

Zarządzanie czasem projektu

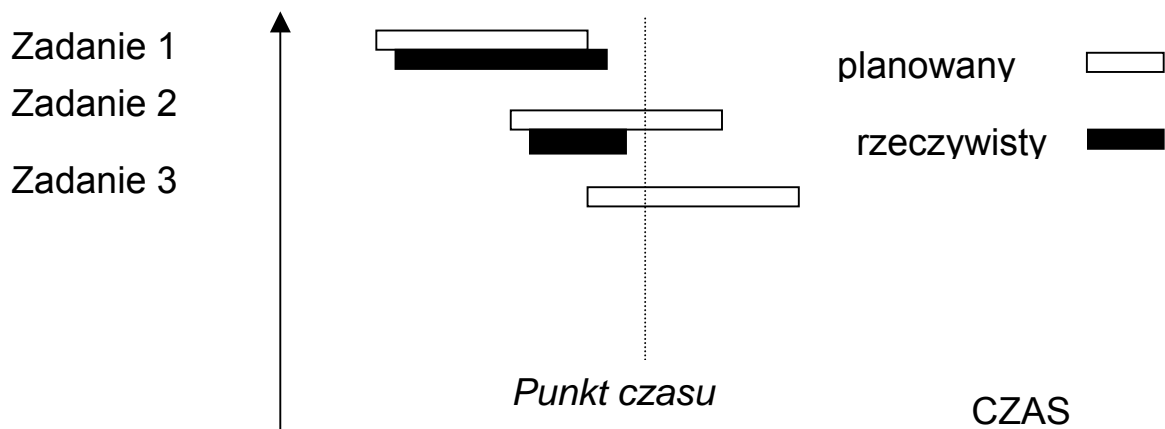
Narzędzia i techniki szacowania czasu zadań

- ☞ **Opinia ekspertów**
- ☞ **Szacowanie przez analogię** (top-down estimating) –
 - ☞ stopień wiarygodności
 - ☞ = f(podobieństwo zadań),
 - ☞ = f(dostęp do wszystkich wcześniejszych ekspertyz)
- ☞ **Symulacje** – obliczanie wielu czasów przy różnych założeniach
 - ☞ Monte Carlo - dla każdej z aktywności definiuje się rozkład dystrybucyjny czasu jej trwania
 - ☞ kalkulacja prawdopodobnych czasów trwania całego projektu

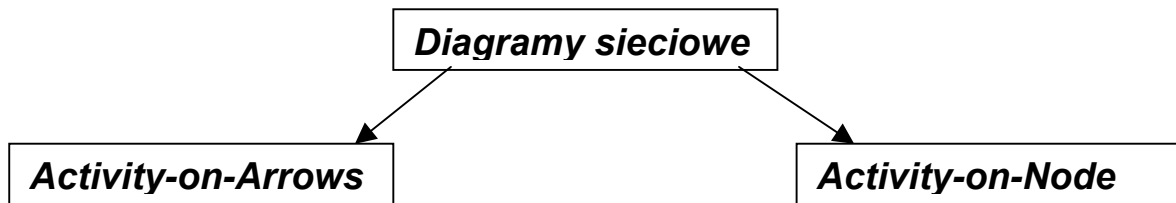
Narzędzia i techniki określania czasu projektu oraz budwania harmonogramów

- ☞ wykres Gantta
- ☞ diagramy sieciowe (A-o-A, A-o-N)
 - ☞ Ścieżka krytyczna
 - ☞ PERT

Wykres Gantt



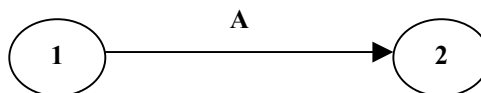
Diagramy sieciowe



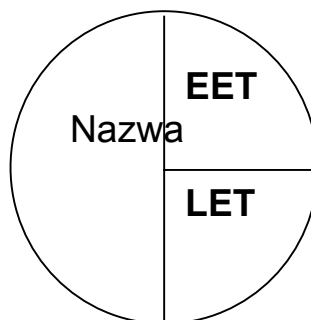
Diagramy AoA („Zadania na strzałkach”)

