

JAN PAMUŁA

MODEL ANALIZY POPYTU NA USŁUGI MOTORYZACYJNE W UJĘCIU MAKROEKONOMICZNYM

Wzrastająca systematycznie rola usług zarówno w całej gospodarce, jak i w gospodarstwie domowym spowodowała rozwój badań ekonometrycznych popytu na usługi. Wzrost popytu na usługi wynika z ciągłego postępu technicznego oraz ze stale wzrastającej złożoności dóbr trwałego użytkowania. Masowe zapotrzebowanie wynika z hierarchii potrzeb i dotyczy przede wszystkim mebli, z kolei zmechanizowanego sprzętu gospodarstwa domowego, dalej domowego sprzętu rozrywkowego, a przede wszystkim indywidualnych środków transportu.

W Polsce procentowy udział indywidualnych środków transportu w zakupach dóbr trwałego użytku był niewielki, w związku z czym udział wydatków na zakup środków transportu w indywidualnym funduszu konsumpcji był również niski i w 1965 r. wynosił 1,5%, w 1970 — 2%, w 1975 — 5%, a w 1980 — 9%. Widoczna tendencja wzrostowa udziału wydatków na zakup środków transportu w indywidualnym funduszu konsumpcji i wynikająca z tego tendencja wzrostowa wydatków na usługi związane z naprawą tego sprzętu spowodowała podjęcie próby budowy modelu popytu na usługi motoryzacyjne.

W badaniach popytu na usługi najczęściej wykorzystuje się ekonometryczne modele liniowe:

$$Y = \sum_{j=0}^k \alpha_j X_j + \xi_j \quad (j=0, 1, \dots, k) \quad (1)$$

oraz potęgowe:

$$Y = \alpha_0 \prod_{j=1}^k X_j^{\alpha_j} e^{\xi_j} \quad (j=1, \dots, k) \quad (2)$$

gdzie: Y — zmienna objaśniana,
 X_j — zmienne objaśniające,
 α_0, α_j — parametry strukturalne,
 ξ_j — składnik losowy.

Pomocny przy wyborze modelu okazał się dorobek nauk ekonomicz-

JAN PAMUŁA

MODEL ANALIZY POPYTU NA USŁUGI MOTORYZACYJNE W UJĘCIU MAKROEKONOMICZNYM

Wzrastająca systematycznie rola usług zarówno w całej gospodarce, jak i w gospodarstwie domowym spowodowała rozwój badań ekonometrycznych popytu na usługi. Wzrost popytu na usługi wynika z ciągłego postępu technicznego oraz ze stale wzrastającej złożoności dóbr trwałego użytkowania. Masowe zapotrzebowanie wynika z hierarchii potrzeb i dotyczy przede wszystkim mebli, z kolei zmechanizowanego sprzętu gospodarstwa domowego, dalej domowego sprzętu rozrywkowego, a przede wszystkim indywidualnych środków transportu.

W Polsce procentowy udział indywidualnych środków transportu w zakupach dóbr trwałego użytku był niewielki, w związku z czym udział wydatków na zakup środków transportu w indywidualnym funduszu konsumpcji był również niski i w 1965 r. wynosił 1,5%, w 1970 — 2%, w 1975 — 5%, a w 1980 — 9%. Widoczna tendencja wzrostowa udziału wydatków na zakup środków transportu w indywidualnym funduszu konsumpcji i wynikająca z tego tendencja wzrostowa wydatków na usługi związane z naprawą tego sprzętu spowodowała podjęcie próby budowy modelu popytu na usługi motoryzacyjne.

W badaniach popytu na usługi najczęściej wykorzystuje się ekonometryczne modele liniowe:

$$Y = \sum_{j=0}^k \alpha_j X_j + \xi_j \quad (j=0, 1, \dots, k) \quad (1)$$

oraz potęgowe:

$$Y = \alpha_0 \prod_{j=1}^k X_j^{\alpha_j} e^{\xi_j} \quad (j=1, \dots, k) \quad (2)$$

gdzie: Y — zmienna objaśniana,
 X_j — zmienne objaśniające,
 α_0, α_j — parametry strukturalne,
 ξ_j — składnik losowy.

Pomocny przy wyborze modelu okazał się dorobek nauk ekonomicz-

nych dotyczący popytu na usługi motoryzacyjne¹. Za podstawę przeprowadzonej egzemplifikacji modelu uznano materiał empiryczny odnoszący się do roku 1976². Jako zmienną objaśnianą przyjęto wielkość sprzedaży usług motoryzacyjnych. Ponadto przyjęto osiemnaście zmiennych objaśniających wyznaczających popyt na badane usługi. Z powyższego wynika, że zmienna Y informuje o wielkości wydatków na usługi. Z kolei zmienne objaśniające ze względów merytorycznych podzielono na następujące grupy:

1. zmienne o charakterze demograficznym, do których należą:
 - X_2 — procent ludności miejskiej,
 - X_3 — procent zatrudnionych kobiet w stosunku do ogółu kobiet,
 - X_4 — procent ludności z wykształceniem wyższym w stosunku do ogółu zatrudnionych,
 - X_5 — procent ludności w wieku poprodukcyjnym w stosunku do ogółu ludności,
 - X_{16} — procent ludności w wieku przedprodukcyjnym w stosunku do ogółu ludności.
2. Cechy charakteryzujące ogólny poziom rozwoju województwa, w skład których wchodzi:
 - X_7 — liczba mieszkań na 1000 osób,
 - X_8 — liczba samochodów osobowych na 1000 osób,
 - X_9 — długość dróg publicznych o twardej nawierzchni w km na 100 km²,
 - X_{10} — wielkość zatrudnienia w przemyśle na 1000 osób,
 - X_{11} — wielkość zużycia energii elektrycznej w Kwh na osobę,
 - X_{14} — liczba abonentów radiowych na 1000 ludności,
 - X_{15} — liczba abonentów telewizyjnych na 1000 ludności.
3. Cechy charakteryzujące poziom życia społeczeństwa w danym województwie obejmujące zmienne:
 - X_1 — przeciętne wydatki ogółem w zł na osobę,
 - X_6 — wysokość oszczędności w zł na osobę,
 - X_{12} — procentowy udział wydatków na żywność w wydatkach ogółem,
 - X_{13} — procentowy udział wydatków na odzież i obuwie w wydatkach ogółem.

¹ Por. m. in. K. Ciecocińska, *Kierunki rozwoju konsumpcji usług motoryzacyjnych*, Prace i Materiały Instytutu Ekonomiki Usług i Drobnej Wytwórczości 1975, nr 4 (368), s. 64.

² Rok 1976 jest pierwszym rokiem po wprowadzeniu reformy administracyjnej w kraju. Charakteryzuje się względnie ustabilizowanymi warunkami społeczno-ekonomicznymi. Począwszy od roku 1977 dostrzec można było pewne symptomy kryzysu gospodarczego. Za podstawę źródłową przyjęto informacje liczbowe, które zamieściły: *Rocznik statystyczny 1977*, Warszawa 1977; *Usługi dla ludności*, Statystyka Polski 1977, z. 3.

Macierz współczynników korelacji pomiędzy zmiennymi objaśniającymi

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}
1,0000	0,6585	0,7411	0,9896	0,5988	0,9382	0,4132	0,5247	0,6123	0,5822	0,9344	0,9351	-0,3036	-0,5649	0,1213	0,3899	0,5584	0,2879
	1,0000	0,6765	0,7260	0,9245	0,6459	0,6022	0,8353	0,8217	0,6302	0,7324	0,7239	-0,7051	-0,6619	0,0783	0,5870	0,6878	0,2543
		1,0000	0,7867	0,6411	0,7630	0,2548	0,4430	0,6333	0,5642	0,7821	0,7547	-0,2713	-0,4842	0,0434	0,4663	0,6623	0,3895
			1,0000	0,6751	0,9647	0,4559	0,5838	0,6630	0,6015	0,9509	0,9470	-0,3902	-0,5938	0,0855	0,4181	0,6089	0,2776
				1,0000	0,6132	0,6508	0,8603	0,7538	0,6610	0,6478	0,6447	-0,7124	-0,7396	0,0430	0,6072	0,8096	0,3323
					1,0000	0,3957	0,5264	0,5193	0,5692	0,8514	0,8629	-0,3435	-0,6054	0,1038	0,3604	0,6763	0,3042
						1,0000	0,8118	0,4649	0,4189	0,4160	0,4022	-0,5096	-0,4248	0,0305	0,3788	0,4124	0,1501
							1,0000	0,6280	0,5723	0,5424	0,5276	-0,6714	-0,6481	0,0032	0,4431	0,6460	0,3045
								1,0000	0,5244	-0,4865	0,4899	-0,3878	-0,3878	0,0232	0,4546	0,7390	0,2384
									1,0000	0,3913	0,4208	-0,3913	-0,4865	0,0006	0,3421	0,4528	0,0399
										1,0000	0,9871	-0,4208	-0,4899	0,0598	0,4151	0,4920	0,2273
											1,0000	1,0000	1,0000	0,0637	0,4015	0,2072	0,2072
												1,0000	0,5244	-0,0044	-0,4860	-0,4722	-0,2596
													1,0000	-0,2344	-0,6324	-0,3671	-0,3671
														1,0000	0,0161	0,2014	0,2014
															1,0000	0,4873	0,2902
																1,0000	0,4914
																	1,0000

(3)

Wektor współczynników korelacji zmiennej objaśnianej z kolejnymi zmiennymi objaśniającymi

$$R_0 = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \\ X_{11} \\ X_{12} \\ X_{13} \\ X_{14} \\ X_{15} \\ X_{16} \\ X_{17} \\ X_{18} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,862 \\ 0,747 \\ -0,405 \\ 0,889 \\ 0,680 \\ 0,889 \\ 0,680 \\ 0,820 \\ 0,820 \\ 0,755 \\ 0,974 \\ 0,953 \\ -0,469 \\ 0,559 \\ 0,832 \\ 0,402 \\ 0,328 \\ 0,926 \\ 0,482 \\ 0,624 \end{bmatrix} \quad (4)$$

4. Zmienne charakteryzujące podaż usług:

- X_{17} — zatrudnienie w branży motoryzacyjnej na 1000 ludności lub na — 1000 samochodów,
- X_{18} — liczba placówek usługowych na 1000 ludności lub na 1000 samochodów.

