

Περιεχόμενα

Πρόλογος	15
1 Εισαγωγή στα Προβλήματα Δρομολόγησης	19
1.1 Εισαγωγή	19
1.2 Προβλήματα Καθορισμού Διαδρομών	24
1.3 Πρόβλημα Πλανόδιου Πωλητή (Traveling Salesman Problem)	30
1.4 Επεκτάσεις του Προβλήματος του Πλανόδιου Πωλητή	34
1.4.1 Το Χρονικώς Εξαρτώμενο Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή (Time Dependent TSP)	34
1.4.2 Το Εκτεταμένου Χρονικού Ορίζοντα Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή (Period TSP)	34
1.4.3 Μετακινούμενου Στόχου Πρόβλημα Πλανόδιου Πωλητή (Moving Target TSP)	34
1.4.4 Το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή με τη Χρήση Χρονικών Περιθωρίων (TSP with Time Windows) . . .	35
1.4.5 Το Πρόβλημα Επικάλυψης Χώρου από τον Πωλητή (Covering Salesman Problem)	35
1.4.6 Το Πρόβλημα της Ταξινομημένης Ομαδοποίησης του Πλανόδιου Πωλητή (Ordered Cluster TSP)	35
1.4.7 Το Μαύρο και Λευκό Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή (The Black and White TSP)	36
1.4.8 Το Περιορισμένων Πόρων Πρόβλημα Πλανόδιου Πωλητή (Resource constrained TSP)	36
1.4.9 Το Επιλεκτικό Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή (The Selective TSP)	36
1.4.10 Το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή Μεγίστου Κόστους (The Maximum TSP)	36
1.4.11 Το Πολλαπλό Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή (The Multiple Traveling Salesman Problem (mTSP)) . . .	37

1.4.12 Το Πιθανοτικό ή Στοχαστικό Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή (The Stochastic or Probabilistic TSP)	37
1.5 Το Περιορισμένης Χωρητικότητας Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Capacitated Vehicle Routing Problem)	38
1.6 Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Πολλαπλές Επιστροφές στην Αποθήκη (Multitrip Vehicle Routing Problem)	47
1.7 Το Ανοιχτό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Open Vehicle Routing Problem)	50
1.8 Το Ανοιχτό Κλειστό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Close-Open Vehicle Routing Problem)	53
1.9 Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Μόνο Περιορισμό το Χρόνο Μετάβασης	58
2 Επίλυση Προβλημάτων Δρομολόγησης Οχημάτων (Vehicle Routing Problems (VRPs)) με τη Χρήση του Αλγορίθμου του Πλησιέστερου Γείτονα	61
2.1 Εισαγωγή	61
2.2 Αναπαράσταση μίας Λύσης σε Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων	63
2.3 Το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή	65
2.4 Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Περιορισμό Χωρητικότητας	67
2.5 Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Περιορισμό Χωρητικότητας και Χρόνους Εξυπηρέτησης	79
2.6 Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Πολλαπλές Επιστροφές στην Αποθήκη	84
2.7 Το Ανοιχτό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων	87
2.8 Το Ανοιχτό Κλειστό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων	91
2.9 Το Ανοιχτό Κλειστό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ιδιόκτητα και Νοικιασμένα Οχήματα	96
2.10 Το Ανοιχτό Κλειστό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ιδιόκτητα και Νοικιασμένα Οχήματα και Πολλαπλές Επιστροφές στην Αποθήκη	98
2.11 Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ελαχιστοποίηση του Συνολικού Χρόνου	100
2.12 Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Μόνο Περιορισμό το Χρόνο Μετάβασης	102

