

WYKORZYSTANIE MODELI STRUKTURALNYCH DO PROGNOZOWANIA ZAPOTRZEBOWANIA ODBIORCÓW WIEJSKICH NA GAZ ZIEMNY

Małgorzata Trojanowska, Krzysztof Nęcka

Katedra Energetyki Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Zapotrzebowanie odbiorców wiejskich na gaz ziemny opisano funkcją potęgą Cobba-Douglasa, w której zmiennymi objaśniającymi są liczba wiejskich odbiorców gazu i jego cena lub cena gazu ziemnego i dochód rozporządzalny wiejskich gospodarstw. Wyznaczone na podstawie opracowanych zależności prognozy wygasłe charakteryzują się małymi błędami, przy średnich absolutnych błędach prognoz ex post nie przekraczających wartości 5%, co wskazuje na przydatność zbudowanych modeli do prognozowania długookresowego. W oparciu o wybrany model zaprognozowano zapotrzebowanie odbiorców wiejskich na gaz ziemny do 2010 roku, dla dwóch scenariuszy rozwojowych kraju.

Słowa kluczowe: zużycie gazu ziemnego, prognoza, model strukturalny

Wprowadzenie

Według prognoz opracowanych przez Międzynarodową Unię Gazowniczą (IGU), w ciągu pierwszych trzydziestu lat XXI wieku ma nastąpić podwojenie zużycia gazu ziemnego na świecie, głównie dzięki bardzo dynamicznemu wzrostowi jego zapotrzebowania w krajach azjatyckich [Diakonowicz 2006]. Wiele przesłanek wskazuje na to, że również w Polsce zapotrzebowanie na gaz będzie, co najmniej w perspektywie krótko- i średniookresowej, rosło. I chociaż co do wielkości i charakteru tego wzrostu zdania są podzielone, to najbardziej prawdopodobny wydaje się wzrost systematyczny, lecz powolny. Trudno bowiem oczekiwać drastycznej zmiany trendu z ostatnich kilku lat, kiedy to od roku 2000 do 2004 zużycie gazu w Polsce zwiększyło się zaledwie o 2 mld m³, tj. o ok. 17% [Diakonowicz 2006]. Oznacza to roczny wzrost zapotrzebowania na gaz w Polsce na poziomie 3-4%.

Oczekiwanie znacznego przyspieszenia tego wzrostu wydaje się tym bardziej nieuzasadnione, że w ostatnich latach miały miejsce znaczące podwyżki cen gazu, zarówno dla odbiorców indywidualnych, jak i przemysłowych, wynikające głównie ze wzrostu cen gazu importowanego przez PGNiG.

Zgodnie z ustawą *Prawo energetyczne* [Dz. U. Nr 54 poz. 348], na wszystkich szczeblach administracji państwowej istnieje obowiązek opracowywania planów zaopatrzenia w gaz, a tym samym sporządzania prognoz jego zużycia. W literaturze przedmiotu zauważa się brak wiarygodnych prognoz dotyczących długookresowego zapotrzebowania na gaz ziemny. Prognozy takie opracowuje się najczęściej stosując metody oparte na modelach szeregu czasowego (niestrukturalnych).

Zasadniczą cechą tych metod jest budowa prognoz na podstawie prawidłowości zaobserwowanych w dotychczasowym kształtowaniu się zmiennej prognozowanej, bez wnika-
nia w przyczyny ich występowania. Wykorzystanie modeli niestrukturalnych do celów
predykcyjnych jest zasadne tylko wówczas, gdy prognozowane zjawisko charakteryzuje się
dużą inercją. Przy konstrukcji prognozy korzysta się wówczas z *zasady status quo*, stąd
metody należące do tej grupy są przydatne głównie do sporządzania prognoz krótkookre-
sowych.

Lepszym narzędziem budowy prognoz są modele strukturalne [Dittman 2001]. Stwa-
rzają one możliwość oceny zarówno wpływu zmiennych objaśniających na zmienną obja-
śnianą, jak i budowy prognozy tej zmiennej. Modele strukturalnych używa się wówczas,
gdy do uzyskania prognozy potrzebna jest znajomość mechanizmu zmian prognozowanego
zjawiska, co może być niekiedy ważne ze względu na to, iż zmienne objaśniające modelu
są zmiennymi sterowanymi.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było wyznaczenie prognoz zapotrzebowania odbiorców wiejskich w Pol-
sce na gaz ziemny, dla założonych scenariuszy rozwojowych.

