

PRZEDMOWA

Każdego roku podejmowałem ryzyko i każdego przegrywałem: podczas 20 lat swojej pracy w Yale wielokrotnie nauczałem psychologii poznawczej i nigdy nie używałem dwukrotnie tego samego podręcznika. [...] W końcu postanowiłem wziąć się do dzieła i napisać własną książkę.

[Robert Sternberg (2001). *Psychologia poznawcza*. Warszawa: WSiP SA, s. 8].

KAŻDA PRZEDMOWA MA SWÓJ WSTĘP

Kiedy przed kilku laty postanowiliśmy napisać przewodnik po metodologii i statystyce, mieliśmy na względzie przede wszystkim tych studentów, z którymi kiedykolwiek zetknęliśmy się podczas prowadzonych przez nas zajęć dydaktycznych. Brakowało nam podręcznika, w którym w przystępny sposób przedstawiony byłby cały proces prowadzenia badań empirycznych, poczynając od tego, skąd się biorą pomysły na eksperymenty, poprzez opis metod badawczych i metod statystycznej analizy danych, a kończąc na zasadach pisania raportu.

Studenci nauk społecznych i humanistycznych często uważają, że metodologia i statystyka to najtrudniejsze przedmioty podczas ich edukacji uniwersyteckiej. Z naszego punktu widzenia sprawa wygląda zupełnie inaczej. Przyступując do pisania tej książki, byliśmy przekonani, że ani statystyka, ani tym bardziej metody badań w naukach społecznych lub humanistycznych wcale nie są jakoś nadmiernie skomplikowane czy pozbawione logiki. Nie mieliśmy jednak również wątpliwości, że wiedza niezbędna do projektowania badań i analizowania ich wyników nie sprowadza się tylko do ogólnej znajomości metodologii i kilku wzorów statystycznych. Naszym zdaniem znacznie ważniejsza jest umiejętność wybierania właściwych metod poszukiwania odpowiedzi na stawiane pytania oraz właściwych procedur analizy danych. Te zaś można ustalić tylko wtedy, gdy będziemy świadomi wszystkich elementów składających się na proces badawczy w nauce.

Każde bowiem badanie naukowe można opisać jako ciąg wielu decyzji. Najpierw musimy wybrać problem, którym chcemy się zajmować, potem po-

stawić odpowiednie hipotezy, a ich poprawność weryfikować w badaniach empirycznych. Hipotezy należy jednak uzasadnić, musimy więc podjąć decyzję, jakie teorie najlepiej będą się do tego nadawały. Badania także można przeprowadzić dopiero wtedy, gdy dobierze się właściwą metodę i sposób statystycznej analizy danych. Na końcu tego ciągu wyborów trzeba także podjąć decyzję, komu będziemy prezentować wyniki swoich badań i w jaki sposób to uczynić. Jak to zwykle bywa, każda poprzednia decyzja ogranicza możliwości następnej. Niektóre wybory można uzasadnić lepiej, inne gorzej.

Niemal wszystko, o czym napisaliśmy w tej książce, znajduje się w wielu podręcznikach do statystyki, dostępnych również na polskim rynku wydawniczym. Podjęliśmy jednak wysiłek napisania własnego przewodnika przede wszystkim dlatego, że chcieliśmy przedstawić swój punkt widzenia na sposób prezentacji zagadnień związanych z prowadzeniem badań empirycznych w psychologii i naukach pokrewnych. Mieliśmy i nadal mamy nadzieję, że metodologię i statystykę da się przedstawić w sposób atrakcyjny i zrozumiały dla „humanistycznego umysłu”. I choć istnieje wiele podręczników, w których udaje się ten cel osiągnąć, to jednak postanowiliśmy, wzorem Roberta Sternberga, „wziąć się do dzieła i napisać własną książkę”.

TRZY ZASADY

Badanie empiryczne jest sekwencją czynności, czyli procedur, które badacz stosuje w przemyślany i systematyczny sposób. Rozpoczynając pracę nad niniejszym przewodnikiem, uznaliśmy, że o procedurach trzeba więc także rozmawiać w szczególny sposób.

- Po pierwsze, wszystkie procedury staraliśmy się przedstawiać w kontekście konkretnych przykładów, które są łatwe do wyobrażenia. Dbaliśmy o to, by były one ciekawe, zaskakujące lub choćby tylko trochę dowcipne. Większość informacji, na jakie się powołujemy w naszym przewodniku, pochodzi z opublikowanych już wyników badań. Czasem decydowaliśmy się skorzystać z istniejących zbiorów danych, aby jakąś metodę przedstawić bardziej szczegółowo. Od czasu do czasu wymyślaliśmy również własne przykłady.
- Drugą regułą, której podporządkowaliśmy tekst naszego przewodnika, jest zasada opowiadania. Chcieliśmy, aby ta książka bardziej przypominała rozmowę niż typowy podręcznik, w którym wykład jest prowadzony *ex cathedra*, językiem tyleż poprawnym formalnie, ile suchym i bezosobowym. W końcu skoro mogą być „śpiewane telegramy”, to chyba mogą być też „mówione podręczniki do statystyki”?! Rozdziały tego przewodnika zostały więc podzielone na wiele krótkich fragmentów. Zależało nam na tym, aby przedstawiać informacje w małych porcjach, bez

zbędnego przeładowania i z wieloma pauzami, jak w rozmowie. Z tego też powodu nie obawialiśmy się wtrącać do naszych opowieści swobodnych dygresji i uzupełnień, czasem dosyć luźno powiązanych z tematem, ale przecież moc wiedzy tkwi w skojarzeniach, a tych nigdy za wiele.

- Po trzecie, przyjęliśmy, że nie zakładamy żadnego poziomu przygotowania matematycznego naszych Czytelników. Każdy wzór i każdy zastosowany w nim symbol opisujemy szczegółowo i niemal wszystkie obliczenia robimy „na piechotę”. Nie trzeba ich samemu powtarzać, ale w większości przypadków można to zrobić, dysponując kalkulatorem. Przy okazji warto dodać, że niemal wszystkie obliczenia i wykresy zamieszczone w książce zostały wykonane z wykorzystaniem programu *STATISTICA*.

KIMKOLWIEK JESTEŚ, DROGI CZYTELNIKU

Ponieważ jesteśmy psychologami, więc w naszym przewodniku najchętniej odwołujemy się do przykładów z zakresu psychologii, którą notabene i tak wszyscy bardziej lub mniej naiwnie uprawiamy na co dzień. I dlatego właśnie mamy nadzieję, że to, co w nim napisaliśmy, może się przydać także tym, którzy choć nie są psychologami, to jednak prowadzą lub zamierzają prowadzić badania empiryczne i poszukują źródeł informacji na temat różnych metod badawczych, sposobów analizy danych i ich interpretacji.

