



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΕΥΡΥΠΙΔΗΣ ΚΕΧΑΓΙΑΣ
Α.Μ.: 3203030

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΣΚΟΥΝΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΕΠΙΚΟΥΡΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΒΛΕΨΗ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΙΑΣΙΑΚΟΣ, ΔΙΔΑΚΤΩΡ Ε.Μ.Π.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ (ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2020)

Περιεχόμενα

Κατάλογος Σχημάτων.....	4
Κατάλογος Πινάκων	5
Περίληψη	6
Abstract.....	7
1. Εισαγωγή	8
2. Αστικές Εμπορευματικές Μεταφορές	10
2.1. Αστικοποίηση & Ανάγκη Εφοδιασμού των Πόλεων.....	10
2.2. Προκλήσεις Αστικών Εμπορευματικών Μεταφορών	12
2.3. Το Πρόβλημα Δρομολόγησης των Οχημάτων.....	15
3. Πληροφοριακό Σύστημα Εμπορευματικών Μεταφορών	22
3.1. Πλαίσιο Υλοποίησης Συστήματος.....	22
3.2. Πλεονεκτήματα Χρήσης Συστήματος για Εταιρείες Logistics.....	25
3.3. Λειτουργικότητα του Συστήματος.....	27
4. Μοντελοποίηση Επιχειρήσεων.....	32
4.1. Συσχέτιση Αρχιτεκτονικών, Πλαισίων και Μεθόδων Μοντελοποίησης.....	33
4.2. Δημοφιλή Πλαίσια Αρχιτεκτονικής.....	37
4.2.1. CIMOSA	37
4.2.2. Zachman.....	38
4.2.3. GERAM	39
4.2.4. ARIS	40
4.3. Δημοφιλείς Μέθοδοι Μοντελοποίησης.....	45
5. Επιλογή Κατάλληλου Εργαλείου Μοντελοποίησης.....	48
5.1. Καθορισμός Προβλήματος	50
5.2. Προσδιορισμός Κριτηρίων Αξιολόγησης.....	50
5.2.1. Κριτήριο Αξιολόγησης: Κόστος	51
5.2.2. Κριτήριο Αξιολόγησης: Δυνατότητες Μοντελοποίησης	51
5.2.3. Κριτήριο Αξιολόγησης: Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες	52
5.2.4. Κριτήριο Αξιολόγησης: Εξοικείωση Ομάδας με Εργαλείο	53
5.2.5. Κριτήριο Αξιολόγησης: Ευκολία Εκμάθησης στους End Users.....	53
5.2.6. Κριτήριο Αξιολόγησης: Δυνατότητες Reporting	54
5.3. Προσδιορισμός Εναλλακτικών Λύσεων	54
5.4. Προσδιορισμός Βαρών Κριτηρίων	57
5.5. Βαθμολόγηση Εναλλακτικών για κάθε Κριτήριο	61

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

5.6.	Επιλογή Μεθόδου Λήψης Απόφασης.....	61
5.7.	Αξιολόγηση Εναλλακτικών	62
5.8.	Προσδιορισμός Βέλτιστης Λύσης.....	65
6.	Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς Υλοποίησης Συστήματος σε Εταιρείες Logistics ...	66
6.1.	Αρχιτεκτονική του Μοντέλου Αναφοράς.....	67
6.2.	Οπτική της Οργάνωσης.....	68
6.3.	Οπτική των Δεδομένων και Συστημάτων	70
6.3.1.	Μοντέλο Συστήματος	70
6.3.2.	Μοντέλο Αρχείων	71
6.3.3.	Μοντέλο Οντοτήτων - Συσχετίσεων.....	72
6.3.4.	Μοντέλα Οντοτήτων.....	73
6.4.	Οπτική των Λειτουργιών	75
6.5.	Οπτική των Διαδικασιών	77
6.5.1.	Διάγραμμα Αλυσίδας Προστιθέμενης Αξίας.....	77
6.5.2.	Διαγράμματα Αλυσίδας Διαδικασίας Καθοδηγούμενης από Γεγονότα.....	78
6.6.	Οπτική των Προϊόντων/ Υπηρεσιών.....	107
7.	Συμπεράσματα.....	108
8.	Βιβλιογραφία	109

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1 Εκτίμηση Παγκόσμιας Αστικοποίησης (έως το 2050).....	11
Σχήμα 2.2 Εμπλεκόμενοι στα City Logistics.....	13
Σχήμα 2.3 Ο κύκλος του Hamilton.....	16
Σχήμα 2.4 Παραλλαγές του VRP.....	18
Σχήμα 3.1: Πλαίσιο Λειτουργίας Συστήματος Δρομολόγησης & Προγραμματισμού Παραδόσεων ...	28
Σχήμα 4.1 Τυπικά Στάδια Μοντελοποίησης Επιχειρηματικών Διαδικασιών.....	32
Σχήμα 4.2 Συσχετισμός Εννοιών Μοντελοποίησης.....	36
Σχήμα 4.3 Πλαίσιο CIMOSA.....	38
Σχήμα 4.4 Πλαίσιο Zachman.....	39
Σχήμα 4.5 Πλαίσιο GERAM.....	40
Σχήμα 4.6: ARIS House.....	42
Σχήμα 4.7: Μέθοδοι ανά Όψη στο ARIS House.....	44
Σχήμα 4.8: Συσχετίσεις των Αντικειμένων Μοντελοποίησης.....	45
Σχήμα 5.1 Διαδικασία Λήψης Απόφασης.....	48
Σχήμα 5.2 Κατάταξη Εναλλακτικών.....	65
Σχήμα 6.1 Μεθοδολογία Ανάπτυξης Συστήματος.....	66
Σχήμα 6.2 Αρχιτεκτονική Συστήματος.....	67
Σχήμα 6.3 Οργανόγραμμα.....	69
Σχήμα 6.4 Σύστημα.....	70
Σχήμα 6.5 Αρχεία.....	71
Σχήμα 6.6 Συσχετίσεις Οντοτήτων.....	72
Σχήμα 6.7 Οντότητες (1/2).....	73
Σχήμα 6.8 Οντότητες (2/2).....	74
Σχήμα 6.9 Δέντρο Διαδικασιών.....	76
Σχήμα 6.10 Αλυσίδα Προστιθέμενης Αξίας Διαδικασιών.....	77
Σχήμα 6.11 Διαδικασία 1.0: Διαχείριση Δεδομένων Συστήματος.....	78
Σχήμα 6.12 Υποδιαδικασία 1.1: Διαχείριση Εντολών Μεταφορικού Έργου.....	80
Σχήμα 6.13 Υποδιαδικασία 1.2: Διαχείριση Στόλου Οχημάτων.....	82
Σχήμα 6.14 Υποδιαδικασία 1.3: Διαχείριση Χρηστών Συστήματος.....	84
Σχήμα 6.15 Διαδικασία 2.0: Δρομολόγηση.....	85
Σχήμα 6.16 Υποδιαδικασία 2.1: Προετοιμασία Δρομολόγησης.....	87
Σχήμα 6.17 Υποδιαδικασία 2.2: Δρομολόγηση Ίδιας Ημέρας.....	89
Σχήμα 6.18 Υποδιαδικασία 2.3: Δρομολόγηση Μεταγενέστερης Ημερομηνίας.....	91
Σχήμα 6.19 Υποδιαδικασία 2.4: Προετοιμασία Έναρξης Δρομολογίων.....	93
Σχήμα 6.20 Διαδικασία 3.0: Παρακολούθηση Εκτέλεσης Δρομολογίων.....	94
Σχήμα 6.21 Υποδιαδικασία 3.1: Εκτέλεση Δρομολογίων.....	96
Σχήμα 6.22 Υποδιαδικασία 3.2: Διαχείριση Έκτακτων Γεγονότων στη Διάρκεια των Δρομολογίων.....	98
Σχήμα 6.23 Υποδιαδικασία 3.3: Διαχείριση Βλαβών Οχημάτων και Αδιαθεσίας Οδηγών κατά τη Διάρκεια του Δρομολογίου.....	100
Σχήμα 6.24 Υποδιαδικασία 3.4: Παράδοση Προϊόντων.....	102
Σχήμα 6.25 Υποδιαδικασία 3.5: Επιστροφή Προϊόντων.....	104
Σχήμα 6.26 Διαδικασία 4.0: Απολογισμός Δρομολογίου.....	106
Σχήμα 6.27 Προϊόντα Διαδικασιών.....	107

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 5.1 Ανάλυση Κριτηρίου «Δυνατότητες Μοντελοποίησης»	52
Πίνακας 5.2 Κλίμακα Βαθμολογίας Κριτηρίου «Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες»	52
Πίνακας 5.3 Κλίμακα Βαθμολογίας Κριτηρίου «Εξοικείωση Ομάδας με Εργαλείο».....	53
Πίνακας 5.4 Κλίμακα Βαθμολογίας Κριτηρίου «Ευκολία Εκμάθησης στους End Users»	54
Πίνακας 5.5 Ανάλυση Κριτηρίου «Δυνατότητες Reporting».....	54
Πίνακας 5.6 Εναλλακτικές Λύσεις	57
Πίνακας 5.7 Αρχικός Πίνακας Διμερών Συγκρίσεων Μεθόδου AHP.....	59
Πίνακας 5.8 Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερών Συγκρίσεων Μεθόδου AHP	59
Πίνακας 5.9 Πίνακας Βαρών & Δεικτών Συνέπειας AHP.....	60
Πίνακας 5.10 Δείκτες Μεθόδου AHP.....	60
Πίνακας 5.11 Συγκεντρωτικός Πίνακας με Βαθμολογίες Εναλλακτικών	61
Πίνακας 5.12 Αρχικός Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE.....	63
Πίνακας 5.13 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Κόστος»	63
Πίνακας 5.14 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Δυνατότητες Μοντελοποίησης»	63
Πίνακας 5.15 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες»	64
Πίνακας 5.16 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Εξοικείωση Ομάδας με Εργαλείο»	64
Πίνακας 5.17 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Ευκολία Εκμάθησης & Χρήσης»	64
Πίνακας 5.18 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Δυνατότητες Reporting».....	64
Πίνακας 5.19 Τελικός Πίνακας Μεθόδου PROMETHEE.....	65
Πίνακας 6.1 Τύποι Συσχετίσεων Οντοτήτων.....	72
Πίνακας 6.2 Υποδιαδικασία 1.1: Διαχείριση Εντολών Μεταφορικού Έργου	79
Πίνακας 6.3 Υποδιαδικασία 1.2: Διαχείριση Στόλου Οχημάτων	81
Πίνακας 6.4 Υποδιαδικασία 1.3: Διαχείριση Χρηστών Συστήματος	83
Πίνακας 6.5 Υποδιαδικασία 2.1: Προετοιμασία Δρομολόγησης.....	86
Πίνακας 6.6 Υποδιαδικασία 2.2: Δρομολόγηση Ίδιας Ημέρας	88
Πίνακας 6.7 Υποδιαδικασία 2.3: Δρομολόγηση Μεταγενέστερης Ημερομηνίας.....	90
Πίνακας 6.8 Υποδιαδικασία 2.4: Προετοιμασία Έναρξης Δρομολογίων	92
Πίνακας 6.9 Υποδιαδικασία 3.1: Εκτέλεση Δρομολογίων	95
Πίνακας 6.10 Υποδιαδικασία 3.2: Διαχείριση Έκτακτων Γεγονότων στη Διάρκεια των Δρομολογίων	97
Πίνακας 6.11 Υποδιαδικασία 3.3: Διαχείριση Βλαβών Οχημάτων και Αδιαθεσίας Οδηγών κατά τη Διάρκεια του Δρομολογίου.....	99
Πίνακας 6.12 Υποδιαδικασία 3.4: Παράδοση Προϊόντων.....	101
Πίνακας 6.13 Υποδιαδικασία 3.5: Επιστροφή Προϊόντων	103
Πίνακας 6.14 Διαδικασία 4.0: Απολογισμός Δρομολογίου.....	105

