

KRZYSZTOF MARKOWSKI
Instytut Ekonomii i Zarządzania KUL

3 | Opisowa statystyka nauki

Abstrakt

Artykuł dotyczy znaczenia statystyki we współczesnym świecie, jej zastosowania oraz rodzajów. Omówiono w nim rolę statystyki publicznej oraz krótko przedstawiono wagę i historię spisów powszechnych. Ponadto przedstawiono w nim dwie podstawowe grupy metod stosowane w statystyce, tj. metody służące do opisu statystycznego oraz metody wykorzystywane do wnioskowania statystycznego. W części końcowej przedstawiono przykład zastosowania jednego z narzędzi wykorzystywanego w statystyce, tj. χ^2 . W podsumowaniu wspomniano także o korelacji, analizie regresji oraz analizie wielowymiarowej.

Słowa kluczowe

statystyka publiczna, spis powszechny, metody opisu statystycznego, metody wnioskowania, estymacja, weryfikacja hipotez, χ^2 (chi²), poszukiwanie związków między zmiennymi (korelacje), analiza regresji, analiza wielowymiarowa

Wprowadzenie

W komedii Moliera pan Jourdain był niezmiernie zdziwiony, że od przeszło 40 lat mówi prozą, nie mając o tym żywego pojęcia¹. Poprzez analogię wiele osób zdziwiłoby się bardzo, że w codziennym życiu często korzysta z różnych narzędzi statystyki. Chociaż często też nieumiejętność jej stosowania, prowadzi do wyciągania zbyt pochopnych wniosków. Dla przykładu: jeśli dziewczyna lub chłopak w relacjach z płcią przeciwną kilka razy doświadczyli niepowodzeń, wówczas z kilku incydentalnych przypadków wyciągają nieuprawniony i uogólniony wniosek, iż wszyscy mężczyźni lub kobiety są *tacy sami*.

Statystyka jest bardzo użytecznym narzędziem w życiu i jej dobra znajomość może wielokrotnie ustrzec przed wyciągnięciem fałszywych wniosków. Ponadto umiejętne posługiwanie się narzędziami statystyki wielokrotnie może ułatwić podjęcie bardziej racjonalnych decyzji, i to bez względu na to, czego te decyzje będą dotyczyły, tj. założenia firmy, wprowadzenia na rynek nowego produktu czy też wyboru znajomych itp. Celem niniejszego artykułu jest z jednej strony przybliżenie podstawowych pojęć statystycznych i samej statystyki, jak również wskazanie, że warto pozbyć się uprzedzeń odnośnie jej zgłębiania, gdyż jest ona nauką bardzo użyteczną, posługującą się narzędziami, które często mogą pomóc w lepszym zrozumieniu świata, a przynajmniej zobaczeniu wielu jego wymiarów.

1. Znaczenie i waga statystyki

Statystyka jest nauką, której przedmiotem zainteresowania są metody pozyskiwania, prezentacji i analizy danych opisujących różnorodne obserwowane zjawiska. Bada ona prawidłowości występujące

¹ Molier, *Mieszczanin szlachcicem*, Warszawa 2009.

w zbiorowościach i opisuje je za pomocą liczb. Samo słowo „statystyka” pochodzi od łacińskiego słowa *status* oznaczającego stan rzeczy lub państwo².

Statystyką w znaczeniu informacji dotyczących spraw państwowych posługiwano się jeszcze w XVI-wiecznych Włoszech. Dopiero później przestała ona ograniczać się tylko do gromadzenia informacji liczbowych, zwanych danymi, na temat funkcjonowania państwa i nabierała coraz większego znaczenia, także w innych dziedzinach życia, stając się niezastąpionym narzędziem zarówno do opisu rzeczywistości, jak i analiz różnego rodzaju zjawisk³. Ma ona zastosowanie praktycznie w każdym rodzaju nauki, jak i dziedzinie życia, począwszy od biometrii, demografii, psychologii, socjologii, gospodarki czy marketingu.

Od XIX wieku znaczenie statystyki jest już tak duże (szczególnie tzw. statystyki publicznej), że zarówno w Polsce, jak i na świecie, ma ona swoje święto. Dzień statystyki Polskiej, czyli polskie święto statystyki, obchodzone jest co roku 9 marca, natomiast światowy dzień statystyki – 20 października. W Polsce dzień ten został wybrany na pamiątkę sesji Sejmu Czteroletniego z 9 marca 1789 r., na której poseł hrabia Fryderyk Józef Moszyński uzasadniał potrzebę przeprowadzenia spisu statystycznego na ziemiach polskich. Dla uczczenia tego wydarzenia Rada Główna Polskiego Towarzystwa Statystycznego, wspólnie z Komitetem Statystyki i Ekonometrii Polskiej Akademii Nauk i Głównym Urzędem Statystycznym, ustanowiły dzień 9 marca dorocznym Dniem Polskiej Statystyki⁴. Z kolei dla uznania i odpowiedniego uczczenia roli, jaką statystyka odgrywa w społecznym i ekonomicznym rozwoju społeczeństw oraz dla podejmowania wysiłku i przeznaczania odpowiednich zasobów na wzmocnienie możliwości działania narodowych instytucji statystycznych, Zgromadzenie Ogólne Organizacji Narodów Zjednoczonych rezolucją nr 64/267 z 3 czerwca 2010 r. ustanowiło Światowy Dzień Statystyki, który po raz pierwszy obchodzony był w 192 krajach należących do tej organizacji w dniu 20 października 2010 roku⁵.

² J. Tokarski, *Słownik wyrazów obcych*, Warszawa 1990, s. 700.

³ A.D. Aczel, *Statystyka w zarządzaniu*, Warszawa 2000, s. 15.

⁴ http://www.stat.gov.pl/gus/220_lat_statystyki_PLK_HTML.htm [dostęp: 20.04.2011].

