

*Elżbieta Gołata*  
*Jan Paradysz*  
*Katedra Statystyki*  
*Akademia Ekonomiczna w Poznaniu*

ESTYMACJA POŚREDNIA W DEMOGRAFII  
A NARODOWY SPIS POWSZECHNY 2011  
W POLSCE<sup>1</sup>

WSTĘP

Przeprowadzając analizy demograficzne, w sposób naturalny odwołujemy się do wiedzy o przebiegu procesów ludnościowych w innych populacjach rozwijających się w zbliżonych warunkach w przeszłości. Często też bazujemy na informacjach pochodzących z różnych dostępnych źródeł: danych ze spisów ludności, bieżącej ewidencji ruchu naturalnego i wędrownego, a także danych pochodzących z badań specjalnych. Istotą metod pośrednich jest porównywanie danych, dociekanie przyczyn różnic, sprawdzanie definicji, pojęć, sposobu zbierania i szacowania informacji oraz wykorzystanie tej wiedzy w modelowaniu badanego procesu, także poprzez analogię.

Źródła informacji o ludności należą do najstarszych, co sugeruje dobrą jakość, wypracowaną przez lata doświadczeń i dopracowaną metodologię. Warto podkreślić także dużą różnorodność źródeł danych demograficznych łącznie z coraz powszechniej wykorzystywanymi rejestrami administracyjnymi. Demografowie mają więc uznany dorobek w badaniu dostępnej infrastruktury statystycznej i jej wykorzystaniu w celu poprawy jakości szacunku, w tym rozwoju metod estymacji pośredniej.

Metody szacowania różnych charakterystyk (wielkości) wykorzystujące ideę estymacji pośredniej rozwinęły się na gruncie badań ludnościowych, a ich demograficzna geneza jest podkreślana w podręcznikach i publikacjach przeglądowych dotyczących tej problematyki. Pierwsze szacunki dotyczyły struk-

---

<sup>1</sup> W artykule wykorzystano fragmenty wcześniejszego opracowania autorów pt. Demograficzne korzenie i perspektywy statystyki małych obszarów (Gołata, Paradysz, 2007).

tur ludności (według płci, wieku, stanu cywilnego itp.) zamieszkującej małe jednostki terytorialne w okresach międzypisowych. Polegały one na eksploatacji źródeł administracyjnych oraz konstrukcji modeli ze zmiennymi symptomatycznymi silnie skorelowanymi ze zmianami ludności. Nazwa tych metod estymacji – statystyka małych obszarów, wywodzi się od pierwszych zastosowań w odniesieniu do małych jednostek terytorialnych. Coraz częściej nazwa ta jest jednak zastępowana bardziej precyzyjnym określeniem – estymacji pośredniej<sup>2</sup>. Statystyka małych obszarów jest to zespół metod pozwalających na oszacowanie określonych wielkości dla subpopulacji w takich przypadkach, kiedy brak jest danych z obserwacji wyczerpujących (spis, rejestracja bieżąca), a badania reprezentacyjne charakteryzują się zbyt małymi liczebnościami prób w badanych obszarach<sup>3</sup>. W estymacji pośredniej korzysta się z wszelkich dostępnych informacji o badanej cenie, także pochodzących z innych źródeł, aniżeli badanie reprezentacyjne. Obserwowany w ciągu ostatnich 20 lat rozwój statystyki małych obszarów uwarunkowany był nie tylko postępem w zakresie metod estymacji, ale także rozwojem nowoczesnych technologii informatycznych: gromadzenia i przetwarzania informacji oraz integracji baz danych. Rozwój ten zaowocował ekspansją wyrafinowanych metod estymacji pośredniej i ich szerokim zastosowaniem w różnych dziedzinach, nie tylko w demografii i nie tylko w odniesieniu do jednostek wyodrębnionych przestrzennie. Są to zastosowania dla różnych obszarów zainteresowań badawczych, czyli domen studiów. Z tego powodu statystyka małych obszarów nazywana jest też estymacją dla małych domen<sup>4</sup>.

Obecnie demografowie proponują wykorzystać metody estymacji pośredniej nie tylko w szacunkach międzypisowych, ale również jako jedną z alternatywnych metod przeprowadzania spisów powszechnych. W rekomendacjach światowych opublikowanych przez Departament Statystyki ONZ wspólnie z Eurostatem (por. UNECE, 2006 oraz UN, 2007), klasyfikacja metod przeprowadzania spisów obejmuje: podejście klasyczne, bazujące na rejestrach oraz podejście mieszane.

---

<sup>2</sup> Termin „mały obszar” stosowany jest ze względów historycznych, ale dotyczy takiego obszaru – domeny studiów (analiz), dla którego nie można uzyskać rzetelnych ocen, tj. ocen dostatecznie precyzyjnych dla użytkownika, stosując estymację bezpośrednią na podstawie próbki. Zamiast określenia „obszar” używa się szerszego pojęcia „domena”, żeby nim objąć także klasy i grupy społeczne, działy i sekcje gospodarki narodowej (por. Paradyś, 2001). Słowo „mały” jest mylące, gdyż chodzi o małą liczbę obserwacji, która powoduje dużą wariancję standardowych estymatorów bezpośrednich, a nie – jak można byłoby kojarzyć – małą populację czy mały obszar przestrzenny. Szerzej na temat mylących słów użytych w określeniu „statystyka małych obszarów”, można przeczytać w opracowaniu E. Gołaty (2004).

<sup>3</sup> Nieco inną ogólniejszą definicję statystyki małych obszarów sformułowali C. Domański i K. Pruska (2001, s. 5) obejmując nią także weryfikację hipotez statystycznych. Jak się wydaje, nasza definicja bardziej odpowiada temu co robi się w Urzędach Statystycznych dla zaspokojenia popytu na informacje na niskich poziomach agregacji przestrzennej.

<sup>4</sup> Domeną studiów mogą być także grupy jednostek wyodrębnionych według innego aniżeli geograficzne kryterium. Przykładowo domeną studiów (dla której dokonujemy szacunku) mogą być mikroprzedsiębiorstwa prowadzące działalność gospodarczą w sekcji G: Handel hurtowy i detaliczny w województwie dolnośląskim, jednoosobowe gospodarstwa domowe w powiecie miasto Kalisz czy gospodarstwa domowe, których głowy są osobami będącymi w separacji prawnej w Radomiu.

Zalecenia międzynarodowe uwzględniają możliwość wykorzystania istniejących źródeł informacji oraz metod estymacji pośredniej. Spis oparty na rejestrach bazuje na systemie źródeł administracyjnych zawierających informacje jednostkowe dla zbiorowości ludzi, budynków, mieszkań, przedsiębiorstw w danym kraju. Zakłada się przy tym, że istnieje system identyfikatorów umożliwiający integrację rejestrów, tj. możliwość połączenia informacji z poszczególnych źródeł na poziomie jednostkowym (indywidualnym). W założeniach dotyczących organizacji spisu ludności i mieszkań w 2011 r. w Polsce, uznano, iż najlepszy będzie model mieszany oparty na zasilaniu baz mikrodanych spisowych danymi ze źródeł administracyjnych uzupełnionymi danymi z badań reprezentacyjnych (por. *Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011...*, 2007). Jest to ogromne przedsięwzięcie o charakterze wręcz rewolucyjnym w zakresie proponowanych metod przeprowadzania badania, wykorzystania alternatywnych źródeł informacji, w tym rejestrów administracyjnych oraz wprowadzenia alternatywnych metod gromadzenia danych i nowoczesnych metod estymacji. Celem niniejszego artykułu jest ukazanie możliwości zastosowań estymacji pośredniej w demografii w perspektywie dotychczasowych doświadczeń oraz nowych wyzwań związanych, między innymi, z metodami realizacji spisów powszechnych.

## DETERMINANTY ROZWOJU ESTYMACJI POŚREDNIEJ W DEMOGRAFII

Wśród podstawowych determinant, które zadecydowały, iż demografowie zostali pionierami technik estymacji pośredniej wskazać należy:

- jakość źródeł danych o ludności, a zwłaszcza brak informacji w szczególności o strukturach ludności czy niekompletna statystyka ludności,
- działanie czynników perturbacyjnych,
- różnorodność źródeł danych (narodowe spisy powszechne, bieżąca rejestracja ruchu naturalnego, badania specjalne),
- uporządkowana, spójna metodologia badań i analiz demograficznych.