Realizacja celu pracy została poprzedzona określeniem głównych czynników determi-
nujących wielkość zużycia gazu, opracowaniem modeli strukturalnych opisujących wiel-
kość jego zapotrzebowania oraz sprawdzeniem przydatności opracowanych modeli do
predykcji rocznego zużycia gazu ziemnego na terenach wiejskich Polski.

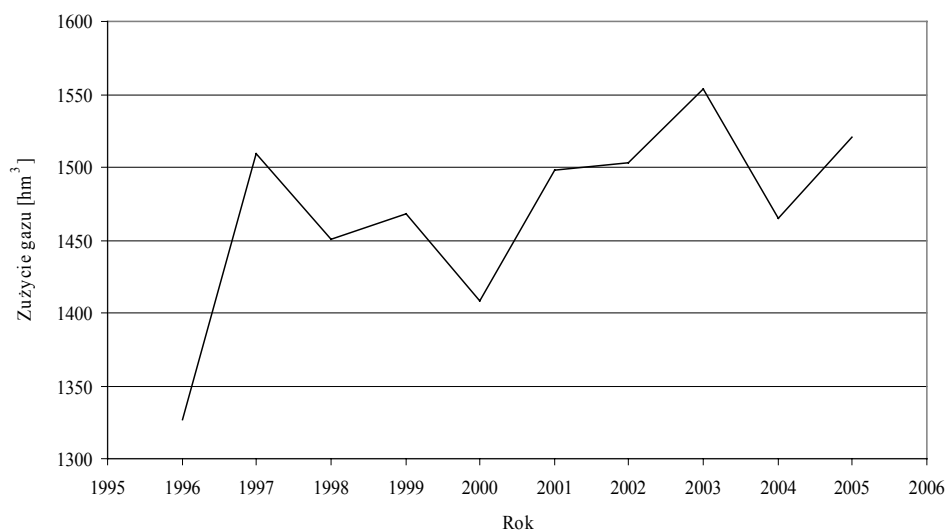
Wyniki badań

Do budowy modeli zapotrzebowania na gaz ziemny wykorzystano dane z ostatnich
dziesięciu lat (rys. 1), uznając ten okres za wystarczający do prognozowania długotermi-
nowego [Dobrzańska 1998]. Ocenę dokładności modeli wykonano poprzez opracowanie
prognoz wygasłych zużycia gazu i wyznaczenie procentowych błędów prognoz *ex post* [Ditt-
man 2003].

Z rysunku 1 wynika, że zmiany rocznego zużycia gazu ziemnego na obszarach wiej-
skich charakteryzują się nieregularnymi wahaniami w czasie. W tej sytuacji zdecydowanie
lepszym narzędziem do budowy prognoz długoterminowych są modele strukturalne niż
modele szeregów czasowych.

Modele strukturalne, by były użyteczne do długookresowego prognozowania zapotrze-
bowania na gaz ziemny, muszą być uzależnione od czynników, które w sposób istotny
wpływają na wielkość jego zużycia i jednocześnie zawierają w sobie zagregowane infor-
macje z całej gospodarki.

W celu doboru zmiennych objaśniających do modeli przeprowadzono analizę korelacji.
Mocne bowiem powiązanie zmiennych objaśniających ze zmienną prognozowaną gwa-
rantuje, że model będzie dobrze dopasowany do danych empirycznych, słabe zaś ich wza-
jemne powiązanie zapewnia, że nie będą powielały dostarczanych przez siebie informacji
powodując trudność w ich interpretowaniu.



Źródło: Roczniki Statystyczne 1997 – 2007

Rys. 1. Zużycie gazu ziemnego na terenach wiejskich Polski w latach 1996–2005

Fig. 1. Natural gas consumption in rural areas of Poland in years 1996–2005

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że na wielkość zużycia gazu ziemnego na terenach wiejskich największy wpływ ma liczba odbiorców wiejskich korzystających z gazu, jego cena oraz dochód rozporządzalny gospodarstw.

