

Plik 7.1. Przykład wykorzystania programu CPM1.EXE

Dana jest sieć czynności, opisana poniższą tabelką.

Czynność	Zdarzenie		Czas		Koszt realizacji	
	początkowe	końcowe	normalny	przyspieszony	normalnej	przyspieszonej
A	1	2	5	3	25	36
B	1	3	6	4	25	28
C	1	4	9	5	36	39
D	2	3	8	4	63	84
E	2	4	7	3	26	29
F	3	4	3	1	35	46

Wykorzystując program CPM1.EXE:

- określić czas krytyczny, wyznaczyć ścieżkę krytyczną oraz znaleźć harmonogramy ASAP oraz ALAP,
- określić minimalny czas realizacji projektu, jeżeli dysponujemy 34 jednostkami środka na przyspieszenie,
- określić minimalny koszt realizacji projektu, realizowanego w czasie 10 jednostek.

Ekran 7.1.1. Inicjacja pakietu



Ekran 7.1.2. Wybór programu

Wybieramy

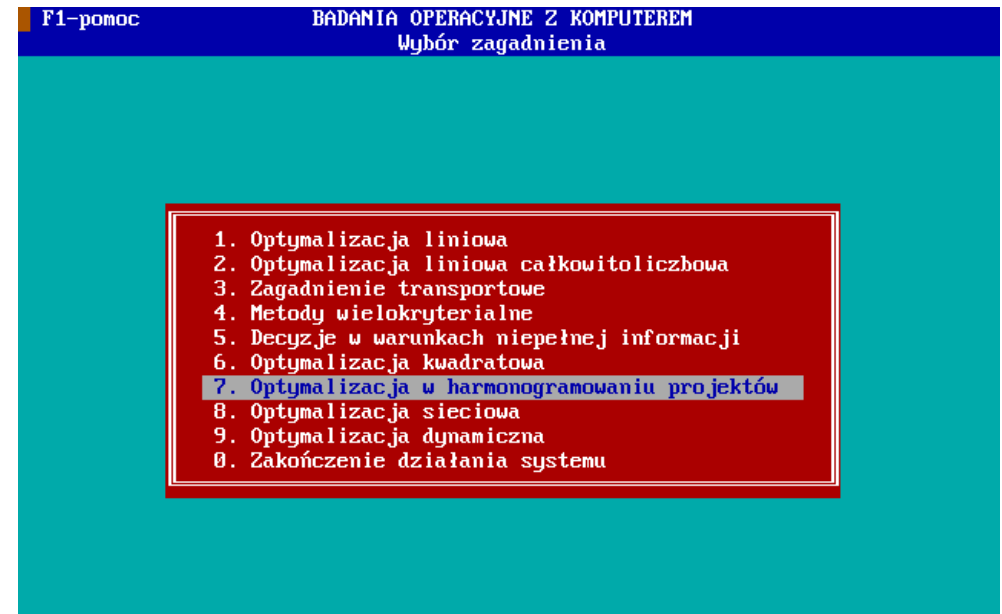
7. Zarządzanie projektami



Ekran 7.1.1



Ekran 7.1.2



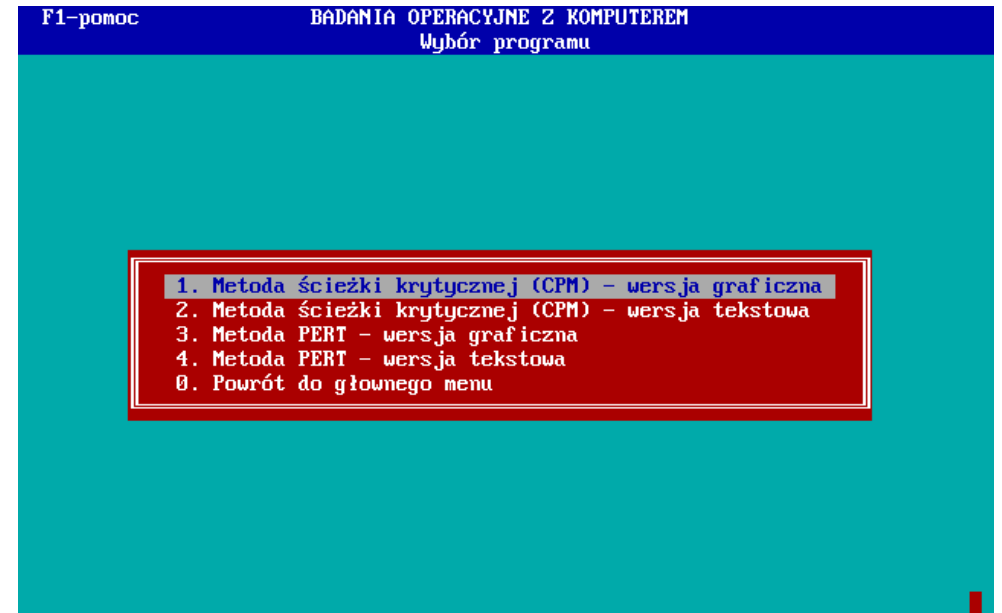
Ekran 7.1.3. Wybór zagadnienia

Wybieramy

1. Metoda ścieżki krytycznej (CPM) – wersja graficzna



Ekran 7.1.3



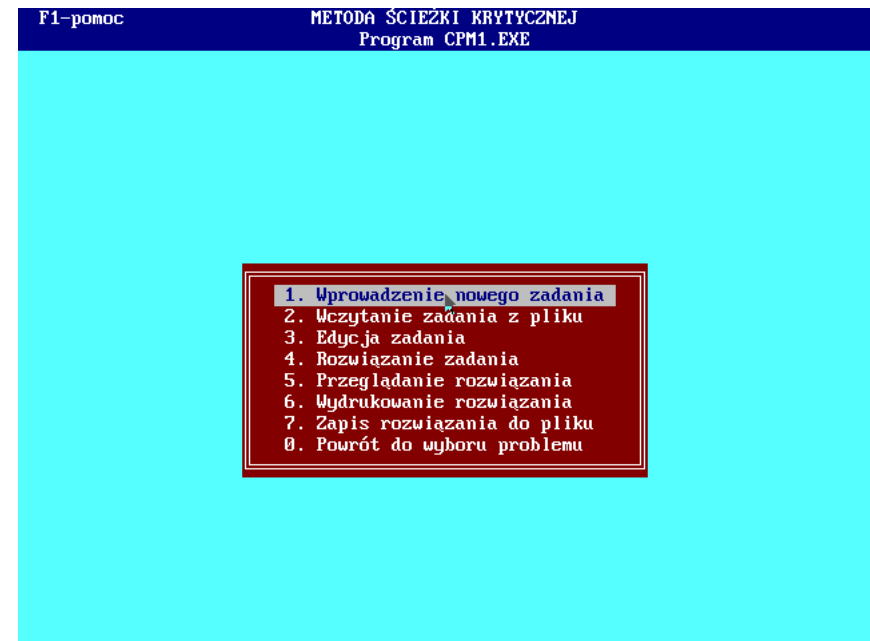
Ekran 7.1.4. Wybór fazy działania programu

Wybieramy

1. Wprowadzenie nowego zadania



Ekran 7.1.4



Ekran 7.1.5. Wprowadzanie nowego zadania

Określenie struktury zadania i położenia zdarzeń

Czy zadanie z analizą kosztową?

Rozwiązywane zadanie obejmuje analizę kosztową.

Wybieramy odpowiedź TAK

▶ ↵

Podaj liczbę zdarzeń

▶ 4 ↵

Wskaż miejsce położenia zdarzenia 1

Wskaż miejsce położenia zdarzenia 2

Wskaż miejsce położenia zdarzenia 3

Wskaż miejsce położenia zdarzenia 4 ▶

Wskazujemy na ekranie kursorem położenie kolejnych wierzchołków

▶ ⚭ ⚭ ⚭ ⚭

Ekran 7.1.6. Wprowadzanie nowego zadania

Czynność nr 1- zdarzenie początkowe i końcowe

Kolejnym czynnościom przyporządkowane zostają numery:

Czynność	Numer	Zdarzenie początkowe	Zdarzenie końcowe
A	1	1	2
B	2	1	3
C	3	1	4
D	4	2	3
E	5	2	4
F	6	3	4

Wskaż zdarzenie początkowe czynności nr 1

▶ 1

Wskaż zdarzenie końcowe czynności nr 1

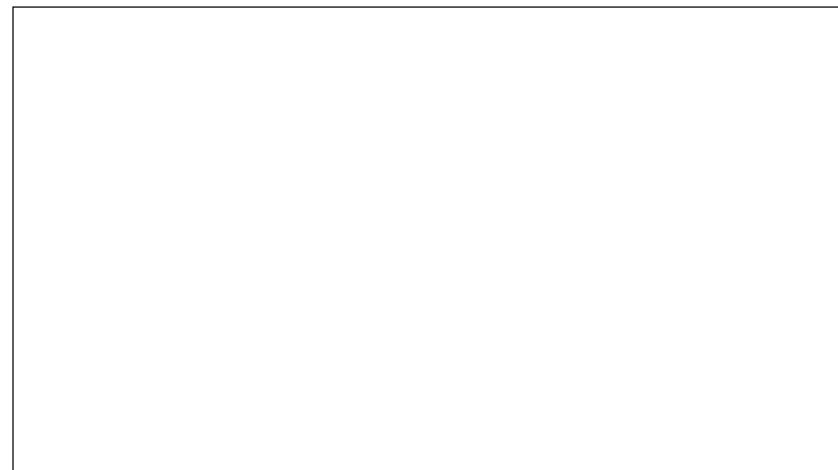
▶ 2

Ekran 7.1.5

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Wprowadzanie zadania

ZADANIE.270



Czy zadanie z analizą czasowo-kosztową ? Tak Nie

Ekran 7.1.6

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Wprowadzanie zadania

ZADANIE.270



Wskaż zdarzenie początkowe czynności nr 1

Ekran 7.1.7. Wprowadzanie nowego zadania

Czynność nr 1- czasy trwania

Czasy trwania czynności: normalny
przyspieszony

Podajemy czas trwania czynności nr 1 – czas normalny i czas realizacji przyspieszonej

Wybieramy czas normalny (5) czas realizacji przyspieszonej (3)

► 5 ↵ 3 ↵

Ekran 7.1.8. Wprowadzanie nowego zadania

Czynność nr 1- koszty realizacji

Koszty realizacji w czasie: normalnym
przyspieszonym

Podajemy koszty realizacji czynności nr 1 w czasie normalnym i koszt realizacji przyspieszonej

Wybieramy koszt normalny (25) i koszt realizacji przyspieszonej (36)

► 25 ↵ 36 ↵

Ekran 7.1.7

F1-pomoc METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ ZADANIE.270
Wprowadzanie zadania

Czasy trwania czynności : normalny 0
przyspieszony 0

1	2	3	4
5	6	7	8
9	0	.	←

Ekran 7.1.8

F1-pomoc METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ ZADANIE.270
Wprowadzanie zadania

Koszty realizacji w czasie : normalnym 0
przyspieszonym 0

1	2	3	4
5	6	7	8
9	0	.	←

Ekran 7.1.9. Wprowadzanie nowego zadania

Dane liczbowe dla czynności 2 - 6

Kontynuujemy wprowadzanie danych, wskazując dla kolejnych czynności:

- (1) zdarzenie początkowe
- (2) zdarzenie końcowe
- (3) czas normalny trwania czynności
- (4) czas realizacji przyspieszonej
- (5) koszt normalny realizacji czynności
- (6) koszt realizacji w czasie przyspieszonym

Czynność 2 (B) (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 ► 1 3 6↵ 4↵ 25↵ 28↵

Czynność 3 (C) (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 ► 1 4 9↵ 5↵ 36↵ 39↵

Czynność 4 (D) (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 ► 2 3 8↵ 4↵ 63↵ 84↵

Czynność 5 (E) (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 ► 2 4 7↵ 3↵ 26↵ 29↵

Czynność 6 (F) (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 ► 3 4 3↵ 1↵ 35↵ 46↵

Program oblicza wartości maksymalnych przyspieszeń dla kolejnych czynności oraz koszt przyspieszenia, przypadający na jednostkę przyspieszania. Wartości te umieszczone są w dwóch ostatnich kolumnach zestawienia..

