

# Zegary logiczne i spójne odcięcia



Zajęcia ćwiczeniowe przygotowujące do  
egzaminu



# Cel ćwiczeń

- Pierwsze zadanie na egzaminie zawsze dajemy takie samo: zegary logiczne Lamporta, Matterna i wyznaczenie odcięcia spójnego/niespójnego
- Drugie zadanie: złożoność obliczeniowa i komunikacyjna
- Trzecie i czwarte zadanie: Dowody poprawności algorytmów

Niniejsza prezentacja dotyczy najłatwiejszego, pierwszego zadania.



# Zegary Lamporta, przypomnienie

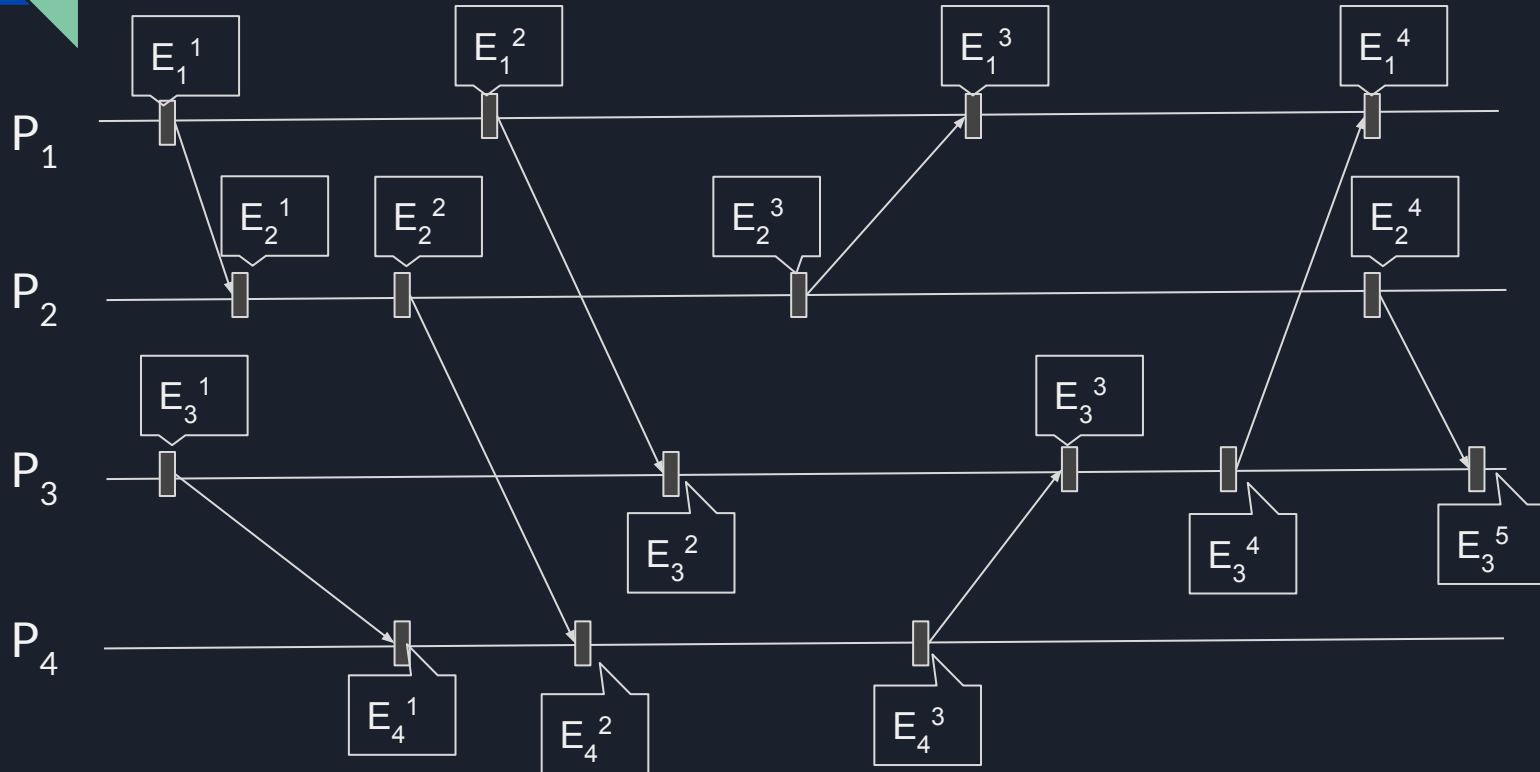
- Czas zawsze leci w przód (w szczególności, lokalnie zegar nie może się cofać)
- Odebranie zawsze musi nastąpić później niż wysłanie (w sensie czasu logicznego)

$$\text{clock} = \max(\text{msg\_clock}, \text{local\_clock}) + d$$

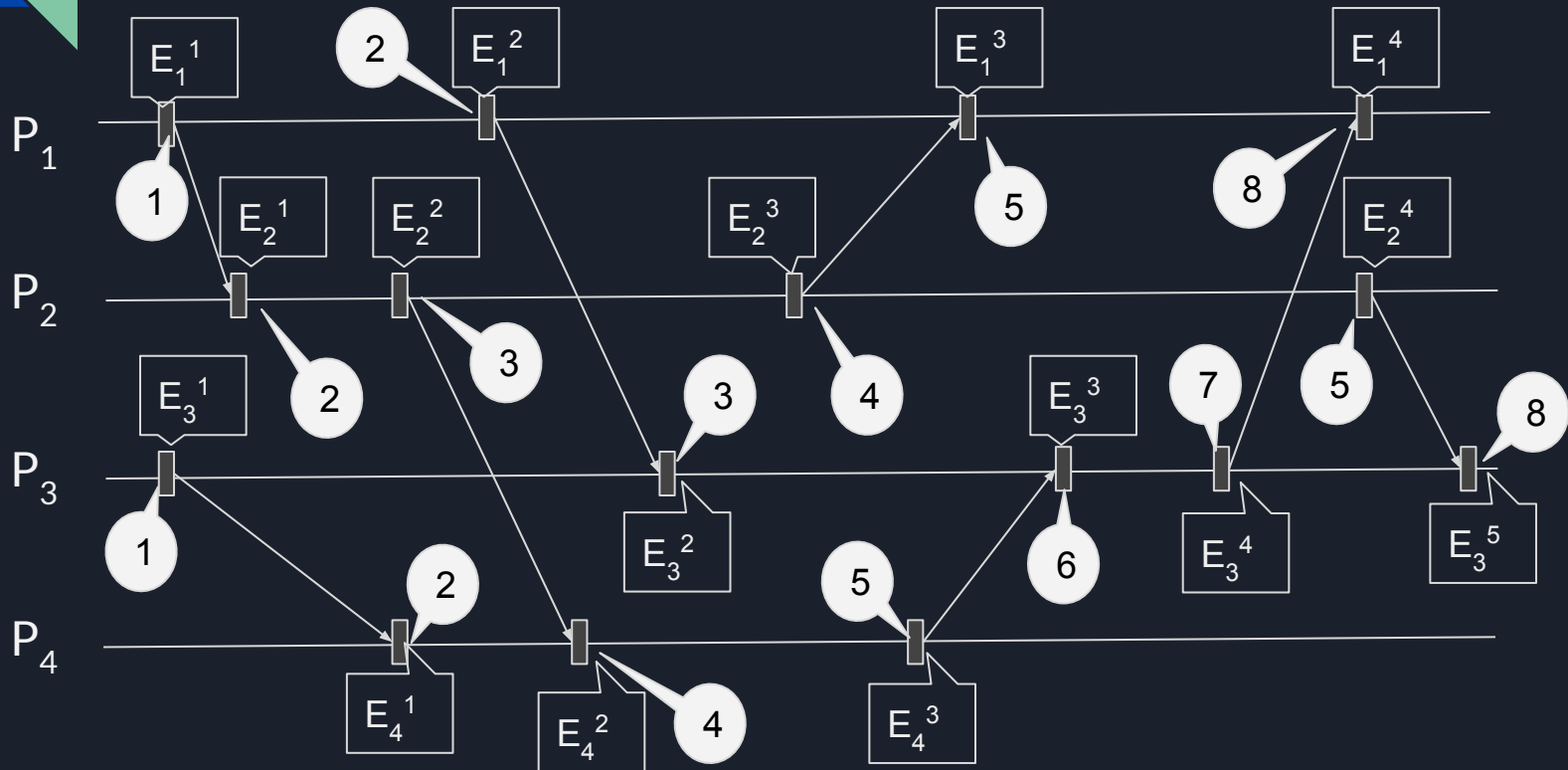
Zwykle  $d = 1$

Etykiety zegarowe nadawać możemy każdemu zdarzeniu, które uznajemy za ważne.