Zasady budowy:

- ☞ strzałka przebiega od lewa do prawa (podobnie czas),
- ☞ strzałki mają początek i koniec w zdarzeniach (punktach czasu)
- ☞ zdarzenia i zadania powinny posiadać inne oznaczenia



☞ typowy opis zdarzenia:



- ☞ EET – Najwcześniejszy czas zdarzenia (*earliest event time*):
najwcześniejszy czas przy którym może rozpocząć się kolejne zadanie mające w nim swój początek;
- ☞ LET – Najpóźniejszy czas zdarzenia (*latest event time*):
Najpóźniejszy czas przy którym wszystkie poprzedzające zdarzenia muszą zostać zakończone (aby zapewnić ciągłość sieci)

Obliczenia EET (forward pass)

Przykład : WBS dla projektu przyjęcia

Etykieta zadania	Nazwa zadania	Czas (min.)
1	Przygotowanie menu	30
2	Zakupy	60
3	Przygotowanie zastawy	20
4	Przygotowanie stołu	20
5	Gotowanie	90
6	Podanie kolacji ¹	0

EET (zdarzenie A) = 0

EET (zdarzenie B) = EET(A) + [czas trwania zadania 1] = 0 + 30 = 30

EET (zdarzenie C) = EET(B) + [czas trwania zadania 2] = 30 + 60 = 90

Etc.

EET (zdarzenie F):

[EET at C] + [czas trwania zadania 5] = 90 + 90 = 180

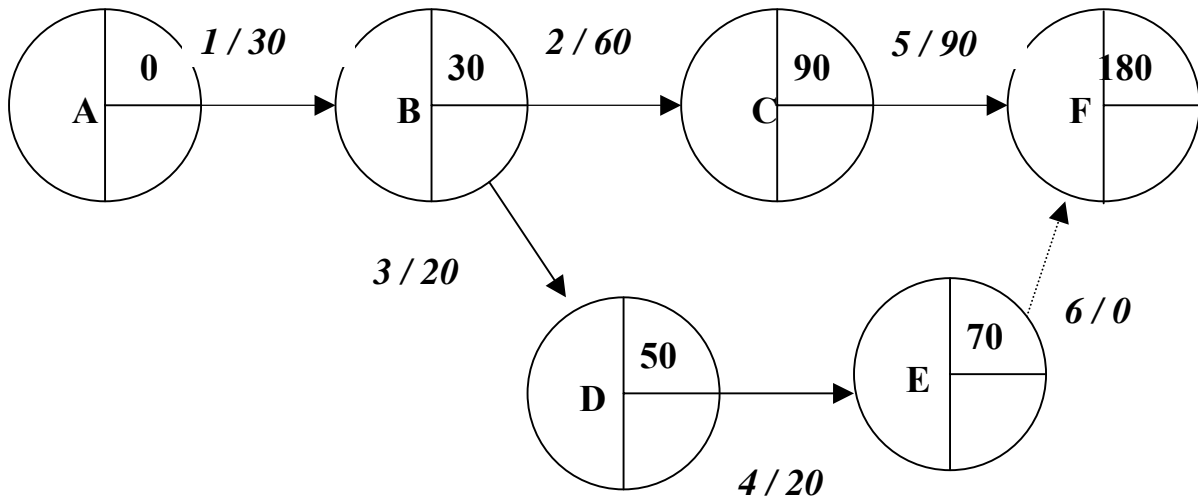
[EET at E] + [czas trwania zadania 6] = 70 + 0 = 70

EET(F) – czas w którym wszystkie zadania zakończą się – 180

EET(F) = 180.

