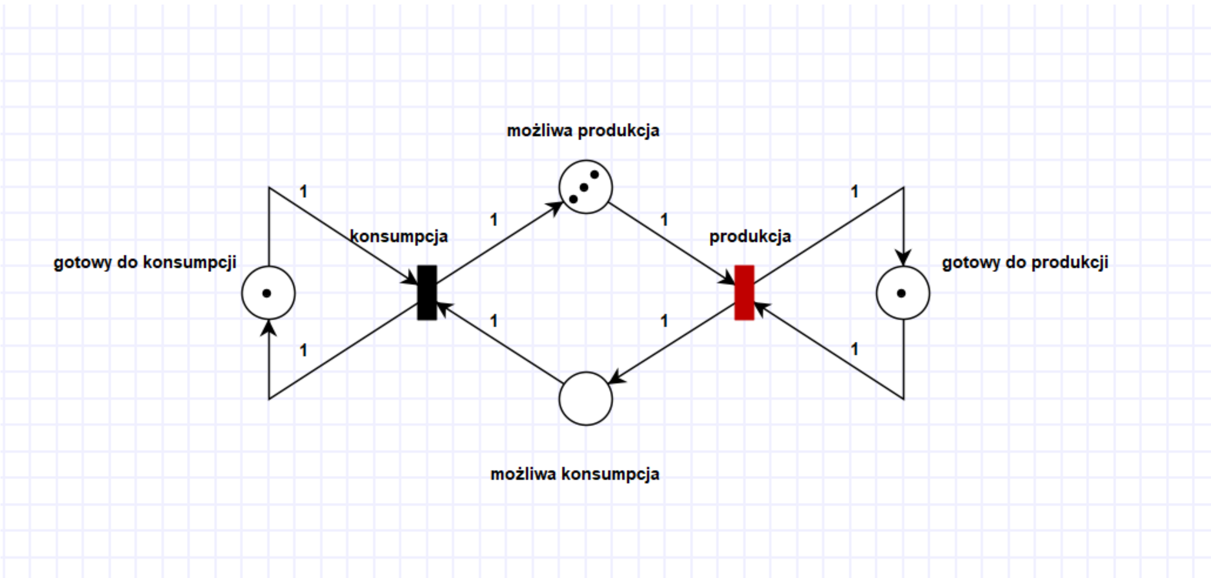
Z **równań niezmienników** wynika, że liczba tokenów w zbiorze {część krytyczna p1, część krytyczna p2, monitor} jest stale równa 1. Nie może się zdarzyć, że zasób będzie miał proces 1 i 2 jednocześnie, co pokazuje **ochronę sekcji krytycznej.**

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

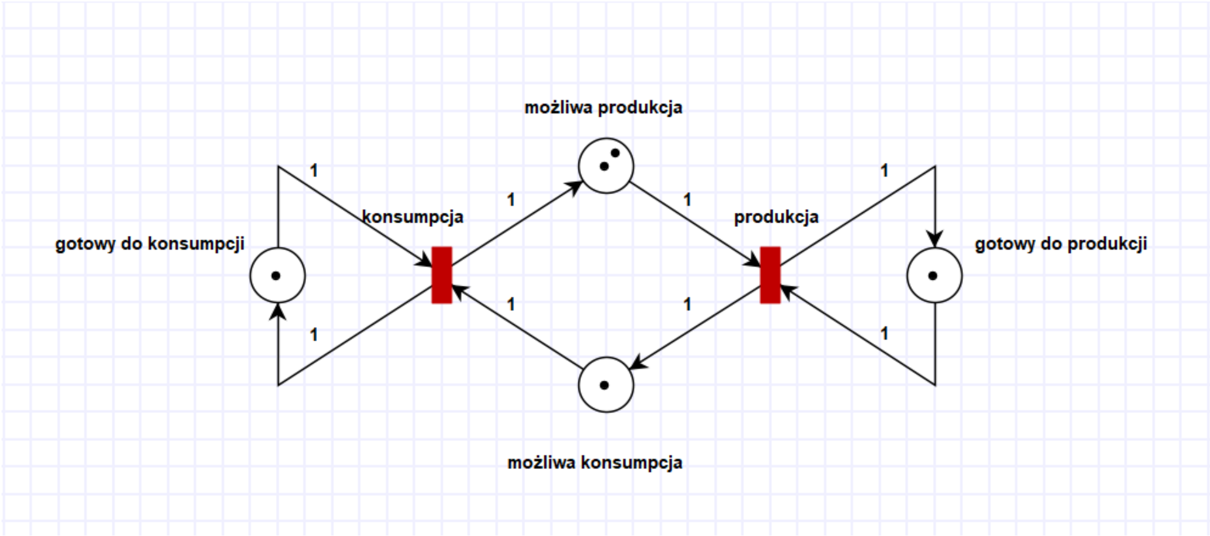



*Rysunek 13*

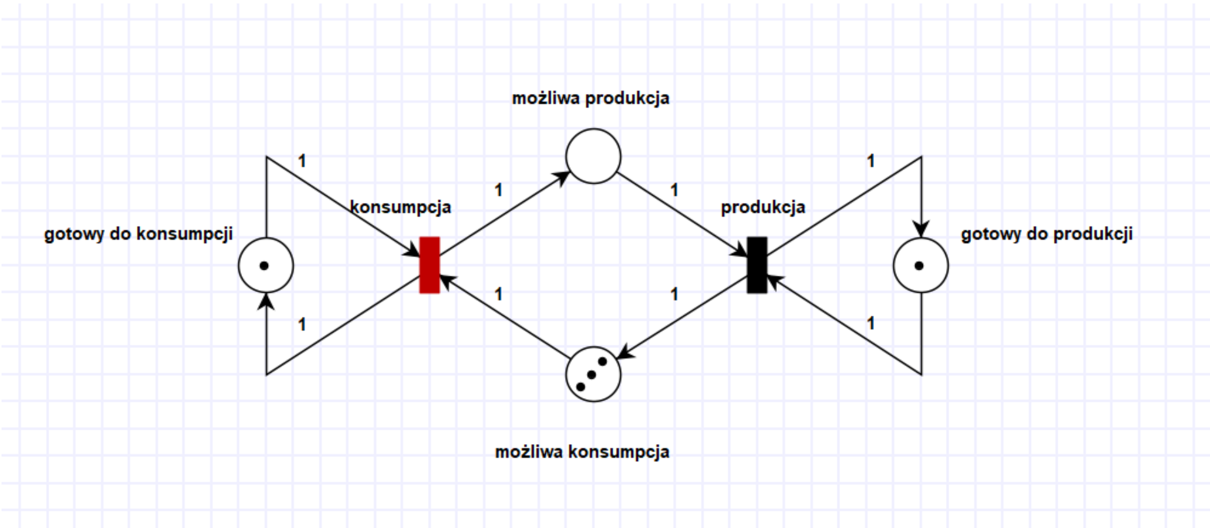
*Dwa środkowe miejsca symulują buffor, który jest ograniczony przez ilość tokenów, w tym przypadku 3. Konsumer i producent dodatkowo mają swój token, który mówi o tym czy chcą wejść do sekcji krytycznej.*