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αφορά στην ανάπτυξη ενός επιχειρησιακού μοντέλου αναφοράς για την υλοποίηση πληροφοριακού συστήματος εμπορευματικών μεταφορών σε εταιρείες logistics. Το μοντέλο αναφοράς είναι επομένως ένα «μερικό μοντέλο», εξειδικευμένο για χρήση σε εταιρείες logistics και σχεδιασμένο σύμφωνα με τα πλαίσια αρχιτεκτονικών και τις μεθόδους μοντελοποίησης επιχειρήσεων. Το μοντέλο αποτελεί ένα «σημείο αναφοράς» προκειμένου να γίνει κατανοητή η λειτουργικότητα του συστήματος εμπορευματικών μεταφορών και η αξία του για τις εταιρείες logistics στις οποίες θα χρησιμοποιηθεί. Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο αναφοράς αντανακλά την εφαρμογή του συστήματος σε διαδικασίες των εταιρειών logistics, αποτυπώνοντας τόσο τη ροή των διαδικασιών όσο και την αλληλεπίδραση τους με εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες. Για την ανάπτυξη του μοντέλου αξιοποιείται κατάλληλο εργαλείο λογισμικού, επιτρέποντας την απεικόνιση πολύπλευρων οπτικών μοντελοποίησης. Για την αποτελεσματικότερη αποτύπωση των δυνατοτήτων αξιοποίησης του συστήματος κατασκευάζονται διαγράμματα που απεικονίζουν:

- την οργανωτική δομή των εταιρειών logistics
- τις διαδικασίες εκείνες που μπορούν να υποστηριχθούν από το σύστημα, την ιεραρχική δομή αυτών καθώς και τις σχέσεις που τις διέπουν
- τα δεδομένα και τα συστήματα των εταιρειών logistics που σχετίζονται με την εκτέλεση των παραπάνω διαδικασιών

Αναλυτικότερα, το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί μια εισαγωγική αναφορά στο μοντέλο και το πλαίσιο υλοποίησης του. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις αστικές εμπορευματικές μεταφορές, μια από τις κύριες δραστηριότητες των εταιρειών logistics, αναδεικνύοντας τη σημαντικότητά τους καθώς και τα προβλήματα που έχει επιφέρει η μεγάλη αύξηση της ανάγκης εφοδιασμού των πόλεων, δίνοντας έμφαση στο πρόβλημα δρομολόγησης των οχημάτων. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πληροφοριακό σύστημα εμπορευματικών μεταφορών το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις εταιρείες logistics για την δρομολόγηση των οχημάτων και τον προγραμματισμό των παραδόσεων τους. Συγκεκριμένα, αναφέρεται το πλαίσιο υλοποίησης του συστήματος, αναλύεται η λειτουργικότητά του και παρατίθενται τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση του. Ακολούθως, στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται ανασκόπηση πλαισίων αρχιτεκτονικών αλλά και μεθόδων μοντελοποίησης για να αντληθούν χρήσιμα στοιχεία που μπορούν να αξιοποιηθούν για την ανάπτυξη του μοντέλου αναφοράς. Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιείται αξιολόγηση εργαλείων λογισμικού, οδηγώντας στην επιλογή του καταλληλότερου για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του μοντέλου αναφοράς. Στο έκτο κεφάλαιο αναπτύσσεται και αναλύεται το σύνολο των διαγραμμάτων που συνθέτουν το μοντέλο αναφοράς. Ολοκληρώνοντας, στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

Λέξεις Κλειδιά: Μοντέλο Αναφοράς, Μοντελοποίηση Επιχειρησιακών Διαδικασιών, Αστικές Εμπορευματικές Μεταφορές, Εφοδιαστική Αλυσίδα, Logistics

Abstract

The present thesis concerns the development of a business reference model for the implementation of a freight transportation system in logistic companies. The reference model is therefore a “partial model”, specialized for use in logistics companies and designed according to architectural frameworks and business modeling methods. The model will essentially serve as a "benchmark" to understand the functionality of the transportation system and its value for the logistic companies in which it will be used. More specifically, the reference model reflects the application of the system to the processes of logistics companies, depicting both the flow of processes as well as their interaction with internal and external factors. An appropriate software tool is utilized to develop the model, enabling the visualization of multiple modeling views. In order to effectively depict the potential of the system, diagrams are created presenting:

- the organizational structure of logistics companies
- processes that can be supported by the system, their hierarchical structure and their relationships
- data and systems of the logistics companies related to the execution of the above processes

In more detail, the first chapter of this thesis serves as an introduction to the model and the framework of its implementation. The second chapter refers to urban freight transportation, one of the main activities of logistics companies, highlighting its importance, the problems associated with the increased need for urban freight transportation and emphasizing on the problem of vehicle routing. The third chapter presents the freight transportation system which can be used by logistics companies for vehicle routing and delivery scheduling. Specifically, the framework under which the system is implemented is mentioned, the system’s functionality is analyzed and the benefits arising from its use are listed.

The fourth chapter then reviews architectural frameworks and modeling methods to derive useful information that can be utilized for the development of the reference model. The fifth chapter evaluates various software tools, leading to the selection of the most appropriate one for the design and implementation of the reference model. In the sixth chapter, all the diagrams that make up the reference model are developed and analyzed. Finally, the seventh chapter presents the conclusions of this thesis.

Keywords: Reference Model, Business Process Modeling, Urban Freight Transportation, Supply Chain, Logistics

1. Εισαγωγή

Μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν σήμερα οι εταιρείες logistics είναι ο αποδοτικός και αποτελεσματικός προγραμματισμός των παραδόσεων και η δρομολόγηση του στόλου των οχημάτων τους. Η συγκεκριμένη πρόκληση δημιουργεί ένα σύνθετο πρόβλημα στο οποίο πρέπει να συνυπολογιστούν ταυτοχρόνως πολλαπλά κριτήρια και περιορισμοί αλλά και οι απαιτήσεις κάθε πελάτη. Στις αστικές περιοχές όπου η ζήτηση αλλά και οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι εταιρείες logistics είναι σαφώς εντονότερες, γίνεται όλο και περισσότερο αναγκαία η χρήση προηγμένων συστημάτων για τον προγραμματισμό και την εκτέλεση των παραδόσεων.

Σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος αυτού, αναπτύσσεται στα πλαίσια ερευνητικού έργου του προγράμματος «Ερευνώ-Δημιουργώ-Καινοτομώ», μέσα από τη συνεργασία του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με εταιρεία λογισμικού, ένα σύστημα δρομολόγησης οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων, που θα υποστηρίζει τις αστικές εμπορευματικές μεταφορές, διαχειριζόμενο τόσο στατικά όσο και δυναμικά δεδομένα. Η σύνδεση της παρούσας εργασίας με το συγκεκριμένο έργο, προκύπτει από το γεγονός ότι το μοντέλο αναφοράς το οποίο θα κατασκευαστεί αξιοποιώντας μεθόδους και πλαίσια αρχιτεκτονικών μοντελοποίησης, θα μπορέσει να χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια για τον καθορισμό των απαιτήσεων και των προδιαγραφών του συστήματος.

Η μοντελοποίηση των διαδικασιών συντελεί στην κατανόηση της δομής και λειτουργίας των επιχειρήσεων, ενώ μπορεί να αποβεί ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων ενός συστήματος, το οποίο καλείται να υποστηρίξει τις ανάγκες τους. Η απόφαση για την αξιοποίηση ενός πληροφοριακού συστήματος από μία επιχείρηση προκύπτει εξάλλου από την ανάγκη της να αντιμετωπίσει κάποια επιχειρησιακά προβλήματα. Τα προβλήματα αυτά μπορεί να αφορούν επιμέρους λειτουργίες της επιχείρησης ή και συνδυασμό αυτών. Η επιτυχία για ένα πληροφοριακό σύστημα εξαρτάται άμεσα από το βαθμό στον οποίο η εφαρμογή του βοήθησε την επιχείρηση να εκπληρώσει κάποιους κρίσιμους στόχους, όπως είναι η βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών της, αλλά και η μείωση των εξόδων και των νεκρών χρόνων λειτουργίας της.

Η ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος είναι μια σύνθετη διαδικασία αποτελούμενη από διαφορετικές φάσεις. Το συγκεκριμένο σύστημα θα αναπτυχθεί ακολουθώντας το μοντέλο του καταρράκτη (Royce, 1970). Στο μοντέλο αυτό, σε πρώτη φάση τίθενται από τα στελέχη της επιχείρησης στην ομάδα ανάπτυξης τα προβλήματα που καλείται το σύστημα να αντιμετωπίσει. Με όσο περισσότερη σαφήνεια και λεπτομέρεια γίνεται αυτό, τόσο πιο αποτελεσματικά καθορίζονται οι στόχοι και ο σκοπός του συστήματος. Αντιστοίχως, από την πλευρά της ομάδας ανάπτυξης, απαντώνται ερωτήματα όπως το πόσος χρόνος θα χρειαστεί, ποιο είναι το κόστος, πώς θα επωφεληθεί ο οργανισμός, αν υπάρχει η κατάλληλη υποδομή και τεχνογνωσία, πώς θα γίνει η μετάβαση στο σύστημα και πώς θα επηρεαστούν οι κρίσιμοι παράμετροι (κέρδος, έξοδα).

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Επιπρόσθετα στη φάση αυτή πραγματοποιείται ο προσδιορισμός και μετέπειτα η ανάλυση των απαιτήσεων. Τα αποτελέσματα της φάσης αυτής χρησιμοποιούνται στην συνέχεια στη φάση του σχεδιασμού του συστήματος για την δημιουργία λειτουργικών απαιτήσεων, αλλά και τεχνικών προδιαγραφών. Στην συνέχεια στη φάση του προγραμματισμού, οι προδιαγραφές μετατρέπονται σε κώδικα προγράμματος, ενώ στη φάση της δοκιμής το σύστημα τίθεται σε δοκιμαστική λειτουργία μέσω κατάλληλων σεναρίων ελέγχου. Τελικά, ολοκληρώνοντας τις δοκιμές, το σύστημα τίθεται σε λειτουργία. Βεβαίως, με την πάροδο του χρόνου, είναι πιθανό να διαπιστωθούν ανάγκες για αλλαγές, προσθήκες και βελτιώσεις που χρειάζεται το σύστημα. Επίσης κατά την λειτουργία του το σύστημα απαιτεί συντήρηση, με σκοπό να παραμένει αποτελεσματικό σε όλη την διάρκεια της λειτουργίας του.

Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, στην ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος, εκτός από την ομάδα που αναλαμβάνει την ανάπτυξη, εμπλέκονται και πολλά στελέχη της επιχείρησης που θα το χρησιμοποιήσει, όπως διευθυντικά στελέχη, μέτοχοι και σύμβουλοι, που θα συνεργαστούν με την ομάδα ανάπτυξης. Η συνεργασία αυτή καθίσταται αναγκαία για την κατανόηση των αναγκών των επιχειρήσεων αλλά και των διαδικασιών που καλείται το σύστημα να υποστηρίξει. Η πρακτική εμπειρία δείχνει ότι γίνονται συχνά λάθη, που οφείλονται στην κακή επικοινωνία μεταξύ της επιχείρησης και των προγραμματιστών, οδηγώντας σε ελλιπή κάλυψη των διαδικασιών των επιχειρήσεων από το αναπτυχθέν σύστημα, εξ αιτίας της αδυναμίας κατανόησης των αναγκών που καλείται να υποστηρίξει το σύστημα. Εάν οι ανάγκες αλλά και η λειτουργικότητα του συστήματος δεν γίνουν κατανοητές σε όλους τους εμπλεκόμενους, οι απαιτήσεις του συστήματος δεν θα προσδιοριστούν σωστά και το έργο θα οδηγηθεί σε αποτυχία.

Το μοντέλο αναφοράς της παρούσας εργασίας έρχεται να γεφυρώσει αυτό το χάσμα επικοινωνίας και κατανόησης μεταξύ της εταιρείας λογισμικού, που αναπτύσσει το σύστημα εμπορευματικών μεταφορών, και των εταιρειών logistics, στις οποίες θα μπορούσε να υλοποιηθεί το σύστημα.. Για να σχεδιαστεί αποτελεσματικά το μοντέλο αναφοράς, προηγήθηκε μια σειρά από επισκέψεις σε διαφορετικές εταιρείες του κλάδου των logistics, στοχεύοντας στην καταγραφή του τρόπου με τον οποίο αυτές εκτελούν τις διανομές των προϊόντων, αλλά και στον εντοπισμό όσο το δυνατόν περισσότερων προβλημάτων. Το μοντέλο απεικονίζει εκ νέου βασικές διαδικασίες των εταιρειών logistics, που σχετίζονται με τη διανομή των προϊόντων, υποδεικνύοντας τον τρόπο με τον οποίο χρειάζεται να εφαρμοστεί το σύστημα δρομολόγησης οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων προκειμένου να εξυπηρετήσει τις ανάγκες τους. Το μοντέλο αναπαριστά διαφορετικές οπτικές της λειτουργίας των εταιρειών logistics απεικονίζοντας πέρα από τις διαδικασίες και τα δεδομένα, τα συστήματα και την οργανωτική δομή, στοχεύοντας στην δημιουργία ενός οδηγού ή «σημείου αναφοράς» για την κατανόηση της λειτουργικότητας του υπό ανάπτυξη συστήματος εμπορευματικών μεταφορών και της συνεισφοράς του για τις εταιρείες logistics στις οποίες πρόκειται να αξιοποιηθεί.