Być może, do tej książki zajrzą nie tylko studenci, lecz także pracownicy naukowo-dydaktyczni, którzy przygotowują swoich podopiecznych do prowadzenia samodzielnych badań. Przewodnik ten może się okazać pożyteczny również dla tych wszystkich praktyków, którzy nierzadko z dala od ośrodków akademickich pozostają osamotnieni w swoich poszukiwaniach badawczych.

Kiedy grono adresatów książki jest niejednorodne pod względem płci, wieku, stanu, stażu pracy, tytułów naukowych, a nadto funkcji na uniwersytecie i poza nim, niezwykle komplikuje się konwencja, w jakiej – z należnym dla każdego Czytelnika szacunkiem – należałoby się z nim komunikować.

Zastanawiając się nad możliwie prostą formą zwracania się do Czytelników naszego przewodnika, doszliśmy do wniosku, że najbardziej odpowiednia będzie forma „Ty”, a na dodatek w rodzaju męskim. I możemy tylko dodać, że nie ma to nic wspólnego ani z (anty-)feminizmem, ani także z poprawnością lub niepoprawnością polityczną. Z naszego punktu widzenia jest to po prostu krótka forma, a jej bezpośredniość dobrze oddaje atmosferę komunikacji, na której szczególnie nam zależy.

KILKA ZDAŃ NA TEMAT TYTUŁU

* Lord, F. (1946). On the statistical treatment of football numbers. *American Psychologist*, 8, 750-751.

Tytuł naszego przewodnika pochodzi z artykułu Frederica Lorda*. Opisał on spór między statystykiem a psychologiem, który to spór miał (lub mógł mieć) miejsce na pewnej uczelni. Statystyk twierdził, że może zastosować dowolną metodę obliczeniową w odniesieniu do dostarczonych mu danych, całkowicie ignorując to, jakie jest ich źródło, ponieważ i tak „liczby nie wiedzą, skąd pochodzą”. Psycholog zaś się upierał, że nie można swobodnie dobierać metody statystycznej analizy danych, dlatego że liczby zgromadzone w wyniku określonego eksperymentu mają swoje znaczenie i nie są po prostu zbiorem dowolnych liczb losowych.

Kiedy zastanawialiśmy się nad tytułem naszego przewodnika, doszliśmy do wniosku, że zdanie: „Liczby nie wiedzą, skąd pochodzą” idealnie pasuje do tego, co chcemy w nim przekazać. W pewnym sensie ten tytuł jakby sam się do nas „zgłosił”. Liczby rzeczywiście nie mają zielonego pojęcia, skąd się wzięły. Świadomy jednak swoich działań badacz, który je zdobył, wie lub powinien wiedzieć wiele na ich temat. Kiedy uważnie przyjrzymy się temu, czym zajmują się naukowcy, stwierdzimy, że lwia część swojego czasu pracy poświęcają oni na myślenie właśnie o liczbach: najpierw, kiedy projektują badania i formułują hipotezy, później podczas badań, gdy je gromadzą, i wreszcie wtedy, gdy poddają je analizie statystycznej i interpretacji.

W największym skrócie treścią naszego przewodnika jest zatem opis procesu zdobywania, analizowania i publikowania informacji o liczbach, które coś znaczą. Rozpoczynamy od momentu, w którym nie mamy jeszcze żadnych liczb i jesteśmy na etapie poszukiwania interesujących pytań badawczych. Na ostatnim etapie zajmujemy się już tylko problemem sposobu, w jaki mamy powiadomić innych ludzi o wynikach naszych badań, czyli o znaczeniu zebranych liczb. Pomiedzy pierwszym a ostatnim rozdziałem naszego przewodnika, a zarazem między pierwszym i ostatnim stadium procesu badawczego, jest wiele etapów pośrednich. Dobrze jest, jeśli na każdym z tych etapów badacz wie, co zamierza osiągnąć i w jaki sposób chce dojść do stawianych sobie celów. O wszystkich etapach procesu badawczego oraz o tym, co badacz powinien wiedzieć na temat każdej z tych faz, jest właśnie ta książka.

DWA SŁOWA USPRAWIEDLIWIENIA

Podręcznik poświęcony metodologii i statystyce można pisać w nieskończoność, ponieważ zawsze jest coś, co należałoby w nim poprawić. Zapewne dotyczy to także naszego przewodnika. Książkę tę pisaliśmy długo i kilka razy byliśmy już niemal pewni, że te nieustające poprawki nigdy nie doprowadzą nas do pomyślnego jej wydania. Oczywiście nie przyznamy się do te-

go, ile czasu zajęło nam jej napisanie, ale jedno jest pewne: z wersji początkowej, która liczyła niewiele mniej stron niż ta, nie zostało już chyba ani jedno zdanie.

CZAS NA PODZIĘKOWANIA

Podczas kolejnych etapów przygotowywania tego przewodnika prosiliśmy o radę bardzo wiele osób, którym jesteśmy wdzięczni za wszystkie uwagi. Chcemy jednak szczególnie podziękować recenzentom tej książki, profesorom Zdzisławowi Chlewińskiemu i Tadeuszowi Markowi, zwłaszcza za poparcie i życzliwość, jakimi nas obdarzali. Dziękujemy pani Ewie Łupinie, która cierpliwie poprawiała nasze poprawki do kolejnych poprawianych przez nas wersji przewodnika, członkom zaś Uniwersyteckiej Komisji Wydawniczej Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego Jana Pawła II i Wydawnictwu Uniwersyteckiemu KUL za zaufanie i finansowe wsparcie jego II wydania.

SPIS TREŚCI

Część I. O METODACH BADAŃ PSYCHOLOGICZNYCH

WPROWADZENIE 3

1. POSTĘPOWANIE BADAWCZE W PSYCHOLOGII 9

- 1.1. Problem i pytanie badawcze 9
- 1.2. Formułowanie hipotez badawczych 21
- 1.3. Zmienne i ich pomiar 26
- 1.4. Zmienne w eksperymentach psychologicznych 40
- 1.5. Operacjonalizacja zmiennych – klucz do eksperymentu 54

2. PROJEKTOWANIE EKSPERYMENTÓW 59

Część II. PRAWDOPODOBIENSTWO I ZMIENNA LOSOWA

3. PODSTAWOWE POJĘCIA Z RACHUNKU PRAWDOPODOBIENSTWA 79

4. WYNIKI EKSPERYMENTU JAKO ZMIENNA LOSOWA 89

- 4.1. Próba i populacja 89
- 4.2. Zmienna losowa i jej rozkład 95
- 4.3. Porządkowanie danych, czyli o szeregu rozdzielczym 106
- 4.4. Graficzne metody prezentacji danych 117
- 4.5. Parametry rozkładu zmiennej losowej 131
- 4.6. Wskaźniki zmienności 152
- 4.7. Typy rozkładów zmiennej losowej 171