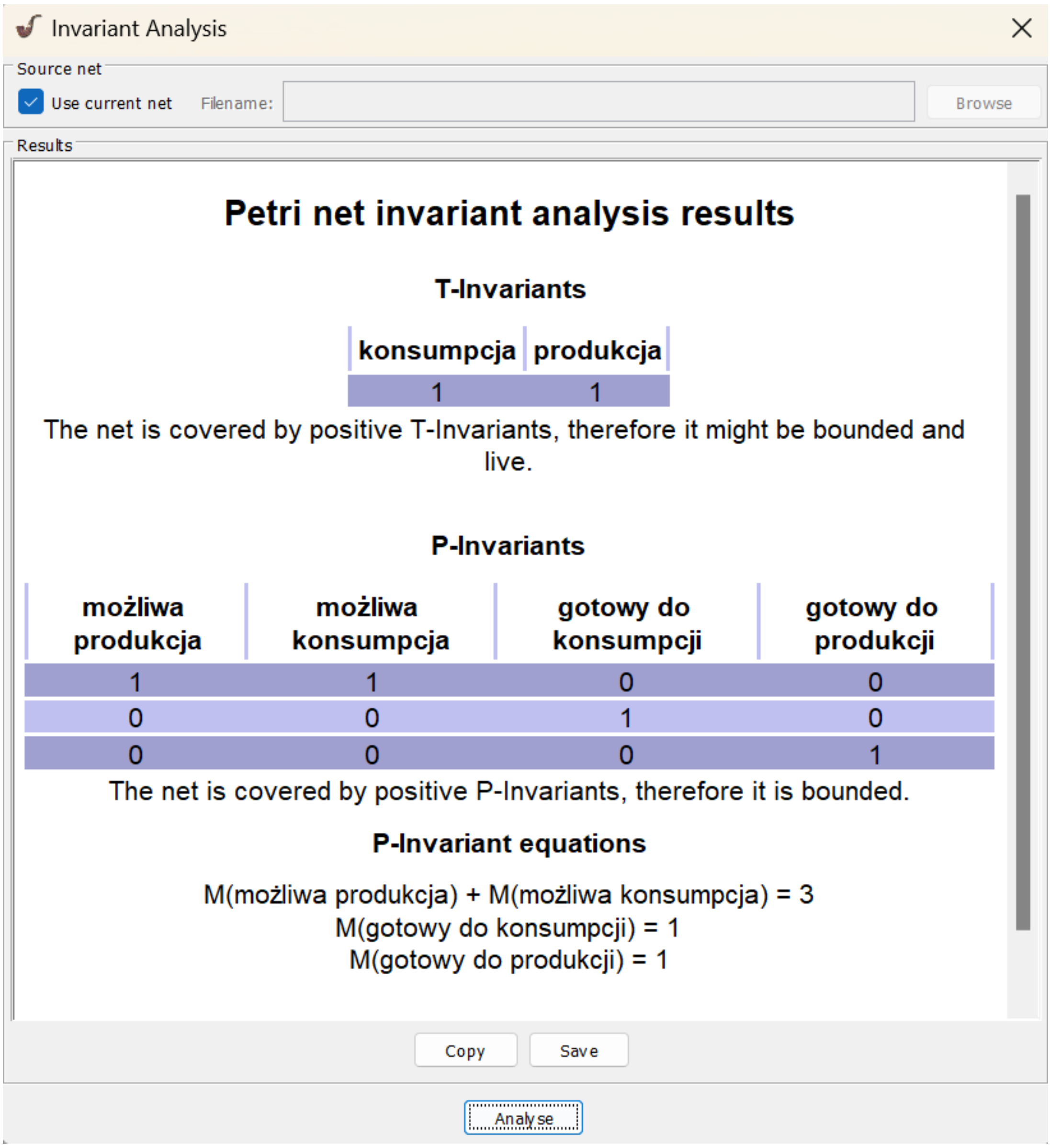

*Rysunek 14*




*Rysunek 15*




*Rysunek 16*

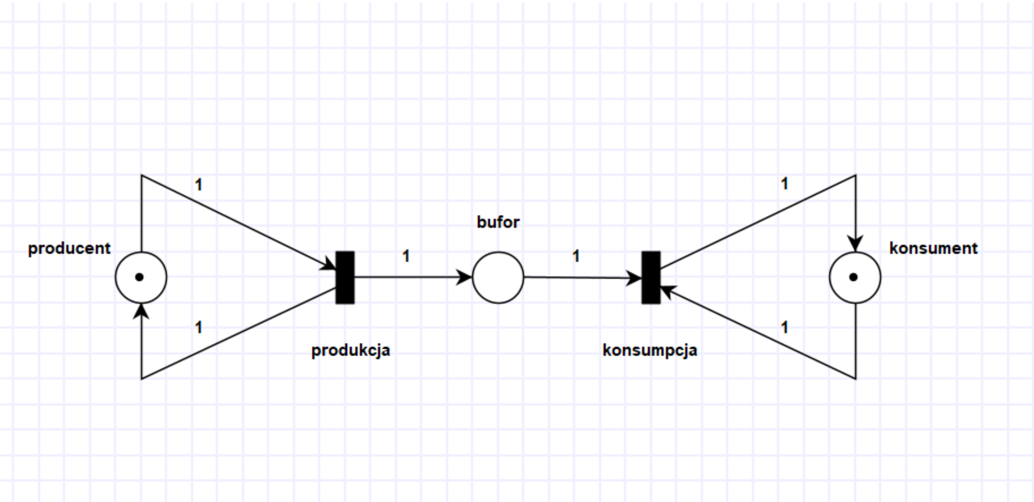



*Rysunek 17*

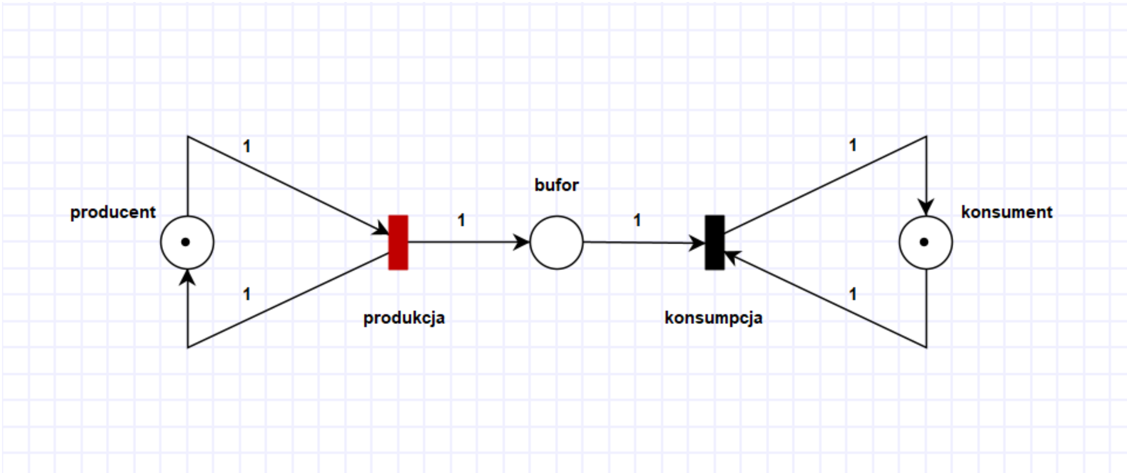
Z analizy **niezmienników przejść** możemy wnioskować, że sieć może być ograniczona i żywa.

Z analizy **niezmienników miejsc** wnioskujemy, że sieć jest **ograniczona**. Pierwsze równanie niezmienników miejsc mówi nam o rozmiarze bufora. Możemy również zaobserwować, że ilość tokenów nie zmienia się, co znaczy, że sieć jest **zachowawcza**. (Możemy tak wnioskować, bo podzbiory miejsc w równaniach są rozłączne).

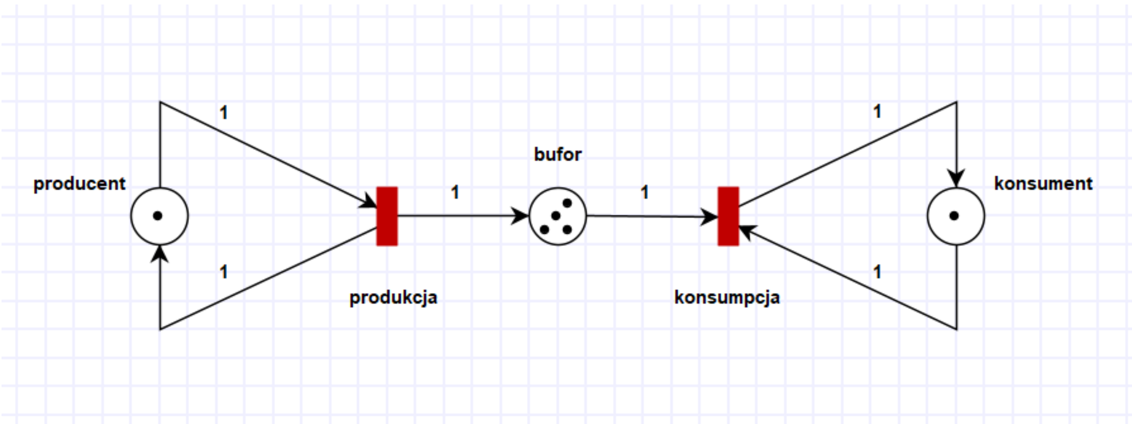
5. Stworzyć symulacje problemu producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem. Dokonać analizy niezmienników. Zaobserwować brak pełnego pokrycia miejsc.



