

## 1. Treść zadania

Zadanie numer: 085624202111224442841054911303709

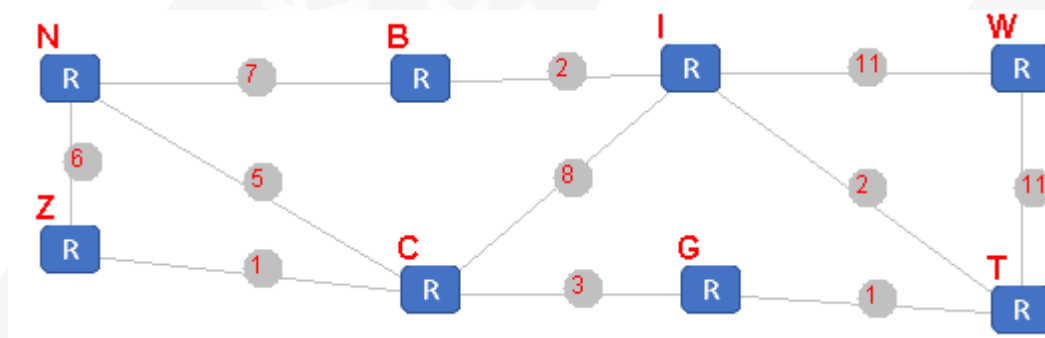
Mamy daną sieć składającą się z 8 ruterów i 11 połączeń z wagami. Sieć ta jest siecią spójną, co oznacza, że z dowolnego węzła znajdziemy drogę do każdego innego. Połączenia w tej sieci są dwukierunkowe.

Rozwiń problem znajdowania najkrótszych ścieżek z wykorzystaniem algorytmu Dijkstry, metodą, która była omawiana na zajęciach. W zlecie źródłowym jest węzeł B i dla tego węzła trzeba znaleźć najkrótsze ścieżki do wszystkich pozostałych węzłów.

Założenia:

- Jeżeli przy wyborze węzła do analizy możemy wybrać kilka węzłów (pozwala na to koszty już znalezionych ich najkrótszych ścieżek) to sortujemy wszystkie te węzły leksykograficznie w kolejności A-Z i wybieramy pierwszy węzeł.
- Jeżeli nowo znaleziona ścieżka ma taki sam koszt jak już znaleziona to wybieramy 1. Gdzie: 0 - istniejąca, 1 - nowa.
- Symbol () i {} oznaczają odpowiednio pustą ścieżkę i pusty zbiór.

Wypełnij tabelę, i odpowiedz na następujące pytania.



Lp.	Do analizy	Gotowe	Bieżący węzeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

- 66 Czy w kroku 8 bieżącym w zlecie jest węzeł C.
- +66 Czy najkrótsza finalna ścieżka z węzła B do węzła W ma koszt 13?
- 68 Czy finalna najkrótsza ścieżka z węzła B do węzła T to (IBT).
- 66 Czy po wykonaniu kroku 3 zbiór węzłów "Gotowe" zawiera węzły {B,I,T} i żadnych innych?
- +68 Czy w kroku 5 znana najkrótsza ścieżka z węzła B do węzła G to (BITG).
- +66 Czy w kroku 9 znana najkrótsza ścieżka z węzła B do węzła I ma koszt 2.

## 2. Krok 1 - Inicjalizacja

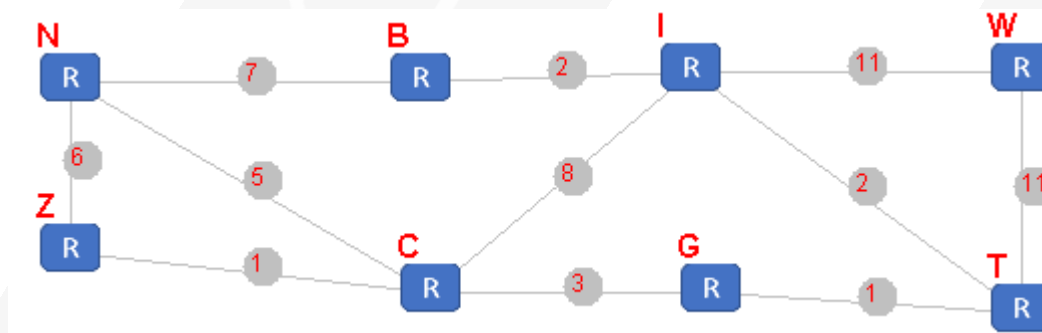
Krok ten jest krokiem inicjalizacyjnym. Przy rozwiązywaniu problemu znajdowania najkrótszych ścieżek wykorzystamy tabelę pomocniczą.