Część III. WNIOSKOWANIE STATYSTYCZNE

- 5. PODSTAWY WNIOSKOWANIA STATYSTYCZNEGO 209**
 - 5.1. Estymacja, czyli oszacowanie 209
 - 5.2. Logiczne podstawy testowania hipotez statystycznych 245
 - 5.3. Błędy wnioskowania statystycznego 256
- 6. TESTOWANIE HIPOTEZ DOTYCZĄCYCH ŚREDNICH 277**
 - 6.1. Czy badana próba pochodzi z populacji o znanych parametrach? 277
 - 6.2. Czy dwie próby różnią się między sobą? 301
 - 6.3. Analiza wariancji, czyli badanie różnic między wieloma próbami 319
 - 6.4. Statystyka na progu XXI wieku 387
- 7. TESTY NIEPARAMETRYCZNE 407**
 - 7.1. Co to są testy nieparametryczne i kiedy się je stosuje? 407
 - 7.2. Czy dwie cechy jakościowe są zależne od siebie? 415
 - 7.3. Testy nieparametryczne dla dwóch prób 429
 - 7.4. Testy nieparametryczne dla więcej niż dwóch próbek 445
 - 7.5. Porównanie otrzymanych wyników z rozkładem teoretycznym 454
- 8. ANALIZA KORELACJI I REGRESJI 471**
 - 8.1. Pojęcie korelacji i współczynnik r Pearsona 471
 - 8.2. Korelacje dla danych porządkowych 513
 - 8.3. Analiza regresji 527

Część IV. DODATEK GRATIS

- 9. JAK NAPISAĆ RAPORT Z BADAŃ? 579**

Część V. NA DOBRY POCZĄTEK 617

Bibliografia 619

Indeks 629

Aneks: tablice statystyczne 635

SZCZEGÓŁOWY SPIS TREŚCI

Część I. O METODACH BADAŃ PSYCHOLOGICZNYCH

WPROWADZENIE 3

- Czym się zajmują psychologowie? 3
- Kilka słów o podstawowych metodach badań psychologicznych 3
- Obserwacja 4
- Eksperyment 4
- Magia liczb 5
- Rola liczb w nauce – przykład z Eskimosami 5
- Co ma statystyka do ludzkich zachowań? 6

1. POSTĘPOWANIE BADAWCZE W PSYCHOLOGII 9

1.1. PROBLEM I PYTANIE BADAWCZE 9

- Ciekawość poznawcza – podstawowy warunek poszukiwania problemów badawczych 9
- Po co zdobywać wiedzę, skoro wszystko jest w Internecie? 10
- Skąd czerpać informacje naukowe? 11
- Internet – a jednak kopalnia wiedzy! 12
- Jak organizować to, co się wie? 13
- Nowa terminologia – nowy język 14
- Kilka pouczających przykładów użycia języka naukowego w psychologii 14
- Od problemu do pytania badawczego 15
- Dwa podstawowe rodzaje pytań badawczych 15
- Jak poprawnie sformułować pytanie badawcze? 16
- Kilka słów o założeniach pytania 17
- O wyjaśnianiu, czyli „dlaczego tak właśnie jest?” 17
- Jaką rolę w wyjaśnianiu odgrywają konstrukty teoretyczne? 18
- Wyjaśnianie to poszukiwanie przyczyn i budowanie teorii 19
- Wyjaśnianie to także weryfikowanie już istniejących teorii naukowych 19
- Falsyfikacja – szukanie dziury w całym 20
- Jak przebiega rozumowanie w postępowaniu naukowym? 21

1.2. FORMUŁOWANIE HIPOTEZ BADAWCZYCH 21

- Co to jest hipoteza badawcza? 21
- Hipotezy nie powinny być ani zbyt ogólne, ani zbyt szczegółowe 22
- Hipoteza badawcza powinna być empirycznie sprawdzalna 24
- Hipoteza powinna być prosta 25

1.3. ZMIENNE I ICH POMIAR 26

- Cecha a zmienna 26
- Cechy stałe i zmienne 26
- Zmienne ilościowe i jakościowe – cóż to takiego? 27
- Co to jest pomiar? 28
- Jak można mierzyć zmienne nieobserwowalne? 29
- Skale do pomiaru zmiennych 29
- Pomiar na skalach typu nominalnego 30
- Cechy pomiaru na skali nominalnej 30
- Pomiar na skalach porządkowych 31
- Skala porządkowa i logiczne relacje pomiędzy obiektami 31
- Skala porządkowa a pomiar cech w psychologii 32
- Jeśli skala rangowa, to rangi i rangowanie 33
- Rangi wiązane 33
- Pomiar na skali przedziałowej – skale Celsjusza i Fahrenheita 34
- Skala przedziałowa i pomiar w psychologii – iloraz inteligencji 35
- Rodzaje skal przedziałowych 36
- Pomiar na skali stosunkowej 38
- Raz jeszcze o pomiarze temperatury 38
- Wykorzystanie skali stosunkowej w badaniach psychologicznych 39
- Raz jeszcze o wszystkich rodzajach skal pomiarowych 39

1.4. ZMIENNE W EKSPERYMENTACH PSYCHOLOGICZNYCH 40

- Co to jest eksperyment psychologiczny? 40
- Zmienne niezależne i zależne 41
- Przykład eksperymentu psychologicznego – efekt Rosenthala 42
- Zmienne i stałe w eksperymentach psychologicznych 42
- Zmienna niezależna główna a kanon jedynej różnicy Johna S. Milla 43
- Czy zmienna niezależna naprawdę różnicuje badane grupy? 44
- Trzy grupy zmiennych niezależnych ubocznych 45
- Różnice indywidualne między osobami badanymi 45
- Czynniki zewnętrzne 46
- Błędy procedury eksperymentalnej – instrukcja 47
- Zmienne zakłócające 48
- Okazjonalne zmienne zakłócające 49
- Zmienna zależna 50
- Czy zmienne zależne zależą od osób badanych czy od zmiennych niezależnych? 51
- Jedna zmienna czy wiele zmiennych? 52

1.5. OPERACJONALIZACJA ZMIENNYCH – KLUCZ DO EKSPERYMENTU 54

- Terminy teoretyczne i terminy empiryczne 54
- Operacjonalizacja – definicja i przykład ze szczurem w labiryncie 54
- Znaczenie kontekstu teoretycznego w operacjonalizacji zmiennych 55
- Krótko o zdaniach teoretycznych i zdaniach empirycznych 56
- Operacjonalizacja zmiennej poprzez grupę wskaźników 57
- Operacjonalizacja a tradycja badawcza 57

