

8. WYKONANIE ORAZ CZYTANIE TABEL I WYKRESÓW

KATARZYNA PIOTROWICZ, KRZYSZTOF GWOSDZ

8.1. Tabele i wykresy jako forma wizualizacji wyników badań	173
8.2. Zasady stosowania i formatowania tabel	174
8.3. Zasady kompozycji tabel	176
8.3.1. Nagłówek, tytuł tabeli oraz informacje uzupełniające	177
8.3.2. Graficzny układ tabeli	180
8.3.2.1. Linie poziome i pionowe	180
8.3.2.2. Format kolumn i danych w kolumnach	181
8.3.3. Umieszczenie tabel i wykresów w tekście (elementy składu tekstu)	181
8.4. Cechy dobrego wykresu	182
8.5. Typy wykresów i ich przeznaczenie	183
8.6. Parametry techniczne wykresów	184
8.7. Tytuł wykresu	185
8.8. Osie wykresu	185
8.9. Legenda wykresu	186
8.10. Czytanie tabel i wykresów	186

WYKONANIE ORAZ CZYTANIE TABEL I WYKRESÓW

8

KATARZYNA PIOTROWICZ, KRZYSZTOF GWOSDZ

W naukach przyrodniczych tabele oraz różnego rodzaju rysunki i wykresy odgrywają bardzo ważną rolę jako źródło informacji i sposób prezentacji uzyskanych wyników badań. Często jeszcze przed przystąpieniem do interpretacji zgromadzonych danych liczbowych próbujemy przedstawić je w postaci graficznej (zob. rozdz. 18.9).

8.1. Tabele i wykresy jako forma wizualizacji wyników badań

Najczęściej początkowe dane, które są wykorzystywane w opracowaniu, mają postać tabelaryczną. Pochodzą one z różnego rodzaju pomiarów, obserwacji, danych statystycznych czy badań ankietowych. W trakcie analizy dane te podlegają przetwarzaniu, obliczeniom statystycznym, selekcji, agregacji i generalizacji. W celu poprawy czytelności uzyskanych wyników badań można przedstawić je w postaci graficznej. Do autora opracowania należy decyzja, czy dane liczbowe powinny być prezentowane w formie wykresu, czy może lepiej umieścić je w tabeli. Warto przy tym pamiętać, że większość czytelników posługuje się pamięcią wzrokową i dla nich łatwiejsze będzie dostrzeżenie szczegółów

TABELA

Jest to każdy zbiór informacji uporządkowanych w postaci kolumn i wierszy.

SELEKCJA

(łac. *selectio*)

Dobór przez eliminację; wybór.

AGREGACJA

(łac. *aggregatio*)

Proces łączenia się, skupiania się w całość.

GENERALIZACJA

(łac. *generalis* = ogólny, powszechny)

Uogólnienie i rozszerzenie pewnego twierdzenia, prawa, zasady itp. na większy zakres zjawisk; proces zmniejszania szczegółowości.

WARTO PAMIĘTAĆ

Dane zamieszczone w tabeli mogą mieć postać zarówno liczbową, jak i słowną (tekstową).

Te same dane liczbowe nie powinny być prezentowane w dwóch różnych formach (tabela i wykres).

DIAGRAM

(gr. *diágramma* = zarys, wykres, figura geometryczna)

Figura geometryczna, np. koło, kwadrat, słupek, sześciąt, przedstawiająca swoimi wymiarami (np. wysokością lub powierzchnią) wartości liczbowe zjawisk; różne typy diagramów związane są z rodzajem zastosowanych figur geometrycznych.

Wykres przedstawiający przebieg jakiegoś zjawiska.

WYKRES

Wykres jest graficzną formą przedstawiania różnego rodzaju danych, najczęściej w dwóch wymiarach.

WARTO PAMIĘTAĆ

Dobrze opracowana tabela lub wykres umożliwia czytelnikowi zrozumienie prezentowanych zagadnień bez konieczności czytania tekstu pracy. Wystarczy zapoznanie się z tytułem, legendą, opisami osi czy kolumn i wierszy.

i relacji pomiędzy elementami, jeśli zostaną one przedstawione w formie wykresu, a nie bardzo rozbudowanych tabel liczbowych.

Wykresy wykorzystuje się do prezentacji głównie danych ilościowych, natomiast tabele mogą zawierać również dane jakościowe. Za pomocą wykresów najlepiej analizować wieloletnią zmienność i tendencje zmian występujących w zbiorze danych oraz różnice i podobieństwa między zmiennymi w ich przebiegu, co za pomocą tabeli byłoby trudne. Użycie wykresu pozwala również określić rozkład wartości (np. symetryczny, skośny). Na wykresach natomiast nie zawsze można odczytać szczegółowe wartości czy konkretne liczby. Taką możliwość dają nam tabele. Stąd też tabele, w znacznie większym stopniu niż wykresy, pełnią funkcję dokumentacyjną. Analiza wykresu ułatwia natomiast zapamiętanie ogólnych prawidłowości w rozkładzie zmiennych, zwłaszcza kiedy jest ich kilka.

Graficzną stronę pracy naukowej zwykle opracowuje się na początku jej redagowania. Zamieszczane rysunki, wykresy i tabele są uzupełnieniem tekstu. Wszystkie te elementy powinny stanowić harmonijną całość. Proporcje pomiędzy stroną graficzną a tekstem nie powinny być zaburzone. Dane prezentowane w tabeli nie powinny być w tym samym tekście powtarzane na wykresach. Umieszczenie danych w tabeli pozwala na uniknięcie przeładowania tekstu liczbami.