☞ **Zadanie pozorne** – (np. zadanie 6) wprowadzone aby zapewnić powiązanie sieci – czas = 0

Rys. Diagram AoA – projekt realizacji przyjęcia

**Obliczenia LET (reverse pass)**

Założenia: LET (F) = EET (F) = 180

$$\text{LET}(C) = \text{LET}(F) - [\text{czas trwania zadania 5}] = 180 - 90 = 90$$

$$\text{LET}(E) = \text{LET}(F) - [\text{czas trwania zadania 6}] = 180 - 0 = 180$$

Ect.

LET(B):

$$\text{LET}(B) = \text{LET}(C) - [\text{czas trwania zadania 2}] = 90 - 60 = 30$$

$$\text{LET}(B) = \text{LET}(D) - [\text{czas trwania zadania 3}] = 160 - 20 = 140$$

LET(B) czas w którym wszystkie zadania muszą zostać zakończone

$$\text{LET}(B) = 30$$

Ścieżka krytyczna

☞ Sekwencja zadań dla których $EET = LET$

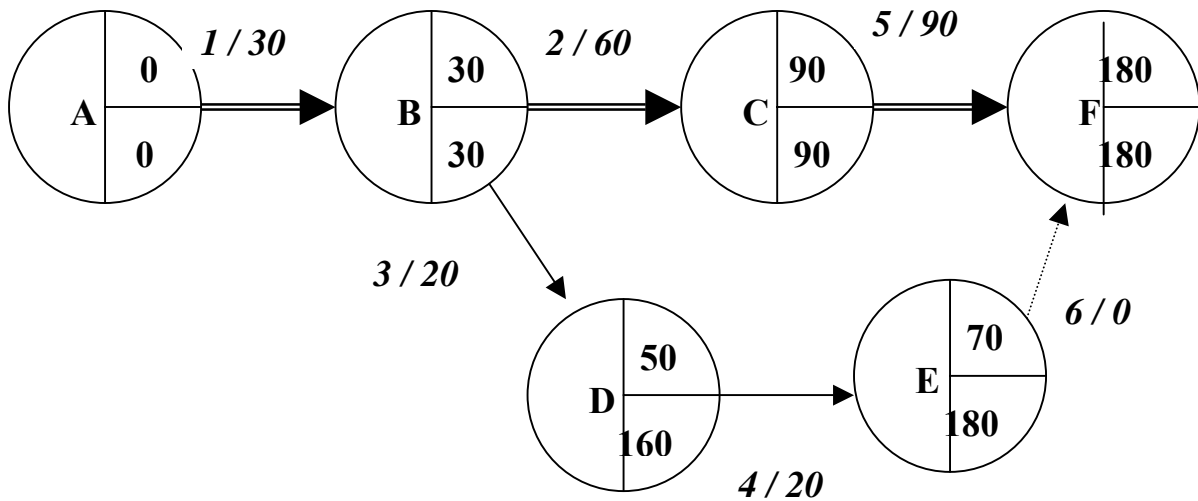
☞ Najdłuższa ścieżka w projekcie – ale – wskazująca najkrótszy czas realizacji projektu

☞ Jakiegokolwiek opóźnienia na ścieżce krytycznej będą wpływały na opóźnienia projektu

Oznaczenie ścieżki krytycznej



Rys. Diagram AoA – projekt przyjęcia (reverse pass)



Luz czasowy:

$$\text{LUZ CZASOWY} = \text{LET} - \text{EET}$$

Ścieżka krytyczna to sekwencja zadań,
dla których luz czasowy jest równy 0

Luz czasowy ścieżki (E-D) = 110

- ☞ późniejsze rozpoczęcie
- ☞ możliwość wydłużenia czasu jej realizacji

Wykorzystanie CPM (1957):

- ☞ Catalytic Construction Company (planowanie i kontrola realizacji projektów dla firmy DuPont,
- ☞ Konsultanci z firmy DuPont,

Diagramy AoN

Założenia:

- ☞ Zadania reprezentowane są przez „wierzchołki” (boksy)