⁵ http://www.stat.gov.pl/gus/8653_PLK_HTML.htm [dostęp: 20.04.2011].

Podobnie jak dawniej tak i teraz statystyka ze względu na to, że opisuje obserwowane zjawiska za pomocą całego szeregu liczb i wskaźników, jest doskonałym narzędziem ułatwiającym i wspomagającym poznanie rzeczywistości. Dzięki takiemu opisowi wprowadza ona społeczny i ekonomiczny ład informacyjny w kraju, poprzez integrację danych historycznych i teraźniejszych, w oparciu o które możliwe jest ekstrapolowanie ich na różnego rodzaju zjawiska mogące wystąpić w przyszłości.

Statystyka publiczna jest niezbędnym elementem w informacyjnym systemie społeczeństwa informacyjnego i gospodarce opartej na wiedzy. Dostarcza ona bowiem organom władzy państwowej, administracji publicznej rządowej i samorządowej, sektorowi gospodarczemu i społeczeństwu, oficjalnych i rzetelnych danych statystycznych o sytuacji ekonomicznej, demograficznej, społecznej oraz środowisku naturalnym. Dzięki temu jest ona podstawowym systemem i źródłem informacji o państwie, tworząc o nim wiedzę, tj. o jego stanie, o zjawiskach, które w nim zachodzą, ekstrapoluje te zjawiska i prognozuje ich wystąpienie.

Statystyka jest nauką wielowymiarową, opierającą się o nowoczesne metody. Jest ona niezbędna do monitorowania dokonujących się zmian oraz podstawą trafnej diagnozy sytuacji społeczno-gospodarczej. Ponadto jest ważnym instrumentem wzbogacającym wiedzę o otaczającej nas rzeczywistości oraz dostarcza przesłanek do podejmowania prawidłowych decyzji.

Wraz z rozwojem społeczeństwa informacyjnego zwiększa się zarówno zapotrzebowanie na wiedzę statystyczną, jak również nowe informacje statystyczne⁶. To rosnące zapotrzebowanie na informacje, także dzisiaj, zaspakajają m.in. dane pochodzące ze spisów powszechnych. Mimo że są to badania bardzo kosztowne, przeprowadzane są w większości krajów świata. Ponadto odbywają się one zgodnie z zaleceniami ONZ oraz instytucji międzynarodowych takich, jak Unia Europejska, Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju, itp. Dzięki temu badania te pozwalają uzyskać pełne i wiarygodne informacje o zdarzeniach demograficznych, ekonomicznych i społecznych ludności. Celem każdego spisu powszechnego jest uzyskanie

⁶ J. Witkowski, *Rola statystyki publicznej we współczesnym świecie*, „Wiadomości Statystyczne” 2010, nr 2, s. 1-19.

zarówno najbardziej szczegółowych informacji o liczbie ludności, jej terytorialnym rozmieszczeniu, strukturze demograficzno-społecznej i zawodowej, jak również o społeczno-ekonomicznej charakterystyce gospodarstw domowych i rodzin oraz o ich zasobach i warunkach mieszkaniowych. Dzięki temu można uzyskać informacje na temat wieku, wykształcenia, wielkości migracji, aktywności zawodowej, źródeł utrzymania, poziomu życia, statusu zawodowego itp.⁷

Pierwszy urzędowy spis ludności w Polsce został przeprowadzony na podstawie Konstytucji Sejmu Czteroletniego z 22 czerwca 1789 r. pod nazwą „Lustracja dymów i podania ludności”⁸. Z ogólnokrajowym spisem ludności i jej struktury społeczno-zawodowej przeprowadzony był także spis domów. Wyniki spisu miały posłużyć do uchwalenia wielkości podatku przeznaczonego na pokrycie kosztów utrzymania stałej stutysięcznej armii. Chociaż spis ten, ze względu na jego charakter, nie objął stanów uprzywilejowanych, tj. szlachty i duchowieństwa, a tylko ludność wiejską i miejską, to jednak stał się podstawą do obliczania szacunków zaludnienia Rzeczypospolitej końca XVIII w., przez dawnych i współczesnych historyków i statystyków⁹.

Pierwsze dane liczbowe o mieszkańcach ziem polskich można spotkać już w średniowieczu zarówno w Kronice Galla Anonima ok. 1113-1116 r., jak i w bullach papieskich. Natomiast przed pierwszym spisem powszechnym z 1789 r. spisy ludności dokonywane były zazwyczaj przez biskupów w oparciu o sieć parafii i obejmowały głównie tereny poszczególnych diecezji, np. krakowskiej czy plockiej. W przedrozbiorowej Polsce znane były również spisy ludności wszystkich miast z 1777 r., później dość często powtarzane na potrzeby administracji municypalnej¹⁰.

Po spisie z 1789 r. kolejne spisy ludności były przeprowadzane w XIX w. oraz na przełomie wieku XIX i XX:

⁷ J. Paradysz, *Spisy jako źródło informacji o warunkach życia ludności w Polsce*, „Wiadomości Statystyczne” 2009, nr 7, s. 1-9.

⁸ Dawniej „dymami” nazywano domy wyposażone w komin, bez względu na liczbę pomieszczeń i sposób ich wykorzystania. Natomiast lustracja dymów to nic innego jak przegląd lub kontrola.

⁹ Z. Strzelecki, *Spisy powszechne ludności w Polsce a potrzeby informacyjne administracji państwowej*, „Wiadomości Statystyczne” 2009, nr 8, s. 1-14.

¹⁰ Ibidem, s. 2.

- w Księstwie Warszawskim w roku 1808 i 1810;
- w Królestwie Polskim w roku 1827 i 1897;
- w Galicji, co 10 lat, od 1857 r. do 1910 r.;
- w zaborze pruskim, co 5 lat, od 1871 r. do 1910 r.