Ekran 7.1.10. Wprowadzanie nowego zadania

Nazwa zadania

Podaj nazwę pliku

Możliwe jest zapisanie zadania pod dowolną, co najwyżej ośmioznakową nazwą, zawierającą dozwolone symbole.

Wybieramy zaproponowaną przez program nazwę ZADANIE

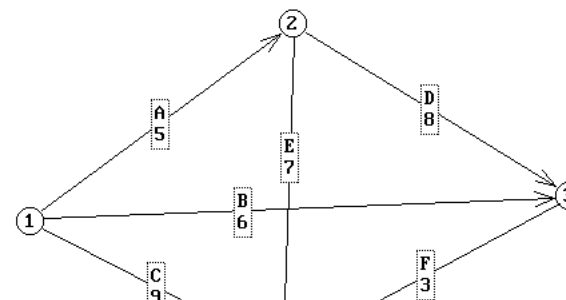
► ↵

Ekran 7.1.9

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Wprowadzanie zadania

ZADANIE.270



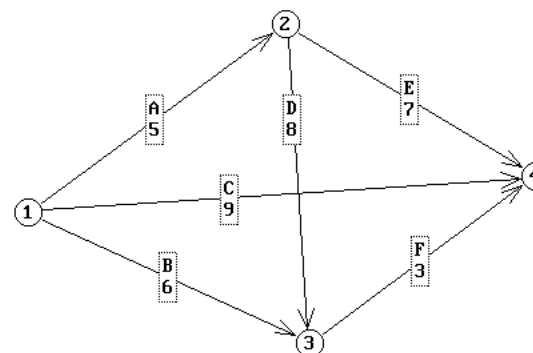
Czynność	Zdarzenie początkowe	Zdarzenie końcowe	Czas realizacji normalny	Czas realizacji przyspieszony	Koszt realizacji normalny	Koszt realizacji przyspieszony	Maks. przyspieszenie	Jedn. koszt przysp.
A	1	2	5	3	25	36	2	5.5
B	1	3	6	4	25	28	2	1.5
C	1	4	9	5	36	39	4	0.8
D	2	3	8	4	63	84	4	5.3
E	2	4	7	3	26	29	4	0.8
F	3	4	3	1	35	46	2	5.5

Ekran 7.1.10

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Wprowadzanie zadania

ZADANIE.270



Podaj nazwę pliku ZADANIE

Ekran 7.1.11. Wybór fazy działania programu

Wybieramy

1. Rozwiązanie zadania



Ekran 7.1.12. Wybór trybu rozwiązania zadania

Wybieramy

1. Tryb konwersacyjny



Ekran 7.1.11

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Program CPM1.EXE

ZADANIE.270

1. Wprowadzenie nowego zadania
2. Wczytanie zadania z pliku
3. Edycja zadania
4. Rozwiązanie zadania
5. Przeglądanie rozwiązania
6. Wdrukowanie rozwiązania
7. Zapis rozwiązania do pliku
0. Powrót do wyboru problemu

Ekran 7.1.12

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

- Rozwiązywanie zadania
1. Tryb konwersacyjny
 2. Tryb automatyczny
 3. Rozwiązanie końcowe
 4. Rezygnacja

Ekran 7.1.13. Wybór zagadnienia

Wybieramy

1. Metoda ścieżki krytycznej



Ekran 7.1.14. Krok do przodu

Czynność A

Czynność A rozpoczyna się w momencie 0, jej czas trwania $t = 5$. Mamy:
 $EF = ES + t = 0 + 5 = 5$.

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

▶ A

Moment najwcześniejszego rozpoczęcia czynności

▶ ↵

Moment najwcześniejszego zakończenia czynności

▶ 5 ↵

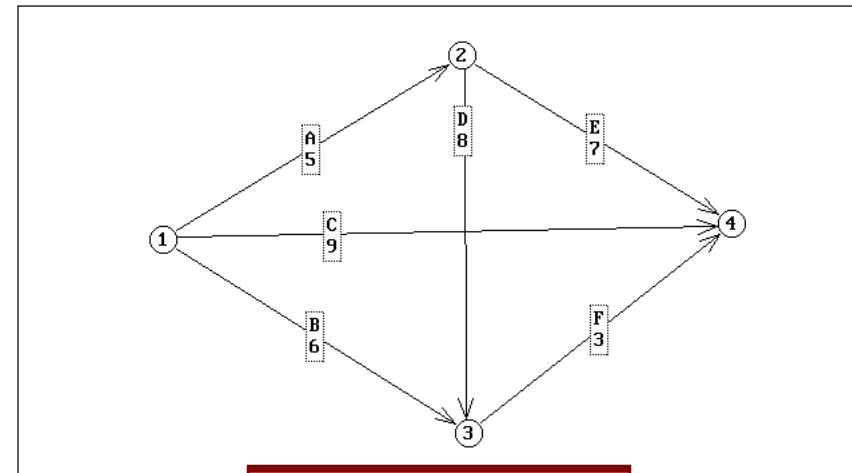
W górnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności A pojawiają się momenty najwcześniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności A.

Ekran 7.1.13

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270



1. Metoda ścieżki krytycznej
2. Analiza czasowa
3. Analiza kosztowa
4. Rezygnacja z obliczeń

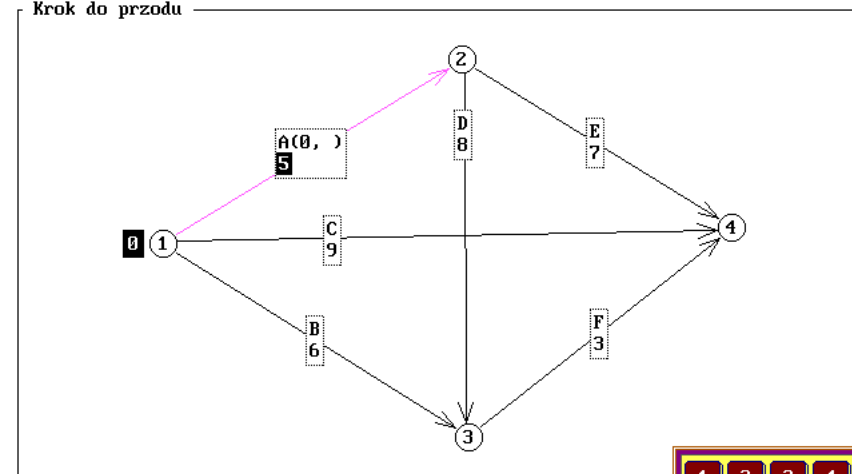
Ekran 7.1.14

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Krok do przodu



Moment najwcześniejszego zakończenia czynności 5



Ekran 7.1.15. Krok do przodu

Czynność B

Czynność B rozpoczyna się w momencie 0, jej czas trwania $t = 6$. Mamy $EF = ES + t = 0 + 6 = 6$.

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

▶ B

Moment najwcześniejszego rozpoczęcia czynności

▶ ↵

Moment najwcześniejszego zakończenia czynności

▶ 6 ↵

W górnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności B pojawiają się momenty najwcześniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności B.

Ekran 7.1.16. Krok do przodu

Czynność C

Czynność C rozpoczyna się w momencie 0, jej czas trwania jest $t = 9$. Mamy:

$EF = ES + t = 0 + 9 = 9$.

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

▶ C

Moment najwcześniejszego rozpoczęcia czynności

▶ ↵

Moment najwcześniejszego zakończenia czynności

▶ 9 ↵

W górnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności C pojawiają się momenty najwcześniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności C.

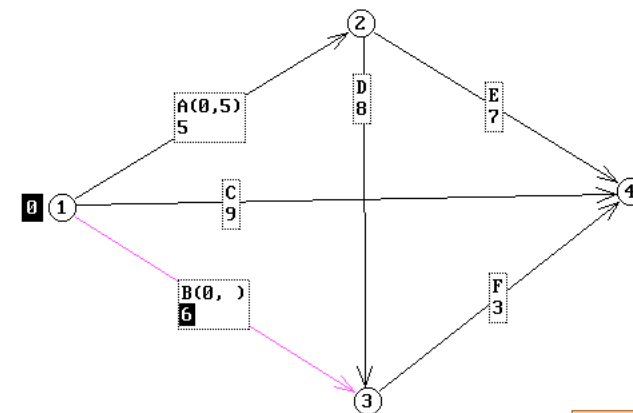
Ekran 7.1.15

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Krok do przodu



Moment najwcześniejszego zakończenia czynności 6

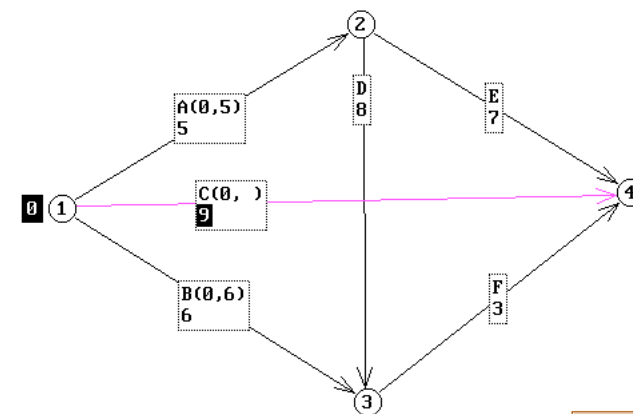
Ekran 7.1.16

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Krok do przodu



Moment najwcześniejszego zakończenia czynności 9

Ekran 7.1.17. Krok do przodu

Czynność D

Czynność D rozpoczyna się po zakończeniu czynności A, czyli w momencie 5, jej czas trwania $t = 8$. Mamy:

$$EF = ES + t = 5 + 8 = 13$$

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

► D

Moment najwcześniejszego rozpoczęcia czynności

► 5 ↵

Moment najwcześniejszego zakończenia czynności

► 13 ↵

W górnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności D pojawiają się momenty najwcześniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności D.