2. Αστικές Εμπορευματικές Μεταφορές

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί μια εισαγωγή στις αστικές εμπορευματικές μεταφορές, μια από τις κύριες δραστηριότητες των εταιρειών logistics. Πιο συγκεκριμένα παρατίθενται στοιχεία για την αστικοποίηση η οποία οδήγησε στο διαχωρισμό της παραγωγής από την κατανάλωση και στη γέννηση της ανάγκης εφοδιασμού των πόλεων. Στη συνέχεια, αναλύεται η έννοια και ο τρόπος υλοποίησης των αστικών εμπορευματικών μεταφορών καθώς και προβλήματα που έχει επιφέρει η μεγάλη αύξηση της ανάγκης εφοδιασμού των πόλεων. Ολοκληρώνοντας, δίνεται έμφαση σε ένα από τα κυριότερα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι εταιρείες logistics προκειμένου να εκτελέσουν αποτελεσματικά τις μεταφορές τους, αυτό της δρομολόγησης των οχημάτων τους.

2.1. Αστικοποίηση & Ανάγκη Εφοδιασμού των Πόλεων

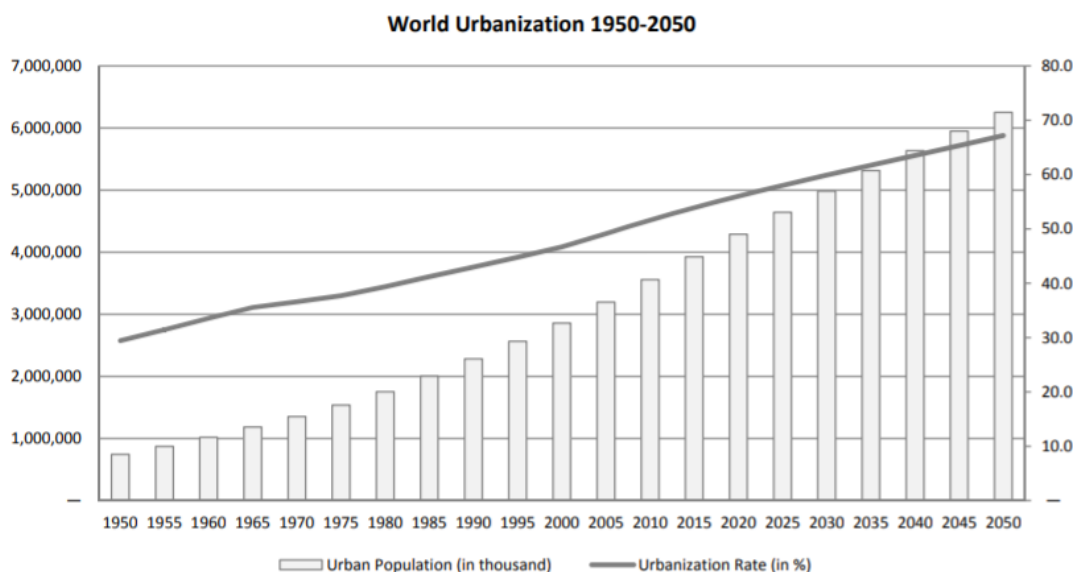
Είναι γεγονός ότι οι πόλεις μπορούν να προσφέρουν πιο ευνοϊκές συνθήκες για την ικανοποίηση των αναγκών των πολιτών για εκπαίδευση, υγειονομική περίθαλψη, μετακίνηση, διαβίωση και διάφορες άλλες υπηρεσίες, λόγω των πόρων, των φορέων αλλά και των εγκαταστάσεων που διαθέτουν. Για το λόγο αυτό όλο και περισσότεροι πολίτες «αστικοποιούνται» αναζητώντας στην πόλη εκπαίδευση, εργασία και εν γένει μια καλύτερη ζωή (Portal, 2003). Επιπλέον, οι πόλεις με πυκνό πληθυσμό παρουσιάζουν πλεονεκτήματα κλίμακας και εγγύτητας παρέχοντας υπηρεσίες πιο αποτελεσματικά από τις λιγότερο πυκνοκατοικημένες περιοχές (Ogden K, 1992). Η αστικοποίηση αναφέρεται σε μια διαδικασία μετάβασης από μια αγροτική σε μια πιο αστική κοινωνία και αντικατοπτρίζει την αυξανόμενη αναλογία του αστικού πληθυσμού και της αστικής περιοχής. Σε στενή σχέση με τον εκσυγχρονισμό και την εκβιομηχάνιση, η αστικοποίηση είναι μια συνεχιζόμενη παγκόσμια τάση που αναδιαμορφώνει τους χώρους διαβίωσής (Allen, Thorne, & Browne, 2007).

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) το 2000, υπήρχαν 371 πόλεις με τουλάχιστον ένα εκατομμύριο κατοίκους σε όλο τον κόσμο. Μέχρι το 2018, ο αριθμός των πόλεων με τουλάχιστον ένα εκατομμύριο κατοίκους είχε αυξηθεί σε 548 και το 2030, προβλέπεται ότι θα φτάσουν τις 706 πόλεις. Οι πόλεις με περισσότερους από 10 εκατομμύρια κατοίκους συχνά ονομάζονται μεγαλουπόλεις. Σε παγκόσμιο επίπεδο, ο αριθμός των μεγαλουπόλεων αυξήθηκε από 2 (Τόκιο και Νέα Υόρκη) το 1970 σε 23 το 2011 σε 33 το 2018 και αναμένεται να φτάσει τις 43 το 2030. Το 2018, υπολογίζεται ότι το 55,3% του παγκόσμιου πληθυσμού ζούσε σε αστικούς οικισμούς. Μέχρι το 2030, οι αστικές περιοχές προβλέπεται να φιλοξενήσουν το 60% των ανθρώπων παγκοσμίως και ένας στους τρεις ανθρώπους θα ζει σε πόλεις με πληθυσμό τουλάχιστον μισό εκατομμύριο κατοίκους (UN, 2018).

Το πρώτο κύμα αστικοποίησης, έλαβε χώρα από το 1750 έως το 1950 όπου ο ρυθμός αστικοποίησης και ο αστικός πληθυσμός στις πιο ανεπτυγμένες ηπείρους, συμπεριλαμβανομένης της Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης, παρουσίασε ιδιαίτερα μεγάλη άνοδο.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Από τότε και μέχρι και σήμερα, ο κόσμος βιώνει το δεύτερο κύμα αστικοποίησης, το οποίο συνέβη κυρίως σε λιγότερο ανεπτυγμένες ηπείρους όπως η Ασία και η Λατινική Αμερική. Το 2010, περίπου 3,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι, πάνω από το ήμισυ δηλαδή του παγκόσμιου πληθυσμού, ζούσαν σε αστικές περιοχές. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, ο αστικός πληθυσμός θα διογκωθεί σε 6,3 δισ. μέχρι το 2050, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 67,2% του συνολικού πληθυσμού όπως φαίνεται στο **Σχήμα 2.1**. Κατά κύριο λόγο, το μεγαλύτερο μέρος της νέας αυτής αύξησης θα λάβει χώρα σε λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές και ιδίως στην Ασία και την Αφρική (UN, 2018).



Σχήμα 2.1 Εκτίμηση Παγκόσμιας Αστικοποίησης (έως το 2050)

(UN, 2018)

Μαζί με την ταχεία ανάπτυξη της αστικοποίησης, οι μεγαλουπόλεις έχουν προσελκύσει μεγάλο ενδιαφέρον, επειδή συμβάλλουν στην αύξηση της παραγωγικότητας στην οικονομία μιας χώρας. Ακολουθώντας την τάση των αυξανόμενων αστικών πληθυσμών και των αναπτυσσόμενων αστικών περιοχών, αυξάνεται και ο αριθμός επιχειρήσεων και βιομηχανιών που μετακινούνται σε αστικό περιβάλλον και εντοπίζονται σε μητροπολιτικές περιοχές (Kauf, 2016). Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι μητροπολιτικές περιοχές, όπως τα τοπικά δίκτυα με τους προμηθευτές και τα εκπαιδευτικά / ερευνητικά ιδρύματα και οι συνδέσεις με τους τελικούς πελάτες στις αστικές περιοχές, συχνά οδηγούν τις εγκαταστάσεις διανομής και πώλησης των επιχειρήσεων, να βρίσκονται σε πόλεις. Επίσης, ο αυξανόμενος πληθυσμός στις πόλεις ζητάει και καταναλώνει αυξανόμενο όγκο αγαθών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ανάγκης για διακίνηση των αγαθών μέσα και έξω από τις πόλεις με βιώσιμο και αποτελεσματικό τρόπο, ιδιαίτερα όσον αφορά τις μεγαλουπόλεις, γεγονός που θα αποτελέσει μία από τις κύριες προκλήσεις στο εγγύς μέλλον (Sbihi & Eglese, 2007; Taniguchi & Thompson, 2018).

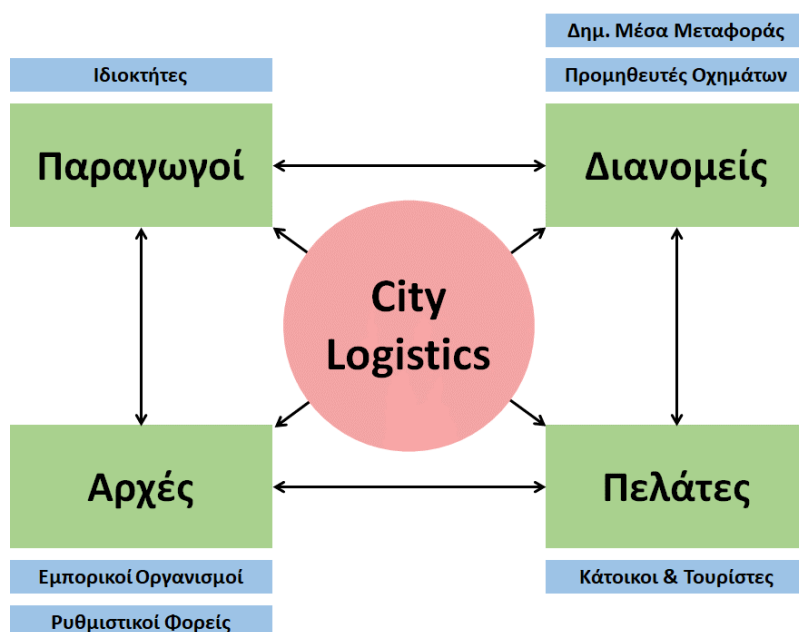
Ο διαχωρισμός της παραγωγής και της κατανάλωσης αγαθών οδήγησε στη γέννηση της εφοδιαστικής, η οποία είναι απαραίτητη για τη γεφύρωση των δύο λειτουργιών χρονικά, γεωγραφικά και οργανωτικά. Η εφοδιαστική έχει διαδραματίσει θεμελιώδη ρόλο στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη σε όλη την νεότερη ανθρώπινη ιστορία (Taniguchi & Thompson, 2018). Ενώ οι νέες εταιρείες εξελίσσονται για να παραδίδουν προϊόντα στους πελάτες τους με ταχείες και αξιόπιστες υπηρεσίες ταχυμεταφοράς και αποστολής δεμάτων, οι παραδοσιακές βιομηχανίες μπορούν να αναθέτουν σε τρίτους τη μεταφορά αγαθών και να επικεντρώνονται στην κύρια δραστηριότητά τους. Λόγω του αυξανόμενου αστικού πληθυσμού και της διατηρήσιμης οικονομικής ανάπτυξης, η εφοδιαστική των πόλεων έχει καταστεί σημαντική συνιστώσα της αστικής οικονομίας μέσω της διατήρησης του υπάρχοντος τρόπου ζωής του αστικού πληθυσμού. Κατά συνέπεια, η εφοδιαστική έχει εξελιχθεί σε ένα αναπόσπαστο μέρος και ένα θεμέλιο του βιομηχανικού τομέα και της καθημερινής ζωής (Kersten, Blecker, Ringle, Hackius, & Petersen, 2017).