Natomiast do chwili obecnej w Polsce przeprowadzono następujące spisy ludności i mieszkań:

- 9 spisów powszechnych (1921, 1931, 1950, 1960, 1970, 1978, 1988, 2002 i 2011 r.);
- 1 spis sumaryczny w 1946 r.;
- 3 spisy reprezentacyjne (mikrospisy – 1974, 1984 i 1995 r.).

Począwszy od 2011 r., zgodnie z zaleceniami ONZ przygotowanymi wspólnie z Unią Europejską, spisy ludności i mieszkań powinny odbywać się co 10 lat, na przełomie poszczególnych dekad w roku kończącym się na „1” w każdym kraju europejskim. Parlament Europejski i Rada w dniu 9 lipca 2008 r. przyjęły rozporządzenie nr 763/2008 w sprawie spisów powszechnych ludności i mieszkań. Wyznacza ono konkretne okresy referencyjne dla realizacji spisów oraz zakres pozyskiwanych w spisach informacji, jak również formy i zakres informacji wynikowych, jakie poszczególne kraje powinny przekazywać do Biura Statystycznego Komisji Europejskiej (EUROSTAT). Dane ze spisów mają dla Komisji Europejskiej bardzo duże znaczenie, z uwagi na wykorzystywanie tych informacji dla potrzeb realizowanej wspólnotowej polityki społecznej. Podobnie w Polsce wyniki ze spisu wykorzystywane są przez decydentów zarówno na poziomie krajowym, regionalnym, jak i lokalnym, do podejmowania decyzji strategicznych, dotyczących np. zapewnienia na danym obszarze odpowiedniego zaplecza edukacyjno-wychowawczego (szkoły, przedszkola, żłobki itp.), przeciwdziałania bezrobociu poprzez wprowadzanie odpowiednich profili kształcenia, w zależności od zapotrzebowania rynku pracy istniejącego na danym terenie, o budowie mieszkań itp.

W szeroko rozumianej statystyce stosuje się cały szereg różnego rodzaju metod statystycznych. Generalnie rzecz ujmując, można je podzielić na dwie grupy, tj. metody opisu statystycznego oraz metody wnioskowania. Pierwsze służą do liczbowego opisu badanych zbiorowości lub zjawisk, przedstawianego w formie tabelarycznej, graficznej i parametrycznej. Drugie z kolei, czyli metody wnioskowania, służą do

uogólniania wyników badania części zbiorowości, zwanej próbą, na całą populację, z której ta próba pochodzi. Z uwagi na to, że takie uogólnienie zawsze obarczone jest pewnym błędem, dlatego też metody wnioskowania oparte są na rachunku prawdopodobieństwa¹¹.

2. Statystyka opisowa

Dziedzina statystyki zajmująca się metodami opisu danych statystycznych nosi nazwę statystyki opisowej. Metody statystyki opisowej wykorzystywane są przede wszystkim wtedy, gdy obserwacja statystyczna dotyczy badania pełnego, tj. obejmuje całą populację, zbiorowość. Natomiast jeśli oparta jest tylko na części zbiorowości, wówczas opis statystyczny dostarcza materiału do przeprowadzenia wnioskowania statystycznego. Jak wspomniano wyżej, statystyka opisowa posługuje się danymi liczbowymi, które powstają w wyniku pomiaru, obserwacji czy badań statystycznych. W rzetelnym opisie badanej zbiorowości czy rzeczywistości ważny jest wybór odpowiedniego rodzaju skal pomiarowych. Wśród skal pomiarowych istnieje hierarchia, uzależniona od tego, ile dowiadujemy się o stosunkach pomiędzy obiektami, na których dokonano pomiaru. Według tego kryterium, można wymienić skale pomiarowe w następującej kolejności¹²:

1. nominalna,
2. porządkowa,
3. przedziałowa,
4. ilorazowa.

Skala nominalna jest najniższą ze skal. Liczby używane są tylko jako etykiety dla grup. Danemu zbiorowi przyporządkowany zostaje określony numer, który zastępuje nazwę. Skala nominalna wykorzystywana jest do wyników obserwacji mających charakter „jakościowy”, tj. w odniesieniu do zbioru kobiet, mężczyzn, do grup zawodowych, obiektów geograficznych itp. Pomiar na skali nominalnej pozwala jedynie na stwierdzenie, że dwa obiekty, należące do różnych kategorii, są od siebie różne, jeśli chodzi o wartość mierzalnej cechy. Nie można jednak określić jakiegokolwiek relacji między nimi.

¹¹ Zob. A. Balicki, W. Makać, *Metody wnioskowania statystycznego*, Gdańsk 2000, s. 7.

¹² A.D. Aczel, *Statystyka w zarządzaniu*, Warszawa 2000, s. 36-37.

Z kolei przy porządkowej skali pomiarowej wyniki obserwacji obiektów są uporządkowane w zależności od rozmiaru, wagi lub ich znaczenia. Wówczas o obiektach ocenionych za pomocą cyfr 1, 2, 3, 4 itp. można powiedzieć, że pierwszy jest lepszy, cięższy, ma większe znaczenie lub ma większą wartość. Nie można jednak powiedzieć, o ile jest lepszy, czy o ile ma większe znaczenie. Skala porządkowa bywa nazywana skalą rangową, na której pomiarowi, obserwacji przypisuje się określoną rangę, czyli określa jego relację w stosunku do innych wyników pomiaru, w terminach „większości”, „wyższości” lub „nadrzędności”.