Treści zawarte w tabelach i na wykresach powinny być zrozumiałe dla czytelnika po zapoznaniu się z tytułem, legendą, opisami osi czy kolumn i wierszy, bez konieczności czytania tekstu pracy.

8.2. Zasady stosowania i formatowania tabel

Tabele w tekstach pisanych i prezentacjach zamieszczamy wówczas gdy:

- istotne jest podanie dokładnych wartości (z wykresów zwykle trudno je odczytać);
- dane liczbowe są podstawą dalszych analiz i syntez (może ktoś w przyszłości będzie chciał powtórzyć badania i porównać wyniki, lub opierając się na zamieszczonych w artykule danych, wyciągnie inne wnioski);

- ilustrujemy zależności, które są trudne lub niemożliwe do przedstawienia inną metodą (dotyczy to szczególnie danych jakościowych i nieinterwałowych);
- nie jest ważne zilustrowanie trendu lub kontrastu;
- istnieje konieczność przedstawienia równocześnie kilku różnych typów lub formatów danych (np. tekstowych i liczbowych).

Wyróżniamy dwie grupy tabel:

- służące do prezentacji lub dokumentacji szczegółowych danych (analityczne). Ich celem jest udostępnienie istniejących danych w postaci uporządkowanej, często w postaci liczb bezwzględnych (tab. 1);
- służące do ilustracji wnioskowania w tekście (syntetyczne). Zawierają niewiele liczb, zwykle w postaci przetworzonej (wskaźniki). Często w polach (komórkach) tabeli syntetycznej zamiast liczb umieszczany jest tekst (tab. 2). Bardzo użyteczną formą są tzw. tabele czteropolowe (ćwiartkowe), które pokazują podstawowe zależności między dwoma zmiennymi.

Elementy bezpośrednio porównywalne powinny znaleźć się w kolumnach (jeden obok drugiego), nie zaś w wierszach (jeden pod drugim) (przykłady 1 i 2). Nagłówki powinny być jednoznaczne i czytelne oraz zawierać opis stosowanych jednostek (np. %, mln, godz., tys. ton itp.).

Tabela 1. Zmienność średniej temperatury powietrza w zimie (XII–II) i w poszczególnych miesiącach w Krakowie w latach 1792/93–2007/08

Temperatura powietrza (°C)	Zima (XII–II)	Miesiące				
		XI	XII	I	II	III
Średnia	1,9	3,1	-1,2	-3,1	-1,4	2,6
Najwyższa Rok	3,7 2006/07	9,4 1926	4,4 1825	4,7 2007	5,6 1990	7,7 1990
Najniższa Rok	-10,3 1829/30	-3,2 1858	-13,7 1829	-12,4 1848	-13,2 1929	-5,2 1845
Odchylenie standardowe (σ)	2,4	2,1	3,1	3,6	3,4	2,5

Źródło: Piotrowicz K., 2002–2003, *Warunki termiczne zim w Krakowie w latach 1792–2002*, Folia Geographica, Series Geographica–Physica, 33–34, 67–88.

Tabela 2. Typologia powiatów województwa małopolskiego pod względem wyposażenia w bankomaty i hotele w 2007 r.

		Liczba hoteli na 10 tys. mieszkańców	
		wyższa od średniej wojewódzkiej	niższa od średniej wojewódzkiej
Liczba bankomatów na 10 tys. mieszkańców	wyższa od średniej wojewódzkiej	Kraków, tatrzański	chrzanowski, Nowy Sącz, olkuski, Tarnów, wadowicki
	niższa od średniej wojewódzkiej	nowosądecki, nowotarski, wielicki	bocheński, brzeski, dąbrowski, gorlicki, krakowski, limanowski, miechowski, myślenicki, oświęcimski, proszowicki, suski, tarnowski,

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDR GUS oraz danych sieci banków i bankomatów.

Tabele muszą być kompletne, tzn. wszystkie pola powinny być wypełnione. Niekiedy uzasadnione jest zastosowanie w kolumnach lub rzędach umownych znaków i symboli:

- znak myślnika (-) stosujemy w przypadku, kiedy dane zjawisko nie występuje (szczególnie w tabelach o polach wypełnionych tekstem);
- wartość zero (0) wpisujemy wtedy, kiedy zjawisko występuje, ale przybiera wartość zerową lub jest to wartość mniejsza niż najmniejsza jednostka przyjęta w tabeli; w wyjątkowych sytuacjach można jako zero przyjąć brak zjawiska – np. w tabelach o danych zero-jedynkowych, a także w przypadku danych, które mają postać małych liczb naturalnych (np. 1–10);
- brak danych opisuje się znakiem kropki (·);
- jeśli wypełnienie danego pola nie ma sensu, to stosujemy symbol ×.

8.3. Zasady kompozycji tabel

WARTO PAMIĘTAĆ

Treść zawarta w tabeli powinna być uporządkowana według określonego klucza, np. wartości w kolejności malejącej.

Tabele powinny być czytelne. Oznacza to, że treść zawarta w tabeli powinna być uporządkowana według określonego klucza, a wszystkie jednostki, w których przedstawiono dane, muszą być wyszczególnione. Tabele składają się z tytułu, nagłówka (główki wiersza

i kolumny objaśniającej) oraz pola tabeli. Każdy z tych elementów pełni inną funkcję.

8.3.1. Nagłówek, tytuł tabeli oraz informacje uzupełniające

Tabele numeruje się cyframi arabskimi w takiej kolejności, w jakiej występują w tekście, np. 1, 2, 3 itd. Raczej nie stosuje się numeracji 1a, 1b itd. Niekiedy spotyka się tabele, której pierwsza cyfra (lub cyfry) określa numer rozdziału (podrozdziału), w którym tabela jest umieszczona (np. 7.1, 7.2, 7.3 itd.).