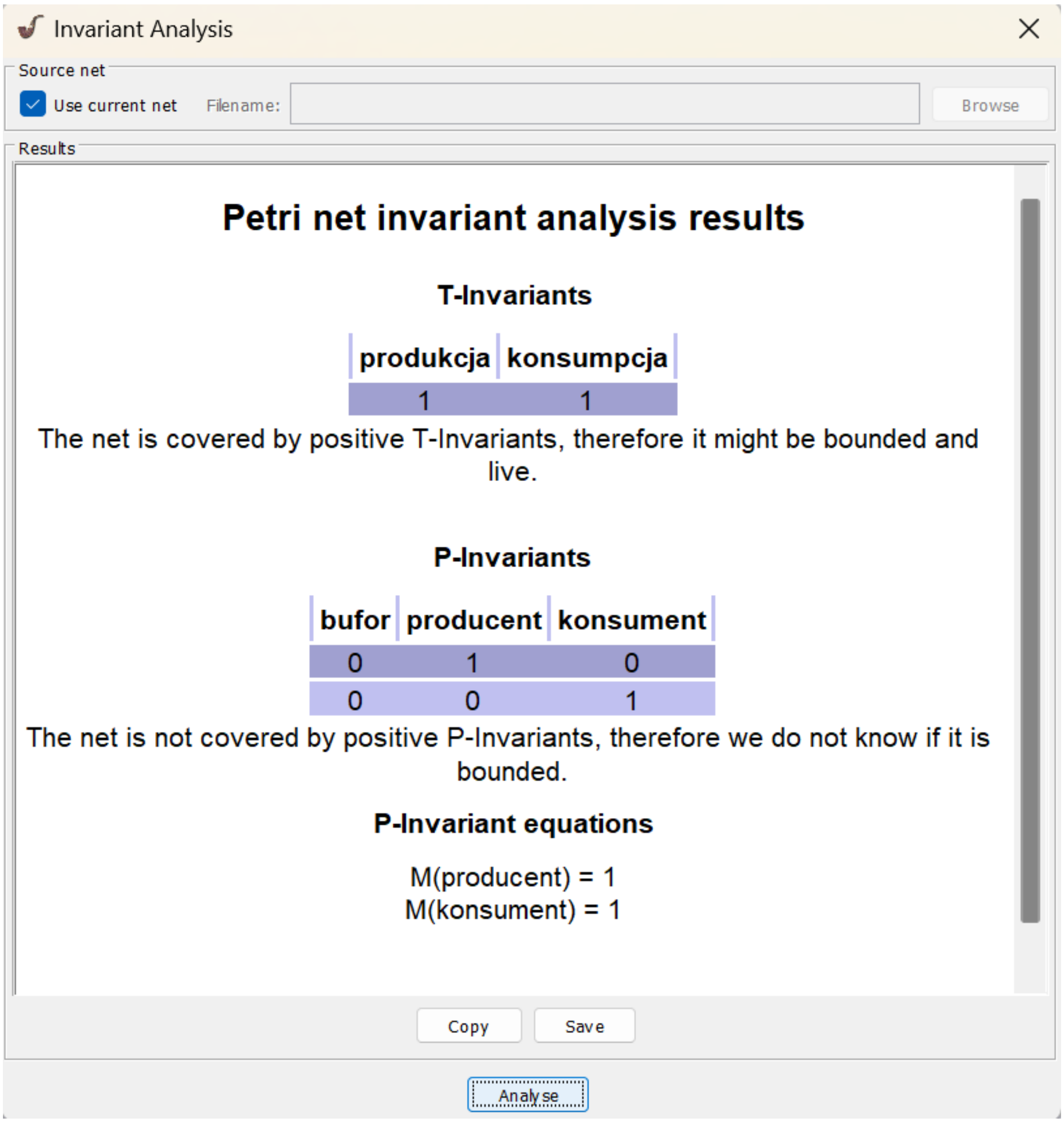

*Rysunek 18*




*Rysunek 19*




*Rysunek 20*



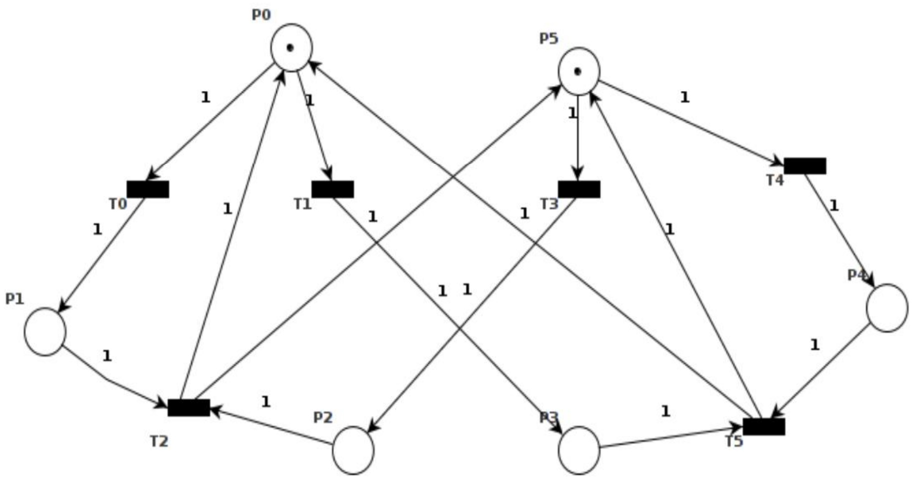

*Rysunek 21*

Analiza niezmienników nie mówi nam wprost czy sieć jest ograniczona. Widać, producent i konsument stale mają po jednym tokenie.

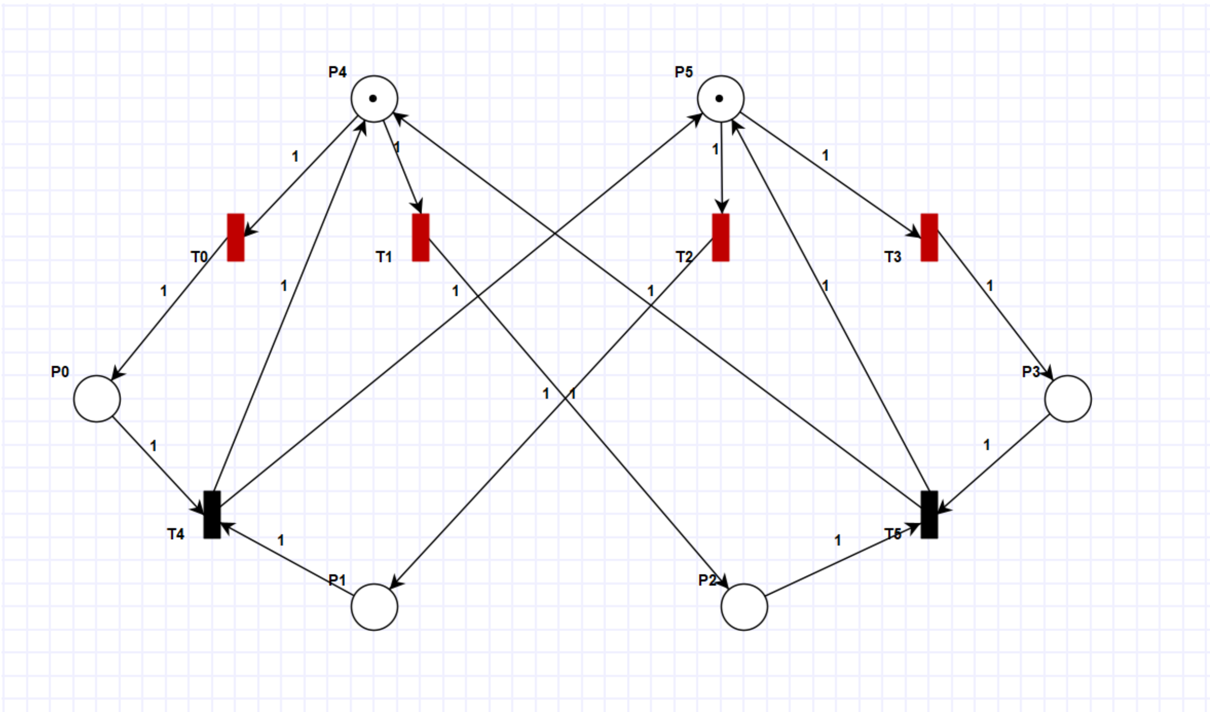
Po **analizie niezmienników przejść** wnioskujemy, że sieć jest **odwracalna**, wystarczy wykonać kolejno produkcje i konsumpcje i możemy wrócić do poprzedniego stanu.

W buforze obserwujemy **brak pełnego pokrycia miejsca**, to znaczy, że w tym miejscu mogą stale dodawać się nowe tokeny.

