



UNIWERSYTET RZESZOWSKI

KATEDRA INFORMATYKI

Opracował: mgr inż. Przemysław Pardel

v1.01 2010

# **Inżynieria oprogramowania**

## **Część 8: Metoda szacowania ryzyka - PERT**



## ZAGADNIENIA DO ZREALIZOWANIA (3H)

PERT .....	3
Szacowanie czasu realizacji projektu .....	4
Zadanie 1 .....	4
Odchylenie standardowe aktywności .....	4
Zadanie 2 .....	4
Prawdopodobieństwo osiągnięcia celów .....	4
Zadanie 3 .....	5
Zadanie 4 .....	6
Zadanie 5 .....	6
Graf sieci PERT .....	6
Zadanie 6 .....	7
Zadanie 7 .....	7

## PERT

PERT (ang. Program Evaluation and Review Technique) - Stochastyczna metoda planowania i kontroli projektu, wykorzystująca programowanie sieciowe, stosowana w zarządzaniu projektami. Została opracowana przez Departament Obrony Stanów Zjednoczonych w latach 1956-1957, na potrzeby marynarki wojennej USA podczas realizacji projektu budowy raket balistycznych Polaris. Początkowo wykorzystywana głównie przy dużych, wieloletnich programach wojskowych, z czasem znalazła również zastosowanie w projektach cywilnych.

W metodzie PERT projekt jest przedstawiany w postaci diagramu sieciowego, czyli grafu skierowanego, którego wierzchołki stanowią zadania składające się na projekt, natomiast łuki reprezentują ukierunkowane powiązania pomiędzy zadaniami i są do nich przypisane czasy trwania poszczególnych czynności wymaganych do przejścia do następnego zadania.

Podobnie jak w przypadku metody CPM istotą metody PERT jest analiza ścieżki krytycznej. Różnica pomiędzy obiema metodami polega na traktowaniu w metodzie PERT czasu trwania zadania jako zmienną losową, nie natomiast jako zmienną zdeterminowaną, jak w przypadku metody CPM.

Takie ujęcie czasu trwania zadań składających się na projekt pozwala zastosować metody statystyczne do oceny czasowego ryzyka ukończenia zadań, grup zadań i całości projektu oraz określania prawdopodobieństwa ich ukończenia w z góry zadanym terminie.

Parametry rozkładu prawdopodobieństwa czasu zakończenia zadania szacuje się na podstawie trzech zmiennych:

- optymistycznego czasu zakończenia zadania
- najbardziej prawdopodobnego czasu zakończenia zadania
- pesymistycznego czasu zakończenia zadania

W oparciu o te zmienne szacuje się czas oczekiwany zakończenia zadania, który jest podstawą analizy ścieżki krytycznej oraz wariancję czasu oczekiwanego, która określa spodziewaną różnicę szacowanego czasu oczekiwanego zakończenia zadania od rzeczywistego czasu trwania czynności. Metoda CPM, choć opracowana niezależnie, jest szczególnym przypadkiem metody PERT – takim, w którym wszystkie trzy zmienne czasowe poszczególnych zadań są równe.

Do najważniejszych zalet metody PERT należą:

- możliwość zarządzania dużymi i złożonymi projektami
- nieskomplikowane obliczenia
- graficzna prezentacja
- możliwość oceny ryzyka czasowego ukończenia zadań i projektu
- możliwość szacowania prawdopodobieństwa ukończenia zadań jak i całego projektu w zadanym terminie
- ustanawiając daty docelowe zadań na ścieżce krytycznej, zwraca się szczególną uwagę na te zadania, które wprowadzą do projektu pewne opóźnienia.
- obliczenie standardowego odchylenia zadania i porównanie go ze stopniem ryzyka każdego zadania pozwoli na wyłonienie tych zadań, które wymagają „szczególnej opieki”.

Wady metody PERT to przede wszystkim:

- mała elastyczność metody w trakcie realizacji projektu ze względu na deterministyczny charakter sieci
- duża subiektywność przy ocenie czasów realizacji zadań.