Lp.	Do analizy	Gotowe	Bieżący węzeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	B		B	0	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF

Odpowiednie kolumny tej tabeli zawierają:

- informacje o węzłach przeznaczonych w najbliższym czasie do analizy (kolumna: Do analizy);
- informacje o węzłach już przeanalizowanych, do których najkrótsza ścieżka została już znaleziona i nie będzie podlegała dalszej analizie (kolumna: Gotowe);
- informacji o aktualnie analizowanym węźle (kolumna: Bieżący węzeł);
- informacje o wszystkich węzłach, do których szukane będą najkrótsze ścieżki (kolumny: B,C,G,I,N,T,W,Z).

Mamy dane sieć routerów, wraz z połączeniami i ich kosztami:



W naszym zadaniu, szukanie najkrótszych ścieżek rozpoczynamy od węzła B. Początkowo węzeł ten jest w zbiorze węzłów przeznaczonych do analizy. Jednocześnie węzeł ten jest aktualnie przetwarzanym węzłem. W kolumnie B mamy wartość 0, która oznacza koszt najkrótszej ścieżki od węzła B do węzła B. W pozostałych kolumnach C,G,I,N,T,W,Z, będą przechowywane dwie informacje: najkrótsza ścieżka od węzła B do wybranego węzła, oraz koszt najkrótszej ścieżki. Początkowo nie znamy najkrótszych ścieżek do pozostałych węzłów, więc domyślnie ustawionym kosztem jest nieskończoność (INF).

Przechodzimy do fazy analizy poszczególnych węzłów. Będzie ona wykonywana, dopóki wszystkie węzły nie zostaną przeanalizowane.

### 3. Krok rozwi zania 2 - analiza w zła B

Nasza tabela zmieniła si jak poni ej:

Lp.	Do analizy	Gotowe	Bie cy w zeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	B		B	0	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
2	I,N	B	B	0	INF	INF	B 2	B 7	INF	INF	INF

- W tym kroku rozpoczynamy analiz w zła B, poniewa koszt cie ki z w zła B do w zła B jest najmniejszy ze wszystkich nieprzeanalizowanych do tej pory w złów i wynosi 0. Jest to jedyny w zeł o takim koszcie.
- Analizujemy w zły, z którymi jest poł czony bezpo rednio w zeł B:
  - Rozpoczynamy analiz w zła N, o koszcie poł czenia z w złem B wynosz cym 7
    - Koszt cie ki do w zła B aktualnie wynosi 0
    - Koszt cie ki z w zła B do w zła N aktualnie wynosi 7. Znaleziony koszt jest najni szy ze wszystkich analizowanych kosztów i z tego te wzgl du do rozwi zania została zaakceptowana cie ka B.
    - Dodajemy w zeł N do zbioru w złów do analizy.
  - Rozpoczynamy analiz w zła I, o koszcie poł czenia z w złem B wynosz cym 2
    - Koszt cie ki do w zła B aktualnie wynosi 0
    - Koszt cie ki z w zła B do w zła I aktualnie wynosi 2. Znaleziony koszt jest najni szy ze wszystkich analizowanych kosztów i z tego te wzgl du do rozwi zania została zaakceptowana cie ka B.
    - Dodajemy w zeł I do zbioru w złów do analizy.
- W zeł B, zostaje usuni ty ze zbioru w złów do analizy i przeniesiony do zbioru w złów gotowych.

