WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA IM. JAROSŁAWA DĄBROWSKIEGO W WARSZAWIE

***Zadanie laboratoryjne z przedmiotu „Niezawodność oprogramowania”***

**Autor:** *Jakub Kapusta*

**Grupa:** *I9B2S4*

**Prowadzący*:*** *dr hab. inż. Kazimierz Worwa*

# **Opis problemu i sformułowanie zadania**

Zaprojektować i zaimplementować (w dowolnym języku i środowisku)aplikację programową, która dla zadanej dokładności obliczeń i wskazanegozbioru danych, zawierającego 240 odstępów czasowych pomiędzy wykryciemkolejnych błędów, umożliwia wyznaczenie wartości estymatorówparametrów N, **Φ** następujących modeli: **❑** Jelińskiego-Morandy, **❑** Schicka-Wolvertona.Wykorzystując wyznaczone wartości parametrów N, **Φ** dla każdego z ww.modeli obliczyć wartość oczekiwaną czasu, jaki upłynie do momentuwykrycia kolejnego (241.) błędu.

## **Model** Jelińskiego-Morandy

Wartości estymatorów parametrów N oraz Φ można obliczyć na podstawie równania:

,gdzie:

* n to liczba wykrytych błędów w trakcie testowania programu (w przypadku tego zadania n = 240),
* oznaczają długość przedziały czasu pomiędzy wykryciem kolejnego błędu.

Warto dodać, że wzór na Φ przedstawia się następująco:

Wykorzystując ten wzór, równanie (\*) można napisać w następującej postaci:

Oszacowanie parametrów N oraz Φ można przedstawić w następujących krokach:

1. Zdefiniowanie dokładności obliczeń .
2. Zdefiniowanie początkowej wartość N. Zarówno dla modelu Jelińskiego-Morandy oraz Schicka-Wolvertona jako wartość początkową wybrałem N=241. Wybór ten uzasadniam tym, że jest to numer kolejnego błędu do wykrycia.
3. Obliczenie lewej oraz prawej strony równania (\*\*).
4. Sprawdzenie czy wartość bezwzględna różnicy lewej oraz prawej strony równania (\*\*) (błąd bezwzględny) jest większa od zdefiniowanej dokładności. Warunek można zapisać w postaci nierówności:
5. W przypadku, gdy nierówność (\*\*\*) jest spełniona, należy zwiększyć wartość N o 1 oraz powtórzyć kroki 3) – 4). W przypadku, gdy nie jest spełniona, to otrzymano estymatory parametrów N oraz .

Wykorzystując wyznaczone wartości parametrów N, **Φ** - wartość oczekiwaną czasu, jaki upłynie do momentu wykrycia kolejnego (241.) błędu można obliczyć na podstawie wzoru:

## **Model** Schicka-Wolvertona

Wartości estymatora parametru **Φ** można obliczyć podstawie zależności:

,zaś wartości estymatora parametru **N** można obliczyć podstawie zależności:

,gdzie

* n to liczba wykrytych błędów w trakcie testowania programu (w przypadku tego zadania n = 240),
* oznaczają długość przedziały czasu pomiędzy wykryciem kolejnego błędu,
* .

W przeciwieństwie do modelu Jelińskiego-Morandy w modelu Schicka-Wolvertona nie ma równania, na podstawie którego można oszacować wartość estymatorów N oraz przy zadanej dokładności . W tym celu należy z zależności (\*\*) wyznaczyć , a następnie utworzyć równanie z (\*).

Postać utworzonego równania przedstawia się następująco:

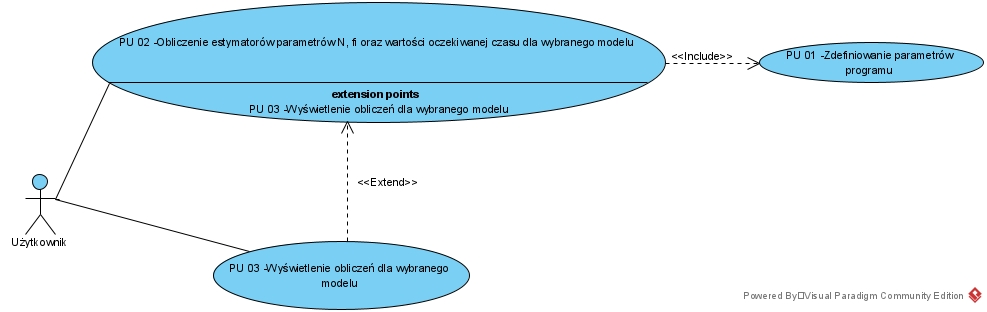
Oszacowanie parametrów N oraz Φ można przedstawić w następujących krokach:

1. Zdefiniowanie dokładności obliczeń .
2. Zdefiniowanie początkowej wartość N = 241.
3. Obliczenie lewej oraz prawej strony równania (\*\*\*).
4. Sprawdzenie czy wartość bezwzględna różnicy lewej oraz prawej strony równania (\*\*\*) (błąd bezwzględny) jest większa od zdefiniowanej dokładności. Warunek można zapisać w postaci nierówności:
5. W przypadku, gdy nierówność (\*\*\*\*) jest spełniona, należy zwiększyć wartość N o 1 oraz powtórzyć kroki 3) – 4). W przypadku, gdy nie jest spełniona, to otrzymano estymatory parametrów N oraz .

Wykorzystując wyznaczone wartości parametrów N, **Φ** - wartość oczekiwaną czasu, jaki upłynie do momentu wykrycia kolejnego (241.) błędu można obliczyć na podstawie wzoru:

# **Specyfikacja wymagań**

## **Wymagania funkcjonalne**



**Rysunek 1 Diagram przypadków użycia dla aplikacji**

**Tabela 1 Specyfikacja przypadku użycia PU 01 -Zdefiniowanie parametrów programu**

|  |  |
| --- | --- |
| **PU 01 -Zdefiniowanie parametrów programu** | |
| **Opis** | Przypadek użycia pozwala użytkownikowi zdefiniowanie parametrów programu: dokładności obliczeń , pliku .csv z danymi oraz modelu dla którego wykonać obliczenia. |
| **Warunki początkowe** | Brak. |
| **Zdarzenie inicjujące** | Uruchomienie aplikacji. |
| **Scenariusz podstawowy** | 1. Aplikacja po uruchomieniu wyświetla odpowiednie pola do wypełnienia/zaznaczenia. 2. Użytkownik wypełnia/zaznacza następujące pola:    * dokładność obliczeń    * plik .csv z danymi,    * model dla którego wykonać obliczenia. 3. Użytkownik zatwierdza wprowadzone dane. |
| **Scenariusz alternatywny** | Brak. |
| **Scenariusz wyjątku** | W przypadku, gdy wprowadzone przez użytkownika dane nie przejdą pozytywnie walidacji (np. z powodu niezaznaczenia modelu), aplikacja poinformuje o tym użytkownika (wyświetli przyczynę nieudanej walidacji) oraz umożliwi mu poprawę błędów. |
| **Warunki końcowe** | Zdefiniowanie parametrów programu. |
| **Punkty rozszerzeń** | Brak. |

**Tabela 2 Specyfikacja przypadku użycia PU 02 - Obliczenie estymatorów parametrów N, fi oraz wartości oczekiwanej czasu dla wybranego modelu**

|  |  |
| --- | --- |
| **PU 02 - Obliczenie estymatorów parametrów N, fi oraz wartości oczekiwanej czasu dla wybranego modelu** | |
| **Opis** | Obliczenie estymatorówparametrów N, Φ orazwartości oczekiwanej czasu, jaki upłynie do momentuwykrycia kolejnego (241.) błędu dla wybranego modelu (Jelińskiego-Morandy lub Schicka-Wolvertona). |
| **Warunki początkowe** | Poprawnie zdefiniowane parametry programu. |
| **Zdarzenie inicjujące** | Udana realizacja przypadku użycia PU 01 - Zdefiniowanie parametrów programu. |
| **Scenariusz podstawowy** | 1. Realizacja scenariusza podstawowego przypadku użycia PU 01 - Zdefiniowanie parametrów programu. |
| **Scenariusz alternatywny** | Brak. |
| **Scenariusz wyjątku** | Brak. |
| **Warunki końcowe** | Obliczenie estymatorówparametrów N, Φ orazwartości oczekiwanej czasu dla wybranego modelu. |
| **Punkty rozszerzeń** | PU 01 -Zdefiniowanie parametrów programu  PU 03 -Wyświetlenie obliczeń dla wybranego modelu |