Tytuł tabeli zawsze znajduje się nad tabelą. Nie powinien być szerszy niż tabela – w przypadku długich tytułów stosuje się łamanie na linijki. Na końcu tytułu nie stawiamy kropki. Tytuł tabeli pisany jest taką samą (lub nieco mniejszą czcionką) jak tekst dokumentu, ale większą niż czcionka informacji zawartych w tabeli. Odstępy tytułu tabeli od tekstu powyżej są zawsze większe niż samej tabeli (np. 6 pkt nad tytułem i 3 od pierwszego wiersza tabeli). W tabeli zaleca się stosować czcionkę o punkt lub dwa punkty mniejszą niż tekst, np. wielkości 10 pkt, gdy tekst jest pisany czcionką 12 pkt. Mniejsza czcionka (8–6 pkt) jest często mało czytelna.

Uwagi do tabeli są niezależne od tekstu, ale nie zawsze należy je umieszczać. Wyróżniamy dwa typy uwag:

- ogólne (odnoszą się do całej tabeli). Nie stosujemy przed nimi żadnych gwiazdek, oznaczeń cyfrowych, symboli, itd.;
- szczegółowe (odnoszą się do poszczególnych komórek). Zaznaczane są one zwykle za pomocą indeksu górnego i mają postać znaków graficznych albo liczb. Niektórzy autorzy uważają, że najlepiej do tego celu nadają się znaki graficzne, np. *, albo kolejne litery alfabetu. Inni opowiadają się za cyframi. Te ostatnie są mało czytelne, kiedy w tekście stosowane są przypisy dolne, również numerowane cyframi arabskimi.

Gwiazdka (*) jako odsyłacz może być użyta wtedy, gdy uwaga odnosi się tylko do jednej danej lub ta sama informacja dotyczy kilku danych w tej samej kolumnie.

WARTO PAMIĘTAĆ

Tytuł tabeli zawsze umieszczamy nad tabelą, a ryciny – pod ryciną.

PRZYKŁADY TABEL

Przykład 1

W tabeli przedstawiono stacje kolejowe na linii Kraków–Katowice. Jedną ze zmiennych jest liczba pasażerów wsiadających do pociągu Intercity (IC) w dniu 5 XI 2014 r. Pociągi IC zatrzymują się na stacjach Kraków, Trzebinia, Jaworzno-Szczakowa, Katowice. W rubryce dla tej zmiennej w pozostałych stacjach na linii Kraków–Katowice (np. Zabierzów, Krzeszowice) wpisano więc „-” ponieważ zjawisko tam nie występuje. Tak się złożyło, że w Trzebinii, chociaż pociąg IC się zatrzymał, to nie wsiadł do niego ani jeden pasażer. Wówczas wartość dla tej stacji będzie 0. Zjawisko bowiem występuje (pociągi się zatrzymują) ale przybiera wartość 0. W Katowicach (stacja końcowa) wysiedli wszyscy pasażerowie, dlatego w tabeli wstawiono symbol „X”.

Tabela 1. Liczba pasażerów wsiadających do pociągu IC Krakowice (relacja Kraków Główny–Katowice) w dniu 5 XI 2014 r.

Nazwa stacji kolejowej	Liczba pasażerów
Kraków Główny	800
Zabierzów	-
Krzeszowice	-
Trzebinia	0
Jaworzno-Szczakowa	30
Mysłowice	-
Sosnowiec Jęzor	-
Katowice	X

Źródło: badania własne [dane w przykładzie są fikcyjne].

Przykład 2

Odsetek mieszkań wyposażonych w instalacje gazowe w Polsce przedstawiono w tabeli w podziale powiatowym, w zaokrągleniu do dziesiątej części procenta. W powiecie lipskim nie ma ani jednego mieszkania wyposażonego w gazociąg. W tabeli oznaczymy to symbolem „-”. Tymczasem w powiecie włodawskim tylko 0,01% mieszkań posiada instalacje gazowe. Wtedy w tabeli wartość dla tego powiatu będzie wyrażona jako 0,0. Jest bowiem mniejsza niż najmniejsza liczba przyjęta w tabeli – ale zjawisko występuje. Gdyby wartość dla powiatu lipskiego wyniosła 0,06% zostałaby wyrażona rzecz jasna jako 0,1%. W sytuacji, gdy w powiecie nie ma sieci gazowej w polu tabeli widniałby znak myślnika (-).

Tabela 2. Wyposażenie mieszkań w sieciową instalację gazową w wybranych powiatach w Polsce w 2011 r.

Powiat	Liczba mieszkań wyposażonych w gaz z sieci	Odsetek mieszkań wyposażonych w gaz z sieci
Krośnieński	25 221	89,7
Jasielski	27 225	88,6
Jarosławski	25 316	78,0
Grodziski	19 255	60,2
Makowski	19	0,1
Włodawski	2	0,0
Lipski	0	-

Źródło: zestawienie własne na podstawie Banku Danych Lokalnych GUS.

ŹRÓDŁO POCHODZENIA TABELI

Przykłady:

Źródło: badania własne.

Źródło: opracowano na podstawie danych GUS, 2007.

Źródło: Kowalski (2008).

