

PROGNOZOWANIE ZAPOTRZEBOWANIA NA GAZ ZIEMNY W GMINACH WIEJSKICH DLA POTRZEB PLANOWANIA ENERGETYCZNEGO

Streszczenie

W pracy przeanalizowano modele regresji wielorakiej, standardowe i neuronowe, pod kątem ich przydatności do lokalnego prognozowania zapotrzebowania na gaz ziemny w długim horyzoncie czasowym. Stwierdzono, że prognozy zadowalającej jakości zapewniają modele oparte na jednokierunkowych sieciach wielowarstwowych, o czterech neuronach w warstwie wejściowej i liczbie neuronów w warstwach ukrytych związanej ze stopniem zgazyfikowania gmin.

Słowa kluczowe: zużycie gazu ziemnego, prognozy długookresowe, sztuczne sieci neuronowe

Wprowadzenie

Istniejący w Polsce system planowania energetycznego został stworzony po to, by zapewnić bezpieczeństwo energetyczne i to w sposób możliwie mało szkodliwy dla środowiska naturalnego. Preferowane są zatem tzw. zrównoważone źródła energii, do których w pierwszej kolejności zalicza się źródła odnawialne. Jednak ze względu na trudności z masowym pozyskiwaniem energii ze źródeł odnawialnych konieczne jest czasowe uznanie za zrównoważone nawet systemów opartych na tradycyjnych paliwach kopalnych. I tak, w Unii Europejskiej do strategii budowania zrównoważonych systemów energii został włączony gaz ziemny. W szczególności proponuje się wzrost jego udziału kosztem innych, bardziej szkodliwych dla środowiska, paliw kopalnych.

W Polsce za lokalne zaopatrzenie w gaz ziemny odpowiedzialne są gminy i przedsiębiorstwa gazownicze. Zapewnienie niezawodnych dostaw gazu o odpowiedniej jakości wymaga m. in. planowania rozwoju infrastruktury gazowniczej, popartej prognozami zapotrzebowania na gaz w długim horyzoncie czasowym. Na wielkość zapotrzebowania na gaz wpływa bardzo wiele czynników, stąd jego długookresowa predykcja, zwłaszcza na szczeblu lokalnym, jest zadaniem trudnym [1-5, 8].

Cel, metoda i wyniki badań

Metodą dogodną do predykcji rocznego zapotrzebowania na gaz ziemny w długim horyzoncie czasowym jest metoda regresji wielorakiej [6, 7]. Funkcja regresji może być zadana albo wzorem matematycznym, albo algorytmem. W pracy sprawdzono przydatność do budowy lokalnych prognoz rocznego zapotrzebowania na gaz ziemny zarówno standardowych modeli regresji liniowej, jak i algorytmów w postaci sieci neuronowych.

Obliczenia i analizy przeprowadzono na przykładzie 90 gmin wiejskich województwa małopolskiego i dotyczyły one ostatnich 10 lat. Dane wykorzystane w pracy są dostępne w opracowaniu GUS (Bank Danych Lokalnych). Zbiór uczący stanowiło 75% badanych gmin, wybranych losowo, natomiast pozostała część utworzyła zbiór testowy.

Oceny jakości zastosowanych metod dokonano w oparciu o wartości średnich absolutnych procentowych błędów (MAPE) prognoz ex post, uznając prognozy za trafne, gdy błędy MAPE dla zbioru testowego nie przekraczały 10% [9].

Budowę modeli przeprowadzono w przestrzeni roboczej STATISTICA Data Miner, przy użyciu metod data mining.

Opracowanie modeli zostało poprzedzone analizą korelacji dla potrzeb ustalenia czynników mających największy wpływ na wielkość rocznego zużycia gazu ziemnego w gminach wiejskich. W celu poprawy jakości predykcji gminy łączono też w skupienia metodą EM w zależności od wartości poszczególnych zmiennych egzogenicznych. Do budowy modelu neuronowego wykorzystano perceptron wielowarstwowy MLP, zmieniając podczas obliczeń liczbę neuronów wejściowych oraz liczbę neuronów w warstwach ukrytych.