Należy dodać, że przyjęto dwa warianty postępowania. W wersji pierwszej wyrażono wartości zmiennej przedstawiającej popyt zrealizowany (Y), zatrudnienie w badanych usługach (X_{17}), liczbę placówek usługowych (X_{18}) w przeliczeniu na liczbę ludności, natomiast w drugiej wersji wszystkie te wielkości podano w przeliczeniu na liczbę samochodów.

Następnie dokonano wyboru wektora zmiennych objaśniających z listy potencjalnych zmiennych przedstawionych powyżej. Statystyczne metody wyboru wektora zmiennych objaśniających do modelu ekonometrycznego opierają się na współczynnikach korelacji liniowej. Dotyczy to sytuacji, gdy zależność między badanymi cechami ma charakter liniowy. Jeżeli wymienionego założenia nie można przyjąć, to należy tak przekształcić rozpatrywane zmienne, aby można było liczyć współczynniki korelacji liniowej na przykład przez logarytmowanie odwrotności zmiennych.

Wstępnie przyjęto, że korelacja między badanymi cechami jest liniowa, a więc należy obliczyć odpowiednie współczynniki korelacji dla przyjętych zmiennych Y, Y_1, \dots, X_{18} . Wykorzystując odpowiedni program do obliczeń współczynników korelacji na emc (obliczeń dokonano na emc CYBER 72) przedstawiono je w postaci macierzy R i wektora R_0 (3) i (4).

Macierz R kwadratowa $m \times m$ (m — liczba cech przyjętych jako zmienne objaśniające ($X_1 \dots, X_{18}$)). Poszczególne wiersze i kolumny odpowiadają numerom rozpatrywanych zmiennych, a więc jest to macierz symetryczna.

Natomiast wektor R_0 jest o wymiarach $m \times 1$ i elementami jego są współczynniki korelacji między przyjętą zmienną objaśnianą (Y) a poszczególnymi zmiennymi objaśniającymi ($X_j; j=1, \dots, 18$).

Zadanie wyboru zmiennej objaśniającej polega na wybraniu takiej kombinacji zmiennych X_j , aby współczynniki korelacji między nimi były niewielkie, a korelacja między wybranymi zmiennymi i zmienną objaśnianą (Y) była relatywnie wysoka.

Pośród wielu metod jedną z wygodniejszych w zastosowaniach jest metoda regresji standaryzowanej³. Podstawą tej procedury jest macierz korelacji R i wektor R_0 , które przy założeniu związku liniowego między badanymi zmiennymi spełniają relację:

$$R_0 = R \cdot b \quad (5)$$

³ Por. H. Baranek, *Procedura eliminacji zmiennych objaśniających w modelu regresji*, w: *Studia z zastosowaniem statystyki w demografii, socjologii i ekonomii*, pod red. K. Zająca, Kraków 1974; Z. Hellwig, *Problem optymalnego wyboru pre-dyktant*, Przegląd Statystyczny 1969, z. 3-4.

z dokładnością do składnika resztowego. Równość (5) jest układem równań liniowych, który należy rozwiązać względem b , wynikającym z wykorzystania metody najmniejszych kwadratów. Jeśli rozpatrywane zmienne zestandaryzujemy w następujący sposób:

$$t_{iy} = \frac{y_i - \bar{y}}{s(y)}, \quad (6)$$

$$t_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}}{s(x_j)}, \quad (7)$$

gdzie: \bar{y} , \bar{x} — średnie arytmetyczne badanych cech,
 $s(y)$, $s(x_j)$ — odchylenia standardowe badanych cech,
 $i=1, \dots, n$ — liczba obserwacji,
 $j=1, \dots, m$ — liczba zmiennych objaśniających,

to składowe wektora b w relacji (5) są współczynnikami regresji standaryzowanej. Wektor b wyznacza się z równania:

$$b = R^{-1} R_r \quad (8)$$

Z kolei wyznaczamy współczynnik determinacji wielorakiej R^2 :

$$R^2 = R b^T b, \quad (9)$$

co można przedstawić inaczej jako:

$$R^2 = \sum_{j=1}^m b_j^2 + \sum_{k=1}^m \sum_{\substack{j=1 \\ k \neq j}}^m b_j b_k r_{jk}, \quad (10)$$

gdzie: b^T — wektor transponowany,
 b_j , b_k — współczynniki regresji stojące odpowiednio przy j -tej i k -tej zmiennej objaśniającej,
 r_{jk} — współczynnik korelacji między k -tą i j -tą zmienną.

Wykorzystując relacje (5), (6), (7) oszacowaną funkcję regresji można przedstawić jako:

$$\hat{t}_i = \sum_{j=1}^m b_j t_{ij}. \quad (11)$$

Z relacji (11) można wydzielić składowe charakteryzujące wpływ j -tej zmiennej objaśniającej na poziom sprzedaży usług motoryzacyjnych (zmienną Y). Składowe te dla j -tej zmiennej objaśniającej określa równość:

$$M_j = b_j^2 + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^m b_j b_k r_{ij}. \quad (12)$$

Z definicji (11) i (12) wynika, że $M_j \in \langle -1, 1 \rangle$. Zatem, jeśli $M_j < 0$, to rozpatrywana zmienna nie wnosi nic nowego do modelu, gdyż zmniejsza R^2 , czyli należy ją usunąć ze zbioru zmiennych objaśniających.