Panuje powszechna opinia, iż statystyka ludności jest bardzo rzetelna i godna zaufania, a zakres informacji wyczerpujący. Tymczasem jakość danych demograficznych jest bardzo zróżnicowana tak w przekroju krajów, jak i w zależności od rodzaju zmiennych demograficznych (struktur i zdarzeń demograficznych). Pomiedzy krajami występuje silne zróżnicowanie zasad gromadzenia danych bieżących o ludności. Jednak również w tzw. krajach rozwiniętych występuje wiele ograniczeń „statystycznych”, które utrudniają lub wręcz uniemożliwiają przeprowadzenie bezpośrednich analiz.

Z estymacji pośredniej korzystamy zatem w demografii w przypadku braku rejestracji odpowiednich zdarzeń demograficznych lub braku odpowiednich struktur demograficznych. Z pierwszą sytuacją mamy do czynienia np. w wielu krajach afrykańskich, a także występowała ona w Polsce bezpośrednio po II wojnie światowej, gdy po wielu perturbacjach dziejowych nie zdążono wprowadzić bieżącej, powszechnej, kompletnej i odpowiednio ukierunkowanej rejestracji

ruchu ludności. W Polsce taką graniczną datą dla gromadzenia danych o urodzeniach ogółem, zgonach, małżeństwach i rozwodach jest rok 1950, a np. dla urodzeń małżeńskich dopiero rok 1975. W zasadzie do dzisiaj nie dysponujemy odpowiedniej jakości informacjami o zawieraniu i rozpadzie małżeństw. W tych wszystkich przypadkach pewnej poprawy można oczekiwać dzięki wynikom badań specjalnych przeprowadzanych metodą reprezentacyjną z zastosowaniem różnych technik estymacji pośredniej.

Informacji o urodzeniach według wieku i wykształcenia matek nie można na bieżąco wykorzystywać, gdyż nie są znane struktury kobiet według wieku i wykształcenia. Można mieć przy tym poważne zastrzeżenia, nawet w okresach spisowych, co do możliwości przeprowadzania tego rodzaju analiz. Nasze wątpliwości biorą się stąd, że w badaniach specjalnych, do których należą także spisy ludności, częstym przypadkiem jest zawyżanie poziomu wykształcenia, (por. np. Paradysz, 1992). Również w tych przypadkach lepszym rozwiązaniem może okazać się estymacja pośrednia (por. np. Cicali, De Santis, 2006).

Wiele trudności pojawia się przy pomiarze migracji ludności, przede wszystkim dotyczy to migracji zagranicznych, ale również migracji wewnętrznych. Niekompletność i niedoskonałość tej statystyki zarówno w sposób bezpośredni, jak i pośredni wpływa na struktury ludności oraz szacowane na ich podstawie mierniki natężenia procesów demograficznych. Selektywność migracji ze względu na wiek, płeć czy miejsce zamieszkania powoduje, iż rozkład błędów jest nierównomierny. W szczególności dotyczy to problemu badania wpływu niezarejestrowanej emigracji zagranicznej Polaków na stan i strukturę ludności w kraju. Na znaczenie problemów wskazują wyniki badań B. Sakson (2002) czy wcześniejszych opracowań M. Kędelskiego (1990) i M. Okólskiego (1997). Pokazują one braki oficjalnej statystyki migracji międzynarodowych, jak również skalę błędów oszacowania stanu ludności czy współczynników urodzeń i zgonów. Po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej nastąpiła kolejna fala bardzo licznej emigracji młodych ludzi do krajów zachodnich, które otworzyły swoje rynki pracy. W efekcie struktury ludności określone na podstawie wyników NSP'2002 prawdopodobnie uległy znacznej deformacji. Problemem jest również pomiar migracji wewnętrznych związanych, między innymi, z dokonującym się w ostatnich latach rozwojem budownictwa na terenach podmiejskich otaczających duże aglomeracje.

Migracje ludności uwzględniane są w analizach demograficznych jako jeden z tzw. czynników perturbacyjnych tj. takich, które powodują zakłócenia. W klasycznej analizie demograficznej obok ruchów wędrowniczych do czynników takich zalicza się zgony. Uwzględnienie zjawisk perturbacyjnych jest niezmiernie ważne szczególnie w przypadku przeprowadzania analizy na podstawie danych retrospektywnych. Powodują one wyłączenie z obserwacji pewnej części badanej populacji. Migracje mogą ponadto wpływać na odroczenia i rekompensaty zdarzeń, których realizacja zależy od woli jednostki. W tej sytuacji demografia wypracowała system współczynników, które pozwalają na oszacowanie czystszej postaci zjawiska. Oparte są one na założeniach sformułowanych przez

L. Henry'ego (1972) w postaci warunków, które określił mianem niezależności i ciągłości<sup>5</sup>. Przykłady takiego podejścia przedstawiane są w podręcznikach demografii (por. Kędelski, Paradysz, 2006; Kurkiewicz (red.), 2008) oraz stosowane w analizach (por. np. Paradysz, 1992).

Czynnikiem perturbacyjnym o nieco innym charakterze jest mała liczebność populacji. Z sytuacją taką spotykają się demografowie przeprowadzający badania w ujęciu regionalnym. Mała liczebność populacji zamieszkującej badane terytorium powoduje duże zróżnicowanie liczby zdarzeń demograficznych, takich jak np. urodzenia czy zgony. Dodatkowo zróżnicowanie to potęgowane jest przez wpływ struktury ludności według wieku, płci czy stanu cywilnego. Mała liczebność próby powodująca dużą wariancję estymatorów bezpośrednich jest też jednym z argumentów uzasadniających potrzebę stosowania metod estymacji pośredniej.

Mając na uwadze konieczność zapobiegania oddziaływaniu czynników perturbacyjnych, demografowie stosują różnorodne rozwiązania w celu zniwelowanie skutków dużej zmienności liczby zdarzeń, która uniemożliwia przedstawienie wiarygodnych analiz czy prognoz ludności. Jednym z najprostszych sposobów jest obliczanie średniej wielkości współczynników dla kilku lat kalendarzowych (np. dwóch, trzech lat). Przykładowo E. Gołata (1990) w analizie terytorialnego zróżnicowania czynników płodności kobiet w Polsce przeprowadzonej w przekroju makro i mikro, tj. województw oraz miast i gmin wiejskich pomiędzy województwami i wewnątrz województw, uwzględniła współczynniki średnie z dwóch lat kalendarzowych. Przy dużym rozdrobieniu terytorialnym podejście takie pozwoliło na pełną eliminację wahań przypadkowych.

Świadomi konsekwencji przeprowadzania badania dla mało liczebnej populacji, demografowie czerpali z dodatkowej wiedzy, czyli „pożyczyli moc”. Określenie to dobrze ujmuje istotę statystyki małych obszarów. Demografia jest dziedziną badań, w której zastosowanie technik pośrednich wydaje się „naturalne”. Bazy danych ludnościowych, zawierające odpowiednio długie szeregi czasowe różnych zmiennych demograficznych, oraz precyzja ujęcia kohortowego i transwersalnego umożliwiły rozwój skomplikowanych modeli i metod analizy.

## METODY ESTYMACJI POŚREDNIEJ W DEMOGRAFII

Omawiając stosowane w demografii metody estymacji pośredniej, można wykorzystać klasyfikację przedstawioną przez J.N.K. Rao (2003), eksperta w zakresie statystyki małych obszarów, oraz propozycję ekspertów demograficznych ONZ (UN, 2005).

---

<sup>5</sup> Warunek niezależności zakłada, że tej części generacji, która wyszła z pola obserwacji, można przypisać taki sam przebieg zjawiska w czystej postaci, jak tej części populacji, która podlegała obserwacji do końca. W wypadku zdarzeń niepowtarzalnych dodatkowo zakłada się, że analizowane zdarzenie nie wpływa na zdarzenie zakłócające, np. urodzenie dziecka nie wpływa na umieralność kobiet w wieku zdolności rozrodczej.

Rao wyróżnia trzy podstawowe grupy metod:

- (i) symptomatyczne techniki bilansowe (*Symptomatic Accounting Techniques – SAT*) (por. Bogue, 1950; Bogue i Duncan, 1959; Purcell i Kish, 1979),
- (ii) procedury regresji symptomatycznej *Regression Symptomatic Procedures* (por. Schmitt i Crosetti, 1954; O'Hare, 1976; Ericksen, 1974), oraz
- (iii) metody podwójnego systemu szacunku (*Dual-System Estimation*).