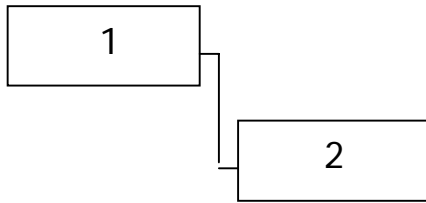
Luz czasowy		Czas trwania	
Etykieta, nazwa zadania			
ES	LS	EF	LF

- ☞ ES – najwcześniejszy start (earliest start)
 - ☞ EF – najwcześniejsze zakończenie (earliest finish)
 - ☞ LS – najpóźniejszy start (latest start)
 - ☞ LF – najpóźniejsze zakończenie (latest finish)
- ☞ Cztery sposoby łączenia zadań:

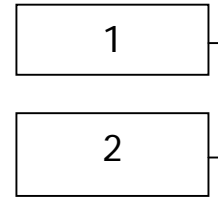
- ☞ **FS** – zakończenie – rozpoczęcie (finish-to-start)
- ☞ **SS** – rozpoczęcie – rozpoczęcie (start-to-start),
- ☞ **FF** – zakończenie – zakończenie (finish-to-finish)
- ☞ **SF** – rozpoczęcie – zakończenie (start-to-finish)

Rys. sposoby łączenia zadań w AoN

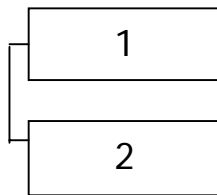
Zakoń.-Rozp.



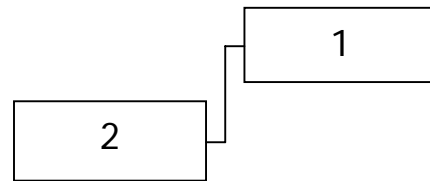
Zakoń.-Zakoń.



Rozp.-Rozp.



Rozp.-Zakoń.



Obliczenia ES & EF – (forward pass)

Założenie: czas startu projektu = 0

Obliczenia :

$$ES(1) = 0.$$

$$EF(1) = ES(1) + [\text{czas trwania 1}] = 0 + 30 = 30$$

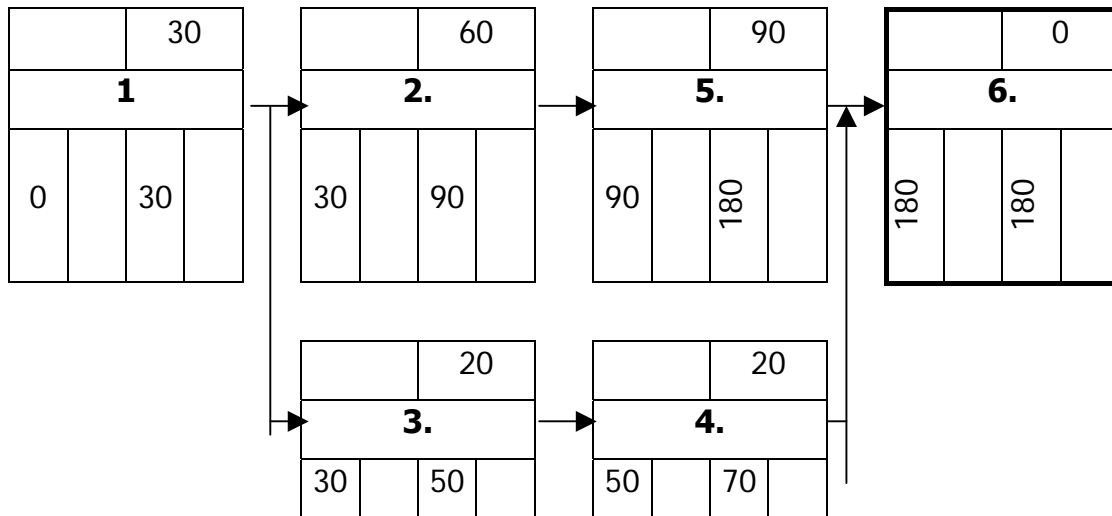
$$ES(2) = EF(1) = 30$$

$$EF(2) = ES(2) + [\text{czas trwania 2}] = 30 + 60 = 90$$

Etc.