Wybór zmiennych objaśniających polega więc na określeniu kolejno zmiennej, która spełnia warunek $\min\{M_j\} < c^4$. Na każdym etapie, po wyeliminowaniu zmiennej, wyznaczamy opierając się na relacji (8) wektor b dla poszczególnych zmiennych objaśniających. Procedurę eliminacji przeprowadzamy do tego momentu, aż spełniona zostanie relacja $\min\{m_j\} > 0$.

Dla wybrania podzbioru najlepiej opisującego wydatki na badane usługi wykorzystano przedstawioną procedurę przyjmując $C=0$. Wyniki eliminacji zmiennych w poszczególnych iteracjach przedstawia tabela 1. Pro-

Tabela 1

Wyniki iteracji regresji standaryzowanej

Numer iteracji	Współczynnik determinacji wielorakiej R^2	Minimalna wartość M_j	Eliminowana zmienna objaśniająca
1	0,99147	-1,03970	X_7
2	0,98472	-0,72891	X_5
3	0,98255	-0,37225	X_7
4	0,97532	-0,13090	X_5
5	0,97326	-0,09718	X_{11}
6	0,96765	-0,27599	X_{12}
7	0,96602	-0,05345	X_{10}
8	0,96368	-0,03685	X_{13}
9	0,96311	-0,02614	X_{16}
10	0,96219	-0,00839	X_{14}
11	0,96198	-0,00822	X_{17}
12	0,96183	-0,01357	X_{18}
13	0,96170	-0,01266	X_4
14	0,96017	+0,00640	X_{15}

Źródło: Obliczeniu własne.

cedura eliminacji została zakończona na 14 iteracji, wszystkie bowiem składowe $M_j > 0$ wynoszą odpowiednio:

$$M_2 = 0,05710, \quad b_2 = 0,07194,$$

$$M_6 = 0,12528, \quad b_6 = 0,15058,$$

$$M_8 = 0,77099, \quad b_8 = 0,79173,$$

$$M_9 = 0,16506, \quad b_9 = 0,16058,$$

$$M_{15} = 0,00640, \quad b_{15} = 0,01473.$$

Wobec tego zbiór zmiennych objaśniających został zredukowany do pięciu zmiennych, takich jak:

⁴ Wielkość c jest pewną stałą dodatnią, w szczególności może nią być liczba 0. W poszczególnych etapach postępowania skreślamy tylko jedną zmienną.

X_2 — procent ludności miejskiej,

X_6 — wysokość oszczędności w zł na osobę,

X_8 — liczba samochodów osobowych na 1000 ludności,

X_9 — długość dróg publicznych o twardej nawierzchni w km na 100 km²,

X_{15} — liczba abonentów telewizyjnych na 1000 ludności.

Należy stwierdzić, że wszystkie wybrane zmienne mają dodatni wpływ na poziom sprzedaży badanych usług (odpowiednie współczynniki $b_j > 0$) oraz, że najsilniejszy wpływ na zmienną Y mają kolejno zmienne: X_8 , X_9 , X_6 , X_2 , X_{15} .

Równocześnie odpowiednie wartości M_2 , M_{15} są stosunkowo bardzo niskie; odpowiadające im zmienne wyjaśniają zmienność popytu (cechy Y) zaledwie w 6,4%, gdy pozostałe zmienne (X_6 , X_8 , X_9) wyjaśniają ją w ponad 90%.

Do porównań dokonano wyboru zmiennych na podstawie następujących metod: metoda Z. Hellwiga, metoda T. Grabińskiego, metoda W. Pluty, zmodyfikowana metoda W. Pluty, metoda S. Bartosiewicza.

Po szczegółowej analizie stwierdzono, że najlepsze — w sensie statystycznym — rezultaty daje metoda Z. Hellwiga⁵ lub metoda ta w postaci zmodyfikowanej⁶ przez Z. Czerwińskiego.

Przyjmując współczynnik korelacji jako miarę informacji Z. Hellwig⁷ zaproponował metodę wyboru optymalnego wektora zmiennych objaśniających. Przyjmuje się, że zmienna objaśniana jest czystym nośnikiem informacji o zmiennej objaśnianej tylko wtedy, gdy nie jest skorelowana z pozostałymi zmiennymi objaśniającymi. Jeżeli jednak jest z nimi skorelowana, to mówimy o niej, że jest zanieczyszczonym nośnikiem informacji. Miarą zanieczyszczenia indywidualnego nośnika informacji jest:

$$g_j = \frac{1}{k-1} \sum_{i \neq j} |r_{ij}|, \quad (13)$$

gdzie: k — liczba zmiennych, o których sądzymy, że mogą wpływać na kształtowanie się zmiennej objaśnianej (liczebność pierwotnego zbioru zmiennych objaśniających przy czym:

$$0 \leq g_j \leq 1). \quad (14)$$

Następnie Z. Hellwig wprowadza pojęcie pojemności indywidualnej nośnika informacji danej wzorem:

$$h_j = \frac{r_j^2}{1 + \sum_{i \neq j} |r_{ij}|}, \quad (15)$$

⁵ Por. Z. Hellwig, *Problem optymalnego wyboru*.