# Proste ćwiczenie numero uno



# Proste ćwiczenie numero uno

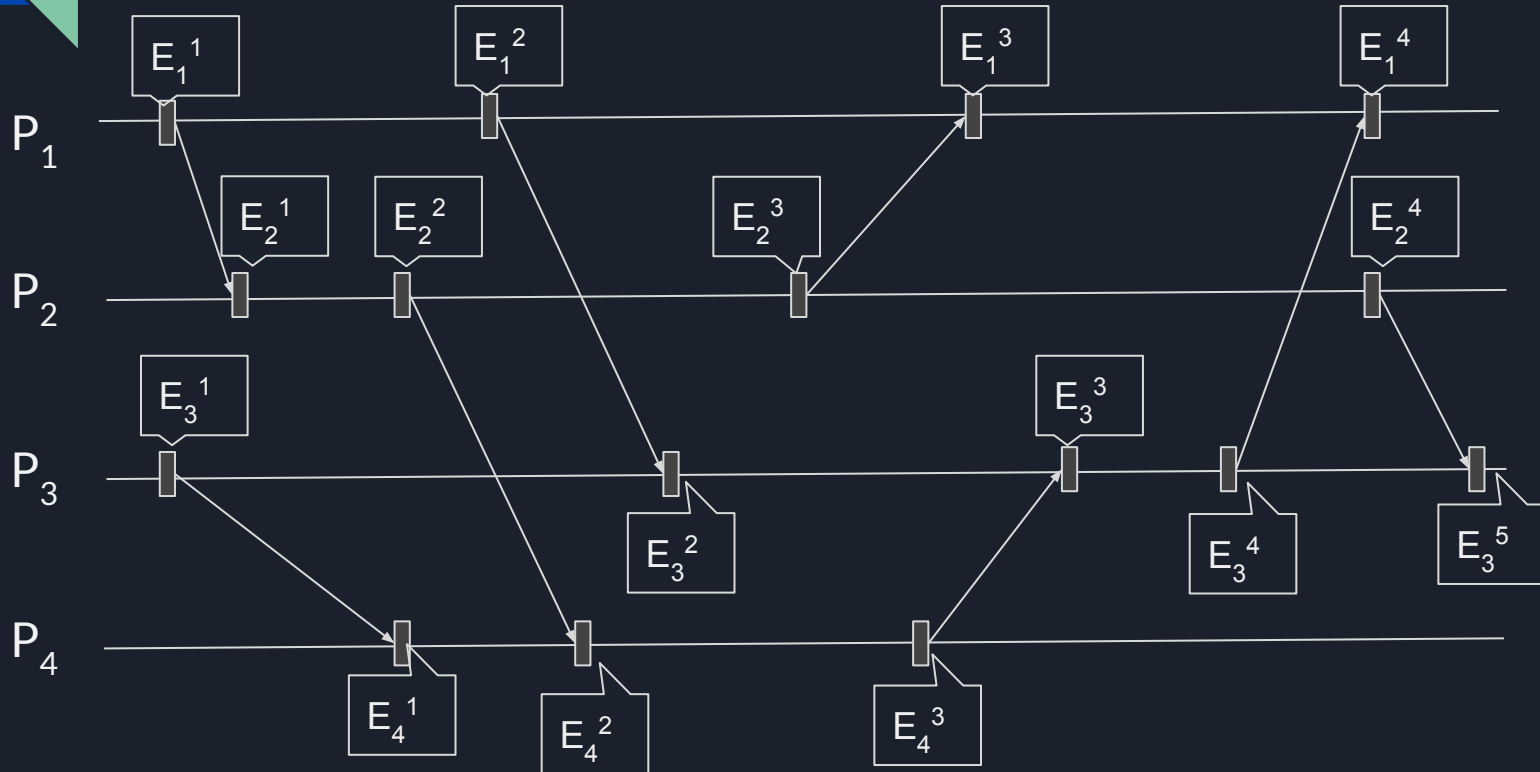




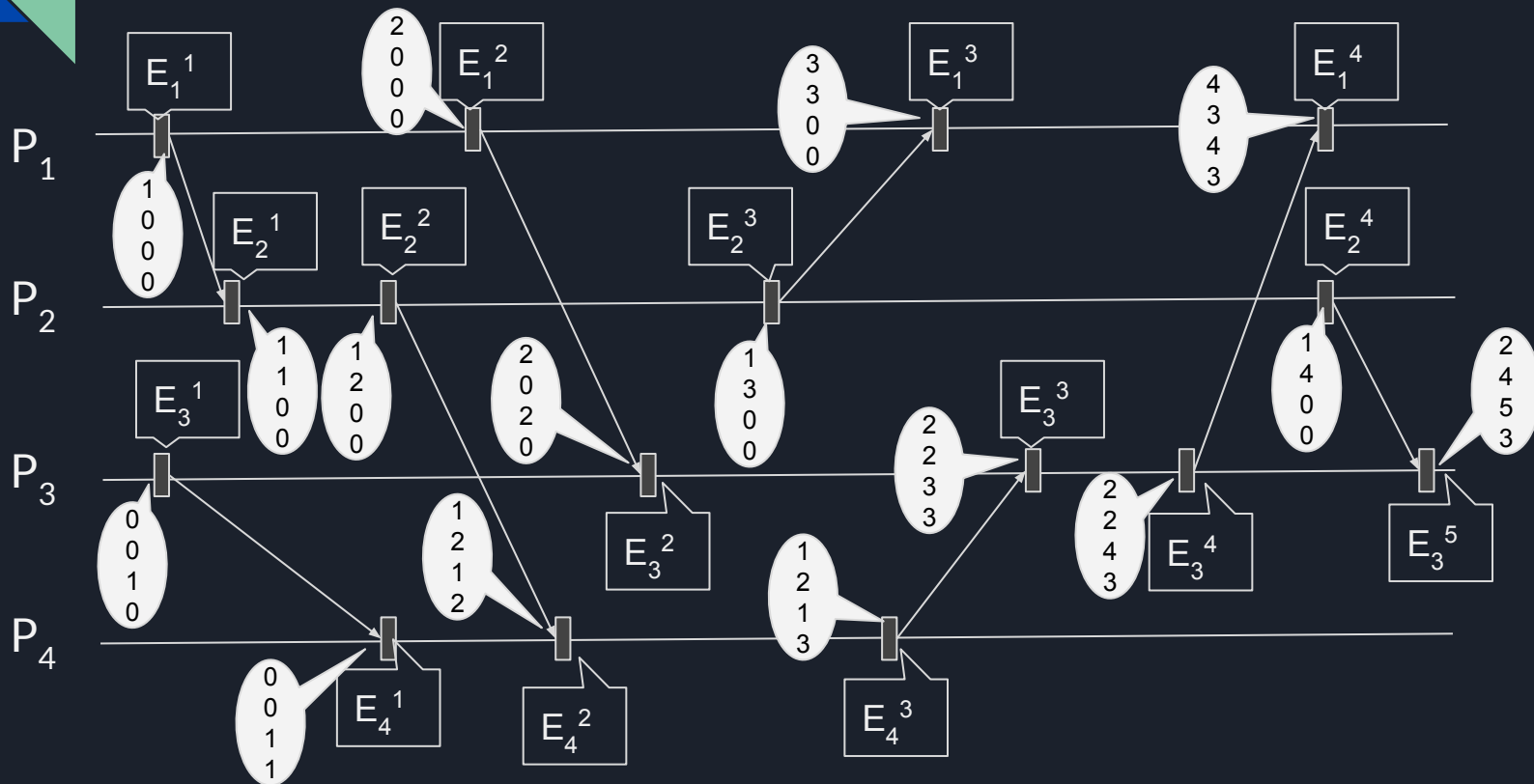
# Zegary Matterna, przypomnienie

- Czas zawsze leci w przód, ale tym razem mamy relacje między wektorami ( wektor  $A \geq B$ , gdy na każdej pozycji  $A[i] \geq B[i]$ , a  $A > B$  gdy to samo, ale nierówność jest ostro większa na co najmniej jednej pozycji; wektory mogą być nieporównywalne)
- Lokalnie zegar nie może się cofać i tylko proces  $i$ -ty inkrementuje  $i$ -tą pozycję. Inni mogą się o niej tylko dowiadywać
- Przy odbiorze inkrementujemy swoją pozycję, aktualizujemy inne - zawsze utrzymujemy najświeższą informację o innych procesach

