



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

**WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI,  
INFORMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ**

KATEDRA INFORMATYKI STOSOWANEJ

Praca dyplomowa magisterska

*Aplikacja internetowa wyznaczająca ograniczenia prędkości na drogach  
na podstawie danych z OpenStreetMap*

*Web application that determines speed limits on roads based on data  
from OpenStreetMap*

Autor:

*Piotr Jaromin*

Kierunek studiów:

*Informatyka*

Opiekun pracy:

*dr inż. Grzegorz Rogus*

Kraków, 2018

*Uprzedzony o odpowiedzialności karnej na podstawie art. 115 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631 z późn. zm.): „Kto przywłaszcza sobie autorstwo albo wprowadza w błąd co do autorstwa całości lub części cudzego utworu albo artystycznego wykonania, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 3. Tej samej karze podlega, kto rozpowszechnia bez podania nazwiska lub pseudonimu twórcy cudzy utwór w wersji oryginalnej albo w postaci opracowania, artystycznego wykonania albo publicznie zniekształca taki utwór, artystyczne wykonanie, fonogram, wideogram lub nadanie.”, a także uprzedzony o odpowiedzialności dyscyplinarnej na podstawie art. 211 ust. 1 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (t.j. Dz. U. z 2012 r. poz. 572, z późn. zm.): „Za naruszenie przepisów obowiązujących w uczelni oraz za czyny uchybiające godności studenta student ponosi odpowiedzialność dyscyplinarną przed komisją dyscyplinarną albo przed sądem koleżeńskim samorządu studenckiego, zwanym dalej «sądem koleżeńskim».”, oświadczam, że niniejszą pracę dyplomową wykonałem(-am) osobiście i samodzielnie i że nie korzystałem(-am) ze źródeł innych niż wymienione w pracy.*

*Serdecznie dziękuję ... tu ciąg dalszych podziękowań np. dla promotora, żony, sąsiada itp.*



## Spis treści

<b>1. Wprowadzenie.....</b>	<b>7</b>
1.1. Wstęp.....	7
1.2. Cele pracy .....	9
1.3. Wykorzystane technologie.....	11
1.4. Przegląd literatury.....	11
1.5. Układ pracy.....	11



# 1. Wprowadzenie

## 1.1. Wstęp

Bezpieczeństwo na drogach stanowi jedno z podstawowych celów postawionych zarówno przez budowniczych dróg, producentów samochodów ich użytkowników a także osób znajdujących się pobliżu. Aby zredukować liczbę wypadków, niezbędne jest uwzględnienie ogromnej liczby czynników wpływających na bezpieczeństwo na drogach. Należy wziąć pod uwagę warunki atmosferyczne występujące w danej okolicy, ukształtowanie terenu, roślinność która może niekorzystnie wpłynąć na widoczność, drzewa znajdujące się w pobliżu tras oraz samo oznakowanie dróg. Nie należy także lekceważyć statystyk dotyczących wypadków na danych odcinkach dróg. Na bezpieczeństwo na drogach wpływ mają również producenci pojazdów. Rozwijane przez nich inteligentne czujniki, systemy wspomagania jazdy mają kluczowe znaczenie w redukcji ryzyka popełnienia błędu przez człowieka.

W tabeli 1.1 znajduje się zestawienie przedstawiające tolerancje biomechaniczną człowieka dla różnych typów pojazdów.

