

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1. Από την κλασσική λογική στην ασαφή λογική

1.1. Εισαγωγή	1
1.2. Η κλασσική λογική	2
1.3. Τα κλασσικά σύνολα	7
1.4. Πράξεις μεταξύ κλασσικών συνόλων	8
1.5. Πράξεις μεταξύ κλασσικών συνόλων με χρήση των χαρακτηριστικών τους συναρτήσεων	9
1.6. Η άλλη λογική	10
1.7. Τα ασαφή σύνολα	11
1.8. Δημιουργία ενός ασαφούς συνόλου	13
1.9. Πράξεις μεταξύ ασαφών συνόλων	16
1.10. Ιδιότητες των ασαφών συνόλων	17
1.11. Η υποσυνολότητα	18
1.12. Πεδίο ορισμού ή στήριγμα ασαφούς συνόλου	20
1.13. Κυρτά και μη κυρτά ασαφή σύνολα	22
1.14. Ασαφής αριθμός: ορισμός και παραδείγματα	22
1.15. α-τομές ενός ασαφούς συνόλου	23
1.16. Θεώρημα ανασύνθεσης	24
1.17. Εικόνα ασαφούς συνόλου	25
1.18. Αριθμητικές πράξεις μεταξύ ασαφών αριθμών	27
1.18.1. Προϋποθέσεις εφαρμογής αριθμητικών πράξεων	27
1.18.2. Ασαφείς τριγωνικοί αριθμοί	28
1.18.3. Πράξεις μεταξύ ασαφών τριγωνικών αριθμών	30
1.18.4. Πράξεις μεταξύ κλειστών διαστημάτων	31

1.19. T-norms – Το «και» στην ασαφή λογική	34
1.20. T-conorm – Το «ή» στην ασαφή λογική	35
1.21. Η άρνηση (n) στην ασαφή λογική	37
1.22. Τριάδα De Morgan	38

Κεφάλαιο 2. Ασαφής συνεπαγωγή

2.1. Κλασσική συνεπαγωγή	41
2.2. Εισαγωγή στην ασαφή συνεπαγωγή	42
2.3. Αξιωματική θεμελίωση της ασαφούς συνεπαγωγής	46
2.4. Μη συμμετρικές ασαφείς συνεπαγωγές	47
2.5. Θεώρημα Smets – Magrez	49
2.6. Αξιώματα που ικανοποιούν οι προταθείσες ασαφείς συνεπαγωγές	50
2.7. Αξιολόγηση ασαφών συνεπαγωγών	52
2.8. Εφαρμογή αξιολόγησης ασαφών συνεπαγωγών	56
2.8.1. Περιγραφή της εφαρμογής	56
2.8.2. Ασαφοποίηση των δεδομένων	56
2.8.3. Βαθμός αλήθειας ασαφών αριθμών	60
2.8.4. Βαθμός αλήθειας ασαφών συνεπαγωγών	60

Κεφάλαιο 3. Ασαφείς σχέσεις ισοδυναμίας

3.1. Η σχέση στην κλασσική λογική	63
3.2. Σχέσεις ισοδυναμίας	64
3.3. Κλάσεις ισοδυναμίας	66
3.4. Δημιουργία σχέσεων ισοδυναμίας από διαμέριση	68
3.5. Δυνάμεις μια σχέσης	70
3.6. Μπουλιανός πίνακας και σχέσεις	70
3.7. Μεταβατικό περίβλημα μιας κλασσικής σχέσης	74
3.8. Αλγόριθμος κλασσικής διαμέρισης ενός πεπερασμένου συνόλου σε κλάσεις ισοδυναμίας	75
3.9. Ασαφής σχέση	79
3.10. Ασαφείς σχέσεις ισοδυναμίας	81
3.11. Παράδειγμα προσδιορισμού ασαφούς σχέσης ισοδυναμίας	85
3.12. Διαμέριση μεταβλητών με χρήση ασαφών σχέσεων ισοδυναμίας	88

3.12.1. Εισαγωγή	88
3.12.2. Βιβλιογραφική επισκόπηση του μερισμού μεταβλητών σε συστάδες	90
3.12.3. Διατύπωση ασαφούς σχέσης ισοδυναμίας	92
3.12.4. Αλγόριθμος εφαρμογής ασαφών σχέσεων ισοδυναμίας στη διαμέριση μεταβλητών – Εφαρμογή Α	93
3.12.5. Αλγόριθμος εφαρμογής ασαφών σχέσεων ισοδυναμίας στη διαμέριση μεταβλητών – Εφαρμογή Β	98
3.12.6. Αλγόριθμος εφαρμογής ασαφών σχέσεων ισοδυναμίας στην παραγοντική ανάλυση	101