⁶ Por. Z. Czerwiński, *O miarę zależności stochastycznej*, Przegląd Statystyczny 1970, z. 2.

⁷ Por. Z. Hellwig, *Problem optymalnego wyboru*.

gdzie: r_j — współczynnik korelacji między zmienną objaśnianą a j -tą zmienną objaśniającą.

Pojemność integralna nośników informacji definiowana jest natomiast wzorem:

$$H = \sum_{j=1}^k h_j. \quad (16)$$

Jako kryterium optymalizacji wektora zmiennych objaśniających przyjęto wartość H . Za optymalny wektor przyjmuje się taką kombinację zmiennych, dla których pojemność integralna nośników informacji jest maksymalna.

Bardziej uniwersalną miarą informacji może być współczynnik zależności stochastycznej δ Hellwiga-Czerwińskiego⁸ dany wzorem:

$$\delta = \sqrt{\frac{1 - \sum_{i,j} \min(p_{ij}, p_i q_j)}{1 - \max(\sum_i p_i^2, \sum_j q_j^2)}}, \quad (17)$$

gdzie: $p_{ij} = P(X=x_i, Y=y_j)$ ($i=1, \dots, r, j=1, \dots, s$),

$$p_i = P(X=x_i)$$

$$q_j = P(Y=y_j)$$

r, s — liczba wierszy lub kolumn w tablicy wielozdzielczej.

Posiada on następujące własności:

1. Przyjmuje wartości z przedziału $[0, 1]$, $\delta=0$, gdy zmienne są stochastycznie niezależne; $\delta=1$, gdy zależność między nimi jest doskonała.

2. Ma zastosowanie zarówno do cech ciągłych jak i skokowych, a także jakościowych.

3. Może być wykorzystywany do zależności tak liniowej, jak i nieliniowej.

4. Spełnia warunek symetrii $\delta_{xy} = \delta_{yx}$

5. Jego koncepcja teoretyczna jest prosta, nie wymaga uprzednich założeń.

6. Jest stosunkowo łatwy do obliczenia.

Z kolei po rozważaniach teoretycznych przejdziemy do badań empirycznych. Ze zbioru osiemnastu zmiennych objaśniających (X_1, \dots, X_{18}) wybrano metodą Z. Hellwiga optymalny wektor zmiennych objaśniających do modelu:

X_4 — procent ludności z wykształceniem wyższym do ogółu zatrudnionych,

X_6 — wielkość oszczędności w zł na osobę,

X_8 — liczba samochodów osobowych na 1000 osób,

⁸ Por. Z. Czerwiński, *O mierze zależności*; Z. Hellwig, *Problem optymalnego wyboru*.

X_9 — długość dróg publicznych o twardej nawierzchni w km na 100 km²,
 X_{15} — liczba abonentów telewizyjnych na 1000 ludności,
 X_{17} — liczba zatrudnionych w usługach motoryzacyjnych na 1000 ludności (wariant pierwszy) lub na 1000 samochodów osobowych (wariant drugi).

Porównując wyniki wyboru metodą Z. Hellwiga z metodą regresji standaryzowanej (na podstawie wielkości parametrów struktury stochastycznej) zdecydowano wybrać wyniki uzyskane z zastosowaniem metody Z. Hellwiga. Następnie dokonano estymacji parametrów modeli popytu zrealizowanego na usługi motoryzacyjne w Polsce oraz w wyodrębnionych grupach województw. Estymacji dokonano klasyczną metodą najmniejszych kwadratów.

W wyniku dokonanej procedury estymacyjnej otrzymano oceny parametrów modeli przedstawione w tabeli 2. W celu sprawdzenia, czy

Tabela 2

Usługi motoryzacyjne (wariant pierwszy)

Numer modelu	Modele — oszacowane parametry — błędy szacunku	M	φ^2	R	V_e
1	$\hat{y}_i = -5,35626 + 1,55680x$ (6,50689) (0,12746) i_{17}	0,66991	0,32508	0,82154	22,14
2	$\hat{y}_i = -67,79665 + 3,34785x$ (24,31762) (1,61912) i_4 + 0,31120x (0,12936) i_{15} + 1,03362x (0,20821) i_{17}	0,70515	0,27226	0,85307	20,48
3	$\hat{y}_i = 0,04364 + 1,06911 \ln x$ (0,36172) (0,09660) i_{17}	0,51820	0,48180	0,71986	24,95
4	$\hat{y}_i = -6,25979 + 1,34182 \ln x$ (2,30110) (0,48451) i_{15} + 0,81070 $\ln x$ (0,12991) i_{17}	0,63635	0,36111	0,79931	21,84

Źródło: Obliczenia własne.

przyjęte w modelach podanych w tabeli 2 zmienne odgrywają istotną — w sensie statystycznym — rolę, należy zweryfikować hipotezy zerowe ($H_0: \alpha_j = 0$), które zakładają, że poszczególne parametry modelu nieistotnie różnią się od zera, wobec hipotez alternatywnych mówiących, że parametry różnią się istotnie od zera ($H_1: \alpha_j \neq 0$). Hipotezy odnośnie do poszczególnych parametrów sprawdzono wyznaczając statystykę, a następnie porównano ją z wielkością odczytaną z tablic *t*-Studenta. Okazuje się, że oceny parametrów przy wszystkich zmiennych są istotne. Jak widać z tabeli 2 modele liniowe lepiej opisują badane zjawisko niż odpowiednie modele potęgowe. Wartości współczynnika zbieżności (φ^2), współczynnika zmienności losowej przemawiają za modelami liniowymi.