Przykład 3

Tab. 3. Deklarowana chęć migracji z gminy

Gmina	Chęć migracji (w %)		
	tak	nie	nie wiem
Chmielnik	12,2	51,1	36,7
Ostrów	15,2	50,0	34,8
Adamówka	24,0	36,0	40,0
Zaklików	25,9	42,0	32,1
Majdan Królewski	26,6	42,4	30,9
Dydnia	30,0	26,7	43,3
Medyka	32,1	40,2	27,7
Osiek Jasielski	46,0	54,0	0,0
Wielkie Oczy	55,0	45,0	0,0
Komańcza	55,9	44,1	0,0

Źródło: badania własne.

Przykład 4

Tab. 4. Deklarowana chęć migracji z gminy

Gmina	Chęć migracji (w %)		
	tak	nie	nie wiem
Chmielnik	12,2	51,1	36,7
Ostrów	15,2	50,0	34,8
Adamówka	24,0	36,0	40,0
Zaklików	25,9	42,0	32,1
Majdan Królewski	26,6	42,4	30,9
Dydnia	30,0	26,7	43,3
Medyka	32,1	40,2	27,7
Osiek Jasielski	46,0	54,0	0,0
Wielkie Oczy	55,0	45,0	0,0
Komańcza	55,9	44,1	0,0

Źródło: badania własne.

Uwagi do tabeli pisane są nieco mniejszą czcionką niż dane w tabeli. Każdy fragment wyjaśniający, taki jak np. skróty w tabelach, zwykle jest powtarzany w każdej z zamieszczonych tabel. Jeśli jednak w kilku tabelach oznaczenia są identyczne, to można się odwołać do pierwszej z nich, np. „oznaczenia jak w tab. 1”.

Źródło pochodzenia tabeli lub danych w niej zawartych umieszcza się zaraz po tytule (w nawiasie) lub pod tabelą. Jeśli w tekście nie ma informacji, skąd pochodzi tabela, to powszechnie uznaje się, że jest to oryginalne opracowanie (łącznie z podawanymi danymi!) autora tekstu. Jeśli tak nie jest, to autor może zostać posądzony o plagiat. Publikowane tabele często „żyją własnym życiem”, a zawarte w nich dane mogą być wykorzystywane przez innych autorów, którzy porównują swoje wyniki badań z wynikami zamieszczonymi we wcześniej opublikowanych tabelach. W interesie autora tabeli jest podanie informacji o swoim autorstwie, np. w formie: „opracowanie własne” lub „opracowanie własne na podstawie danych z GUS”. W przypadku samodzielnie przeprowadzonych badań (zbierania informacji) i późniejszego ich przetworzenia w tabelę lub rycinę dopuszczalna jest forma określenia źródła jako „badania własne”.

8.3.2. Graficzny układ tabeli

8.3.2.1. Linie poziome i pionowe

Linie poziome i pionowe, ograniczające komórki tabeli, powinny mieć charakter ciągły. Linie poziome (horyzontalne) winny rozciągać się na całą szerokość tabeli. Ich grubość powinna być jednakowa w całej tabeli (są jednak wyjątki, np. w niektórych stylach grubszą linią oddziela się pierwszy wiersz lub kolumnę – tę, która zawiera objaśnienia co do typu lub charakteru danych, jednostkę).

Istnieją dwie szkoły konstrukcji tabel. Według pierwszej (anglo-amerykańskiej) im mniej linii w tabeli, tym lepiej. Linie oddzielające kolumny w tabeli nie są wymagane. Uważa się, że zbyt dużo linii pionowych obniża czytelność tekstu. Podobnie do minimum należy ograniczyć liniowanie poziome. Linie poziome są jedynie konieczne nad i pod nagłówkami tabel oraz poniżej ostatniego wiersza danych w tabeli.

Zwolennicy drugiej szkoły uważają, że nie jest błędem, a wręcz zaletą, jeśli każda komórka w tabeli jest ograniczona linią poziomą i pionową. Większość wydawnictw daje wytyczne, jakiego typu liniowanie należy stosować (przykłady 3 i 4).

8.3.2.2. Format kolumn i danych w kolumnach

Czytelnik powinien z łatwością rozróżniać poszczególne kolumny. W tym celu należy uwzględnić odpowiedni odstęp między danymi w kolumnach. Wszystkie dane w tabeli powinny być podane z taką samą dokładnością. Częstym błędem jest format stosowany w tabeli 5 (przykład 5). Prawidłowe formatowanie przedstawiono w tabeli 6 (przykład 6).

Należy pamiętać o tym, że w języku polskim liczby całkowite oddziela się przecinkiem, a w języku angielskim kropką. Separatory (spacje) występują tylko w języku polskim, a w angielskim tylko przecinek. Porównaj zapisy poniżej:

- sto tysięcy w polskim zapisie – 100 000,00
- sto tysięcy w angielskim zapisie – 100,000.00

W przypadku dużych liczb w języku polskim należy kolejne tysiące oddzielić separatorami. W tabelach zaleca się podawać wartości, np. w tys. (125 tys.) czy mln (43 mln), nie zaś w pełnym zapisie liczbowym, czyli 125 000 i 43 000 000. Liczby powinny być wyrównane do prawej, tak aby łatwo było odczytać właściwą wartość, lub umiejętnie wycenrowane (tab. 6, pierwsza kolumna; przykłady 3 i 7).

8.3.3. Umieszczenie tabel i wykresów w tekście (elementy składu tekstu)

Wszystkie tabele i ryciny powinny być w tekście cytowane zgodnie z ich numerem porządkowym. Dotyczy to także tabel, które są przygotowywane jako załącznik. Zwyczajowo tabele w tekście numeruje się cyframi arabskimi, natomiast tabele w załącznikach cyframi rzymskimi. Powołanie się na tabelę lub rycinę w tekście powinno znajdować się na tej samej stronie co tabela lub rycina. Najpierw następuje powołanie się na tabelę (rycinę), a poniżej umieszcza się samą tabelę (rycinę).