Klasyfikacja przedstawiona przez ekspertów ONZ jest bardziej ogólna. W podręczniku metodologicznym wskazano na metody:

- (i) całkowitej estymacji pośredniej,
- (ii) częściowej estymacji pośredniej, a także
- (iii) metody estymacji oparte na modelach demograficznych.

Szczegółowy opis metod stosowanych w demografii zawierają, między innymi, prace Purcell i Kish (1979, 1980), Rivers, Serow, Lee i Goldsmith (1989) oraz Zidek (1982). W dalszej kolejności omówione zostaną wybrane metody estymacji pośredniej stosowane w demografii.

#### ESTYMACJA POŚREDNIA W DEMOGRAFII WEDŁUG J.N.K. RAO

Jak wspomniano, pierwsze prace w zakresie estymacji pośredniej dotyczyły szacunku liczby ludności w okresach międzypisowych dla małych jednostek terytorialnych (por. Ghosh, Rao, 1994; Rao, 1999). Należy tutaj podkreślić dorobek takich demografów jak R.C. Schmitt (1952), S. Shapiro i J. Schachter (1964), W.H. Grabill i L.-J. Cho (1965). Cechą charakterystyczną metod określanych mianem symptomatycznych technik bilansowych (*Symptomatic Accounting Techniques – SAT*) jest wykorzystanie bieżących danych rejestrów administracyjnych w połączeniu z odpowiednimi informacjami z ostatniego spisu powszechnego. Informacje z rejestrów administracyjnych wykorzystywane w USA zawierały takie zmienne symptomatyczne, jak: liczba urodzeń i zgonów, liczba nowo powstałych budynków, listy zapisu dzieci do szkoły, których zróżnicowanie jest silnie uwarunkowane zmianami liczby ludności.

#### METODA WSPÓŁCZYNNIKÓW RUCHU NATURALNEGO

Ideę szacunku liczby ludności wykorzystującą symptomatyczne techniki bilansowe zaprezentować można na przykładzie metody współczynników ruchu naturalnego (*Vital Rates Method – VR*). Korzysta się w niej tylko z informacji o urodzeniach i zgonach dla danego roku kalendarzowego. Traktuje się je jako zmienne o charakterze symptomatycznym, a nie jako komponenty zmian liczby ludności. Ponadto zakłada się dostępność informacji z oficjalnego źródła o bieżącej liczbie ludności w większym obszarze, w którym zawiera się interesujący nas mały obszar.



Znając liczby urodzeń  $b_t$  i  $d_t$  zgonów w roku bieżącym  $t$  dla małego obszaru, stopę urodzeń i zgonów oszacować można według następującego wzoru<sup>6</sup>:

$$\hat{r}_{1t} = \frac{b_0}{p_0} \cdot \frac{\hat{R}_{1t}}{R_{10}} = r_{10} \cdot \frac{\hat{R}_{1t}}{R_{10}} = r_{10} \cdot \hat{\phi}_1 \quad \text{oraz} \quad \hat{r}_{2t} = \frac{d_0}{p_0} \cdot \frac{\hat{R}_{2t}}{R_{20}} = r_{20} \cdot \frac{\hat{R}_{2t}}{R_{20}} = r_{20} \cdot \hat{\phi}_2. \quad (1)$$

gdzie:

$\hat{r}_{1t}$ ,  $\hat{r}_{2t}$  – oszacowania surowych współczynników urodzeń i zgonów dla małego obszaru w roku bieżącym  $t$ ;

$r_{10}$  – surowy współczynnik urodzeń w małym obszarze w roku spisowym  $\theta$ ;

$r_{20}$  – surowy współczynnik zgonów w małym obszarze w roku spisowym  $\theta$ ;

$\hat{R}_{1t}$ ,  $\hat{R}_{2t}$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{20}$  – surowe współczynniki zgonów i urodzeń w dużym obszarze w roku bieżącym  $t$  (oszacowania) oraz w roku spisowym  $\theta$ , przy czym

$$\hat{R}_{1t} = \frac{B_t}{\hat{P}_t}; \quad \hat{R}_{2t} = \frac{D_t}{\hat{P}_t}; \quad R_{10} = \frac{B_0}{P_0}; \quad R_{20} = \frac{D_0}{P_0};$$

$P_0$ ,  $\hat{P}_t$  – liczba ludności w dużym obszarze w roku spisowym  $\theta$  oraz w roku bieżącym  $t$  (na podstawie informacji z dodatkowego oficjalnego źródła np. z rejestru administracyjnego).

Metoda VR polega na szacowaniu współczynników urodzeń i zgonów dla małego obszaru w roku bieżącym  $t$  przy przyjęciu założenia o stałej stopie zmian, tzn. uznania, że jest ona taka sama zarówno w małym, jak i w dużym obszarze. To właśnie dzięki wykorzystaniu informacji o liczbie ludności dla dużego obszaru z dodatkowego źródła można określić wartości współczynników  $\hat{R}_{1t}$  i  $\hat{R}_{2t}$  oraz

relację:  $\hat{\phi}_1 = \frac{\hat{R}_{1t}}{R_{10}}$  i  $\hat{\phi}_2 = \frac{\hat{R}_{2t}}{R_{20}}$ . Wówczas oszacowanie bieżącej liczby ludności

w małym obszarze  $\hat{p}_t$  możliwe jest jako:

$$\hat{p}_t = \frac{1}{2} \left( \frac{b_t}{\hat{r}_{1t}} + \frac{d_t}{\hat{r}_{2t}} \right) \quad (2)$$

„Sukces” stosowania metody VR zależy od prawdziwości przyjętych założeń dotyczących współczynników  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ . Służą one do aktualizacji stóp urodzeń i zgonów dla małego obszaru na podstawie informacji o zmianach tych współczynników w dużym obszarze zawierającym badany mały obszar. Jednak założenie takie jest co najmniej dyskusyjne.

<sup>6</sup> Wielkości dla dużego obszaru oznaczono dużymi literami, podczas gdy małe litery odnoszą się do domeny studiów, dla której dokonywany jest szacunek. Oceny estymatorów oznaczono za pomocą „^” umieszczonego nad symbolem zmiennej, natomiast pozbawione „^” są wartości charakterystyk określone na podstawie badań pełnych.

## METODA ZŁOŻONA

Metoda złożona (*Composite Method*) jest udoskonaleniem metody współczynników ruchu naturalnego. Wykorzystuje się tutaj metodę VR w celu niezależnego wyznaczenia liczby ludności według grup płci i wieku, a następnie sumuje się owe „składniki”, aby otrzymać „złożony szacunek” bieżącej liczby ludności. Metoda ta wymaga znajomości liczby urodzeń i zgonów według wyróżnionych grup (wieku) oraz liczby ludności w wyróżnionych grupach w większym obszarze. Można tutaj wykorzystywać alternatywne źródła informacji. Np. w USA ludność w wieku szkolnym 5–14 lat jest szacowana na podstawie list zapisów do szkół oraz współczynników zapisów do szkół.

## METODA SKŁADNIKOWA

W przeciwieństwie do poprzednich, metoda składnikowa (*Component Method – CM*) pozwala na szacunek liczby ludności, uwzględniając dodatkowo oszacowanie migracji netto. Dysponując informacją spisową o liczbie ludności  $p_0$  w małym obszarze oraz przyjmując, że  $b_{0,t}$ ,  $d_{0,t}$  oraz  $m_{0,t}$  oznaczają odpowiednio liczbę urodzeń, zgonów i migracji netto<sup>7</sup> w przedziale czasu  $[0,t]$ , można skonstruować następujące równanie bilansowe bieżącej liczby ludności w małym obszarze:

$$\hat{p}_t = p_0 + b_{0,t} - d_{0,t} + m_{0,t}. \quad (3)$$

Rejestracja urodzeń i zgonów jest w większości rozwiniętych krajów powszechna i w miarę kompletna. Jednak wiarygodne informacje dotyczące migracji netto zazwyczaj nie są dostępne. W USA migracje netto są dzielone na migracje cywilne i „militarne”, przy czym informacje o migracjach „militarnych” dostępne są na podstawie rejestrów administracyjnych. Dla szacunku migracji cywilnych stosuje się obecnie w metodzie składnikowej listy zapisów do szkół. Oryginalnie metoda ta korzystała z rejestrów administracyjnych (*Administrative Records – AR*), bazując na danych podatkowych.