Jeżeli wyniki obserwacji są umieszczone w pewnym przedziale liczbowym, gdzie odległością między obiektami jest różnica między wynikami obserwacji, wówczas stosowana jest skala przedziałowa (interwałowa). Skala przedziałowa, podobnie jak porządkowa, jest skalą ilościową. Ma ona wszystkie własności skali rangowej, a dodatkowo zawiera jeszcze jednostki (interwały) i dlatego bywa nazwana skalą interwałową. Pomiar za pomocą tej skali pozwala zarówno uporządkować obiekty ze względu na stopień, w jakim mają one pewną cechę, jak też umożliwia stwierdzenie, o ile natężenie tej cechy w jednym obiekcie jest większe lub mniejsze od jej natężenia w drugim. Dla przykładu: na koniec roku 2009 wartość indeksu WIG na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych wynosiła 40 094,46 pkt, a na koniec 2010 – 47 489,91 pkt. Oznacza to, że różnica pomiędzy tymi okresami wyniosła 7 395,45 jednostek. Innym przykładem cechy mierzonej za pomocą skali przedziałowej jest temperatura.

Ostatnią „najmocniejszą” ze skal jest skala ilorazowa (stosunkowa). W tym przypadku znaczenie ma zarówno odległość między dwoma obserwowanymi obiektami, jak również iloraz odległości. Na pomiarach wyrażonych w skali ilorazowej jedna wartość może być traktowana jako wielokrotność drugiej, dlatego też można na nich wykonywać działania matematyczne, takie jak: dodawanie, odejmowanie oraz mnożenie i dzielenie. Jednakże w praktyce trudno wyobrazić sobie takie sytuacje, w których trzeba by mnożyć przez siebie dwa pomiary. Dla przykładu: ceny produktów mierzone są na skali ilorazowej i wówczas np. cena jednego kilograma pomarańczy może być dwa razy większa od ceny jednego kilograma jabłek.

W opisie statystycznym stosowane są różnego rodzaju miary położenia. Przyjmują one następujące postaci¹³:

¹³ W. Makać, D. Urbanek-Krzysztofiak, *Metody opisu statystycznego*, Gdańsk 2000, s. 58.

- wartości będącej wypadkową wszystkich obserwacji, np. średnia płaca w kraju, określonym województwie czy grupie przedsiębiorstw. Ta miara obliczana jest zazwyczaj przez GUS i stanowi wypadkową faktycznych płac otrzymywanych przez poszczególne zatrudnione osoby (jest to tzw. średnia arytmetyczna), np. w 2010 przeciętne miesięczne wynagrodzenie w gospodarce narodowej wynosiło – 3 224,98 zł¹⁴;
- wartości typowej, czyli takiej która najczęściej występuje w badanej zbiorowości, np. w 2009 r. w Polsce kobiety rodziły najczęściej w wieku 25-29 lat (dominanta)¹⁵;
- wartości wyróżniające się swoim miejscem (pozycją) w rozkładzie, czyli znajdującej się np. w połowie rozkładu (mediana), inaczej mówiąc – jest to taka wartość w szeregu uporządkowanym, powyżej i poniżej której znajduje się jednakowa liczba obserwacji. Miary położenia powinny możliwie najlepiej przedstawiać opisywany rozkład, umożliwiając przeprowadzenie porównań różnych rozkładów, jak i ocenę położenia poszczególnych jednostek w rozkładzie. To, która miara położenia zostanie wykorzystana w konkretnym przypadku, zależy zarówno od celu przeprowadzanej analizy, jak również od rodzaju rozkładu.

Formą prezentacji rezultatów obserwacji statystycznej są tabele statystyczne. Zawierają one liczbowy opis zbiorowości statystycznych, według jednej lub większej liczby cech. Tablice takie, poza częścią liczbową, zawierają także część opisową, do których zalicza się tytuł tabeli, nazwy wierszy i kolumn. Zobrazowano to w tabeli 1, w której przedstawiono zestawienie liczby mężczyzn i kobiet mieszkających w 2010 r. w województwie lubelskim, jak i w jego poszczególnych subregionach. Dzięki takiemu zestawieniu można zorientować się, jak przedstawia się sytuacja demograficzna zarówno w całym województwie lubelskim, jak i w jego częściach. Poprzez odpowiednie sortowanie można szybko uzmysłowić sobie, w którym subregionie mieszka najwięcej osób, a w którym najmniej, oraz w którym subregionie mieszka najwięcej mężczyzn, a w którym kobiet.

¹⁴ Zob. http://www.stat.gov.pl/gus/5840_1630_PLK_HTML.htm [dostęp: 12.04.2011].

¹⁵ Zob. http://www.stat.gov.pl/gus/5840_646_PLK_HTML.htm [dostęp: 12.04.2011].

Z kolei wykresy (rysunki) są graficzną formą prezentacji materiału statystycznego. Chociaż mogą być one mniej precyzyjne i szczegółowe, to jednak są bardziej sugestywne. Przedstawiając materiał statystyczny, graficznie można ujawnić pewne prawidłowości, które mogłyby ująć uwadze, gdyby analizie poddano tylko dane zaprezentowane w tabeli. Podobnie jak w przypadku tabeli, rysunek winien mieć część opisową, czyli tytuł, legendę i opis skal. Ponadto ważnym elementem tabel jak i rysunków są informacje o źródle pochodzenia danych. Jest to istotne z dwóch powodów, a mianowicie w przypadku jakichś wątpliwości można sprawdzić, czy nie wystąpiły zniekształcenia związane z przedrukiem, a ponadto źródło mówi o sposobie zbierania danych statystycznych. Jeśli źródłem są badania własne, wówczas wiadomo, że prezentowane dane oparte są na tzw. źródłach pierwotnych, czyli bezpośrednio od respondenta. Natomiast jeżeli dane pochodzą z GUS-u, oznacza to, że zaczerpnięto je ze źródeł wtórnych, czyli takich, które są już zgromadzone w oparciu o wcześniejsze badania. W oparciu o dane przedstawione w tabeli, sytuację demograficzną w województwie lubelskim można przedstawić na rysunku. Zobrazowano to na rysunku 1.