Obliczenia wykazały, że wszystkie budowane w pracy standardowe modele regresji wielorakiej generowały bardzo duże, nawet kilkudziesięcioprocentowe, błędy. Prognozy lepszej jakości, aczkolwiek w większości niezadowalające, dawało wykorzystanie sieci neuronowych.

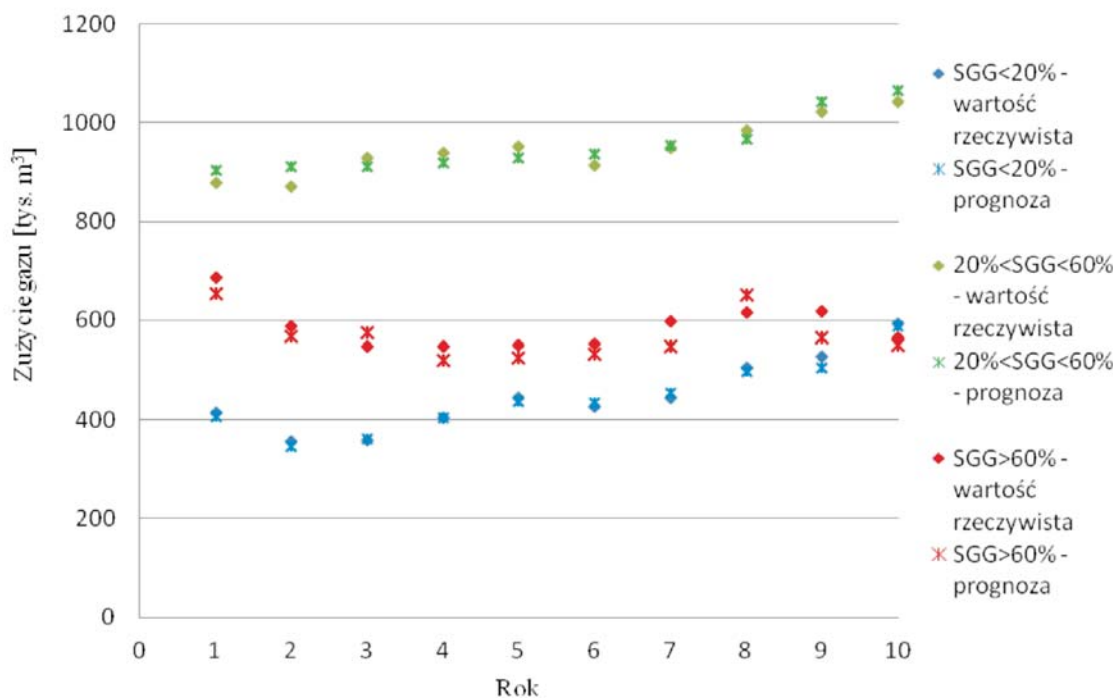
Prognozy rocznego zapotrzebowania na gaz ziemny spełniające wymagania odnośnie trafności uzyskano budując modele oparte na sieciach MLP o różnej liczbie neuronów w warstwach ukrytych związanej ze stopniem zgazyfikowania gmin (SGG), wyznaczanego jako stosunek liczby gospodarstw w korzystających z gazu ziemnego do całkowitej ich liczby. Każdorazowo zmiennymi objaśniającymi były, obok stopnia zgazyfikowania, stopień wykorzystania gazu do ogrzewania mieszkań (stosunek liczby mieszkań ogrzewanych gazem do całkowitej ich liczby), liczba mieszkańców oraz średnia powierzchnia użytkowa mieszkań w gminie. Okazało się, że przy dużym stopniu zgazyfikowania gmin (SGG>60%) zadowalające prognozy generują proste sieci o najmniejszej (4,6) liczbie neuronów w warstwach ukrytych, podczas gdy w odniesieniu do gmin słabo zgazyfikowanych (SGG<20%) optymalna jest bardziej rozbudowana sieć, w której liczba neuronów sięga 9, 13 (tab.).