2.2. Προκλήσεις Αστικών Εμπορευματικών Μεταφορών

Οι Αστικές Εμπορευματικές Μεταφορές αναφέρονται σε δραστηριότητες της παράδοσης αλλά και της συλλογής όλων των ειδών των αγαθών εντός των ορίων των αστικών περιοχών. Αυτές οι δραστηριότητες ονομάζονται και “city logistics” επειδή συνεπάγονται τις διαδικασίες της μεταφοράς, της διαχείρισης και της αποθήκευσης των προϊόντων, όπως επίσης και την διαχείριση των παραγγελιών και των επιστροφών. Ένας αρκετά περιεκτικός και αντιπροσωπευτικός ορισμός που έχει δοθεί για την εφοδιαστική των πόλεων από το Ινστιτούτο των City Logistics είναι ο ακόλουθος: «City Logistics είναι η διαδικασία βελτιστοποίησης των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας από εταιρείες σε αστικές περιοχές, λαμβάνοντας υπόψη την κυκλοφορία, τα σημεία συμφόρησης και την κατανάλωση ενέργειας στο πλαίσιο της οικονομίας της αγοράς» (Taniguchi & Thompson, 2018). Συχνά αυτές οι διαδικασίες ή μέρος αυτών, συμβαίνουν και έξω από τα όρια των αστικών περιοχών αλλά και πάλι έχουν σημαντικό αντίκτυπο στις αστικές λειτουργίες.

Στο παρελθόν η όλη διαδικασία των αστικών εμπορευματικών μεταφορών ήταν δύσκολο να εκτελεσθεί από τους υπευθύνους προγραμματισμού παραδόσεων των επιχειρήσεων διότι η εκτέλεση βασιζόταν σχεδόν αποκλειστικά στην χρήση χαρτών της περιοχής, αλλά και στην εμπειρική γνώση του υπευθύνου. Σήμερα με την χρήση των Η/Υ η διαδικασία έχει γίνει ευκολότερη, με την χρήση φυσικά ανάλογων προγραμμάτων, παρ’ ότι αντιμετωπίζονται προκλήσεις λόγω του μεγάλου όγκου των προς διαχείριση πληροφοριών. Αυτό δεν σημαίνει βεβαίως ότι η εμπειρία των υπευθύνων του προγραμματισμού παραδόσεων τίθεται υπό αμφισβήτηση. Η εμπειρία των υπευθύνων της αγοράς είναι η βάση πάνω στην οποία θα στηριχθεί κάθε προγραμματιστής Η/Υ για να μπορέσει να «χτίσει» ένα πρόγραμμα δρομολόγησης, η χρήση του οποίου θα δώσει την βέλτιστη ζητούμενη λύση (Mackey & Nayyar, 2017).

Οι αστικές εμπορευματικές μεταφορές αποτελούν βασικό μέρος του κυκλοφοριακού προβλήματος που υπάρχει στις πόλεις, το οποίο συνδέεται άμεσα με την ποιότητα ζωής των καταναλωτών τόσο ως προς το χρόνο όσο και ως προς το κόστος των μετακινήσεων (αστικές μεταφορές), αλλά και ως προς τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας και της ποιότητας των αγαθών στα καταστήματα (εμπορευματικές μεταφορές). Η διαχείριση των αστικών εμπορευματικών μεταφορών περιλαμβάνει πολλά μέρη, μεταξύ των οποίων είναι οι παραγωγοί, οι έμποροι, οι διανομείς, οι εφοδιαστικές εταιρείες, οι εταιρείες αποθήκευσης, οι μεταφορικές εταιρείες και τελικά οι καταναλωτές (Kumarage, 2004). Το **Σχήμα 2.2** αντιπροσωπεύει όλους τους εμπλεκόμενους φορείς στα City Logistics καθώς και τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Οι εμπλεκόμενοι μπορούν να χωριστούν σε δύο υποομάδες: την κύρια δηλαδή όσους έχουν άμεση επίδραση στο σύστημα (απεικονίζονται με πράσινο χρώμα) και την δευτερεύουσα που περιλαμβάνει όσους εμπλέκονται έμμεσα στο σύστημα των City Logistics (άτομα, ομάδες ανθρώπων, οργανισμούς, εταιρείες κ.λπ.) (απεικονίζονται με μπλε χρώμα).



Σχήμα 2.2 Εμπλεκόμενοι στα City Logistics

Η διαχρονική αλλαγή του τρόπου ζωής των ανθρώπων είχε σαν αποτέλεσμα την μεγάλη και μέσα σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα αύξηση του πληθυσμού των πόλεων με αντίστοιχη μείωση αυτού της περιφέρειας. Αυτό, όπως είναι φυσικό, αύξησε κατακόρυφα την ανάγκη για διακίνηση αγαθών εντός και εκτός των ορίων των αστικών περιοχών. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η διακίνηση απαιτείται ένας στόλος από φορτηγά μικρότερης ή μεγαλύτερης χωρητικότητας. Ο μεγάλος όμως αριθμός αυτών των φορτηγών που κυκλοφορούν εντός των αστικών περιοχών έχει επιδεινώσει τον ήδη βεβαρημένο κυκλοφοριακό φόρτο λόγω των ιδιωτικών οχημάτων και των μέσων μαζικής μεταφοράς που εξυπηρετούν τις μετακινήσεις των πολιτών (Lin, Xi, & Yang, 2008).

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Τελικό αποτέλεσμα είναι στις περισσότερες πόλεις να δημιουργείται καθημερινά κυκλοφοριακή συμφόρηση που αποτελεί ένα βασικότατο πρόβλημα για τις αστικές εμπορευματικές μεταφορές οι οποίες αντιπροσωπεύουν το τελευταίο στάδιο (last mile) στις σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες. Δυστυχώς αυτή η κατάσταση συνεχώς επιδεινώνεται παρά τις προσπάθειες για την αντιμετώπιση της. Η συνεχής αύξηση της αστικοποίησης και κυρίως της ανάγκης εφοδιασμού των πόλεων έχει επιφέρει μια σειρά από προβλήματα, τα βασικότερα εκ των οποίων είναι (Allen et al., 2007; Gayialis, Konstantakopoulos, Kechagias, Papadopoulos, & Ponis, 2018; Kauf, 2016; Taniguchi & Thompson, 2018):

1. Η αύξηση του κόστους των μεταφορών λόγω κατανάλωσης περισσότερων καυσίμων και πιθανής αύξησης του εργατικού κόστους.
2. Η χρήση μεγαλύτερου αριθμού μικρότερων σε όγκο οχημάτων, εξ αιτίας του μικρού πλάτους των οδών εντός των πόλεων, καθώς η τακτική ροή των παραδόσεων πρέπει να διατηρηθεί παρά τη συμφόρηση κυρίως κατά τις ώρες αιχμής.
3. Ο περιορισμένος και αρκετά κοστοβόρος αποθηκευτικός χώρος στις κεντρικές περιοχές όπου ευρίσκονται τα τελικά σημεία παράδοσης, καθώς το σύνηθες είναι να υπάρχουν χαμηλά επίπεδα αποθεμάτων με συνέπεια τα περισσότερα προϊόντα να πρέπει να εισέρχονται πιο συχνά εντός των πόλεων από τα σημεία διανομής.
4. Η μικρή αξιοπιστία όσον αφορά στην έγκαιρη και γενικότερα χωρίς προβλήματα διανομή των αγαθών. Λόγω του μεγάλου ανταγωνισμού η αξιοπιστία αποτελεί ένα θεμελιώδη στόχο κάθε εταιρείας ώστε, ανταποκρινόμενη στις συμφωνίες και υποχρεώσεις της, να μπορέσει να ικανοποιήσει τους υπάρχοντες πελάτες της και να προσελκύσει νέους.
5. Η σημαντική συμβολή των μεταφορών στην αύξηση της μόλυνσης του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένης της ενίσχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου (25% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρώπη), με την εκπομπή αερίων τα οποία επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα εξ αιτίας του είδους των καυσίμων τα οποία χρησιμοποιούνται από τα φορτηγά. Στην Ευρώπη ιδιαιτέρως οι οδικές μεταφορές προκαλούν το 70% των συνολικών εκπομπών ρύπων. Μάλιστα σε μια προσπάθεια περιορισμού των εκπομπών αυτών, όπως πρόσφατα έγινε γνωστό, υπάρχουν σκέψεις ώστε μέχρι το 2040 η κυκλοφορία των αυτοκινήτων τα οποία χρησιμοποιούν για καύσιμο το πετρέλαιο να απαγορευτεί πλήρως (Qian & Eglese, 2016).
6. Η ηχορύπανση από την λειτουργία των βαρέων μηχανών των φορτηγών έχοντας σαν επακόλουθο την, σε πολλές περιπτώσεις, καθημερινή ενόχληση των περιοίκων. Δυστυχώς μόνο σε λίγες ευρωπαϊκές πόλεις, χάρη στην ύπαρξη ιστορικών κέντρων, έχουν προβλεφθεί περιοχές αμιγούς κατοικίας όπου απαγορεύεται η διέλευση οχημάτων.
7. Η παρεμπόδιση της κυκλοφορίας των άλλων οχημάτων, ειδικά όταν οι παραδόσεις γίνονται κατά την διάρκεια της ημέρας και σε σημεία όπου οι δρόμοι είναι αρκετά στενοί.

8. Ο κίνδυνος ατυχημάτων κατά την μετακίνηση των ανθρώπων. Μεγαλύτερη κίνηση στους δρόμους μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες πρόκλησης ατυχημάτων. Το 2017 μόνο στην Ευρώπη σκοτώθηκαν σε οδικά ατυχήματα 25.300 άτομα (Europarl, 2019).

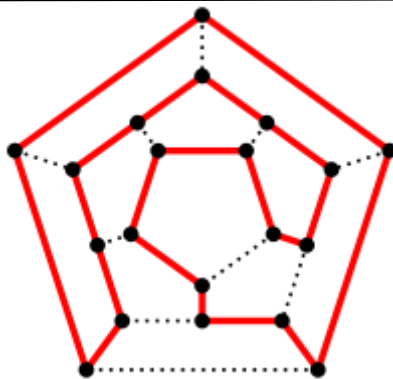
Τα συνδυασμένα τα αποτελέσματα αυτών των προβλημάτων είναι οικονομικά και κοινωνικά, στο βαθμό που όχι μόνο μειώνουν την αποτελεσματικότητα των αστικών εμπορευματικών μεταφορών, αλλά επίσης αυξάνουν το κόστος αυτών, μειώνοντας την ίδια στιγμή την ποιότητα της ζωής των πολιτών και δημιουργώντας σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία τους. Δεδομένου δε ότι στις αστικές περιοχές εντοπίζεται ο μεγαλύτερος αριθμός των καταναλωτών των τελικών προϊόντων, το ζήτημα της αντίστροφης εφοδιαστικής, με τη μορφή της επιστροφής ελαττωματικών ή κατεστραμμένων προϊόντων, της συλλογής των αποβλήτων και της ανακύκλωσης, χρήζει αυξημένης προσοχής.

Επομένως, είναι φυσικό να επιβάλλονται ρυθμιστικές πιέσεις με την μορφή συγκεκριμένων μέτρων εκ μέρους των αρχών προς τις διάφορες εταιρείες εφοδιασμού, όπως κανόνες που σχετίζονται με την θέσπιση ζωνών και ωραρίου κυκλοφορίας, το ύψος των εκπομπών ρύπων από τα φορτηγά, τους όρους πρόσβασης στους δρόμους που οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιούν όπως επίσης και την χωροθέτηση των τερματικών σταθμών.

2.3. Το Πρόβλημα Δρομολόγησης των Οχημάτων

Το πρόβλημα της δρομολόγησης των οχημάτων αποτελεί μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι εταιρείες logistics. Η έρευνα για τη δρομολόγηση των οχημάτων ξεκίνησε τον 19ο αιώνα από τον Ιρλανδό μαθηματικό W.R. Hamilton και τον Βρετανό επίσης μαθηματικό Thomas Kirkman οι οποίοι έθεσαν τις βάσεις για το πρόβλημα που αργότερα έγινε γνωστό σαν «το πρόβλημα του περιοδεύοντος πωλητή».

Το μοντέλο που δημιούργησαν ήταν ένα μαθηματικό παιχνίδι που ονομάστηκε «icosian game» και είχε σαν αντικείμενο να βρεθεί ένας κύκλος Hamilton (**Σχήμα 2.3**) κατά μήκος των άκρων ενός δωδεκαέδρου έτσι ώστε κάθε κορυφή να διαπερνάται μια μόνο φορά, και το σημείο τερματισμού να είναι το ίδιο με το σημείο εκκίνησης. Το όνομα του προέρχεται από την λύση του προβλήματος καθώς για να πληρούνται οι απαιτήσεις του χρειάζεται να κατασκευαστεί ένας κύκλος με 20 άκρα (R. N. Mondal, M. R. Hossain, & S. K. Saha, 2013).