## SZACOWANIE CZASU REALIZACJI PROJEKTU

**Aktywność** – wydzielona czynność – realizowana najczęściej przez pojedynczego członka zespołu projektowego. Przyjmuje się, że dekompozycja projektu na aktywności zmierza do realizacji zadań, których realizacja zamyka się w przedziale kilku dni. Dłuższe aktywności mogą zamiennie przechodzić w zadania.

Oszacowanie czasu realizacji pojedynczej aktywności  $t_a$  określa się wzorem:

$$t_a = \frac{a + 4m + b}{6}$$

gdzie:

$m$  – najbardziej prawdopodobny czas wykonania aktywności,

$a$  – optymistyczny, czyli najkrótszy spodziewany czas wykonania aktywności. Jeśli chodzi o czas optymistyczny, to zakłada się, że czynniki wpływające negatywnie na wykonanie zadania nie wystąpią lub nie spowodują poważniejszych zmian w projekcie, a przede wszystkim obciążenia czasowego.

$b$  – pesymistyczny, czyli najdłuższy spodziewany czas wykonania aktywności. W przypadku określenia czasu pesymistycznego bierze się pod uwagę wszelkie niepomyślne zdarzenia, które mogą wystąpić w czasie realizacji projektu. Kalkulacje tego czasu może uwzględniać konieczność uruchomienia akcji zapobiegawczej.

Obliczony w ten sposób czas  $t_a$  poszczególnych aktywności wykorzystuje się do obliczania czasu trwania projektu i wyznaczania jego ścieżki krytycznej.

### ZADANIE 1

Z wykorzystaniem języka obiektowego utworzyć klasę **PERT** i zaimplementować w jej obrębie funkcję **SzacunkowyCzasRealizacji(int m, int a, int b)** zwracającą oszacowany czas realizacji pojedynczej aktywności.

## ODCHYLENIE STANDARDOWE AKTYWNOŚCI

**Obliczenie odchylenia standardowego aktywności**  $s$  jest miarą stopnia niepewności oszacowania czasu  $t_z$  trwania aktywności i dane jest wzorem:

$$s = \frac{b - a}{6}$$

Może być stosowane jako miara porównawcza stopnia niepewności lub ryzyka każdej aktywności.

### ZADANIE 2

Z wykorzystaniem języka obiektowego zaimplementować (w klasie **PERT**) funkcję **OdchylenieStandardoweAktywnosci(int a, int b)** zwracającą odchylenie standardowe aktywności.

## PRAWDOPODOBIEŃSTWO OSIĄGNIĘCIA CELÓW

**Wyznaczenie prawdopodobieństwa osiągnięcia celów** zakończenia (właściwie niezakończenia) danego zadania w ustalonym czasie  $T$ , należy:

a) **Obliczyć czas trwania zadania.** Jeżeli na dane zadanie składa się kilka aktywności, które wykonywane są jednocześnie, za czas realizacji zadania przyjmuje się czas najdłuższej aktywności.  
(SzacunkowyCzasRealizacji)

b) **Obliczyć standardowe odchylenia zadania.** Jeżeli na dane zadanie składa się kilka aktywności, które są wykonywane jednocześnie, standardowe odchylenie obliczane jest na podstawie najdłuższej aktywności (tej, która posłużyła do obliczenia czasu w punkcie a). Jeżeli tą aktywność poprzedza inne zadanie, standardowe odchylenie zadania końcowego obliczane jest z wzoru:

$$s = \sqrt{s_{zad\_poprz}^2 + s_{akt}^2}$$

(OdchylenieStandardoweAktywnosci)

c) **Wyznaczyć dla zadania wartość współczynnika z** ze wzoru:

$$z = \frac{T - t}{s}$$

gdzie:

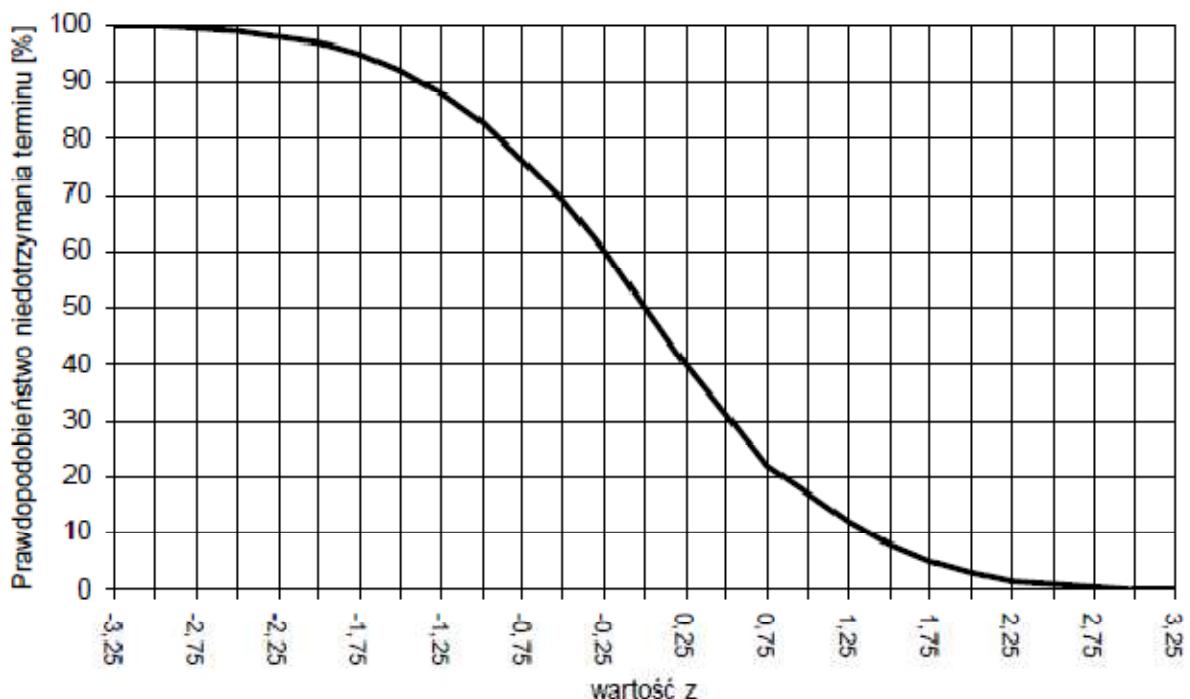
**T** – żądana data docelowa zakończenia zadania,

**t** – czas oszacowany w punkcie a).

### ZADANIE 3

Z wykorzystaniem języka obiektowego zaimplementować (w klasie PERT) funkcję **WspolczynnikZ(int dT, int t, int s)** zwracającą wartość współczynnika z.

d) **Odwzorować wartość z na prawdopodobieństwo**, korzystając z krzywej.



#### ZADANIE 4

Z wykorzystaniem języka obiektowego zaimplementować (w klasie PERT) funkcję **Prawdopodobienstwo(int z)** zwracającą wartość prawdopodobieństwa na podstawie z (prawdopodobieństwo zwracane w postaci 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, itd.).