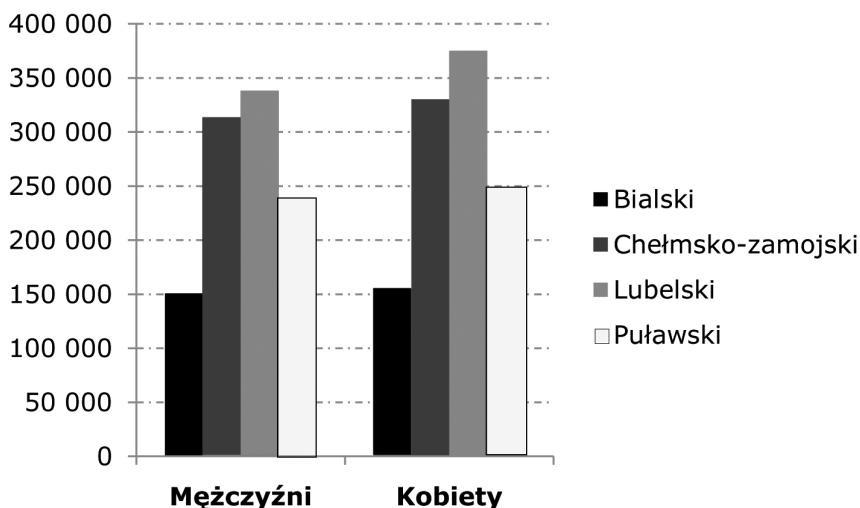
Tabela 1. Liczba mężczyzn i kobiet mieszkających w 2010 r. w województwie lubelskim w poszczególnych subregionach

	Ogółem	Mężczyźni	Kobiety
LUBELSKIE	2 151 895	1 042 109	1 109 786
Bialski	306 219	150 682	155 537
Chełmsko-zamojski	644 007	313 779	330 228
Lubelski	713 397	338 303	375 094
Puławski	488 272	239 345	248 927

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

W podobny sposób można przedstawić cały szereg zmiennych dotyczących województwa lubelskiego, prezentując je na innego rodzaju wykresach, np. kołowych, liniowych, słupkowych, warstwowych itp. Wybór sposobu wizualizacji danych zależy zarówno od jego celu, jak też w dużej mierze zależy od skali, na jakiej mierzona jest zmienna. Gdy jej pomiaru dokonano na skali nominalnej, to do

Rysunek 1. Liczba kobiet i mężczyzn mieszkających w subregionach województwa lubelskiego w 2010 r.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

wizualizacji zmiennych najczęściej używane są wykresy słupkowe lub kołowe. Natomiast dla zmiennej zmierzonej na skali porządkowej lub przedziałowej, oprócz dwóch wymienionych wykresów, można użyć również wykresu skrzynkowego, kwantylowego, histogramu oraz wykresu gęstości (przede wszystkim dla zmiennych ilościowych)¹⁶.

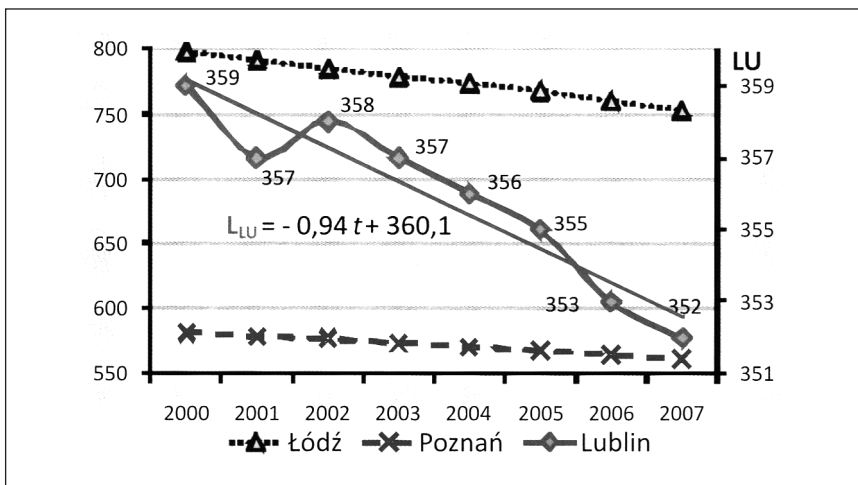
Mimo że prezentacja danych na wykresach pozwala lepiej zobrazować wyniki obserwacji oraz je przedstawić, jednak czasami może być źle opracowana i z zaprezentowanych danych odbiorca wyczyta zupełnie inne informacje niż powinien. Można w tym wypadku mówić o świadomej lub nieświadomej, tj. wynikającej z niewiedzy lub małego doświadczenia w prezentowaniu danych, manipulacji. Dane można przedstawić graficznie w skali ściśniętej lub rozciągniętej, wskutek czego ilustrować będą to, co się chce pokazać. Oznacza to, że prezentowane wykresy mogą „zwozić” nawet wówczas, gdy nikt nie miał na celu oszukańczych intencji. Zniekształcenia te mogą powstawać wówczas, gdy celowo lub przypadkowo w wykresie np.: zrezygnuje

¹⁶ Więcej na ten temat można znaleźć w: G. Wieczorkowska, P. Kochański, M. Eljaszczuk, *Statystyka. Wprowadzenie do analizy danych sondażowych i eksperymentalnych*, Warszawa 2005, s. 99-116.

się z oznaczenia osi, decydując się na zastosowanie bezpośredniego opisu poszczególnych elementów graficznych, niewłaściwie dobierze się kategorię prezentowanych danych, pominię wartości procentowe, wykorzysta się wartości średnie w celu ukrycia znaczenia odchyleń itp.¹⁷ Jako przykład niecelowego wprowadzenia odbiorcy w błąd może posłużyć wykres przedstawiający potencjał demograficzny miasta Lublina, zilustrowany na rysunku 2. Przez wprowadzenie dodatkowej skali po prawej stronie wykresu odbiorca może błędnie zrozumieć prezentowane dane, odnosząc wrażenie, że Lublin w okresie od 2000 do 2007 roku dramatycznie się wyludniał, w porównaniu do dwóch innych miast wojewódzkich, tj. Łodzi i Poznania. Jednakże po bardziej dokładnym przeanalizowaniu wykresu okaże się, że ludność Lublina zmniejszyła się tylko o ok. 7 000 osób, podczas gdy liczba ludności w Łodzi, a przede wszystkim w Poznaniu, w przedstawianym okresie zmniejszyła się zdecydowanie bardziej.

