



Autor rozprawy doktorskiej: Aleksandra Romanowska

Tytuł rozprawy doktorskiej: Makroskopowe modele ruchu potoku pojazdów na odcinkach międzywęzłowych autostrad i dróg ekspresowych

Streszczenie

W polskiej nauce przez ostatnie 30 lat niewiele miejsca poświęcono kompleksowemu badaniu i modelowaniu ruchu potoku pojazdów na drogach o ruchu nieprzerwanym, takich jak autostrady czy drogi ekspresowe. Zainteresowanie tymi zagadnieniami wróciło dopiero w ostatnich latach, w rezultacie systematycznego rozwoju sieci autostrad i dróg ekspresowych w Polsce oraz poszukiwania metod szacowania przepustowości i oceny warunków ruchu na tych drogach. Ten okres stagnacji w polskich badaniach wobec rozwoju badań zagranicznych przełożył się na powstanie luki badawczej przejawiającej się w braku polskich modeli ruchu potoku pojazdów. W ramach realizacji pracy doktorskiej podjęto się wypełnienia tej luki, badając i modelując zależności między fundamentalnymi parametrami ruchu potoku pojazdów – natężeniem, prędkością i gęstością potoku pojazdów na odcinkach międzywęzłowych autostrad i dróg ekspresowych w Polsce.

W pracy podjęto się odpowiedzi na następujące pytania badawcze:

- Czy możliwe jest zaadoptowanie istniejących modeli zależności fundamentalnej do opisu ruchu potoku pojazdów na odcinkach autostrad i dróg ekspresowych w Polsce?
- Czy możliwa jest budowa nowych modeli zależności fundamentalnej, które wykazywałyby się lepszymi właściwościami od modeli istniejących w zastosowaniu do opisu ruchu potoku pojazdów na odcinkach autostrad i dróg ekspresowych w Polsce?
- Jakie czynniki i w jaki sposób oddziałują na fundamentalne parametry ruchu potoku pojazdów?
- Czy wyniki badań mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w opracowywanej metodzie oceny warunków ruchu dla odcinków autostrad i dróg ekspresowych?

W celu odpowiedzi na postawione pytania przeprowadzono badania i analizy obejmujące:

- przegląd literatury krajowej i zagranicznej na temat charakterystyki ruchu potoku pojazdów na odcinkach autostrad i dróg ekspresowych, modelowania zależności występujących pomiędzy parametrami ruchu potoku pojazdów, określania warunków ruchu czy wpływu wybranych czynników na te warunki,
- badanie i charakterystykę ruchu potoku pojazdów na polskich odcinkach autostrad i dróg ekspresowych w Polsce,
- modelowanie zależności pomiędzy natężeniem, prędkością i gęstością potoku pojazdów poprzez zaadoptowanie istniejących modeli oraz poszukiwanie i budowę nowych modeli,
- identyfikację i analizę czynników związanych z wpływem warunków drogowych, ruchowych i atmosferycznych na fundamentalne parametry ruchu potoku pojazdów.

Szczególną uwagę w pracy poświęcono zagadnieniu matematycznego modelowania zależności pomiędzy natężeniem, prędkością i gęstością potoku pojazdów na odcinkach autostrad i dróg



ekspresowych w Polsce. Wybrano oraz zaadoptowano do warunków polskich istniejące modele zależności fundamentalnej. Wynikiem analiz był dobór parametrów modeli pozwalających uzyskać jak najlepsze dopasowanie modeli do danych empirycznych. Ze względu na zaobserwowane ograniczenia istniejących modeli podjęto próbę zaproponowania nowych modeli, usuwających wskazane ograniczenia i charakteryzujących się lepszym dopasowaniem do danych empirycznych. Zarówno próba zastosowania modeli z innych dziedzin nauki (geotechnika, neurobiologia) oraz próba kombinacji istniejących modeli w celu budowy nowego, polskiego modelu zależności fundamentalnej, dały zadowalające rezultaty. Wynikiem pracy jest nowy model, rekomendowany przez autora do opisu zależności fundamentalnej w warunkach polskich.