#### ZADANIE 5

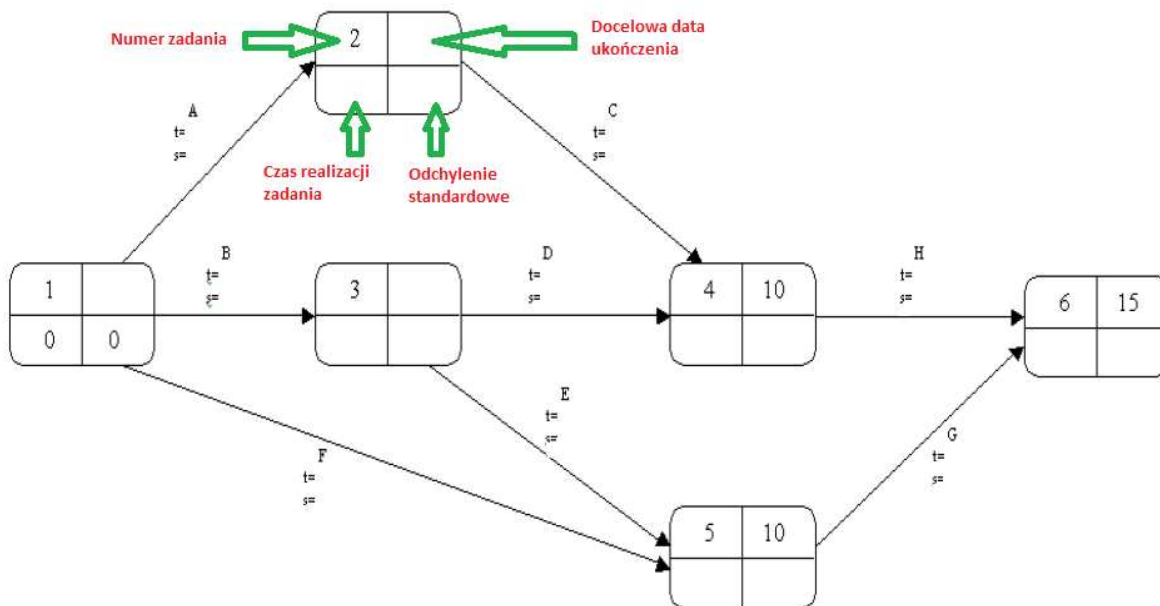
Projekt składa się z ośmiu aktywności oznaczonych literami od A do H. Zakładamy, że eksperci na podstawie swojego doświadczenia i analizy projektu wyznaczyli czas realizacji poszczególnych aktywności w następujący sposób:

Czas trwania poszczególnych aktywności Aktywność	Czas trwania aktywności [tygodnie]		
	Optymistyczny (a)	Najbardziej prawdopodobny (m)	Pesymistyczny (b)
<b>A</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>B</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>C</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>D</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>E</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>F</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
<b>G</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>H</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>

Z wykorzystaniem języka obiektowego zaimplementować (wykorzystać napisane wcześniej funkcje) wyznaczanie oczekiwanego czasu trwania i standardowego odchylenia dla poszczególnych aktywności. Wyświetlić wynik w postaci tabeli.

#### GRAF SIECI PERT

Graf sieci PERT ukazuje powiązanie między aktywnościami oraz zawiera obliczone poszczególne wartości. Graf składa się z węzłów, które opisują cztery parametry zadania (czas realizacji zadania, na które składają się aktywność, odchylenie standardowe, numer zadania oraz wymagany termin zakończenia zadania) oraz łuków, którymi są aktywności opisane trzema parametrami (nazwa aktywności, oczekiwany czas trwania oraz odchylenie standardowe).



ZADANIE 6

Z wykorzystaniem języka obiektowego zaimplementować (wykorzystać napisane wcześniej funkcje) wyznaczanie wartości prawdopodobieństwa niedotrzymania terminów realizacji zadania 4,5 i 6 z powyższego grafu sieci PERT.

ZADANIE 7

Dla projektu przedstawionego w poniższej tabeli wyznaczyć prawdopodobieństwo realizacji przedsięwzięcia w czasie 16, 18 i 20 dni.

Czynność	Czynność bezpośrednio poprzedzająca	Czasy trwania czynności (w dniach)		
		Optymistyczny (a)	Prawdopodobny (m)	Pesymistyczny (b)
A	-	1	2	3
B	-	2	3	4
C	A	1	2	3
D	A	1	2	3
E	B	3	4	5
F	D, E	2	4	6
G	C	1	3	5
H	C	3	5	7
I	F, H	5	7	9