# A teraz ochotnik liczy zegary Matterna!

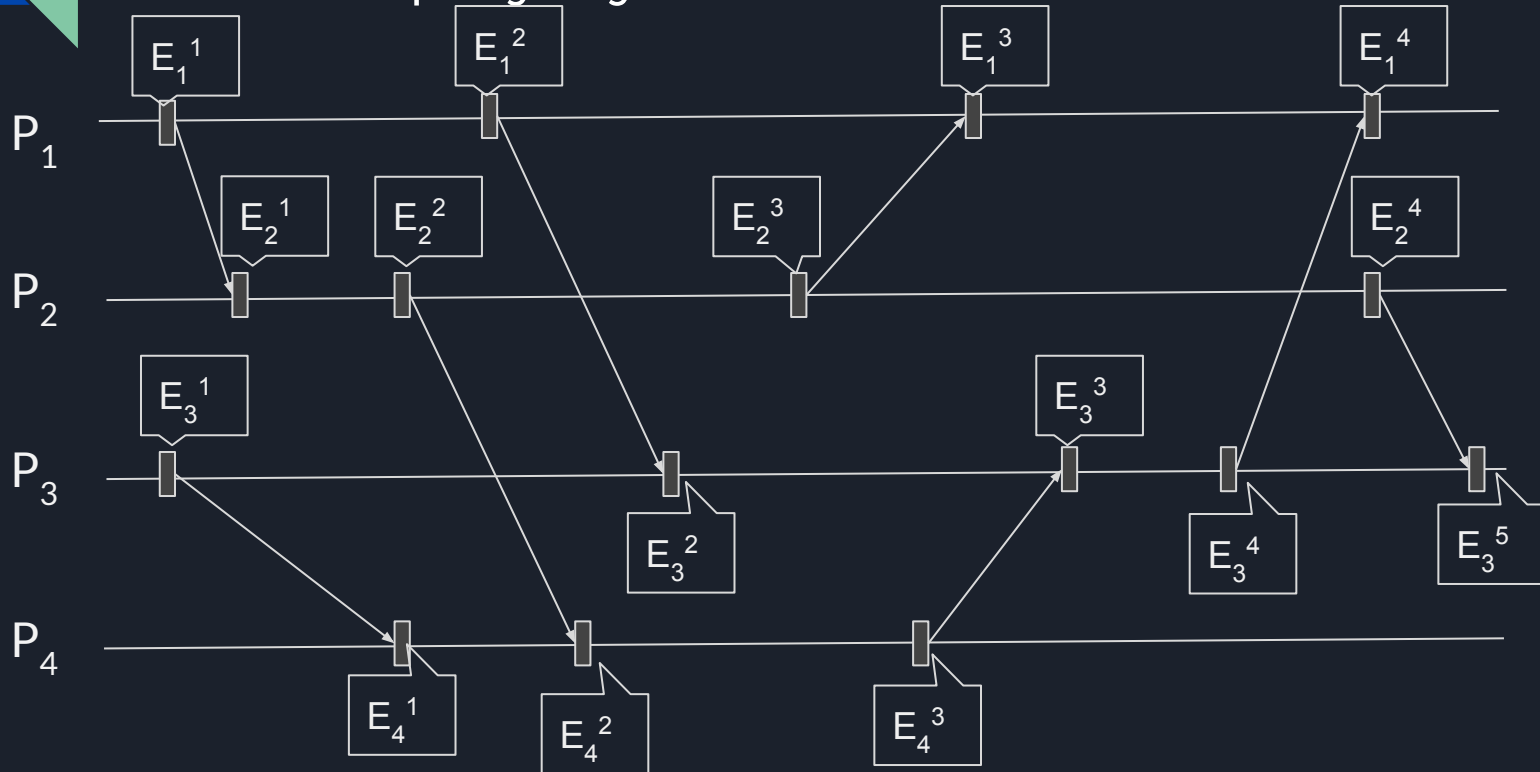


# Zegary Matterna, rozwiązanie

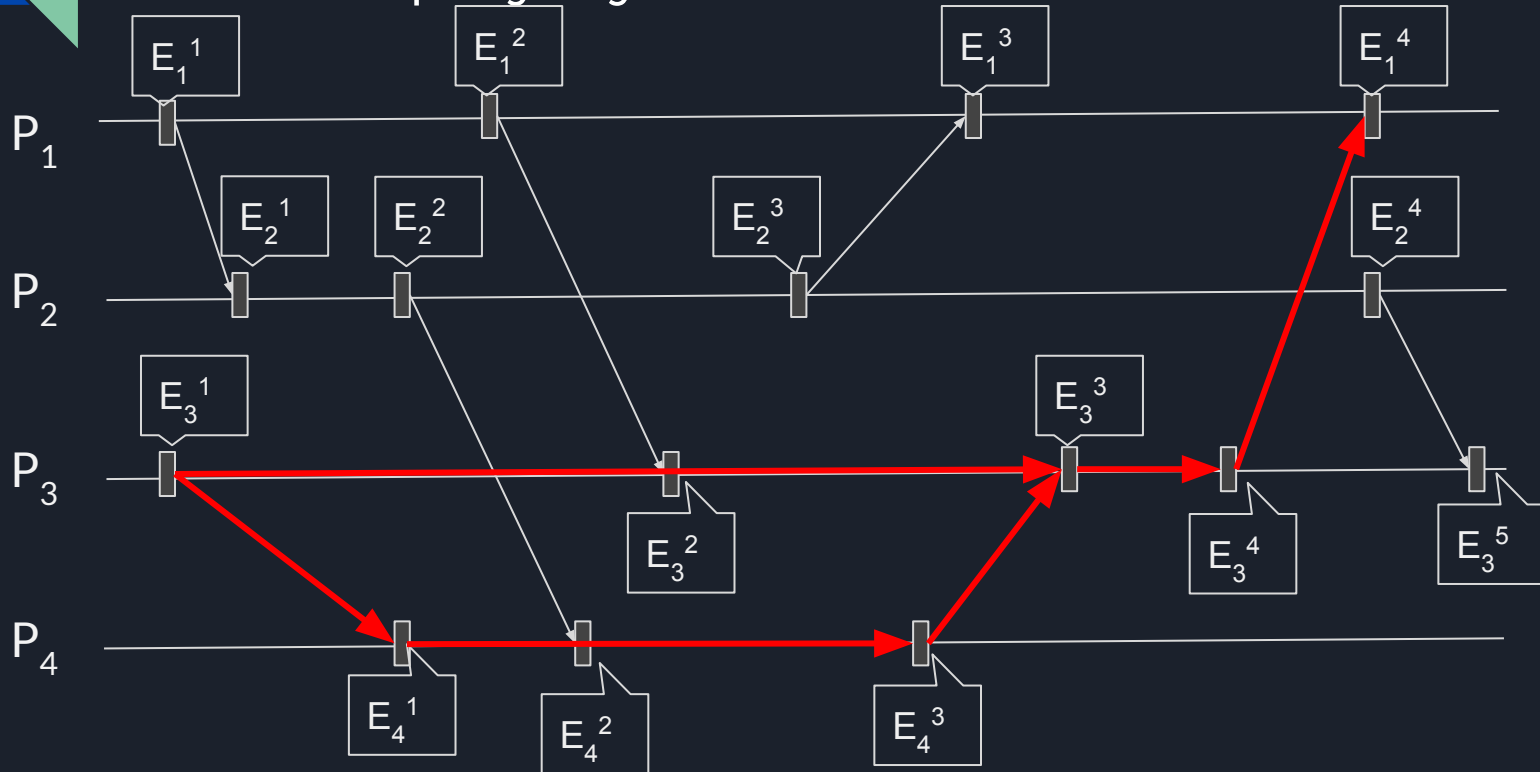




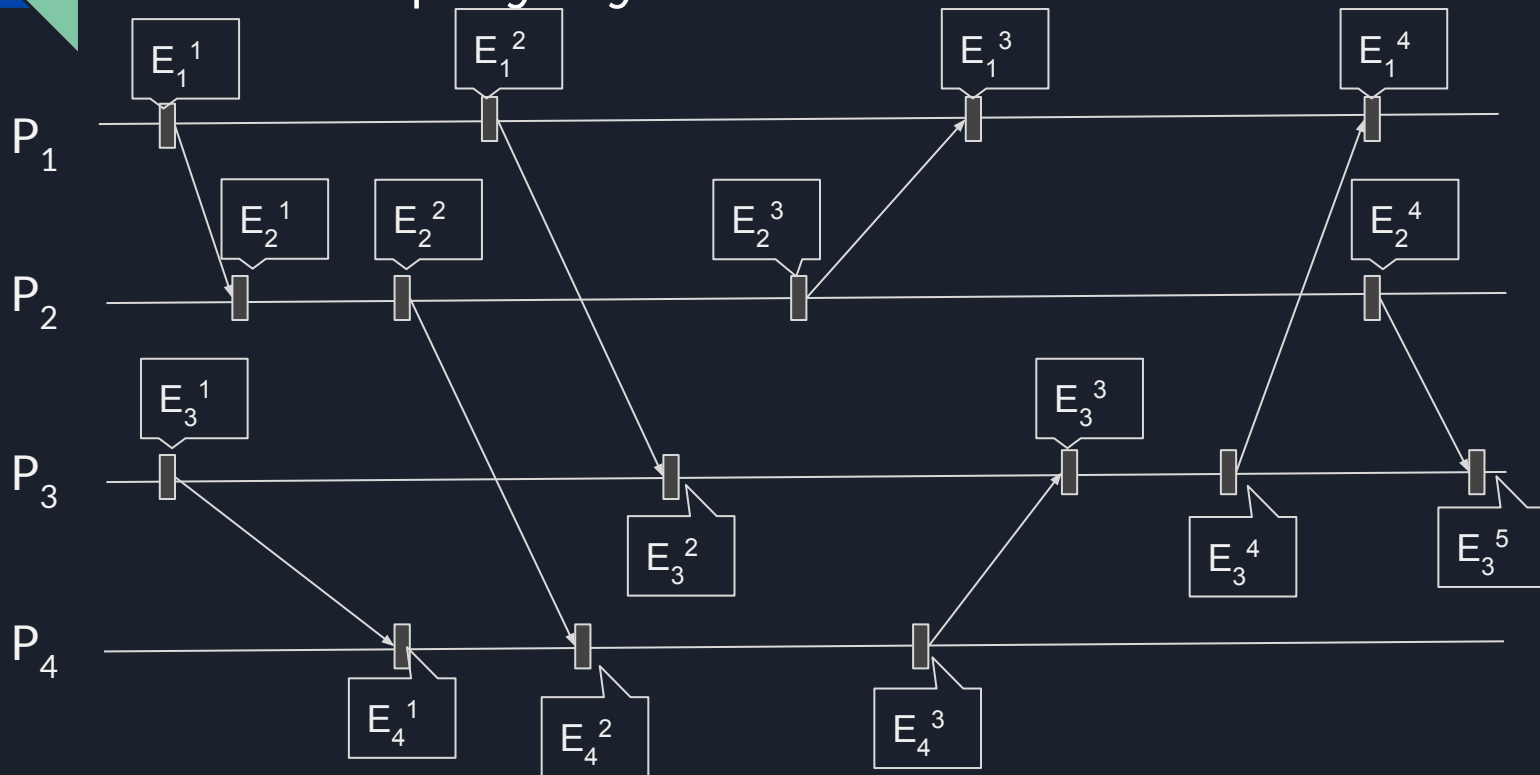
Dla porządku - czy zdarzenie  $E_3^1$  oraz  $E_1^4$  są zależne przyczynowo?



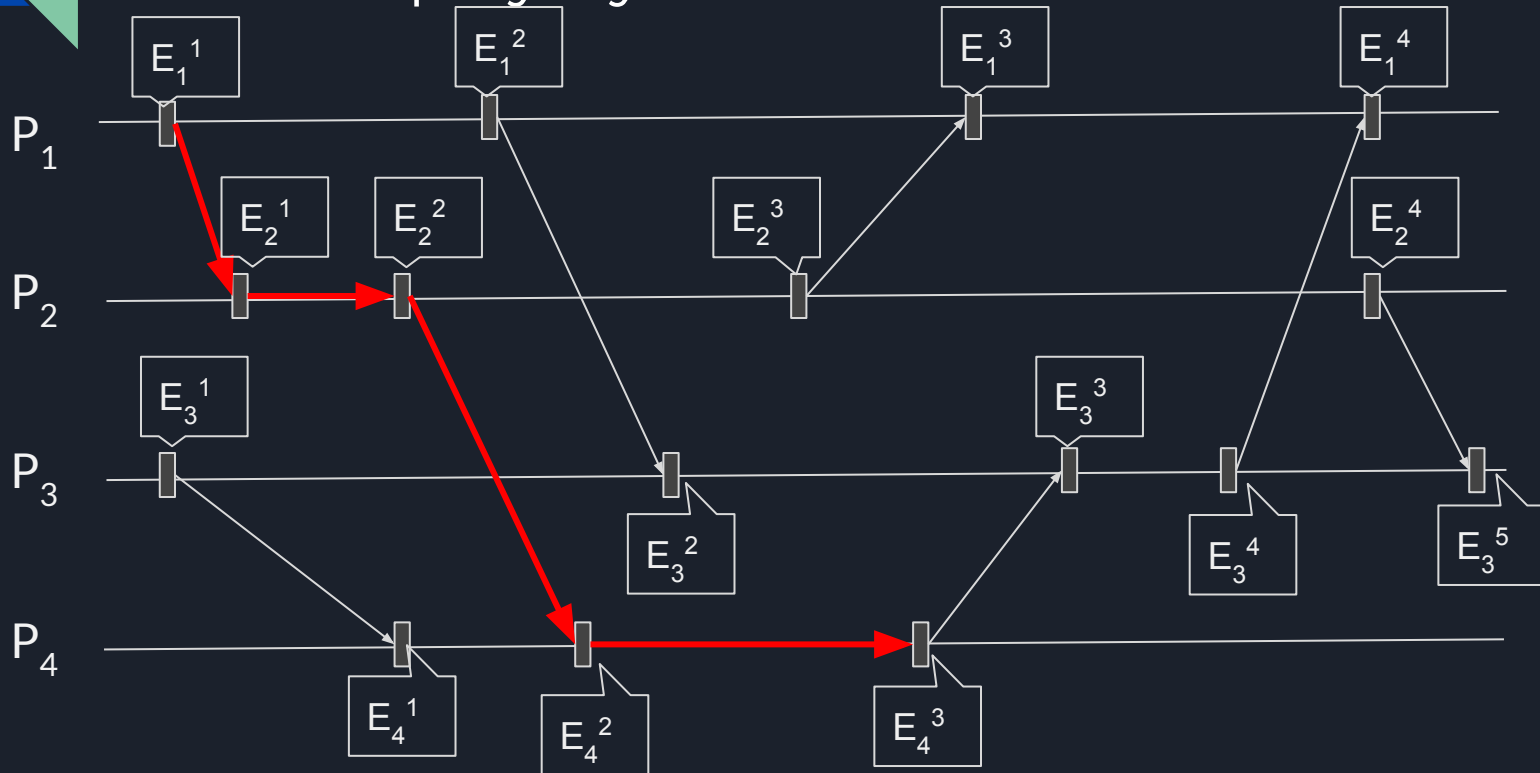
Dla porządku - czy zdarzenie  $E_3^1$  oraz  $E_1^4$  są zależne przyczynowo?



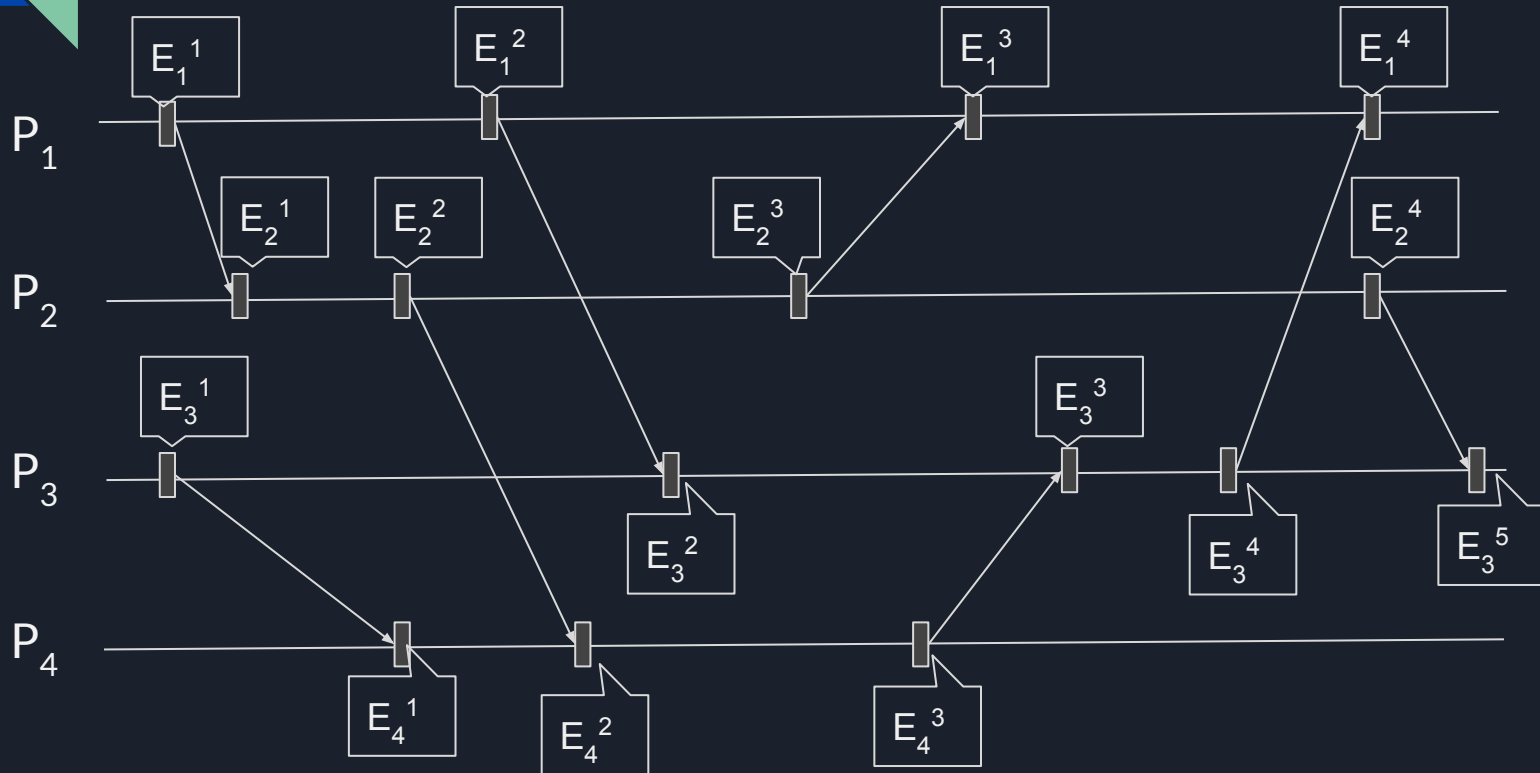
Dla porządku - czy zdarzenie  $E_1^1$  oraz  $E_4^3$  są zależne przyczynowo?