#### 4. Krok rozwi zania 3 - analiza w zła I

Nasza tabela zmieniła si jak poni ej:

Lp.	Do analizy	Gotowe	Bie cy w zeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	B		B	0	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
2	I,N	B	B	0	INF	INF	B 2	B 7	INF	INF	INF
3	C,N,T,W	B,I	I	0	BI 10	INF	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF

- W tym kroku rozpoczynamy analiz w zła I, poniewa koszt cie ki z w zła B do w zła I jest najmniejszy ze wszystkich nieprzeanalizowanych do tej pory w złów i wynosi 2. Jest to jedyny w zeł o takim koszcie.
- Analizujemy w zły, z którymi jest poł czony bezpo rednio w zeł I:
  - Rozpoczynamy analiz w zła C, o koszcie poł czenia z w złem I wynosz cym 8
    - Koszt cie ki do w zła I aktualnie wynosi 2
    - Koszt cie ki z w zła I do w zła C aktualnie wynosi 10. Znaleziony koszt jest najni szy ze wszystkich analizowanych kosztów i z tego te wzgl du do rozwi zania została zaakceptowana cie ka B,I.
    - Dodajemy w zeł C do zbioru w złów do analizy.
  - Rozpoczynamy analiz w zła W, o koszcie poł czenia z w złem I wynosz cym 11
    - Koszt cie ki do w zła I aktualnie wynosi 2
    - Koszt cie ki z w zła I do w zła W aktualnie wynosi 13. Znaleziony koszt jest najni szy ze wszystkich analizowanych kosztów i z tego te wzgl du do rozwi zania została zaakceptowana cie ka B,I.
    - Dodajemy w zeł W do zbioru w złów do analizy.
  - Rozpoczynamy analiz w zła T, o koszcie poł czenia z w złem I wynosz cym 2
    - Koszt cie ki do w zła I aktualnie wynosi 2
    - Koszt cie ki z w zła I do w zła T aktualnie wynosi 4. Znaleziony koszt jest najni szy ze wszystkich analizowanych kosztów i z tego te wzgl du do rozwi zania została zaakceptowana cie ka B,I.
    - Dodajemy w zeł T do zbioru w złów do analizy.
  - W zeł B pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
- W zeł I, zostaje usuni ty ze zbioru w złów do analizy i przeniesiony do zbioru w złów gotowych.

## 5. Krok rozwi zania 4 - analiza w zła T

Nasza tabela zmieniła si jak poni ej:

Lp.	Do analizy	Gotowe	Bie cy w zeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	B		B	0	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
2	I,N	B	B	0	INF	INF	B 2	B 7	INF	INF	INF
3	C,N,T,W	B,I	I	0	BI 10	INF	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
4	C,G,N,W	B,I,T	T	0	BI 10	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF

- W tym kroku rozpoczynamy analiz w zła T, poniewa koszt cie ki z w zła B do w zła T jest najmniejszy ze wszystkich nieprzeanalizowanych do tej pory w złów i wynosi 4. Jest to jedyny w zeł o takim koszcie.
- Analizujemy w zły, z którymi jest poł czony bezpo rednio w zeł T:
  - Rozpoczynamy analiz w zła W, o koszcie poł czenia z w złem T wynosz cym 11
    - Koszt cie ki do w zła T aktualnie wynosi 4
    - Dla w zła W nie została znaleziona adna lepsza cie ka ni ju istniej ca (BI).
    - W zeł W jest ju w zbiorze w złów do analizy, wi c nie robimy adanych dodatkowych kroków z nim zwi zanych.
  - Rozpoczynamy analiz w zła G, o koszcie poł czenia z w złem T wynosz cym 1
    - Koszt cie ki do w zła T aktualnie wynosi 4
    - Koszt cie ki z w zła T do w zła G aktualnie wynosi 5. Znaleziony koszt jest najni szy ze wszystkich analizowanych kosztów i z tego te wzgl du do rozwi zania została zaakceptowana cie ka B,I,T.
    - Dodajemy w zeł G do zbioru w złów do analizy.
  - W zeł I pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
- W zeł T, zostaje usuni ty ze zbioru w złów do analizy i przeniesiony do zbioru w złów gotowych.

