

SPIS TREŚCI

Słowo wstępne autora	7
1. Przedmiot teorii błędów	8
1.1. Uwagi ogólne	8
1.2. Pojęcie błędu pomiaru	8
1.2.1. Aksjomat Bessela	8
1.2.2. Błędy pozorne (poprawki)	8
1.2.3. Błąd średni pojedynczego spostrzeżenia i błąd typowego spostrzeżenia.....	10
1.2.4. Wagi obserwacji	11
1.3. Klasyfikacja błędów	12
Bibliografia do rozdziału 1	13
2. Błędy przypadkowe w sensie Gaussa	14
2.1. Prawo błędów Gaussa	14
2.2. Przykład	17
2.3. Rozkład serii znaków błędów podlegających prawu błędów	19
2.4. Przykład	19
2.5. Prawo błędów (lub odchyłeń) jako probabilistyczne prawo przyrody.....	21
Bibliografia do rozdziału 2	21
3. Hipotezy struktury błędów	22
3.1. Hipoteza molekularna Hageny.....	22
3.1.1. Parametry rozkładu.....	22
3.1.2. Przykłady zastosowania.....	24
3.2. Hipoteza M. Romanowskiego	28
3.3. Hipoteza falowej struktury błędów.....	29
3.3.1. Sformułowanie hipotezy	29
3.3.2. Zastosowanie.....	30
Bibliografia do rozdziału 3	31
4. Prawo błędów grubych	32
4.1. Definicje błędu grubego	32
4.2. Rozkład zmiennej losowej „wystąpienie błędu grubego” (prawo błędów grubych).....	33
4.3. Przykłady	33
4.3.1. Rozkład błędów grubych w polskiej sieci triangulacji zagęszczającej	33
4.3.2. Rozkład błędów grubych długości i kierunków w osnowie II klasy	34
4.3.3. Rozkład wykładniczy dyskretny jako przybliżony model jakości zbioru operatów, obiektów lub ośrodków dokumentacji	35
4.3.4. Komentarz do uzyskanych wyników	37
Bibliografia do rozdziału 4	37
5. Szacowanie granicy błędu	38
5.1. Szacowanie „naturalne” za pomocą rozkładu Hageny	38
5.2. Szacowanie klasyczne z korekcją Gaussa.....	38
5.2.1. Ogólny opis postępowania.....	38

5.2.2. Błąd średni błędu średniego.....	39
5.2.2.1. Wartość oczekiwana błędu prawdziwego wariancji $E(\varepsilon_{m^2})$	40
5.2.2.2. Wariancja błędu prawdziwego wariancji $D^2(\varepsilon_{m^2})$	41
5.2.2.3. Błąd średni błędu średniego jako przybliżenie różniczkowe.....	42
5.3. Szacowanie fiducjalne według rozkładu Studenta	43
5.4. Przykłady szacowania przedziałów ufności za pomocą rozkładu Studenta oraz całki prawdopodobieństwa Gaussa.....	44
5.4.1. Przykład z dziedziny wyceny nieruchomości	44
5.4.2. Przykład z dziedziny pomiarów katastralnych.....	45
5.5. Uwagi ogólne o szacowaniu granicy błędu.....	46
Bibliografia do rozdziału 5	47
6. Niektóre nietypowe rozkłady błędów	48
6.1. Rozkład lognormalny	48
6.1.1. Uwagi ogólne	48
6.1.2. Transformacja rozkładu lognormalnego w normalny	48
6.1.3. Moda jako wartość najprawdopodobniejsza	49
6.1.4. Problem przedziału normalizacji zmiennej losowej naturalnej	50
6.1.5. Przykłady badania histogramów rozkładów empirycznych z uwzględnieniem asymetrii	50
6.1.5.1. Pomiar wartości bezwzględnej przyspieszenia g na stacji Pecny	50
6.1.5.2. Pomiar wartości bezwzględnej przyspieszenia g na stacji Penc	53
6.1.5.3. Rozkład błędów pomiaru automatycznego teodolitem impulsowym	54
6.2. Rozkład równomierny (jednostajny, prostokątny)	55
6.2.1. Zmienna losowa ciągła	55
6.2.2. Zmienna losowa skokowa	56
6.2.3. Błąd sumy zaokrąglanych liczb	57
6.3. Rozkład wykładniczy	58
6.3.1. Funkcja gęstości, dystrybuanta i parametry	58
6.3.2. Przykład zastosowania – krajowa sieć niwelacji I klasy	59
6.4. Analizy Łyszkowicza	59
Bibliografia do rozdziału 6	60
7. Problem skali i pseudo-skali pomiarowej	61
7.1. Skala (podziałka) pomiarowa	61
7.2. Pseudo-skala pomiarowa	61
7.3. Przykłady empiryczne	61
7.3.1. Analiza zbiorów błędów triangulacji hanowerskiej Gaussa	64
7.3.2. Błąd średni stanowiska w niwelacji technicznej	65
7.3.3. Błąd montażu budowli.....	65
7.3.4. Błąd wyznaczeń astronomicznych	66
7.4. Rozważania technologiczne	66
7.4.1. Pseudo-skala jako narzędzie standaryzacji dokładnościowej	66
7.4.2. Określenie dokładnościowej grupy technologicznej	67
Bibliografia do rozdziału 7	67
8. Błąd położenia punktu wyznaczanego jednoznacznie w przestrzeni	69
8.1. Charakterystyka kołowa (kulista) błędu położenia	69
8.2. Charakterystyka dokładności położenia za pomocą wstęg wahań (błędów linii pozycyjnych)	69