Κεφάλαιο 4. Ασαφής Δελφική μέθοδος

4.1. Εισαγωγή στη Δελφική μέθοδο	109
4.2. Ασαφής Δελφική μέθοδος	111
4.3. Εφαρμογή ασαφούς Δελφικής μεθόδου: Χρονική εκτίμηση απελευθέρωσης σιδηροδρομικών μεταφορών	112
4.4. Σταθμισμένη ασαφής Δελφική μέθοδος	115
4.5. Εφαρμογή της σταθμισμένης ασαφούς Δελφικής μεθόδου: Χρονική εκτίμηση απελευθέρωσης σιδηροδρομικών μεταφορών	116

Κεφάλαιο 5. Λήψη αποφάσεων με χρήση ασαφούς λογικής

5.1. Η έννοια της απόφασης και η διαδικασία λήψης αποφάσεων	119
5.2. Συνθήκες λήψης αποφάσεων	120
5.3. Λήψη αποφάσεων σε ένα ασαφές περιβάλλον	121
5.4. Λήψη αποφάσεων με τη μέθοδο της τομής ασαφών στόχων και περιορισμών	122
5.4.1. Εισαγωγή	122
5.4.2. Απόδοση οικονομικού κινήτρου	125
5.4.3. Πρόσληψη προσωπικού	127
5.4.4. Επιλογή τεχνικού έργου	128
5.4.5. Βελτίωση υφιστάμενης υποδομής ή κατασκευή νέας;	130
5.4.6. Επιλογή λατομείου	131
5.4.7. Επιλογή υπεργολάβου	134
5.5. Τιμολόγηση προϊόντων και υπηρεσιών	137
5.5.1. Ορισμός, βασικές αρχές και διαδικασία τιμολόγησης	137

5.5.2.	Οι γλωσσικές μεταβλητές στη διαδικασία τιμολόγησης	140
5.5.3.	Πρότυπο τιμολόγησης με απαιτήσεις και γλωσσικές μεταβλητές	141
5.5.4.	Πρότυπο τιμολόγησης με απαιτήσεις και γλωσσικούς τροποποιητές	143
5.5.5.	Απλουστευμένο πρότυπο τιμολόγησης	146
5.6.	Λήψη αποφάσεων με τη μέθοδο του ασαφούς μέσου όρου	147
5.6.1.	Εισαγωγή	147
5.6.2.	Απόδοση οικονομικού κινήτρου	148
5.6.3.	Απόδοση οικονομικού κινήτρου με στάθμιση στόχων και περιορισμών	150
5.6.4.	Τιμολόγηση μεταφορικών υπηρεσιών – Εφαρμογή Α	151
5.6.5.	Τιμολόγηση μεταφορικών υπηρεσιών – Εφαρμογή Β	153
5.7.	Λήψη αποφάσεων από πολλούς ειδικούς	154
5.7.1.	Εισαγωγή	154
5.7.2.	Διαμόρφωση εμπορικής και τιμολογιακής πολιτικής με συγκλίνουσες και ισοβαρείς απόψεις ειδικών	156
5.7.3.	Διαμόρφωση εμπορικής και τιμολογιακής πολιτικής με συγκλίνουσες και ανισοβαρείς απόψεις ειδικών	158
5.7.4.	Διαμόρφωση εμπορικής και τιμολογιακής πολιτικής με αποκλίνουσες και ισοβαρείς απόψεις ειδικών	159
5.7.5.	Διαμόρφωση εμπορικής και τιμολογιακής πολιτικής με αποκλίνουσες και ανισοβαρείς απόψεις ειδικών	161
5.8.	Σύνταξη προϋπολογισμού με τη μέθοδο των ασαφών συνόλων	162
5.8.1.	Η χρησιμότητα και οι διάφορες προσεγγίσεις σύνταξης προϋπολογισμού	162
5.8.2.	Ο προϋπολογισμός μηδενικής βάσης	164
5.8.3.	Ο προϋπολογισμός μηδενικής βάσης με χρήση ασαφών συνόλων	164
5.8.4.	Εφαρμογή της σύνταξης προϋπολογισμού μηδενικής βάσης με χρήση ασαφών συνόλων	169