## 6. Krok rozwi zania 5 - analiza w zła G

Nasza tabela zmieniła si jak poni ej:

Lp.	Do analizy	Gotowe	Bie cy w zeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	B		B	0	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
2	I,N	B	B	0	INF	INF	B 2	B 7	INF	INF	INF
3	C,N,T,W	B,I	I	0	BI 10	INF	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
4	C,G,N,W	B,I,T	T	0	BI 10	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
5	C,N,W	B,G,I,T	G	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF

- W tym kroku rozpoczynamy analiz w zła G, poniewa koszt cie ki z w zła B do w zła G jest najmniejszy ze wszystkich nieprzeanalizowanych do tej pory w złów i wynosi 5. Jest to jedyny w zeł o takim koszcie.
- Analizujemy w zły, z którymi jest poł czony bezpo rednio w zeł G:
  - Rozpoczynamy analiz w zła C, o koszcie poł czenia z w złem G wynosz cym 3
    - Koszt cie ki do w zła G aktualnie wynosi 5
    - Koszt cie ki z w zła G do w zła C aktualnie wynosi 8. Znaleziony koszt jest najni szy ze wszystkich analizowanych kosztów i z tego te wzgl du do rozwi zania została zaakceptowana cie ka B,G,I,T.
    - W zeł C jest ju w zbiorze w złów do analizy, wi c nie robimy adanych dodatkowych kroków z nim zwi zanych.
  - W zeł T pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
- W zeł G, zostaje usuni ty ze zbioru w złów do analizy i przeniesiony do zbioru w złów gotowych.

## 7. Krok rozwi zania 6 - analiza w zła N

Nasza tabela zmieniła si jak poni ej:

Lp.	Do analizy	Gotowe	Bie cy w zeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	B		B	0	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
2	I,N	B	B	0	INF	INF	B 2	B 7	INF	INF	INF
3	C,N,T,W	B,I	I	0	BI 10	INF	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
4	C,G,N,W	B,I,T	T	0	BI 10	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
5	C,N,W	B,G,I,T	G	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
6	C,W,Z	B,G,I,N,T	N	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BN 13

- W tym kroku rozpoczynamy analiz w zła N, poniewa koszt cie ki z w zła B do w zła N jest najmniejszy ze wszystkich nieprzeanalizowanych do tej pory w złów i wynosi 7. Jest to jedyny w zeł o takim koszcie.
- Analizujemy w zły, z którymi jest poł czony bezpo rednio w zeł N:
  - Rozpoczynamy analiz w zła C, o koszcie poł czenia z w złem N wynosz cym 5
    - Koszt cie ki do w zła N aktualnie wynosi 7
    - Dla w zła C nie została znaleziona adna lepsza cie ka ni ju istniej ca (BITG).
    - W zeł C jest ju w zbiorze w złów do analizy, wi c nie robimy adanych dodatkowych kroków z nim zwi zanych.
  - W zeł B pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
  - Rozpoczynamy analiz w zła Z, o koszcie poł czenia z w złem N wynosz cym 6
    - Koszt cie ki do w zła N aktualnie wynosi 7
    - Koszt cie ki z w zła N do w zła Z aktualnie wynosi 13. Znaleziony koszt jest najni szy ze wszystkich analizowanych kosztów i z tego te wzgl du do rozwi zania została zaakceptowana cie ka B,N.
    - Dodajemy w zeł Z do zbioru w złów do analizy.
- W zeł N, zostaje usuni ty ze zbioru w złów do analizy i przeniesiony do zbioru w złów gotowych.



## 8. Krok rozwi zania 7 - analiza w zła C

Nasza tabela zmieniła si jak poni ej:

Lp.	Do analizy	Gotowe	Bie cy w zeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	B		B	0	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
2	I,N	B	B	0	INF	INF	B 2	B 7	INF	INF	INF
3	C,N,T,W	B,I	I	0	BI 10	INF	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
4	C,G,N,W	B,I,T	T	0	BI 10	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
5	C,N,W	B,G,I,T	G	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
6	C,W,Z	B,G,I,N,T	N	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BN 13
7	W,Z	B,C,G,I,N,T	C	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BITGC 9