**Tabela 1.1.** Biomechaniczna tolerancja na wypadki

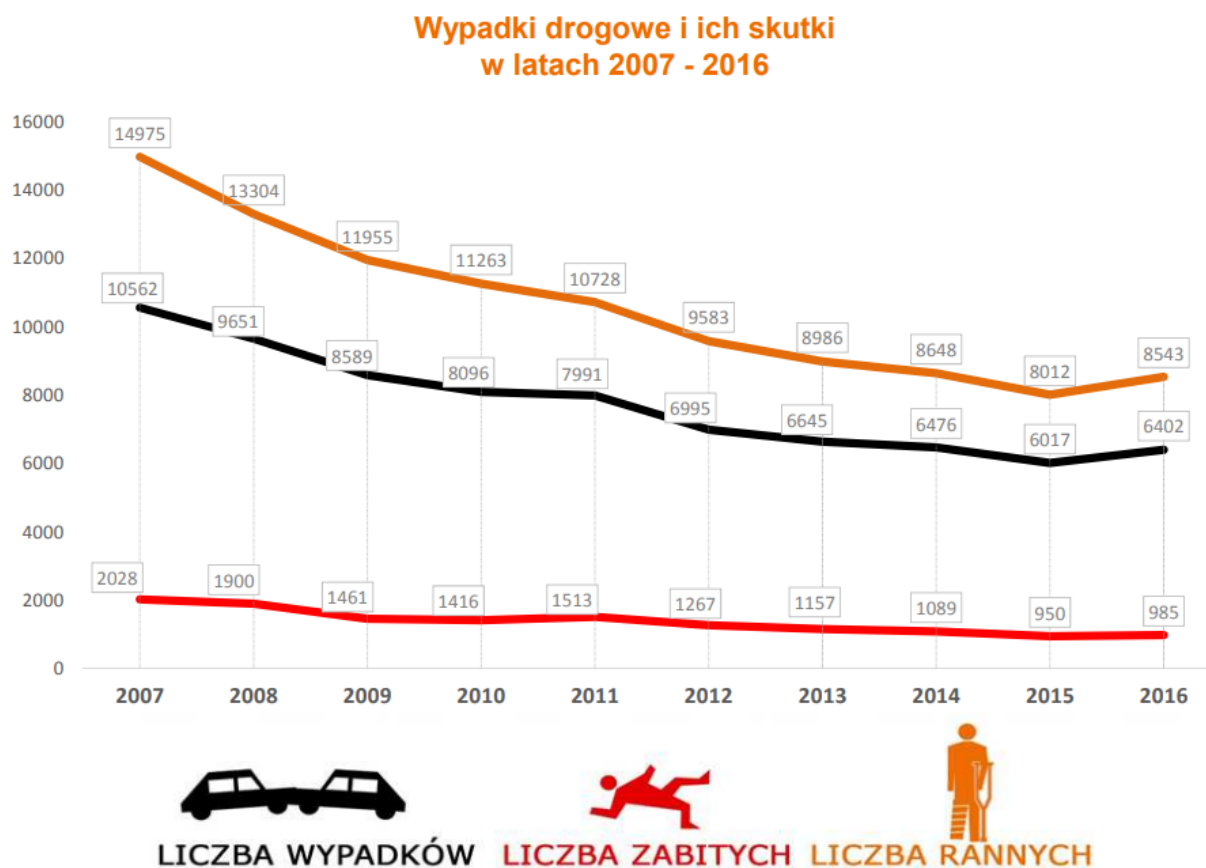
Typ wypadku	Prędkość uderzenia
samochód / pieszy / rowerzysta	20 - 30 km/h
samochód / motocykl	20 - 30 km/h
samochód / drzewo lub słup	30 - 40 km/h
samochód / samochód (zderzenie boczne)	50 km/h
samochód / samochód (zderzenie czołowe)	70 km/h

Source: Na podstawie Austroroads 2005

Z tabeli 1.1 odczytać można, że najbardziej podatni na zagrożenia w ruchu drogowym są piesi, rowerzyści oraz motocykliści. Oczywiście są to uśrednione dane. Ryzyko poważnych obrażeń a nawet śmierci w niektórych przypadkach może dotyczyć przy jeszcze mniejszych prędkościach.

W "Raport o stanie bezpieczeństwa ruchu drogowego dla dróg krajowych w zarządzie GDDKiA" opublikowanym na stronie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, znajduje się zestawienie liczby wypadków drogowych i ich skutków, w latach 2007 - 2016.

Rys. 1.1. wypadki drogowe i ich skutki



Source: Raport o stanie bezpieczeństwa ruchu drogowego dla dróg krajowych w zarządzie GDDKiA.

Z Rys.1.1. odczytać można, że liczba wypadków, z jednym wyjątkiem (z roku 2016) nieustannie maleje. W 2007 roku miało miejsce 10562 wypadków, w których liczba zabitych wyniosła 2028 osób, natomiast rannych było 14975. W porównaniu z 2016 został odnotowany spadek o ok. 40 %. Niewątpliwie jest to ogromny sukces, jednak liczba ta dalej jest zatrważająco wysoka.



