Dwa paradygmaty w zarządzaniu projektami: Goldratt i Petri

Andrzej Blikle

29 kwietnia 2010

materiały: www.firmyrodzinne.pl

TOC: Theory of Constraints
teoria ograniczeń Goldratta

STATYSTYKA PORAŻEK PROJEKTÓW Z GRUPY IT (250 mld $):

- 88% projektów przekroczyło czas realizacji i/lub budżet,
- średnie przekroczenie budżetu wyniosło 189% (suma 150 mld $)
- średnie przekroczenie czasu realizacji wyniosło 222%

DZIĘKI ZASTOSOWANIU TOC:

- planowany czas realizacji udaje się skrócić o 30% do 50%
- budżety nie są przekraczane

t. sieci Petriego

TOC ODWOŁUJE SIĘ DO TRZECH OBSZARÓW WIEDZY:

1. logistyka projektów
2. psychologia
3. statystyka

TOC: literatura

R.C.Newbold, *Project Management in the Fast Lane, Applying the Theory of Constrains*, St. Lucie Press 1998

L.P.Leach, *Critical Chain Project Management*, Artech House 2005

Atomy sieci Petriego

Zasoby produktowe: m, j, d
Zasoby narzędziowe: p, m

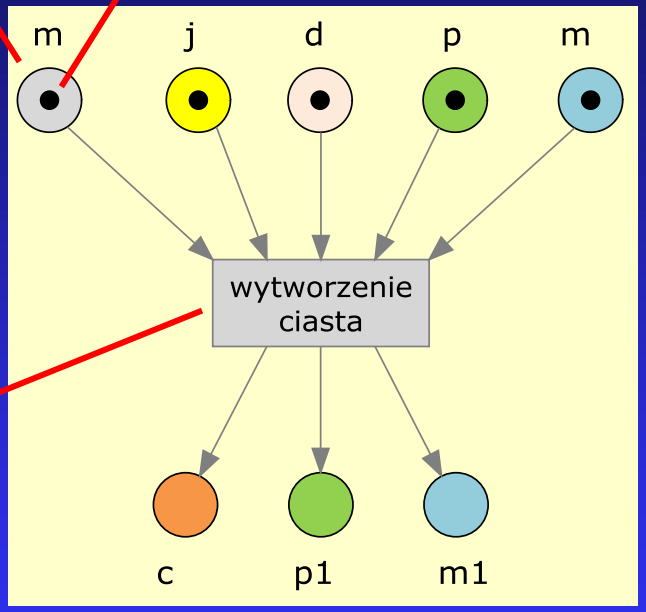
są zużywane

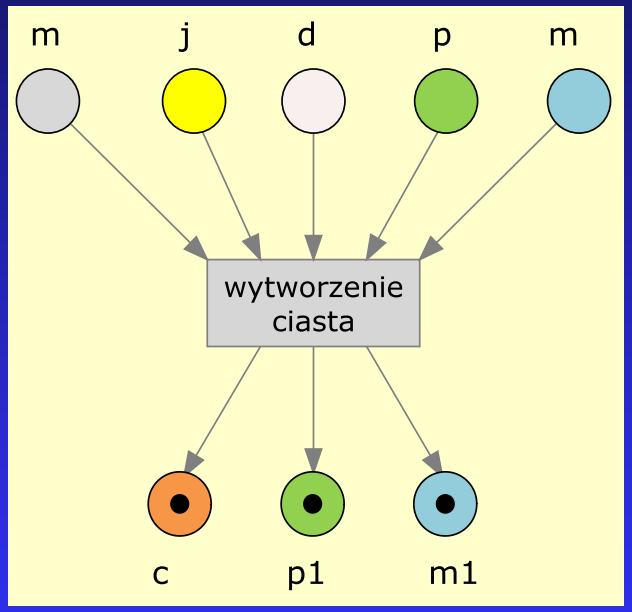
są uwalniane

miejsce

znacznik

tranzyt





tranzyt gotowy do odpalenia

tranzyt po odpaleniu

Studium przypadku nr 1
malowanie i tynkowanie

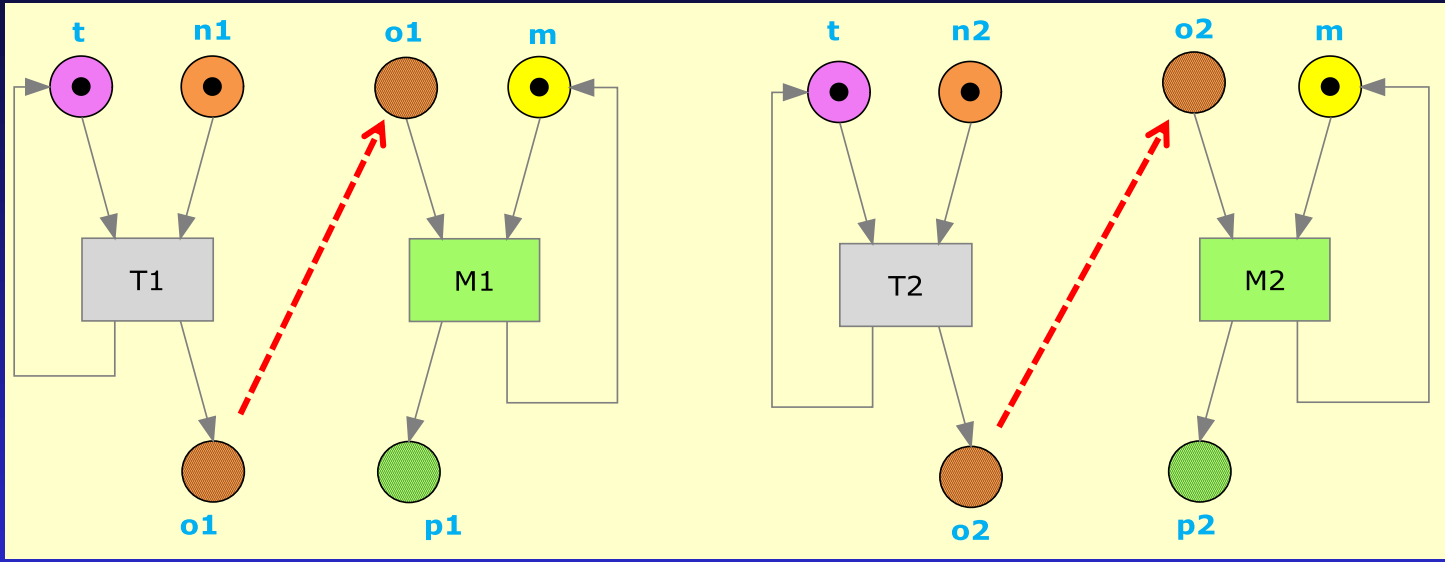
ZAŁOŻENIA PROJEKTU:

1. należy otynkować i pomalować dwa pokoje
2. przed pomalowaniem pokój musi być otynkowany
3. do otynkowania pokoju potrzebny jest jeden tynkarz
4. do pomalowania pokoju potrzebny jest jeden malarz
5. mamy jednego tynkarza i jednego malarza

tranzyt	opis	zasoby na wejściu	zasoby na wyjściu
T1	tynkowanie pokoju nr 1	nieotynkowany pokój nr 1 (n1) tynkarz (t)	otynkowany pokój nr 1 (o1) tynkarz (t)
T2	tynkowanie pokoju nr 2	nieotynkowany pokój nr 2 (n2) tynkarz (t)	otynkowany pokój nr 2 (o2) tynkarz (t)
M1	malowanie pokoju nr 1	otynkowany pokój nr 1 (o1) malarz (m)	pomalowany pokój nr 1 (p1) malarz (m)
M2	malowanie pokoju nr 2	otynkowany pokój nr 2 (o2) malarz (m)	pomalowany pokój nr 2 (p2) malarz (m)

Pierwsza wersja sieci Petriego

dla każdego wiersza tabeli jeden niezależny atom



Znakowanie opisuje początkową dostępność zasobów

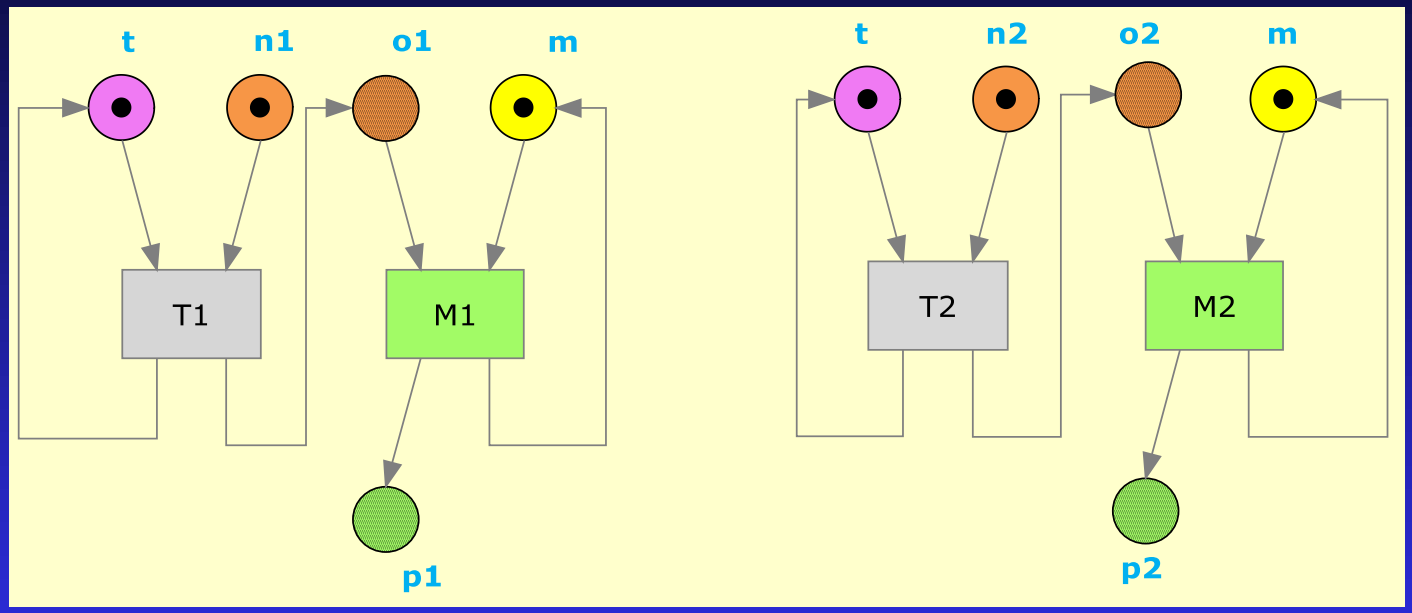
Ta sieć realizuje cztery założenia projektowe:

1. należy otynkować i pomalować dwa pokoje
2. przed pomalowaniem pokój <u>musi</u> być otynkowany
3. do otynkowania każdego pokoju potrzebny jest jeden tynkarz
4. do pomalowania każdego pokoju potrzebny jest jeden malarz

Projekt uznamy za zrealizowany, gdy w p1 i p2 pojawią się znaczniki (znakowanie końcowe)

Druga wersja sieci Petriego

następstwo produktowe

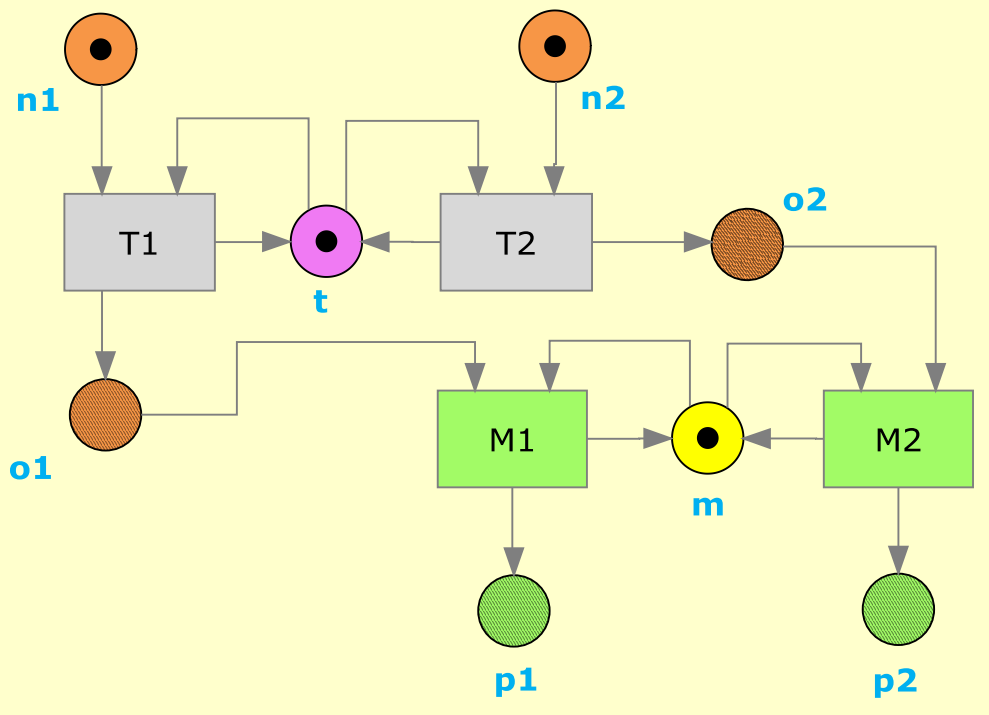


Ta sieć dodatkowo realizuje warunek:
5. Każdy pokój po otynkowaniu zostanie pomalowany

Do zrealizowania tak opisanego projektu potrzebnych jest dwóch tynkarzy i dwóch malarzy.

Trzecia wersja sieci Petriego

następstwo produktowe i narzędziowe (wersja niedeterministyczna)



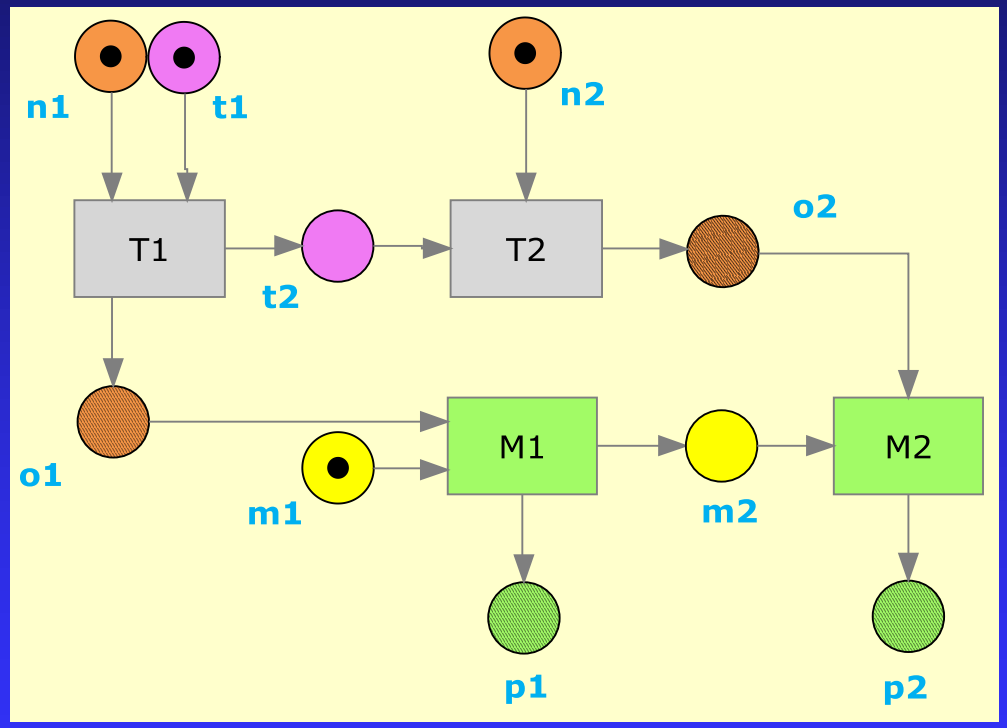
Ta sieć realizuje wszystkie założenia projektu

MOŻLIWE WYKONANIA:

T1, (T2:M1), M2
T2, (T1:M2), M1

Czwarta wersja sieci Petriego

następstwo produktowe i narzędziowe (wersja deterministyczna)



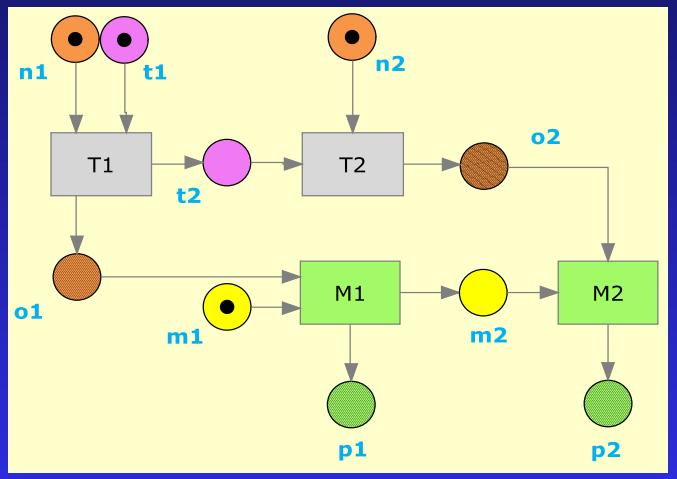
każde z miejsc „t” i „m” rozcięto na dwie części: t1,t2 i m1,m2

MOŻLIWE WYKONANIA:

T1, (T2:M1), M2

Problem osiągalności

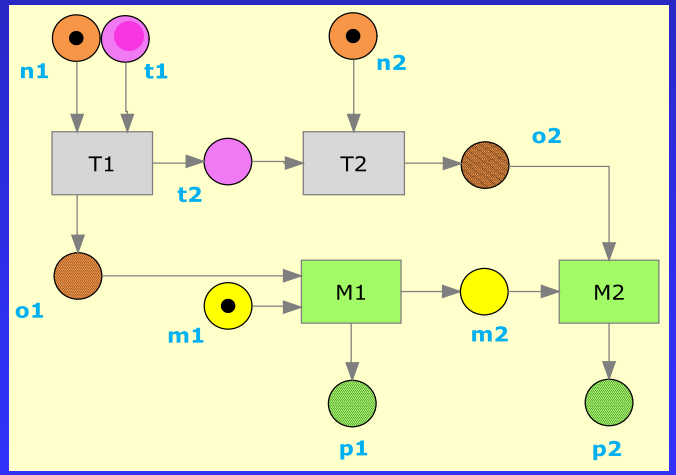
Czy z zadanego znakowania początkowego da się osiągnąć zadane znakowanie końcowe? Czy przy zadanych zasobach początkowych da się zrealizować projekt (znaczniki w p1 i p2)?



tu się da

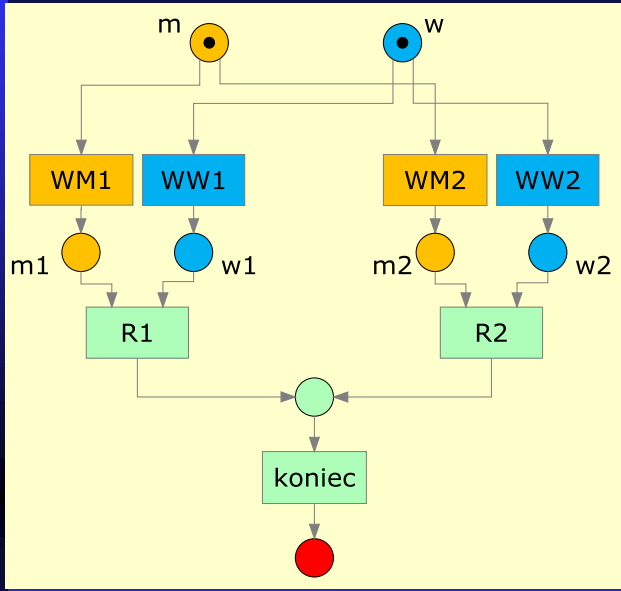
Znane są algorytmy sprawdzania osiągalności

tu się nie da (brak zasobów)



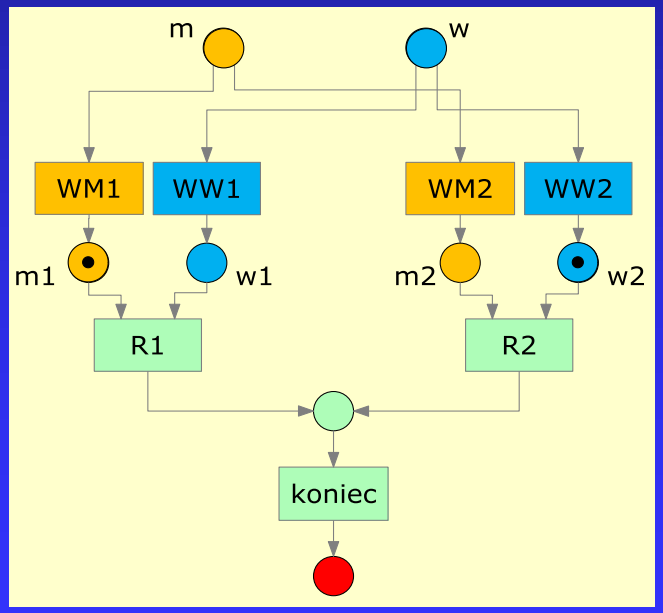
Młotek i wiertarka

inny rodzaj zagrożenia osiągalności (blokada)