Także w Kanadzie informacje o emigracjach oraz migracjach wewnętrznych dla poszczególnych domen, szacowane są na podstawie danych podatkowych. Pospisowe szacunki ludności według płci i wieku oraz stanu cywilnego w Kanadzie przeprowadzane są przy zastosowaniu kohortowej metody składnikowej. Wprowadza ona odpowiednie modyfikacje wynikające z dostosowania do ujęcia wzdłużnego.

---

<sup>7</sup> Migracja netto  $m_{0,t}$  to suma imigracji  $i_{0,t}$  oraz migracji wewnętrznych netto  $n_{0,t}$  minus liczba emigracji  $e_{0,t}$ .



## METODA GOSPODARSTW DOMOWYCH

W metodzie gospodarstw domowych oraz miejsc zbiorowego zamieszkania (*Housing Units & Group Quarters Method*)<sup>8</sup> bieżąca liczba ludności jest przedstawiona jako:

$$p_t = (h_t)(pph_t) + gq_t, \quad (4)$$

gdzie:

$h_t$  – liczba mieszkań zamieszkałych w momencie  $t$ ,

$pph_t$  – średnia liczba osób w mieszkaniu w momencie  $t$ ,

$gq_t$  – liczba osób w gospodarstwach zbiorowych w momencie  $t$ .

Wszystkie wielkości uwzględnione w powyższym równaniu bilansowym muszą być oszacowane. W szczególności wielkość  $h_t$  jest szacowana na podstawie informacji o zmianach liczby mieszkań określonych przez ilość pozwoleń na budowę wydanych w okresie  $[0, t]$  skorygowaną o czas potrzebny do zakończenia budowy. Ponadto uwzględnia się liczbę mieszkań zlikwidowanych w czasie, jaki minął od ostatniego spisu. Wartości  $pph_t$  oraz  $gq_t$  szacuje się na podstawie  $pph_0$  ostatniego spisu bądź poprzez ekstrapolację wielkości z dwóch ostatnich spisów.

## METODA REGRESJI ILORAZOWEJ I RÓŻNICOWEJ

Według Markera (1983) metody regresji symptomatycznej (*Regression Symptomatic Procedures*) wykorzystują procedury wielowymiarowej regresji liniowej ze zmiennymi symptomatycznymi jako zmiennymi niezależnymi. W metodzie regresji ilorazowej i różnicowej (*Ratio Correlation and Difference Correlation Methods*) przyjmuje się, iż dostępne są dane o liczbie ludności oraz wartościach zmiennych symptomatycznych z dwóch kolejnych spisów powszechnych oznaczone jako:  $p_{it}$  (ludność w  $i$ -tej domenie w czasie  $t$ ),  $s_{ijt}$  (wartość  $j$ -tej zmiennej symptomatycznej ( $j = 1, \dots, p$ ) w  $i$ -tej domenie ( $i = 1, \dots, m$ ) w czasie  $t$  ( $t = 0, 1, \dots, T$ )), oraz informacja o proporcji liczby ludności oraz zmiennej symptomatycznej w obszarze  $i$  do pewnego dużego obszaru  $I$  zawierającego mały obszar<sup>9</sup>. Metoda regresji stosunkowej do pomiaru zmian wykorzystuje wskaźniki wielkości stosunkowych:

$$U_i = \frac{p_{i1}/P_1}{p_{i0}/P_0}, \quad z_{ij} = \frac{s_{ji1}/S_{j1}}{s_{ji0}/S_{j0}},$$

<sup>8</sup> Metoda gospodarstw domowych stosowana jest w USA dla oszacowania ludności w przekroju jednostek administracyjnych (*county*), które są odpowiednikiem gmin. Jest to metoda atrakcyjna, ale problemem jest uzyskanie niezbędnych informacji.

<sup>9</sup> Konsekwentnie wielkości dla dużego obszaru oznaczono dużymi literami, podczas gdy małe litery odnoszą się do domeny studiów, dla której dokonywany jest szacunek.

podczas gdy metoda regresji różnicowej do pomiaru zmian wykorzystuje różnice odpowiednich wielkości stosunkowych:

$$U_i = P_{i1}/P_1 - P_{i0}/P_0 \text{ oraz } z_{ij} = S_{ij1}/S_{j1} - S_{ij0}/S_{j0}.$$

Względna zmianę wielkości zmiennej zależnej  $U_i$  w okresach między spisami dla obszaru  $i$ -tego można przedstawić, korzystając z relacji ze zmianami względnych wartości zmiennych symptomatycznych  $z_{ij}$  w obszarze  $i$ -tym. Relację tę wyrazić można w postaci regresji wielowymiarowej:

$$U_i = \gamma_0 + \gamma_1 z_{i1} + \dots + \gamma_p z_{ip} + e_i \quad (5)$$

gdzie:

$e_i$  – składnik losowy, o którym zakłada się, że ma wartość oczekiwaną równą zero i stałą wariancję określoną jako  $\sigma_e^2$ . Ponadto zakłada się, że nie występuje autokorelacja składnika losowego.

Oceny parametrów równania (5) otrzymuje się przy zastosowaniu KMNK. Wówczas pospisowa zmiana wielkości  $Y$  otrzymywana jest w formie predykcji na podstawie równania:

$$Y_i^* = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_{i1} + \dots + \hat{\gamma}_p x_{ip} \quad (6)$$

przy wykorzystaniu znanych informacji o zmianach w postaci stosunków bądź różnic. W metodzie regresji stosunkowej otrzymujemy:

$$Y_i = \frac{P_{i1}/P_1}{P_{i0}/P_0} \text{ oraz } x_{ij} = \frac{S_{ij1}/S_{j1}}{S_{ij0}/S_{j0}}$$

natomiast w metodzie regresji różnicowej:

$$Y_i = P_{i1}/P_1 - P_{i0}/P_0 \text{ oraz } x_{ij} = S_{ij1}/S_{j1} - S_{ij0}/S_{j0}.$$

Problemy, jakie pojawiają się przy szacowaniu regresji, są rozwiązywane tradycyjnymi metodami stosowanymi w ekonometrii. Przykładowo w Urzędzie Statystycznym Kanady, aby uporać się z problemem współliniowości stosuje się metodę regresji ważonej oraz metodę regresji grzbietowej. W Kanadzie stosowano metodę regresji dla otrzymania wstępnych szacunków ludności dla małych obszarów, jednak ostateczne szacunki dokonano na podstawie metody składnikowej.

Omówione wyżej metody regresji bazują na współczynnikach regresji wyznaczonych na podstawie danych z dwóch ostatnich spisów. Szacując liczbę ludności w okresie wykraczającym poza przedział czasu pomiędzy dwoma spisami, trzeba liczyć się z możliwą zmianą obserwowanej relacji danej formułą (5), co w kon-

sekwencji prowadzi do obciążeń predykcji  $Y_i^*$ . Oznacza to, że bieżąca relacja:  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip} + v_i$  może zawierać współczynniki regresji  $\beta_j$  istotnie różne od  $\gamma_j$ .

#### METODA REGRESJI PRÓBKOWEJ

Metoda regresji próbkowej zaproponowana przez Ericksena (1974) pozwala wyeliminować powyższy problem obciążenia współczynników regresji poprzez konstrukcję modelu odzwierciedlającego aktualną relację na podstawie danych z badania reprezentacyjnego. Załóżmy, że badanie częściowe dostarcza szacunków  $\hat{Y}_i$  dla  $k$  spośród  $m$  małych obszarów. Równanie regresji dopasowane do danych z próby losowej dostępnej dla  $k$  małych obszarów można zastosować w celu oszacowania wartości  $Y_i$  dla wszystkich obszarów (zarówno tych wylosowanych, jak i niewylosowanych do próby) wykorzystując znaną informację o zmianach zmiennych symptomatycznych:

$$\tilde{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \dots + \hat{\beta}_p x_{ip}. \quad (7)$$

Bieżące szacunki  $p_{it}$  otrzymuje się, podobnie jak poprzednio, podstawiając  $\tilde{Y}_i$  w miejsce  $Y_i^*$ . Ericksen porównał średni błąd względny regresji próbkowej oraz w metodzie regresji stosunkowej na podstawie danych spisowych z 1970 r. Rezultaty te wskazały, że redukcja wartości błędu średniego jest raczej niewielka. Jednakże dla dużych błędów (powyżej 10%) redukcja średniego błędu szacunku była znaczna w porównaniu z metodą regresji stosunkowej.

