

PROJEKT ZESPOŁOWY

PROJEKT SYSTEMU DO DYSTRYBUCJI PALIW PŁYNNYCH

Autorzy:

Tomasz BARTNIK
Jakub CHRZANOWSKI
Alexander DYSZY
Aleksandra GRZELAK

Prowadzący:

dr hab. inż. C. SMUTNICKI

12 czerwca 2015 r.

Spis treści

1. Cel projektu	2
2. Założenia projektowe	2
3. Koncepcja rozwiązania	2
3.1. Strategia wyboru cystern	2
3.2. Strategia wypełniania komór cystern paliwem.	2
3.3. Ograniczenie związane z maksymalnym czasem pracy kierowcy	2
3.4. Inne algorytmy użyte w realizacji rozwiązywania problemu	3
3.5. Dalszy rozwój algorytmu	3
4. Użyte narzędzia	3
5. Szczegółowy opis rozwiązania	3
6. Opis techniczny oprogramowania	4
6.1. Architektura	4
6.2. Baza danych	4
6.3. Aplikacja www	5
6.4. Wizualizacja tras	5
6.5. Interfejs użytkownika	5
6.5.1. Logowanie	7
6.5.2. Przeglądanie zgłoszeń	7
6.5.3. Przeglądanie cystern	7
6.5.4. Dodawanie zgłoszeń	7
6.5.5. Przeliczanie tras	7
6.5.6. Podgląd ścieżek	7
6.5.7. Panel administracyjny	11
7. Uwagi i wnioski	11
Spis tabel	13
Spis rysunków	13
Spis schematów	13
Literatura	13

1. Cel projektu

Zaprojektować system do dystrybucji paliw płynnych za pomocą floty cystern samochodowych w oparciu o zasoby paliw zgromadzone w jednej centralnej bazie (magazynie).

2. Założenia projektowe

Dostęp do systemu jest realizowany za pomocą standardowej przeglądarki. Zamówienia na paliwa (ich rodzaj i ilość), kategorie cystern dostępne w bazie transportowej, odległości transportowe, ograniczenia czasu pracy kierowców, etc., są kolekcjonowane w bazie danych serwera zaś zarządzanie nimi odbywa się poprzez aplikację webową. Zamówienia są składane on-line przez lokalne stacje paliw i realizowane wg przyjętego scenariusza obsługi. Algorytm optymalizacyjny jest uruchamiany na serwerze.

System zawiera 4 moduły:

- o baza danych z aplikacją serwera plus webowa aplikacja zamówień na dostarczenie paliw,
- o algorytm optymalizacji tras cystern i polityki ich ładowania/rozładowania,
- o interfejs graficzny systemu,
- o system wizualizacji mapy transportowej.

3. Koncepcja rozwiązania

Algorytm realizujący postawione zadanie rozwiązuje dwa cele. Optymalizuje dobór cystern wraz z rozmieszczeniem paliwa w ich komorach według wybranego kryterium, minimalizuje ilość użytych pojazdów oraz dąży do minimalizacji czasu pracy cystern, a tym samym kosztów zużytego paliwa. Podczas rozwiązywania problemu brany pod uwagę jest także maksymalny czas pracy kierowcy.

Polityka realizacji zamówień działa w systemie sesyjnym. To znaczy, że zamówienia nadchodzące danego dnia uszeregowane zostają o ustalonej godzinie dnia następnego. Zamówienia pojawiające się po owej godzinie podlegają szeregowaniu następnego dnia.