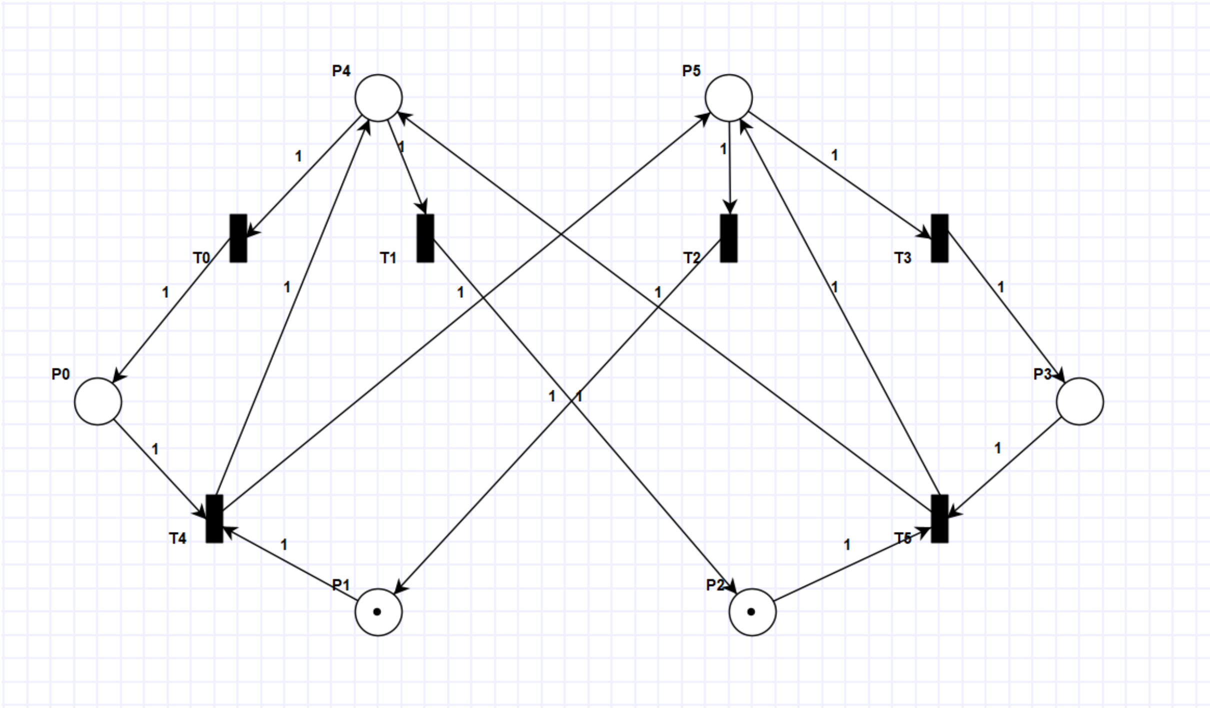
6. Zasymulować przykład (problem zastoju meksykańskiego, Rys. 22) ilustrujący zakleszczenie. Wygenerować graf osiągalności i zaobserwować znakowania, z których nie można wykonać przejść. Zaobserwować właściwości sieci w "State Space Analysis"