...

Rys. AoN (forward pass)



Obliczenia LS, LF – (backward pass)

2 sposoby:

☞ przy założeniu, że $EF(6) = EF(6) \sim 180$

$$LF(5) = LS(6) - [\text{czas trwania } 6] = 180 - 0 = 180$$

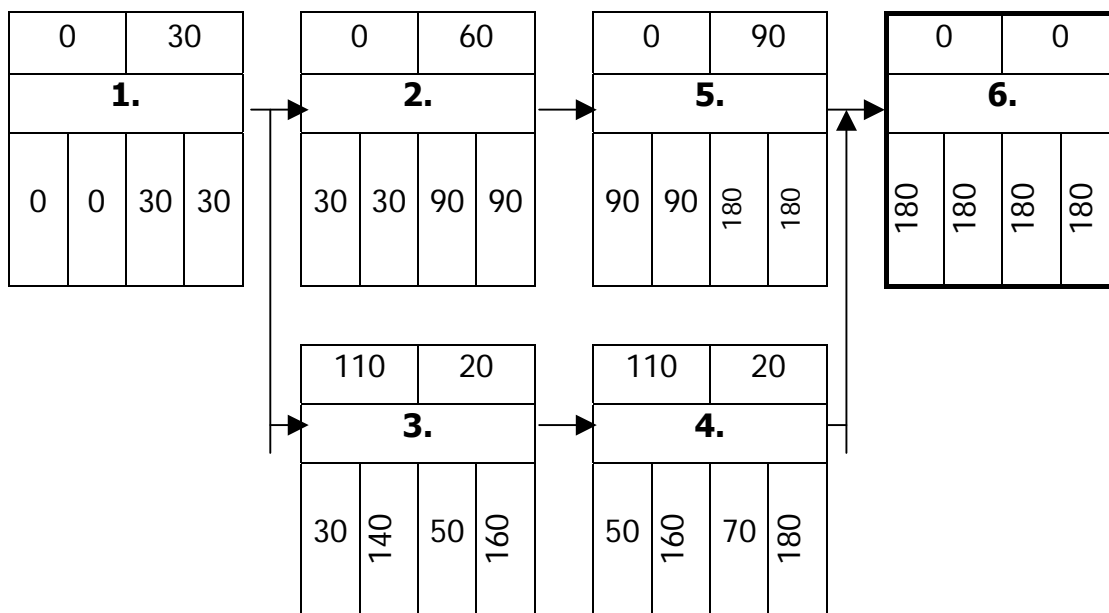
$$LS(5) = LF(5) - [\text{czas trwania } 5] = 180 - 90 = 90$$

$$LF(4) = LS(6) - [\text{czas trwania } 6] = 180 - 0 = 180$$

$$LS(4) = LF(4) - [\text{czas trwania } 4] = 180 - 20 = 160$$

Ect.

Rys. AoN (backward pass)