Przykład 5

Tab. 5. BŁĘDNE formatowanie komórek tabeli z danymi dziesiętnymi

Nie	Nie
3	3
5,25	5.25
5,1	5,1

Przykład 6

Tab. 6. PRAWIDŁOWE formatowanie komórek tabeli z danymi dziesiętnymi

Tak	Tak
3.00	3.00
5.25	5.25
5.10	5.10

Przykład 7

POPRAWNE WYRÓWNANIE LICZB W TABELI

II
XVIII
5
68
190
1 250 000
-
-2,50
+15,90
10,75

Tabela lub rycina może znajdować się na stronie z tekstem. Nie powinna jednak rozdzielać tekstu jednego bloku (akapitu). Nie praktykuje się, by na stronie oprócz tabeli czy rysunku było co najwyżej kilka linii tekstu. Podobnie nie praktykuje się, by tekst nie wypełniał całej strony, bo na następnej jest tabela, której objętość nie pozwoliła na umieszczenie jej na stronie poprzedniej.

Jeśli tabela nie mieści się na jednej stronie, to na drugiej stronie powtarzamy nagłówki tabeli. Czasami praktykuje się oznaczenie wierszy nagłówkowych cyframi i powtarzanie ich na drugiej stronie. Jest to sposób niepraktyczny, gdyż wymaga odwracania kartki, żeby sprawdzić opis komórek. Niektórzy autorzy zalecają powtórzenie tytułu tabeli, z dopiskiem *cd.* Zalecane jest wprowadzenie kolumny pod tytułem „liczba porządkowa” (*lp.*).

Po wykonaniu tabeli warto sprawdzić, czy w czasie edycji nie nastąpiła utrata lub przemieszanie danych. Jeśli tabela zawiera dane wyjściowe do obliczeń matematycznych i jakieś wynikowe obliczenia (np. sumy końcowe w tabeli powyżej), dobrze jest sprawdzić na kalkulatorze, czy obliczenia te się zgadzają. Jest to ważne zwłaszcza wtedy, gdy przedstawiamy dane w procentach, a suma wartości w poszczególnych kolumnach powinna być równa 100%. Poprzez podawanie zaokrąglonych wartości do 1%, czy 0,1% może okazać się, że sumowane wartości dadzą np. wartość 99,9% albo 100,1%. W każdej pracy naukowej umieszczany jest spis tabel, rycin, map i fotografii. Na tej liście znajdują się tylko tytuły, zwykle z podaniem numerów stron.

8.4. Cechy dobrego wykresu

CECHY DOBREGO WYKRESU

- prostota
- przejrzystość

WARTO PAMIĘTAĆ

Źle wykonane wykresy mogą zafałszować relacje między prezentowanymi zmiennymi.

Wykonanie wykresów, zwłaszcza na komputerze przy użyciu odpowiednich programów, które mają bardzo szeroki wybór szablonów, nie stanowi trudności. Wizualizacja wyników jest dzięki nim niemal natychmiastowa. Sztuką jednak jest wykonanie ich poprawnie, z zachowaniem odpowiednich reguł.

Dobrze opracowany wykres powinien być prosty i przejrzysty. Forma wykresu nie powinna być zbyt ozdobna, nie mają one bowiem pełnić funkcji dekoracyjnej w pracy naukowej. Tylko czytelne, odpowiednio

opisane wykresy, niepozostawiające wątpliwości przy ich analizie, mogą zostać wykorzystane w opracowaniu lub posłużyć jako źródło informacji w dalszej pracy badawczej. Konieczne jest więc nabycie odpowiednich umiejętności wykonywania różnorodnych wykresów oraz ich analizy. Wykonanie np. słupkowych (kolumnowych) wykresów trójwymiarowych nie zawsze jest właściwe, bo choć wyglądają one efektownie, to często są nieczytelne i wywołują skojarzenia nieistniejących relacji między zmiennymi.

8.5. Typy wykresów i ich przeznaczenie

Najczęściej zmienne ciągłe w czasie, tak jak np. temperatura powietrza, ciśnienie atmosferyczne, stany wody w rzece, zmiany liczby ludności, przedstawiamy na wykresach liniowych (przykłady 8 i 9), natomiast zmienne nieciągłe (skokowe), np. opady atmosferyczne oraz częstość występowania jakiegoś zjawiska – na wykresach słupkowych (kolumnowych) (przykład 10). Ten drugi typ wykresu jest też najczęściej stosowany w celu przedstawienia częstości występowania analizowanego zjawiska. Przy wykresach liniowych możemy się posługiwać nie tylko skalą arytmetyczną, ale także logarytmiczną. Wykresy słupkowe można wykorzystać natomiast do przedstawienia danych jakościowych.

Stosunkowo rzadko do przedstawienia zależności między dwoma zmiennymi wykorzystuje się wykresy punktowe (kropkowe) (przykład 11). Pozwalają one jednak na zobrazowanie występującej ewentualnie korelacji między wzajemnie oddziałującymi na siebie dwoma zjawiskami.

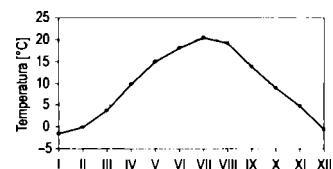
Wykresy kołowe, podobnie jak słupkowe, służą głównie do prezentacji rozkładu częstości danego zjawiska, czyli udziału procentowego w całym zbiorze wartości (przykład 12).

