

Maria Stanisławska,  
Janusz Stanisławski

## MACIERZ LOGICZNA I JEJ ZASTOSOWANIE W PROJEKTOWANIU SYSTEMÓW ZAOPATRZENIA W WODĘ I USUWANIA ŚCIEKÓW

### *Streszczenie*

*Przedstawiono sposób szeregowania informacji za pomocą macierzy logicznych. Metoda może znaleźć zastosowanie w dydaktyce przy nauczaniu przyszłych projektantów systemów.*

*Rozważono dwa problemy z zakresu projektowania zewnętrznych sieci wodociągowych i kanalizacyjnych.*

Współczesny projektant zajmujący się rozwiązywaniem zadań związanych z projektowaniem różnorodnych systemów (w tym zaopatrzenia w wodę i usuwania ścieków) staje przed problemami wyboru informacji mających wpływ na kształt projektowanego systemu. Informacje te należą często do bardzo odległych dziedzin (np. do zaprojektowania sieci wodociągowej konieczna jest znajomość zarówno materiału z jakiego zostaną wykonane poszczególne jej odcinki, jak i planu zagospodarowania przestrzennego miasta). Duże ilości tych informacji oraz zależności logiczne i funkcyjne występujące pomiędzy nimi powodują, że wielkiego znaczenia dla poprawności projektowania nabiera kolejność w jakiej informacje te zostaną poddane obróbce przez projektanta. Posługiwanie się pewnymi metodami wyboru i szeregowania informacji może być pomocne również w czasie początkowego nauczania przyszłych projektantów systemów. Niewątpliwą korzyścią wynoszoną ze stosowania tego rodzaju metod jest wyraźne formułowanie problemu projektowego. W każdym wypadku jest nim ostatnia z uszeregowanych kolejno informacji.

W celu szybkiego ustalania kolejności informacji można posługiwać się macierzami logicznymi budowanymi w oparciu o grafy przekazu informacji. Grafy te należą do klasy grafów zorientowanych, w których ilość i numery węzłów odpowiadają ilości i numerom informacji ze wstępnej listy danych. Łuki grafów określają zależności funkcyjne lub logiczne.

---

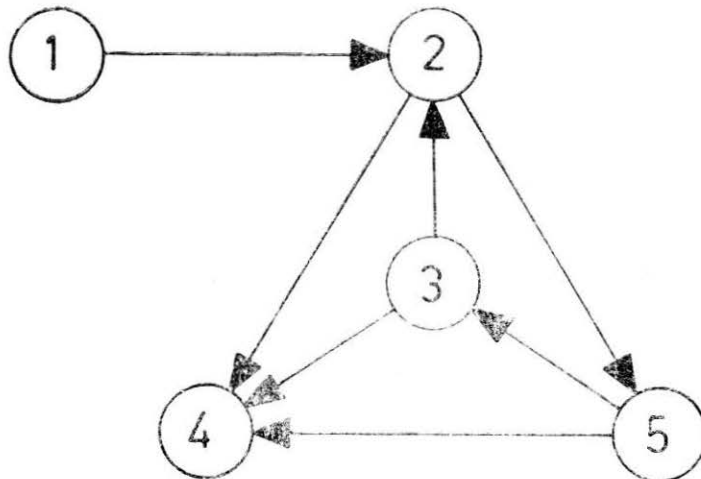
*Mgr inż. Maria Stanisławska, mgr inż. Janusz Stanisławski — Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze*

ne występujące pomiędzy poszczególnymi informacjami. Zwrot łuków świadczy o kierunku przepływu informacji, tzn. jeśli do sformułowania informacji nr 5 potrzebna jest znajomość informacji nr 3, to obraz graficzny tej zależności będzie jak na rys. 1.



Rys. 1. Ilustracja przekazu informacji

W ten sposób, dysponując listą informacji potrzebnych do rozwiązania zadania projektowego oraz znając zależności między nimi, buduje się graf przekazu informacji. Przykładowy graf przedstawia rys. 2.