2. PROJEKTOWANIE EKSPERYMENTÓW 59

- Eksperyment jako procedura pozwalająca na zbieranie danych 59
- Modelowanie badań empirycznych 59
- Układ z dwoma grupami badawczymi – przykład z mikrusem grającym na puzonie 60
- Warunki poprawności układu z dwoma grupami badawczymi 61
- Układ z powtarzanymi pomiarami w jednej grupie badanej – o tygrysach i kuguarach 62
- Jakie zalety ma układ z powtarzanymi pomiarami? 63
- Jakie są wady układu z powtarzanymi pomiarami? 65
- Badanie eksperymentalne i różnicowe 67
- Pretest i posttest zmiennej zależnej 67
- Plan czterogrupowy Salomona 68
- Układ Solomona jako przykład eksperymentu czynnikowego 69
- Eksperyment czynnikowy z czterema grupami badanych – o fałszywych zeznaniach 70
- Plany eksperymentalne – uogólnienie na wiele zmiennych 72
- Plany z powtarzanymi pomiarami – wiele grup badanych 72
- Badania bez manipulacji eksperymentalnej 72
- Badanie korelacyjne 73
- Korelacja wielokrotna i związki krzywoliniowe 74

Część II. PRAWDOPODOBIENSTWO I ZMIENNA LOSOWA

3. PODSTAWOWE POJĘCIA Z RACHUNKU PRAWDOPODOBIENSTWA 79

- Co zwykle rozumiemy przez „prawdopodobieństwo”? 79
- Eksperymenty grupy Kahnemana i Tversky'ego 79
- Prawdopodobieństwo obiektywne i subiektywne – przykład ze świadkiem na ślubie 80
- Prawdopodobieństwo pojedynczego zdarzenia 81
- Częstość zjawisk i zaniedbywanie tzw. prawdopodobieństw bazowych 81
- Problem taksówek w wersji łatwiejszej 82
- Podsumowanie sporu o rozumienie prawdopodobieństwa 83
- Matematyczna definicja prawdopodobieństwa – aksjomaty Kołmogorowa 84
- Częstościowe rozumienie prawdopodobieństwa 85
- Prawdopodobieństwo iloczynu dwóch zdarzeń 86
- Błąd koniunkcji 86
- Proporcje, ułamki, procenty 88

4. WYNIKI EKSPERYMENTU JAKO ZMIENNA LOSOWA 89

4.1. PRÓBA I POPULACJA 89

- Kłopoty eksperymentatora 89
- Pojęcie populacji 89
- Typy populacji w bazie Psyclnfo 90
- Próba losowa – próba prosta 90
- Próba złożona – próba warstwowa – losowanie grupowe 91
- Próba incydentalna – badanie ochotników 92
- Jaki wpływ na wynik eksperymentu może mieć dobór osób badanych? 93
- Plusy i minusy eksperymentów z udziałem studentów 94

4.2. ZMIENNA LOSOWA I JEJ ROZKŁAD 95

- Niejednoznaczność wyników eksperymentów 95
- Eksperyment psychologiczny to doświadczenie losowe 95
- Zmienna losowa – co to takiego? 96
- Wyniki rzutu kostką – przykład zmiennej losowej 96
- Rozkład zmiennej losowej 99
- Teoretyczny i empiryczny rozkład zmiennej losowej 99
- Eksperyment psychologiczny – poszukiwanie przyczyn zmienności 100
- Zmienne losowe ciągłe i dyskretne 101
- Wykresy rozkładu prawdopodobieństwa dyskretnej zmiennej losowej 102
- Zmienne ciągłe – przedziałowy charakter pomiaru 102
- Wykres rozkładu prawdopodobieństwa zmiennej losowej ciągłej 103

4.3. PORZĄDKOWANIE DANYCH, CZYLI O SZEREGU ROZDZIELCZYM 106

- Dużo danych 106
- Zbyt wiele danych to brak danych 107
- Zacznijmy jeszcze raz: po pierwsze, musimy mieć... armaty 107
- Kilka słów o rozpiętości zbioru danych 108
- Związki między rozpiętością, interwałem i liczbą przedziałów klasowych 109
- Do szeregu, wstęp! 111
- Sprawdzamy rachunki, czyli powtórka z wzorologii 112
- O komputerowych interwałach 113
- Czym się różni środek przedziału klasowego od średniej arytmetycznej? 114
- „Jeden w rozumie” – kilka słów o kumulacji 116

4.4. GRAFICZNE METODY PREZENTACJI DANYCH 117

- Żyjemy w „kulturze obrazkowej”...117
- Wielobok liczebności (poligon) 118
- Wykres słupkowy (histogram) 120
- Krzywa wyrównana 121
- Krzywa skumulowana 123
- Histogram skumulowany 124
- Wykres kołowy 125
- Skalowanie współrzędnych wykresu 126
- Przesadny makijaż jest w złym guście! 128
- Kiedy słupki, a kiedy linie? 129
- Nieczytelność wykresu, czyli o przeroście formy nad treścią 129
- Krótkie podsumowanie 131

4.5. PARAMETRY ROZKŁADU ZMIENNEJ LOSOWEJ 131

- Jeszcze raz o teoretycznym i empirycznym rozkładzie zmiennej losowej 131
- Parametry rozkładu i statystyki opisowe 132
- Arytmetyczne właściwości średniej arytmetycznej 133
- Jak sobie radzić z zafałszowaniem średniej? 134
- Średnia arytmetyczna a skala pomiarowa 134
- Kilka słów o symbolach i wzorach statystycznych 135
- Symboliczne oznaczenia zbiorów danych 135
- Indeksowanie, czyli jak się odwołać do dowolnego wyniku w zbiorze danych? 136
- Symboliczne oznaczenia liczebności zbioru danych 137
- Wzór na średnią arytmetyczną trochę inaczej 137

- Błąd w obliczaniu średniej – przykład z ziemniakami **139**
- Pensje dla kadry i pracowników, czyli o średniej ważonej **140**
- Jeszcze inaczej o średniej ze średnich i średniej ważonej **140**
- Średnia arytmetyczna jako wartość oczekiwana **142**
- Wartość oczekiwana, nadzieja matematyczna – loterie uczciwe i nieuczciwe **143**
- Wartość oczekiwana w ciągłych i nieciągłych rozkładach zmiennej losowej **144**
- Geometryczna interpretacja średniej arytmetycznej **145**
- O medianie i korzyściach płynących z używania kart *American Express* **146**
- Sposób obliczania mediany **147**
- Obliczanie mediany a skale pomiarowe **148**
- Kwartyle **148**
- Sposób obliczania kwartyli **149**
- Inne miary położenia **149**
- Kwantyle **150**
- Modalna **151**
- Miary tendencji centralnej **152**

