**Zaawansowane Bazy Danych i Hurtownie Danych**

Detekcja zdarzeń ciągłych w decyzyjnym systemie strumieniowej hurtowni danych

**Skład sekcji:**

Dzierżęga Michalina

Kruk Katarzyna

Sołtys Wojciech

**Grupa dziekańska:**

BDIS1

Spis treści

[1. Założenia 3](#_Toc410008448)

[2. Analiza generowanych danych 4](#_Toc410008449)

[3. Budowa aplikacji 6](#_Toc410008450)

[4. Opis działania 8](#_Toc410008451)

[5. Testowanie i uruchamianie 14](#_Toc410008452)

[6. Podsumowanie 20](#_Toc410008453)

# 1. Założenia

W poprzednim semestrze celem pracy było rozszerzenie modułu umożliwiającego generowanie danych pochodzących ze stacji paliw o możliwość symulacji błędów. Po dodaniu tej funkcjonalności należało wykonać moduł analizujący generowane dane w czasie rzeczywistym pod względem wycieków paliwa ze zbiorników.

W tym semestrze celem pracy było rozszerzenie tej aplikacji o zaburzanie wycieków, podłączenie do bazy danych, generowanie wykresu kumulatywnej wariancji oraz udoskonalenie detekcji wycieków paliwa.

Wyróżniane zostały dwa podstawowe źródła danych, które są bezpośrednio związane z charakterem pracy stacji:

* zbiornik paliwa - przechowuje paliwo
* dystrybutor paliwa - zlicza ilość sprzedanego paliwa

Projekt został napisany w języku *Java*.

# 2. Analiza generowanych danych

Dane pierwotne są generowane losowo, zaś wartości wtórne obliczane są na podstawie wygenerowanych danych pierwotnych oraz współczynników stałych.

Aplikacja generuje następujące dane:

* pomiary zbiornika paliwa

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Numer** | **Opis** | **Typ danych** | **Objaśnienie** |
| 1 | Identyfikator zbiornika | Wartość pierwotna | Unikalny numer zbiornika paliwa |
| 2 | Stempel czasowy | Wartość pierwotna | Czas w którym został wykonany pomiar |
| 3 | Objętość brutto | Wartość pierwotna | Objętość paliwa w bieżącej temperaturze |
| 4 | Objętość netto | Wartość wtórna | Objętość paliwa w temperaturze bazowej |
| 5 | Temperatura | Wartość pierwotna | Aktualna temperatura paliwa w zbiorniku |

Objętość netto jest przeliczona przy pomocy objętości brutto w następujący sposób:

gdzie,

- Objętość netto

- Objętość brutto

– temperatura referencyjna

– aktualna temperatura paliwa

* pomiary z pistoletów

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Numer** | **Opis** | **Typ danych** | **Objaśnienie** |
| 1 | Identyfikator pistoletu | Wartość pierwotna | Każdy pistolet ma przypisany unikalny numer |
| 2 | Identyfikator zbiornika | Wartość pierwotna | Każdy zbiornik ma przypisany unikalny numer |
| 3 | Stempel czasowy | Wartość pierwotna | Czas w którym został wykonany pomiar |
| 4 | Objętość (surowa) | Wartość pierwotna | Objętość wylanego paliwa pobrana bezpośrednio z liczydła pistoletu |
| 5 | Objętość brutto | Wartość wtórna | Objętość paliwa z uwzględnieniem współczynnika kalibracji |
| 6 | Objętość netto | Wartość wtórna | Objętość paliwa w temperaturze bazowej |
| 7 | Temperatura | Wartość wtórna | Aktualna temperatura paliwa |

Objętość brutto jest wartością wtórną która została przeliczona przy pomocy surowej wartości objętości paliwa i współczynnikowi kalibracji:

gdzie

- Objętość brutto

- Objętość surowa

- Współczynnik kalibracji, wynosi 0.999.

Temperatura nie pochodzi bezpośrednio z dystrybutora, tylko dla ułatwienia analizy została dodana do danych dystrybutora. Jedynym miejscem, gdzie mierzona jest temperatura jest zbiornik.