3	Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων με Περισσότερους Περιορισμούς	109
3.1	Δρομολόγηση Οχημάτων για την Εξυπηρέτηση Πελατών μέσα σε Δεδομένα Χρονικά Περιθώρια (Vehicle Routing Problem with Time Windows)	109
3.2	Προβλήματα Δρομολόγησης με Διανομές και Παραλαβές Προϊόντων	113
3.2.1	Το Πρόβλημα της Παραλαβής και Διανομής Ενός Μόνο Εμπορεύματος	114
3.2.2	Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Δύο Είδη Πελατών Κατά τη Διάρκεια της Διαδρομής (Vehicle Routing Problem with Backhauls and Linehauls).	116
3.2.3	Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ταυτόχρονη Διανομή και Παραλαβή Προϊόντων Κατά τη Διάρκεια της Διαδρομής (Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery).	120
3.2.4	Δρομολόγηση Οχημάτων για την Εξυπηρέτηση Πελατών Μέσα σε Δεδομένα Χρονικά Περιθώρια και με Παράδοση και Παραλαβή Προϊόντων (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery and Time Windows)	123
3.2.5	Ένα προς Ένα Πρόβλημα Διανομής και Παραλαβής Προϊόντων (One to one Pickup and Delivery Problem (1-1 PDP))	126
3.2.6	Πρόβλημα Επιβίβασης και Αποβίβασης Πελατών σε Μεταφορικά Μέσα (Dial-a-Ride problem)	128
3.2.7	Δρομολόγηση και Χρονικός Προγραμματισμός Σχολικών Λεωφορείων (School Bus Routing Problem)	130
3.3	Η ύπαρξη πολλαπλών αποθηκών (Multidepot Vehicle Routing).	130
4	Επίλυση Προβλημάτων Δρομολόγησης Οχημάτων με Περισσότερους Περιορισμούς με Ευρετικούς Αλγόριθμους	135
4.1	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Χρονικούς Περιορισμούς	135
4.2	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ταυτόχρονη Διανομή και Παραλαβή Προϊόντων	144
4.3	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ταυτόχρονη Παράδοση και Παραλαβή Προϊόντων και Χρονικούς Περιορισμούς	160

4.4	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Διανομή και Παραλαβή Προϊόντων Απλής Ζήτησης	177
4.5	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Πρώτα Παράδοση και στη Συνέχεια Παραλαβή Προϊόντων	182
4.6	Το M-M Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Παράδοση και Παραλαβή Προϊόντων	195
4.7	Το Πολλαπλών Αποθηκών Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων	199
5	Σύνθετα Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων I	209
5.1	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Εξυπηρέτηση Πελατών με Παραπάνω από Ένα Οχήματα (Split Delivery Vehicle Routing Problem)	209
5.2	Περιοδικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Period Vehicle Routing Problem)	213
5.3	Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Κέρδη (Vehicle Routing Problem with Profits)	218
5.3.1	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Επιλεκτική Εξυπηρέτηση Πελατών (Team Orienteering Problem)	219
5.3.2	Το Περιορισμένης Χωρητικότητας Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Επιλεκτική Εξυπηρέτηση Πελατών (Capacitated Team Orienteering Problem)	222
5.4	Ετερογενούς Στόλου Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem)	224
5.5	Προβλήματα Φόρτωσης, Συσκευασίας και Δρομολόγησης (Loading, Packing and Routing Problems)	227
5.5.1	Πρόβλημα του Σακιδίου	227
5.5.2	Κλασικό Πρόβλημα Συσκευασίας	229
5.5.3	Συσκευασία Δισδιάστατων Αντικειμένων	230
5.5.4	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Δισδιάστατους Περιορισμούς Φόρτωσης (Capacitated Vehicle Routing Problem with Two-dimensional Loading Constraints)	236
5.5.5	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Τρισδιάστατους Περιορισμούς Φόρτωσης (Three-Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problem)	238
5.6	Το 2-Βαθμίδων Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Two Echelon Vehicle Routing Problem)	242

5.7	Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Πολλαπλά Διαμερίσματα στα Οχήματα (Multi-compartment Vehicle Routing Problem)	247
5.8	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ρυμουλκούμενα (Truck and Trailer Routing Problem)	250
5.9	Προγραμματισμός Οχημάτων (Vehicle Scheduling Problem)	255
5.9.1	Το Απλής Αποθήκης Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων (VSP)	255
5.9.2	Το Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων με Περιορισμούς στο Μήκος των Διαδρομών (VSPLPR)	256
5.9.3	Το Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων με Πολλαπλού Τύπου Οχήματα (VSPMVT)	256
5.9.4	Το Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων με Πολλαπλές Αποθήκες (VSPMD)	256
5.10	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Τόξων (Arc Routing Problem) .	256
5.10.1	Το Πρόβλημα του Κινέζου Ταχυδρόμου (Chinese Postman Problem)	257
5.10.2	Το Πρόβλημα του Ταχυδρόμου Αγροτικού Ταχυδρομείου (Rural Postman Problem)	258
5.10.3	Το Περιορισμένης Χωρητικότητας Πρόβλημα Δρομολόγησης Τόξων (The Capacitated Arc Routing Problem)	258
6	Σύνθετα Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων II	261
6.1	Το Συσσωρευτικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Cumulative Capacitated Vehicle Routing Problem)	261
6.2	Το Χρονικώς Εξαρτώμενο Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Time Dependent Vehicle Routing Problem)	263
6.3	Στοχαστικά και Δυναμικά Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων (Stochastic and Dynamic Vehicle Routing Problems)	266
6.3.1	Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Στοχαστική Ζήτηση (Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands)	268
6.3.2	Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Στοχαστική Ζήτηση και Πελάτες (Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands and Customers)	270
6.3.3	Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Στοχαστικούς Χρόνους Ταξιδιού (Vehicle Routing Problem with Stochastic Travel Times)	271