Ekran 7.1.18. Krok do przodu

Czynność E

Czynność E rozpoczyna się po zakończeniu czynności A, czyli w momencie 5, jej czas trwania $t = 7$. Mamy:

$$EF = ES + t = 5 + 7 = 12$$

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

► E

Moment najwcześniejszego rozpoczęcia czynności

► 5 ↵

Moment najwcześniejszego zakończenia czynności

► 12 ↵

W górnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności E pojawiają się momenty najwcześniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności E.

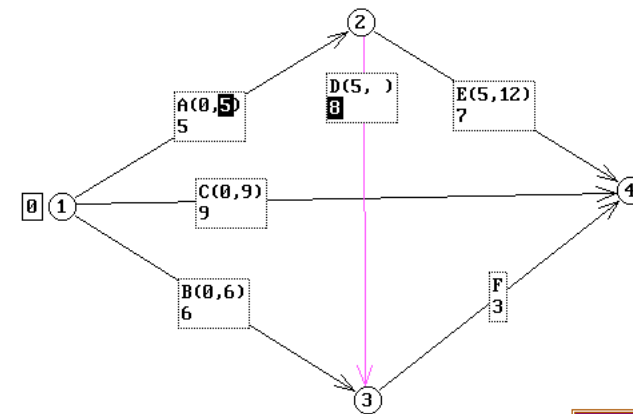
Ekran 7.1.17

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Krok do przodu



Moment najwcześniejszego zakończenia czynności 13



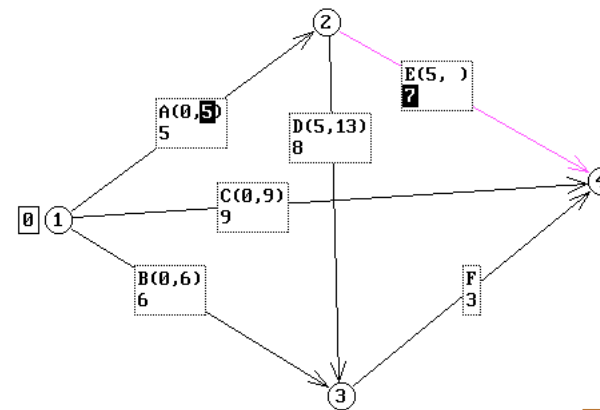
Ekran 7.1.18

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Krok do przodu



Moment najwcześniejszego zakończenia czynności 12



Ekran 7.1.19. Krok do przodu

Czynność F

Czynność F rozpoczyna się po zakończeniu czynności B i D, czyli w momencie równym

$$ES = \max(6, 13) = 13,$$

a jej czas trwania $t = 3$. Mamy:

$$EF = ES + t = 13 + 3 = 16.$$

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

► F

Moment najwcześniejszego rozpoczęcia czynności

► 13 ↵

Moment najwcześniejszego zakończenia czynności

► 16 ↵

W górnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności F pojawiają się momenty najwcześniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności F.

Ekran 7.1.20. Krok do przodu

Czas krytyczny

Czas krytyczny to maksymalna wartość czasów najwcześniejszego zakończenia czynności, kończących się w zdarzeniu końcowym 4. Mamy:

$$\text{czas krytyczny} = \max(9, 12, 16) = 16.$$

Podaj najkrótszy czas realizacji przedsięwzięcia

Wybieramy wartość 16.

► 16 ↵

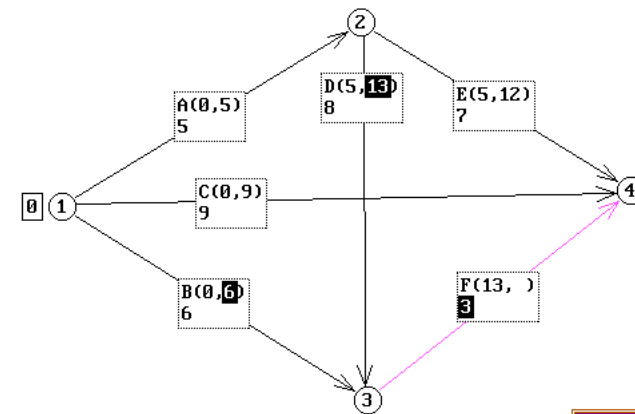
Ekran 7.1.19

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Krok do przodu



1	2	3	4
5	6	7	8
9	0	.	←

Moment najwcześniejszego zakończenia czynności 16

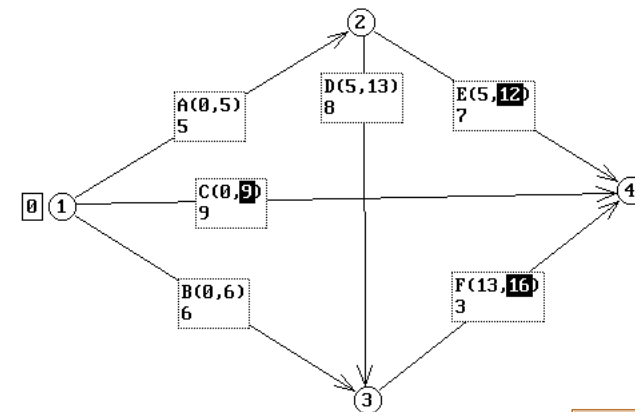
Ekran 7.1.20

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Krok do przodu



1	2	3	4
5	6	7	8
9	0	.	←

Podaj najkrótszy czas realizacji przedsięwzięcia 16

Ekran 7.1.21. Krok do tyłu

Czynność F

Czynność F musi zakończyć się nie później niż w momencie $LF = 16$, jej czas trwania $t = 3$. Mamy:

$$LS = LF - t = 16 - 3 = 13$$

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

► F

Moment najpóźniejszego zakończenia czynności

► 16 ↵

Moment najpóźniejszego rozpoczęcia czynności

► 13 ↵

W dolnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności F pojawiają się momenty najpóźniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności F.

Ekran 7.1.22. Krok do tyłu

Czynność E

Czynność E musi zakończyć się nie później niż w momencie $LF = 16$, jej czas trwania $t = 7$. Mamy:

$$LS = LF - t = 16 - 7 = 9$$

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

► E

Moment najpóźniejszego zakończenia czynności

► 16 ↵

Moment najpóźniejszego rozpoczęcia czynności

► 9 ↵

W dolnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności E pojawiają się momenty najpóźniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności E.

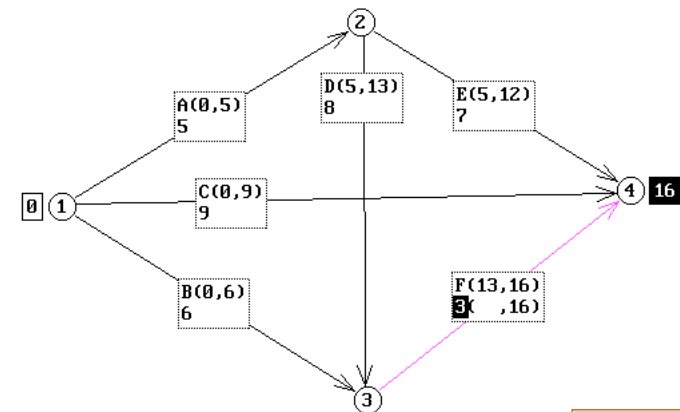
Ekran 7.1.21

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Krok do tyłu



Moment na jpóźnie.jszego rozpoczęcia czynności 13



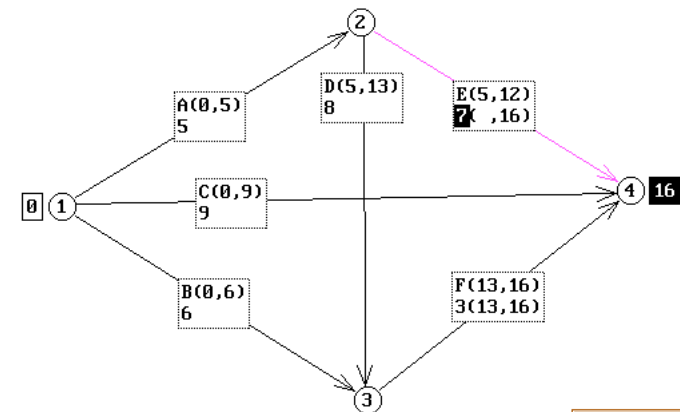
Ekran 7.1.22

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Krok do tyłu



Moment na jpóźnie.jszego rozpoczęcia czynności 9



Ekran 7.1.23. Krok do tyłu

Czynność D

Czynność D musi zakończyć się nie później niż w momencie $LF = 13$ (aby zdążyć z realizacją następującej po niej czynności F), jej czas trwania $t = 8$.

Mamy:

$$LS = LF - t = 13 - 8 = 5$$

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

► D

Moment najpóźniejszego zakończenia czynności

► 13 ↵

Moment najpóźniejszego rozpoczęcia czynności

► 5 ↵

W dolnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności D pojawiają się momenty najpóźniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności D.

Ekran 7.1.24. Krok do tyłu

Czynność C

Czynność C musi zakończyć się nie później niż w momencie $LF = 16$, jej czas trwania $t = 9$. Mamy:

$$LS = LF - t = 16 - 9 = 7$$

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

► C

Moment najpóźniejszego zakończenia czynności

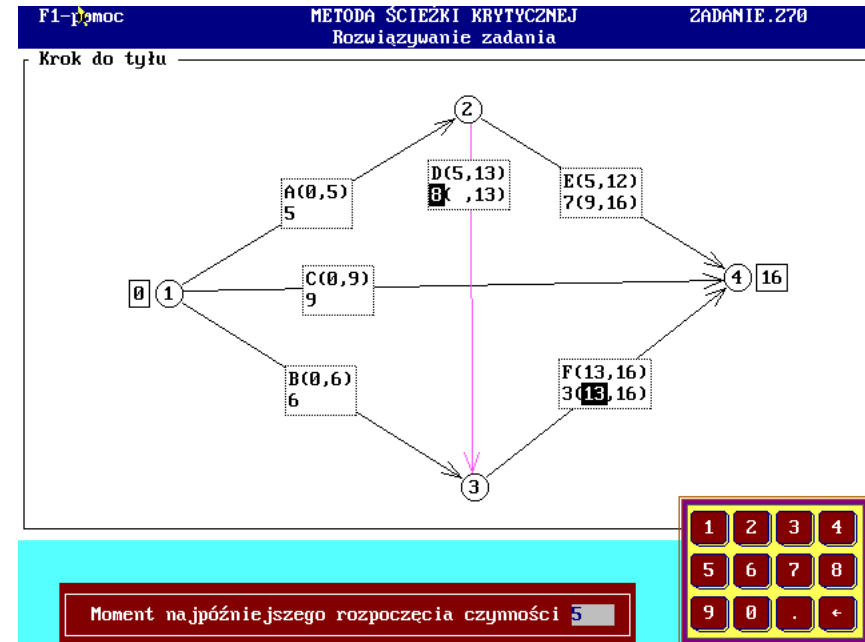
► 16 ↵

Moment najpóźniejszego rozpoczęcia czynności

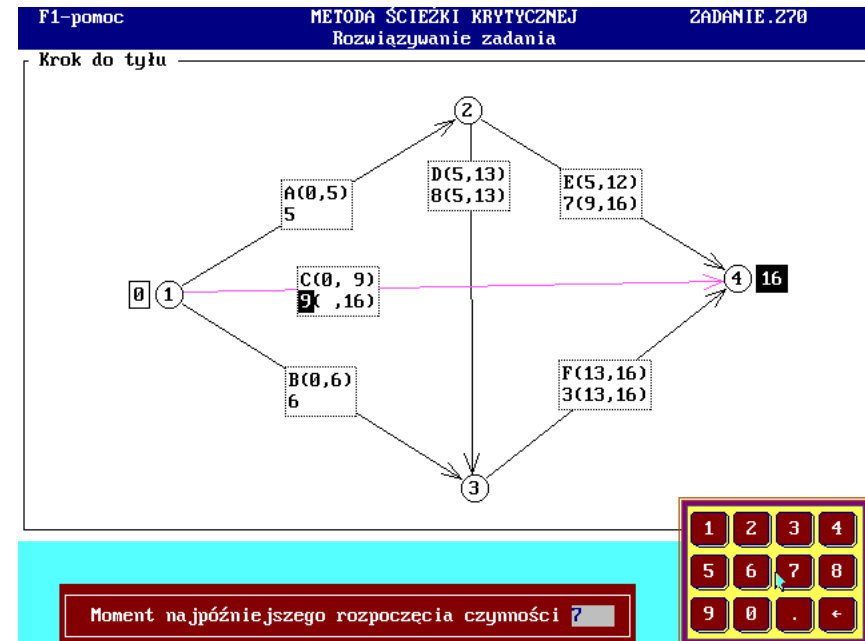
► 7 ↵

W dolnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności C pojawiają się momenty najpóźniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności C.

Ekran 7.1.23



Ekran 7.1.24



Ekran 7.1.25. Krok do tyłu

Czynność B

Czynność B musi zakończyć się nie później niż w momencie $LF = 13$ (by zdążyć z realizacją następującej po niej czynności F), jej czas trwania $t = 6$.

Mamy:

$$LS = LF - t = 13 - 6 = 7.$$

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

► B

Moment najpóźniejszego zakończenia czynności

► 13 ↵

Moment najpóźniejszego rozpoczęcia czynności

► 7 ↵

W dolnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności B pojawiają się momenty najpóźniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności B.

Ekran 7.1.26. Krok do tyłu

Czynność A

Czynność A musi zakończyć się tak, by zdążyć z realizacją czynności D i E, rozpoczynających się po jej zakończeniu, czyli

$$LF = \min(5, 9) = 5.$$

Dla czynności A czas trwania $t = 9$. Mamy:

$$LS = LF - t = 5 - 9 = 0.$$

Wprowadzamy kolejno:

Wskaż rozpatrywaną czynność

► A

Moment najpóźniejszego zakończenia czynności

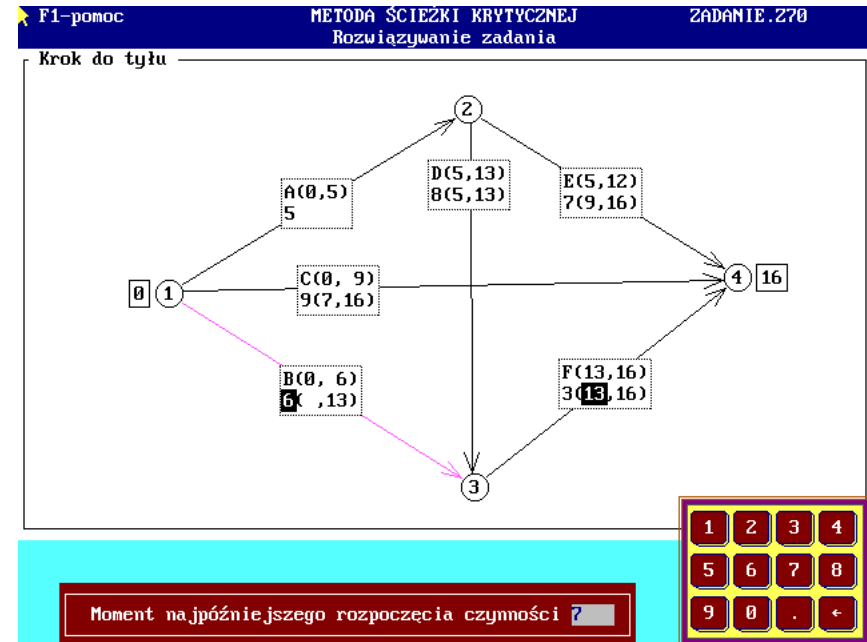
► 5 ↵

Moment najpóźniejszego rozpoczęcia czynności

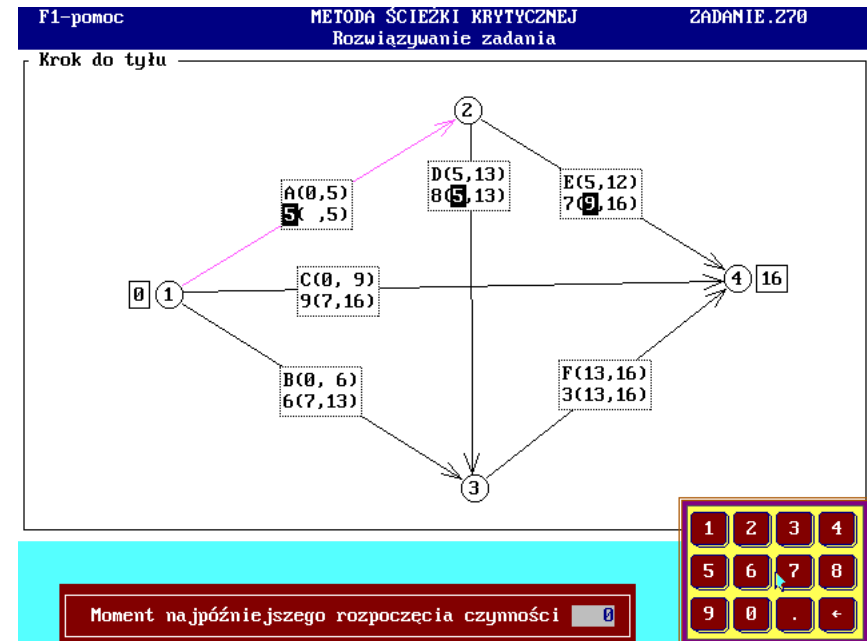
► 0 ↵

W dolnym wierszu ramki informacyjnej dla czynności A pojawiają się momenty najpóźniejszego rozpoczęcia i zakończenia czynności A.

Ekran 7.1.25



Ekran 7.1.26



Ekran 7.1.27. Czynności krytyczne

Wskaż czynności krytyczne

Czynnościami krytycznymi są te czynności, dla których wartości LS i ES są takie same (dotyczy to również wartości EF i LF), czyli czynności A, D i F.

► A D F ↵

Ekran 7.1.28. Rozwiązanie optymalne

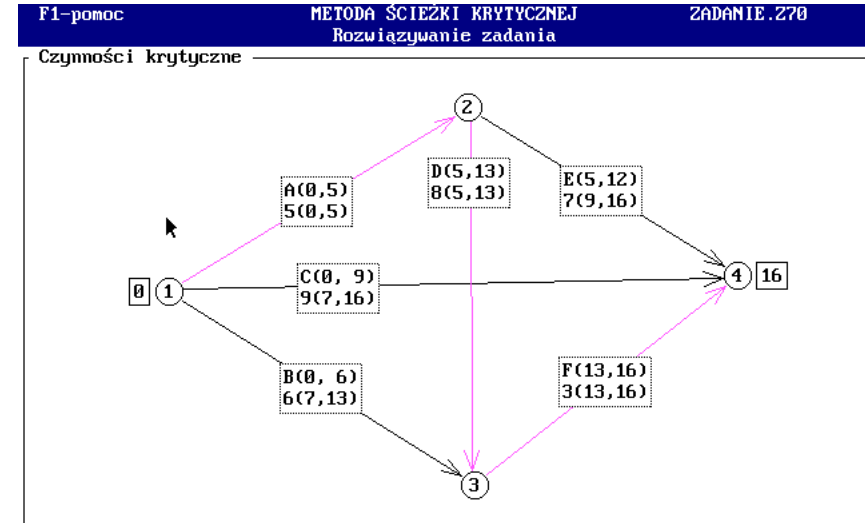
W tabelicy zestawione zostały uzyskane dotychczas wyniki liczbowe. Czas krytyczny projektu jest równy 16.

Przechodzimy do kolejnego kroku.

Wybieramy:

► ↵

Ekran 7.1.27



Wskaż czynności krytyczne

Ekran 7.1.28

F1-pomoc METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ ZADANIE.270
Rozwiązanie zadania

Rozwiązanie optymalne

Czyn- ność	Czas realizacji	Na jwcześn. moment rozpocz.	Na jwcześn. moment zakończ.	Na jpóźniej- szy moment rozpocz.	Na jpóźniej- szy moment zakończ.	Rezerwa	Czy kryt.
A	5	0	5	0	5	0	Tak
B	6	0	6	7	13	7	Nie
C	9	0	9	7	16	7	Nie
D	8	5	13	5	13	0	Tak
E	7	5	12	9	16	4	Nie
F	3	13	16	13	16	0	Tak

Czas realizacji przedsięwzięcia : 16

Ekran 7.1.29. Rozwiązanie optymalne

Czynności i krytyczne

Rysunek przedstawia sieć czynności z wyróżnionymi czynnościami krytycznymi.

Przechodzimy do kolejnego kroku.
Wybieramy:

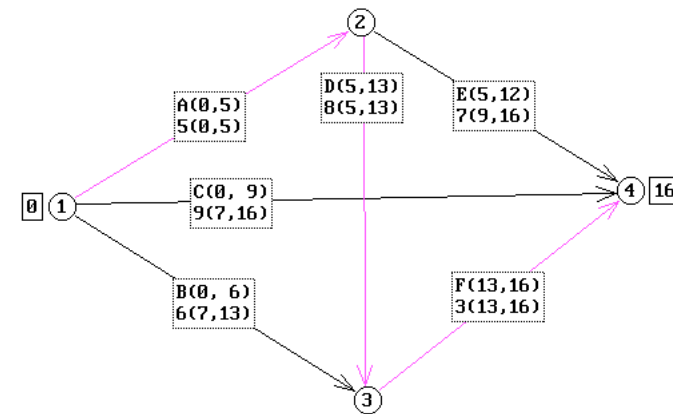
► Esc

Ekran 7.1.29

F1-pomoc METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

Rozwiązanie optymalne



Ekran 7.1.30. Harmonogram ASAP

Tworzymy harmonogram ASAP, wykorzystując kolejne zdarzenia od zdarzenia 1 do 4.

Wybieramy

► ↵ ↵ ↵

W harmonogramie ASAP rezerwy czynności niekrytycznych są następujące:

Czynność B: rezerwa = $13 - 6 = 7$

Czynność C: rezerwa = $16 - 9 = 7$

Czynność E: rezerwa = $16 - 12 = 4$

Przechodzimy do kolejnego kroku.