# 3. Budowa aplikacji

Ważniejsze klasy aplikacji

* **Simulator.java**

Klasa odpowiedzialna za uruchamianie symulatora stacji paliw

* **Klasy znajdujące się w pakiecie *src.data***

Klasa przechowujące dane o pomiarach

* **FuelLeakageDetection.java**

Klasa odpowiedzialna za wykrywanie wycieków paliwa

* **CumulativeVarianceGraph.java**

Klasa rysująca wykres kumulatywnej wariancji

* **GenerateMeasure.java**

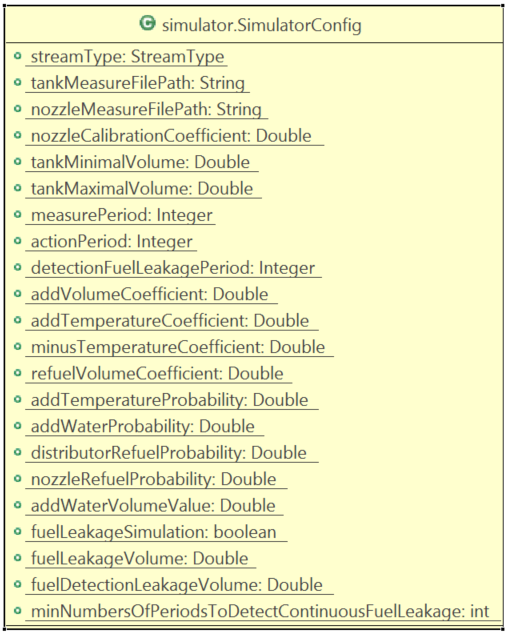
Klasa generująca pomiary

* **SimulateAction.java**

Klasa odpowiedzialna za symulowanie zdarzeń

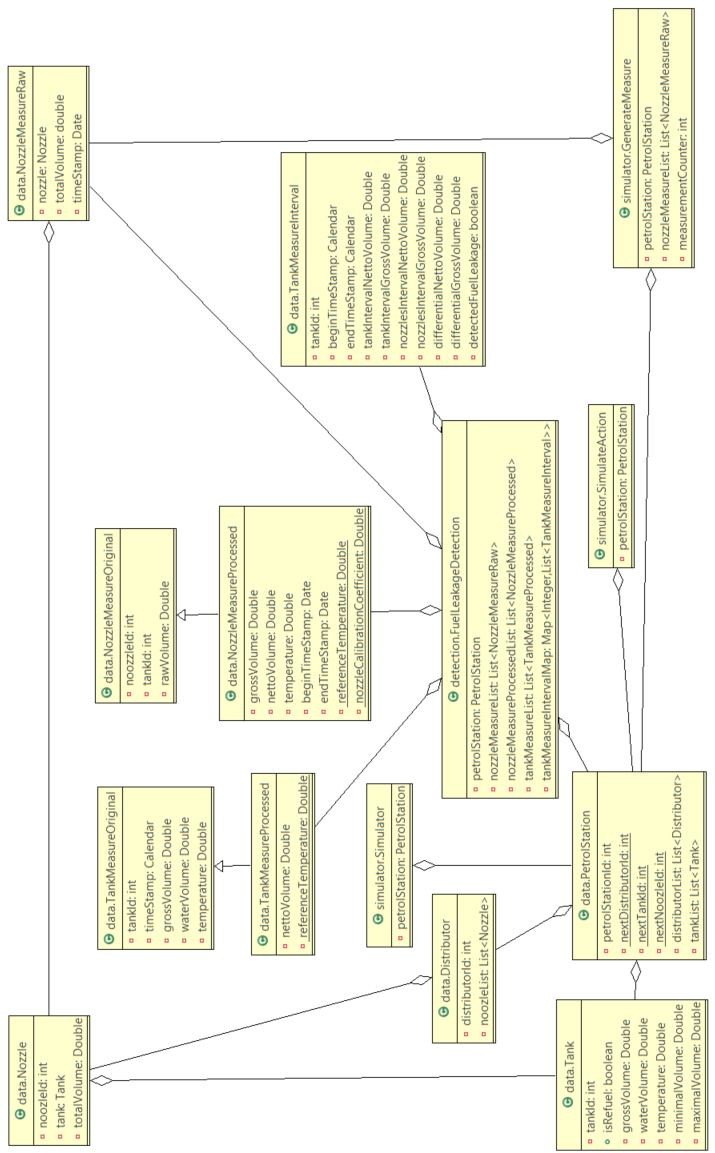
* **SimulatorConfig.java**

Klasa w której ustawiane są parametry symulacji. (Rysunek 1)



Rysunek 1 Klasa SimulatorConfig.java

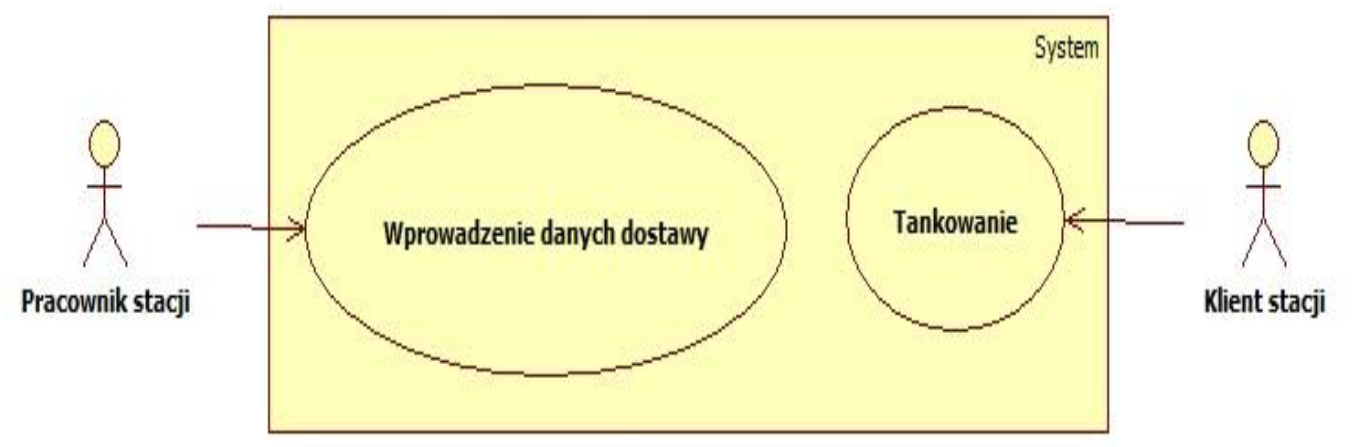
Poniżej przedstawiony został diagram klas, pokazujący związki pomiędzy poszczególnymi komponentami oraz ich atrybuty. (Rysunek 2)



**Rysunek 2** Diagram klas

# 4. Opis działania

W systemie zasymulowane zostały dwa główne zdarzenia losowe przedstawione na poniższym diagramie przypadków użycia. (Rysunek 3)



Rysunek 3 Diagram przypadków użycia

Pierwszym etapem działania aplikacji jest utworzenie obiektów reprezentujących zbiorniki paliwa oraz dystrybutory.

Jako stan początkowy paliwa w zbiornikach przyjęto wartość równą połowie sumy maksymalnej objętości zbiornika i minimalnej objętości zbiornika, parametry te są określane w klasie *SimulatorConfig.*java. Podczas symulacji zostały ustawione następująco:

*tankMinimalVolume* = Double.*valueOf*(10);

*tankMaximalVolume* = Double.*valueOf*(100);

W określonych odstępach czasu następuje losowe generowanie stanów paliwa w zbiornikach oraz danych pomiarowych pochodzących z pistoletów.

Sprzedaż paliwa (tankowanie samochodu przez klienta stacji) symulowana jest w losowych odstępach czasu. Tankowanie powinno występować znacznie częściej niż dostawy paliwa oraz przynajmniej kilkadziesiąt razy w okresie między dostawami danego typu paliwa. Symulacja tankowania zwiększa objętość zmierzonego paliwa pobranego przez pistolet w danym okresie lub okresach pomiarowych.

