

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	11
Βιογραφικό Σημείωμα	15

Κεφάλαιο 1

Επισκόπηση της Στατιστικής

(Overview of statistics).....	33
-------------------------------	----

1.1	Ορισμός της Στατιστικής Επιστήμης	33
1.2	Ιστορία της Στατιστικής	34
1.3	Η επίδραση των Ηλεκτρονικών υπολογιστών στην Εξαγωγή Στατιστικών Συμπερασμάτων	35
1.4	Ο Ρόλος της Στατιστικής στην Ανάπτυξη των άλλων Επιστημών	36
1.5	Έννοια της Στατιστικής Μεταβλητής και Διακρίσεις αυτής	38
1.6	Ασκήσεις Κεφαλαίου 1	42
1.7	Λύσεις Ασκήσεων κεφαλαίου.....	43

Κεφάλαιο 2

Συλλογή και Παρουσίαση Στατιστικών Παρατηρήσεων

(Selection and presentation of data)	45
--	----

2.1	Κατανομές Συχνοτήτων-Διαγράμματα	45
2.2	Κατανομή Συχνοτήτων.....	46

2.3	Πίνακας Συχνοτήτων για Διακριτές Ποσοτικές Παρατηρήσεις.....	47
2.4	Πίνακας Συχνοτήτων για Συνεχείς Ποσοτικές Παρατηρήσεις	48
2.5	Παράσταση Κορμού και Φύλλων (Stem-and-Leaf Display)	56
2.6	Γραφικές Απεικονίσεις Δεδομένων.....	58
2.6.1.	Ραβδωτό Διάγραμμα για την Παρουσίαση μη Ταξινομημένων Ασυνεχών (Διακριτών) Δεδομένων.....	58
2.6.2.	Ιστόγραμμα και Πολύγωνο Συχνοτήτων για την Παρουσίαση Ταξινομημένων Ποσοτικών Παρατηρήσεων....	60
2.6.3.	Πολύγωνο Σχετικών Συχνοτήτων για την Παρουσίαση Ταξινομημένων Δεδομένων	65
2.6.4.	Διαγράμματα Αθροιστικών Συχνοτήτων.....	67
2.6.5.	Κυκλικά Διαγράμματα (Pie Charts).....	71
2.6.6.	Χρονοδιαγράμματα.....	73
2.6.7.	Πικτογράμματα (ειδογράμματα).....	74
2.7	Ασκήσεις Κεφαλαίου 2	77
2.8	Λύσεις Ασκήσεων Κεφαλαίου 2.....	82

Κεφάλαιο 3

Σύνοψη Δεδομένων με τη βοήθεια Περιγραφικών Μέτρων

(Descriptive Statistics)	95
3.1 Μέτρα Θέσης	96
3.1.1. Μέσος	96
3.1.2. Διάμεσος.....	103

3.1.3	Ιδιότητες του Διαμέσου	104
3.1.4	Υπολογισμός του Διαμέσου από Πίνακα Συχνοτήτων	107
3.1.5	Τεταρτημόρια, Δεκατημόρια και Εκατοστιαία Σημεία	109
3.1.6	Υπολογισμός Τεταρτημορίων, Δεκατημορίων και Εκατοστιαίων Σημείων από Διακριτές Αταξινόμητες Παρατηρήσεις	110
3.1.7	Υπολογισμός του Μέσου, του Διαμέσου, των Τεταρτημορίων, Δεκατημορίων και Εκατοστιαίων Σημείων από Πίνακα Συχνοτήτων Ταξινομημένων Παρατηρήσεων	113
3.1.8	Επικρατούσα Τιμή (Mode)	115
3.1.9	Χρήση του Διαγράμματος Αθροιστικών Συχνοτήτων για εύρεση των Τεταρτημορίων	116
3.1.10	Γεωμετρικός και Αρμονικός Μέσος	117
3.1.11	Μέσος εύρους Δεδομένων (Midrange)	120
3.1.12	Σύγκριση των Μέτρων Θέσης	120
3.2.	Μέτρα Διασποράς	121
3.2.1	Εύρος Δεδομένων (Range)	121
3.2.2	Μέση Απόκλιση	122
3.2.3	Διατεταρτημοριακό Εύρος	124
3.2.4	Δειγματική Τυπική Απόκλιση (Sample Standard Deviation) ...	125
3.2.5	Διακύμανση Δείγματος	132
3.2.6	Διακύμανση και Τυπική Απόκλιση για Πληθυσμό	135
3.2.7	Ασυμμετρικές Κατανομές	136
3.2.8	Συντελεστής Μεταβλητότητας	139