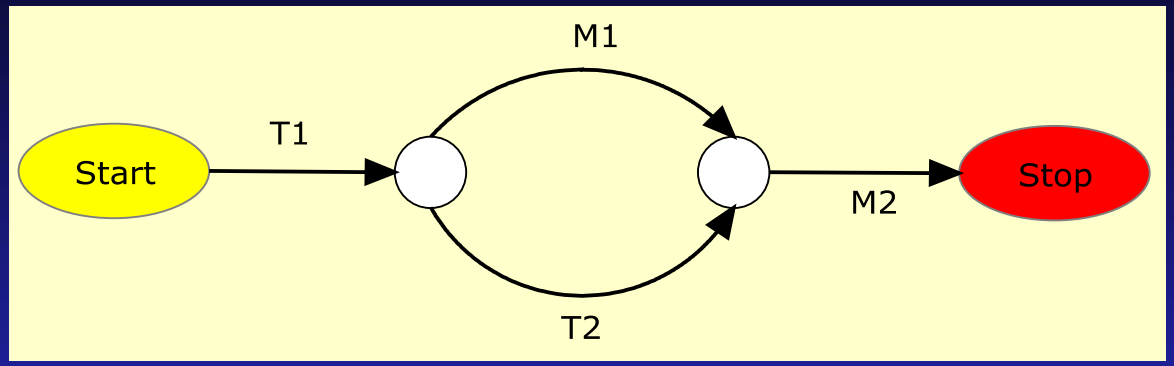
1) Dwóch robotników R1 i R2 wbija w ścianę kołki.
2) Każdy potrzebuje do tego celu młotek i wiertarkę.
3) WMi – wydanie młotka rob. Ri
4) WWi – wydanie wiert. rob. Ri

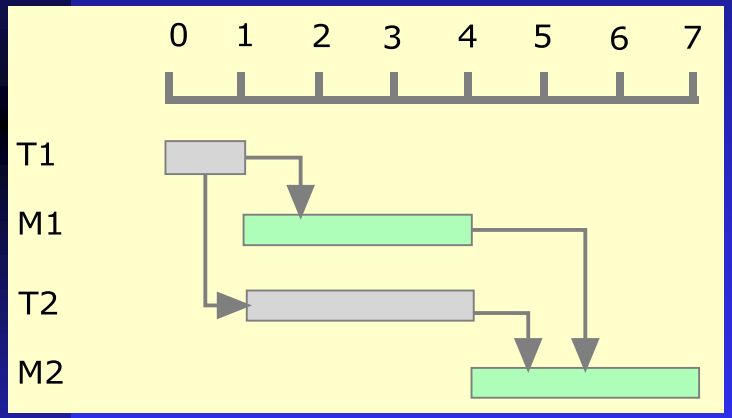
blokada
deadlock

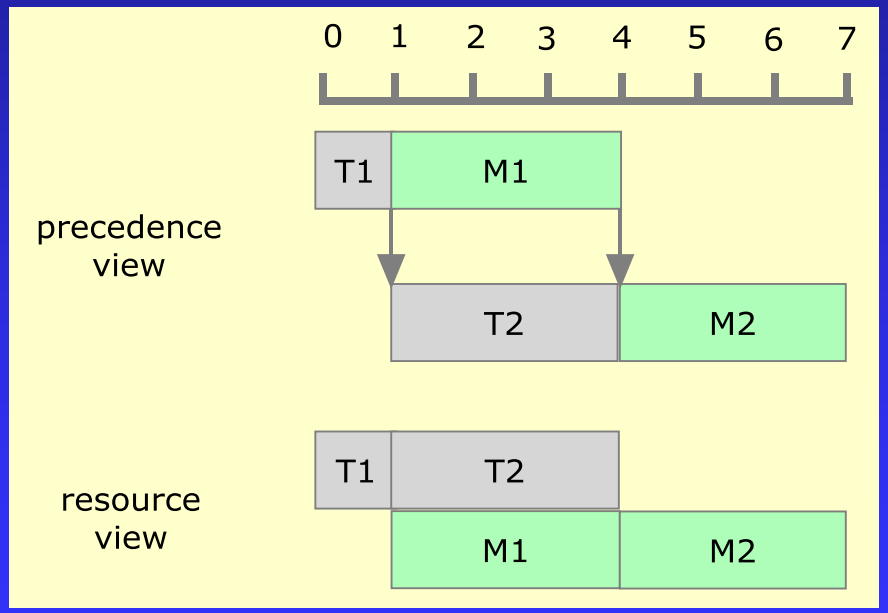


Znane są algorytmy sprawdzania, czy w sieci nie ma blokady.

PERT (CPM), Gantt i TOC

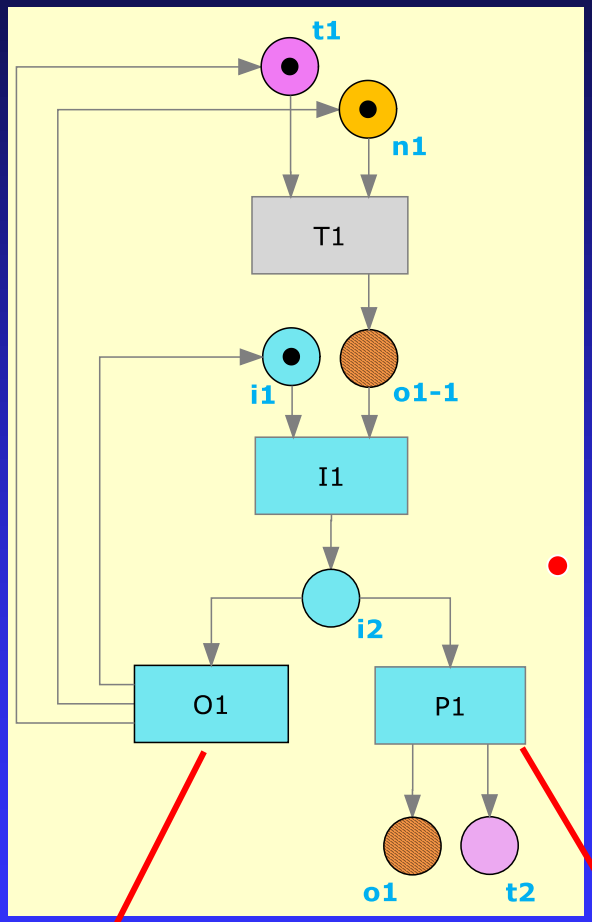






W tych metodologiach problem osiągalności nie jest wyrażalny.

Cykle w sieci
inspektor nadzoru



MOŻLIWE WYKONANIA:

1) T1, I1, P1
2) T1, I1, 01, T1, I1, P1
3) T1, I1, 01, T1, I1, 01, T1, I1, P1
4) ...

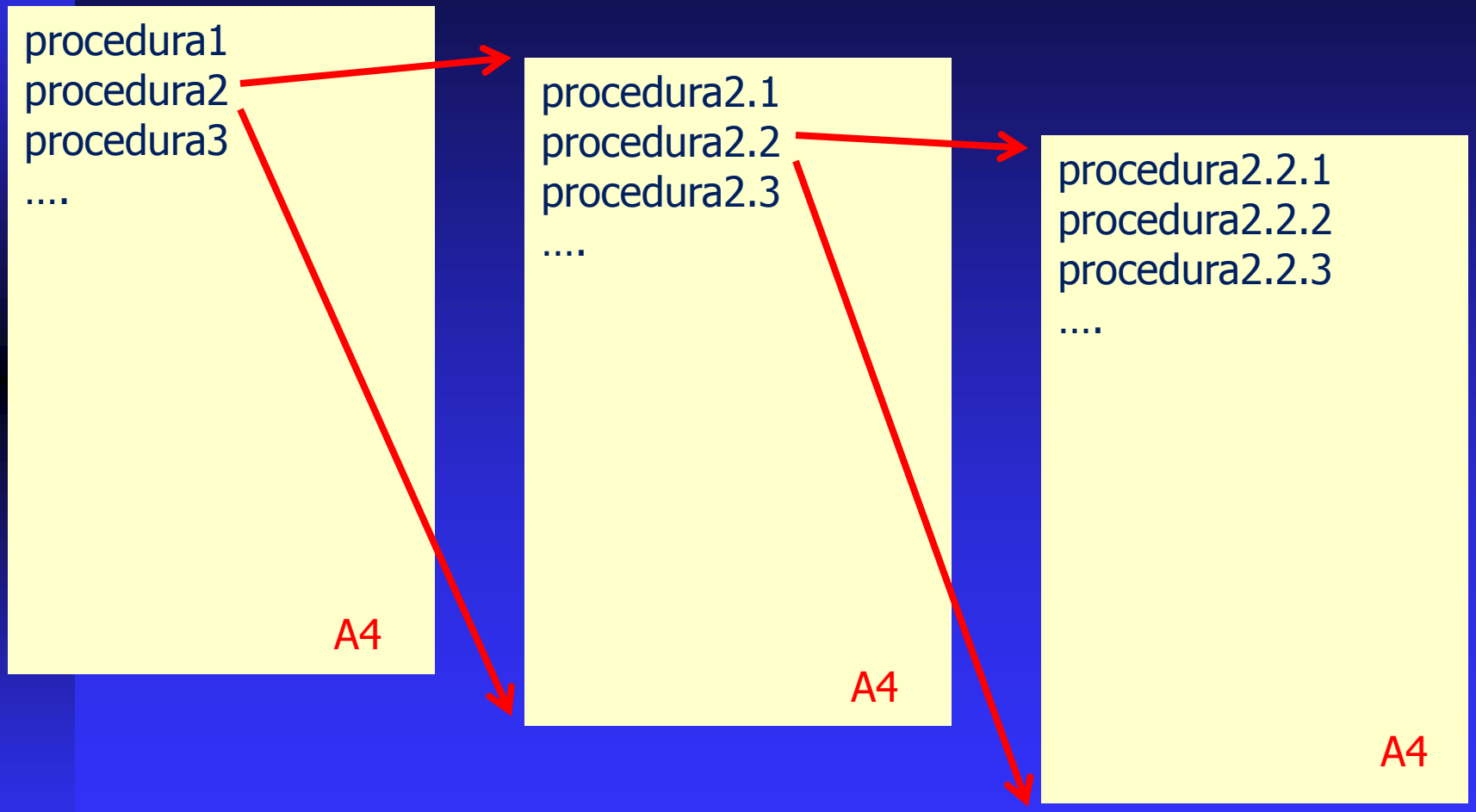
potencjalnie nieograniczony czas wykonania