#### ESTYMACJA ZACHOWUJĄCA STRUKTURY

Pod koniec lat 70. G. Feeney i R. Chambers (1977) zaproponowali technikę estymacji „zachowującą struktury” (*Structure Preserving Estimation – SPREE*). Wykorzystuje ona proporcjonalne dopasowanie wielkości w tablicach wielowymiarowych do rozkładów brzegowych. Jako wielkości brzegowe przyjmuje się oceny estymatorów bezpośrednich (tradycyjnych). Natomiast do oszacowania wielkości warunkowych wykorzystuje się technikę estymacji syntetycznej<sup>10</sup>.

Powszechnie uznaje się, że estymacja pośrednia winna bazować na modelu ujmującym relację pomiędzy szacowaną zmienną w poszczególnych domenach a dodatkowymi, uzupełniającymi informacjami pochodzącymi z alternatywnych źródeł. Jeśli dane z badanej domeny są skąpe, wykorzystanie dodatkowych informacji traktuje się jako sposób na poprawę estymacji. R.E. Fay i R.A. Herriot (1979), dokonując szacunku dochodu na osobę w przekroju lokalnych jednostek

---

<sup>10</sup> Estymacja syntetyczna to taka, w której podobnie jak w metodzie VR przyjmuje się założenie, iż relacje między zmienną szacowaną a pomocniczymi w małych obszarach są identyczne jak dla całego dużego regionu.

samorządowych<sup>11</sup>, spostrzegli duże różnice w jakości dopasowania. Wśród 39 tys. jednostek samorządowych (*civil divisions*), dla których dokonali szacunku, około 15 tys. zamieszkiwanych było przez mniej aniżeli 500 osób. Dla jednostki liczącej około 500 mieszkańców względny błąd szacunku wynosił 13%, podczas gdy dla jednostki zamieszkiwanej przez około 100 osób wzrastał do ponad 30%. Autorzy ci zaproponowali zastosowanie szacunków uwzględniających procedurę Jamesa-Steina (1961), która łączy estymację na podstawie próby z estymacją opartą na dodatkowych źródłach. Wśród innych najbardziej znanych zastosowań modelu mieszanego wskazać można opracowania Ericksen i Kadane (1985; 1987), dotyczące międzypisowych szacunków ludności.

#### ESTYMACJA POŚREDNIA W DEMOGRAFII WEDŁUG EKSPERTÓW ONZ

Odwołując się do opinii ekspertów ONZ, można wyróżnić trzy rodzaje estymacji pośredniej w badaniach demograficznych (UNPF, 1993, tom 3, rozdział 11): estymację całkowitą, estymację częściową oraz estymację na podstawie modeli demograficznych. Estymację pośrednią stosuje się w przypadku braku rejestracji zdarzeń demograficznych lub braku informacji o odpowiednich strukturach demograficznych.

Całkowita estymacja pośrednia w przypadku np. analizy płodności opiera się na czterech rodzajach danych oraz odpowiadających im procedurach. Chodzi o:

1. informacje o dzieciach „kiedykolwiek” urodzonych (*children ever born – CEB*),
2. informacje o ludności według płci i wieku,
3. szacunki współczynników płodności na podstawie modeli regresji,
4. empiryczne zależności pomiędzy miarami płodności umożliwiające przechodzenie od ujęć wzdłużnych do poprzecznych.

Przez dane o dzieciach „kiedykolwiek” urodzonych rozumie się informacje o liczbie żywo urodzonych dzieci przez daną generację kobiet bez precyzowania czasu ich przyjścia na świat lub ich wieku. Mając tak szczegółową informację, uzupełnioną czasami danymi o liczebności generacji, można oszacować częściowe współczynniki płodności ogólnej, a niekiedy także płodności małżeńskiej. W literaturze przedmiotu zaproponowano wiele metod, które taką estymację umożliwiają. Należą do nich, między innymi: technika E. Arriagi dla płodności ogólnej, technika L. Henry’ego dla płodności małżeńskiej czy metoda własnych dzieci.

Metoda E. Arriagi opiera się na informacjach o liczbie „kiedykolwiek” urodzonych dzieci w dwóch okresach, np. w czasie dwóch spisów oraz na założeniu stałości procesów demograficznych, tj. jednokierunkowych ich zmian pomiędzy obydwojoma spisami (por. UNPF, 1993). Na zupełnie innych zasadach oparta jest technika L. Henry’ego (1953), chociaż prowadzi do podobnego produktu finalnego, to znaczy do oszacowania współczynników dzietności teoretycznej.

<sup>11</sup> Szacunek ten został przeprowadzony na zlecenie Departamentu Skarbu USA, na podstawie mikrospisu (około 20% próba losowa) z 1970 r. oraz rejestrów administracyjnych (Fay, Herriot, 1979).

Wyjściowym źródłem informacji w metodzie L. Henry' ego są ogólne informacje o liczbie urodzonych dzieci według kolejności urodzenia oraz ewentualnie statystyka „bieżących” odstępów między urodzeniami. W przypadku braku statystyki bieżących odstępów między urodzeniami L. Henry (1953) zaproponował tak zwane typowe odstępstwa intergenetyczne. Na podstawie stosunkowo rzadkich na początku lat 50. danych o odstępach intergenetycznych, L. Henry (1953, s. 126–128) opracował tablice typowych rozkładów pomiędzy urodzeniami<sup>12</sup>. W tym celu wykorzystał wyniki badań specjalnych przeprowadzonych we Francji w 1907 r. oraz bieżącą statystykę odstępów intergenetycznych w byłej Czechosłowacji<sup>13</sup>. Z tego powodu, poszczególne typowe rozkłady odstępów zostały nazwane: francuski, czeski, morawski, słowacki i rusko-podkarpacki. Zdaniem L. Henry'ego, trzy pierwsze typy odpowiadają bardziej rodzinom maltuzjańskim (świadomie sterującym procesem rozrodu), a dwa pozostałe charakteryzują populacje niemaltuzjańskie. Naszym zdaniem, takie postawienie problemu może się niekiedy łączyć z jego znacznym uproszczeniem, gdyż rodziny mogą stosować bardzo różną strategię swego rozwoju i różne rodzaje antykoncepcji: opóźnienia, zatrzymania bądź rozstawienia. Jednakże, jeśli liczby urodzeń według kolejności nie ulegają z roku na rok zbyt dużym wahaniom, to wybór rozkładu typowego nie ma większego znaczenia. Można się posłużyć którymkolwiek rozkładem, nawet dość odległym od rzeczywistego. Jak wykazano to na przykładzie byłej Czechosłowacji (por. Paradysz, 1990, s. 175–194), metoda pośrednia na podstawie odstępów typowych daje dostatecznie dobre wyniki, które niewiele różnią się od rezultatów metody bezpośredniej.

Przykładem innej techniki szacowania cząstkowych współczynników płodności jest metoda własnych dzieci (*Own Children Method*). Na podstawie danych spisu powszechnego umożliwia ona szacunek cząstkowych współczynników płodności dla okresu 10–15 lat poprzedzających moment spisu. Dane spisowe o liczbie dzieci klasyfikuje się według rocznych grup wieku i wieku matki. Wiek matki może być sprecyzowany tylko dla dzieci z tego samego gospodarstwa domowego, w którym spisana została matka, stąd nazwa metody, tj. dzieci własne dla kobiety należącej do danego gospodarstwa domowego. Algorytm tej metody sprowadza się do trzech następujących etapów:

- estymacja liczników cząstkowych współczynników płodności, tj. liczby urodzeń w latach poprzedzających spis według wieku matki,
- estymacja mianowników cząstkowych współczynników płodności, tj. liczby kobiet według wieku w latach poprzedzających spis,
- estymacja współczynników płodności jako ilorazów wielkości oszacowanych w punkcie pierwszym i drugim, przy czym mianowniki oblicza się jako średnią liczbę kobiet dla poszczególnych lat poprzedzających spis.

Powyższy sposób postępowania umożliwia oszacowanie współczynników płodności z uwzględnieniem tylko tych dzieci i tych kobiet, które dożyły momentu

<sup>12</sup> Dla polskiego czytelnika są one dostępne także w polskim przekładzie podręcznika R. Pressata (1966, s. 520–521).

<sup>13</sup> Czechy posiadają najstarszą (od 1925 r.) bieżącą rejestrację odstępów intergenetycznych.

spisu. Podejście to wymaga więc korekty ze względu na umieralność tak kobiet, jak i dzieci.