3.2.9	Υπολογισμός του Μέσου και της Τυπικής Απόκλισης με Κωδικοποίηση των Δεδομένων	141
3.2.10	Τυποποιημένες Παρατηρήσεις (Standardized Observations)	145
3.2.11	Δειγματικός Συντελεστής Λοξότητας (Pearson Coefficient of Skewness) και Κιβωτιοδιάγραμμα (box-plot)	146
3.2.12	Θεώρημα του Chebyshev	149
3.2.13	Ιδιότητες της Διακύμανσης	150
3.2.14	Υπολογισμός Στατιστικών Μέτρων Θέσης και Διασποράς με τη βοήθεια του Υπολογιστή Τσέπης	151
3.3	Ασκήσεις Κεφαλαίου 3	156
3.4	Λύσεις των Ασκήσεων του Κεφαλαίου 3	163

Κεφάλαιο 4

Ροπές, Μέτρα Ασυμμετρίας-Κύρτωσης

(Moments) 177

4.1	Εισαγωγή	177
4.2	Δειγματικές Ροπές	178
4.3	Μέτρα Ασυμμετρίας και Κύρτωσης	179

Κεφάλαιο 5

Στοιχεία Θεωρίας Συνόλων (Sets) 185

5.1	Εισαγωγή	185
-----	----------------	-----

5.2	Βασικοί Ορισμοί και Παραδείγματα.....	186
5.2.1	Αρχή Έγκλεισης-Απόκλεισης (Inclusion-Exclusion Principle).....	188
5.2.2	Ιδιότητες Τομής και Ένωσης Συνόλων	188
5.2.3	Νόμοι του De Morgan.....	188
5.2.4	Αρχή της Έγκλεισης-Απόκλεισης για Ξένα Σύνολα.....	189
5.3	Ασκήσεις Κεφαλαίου 5	193

Κεφάλαιο 6

	Συνδυασμοί-Μεταθέσεις-Διωνυμικό Θεώρημα (Combinations-Permutations-Binomial Theorem).....	197
--	---	-----

6.1	Θεμελιώδης Αρχή του Γινομένου (Multiplication Principle).....	197
6.1.1	Θεμελιώδης αρχή γινομένου (Multiplication Principle)...	198
6.2	Μεταθέσεις (Permutations).....	199
6.3	Συνδυασμοί (Combinations).....	202
6.4	Διωνυμικό Θεώρημα (Binomial Theorem)	208
6.5	Ασκήσεις Κεφαλαίου 6	211

Κεφάλαιο 7

	Η Έννοια της Πιθανότητας. Βασικοί Ορισμοί και Συμπεράσματα (Basic Probability Concepts).....	219
--	--	-----

7.1	Εισαγωγή	219
7.2	Στοιχειώδης Ορισμός της έννοιας της Πιθανότητας	222

7.3	Μαθηματικός Ορισμός της Πιθανότητας	224
7.4	Περίπτωση Ισοίθανων Ενδεχομένων (Equally Likely Outcomes)...	225
7.5	Νόμοι Πιθανοτήτων.....	226
7.6	Υπό Συνθήκη Πιθανότητα (Conditional Probability) (ΟΡΙΣΜΟΙ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ)	235
7.7	Ανεξαρτησία Ενδεχομένων	243
7.8	Θεώρημα Ολικών Πιθανοτήτων (Total Propability Rule)	245
7.9	Νόμος του Bayes	247
7.10	Πιθανότητες Υπεροχών σε Στοιχήματα (Probabilities and Odds) ...	252
7.11	Ασκήσεις Κεφαλαίου 7	255