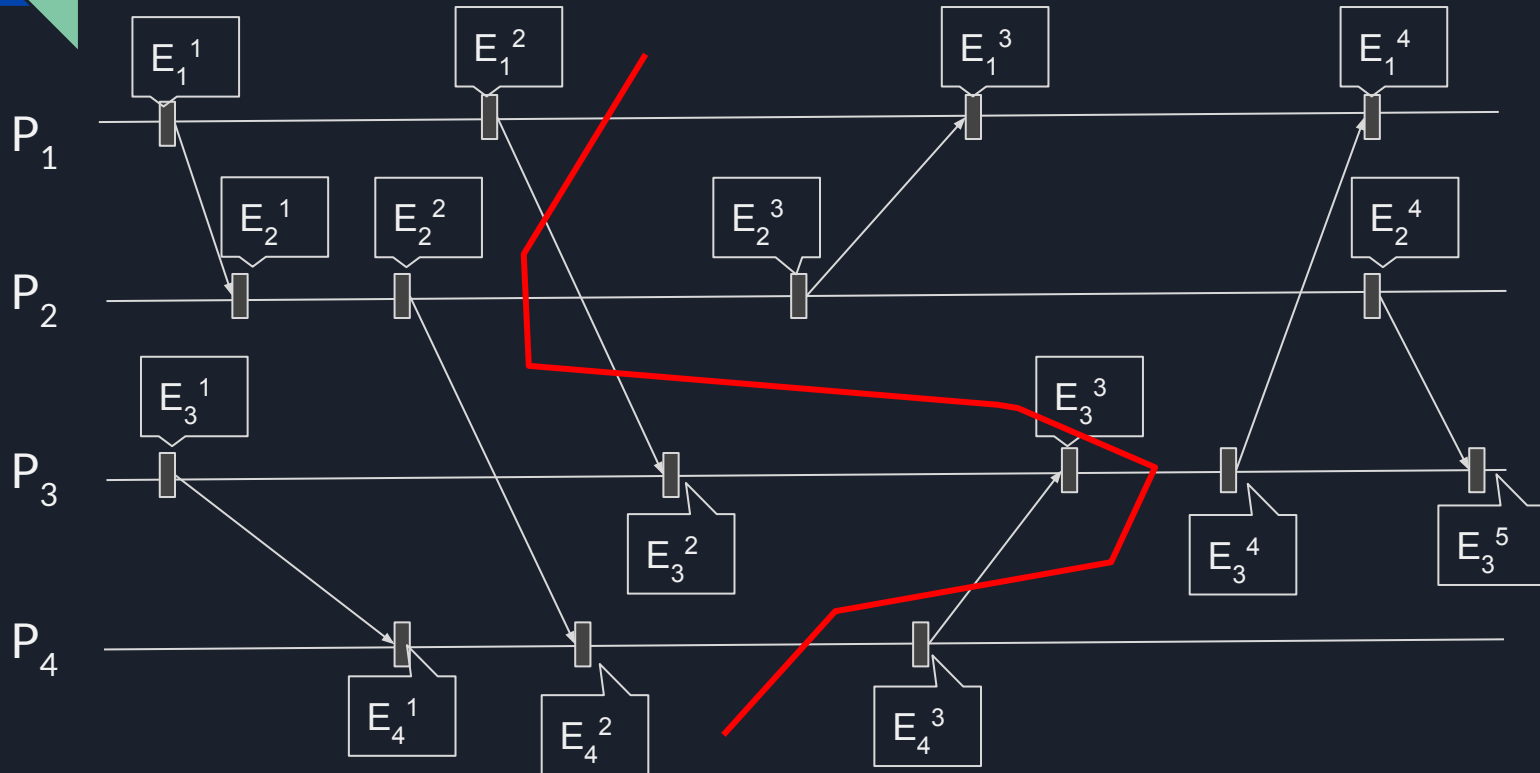
Dla porządku - czy zdarzenie  $E_1^1$  oraz  $E_4^3$  są zależne przyczynowo?



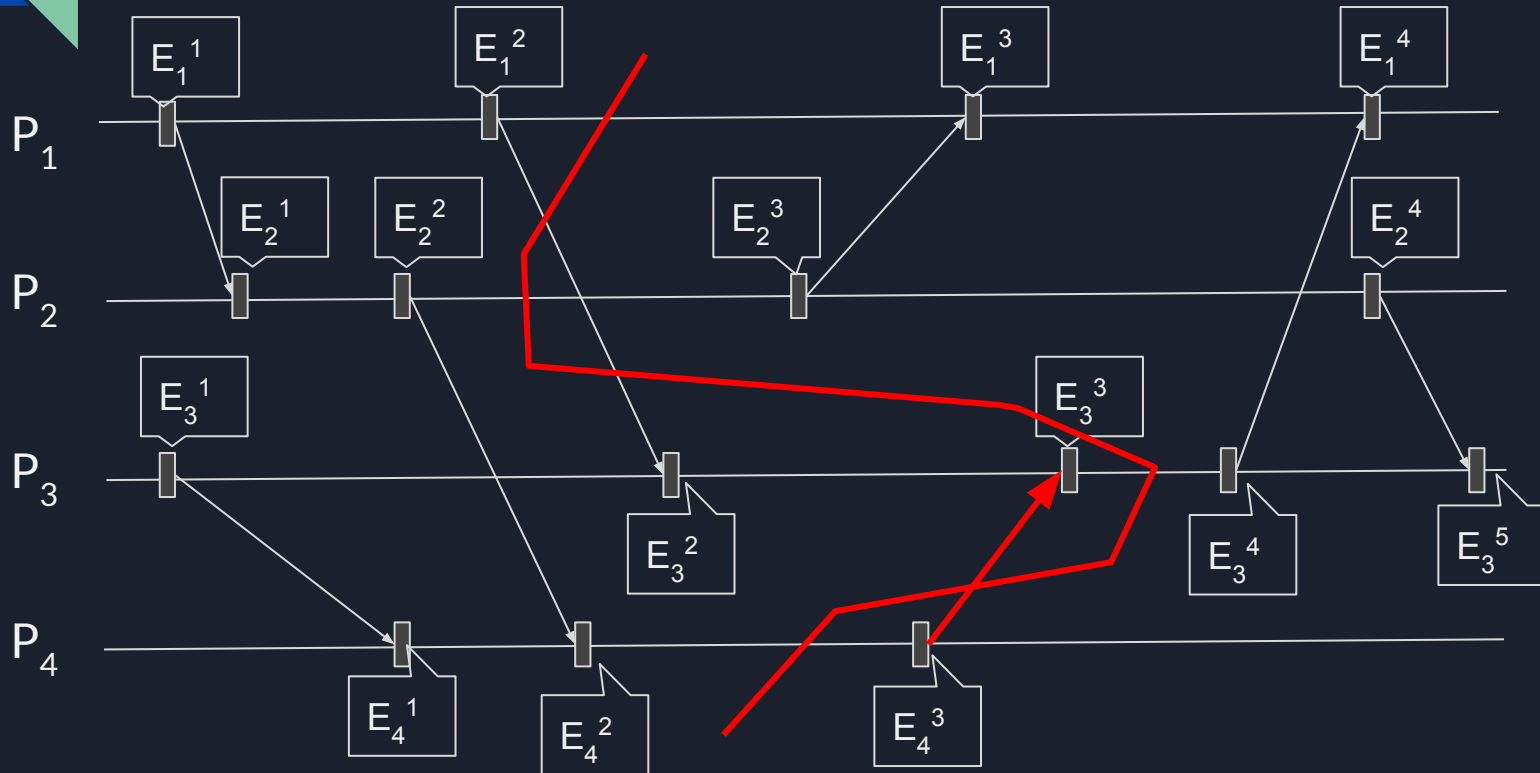
Czy konfiguracja  $s_1^2, s_2^2, s_3^3, s_4^2$  jest spójna?



Czy konfiguracja  $s_1^2, s_2^2, s_3^3, s_4^2$  jest spójna?



Czy konfiguracja  $s_1^2, s_2^2, s_3^3, s_4^2$  jest spójna?





## Formalnie odpowiadamy

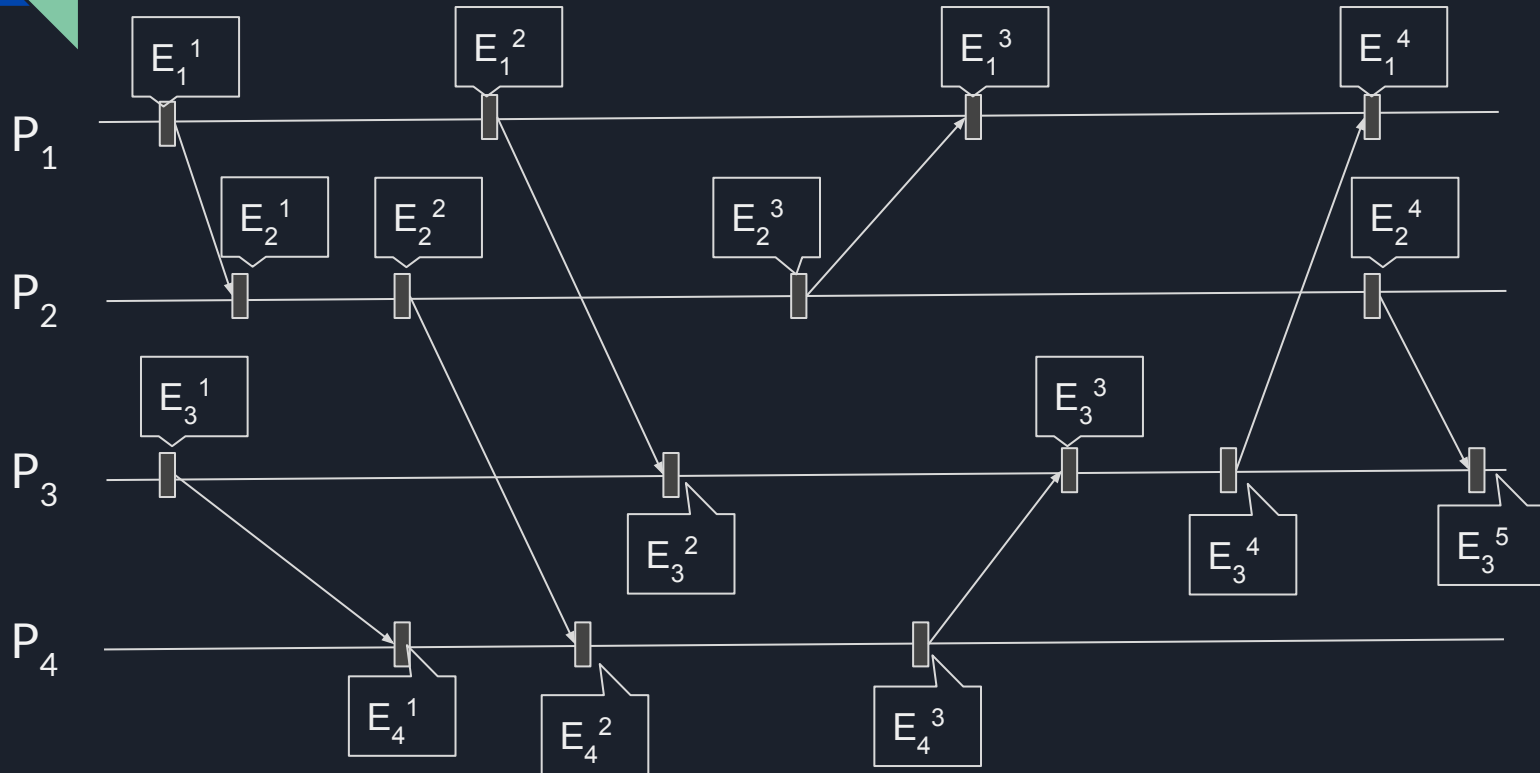
Z definicji każde  $E^x$  takie, że  $E^x \Rightarrow E$ , gdy  $E \in \mathcal{Y}$  powinno także należeć do  $\mathcal{Y}$ , tymczasem:

$$E_3^3 \in \mathcal{Y}, E_4^3 \mapsto E_3^3 \text{ a zarazem } E_4^3 \notin \mathcal{Y}$$