Na wykresach można przedstawiać dane w sposób przeglądowy, wykorzystując różnego rodzaju symbole graficzne. Są to tzw. wykresy obrazkowe.

Poza wymienionymi, istnieje jeszcze kilkanaście innych typów wykresów, które są ich modyfikacją. Należą do nich wykresy takie jak warstwowy, pierścieniowy, powierzchniowy, bąbelkowy, radiacyjny.

Przykład 8

WYKRES LINIOWY

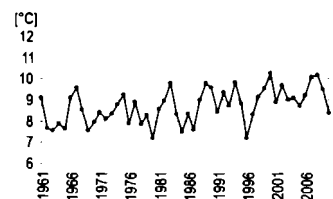


Średnia miesięczna temperatura powietrza w Krakowie w latach 2001-2010

Źródło: opracowanie własne.

Przykład 9

WYKRES LINIOWY

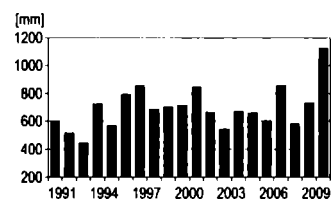


Średnia roczna temperatura powietrza w Krakowie w latach 2001-2010

Źródło: opracowanie własne.

Przykład 10

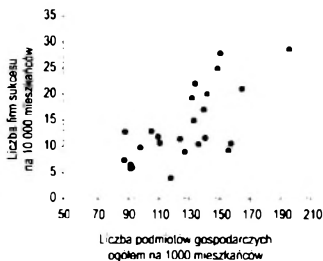
WYKRES SŁUPKOWY



Suma roczna opadów atmosferycznych w Krakowie w latach 1991-2010

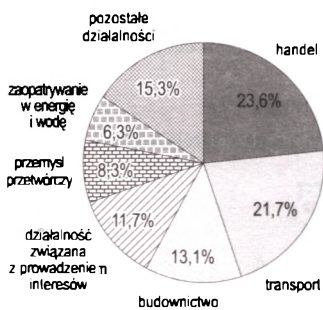
Źródło: opracowanie własne.

Przykład 11
WYKRES PUNKTOWY



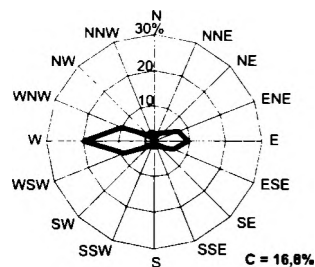
Źródło: opracowanie własne.

Przykład 12
WYKRES KOŁOWY



Źródło: opracowanie własne.

Przykład 13
WYKRES RADIACYJNY



Częstość [%] kierunków wiatru i cisza w Krakowie w latach 2001–2010

Źródło: opracowanie własne.

Ich wygląd można znaleźć w wielu komputerowych arkuszach kalkulacyjnych z wbudowanymi formatami wykresów.

Należy pamiętać, że niektóre zmienne ilościowe bądź jakościowe prezentuje się zwyczajowo za pomocą ustalonych rodzajów wykresów, np. piramida wieku i płci ludności jest rodzajem wykresu słupkowego, a róża wiatrów wykresu radiacyjnego (przykład 13).

8.6. Parametry techniczne wykresów

Na większości wykorzystywanych współcześnie maszyn drukarskich (dotyczy to także offsetu i ksero) nie można wydrukować linii cieńszej niż 0,1 mm. Warto o tym pamiętać, ponieważ w popularnym programie graficznym CorelDraw domyślny kontur włosowy ma mniej niż 0,1 mm. Kreską o grubości 0,1 mm można rysować linie siatki na wykresie, osie, obramowania słupków itp. Główne linie obrazujące przebieg analizowanego elementu mogą być nieco grubsze (0,2–0,5 mm).

Najmniejsza stosowana na wykresie litera powinna mieć rozmiar 8 pkt, choć zależy to od wielkości całego rysunku i sposobu jego prezentacji. Jeśli wykres wykorzystywany jest w prezentacji multimedialnej, np. PowerPoint, to czcionka nie powinna być mniejsza niż 14 pkt. Zaleca się na wykresach stosowanie czcionek bezszeryfowych (tzw. jednoelementowych). Należą do nich m.in. Arial, Helvetica czy Switzerland. Często stosowany Times New Roman należy do czcionek szeryfowych (tzw. dwuelementowych), złożonych z linii o różnej grubości. Ten krój pisma polecany jest do pisania zasadniczego tekstu i podpisów pod tabelami i rycinami.

Rozmiar wykresu powinien być dostosowany do ilości prezentowanych informacji. W miarę możliwości skala na rycinach zamieszczonych w jednej publikacji powinna być taka sama albo zaleca się zachowanie proporcji pomiędzy wszystkimi wykresami.

Pomimo że wykresy coraz częściej wykonuje się w różnych kolorach, to jednak nadal zaleca się, by do rysowania osi, linii siatek, wszystkich podpisów i legendy używać koloru czarnego, natomiast do zasadniczych elementów wykresu (np. głównych linii, słupków, kropek) innych kolorów. Kolory trzeba dobierać w taki sposób, aby wystarczająco

różnicowały zmienne. W przypadku wykresów czarno-białych do różniczenia linii można zastosować skalę szarości. Zaleca się, aby między kolejnymi stopniami szarości stosować różnicę ok. 20%, przy czym najniższy stopień szarości powinien wynosić 10%.