Κεφάλαιο 8

Μονοδιάστατες Τυχαίες Μεταβλητές (Random Variables).....		259
8.1	Εισαγωγή	259
8.2	Ορισμός Διακριτής Τυχαίας Μεταβλητής.....	260
8.3	Ιδιότητες της Διακριτής Μεταβλητής X	261
8.4	Αθροιστική Συνάρτηση Κατανομής της Διακριτής Τυχαίας Μεταβλητής X	266
8.5	Μέση Τιμή μιας Διακριτής Τυχαίας Μεταβλητής X (Expected Value)...	272
8.6	Διακύμανση και Τυπική Απόκλιση μιας Διακριτής Τυχαίας Μεταβλητής....	274
	8.6.1 Υπολογιστικός τύπος για την Διακύμανση της Διακριτής τ.μ. X	274
8.7	Ιδιότητες της Μέσης Τιμής και Διακύμανσης	278
8.8	Ασκήσεις Κεφαλαίου 8	279

Κεφάλαιο 9

Κατανομές Πιθανότητες Ορισμένων Διακριτών Τυχαίων Μεταβλητών (Some probability distributions of discrete random variables) 285

9.1	Εισαγωγή	285
9.2	Η Διωνυμική Κατανομή (Binomial Distribution)	286
9.3	Μέση Τιμή και Διακύμανση της Διωνυμικής Κατανομής.....	288
9.4	Η Υπεργεωμετρική Κατανομή (Hypergeometric Distribution).....	293
9.5	Μέση Τιμή και Διακύμανση της Υπεργεωμετρικής Κατανομής	295
9.6	Παραδείγματα Υπεργεωμετρικής Κατανομής.....	295
9.7	Διωνυμική Προσέγγιση της Υπεργεωμετρικής Κατανομής.....	298
9.8	Κατανομή Poisson (Poisson Distribution)	300
9.9	Μέση Τιμή και Διακύμανση της Κατανομής Poisson.....	301
9.10	Παραδείγματα Κατανομής Poisson	302
9.11	Ασκήσεις Κεφαλαίου 9	307

Κεφάλαιο 10

Συνεχείς Τυχαίες Μεταβλητές (Some probability Distributions of Continuous Random Variables)..... 313

10.1	Συνεχείς Τυχαίες Μεταβλητές.....	313
10.2	Μέση Τιμή και Διακύμανση μιας Συνεχούς Τυχαίας Μεταβλητής x	318
10.3	Η Κανονική Κατανομή (The Normal Distribution)	320
10.4	Η Τυποποιημένη Κανονική Κατανομή (The Standard Normal Distribution).....	322

10.5	Εκατοστιαία Σημεία της Τυποποιημένης Κανονικής Κατανομής	327
10.6	Παραδείγματα Εφαρμογών της Κανονικής Κατανομής	329
10.7	Συμβολισμός Z_0	334
10.8	Προσέγγιση της Διωνυμικής με την Κανονική Κατανομή (Normal Approximation to the Binomial Distribution)	335
10.9	Η Κατανομή Student-t	339
10.10	Ασκήσεις Κεφαλαίου 10	342

Κεφάλαιο 11

Δειγματικές Κατανομές (Sampling Distributions).....		345
11.1	Εισαγωγή	345
11.2	Ορισμοί πληθυσμού και τυχαίου δείγματος.....	346
11.3	Εκλογή τυχαίου δείγματος.....	347
11.4	Σκοπός της δειγματοληψίας.....	348
11.5	Η Δειγματική Κατανομή του Μέσου όταν η Τυπική Απόκλιση είναι γνωστή	349
11.6	Υπολογισμός της μέσης τιμής και της διακύμανσης του μέσου \bar{X}	354
11.7	Απόδειξη των αποτελεσμάτων για τον μέσο και την διακύμανση της τυχαίας μεταβλητής \bar{X}	355
11.8	Κατανομή δειγματοληψίας του μέσου \bar{X} όταν ο πληθυσμός είναι Κανονικός	358
11.9	Κατανομή δειγματοληψίας του Μέσου \bar{X} όταν ο πληθυσμός ακολουθεί μία γενική Κατανομή (όχι απαραίτητα την Κανονική) ...	360