Tabela. Ocena trafności prognoz zapotrzebowania na gaz ziemny w gminach

Table. Assessment of the accuracy of natural gas demand predictions in municipalities

Stopień zgazyfikowania gminy	MAPE [%]	
	MLP 4-9-1	MLP 4-13-1
SGG<20%)	9,8	9,5
20%<SGG<60%	MLP 4-7-1	MLP 4-9-1
	9,3	9,3
SGG>60%	MLP 4-4-1	MLP 4-6-1
	8,3	9,3

Źródło: opracowanie własne / Source: own work.



Źródło: opracowanie własne / Source: own work.

Rys. Roczne zapotrzebowanie na gaz ziemny i prognozy tego zapotrzebowania dla przykładowych gmin różniących się stopniem zgazyfikowania

Przykłady porównań prognoz wygasłych rocznego zapotrzebowania na gaz ziemny w gminach z wartościami rzeczywistego zużycia przedstawiono na rysunku

Podsumowanie

Dla potrzeb lokalnego planowania energetycznego niezbędne są prognozy rocznego zapotrzebowania na gaz ziemny w gminie w długim horyzoncie czasowym. Stwierdzono, że zadowalającą jakość predykcji zapewniają modele neuronowe, które mają na wejściu cztery zmienne, tj. stopień zgazyfikowania gminy, stopień wykorzystania gazu do ogrzewania mieszkań, liczbę mieszkańców oraz średnią powierzchnię użytkową mieszkań w gminie, oparte na jednokierunkowych sieciach wielowarstwowych o liczbie neuronów w warstwach ukrytych związanej ze stopniem zgazyfikowania gmin.

Bibliografia

[1] Azadeh A., Asadzadeh S.M., Saberi M., Nadimi V., Tajvidi A., Sheikalishahi M.: A Neuro-fuzzy-stochastic frontier analysis approach for long-term natural gas consumption forecasting and

- behavior analysis: The cases of Bahrain, Saudi Arabia, Syria, and UAE. *Applied Energy*, 2011, vol. 88(11), 3850-3859.
- [2] Azadeh A., Saberi M., Asadzadeh S.M., Hussain O.K., Saberi Z.: A neuro-fuzzy-multivariate algorithm for accurate gas consumption estimation in South America with noisy inputs. *Electrical Power and Energy Systems*, 2013, vol. 46, 315-325.
- [3] Bianco V., Scarpa F., Tagliafico L.A.: Analysis and future outlook of natural gas consumption in the Italian residential sector. *Energy Conversion and Management*, 2014, vol. 87, 754-764.
- [4] Bianco V., Scarpa F., Tagliafico L.A.: Scenario analysis of nonresidential natural gas consumption in Italy. *Applied Energy*, 2014, vol. 113, 392-403.
- [5] Gang Xu G., Wang W.: Forecasting China's natural gas consumption based on a combination model. *Journal of Natural Gas Chemistry*, 2010, vol. 19, 493-496.
- [6] Nęcka K., Trojanowska M.: Short-term forecasting of natural gas demand by rural consumers using regression models. *TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture*, 2014, vol. XIV, 93-98.
- [7] Soldo B.: Forecasting natural gas consumption. *Applied Energy*, 2012, vol. 92, 26-37.
- [8] Trojanowska M., Nęcka K.: Modelling the demand for natural gas of rural users. *TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture*, 2006, vol. VIA, 170-175.
- [9] Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S.: *Prognozowanie ekonomiczne*. Warszawa: WN PWN, 2004.

FORECASTING OF NATURAL GAS DEMAND IN RURAL MUNICIPALITIES FOR THE ENERGY PLANNING PURPOSES

Summary

In the study the multiple regression models, standard and neural, in terms of their suitability to local forecasting of natural gas demand in the long term were analyzed. It was found that the forecasts of a satisfactory quality are provided by models based on multilayer perceptrons, with four neurons in the input layer and the number of neurons in the hidden layers related to the degree of municipalities' gasification.

Key words: natural gas consumption, long-term forecasts, artificial neural networks