3.1. Strategia wyboru cystern

Pod uwagę brane były dwie strategie wyboru cystern. Pierwsza, tzw. Biggest-Tank-First polega na wybieraniu do obsługi zamówienia zawsze cysterny o największej pojemności. Takie podejście ma na celu zminimalizowanie ilości użytych pojazdów kosztem wydłużenia trasy jaką pojazd musi przebyć. Drugą strategią jest strategia Fittest-Tank-First, opierająca się o próby doboru takich cystern, których pojemności są jak najbardziej zbliżone do rozmiaru zamówienia. Stosując tą strategię zmniejszamy sumaryczną odległość przebytą przez pojedynczą cysternę jednocześnie zwiększając ilość użytych do wykonania zleceń pojazdów. W niniejszym projekcie zdecydowano się na przyjęcie strategii pierwszej, a więc Biggest-Tank-First.

3.2. Strategia wypełniania komór cystern paliwem.

Podczas napełniania komór cystern brane są pod uwagę następujące czynniki. W przypadku, gdy ilość zamówionego paliwa jest większa od pojemności rozpatrywanej komory, wówczas komora ta zostanie napełniona, a pozostała część zamówionego paliwa przekazana zostanie do kolejnej komory. Jeśli podczas wyboru komory dla danej ilości paliwa pojemność tej komory jest większa niż ilość paliwa, wówczas poszukiwany jest zbiornik mniejszy, o pojemności jak najbardziej zbliżonej do rozmiaru rozpatrywanego zamówienia. Pozwala to uniknąć wypełniania dużych komór małymi ilościami paliwa, co ma wpływ na koszty transportu, a także jego bezpieczeństwo.

3.3. Ograniczenie związane z maksymalnym czasem pracy kierowcy

Odległości między punktami rozlewu paliwa określone są czasem potrzebnym do przebycia drogi między nimi. Podczas realizacji poprzednio opisanych zadań przeprowadzana jest estymacja czasu

potrzebnego do zrealizowania zadania. Realizowane jest to w następujący sposób. Podczas wyboru cysterny do zrealizowania zadania wyliczany jest pozostały czas możliwej pracy kierowcy owego pojazdu na podstawie z góry ustalonego maksymalnego czasu dziennej pracy oraz przybliżonego czasu wykonania zadań już do cysterny przydzielonych. W przypadku wyznaczenia sumarycznego czasu pracy przekraczającego maksymalny, cysterna nie jest brana pod uwagę do tego zamówienia.

3.4. Inne algorytmy użyte w realizacji rozwiązywania problemu

Do wyznaczenia najkrótszych tras pomiędzy węzłami użyto algorytm Dijkstry.

Realizuje on operacje szukania najkrótszych ścieżek w grafie. Użyty graf jest ważonym grafem nieskierowanym. Działanie tego algorytmu stanowi również podstawę do estymacji "w locie" czasu wykonania kolejnego nałożonego na cysternę zadania. Wynikowy czas jest nie większy niż rzeczywisty czas realizacji.

3.5. Dalszy rozwój algorytmu

W przypadku dalszego rozwoju opisanego wyżej algorytmu należałoby zaopatrzyć go w możliwość doboru cystern według drugiego kryterium. Ponadto dodatkową minimalizację kosztów transportu paliwa można uzyskać rozwiązując problem plecakowy dla każdej cysterny, po wykończeniu jej pozostałego czasu pracy. Po odzyskaniu dodatkowego czasu związanego z kolejną optymalizacją trasy cysterny, pojazd mógłby zostać przywrócony do kolejki cystern rozpatrywanych w realizacji zamówień. Spowodowałoby to jednak gwałtowny wzrost złożoności obliczeniowej algorytmu i jego modyfikacja w tym kierunku byłaby sensowna jedynie w przypadku stosunkowo niewielkiej ilości punktów obsługiwanych przez system.

4. Użyte narzędzia

Do stworzenia aplikacji internetowej wraz z bazą danych użyto platformy DJANGO, dostępnej na licencji BSD¹. Pozwala ona na tworzenie złożonych stron internetowych, opartych na bazie danych. Opiera się na wzorcu projektowym podobnym do model-widok-kontroler (model-view-template). Pozwala na oddzielenie logiki aplikacji (widok), logiki biznesowej (model), wyglądu (szablon) oraz bazy danych.