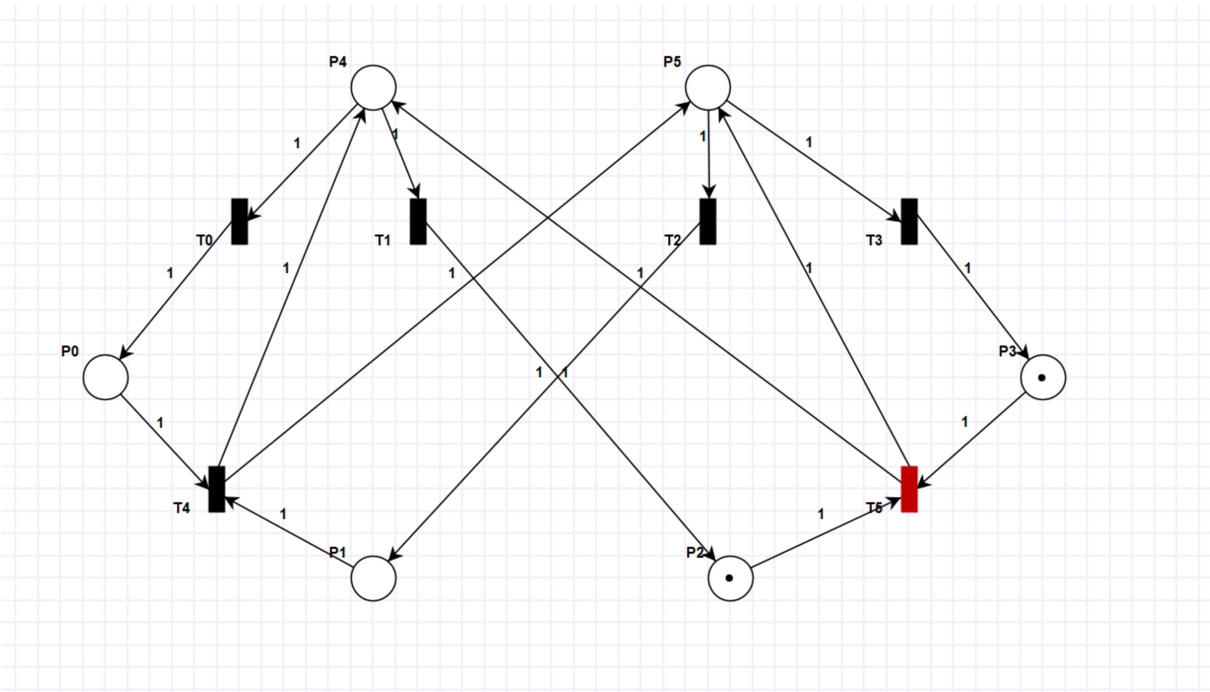

*Rysunek 22*



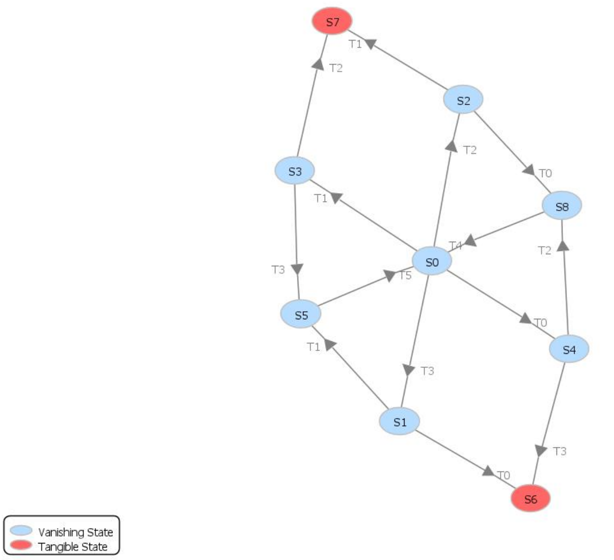

*Rysunek 23*




*Rysunek 24*

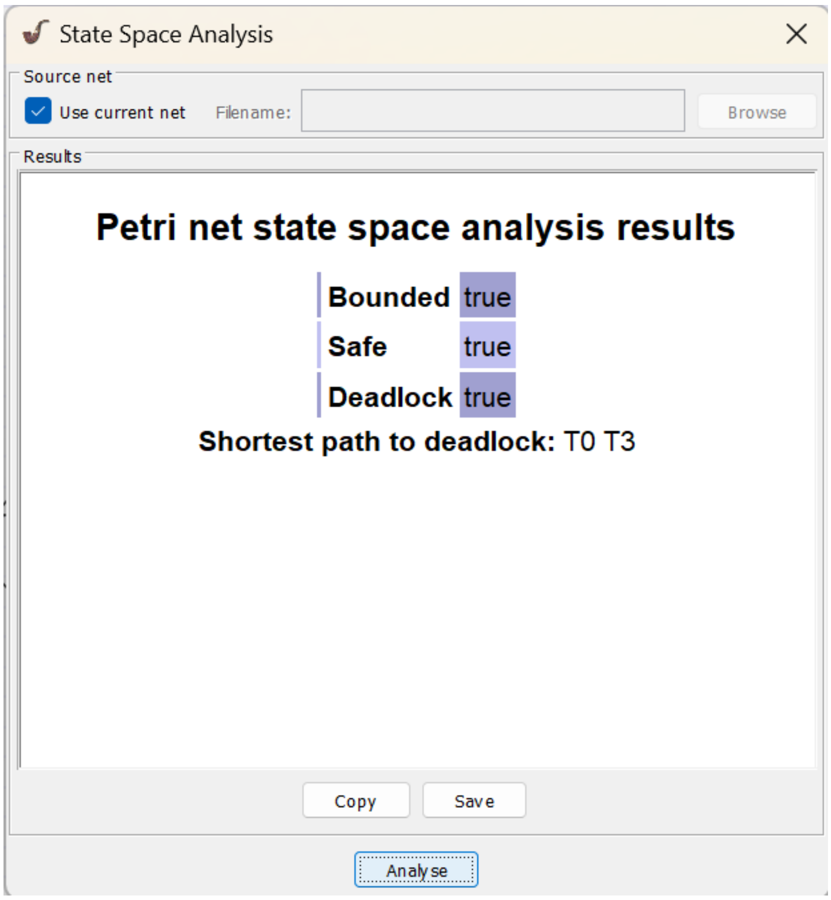