4.6. WSKAŹNIKI ZMIENNOŚCI 152

- Dlaczego konieczne jest obliczanie miar zmienności dla zbioru danych? **152**
- Jak policzyć wariancję? **154**
- Matematyczne własności wariancji **155**
- Wariancja jako nadwyżka średniej kwadratów nad kwadratem średniej – o co chodzi? **156**
- Zakupy w supermarkecie, czyli o wariancji dla średnich **157**
- Kryterium podziału jako zasada wyjaśniająca zmienność w zbiorze danych **158**
- Odchylenie standardowe **159**
- Wariancja i odchylenie standardowe jako wskaźniki statystyczne **161**
- Odchylenie przeciętne, czyli średnie odchylenie od średniej **163**
- Odchylenie ćwiartkowe **164**
- Rozpiętość lub inaczej rozstęp **165**
- Statystyki opisowe – podsumowujący przykład z bezrobotnymi **166**
- Statystyki opisowe – co tak naprawdę znaczą? **167**
- Uwaga na koniec: zawsze spójrz na dane surowe, zanim zaczniesz obliczenia **169**

4.7. TYPY ROZKŁADÓW ZMIENNEJ LOSOWEJ 171

- O wykładach ze statystyki profesora Wesołego i Smutnego **171**
- Tajemnica średniej arytmetycznej **172**
- Jeszcze raz o teoretycznych i empirycznych rozkładach zmiennej **174**
- Zgadnij, ile wypadnie orłów **176**
- Dwumian sir Izaaka Newtona i trójkąt Błażeja Pascala **180**
- Różne rozkłady cech dwuwartościowych **181**
- Czy nie za dużo dziewczyn studiuje psychologię? **182**
- Teraz już całkiem na serio: dane empiryczne i rozkłady teoretyczne **183**
- Czy młodzież ze wsi i z miasta ma takie same szanse na studiowanie? **185**
- Moivre, Galton, Gauss i Laplace o rozkładzie normalnym **186**
- Właściwości rozkładu normalnego **187**
- O dowcipie Ramseyera i prawdopodobieństwie w rozkładzie normalnym **188**
- Rozkład normalny a rozkład dwumianowy **189**

- Kobięce kształty rozkładu normalnego 191
- Rozkład normalny: teoretyczny i najlepiej dobrany 192
- Rodzina rozkładów normalnych 193
- Superekspresem czy na piechotę? Refleksja o życiu, w kontekście poszukiwania powierzchni pod krzywą normalną 193
- Rozkład normalny standaryzowany w tablicach statystycznych 194
- Wyniki standaryzowane z 196
- Pole powierzchni w rozkładzie normalnym, prawdopodobieństwo i procenty 199
- Zapamiętaj, człowieku! Rozkład normalny jest rozkładem zmiennej losowej ciągłej 200
- Jak myślisz, ilu studentów dostało dokładnie 20 punktów na egzaminie? 201
- A jeśli byłbyś właścicielem hotelu w Wenecji? 203
- No to podsumujmy 204
- Czy pan Sławek ma wystarczające powody, żeby cieszyć się z podwyżki? 205

Część III. WNIOSKOWANIE STATYSTYCZNE

5. PODSTAWY WNIOSKOWANIA STATYSTYCZNEGO 209

5.1. ESTYMACJA, CZYLI OSZACOWANIE 209

- Czy brałeś udział w ostatnich wyborach prezydenckich? 209
- Wielkość próby a dokładność oszacowania 209
- „Prawo małych liczb” 210
- Powtarzamy losowanie małych prób 212
- Ile to jest „mało”, czyli kiedy można zapomnieć o prawie małych liczb? 213
- Prawo wielkich liczb Jakuba Bernoulliego 215
- Co to znaczy, że średnia ze średnich zbliża się do średniej w populacji? 216
- Estymacja, czyli oszacowanie 218
- Statystyki próby, parametry populacji 218
- Estymatory 220
- Kwantyle w próbie jako estymatory kwantyli w populacji 221
- Czy wariancja z próby jest dobrym estymatorem wariancji z populacji? 222
- Nieobciążony estymator wariancji 224
- Estymacja punktowa 226
- Estymacja przedziałowa 227
- Centralne twierdzenie graniczne 228
- Centralne twierdzenie graniczne a rozkład normalny 229
- Centralne twierdzenie graniczne a średnia i odchylenie standardowe w rozkładzie normalnym 232
- Rozkład średnich z próby i właściwości rozkładu normalnego 234
- W jakim zakresie możesz ufać średniej z próby, gdy nic nie wiesz na temat populacji? 236
- Od czego zależy wielkość przedziału ufności dla średniej? 238
- W jaki sposób wartość średniej w próbie wpływa na położenie przedziału ufności? 240
- Estymacja przedziałowa: czyli o tym, co wiadomo, i o tym, czego nie wiadomo 241
- A jak Polacy naprawdę głosowali w wyborach prezydenckich 2000 i parlamentarnych 2001? 243
- Jak duża musi być próba, aby można było estymować średnią? 244

5.2. LOGICZNE PODSTAWY TESTOWANIA HIPOTEZ STATYSTYCZNYCH 245

- Czy pamiętasz dużo zdarzeń z dzieciństwa? 245
- Hipotezy badawcze i hipotezy statystyczne 245
- Hipotezy jednostronne i dwustronne, czyli w lewo i w prawo 246
- Czy jeśli ulica jest mokra, to padał deszcz? O prawdziwości hipotez statystycznych 248
- Indukcja i eksperyment psychologiczny 250
- Kanon jedynej różnicy, czyli ostatnia deska ratunku 250
- Historyczne testowanie proporcji londyńczyków do londynek 251
- Na scenę wkracza rodzina Pearsonów 252
- Z jakim prawdopodobieństwem można odrzucić hipotezę zerową? 253
- Czy sir Ronald Fisher miał rację? 253
- Co może wynikać z niechęci i przyjaźni między statystykami? 254
- Etapy testowania hipotez – podsumowanie 255

5.3. BŁĘDY WNIOSKOWANIA STATYSTYCZNEGO 256

- Gra pomiędzy Praktykiem, Teoretykiem i Przyrodą 256
- Prawidłowe i błędne decyzje przy testowaniu hipotezy zerowej 258
- Konsekwencje błędów typu α i β 260
- Skąd się bierze prawdopodobieństwo popełnienia błędu I oraz II rodzaju? 261
- Wielkość błędu β przy ustalonej górze wartości α 266
- Moc testu 268
- Wielkość efektu 270
- Wielkość efektu, poziom α , moc testu i liczba pomiarów w próbie 271
- Ryzyko producenta i konsumenta, czyli raz jeszcze o błędach wnioskowania na przykładzie produkcji wykałaczek 274
- Na koniec o tym, że ziemia jest okrągła z prawdopodobieństwem $\alpha < 0,05$ 274