Jako system zarządzania bazą danych został wybrany SQLITE. System ten przechowuje bazę danych w jednym pliku binarnym. SQLite obsługuje zapytania zagnieżdżone, klucze obce, transakcje, przechowywanie baz danych w pamięci RAM komputera, co przyspiesza działanie bazy.

5. Szczegółowy opis rozwiązania

Organizacja danych wejściowych

1. Zamówienia (Orders) - zamówienie złożone na kilka różnych rodzajów paliwa traktowane jest jak kilka różnych zamówień. Z punktu widzenia algorytmu znaczenie mają takie parametry zamówienia jak ilość zamówionego paliwa i destynacja.
2. Cysterny (Tanks) - Głównymi parametrami cystern mającymi znaczenie w pracy algorytmu są sumaryczna pojemność, rozkład komór, maksymalny/pozostały czas pracy, oraz tzw, lokalizacja. Ten ostatni parametr stanowi podstawę do estymacji czasu wykonania potencjalnego zadania. Przyjmuje się, że komory w cysternie posortowane są nierosnąco.
3. Węzły (Nodes) - Punkty rozlewu paliwa mające ścisły związek z zamawiającymi. Przedstawione są za pomocą grafu nieskierowanego z wagami odpowiadającymi czasowi przebycia drogi między poszczególnymi węzłami.

Ideę działania algorytmu opisuje algorytm 1.

¹ dostępne w Internecie: <https://www.djangoproject.com/>

Algorytm 1 Algorytm wyboru zbiorników oraz cystern do realizacji zadań.

Posortuj *zamówienia* po ilości paliwa nierosnąco.

Posortuj *cysterny* według kryterium Biggest-Tank-First niemalejąco.

Dopóki istnieją nie zrealizowane zamówienia: **wykonaj:**

wybierz największe nieobsłużone zamówienie *order*, (1)

wybierz cysternę *tank* najlepiej odpowiadającą kryterium, (2)

Jeżeli *tank* posiada komory *cells* niezapełnione **oraz** pozostały czas pracy jest mniejszy bądź równy od czasu realizacji zamówienia *order* **to:**

Jeżeli *order* jest niezrealizowane (lub jest tylko częściowo), (3) **to:**

wybierz największą niezapełnioną komórkę cysterny *cell*

Jeżeli pojemność *cell* jest mniejsza bądź równa od rozmiaru zamówienia *order* **to:**

wypełnij komorę *cell* częścią zamówienia *order*

Koniec.

Jeżeli *tank* nie posiada wolnych komór **to:**

idź do (2)

W przeciwnym wypadku:

idź do (3)

Koniec.

W przeciwnym wypadku:

idź do (1)

Koniec.

W przeciwnym wypadku:

idź do (2)

Koniec.

Koniec.

6. Opis techniczny oprogramowania

6.1. Architektura

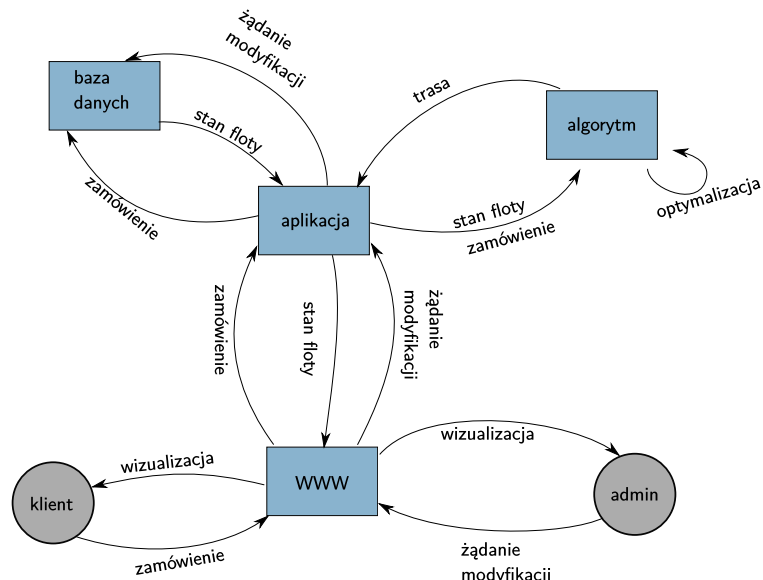
Architektura systemu jest modułowa. System składa się z interfejsu WWW, aplikacji zarządzającej, bazy danych oraz algorytmu optymalizacyjnego.