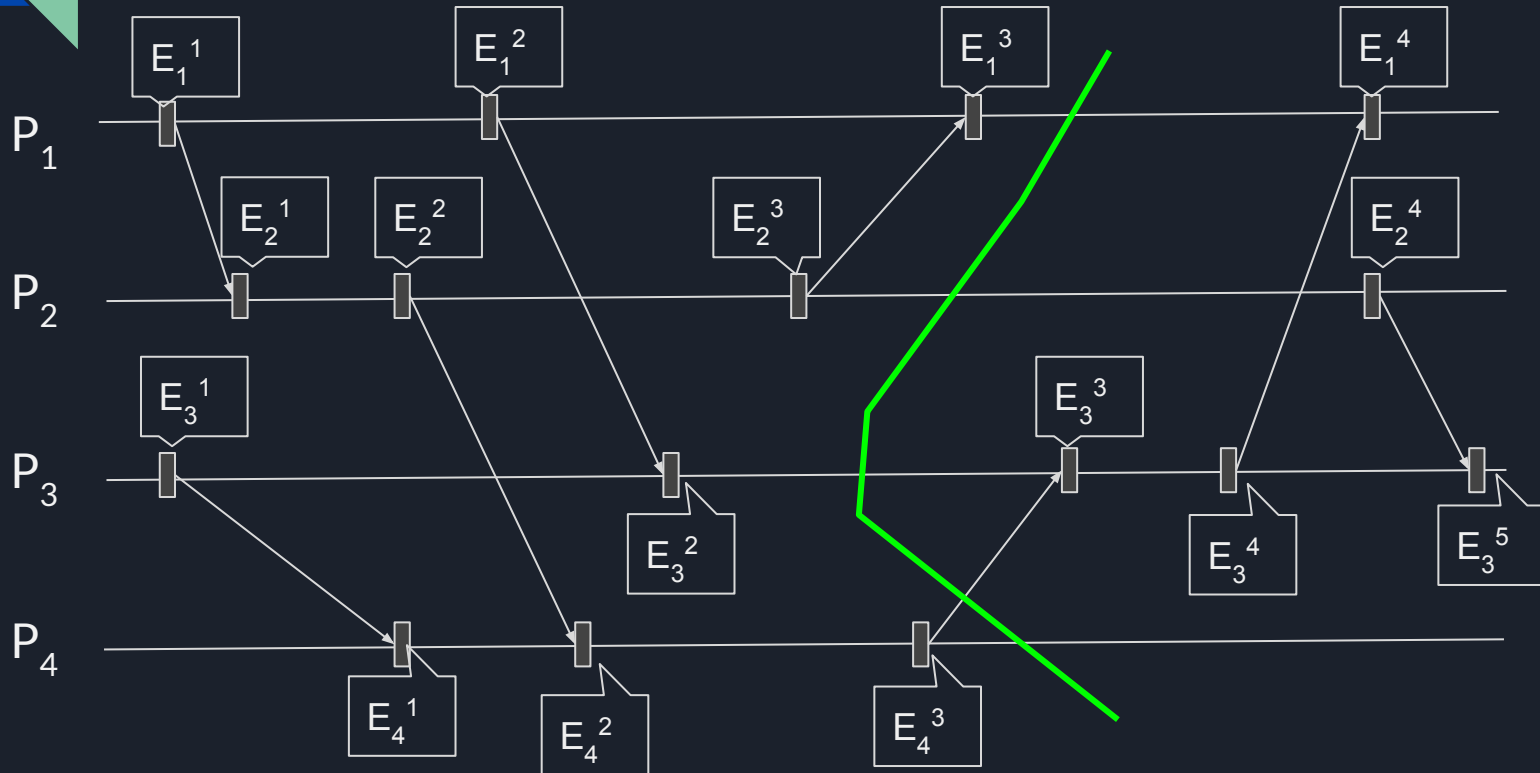
Powyżej piszę o zdarzeniach, zamiast o stanach; jednakże odcięcia i konfiguracje są sobie równoważne; można więc, naginając nieco notację, pisać o zdarzeniach/stanach i odcięciach/konfiguracjach zamiennie



Czy konfiguracja  $s_1^3, s_2^3, s_3^2, s_4^3$  jest spójna?



Czy konfiguracja  $s_1^3, s_2^3, s_3^2, s_4^3$  jest spójna?

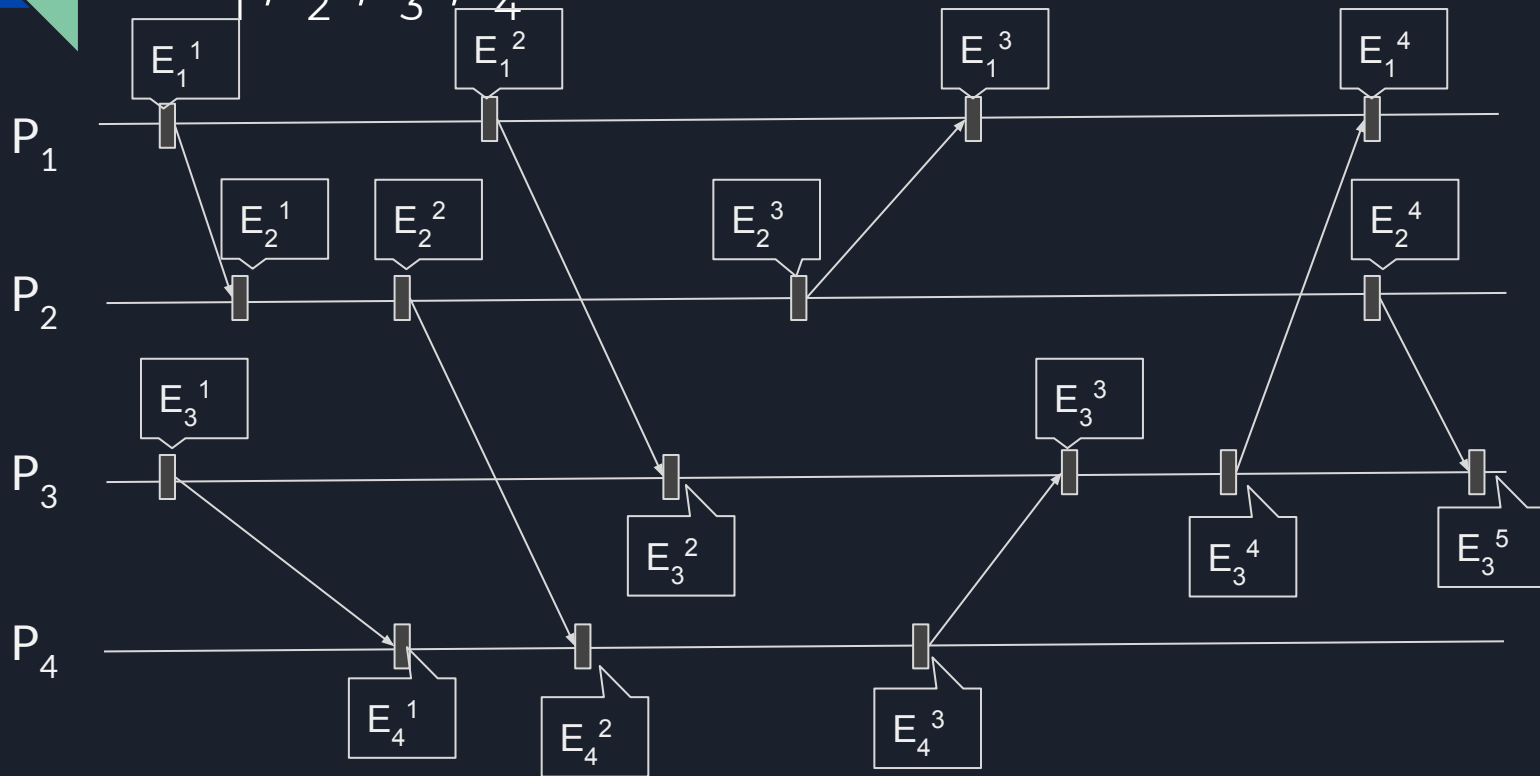




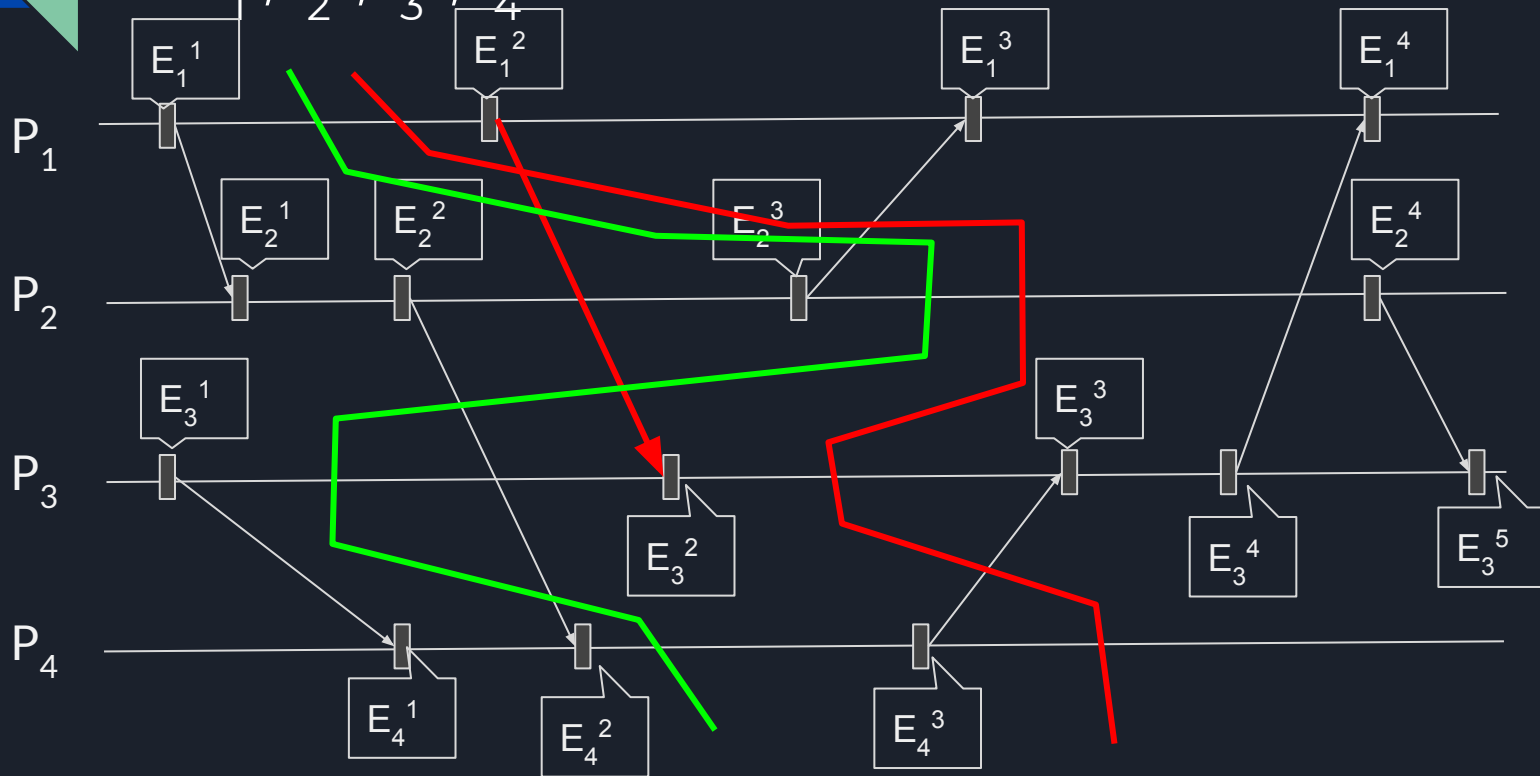
Formalnie odpowiadamy

Jest spójna, ponieważ dla każdego  $E \in \mathcal{Y}$  i  $E^x$  takiego, że  $E^x \mapsto E$ , zdarzenie  $E^x$  także należy do  $\mathcal{Y}$