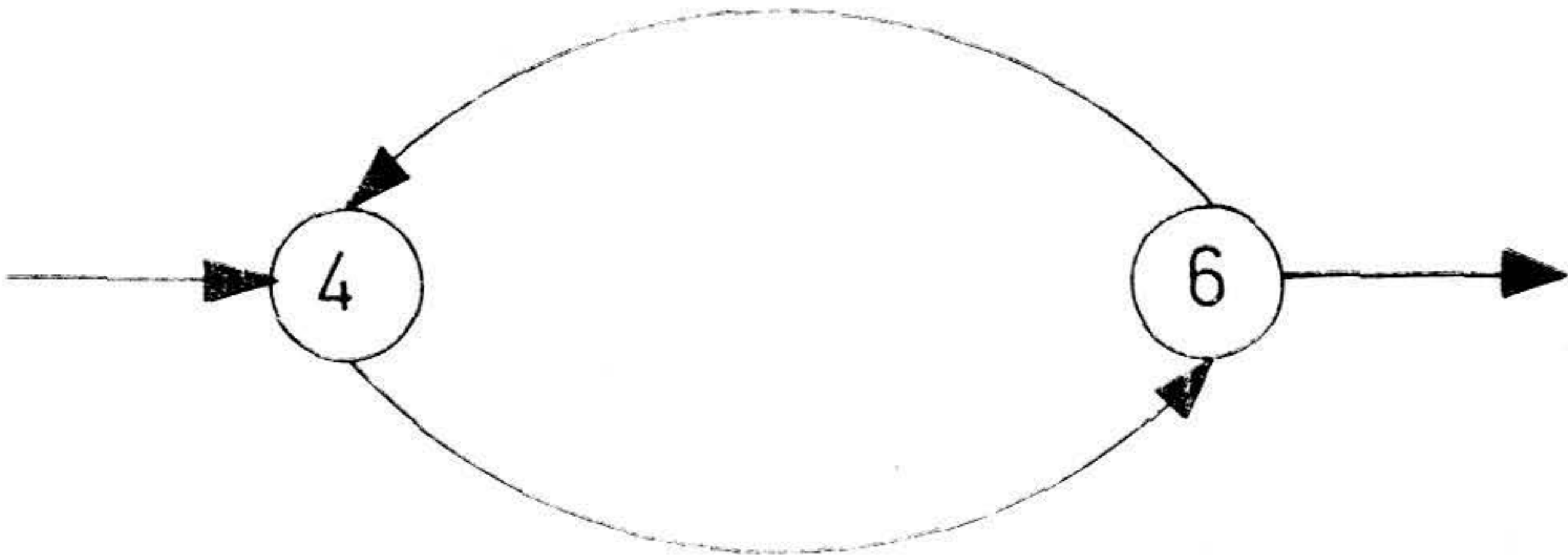


Rys. 2. Przykładowy graf przekazu informacji

W celu zainicjowania procesu szeregowania informacji niezbędnym jest wystąpienie co najmniej jednej informacji określonej niezależnie od pozostałych. Na grafie jest to ten węzeł, który stanowi początek łuku i równocześnie nie jest końcem żadnego z łuków. Węzeł taki można nazwać węzłem swobodnym (np. węzeł nr 1 na rys. 2). Podczas konstruowania grafów przekazu informacji należy unikać cykli pomiędzy dwoma węzłami, tj. sytuacji, w których określenie jednej informacji zależy od znajomości drugiej, a tą z kolei można określić na podstawie tej pierwszej (rys. 3).

Na podstawie tak skonstruowanego grafu buduje się macierz logiczną o wyrazach będących zerami lub jedynkami [4]. Jest to macierz kwa-





Rys. 3 Sprzężenie zwrotne między informacjami

dratowa stopnia równego liczbie węzłów. Numery jej kolumn i wierszy odpowiadają numerom węzłów w grafie. Zależność między dwoma informacjami oznacza się stawiając jedynkę na przecięciu odpowiedniej kolumny i wiersza, przy czym numer kolumny odpowiada numerowi informacji określonej, a numer wiersza odpowiada numerowi informacji określającej. Zależność pokazaną na rys. 1 zapisać można w macierzy logicznej przez postawienie jedynki na przecięciu piątej kolumny i trzeciego wiersza. Tak sformułowany sposób konstrukcji macierzy narzuca jej pewne cechy charakterystyczne:

- ilość wyrazów będących jedynkami równa się ilości łuków w grafie,
- główna przekątna macierzy zbudowana jest z wyrazów będących zerami,
- kolumny, których numery odpowiadają węzłom swobodnym zbudowane są z samych zer.