11.9.1	Το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα.....	361
11.9.2	Κατανομή Δειγματοληψίας του Μέσου \bar{x} όταν η δειγματοληψία γίνεται από πεπερασμένο πληθυσμό.....	367
11.9.3	Κατανομή Δειγματοληψίας της διαφοράς δύο Μέσων.....	368
11.10	Κατανομή Δειγματοληψίας του Μέσου \bar{x} όταν η Τυπική Απόκλιση είναι Άγνωστη.....	370
11.11	Κατανομή Δειγματοληψίας της Αναλογίας (Sampling Distribution of the Proportion).....	372
11.12	Κατανομή Δειγματοληψίας της Διαφοράς μεταξύ δύο Αναλογιών...	375
11.13	Η Κατανομή δειγματοληψίας της διακύμανσης. Οι κατανομές χ^2 (Chi-Square) και F.....	382
11.14	Μέση τιμή, Διακύμανση και η Κανονική προσέγγιση της χ^2 Κατανομής.....	385
11.15	Η κατανομή F.....	386

Κεφάλαιο 12

	Εκτιμητική (Statistical inference).....	389
12.1	Εισαγωγή.....	389
12.2	Κριτήρια που πρέπει να ικανοποιούν οι καλοί εκτιμητές.....	390
12.3	Μέθοδοι κατασκευής εκτιμητών.....	397
	12.3.1 Μέθοδος των ροπών.....	397
	12.3.2 Μέθοδος μέγιστης πιθανοφάνειας.....	399
12.4	Διάστημα εμπιστοσύνης για τον μέσο μ , όταν η διακύμανση είναι γνωστή.....	402

12.5	Ορισμός συντελεστού εμπιστοσύνης και ερμηνεία του διαστήματος εμπιστοσύνης	404
12.6	Διάστημα Εμπιστοσύνης για τον Μέσο μ όταν η Διακύμανση είναι άγνωστη	407
12.7	Υπολογισμός των κριτικών τιμών της κατανομής Student's t όταν το δείγμα είναι μεγάλο	408
12.8	Διάστημα εμπιστοσύνης για τον μέσο μ όταν το δείγμα αποτελεί σημαντικό ποσοστό ενός πεπερασμένου πληθυσμού μεγέθους N ...	410
12.9	Διάστημα εμπιστοσύνης για τον μέσο μ ενός μη Κανονικού πληθυσμού όταν η διακύμανση είναι άγνωστη και το μέγεθος του δείγματος μεγάλο	412
12.10	Διάστημα εμπιστοσύνης για την μέση διαφορά παρατηρήσεων εμφανιζομένων σε ζεύγη (Paired Observations).....	413
12.11	Διάστημα εμπιστοσύνης για την διαφορά μεταξύ δύο πληθυσμιακών μέσων $\mu_1 - \mu_2$ όταν οι διακυμάνσεις των δύο πληθυσμών είναι γνωστές	416
12.12	Διάστημα εμπιστοσύνης για την διαφορά μεταξύ δύο μέσων $\mu_1 - \mu_2$ όταν οι διακυμάνσεις είναι άγνωστες	418
12.13	Διάστημα εμπιστοσύνης για την διακύμανση σ^2 ενός Κανονικού πληθυσμού	420
12.14	Διάστημα εμπιστοσύνης για το πηλίκο των διακυμάνσεων σ_1^2 / σ_2^2 δύο Κανονικών πληθυσμών	424
12.15	Διάστημα εμπιστοσύνης για την αναλογία (Confidence Interval for Proportion)	425
12.16	Διάστημα εμπιστοσύνης για την διαφορά δύο αναλογιών $P_1 - P_2$...	427
12.17	Απαιτούμενο μέγεθος του δείγματος (n) για να εκτιμηθεί η αναλογία p ή ο μέσος μ σε μία δειγματοληψία	429
12.18	Ασκήσεις κεφαλαίου 12.....	434