Spośród wielu oszacowanych modeli do analizy merytorycznej wybrano model 2, w którym jako zmienne opisujące popyt zrealizowany na usługi motoryzacyjne weszły X_4 , X_{15} , X_{17} .

Jest oczywiste, iż wykształcenie ma wpływ na posiadanie samochodu i związane z tym zapotrzebowanie na usługi motoryzacyjne. Większość

ludzi z wyższym wykształceniem mieszka w dużych aglomeracjach miejskich i samochód może im być bardzo pomocny.

Jak wynika z otrzymanych wielkości ocen parametrów, wzrost o 1% ludności z wykształceniem wyższym w stosunku do ogółu zatrudnionych w danym województwie powoduje wzrost sprzedaży usług motoryzacyjnych przeciętnie o około 3350 zł na 1000 ludności — zakładając, że pozostałe zmienne są constans. Wzrost natomiast liczby abonentów na 1000 ludności o jednostę zwiększy sprzedaż usług samochodowych średnio o około 310 zł na 1000 ludności, przy stałym poziomie pozostałych czynników. Wpływ liczby abonentów telewizyjnych na wzrost popytu na usługi motoryzacyjne jest zrozumiały, ponieważ aby posiadać samochód należy żyć na odpowiednim poziomie ekonomicznym, a można uznać, iż jednym z mierników tego poziomu jest wyposażenie mieszkań w odbiorniki telewizyjne. Wpływ natomiast liczby zatrudnionych w badanych usługach na wielkość ich sprzedaży jest jednoznaczny. Jeżeli zwiększymy zatrudnienie w usługach motoryzacyjnych w określonym województwie o tysiąc osób, to automatycznie wzrośnie sprzedaż badanych usług przeciętnie o 1030 zł na 1000 ludności, zakładając stałość wielkości pozostałych parametrów.

Jak z tego wynika, zmienne wybrane do modeli przedstawionych w tabeli 2 są w sposób logiczny związane z popytem zrealizowanym na usługi motoryzacyjne. Należy jeszcze zaznaczyć, iż w zaprezentowanych modelach występują te same zmienne opisujące popyt na usługi motoryzacyjne. Świadczy to o dużym wpływie tych właśnie zmiennych na badane zjawisko. Dziwić natomiast może niewystąpienie zmiennych, które mają (z merytorycznego punktu widzenia) bezpośredni wpływ na badane usługi (liczba samochodów osobowych, długość dróg o twardej nawierzchni).

W tabeli 3 przedstawiono modele opisujące popyt zrealizowany na usługi w drugim wariantcie, tzn. wtedy, gdy sprzedaż i liczba zatrudnionych przeliczone zostały na samochody osobowe. W wariantcie tym potwierdza się spostrzeżenie, iż lepiej badane zjawisko opisują modele liniowe od modeli potęgowych. Potwierdzenie otrzymujemy porównując wielkości parametrów struktury stochastycznej modeli podane w tabeli 3.

Najlepszym modelem (w sensie dopasowania) z przedstawionych w tabeli 3 jest model oznaczony numerem 2. Wszystkie parametry modeli są istotne. Łatwo można zauważyć, iż zmiennymi opisującymi popyt zrealizowany na usługi motoryzacyjne są ponownie (jak w modelu z wariantu pierwszego): procent ludności z wyższym wykształceniem do ogółu zatrudnionych (X_4) oraz liczba zatrudnionych w usługach motoryzacyjnych na 1000 samochodów osobowych (X_{17}), natomiast zamiast liczby abonentów telewizyjnych (X_{15}) została wybrana zmienna określająca wysokość oszczędności w zł na osobę (X_{16}). Nowa zmienna w modelu obrazująca wysokość oszczędności popiera znaną od dawna tezę, iż na zakup samo-

Tabela 3

Usługi motoryzacyjne (wariant drugi)

Numer modelu	Modele – oszacowane parametry – błędy szacunku	H	φ^2	R	Ψ_e
1	$\hat{y}_i = -1,51048 + 0,00013x_{i6} + 0,17027x_{i17}$ (0,46421) (0,00003) (0,02093)	0,76043	0,23957	0,87213	29,67
2	$\hat{y}_i = 0,58126 + 0,12850x_{i4} + 0,13299x_{i6} + 0,16574x_{i17}$ (0,53549) (0,03402) (0,03041) (0,01866)	0,78202	0,19823	0,89542	27,58
3	$\hat{y}_i = -7,26063 + 0,53943 \ln x_{it} + 1,16624 \ln x_{i17}$ (1,08086) (0,11540) (0,14088)	0,72271	0,27729	0,85012	34,25
4	$\hat{y}_i = -1,60555 + 0,36707 \ln x_{i4} + 0,54331 \ln x_{i6} + 1,14345 \ln x_{i17}$ (0,52490) (0,08427) (0,13524) (0,13056)	0,74719	0,23767	0,87312	32,05

Źródło: Obliczenia własne.

chodu mogą sobie pozwolić rodziny czy też osoby prowadzące swoje gospodarstwa na dość wysokim poziomie ekonomicznym. Oczywiście jest, że oszczędzają osoby już w pewien sposób zagospodarowane i zarabiające stosunkowo dużo. Można pokusić się o stwierdzenie, że oszczędzają te osoby czy też te gospodarstwa domowe, które mają określony cel (np. kupno samochodu).