Aby ułożyć sekwencję informacji według macierzy, zwanej dalej macierzą  $A$ , wykreśla się z niej daną kolumnę i wiersz, których numer odpowiada numerowi węzła swobodnego [4]. Informację o tym numerze umieszcza się na początku rozpatrywanej sekwencji, gdyż, jak to wcześniej stwierdzono, dla jej zrozumienia nie potrzeba znajomości innych informacji. Uzyskujemy w ten sposób nową macierz  $A_1$ , z której ponownie wykreślamy kolumny o wyrazach będących zerami oraz te wiersze, których numery odpowiadają wykreślonym kolumnom. Zabieg ten przeprowadza się tak długo, aż w macierzy pozostaną kolumny składające się z samych zer. Listę informacji szereguje się według kolejności wykreślonych kolumn.

Kontrola poprawności ustalonej kolejności przekazu informacji odbywa się za pomocą macierzy  $B$ . Kolumny i wiersze tej macierzy uszeregowane są według kolejności przekazu informacji. Jeśli ustalona ko-



lejność jest poprawna, to macierz B stanie się macierzą trójkątną, tzn. niezerowe jej wyrazy wystąpią powyżej przekątnej macierzy [3].

Ustalanie kolejności przekazu informacji podaną metodą jest łatwe dla grafów o niewielkiej liczbie łuków i większej niż jeden ilości węzłów swobodnych. Może być utrudnione lub czasami niewykonalne dla grafów cyklicznych o dużej liczbie łuków i niewystarczającej liczbie węzłów swobodnych. W praktyce inżynierskiej często spotkać się można z zagadnieniami, których rozwiązanie uzależnione jest od dużej ilości informacji wzajemnie ze sobą powiązanych oraz niewielkiej (najmniej jednej) ilości informacji niezależnych od innych. Celowym więc wydaje się ustalenie minimalnej ilości informacji niezależnych od innych (węzłów swobodnych), dla których układ przekazu informacji (graf) da się uporządkować, przy założeniu pewnej ilości powiązań między informacjami (liczba łuków).

Pomiędzy liczbą węzłów w grafie ( $W$ ), a maksymalną ilością łuków w grafie  $L = L_{\max}$  zachodzi związek znany w kombinatoryce jako kombinacja bez powtórzeń na zbiorze dwuelementowym:

$$L_{\max} = \binom{W}{2} = \frac{W!}{2!(W-2)!} = \frac{W(W-1)}{2}$$

Graf przekazu informacji utworzony z  $W$  węzłów i  $L_{\max}$  łuków jest grafem cyklicznym. Może on zawierać dokładnie jeden węzeł swobodny.

Utworzona na jego podstawie macierz logiczna przybiera postać:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad \text{lub} \quad A' = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Układ zilustrowany za pomocą macierzy  $A$  jest układem informacji uporządkowanych pod względem kolejności ich przekazu. Układ, który prezentuje macierz  $A'$  da się natychmiast uporządkować przez prosty zabieg transponowania macierzy  $A'$ .

Grafy zawierające minimalną liczbę łuków zwane są drzewami. Zależność między liczbą węzłów  $W$  i liczbą łuków  $L$  w drzewie jest następująca:

$$L_{\min} = W - 1$$

Grafy takie mogą zawierać węzły swobodne ( $W_{sw}$ ) w ilości od 1 do  $W - 1$ . Można wykazać, że każdy układ przekazu informacji ilustrowa-