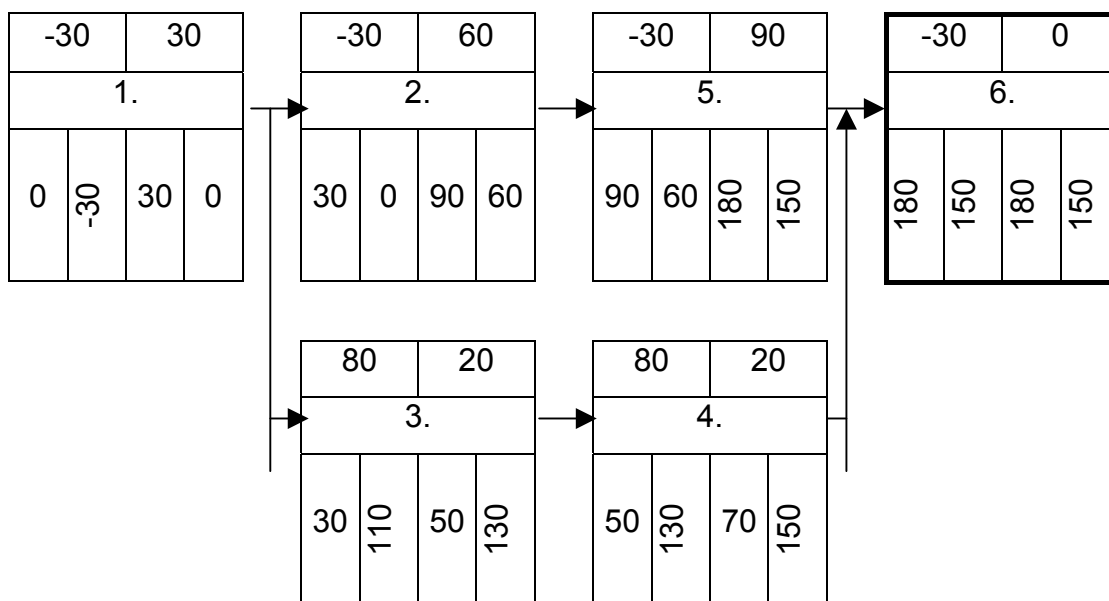


Luz czasowy = $LF - EF$ lub $LS - ES$,

Ścieżka krytyczna – zadania których luz czasowy = 0.

☞ Przy założeniu, że np. $LF(6)$ wynosi 150

Rys. Ścieżka super-krytyczna



☞ Jeśli luz czasowy jest ujemny – ścieżka **super-krytyczna**

Sposoby redukcji czasu trwania zadań na ścieżce krytycznej

Sposób	Przykład
Dodanie zasobów	Przypisanie większej ilości osób do zadania „zakupy”
Zredukowanie zakresu zadań	Zmniejszenie czasu potrzebnego na „gotowanie” przez redukcję liczby dań
Obniżenie jakości pracy	Kupienie wyłącznie kilku składników do potraw z pominięciem wyszukanych przypraw
Przeorientowanie procesu	Zamiast tradycyjnego pieca można użyć kuchenki mikrofalowej
Przeorientowanie zależności między zadaniami krytycznymi	(jeśli to możliwe!) – podział zadań na mniejsze podzadania i próba łączenia ich w sposób równoległy

Porównanie AoA i AoN

Tabela. Korzyści z A-o-N i A-o-A

Diagram AoN	Diagram AoA
<ul style="list-style-type: none"> • Łatwiej definiować kompleksowe zależności między zadaniami (FS, SS, FF, SF), • Brak zadań pozornych, • Wszystkie ważne informacje są zawarte w boksach. 	<ul style="list-style-type: none"> • Łatwy do sporządzenia i modyfikacji, • Laicy mają sznase na zrozumienie „o co chodzi” , • Bardziej przejrzysty sposób prezentacji.

PERT – Program Evaluation and Review Technique

PERT opiera się na 3 szacunkach czasu dla każdego zadania:

Zmienna czasu	Opis
(o) czas optymistyczny	☞ Czas potrzebny na ukończenie zadania w przypadku „idealnych” warunków” (osiągany w 1 na 20 przypadków),
(m) czas najbardziej prawdopodobny)	☞ Czas potrzebny na skończenie zadania w przypadku warunków „normalnych”
(p) czas pesymistyczny	☞ Czas potrzebny na realizację zadania w sytuacji „najgorszych oczekiwanych warunków”