## 1.2. Cele pracy

Głównym celem niniejszej pracy dyplomowej jest stworzenie inteligentnego systemu, mającego za zadanie predykcję dopuszczalnych prędkości w ruchu drogowym. Ponadto zostaną opracowane modele i narzędzia pozwalające na obliczenie prędkości na drogach. Rozwiązanie bazować będzie na metodach automatycznego wnioskowania, modelach matematycznych i informacjach geoprzestrzennych. Dzięki temu, możliwe będzie wyznaczenie optymalnego rozwiązania dla złożonego, wielokryterialnego problemu, w którym kluczowe znaczenie będzie miało bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego, przy zachowaniu maksymalnej przepustowości infrastruktury drogowej.

Aglorytm predykcji dopuszczalnych prędkości w ruchu drogowym będzie wykorzystywał następujące informacje

- **pojedyncze poziome zakręty** - zostaną podzielone na trzy grupy, według długości promienia skrętu:
  - **mały promień skrętu** - o maksymalnej długości promienia 300m
  - **średni promień skrętu** - o długości promienia powyżej 300m i poniżej 600m
  - **duży promień skrętu** - o długości promieniu powyżej 600m
- **połączone poziome zakręty** - będące połączone prostą o długości nie przekraczają 200m. Zostaną podzielone na dwie grupy, według długości promienia skrętu:
  - **najpierw zakręt o większym promieniu, następnie o mniejszym**
  - **najpierw zakręt o mniejszym promieniu, następnie o większym**
- **pobliże szkół i miejsc zabaw** - w takich przypadkach prędkość musi zostać dobrana, aby kierowca bez przeszkód mógł zatrzymać się nie powodując zagrożenia dla zdrowia i życia osób niepełnoletnich. Należy mieć na uwadze fakt, że zachowanie małoletnich osób często jest nieobliczalne. Nigdy nie wiadomo kiedy mogą pojawić się na drodze
- **pobliże sklepów i miejsc kultów religijnych** - dostosowanie prędkości do większego niż zwykle ruchu pieszych jak i pojazdów mechanicznych.
- **pobliże przystanków autobusowych i tramwajowych** - zdrażają się szczególne sytuacje, gdy pasażerowie komunikacji zbiorowej, bez patrzenia biegną do już odjeżdżającej autobusu czy tramwaju. W takim przypadku szczególnie ważne jest dostosowanie prędkości, żeby kierowca mógł bez przeszkód odpowiednio wcześniej zareagować na taką ewentualność

- **przejścia dla pieszych** - w sytuacjach jak powyżej, z tą różnicą, że zamiast na autobus, przebiegają na "późnym zielonym lub czasem już czerwonym. Do takich sytuacji najczęściej dochodzi w miastach, gdzie tempo życia jest bardzo duże. Należy pamiętać, że ok. 25% wypadków na przejściach z sygnalizacją spowodowane jest wtargnięciem pieszego na czerwonym świetle.
- **tunele i mosty** - szczególne typy dróg, gdzie w tunelach są inne warunki oświetleniowe, oraz stan nawierzchni w większości przypadków nie jest zależny od warunków atmosferycznych. Mosty zazwyczaj nie są tak szerokie jak ulice do nich prowadzące, dlatego trzeba być przygowanym na np. zwężenia drogi.
- **ilość pasów ruchu** - prędkość będzie większa na kilkupasmowej drodze, w porównaniu z jednopasmową
- **typ nawierzchni** - jest to bardzo ważny czynnik, ponieważ poruszając się z nieodpowiednią prędkością po nieprzystosowanej do tego nawierzchni, np. żwirowej, bardzo łatwo jest uszkodzić podwozie samochodu
- **typ drogi** - autostrady, drogi osiedlowe, eksresowe, główne itp.
- **zmiana prędkości między poszczególnymi strefami ograniczeń prędkości** - płynna jazda jest znacznie mniej ryzykowna niż nagle zmiana prędkości pojazdu. Dlatego w sytuacjach, gdy na drodze znajduje np. przejście dla pieszych, należy stopiowo ustawiać coraz to niższe wartości znaków sygnalizujących ograniczenie prędkości
- **przejazdy kolejowe** - są zarówno strzeżone jak i nie strzeżone. W obu przypadkach należy zachować szczególną ostrożność, dlatego też prędkość musi być odpowiednio niższa. Trzeba mieć na uwadze, że przez dużą masę pojazdów szynowych, wypadki kolejowe należą do jednych z najbardziej śmiertelnych.
- **historia wypadków** - również jest to dość istotny czynnik, który algorytm powinien uwzględniać

Oprócz danych pobranych z OpenStreetMap, aplikacja musi posiadać możliwość manualnego - przez zwykłego użytkownika, definiowania obiektów i przeszkód na drodze. Jest to szczególnie istotne, gdyż nie wszystkie dane umieszczone są OSM.

