

STRESZCZENIE

Rozprawa doktorska "*Modele planowania dostaw autogazu do sieci stacji paliw*" dotyczy możliwości użycia metod badań operacyjnych do planowania powtarzającej się dystrybucji jednorodnego produktu (jakim jest autogaz) przy użyciu jednolitej floty pojazdów do wielu odbiorców w strategii VMI (ang. *Vendor Managed Inventory*) czyli zarządzania zapasami sterowanego przez dostawcę w danym horyzoncie planowania i określenia jak metody te sprawdzają się w warunkach dużej zmienności sprzedaży. Praca powstała w oparciu o doświadczenia zebrane w ramach obserwacji usług logistycznych realizowanych przez specjalistyczną firmę transportową świadczącą usługi dystrybucji autogazu dla jednego z krajowych koncernów petrochemicznych.

Głównym osiągniętym celem rozprawy jest zbudowanie modelu planowania tras pojazdów realizujących dostawę autogazu do sieci stacji paliw w warunkach silnie zmiennego popytu w strategii zarządzania zapasami przez dostawcę (VMI), który pozwala w sposób ekonomicznie efektywny planować dostawy i obniżać koszty. Praca składa się z ośmiu zasadniczych rozdziałów. Rozdział pierwszy stanowi ogólne wprowadzenie do planowania dostaw. Dokonano przeglądu literatury przedmiotu w oparciu o zgromadzone krajowe i zagraniczne źródła bibliograficzne. Przedstawiono aktualny stan zagadnienia i określono lukę badawczą, a następnie sformułowano cel i zakres rozprawy oraz jej tezy. W rozdziale drugim przedstawiono specyfikę planowania i realizacji dostaw autogazu do sieci stacji paliw na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa transportowego. Omówiono problem zmienności popytu spotykany w przypadku dystrybucji autogazu i jego wpływ na proces planowania dostaw do sieci stacji paliw. W rozdziale trzecim omówiono klasyczne modele znane z badań operacyjnych (TSP, VRP i IRP) w aspekcie problematyki planowania dostaw autogazu do sieci stacji paliw. Przedstawiono założenia ogólne problemu i zaproponowano schemat jego modelowania. W czwartym rozdziale dokonano klasyfikacji metod rozwiązywania problemów wyznaczania tras pojazdów. Przedstawiono możliwość łącznego wykorzystania metod optymalizacyjnych i symulacyjnych w odniesieniu do sformułowanego problemu badawczego a także metodę kroczonego horyzontu planowania oraz metody symulacyjne. W rozdziale piątym zaprezentowano autorskie modele planowania dostaw autogazu do sieci stacji i zweryfikowano możliwości ich stosowania w odniesieniu do rzeczywistych problemów występujących w badanym przedsiębiorstwie transportowym. Przeanalizowano możliwości i warunki stosowania zaproponowanych metod w kolejnych okresach horyzontu planowania. Zwrócono uwagę na możliwość opracowania wynikowego modelu decyzyjnego do zastosowania w praktyce w warunkach silnej zmienności popytu. Rozdział szósty obejmuje tematykę związaną z prezentacją metodyki oraz wyników przeprowadzonych eksperymentów obliczeniowych i symulacji. Po zidentyfikowaniu parametrów badanego zagadnienia przedstawiono wyniki eksperymentów przeprowadzonych dla danych generowanych

losowo oraz dla danych rzeczywistych z wykorzystaniem opracowanych modeli. Dokonano analizy porównawczej uzyskanych wyników oraz przeprowadzono weryfikację opracowanych modeli metodą analizy wrażliwości. Przedstawiono końcowe rekomendacje dotyczące adaptacji i implementacji opracowanego modelu decyzyjnego w zastosowaniach praktycznych w badanym przedsiębiorstwie transportowym. W rozdziale siódmym zaprezentowano praktyczne zastosowanie opracowanego modelu w wybranym przedsiębiorstwie. Przedstawiono program do planowania dostaw autogazu zbudowany na bazie opracowanych modeli i porównano wyniki stosowania programu uzyskane w badanym przedsiębiorstwie transportowym z wynikami uzyskiwanymi przed wdrożeniem programu. W rozdziale ósmym podsumowano wyniki badań i postawiono wnioski dotyczące zarówno aspektów teoretycznych jak i możliwości wykorzystania opracowanych koncepcji w zastosowaniach praktycznych. Przedstawiono rekomendacje końcowe i kierunki dalszych badań.

W pracy sformułowano dwie tezy: 1/ Budowa i zastosowanie algorytmów do planowania tras i dostaw w oparciu o klasyczne modele VRP i IRP z wykorzystaniem heurystycznych metod optymalizacyjnych może pozwolić na istotne zwiększenie efektywności realizowanych procesów przewozowych w przedsiębiorstwie transportowym wykonującym dostawy autogazu do ogólnokrajowej sieci stacji paliw; 2/ Wykorzystanie w praktyce modelu dopasowanego do zmiennego popytu umożliwi istotne zmniejszenie pracy przewozowej niezbędnej do zrealizowania dostaw przy zapewnieniu wysokiego poziomu dostępności autogazu na stacjach.