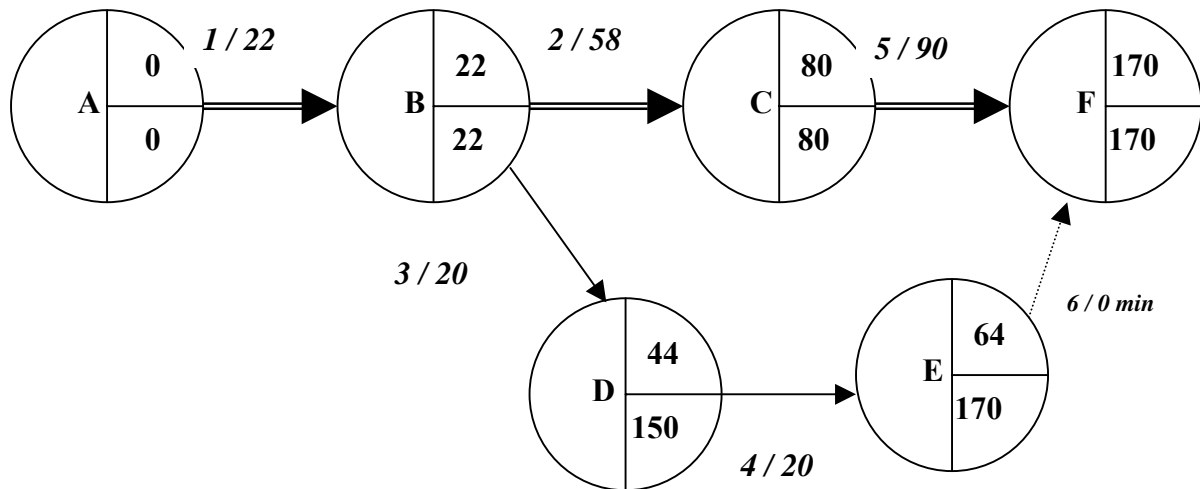
Czas oczekiwany E:

$$E = (o + 4m + p) / 6$$

Tabela. Zmienne PERT dla project przyjęcia

Nazwa zadania	Optymistyczny	Najbardziej prawdopodob.	Pesymistyczny	Oczekiwany
1. Przygotowanie menu	10	30	40	22
2. Zakupy	40	60	70	58
3. Przygotowanie zastawy	10	20	30	20
4. Przygotowanie stołu	10	20	30	20
5. gotowanie	80	90	100	90
6. Podanie kolacji	0	0	0	0

Rys. Diagram PERT (przy wykorzystaniu podejścia AoA)



Szacowanie prawdopodobieństwa ukończenia harmonogramu

☞ Odchylenie standardowe dla każdego z zadań

$$\delta = (p - o) / 6$$

☞ Wariancja dla każdego z zadań

$$\delta^2 = [(p - o) / 6]^2$$

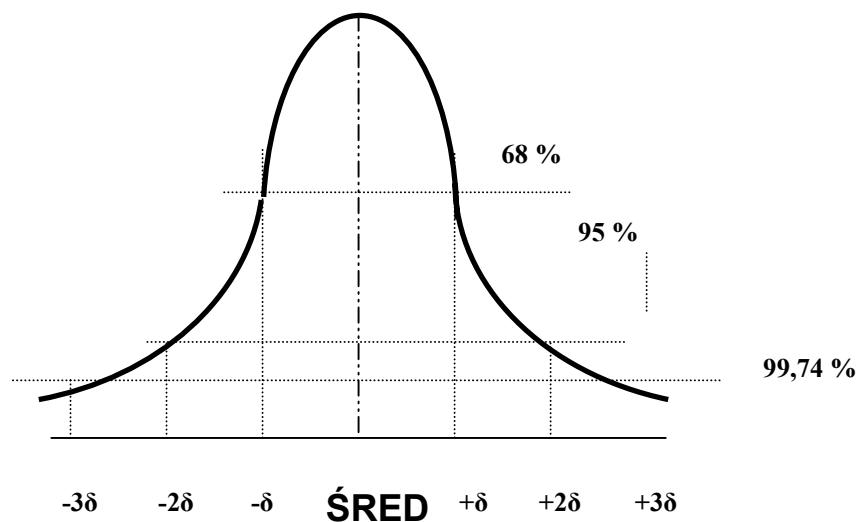
Tabela. Wariancja i odchylenie standardowe dla zadań projektu

Nr	O	P	δ^2	Δ Odchylenie Standardowe
1	10	40	25	5 min.
2	40	70	25	5 min.
3	10	30	$(10/3)^2$	~ 3 min. 20 s.
4	10	30	$(10/3)^2$	~ 3 min. 20 s.
5	80	100	$(10/3)^2$	~ 3 min. 20 s.