Do dalszej analizy przyjęto, szeroko stosowaną w analizach ekonometrycznych, funkcję potęgową Cobba-Douglasa. Dobre dopasowanie modelu do danych rzeczywistych uzyskano opisując roczne zapotrzebowanie odbiorców wiejskich na gaz ziemny następującymi zależnościami:

$$ZG_t = 28,31 \cdot K_t^{-0,4114} \cdot D_t^{0,5368} \quad (1)$$

$$ZG_t = 1,244 \cdot K_t^{-0,1957} \cdot L_t^{1,0867} \quad (2)$$

gdzie:

- ZG_t – zapotrzebowanie na gaz ziemny w roku t [hm³],
- K_t – cena gazu w roku t [zł·m⁻³],
- D_t – dochód rozporządzalny gospodarstw w roku t [zł],
- L_t – liczba odbiorców gazu w roku t [tys.].

Na podstawie modelu (1) można powiedzieć, że jeśli cena gazu ziemnego wzrośnie o 1%, to zapotrzebowanie na gaz w gospodarstwach wiejskich zmniejszy się o około 0,41% przy założeniu, że dochód rozporządzalny gospodarstw w tym czasie nie ulegnie zmianie. Z kolei jeżeli dochód rozporządzalny gospodarstw, przy zachowaniu stałej ceny

gazu, wzrośnie o 1% to zapotrzebowanie na gaz zwiększy się o 0,54%. Wartości wykładników oznaczają, że zużycie gazu ziemnego jest silniej elastyczne względem dochodów rozporządzalnych gospodarstw D_t , niż względem ceny gazu K_t . Współczynnik strukturalny równy 28,31 informuje, jakie byłoby teoretyczne zapotrzebowanie odbiorców wiejskich na gaz ziemny przy cenie gazu K_t równej 1 zł·m⁻³ i dochodzie rozporządzalnym wynoszącym 1 zł.

Z drugiego modelu wynika z kolei, że jeśli cena gazu ziemnego wzrośnie o 1%, to zapotrzebowanie gospodarstw wiejskich na gaz, przy stałej ich liczbie, zmniejszy się o ok. 0,2%. Jeżeli zaś liczba gospodarstw przy zachowaniu stałej ceny gazu wzrośnie o 1% to zapotrzebowanie na gaz zwiększy się o 1,09%. Z zależności (2) wynika również, że zużycie gazu ziemnego jest silnie elastyczne względem liczby odbiorców L_t , a mało elastyczne względem wartości K_t , a jego teoretyczne roczne zużycie, przy cenie gazu równej 1 zł·m⁻³ i liczbie mieszkańców wynoszącej tysiąc osób, kształtowałoby się na poziomie 1,244 hm³.

Wartości prognoz wygasłych rocznego zapotrzebowania gazu ziemnego na terenach wiejskich Polski wyznaczonych w oparciu o opracowane modele oraz wartości procentowych błędów prognoz ex post (PE) przedstawiono w tabeli 1.

Tabela.1. Prognozy wygasłe zapotrzebowania gazu ziemnego na terenach wiejskich Polski oraz wartości błędów PE

Table 1. Expired forecasts of natural gas demand in rural areas of Poland and PE error values

Rok	Rzeczywiste zużycie gazu [hm ³]	Model (1)		Model (2)	
		Prognoza [hm ³]	PE [%]	Prognoza [hm ³]	PE [%]
1996	1327,0	1311,4	1,18	1365,7	-2,91
1997	1509,0	1377,8	8,70	1447,0	4,11
1998	1450,2	1396,4	3,71	1407,0	2,98
1999	1468,2	1586,5	-8,06	1461,3	0,47
2000	1408,6	1593,9	-13,15	1513,2	-7,43
2001	1497,9	1469,4	1,90	1432,0	4,40
2002	1503,2	1472,4	2,05	1450,7	3,49
2003	1553,7	1451,1	6,60	1534,8	1,22
2004	1464,8	1509,4	-3,05	1516,8	-3,55
2005	1520,4	1514,6	0,38	1538,1	-1,16