Rysunek 2. Potencjalna możliwość wyciągnięcia błędnych wniosków z wykresu na temat procesów demograficznych występujących w Łodzi, Poznaniu i Lublinie w latach 2000-2007

Ludność Lublina i niektórych miast Polski (w tys.) w okresie 2000-2007 r. (stan w dniu 31 XII)



Źródło: I. Świeczewska, *Raport z badań lokalnego rynku pracy miasta Lublina – tendencje i prognozy*, Lublin 2009, s. 35.

¹⁷ N. Strange, *Zastłona dymna. Jak naginać fakty i liczby dla swoich potrzeb*, Gliwice 2007.

3. Wnioskowanie statystyczne

Ze względu na zbyt duże koszty badań, przeprowadzenie ich na dużą skalę – na zbiorze wszystkich ludzi, wszystkich obiektów badawczych, całej populacji (np. ludności Polski, studentów, lekarzy, żołnierzy itp.) – odbywa się bardzo rzadko (w przypadku spisów powszechnych raz na 10 lat) lub nie odbywa się wcale. Jednakże statystyka dysponuje całym szeregiem narzędzi (*metod wnioskowania statystycznego*), które pozwalają na przeprowadzenie badań na części populacji, tzw. próbie i w oparciu o te wyniki może ocenić całą populację. Inaczej mówiąc, statystyka w oparciu o badanie próby umożliwia ekstrapolować jej wyniki na całą populację. Aby to było możliwe, należy odpowiednio wybrać próbę z populacji, a następnie przy pomocy wnioskowania statystycznego otrzymane parametry estymować (szacować) z pewnym marginesem błędu na całą populację.

Przy doborze próby musi być spełnione szereg warunków. Bardzo istotne jest, by próba była pobierana losowo z całej populacji. Jest to niezbędne, aby próba naprawdę reprezentowała populację, i dzięki temu szanse na popełnienie błędu przy wnioskowaniu były minimalne. Losowa próba n -elementowa to próba wybrana w taki sposób, że każdy z elementów populacji ma takie same szanse znalezienia się w próbie jak każdy inny. W tym przypadku mamy do czynienia z tzw. próbą losową lub próbą prostą. Do innych warunków prawidłowego doboru próby losowej zalicza się to, że każdy obiekt musi być losowany bezpośrednio z całej populacji. Obiekty muszą być losowane pojedynczo oraz wynik każdego losowania powinien być całkowicie niezależny od innych. W praktyce jednak bardzo rzadko stosuje się tego rodzaju próby. Częściej do badań wykorzystuje się próby złożone. Typowym przykładem takiej próby jest tzw. próba warstwowo losowa. W takiej próbie obiektów do badania nie losuje się bezpośrednio z całej populacji, lecz z pewnych jej podgrup, zwanych warstwami. Celem podziału populacji na warstwy jest zagwarantowanie, że skład próby będzie jak najlepiej odzwierciedlał skład całej populacji. Dla przykładu: chcąc przy badaniu przedsiębiorstw na terenie Lubelszczyzny zadbać, by skład próby był jak najbardziej zbliżony do składu populacji przedsiębiorstw w regionie, należy wziąć pod uwagę m.in. takie ich warstwy: wielkość (mikro, małe, średnie i duże), profil ich działania (np. usługowe, produkcyjne, handlowe) oraz ich geograficzne rozlokowanie (subregion lubelski, puławski, bialskopodlaski i chełmsko-zamojski).

Zdarza się też często, że ze względu na dużą uciążliwość i koszty związane z zorganizowaniem próby losowej czy próby warstwowo losowej, do badań wykorzystuje się próby incydentalne, czyli takie, które powstały nie losowo. Do tego typu prób można zaliczyć dobór ochotników oraz badanie studentów. Podobnie też od przeprowadzenia różnego rodzaju analiz i porównań statystyka dopuszcza tzw. próby celowe. Dobór podmiotów, obiektów do tego typu prób jest nieprobabilistyczny, czyli nie losowy. Do próby celowej dobierane są jednostki w sposób subiektywny tak, by były one najbardziej użyteczne lub reprezentatywne.

Najogólniej można stwierdzić, że wnioskowanie statystyczne polega na uogólnianiu wyników badania próby na całą populację oraz szacowania błędów wynikających z takiego szacowania. Tym samym wykracza ono poza informacje wynikające ze zgromadzonych danych. Zazwyczaj wyróżnia się dwie grupy metod uogólniania, określające jednocześnie dwa działy wnioskowania statystycznego. Zalicza się do nich¹⁸:

- estymację,
- weryfikację hipotez statystycznych.

Estymacja polega na szacowaniu wartości parametrów lub postaci rozkładu zmiennej losowej w populacji na podstawie rozkładu empirycznego uzyskanego z próby. Z kolei weryfikacja (testowanie) hipotez statystycznych sprowadza się do sprawdzenia określonych przypuszczeń (założeń), wysuniętych w stosunku do parametrów (lub rozkładów) populacji na podstawie wyników z próby¹⁹.

Istnieje pewna zależność pomiędzy wielkością próby a dokładnością oszacowania wartości jakiegoś wskaźnika statystycznego w zbiorowości, z której została pobrana ta próba. Wraz ze wzrostem liczebności próby, maleją standardowe błędy statystyk używane jako estymatory, a im mniejsze błędy standardowe, tym mniejsza niepewność, której każdy badacz chce uniknąć²⁰. Zasada jest prosta: należy pobrać tak

¹⁸ Zob. *Wnioskowanie statystyczne* za http://pl.wikipedia.org/wiki/Wnioskowanie_statystyczne [dostęp: 15.04.2011].

