

Doktorant: mgr. inż. Akram K. Muhammad
Promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej J. Osiadacz
Temat: “Optymalizacja morskiego transportu sprężonego gazu ziemnego”

Streszczenie

Obok klasycznego i znanego już od dawna transportu lądowego gazu ziemnego rurociągami, transportu podmorskiego gazociągami off-shore pod powierzchnią morza oraz transportu specjalnymi statkami zwanymi metanowcami w postaci skroplonej (jako LNG - Liquefied Natural Gas) pojawiła się w ostatnich latach nowa technika przewożenia dużych ilości gazu ziemnego w postaci sprężonej statkami lub barkami.

Historia morskiego transportu sprężonego gazu ziemnego (z ang. Compressed Natural Gas - w skrócie CNG) rozpoczęła się w 1960 r. kiedy zaczęto przewozić gaz w pakietach butli stalowych umieszczonych na statkach. Pomysł ten doprowadził później do opracowania nowej bardziej technicznie udoskonalonej oraz bardziej ekonomicznej i bezpiecznej technologii transportu morskiego zwanej Coselle CNG.

Morski transport CNG uważany jest jako konkurencyjny w stosunku do innych metod transportu gazu na dystansach od około 500 do 2500 mil i wartości dostaw na poziomie od 1 do prawie 4 miliardów m³ rocznie. W przypadku większego zapotrzebowania na dostawy tego surowca, bardziej ekonomicznym rozwiązaniem jest transport gazu rurociągami, a gdy odległości od rynku zbytu wynoszą ponad 3000 mil transport metanowcami w postaci skroplonej. Technologia ta nie jest zatem konkurencyjna na skalę międzykontynentalną. Przeznaczona jest przede wszystkim do obsługi rynków lokalnych. Pozwala także na uwolnienie rezerw np. ze złóż marginalnych uważanych jako nieopłacalne do przesyłu gazociągami, a stanowiące bogate zasoby gazu jeszcze niewykorzystanego. Umożliwia pozyskanie gazu z pojedynczych otworów wiertniczych oraz dostawy surowca do rynków pozbawionych sieci gazociągowych. Gaz w stanie naturalnym zmniejsza swoją objętość w zależności od stopnia jego sprężania. W przypadku CNG gaz sprężany jest do ciśnienia 25 MPa i magazynowany w specjalnych butlach (modułach) ciśnieniowych, które załadowywane są na statek w celu dalszego transportu. Statkiem moduły transportowane są do terminalu odbiorczego. W terminalu odbiorczym gaz rozładowywany jest do podziemnych magazynów gazu lub bezpośrednio do sieci przesyłowej gazu po uprzedniej redukcji ciśnienia. Od strony ekonomiki w łańcuchu dostaw CNG najbardziej kosztowny jest transport modułów sprężonego gazu ziemnego. Transport stanowi około 90% całkowitych kosztów dostaw gazu ziemnego. Pozostałą część kosztów transportu CNG stanowią odpowiednio: rozładunek modułów CNG, sprężanie gazu ziemnego do bardzo wysokiego ciśnienia oraz załadunek modułów CNG na statek. Koszty związane z tymi działaniami są jednak niewspółmiernie mniejsze w stosunku do kosztów morskiego transportu CNG.

TEZA PRACY: Optymalizacja drogi morskiego transportu CNG oraz optymalizacja parametrów pracy siłowni okrętowej obniża koszty transportu gazu.

W pracy przyjęto, że koszty morskiego transportu CNG są funkcją jedynie ilości paliwa zużytego w siłowni okrętowej a ta z kolei zależy od długości drogi transportu oraz od parametrów pracy siłowni okrętowej.

W przypadku jednego punktu dostawy gazu i kilku punktów odbioru mamy do czynienia z tzw. Zadaniem Najkrótszej Drogi (ZND). Mając dany graf z wyróżnionym wierzchołkiem (punktem dostawy gazu) algorytm znajduje w grafie wszystkie najkrótsze ścieżki pomiędzy wybranym wierzchołkiem a wszystkimi pozostałymi, przy okazji wyliczając również koszt przejścia każdej z tych ścieżek.

W przypadku gdy mamy kilka punktów dostawy gazu oraz kilka /kilkanaście punktów odbioru mamy do czynienia z typowym problemem transportowym.

W rozpatrywanym wariancie jednokryterialnym oblicza się minimalny całkowity koszt transportu rozumiany jako suma iloczynów jednostkowych kosztów transportu i wielkości transportowanej od poszczególnych punktów dostawy do poszczególnych punktów odbioru.

Optymalizacja parametrów pracy siłowni okrętowej jest zadaniem nieliniowej optymalizacji z ograniczeniami. Nieliniowa funkcja celu jest oparta na charakterystyce obciążeniowej silników zainstalowanych w siłowni. Celem optymalizacji jest określenie dla danego obciążenia siłowni liczby pracujących silników oraz prędkości obrotowej każdego z nich, które minimalizują funkcję celu oraz spełniają ograniczenia równościowe i nierównościowe.

Słowa-Kluczowe: Optymalizacja, Technologia CNG, Morski transport gazu.

AKRAM MUHAMMAD
AR-Rhan