Κεφάλαιο 13

Έλεγχος Υποθέσεων (Hypothesis Testing).....	441
13.1 Εισαγωγή	441
13.2 Βασικοί ορισμοί του ελέγχου υποθέσεων	442
13.3 Βασικά στάδια του ελέγχου υποθέσεων	443
13.4 Έλεγχος υποθέσεων για τον μέσο πληθυσμού που ακολουθεί την Κανονική κατανομή όταν η διακύμανση του πληθυσμού είναι γνωστή.....	455
13.5 Έλεγχος υποθέσεων για τον μέσο πληθυσμού που ακολουθεί την Κανονική κατανομή όταν η διακύμανση είναι άγνωστη	457
13.6 Σχέση μεταξύ ελέγχου υποθέσεων και διαστημάτων εμπιστοσύνης	459
13.7 Έλεγχος υποθέσεων για τον μέσο πληθυσμού των διαφορών $\chi_{1i} - \chi_{2i}$ όπου οι τιμές χ_{1i} και χ_{2i} συσχετίζονται προς ένα χαρακτηριστικό.....	460
13.8 Έλεγχος υποθέσεων για τον μέσο πληθυσμού που δεν ακολουθεί την Κανονική κατανομή.....	462
13.9 Έλεγχος υποθέσεων για την διαφορά των μέσων δύο πληθυσμών που ακολουθούν την Κανονική κατανομή.....	465
13.10 Έλεγχος υποθέσεων για την διαφορά μεταξύ δύο μέσων πληθυσμών που δεν ακολουθούν την Κανονική κατανομή.....	472
13.11 Έλεγχος υποθέσεων για την αναλογία του πληθυσμού.....	474
13.12 Έλεγχος υποθέσεων για την διαφορά μεταξύ δύο αναλογιών πληθυσμού.....	476
13.13 Έλεγχος υποθέσεων για τη διακύμανση ενός πληθυσμού που ακολουθεί την Κανονική κατανομή.....	479
13.14 Έλεγχος υποθέσεων για το πηλίκο των διακυμάνσεων δύο πληθυσμών που ακολουθούν την Κανονική κατανομή.....	481
13.15 Ασκήσεις κεφαλαίου 13.....	485

Κεφάλαιο 14

Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση	
(Simple Linear Regression)..... 491	
14.1	Εισαγωγή491
14.2	Προσδιοριστικό και Πιθανοθεωρητικό Μοντέλο Γραμμικής Σχέσης Δύο Μεταβλητών492
14.3	Στικτό Διάγραμμα Δεδομένων (Scattergram)494
14.4	Συνθήκες για την Ισχύ του Μοντέλου Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 497
14.5	Εκτίμηση των παραμέτρων α και β με την Αρχή των Ελαχίστων Τετραγώνων (Principle of Least Squares)..... 498
14.6	Εκτίμηση της Διακύμανσης σ^2 507
14.7	Στατιστική Συμπερασματολογία για τις Κατανομές των Συντελεστών α και β της ευθείας Γραμμικής Παλινδρόμησης ... 509
14.8	Έλεγχος Υποθέσεων για τις Παραμέτρους α και β του Μοντέλου Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 510
	14.8.1.Σύντομη Επισκόπηση των Βασικών Εννοιών του Ελέγχου Υποθέσεων 510
	14.8.2.Έλεγχος Υποθέσεων 512
14.9	Διαστήματα Εμπιστοσύνης για τις Παραμέτρους α και β του Μοντέλου Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 516
14.10	Αριθμητικές Εφαρμογές των Διαστημάτων Εμπιστοσύνης για τις Παραμέτρους α και β 517
14.11	Χρήση του Μοντέλου Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για την Εκτίμηση Παραμέτρων και Πρόβλεψη..... 519
14.12	Διάστημα Εμπιστοσύνης για την $E(Y/x_0)$. Διάστημα Πρόβλεψης για την μεταβλητή Y , όταν $X=x_0$ 521