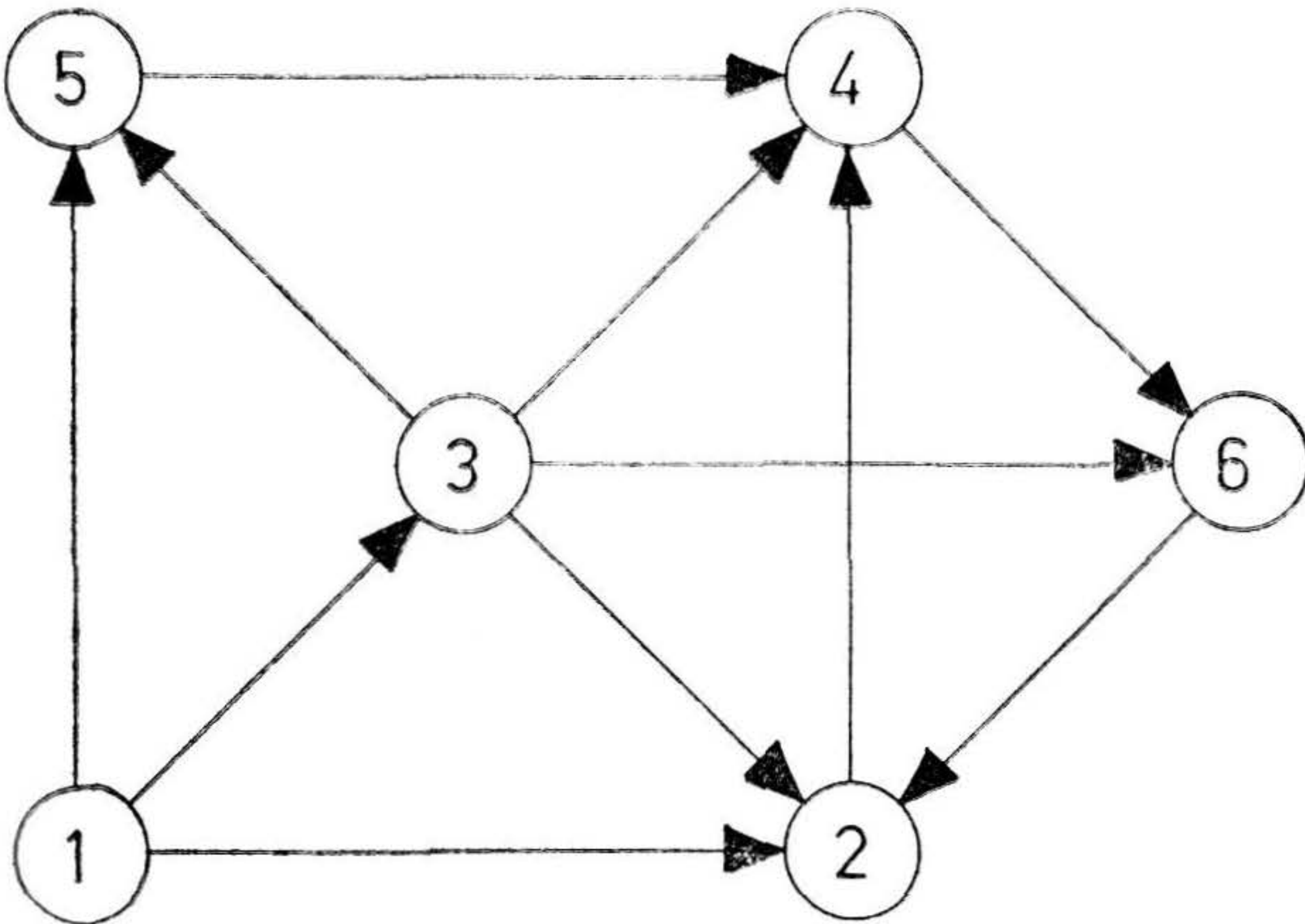
ny drzewem jest łatwy do uporządkowania. Np. dla  $W_{sw} = 1$  macierz logiczna przybierze postać:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad \text{lub} \quad A' = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

a dla  $W_{sw} = W - 1$  macierz logiczna będzie postaci:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Dla wszelkiego rodzaju innych układów zawierających ilości przekazu informacji w liczbie  $L \in (L_{\min}, L_{\max})$  powstaną grafy będące kombinacjami cykli i grafów otwartych. Ogólnie stwierdzić można, że warunkiem koniecznym do uporządkowania każdego układu jest wystąpienie w grafie informacji co najmniej jednego węzła swobodnego oraz dokładnie



Rys. 4. Graf niejednoznacznie określający przepływ informacji — brak węzła kończącego przepływ informacji



jednego węzła, który jest końcem jednego lub kilku łuków, ale nie jest początkiem żadnego z nich.