6. TESTOWANIE HIPOTEZ DOTYCZĄCYCH ŚREDNICH 277

6.1. CZY BADANA PRÓBA POCHODZI Z POPULACJI O ZNANYCH PARAMETRACH? 277

- Czy studenci psychologii należą do populacji studentów? 277
- Zastosowanie testu z dla jednej średniej, czyli o konsekwencjach opuszczania wykładów ze statystyki 278
- Hipotezy statystyczne dla testu z dla jednej średniej 279
- Rozkład średnich z próby 280
- Test z i rozkład normalny standaryzowany 281
- Prawdopodobieństwo uzyskania wartości z w teście dla jednej średniej 282
- Hipoteza alternatywna – jednostronna i dwustronna 283
- Jaki jest związek między sformułowaniem hipotezy alternatywnej a prawdopodobieństwem przyjęcia hipotezy zerowej? 286
- Ukłon w kierunku profesora Fishera, czyli o poziomie istotności różnic 288
- *Final cut*, czyli ostateczne rozstrzygnięcie 289
- Najczęściej wykorzystywane wartości krytyczne w teście z 291
- Reguły odrzucania hipotezy zerowej w teście z 292
- Zastosowanie testu z , gdy nieznanne jest odchylenie standardowe w populacji 292
- William Gosset i testy dla małych próbek piwa 294
- Rozkład t Studenta 295
- Test t dla jednej próby 296

- Przykład zastosowania testu t dla jednej próby 297
- Prawdopodobieństwo w rozkładzie z i t Studenta 297
- Dwa sposoby weryfikacji hipotezy zerowej w teście t 299
- A teraz o tym, co to jest liczba stopni swobody 299
- Kiedy stosować test t dla jednej próby, a kiedy test z ? 300

6.2. CZY DWIE PRÓBY RÓŻNIĄ SIĘ MIĘDZY SOBĄ? 301

- Porównywanie dwóch populacji 301
- Tytuły dla bezsensownych obrazków 301
- Hipotezy w eksperymencie „Nazwy i zapamiętywanie obrazków” 302
- Test t dla dwóch średnich (próby niezależne) 303
- Interpretacja wyniku testu t dla dwóch średnich 304
- Jak poprawnie zapisać wynik testu? 306
- Podobieństwa i różnice między testami t i z dla dwóch średnich 306
- Założenia testów t oraz z dla dwóch średnich 308
- Najważniejsza maksyma badacza 308
- Dane zależne, czyli o tym, jak rozumują pletwonurkowie 310
- A jeśli pletwonurek myśli na powierzchni? 310
- Test t dla danych zależnych 311
- Prawda o pletwonurkach na podstawie wyniku testu t dla prób zależnych 312
- Wielkość efektu dla testów, za pomocą których porównujemy średnie 313
 - Wielkość efektu w testach dla jednej średniej 315
 - Wielkość efektu w testach dla dwóch średnich (dane niezależne) 316
 - Wielkość efektu w testach dla dwóch średnich (dane zależne) 317
- Wielkość efektu, moc testu i liczba osób w badanej próbie przy stosowaniu testów dla średnich 317

6.3. ANALIZA WARIANCJI, CZYLI BADANIE RÓŻNIC MIĘDZY WIELOMA PRÓBAMI 319

- List w sprawie, w której jesteś „na nie” 319
- Zacznijmy od hipotez i... 320
- ... skonstruowania modelu sytuacji eksperymentalnej 321
- Co by było, gdyby wszyscy badani należeli do jednej populacji? 322
- A co by było, gdybyśmy uwzględnili podział badanych na grupy? 324
- Któż z nas jednak wie, na jakie kategorie naprawdę dzieli się badani? 326
- Kilka zdań o różnicach indywidualnych 327
- Jak policzyć wariancję wewnątrz grup? 329
- Podział wariancji całkowitej na składowe 330
- Czy musisz pamiętać wszystkie wzory do obliczenia analizy wariancji? 331
- Rozkład F Snedecora 332
- O teście F i raz jeszcze o hipotezach w analizie wariancji 333
- Wartości kryterialne dla wyników testu F 334
- Jakie muszą być spełnione warunki, żeby można było wykorzystać analizę wariancji do danych z badań empirycznych? 336
- ...testy jednorodności wariancji dla kilku grup danych 336
- O płytkach ceramicznych, majtkach i admirałach oraz o jednoczynnikowej analizie wariancji 338
- Ile kafelków leżało na podłodze pomiędzy konwersującymi marines? 338
- Tajemnicze sumy kwadratów „między” i „wewnątrz” 339

- Liczby stopni swobody w jednoczynnikowej analizie wariancji 340
- Wariancja między grupami i wewnątrz grup badanych w jednoczynnikowej analizie wariancji 341
- No to podsumujmy, czyli wzory jednoczynnikowej analizy wariancji w tabelce 341
- Dwuczynnikowa analiza wariancji, czyli kto jest bardziej dociekliwy w sklepie osiedlowym, a kto w supermarkecie? 343
- Struktura wyniku w dwuczynnikowej analizie wariancji 344
- Hipotezy statystyczne w dwuczynnikowej analizie wariancji 348
- Efekty główne i efekty proste 350
- Co to znaczy, że zmienne niezależne działają w interakcji na zmienną zależną, czyli jeszcze raz o pisaniu listu sprzecznego z własnym przekonaniem 350
- Garść ogólników na temat analizy wariancji dla więcej niż dwóch zmiennych niezależnych 353
- Czy kilka cukierków to wysoki koszt zachowań ekonomicznych dzieci? 354
- Wyniki eksperymentu „dzieci i domki” 355
- Kryminały na kolorowym papierze? 356
- Omnibusowy test F 358
- Na czym polega różnica między hipotezami *a priori* i *post hoc*? 359
- Sposoby weryfikacji hipotez *post hoc*, czyli, dlaczego porównując dwie średnie, musimy brać pod uwagę także wszystkie inne 362
- Test uczciwie istotnej różnicy Tukeya 364
- Konserwatywny test Sheffého 368
- Testy Neumana-Keulsa i Duncana uwzględniające rozstęp 369
- I na koniec dwa słowa o mocy testów *post hoc* 369
- Porównanie hipotez *a priori*, czyli analiza kontrastów 370
- Kilka prostych przykładów 373
- Zastosowanie kontrastów w analizie liniowego trendu 374
- Analiza trendu jako test „dobroci” teorii 376
- Co nieco na temat trendów kwadratowych 378
- Co powinniśmy zapamiętać o analizie kontrastów? 380
- Wielkość efektu w analizie wariancji 380
- O wielkości efektu raz jeszcze 382
- Co łączy ze sobą moc testu, wielkość efektu i liczbę obserwacji w grupach? 383
- Na deser: Co Portugalczycy wiedzieli o euro, zanim wstąpili do Unii? 384