**Tabela 3 Specyfikacja przypadku użycia PU 03 -Wyświetlenie obliczeń dla wybranego modelu**

|  |  |
| --- | --- |
| **PU 03 -Wyświetlenie obliczeń dla wybranego modelu** | |
| **Opis** | Wyświetlenie wyników obliczeń dla wybranego modelu oraz wybranych parametrów aplikacji:   1. Wybranego modelu, 2. Dokładności obliczeń , 3. Liczby dotychczas wykrytych błędów (n), 4. Wyznaczonego parametru N, 5. Wyznaczonego parametru Φ, 6. Wyznaczona wartość oczekiwana czasu, jaki upłynie do momentu wykrycia 241. błędu. |
| **Warunki początkowe** | Udany wynik obliczeń zrealizowanych dla wybranego modelu. |
| **Zdarzenie inicjujące** | Udana realizacja przypadku użycia PU 02 - Obliczenie estymatorów parametrów N, fi oraz wartości oczekiwanej czasu dla wybranego modelu. |
| **Scenariusz podstawowy** | 1. Wyświetlenie obliczeń dla wybranego modelu. |
| **Scenariusz alternatywny** | Brak. |
| **Scenariusz wyjątku** | Brak. |
| **Warunki końcowe** | Wyświetlenie wyników obliczeń. |
| **Punkty rozszerzeń** | Brak |

## **Wymagania pozafunkcjonalne**

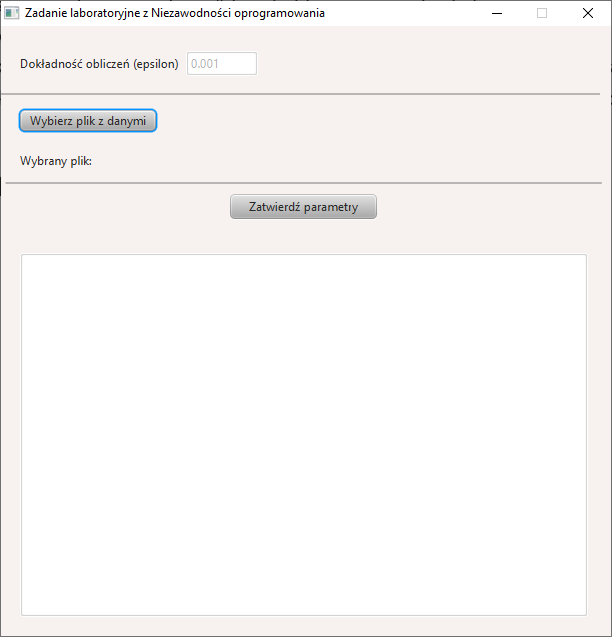
1. Aplikacja posiada graficzny interfejs użytkownika (GUI).
2. Aplikacja informuje użytkownika o nieuzupełnionych danych koniecznych do zrealizowania PU 01 - Zdefiniowanie parametrów programu oraz PU 03 -Wyświetlenie obliczeń dla wybranego modelu (niewybranym pliku, niezdefiniowanej dokładności lub niewybranym modelu).
3. Aplikacja informuje użytkownika o złym formacie podanej dokładności. Powinna to być liczba dodatnia.
4. Aplikacja informuje użytkownika o wyborze pliku, który jest pusty (nie zawiera danych).
5. Aplikacja informuje użytkownika o braku wyboru modelu.
6. Aplikacja umożliwia wybór pliku poprzez okno, za pomocą którego możemy wskazać do niego ścieżkę.
7. Aplikacja informuje użytkownika o wybranej ścieżce do pliku *.csv.*
8. Aplikacja umożliwia wybór pliku tylko z rozszerzeniem .*csv.* Wartości w plikach muszą posiadać separator „;” (średnik), ponieważ dzięki temu można je edytować w programie Excel.
9. Wartości w pliku *.csv* powinny być liczbami dodatnimi całkowitymi.
10. Aplikacja wyświetla domyślną wartość dokładności (0,001). W przypadku, gdy użytkownik jej nie zmieni, zostanie ona wzięta pod uwagę w trakcie obliczeń.