Κεφάλαιο 6. Προσδιορισμός της βέλτιστης διαδρομής με χρήση ασαφών συνόλων

6.1.	Ορισμός της βέλτιστης διαδρομής	173
6.2.	Η βέλτιστη κυκλική διαδρομή (πρόβλημα «πλανόδιου πωλητή»)	176
6.2.1.	Ορισμός του προβλήματος και δυσκολίες στην επίλυση	176
6.2.2.	Ταξινόμηση του προβλήματος εύρεσης της βέλτιστης κυκλικής διαδρομής ...	179
6.2.3.	Κατηγοριοποίηση του προβλήματος	180
6.2.4.	Ιστορική εξέλιξη του προβλήματος	181

6.2.5. Μαθηματική διατύπωση του προβλήματος	184
6.2.6. Προσεγγιστικοί αλγόριθμοι επίλυσης	186
6.3. Εφαρμογές της μεθόδου της βέλτιστης κυκλικής διαδρομής	190
6.4. Προσέγγιση της βέλτιστης κυκλικής διαδρομής με αλγόριθμο ασαφών συνόλων	191
6.4.1. Γιατί ασαφή σύνολα;	191
6.4.2. Συνοπτική περιγραφή του αλγορίθμου των ασαφών συνόλων	192
6.5. Ανάλυση βήμα προ βήμα του αλγορίθμου ασαφών συνόλων για τον προσδιορισμό της βέλτιστης κυκλικής διαδρομής	197
6.5.1. Βήμα 1 ^ο – Δημιουργία Πίνακα Α	197
6.5.2. Βήμα 2 ^ο – Δημιουργία Πινάκων Β και Γ	198
6.5.3. Βήμα 3 ^ο – Προετοιμασία Πίνακα Δ	200
6.5.4. Βήμα 4 ^ο – Δημιουργία Πίνακα Δ	202
6.5.5. Βήμα 5 ^ο – Προσδιορισμός βέλτιστης διαδρομής	203
6.6. Παράδειγμα εφαρμογής του αλγορίθμου ασαφών συνόλων για τον προσδιορισμό της βέλτιστης κυκλικής διαδρομής	203
6.7. Εφαρμογές του αλγορίθμου ασαφών συνόλων σε προβλήματα της βιβλιοθήκης προβλημάτων TSPLIB του Gerhard Reinelt	216
6.7.1. Αλγόριθμος του ασαφούς κοντινότερου γείτονα	216
6.7.2. Αλγόριθμος του επαναλαμβανόμενου ασαφούς κοντινότερου γείτονα	220

Κεφάλαιο 7. Ασαφής γραμμική παλινδρόμηση

7.1. Κλασσική γραμμική παλινδρόμηση	225
7.1.1. Εισαγωγή στην ανάλυση παλινδρόμησης	225
7.1.2. Απλή γραμμική παλινδρόμηση	226
7.1.3. Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση	235
7.1.4. Προϋποθέσεις εφαρμογής της μεθόδου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης	239
7.1.5. Η χρήση των ψευδομεταβλητών	240
7.1.6. Ερμηνεία των συντελεστών των ανεξάρτητων μεταβλητών	242
7.1.7. Διεξαγωγή προβλέψεων	242
7.1.8. Αριθμητική εφαρμογή πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης	243
7.2. Ασαφής γραμμική παλινδρόμηση	245
7.2.1. Η ασάφεια στην πρόβλεψη εξέλιξης ενός μεγέθους	245

7.2.2. Βασικές αρχές της ασαφούς γραμμικής παλινδρόμησης	246
7.2.3. Βαθμός ασάφειας και αοριστίας της ασαφούς γραμμικής παλινδρόμησης	251
7.2.4. Αριθμητική εφαρμογή ασαφούς γραμμικής παλινδρόμησης	252
7.2.5. Πρόβλεψη με τη μέθοδο της ασαφούς γραμμικής παλινδρόμησης	258
7.3. Σύγκριση της προβλεπτικής ικανότητας της κλασσικής με την ασαφή γραμμική παλινδρόμηση	260
7.3.1. Μέθοδοι αξιολόγησης προβλεπτικής ικανότητας	260
7.3.2. Προϋποθέσεις και εφαρμογές σύγκρισης προβλεπτικής ικανότητας κλασσικής με ασαφή γραμμική παλινδρόμηση	262