6.4. STATYSTYKA NA PROGU XXI WIEKU 387

- Zacznijmy od powtórki ze skal pomiarowych 387
- Komu najbardziej ufają Polacy? 388
- Czy można stosować test t lub F dla danych porządkowych? 389
- „Liczby nie wiedzą, skąd pochodzą” 389
- O niejawnym związku między skalą porządkową i przedziałową 390
- Dwie historyjki, które dają wiele do myślenia 391
- Nie należy mylić skali pomiarowej z interpretacją danych 393
- Weryfikacja hipotez, błędy wnioskowania statystycznego i testy *Monte Carlo* 394
- Statystyczne zabawki? 396
- Czy test F jest elastyczny? 397
- *Monte Carlo* – koniec gry, pora na wnioski 398
- Gdy jednak nie można stosować testów parametrycznych 399
- Stare-nowe metody próbkowania 400
- Pomysły Bradleya Efrona na metody rzemikowe 402
- Testy permutacyjne, czyli na ile sposobów można uporządkować zbiór liczb 403
- Statystyka na progu XXI wieku i ta z początku ubiegłego stulecia 406

7. TESTY NIEPARAMETRYCZNE 407

7.1. CO TO SĄ TESTY NIEPARAMETRYCZNE I KIEDY SIĘ JE STOSUJE? 407

- Dlaczego testy nieparametryczne nazywają się „nieparametryczne”? 407
- Czy test statystyczny może być prostszy niż dwumianowy? 408
- Dwa słowa o różnych testach nieparametrycznych 410
- Testy oparte na rozkładzie χ^2 411
- Raz jeszcze echo dyskusji na temat mocy testów 413
- Kiedy test parametryczny, a kiedy nieparametryczny? 414
- Co każdy badacz wiedzieć powinien o teście statystycznym? 415

7.2. CZY DWIE CECHY JAKOŚCIOWE SĄ ZALEŻNE OD SIEBIE? 415

- Prolog: „Czy smakują ci obiady w stołówce akademickiej?” 415
- O zjeździe fanów Chaplina i niezależności testu χ^2 niezależności 416
- Jeśli czarny melonik, to tylko w kółka! 417
- Hipoteza zerowa i alternatywna w teście χ^2 niezależności 418
- Panie i panowie, meloniki z głów – liczymy χ^2 419
- I co z tego, że $\chi^2 = 8,18$? 420
- Zacznijmy jeszcze raz: „Czy smakują ci obiady w stołówce akademickiej?” 421
- Na liczebności oczekiwane – sposób łatwy 422
- Na liczebności oczekiwane – sposób jeszcze łatwiejszy 423
- Poćwiczmy dodawanie i odejmowanie 424
- Epilog: „Co tak naprawdę oznacza odrzucenie hipotezy zerowej w teście χ^2 niezależności?” 425
- O poprawce Yatesa do testu χ^2 ze względu na małe liczebności 426
- O zdrowym rozsądku i wielkości tabel liczebności dla testu χ^2 niezależności 427
- Pieśń o teście χ^2 niezależności prawie skończona, prosimy o oklaski 427
- Na koniec coś dla ochłody: „Cola czy pepsi? A może royal crown?” 428
- Czy statystyka byłaby możliwa bez Karla Pearsona? 429

7.3. TESTY NIEPARAMETRYCZNE DLA DWÓCH PRÓB 429

7.3.1. TESTY DLA DANYCH NIEZALEŻNYCH 429

- Co ciekawego wymyślili Andriej i Władimir? 429
- O naszych ściśle tajnych zainteresowaniach zaskrońcami 430
- Jak policzyć test Kołmogorowa-Smirnowa? 431
- O jeden wzór za daleko...432
- No to jak jest z tymi węzami, czyli interpretacja wyników testu 432
- Podróże w wyobraźni i zabawy liczbami, na marginesie testu Manna-Whitneya 433
- Jak zinterpretować wynik testu Manna-Whitneya? 435
- Test Manna-Whitney’a, testy t i wyniki standaryzowane z 436
- „Jeżeli Anny nie ma w Granadzie, to Teresa jest w Toledo” 436

7.3.2. TESTY DLA DANYCH ZALEŻNYCH 437

- Poważne problemy decyzyjne sprzedawców komputerów 437
- Czy Aśka i Frank Wilcoxon pomogą komputerowcom? 438
- O przydatności statystyki w życiu, czyli jak zinterpretować wynik testu Wilcoxona 439
- Jak ma się wynik w teście Wilcoxona do wyniku standaryzowanego z? 440
- Test Wilcoxona a test t dla danych zależnych 441
- Test Wilcoxona z automatyczną skrzynią biegów, czyli o teście znaków 441
- O animowanych książeczkach dla dzieci i interpretacji wyniku testu znaków 442
- Zamiana wyników testu znaków na wyniki standaryzowane z 444
- Kiedy warto pomyśleć o teście znaków? 444

**7.4. TESTY NIEPARAMETRYCZNE
DLA WIĘCEJ NIŻ DWÓCH PRÓBEK 445**

- Kilka uwag o bardzo użytecznych testach nieparametrycznych 445
- O niepokojach Najważniejszego Szefa Wielkiej Firmy i teście opartym na medianie 445
- Obliczenia Pierwszego Psychologa w Wielkiej Firmie 447
- Nawet w teście opartym na medianie nie uciekniesz od χ^2 447
- A może tak testem Kruskala-Wallisa? 449
- Czy test Friedmana pozwoli nam się czegoś dowiedzieć o potrzebach linoskoczków? 450
- O terapii światłem na długie zimowe wieczory 453

**7.5. PORÓWNANIE OTRZYMANYCH WYNIKÓW
Z ROZKŁADEM TEORETYCZNYM 454**

- Rozkład empiryczny i rozkład teoretyczny 454
- Hipotezy o typie rozkładu – rozkład najlepiej dobrany 454
- Założenie o rozkładzie w badanej próbie 455
- Liczebności otrzymane i oczekiwane 456
- Liczebność oczekiwana dla najmniejszego rozstawu ramion u mężczyzn 457
- Skumulowane liczebności oczekiwane 458
- Liczebności oczekiwane dla całego zbioru danych 459
- Test χ^2 zgodności 460
- Interpretacja wyniku w teście χ^2 zgodności 462
- Czy mężczyźni są rzeczywiście szersi w barach od kobiet? 462
- Test χ^2 zgodności dla innych rozkładów teoretycznych niż rozkład normalny 463
- Test Kołmogorowa-Smirnowa, czyli ile ważą noworodki z Brisbane 465
- Kiedy stosuje się test Kołmogorowa-Smirnowa, a kiedy test χ^2 zgodności? 469
- Są jeszcze inne testy zgodności 469

8. ANALIZA KORELACJI I REGRESJI 471**8.1. POJĘCIE KORELACJI I WSPÓŁCZYNNIK R PEARSONA 471**

- Bestseller na temat statystyki 471
- O zarobkach pastorów w stanie Massachusetts i cenach rumu w Hawanie 472