Znane są algorytmy wykrywania cykli w sieciach Petriego

odrzucono

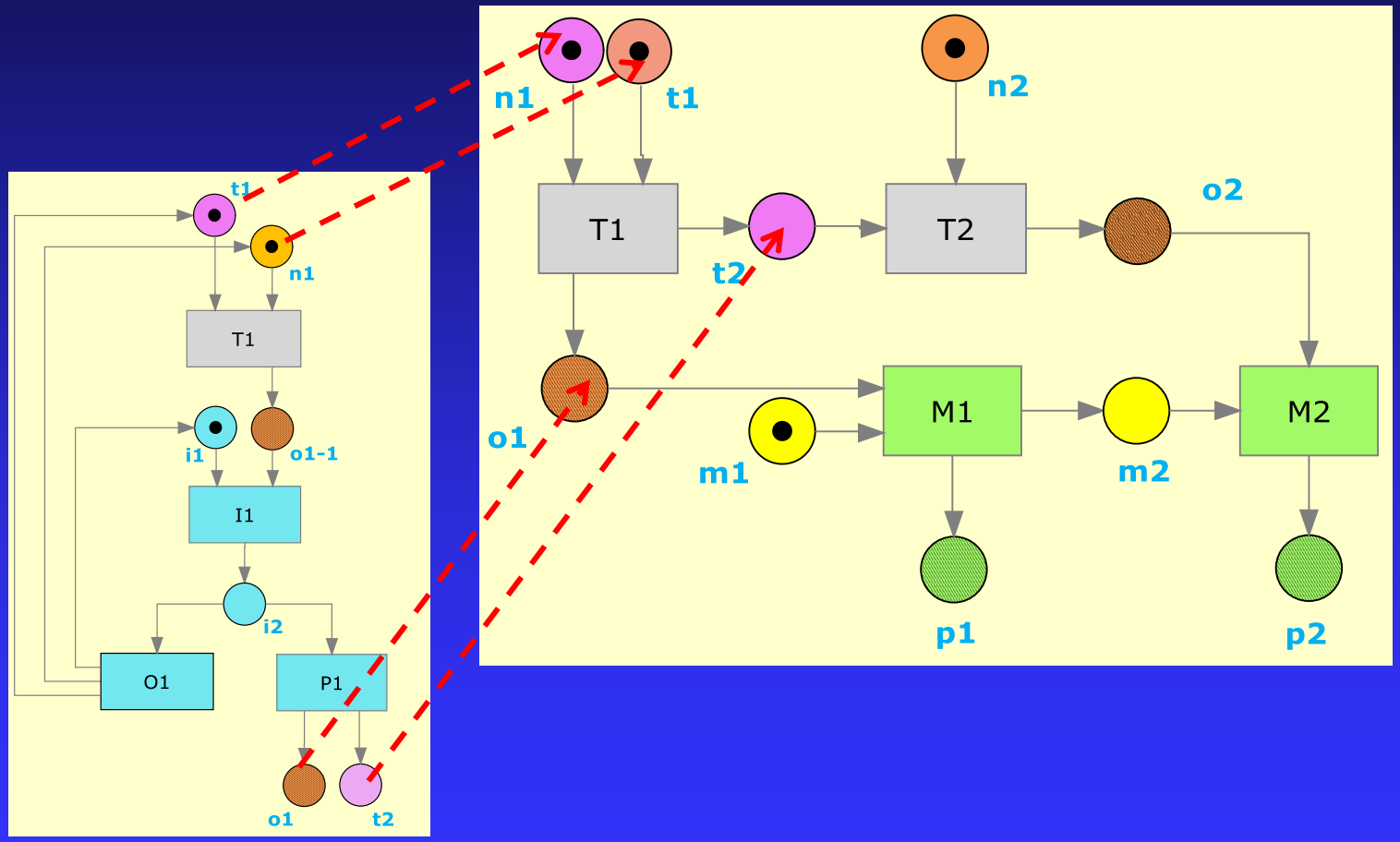
przyjęto

Zasada modułowości w programowaniu lata 1960: każdy program na kartce A4

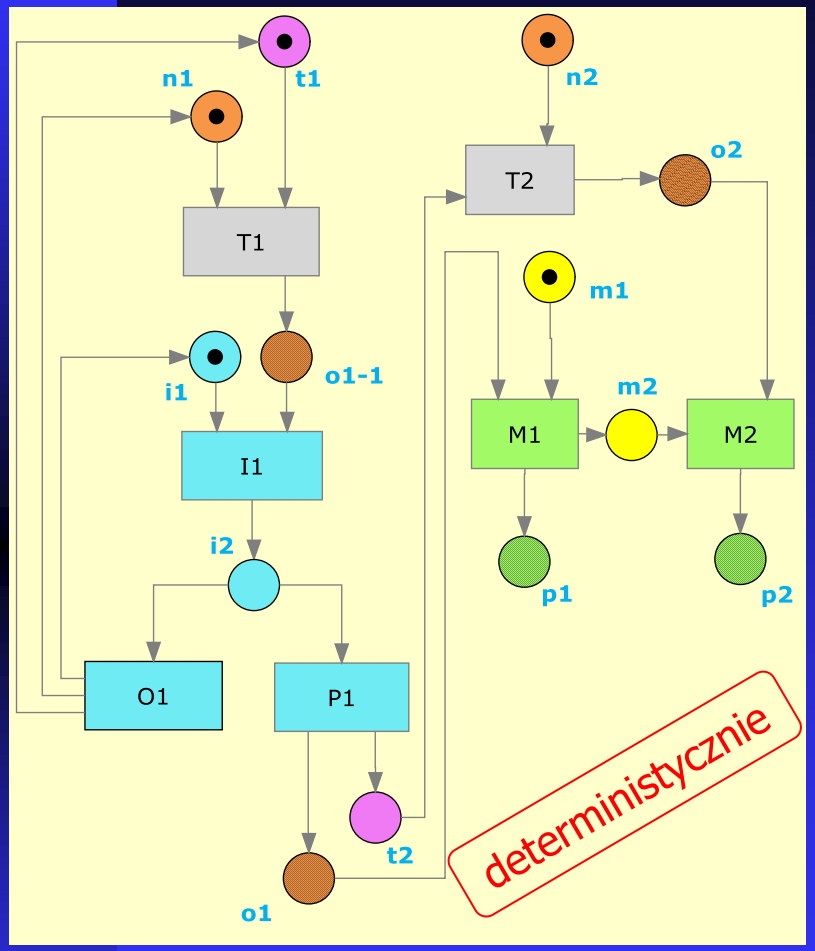


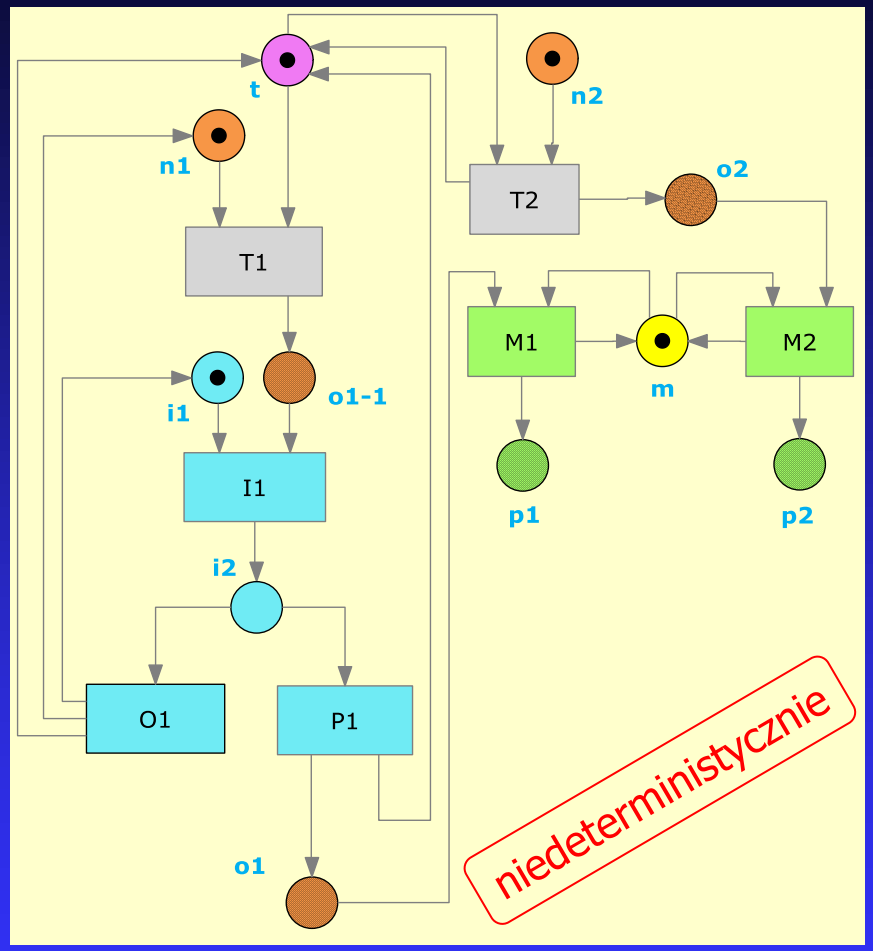
Zasada modułowości

pojedynczy atom zastępujemy siecią
o takich samych wejściach i wyjściach jak dany atom



Sieć po wstawieniu cyklu inspektora





Czas wykonania projektu
Co to jest?

PRÓBA DEFINICJI
Czas wykonania projektu, to czas przejścia od znakowania początkowego do znakowania końcowego.

Aby ta definicja miała sens muszą być spełnione następujące warunki:

1) Znakowanie końcowe jest osiągalne.
2) Wykonania alternatywne zajmują tyle samo czasu.
3) Sieć nie ma cykli.
4) Są określone czasowe uwarunkowania odpalania tranzytów.
5) So określone czasowe uwarunkowania uwalniania zasobów przez tranzyt.