Przepływ informacji w systemie został przedstawiony na obrazku 1. Użytkownik poprzez interfejs WWW ma możliwość wglądu w stan realizacji zamówień, trasę i załadunku cystern. Jednocześnie poprzez stronę może składać nowe zamówienie. Żądania użytkownika są kierowane do aplikacji, która je obsługuje. Nowe zamówienie jest zapisywane w bazie danych. Z bazy jest pobierana informacja o pozostałych zamówieniach i stanie floty cystern. Te informacje przekazywane są poprzez aplikację do algorytmu optymalizującego, który na tej podstawie wylicza załadunek i optymalną trasę cystern. Nowy stan jest uaktualniany w bazie i wizualizowany użytkownikowi. Administrator ponadto ma możliwość pełnego wglądu do bazy danych i jej modyfikacji.

6.2. Baza danych

Baza danych oparta jest o modele:

- *Paliwo* (Fuel)
 - typ paliwa (np. Pb95),
- *Kontener* (Container)
 - typ paliwa jaki jest wewnątrz (jeżeli jest)
 - maksymalna pojemność
 - do której cysterny należy
 - przydzielone zamówienie (jeżeli jest)
- *Cysterna* (Cistern)
 - nazwa cysterny,



Schemat 1. Przepływ informacji w systemie.

- status (czy jest w trasie)
- pozostały czas pracy,
- ostatnie odwiedzone miasto,
- *Miasto* (City)
 - nazwa miasta
- *Zamówienie* (Order)
 - miasto docelowe,
 - zamówione paliwo
 - ilość paliwa
 - status realizacji
 - data złożenia zamówienia
- *Status zamówienia* (OrderStatus)
 - gotowe / w trakcie realizacji / zrealizowane
- *Odległość* (CityDistance) – miasta i odległości między nimi,
 - miasto początkowe
 - miasto końcowe
 - odległość między nimi
- *Ścieżka* (Path)
 - cysterna,
 - miasta do odwiedzenia (odległość),

6.3. Aplikacja www

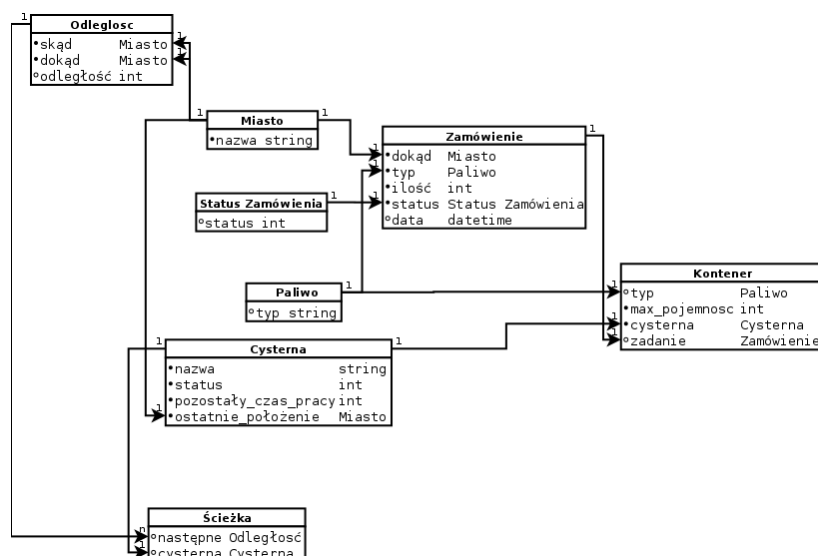
Aplikacja bazuje na widokach (logika aplikacji) oraz szablonach (uzupełnianych przez aplikację).