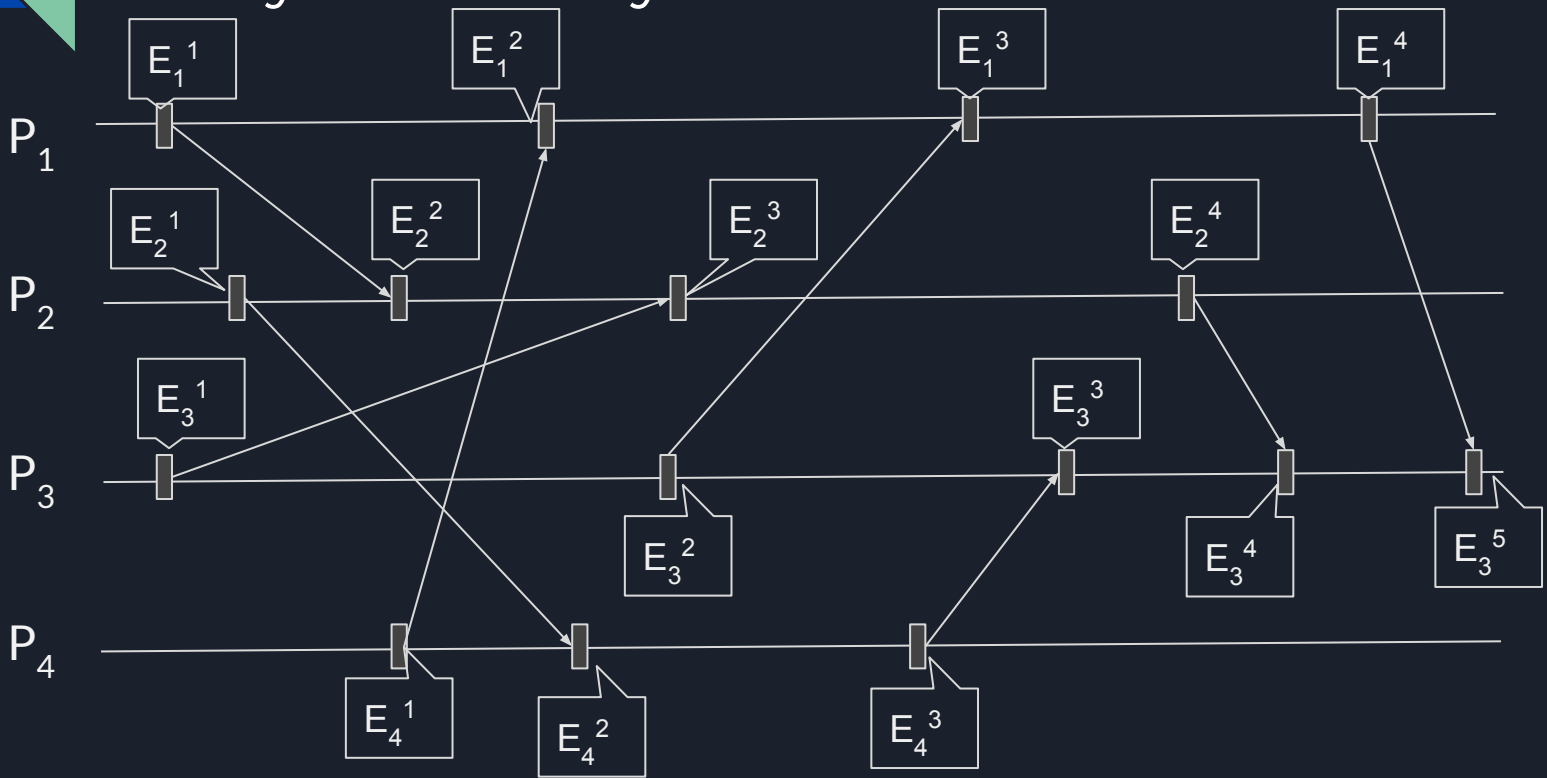
Czy konfiguracja  $s_1^1, s_2^3, s_3^1, s_4^2$  jest spójna? A co z  $s_1^1, s_2^3, s_3^2, s_4^3$ ?



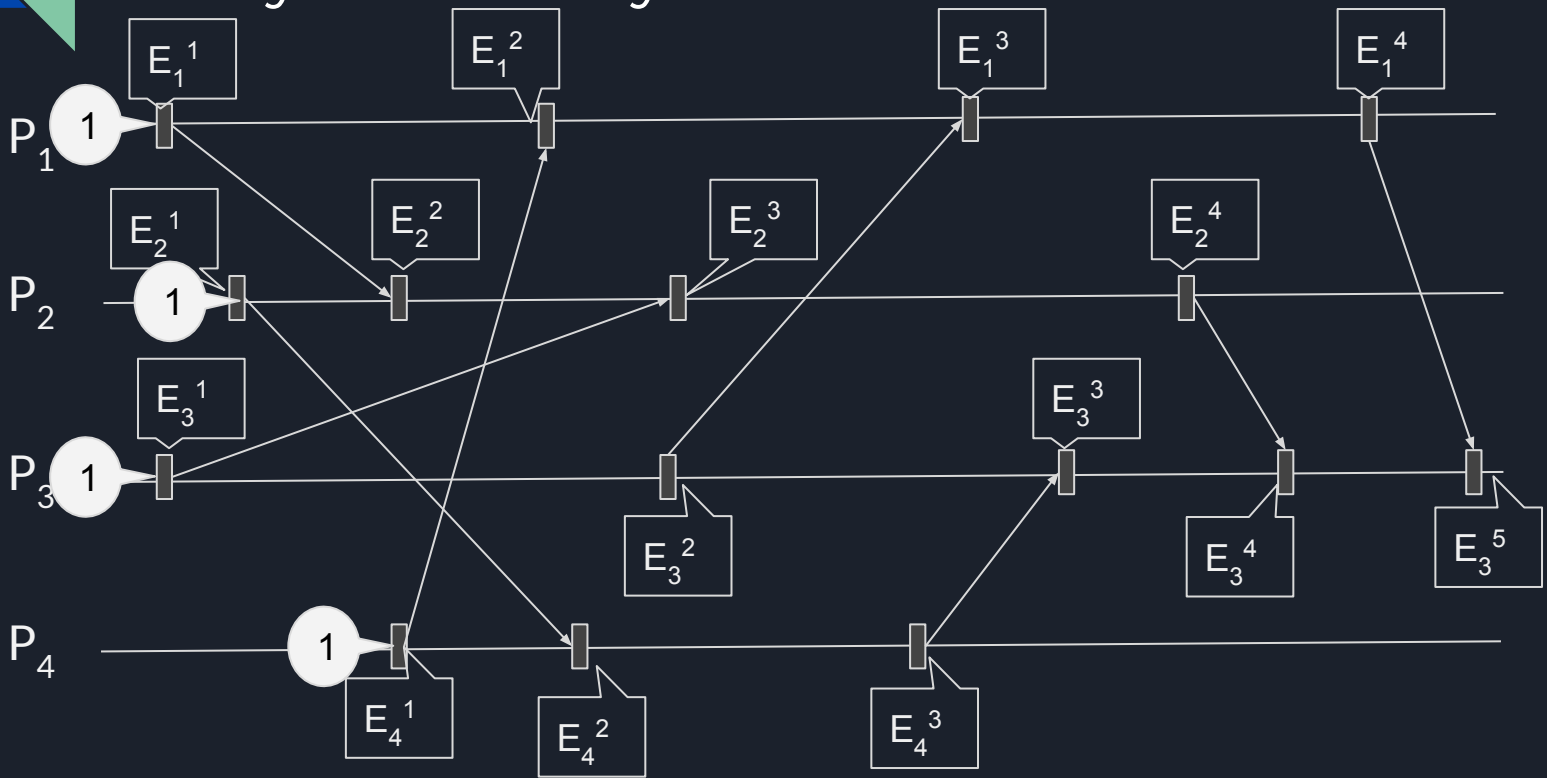
Czy konfiguracja  $s_1^1, s_2^3, s_3^1, s_4^2$  jest spójna? A co z  $s_1^1, s_2^3, s_3^2, s_4^3$ ?



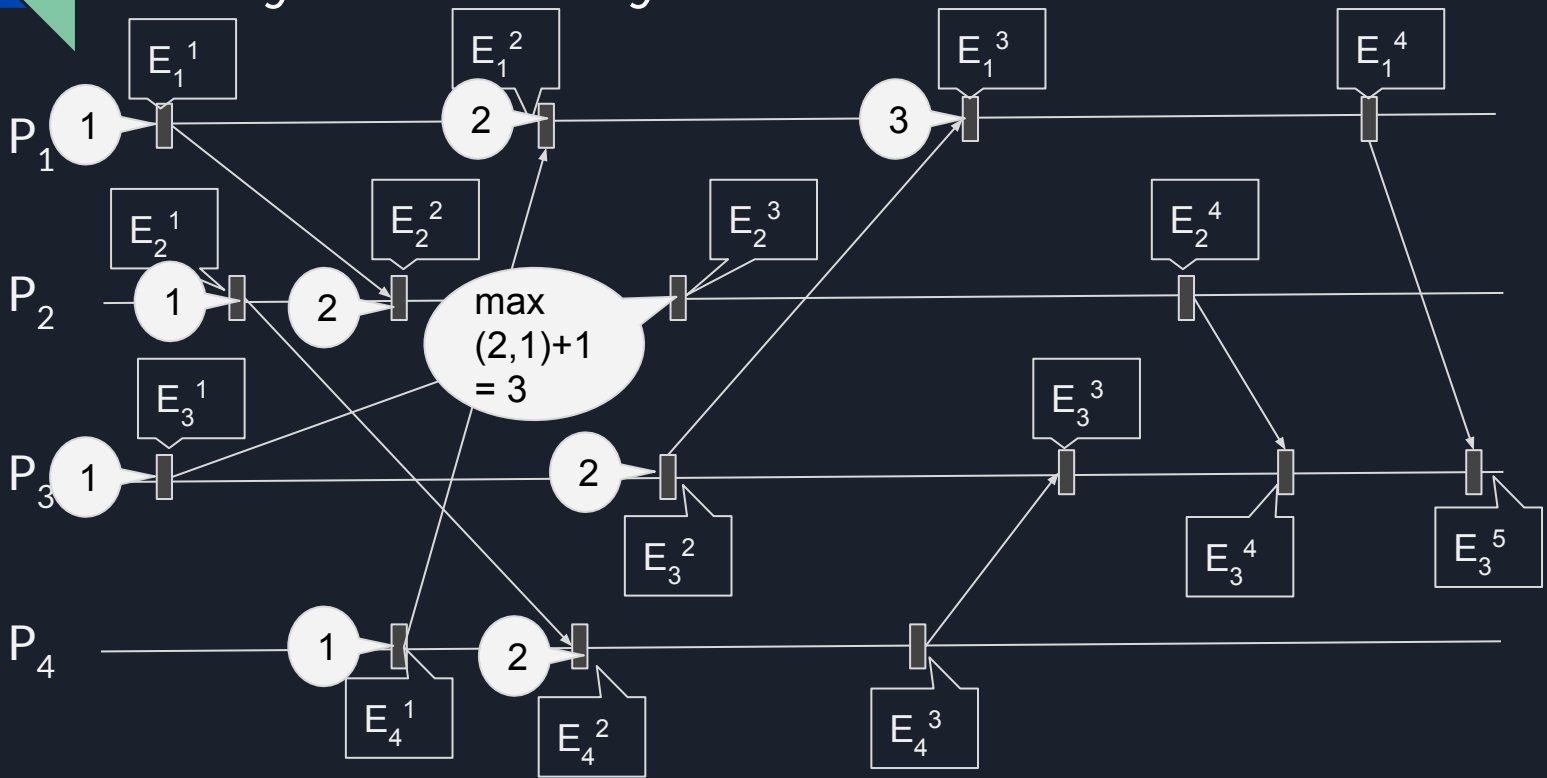
# Zegary Lamporta, byśmy mieli pewność, że wszystko wiemy