Κεφάλαιο 8. Ασαφείς εκτιμητές

8.1. Σημειακοί εκτιμητές – Εκτίμηση σε διάστημα	265
8.1.1. Μέση τιμή, διασπορά, διάστημα εμπιστοσύνης	265
8.1.2. Διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή του πληθυσμού (διασπορά πληθυσμού γνωστή)	272
8.1.3. Διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή του πληθυσμού (δείγμα μεγάλο, διασπορά πληθυσμού άγνωστη)	272
8.1.4. Διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή του πληθυσμού (δείγμα μικρό, διασπορά πληθυσμού άγνωστη)	274
8.1.5. Διάστημα εμπιστοσύνης για τη διασπορά του πληθυσμού	276
8.2. Ασαφείς εκτιμητές	278
8.2.1. Προσέγγιση της έννοιας των ασαφών εκτιμητών	278
8.2.2. Χαρακτηριστικά και ιδιότητες των ασαφών εκτιμητών	281
8.3. Μη-ασυμπτωτικοί ασαφείς εκτιμητές	286

Κεφάλαιο 9. Ουρές αναμονής με χρήση ασαφών εκτιμητών

9.1. Εισαγωγή	295
9.2. Λειτουργία των ουρών αναμονής	297
9.3. Βασικά χαρακτηριστικά των ουρών αναμονής	299
9.4. Βασικά χαρακτηριστικά της κατανομής Poisson και της εκθετικής κατανομής	302
9.5. Σημειογραφία των ουρών αναμονής	303
9.6. Οικονομική ανάλυση των ουρών αναμονής	304
9.7. Ενδεικτικά μοντέλα ουρών αναμονής	306

9.7.1. Το μοντέλο M/M/1	306
9.7.2. Το μοντέλο M/M/c	308
9.8. Προσέγγιση των ουρών αναμονής με χρήση ασαφούς λογικής	311
9.8.1. Η εισαγωγή της ασαφούς λογικής στη θεωρία των ουρών αναμονής	311
9.8.2. Χρησιμοποιούμενες έννοιες – σύμβολα	312
9.8.3. Εκτίμηση του ρυθμού αφίξεων και του χρόνου εξυπηρέτησης σε μια ουρά αναμονής με τη μέθοδο της ασαφούς λογικής	314
9.8.4. Προσέγγιση των ουρών αναμονής με τη μέθοδο των ασαφών εκτιμητών	316
9.8.5. Αριθμητική εφαρμογή διαστασιολόγησης ουράς αναμονής τύπου M/M/1 και M/M/s με τη μέθοδο των ασαφών εκτιμητών	322

Κεφάλαιο 10. Έλεγχος ποιότητας παραγωγής με χρήση ασαφών εκτιμητών

10.1. Εισαγωγή	331
10.2. Δυνατότητες παραγωγικής διαδικασίας	332
10.3. Γενικά χαρακτηριστικά των διαγραμμάτων ελέγχου	337
10.4. Σφάλματα στα διαγράμματα ελέγχου	338
10.4.1. Έλεγχος υποθέσεων	338
10.4.2. Είδη στατιστικών σφαλμάτων	339
10.4.3. Διαδικασία ελέγχου	340
10.5. Διαγράμματα ελέγχου διαλογής	340
10.5.1. Περιγραφή και χαρακτηριστικά – Διαγράμματα Shewhart	340
10.5.2. Διαγράμματα p	341
10.5.3. Εφαρμογή κατασκευής διαγράμματος p	343
10.5.4. Διαγράμματα np	345
10.5.5. Εφαρμογή κατασκευής διαγράμματος np	346
10.5.6. Διαγράμματα c και u	347
10.5.7. Εφαρμογή κατασκευής διαγράμματος c	350
10.5.8. Εφαρμογή κατασκευής διαγράμματος u	350
10.6. Ειδικά διαγράμματα ελέγχου για περιορισμένο δειγματικό χώρο	353
10.6.1. Περιπτώσεις εφαρμογής και μέθοδος κατασκευής	353
10.6.2. Διαγράμματα p για περιορισμένο δειγματικό χώρο	355
10.7. Διαγράμματα τύπου p με χρήση ασαφών δεδομένων	357

10.8. Διαγράμματα τύπου p με χρήση α -τομών ασαφών δεδομένων και περιορισμένο δειγματικό χώρο	360
10.9. Εφαρμογή κατασκευής διαγράμματος τύπου p με χρήση α -τομών ασαφών δεδομένων και περιορισμένο δειγματικό χώρο	362
10.10. Διαγράμματα ελέγχου με μη-ασυμπτωτικούς ασαφείς εκτιμητές	364
Βιβλιογραφία	377
Δείκτης όρων	397