Dostawa paliwa (dolanie paliwa do zbiornika) następuje w przypadku, jeśli objętość paliwa w zbiorniku spadnie poniżej określonego minimalnego progu (*tankMinimalVolume* w klasie *SimulatorConfig.*java) lub też w losowych odstępach czasu. Przypadkowa dostawa paliwa rozumiana jest jako wprowadzenie przez pracownika stacji zadeklarowanej objętości paliwa, które zostanie dolane do zbiornika. Zwiększanie poziomu paliwa powinno trwać więcej niż jeden odstęp pomiarowy, aby dane były bardziej realne (przypuszczalnie, dolewanie paliwa trwa kilkanaście minut). Podczas dostawy paliwa do zbiornika możliwa jest sprzedaż paliwa (tankowanie).

Dostawa paliwa przewiduje uzupełnienie paliwa dopóki objętość paliwa w zbiorniku nie osiągnie wartości określonej w parametrze *tankMaximalVolume*. Założono że objętość dolewanego paliwa (*addVolumeCoefficient*) na jeden przebieg czasowy (*actionPeriod*) jest znacznie większa od objętości sprzedawanego paliwa (*refuelVolumeCoefficient*). Parametry te zostały określone następująco:

*addVolumeCoefficient* = 0.01;

*refuelVolumeCoefficient* = 0.005;   
*actionPeriod* = 300;

Wycieki paliwa symulowane są poprzez zmniejszanie aktualnej objętości paliwa w zbiorniku o objętość wycieku w jednym przebiegu czasowym.

Objętość pojedynczego wycieku oscyluje wokół wartości określonej parametrem *fuelLeakageVolume* (maksymalny wyciek paliwa wynosi 115% wartości określonej parametrem *fuelLeakageVolume*,a minimalna 85%). Objętość ta wyznaczana jest za pomocą wzoru:

gdzie

– Wartość pojedynczego wycieku

– Losowa wartość z przedziału <85;115>

– Wartość określona parametrem *fuelLeakageVolume*

Występowanie wycieku paliwa określa parametr *fuelLeakageSimulation*. Podczas symulacji wycieków paliwa parametry te zostały określone następująco:

*fuelLeakageSimulation* = **true**;

*fuelLeakageVolume* = 0.02;

Przy każdym wygenerowanym pomiarze następuje dodanie wartości netto do listy odpowiednio dla zbiornika jak i pistoletu. Po każdym pomiarze paliwa w zbiorniku odbywa się również analiza zmian zachodzących w zbiorniku jak i pistolecie w celu wykrywania wycieków paliwa ze zbiornika.

Jako zmiany zachodzące w zbiorniku rozumie się różnicę (zmienna *tankIntervalGrossVolume* w klasie *TankMeasureInterval.java*) wcześniejszego i bieżącego pomiaru, w przypadku pistoletu jest to suma (zmienna *nozzlesIntervalGrossVolume* w klasie *TankMeasureInterval.java*) bieżącego i poprzedniego pomiaru sprzedanego paliwa. Detekcja wycieków paliwa odbywa się następująco: od wartości zmiennej *tankIntervalGrossVolume*(czyli różnicy kolejnychpomiarów ze zbiornika) odejmowana jest wartość zmiennej *nozzlesIntervalGrossVolume* (czyli suma kolejnych pomiarów z pistoletów), następnie otrzymany wynik (zmienna *differentialGrossVolume*) porównywany jest z współczynnikiem tolerancji, określonym przez parametr *fuelDetectionLeakageVolume*.   
W przypadku gdy wartość zmiennej *differentialGrossVolume* jest większa od współczynnika tolerancji, sygnalizowany jest pojedynczy wyciek paliwa ze zbiornika. Po wykryciu pojedynczego wycieku, sprawdzana jest ciągłość tego zdarzenia poprzez analizowanie poprzednich pomiarów.

Ilość analizowanych pomiarów określana jest w klasie *SimulatorConfig.java* poprzez parametr *minNumbersOfPeriodsToDetectContinuousFuelLeakage*.

Jeśli co najmniej 75% analizowanych pomiarów wskazuje na wyciek paliwa, jest on klasyfikowany jako ciągły.

Podczas symulacji wycieków paliwa parametry te zostały określone następująco:

*fuelDetectionLeakageVolume* = 0.001;

*minNumbersOfPeriodsToDetectContinuousFuelLeakage* = 8;

Wykrycie ciągłego wycieku można na bieżąco obserwować na wykresie przedstawiającym kumulatywną wariancję w zależności od czasu. Kolejne pomiary umieszczane na wykresach to suma błędów (wycieków), dla danego zbiornika paliwa.

Aplikacja umożliwia dostosowanie wyglądu wykresów według preferencji użytkownika. Możliwe jest również zapisanie wykresu do pliku *\*.png*, *\*.pdf* i *\*.svg*.Do tworzenia wykresów wykorzystywana jest biblioteka *JFreeChart.*

Generowane dane oraz wyniki analizy standardowo wypisywane są na konsoli, oraz zapisywane są do plików o rozszerzeniu *\*.csv*. Dane pochodzące z pistoletów, znajdują się w pliku *NozzleMeasures.csv*, dane ze zbiorników w pliku *TankMeasures.csv* natomiast dane dotyczące detekcji w pliku *TankIntervalMeasure.csv*.

Istnieje również możliwość zapisywania tych danych do bazy opartej na silniku MySQL. Aby wybrać taką opcję zapisu należy zmienić parametr *streamType* w klasie *SimulatorConfig.java*

*streamType =* StreamType*.****DATABASE****;*

lub

*streamType =* StreamType*.****CSV\_LABELS****;*

aby dane były zapisywane do plików CSV z nagłówkami. Istnieje jeszcze trzecia możliwość:

*streamType =* StreamType*.****CSV****;*

która umożliwia zapisywanie do plików CSV samych danych bez nagłówków.

Poniżej przedstawiony został skrypt tworzący bazę oraz schemat bazy danych (Rysunek 4).