Σχήμα 2.3 Ο κύκλος του Hamilton

(Weisstein, 2019)

Την δεκαετία του 1930 ο μαθηματικός Merrill Flood διατύπωσε ξανά το πρόβλημα με σκοπό να βρεθεί ο συντομότερος δρόμος για ένα σχολικό λεωφορείο, ξεκινώντας από το σχολείο, να παραλαμβάνει τους μαθητές από τα σπίτια τους, να τους μεταφέρει στο σχολείο και ξανά το αντίστροφο. Το πρόβλημα γενικεύτηκε και ονομάστηκε «πρόβλημα του περιοδεύοντος πωλητή» και διατυπώθηκε ως εξής: «Λαμβάνοντας υπόψη έναν αριθμό πόλεων και τις αποστάσεις μεταξύ κάθε ζεύγους αυτών, ποια είναι η συντομότερη διαδρομή την οποία ένας πωλητής πρέπει να ακολουθήσει ώστε να επισκεφθεί κάθε μία από αυτές μία φορά και να επιστρέψει στην πόλη από όπου ξεκίνησε χωρίς να περάσει από την ίδια διαδρομή δεύτερη φορά;» (Flood, 1956).

Το 1959 για πρώτη φορά το πρόβλημα συνδέθηκε με την εφοδιαστική αλυσίδα όταν οι Dantzig και Ramser έθεσαν το «πρόβλημα της διανομής με χρήση φορτηγών», χρησιμοποιώντας χειροκίνητους υπολογισμούς και τη μέθοδο του γραμμικού προγραμματισμού προκειμένου να υπολογίσουν μία «σχεδόν» βέλτιστη λύση για την επίλυση ενός προβλήματος με 4 διαδρομές και 12 σημεία παράδοσης. Το πρόβλημα αυτό αποτελεί μια από τις πιο απλές μορφές του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων (Vehicle Routing Problem- VRP), γνωστό σαν «capacitated VRP – CVRP» (Dantzig & Ramser, 1959).

Το CVRP είναι η πιο συνηθισμένη περίπτωση που συναντάται κατά την διάρκεια του προγραμματισμού παραδόσεων, ειδικά αν πρόκειται για διανομές προϊόντων που έχουν σχέση με το λιανεμπόριο. Ο αριθμός των φορτηγών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι δεδομένος, με γνωστή χωρητικότητα για κάθε ένα από αυτά και εξυπηρετεί ήδη γνωστές παραγγελίες κάποιων πελατών. Στην πραγματικότητα, πρέπει να μελετηθεί ο περιορισμός της χωρητικότητας των φορτηγών. Πιθανώς λόγω του περιορισμού της χωρητικότητας τα φορτηγά να επιβάλλεται να επιστρέψουν στην αποθήκη ώστε να φορτωθούν με εμπόρευμα και πάλι. Το κάθε φορτηγό επισκέπτεται πολυάριθμους πελάτες την ημέρα εκτός αν πρόκειται για μεγάλο μέγεθος παραγγελίας από ένα πελάτη η οποία καλύπτει τη συνολική χωρητικότητα του φορτηγού (Toth & Vigo, 2014).

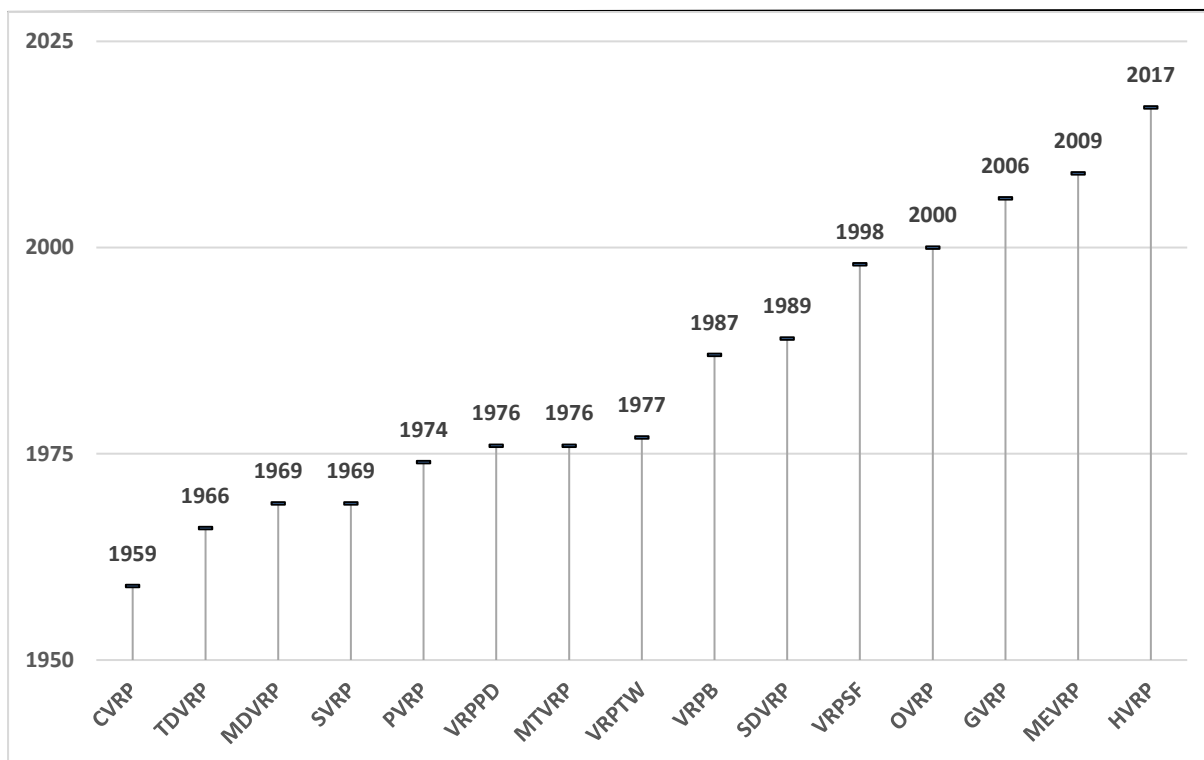
Το πρόβλημα της δρομολόγησης οχημάτων μπορεί να εξεταστεί τόσο στατικά όσο και δυναμικά ενώ έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς πολυάριθμες παραλλαγές του (Σχήμα 2.4). Στο στατικό πρόβλημα της δρομολόγησης οχημάτων, όλες οι σχετικές με τη δρομολόγηση πληροφορίες θεωρούνται ότι είναι γνωστές από τον planner πριν την έναρξη της διαδικασίας της δρομολόγησης. Τέτοιες πληροφορίες είναι, η ζήτηση των πελατών, οι χρόνοι μεταξύ δύο σημείων, όπως και τα κόστη (Mitra, 2013). Επιπλέον, οι πληροφορίες που σχετίζονται με την δρομολόγηση δεν αλλάζουν από την στιγμή που τα δρομολόγια έχουν σχεδιαστεί. Στο δυναμικό πρόβλημα αντιθέτως, τα στοιχεία μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου και δεν παραμένουν σταθερά.

Πολλοί ερευνητές θεωρούν ως δυναμικά τα προβλήματα όπου παραγγελίες κάποιων πελατών εμφανίζονται με την πάροδο του χρόνου και επομένως, ενώ έχει ξεκινήσει και εκτελείται το δρομολόγιο του οχήματος, νέες διαδρομές πρέπει να διαμορφωθούν ώστε να εξυπηρετηθούν οι νέες παραγγελίες (Hanshar & Ombuki-Berman, 2007). Στην δυναμική δρομολόγηση, η δυνατότητα να ανακατευθυνθεί ένα κινούμενο όχημα όταν για παράδειγμα δέχεται μία νέα παράδοση κοντά στην παρούσα τοποθεσία του οχήματος, προσφέρει επιπρόσθετα, μείωση των εξόδων (savings). Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο ωστόσο, απαιτούνται πραγματικά δεδομένα (real-time data) που να προσδιορίζουν την θέση του οχήματος καθώς και η δυνατότητα επικοινωνίας με τον οδηγό ώστε να του ανατεθούν νέοι προορισμοί.

Σε προβλήματα και εφαρμογές του πραγματικού κόσμου, οι πληροφορίες και τα δεδομένα αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου. Αντίστοιχα, στις αστικές εμπορευματικές μεταφορές, οι planners δεν έχουν σταθερά δεδομένα, αλλά δυναμικά που αλλάζουν κατά τη διάρκεια των διαδρομών. Ορισμένοι παράγοντες που αλλάζουν δυναμικά είναι ο χρόνος μετάβασης και ο χρόνος εξυπηρέτησης, επηρεάζοντας σημαντικά τις παραδόσεις και την αξιοπιστία τους, με άμεσο αντίκτυπο στην εξυπηρέτηση των πελατών (Dávid & Krész, 2017). Αυτοί οι χρόνοι εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την οδική κυκλοφορία, οπότε κυκλοφοριακή συμφόρηση, λόγω ημερήσιων έκτακτων γεγονότων ή καιρικών συνθηκών, είναι σημαντικό να αποφευχθεί καθώς δημιουργεί μεγάλες καθυστερήσεις που δεν είναι αποδεκτές για αξιόπιστες παραδόσεις.

Σε αντίθεση με το αντίστοιχο στατικό πρόβλημα, η δυναμική δρομολόγηση περιλαμβάνει νέα στοιχεία που αυξάνουν την πολυπλοκότητα των αποφάσεων (περισσότερους βαθμούς ελευθερίας) και δημιουργούν νέες απαιτήσεις και προκλήσεις (Guedes & Borenstein, 2018). Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα η βέλτιστη διαδρομή μπορεί να έχει το μικρότερο χρόνο εκτέλεσης χωρίς απαραίτητα να διανύει τη λιγότερη δυνατή απόσταση.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



Σχήμα 2.4 Παραλλαγές του VRP

Μία παραλλαγή του προβλήματος της δρομολόγησης (VRP) που μοιάζει πολύ με αυτό της δυναμικής (Dynamic VRP), όπου αλλάζουν συνεχώς οι χρόνοι διέλευσης, είναι αυτό του εξαρτημένου από τον χρόνο (Time Dependent Vehicle Routing Problem - TDVRP). Και στις δύο περιπτώσεις κύριος στόχος είναι ο υπολογισμός του χρόνου διέλευσης μεταξύ των κόμβων μια διαδρομής. Στην περίπτωση ωστόσο του TDVRP, ο παράγοντας που επηρεάζει τους χρόνους διέλευσης είναι, η ώρα της ημέρας που ξεκινάει το δρομολόγιο. Μία εκδοχή του VRP η οποία βρίσκεται πολύ κοντά με το TDVRP είναι αυτό του Real-Time VRP όπου κάθε φορά που αλλάζουν οι χρόνοι μεταφοράς μεταξύ δύο κόμβων - πελατών ενεργοποιείται η διαδικασία της επαναδρομολόγησης ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη αξιοπιστία (Okhrin & Richter, 2009). Επιπλέον, δεδομένα πραγματικού χρόνου που είναι σχετικά με την κίνηση στους δρόμους χρησιμοποιούνται (i) σε περιπτώσεις ανάπτυξης στρατηγικής δρομολόγησης ώστε να ελαχιστοποιείται ο χρόνος που σπαταλάται λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης και (ii) σε περιπτώσεις ανάπτυξης μοντέλων στατιστικής και πιθανοτήτων ώστε να εκτιμώνται οι χρόνοι μεταφοράς σε άλλες περιπτώσεις με μεγάλη ακρίβεια (Kim & Lewis, 2004).

Τα πρακτικά προβλήματα της πραγματικής ζωής χαρακτηρίζονται από παραδόσεις με χρονικά παράθυρα, καθιστώντας τον προγραμματισμό παραδόσεων ακόμη πιο περίπλοκο. Τα προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων με τα Time Windows (VRPTW) χαρακτηρίζονται από χρονικά όρια, καθώς υπάρχουν περιορισμοί στον χρόνο (μεσοδιάστημα) μέσα στον οποίο κάποιο όχημα πρέπει να προσέλθει στον πελάτη (κόμβο) (Beheshti, Hejazi, & Alinaghian, 2015). Επομένως το πρόβλημα έχει χρονικά

περιθώρια (Time Windows) τα οποία χαρακτηρίζονται από έναν νωρίτερο χρόνο άφιξης (Early Arrival Time – EAT) και από έναν αργότερο χρόνο άφιξης (Late Arrival Time). Το διάστημα αυτό καθορίζεται από τον πελάτη ανάλογα με την διαθεσιμότητά του και, ανάλογα με το αν είναι αυστηρά ή χαλαρά περιθώρια, δεν επιτρέπεται ούτε να ξεκινήσει η παράδοση νωρίτερα από το EAT αλλά ούτε και να ολοκληρωθεί αργότερα από το LAT. Η ικανοποίηση αυτή των περιορισμών έχει άμεση επίπτωση στην ικανοποίηση των πελατών και επομένως στα κέρδη της επιχείρησης καθώς οι δύο όροι συμβαδίζουν. Το πως θα αντιμετωπισθούν τα χρονικά περιθώρια εξαρτάται από την αξιολόγηση της σημασίας των πελατών για την επιχείρηση (Beheshti et al., 2015; Deflorio, Perboli, & Tadei, 2010).