W badaniach zastosowano szereg narzędzi statystycznych, takich jak: nieliniową metodę najmniejszych kwadratów w celu dopasowania modeli i estymacji parametrów modeli, miary dobroci dopasowania do oceny analizowanych modeli, testy ANOVA i porównań wielokrotnych w celu identyfikacji czynników wpływających na warunki ruchu. Narzędziem badawczym w dalszych analizach był również wybrany model zależności fundamentalnej, który wykorzystano do oceny wpływu wybranych czynników na parametry ruchu potoku pojazdów i przepustowość drogi.

Wyniki badań posłużyły do opracowania oraz zaproponowania nowych i oryginalnych elementów do polskiej metody oceny warunków ruchu na odcinkach międzywęzłowych autostrad i dróg ekspresowych: nowego, polskiego modelu zależności fundamentalnej, rozszerzenia metody o możliwość analizy warunków ruchu w niekorzystnych warunkach atmosferycznych i oświetlenia oraz uzupełnienie jej o metodę oceny warunków ruchu na poszczególnych pasach ruchu.

Słowa kluczowe: autostrady, drogi ekspresowe, teoria ruchu potoku pojazdów, potok pojazdów, zależność fundamentalna, modele makroskopowe, warunki ruchu, metoda oceny



Author of Doctoral Thesis: Aleksandra Romanowska

Title of Doctoral Thesis: Macroscopic models of traffic flow on motorways and express roads sections

Abstract

Over the last 30 years in Poland, not much attention was paid to the comprehensive analysis and modelling of traffic flow on uninterrupted traffic flow facilities, such as motorways and express roads. Only in recent years an interest in the issue has returned as a result of systematic development of Poland's motorways and express roads network and searching for methods to estimate capacity and assess traffic conditions on these roads. This period of stagnation in Polish research in comparison to the development of global research has translated into the emergence of research gap, which is reflected in the lack of Polish models allowing to describe traffic flow on uninterrupted traffic flow facilities. The work undertaken within this doctoral thesis was aimed to fill the gap by analysing and modelling the relationship between fundamental traffic flow parameters: volume, speed and density of traffic flow on motorways and express roads sections in Poland.

This dissertation addresses the following research questions:

- Can existing traffic flow models be adopted to properly describe the traffic flow on sections of motorways and express roads in Poland?
- Is it possible to build new models of fundamental relationship, that would better describe the traffic flow on motorways and express roads sections in Poland?
- What factors influence traffic flow parameters and what is the impact?
- Can the research results be applied in practice, in the Polish method of capacity estimation and assessing traffic conditions for sections of motorways and express roads?

In order to answer the research questions, the research was undertaken including:

- literature studies, with the focus on traffic flow characteristics, macroscopic modelling of traffic flow, fundamental relationship of traffic flow, factors affecting traffic flow parameters, roads capacity and methods to estimate this, traffic flow conditions and the methods for their assessment,
- analysis of traffic flow on Polish motorways and express roads sections,
- modelling the relationship between volume, speed and density of traffic flow, by adopting existing traffic flow models or building and applying new models,
- identification of factors, related to the road and its environment, traffic composition, weather and lighting conditions, that affect fundamental traffic flow parameters and analysis of the influence.

Particular attention was paid to the issue of mathematical modelling of the relationship between volume, speed and density of the traffic flow on motorways and express roads sections in Poland. The existing models of fundamental relationship were chosen, adapted to Polish conditions and evaluated. Due to the observed limitations of existing models, an attempt was made to propose new models, removing the indicated constraints and better matching with empirical data. Both the attempt to use models from other fields of science (geotechnics, neuroscience) and to combine existing models to build



a new, Polish model of fundamental relationship, have yielded satisfactory results. In the result of the work new model of fundamental relationship was proposed and recommended for use in Polish conditions.

A number of statistical tools were used in the analyses, such as: non-linear least squares method for estimation of model parameters, goodness of fit measures to evaluate the analysed models, ANOVA and multiple comparisons tests to identify factors affecting traffic conditions. Furthermore, the chosen fundamental relationship model was used as a research tool in order to assess the impact of selected factors on the traffic flow parameters and road capacity.

The research results were further used to develop and propose new and original elements for the Polish method of capacity estimation and traffic conditions assessment of motorways and express roads sections, including: new model of the relationship between volume, speed and density of traffic flow; method to assess traffic flow conditions in adverse weather conditions, method to assess traffic conditions on individual lanes.

Keywords: motorways, express roads. Traffic flow theory, traffic flow, fundamental relationship of traffic flow, macroscopic models, traffic conditions, highway capacity methods