- W tym kroku rozpoczynamy analiz w zła C, poniewa koszt cie ki z w zła B do w zła C jest najmniejszy ze wszystkich nieprzeanalizowanych do tej pory w złów i wynosi 8. Jest to jedyny w zeł o takim koszcie.
- Analizujemy w zły, z którymi jest poł czony bezpo rednio w zeł C:
  - W zeł N pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
  - W zeł G pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
  - Rozpoczynamy analiz w zła Z, o koszcie poł czenia z w złem C wynosz cym 1
    - Koszt cie ki do w zła C aktualnie wynosi 8
    - Koszt cie ki z w zła C do w zła Z aktualnie wynosi 9. Znaleziony koszt jest najni szy ze wszystkich analizowanych kosztów i z tego te wzgl du do rozwi zania została zaakceptowana cie ka B,C,G,I,T.
    - W zeł Z jest ju w zbiorze w złów do analizy, wi c nie robimy adanych dodatkowych kroków z nim zwi zanych.
    - W zeł I pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
- W zeł C, zostaje usuni ty ze zbioru w złów do analizy i przeniesiony do zbioru w złów gotowych.



## 9. Krok rozwi zania 8 - analiza w zła Z

Nasza tabela zmieniła si jak poni ej:

Lp.	Do analizy	Gotowe	Bie cy w zeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	B		B	0	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
2	I,N	B	B	0	INF	INF	B 2	B 7	INF	INF	INF
3	C,N,T,W	B,I	I	0	BI 10	INF	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
4	C,G,N,W	B,I,T	T	0	BI 10	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
5	C,N,W	B,G,I,T	G	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
6	C,W,Z	B,G,I,N,T	N	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BN 13
7	W,Z	B,C,G,I,N,T	C	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BITGC 9
8	W	B,C,G,I,N,T,Z	Z	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BITGC 9

1. W tym kroku rozpoczynamy analiz w zła Z, poniewa koszt cie ki z w zła B do w zła Z jest najmniejszy ze wszystkich nieprzeanalizowanych do tej pory w złów i wynosi 9. Jest to jedyny w zeł o takim koszcie.
2. Analizujemy w zły, z którymi jest poł czony bezpo rednio w zeł Z:
  - A. W zeł C pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
  - B. W zeł N pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
3. W zeł Z, zostaje usuni ty ze zbioru w złów do analizy i przeniesiony do zbioru w złów gotowych.

## 10. Krok rozwi zania 9 - analiza w zła W

Nasza tabela zmieniła si jak poni ej:

Lp.	Do analizy	Gotowe	Bie cy w zeł	B	C	G	I	N	T	W	Z
1	B		B	0	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF
2	I,N	B	B	0	INF	INF	B 2	B 7	INF	INF	INF
3	C,N,T,W	B,I	I	0	BI 10	INF	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
4	C,G,N,W	B,I,T	T	0	BI 10	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
5	C,N,W	B,G,I,T	G	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	INF
6	C,W,Z	B,G,I,N,T	N	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BN 13
7	W,Z	B,C,G,I,N,T	C	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BITGC 9
8	W	B,C,G,I,N,T,Z	Z	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BITGC 9
9		B,C,G,I,N,T,W,Z	W	0	BITG 8	BIT 5	B 2	B 7	BI 4	BI 13	BITGC 9

- W tym kroku rozpoczynamy analiz w zła W, poniewa koszt cie ki z w zła B do w zła W jest najmniejszy ze wszystkich nieprzeanalizowanych do tej pory w złów i wynosi 13. Jest to jedyny w zeł o takim koszcie.
- Analizujemy w zły, z którymi jest połączony bezpośrednio w zeł W:
  - W zeł T pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
  - W zeł I pomijamy poniewa jest on ju przeanalizowany.
- W zeł W, zostaje usuni ty ze zbioru w złów do analizy i przeniesiony do zbioru w złów gotowych.
- Jest to ostatni krok analizy. Najkrótsze cie ki i ich koszty znajduj si w ostatnim wierszu tabeli. Na ich podstawie mo na wygenerowa tablic rutingu dla w zła B.