6.3.4	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ασαφείς Ζητήσεις (Vehicle Routing Problem with Fuzzy Demands)	273
6.3.5	Το Δυναμικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Dynamic Vehicle Routing Problem)	275
6.4	Το Πράσινο Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Green Vehicle Routing Problem)	280
6.4.1	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ελαχιστοποίηση της Κατανάλωσης Καυσίμων (Fuel Consumption Vehicle Routing Problem-(FCVRP))	280
6.4.2	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Στόχο την Αποφυγή της Μόλυνσης (The Pollution Routing Problem)	282
6.5	Το Συνεργατικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Collaborative Vehicle Routing Problem)	286
6.5.1	Το Συνεργατικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων για Εξυπηρέτηση Κοινών Πελατών (Shared Customer Collaboration Vehicle Routing Problem)	287
6.6	Εφαρμογές του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων . . .	292
7	Επίλυση Σύνθετων Προβλημάτων Δρομολόγησης Οχημάτων με Ευρετικούς Αλγόριθμους	295
7.1	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ισοκατανομή στους Πελάτες ανά Όχημα	295
7.2	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Εξυπηρέτηση Πελατών με Παραπάνω από Ένα Οχήματα	297
7.3	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Επιλεκτική Εξυπηρέτηση Πελατών	302
7.4	Το Περιοδικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων	306
7.5	Το Χρονικώς Εξαρτώμενο Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων	316
7.6	Το Δυναμικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων	320
8	Συνδυαστικά Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων	341
8.1	Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων και Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων	341
8.1.1	Προβλήματα Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων και Μεταφοράς	341
8.1.2	Κλασικό Πρόβλημα Μεταφοράς	345
8.1.3	Κλασικό Πρόβλημα Διαμετακόμισης	349

8.1.4	Κλασικό Πρόβλημα Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων . . .	351
8.1.5	Στοχαστικό Πρόβλημα Μεταφοράς	356
8.1.6	Προβλήματα Επικάλυψης (Covering Problems) . . .	357
8.1.7	Το Πρόβλημα της Μέγιστης Επικάλυψης Συνόλου (Maximum covering problem)	358
8.1.8	Το Πρόβλημα των p -Κέντρων (p -Center Problem) . .	360
8.1.9	Το Πρόβλημα των p -Μέσων (p -Median Problem) . .	362
8.1.10	Προβλήματα Χωροθέτησης Περιορισμένης και Μη Περιορισμένης χωρητικότητας	363
8.1.11	Πρόβλημα Χωροθέτησης με Πολυ-Επίπεδη Διανομή και Πολλαπλούς Τρόπους Μεταφοράς	364
8.1.12	Σύνθετο Πρόβλημα Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων και Δρομολόγησης Οχημάτων (Location Routing Problem)	370
8.1.13	Το Διεπίπεδο Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων και Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων (Bilevel Location Routing Problem)	373
8.1.14	Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων και Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων με Στοχαστική Ζήτηση (Location Routing Problem with Stochastic Demands) .	376
8.2	Το 2-Βαθμίδων Πρόβλημα Ταυτόχρονης Δρομολόγησης Οχημάτων και Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων (Two Echelon Location Routing Problem)	378
8.3	Προβλήματα Ταυτόχρονης Δρομολόγησης Οχημάτων και Αποθεματοποίησης (Inventory Routing Problem)	383
8.4	Στοχαστικά Προβλήματα Ταυτόχρονης Δρομολόγησης Οχημάτων και Αποθεματοποίησης (Stochastic Inventory Routing Problem)	388
8.5	Προβλήματα Ταυτόχρονης Δρομολόγησης Οχημάτων και Παραγωγής (Production Routing Problem)	390
8.6	Πρόβλημα Παραγωγής, Αποθεματοποίησης και Διανομής . .	393
8.7	Πρόβλημα Παραγωγής, Αποθεματοποίησης και Διανομής σε Τριεπίπεδο Δίκτυο	396
9	Αλγόριθμοι για Επίλυση Προβλημάτων Δρομολόγησης Οχημάτων	399
9.1	Αλγόριθμοι Κατασκευής μίας Αρχικής Λύσης	399
9.1.1	Ο Αλγόριθμος της Εγγύτερης Συγχώνευσης	401
9.1.2	Ο Αλγόριθμος της Εγγύτερης Πρόσθεσης	402
9.1.3	Αλγόριθμος της Διαδικασίας Εισαγωγής Κόμβων . . .	402