Każdy graf, który nie odpowiada temu warunkowi nie jest grafem jednoznacznie określającym przekaz informacji (patrz rys. 4). Graf ten zawiera jeden węzeł swobodny (węzeł nr 1), ale nie zawiera węzła, na którym kończy się przepływ informacji. Skonstruowana na jego podstawie macierz logiczna jest następującej postaci:

$$A = \begin{array}{c|cccccc} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ \hline 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 5 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 6 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

Porządkując kolejność informacji metodą przedstawioną na wstępie można jednoznacznie ustalić sekwencję informacji 1, 3, 5.

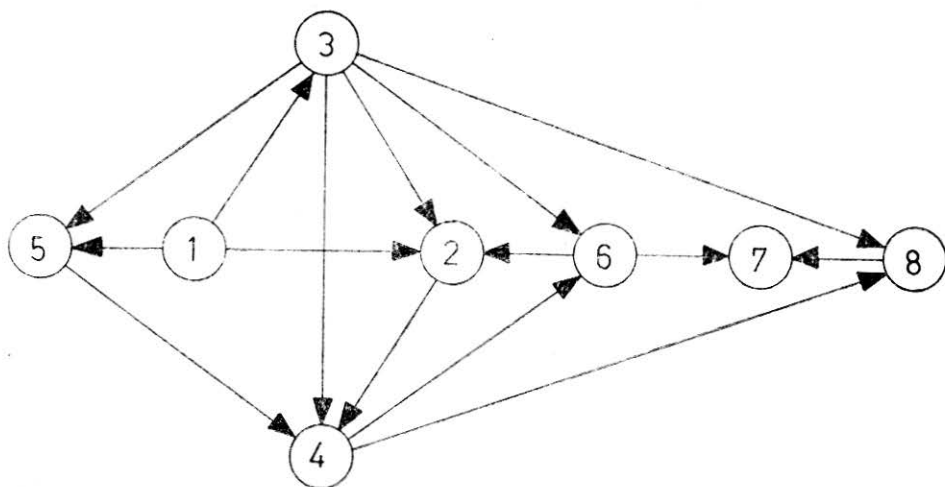
Przedstawiony wyżej warunek zapewniający porządkowanie informacji jest warunkiem koniecznym ale nie wystarczającym. Nie można np. rozwiązać układu ilustrowanego grafem na rys. 5 mimo, że zawiera on zarówno węzeł swobodny jak i węzeł będący jedynie końcem łuków.

Na podstawie macierzy logicznej A można ustalić, jak poprzednio, jedynie kolejność informacji 1, 3, 5.

$$A = \begin{array}{c|cccccccc} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ \hline 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 5 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}$$

Z powyższych rozważań wynika, że niemożliwym jest podanie algorytmu na budowę grafu przekazu informacji umożliwiającego w sposób jednoznaczny ułożenie sekwencji informacji. Trudność spowodowana jest nie dającą przewidzieć się ilością sprzężeń między informacjami, które „zapętłają” przekaz informacji. W przeważającej jednak większości zagadnień dotyczących projektowania systemów można doprowadzić do uniknięcia tego problemu przez takie formułowanie informacji wstępnych, aby zależności pomiędzy nimi były jednoznacznie określone.

Poniżej przedstawione zostaną dwa przykłady dotyczące projektowa-



Rys. 5. Graf niejednoznacznie określający przyływ informacji, mimo występowania węzła kończącego przepływ informacji

nia systemów zaopatrzenia w wodę i usuwania ścieków, w których kolejność informacji została ustalona prezentowaną metodą.