Wybieramy:

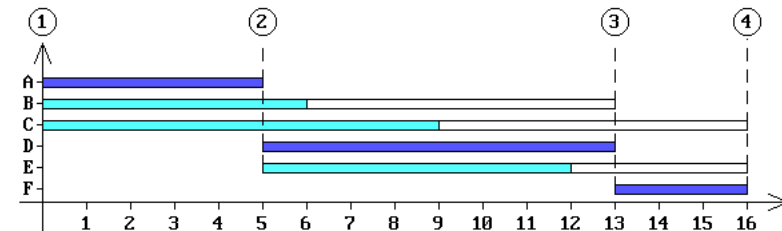
► ↵

Ekran 7.1.30

F1-pomoc METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

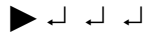
Harmonogram - rozpoczęcie wszystkich czynności w momentach najwcześniejszych



Ekran 7.1.31. Harmonogram ALAP

Tworzymy harmonogram ALAP w, wykorzystując kolejne zdarzenia od zdarzenia 4 do 1.

Wybieramy



W harmonogramie ALAP rezerwy czynności niekrytycznych są następujące:

Czynność B: rezerwa = $7 - 0 = 7$

Czynność C: rezerwa = $7 - 0 = 7$

Czynność E: rezerwa = $9 - 5 = 4$

Wielkości rezerw w harmonogramach ASAP oraz ALAP są takie same, tylko ich umiejscowienie jest odmienne.

Wybieramy:

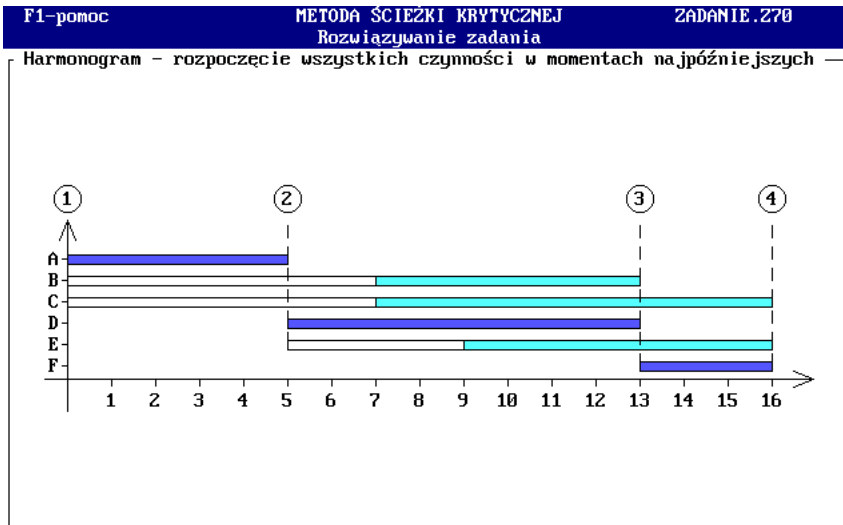


Ekran 7.1.32. Wybór fazy działania programu

Wybieramy



Ekran 7.1.31



Ekran 7.1.32

F1-pomoc METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ ZADANIE.270
Program CPM1.EXE

1. Wprowadzenie nowego zadania
2. Wczytanie zadania z pliku
3. Edycja zadania
- 4. Rozwiązanie zadania**
5. Przeglądanie rozwiązania
6. Wydrukowanie rozwiązania
7. Zapis rozwiązania do pliku
8. Powrót do wyboru problemu

Ekran 7.1.33. Wybór trybu rozwiązywania zadania

1. Tryb konwersacyjny

Wybieramy



Ekran 7.1.33

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązanie zadania

ZADANIE.270

Rozwiązanie zadania

1. Tryb konwersacyjny
2. Tryb automatyczny
3. Rozwiązanie końcowe
4. Rezygnacja

Ekran 7.1.34. Wybór zagadnienia

Wybieramy 3. Analiza czasowa

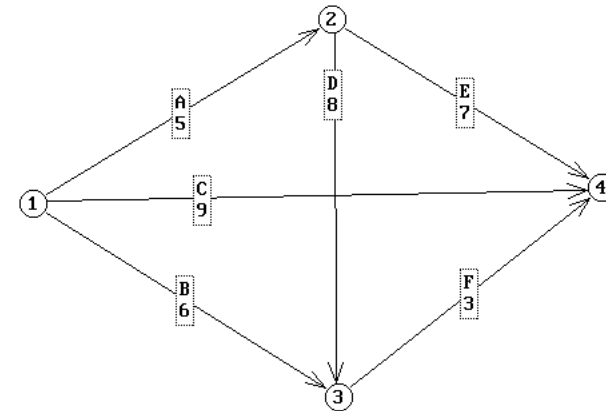


Ekran 7.1.34

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązanie zadania

ZADANIE.270



1. Metoda ścieżki krytycznej
2. Analiza czasowa
3. Analiza kosztowa
4. Rezygnacja z obliczeń

Ekran 7.1.35. Analiza czasowa

Funkcja celu

Interesuje nas określenie najkrótszego czasu, w którym można zakończyć projekt. Czas ten określa wartość zmiennej x_4 , związanej ze zdarzeniem końcowym.

Podaj funkcję celu
 $x(_) \rightarrow \min _$

Wybieramy

► 4 ↵

Ekran 7.1.36. Analiza czasowa

Ograniczenia dla czynności A

Ograniczenie 1

Końcem czynności A jest zdarzenie 2, a początkiem – zdarzenie 1. Czas trwania czynności A wynosi 5, czynność ta może być skrócona o y_A , czyli:
 $x_2 \geq x_1 + 5 - y_A$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności A to przedział $[0, 2]$, czyli
 $0 \leq y_A \leq 2$

Podaj ograniczenia dla czynności A:

1. $x(_) \geq x(_) + _ - y(_)$
2. $0 \leq y(_) \leq _$

Wybieramy:

► 2 1 5 ↵ A A 2 ↵ ↵

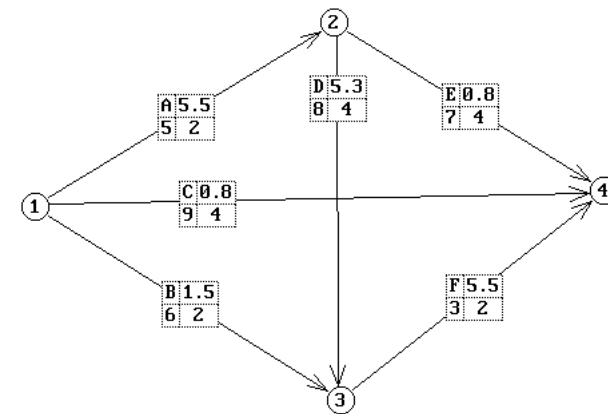
Ekran 7.1.35

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
 Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Analiza czasowa



Podaj funkcję celu:
 $x(_) \rightarrow \min$

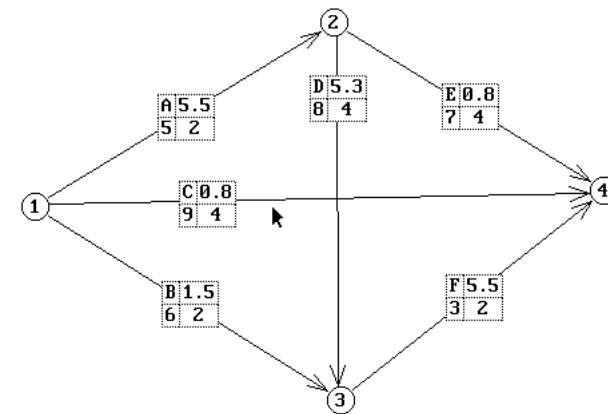
Ekran 7.1.36

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
 Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Analiza czasowa



Podaj ograniczenia dla czynności A:
 1. $x(_) \geq x(_) + _ - y(_)$
 2. $0 \leq y(_) \leq _$

Ekran 7.1.37. Analiza czasowa

Ograniczenia dla czynności B

Ograniczenie 1

Końcem czynności B jest zdarzenie 3, a początkiem – zdarzenie 1. Czas trwania czynności B wynosi 6, czynność ta może być skrócona o y_B , czyli:

$$x_3 \geq x_1 + 6 - y_B$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności B to przedział $[0, 2]$, czyli

$$0 \leq y_B \leq 2$$

Podaj ograniczenia dla czynności B:

1. $x(\text{3}) \geq x(\text{1}) + \text{6} - y(\text{B})$
2. $0 \leq y(\text{B}) \leq \text{2}$

Wybieramy:

► 3 1 6 ↵ B B 2 ↵ ↵

Ekran 7.1.38. Analiza czasowa

Ograniczenia dla czynności C

Ograniczenie 1

Końcem czynności C jest zdarzenie 4, a początkiem – zdarzenie 1. Czas trwania czynności C wynosi 9, czynność ta może być skrócona o y_C , czyli:

$$x_4 \geq x_1 + 9 - y_C$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności C to przedział $[0, 4]$, czyli

$$0 \leq y_C \leq 4$$

Podaj ograniczenia dla czynności C:

1. $x(\text{4}) \geq x(\text{1}) + \text{9} - y(\text{C})$
2. $0 \leq y(\text{C}) \leq \text{4}$

Wybieramy

► 4 1 9 ↵ C C 4 ↵ ↵

Ekran 7.1.37

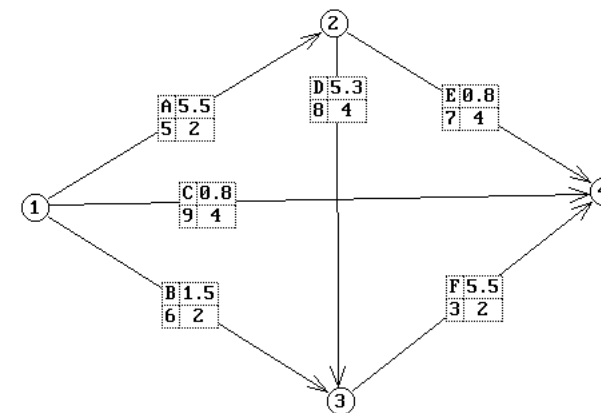
F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ

ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

Analiza czasowa



Podaj ograniczenia dla czynności B:

1. $x(\text{3}) \geq x(\text{1}) + \text{6} - y(\text{B})$
2. $0 \leq y(\text{B}) \leq \text{2}$

Ekran 7.1.38

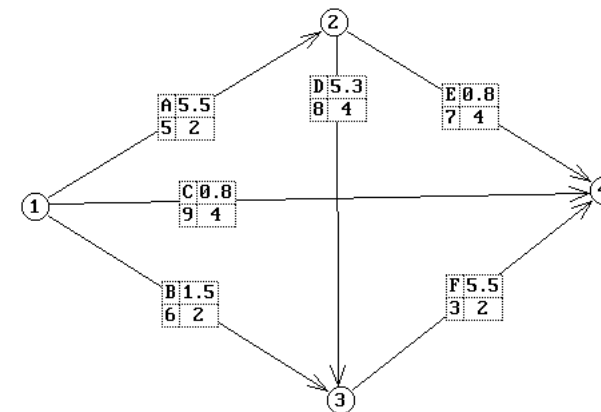
F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ

ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

Analiza czasowa



Podaj ograniczenia dla czynności C:

1. $x(\text{4}) \geq x(\text{1}) + \text{9} - y(\text{C})$
2. $0 \leq y(\text{C}) \leq \text{4}$

Ekran 7.1.39. Analiza czasowa

Ograniczenia dla czynności D

Ograniczenie 1

Końcem czynności D jest zdarzenie 3, a początkiem – zdarzenie 2. Czas trwania czynności D wynosi 8, czynność ta może być skrócona o y_D , czyli:

$$x_3 \geq x_2 + 8 - y_D$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności D to przedział $[0, 4]$, czyli

$$0 \leq y_D \leq 4$$

Podaj ograniczenia dla czynności D:

1. $x(\text{3}) \geq x(\text{2}) + \text{8} - y(\text{D})$
2. $0 \leq y(\text{D}) \leq \text{4}$

Wybieramy

► 3 2 8 ↵ D D 4 ↵ ↵

Ekran 7.1.40. Analiza czasowa

Ograniczenia dla czynności E

Ograniczenie 1

Końcem czynności E jest zdarzenie 4, a początkiem – zdarzenie 2. Czas trwania czynności E wynosi 7, czynność ta może być skrócona o y_E , czyli:

$$x_4 \geq x_2 + 7 - y_E$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności D to przedział $[0, 4]$, czyli

$$0 \leq y_E \leq 4$$

Podaj ograniczenia dla czynności D:

1. $x(\text{4}) \geq x(\text{2}) + \text{7} - y(\text{E})$
2. $0 \leq y(\text{E}) \leq \text{4}$

Wybieramy

► 4 2 7 ↵ E E 4 ↵ ↵

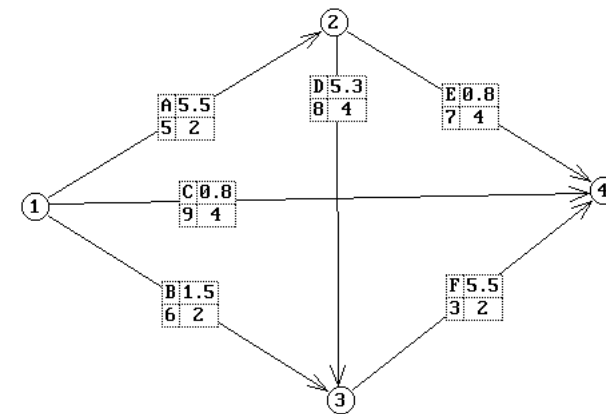
Ekran 7.1.39

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązanie zadania

ZADANIE.270

Analiza czasowa



Podaj ograniczenia dla czynności D:

1. $x(\text{3}) \geq x(\text{2}) + \text{8} - y(\text{D})$
2. $0 \leq y(\text{D}) \leq \text{4}$

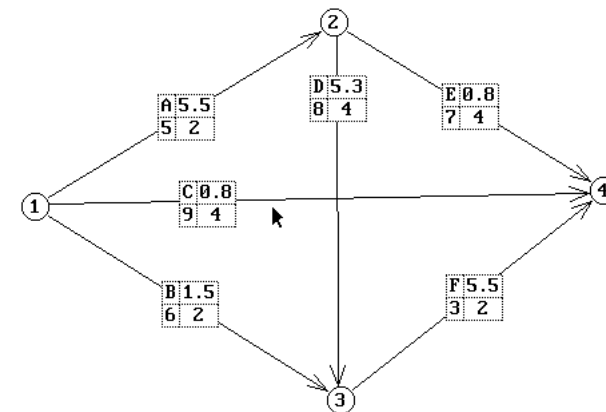
Ekran 7.1.40

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązanie zadania

ZADANIE.270

Analiza czasowa



Podaj ograniczenia dla czynności E:

1. $x(\text{4}) \geq x(\text{2}) + \text{7} - y(\text{E})$
2. $0 \leq y(\text{E}) \leq \text{4}$

Ekran 7.1.41. Analiza czasowa

Ograniczenia dla czynności F

Ograniczenie 1

Końcem czynności F jest zdarzenie 4, a początkiem – zdarzenie 3. Czas trwania czynności F wynosi 3, czynność ta może być skrócona o y_F , czyli:

$$x_4 \geq x_3 + 3 - y_F$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności F to przedział $[0, 2]$, czyli

$$0 \leq y_F \leq 2$$

Podaj ograniczenia dla czynności D:

1. $x(\text{4}) \geq x(\text{3}) + \text{3} - y(\text{F})$
2. $0 \leq y(\text{F}) \leq \text{2}$

Wybieramy

► 4 3 3 ↵ F F 2 ↵ ↵

Ekran 7.1.42. Analiza czasowa

Ograniczenie na koszt dodatkowy

Konstruując ograniczenie na koszt dodatkowy wykorzystujemy wartości kosztów przyspieszenia kolejnych czynności, przypadające na jednostkę czasu przyspieszenia. Ograniczenie to ma postać:

$$5.5y_A + 1.5y_B + 0.8y_C + 5.3y_D + 0.8y_E + 5.5y_F \leq 34$$

Podaj ograniczenie na koszt dodatkowy

*y(A) + *y(B) + *y(C) + *y(D) + *y(E) + *y(F) ≤

Wybieramy

► 5.5 1.5 0.8 5.3 0.8 5.5 34 ↵ ↵

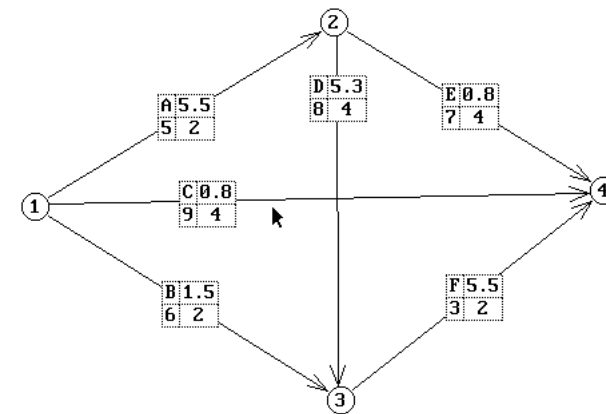
Ekran 7.1.41

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Analiza czasowa



Podaj ograniczenia dla czynności F:

1. $x(\text{4}) \geq x(\text{3}) + \text{3} - y(\text{F})$
2. $0 \leq y(\text{F}) \leq \text{2}$

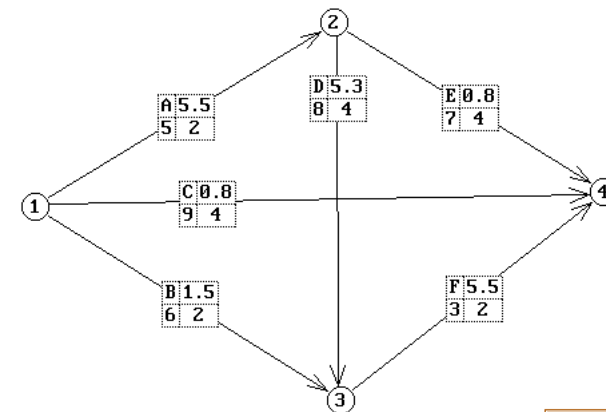
Ekran 7.1.42

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Analiza czasowa



Podaj ograniczenie na koszt dodatkowy:

*y(A) + *y(B) + *y(C) + *y(D) + *y(E) + *y(F) ≤



Ekran 7.1.43. Analiza czasowa

Rozwiązanie zadania programowania liniowego

Interpretacja

Mając do dyspozycji 34 jednostki na przyspieszenie realizacji projektu możemy skrócić czas jego trwania i zrealizować projekt w czasie 9.68.

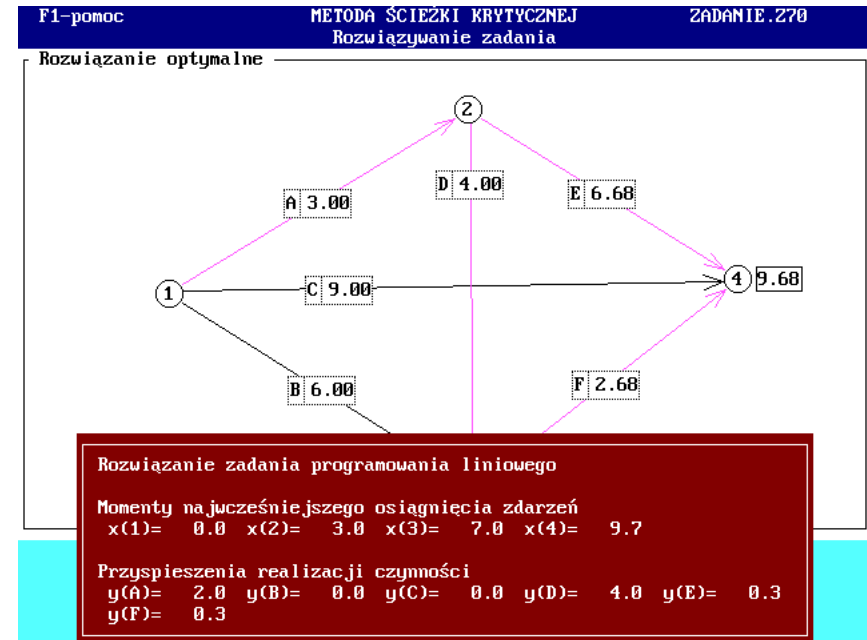
Ekran 7.1.44. Analiza czasowa

W tablicy zestawione zostały uzyskane dotychczas wyniki liczbowe. Czas krytyczny projektu jest równy 9.68. Konieczne jest zaangażowanie 34 jednostek dodatkowych środków finansowych na realizację projektu w skróconym czasie. Wartości, przedstawione w tablicy pozwalają na narysowanie nowych harmonogramów: ASAP oraz ALAP.