14.13	Ο Συντελεστής Συσχέτισης (Correlation Coefficient).....	523
14.14	Έλεγχος Υποθέσεων για το Συντελεστή Συσχέτισης ρ	530
14.15	Συντελεστής Προσδιορισμού (Coefficient of Determination)	532
14.16	Συντελεστής Συσχέτισης του Spearman (Spearman Rank Correlation)	533
14.17	Πολλαπλή παλινδρόμηση (Multiple Regression)	536
14.18	Παλινδρόμηση Παραβολής (Πολυωνυμική Παλινδρόμηση, Polynomial Regression).....	539
14.19	Παλινδρόμηση με μετασχηματισμένες μεταβλητές	542
14.20	Συντελεστής Πολλαπλού Προσδιορισμού (Coefficient of Multiple Determination).....	543
14.21	Συντελεστής Μερικού Προσδιορισμού (Coefficient of Partial Determination).....	544
14.22	Ασκήσεις Κεφαλαίου 14	547

Κεφάλαιο 15

	Ποιοτικός Έλεγχος Δεδομένων με τη Βοήθεια Στατιστικών Τεχνικών (Statistical Quality Control)	559
15.1	Εισαγωγή	559
15.2	Διαγράμματα ελέγχου (Control Charts).....	560
15.3	Στάδια κατασκευής διαγράμματος ελέγχου	562
15.4	Διάγραμμα ελέγχου για την αναλογία των ελαττωματικών προϊόντων (Control charts for fraction defectives).....	569

Κεφάλαιο 16

Ανάλυση Χρονολογικών Σειρών και Εμπορικές Προβλέψεις (Elements of Time - Series Analysis).....		573
16.1	Εισαγωγή	573
16.2	Οι τέσσερες βασικές συνιστώσες μίας χρονολογικής σειράς.....	574
16.3	Ανάλυση χρονολογικών σειρών.....	575
16.4	Μελέτη - Μέτρηση της μακροπρόθεσμης τάσης.....	576
16.4.1	Μέθοδος της προσαρμογής της τάσης με το ελεύθερο χέρι (Freehand Fitting).....	576
16.4.2	Μέθοδος της προσαρμογής της τάσης με την αρχή των ελαχίστων τετραγώνων.....	578
16.4.3	Μέθοδος προσδιορισμού της τάσης με τους κινητούς μέσους (moving averages).....	580
16.4.4	Μέθοδος προσδιορισμού της τάσης με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης (exponential smoothing method).....	584
16.4.5	Μέθοδος προσδιορισμού της τάσης με την τεχνική των δύο μέσων σημείων	588
16.4.6	Μέθοδος προσδιορισμού της τάσης όταν η καμπύλη τάσης υποτίθεται η εκθετική καμπύλη	590
16.4.7	Μέθοδος προσδιορισμού της τάσης όταν η καμπύλη τάσης υποτίθεται η λογιστική καμπύλη	
16.5	Μέτρηση της εποχικής διακύμανσης	592
16.5.1	Παράδειγμα εποχικής διακύμανσης	593
16.5.2	Χρήση της εποχικής διακύμανσης.....	601
16.5.3	Μέτρηση της κυκλικής διακύμανσης.....	603

Κεφάλαιο 17

Αριθμοδείκτες (Index numbers).....	605
17.1 Εισαγωγή	605
17.2 Απλοί δείκτες τιμής (Simple price relatives).....	606
17.3 Απλοί δείκτες ποσότητας και αξίας.....	607
17.4 Παραδείγματα απλών δεικτών	608
17.5 Ιδιότητες απλών δεικτών.....	609
17.6 Σύνθετοι αριθμοδείκτες	610
17.6.1 Απλοί αθροιστικοί και μέσοι αριθμοδείκτες.....	611
17.6.2 Σταθμικοί αριθμοδείκτες.....	615
17.6.3 Σταθμικοί δείκτες τιμών και ποσοτήτων του Laspeyers και του Paasche, Ιδανικός δείκτης Fisher.....	615
17.6.4 Δείκτης τιμών καταναλωτή	618
- Λύσεις των Ασκήσεων (Solution of the exercises)	621
- Στατιστικοί Πίνακες (Statistical Tables)	671
- Βιβλιογραφία (Bibliography).....	707
- Ευρετήριο, Ελληνοαγγλική Στατιστική Ορολογία (Index, Statistical Terms in Greek and English)	713