Czasowe uwarunkowania wykonania tranzytów

ROZPOCZĘCIE DZIAŁANIA:

1) gdy pojawią się zasoby na wejściu,
2) j.w. ale nie wcześniej niż… (np. lanie betonu),
3) …

UWOLNIENIE ZASOBÓW:

1) gdy zakończone działanie,
2) w zadanej dacie (odpłynięcie promu),
3) …

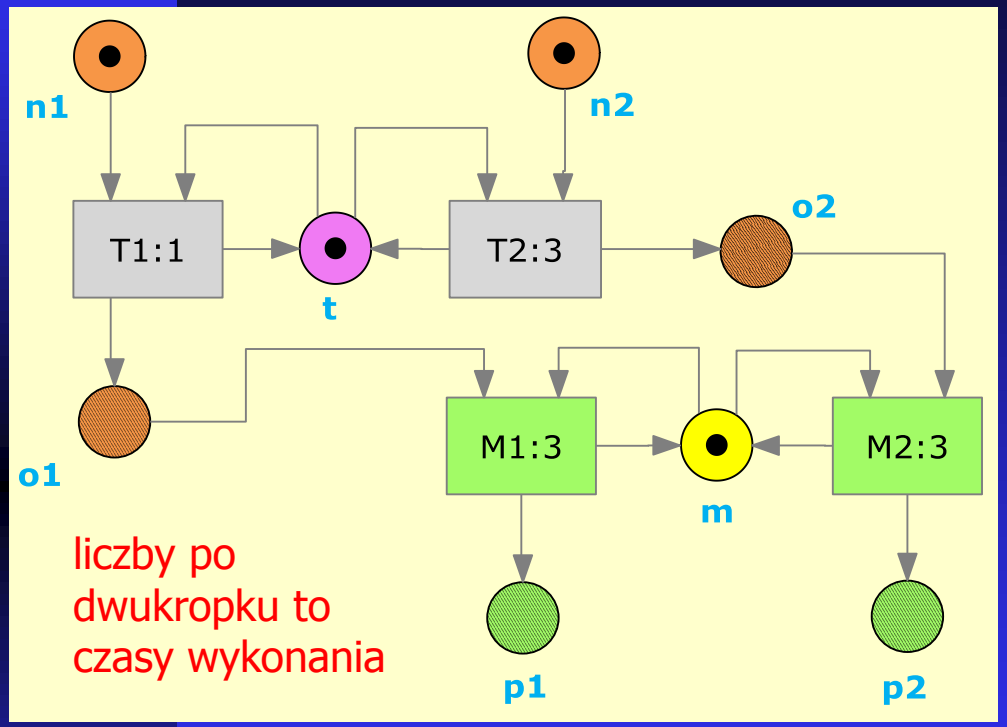
Nie każda sieć Petriego jest siecią projektu?

SIEĆ PROJEKTU:

1. został określony zbiór produktów i zbiór narzędzi,
2. każdemu miejscu został przypisany produkt lub narzędzie,
3. zostało określone znakowanie początkowe,
4. zostało określone znakowanie końcowe,
5. tranzytom zostały przypisane czasy wykonania i ewentualnie też terminy rozpoczęcia i zakończenia.

W dalszym ciągu będziemy zajmować się jedynie takim przypadkiem, kiedy tranzyty odpalane są niezwłocznie po dostarczeniu zasobów na wejścia, a po zakończeniu wykonania przekazują zasoby niezwłocznie na wyjścia.

Czas wykonania projektu
studium przypadku



MOŻLIWE WYKONANIA:

A. T1, (T2:M1), M2
B. T2, (T1:M2), M1

CZASY WYKONANIA TRANZYTÓW:

Cz(T1) = 1
Cz(T2) = Cz(M1) = Cz(M2) = 3

CZASY WYKONANIA PROJEKTU:
Cz(A) = 1 + max(3,3) + 3 = 7
Cz(B) = 3 + max(1,3) + 3 = 9

Niedeterministyczna sieć projektu pozwala na podjęcie decyzji o kolejności wykonania na etapie realizacji, a nie na etapie planowania.

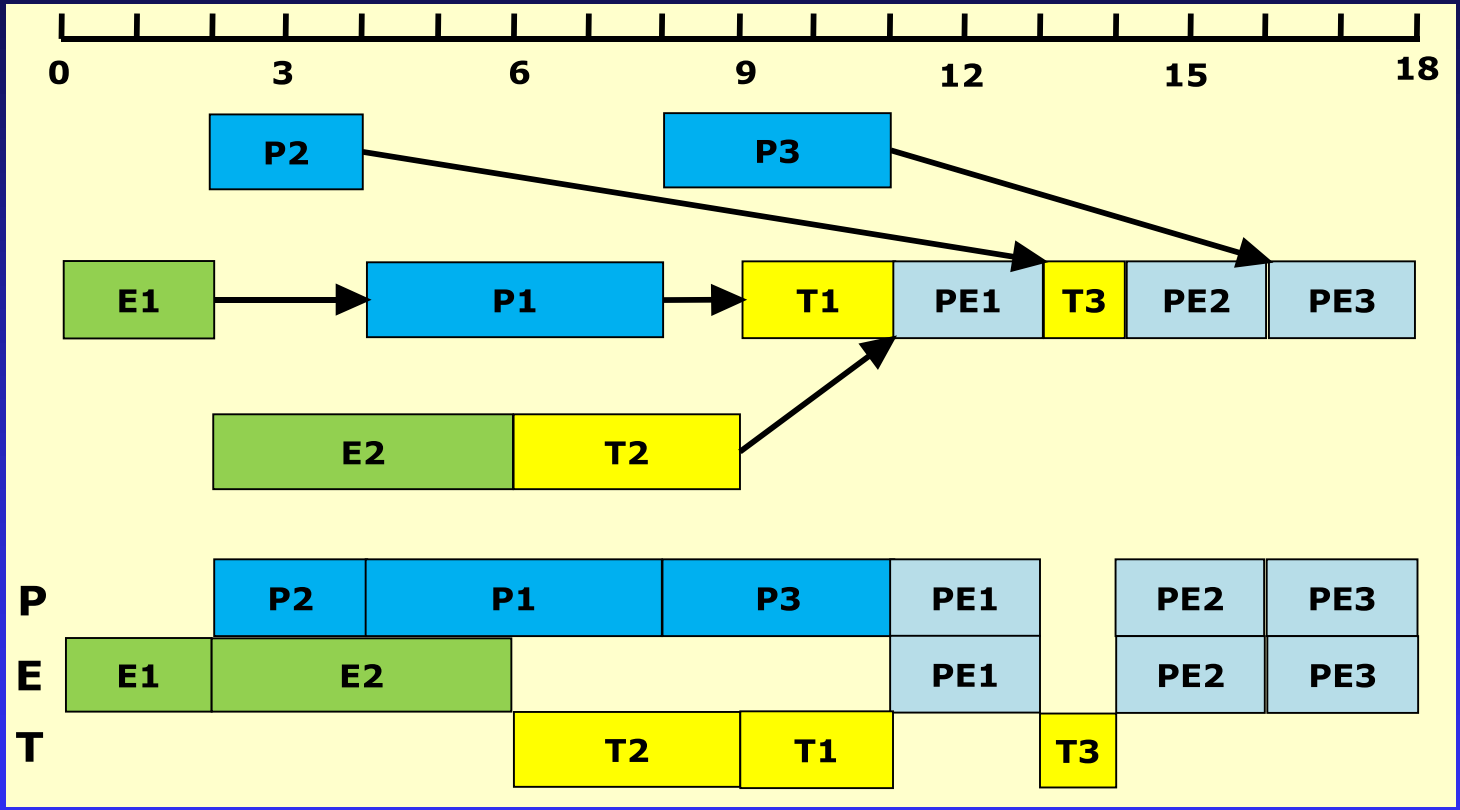
Algorytm budowania sieci projektu

1) Opisanie projektu w postaci tabeli (planista)

tranzyt	zasoby na wejściu	zasoby na wyjściu	czas wykonania
…			

2) Dla każdego wiersza tabeli tworzymy atom sieci (komputer).
3) Łączymy atomy wg. jednoimiennych miejsc produktowych; następstwo produktowe (komputer).
4) Uwzględniamy ograniczenia zasobów narzędziowych; następstwo narzędziowe (planista wspomagany komputerem).

Odbiornik radarowy
studium przypadku (Newbold)

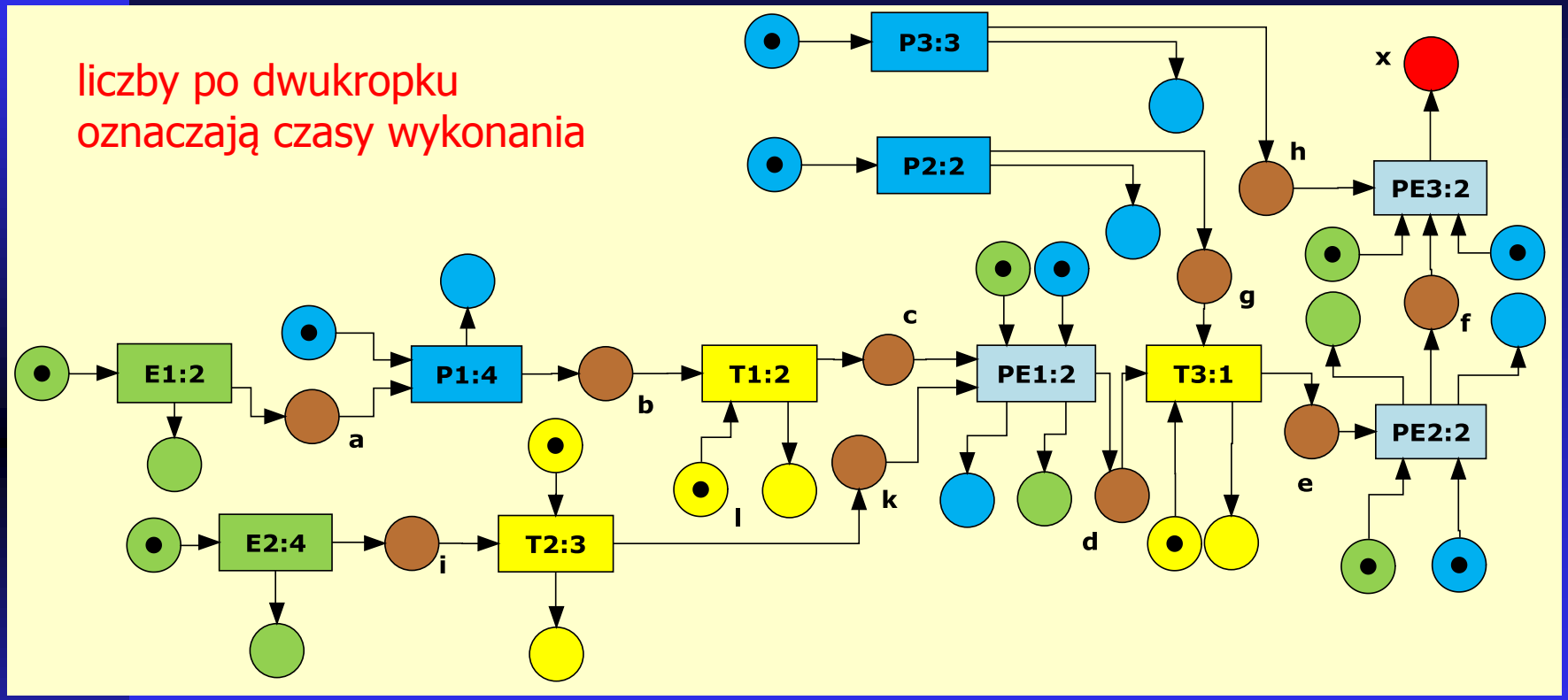


Odbiornik radarowy
studium przypadku (Newbold)