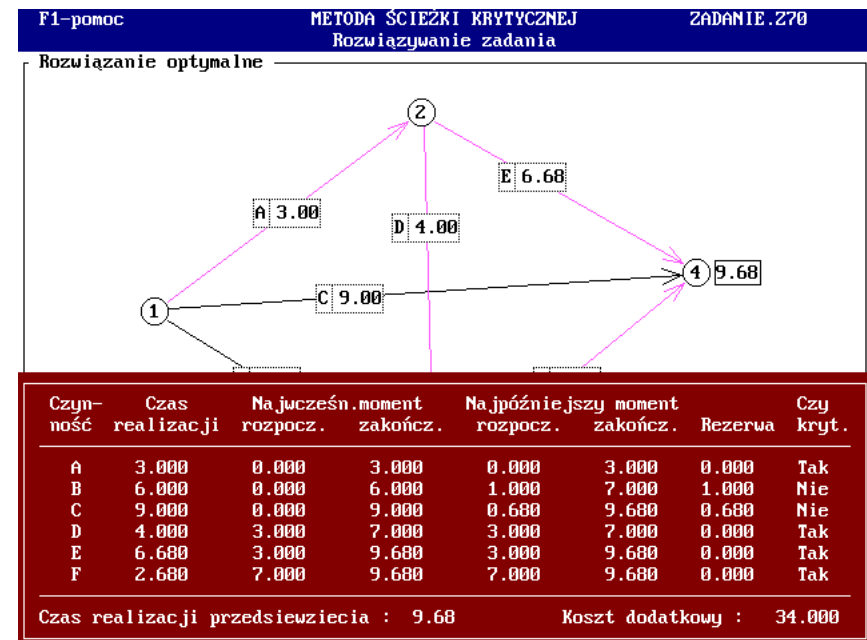
Wybieramy:



Ekran 7.1.43



Ekran 7.1.44



Ekran 7.1.47. Wybór trybu rozwiązywania zadania

Wybieramy 1. Tryb konwersacyjny



Ekran 7.1.47

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

1. Tryb konwersacyjny
2. Tryb automatyczny
3. Rozwiązanie końcowe
4. Rezygnacja

Ekran 7.1.48. Wybór zagadnienia

Wybieramy 4. Analiza kosztowa

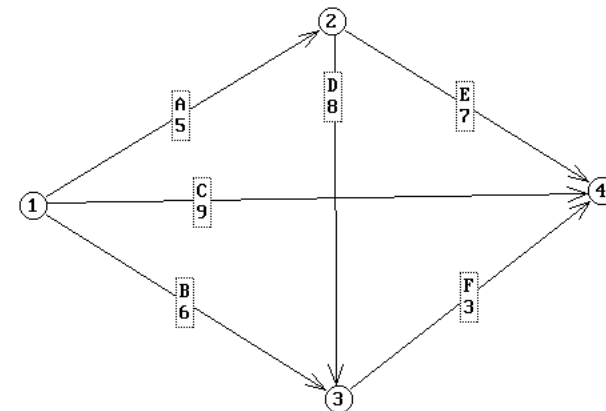


Ekran 7.1.48

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270



1. Metoda ścieżki krytycznej
2. Analiza czasowa
3. Analiza kosztowa
4. Rezygnacja z obliczeń

Ekran 7.1.49. Analiza kosztowa

Funkcja celu

Konstruując funkcję celu wykorzystujemy wartości kosztów przyspieszenia kolejnych czynności, przypadające na jednostkę czasu przyspieszenia.

Funkcja celu ma postać:

$$5.5y_A + 1.5y_B + 0.8y_C + 5.3y_D + 0.8y_E + 5.5y_F \rightarrow \min$$

Podaj funkcje celu

$$\begin{aligned} & *y(A) + *y(B) + *y(C) + *y(D) + \\ & *y(E) + *y(F) \rightarrow \min \end{aligned}$$

Wybieramy

► 5.5 1.5 0.8 5.3 0.8 5.5 ↵

Ekran 7.1.50. Analiza kosztowa

Ograniczenia dla czynności A

Ograniczenie 1

Końcem czynności A jest zdarzenie 2, a początkiem – zdarzenie 1. Czas trwania czynności A wynosi 5, czynność ta może być skrócona o y_A , czyli:

$$x_2 \geq x_1 + 5 - y_A$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności A to przedział $[0, 2]$, czyli

$$0 \leq y_A \leq 2$$

Podaj ograniczenia dla czynności A:

$$\begin{aligned} 1. & x(2) \geq x(1) + 5 - y(A) \\ 2. & 0 \leq y(A) \leq 2 \end{aligned}$$

Wybieramy:

► 2 1 5 ↵ A A 2 ↵

Ekran 7.1.49

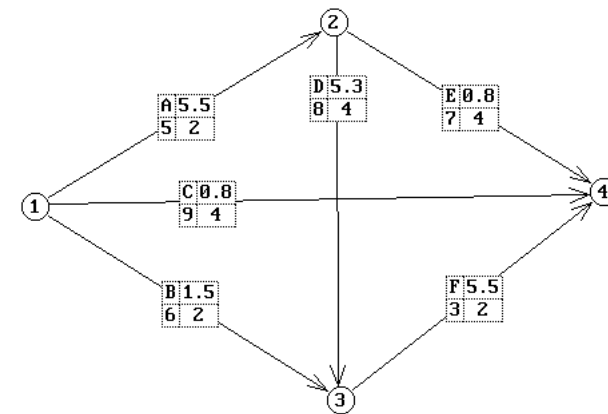
F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ

ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

Analiza kosztowa



Podaj funkcję celu:

$$\begin{aligned} & 5.5*y(A) + 1.5*y(B) + 0.8*y(C) + 5.3*y(D) + \\ & 0.8*y(E) + 5.5*y(F) \rightarrow \min \end{aligned}$$

Ekran 7.1.50

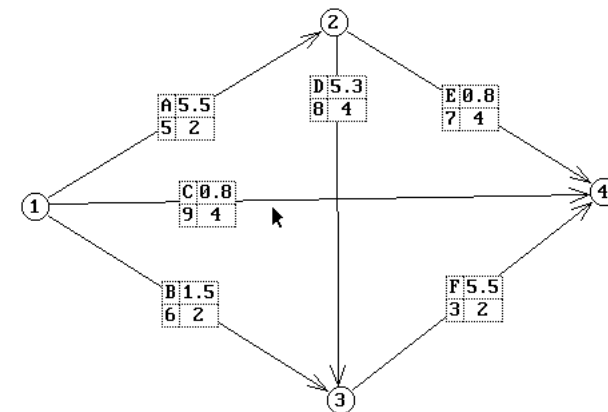
F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ

ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

Analiza kosztowa



Podaj ograniczenia dla czynności A:

$$\begin{aligned} 1. & x(2) \geq x(1) + 5 - y(A) \\ 2. & 0 \leq y(A) \leq 2 \end{aligned}$$

Ekran 7.1.51. Analiza kosztowa

Ograniczenia dla czynności B

Ograniczenie 1

Końcem czynności B jest zdarzenie 3, a początkiem – zdarzenie 1. Czas trwania czynności B wynosi 6, czynność ta może być skrócona o y_B , czyli:

$$x_3 \geq x_1 + 6 - y_B$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności B to przedział $[0, 2]$, czyli:

$$0 \leq y_B \leq 2$$

Podaj ograniczenia dla czynności B:

1. $x(3) \geq x(1) + 6 - y(B)$
2. $0 \leq y(B) \leq 2$

Wybieramy:

► 3 1 6 ↵ B B 2 ↵

Ekran 7.1.52. Analiza kosztowa

Ograniczenia dla czynności C

Ograniczenie 1

Końcem czynności C jest zdarzenie 4, a początkiem – zdarzenie 1. Czas trwania czynności C wynosi 9, czynność ta może być skrócona o y_C , czyli:

$$x_4 \geq x_1 + 9 - y_C$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności C to przedział $[0, 4]$, czyli:

$$0 \leq y_C \leq 4$$

Podaj ograniczenia dla czynności C:

1. $x(4) \geq x(1) + 9 - y(C)$
2. $0 \leq y(C) \leq 4$

Wybieramy

► 4 1 9 ↵ C C 4 ↵ ↵

Ekran 7.1.51

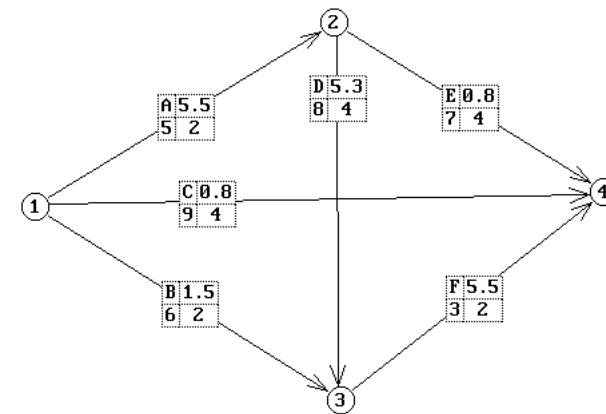
F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ

ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

Analiza kosztowa



Podaj ograniczenia dla czynności B:

1. $x(3) \geq x(1) + 6 - y(B)$
2. $0 \leq y(B) \leq 2$

Ekran 7.1.52

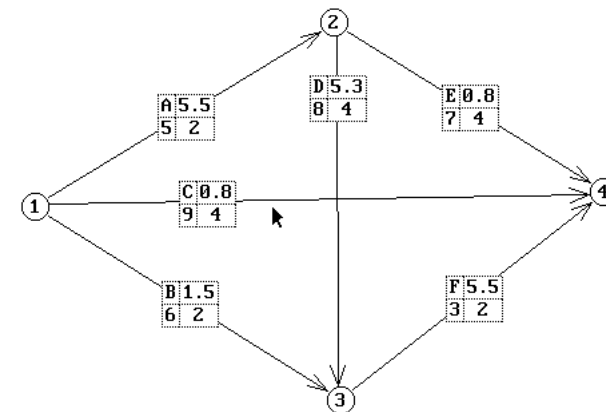
F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ

ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

Analiza kosztowa



Podaj ograniczenia dla czynności C:

1. $x(4) \geq x(1) + 9 - y(C)$
2. $0 \leq y(C) \leq 4$

Ekran 7.1.53. Analiza kosztowa

Ograniczenia dla czynności D

Ograniczenie 1

Końcem czynności D jest zdarzenie 3, a początkiem – zdarzenie 2. Czas trwania czynności D wynosi 8, czynność ta może być skrócona o y_D , czyli:

$$x_3 \geq x_2 + 8 - y_D$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności D to przedział $[0, 4]$, czyli

$$0 \leq y_D \leq 4$$

Podaj ograniczenia dla czynności D:

1. $x(\text{3}) \geq x(\text{2}) + 8 - y(\text{D})$
2. $0 \leq y(\text{D}) \leq 4$

Wybieramy

► 3 2 8 ↵ D D 4 ↵ ↵

Ekran 7.1.54. Analiza kosztowa

Ograniczenia dla czynności E

Ograniczenie 1

Końcem czynności E jest zdarzenie 4, a początkiem – zdarzenie 2. Czas trwania czynności E wynosi 7, czynność ta może być skrócona o y_E , czyli:

$$x_4 \geq x_2 + 7 - y_E$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności E to przedział $[0, 4]$, czyli

$$0 \leq y_E \leq 4$$

Podaj ograniczenia dla czynności E:

1. $x(\text{4}) \geq x(\text{2}) + 7 - y(\text{E})$
2. $0 \leq y(\text{E}) \leq 4$

Wybieramy

► 4 2 7 ↵ E E 4 ↵ ↵

Ekran 7.1.53

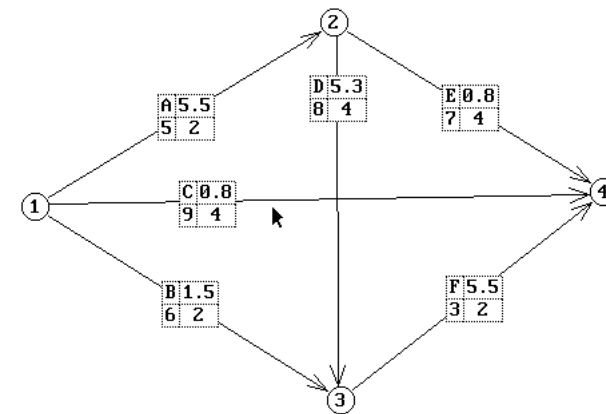
F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ

ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

Analiza kosztowa



Podaj ograniczenia dla czynności D:

1. $x(\text{3}) \geq x(\text{2}) + 8 - y(\text{D})$
2. $0 \leq y(\text{D}) \leq 4$

Ekran 7.1.54

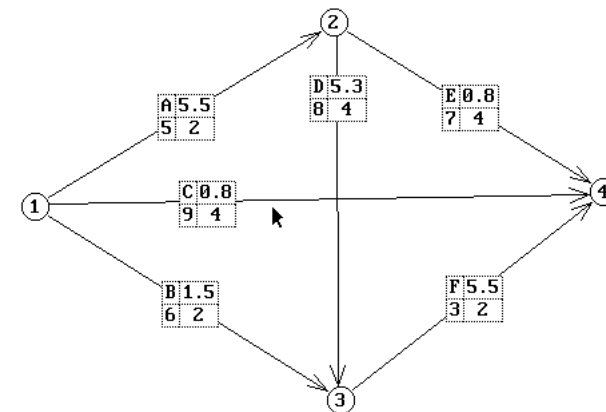
F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ

ZADANIE.270

Rozwiązywanie zadania

Analiza kosztowa



Podaj ograniczenia dla czynności E:

1. $x(\text{4}) \geq x(\text{2}) + 7 - y(\text{E})$
2. $0 \leq y(\text{E}) \leq 4$

Ekran 7.1.55. Analiza kosztowa

Ograniczenia dla czynności F

Ograniczenie 1

Końcem czynności F jest zdarzenie 4, a początkiem – zdarzenie 3. Czas trwania czynności F wynosi 3, czynność ta może być skrócona o y_F , czyli:

$$x_4 \geq x_3 + 3 - y_F$$

Ograniczenie 2

Zakres skrócenia czynności D to przedział $[0, 2]$, czyli

$$0 \leq y_D \leq 2$$

Podaj ograniczenia dla czynności D:

1. $x(\text{ }) \geq x(\text{ }) + \text{ } - y(\text{ })$
2. $0 \leq y(\text{ }) \leq \text{ }$

Wybieramy

► 4 3 3 ↵ F F 2 ↵ ↵

Ekran 7.1.56. Analiza kosztowa

Ograniczenie na czas realizacji projektu

Czas krytyczny projektu wynosi 16. Pytamy, czy możliwa jest realizacja projektu w czasie 10, czyli czy możliwe jest skrócenie czasu realizacji projektu o 37.5%.

Podaj ograniczenie na czas realizacji przedsięwzięcia:

$$x(\text{ }) \leq \text{ }$$

Wybieramy

► 4 10 ↵ ↵

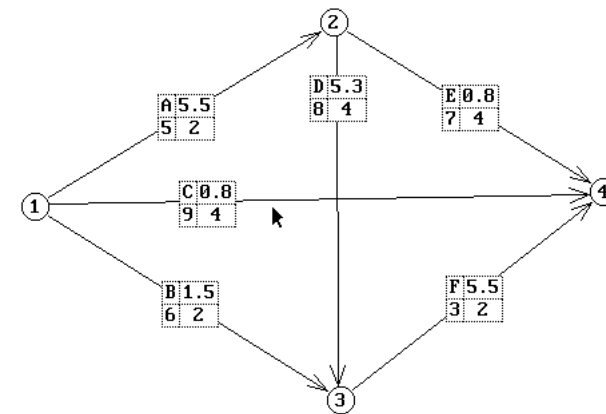
Ekran 7.1.55

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Analiza kosztowa



Podaj ograniczenia dla czynności F:

1. $x(4) \geq x(3) + 3 - y(F)$
2. $0 \leq y(F) \leq 2$

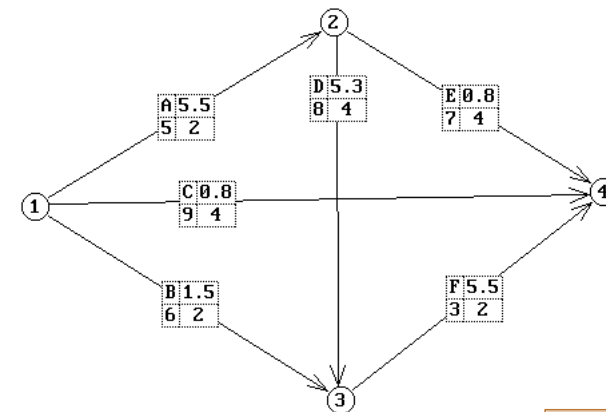
Ekran 7.1.56

F1-pomoc

METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ
Rozwiązywanie zadania

ZADANIE.270

Analiza kosztowa



Podaj ograniczenie na czas realizacji przedsięwzięcia:
 $x(4) \leq 10$



Ekran 7.1.57. Analiza kosztowa

Rozwiązanie zadania programowania liniowego

Odczytujemy momenty najwcześniejszego osiągnięcia kolejnych zdarzeń oraz przyspieszenia realizacji kolejnych czynności.

Ekran 7.1.58. Analiza kosztowa

W tabelcy zestawione zostały uzyskane dotychczas wyniki liczbowe. Czas krytyczny projektu jest równy 10. Konieczne jest zaangażowanie 32 jednostek dodatkowych środków finansowych na realizację projektu w skróconym czasie. Wartości, przedstawione w tabelcy pozwalają na narysowanie nowych harmonogramów: ASAP oraz ALAP.

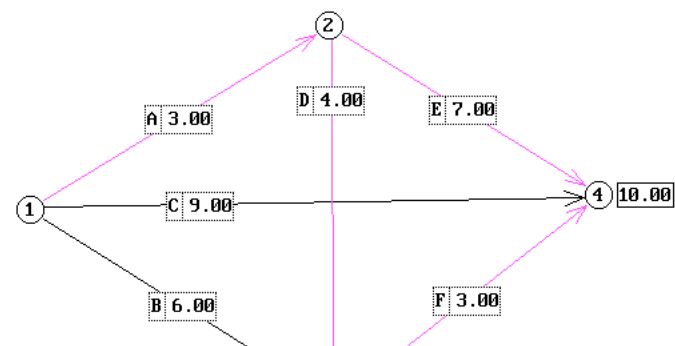
Wybieramy:



Ekran 7.1.57

F1-pomoc METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ ZADANIE.270
Rozwiązanie zadania

Rozwiązanie optymalne



Rozwiązanie zadania programowania liniowego

Momenty najwcześniejszego osiągnięcia zdarzeń

$x(1) = 0.0$ $x(2) = 3.0$ $x(3) = 7.0$ $x(4) = 10.0$

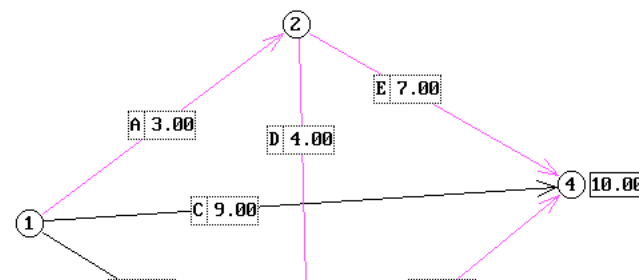
Przyspieszenia realizacji czynności

$y(A) = 2.0$ $y(B) = 0.0$ $y(C) = 0.0$ $y(D) = 4.0$ $y(E) = 0.0$
 $y(F) = 0.0$

Ekran 7.1.58

F1-pomoc METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ ZADANIE.270
Rozwiązanie zadania

Rozwiązanie optymalne



Czyn- ność	Czas realizacji	Na jwcześn. moment rozpocz.	zakończ.	Na jpóźniejszy moment rozpocz.	zakończ.	Rezerwa	Czy kryt.
A	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	Tak
B	6.000	0.000	6.000	1.000	7.000	1.000	Nie
C	9.000	0.000	9.000	1.000	10.000	1.000	Nie
D	4.000	3.000	7.000	3.000	7.000	0.000	Tak
E	7.000	3.000	10.000	3.000	10.000	0.000	Tak
F	3.000	7.000	10.000	7.000	10.000	0.000	Tak

Czas realizacji przedsięwzięcia : 10.00

Koszt dodatkowy : 32.000

Ekran 7.1.59. Analiza kosztowa

Sieć ze zmodyfikowanymi czasami trwania czynności

W sieci ze zmodyfikowanymi czasami trwania czynności, które pozwalają na realizację projektu w czasie 10 mamy dwie ścieżki krytyczne:

Pierwszą ścieżkę krytyczną tworzą czynności A oraz E.

Drugą ścieżkę krytyczną tworzą czynności A, D, F.

Czynnościami niekrytycznymi pozostają czynności B oraz C.

Przechodzimy do kolejnego kroku.

Wybieramy

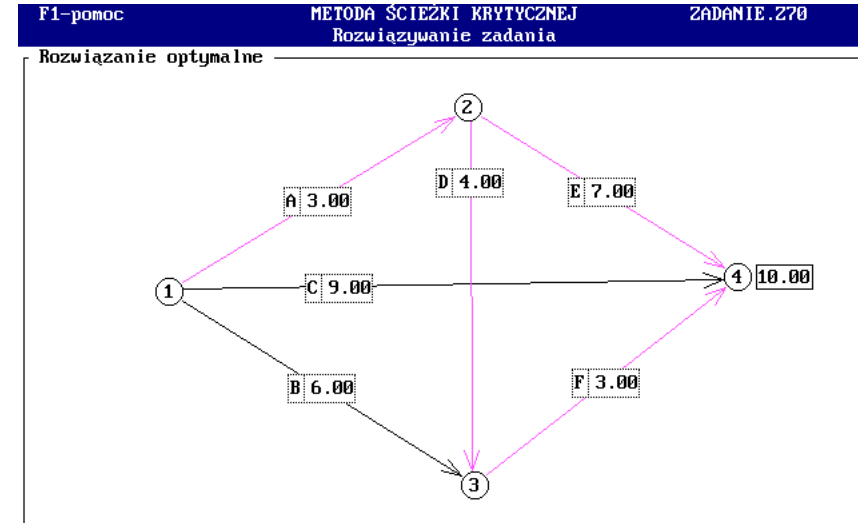
► Esc

Ekran 7.1.60. Wybór fazy działania programu

Wybieramy 0. Powrót do wyboru problemu

► ↓↓↓↓ ↵

Ekran 7.1.59



Ekran 7.1.60

- F1-pomoc METODA ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ ZADANIE.270
Program CPM1.EXE
1. Wprowadzenie nowego zadania
 2. Wczytanie zadania z pliku
 3. Edycja zadania
 4. Rozwiązanie zadania
 5. Przeglądanie rozwiązania
 6. Wydrukowanie rozwiązania
 7. Zapis rozwiązania do pliku
 0. Powrót do wyboru problemu