Początki metody własnych dzieci sięgają tabulacji sporządzonych na podstawie spisów przeprowadzonych w USA w 1910 i 1940 roku (Feeney, 1975). Jednakże jej rozwój zawdzięczamy opracowaniom W.H. Grabill oraz L.-J. Cho z lat 60. (por. Grabili, Cho, 1965; Grabill, Cho, Bogue, 1970). Pierwsze zastosowania metody dotyczą danych spisu koreańskiego z 1966 r.

## ESTYMACJA POŚREDNIA W DEMOGRAFII W POLSCE

Omawiając metody estymacji pośredniej stosowane w demografii nie można pominąć dorobku polskich demografów i statystyków. Pierwszeństwo trzeba oddać pracy J. Kordosa (1963), który oszacował strukturę ludności według dochodów uwzględniając różne źródła informacji. J. Kordos skonstruował modele łączące informacje ze spisu ludności przeprowadzonego w 1960 r., wyniki badania budżetów gospodarstw domowych oraz bieżącą statystykę wynagrodzeń. Kontynuację tych badań, przy wykorzystaniu empirycznej estymacji bayesowskiej, stanowią prace w ramach projektu EURAREA (por. EURAREA, 2004), w których uczestniczyli J. Paradysz, J. Kordos, E. Gołata, T. Klimanek oraz G. Dehnel.

Szacunek ogólnej liczby poczęć oraz struktury rozwiązań ciąży w Polsce został dokonany przez J. Józwiak i J. Paradysza (1993). W estymacji pośredniej wykorzystali oni informacje z Czech i Słowacji o współczynniku dzietności teoretycznej, liczbie poronień oraz aborcji w przeliczeniu na kobietę w wieku 15–49 lat.

Dla oszacowania migracji zagranicznych M. Kędelski (1990) zastosował metody tzw. statystyki lustrzanej. Polega ona na szacunku na podstawie dwóch niezależnych źródeł informacji, w tym przypadku statystyki polskiej i niemieckiej.

Jednym z najnowszych przykładów zastosowań estymacji pośredniej w polskiej demografii jest estymacja względnego ryzyka zgonu według przyczyn dokonana przez J. Bijaka (2005). Przedstawił on analizę porównawczą metody tradycyjnej oraz podejścia bayesowskiego do szacunku względnego ryzyka zgonów na przykładzie Czech, Holandii i Polski w latach 1994–1996.

Od lat przy określaniu tzw. scenariuszy w projekcjach demograficznych wykorzystywano podobieństwo rozwoju procesów demograficznych w różnych krajach i regionach o zbliżonym poziomie społeczno-ekonomicznym (por. Cieślak, 1983; 2001).

## ESTYMACJA POŚREDNIA W NARODOWYM SPISIE POWSZECHNYM 2011 W POLSCE

W ramach przygotowań do NSP 2011 w Polsce jesienią 2007 r. powołano w GUS podgrupę roboczą ds. metod statystyczno-matematycznych na rzecz spi-



sów. Jej zadaniem jest ocena możliwości wykorzystania metod estymacji pośredniej w ramach spisu powszechnego opartego na rejestrach administracyjnych oraz dużym badaniu reprezentacyjnym. Punktem wyjścia w pracach zespołu jest szczegółowa analiza i ocena NSP 2002, który był przeprowadzony metodą tradycyjną bez wykorzystania rejestrów administracyjnych, jedynie eksperymentalnie dopuszczono samopis<sup>14</sup>.

W GUS prowadzone są intensywne prace nad konstrukcją tzw. kwestionariusza wirtualnego na podstawie zakresu merytorycznego różnych rejestrów administracyjnych. Kolejnym etapem będzie ocena jakości danych pozyskanych z zasobów tych źródeł, a więc spisu „wirtualnego”. Podejmując realizację spisu opartego na rejestrach administracyjnych, podstawowym warunkiem jest nie tylko dostęp do danych jednostkowych i możliwość integracji poszczególnych źródeł, ale również zakres ujęcia tematów podstawowych, zgodność pojęć i definicji z rekomendacjami spisowymi ONZ. Istotnym problemem jest tutaj wielość źródeł (rozważa się możliwość wykorzystania 28 rejestrów administracyjnych) i współpraca z ich gestorami (88 różnych instytucji). Ustalenie zakresu merytorycznego spisu wirtualnego na podstawie różnych źródeł wymaga wypracowania odpowiedniego systemu ich oceny. Jedną z propozycji może tu być wykorzystanie zaproponowanej przez F. Willekensa estymacji syntetycznej na podstawie ocen wiarygodności przypisanych danym z poszczególnych źródeł (Willekens, 1994).

Wiele możliwości w zakresie oceny rejestru ludności oraz dotychczasowych spisów dostarczyłaby integracja danych indywidualnych ze spisu 2002 r. z identyfikatorem PESEL. Stworzyłoby to doskonałą możliwość merytorycznej oceny jakości podstawowych rejestrów administracyjnych z punktu widzenia kompletności oraz jakości spisów w zakresie błędów pokrycia: wielokrotnego spisywania, opuszczeń, błędów wynikające z istnienia respondenta grupowego (błędy zaokrągleń). Analiza taka, uwzględniając obszar całego kraju, dostarczyłaby informacji do oceny zróżnicowania terytorialnego jakości tych źródeł.

Wśród innych problemów o zasadniczym znaczeniu jest kwestia określenia momentu krytycznego spisu. W przypadku spisu wirtualnego poszczególne rejestry administracyjne są aktualizowane w różnych momentach czasu. W związku z tym zachodzi potrzeba przeszacowania struktur na określony moment krytyczny spisu. Dla analiz demograficznych niezbędna jest pełna struktura ludności uwzględniająca wiek, płeć, miejsce zamieszkania na pobyt stały i miejsce faktycznego zamieszkania. Do tej pory spisy przeprowadzane były na początku grudnia, a stany podawane były na koniec roku. Przypuszczać można, iż dokonano odpowiedniego postarzenia ludności. W rzeczywistości GUS przyjmował prawdopodobieństwo przeżycia równe jeden. W przypadku spisu wirtualnego korzystającego z różnych źródeł o różnej ‘aktualności’ podejście takie jest nie do przyjęcia. Zachodzi więc potrzeba konstrukcji wieloregionalnych tablic trwania

---

<sup>14</sup> Samopis został oceniony negatywnie. Trzeba jednak przyznać, że nie był on należycie przygotowany, między innymi z powodu braku odpowiedniego kwestionariusza spisowego.

życia, które umożliwią zastosowanie odpowiednich procedur postarzania, by ostatecznie otrzymać stan i strukturę ludności na ściśle określony moment.

Zastosowanie badań reprezentacyjnych przy przeprowadzaniu spisu ma ogromne znaczenie. Stwierdzenie to nie oznacza jednak, iż nie występuje wówczas wiele problemów wymagających rozwiązania. Należą do nich, przede wszystkim, zagadnienia związane z wielkością próby oraz takim zaprojektowaniem schematu losowania, który zapewniłby optymalną alokację próby dla potrzeb estymacji pośredniej. Poprawę precyzji szacunków dla ‘małych obszarów’ można uzyskać stosując metody estymacji pośredniej. Ich zastosowanie wiąże się jednak z potrzebą ‘wzmocnienia’ informacji z próby dodatkowymi zmiennymi – pomocniczymi z innych źródeł. Uwzględniając rejestry administracyjne jako uzupełnienie badań reprezentacyjnych, istnieje możliwość pozyskania takich dodatkowych informacji, które mogą być wykorzystane jako silnie skorelowane zmienne pomocnicze w statystyce małych obszarów. Ponadto dane z rejestrów administracyjnych mogą być niezmiernie pomocne w konstrukcji próby, np. jako operat losowania, w kontroli braków odpowiedzi, przy imputacji danych czy określaniu struktury braków odpowiedzi.

Zastosowanie estymatorów pośrednich bazujących na podejściu modelowym wymaga wielu analiz umożliwiających konstrukcję modeli i wybór ‘najlepszego’, tj. najrzetelniej opisującego badaną cechę. W tym celu należy w badaniach eksperymentalnych, prowadzonych w oparciu o rzeczywiste dane zaczerpnięte z poprzednich spisów i wcześniejszych badań reprezentacyjnych, testować różne rozwiązania metodologiczne. Wśród tych badań można wymienić badanie diety w NSP 2002 czy badanie budżetów gospodarstw domowych, badanie aktywności ekonomicznej ludności przeprowadzane w 2002 r., bowiem ich zakres merytoryczny uwzględniał cechy, będą przedmiotem badań w NSP 2011.