6.4. Wizualizacja tras

System wizualizacji bazuje na komunikacji na GoogleMaps. Dane z bazy dotyczące trasy i położenia cystern są konwertowane i wyświetlane za pomocą apletu.

6.5. Interfejs użytkownika

Po uruchomieniu aplikacji na serwerze, należy wpisać odpowiedni adres w przeglądarce. Powinna pojawić się strona główna (rys.1).



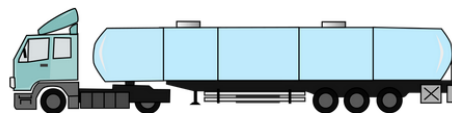
Schemat 2. Baza danych w aplikacji.

Cistern

Witamy w systemie zarządzania zamówieniami

Zamówienia można składać w zakładce złożenie zamówienia, można też śledzić stan zamówienia oraz trasę, którą będzie transportowane zamówienie.

Informujemy, że zamówienia w danym dniu są zbierane do godziny 12:00. Zamówienia złożone później zostaną zrealizowane w dniu następnym.



Cistern

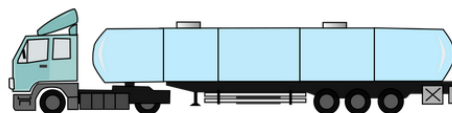
a) Widok strony głównej użytkownika niezalogowanego.

Cistern

Witamy w systemie zarządzania zamówieniami

Zamówienia można składać w zakładce złożenie zamówienia, można też śledzić stan zamówienia oraz trasę, którą będzie transportowane zamówienie.

Informujemy, że zamówienia w danym dniu są zbierane do godziny 12:00. Zamówienia złożone później zostaną zrealizowane w dniu następnym.



Cistern

b) Widok strony głównej po autoryzacji.

Rys. 1. Strona główna.

Nie będąc zalogowanym, można przejść do zakładki: składnie zamówień, przegląd zamówień, przegląd cystern oraz do panelu logowania (rys.1a).

W przypadku zalogowanych użytkowników możliwe jest również przejście do panelu zarządzania i przegląd tras cystern oraz wylogowanie (rys. 1b).

6.5.1. Logowanie

Aby zabezpieczyć system przed niepowołanym dostępem, konieczne jest posiadanie uprawnień przy dokonywaniu modyfikacji systemu, w tym też uruchamianie algorytmu optymalizującego. W przypadku przejścia na taką stronę (np. poprzez wpisanie adresu) bez uwierzytelnienia, pojawi się okno logowania (rys. 2).



Rys. 2. Widok logowania.

6.5.2. Przeglądanie zgłoszeń

W zakładce *Przeglądanie zgłoszeń*, można zobaczyć listę zamówień (rys. 3a). Po kliknięciu w id zamówienia (data złożenia zamówienia), przechodzi się w szczegóły zamówienia, gdzie wyświetlane są: gdzie ma być dostarczone zamówienie, data, ilość i typ paliwa oraz cysterny obsługujące zlecenie (rys. 3b). Po kliknięciu w nazwę cysterny można przejść do szczegółów cysterny.

6.5.3. Przeglądanie cystern

W zakładce *Przeglądania cystern*, pokazane są wszystkie cysterny, wraz z informacją czy realizuje ona zamówienie, pojemność całkowita i pojemność załadunku (rys. 4a). Po kliknięciu w nazwę cysterny, wyświetlane są szczegóły dotyczące cysterny: przegląd wszystkich kontenerów na paliwo wraz z zamówieniami jakie są im przydzielone, pojemność kontenera oraz typ przewożonego paliwa. Pokazana jest też trasa cysterny oraz podgląd cysterny (rys. 4b).