# Zegary Lamporta, byśmy mieli pewność, że wszystko wiemy

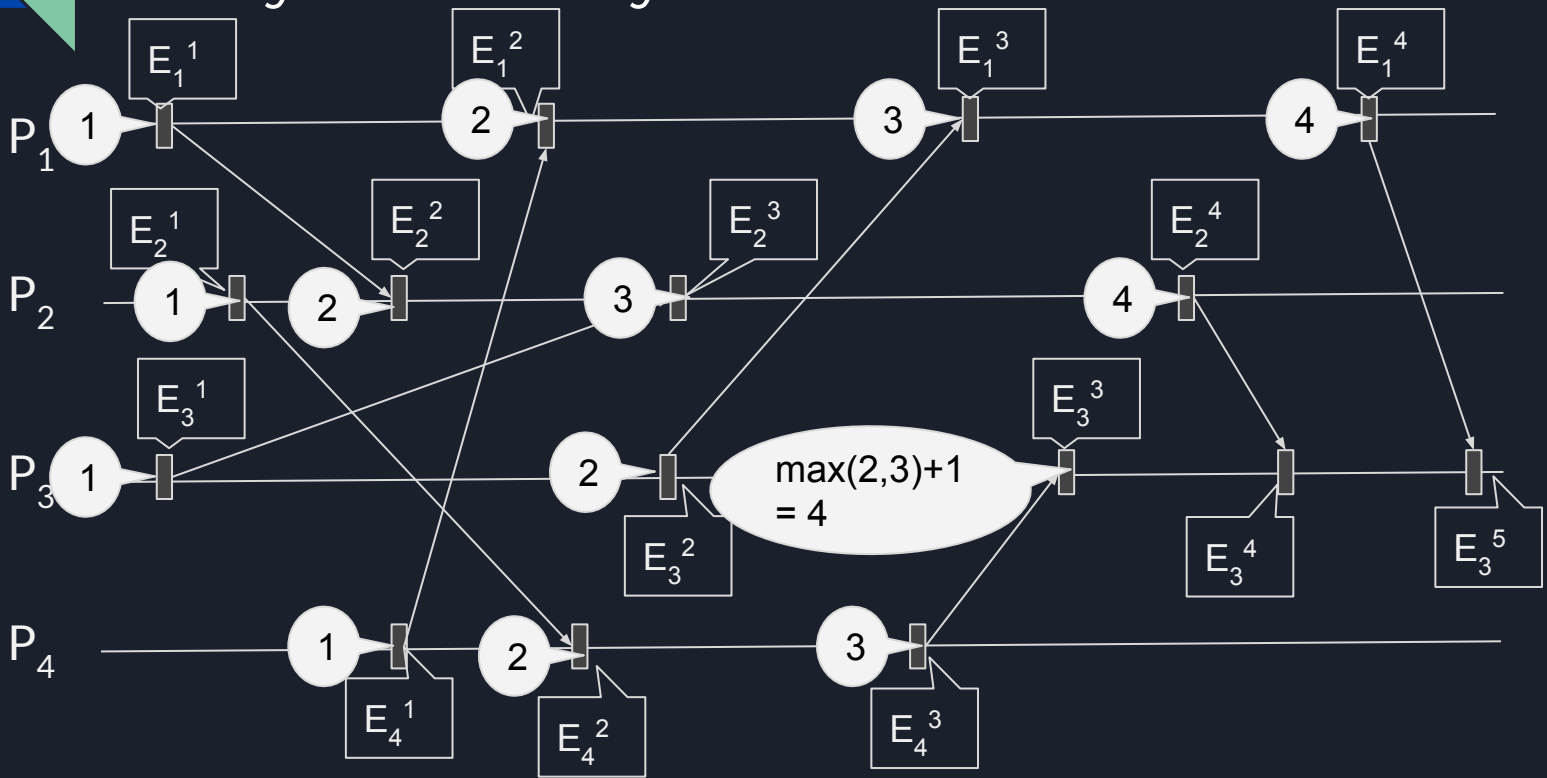


# Zegary Lamporta, byśmy mieli pewność, że wszystko wiemy

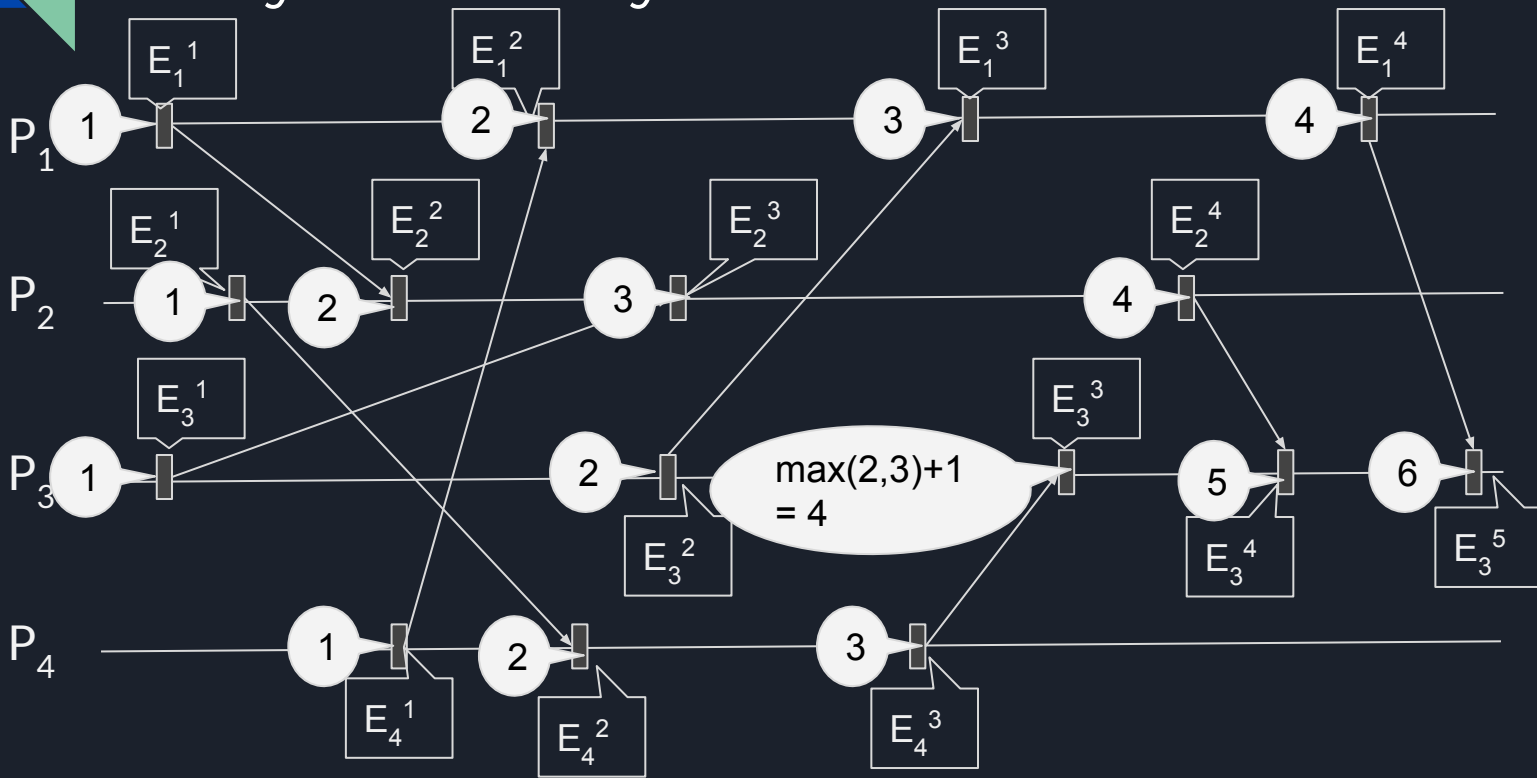




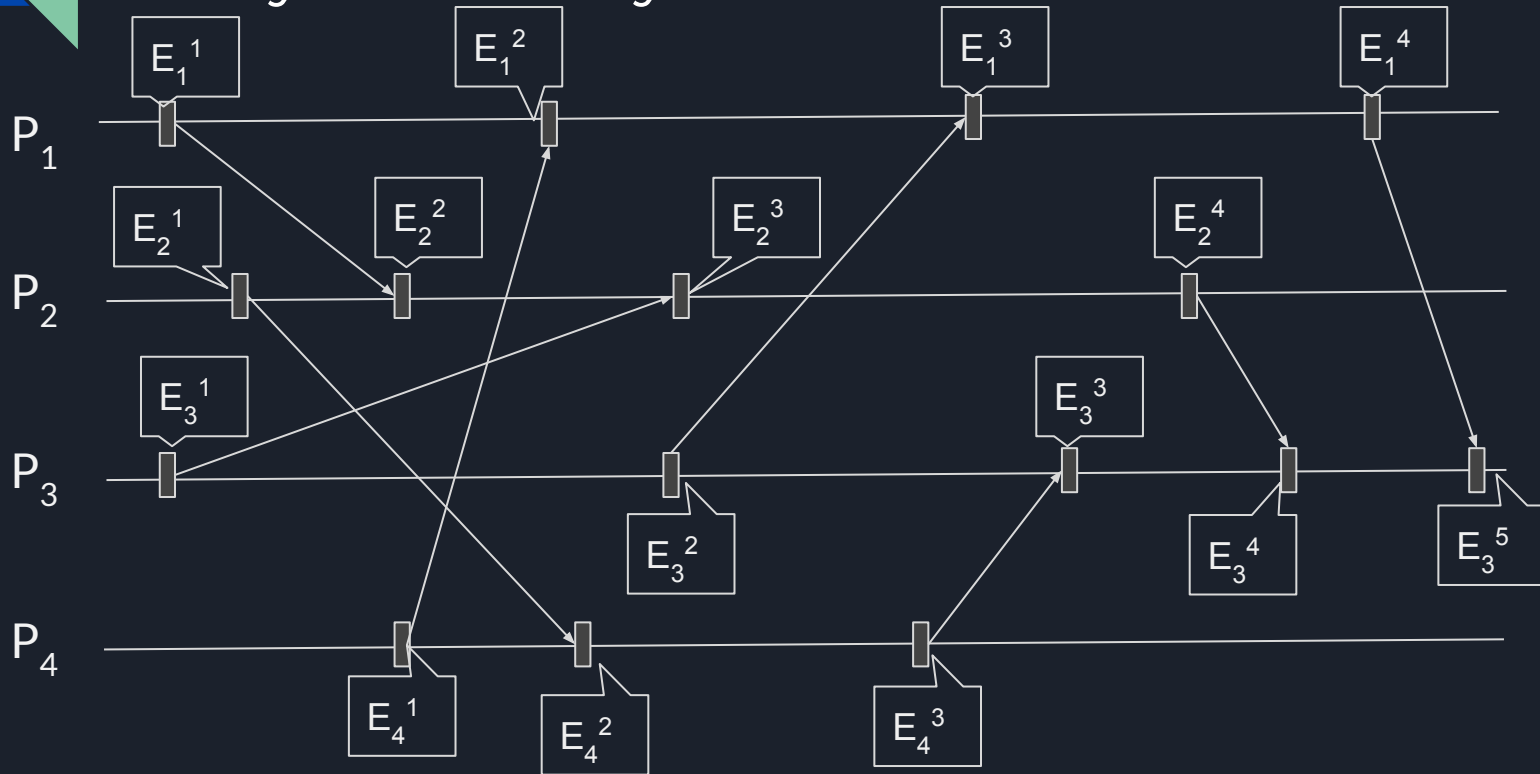
# Zegary Lamporta, byśmy mieli pewność, że wszystko wiemy