tranzyt	opis	zasoby na wejściu	zasoby na wyjściu	czas
E1	projektowanie modułu wew.	inżynier	projekt modułu wewnętrznego (a) inżynier	2
P1	programowanie podstawowe	projekt modułu wewnętrznego (a) programista	oprogramowanie podstawowe (b) programista	4
T1	budowa modułu wewnętrznego	oprogramowanie podstawowe (b) technik	moduł wewnętrzny (c) technik	2
E2	projektowanie modułu zew.	inżynier	projekt modułu zewnętrznego (i) inżynier	4
T2	budowa modułu zewnętrznego	projekt modułu zewnętrznego (i) technik	moduł zewnętrzny (k) technik	3
PE1	integracja modułu wewnętrznego z zewnętrznym	moduł zewnętrzny (k) moduł wewnętrzny (c) inżynier programista	zintegrowane urządzenie (d) inżynier programista	2
P2	programowanie autotestu	programista	autotest (g) programista	2
P3	programowanie testu akceptacji	programista	test akceptacji (h) programista	3
T3	scalenie urządzenia	zintegrowane urządzenie (d) technik	scalone urządzenie (e) technik	1
PE2	integracja po scaleniu	scalone urządzenie (e) inżynier programista	scalone i zintegrowane urządzenie (f) inżynier programista	2
PE3	ostateczne testowanie	scalone i zintegrowane urządzenie (f) test akceptacji (h) programista inżynier	koniec projektu (x)	2

Odbiornik radarowy

sieć Petriego – następstwo produktowe

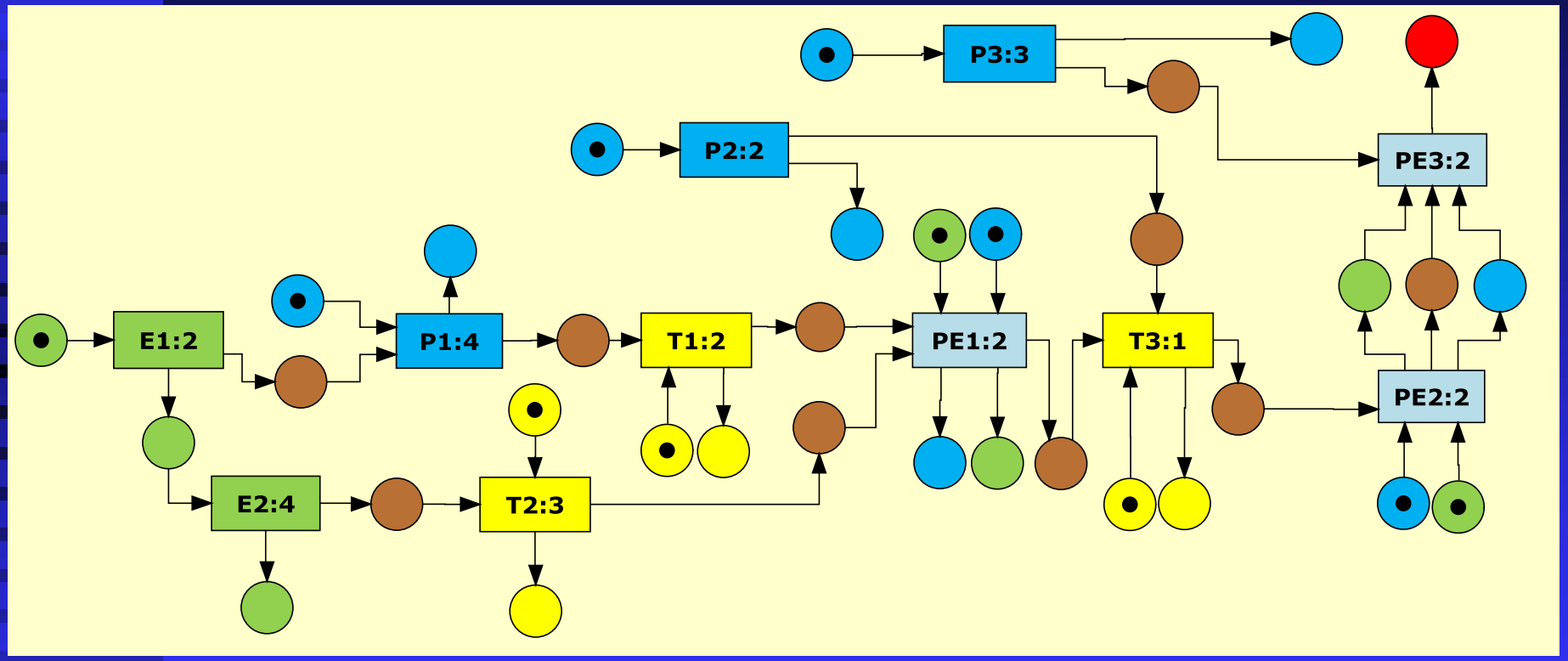


Realizacja projektu zgodnie z tą siecią wymaga:
5 inżynierów, 6 programistów i 3 techników

Dostępność w projekcie:
1 inżynier,
1 programista,
1 technik

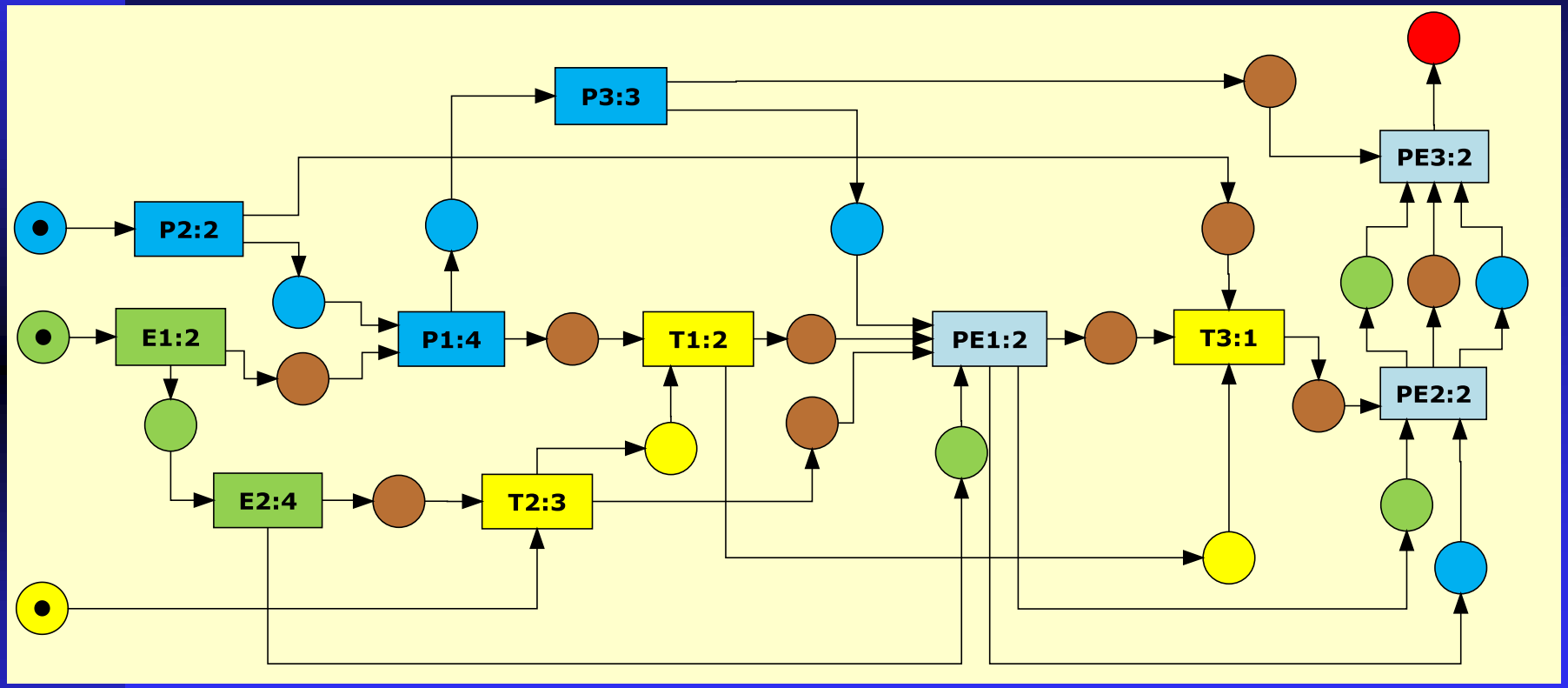
Odbiornik radarowy

sieć Petriego – następstwo produktowe i narzędziowe pierwsze przybliżenie



Odbiornik radarowy

sieć Petriego – następstwo produktowe i narzędziowe
wersja końcowa



Łańcuch krytyczny
próba definicji

W LITERATURZE KILKA NIERÓWNOWAŻNYCH OKREŚLEŃ:

1) Zbiór tranzytów, których każde opóźnienie wykonania spowoduje opóźnienie wykonania projektu.
2) Zbiór tranzytów, których każde przyspieszenie wykonania spowoduje przyspieszenie wykonania projektu.
3) Maksymalny (czasowo) łańcuch tranzytów połączonych strzałkami
4) Łańcuch wybrany przez planistę.