6.5.4. Dodawanie zgłoszeń

W celu dodania zgłoszenia, należy przejść w zakładkę *Złóż zamówienie*. Pojawia się formularz zgłoszeniowy, w którym należy wybrać miejsce docelowe, typ paliwa i ilość (rys. 5). Po pomyślnym przyjęciu zgłoszenia pojawia się komunikat i użytkownik przekierowywany jest na stronę główną.

6.5.5. Przeliczanie tras

W przypadku, gdy użytkownik jest zalogowany, ma możliwość również ręcznego przeliczania trasy. Należy przejść w zakładkę *Zarządzanie* i potwierdzić przeliczenie trasy (rys. 6). Po przeliczeniu tras cystern, użytkownik zostanie przekierowany na stronę główną.

6.5.6. Podgląd ścieżek

Zalogowany użytkownik ma możliwość również wglądu w obliczone trasy. W tym celu należy przejść w zakładkę *Podgląd ścieżek*. Wyświetlą się szczegóły zaplanowanych tras (rys. 7).

Przegląd zamówień

Tu można zobaczyć historię wszystkich zamówień.

Data zamówienia	Dokąd	Typ paliwa	Ilość	Stan realizacji
01.06.2015, 06:00	Środa Śląska	ON	4000	w realizacji
02.06.2015, 15:18	Bielany Wrocławskie	Pb98	3000	w realizacji

a) Przeglądanie zamówień.

Zamówienie

Do:	Środa Śląska
Typ paliwa:	ON
Ilość:	4000
Data zamówienia:	June 1, 2015, 6 a.m.

Lista cystern obsługujących zamówienie

Nazwa	Ładunek / Max	Status	Miasto	Odległość	Pozostały czas pracy
C3	11000 / 18000	w trasie	Wrocław	0 km	8 h

b) Szczegóły zamówienia.

Rys. 3. Przeglądanie zgłoszeń.

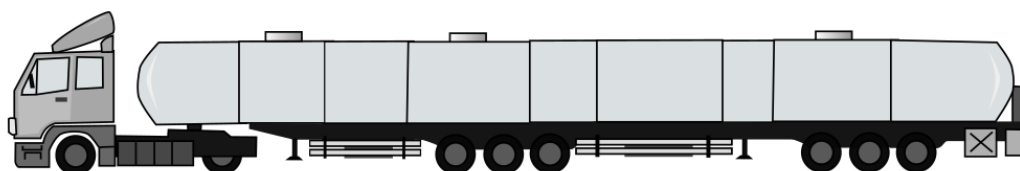
Flota

Widoczne tu są wszystkie pojazdy dostawcze. Można tu zapoznać się z ich trasami, zamówieniami, które realizują oraz załadunkiem.

Nazwa	Ładunek / Max	Status	Miasto	Odległość	Pozostały czas pracy
C1	0 / 15000	gotowy	Wrocław	0 km	8 h
C2	0 / 15000	gotowy	Wrocław	0 km	8 h
C3	11000 / 18000	w trasie	Wrocław	0 km	8 h
C4	0 / 11000	gotowy	Wrocław	0 km	8 h
C5	0 / 11000	gotowy	Wrocław	0 km	8 h
C6	0 / 11000	gotowy	Wrocław	0 km	8 h

a) Przeglądanie floty.

Cysterna C3



Typ paliwa	Ładowność	Załadowany	Zamówienie
ON	5000	tak	01.06.2015, 06:00
ON	2000	tak	01.06.2015, 06:00
Pb98	2000	tak	02.06.2015, 15:18
None	2000	nie	
None	2000	nie	
Pb98	2000	tak	02.06.2015, 15:18

b) Szczegóły cysterny.

Rys. 4. Przeglądanie cystern.