¹⁹ Zob. M. Sobczyk, *Statystyka. Podstawy teoretyczne, Przykłady – zadania*, Lublin 1998, s. 134.

²⁰ P. Francuz, R. Mackiewicz, *Liczy nie wiedzą, skąd pochodzą. Przewodnik po metodologii i statystyce nie tylko dla psychologów*, Lublin 2005, s. 209-215.

liczną próbę, na jaką pozwala budżet projektu badawczego. Idealnie byłoby, gdyby można było przebadac całą populację, dzięki czemu możliwe jest otrzymanie pełnej informacji i dokładne poznanie wartości parametrów. Wówczas zbędne są wszelkiego rodzaju szacunki. Gdy koszty badań muszą być ograniczone, wówczas stawia się pytanie, jaka powinna być minimalna liczebność, przy której spełnione będą wymagania dotyczące szacunku i dokładności estymacji. Statystyka posiada narzędzia pozwalające wyliczyć dokładnie, jak liczna winna być próba przy określonej populacji, by wnioskowanie w oparciu o wyniki z próby można było ekstrapolować na całą populację.

Wiele rzeczywistych sytuacji w kraju, w firmie i innych dziedzinach życia pozwalają gromadzić dane, będące liczebnościami (np. liczba osób w próbie, które można zaklasyfikować do różnych kategorii pod względem złożonych deklaracji czy przekazanych preferencji na jakiś temat, grup wiekowych lub dochodów o różnej wysokości), jest bardzo przydatna i często stosowana w analizie danych – technika χ^2 (ch^2). Jest to test zgodności tego, jak dobrze (dokładnie) dane potwierdzają założenie o rozkładzie w populacji interesującej nas zmiennej losowej. Dla przykładu: jeżeli firma odzieżowa ma zamiar wypuścić na rynek nowy typ sukienki i chce sprawdzić, czy kobiety mają jakieś specjalne preferencje co do koloru, określonego wzoru, czy też wszystkie rozpatrywane kolory są tak samo lubiane, wówczas może losowo wybrać próbę np. 80 kobiet, które planują w najbliższym czasie kupić sukienkę. Każdej z kobiet pokazać sukienkę w czterech kolorach i poprosić o określenie preferencji. Przykładowe wyniki preferencji przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Preferencje kobiet odnośnie koloru sukienki

Czerwony	Zielony	Niebieski	Piaskowy	Suma
11	40	7	22	80

Hipoteza zerowa (H_0) zakłada, że wszystkie kolory sukienek są tak samo preferowane, tj. że prawdopodobieństwo wybrania któregośkolwiek z kolorów jest równe ($p_1=p_2=p_3=p_4=0,25$).

Natomiast hipoteza alternatywna (H_1) przybiera postać: nie wszystkie kolory są tak samo preferowane, tj. prawdopodobieństwo wybrania każdego z czterech kolorów są różne. Aby obliczyć wartość statystyki, należy najpierw znaleźć liczebności oczekiwane wszystkich

czterech klas (kolorów). W tym przypadku wartość oczekiwana będzie równa iloczynowi liczby powtórzeń n przez prawdopodobieństwo sukcesu w pojedynczym doświadczeniu – p . Natomiast w przypadku doświadczeń wielowymiarowych mamy k klas, a każdej odpowiada prawdopodobieństwo p_i , gdzie $i = 1, 2, 3, \dots, k$.

W przedstawianym przykładzie dotyczącym preferowanego przez kobiety koloru sukienki liczba doświadczeń jest liczbą osób w próbie $n = 80$, które wskazywały określone kolory. Przy założeniu hipotezy zerowej oczekiwana liczba osób, które wybiorą i -ty kolor jest równa $E_i = np_i$. Ze względu na to, że w tym przypadku wszystkie prawdopodobieństwa są równe i wynoszą 0,25, oczekiwana liczba osób, które wskażą określony kolor wynosi 20. W rzeczywistości zaobserwowane dokładnie 20 osób w każdej z czterech klas jest zdarzeniem o stosunkowo małym prawdopodobieństwie. Jednakże liczba osób zadeklarowanych w każdej z klas nie powinna być zbyt daleka od oczekiwanej liczby 20. Właśnie w tutaj przychodzi z pomocą χ^2 który jest jednym z wielu testów statystycznych wykorzystywanych w statystyce do różnych celów. Równanie oraz wynik na obliczenie testu χ^2 przedstawia się następująco:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \dots = 32,7$$

gdzie: O_i – wartości (liczebności) otrzymane,

E_i – wartości (liczebności) oczekiwane.

Ponieważ obliczona wartość statystyki (32,7) jest o wiele większa od wartości krytycznej dla $\alpha = 0,01$, oznacza to, że istnieje dowód na nieprawdziwość hipotezy, że każdy z czterech kolorów może być wybrany przez klientki z takim samym prawdopodobieństwem. To proste badanie pokazuje, że jedne kolory bardziej się podobają od innych i to w sposób istotny a nie przypadkowy.