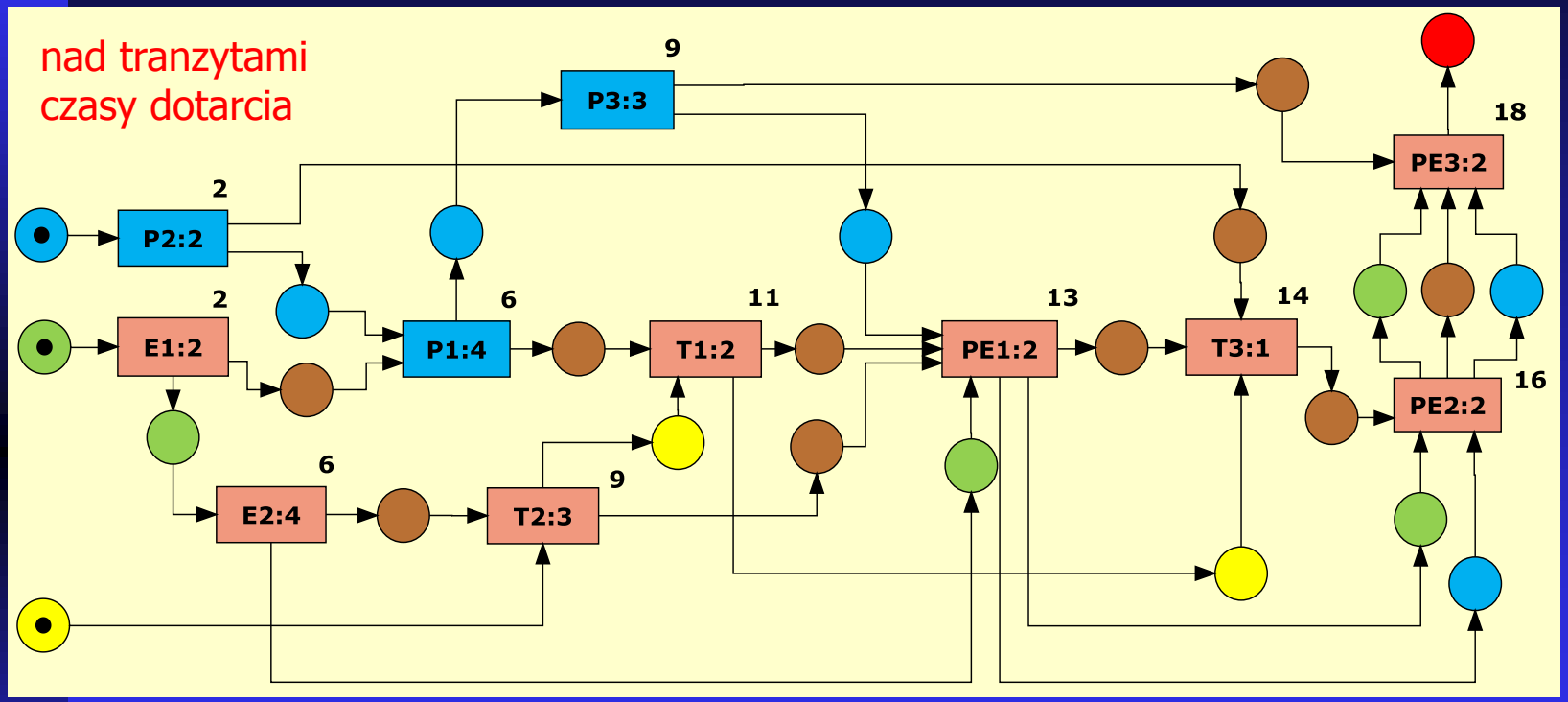
łańcuch k. typu O

łańcuch k. typu P

łańcuch k. typu M

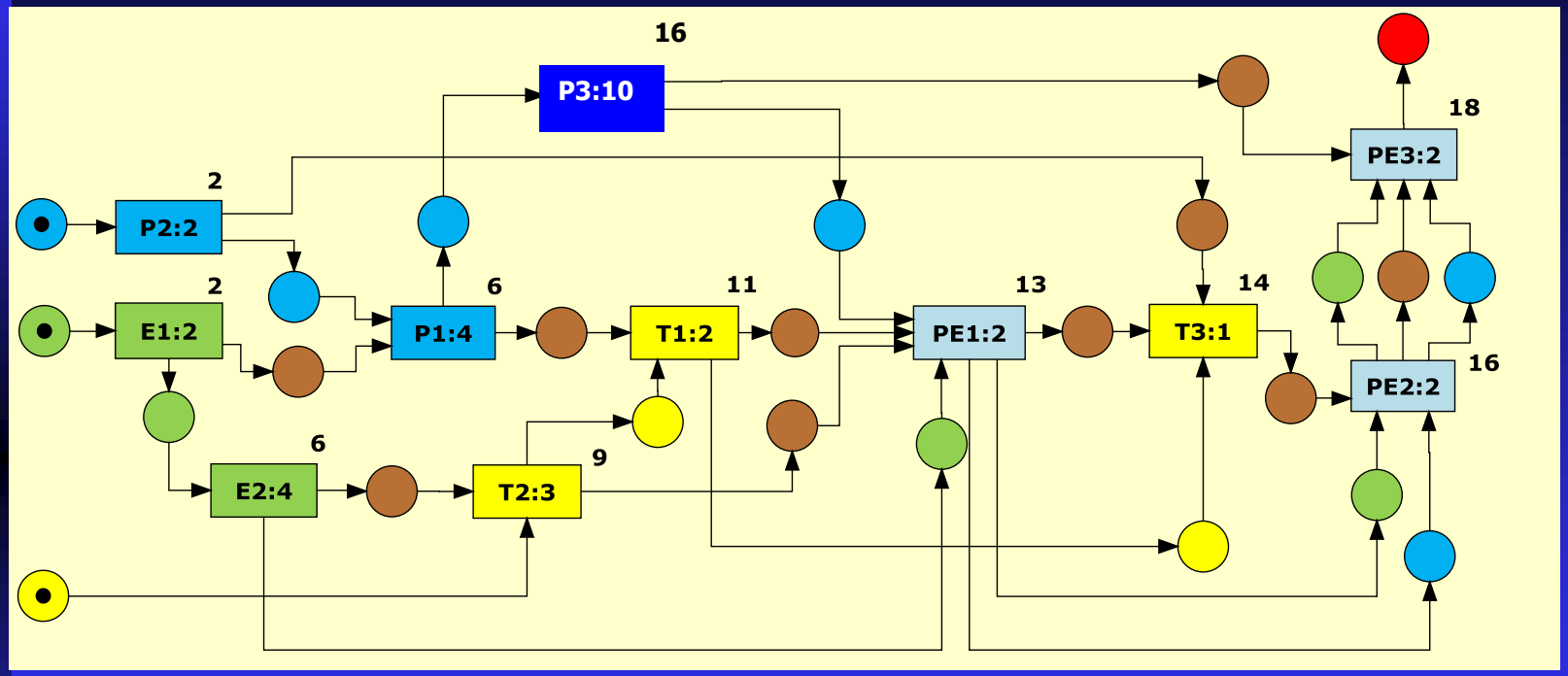
Kryterium wyboru jest stopień zagrożenia realizacji projektu ze względu na różne czynniki losowe

Łańcuch krytyczny
analiza przypadków



W tym przypadku wszystkie trzy łańcuchy P, O i M są jednakowe

Łańcuch krytyczny
trzy różne łańcuchy

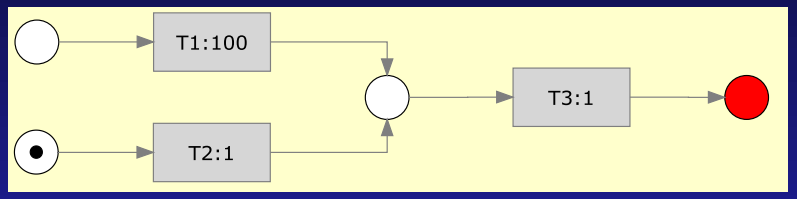


Łańcuch typu P: PE3
Łańcuch typu O: cała sieć
Dwa łańcuchy typu M (pokrywają całą sieć):

P2 → P1 → P3

E1 → E2 → T2 → T1 → PE1 → T3 → PE2→ PE3

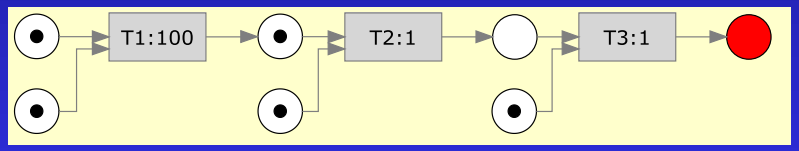
Czas wykonania łańcucha M = czas w. projektu?



sieć z martwym tranzytem

nigdy nie będzie odpalony

czas wykonania łańcucha M = 101
czas wykonania projektu = 2



sieć ze zbędnym tranzytem

może być usunięty

czas wykonania łańcucha M = 102
czas wykonania projektu = 2

Takich sieci nie będziemy świadomie budować, ale mogą one powstać w procesach optymalizacji

Znormalizowana sieć projektu

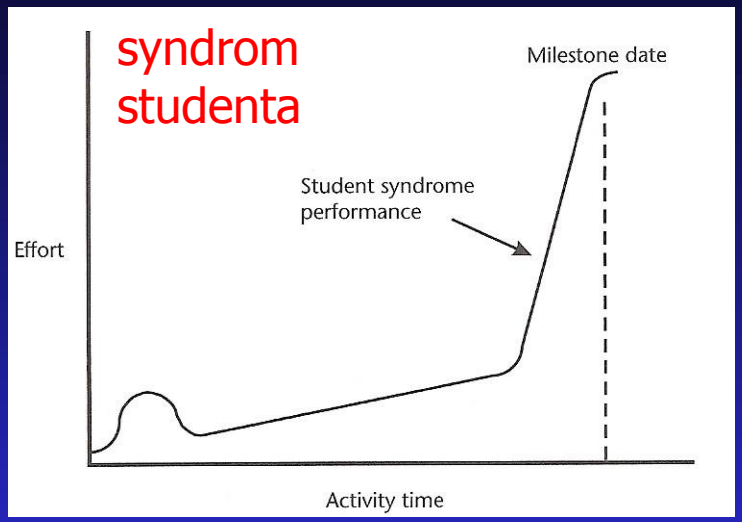
1) Ma jeden tranzyt stojący na końcu wszystkich łańcuchów skierowanych i ten tranzyt ma jedno miejsce końcowe (zakończenie projektu).
2) Znakowanie końcowe jest osiągalne z początkowego.
3) Nie ma tranzytów zbędnych.
4) Nie ma cykli

Każdą sieć projektu, który ma sens praktyczny, można sprowadzić do sieci znormalizowanej.