Kluczową kwestią działanie algorytmu są również miejsce w których powinien umieszczać znaki ograniczenia prędkości. Kierowca odpowiednio wcześniej musi zostać poinformowany o przeszkodzie na drodze, żeby mieć wystarczający czas na reakcję. Dla przykładu, niedopuszczalna jest sytuacja, gdy kierowca podróżując z szybkością 90 km/h, natrafia na znak informujący o znajdującym się za nim przejściu dla pieszych. Prawidłowo działający algorytm, powinien informować o potrzebie stopniowej redukcji prędkości, poprzez umieszczanie znaków ograniczeń prędkości o coraz to mniejszych wartościach. Dzięki temu możliwa będzie płynność jazdy, przy zachowaniu odpowiedniego bezpieczeństwa.

### 1.3. Wykorzystane technologie

Cała aplikacja bazować będzie na dynamicznej stronie internetowej. W tym celu zostanie wykorzystany stos technologiczny, bazujący na javascriptcie, jakim jest MEAN stack. Miałem kilka powodów, dla którym wybrałem te konkretne technologie. Pierwszym jest rosnąca popularność tego stosu. Coraz więcej firm przekonuje się do tej technologii, więc popyt na programistów z tego zakresu rośnie z roku na rok. Drugim powodem jest fakt, że można go uruchomić na prawie każdym urządzeniu czy platformie, przez co jest duża przenośność kodu. Dodatkowo MEAN stack idealnie nadaje się do prostych, skalowalnych aplikacji webowych, w których nacisk kładziony jest na intensywną wymianę danych w czasie rzeczywistym na wielu urządzeniach.

Schemat działania aplikacji wygląda następująco. Dane zostaną pobrane z oficjalnej strony OpenStreetMap, 'www.openstreetmap.org'. Są one zapisane w formacie xml. W celu łatwiejszego ich przetwarzania, zostaną przekonwertowane do formatu GeoJson. Jest to rozszerzenie formatu Json o dane niezbędne do operowania na geograficznym typie danych. Przetworzone dane, będą przechowywane w mLab. Jest to w pełni zarządzana usługa bazy danych w chmurze, która hostuje bazy danych MongoDB.

Back-end aplikacji zostanie napisany w Node.js. Jego głównym zadaniem będzie łączenie się z mLabem w celu pobrania, zapisu, edycji i usuwania danych. Ponadto będzie komunikował się również z frontendem, po to aby przekazywać pobrane dane. Dodatkowo, w celu zmniejszenia objętości kodu i tym samym zwiększenia jego czytelności, zostanie użyty framework Express.js.

Za zarządzanie front-endem odpowiedzialny będzie angular w wersji 5. Na nim zostanie uruchomiona biblioteka Leaflet. Umożliwia wyświetlenie interaktywnej mapy, którą zasilić będzie można różnymi typami danych, np. w formacie GeoJson. Dzięki niej, użytkownik zyska możliwość wprowadzania swoich danych, przeglądania już istniejących czy dowiedzieć się, jakie prędkości są dozwolone na danych odcinkach dróg. Kolejną, dość istotną funkcjonalnością biblioteki leaflet jest możliwość zarządzania wyświetlanymi obiektami. W prosty sposób będzie można ukryć wszystkie dane, wyświetlać tylko drogi, tylko ograniczenia prędkości lub różne kombinacje danych, które nas interesują.

### 1.4. Przegląd literatury

### 1.5. Układ pracy

Praca składa się z N rozdziałów.

- Pierwszy z nich zawiera wstęp, cele pracy, wykorzystane technologie oraz przegląd literatury.
- Drugi składa się z ...,
- W trzecim zawarto informacje na temat...
- Czwarty...