W pracy dowiedziono, że budowa i zastosowanie algorytmów do planowania tras i dostaw w oparciu o klasyczne modele VRP i IRP z wykorzystaniem heurystycznych metod optymalizacyjnych pozwoliło na istotne zwiększenie efektywności realizowanych procesów przewozowych poprzez obniżenie kosztów transportu średnio o 8-11%. Dowiedziono też, że wykorzystanie w praktyce modelu dopasowanego do zmiennego popytu umożliwiło istotne zmniejszenie pracy przewozowej poprzez obniżenie liczby kilometrów niezbędnych do dostarczenia jednej tony gazu średnio o 8-11% przy zapewnieniu braku przestojów stacji z winy przewoźnika.

Opracowana i wdrożona aplikacja komputerowa oparta na zaproponowanych modelach decyzyjnych umożliwiła znaczne usprawnienie procesów związanych z dystrybucją autogazu w układzie zamkniętym.

Słowa kluczowe: planowanie dostaw, modelowanie, dystrybucja, badania operacyjne, przewozy ładunków, VMI, VRP, IRP

ABSTRACT

The dissertation "Planning and Scheduling Models of Autogas Delivery to Gas Station Network" refers to the application of operational research methods for repetitive autogas distribution with a homogenous tank-truck fleet to multiple customers in a VMI (*Vendor Managed Inventory*) approach. One of the main research issues of the thesis was analyzing the performance of these methods for highly variable demand. The specialist hauler's operations were observed and studied while providing the autogas distribution services for one of the domestic petrochemical companies.

The main goal achieved in the dissertation was the construction of the autogas replenishment model for a gas station network for highly variable demand in VMI approach. The model allows the efficient delivery planning and scheduling that leads to distribution costs savings. The thesis consists of eight chapters. Chapter one is a general introduction to delivery planning and scheduling. An extensive literature review was performed. The actual status of the problem was presented and the research gap was identified. The main scope of the dissertation and the two theses were formulated. In the second chapter the particularities of the autogas planning and scheduling to the gas station network were described on a chosen hauler's example. The problem of demand variability observed in case of autogas distribution was illustrated and the impact on delivery planning process to the gas station network was evaluated. The classical operational research models (TSP, VRP and IRP) were introduced in chapter three in terms of planning issues for autogas supply to a gas station network. The general assumptions of the problem were made and the modeling scheme was proposed. In the third chapter the classification methods for routing problems solving were proposed. The possibility of combined use of optimization and simulation methods for the formulated problem was depicted. The rolling horizon planning method and the simulation-based optimization methods were introduced. In the fifth chapter the author's models of autogas delivery planning and scheduling to a gas station network were described. Their application to the real-life problems was verified. Terms and conditions of their application for longer planning horizons were analyzed. A special attention was drawn to the final decision model development for the real-life applications for highly variable demand. In chapter six the research methodology and the computational experiments results were presented. After having identified the test parameters, the outcomes of experiments were shown. The tests were carried out for both randomly generated data and the real data. The obtained results were summarized and compared. The parameter variability-sensitivity analysis was performed to verify the models proposed. The final recommendations for the proposed decision models implementation for real-life hauler's applications were made. In chapter seven the autogas delivery planning system built on the developed models was introduced.

The outcomes achieved after having applied the program for a given hauler were compared with the results obtained prior to the program's implementation. Chapter eight summarizes the outcomes of the research and concludes on both theoretical aspects and applications of developed concepts in real-life. Final recommendations and further research directions were presented.

The two theses have been formulated in the dissertation: 1/ Application of planning and scheduling algorithms based on classical VRP / IRP models and heuristic optimization methods can significantly improve the efficiency of transport process of autogas supply performed by a hauler to the gas station network; 2/ The real-life implementation of the variable-demand-adapted model can significantly improve the transport performance of deliveries while ensuring a high level of service (availability of gas at the stations).

It has been proven that the construction and application of algorithms for delivery and routing based on classical VRP / IRP models using heuristic optimization methods has significantly improved the efficiency of transport processes by reducing transportation costs by 8-11% on average. It has also been proven that use of the fit-to-variable-demand model has significantly improved the transport performance by reducing the number of kilometers per ton of gas delivered by 8-11% while no dry-runs caused by the hauler were observed.

The implemented computer application based on the decision models proposed led to significant improvement of distribution related process of the autogas bound system.

Keywords: delivery planning, modeling, distribution, operational research, cargo transport, VMI, VRP, IRP.