Przechodząc do analizy modelu zaprezentowanego w tabeli 3 należy stwierdzić, że w przypadku wzrostu liczby ludności z wyższym wykształceniem do ogółu zatrudnionych o 1% nastąpi wzrost popytu zrealizowanego na badane usługi średnio o 128,5 zł w przeliczeniu na 1 samochód osobowy, jeżeli pozostałe zmienne nie ulegną zmianie. Podobnie, jeżeli wysokość oszczędności wzrośnie o 1000 złotych, to sprzedaż usług motoryzacyjnych wzrośnie przeciętnie o 132 zł na jeden samochód osobowy, przy stałym poziomie pozostałych zmiennych. Ponadto wzrost liczby zatrudnionych w badanych usługach o jedną osobę spowoduje wzrost sprzedaży usług średnio o 165,74 zł na jeden samochód osobowy, przy stałości pozostałych zmiennych.

Modele zaprezentowane w tabelach 2 i 3 opisują popyt zrealizowany na usługi motoryzacyjne w Polsce. Ze względu na duże zróżnicowanie w rozwoju gospodarczym poszczególnych województw czy makroregionów dokonano podziału Polski na bardziej jednorodny grupy województw. Podzielono Polskę (49 województw) na trzy grupy. Do pierwszej grupy (I) zaliczono piętnaście województw, do drugiej (II) szesnaście, trzecią grupę (III) zaś tworzy osiemnaście województw. Modele opisujące usługi w poszczególnych grupach województw zawiera tabela 4.

Ponieważ w modelach dla całej Polski stwierdziliśmy lepsze dopasowanie teoretycznych funkcji do danych empirycznych w przypadku funkcji prostoliniowej, przeto obecnie tylko tę funkcję wykorzystano budując modele dla grup województw.

Parametry wszystkich zmiennych zaprezentowanych w tabeli 4 są istotne. Najlepsze oszacowania otrzymano dla grupy II, tj. województw o względnej równowadze popytu i podaży ($\varphi^2=0,04038$, $R=0,9796$, $V_\varepsilon=$

Usługi motoryzacyjne w wybranych grupach województw

Numer rejonu	Modele – oszacowane parametry – błędy szacunku	H	φ^2	R	V_s
I (+)	1. $\hat{y}_i = -23,33214 + 0,01328x_i$ (17,77037) (0,00189)	0,79098	0,20902	0,88937	21,63
	2. $\hat{y}_i = -380,09473 + 0,71159x_i + 0,64832x_{i_4} + 9,47702x_{i_6}$ (81,07711) (0,19409) (0,31134) (2,14413)	0,92990	0,06487	0,96702	13,09
II (0)	3. $\hat{y}_i = -27,99288 + 2,11070x_i$ (6,90408) (0,14461)	0,93834	0,06166	0,96868	12,52
	4. $\hat{y}_i = -123,31411 + 0,00456x_{i_4} + 0,78317x_{i_6} + 1,21999x_{i_9}$ (22,37485) (0,00127) (0,18477) (0,15282)	0,92272	0,04038	0,97960	10,94
III (-)	5. $\hat{y}_i = -0,19289 + 0,32758x_{i_9}$ (7,44087) (0,05477)	0,69095	0,30905	0,83123	31,12
	6. $\hat{y}_i = -37,66615 + 0,00217x_{i_6} + 0,24515x_{i_9}$ (26,88723) (0,00005) (0,07782)	0,71598	0,27127	0,85369	30,11

Źródło: Obliczenia własne.

= 10,94%). Z merytorycznego punktu widzenia należy tutaj zaznaczyć, iż popyt na usługi motoryzacyjne w poszczególnych grupach województw zależy od liczby samochodów osobowych (X_p) oraz od długości dróg publicznych o twardej nawierzchni (X_g). Jest to uzasadnione. Poza tym, wchodzi do modelu zmienne wyrażające procent ludności z wykształceniem wyższym do ogółu zatrudnionych (X_d) oraz wielkość oszczędności (X_o). Wpływ zmiennych (X_p , X_o) na wielkość popytu na usługi motoryzacyjne był już wyjaśniony.

Jeżeli chodzi o zmienną X_g , to trudno sobie wyobrazić, aby usługi motoryzacyjne nie były uzależnione od liczby samochodów.