# **Specyfikacje projektowe**

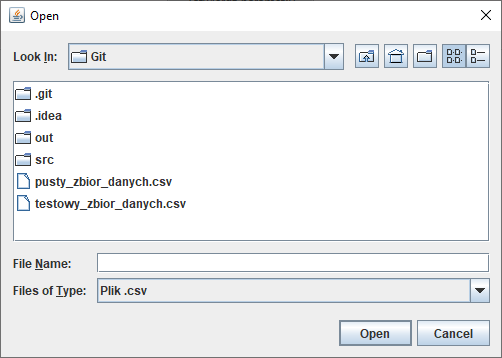
Obraz zawierający tekst, czarny, zrzut ekranu

Opis wygenerowany automatycznie

**Rysunek 2 Diagram klas aplikacji**



**Rysunek 3 Okno aplikacji po jej uruchomieniu**

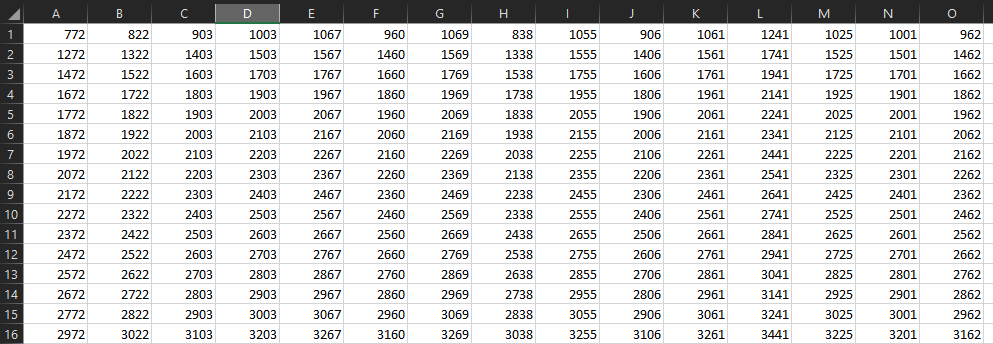


**Rysunek 4 Okno do wyboru pliku .csv.**

Użytkownik w celu realizacji wymagania funkcjonalnego *5) Wyświetlenie obliczeń dla modelu Jelińskiego-Morandy oraz Schicka-Wolvertona* powinien wykonać następujące czynności:

1. Zdefiniowanie dokładności obliczeń () poprzez wpisanie jej w pole oznaczone etykietą *„Dokładność obliczeń (epsilon)”.* W przypadku pominięcia tego kroku, w obliczeniach zostanie uwzględniona wartość domyślna 0.001 przedstawiona na **Rysunek *1***.
2. Wybranie pliku z danymi poprzez kliknięcie przycisku *„Wybierz plik z danymi”.* Użytkownik po jego kliknięciu powinien wybrać ścieżkę do pliku za pomocą okna przedstawionego na **Rysunek *2***.
3. Zatwierdzenie parametrów za pomocą przycisku *„Zatwierdź parametry”* przedstawionego na **Rysunek *1***. Wyniki obliczeń zostaną po chwili wyświetlone na białym obszarze okna.

Warto również wspomnieć o przykładowej zawartości pliku *.csv.* Zawartość pliku *testowy\_zbior\_danych.csv* (widocznego na **Rysunek *2***) po otwarciu w programie Excel przedstawia **Rysunek *3*** - wartości w pliku należy czytać wierszami. Po ewentualnej modyfikacji pliku i jego zapisaniu separatorem w pliku będzie nadal „;”.



**Rysunek 5 Zawartość pliku testowy\_zbior\_danych.csv po otwarciu w programie Excel**

# **Opis implementacji (w tym opis wykorzystanych technik, technologii i narzędzi)**

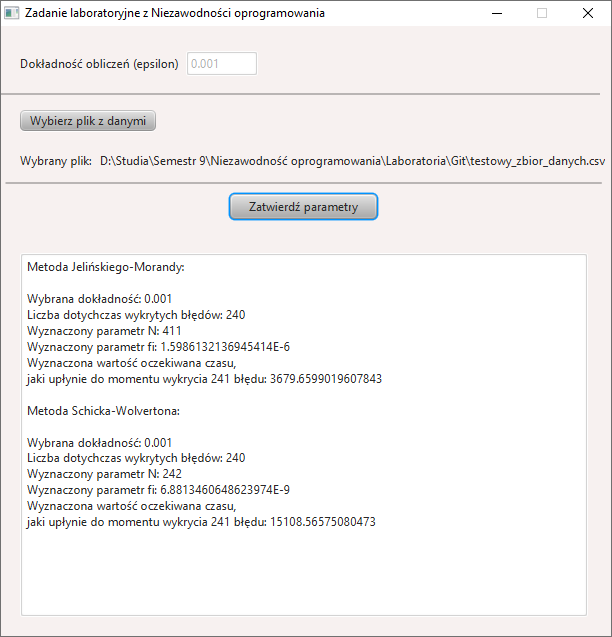
Językiem użytym do implementacji została Java wykorzystywana w ramach zintegrowanego środowiska programistycznego (IDE) *IntelliJ IDEA*. Aplikacja posiada graficzny interfejs użytkownika, w związku z czym konieczne było użycie biblioteki umożliwiającej tworzenie GUI – wybrałem *JavaFX*. Za jej pomocą zostały zdefiniowane wszystkie elementy przedstawione na **Rysunek *1***. Biblioteka *Swing* została natomiast użyta do wyboru pliku *.csv* (**Rysunek *2***).