Το Πρόβλημα της Δρομολόγησης με Παραδόσεις και Συλλογές (VRPPD) αποτελεί μία από τις κύριες παραλλαγές του βασικού προβλήματος δρομολόγησης (VRP) με την βασική διαφοροποίηση να εντοπίζεται στο γεγονός ότι τα προϊόντα δεν μεταφέρονται μόνο από τις κύριες αποθήκες στους πελάτες αλλά διαμορφώνεται και το αντίστροφο δρομολόγιο, δηλαδή από τους πελάτες προς τις αποθήκες. Το VRPPD είναι ένα πρόβλημα με πολλές εφαρμογές, κυρίως στα reverse logistics. Ο συνδυασμός των παραδόσεων με τις επιστροφές προϊόντων αποφέρει σημαντικές μειώσεις κόστους. Οι επιστροφές που γίνονται, οφείλονται σε μη συμμορφωμένα με τις προδιαγραφές ή ελαττωματικά προϊόντα, στην ενδεχόμενη αξία που μπορεί να έχει κάποιο προϊόν μετά την χρήση ή ακόμη και μετά την λήξη του και τέλος στα περιβαλλοντικά οφέλη που προέρχονται από την συλλογή ανακυκλώσιμων προϊόντων. Ο βασικός περιορισμός του συγκεκριμένου προβλήματος είναι ότι τα προϊόντα που επιστρέφουν οι πελάτες πρέπει να χωράνε στα οχήματα. Αυτός ο περιορισμός μπορεί να οδηγήσει σε μη βέλτιστη χρήση της χωρητικότητας των οχημάτων, στον αυξημένο αριθμό οχημάτων και τελικά σε μείωση της ταχύτητας εξυπηρέτησης. Επομένως, αντικειμενικός σκοπός της συγκεκριμένης παραλλαγής είναι η ελαχιστοποίηση του στόλου οχημάτων και της συνολικής διανυόμενης απόστασης, με τον περιορισμό η χωρητικότητα των οχημάτων να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει και τις παραδόσεις και τις επιστροφές των εμπορευμάτων (Wassan & Nagy, 2014).

Άλλες παραλλαγές του VRP οι οποίες κατά καιρούς έχουν μελετηθεί και μπορεί να συσχετιστούν με τις αστικές εμπορευματικές μεταφορές είναι:

- Το «Πράσινο» Πρόβλημα Δρομολόγησης (Green VRP), που βασίζεται στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των εκπομπών ρύπων αξιοποιώντας οχήματα με χαμηλές εκπομπές ρύπων τα οποία δε χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα (Eglese, Maden, & Slater, 2006; Jabali, Van Woensel, & de Kok, 2012; Kauf, 2016; Qian & Eglese, 2016).
- Το Υβριδικό Πρόβλημα Δρομολόγησης (Hybrid VRP), που αποτελεί μια επέκταση του κλασσικού VRP με οχήματα τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν τόσο ηλεκτρικά όσο και με συμβατικά καύσιμα (Mancini, 2017).

- Το Πρόβλημα της Δρομολόγησης από Πολλαπλές Εγκαταστάσεις (Multi-Depot VRP - MDVRP) στο οποίο χρησιμοποιούνται πολλά και διαφορετικά οχήματα τα οποία συνεργάζονται όχι μόνο με ένα κέντρο διανομής, αλλά με πολλές αποθήκες (Montoya-Torres, López Franco, Nieto Isaza, Felizzola Jiménez, & Herazo-Padilla, 2015).
- Το Πρόβλημα της δρομολόγησης με Διαδοχικές Παραδόσεις και Συλλογές (VRP with Backhauls - VRPB). Το VRPB είναι παρόμοιο με το VRPPD με τον περιορισμό στην περίπτωση του VRPB να είναι ότι πρέπει να ολοκληρωθούν όλες οι παραδόσεις πριν γίνει οποιαδήποτε συλλογή. Επιδιώκεται η εύρεση των διαδρομών αυτών που ελαχιστοποιούν την συνολική διανυόμενη απόσταση (Toth & Vigo, 1996).
- Το Πρόβλημα της Περιοδικής Δρομολόγησης (Periodic VRP - PVRP) όπου ο προγραμματισμός παραδόσεων δε γίνεται για μία μόνο μέρα αλλά γενικεύεται για μια μεγαλύτερη περίοδο (Coene, Arnout, & Spieksma, 2010).
- Το Πρόβλημα της Στοχαστικής Δρομολόγησης (Stochastic VRP - SVRP) όπου ένα ή περισσότερα στοιχεία - μεταβλητές του προβλήματος είναι τυχαία και αντιπροσωπεύονται από πιθανότητες ή μεταβλητές (Berhan, Beshah, Kitaw, & Abraham, 2014).
- Το Πρόβλημα της Δρομολόγησης με χρήση Περιφερειακών Εγκαταστάσεων (VRP with Satellite Facilities - VRPSF). Μία σημαντική πτυχή του γενικού VRP είναι η χρήση των περιφερειακών εγκαταστάσεων για τον ανεφοδιασμό των οχημάτων κατά τη διάρκεια μιας διαδρομής. Όταν είναι δυνατόν, ο περιφερειακός ανεφοδιασμός επιτρέπει στους οδηγούς να συνεχίσουν τις παραδόσεις μέχρι την λήξη της βάρδιας τους χωρίς την αναγκαία επιστροφή του στην κεντρική αποθήκη. Η κατάσταση αυτή παρουσιάζεται κατά κύριο λόγο στη διανομή των καυσίμων και σε ορισμένα είδη διανομής (Bard, Huang, Dror, & Jaillet, 1998).
- Το Πρόβλημα της Δρομολόγησης με Διαχωρισμό των Παραδόσεων (Split Delivery VRP - SDVRP) όπου επιτρέπεται, κάθε πελάτης να εξυπηρετείται από διαφορετικά οχήματα εφόσον επιτυγχάνεται μείωση του συνολικού κόστους (Chu, Yan, & Huang, 2017).
- Το Ανοιχτό Πρόβλημα Δρομολόγησης (Open Vehicle Routing Problem – OVRP) όπου τα οχήματα δεν επιστρέφουν στην αποθήκη μετά την εξυπηρέτηση της τελευταίας παραγγελίας της διαδρομής (Li, Golden, & Wasil, 2007).
- Το Πρόβλημα της Δρομολόγησης με Πολλαπλά Κλιμάκια (Multi Echelon VRP - MEVRP) όπου οι παραδόσεις γίνονται για παράδειγμα με μεγάλα οχήματα από την κεντρική αποθήκη στις περιφερειακές εγκαταστάσεις και στη συνέχεια με μικρότερα προς τα τελικά σημεία παράδοσης (Soysal, Bloemhof-Ruwaard, & Bektaş, 2015).
- Το Πρόβλημα της Δρομολόγησης με Πολλαπλές Διαδρομές (Multi Trip Vehicle Routing Problem – MTRVP) το όχημα έχει την δυνατότητα μετά το πέρας ενός δρομολογίου να

επιστρέψει στην αποθήκη, να ανεφοδιαστεί και να κάνει ενδεχομένως και άλλο δρομολόγιο (Brandão & Mercer, 1998).

Από το 1959, όταν και ξεκίνησε η έρευνα για τη δρομολόγηση των οχημάτων, έχουν αναπτυχθεί διάφορες παραλλαγές του VRP και έχουν διενεργηθεί πολυάριθμες μελέτες πάνω στο πρόβλημα της δρομολόγησης των οχημάτων χωρίς ωστόσο να έχει μέχρι και σήμερα αναπτυχθεί κάποιος αλγόριθμος που να επιλύει με βέλτιστο τρόπο κάθε παραλλαγή του VRP. Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης έχουν αναπτυχθεί για την βέλτιστη επίλυση ορισμένων κατηγοριών προβλημάτων δρομολόγησης και προγραμματισμού παραδόσεων, αντιμετωπίζοντας μόνο συγκεκριμένα ζητήματα, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός των υπό εξέταση μεταβλητών. Σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος αυτού, αναπτύσσεται, στο πλαίσιο ερευνητικού έργου, σύστημα για την δρομολόγηση οχημάτων και τον προγραμματισμό παραδόσεων που θα υποστηρίζει τις αστικές εμπορευματικές μεταφορές λαμβάνοντας υπ' όψη πολυάριθμους παράγοντες. Το σύστημα αυτό αναλύεται στην συνέχεια στο **Κεφάλαιο 3**.

3. Πληροφοριακό Σύστημα Εμπορευματικών Μεταφορών

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται και αναλύεται το πληροφοριακό σύστημα εμπορευματικών μεταφορών για το οποίο θα κατασκευαστεί το μοντέλο αναφοράς για την χρήση του από τις εταιρείες logistics. Πιο συγκεκριμένα παρατίθενται πληροφορίες για το πλαίσιο υλοποίησης του, για τη λειτουργικότητα του αλλά και για τα οφέλη που αναμένεται να έχουν με τη χρήση του οι εταιρείες logistics.

3.1. Πλαίσιο Υλοποίησης Συστήματος

Όπως αναφέρθηκε ήδη στο εισαγωγικό κεφάλαιο, η δρομολόγηση των οχημάτων συνεχίζει μέχρι και σήμερα να αποτελεί ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα. Υπάρχει περιορισμένη βιβλιογραφική έρευνα αλλά και απουσία στοχευμένων αλγορίθμων και εργαλείων λογισμικού δρομολόγησης οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων σε αστικές περιοχές όπου ισχύουν αυστηροί χρονικοί περιορισμοί και τα δεδομένα είναι δυναμικά.

Οι εταιρείες logistics, που λειτουργούν σε ιδιαίτερα ανταγωνιστικό περιβάλλον, πρέπει να διαχειριστούν πολλούς αντιφατικούς στόχους σχετικούς με τον προγραμματισμό των παραδόσεων, όπως το χαμηλότερο κόστος διανομής, η υψηλότερη εξυπηρέτηση των πελατών, η συμβατότητα των νόμων και των κανονισμών και οι χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος αυτού, αναπτύσσεται, στα πλαίσια του προγράμματος «Ερευνώ-Δημιουργώ-Καινοτομώ» που συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση, ένα σύστημα δρομολόγησης οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων που θα υποστηρίζει τις αστικές εμπορευματικές μεταφορές διαχειριζόμενο τόσο στατικά όσο και δυναμικά δεδομένα.

Ο βασικός στόχος του έργου είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου διαδικτυακού λογισμικού που θα παρέχεται ως υπηρεσία στους χρήστες του για την υποστήριξη των σύγχρονων αναγκών των ελληνικών εταιρειών εφοδιασμού και διανομής, ώστε να προγραμματίζουν αποδοτικά τις παραδόσεις τους και να υπολογίζουν τις διαδρομές των οχημάτων τους υπό χρονικά εξαρτώμενους χρόνους διέλευσης.

Το σύστημα θα χρησιμοποιεί μεθόδους επίλυσης προβλημάτων δρομολόγησης στόλου οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Θα εξεταστούν ενδελεχώς οι επιπτώσεις των περιορισμών του ωραρίου εργασίας των οδηγών και των περιβαλλοντικών περιορισμών.

Συγκεκριμένα, το σύστημα θα επιτρέπει:

- Στατική (off-line) δρομολόγηση, όπου οι παραδόσεις προγραμματίζονται για να ικανοποιήσουν τους χρόνους παράδοσης που έχουν ζητήσει οι πελάτες, λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα κυκλοφοριακής συμφόρησης και χρησιμοποιώντας μεθόδους πρόβλεψης και μοντέλα ταχύτητας.
- Δυναμική (πραγματικού χρόνου) δρομολόγηση, όπου οι παραδόσεις προγραμματίζονται δυναμικά και οι διαδρομές επαναυπολογίζονται βασισμένες σε δεδομένα κυκλοφοριακής συμφόρησης πραγματικού χρόνου που παρέχονται από διαδικτυακές υπηρεσίες οι οποίες χρησιμοποιούν μεθόδους βασιζόμενες στη γνώση για τη συλλογή, ανάλυση και διαμόρφωση δεδομένων.