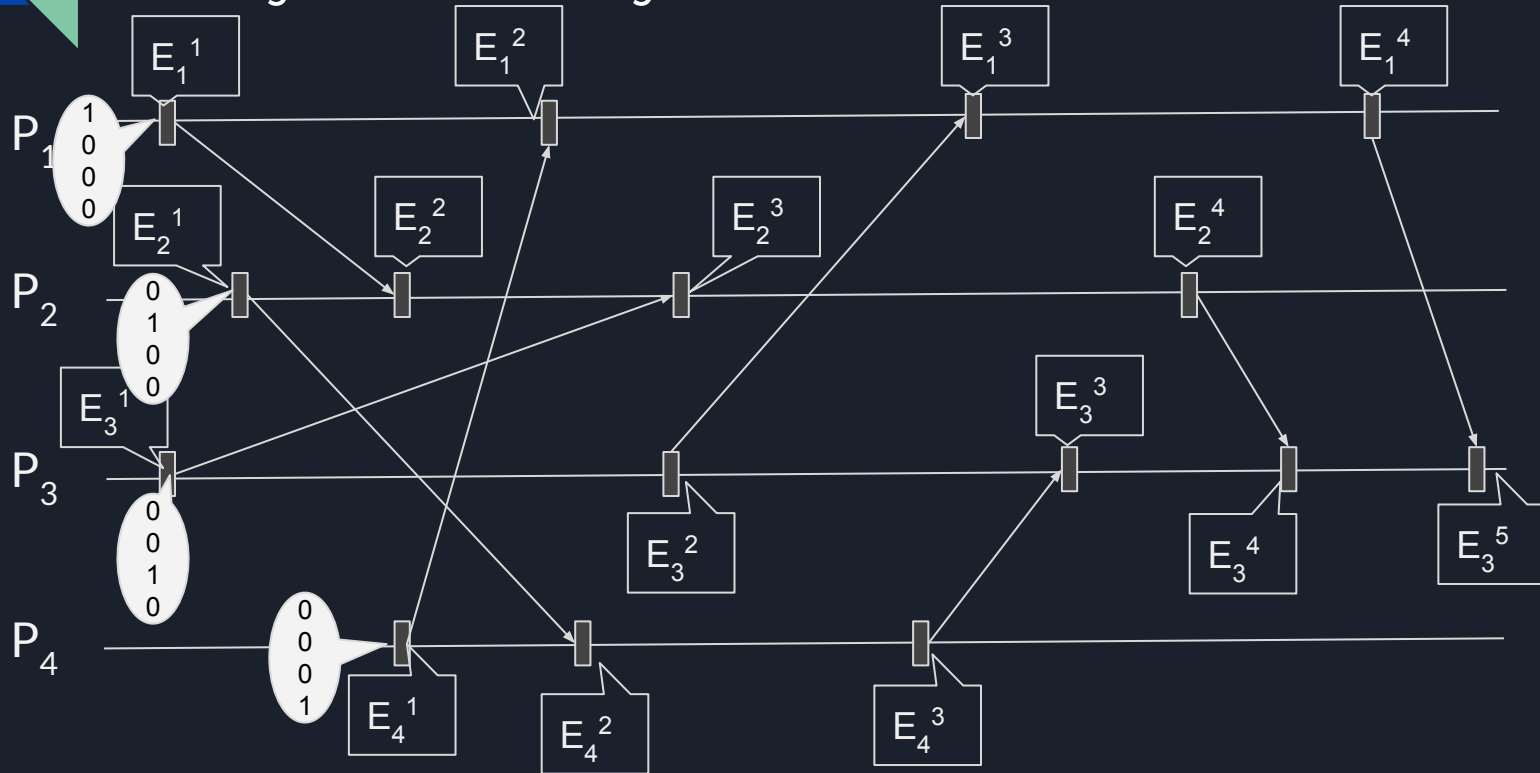
# Zegary Lamporta, byśmy mieli pewność, że wszystko wiemy



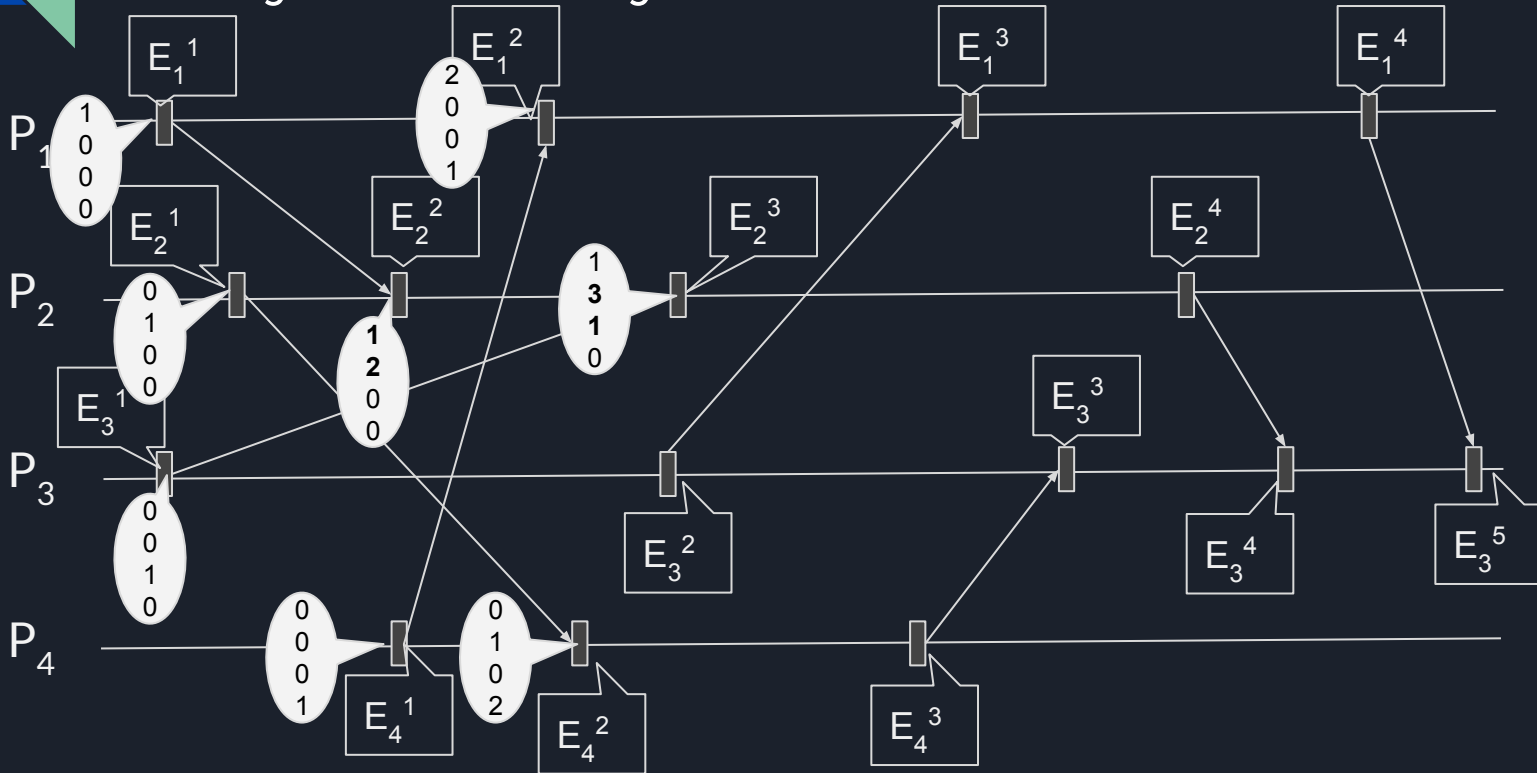
# Zegary Matterna, byśmy mieli pewność, że wszystko wiemy



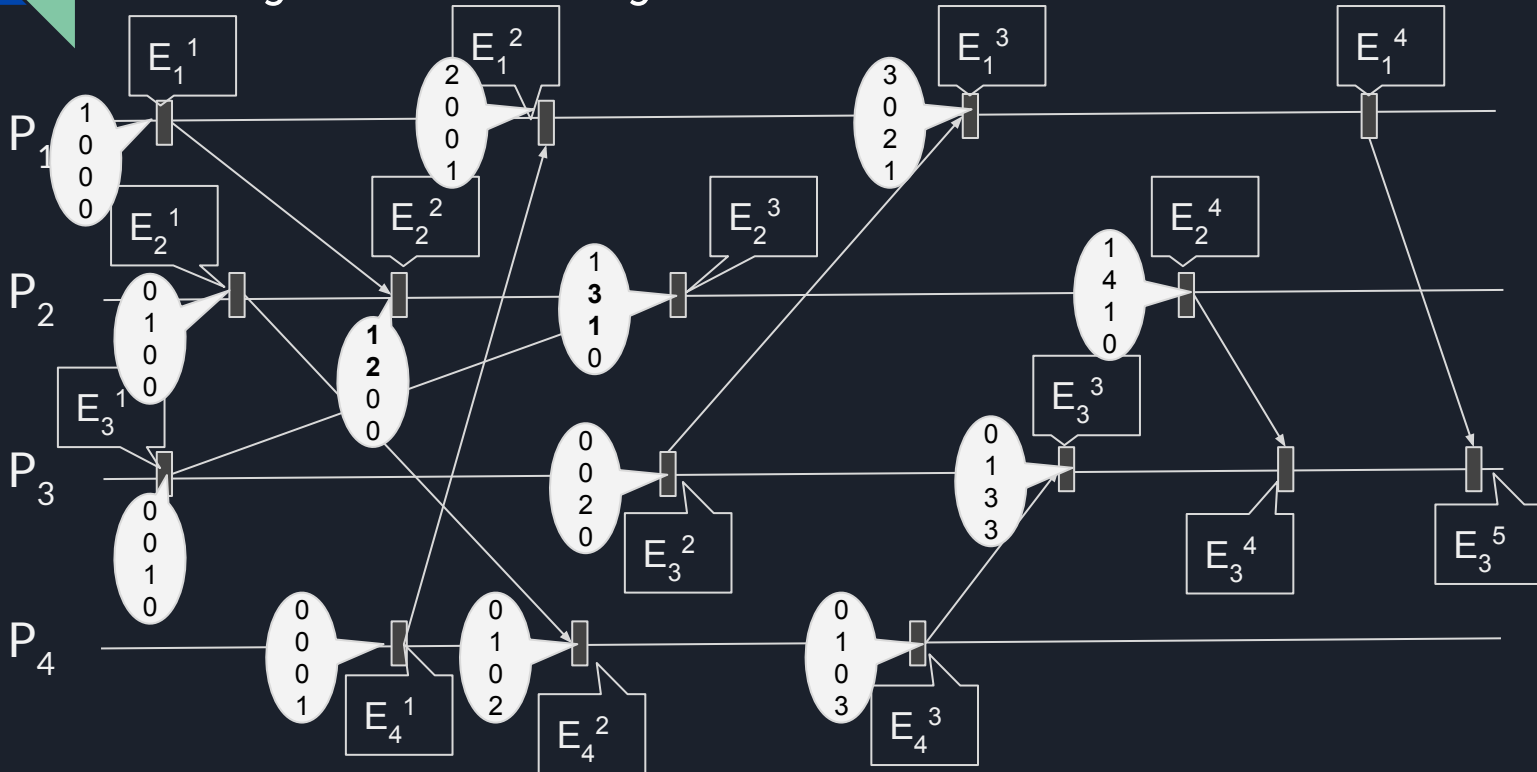
# Zegary Matterna, byśmy mieli pewność, że wszystko wiemy



# Zegary Matterna, byśmy mieli pewność, że wszystko wiemy



# Zegary Matterna, byśmy mieli pewność, że wszystko wiemy





# Zegary Matterna - ostatnie sprawdzenie