W związku z wykorzystaniem biblioteki *JavaFX,* konieczne było zdefiniowanie okna głównego aplikacji w pliku *.fxml* (w tym projekcie jest to *layout.fxml*). Kontrolerem, który łączy ze sobą logikę aplikacji oraz jej wygląd jest plik *Controller.java.* Logikę aplikacji realizują pliki: *JelinskiMoranda.java* (odpowiedzialny za realizację obliczeń dla modelu Jelińskiego-Morandy), *SchickWolverton.java* (odpowiedzialny za realizację obliczeń dla modelu Schicka-Wolvertona) oraz *CsvReader.java* (odpowiedzialny za wybór pliku *.csv* orazjego import)*.*

Wśród narzędzi używanych w trakcie implementacji należy wymienić program Excel, który przydał się do przygotowania danych do importu. Przydatny również był system kontroli wersji *Git* oraz serwis *Github,* gdzie możliwe było przechowywanie repozytorium.

# **Opis testowania, w tym na zbiorze danych udostępnionym przez prowadzącego**

Zbiór danych udostępniony przez prowadzącego przedstawia **Rysunek *3***.



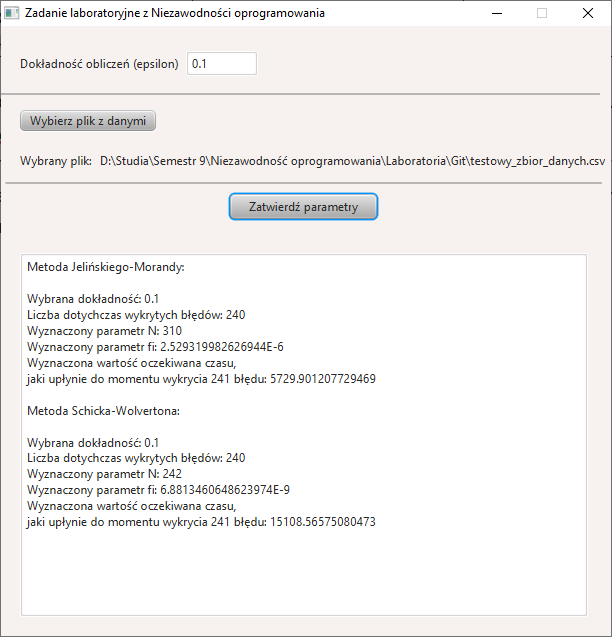
**Rysunek 6 Wynik testowania na zbiorze danych udostępnionym przez prowadzącego ()**

**Tabela 4 Wynik testowania na zbiorze danych udostępnionym przez prowadzącego (ε=0,001)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Metoda** | Jelińskiego-Morandy | Shicka-Wolvertona |
| **Wybrana dokładność** | 0,001 | |
| **Liczba dotychczas wykrytych błędów** | 240 | |
| **Wyznaczony parametr N** | 411 | 242 |
| **Wyznaczony parametr Φ** | 1.5986132136945414E-6 | 6.8813460648623974E-9 |
| **Wyznaczona wartość oczekiwana czasu,**  **jaki upłynie do momentu wykrycia 241 błędu** | 3679.6599019607843 | 15108.56575080473 |

Na podstawie **Tabela *1*** można stwierdzić, że wyznaczanie estymatorów dla modelu Shicka-Wolvertona wymagało mniejszej liczby iteracji (242 < 411).