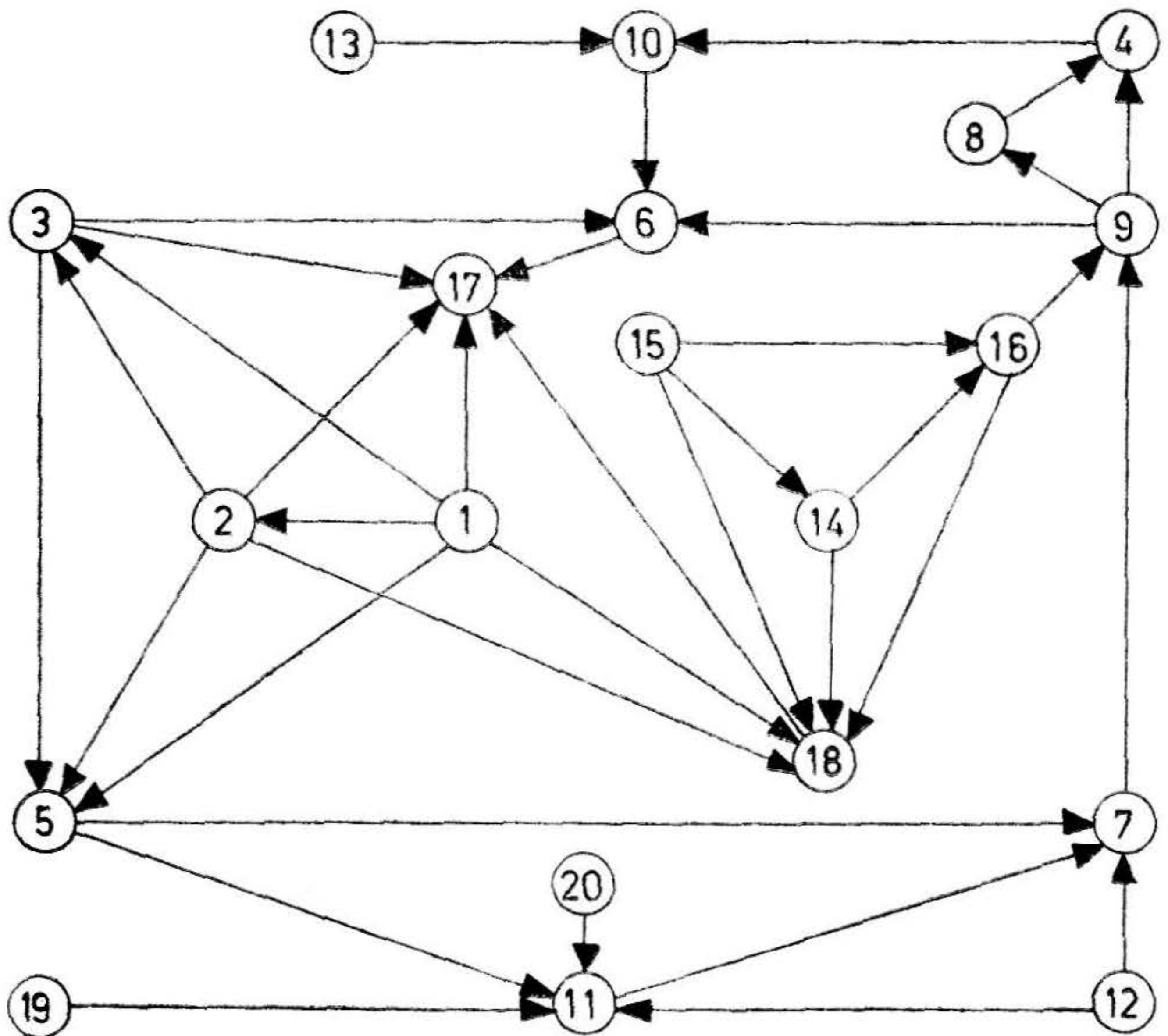
### Przykład 1

Ustalić sekwencję informacji potrzebnych do zaprojektowania miejskiej sieci wodociągowej.