8.7. Tytuł wykresu

Tytuł wykresu powinien zawierać informacje o tym, co zostało przedstawione na rysunku, oraz do jakiego okresu odnoszą się dane liczbowe. Ponadto powinien na tyle szczegółowo objaśniać treść rysunku, by nie było konieczne czytanie tekstu pracy. Gdy w pracy prezentowanych jest kilka rysunków przedstawiających to samo zjawisko, mogą one być zamieszczone pod wspólnym tytułem, ale opatrzone dodatkowym nagłówkiem, który je zróżnicuje, np. ryc. 3a, 3b itd.

Tytuł wykresu, który umieszcza się pod wykresem, obejmuje również informację o źródle wykresu lub wykorzystanych do jego konstrukcji danych.

8.8. Osie wykresu

Wszystkie osie wykresu powinny być dokładnie podpisane wraz z podaniem jednostek, np. częstość (%), wydobywanie (mln ton), opady (mm) itp. Stosuje się też umieszczanie jednostek w nawiasach kwadratowych, np.: [%], [°C] (przykłady 14 i 15). Opisy powinny być ułożone równoległe do osi – poziomo na osi x i pionowo na osi y. Wyjątkiem może być użycie na osi pionowej opisu w postaci tylko jednostki, czyli np. %. Podpisuje się je wówczas obok osi y bez obracania w pionie (przykład 15). Skala powinna być dobrana tak, aby jej zakres zmienności obejmował wszystkie wartości liczbowe prezentowanych danych.

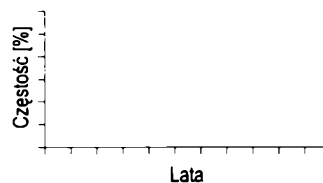
Poszczególne wartości skalowania powinny być oznaczone za pomocą kresek z czytelnym podpisem wartości czy innego oznaczenia zmiennej, aby łatwo było zinterpretować wykres. Dla polepszenia czytelności na wykresach nie powinno się zamieszczać zbyt wielu serii danych (linii, słupków). Nie ma też potrzeby umieszczania gęstej linii siatki w tle.

WARTO PAMIĘTAĆ
Czcionka bezszeryfowa (jednoelementowa)
to np. Arial, Arial Narrow, Helvetica, Switzerland.
Czcionka szeryfowa (dwuelementowa)
to np. Times New Roman.

WARTO PAMIĘTAĆ
Tytuł wykresu umieszcza się pod wykresem.

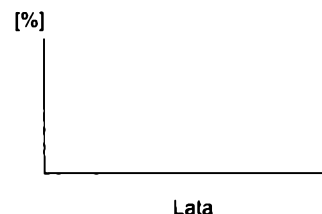
WARTO PAMIĘTAĆ!
Po tytule tabel i rycin nie stawiamy kropek.

Przykład 14
OSIE WYKRESU



Źródło: opracowanie własne.

Przykład 15
OSIE WYKRESU



Źródło: opracowanie własne.

Wykresy najczęściej przedstawiają zależność pomiędzy dwoma zmiennymi (x i y). Na osi poziomej (oś odciętych; x) zwykle przedstawiany jest czas (miesiące, lata), czyli zmienne niezależne. Na osi pionowej (oś rzędnych; y) – będące przedmiotem analizy zmienne zależne. W przypadku gdy przedstawiamy dwie zmienne zależne od siebie lub jedna jest determinowana przez drugą, układ osi może być przypisany dowolnie. W przypadku porównywania przebiegu zmiennych na kilku różnych wykresach zastosowana skala i rozmiar wykresu powinny być jednakowe. Należy przestrzegać zasady, by tego samego rodzaju zmienne były przedstawione na różnych wykresach za pomocą jednakowych symboli, rodzaju i koloru linii czy jej grubości.

8.9. Legenda wykresu

Na większości wykresów umieszcza się legendę, czyli zestaw używanych znaków (linii, znaczników itp.) wraz z ich objaśnieniami. Legenda zwykle mieści się z prawej strony wykresu lub pod nim. Oznaczenia symboli (wielkość, grubość linii) powinny być identyczne jak na wykresie.

8.10. Czytanie tabel i wykresów

Czytanie tabel i wykresów zaczynamy od tytułu, a w dalszej kolejności nagłówek kolumn i wierszy tabeli lub opisu osi wykresu oraz legendy i dodatkowych objaśnień. Zapoznujemy się także ze źródłem danych, gdyż pozwala to na ocenę wiarygodności zamieszczonych w tabeli czy na wykresie informacji.

Analizę zawartych w tabeli lub na wykresie danych rozpoczyna ogólna charakterystyka zjawiska. Na tym etapie pomocne mogą być odpowiedzi na następujące pytania:

- jakie zjawisko analizujemy?
- jakie ma ono znaczenie?
- jakie są prawidłowości w jego przebiegu?
- czy intensywność zjawiska jest duża czy mała?
- jakie jest jego zróżnicowanie?

- jaka jest jego zmienność?
- czy różnicowanie ma charakter ciągły czy skokowy?

Jeśli przedmiotem analizy są zmiany w przebiegu zjawiska, to w pierwszej kolejności należy podkreślić ogólny kierunek (trend) zmian oraz na rodzaj tej zmienności (duża czy mała). W dalszej kolejności zwracamy uwagę na wartości skrajne (ekstremalne) i na nagłe zmiany w przebiegu zjawiska. Po dokonaniu ogólnej charakterystyki należy przejść do szczegółowej analizy tabeli lub wykresu. Na tym etapie można wskazać np. obszary o wysokich lub niskich wartościach analizowanych wskaźników, a w przypadku analizy zmian w czasie wskazać momenty, w których nastąpiły zmiany oraz ich wielkość. Analiza szczegółowa powinna zmierzać do sformułowania ogólniejszych prawidłowości, np. wyróżnienia typów obszarów odznaczających się podobnymi wartościami.

