

0. Przypomnij klasy ArrayList, Collections, Scanner, StringBuilder, PrintWriter (Java 8).
1. Dana jest klasa Graf reprezentująca graf (w postaci listy incydencji). Zakładamy, że wierzchołki grafu indeksujemy liczbami całkowitymi od 0 do $n - 1$, gdzie n jest liczbą wierzchołków. Klasa Graf ma pola:

```
int n; //liczba wierzchołków grafu
int m; //liczba krawędzi grafu
ArrayList<ArrayList<Integer>> listy; //lista incydencji
```

W klasie Graf zdefiniowano następujące konstruktory:

```
Graf(int n)          tworzy graf bezkrawędziowy o n wierzchołkach
Graf(Scanner in)    wczytuje graf ze skanera in
```

oraz metody:

```
int n()              zwraca liczbę wierzchołków
int m()              zwraca liczbę krawędzi
boolean czyWierzch(int u)  sprawdza, czy u jest wierzchołkiem grafu
boolean czyKrawedz(int u, int w)  sprawdza, czy {u, w} jest krawędzią grafu
boolean dodajKr(int u, int w)  dodaje krawędź {u, w} do grafu i zwraca true,
                                jeżeli u, w są wierzchołkami grafu, przeciwnie zwraca false

String toString()   wypisuje graf w postaci łańcucha znaków
ArrayList<Integer> sasiedzi(int u)  zwraca listę sąsiadów wierzchołka u,
                                jeżeli u nie jest wierzchołkiem grafu, zwraca wyjątek
```

(Pełna implementacja klasy Graf będzie podana na zajęciach.) Korzystając z powyższych informacji, wykonaj zadania.

- (a) Rozważmy graf o wierzchołkach $0, \dots, 4$ oraz krawędziach $\{0, 1\}, \{3, 2\}, \{3, 4\}, \{4, 1\}, \{1, 2\}, \{2, 4\}$ i $\{3, 0\}$. Podaj jak zostanie skonstruowana lista incydencji tego grafu, poprzez wywołania metody `dodajKr()` dla tych krawędzi w podanej wyżej kolejności ich dodawania.
- (b) Dla zapisanego w pliku *graf1.txt* grafu napisz, jak będą wyglądały listy incydencji zbudowane na podstawie tego pliku przez drugi konstruktor klasy Graf.
- (c) Napisz klasę GrafTest posiadającą metodę `main`, w której przetestujesz klasę Graf. (Testy mają obejmować tworzenie grafu za pomocą pierwszego konstruktora, a następnie dodawania odpowiednich krawędzi, jak i wczytywanie grafu z pliku tekstowego. Format danych wejściowych w pliku tekstowym (dla grafu o n wierzchołkach i m krawędziach) jest następujący: podajemy $2m + 1$ wartości całkowitoliczbowych — pierwszą wartość n , następnie m par wartości (z zakresu $0, \dots, n - 1$) określających krawędzie. Przykładowe pliki: *graf1.txt*, *graf2.txt*.)
- (d) Napisz klasę GrafStopnie, zawierającą metody:

```
public static int stopien(Graf G, int u) zwracającą stopień wierzchołka u w grafie G;
public static int minStopien(Graf G) zwracającą maksymalny stopień wierzchołka w G;
public static int maxStopien(Graf G) zwracającą minimalny stopień wierzchołka w G;
public static ArrayList<Integer> ciagStopni(Graf G) zwracającą ciąg stopni wierzchołków grafu;
public static int liczPetle(Graf G) podającą liczbę pętli w grafie.
```

Przetestuj klasę GrafStopnie korzystając z klasy GrafTest (odpowiednio zmodyfikuj jej kod).

- (e) (*) Utwórz konstruktor kopiujący dla klasy Graf. Konstruktor powinien przyjmować graf G jako dane wejściowe oraz tworzyć i inicjować nową kopię grafu. Zmiany wprowadzone przez klienta w G nie powinny wpływać na nowo utworzony graf i odwrotnie.