#### Lista informacji [2]

1. Plan sytuacyjno-wysokościowy wraz z zagospodarowaniem przestrzennym miasta.
2. Topologia projektowanej sieci wodociągowej (rozmieszczenie magistral, pompowni, zbiorników itp.) oraz rozmieszczenie węzłów obliczeniowych.
3. Długości poszczególnych odcinków sieci.
4. Średnice poszczególnych odcinków sieci.
5. Podział miasta na powierzchnie cząstkowe.
6. Wysokość strat ciśnienia na poszczególnych odcinkach sieci.
7. Wielkości odcinkowych i węzłowych rozbiorów wody.
8. Prędkości przepływu wody w odcinkach sieci.
9. Miarodajne przepływy wody w odcinkach sieci.
10. Współczynniki oporu hydraulicznego poszczególnych odcinków sieci o jednakowej średnicy przewodu.

11. Jednostkowe zużycie wody przyporządkowane poszczególnym powierzchniom cząstkowym [ $\text{dm}^3/\text{sha}$ ].
12. Gęstość zaludnienia w mieście.
13. Chropowatość wewnętrznych ścianek odcinków sieci.
14. Warunki pracy pomp.
15. Rozkład godzinowy zapotrzebowania wody w mieście.
16. Objętości zbiorników sieciowych.
17. Rzędne ciśnień piezometrycznych w węzłach sieci.
18. Rzędne zwierciadeł wody w zbiornikach pompowni i w zbiornikach sieciowych, rzędne geodezyjne węzłów obliczeniowych oraz rzędne wymaganego ciśnienia gospodarczego w mieście.



Rys. 6. Graf przekazu informacji do projektowania miejskiej sieci wodociągowej



19. Jednostkowe zużycie wody przez jednego mieszkańca [ $\text{dm}^3/\text{mkd}$ ].
20. Jednostkowe wskaźniki zużycia wody na inne niż mieszkalnictwo cele (przemysł, komunikacja itd.).

Na rys. 6 przedstawiono graf przekazu informacji skonstruowany na podstawie listy informacji.

Na bazie tego grafu zbudowana została macierz logiczna  $A$  o następującej postaci:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Na jej podstawie, przez zastosowanie prezentowanej metody, można ustalić kolejność informacji koniecznych przy projektowaniu sieci wodociągowej. Sekwencja ta jest następująca: 1, 2, 3, 5, 12, 13, 15, 14, 16, 18, 19, 20, 11, 7, 9, 8, 4, 10, 6, 17.

W celu sprawdzenia poprawności ustalonej kolejności przekazu informacji zbudowano macierz sprawdzającą B:

	1	2	3	5	12	13	15	14	16	18	19	20	11	7	9	8	4	10	6	17
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B = 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Jak widać powyżej, w macierzy tej niezerowe wyrazy znajdują się ponad przekątną, więc ustalona kolejność jest poprawna.

### Przykład 2

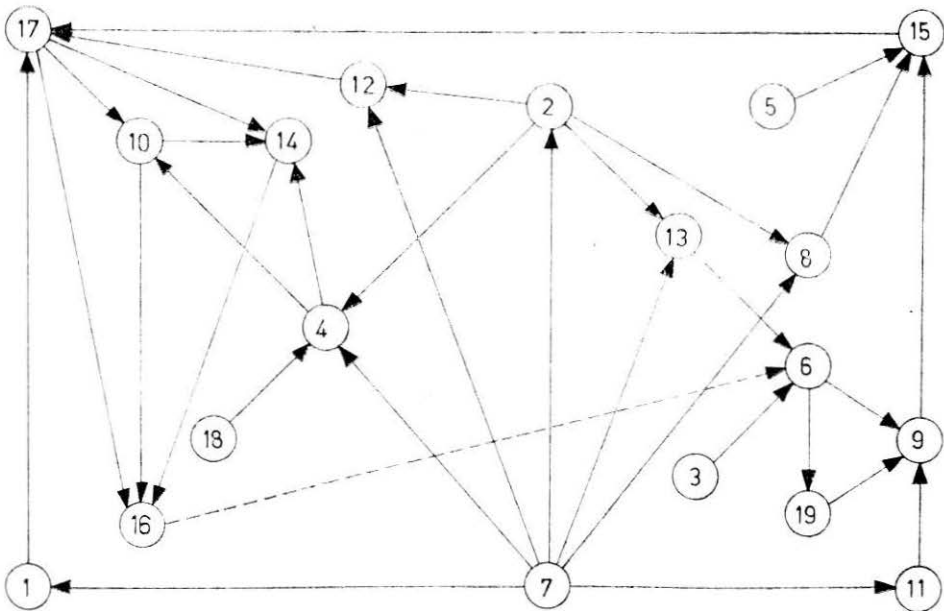
*Ustalić sekwencję informacji potrzebnych do projektowania sieci kanalizacji deszczowej.*