Źródło: obliczenia własne autorów

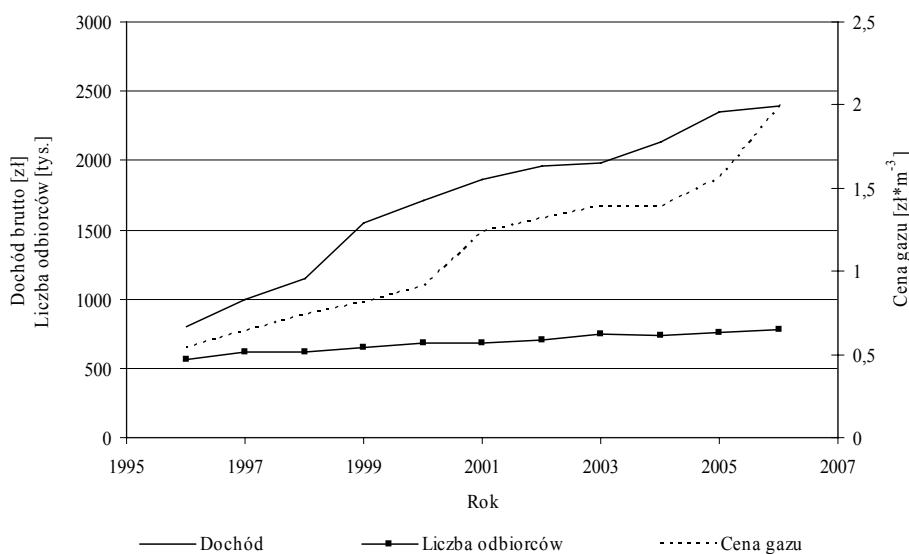
W prognozowaniu zużycia gazu ziemnego na obszarach wiejskich na podstawie opracowanych modeli strukturalnych występuje problem z oszacowaniem zmiennych objaśniających, ponieważ są to wielkości zagregowane, zależne od wielu innych czynników. Jest to szczególnie widoczne przy próbie prognozowania dochodów ludności wiejskiej tym bardziej, że popyt na gaz jest mało elastyczny względem dochodów. Ponieważ do tego model (1) znacznie gorzej odwzorowuje roczne zapotrzebowanie odbiorców wiejskich na gaz ziemny, prognozy zużycia gazu ziemnego opracowano jedynie na podstawie modelu (2).

Prognozę zapotrzebowania na gaz ziemny sporządzono dla dwóch scenariuszy rozwoju. W pierwszym przyjęto, że zostanie zachowany dotychczasowy trend zmian zmiennych

objaśniających. Z analizy danych historycznych (rys.2) wynika, że w ostatnich latach średni przyrost liczby odbiorców w roku wynosił 3,4%, zaś średni roczny wzrost ceny gazu 12,7%.

W drugim wariantcie założono dynamiczny, bo aż 5% wzrost liczby odbiorców w ciągu roku i jednocześnie, niższy niż obecnie, wzrost cen gazu tj. o 9% rocznie. Przyczyną zwiększonego przyrostu liczby odbiorców może być przyspieszenie procesu gazyfikacji terenów wiejskich, gdyż obecnie wskaźnik gazyfikacji wynosi niespełna 18%. Według specjalistów zajmujących się prognozowaniem cen gazu, w kolejnych latach jej wzrost może nie być tak dynamiczny, gdyż zwiększenie cen ropy naftowej na światowych rynkach będzie w znacznym stopniu niwelowane spadkiem kursu dolara względem złotówki.

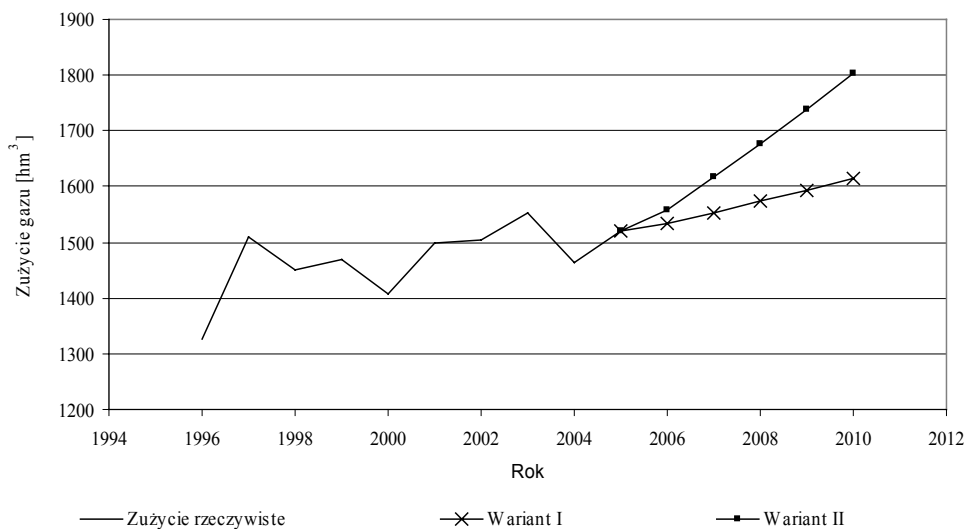
Na rysunku 3 zostały przedstawione opracowane prognozy zapotrzebowania odbiorców wiejskich na gaz ziemny dla obu wariantów rozwoju. Z opracowanych prognoz zapotrzebowania na gaz ziemny wynika, że w kolejnych 5 latach jego zużycie będzie systematycznie rosło i w zależności od przyjętego wariantu wyniesie w roku 2010 odpowiednio 1610 lub 1800 hm³ gazu.