Ważnym zadaniem jest także testowanie metod estymacji pośredniej w statystyce miast w ramach audytu miejskiego. Należy tutaj rozważyć różne rodzaje modeli, np. uwzględniające zależności na różnych poziomach agregacji danych czy różne metody szacunku parametrów. Niezmiernie ważne jest jednak badanie stabilności otrzymanych rozwiązań w czasie i przestrzeni. Chodzi mianowicie o ‘uniwersalność’ modelu, który zostanie zastosowany w estymacji w przekroju powiatów. Należy podjąć decyzję, czy dla wszystkich powiatów opracowany zostanie jeden model badanych zależności czy też zastosowane zostanie podejście uwzględniające zróżnicowanie powiatów oraz relacji pomiędzy szacowaną zmienną a zmiennymi pomocniczymi. Pomocne tu mogą być rezultaty taksonometrycznej analizy podobieństwa regionalnego dla „pożyczania mocy”.

Kolejnym problemem jest określenie kryteriów oceny jakości modeli oraz opartych na nich estymatorów. Jest to problem trudny, gdyż przy dużej liczbie domen (powiatów), dużej liczbie modeli oraz różnych rodzajach estymatorów, ocena nie jest jednoznaczna. Wydaje się, iż stabilność zarówno w czasie, jak i w przestrzeni warto byłoby przyjąć jako jedno z kryteriów oceny estymatorów pośrednich. Mając do wyboru estymator bardzo efektywny, ale niestabilny oraz estymator mniej efektywny, ale stabilny, może lepiej wybrać stabilny. Obok kry-

teriów formalnych, związanych z oceną precyzji estymatorów, istnieje ponadto możliwość porównań oraz oceny zgodności z wynikami innych badań.

## ZAKOŃCZENIE

Podręczniki i publikacje przeglądowe obejmujące zagadnienia statystyki małych obszarów podkreślają jej demograficzną genezę. Autorzy tych opracowań w swoich odwołaniach ograniczają się w zasadzie do wskazania pozycji, w których dokonywano szacunku liczby ludności, przede wszystkim w okresach międzypisowych. W niniejszym artykule wskazujemy na szerszy zakres tego zagadnienia, jego uwarunkowania, a także perspektywy dalszych zastosowań. Warto zwrócić uwagę także specjalistom z innych dziedzin nauki, aby w dobie ograniczoności zasobów finansowych skierowali swoje zainteresowania na ideę integracji danych z różnych źródeł w celu poprawy jakości wnioskowania statystycznego.

Oceniając szanse i zagrożenia odnośnie realizacji spisu opartego na rejestrach administracyjnych w Polsce, zauważyć trzeba coraz większe zrozumienie przez gestorów znaczenia rejestrów dla statystyki publicznej. Jednak ciągle słabo rozpoznany stan rejestrów administracyjnych w Polsce stanowi dość poważne ograniczenie. Innym czynnikiem opóźniającym prowadzone w tym kierunku prace jest brak zrozumienia ich potrzeby i konieczności zmian w obecnie obowiązującym systemie statystyki publicznej. Niezmiernie ważne jest jednak przekonanie zarówno producentów danych, jak i ich użytkowników do spisu opartego na źródłach administracyjnych i metodologii estymacji pośredniej. Nie można uznawać, iż dotychczasowe formy gromadzenia danych są idealne. Tradycyjnie przyjmuje się w spisach powszechnych, a więc w badaniach pełnych, że wariancja estymatora jest równa zero, ale nie uwzględnia się innego rodzaju błędów. Ocena dotychczasowych spisów może ukazać znaczne rozmiary błędów systematycznych, opuszczeń, podwójnego spisywania, wynikających z tzw. respondenta grupowego i innych, które zazwyczaj nie były poddawane ocenie.

Szereg dokumentów organów wykonawczych Unii Europejskiej zwraca uwagę krajom członkowskim na pilność prac dotyczących wykorzystania rejestrów administracyjnych. Po pierwsze, rejestry umożliwiają Unii Europejskiej oraz poszczególnym państwom i regionom dotarcie do informacji wiarygodnych, aktualnych i adekwatnych dla celów badania. Po drugie, dzięki rejestrom można znacznie obniżyć koszty pozyskiwania informacji. Po trzecie, odciąża się respondentów od nadmiernej, a niekiedy nawet zbędnej, sprawozdawczości oraz badań ankietowych. Po czwarte, Europejski System Statystyczny (ESS) musi dalej rozwijać swoje struktury i strategie tak, aby zapewnić użytkownikom konieczną jakość i efektywność informacji, zgodną z ich potrzebami. Po piąte, wzrastający popyt na coraz bardziej szczegółowe informacje w sensie merytorycznych analiz oraz w przekrojach terytorialnych i czasowych może zostać zaspokojony poprzez rozwój odpowiednich metod uwzględniających pełne wykorzystanie ESS.

## LITERATURA

- Bijak J., 2005, *Estymacja względnego ryzyka zgonu według przyczyn: porównanie metody tradycyjnej oraz empirycznego podejścia bayesowskiego na przykładzie Czech, Holandii i Polski w latach 1994–1996*, „Studia Demograficzne” 1(147), s. 3–29.
- Bogue D.J., 1950, *A Technique for Making Extensive Postcensal Estimates*, “Journal of the American Statistical Association”, Vol. 45, s. 149–163.
- Bogue D.J., Duncan B.D., 1959, *A Composite Method of Estimating Post Censal Population of Small Areas, Sex and Colour*, Vital Statistics-Special Report 47, No. 6, National Office of Vital Statistics, Washington DC.
- Cicali D., De Santis G., 2006, *Estimating cohort fertility levels and differentials by educational level with the own-children method and pseudo-panels: Italy, cohorts 1945–55*, Università degli studi, di Firenze, Dipartimento Statistico, Firenze. <http://www.ds.unifi.it/ricerca/interessi/demografia/bassa-fecondita/messina/pubblicazioni/Cicali01.pdf>
- Cieślak M., 1983, *Prognozowanie analogowe*, [w:] Cieślak M. (red.), *Nieklasyczne metody prognozowania*, PWN, Warszawa.
- Cieślak M., 2001, *Prognozowanie analogowe*, [w:] Cieślak M. (red.), *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie*, PWN, Warszawa.
- Domański C., Pruska K., 2001, *Metody statystyki małych obszarów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Ericksen E.P., 1974, *A Regression Method for Estimating Population Changes of Local Areas*, “Journal of the American Statistical Association”, Vol. 69, s. 867–875.
- Ericksen E.P., Kadane J.B., 1985, *Estimating the Population in a Census Year (with discussion)*, „Journal of the American Statistical Association”, Vol. 80, s. 98–131.
- Ericksen E.P., Kadane J.B., 1987, *Sensitivity Analysis of Local Estimates of Undercount in the 1980 U.S. Census*, [w:] Platek R., Rao J.N.K., Särndal C.E., Singh M.P. (red.), *Small Area Statistics. An International Symposium*, John Wiley & Sons, New York – Chichester – Brisbane – Toronto – Singapore, s. 23–45.
- EURAREA Project Reference Volume, 2004, raport końcowy przygotowany w ramach Europejskiego Projektu Badawczego IST 2000-26290 EURAREA – Enhancing Small Area Estimation Techniques to Meet European Needs, Office for National Statistics, UK, London, <http://www.statistics.gov.uk/eurarea/download.asp>
- Fay R.E., Herriot R.A., 1979, *Estimates for Income in Small Places: An Application of James-Stein Procedures to Census Data*, “Journal of the American Statistical Association”, Vol. 74, s. 269–277.
- Feeney G., 1975, *The Own-Children Method of Estimating age Specific Fertility Rates: Lecture Notes Prepared for A Demographic Analysis and Data Evaluation Workshop*, Department of Statistics, Kuala Lumpur, Malaysia, 10–28 March, 1975, G. Feeney, The East-West Center, Honolulu, Hawaii, 96822, maszynopis powielony.
- Feeney G., Chambers R., 1977, *Log-Linear models for small area estimation*, Australian Bureau of Statistics, maszynopis powielony.
- Ghosh M., Rao J.N.K., 1994, *Small Area Estimation: An Appraisal*, „Statistical Science”, Vol. 9, No. 1.
- Gołata E., 1990, *Studia nad terytorialnym zróżnicowaniem płodności kobiet w Polsce*, Szkoła Główna Planowania i Statystyki, Instytut Statystyki i Demografii, seria Monografie i Opracowania nr 322, Warszawa.
- Gołata E., 2004, *Estymacja pośrednia bezrobocia na lokalnym rynku pracy*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Gołata E., Paradyś J., 2007, *Demograficzne korzenie i perspektywy statystyki małych obszarów*, [w:] Ostasiewicz W. (red.), *Statystyka w praktyce społeczno-gospodarczej*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław, s. 89–108.
- Grabill W.H., Cho L.-J., 1965, *Methodology for the measurement of current fertility from population data on young children*, “Demography”, No. 1, s. 50–73.
- Grabill W.H., Cho L.-J., Bogue D.J., 1970, *Differential Current Fertility in the United States*, Community and Family Study Center, University of Chicago Press, Chicago.