SET SQL\_MODE = "NO\_AUTO\_VALUE\_ON\_ZERO";

SET time\_zone = "+00:00";

/\*!40101 SET @OLD\_CHARACTER\_SET\_CLIENT=@@CHARACTER\_SET\_CLIENT \*/;

/\*!40101 SET @OLD\_CHARACTER\_SET\_RESULTS=@@CHARACTER\_SET\_RESULTS \*/;

/\*!40101 SET @OLD\_COLLATION\_CONNECTION=@@COLLATION\_CONNECTION \*/;

/\*!40101 SET NAMES utf8 \*/;

--

-- Database: `zbdihd`

--

-- --------------------------------------------------------

--

-- Struktura tabeli dla tabeli `fuel\_leakage\_detections`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `fuel\_leakage\_detections` (

`fld\_id` int(11) NOT NULL AUTO\_INCREMENT,

`fld\_tank\_id` int(11) NOT NULL,

`fld\_begin\_timestamp` datetime NOT NULL,

`fld\_end\_timestamp` datetime NOT NULL,

`fld\_tank\_interval\_netto\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`fld\_tank\_interval\_gross\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`fld\_nozzles\_interval\_netto\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`fld\_nozzles\_interval\_gross\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`fld\_differential\_netto\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`fld\_differential\_gross\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`fld\_detected\_fuel\_leakage` tinyint(1) NOT NULL,

PRIMARY KEY (`fld\_id`),

KEY `fld\_tank\_id` (`fld\_tank\_id`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8\_polish\_ci AUTO\_INCREMENT=352 ;

--

-- Struktura tabeli dla tabeli `fuel\_types`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `fuel\_types` (

`ft\_id` int(11) NOT NULL AUTO\_INCREMENT,

`ft\_name` varchar(255) COLLATE utf8\_polish\_ci NOT NULL,

PRIMARY KEY (`ft\_id`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8\_polish\_ci AUTO\_INCREMENT=4 ;

--

-- Zrzut danych tabeli `fuel\_types`

--

INSERT INTO `fuel\_types` (`ft\_id`, `ft\_name`) VALUES

(0, 'PB95'),

(1, 'PB98'),

(2, 'ON');

--

-- Struktura tabeli dla tabeli `nozzles`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `nozzles` (

`noozle\_id` int(11) NOT NULL AUTO\_INCREMENT,

`noozle\_tank\_id` int(11) NOT NULL,

`noozle\_calibration\_coefficient` decimal(4,3) NOT NULL,

PRIMARY KEY (`noozle\_id`),

KEY `noozle\_tank\_id` (`noozle\_tank\_id`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8\_polish\_ci AUTO\_INCREMENT=12 ;

--

-- Zrzut danych tabeli `nozzles`

--

INSERT INTO `nozzles` (`noozle\_id`, `noozle\_tank\_id`, `noozle\_calibration\_coefficient`) VALUES

(0, 0, '0.999'),

(1, 1, '0.999'),

(2, 2, '0.999'),

(3, 0, '0.999'),

(4, 1, '0.999'),

(5, 2, '0.999'),

(6, 0, '0.999'),

(7, 1, '0.999'),

(8, 2, '0.999'),

(9, 0, '0.999'),

(10, 1, '0.999'),

(11, 2, '0.999');

--

-- Struktura tabeli dla tabeli `nozzles\_measures`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `nozzles\_measures` (

`nm\_id` int(11) NOT NULL AUTO\_INCREMENT,

`nm\_nozzle\_id` int(11) NOT NULL,

`nm\_tank\_id` int(11) NOT NULL,

`nm\_begin\_timestamp` datetime NOT NULL,

`nm\_end\_timestamp` datetime NOT NULL,

`nm\_raw\_wolume` decimal(20,15) NOT NULL,

`nm\_gross\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`nm\_netto\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`nm\_temperature` decimal(20,15) NOT NULL,

PRIMARY KEY (`nm\_id`),

KEY `nm\_nozzle\_id` (`nm\_nozzle\_id`,`nm\_tank\_id`),

KEY `nm\_tank\_id` (`nm\_tank\_id`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8\_polish\_ci AUTO\_INCREMENT=121 ;

--

-- Struktura tabeli dla tabeli `tanks`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `tanks` (

`tank\_id` int(11) NOT NULL AUTO\_INCREMENT,

`tank\_fuel\_type\_id` int(11) NOT NULL,

`tank\_min\_volume` decimal(5,2) NOT NULL,

`tank\_max\_volume` decimal(5,2) NOT NULL,

PRIMARY KEY (`tank\_id`),

KEY `tank\_fuel\_type\_id` (`tank\_fuel\_type\_id`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8\_polish\_ci AUTO\_INCREMENT=5 ;

--

-- Zrzut danych tabeli `tanks`

--

INSERT INTO `tanks` (`tank\_id`, `tank\_fuel\_type\_id`, `tank\_min\_volume`, `tank\_max\_volume`) VALUES

(0, 0, '10.00', '100.00'),

(1, 1, '10.00', '100.00'),

(2, 2, '10.00', '100.00');

--

-- Struktura tabeli dla tabeli `tank\_measures`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `tank\_measures` (

`tm\_id` int(11) NOT NULL AUTO\_INCREMENT,

`tm\_tank\_id` int(11) NOT NULL,

`tm\_timestamp` timestamp NOT NULL,

`tm\_gross\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`tm\_netto\_volume` decimal(20,15) NOT NULL,

`tm\_water\_wolume` decimal(20,15) NOT NULL,

`tm\_temperature` decimal(20,15) NOT NULL,

PRIMARY KEY (`tm\_id`),

KEY `tm\_tank\_id` (`tm\_tank\_id`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8\_polish\_ci AUTO\_INCREMENT=292 ;

--

-- Ograniczenia dla zrzutów tabel

--

--

-- Ograniczenia dla tabeli `fuel\_leakage\_detections`

--

ALTER TABLE `fuel\_leakage\_detections`

ADD CONSTRAINT `fld\_tank\_id` FOREIGN KEY (`fld\_tank\_id`) REFERENCES `tanks` (`tank\_id`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;

--

-- Ograniczenia dla tabeli `nozzles`

--

ALTER TABLE `nozzles`

ADD CONSTRAINT `nozzle\_tank\_fk` FOREIGN KEY (`noozle\_tank\_id`) REFERENCES `tanks` (`tank\_id`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;

--

-- Ograniczenia dla tabeli `nozzles\_measures`

--

ALTER TABLE `nozzles\_measures`

ADD CONSTRAINT `nm\_nozzle\_fk` FOREIGN KEY (`nm\_nozzle\_id`) REFERENCES `nozzles` (`noozle\_id`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE,

ADD CONSTRAINT `nm\_tank\_id` FOREIGN KEY (`nm\_tank\_id`) REFERENCES `tanks` (`tank\_id`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;