*Rysunek 25*




*Rysunek 26*

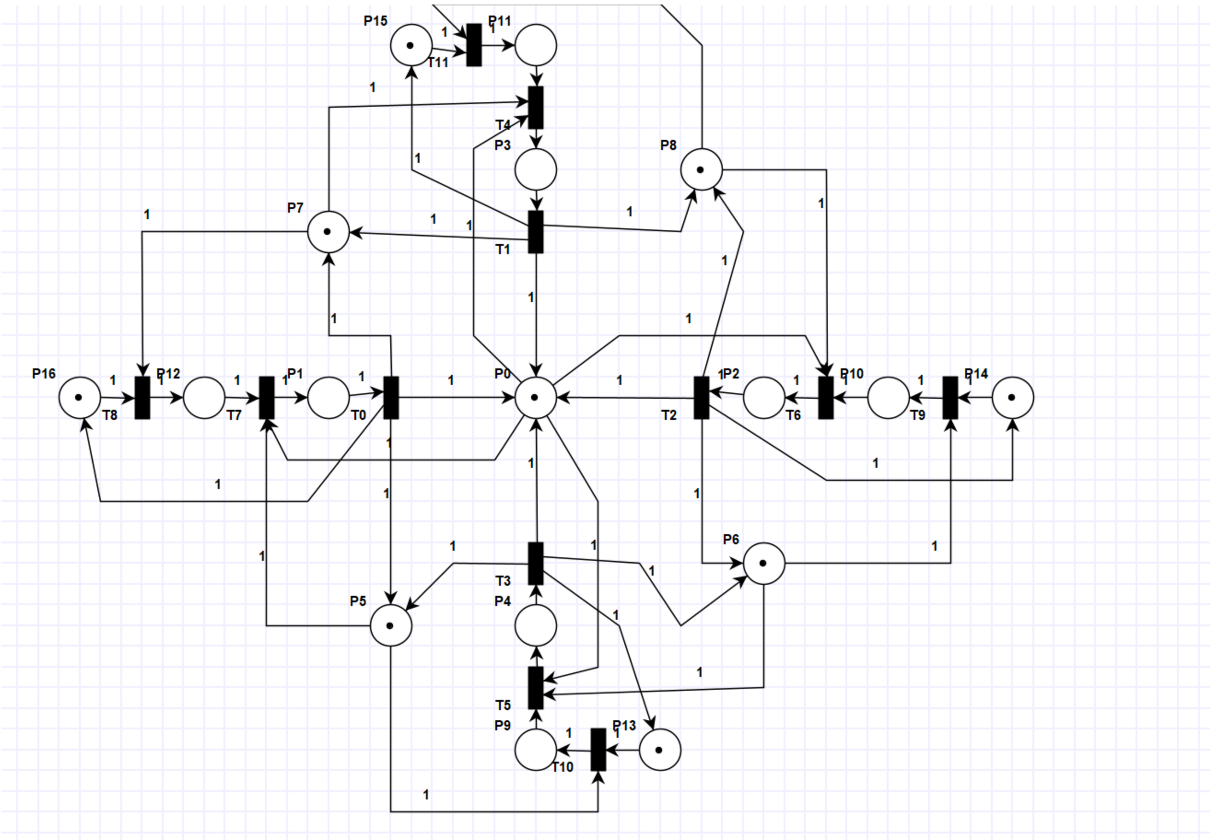
Ze stanów S6 i S7 nie można wykonać przejścia do innych stanów. Występuje **zakleszczenie**.