Źródło: Roczniki Statystyczne 1997–2007

Rys. 2. Zmiany liczby odbiorców, ceny gazu ziemnego i dochodu rozporządzalnego gospodarstw na terenach wiejskich Polski w latach 1996 – 2006

Fig. 2. Changes in the number of consumers, natural gas price, and disposable income of farms in rural areas of Poland in years 1996–2006



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 3. Prognozy zużycia gazu ziemnego na terenach wiejskich Polski dla dwóch wariantów rozwoju

Fig. 3. Forecasts of natural gas consumption in rural areas of Poland for two development variants

Podsumowanie

Zużycie gazu ziemnego na terenach wiejskich można trafnie opisać funkcją potęgową Cobba-Douglasa, w której zmiennymi objaśniającymi są liczba wiejskich odbiorców gazu i jego cena lub cena gazu ziemnego i dochód rozporządzalny wiejskich gospodarstw. Opracowane modele odwzorowują zapotrzebowanie na gaz ziemny przez odbiorców wiejskich ze średnim absolutnym błędem procentowym prognoz ex post (MAPE) nie przekraczającym 5%. Takie wartości błędów MAPE są zadowalające w odniesieniu do prognoz długoterminowych [Zeliaś i in. 2004] i wskazują na przydatność zbudowanych modeli do celów predykcyjnych.

Prognozy zapotrzebowania na gaz ziemny wyznaczone w powiązaniu z prognozami liczby jego wiejskich odbiorców i ceny gazu określają przyrost zużycia gazu ziemnego na terenach wiejskich Polski do roku 2010, w zależności od przyjętego scenariusza rozwoju, o 5 do 15% w porównaniu z rokiem 2005.

Bibliografia

- Diakonowicz M.** 2006. Analiza rynku gazu w Polsce. [dostęp 14.02.2008] Dostępny w Internecie http://www.pwc.com/pl/pol/about/press-rm/experts/2006/06_08_22rpng2.pdf.
- Dittman P.** 2001. Modele regresji w prognozowaniu w przedsiębiorstwie. [dostęp 14.02.2008] Dostępny w Internecie <http://uczelnia.ue.wroc.pl/admin/visual/pracownik.asp?PID=3883&RID=5>
- Dittman P.** 2003. Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i zastosowanie. Oficyna Ekonomiczna, Kraków. ISBN 83-89355-05-1.
- Dobrzańska I.** (red.) 2002. Prognozowanie w elektroenergetyce. Zagadnienia wybrane. Wyd. Pol. Częst., Częstochowa. ISBN 83-7193-177-8.
- Zeliaś A., Pawelek B., Wanat S.** 2004. Prognozowanie ekonomiczne. Teoria przykłady zadania. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. ISBN 83-01-14043-7.
- Roczniki Statystyczne 2003-2007. ISBN 1506-0632.
- Roczniki Statystyczne 1997-2002. ISBN 0867-082X.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. Nr 54 poz. 348 z późniejszymi zmianami).

USING OF STRUCTURAL MODELS TO FORECAST RURAL CONSUMERS' DEMAND FOR NATURAL GAS

Abstract. Rural consumers' demand for natural gas is described using the Cobb-Douglas power function, in which explanatory variables are: the number of rural gas consumers and gas price, or natural gas price and disposable income of farms. Expired forecasts determined on the basis of developed relations are characterised by small errors with *ex post* forecast average absolute errors not exceeding 5%, which indicates that the developed models are useful for long-term forecasting. Selected model was used to predict rural consumers' demand for natural gas until 2010, for two development scenarios for the country.

Key words: natural gas consumption, forecast, structural model

Adres do korespondencji:

Małgorzata Trojanowska; e-mail: trojanowska@ar.krakow.pl
Katedra Energetyki Rolniczej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116
30-149 Kraków