--

-- Ograniczenia dla tabeli `tanks`

--

ALTER TABLE `tanks`

ADD CONSTRAINT `tank\_fuel\_fk` FOREIGN KEY (`tank\_fuel\_type\_id`) REFERENCES `fuel\_types` (`ft\_id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION;

--

-- Ograniczenia dla tabeli `tank\_measures`

--

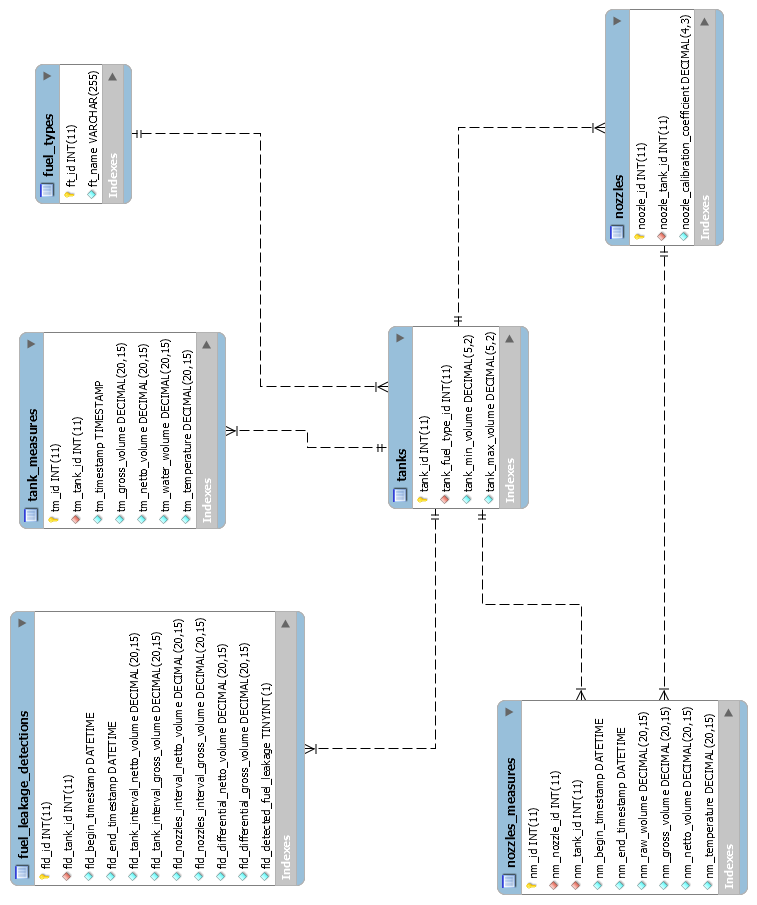
ALTER TABLE `tank\_measures`

ADD CONSTRAINT `tm\_tank\_fk` FOREIGN KEY (`tm\_tank\_id`) REFERENCES `tanks` (`tank\_id`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;

/\*!40101 SET CHARACTER\_SET\_CLIENT=@OLD\_CHARACTER\_SET\_CLIENT \*/;

/\*!40101 SET CHARACTER\_SET\_RESULTS=@OLD\_CHARACTER\_SET\_RESULTS \*/;

/\*!40101 SET COLLATION\_CONNECTION=@OLD\_COLLATION\_CONNECTION \*/;

****

Rysunek 4 Schemat bazy danych

# 5. Testowanie i uruchamianie

Aplikacja została przetestowana pod względem poprawności generowanych danych, symulacji wycieków, sprzedaży paliwa, dostawy paliwa do zbiorników oraz detekcji wycieków.

Przed rozpoczęciem symulacji należy ustawić odpowiednie parametry w klasie *SimulatorConfig.java*, domyślnie ustawione są one następująco:

*streamType* = StreamType.***DATABASE***;

*tankMeasureFilePath* = "TankMeasures.csv";

*nozzleMeasureFilePath* = "NozzleMeasures.csv";

*tankIntervalMeasureFilePath* = "TankIntervalMeasures.csv";

*nozzleCalibrationCoefficient* = 0.999;

*tankMinimalVolume* = Double.*valueOf*(10);

*tankMaximalVolume* = Double.*valueOf*(100);

// intervals of actions in millisecond

*measurePeriod* = 3000;

*actionPeriod* = 1000;

*detectionFuelLeakagePeriod* = 1000;

*addVolumeCoefficient* = 0.01;

*addTemperatureCoefficient* = 0.01;

*minusTemperatureCoefficient* = 0.01;

*refuelVolumeCoefficient* = 0.005;

*addTemperatureProbability* = 0.5;

*addWaterProbability* = 0.3;

*distributorRefuelProbability* = 0.2;

*nozzleRefuelProbability* = 0.2;

*addWaterVolumeValue* = 0.001;

*fuelLeakageSimulation* = **true**;

*fuelLeakageVolume* = 0.02;

*fuelDetectionLeakageVolume* = 0.001;

*minNumbersOfPeriodsToDetectContinuousFuelLeakage* = 8;

/\*\*\*

\* Database settings

\*/

***databaseUrl*** = "localhost";

***databaseUser*** = "root";

***databasePassword*** = "root";

***databaseName*** = "zbdihd";

Podczas testowania zastosowano powyższe ustawienia.

Po uruchomieniu aplikacji rozpoczyna się symulacja stacji paliw a generowane dane wyświetlane są na konsoli i zapisywane są do bazy danych / w plikach *NozzleMeasures.csv*, *TankMeasures.csv* oraz *TankIntervalMeasures.csv*.

Poniżej przedstawiono fragment wyników symulacji z wyciekiem paliwa oraz jego detekcją oraz otrzymany wykres (Rysunek 5 i Rysunek 6).