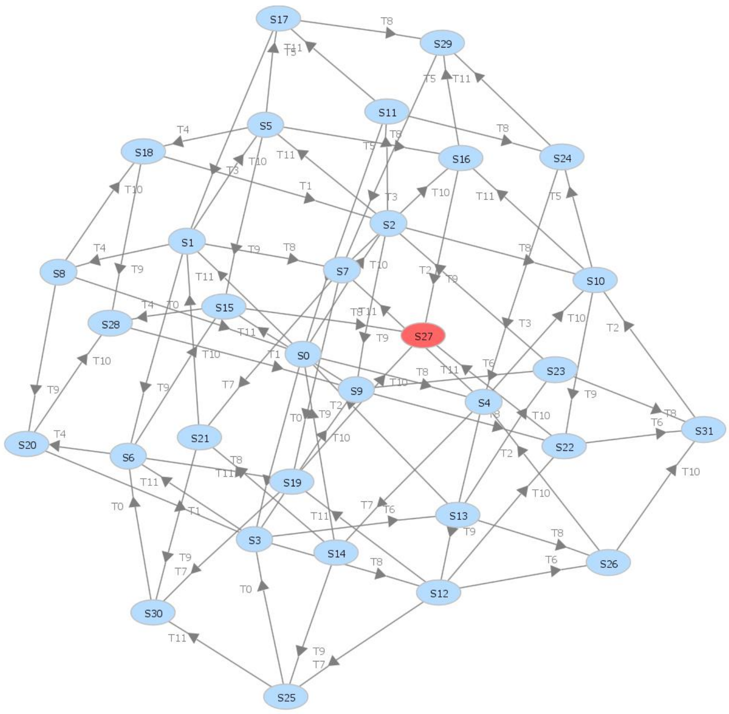

*Rysunek 27*

Sieć jest **ograniczona**, **bezpieczna**, ale może w niej wystąpić **zakleszczenie**.

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

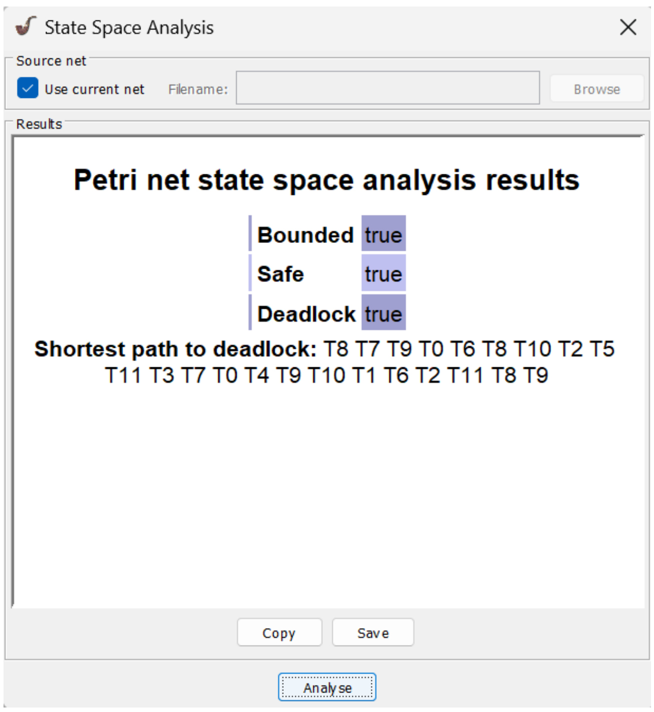



*Rysunek 28*



*Rysunek 29*

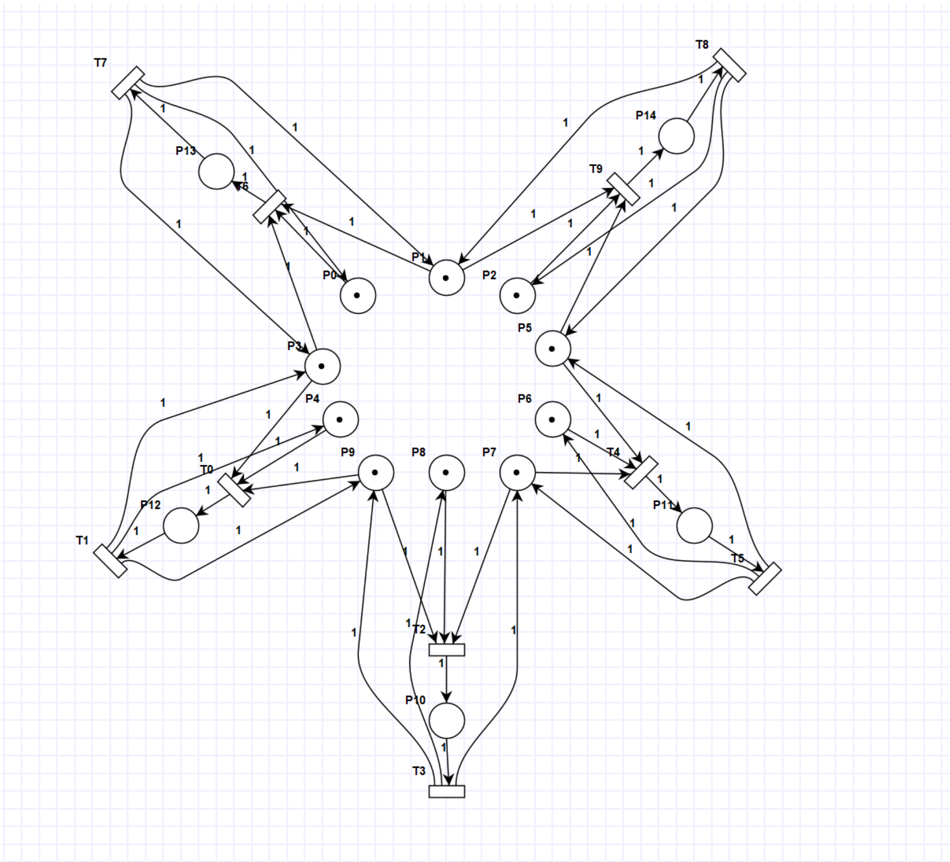
Jak widać po **grafie osiągalności**, jest możliwe **zakleszczenie** 😊 **.**




*Rysunek 30*

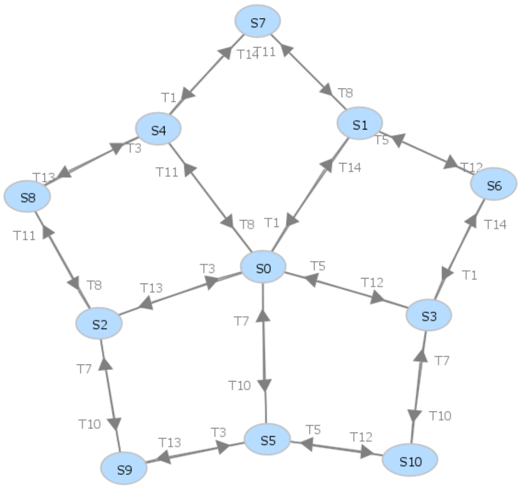
Jest możliwe **zakleszczenie**, ale to na pewno nie jest najkrótsza ścieżka. Wystarczą 4 ruchy żeby spowodować zakleszczenie.