Wnioskowanie statystyczne dotyczy również poszukiwania związku (korelacji) pomiędzy zmiennymi w populacji. U podstaw tych badań leży pytanie w rodzaju: Czy wraz ze wzrostem wartości jednej zmiennej (np. wagi ciała, inteligencji emocjonalnej itp.) rosną lub maleją wartości innej zmiennej (np. wzrost, liczba kontaktów międzyludzkich itp.). Niezależnie od tego, jaka będzie odpowiedź na tak sformułowane pytanie, tj. pozytywna czy negatywna, wynik badania korelacyjnego nie może być interpretowany w terminach przyczynowo-skutkowych. W rzeczywistości można spotkać wiele zjawisk, które współwystępują

np. przyłot bocianów na wiosnę i liczba urodzonych lub poczętych w tym czasie dzieci, lecz będą to związki pozorne. Określenie korelacji oznacza związek między dwoma cechami, natomiast wyrażenie „współczynnik korelacji” odnosi się do liczbowej miary siły tego związku. Aby obliczyć współczynnik korelacji, dane muszą być przedstawione w postaci par. Do właściwości współczynnika korelacji można zaliczyć fakt, że jeśli nie ma żadnego związku pomiędzy branymi pod uwagę zmiennymi, czyli są one niezależne od siebie, wówczas współczynnik korelacji wynosi zero. Jeśli natomiast, wraz ze wzrostem wartości jednej zmiennej rośnie wartość drugiej zmiennej, wtedy współczynnik przyjmuje wartość dodatnią, zaś gdy wraz ze wzrostem wartości jednej zmiennej maleje wartość drugiej zmiennej to współczynnik korelacji jest ujemny. Z kolei siła związku pomiędzy analizowanymi cechami wyrażona jest w postaci wartości bezwzględnej współczynnika korelacji. Najpopularniejszym współczynnikiem korelacji jest r Pearsona²¹.

Statystyka ma bardzo wiele pomocnych narzędzi. Wystarczy wspomnieć chociażby o analizie regresji. Ma ona bardzo szerokie zastosowanie zarówno w zarządzaniu przedsiębiorstwem, jak i w ekonomii. Metoda ta służy do badania obserwacji, które zależą od jednego lub wielu działających równocześnie czynników. Wyjaśnia ona, z jakim prawdopodobieństwem wyodrębnione czynniki mogą być powodem różnic między obserwowanymi średnimi grupowymi. Inaczej mówiąc, służy do modelowania związków pomiędzy zmiennymi (zmienna zależna i zmienna niezależna). Dla przykładu, jeżeli przedsiębiorstwo prowadzi kampanię reklamową swoich produktów może być zainteresowane związkiem pomiędzy reklamą a wielkością sprzedaży i w tym wypadku to narzędzie może być bardzo pomocne. Innym z kolei narzędziem statystycznym jest analiza wielowymiarowa, która pozwala na jednoczesną analizę danych dotyczących kilku zmiennych.

Nie sposób w tym miejscu wymienić wszystkich narzędzi stosowanych zarówno w statystyce opisowej, jak i we wnioskowaniu statystycznym. Jednakże jedno jest pewne. Narzędzia statystyczne stosowane przez statystykę lub mówiąc szerzej – sama statystyka jest nauką bardzo użyteczną. Jej znajomość, umiejętność posługiwania się nią, może istotnie przyczynić się do osiągniętych sukcesów przez osobę

²¹ Zob. P. Francuz, R. Mackiewicz, op. cit. oraz A.D. Aczel, op cit.

nią się posługującą. Statystyka może być pomocna przy podejmowaniu ważnych decyzji zarówno na poziomie mikro, tj. pojedynczej osoby, przedsiębiorcy, jak i makro, czyli decyzji dotyczących całego społeczeństwa, ponieważ pozwala uzyskać wyniki obserwacji w próbie ekstrapolować na całą populację. Poza tym pomaga zbadać, czy pomiędzy zmiennymi istnieje współzależność, a także zdiagnozować, czy badane grupy różnią się od siebie w sposób istotny, czy nie. Ponadto czy opisane liczbami zjawisko jest ważne i pokazuje istotną tendencję czy też jest tylko incydentalnym przypadkiem.

Bibliografia

- Aczel A.D., *Statystyka w zarządzaniu*, Warszawa 2000.
- Balicki A., W. Makać, *Metody wnioskowania statystycznego*, Gdańsk 2000.
- Francuz P., R. Mackiewicz, *Liczy nie wiedzą, skąd pochodzą. Przewodnik po metodologii i statystyce nie tylko dla psychologów*, Lublin 2005.
- Makać W., D. Urbanek-Krzysztofiak, *Metody opisu statystycznego*, Gdańsk 2000.
- Paradysz J., *Spisy jako źródło informacji o warunkach życia ludności w Polsce*, „Wiadomości Statystyczne” 2009, nr 7, s. 1-9.
- Sobczyk M., *Statystyka. Podstawy teoretyczne, Przykłady – zadania*, Lublin 1998.
- Strange N., *Zastłona dymna. Jak naginać fakty i liczby dla swoich potrzeb*, Gliwice 2007.
- Świeczewska I., *Raport z badań lokalnego rynku pracy miasta Lublina – tendencje i prognozy*, Lublin 2009.
- Strzelecki Z., *Spisy powszechne ludności w Polsce a potrzeby informacyjne administracji państwowej*, „Wiadomości statystyczne” 2009, nr 8.
- Tokarski J., *Słownik wyrazów obcych*, Warszawa 1990.
- Wieczorkowska G., P. Kochański, M. Eljaszczuk, *Statystyka. Wprowadzenie do analizy danych sondażowych i eksperymentalnych*, Warszawa 2005.
- Witkowski J., *Rola statystyki publicznej we współczesnym świecie*, „Wiadomości Statystyczne” 2010, nr 2.

Strony internetowe:

http://www.stat.gov.pl/gus/220_lat_statystyki_PLK_HTML.htm
[dostęp: 20. 04. 2011];

http://www.stat.gov.pl/gus/8653_PLK_HTML.htm
[dostęp: 20.04.2011];

http://www.stat.gov.pl/gus/5840_1630_PLK_HTML.htm
[dostęp: 12.04.2011];

http://www.stat.gov.pl/gus/5840_646_PLK_HTML.htm
[dostęp: 12.04.2011];

http://pl.wikipedia.org/wiki/Wnioskowanie_statystyczne
[dostęp: 15.04.2011].