2015-06-11 21:13:46 : 2015-06-11 21:13:47 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.017601718716818412

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:47 : 2015-06-11 21:13:48 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.019688936512773605

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:48 : 2015-06-11 21:13:49 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.018799999999998818

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:49 : 2015-06-11 21:13:51 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.018799999999998818

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:51 : 2015-06-11 21:13:52 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.01929678834748129

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:52 : 2015-06-11 21:13:53 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.022599999999997067

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:53 : 2015-06-11 21:13:54 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.017800000000001148

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:53 : 2015-06-11 21:13:54 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.021000000000000796

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:54 : 2015-06-11 21:13:55 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.020266040771010185

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:54 : 2015-06-11 21:13:55 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.020800000000001262

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

CONTINUOUS FUEL LEAKAGE DETECTED IN TANK NUMBER 2 DURING 8 PERIODS FROM 2015-06-11 21:13:46 TO 2015-06-11 21:13:55

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:55 : 2015-06-11 21:13:56 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.018691052050452697

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:55 : 2015-06-11 21:13:56 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.021737019199350394

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:56 : 2015-06-11 21:13:57 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.021844859416928243

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:56 : 2015-06-11 21:13:57 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.018000000000000682

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:57 : 2015-06-11 21:13:58 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.019599999999996953

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:57 : 2015-06-11 21:13:58 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.018615929765748544

-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2015-06-11 21:13:58 : 2015-06-11 21:13:59 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.018799999999998818

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:13:58 : 2015-06-11 21:13:59 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.01710015743942811

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:13:59 : 2015-06-11 21:14:00 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.022527013202649743

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:13:59 : 2015-06-11 21:14:00 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.018281749136698416

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:00 : 2015-06-11 21:14:01 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.01905771973417575

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:00 : 2015-06-11 21:14:01 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.02020000000000266

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:01 : 2015-06-11 21:14:02 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.018599999999999284

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:02 : 2015-06-11 21:14:03 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.021999999999998465

-------------------------------------------------------------------------------------------------------CONTINUOUS FUEL LEAKAGE DETECTED IN TANK NUMBER 0 DURING 8 PERIODS FROM 2015-06-11 21:13:55 TO 2015-06-11 21:14:03

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:03 : 2015-06-11 21:14:04 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.021599999999999397

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:04 : 2015-06-11 21:14:05 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.018200000000000216

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:05 : 2015-06-11 21:14:06 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.021000000000000796

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:06 : 2015-06-11 21:14:07 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.01724862831565993

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:07 : 2015-06-11 21:14:08 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.019426981004264612

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:08 : 2015-06-11 21:14:09 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.020879473530622236

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:09 : 2015-06-11 21:14:10 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.019453324467597982

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:10 : 2015-06-11 21:14:11 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.018682000926556724

-------------------------------------------------------------------------------------------------------CONTINUOUS FUEL LEAKAGE DETECTED IN TANK NUMBER 0 DURING 8 PERIODS FROM 2015-06-11 21:14:03 TO 2015-06-11 21:14:11

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:11 : 2015-06-11 21:14:12 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.018687463503389276

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:12 : 2015-06-11 21:14:13 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.019799999999996487

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:13 : 2015-06-11 21:14:14 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.01740000000000208

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:14 : 2015-06-11 21:14:15 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.017687789275677962

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:15 : 2015-06-11 21:14:16 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.017317601253935708

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:16 : 2015-06-11 21:14:17 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.02006746105716266

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:17 : 2015-06-11 21:14:18 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.02080058971073782

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:17 : 2015-06-11 21:14:18 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.020000000000003126

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:18 : 2015-06-11 21:14:19 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.01740000000000208

-------------------------------------------------------------------------------------------------------CONTINUOUS FUEL LEAKAGE DETECTED IN TANK NUMBER 0 DURING 8 PERIODS FROM 2015-06-11 21:14:11 TO 2015-06-11 21:14:19

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:18 : 2015-06-11 21:14:19 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.018889841883837397

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:19 : 2015-06-11 21:14:20 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.022199999999998

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:19 : 2015-06-11 21:14:20 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.0227999999999966

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:20 : 2015-06-11 21:14:21 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.020699142483424082

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:20 : 2015-06-11 21:14:21 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.018892819126844346

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:21 : 2015-06-11 21:14:22 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.0180747034115825

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:21 : 2015-06-11 21:14:22 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.018000000000000682

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:22 : 2015-06-11 21:14:23 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.019199999999997885

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:22 : 2015-06-11 21:14:23 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.01740000000000208

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:23 : 2015-06-11 21:14:24 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.022481319035991335

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:23 : 2015-06-11 21:14:24 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.022888136240181614

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:24 : 2015-06-11 21:14:25 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.020802498680559153

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:24 : 2015-06-11 21:14:25 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.01705492459666491

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:25 : 2015-06-11 21:14:26 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.019199999999997885

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:26 : 2015-06-11 21:14:27 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.022483412551285067

-------------------------------------------------------------------------------------------------------CONTINUOUS FUEL LEAKAGE DETECTED IN TANK NUMBER 0 DURING 8 PERIODS FROM 2015-06-11 21:14:19 TO 2015-06-11 21:14:27

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:27 : 2015-06-11 21:14:28 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.0176077857643626

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:28 : 2015-06-11 21:14:29 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.022199999999998

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:29 : 2015-06-11 21:14:30 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.019654867056808446

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:30 : 2015-06-11 21:14:31 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.017000000000003013

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:31 : 2015-06-11 21:14:32 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.01863815592089075

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:32 : 2015-06-11 21:14:33 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.02045643608978285

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:33 : 2015-06-11 21:14:34 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.021399999999999864

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:34 : 2015-06-11 21:14:35 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.019047863673472762

-------------------------------------------------------------------------------------------------------CONTINUOUS FUEL LEAKAGE DETECTED IN TANK NUMBER 0 DURING 8 PERIODS FROM 2015-06-11 21:14:27 TO 2015-06-11 21:14:35

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:35 : 2015-06-11 21:14:36 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.020000000000003126

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:36 : 2015-06-11 21:14:37 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.0187094915530749

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:37 : 2015-06-11 21:14:38 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.020600000000001728

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:38 : 2015-06-11 21:14:39 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.021599999999999397

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:39 : 2015-06-11 21:14:40 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.021599999999999397

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:40 : 2015-06-11 21:14:41 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.02004817356503641

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:41 : 2015-06-11 21:14:42 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.020600000000001728

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:41 : 2015-06-11 21:14:42 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.017071165459024276

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:42 : 2015-06-11 21:14:43 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.018215641734876366

-------------------------------------------------------------------------------------------------------CONTINUOUS FUEL LEAKAGE DETECTED IN TANK NUMBER 0 DURING 8 PERIODS FROM 2015-06-11 21:14:35 TO 2015-06-11 21:14:43

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:42 : 2015-06-11 21:14:43 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.022892838608296148

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:43 : 2015-06-11 21:14:44 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.017800000000001148