- Henry L., 1953, *Fécondité des mariages. Nouvelle méthode de mesure*, "Travaux et Documents", No. 16, Presses Universitaires de France, Paris.
- Henry L., 1972, *Démographie. Analyse et modèles*, Larousse, Paris.
- James W., Stein C., 1961, *Estimation with Quadratic Loss. Proceedings of the Fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, University of California Press, Berkeley, s. 361–379.
- Jóźwiak J., Paradysz J., 1993, *Demograficzny wymiar aborcji*, „Studia Demograficzne”, Nr 1.
- Kędelski M., 1990, *Fikcja demograficzna w Polsce i RFN (Ze studiów nad migracjami zagranicznymi)*, „Studia Demograficzne”, Nr 1(99), s. 21–55.
- Kędelski M., Paradysz J., 2006, *Demografia*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Kordos J., 1963, *Rozkład ludności pozarolniczej według wysokości dochodów na osobę w 1960 r.*, „Biuletyn KPZK PAN”, nr 8.
- Kurkiewicz J. (red.), 2008, *Procesy demograficzne i metody ich analizy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków (w druku).
- Marker D.A., 1983, *Organization of Small Area Estimators*, Proceedings of Survey Research Methods Section, s. 409–414, American Statistical Association, Washington, DC.
- Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011. Założenia metodyczne*, 2007, Materiał na posiedzenie Rady Programowej narodowego spisu powszechnego ludności i mieszkań 2011 r., 4 września 2007.
- O'Hare W., 1976, *Report on Multiple Regression Method for Making Population Estimates*, "Demography", No. 13, s. 369–379.
- Okólski M., 1997, *Statistics of Immigration in Poland. Conditions of Correctness, Assessment of the Current State, Proposals of New Solutions*, Working Papers ISS, "Prace Migracyjne", Uniwersytet Warszawski, Warszawa.
- Paradysz J., 1990, *Reprodukcja ludności w Polsce. Studium metodologiczno-poznawcze*, Szkoła Główna Planowania i Statystyki, Warszawa.
- Paradysz J., 1992, *Dzielnosc kobiet w Polsce*, Narodowy Spis Powszechny 1988, Materiały i opracowania statystyczne, GUS, Warszawa.
- Paradysz J., 2001, *Estymacja dla małych obszarów w statystyce regionalnej*, [w:] Zeliaś A. (red.), *Przestrzenno-czasowe modelowanie i prognozowanie zjawisk gospodarczych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków, s. 193–209.
- Pressat R., 1966, *Analiza demograficzna*, PWN, Warszawa.
- Purcell N.J., Kish L., 1979, *Estimation for small domains*, "Biometrics", Vol. 35.
- Purcell N.J., Kish L., 1980, *Postcensal estimates for local areas (domains)*, "International Statistical Review", Vol. 48, s. 3–18.
- Rao J.N.K., 1999, *Some Recent Advances in Model-Based Small Area Estimation*, „Survey Methodology”, Vol. 25, Statistics Canada.
- Rao J.N.K., 2003, *Small Area Estimation*, Wiley.
- Rivers N.W., Serow W.J., Lee A.S., Goldsmith H.F. (eds.), 1989, *Small Area Analysis: Estimating Total Population*, Rockville, MD: National Institute of Mental Health.
- Sakson B., 2002, *Wpływ „niewidzialnych” migracji zagranicznych lat osiemdziesiątych na struktury demograficzne Polski*, seria Monografie i Opracowania nr 481, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa.
- Schmitt, R.C., 1952, *Short-Cut Methods of Estimating County Population*, "Journal of the American Statistical Association", 47(June), s. 232–38.
- Schmitt R.C., Crosetti A.H., 1954, *Accuracy of the Ratio Correlation Method of Estimating Postcensal Population*, "Land Economics", Vol. 30, s. 279–280.
- Shapiro S., Schachter J., 1964, *Birth Registration Completeness in the United States and Geographic Areas, 1950*, Vital Statistics Special Reports, Selected Studies.
- UNECE, 2006, *Conference of European Statisticians. Recommendations for the 2010 Censuses of Population and Housing*, prepared in cooperation with the EUROSTAT, United Nations, New York and Geneva. <http://www.unece.org/stats/publ.htm>



- UN, 2005, *Manual X: Indirect Techniques for Demographic Estimation. Population and Development in the United Nations System*, podręcznik dostępny tylko w wersji elektronicznej. [http://www.un.org/esa/population/publications/Manual\\_X/Manual\\_X.html](http://www.un.org/esa/population/publications/Manual_X/Manual_X.html)
- UN, 2007, *Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses. Revision 2*, Statistical papers Series M. No. 67/Rev.2, United Nations, New York.  
[http://unstats.un.org/unsd/demographic/sources/census/docs/P&R2\\_February%2012%202007.pdf](http://unstats.un.org/unsd/demographic/sources/census/docs/P&R2_February%2012%202007.pdf)
- UNPF, 1993, *Readings in Population Research Methodology*, published for United Nations Population Fund by Social Development Center, Chicago, Illinois.
- Willekens F., 1994, *Monitoring International Migration Flows in Europe. Towards a Statistical Data Base Combining Data From Different Sources*, "European Journal of Population", Vol. 10, No. 1a, s. 1-42.
- Zidek J.V., 1982, *A Review of Methods for Estimating Population of Local Areas*, Technical Report 82-4, University of British Columbia, Vancouver, Canada.

## INDIRECT ESTIMATION IN DEMOGRAPHY AND THE POPULATION CENSUS 2011 IN POLAND

The paper presents a brief overview of applications of indirect estimation techniques in demography and possibilities of their extension. A special emphasis is placed on new challenges established on the ground of heretofore experiences.

When conducting a demographic analysis, it is natural to refer to the development of corresponding demographic processes in other populations, that were characterised by a similar demographic situation in the past. It is also common to analyse data from different available sources, such as population censuses, vital statistics, statistical registration or specific surveys. The core of indirect estimation is data assessment, comparison of applied survey methodology, analysis of definitions used in different surveys, search for differences and their causes, and taking all of the above into account, implementing such estimation techniques that cut down the gap between available statistical data and the necessary information. Currently, demographers propose to use indirect estimation not only to estimate population counts for small areas in between-census periods. The novelty is the new population census methodology based on population registers and indirect estimation based on sample survey data. Typically, demographic methods use mainly administrative and census data, while the current proposition involves also sample survey data in conjunction with other auxiliary population information.

The organisation of the paper is as follows. Section 2 discusses determinants that enabled the application of indirect estimation in demography and the needs for such estimates. The focus is on the variety and quality of population data sources, the disturbance factors and their influence on the demographic processes, as well as a coherent methodology of demographic analysis. Section 3 reviews different indirect estimation methods used in demography, according to **J.N.K. Rao and the UN demographic experts**. The symptomatic accounting techniques, regression symptomatic procedures and dual-system estimation of population are presented. According to the UN manual, the indirect techniques are reviewed on the example of its use in fertility analyses. We



refer to estimation of fertility indicators based on information on children ever born (according to E. Arriaga), L. Henry method for estimation of marital fertility, and the 'own children' method developed by G. Feeney, W.H. Grabill and L.-J. Cho. The following section includes examples of indirect estimation methods applied by Polish researchers. The concluding remarks discuss changes in the methodological approach to the population census of 2011 in Poland, in the context of an extensive use of indirect estimation techniques.

**Key words:** indirect estimation in demography, combining data from different sources, between census population estimates for small areas, register-based population census