9.1.4	Αλγόριθμος του Christofides για το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή	404
9.1.5	Ο Αλγόριθμος των Εξοικονομήσεων των Clarke & Wright (The Savings Algorithm)	404
9.1.6	Αλγόριθμος της Διαδικασίας Εισαγωγής Κόμβων για το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων	414
9.1.7	Μέθοδοι Δύο Φάσεων	419
9.2	Αλγόριθμοι Τοπικής Αναζήτησης	422
9.2.1	Μέθοδος 2-opt	424
9.2.2	Μέθοδος 3-opt	429
9.2.3	Μέθοδος Or-opt	431
9.2.4	Αλγόριθμοι Τοπικής Αναζήτησης για το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων	432
9.3	Μεθευρετικοί Αλγόριθμοι	439
9.3.1	Προσομοιωμένη Ανόπτωση (Simulated Annealing)	441
9.3.2	Περιορισμένη Αναζήτηση (Tabu Search)	443
9.3.3	Διαδικασία άπληστης τυχαιοποιημένης προσαρμοστικής αναζήτησης (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure)	446
9.3.4	Αλγόριθμος Επανασύνδεσης Διαδρομών (Path Relinking (PR))	447
9.3.5	Αλγόριθμος Μεταβλητής Γειτονιάς Αναζήτησης (Variable Neighborhood Search)	447
9.4	Γενετικοί, Εξελικτικοί και Αλγόριθμοι Εμπνευσμένοι από τη Φύση	450
9.4.1	Γενετικοί Αλγόριθμοι (Genetic Algorithms)	450
9.4.2	Γενετικοί Αλγόριθμοι Πολλαπλών Πληθυσμών - Νησιών (Island Genetic Algorithms)	451
9.4.3	Μιμητικοί Αλγόριθμοι (Memetic Algorithms)	453
9.4.4	Αλγόριθμος της Διαφορικής Εξέλιξης (Differential Evolution)	454
9.4.5	Αλγόριθμος Βελτιστοποίησης Αποικίας Μυρμηγκιών (Ant Colony Optimization)	456
9.5	Αλγόριθμος Βελτιστοποίησης Σμήνους Σωματιδίων (Particle Swarm Optimization)	459
9.5.1	Αλγόριθμος Βελτιστοποίησης Ζευγαρώματος Μελισσών (Honey Bees Mating Optimization)	462

9.5.2	Αλγόριθμος Βελτιστοποίησης Ζευγαρώματος Μπάμπουρων (Bumble Bees Mating Optimization)	464
9.5.3	Αλγόριθμος Τεχνητής Αποικίας Μελισσών (Artificial Bee Colony Optimization Algorithm)	468
9.5.4	Αλγόριθμος της Πυγολαμπίδας (Fire-Fly Algorithm) .	470
9.5.5	Αλγόριθμος της Νυχτερίδας (Bat Algorithm)	473
9.5.6	Αλγόριθμος αναζήτησης Κούκων (Cuckoo Search Algorithm)	476

Βιβλιογραφία**479**

Κατάλογος Σχημάτων

1.1	Απλό παράδειγμα δρομολόγησης οχημάτων.	25
1.2	Η πραγματική εικόνα μπορεί να διαφέρει από την αφαιρετική εικόνα ενός γραφήματος: οι διακεκομμένες γραμμές στο (α) αντιστοιχούν στο πραγματικό οδικό δίκτυο. Η κυκλική διαδρομή (β) θα πρέπει να ερμηνευθεί σωστά στο πραγματικό οδικό δίκτυο (α).	30
1.3	Κυκλικές διαδρομές στη δρομολόγηση πολλαπλών οχημάτων.	38
1.4	Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων περιορισμένης χωρητικότητας.	41
1.5	Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με πολλαπλές επιστροφές στην αποθήκη.	49
1.6	Το ανοιχτό πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων.	51
1.7	Το ανοιχτό κλειστό πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων.	54
1.8	Το ανοιχτό κλειστό πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με ιδιόκτητα και νοικιασμένα αυτοκίνητα.	55
1.9	Το ανοιχτό κλειστό πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με ιδιόκτητα και νοικιασμένα αυτοκίνητα και πολλαπλές επιστροφές στην αποθήκη.	57
3.1	Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με χρονικά περιθώρια (χρονικά παράθυρα).	111
3.2	Το πρόβλημα της παραλαβής και διανομής ενός μόνο εμπορεύματος.	116
3.3	Πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με δύο είδη πελατών κατά τη διάρκεια της διαδρομής.	118
3.4	Πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με ταυτόχρονη διανομή και παραλαβή προϊόντων κατά τη διάρκεια της διαδρομής.	122
3.5	Ένα προς ένα πρόβλημα διανομής και παραλαβής προϊόντων.	128
3.6	Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με πολλαπλές αποθήκες, 1ο παράδειγμα.	132