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:43 : 2015-06-11 21:14:44 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.02179999999999893

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:44 : 2015-06-11 21:14:45 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.02020000000000266

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:44 : 2015-06-11 21:14:45 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.020666045037976796

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:45 : 2015-06-11 21:14:46 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.021666255122800432

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:45 : 2015-06-11 21:14:46 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.018680287000125903

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:46 : 2015-06-11 21:14:47 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.019176053725373537

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:46 : 2015-06-11 21:14:47 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.019799999999996487

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:47 : 2015-06-11 21:14:48 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.022599999999997067

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:47 : 2015-06-11 21:14:48 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.017411483613361207

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:48 : 2015-06-11 21:14:49 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.020150297028302733

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:48 : 2015-06-11 21:14:49 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.021816572559810957

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:49 : 2015-06-11 21:14:50 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.017600000000001614

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:49 : 2015-06-11 21:14:50 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.017000000000003013

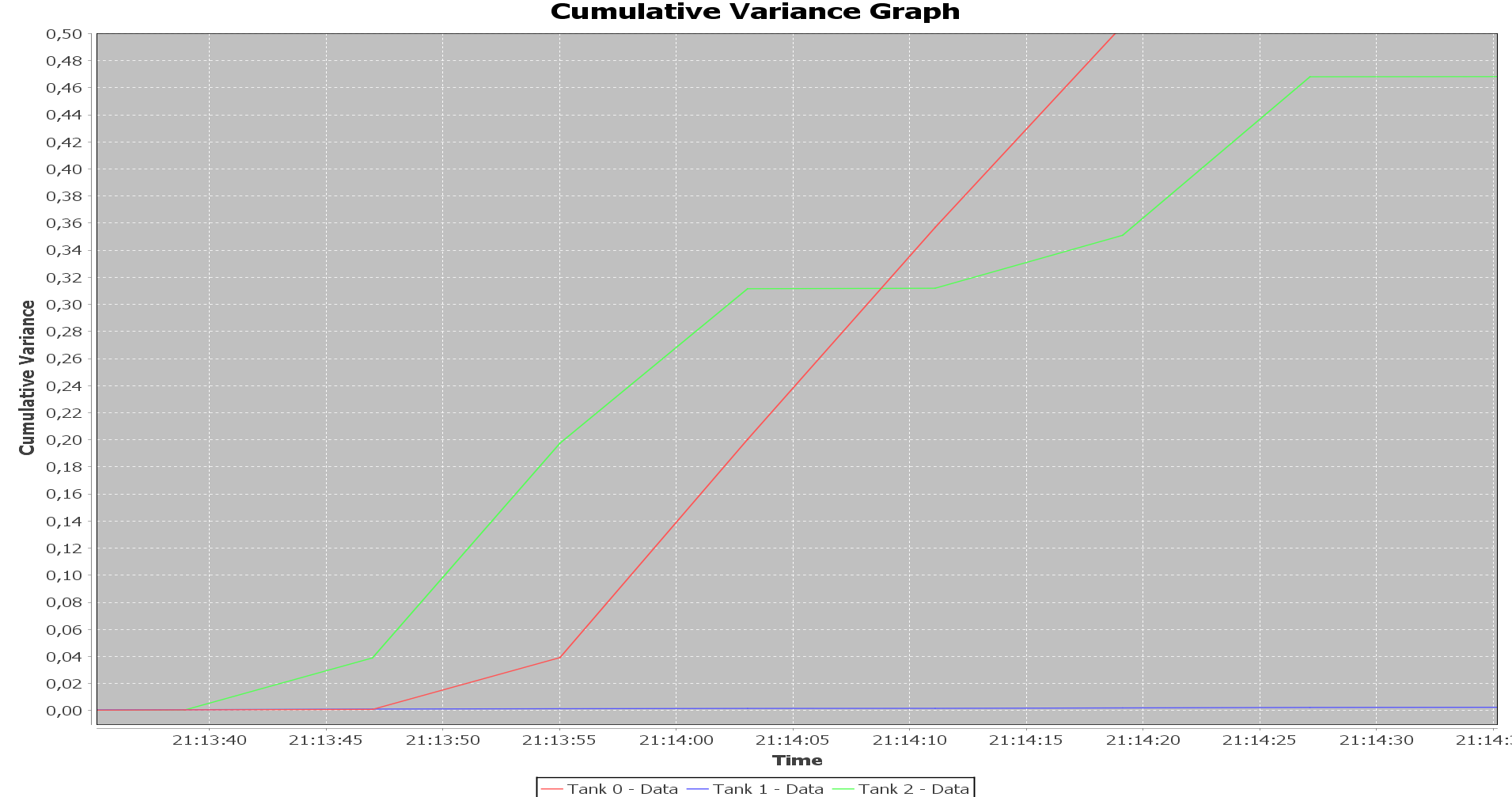
-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:50 : 2015-06-11 21:14:51 - single fuel leakage detected in tank 0 of volume: 0.021632100321115108

-------------------------------------------------------------------------------------------------------CONTINUOUS FUEL LEAKAGE DETECTED IN TANK NUMBER 0 DURING 8 PERIODS FROM 2015-06-11 21:14:43 TO 2015-06-11 21:14:51

-------------------------------------------------------------------------------------------------------2015-06-11 21:14:50 : 2015-06-11 21:14:51 - single fuel leakage detected in tank 2 of volume: 0.020800000000001262

-------------------------------------------------------------------------------------------------------CONTINUOUS FUEL LEAKAGE DETECTED IN TANK NUMBER 2 DURING 8 PERIODS FROM 2015-06-11 21:14:43 TO 2015-06-11 21:14:51

-------------------------------------------------------------------------------------------------------



Rysunek 5 Wykres kumulatywnej wariancji (godzina 21:14:35)