Wyznaczona wartość oczekiwana czasu, jaki upłynie do momentu wykrycia 241 błędu dla modelu Jelińskiego-Morandy jest mniejsza niż dla Shicka-Wolvertona i bardziej zbliżona do ostatniej z wartości przedstawionej na **Rysunek *3*** (3162).



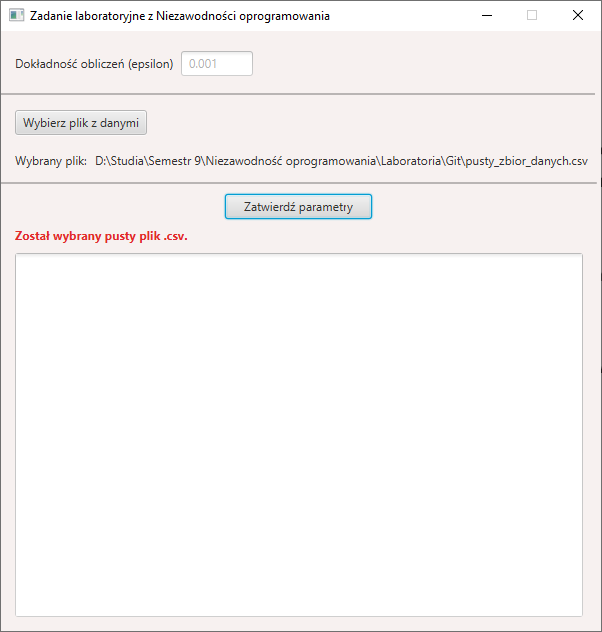
**Rysunek 7 Wynik testowania na zbiorze danych udostępnionym przez prowadzącego (ε=0,1)**

**Tabela 5 Wynik testowania na zbiorze danych udostępnionym przez prowadzącego (ε=0,1)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Metoda** | Jelińskiego-Morandy | Shicka-Wolvertona |
| **Wybrana dokładność** | 0,1 | |
| **Liczba dotychczas wykrytych błędów** | 240 | |
| **Wyznaczony parametr N** | 310 | 242 |
| **Wyznaczony parametr Φ** | 2.529319982626944E-6 | 6.8813460648623974E-9 |
| **Wyznaczona wartość oczekiwana czasu,**  **jaki upłynie do momentu wykrycia 241 błędu** | 5729.901207729469 | 15108.56575080473 |

Na podstawie ***Tabela 2*** można stwierdzić, że zmniejszenie dokładności obliczeń spowodowało przyspieszenie obliczenia parametrów dla modelu Jelińskiego-Morandy. Pomimo tego, wymagało to większej liczby iteracji niż w przypadku modelu Shicka-Wolvertona (310 > 242).

Mniejsza dokładność spowodowała również mniej dokładne obliczenie wartości oczekiwanej czasu, jaki upłynie do momentu wykrycia 241 błędu. Wartość 5729.901207729469 znacznie odbiega od ostatniej z wartości przedstawionej na **Rysunek *3*** (3162), choć nie w tak dużym stopniu jak wartość z modelu Shicka-Wolvertona (15108.56575080473).



**Rysunek 8 Wynik testowania po wybraniu pustego pliku. Na Rysunek 2 jest to plik pusty\_zbior\_danych.csv.**

# **Opis instalacji aplikacji**

W celu instalacji aplikacji należy:

1. Wypakować archiwum z projektem w dowolnym miejscu.
2. Kliknąć dwukrotnie lewym przyciskiem myszy na pliku *uruchomienie\_aplikacji.bat* – po chwili powinno pojawić się okno aplikacji.Ważne jest to, aby pliki *uruchomienie\_aplikacji.bat* oraz *Zadanie\_laboratoryjne\_No.jar* znajdowały się w tym samym miejscu (folderze). Tylko te dwa pliki są konieczne do uruchomienia aplikacji (niewymagane są pliki z kodem źródłowym lub inne związane z projektem).

# **Załącznik. Kod źródłowy aplikacji programowej.**

Wśród załączników wyróżnić można archiwum () zawierające:

1. Foldery: *.idea, out, src* oraz plik *Zadanie\_laboratoryjne\_No.iml* dotyczące projektu z IDE.
2. Pliki *testowy\_zbior\_danych.csv* oraz *pusty\_zbior\_danych.csv* używane do testów.
3. Pliki *uruchomienie\_aplikacji.bat* oraz *Zadanie\_laboratoryjne\_No.jar* potrzebne do uruchomienia aplikacji.