Ένα σύνολο αλγόριθμων δρομολόγησης στόλου οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων θα αξιολογηθούν και διαφορετικές στρατηγικές αποφυγής της κυκλοφοριακής συμφόρησης θα εξετασθούν για να υπολογιστούν τα καλύτερα σχέδια παράδοσης και οι βέλτιστες διαδρομές και για τις δυο προαναφερθείσες εναλλακτικές. Η ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης για τον υπολογισμό χρόνων διέλευσης σε αστικά οδικά δίκτυα, σε αστικούς δρόμους ταχείας κυκλοφορίας και σε οδικά δίκτυα που οδηγούν σε αστικές περιοχές θα αξιολογήσει διάφορες μεθόδους πρόβλεψης και τεχνικές πρόγνωσης των χρόνων διέλευσης για να επιλεγούν οι πιο αποδοτικές που μπορούν να εφαρμοστούν στο υπό μελέτη πρόβλημα.

Ο τελικός σκοπός είναι η ανάπτυξη και η προσφορά, μέσω ενός διαδικτυακού και χρηστικού περιβάλλοντος, ενός προηγμένου συστήματος δρομολόγησης και προγραμματισμού που θα συνενώνει αλγόριθμους προγραμματισμού και δρομολόγησης, μεθόδους πρόβλεψης και τεχνικές υπολογισμού χρόνων διέλευσης στο οδικό δίκτυο των πόλεων. Για να δουλέψει ένα τέτοιο σύστημα θα αναπτυχθεί ένα ενοποιημένο πλαίσιο με χωρικά δεδομένα, υποδομή γεωγραφικής κωδικοποίησης, δεδομένα κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο και εξοπλισμό ανατροφοδότησης πληροφοριών των οχημάτων.

Εν τέλει, η εφαρμογή του συστήματος θα ελεγχθεί και θα επαληθευτεί σε πραγματικές λειτουργίες του συνεργαζόμενου βιομηχανικού φορέα που συμμετέχει στο έργο αλλά και άλλων επιχειρήσεων-πελατών, εφόσον απαιτηθεί, με τις οποίες συνεργάζεται η εταιρεία λογισμικού που θα αναπτύξει το σύστημα. Μια ακόμα συνεισφορά του προτεινόμενου έργου θα είναι το γεγονός ότι το σύστημα προγραμματισμού και δρομολόγησης του στόλου για χρονικά εξαρτημένες παραδόσεις θα αναπτυχθεί ώστε να παρέχεται ως Λογισμικό ως Υπηρεσία (Software as a Service).

Περαιτέρω για τις σημαντικές καινοτομίες και εξελίξεις που θα εμπεριέχει το προτεινόμενο σύστημα αναλύονται στην ενότητα των αποτελεσμάτων.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Για την εκτέλεση του έργου συστάθηκαν έξι ενότητες εργασίας και ένα σύνολο δραστηριοτήτων ανάπτυξης και έρευνας που στοχεύουν στην καλύτερη δυνατή υλοποίηση του τελικού συστήματος. Τα αναμενόμενα αποτελέσματα που θα προκύψουν με την ολοκλήρωση του έργου συνοψίζονται στα εξής:

- Λεπτομερής μελέτη της τεχνολογικής αριστείας στις σύγχρονες μεθόδους και τεχνολογίες δρομολόγησης στόλου οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων για χρονικά εξαρτώμενες παραδόσεις και περιορισμούς κυκλοφοριακής συμφόρησης.
- Αξιολόγηση των επιπτώσεων που έχει η κυκλοφοριακή συμφόρηση στην επίδοση της κατασκευής των διαδρομών των οχημάτων με τις σύγχρονες μεθόδους δρομολόγησης στόλου οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων.
- Ανάπτυξη αλγορίθμων που επιλύουν το γενικό πρόβλημα δρομολόγησης στόλου οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων υπό τους περιορισμούς της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των χρονικών περιορισμών των παραδόσεων.
- Ανάπτυξη μεθόδων για τον υπολογισμό χρόνων διέλευσης και μεθόδων για τη συλλογή, ανάλυση και διαχείριση των δεδομένων της κυκλοφορίας (στατικά ή και δυναμικά).
- Ανάπτυξη ενός διαδικτυακά παρεχόμενου λογισμικού δρομολόγησης στόλου οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων για χρονικά εξαρτώμενες παραδόσεις, που μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες εταιρείες εφοδιαστικής και θα μπορέσει να εξελιχθεί σε ένα εμπορικό προϊόν. Θα ενσωματώνει ένα σύνολο μεθόδων, τεχνικών και εργαλείων για την υποστήριξη των αποδοτικών λειτουργιών των ελληνικών εταιρειών αποθήκευσης και διανομής και την ενίσχυση της συνολικής απόδοσης της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των εμπορευματικών μεταφορών (κυρίως λόγω της μείωσης εκπομπών CO₂) που είναι συνυφασμένες με τους χρόνους διέλευσης και τις κυκλοφοριακές συνθήκες.
- Βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων από τις εταιρείες Logistics υπηρεσιών αλλά και κατ' επέκταση της ικανοποίησης των πελατών.

Οι συμμετέχοντες στο ερευνητικό έργο είναι:

- Το Εργαστήριο Οργάνωσης Παραγωγής του Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, που σαν ερευνητικό ίδρυμα είναι υπεύθυνο για τη βιβλιογραφική ανασκόπηση πάνω στο ερευνητικό αντικείμενο, τον σχεδιασμό του νέου συστήματος, την ανάπτυξη αλγορίθμων για το πρόβλημα στατικής και δυναμικής δρομολόγησης και τη δημιουργία μεθόδων συλλογής και ανάλυσης δεδομένων κυκλοφορίας.
- Εταιρεία πληροφορικής που θα αναπτύξει το σύστημα εφαρμόζοντας τις μεθόδους που θα προκύψουν από την έρευνα του ΕΜΠ.

- Εταιρεία logistics που ως βιομηχανικός εταίρος θα συμβάλλει στη δοκιμή και την επικύρωση του συστήματος σε πραγματικές συνθήκες.

3.2. Πλεονεκτήματα Χρήσης Συστήματος για Εταιρείες Logistics

Η μεταφορά και διανομή προϊόντων είναι από τις σημαντικότερες δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενώ αν συνυπολογιστεί το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των δαπανών logistics μιας εμπορικής ή βιομηχανικής επιχείρησης οφείλεται στην μεταφορά και τη διανομή, γίνεται αντιληπτή η σημασία της διαχείρισης του στόλου οχημάτων και της βέλτιστης δρομολόγησης.

Ωστόσο δεν είναι πάντα εύκολο κάτι τέτοιο, αντιθέτως, μπορεί να είναι περίπλοκο ανάλογα με το επιχειρησιακό περιβάλλον. Όπως έχει ήδη αναλυθεί, στο Πρόβλημα της Δρομολόγησης Οχημάτων (VRP) επιδιώκεται ο προσδιορισμός των βέλτιστων διαδρομών. Το πρόβλημα της δρομολόγησης περιλαμβάνει αρκετές στατικές και δυναμικές παραμέτρους, οι οποίες αυξάνουν την πολυπλοκότητα της διαδικασίας προγραμματισμού των δρομολογίων.

Επομένως, είναι μονόδρομος η χρήση λογισμικού και συστημάτων σε περιπτώσεις που ο αριθμός των οχημάτων ξεπερνάει τα 10. Είναι χαρακτηριστικό ότι η χρήση συστημάτων υπολογιστών για την δρομολόγηση οχημάτων και τον προγραμματισμό παραδόσεων (Computerised Vehicle Routing and Scheduling – CVRSS) οδηγεί συνήθως σε μειώσεις κόστους μεταξύ 10% και 20% (Freight Best Practice, 2007).

Ορισμένα οφέλη που μπορούν να προκύψουν με τη χρήση του συστήματος είναι:

- Λιγότερα διανυόμενα χιλιόμετρα
- Καλύτερη πλήρωση οχήματος
- Λιγότερο χρησιμοποιούμενο καύσιμο
- Μεγαλύτερη παραγωγικότητα των οδηγών
- Πιο έγκαιρες παραδόσεις και καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών
- Λιγότερος χρόνος προγραμματισμού
- Καλύτερη χρήση - αποδοτικότητα του οχήματος
- Πιο συνεπής προγραμματισμός
- Ευκολότερη προσαρμογή στην ανάπτυξη των επιχειρήσεων
- Σαφέστερη επισκόπηση της λειτουργίας διανομής

Μέχρι τώρα τα πληροφοριακά συστήματα για τον προγραμματισμό και την δρομολόγηση των διανομών βρίσκονταν τοπικά εγκατεστημένα στους διακομιστές της εκάστοτε εταιρείας. Ωστόσο, η ανάγκη για προγραμματισμό σε επίπεδο πραγματικού χρόνου θα καθιστούσε ανέφικτη και οικονομικά ασύμφορη την σύνδεση κάθε μιας εταιρείας με του παρόχους των δυναμικών δεδομένων και ιδιαιτέρως με τους παρόχους των γεωγραφικών στοιχείων και συνθηκών κυκλοφορίας.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Τα καινοτόμα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου συστήματος περιλαμβάνουν πέραν των ανωτέρω την αντιμετώπιση του προβλήματος δρομολόγησης και προγραμματισμού παραδόσεων, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη παραμέτρους και περιορισμούς όπως κυκλοφοριακή συμφόρηση, ώρες εργασίας, κρατικούς κανονισμούς και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος θα επιτευχθεί αξιοποιώντας προηγμένους αλγόριθμους δρομολόγησης και μεθόδους και τεχνικές για τον υπολογισμό των χρόνων μετακίνησης. Τέλος, η παροχή υπηρεσιών μέσω διαδικτυακής διεπαφής στο Cloud καθιστά το σύστημα προσβάσιμο παγκοσμίως, φιλικό προς το χρήστη και σχετικά προσιτό στην υλοποίησή του, ακόμη και σε μικρότερες εταιρείες logistics.

Μια σημαντική εξέλιξη του παρόντος καινοτόμου συστήματος είναι και το γεγονός ότι θα λειτουργεί σαν «Λογισμικό ως Υπηρεσία» (Software as a Service – SaaS) που θα είναι διαθέσιμο μέσω διαδικτύου. Με αυτόν τον τρόπο, οι εταιρείες εφοδιασμού και διανομής, θα αποφεύγουν την εγκατάσταση και λειτουργία των συστημάτων μέσω των Η/Υ της ίδιας της εταιρείας, εκμηδενίζοντας κόστη που έχουν να κάνουν με την απόκτηση του συστήματος, την συντήρηση, τις άδειες, τις υπηρεσίες υποστήριξης καθώς και ενδεχόμενης αγοράς εξοπλισμού (Hardware).

Παράλληλα, δεν θα μειώνεται η ποιότητα σε θέματα απεικόνισης και αποτύπωσης του αποτελέσματος του προγραμματισμού των δρομολογίων, καθώς το σύστημα θα είναι βασισμένο σε γεωγραφικά και χωρικά δεδομένα. Επιπλέον οφέλη του συστήματος όταν εξελιχθεί ως εμπορικό προϊόν αναμένονται να είναι:

- Οι Ευέλικτες Πληρωμές: Η πληρωμή για χρήση του συστήματος θα γίνεται σε περιοδική βάση σύμφωνα με το μοντέλο Pay As You Go (PAYG) στο οποίο εφαρμόζονται χρεώσεις ανάλογα με την χρήση. Αντίθετα, τα κλασικά συστήματα έχουν κόστη αγοράς, εγκατάστασης που πλέον αντικαθίστανται από μία και μοναδική συνδρομή.
- Η Κλιμακούμενη Χρήση: Οι υπηρεσίες δρομολόγησης και προγραμματισμού παραδόσεων SaaS αποτελούν υπηρεσίες cloud, προσφέροντας υψηλή επεκτασιμότητα, δίνοντας παράλληλα τη δυνατότητα στους χρήστες να έχουν είτε μεγαλύτερη είτε μικρότερη πρόσβαση σε υπηρεσίες ανάλογα με την ζήτηση.
- Οι Αυτόματες Αναβαθμίσεις: Δεν θα απαιτείται αγορά πιο εξελιγμένου λογισμικού, αλλά αντιθέτως ο χρήστης του θα βασίζεται στις αναβαθμίσεις του λογισμικού δρομολόγησης SaaS.
- Η Προσβασιμότητα: Από την στιγμή η δρομολόγηση και ο προγραμματισμός των παραδόσεων θα παρέχονται μέσω διαδικτύου, οι χρήστες θα μπορούν να έχουν πρόσβαση από οποιαδήποτε συσκευή (Η/Υ, Smartphone, Tablet) συνδεδεμένη στο διαδίκτυο και από οποιαδήποτε τοποθεσία.