Dla każdej znormalizowanej sieci projektu suma łańcuchów krytycznych typu M tworzy łańcuch krytyczny typu O

Dla każdej znormalizowanej sieci projektu, która zawiera tylko jeden łańcuch krytyczny typu M, ten łańcuch jest jednocześnie łańcuchem typu P i typu O.

Uwarunkowania psychologiczne



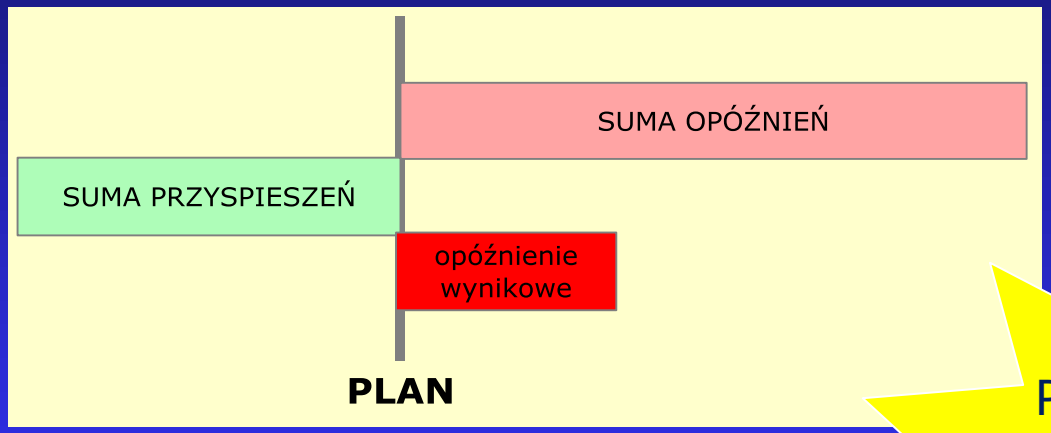
- Wydłużenie czasu działania nie zmniejszy zagrożenia opóźnieniem.
- Skrócenie czasu działania nie zwiększy zagrożenia opóźnieniem.

PRAWO MURPHIEGO:
Jeżeli coś może się nie udać, to z pewnością tak właśnie się stanie.

PRAWO „NIGDY NIE KOŃCZ PRZED TERMINEM”:
1) zawsze można poprawić,
2) dadzą nową pracę do wykonania,
3) w przyszłości dadzą mniej czasu niż zaplanuję,
4) mogę nadgonić inne zaległości

Statystyka a psychologia

STATYSTYKA
Ze względu na przypadki losowe część zadań się opóźni, a część będzie wykonana wcześniej. Opóźnienia i przyspieszenia powinny się bilansować.



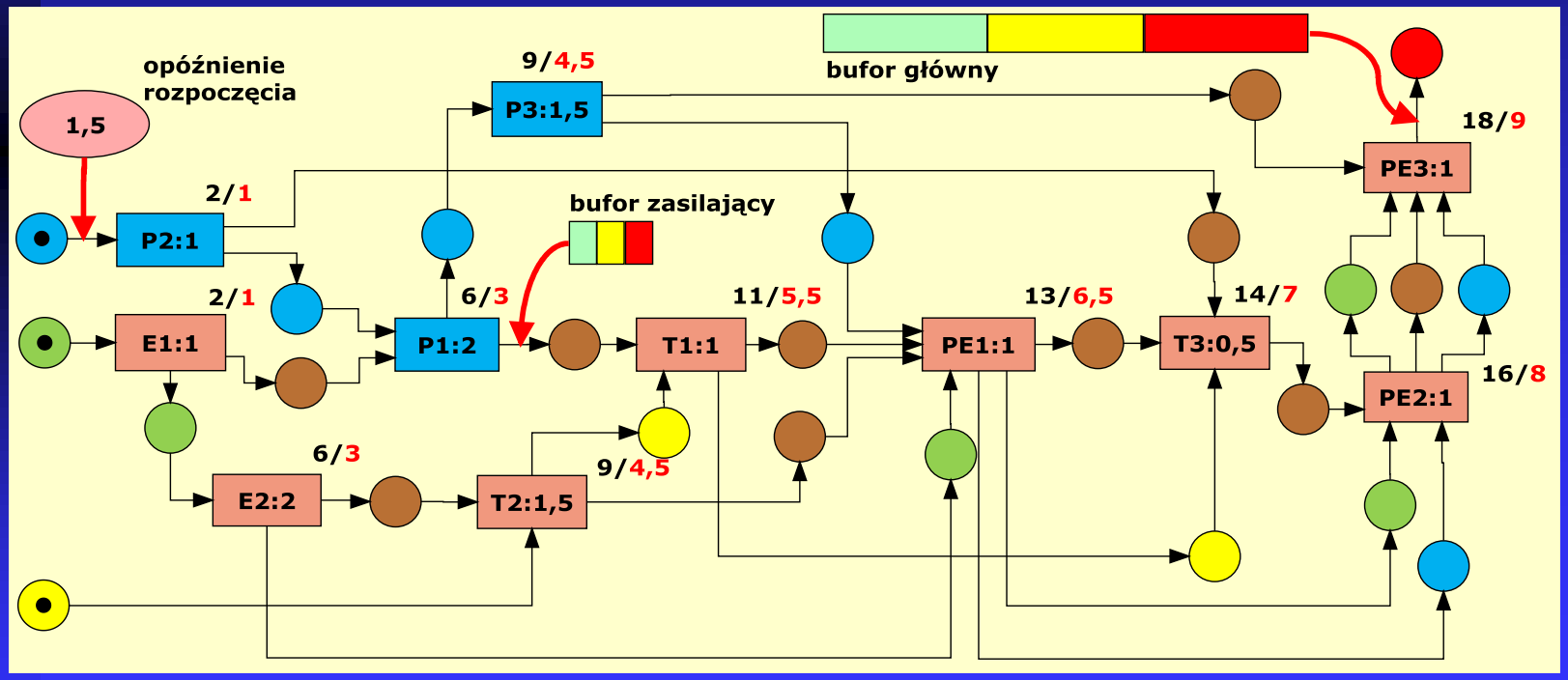
PSYCHOLOGIA:
Opóźnienia się sumują, a przyspieszenia są marnowane

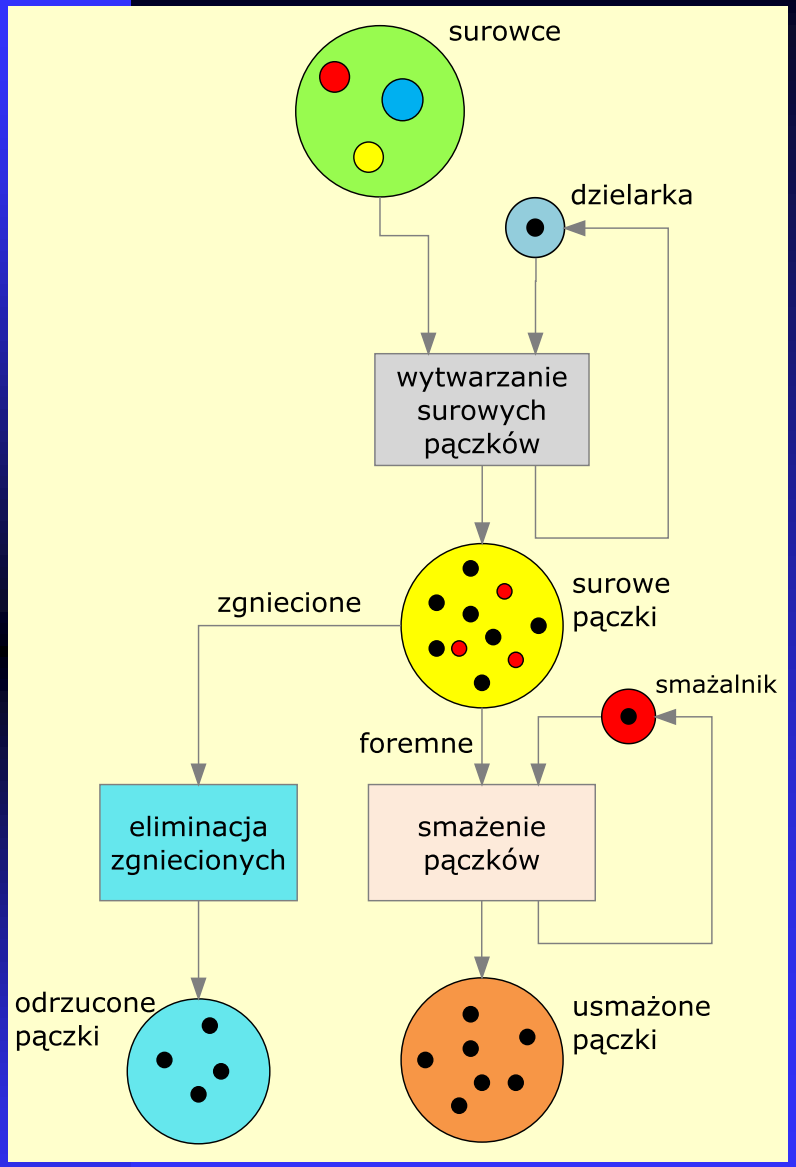
ROZWIĄZANIE:
bufory czasowe

Buforowanie

IDEA STRATEGII:

1) zabierz wszystkim działaniom połowę planowanego czasu,
2) na końcu projektu ustaw bufor czasowy, z którego będziesz mógł czerpać dla zasilenia opóźnionych,
3) maksymalnie opóźnij rozpoczęcie wszystkich zadań,
4) dodaj bufory zasilające na dopływach.





Wzbogacenia pojęcia sieci Petriego

1) więcej niż jeden znacznik w jednym miejscu,
2) znaczniki niosące informacje,
3) miejsca wyposażone w warunki odnoszące się do informacji niesionych przez znaczniki,
4) …a to nie koniec.

Co sieci Petriego mogą wnieść do TOC

1) NA POZIOMIE POJĘCIOWYM:
   1) zdefiniować pojęcie sieci projektu,
   2) zastąpić dwa diagramy Goldratta jedną siecią,
   3) zdefiniować pojęcie łańcucha krytycznego i pokazać różne jego wersje,
   4) uwzględniać niedeterminizm w sieciach projektów,
   5) uwzględniać cykle w sieciach projektów,
   6) zdefiniować pojęcie blokady,
   7) uogólnienia sieci Petriego
2) NA POZIOMIE NARZĘDZIOWYM:
   1) podać systematyczną metodę budowanie sieci projektu,
   2) wykorzystać w budowaniu projektu metodę modułowości,
   3) wykorzystać algorytmy wykrywania cykli i blokad,
   4) wykorzystać algorytmy badania wykonalność projektu,
   5) uogólnienia sieci Petriego