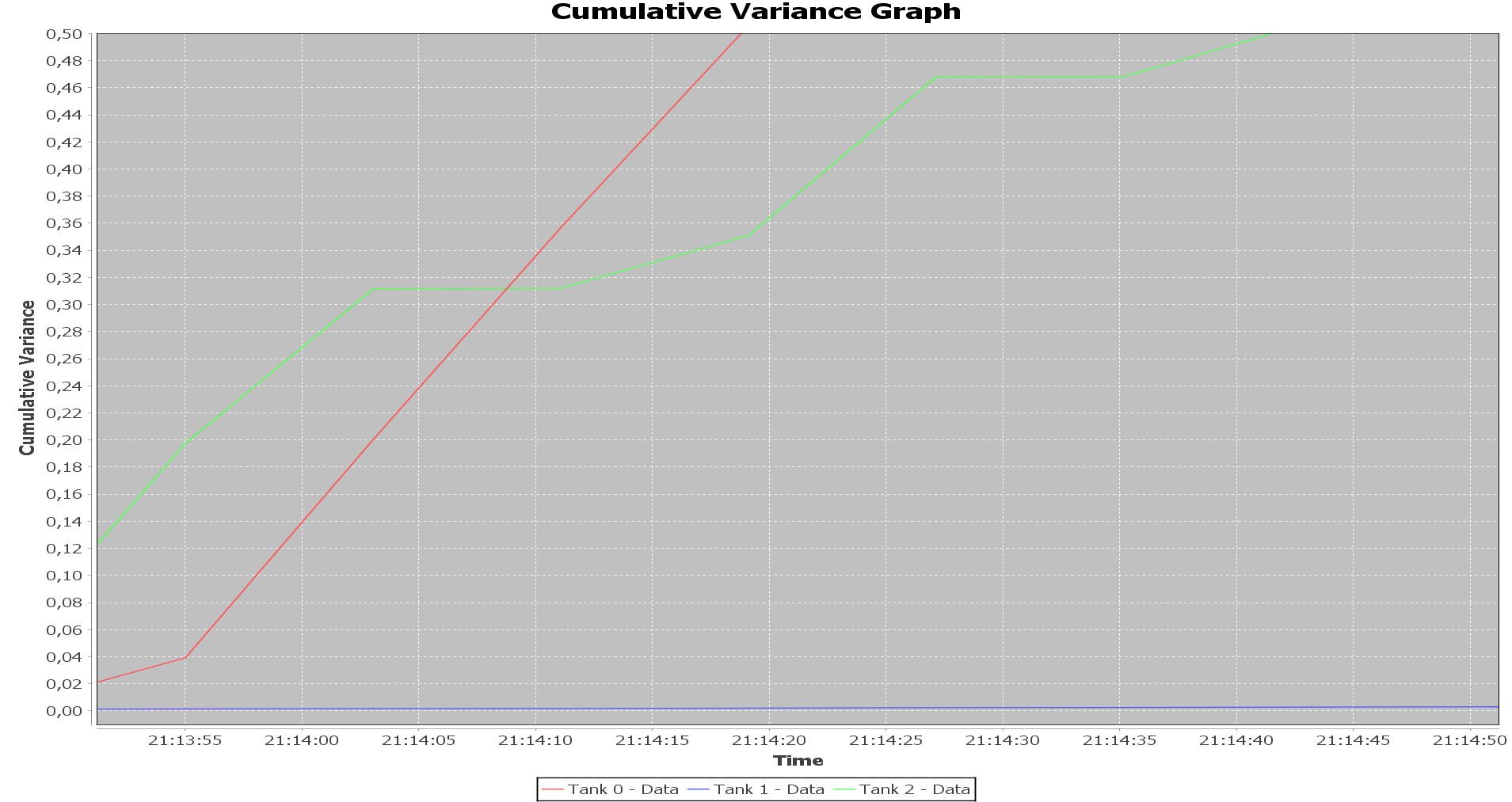
Na podstawie wykresu można zauważyć, że w zbiornikach 0 i 2 występuje wyciek paliwa. Wykres przedstawia kumulatywną wariancję na osi y liczoną jako suma wycieków zidentyfikowanych dla danego zbiornika(różnica pomiaru brutto zużytego paliwa w zbiorniku oraz pomiarów brutto pobranego paliwa przez pistolety podłączone do danego zbiornika) , co należy interpretować następująco:

* jeśli funkcja jest rosnąca mamy do czynienia z wyciekiem paliwa
* jeśli funkcja jest stała wyciek paliwa nie występuje

W zbiorniku 0 występuje stały wyciek paliwa o czym świadczy rosnąca funkcja na wykresie.

Zbiornik 1 podczas trwania symulacji nie wystąpił wyciek paliwa – funkcja stała.

W zbiorniku 2 możemy zauważyć nieco ciekawszy przypadek a więc wyciek paliwa który kilkukrotnie zostaje przerywany. Wycieki paliwa klasyfikowane są jako ciągłe kiedy 6 z 8 pomiarów wskazuje na wyciek paliwa. Co 8 pomiarów kumulatywna wariancja zostaje zwiększona o sumę wycieków z tych pomiarów.



Rysunek 6 Wykres kumulatywnej wariancji (godzina 21:14:50)

Dokładniejsze informacje możemy odczytać z danych w formie tekstowej jednak wykresy pozwalają na szybką i prawidłową ocenę występującej sytuacji.

# 6. Podsumowanie

Symulator stacji paliw został zrealizowany zgodnie z założeniami. Umożliwia generowanie danych pierwotnych pochodzących ze zbiorników paliw i pistoletów oraz ich analizę. Generowane dane uwzględniają sprzedaż, wycieki oraz dostawy paliwa.

W ubiegłym semestrze, generator danych został rozbudowany o następujące funkcjonalności:

* Możliwość zdefiniowania dowolnej ilości zbiorników paliwa
* Możliwość zdefiniowania dowolnej ilości pistoletów
* Możliwość symulacji wycieków paliwa (wraz z możliwością definiowania jego intensywności)
* Detekcja zdarzeń ciągłych (wykrywanie wycieków paliwa)

W tym semestrze zostały wykonanie następujące zadania:

* Możliwość zaburzania wycieków
* Możliwość zapisywania danych do bazy danych
* Możliwość rysowania wykresu kumulatywnej wariancji
* Poprawa detekcji wycieków paliwa

Dzięki przetwarzaniu danych strumieniowych możliwe jest szybkie wykrycie wycieków paliwa co jest bardzo istotne w przypadku stacji paliw. W rzeczywistej stacji paliw zależności jakie zachodzą pomiędzy zbiornikami paliw, pistoletami, temperaturą itd. są o wiele bardziej skomplikowane niż te które założono w projekcie, a więc ich analiza również.