Podobna zależność dotyczy zmiennej X_o , bowiem bez dróg do ruchu samochodowego nie jest możliwy rozwój motoryzacji na większą skalę. Analizując model 4 z tabeli 4 należy stwierdzić, że wzrost udziału ludzi z wyższym wykształceniem o 1% w stosunku do zatrudnionych zwiększa popyt na usługi motoryzacyjne średnio o 4,56 zł, jeżeli pozostałe zmienne nie ulegną zmianie. Z kolei, jeżeli wielkość oszczędności wzrośnie o 1000 zł, to wydatki na badane usługi wzrosną przeciętnie o 783,17 zł, przyjmując pozostałe zmienne za stałe. Natomiast wzrost ilości dróg o twardej nawierzchni o 1 km na 100 km² powiększa popyt na usługi motoryzacyjne średnio o 1219,39 zł, przyjmując za stałe wartości pozostałych zmiennych.

Reasumując należy stwierdzić, że:

1. najniższe współczynniki zbieżności otrzymano w modelach dla wyodrębnionych grup województw, co świadczy o dużej jednorodności tych grup;

2. wysokie współczynniki korelacji wielorakiej R , występujące w wyodrębnionych grupach województw, świadczyłyby, że zmienność sprze-

daży usług motoryzacyjnych w około 98% wyjaśniają: wielkość oszczędności (X_6), procentowy udział ludności z wyższym wykształceniem (X_7), liczba samochodów osobowych (X_8) oraz długość dróg publicznych o twardej nawierzchni (X_9);

3. lepiej popyt na badane usługi opisują modele liniowe niż modele potęgowe; dlatego też dla wydzielonych grup województw nie zamieszczono modeli potęgowych.

Oceniając otrzymane wyniki należy stwierdzić, że charakteryzują się one bardzo zbliżonymi wielkościami w porównaniu z wynikami otrzymanymi w pracy⁹ wykonanej w Zakładzie Statystyki Uniwersytetu Gdańskiego opartej na badaniach ankietowych. Należy dodać, iż wszystkie zmienne, które zostały wybrane do prezentowanych modeli opisujących popyt na usługi motoryzacyjne, przedstawiono sumarycznie w tabeli 5.

Tabela 5

Zestawienie wszystkich zmiennych opisujących popyt na badane usługi

Modele		Zmienne	X_4	X_6	X_8	X_9	X_{15}	X_{17}
Liniowe dla Polski	Wariant pierwszy		x				x	x
	Wariant drugi		x	x			x	x
Liniowo-logarytmiczne dla Polski	Wariant pierwszy							x
	Wariant drugi		x	x				x
Liniowe dla rejonów	Rejon I (+)		x	x	x			
	Rejon II (0)		x	x	x	x		
	Rejon III (-)			x		x		

Źródło: Obliczenia własne.

Zaplecze usługowe motoryzacji w Polsce jest nadal skromne. Liczba zatrudnionych oraz liczba placówek usługowych branży motoryzacyjnej wzrasta w stosunku do liczby pojazdów bardzo powoli. W 1976 r., przyjętym jako podstawa egzemplifikacji, były zatrudnione 23 062 osoby w 7044 placówkach usługowych, natomiast w 1982 r. w 8347 punktach zatrudnionych było zaledwie 28 350 osób. Jak z tego wynika, zaplecze usługowe motoryzacji charakteryzuje się nadal małymi warsztatami. niewiele jeszcze jest placówek dużych o dobrym wyposażeniu w urządzenia diagnostyczne. Jakkolwiek nie ilość jest tutaj najważniejsza, lecz poziom wykonywanych usług oraz wyposażenie w odpowiednią aparaturę i zaopatrzenie w części zamienne, zjawisko to budzi poważny niepokój. Sytuację pogarsza fakt, iż park maszynowy krajowych fabryk produkują-

⁹ Por. K. Pazderska, *Czynniki kształtujące wielkość konsumpcji usług motoryzacyjnych* (maszynopis — Archiwum Zakładu Statystyki Uniwersytetu Gdańskiego).

nych samochody jest przestarzały, z czego wynika, że jakość produkowanych samochodów jest niska. W rezultacie producent pojazdów samochodowych w sposób mniej lub bardziej świadomy przerzuca społeczne koszty ich produkcji na użytkownika. (Płaci on niewspółmiernie wysoką cenę za eksploatację tych pojazdów.

Mimo iż prezentowany zespół modeli budzić może wiele uwag dyskusyjnych i zastrzeżeń pod względem metodologicznym, ich praktyczna użyteczność nie powinna być kwestionowana, Szybki rozwój motoryzacji wobec niedostatecznie rozwiniętego zaplecza usług motoryzacyjnych powodować będzie bowiem przez najbliższe lata wiele implikacji natury czysto praktycznej. Stąd też prowadzenie studiów o charakterze metodologicznym nad doskonaleniem narzędzi badawczych rynku usług motoryzacyjnych uznać należy za pożądane.

MODEL OF THE DEMAND STUDY FOR AUTOMOTIVE SERVICES IN MACROECONOMIC APPROACH

Summary

Problems of services, particularly automotive ones, becomes more and more topical and interesting both practically and theoretically speaking.

It is apparent that a rapid growth of demand for services in Poland is not accompanied by a sufficient growth of their supply. Problems of automotive services require proper investigation of both theoretical and empirical character.

The article attempts at the construction of econometric model facilitating studies on demand for automotive services in macroeconomic approach. It indicates at those economic demographic and social factors which influence shaping of demand for the examined services. The study has thus a cognitive and systematic character. The empirical results presented are merely an illustration to the constructed models.