Szacowanie prawdopodobieństwa ukończenia projektu opiera się na statystycznych relacjach dotyczących krzywej rozkładu naturalnego:

- ☞ **średnia $\pm \delta$** – pokrywa **68 %** obserwacji wartości rozkładu naturalnego, prawdopodobieństwo ukończenia projektu = 68 %,
- ☞ **średnia $\pm 2\delta$** – pokrywa **95 %** obserwacji wartości rozkładu naturalnego, prawdopodobieństwo ukończenia projektu = 95 %,
- ☞ **średnia $\pm 3\delta$** - pokrywa **99,74 %** obserwacji wartości rozkładu naturalnego, prawdopodobieństwo ukończenia projektu = 99,74 %,

Rys. Krzywa rozkładu naturalnego



Określenie prawdopodobieństwa ukończenia projektu:

- ☞ obliczyć wariancję, lub odchylenie standardowe dla każdego zadania na ścieżce krytycznej,
- ☞ sumować wyniki,

$$\delta_{CP}^2 = \delta_{CP1}^2 + \delta_{CP2}^2 + \dots + \delta_{CPn}^2,$$

gdzie:

δ_{CP}^2 - wariancja ścieżki krytycznej,

$\delta_{CP1...n}^2$ - wariancje poszczególnych zadań

- ☞ oblicz odchylenie standardowe ścieżki krytycznej:
 $\delta_{CP} = \text{pierwiastek} (\delta_{CP}^2)$

Dla projektu przyjęcia:

- ☞ odchylenie standardowe projektu = ok. 8 min.
- ☞ czas trwania projektu = 170 ± 8 min. (prawdopodobieństwo 68%)
- ☞ czas trwania projektu = 170 ± 24 min. (prawdopodobieństwo 99,74%
- tj. od 146 do 194)

Określenie prawdopodobieństwa ukończenia projektu w zadanym czasie:

- ☞ zdefiniowanie żadanego czasu ukończenia projektu,
- ☞ obliczenie wartości funkcji prawdopodobieństwa P(z):

$$P(z) = (\text{czas założony} - \text{czas oczekiwany}) / \delta_{CP}.$$

- ☞ argument "z" odpowiada prawdopodobieństwu ukończenia projektu w żadanym czasie. Jego wartość odczytuje się z tablic statystycznych (krzywa standaryzowana rozkładu naturalnego).

Tabela. Wartości prawdopodobieństwa ukończenia projektu dla różnych wartości czasu żądanego

Czas żądany	Wartość funkcji $P(z)$	Prawdopodobieństwo ukończenia projektu
120	$P(z) = (120-170) / 8 = (-50 / 8) \approx -6,25$	0 %
160	$P(z) = (160-170) / 8 = (-10 / 8) \approx -1,25$	13 %
170	$P(z) = (170-170) / 8 = (0 / 8) \approx 0$	50 %

Korzyści z PERT

-
- ☞ Możliwość określenia prawdopodobieństwa ukończenia każdego zadania i całego projektu,
 - ☞ Możliwość określenia prawdopodobieństwa ukończenia projektu w zadanym terminie,
 - ☞ Wysoki poziom elastyczności w procesie szacowania czasów trwania (szczególnie zadań obarczonych ryzykiem), – wykorzystanie trzech wartości czasu do określenia czasu oczekiwanego
 - ☞ W praktyce CPM to specjalny przypadek PERT, w którym czasy najbardziej prawdopodobny, optymistyczny i pesymistyczny są takie same
-