Złóż zamówienie

Zamówienie zrealizujemy najszybciej jak to możliwe.

Miasto docelowe

Typ paliwa

Ilość

Rys. 5. Formularz zamówienia.

Zarządzanie

Czy przeliczyć trasy cystern?

Rys. 6. Ręczne uruchomienie przeliczania tras.

Przegląd ścieżek

Tu można zobaczyć trasy cystern.

Cysterna	Skąd		Dokąd
C3	Wrocław	→	Środa Śląska
C3	Środa Śląska	→	Bielany Wrocławskie

Rys. 7. Podgląd tras cystern.

6.5.7. Panel administracyjny

Aby mieć możliwość wglądu oraz modyfikacji zawartości bazy danych, należy przejść do *Panelu administracyjnego*. Po wpisaniu w adres przeglądarki adresu oraz zalogowaniu się (rys. 8a), można zobaczyć listę modeli bazy (rys. 8b). Po wybraniu modelu, widoczna jest lista obiektów (rys. 8c), jest możliwość dodania, modyfikacji lub usunięcia obiektu (rys. 8d).

7. Uwagi i wnioski

Django administration

Username:

admin|

Password:

•••••

Log in

a) Okno logowania administratora.

Django administration

Site administration

Authentication and Authorization

Groups	+ Add	Change
Users	+ Add	Change

Cistern

Cisterns	+ Add	Change
City distances	+ Add	Change
Citys	+ Add	Change
Fuel containers	+ Add	Change
Fuels	+ Add	Change
Order statuss	+ Add	Change
Orders	+ Add	Change
Paths	+ Add	Change

b) Lista modeli w bazie danych.

Django administration

Welcome, admin. View site / Change password / Log out

Home > Cistern > Cisterns

Select cistern to change

[Add cistern +](#)

Action:

.....

Go

0 of 6 selected

<input type="checkbox"/> Name	Status	Capacity	Max capacity
<input type="checkbox"/> C6	Ready	0	11000
<input type="checkbox"/> C5	Ready	0	11000
<input type="checkbox"/> C4	Ready	0	11000
<input type="checkbox"/> C3	Busy	11000	18000
<input type="checkbox"/> C2	Ready	0	15000
<input type="checkbox"/> C1	Ready	0	15000

6 cisterns

6 cisterns

c) Przykładowa lista obiektów (cysterny).

Django administration

Welcome, admin. View site / Change password / Log out

Home > Cistern > Cisterns > C3

Change cistern

[History](#)

Name:

Status:

Remaining time:

Last location:

Distance from:

Fuel containers	Type	Max capacity	Order	Delete?
ON 5000	<input type="text" value="ON"/>	<input type="text" value="5000"/>	<input type="text" value="2015-06-01T06:00:00"/>	<input type="checkbox"/>
ON 2000	<input type="text" value="ON"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value="2015-06-01T06:00:00"/>	<input type="checkbox"/>
Pb98 2000	<input type="text" value="Pb98"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value="2015-06-02T15:18:28"/>	<input type="checkbox"/>
None 2000	<input type="text" value="None"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="checkbox"/>
None 2000	<input type="text" value="None"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="checkbox"/>
Pb98 2000	<input type="text" value="Pb98"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value="2015-06-02T15:18:28"/>	<input type="checkbox"/>

d) Szczegółowy widok obiektu (cysterna).

Rys. 8. Panel administracyjny.

Spis tabel

Spis rysunków

1	Strona główna.	6
2	Widok logowania.	7
3	Przeglądanie zgłoszeń.	8
4	Przeglądanie cystern.	9
5	Formularz zamówienia.	10
6	Ręczne uruchomienie przeliczania tras.	10
7	Podgląd tras cystern.	10
8	Panel administracyjny.	12

Spis schematów

1	Przepływ informacji w systemie.	5
2	Baza danych w aplikacji.	6

Literatura

- [1] M. Bartecki *System zarządzania dystrybucją paliw.*