Interpretacja wykresu lub tabeli nie powinna ograniczać się tylko do analizy, tj. mniej lub bardziej szczegółowego skomentowania rozkładu wartości, wielkości i kierunków ich zmian. Powinna ona zawiera także część wyjaśniającą, tzn. zmierzać do odpowiedzi na pytania:

- dlaczego występują zmiany w przebiegu i różnicowanie w rozmieszczeniu zjawiska?
- jakie czynniki wpływają na zmiany w przebiegu i różnicowanie zjawiska?
- jakie są skutki zmian?

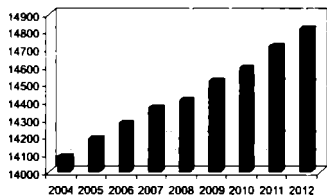
W pisemnej analizie tabel lub wykresów unikamy przytaczania zbyt wielu danych liczbowych. Cytujemy tylko te, które są niezbędne do zilustrowania stwierdzeń autora. Należy także pamiętać, że nie interpretujemy kształtu linii, ale zjawisko, które ona opisuje. Częstym błędem jest np. taki opis: „linia gwałtownie spada”, podczas gdy prawidłowe sformułowanie to: „spada gwałtownie wartość analizowanej cechy” (np. liczba ludności, wartość temperatury).

Wykresy powinny być tak opracowane, aby czytelnik uzyskał prawidłowe skojarzenie zależności statystycznych istniejących między zmiennymi: spada – rośnie, ubywa – przybywa, maleje – wzrasta. Niestety zdarza się, że wykresy nie zawsze są poprawnie opracowane. Niekiedy autorzy publikacji próbują zwiększyć sugestywność przytaczanych argumentów poprzez taką konstrukcję wykresu lub tabeli, aby

Przykład 16

CZYTANIE WYKRESÓW

Na poniższym wykresie tak dobrano skalę rzędnych, by czytelnik odniósł wrażenie dużej skali wzrostu ludności w okresie 2004–2012. Wydaje się, że w 2012 r. liczba ludności była ponad 8 razy większa niż w 2004, podczas gdy w rzeczywistości wzrosła ona o 5,2%. Zastosowanie pozornie trójwymiarowych słupków dodatkowo wzmacnia ten efekt, utrudniając rzetelną interpretację.



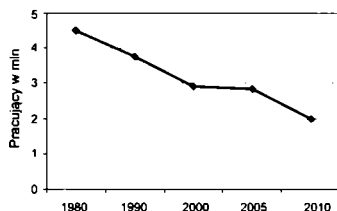
Ryc. 1. Wzrost liczby mieszkańców (osoby zameldowane na pobyt stały) w gminie Gałęźnica w latach 2004–2012

Źródło: opracowano na podstawie danych Centralnego Biura Statystyki.

Przykład 17

CZYTANIE WYKRESÓW

Na poniższym wykresie nie zachowano równych interwałów czasowych – pierwsze trzy punkty są w interwałach 10-letnich, a ostatnie 2 w 5-letnich.



Ryc. 2. Pracujący w rolnictwie w województwie mazowieckim w latach 1980–2010

Źródło: opracowano na podstawie danych Wojewódzkiego Biura Statystyki)

przedstawiane w nich dane potwierdzały prezentowany wywód lub wnioski. Najczęściej stosowanymi wtedy zabiegami są:

- takie dobranie skali osi rzędnych, by podkreślić wzrost lub spadek w czasie (przykład 16);
- brak opisu osi rzędnych przy porównywaniu dwóch zjawisk o różnej intensywności;
- stosowanie tych samych przedziałów (interwałów) dla okresów o różnej rozciągłości czasowej (przykład 17);
- nałożenie na siebie na jednym wykresie dwóch zjawisk, z których każde ma inną intensywność (czyli różne wartości osi rzędnych).

Dlatego też interpretując wykres, należy:

- uwzględniać skalę osi, a nie sugerować się kształtem linii czy słupków;
- dokładnie przyjrzeć się opisom osi rzędnych (y) i odciętych (x);
- w przypadku serii kilku wykresów rozpatrywać każdy wykres oddzielnie i porównywać je tylko wtedy, gdy jesteśmy przekonani, że mają te same skale.

Zwykle dużo trudności nastręcza studentom interpretacja zmienności zjawiska oraz wzajemne zależności dwóch lub więcej zmiennych. W przypadku interpretacji przebiegu zjawiska między dwoma momentami w czasie, dla których posiadamy dane liczbowe, często zakładamy, że zjawisko zmieniało się w sposób prostoliniowy (regularny). Tymczasem założenie to nie zawsze jest spełnione. Należy mieć świadomość, że czym innym jest rzeczywiste tempo zmian (czyli przyrost lub spadek w wartościach bezwzględnych), a czym innym względne tempo tych zmian, wyrażane w %.

Przykładowo: w regionie A w okresie 2000–2010 nastąpił wzrost PKB na jednego mieszkańca o 80%, a w drugim o 10%. Bez odwołania do bezwzględnych wartości nie można określić, czy rzeczywiste różnice w poziomie rozwoju gospodarczego mierzonego PKB w tych dwóch regionach zwiększyły się lub zmniejszyły. Jeśli bowiem np. w regionie A w roku wyjściowym poziom PKB wyniósł 1000 zł a w drugim 10 000 zł na mieszkańca, to mimo dużego wzrostu w regionie A, a relatywnie małego w regionie B, rzeczywiste różnice w poziomie PKB wzrosły (w roku 2000 różnica wyniosła 9000 zł a w 2010 – 9200 zł).