8. Uruchom i przeanalizuj problem pięciu filozofów zamodelowany za pomocą sieci Petri.

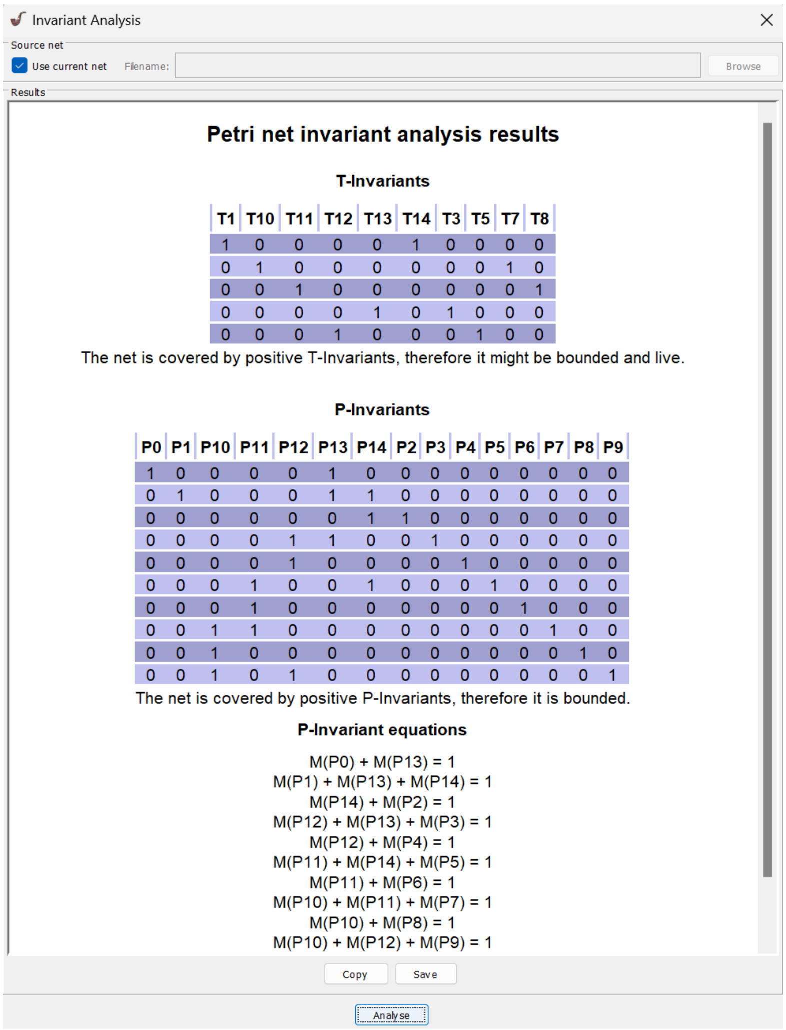



*Rysunek 31*

*Mamy miejsca z tokenami, które oznaczają konkretnego filozofa i jego chęć do zjedzenia. Obok mamy dwa miejsca w których token oznacza dostępność sztućca. Jeśli jest filozof, który chce jeść i dostępne są sztućce, to możliwe jest dokonanie przejścia do kolejnego miejsca. Token w tym miejscu oznacza, że dany filozof aktualnie jest w trakcie jedzenia. Można wykonać przejście (np. T1) do stanu początkowego. (Zwrócenie sztućców i powrót do stanu czekania na jedzenie.*




*Rysunek 32*




## Petri net invariant analysis results

### T-Invariants

| T1 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T3 | T5 | T7 | T8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

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 |

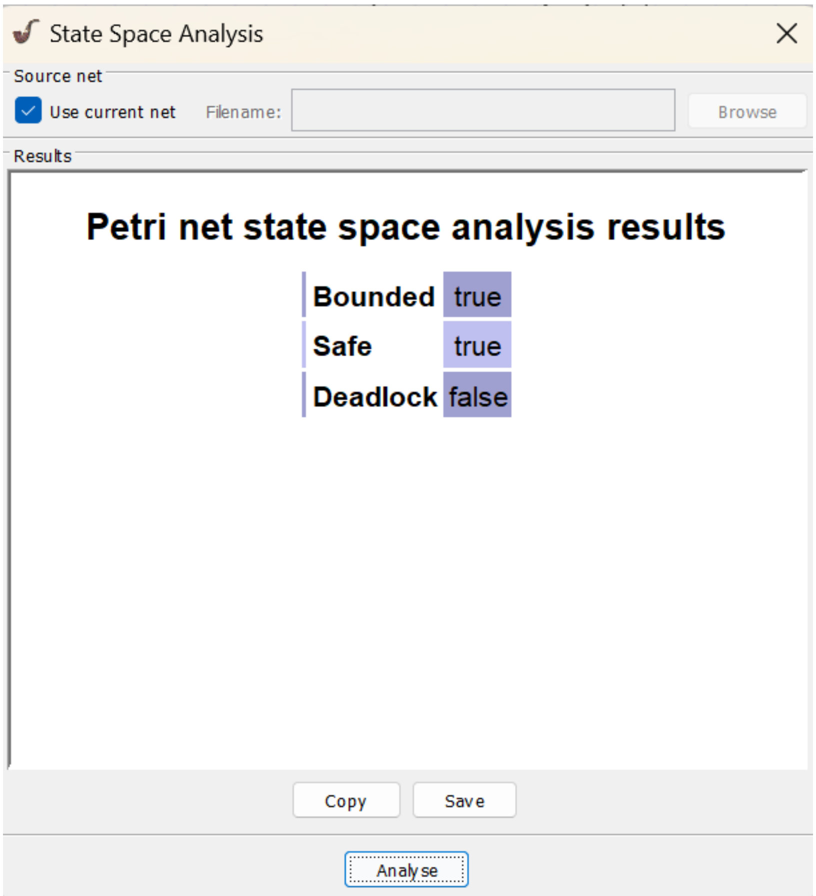
The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

### 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 33*




*Rysunek 34*

Po analizie niezmienników widać, że sieć jest **ograniczona**.

Sieć jest **bezpieczna** i nie występuje w niej **zakleszczenie**.