8.3. Gradienty i błędy miejsc geometrycznych (linii pozycyjnych) typowych obserwacji.....	71
8.3.1. Pole kąta kierunkowego (wcinającego w przód).....	71
8.3.2. Pole sumy i różnicy kierunków	72
8.3.3. Pole długości (odległości)	73
8.3.4. Pole sumy odległości.....	73
8.3.5. Pole różnicy odległości.....	74
8.3.6. Układy ortogonalne miejsc geometrycznych (linii pozycyjnych)	75
Bibliografia do rozdziału 8.....	75
9. Elipsy błędów	76
9.1. Równanie elipsy błędów.....	76
9.2. Obliczenie kąta orientacji elipsy błędów	78
9.3. Obliczenie półosi elipsy błędów.....	78
9.4. Prawdopodobieństwo położenia punktu wewnątrz elipsy o parametrze s	79
9.5. Często stosowane elipsy błędów.....	81
9.6. Niektóre szczególne przypadki elips błędów.....	81
9.6.1. Elipsa błędów pojedynczego punktu wyznaczanego.....	81
9.6.2. Elipsy błędów konstrukcji jednoznacznych (bez obserwacji nadliczbowych).....	82
9.7. Koncepcje Hausbrandta i Janusza uwzględnienia błędności punktów nawiazania.....	82
9.8. Elipsoida błędów (Baran 1967)	82
9.9. Przykład 1 – elipsy błędów w sieci liniowej	82
9.10. Przykład 2 – sieć kątowna wielu punktów wyznaczanych	84
9.11. Przykład 3 – elipsa błędów pojedynczego punktu wyznaczanego 100–krotnie.....	85
Bibliografia do rozdziału 9.....	89
10. Histogram ruchomy	90
10.1. Próby obiektywizacji histogramu	90
10.2. Analogia średniej ruchomej.....	90
10.2.1. Sformułowanie problemu	90
10.2.2. Algorytm numeryczny.....	90
10.2.3. Przykłady	92
10.3. Uwagi ogólne	95
Bibliografia do rozdziału 10.....	95
11. Rozkład garbaty normalny	96
11.1. Uogólnienie rozkładu normalnego (symetryczne garby funkcji gęstości).....	96
11.1.1. Sformułowanie problemu	96
11.1.2. Wyznaczanie parametrów (estymatorów rozkładu)	97
11.2. Rozkład z ustalonym parametrem c	98
11.3. Przykład krajowej niwelacji I klasy.....	99
11.3.1. Analityczne wpasowanie funkcji gęstości.....	99
11.3.2. Intuicyjne („ręczne”) wpasowanie funkcji gęstości	101
11.4. Przydatność rozkładu garbatego normalnego	102
Bibliografia do rozdziału 11.....	102
12. Prawo odchyień błędów	103
12.1. Oszacowanie średniego odchylenia błędu na podstawie zgodności dystrybucji empirycznej z teoretyczną	103
12.2. Relacja między średnim odchyleniem błędu i błędem średnim błędu średniego Gaussa	103
12.3. Przykład analizy odchylenia w rozkładzie empirycznym według hipotezy falowej	104

12.4. Przykład analitycznego badania rozkładu (program komputerowy)	105
12.5. Uwagi ogólne	107
Bibliografia do rozdziału 12	108
13. Wstęp do analizy jakościowej układów obserwacyjnych	109
13.1. Uwaga wprowadzająca	109
13.2. Sformułowanie problemu	109
13.3. Podejścia do problemów analizy jakościowej układu obserwacyjnego	110
13.3.1. Podejścia statystyczne i pomiarowe	110
13.3.2. Dualizm podejścia skalarnego i geometrycznego	111
13.3.3. Modele fizyczne układu obserwacyjnego	112
13.3.4. Podejście prakseologiczne	112
13.4. Podejście naturalne	113
13.4.1. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do opisu zachowania się układu obserwacyjnego	113
13.4.2. Analogia biomedyczna – układ obserwacyjny jako „organizm”	113
13.4.3. Immunologia sieci geodezyjnej	114
13.4.4. Immunologia układu obserwacyjnego	115
Bibliografia do rozdziału 13	117
14. Podział układu obserwacyjnego na części (etapy, sekwencje, grupy)	118
14.1. Przedstawienie problemu	118
14.2. Algorytmy numeryczne	119
14.2.1. Algorytm glajchsztaltujący układ obserwacyjny	119
14.2.2. Algorytm wartościujący części układu obserwacyjnego	120
14.3. Zarządzanie układem obserwacyjnym	121
14.4. Uwagi praktyczne	121
Bibliografia do rozdziału 14	122
Dodatki	123
Dodatek 1. Elementy probabilistyki (niektóre pojęcia)	123
Dodatek 2. Programy	137