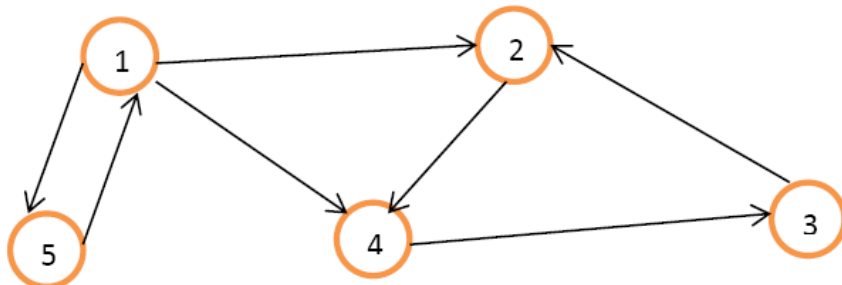


## Algorytmy i złożoność obliczeniowa

### Przygotowanie do Laboratorium 5: Grafy. Macierzowa i listowa reprezentacja grafu.

#### 1. Grafy – wprowadzenie.

Graf jest strukturą składającą się ze zbioru wierzchołków (węzłów) i zbioru krawędzi łączących wierzchołki ze sobą. Zbiór wierzchołków będziemy oznaczać przez  $V$  (od ang. vertex), a zbiór krawędzi przez  $E$  (ang. edge). Najbardziej intuicyjną reprezentacją grafu jest reprezentacja graficzna. Węzły reprezentowane są najczęściej jako koła, natomiast krawędzie jako linie (w grafach nieskierowanych) lub strzałki (w grafach skierowanych) łączące ze sobą węzły. Poniższy rysunek przedstawia graf skierowany składający się z 5 wierzchołków i 7 krawędzi:



Ten graf jest wyznaczony przez zbiór wierzchołków  $V=\{1, 2, 3, 4, 5\}$  oraz następujący zbiór krawędzi:  $E=\{(1, 5), (5, 1), (1, 4), (1, 2), (2, 4), (4,3), (3, 2)\}$ . Zwróćmy uwagę, że krawędź jest wyznaczona przez parę wierzchołków, a zbiór krawędzi to zbiór par wierzchołków. Formalnie  $E$  jest podzbiorem produktu kartezjańskiego  $V \times V$ .

#### 2. Macierzowa reprezentacja grafu.

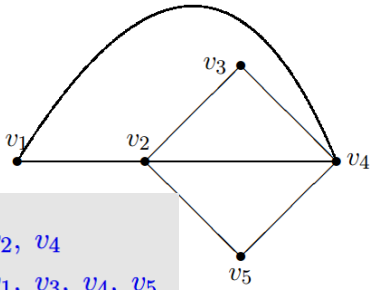
Reprezentacja graficzna jest intuicyjna i czytelna dla człowieka (zwłaszcza dla grafów o niewielkich rozmiarach), ale nie nadaje się do automatycznego przetwarzania przez programy komputerowe. Jedną z reprezentacji grafów ułatwiającą przetwarzanie grafów przez algorytmy jest macierz sąsiedztwa.

Macierz sąsiedztwa to macierz kwadratowa o rozmiarze równym liczbie wierzchołków grafu. Wiersze i kolumny macierzy są etykietowane kolejnymi wierzchołkami grafu. Element  $a_{ij}$  macierzy zawiera informację o krawędzi (lub jej braku) pomiędzy wierzchołkiem  $i$  a wierzchołkiem  $j$ . W najprostszym przypadku (dla grafów nieetykietowanych) możemy przyjąć, że jeśli wierzchołki  $i$  oraz  $j$  są połączone krawędzią, to  $a_{ij} = 1$ . Jeśli taka krawędź nie istnieje, to  $a_{ij} = 0$ . Poniżej macierz sąsiedztwa dla grafu przedstawionego na rysunku:

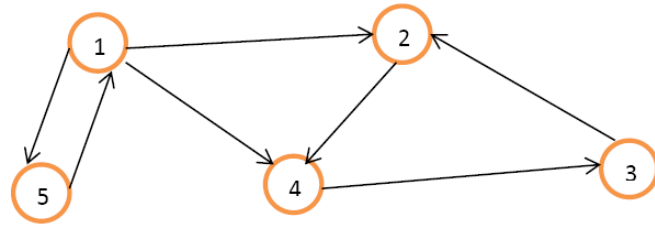
	1	2	3	4	5
1	0	1	0	1	1
2	0	0	0	1	0
3	0	1	0	0	0
4	0	0	1	0	0
5	1	0	0	0	0

### 3. Listowa reprezentacja grafów.

Dla każdego wierzchołka  $v$  budujemy listę, której elementami są wierzchołki połączone krawędzią z  $v$ .  
Listy dla grafów z poniższych rysunków wyglądają następująco:



```
v1 : v2, v4  
v2 : v1, v3, v4, v5  
v3 : v2, v4  
v4 : v1, v2, v3, v5  
v5 : v2, v4
```



```
1 : 2, 4, 5  
2 : 4  
3 : 2  
4 : 3  
5 : 1
```

#### Zadania.

1. Utworzyć klasę reprezentującą graf wykorzystującą **macierz** sąsiedztwa do reprezentacji grafu. Zaimplementować wypisywanie grafu i dodawanie krawędzi.
2. Utworzyć klasę wykorzystującą **listę list sąsiedztwa** do reprezentacji grafu. Zaimplementować wypisywanie grafu, dodawanie wierzchołków, dodawanie krawędzi.
3. W obydwu klasach zaimplementować wypisywanie tablicy incydencji grafu oraz metodę sprawdzającą czy dwa grafy są takie same.