#### Lista informacji [1]

1. Wielkość współczynników spływu powierzchniowego.
2. Plan sieci kanalizacyjnej z zaznaczonym rozmieszczeniem węzłów obliczeniowych i kierunkami przepływów ścieków.



3. Prędkość przepływu ścieków w kanale — założona.
4. Spadki dna kanałów.
5. Średnia wysokość opadu deszczowego na danym terenie.
6. Czas przepływu ścieków przez poszczególne odcinki sieci.
7. Plan sytuacyjno-wysokościowy miasta wraz z zagospodarowaniem przestrzennym.
8. Częstotliwość występowania opadu deszczowego.
9. Czas trwania deszczu miarodajnego.
10. Kształt i wymiar odcinków sieci.
11. Czas koncentracji terenowej.
12. Wielkości powierzchni przynależnych odcinkom sieci.
13. Długości poszczególnych odcinków sieci.
14. Napełnienie ścieków w poszczególnych odcinkach sieci.
15. Natężenie deszczu miarodajnego.
16. Prędkość przepływu ścieków w kanale — rzeczywista.



Rys. 7. Graf przekazu informacji do projektowania sieci kanalizacji deszczowej

17. Przepływ obliczeniowy ścieków deszczowych.
18. Zagłębienie odcinków sieci ( $H_{\min}$ ,  $H_{\max}$ ).
19. Czas retencji kanałowej.

Na rys. 7 przedstawiono graf przekazu informacji skonstruowany na podstawie listy informacji.

Na bazie tego grafu zbudowana została macierz logiczna  $A$  o następującej postaci:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

W oparciu o powyższą macierz wyznaczono sekwencję informacji: 3, 5, 7, 1, 2, 8, 11, 12, 13, 6, 18, 4, 19, 9, 15, 17, 10, 14, 16. Poprawność



ustalonej kolejności przekazu informacji sprawdzono w poniżej prezentowanej macierzy B:

	3	5	7	1	2	8	11	12	13	6	18	4	19	9	15	17	10	14	16	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
B = 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

W wypadku gdy prędkość rzeczywista przepływu ścieków w kanale różni się od założonej o więcej niż 0,1 m/s należy powtórzyć przekaz informacji, rozpoczynając od węzła nr 6. Informacja nr 6, reprezentowana na grafie tym węzłem, będzie zależna od informacji nr 13 i nr 16 (łuk zaznaczony linią przerywaną), a informacja nr 3 okaże się niepotrzebną. Wówczas informacje o numerach 6, 9, 15, 17 będą reprezentowały odpowiednio rzeczywisty czas przepływu ścieków przez poszczególne odcinki sieci, rzeczywisty czas trwania deszczu miarodajnego, jego rzeczywiste natężenie oraz rzeczywiste natężenie przepływu ścieków przez kanał. Należy zwrócić uwagę, że powyższy zabieg nie spowoduje zmiany sekwencji informacji.

## LITERATURA

- [1] Błaszczyk W., Roman M., Stamatello H., *Kanalizacja*. Warszawa 1974. Arkady. t.I.
- [2] Mielcarzewicz E.W. *Obliczanie systemów zaopatrzenia w wodę*. Warszawa 1977. Arkady.
- [3] Ralston A. *Wstęp do analizy numerycznej*. Warszawa 1971. PWN.
- [4] Styś J. Szymański Wł. *Zastosowanie metod matematycznych w dydaktyce i projektowaniu instalacji wewnętrznych*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 3/1978.