3.7 Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με πολλαπλές αποθήκες, 2ο παράδειγμα.	133
5.1 Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Εξυπηρέτηση Πελατών με Παραπάνω από Ένα Οχήματα.	211
5.2 Το Περιοδικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων.	216
5.3 Το Περιοδικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων.	219
5.4 Διαίρεση σε λωρίδες και πλήρωση των λωρίδων με αντικείμενα. Ο σκιασμένος χώρος είναι η απώλεια από την μη-πλήρη κάλυψη των λωρίδων.	231
5.5 Συσκευασία σε τρία βήματα: Ο χώρος διαιρείται σε λωρίδες, οι οποίες διαιρούνται σε στοίβες, οι οποίες αποδέχονται ισόπλιστα αντικείμενα. Ο σκιασμένος χώρος είναι απώλεια καθώς δεν χρησιμοποιείται.	234
5.6 Το 2-βαθμίδων Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων.	246
5.7 Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Ρυμουλκούμενα.	251
6.1 Το Δυναμικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων.	279
6.2 Το Δυναμικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων.	280
7.1 Οι διαδρομές που προέκυψαν από το αλγόριθμο του πλησιέστερου γείτονα	328
7.2 Οι κυκλικές διαδρομές αφού έχουν αφαιρεθεί οι πελάτες που θα εξυπηρετηθούν αργότερα	331
7.3 διαδρομές του πρώτου <i>update</i>	337
7.4 Οι διαδρομές του δεύτερου <i>update</i>	339
7.5 Οι τελικές διαδρομές	340
8.1 Γεωγραφική και γραφηματική αναπαράσταση εγκαταστάσεων και πελατών για το κλασικό πρόβλημα μεταφοράς	346
8.2 Δίκτυο για πρόβλημα διαμετακόμισης με δύο κέντρα διανομής βασισμένο στα δεδομένα του Σχήματος 8.1 (Δεν εμφανίζονται όλα τα πιθανά τόξα)	350
8.3 Ασυνέχεια συνάρτησης παγίου κόστους	353
8.4 Κλιμακωτή συνάρτηση κόστους με πολλαπλά σημεία θλάσης	355
8.5 Διεπίπεδο (bi-enchelon) δίκτυο διανομής με πολλαπλούς τρόπους μεταφοράς	369
8.6 Το 2-βαθμίδων Πρόβλημα Ταυτόχρονης Δρομολόγησης Οχημάτων και Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων.	379

8.7 Ένα δίκτυο εφοδιαστικής αλυσίδας με δύο εγκαταστάσεις παραγωγής, τρεις μεταπωλητές και δύο χρονικές περιόδους. Τα διακεκομένα με σημεία τόξα αντιστοιχούν στην παραγωγή, τα διακεκομένα σ' αποθέματα και τα υπόλοιπα στις μεταφορές.	395
9.1 Εγγύτερη Συγχώνευση για το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή	402
9.2 Εγγύτερη Πρόσθεση για το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή	403
9.3 Εφαρμογή του αλγορίθμου Christofides	405
9.4 Εφαρμογή του αλγορίθμου Clarke and Wright	405
9.5 Εφαρμογή του αλγορίθμου Gillet and Miller	420
9.6 Εφαρμογή του αλγορίθμου 2-opt	424
9.7 Εφαρμογή του αλγορίθμου 3-opt	429
9.8 Παράδειγμα 1-0 επανατοποθέτηση (1-0 relocate)	433
9.9 Παράδειγμα 1-1 ανταλλαγή (1-1 exchange)	433
9.10 Παράδειγμα 2-2 ανταλλαγή (2-2 exchange)	434
9.11 Παράδειγμα 2-0 επανατοποθέτηση (2-0 relocate)	434
9.12 Παράδειγμα αλγορίθμου διασταύρωσεως (crossing algorithm)	435