- Czy ssaki śnią? **472**
- Długość snu a waga ciała i długość życia **473**
- Współczynnik korelacji liniowej r Pearsona dla danych standaryzowanych **474**
- Czy ssaki, które długo żyją, długo śpią? **476**
- O związkach między korelacją i prostoliniowością regresji **477**
- A jeśli dane odchylają się od linii regresji **481**
- Korelacja, wartości przewidywane **483**
- Procent wariancji wyjaśnionej za pomocą współczynnika determinacji **485**
- W taki razie, od czego naprawdę zależy długość snu u ssaków? **487**
- Kiedy można obliczać współczynnik korelacji r Pearsona? **489**
- Korelacja w próbie i w populacji **490**
- Test istotności współczynnika korelacji, czyli jeszcze raz o pomysłach Studenta **490**
- Uważaj, jak interpretujesz współczynnik korelacji r Pearsona **494**
 - Obserwacje nietypowe **494**
 - Błędne połączenie dwóch lub więcej grup w jeden zbiór **497**
 - Nieliniowa zależność między zmiennymi **499**
- Trochę zabawy w przekształcenia wzoru na współczynnik korelacji r Pearsona **501**
- Korelacja, liniowość, kowariancja, a na dodatek wariancja sum i różnic **503**
- Korelacje rzeczywiste i pozorne a związki przyczynowo-skutkowe **504**
- Czy w krajach, w których jest więcej bocianów rodzi się więcej dzieci? **506**
- Raz jeszcze o macierzy korelacji **507**
- Korelacje cząstkowe i semi-cząstkowe **508**
- Krótkie podsumowanie **510**
- Liczba bocianów i liczba dzieci – rozwiązanie zagadki **510**
- Niekończąca się historia o korelacji i przyczynowości w badaniach psychologicznych **511**
- Iluzja kontroli **513**

8.2. KORELACJA DLA DANYCH PORZĄDKOWYCH 513

- Nieparametryczni koledzy r Pearsona **513**
- Czy morświny spontanicznie tańczą na ogniu? **514**
- Czy wpadłbyś na to, że d^2 jest miarą inwersji? **516**
- W jaki sposób Charles Spearman wykorzystał d^2 do obliczania korelacji? **517**
- Współczynnik korelacji R Spearmana i rangi wiązane **519**
- Istotność współczynnika R Spearmana **519**
- Najbardziej liberalny współczynnik korelacji τ Kendalla i jego istotność **521**
- Na co idziemy do kina? **523**
- Obliczanie i interpretacja współczynnika zgodności W Kendalla **524**
- Istotność współczynnika zgodności W Kendalla **525**

8.3. ANALIZA REGRESJI 527

- O Franciszku Galtonie i regresji geniuszu **527**
- Równanie linii regresji dla danych standaryzowanych **528**
- Powtórka z matematyki: o równaniu prostej w układzie współrzędnych **530**
- Równanie regresji jako model zależności między zmiennymi **531**
- Dlaczego ciągle trzeba odwoływać się do pojęcia wariancji? **534**
- Analiza wariancji dla regresji: ocena dopasowania modelu regresji do danych empirycznych **536**

- Czy długość życia wpływa na długość snu? 539
- Czy samochody z mocniejszym silnikiem są droższe? 540
- Jeszcze raz o cenach samochodów, czyli znaczenie analizy reszt 542
- O samochodach po raz trzeci: wyniki analizy regresji dla danych surowych 544
- Surowe czy standaryzowane? 546
- Obliczanie współczynników równania regresji dla danych surowych 548
- Czas na krótkie podsumowanie 551
- Predykcja, znaczy przewidywanie 551
- Krzywe ufnosci dla linii regresji 553
- Istotność współczynnika regresji 556
- Test F czy t ? 557
- Regresja wielokrotna, czyli od czego zależy czas marzeń sennych u ssaków? 557
- Regresja wielokrotna i analiza wariancji 559
- Co oznaczają te wszystkie liczby w tabeli wyników regresji wielokrotnej? 563
- Regresja wielokrotna – interpretacja graficzna 564
- Regresja jedno- i wielokrotna – porównanie 567
- O zmiennych nadmiarowych i regresji krokowej 568
- O stałej w równaniu regresji 571
- A najlepiej, jeśli reszty są normalne 572
- I na koniec jeszcze jeden eksperyment 574

Część IV. DODATEK GRATIS

9. JAK NAPISAĆ RAPORT Z BADAŃ 579

- *Goals are dreams with deadlines* 579
- Co to jest styl APA? 579
- Kiedy należy stosować styl APA? 581
- Części raportu badawczego 581
- Strona tytułowa 582
- Streszczenie 583
- Wprowadzenie 584
 - Przedstawienie problemu 585
 - Opis wcześniejszych badań, które mają związek z problemem badawczym 586
 - Cel badania i proponowany sposób rozwiązania problemu 587
 - I na koniec kilka uwag o wprowadzeniu 587
- Metoda 588
 - Osoby badane 589
 - Materiały 589
 - Procedura 591
- Wyniki 594
 - O zdjęciach twarzy i bakteriach w sałatce z kurczaka 596
 - O satysfakcji z zakupów w supermarkecie 598
 - Wykresy i tabele 600
- Dyskusja wyników 603
- Dyskusja ogólna lub zakończenie 605
- Powoływanie się na prace innych badaczy w tekście raportu 606
 - Dosłowne cytowanie fragmentów publikacji 606
 - Odwołania bibliograficzne 608

- Bibliografia, czyli literatura cytowana **610**
- Załączniki zwane Anekssem **613**
- Nota autorska **613**
- Kilka uwag technicznych dotyczących składu i łamania tekstu raportu **614**
- Sugestie dotyczące języka **615**
- I coś na deser **616**

Część V. NA DOBRY POCZĄTEK

Bibliografia 619

Indeks 629

Aneks: tablice statystyczne 635

- A** Powierzchnie pod krzywą normalną odpowiadające wynikom standaryzowanym z przedziału od $-3z$ do $+3z$ (hipoteza jednostronna) **635**
- B** Wyniki standaryzowane odpowiadające powierzchniom pod krzywą normalną (hipoteza jednostronna) **639**
- C** Wartości krytyczne testu t dla hipotezy jedno- i dwustronnej **641**
- D** Zależność między przewidywaną wielkością efektu d i mocą testu a minimalną liczbą osób badanych w eksperymencie (test jedno- i dwustronny dla $\alpha = 0,05$) **644**
- E** Wartości testu F Snedecora dla $\alpha = 0,05$ **645** (dla $\alpha = 0,01$ **648**)
- F** Wartości krytyczne testu χ^2 **651**
- G** Wartości krytyczne testu Wilcoxon (test jedno- i dwustronny) **653**
- H** Wartości współczynnika korelacji Spearmana istotne na poziomie 0,05 i 0,01 (test jednostronny) **654**