3.3. Λειτουργικότητα του Συστήματος

Το σύστημα θα διαχειρίζεται η εταιρεία λογισμικού και θα παρέχεται στις εταιρείες logistics χρησιμοποιώντας το μοντέλο «λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS)». Έχοντας πρόσβαση στις υπηρεσίες του συστήματος, η εταιρεία logistics θα αποστέλλει στοιχεία που αφορούν τις παραγγελίες (σημεία παράδοσης, χρόνους παράδοσης, παράθυρα χρόνου) και στοιχεία για τον στόλο (οδηγούς, οχήματα, χωρητικότητα). Στη συνέχεια, το σύστημα θα συνδυάζει τα παραπάνω μαζί με ιστορικά στοιχεία κίνησης καταλήγοντας, σε πρώτη φάση, σε μια στατιστική εκτίμηση της κίνησης και δημιουργώντας τελικά σε ένα αρχικό πλάνο δρομολόγησης.

Το αρχικό πλάνο θα επιστρέφει στις εταιρείες Logistics και θα καταλήγει στις συσκευές πλοήγησης μέσα στα οχήματα της εταιρείας. Έτσι, θα ξεκινάει η μεταφορά των προϊόντων από τα οχήματα στους πελάτες. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της παράδοσης στον διακομιστή (server) της εταιρείας logistics ενδέχεται να καταφτάνουν στοιχεία που μπορεί να απαιτούν τροποποίηση της διαδρομής των οχημάτων.

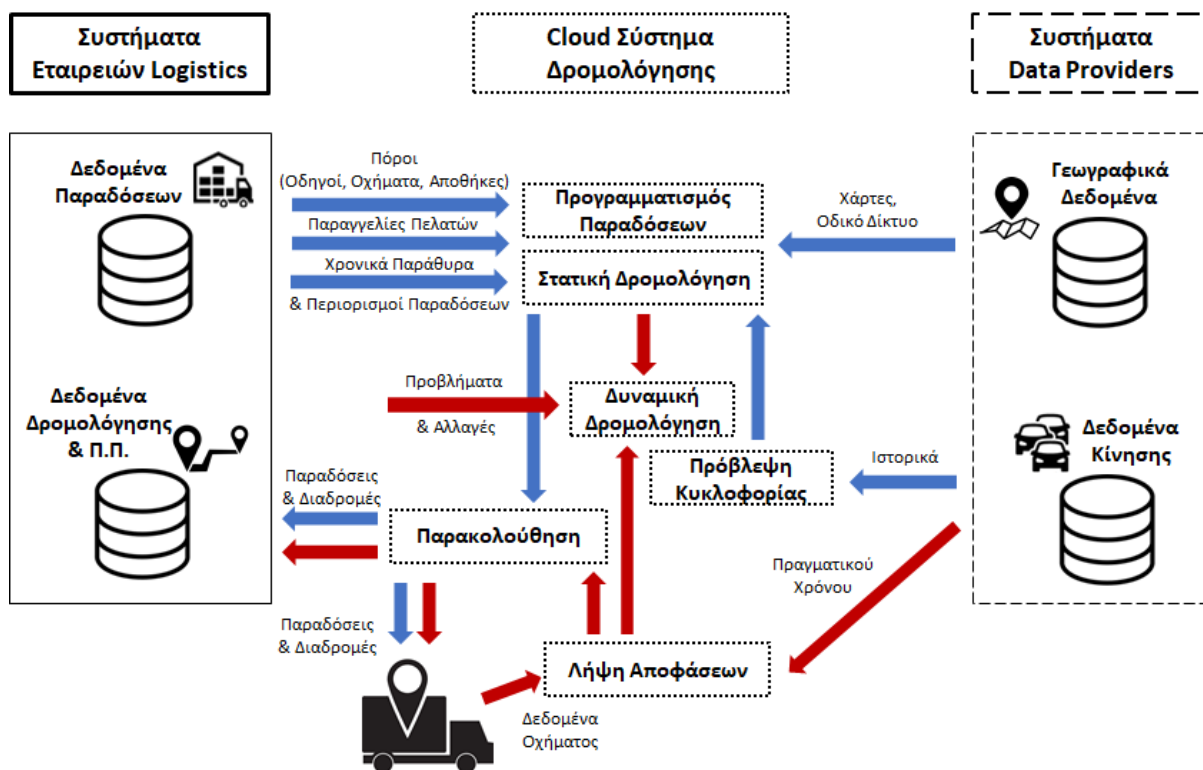
Τέτοια μπορεί να είναι ακυρώσεις παραγγελιών, αλλαγές στα παράθυρα χρόνου, μηχανικές βλάβες οχημάτων αλλά και απρόοπτα έξω-εταιρικά γεγονότα όπως για παράδειγμα κυκλοφοριακά προβλήματα πραγματικού χρόνου, άσχημες καιρικές συνθήκες που μπορούν να συμβούν κατά την εκτέλεση ενός δρομολογίου. Σε αυτή τη περίπτωση, αν και εφόσον χρειαστεί, το σύστημα θα υλοποιεί αναδρομολόγηση και θα ενημερώνει τις συσκευές πλοήγησης μέσα στα οχήματα της εταιρείας, ώστε ο εκάστοτε οδηγός να προβεί σε αλλαγή είτε της πορείας του είτε και του πλάνου παραδόσεων του.

Επομένως, με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι το σύστημα χρειάζεται να μπορεί να δέχεται τόσο στατικά όσο και δυναμικά δεδομένα, να τα επεξεργάζεται και, σε περίπτωση που είναι αναγκαίο, να αποφασίζει για αλλαγές στο πλάνο παραδόσεων.

Το **Σχήμα 3.1** απεικονίζει το Cloud σύστημα και τις λειτουργικές μονάδες (modules) από τις οποίες αποτελείται (κεντρικό μέρος του σχεδίου) και που θα αναλυθούν στη συνέχεια, καθώς και τις διαπαφές με τα συστήματα των χρηστών του (αριστερό μέρος), καθώς και συστήματα τρίτων (δεξί μέρος). Τα βέλη απεικονίζουν τη ροή δεδομένων που λειτουργεί ως είσοδος στο σύστημα ή ως έξοδος από αυτό, συν τη ροή δεδομένων μεταξύ των modules.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Τα μπλε βέλη αναφέρονται στο πρώτο επίπεδο δρομολόγησης και προγραμματισμού (στατικό), ενώ τα κόκκινα βέλη χαρακτηρίζουν τη ροή δεδομένων για το δεύτερο επίπεδο, δηλαδή τη δυναμική δρομολόγηση και επαναδρομολόγηση των φορτηγών.



Σχήμα 3.1: Πλαίσιο Λειτουργίας Συστήματος Δρομολόγησης & Προγραμματισμού Παραδόσεων

Το σύστημα θα λειτουργεί σε ένα cloud περιβάλλον και θα περιλαμβάνει τα κύρια στοιχεία που παρουσιάζονται στο σχήμα 4.1. Θα είναι ουσιαστικά ένα Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (DSS) για τη δρομολόγηση και τον προγραμματισμό των οχημάτων σε αστικές περιοχές, που λειτουργούν στο σύννεφο και εκμεταλλεύονται τα πλεονεκτήματα του cloud computing. Οι χρήστες του συστήματος θα είναι εταιρείες Logistics ή άλλες εταιρείες που προσφέρουν διανομή αγαθών στις πόλεις. Τα κύρια modules του Cloud DSS θα είναι τα εξής:

- 1) το **module προγραμματισμού παραδόσεων**, το οποίο θα είναι υπεύθυνο για την διασύνδεση παραγγελιών με πόρους των εταιρειών (π.χ. οχήματα, χρήστες, πελάτες, προϊόντα), μετατρέποντας τις σε εντολές μεταφοράς, προκειμένου να εξυπηρετούν τους πελάτες. Επίσης το module αυτό θα διαχειρίζεται τα βασικά δεδομένα (master data) του συστήματος και θα ενημερώνει το σύστημα για την ολοκλήρωση της προετοιμασίας των δρομολογίων.
- 2) το **module στατικής δρομολόγησης** οχημάτων που θα δημιουργεί τις διαδρομές των οχημάτων με βάση τα αρχικά προγράμματα με τη χρήση πρόσθετων αλγορίθμων. Τα χρονικά παράθυρα είναι

περιορισμοί που δεν πρέπει να παραβιάζονται γι' αυτό και ο προγραμματισμός πρέπει να γίνεται παράλληλα με τη δρομολόγηση των φορτηγών. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το module αυτό θα λειτουργεί πάντοτε παράλληλα με το module προγραμματισμού παραδόσεων για τον υπολογισμό των στατικών διαδρομών. Η στατική δρομολόγηση θα χρησιμοποιεί γεωγραφικά δεδομένα όπως χάρτες και δίκτυο δρόμων από παρόχους δεδομένων (πχ. Google Maps ή Here). Τα στατικά δεδομένα κίνησης θα δίνονται από τους παρόχους χαρτών, ενώ η πρόβλεψη κίνησης θα γίνεται με βάση τα στοιχεία αυτά. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να γίνει και η πρόβλεψη της κίνησης στους δρόμους, καθώς και πρόβλεψη του χρόνου μεταβίβασης από το ένα σημείο στο άλλο. Τα δεδομένα πρόβλεψης της κυκλοφορίας θα αποτελούν και αυτά μια είσοδο στο module στατικής δρομολόγησης οχημάτων προκειμένου να ελεγχθεί η σκοπιμότητα των διαδρομών σε πραγματικές συνθήκες όσον αφορά τα χρονικά παράθυρα των παραδόσεων.

Πιο συγκεκριμένα το module θα διαχειρίζεται:

- Δεδομένα Εντολών Μεταφοράς: Είναι στοιχεία που αφορούν την αλληλεπίδραση της εταιρείας και του πελάτη ή της εταιρείας εσωτερικά. Η ονομασία, η ποσότητα παραγγελίας, η διεύθυνση αποστολής, το κόστος, οι ημερομηνίες και οι τρόποι πληρωμής είναι μερικές λεπτομέρειες που βρίσκονται στην βάση δεδομένων των παραγγελιών.
- Δεδομένα Στόλου: Βασικό χαρακτηριστικό μιας εταιρείας logistics είναι ο στόλος της. Αναλυτικότερα η ποσότητα και η διαθεσιμότητα των οδηγών, προσωπικά στοιχεία των οδηγών, η ποσότητα και η χωρητικότητα είτε των ιδιωτικών της οχημάτων είτε των ενοικιαζόμενων και διάφορα άλλα στοιχεία για την βέλτιστη λειτουργία της εταιρείας στο κομμάτι της διανομής.
- Περιορισμούς Δρομολογήσεων: Λαμβάνοντας υπ' όψη τον κώδικα οδικής κυκλοφορίας, τις ζώνες κυκλοφορίας φορτηγών, τους επιτρεπόμενους δρόμους και γενικότερα τις νομοθετικές διατάξεις που διέπουν τις αστικές εμπορευματικές μεταφορές, το σύστημα θα δημιουργεί δρομολόγια που θα τηρούν όλους τους ανωτέρω περιορισμούς.
- Time Windows: Τα παράθυρα χρόνου είναι καθορισμένες ημερήσιες περίοδοι κατά τις οποίες επιτρέπεται η διανομή. Εξαρτώνται τόσο από την πολιτεία όσο και από την ίδια την εταιρεία. Από την πλευρά της εταιρείας προς τους πελάτες της, οι παραδόσεις γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα και πραγματοποιούνται εντός ενός προγραμματισμένου χρονικού πλαισίου. Το παράθυρο χρόνου επιλέγεται από τον ίδιο τον πελάτη, ώστε να μπορεί να γίνει η παραλαβή. Συνηθίζεται, αυτό είτε να συμπληρώνεται κατά την δημιουργία της παραγγελίας ηλεκτρονικά ή μη, είτε να είναι καθορισμένο από τον πελάτη στην περίπτωση που υπάρχει συχνή αλληλεπίδραση.

3) το **module πρόβλεψης κυκλοφορίας** θα είναι υπεύθυνο για την εκτίμηση της κυκλοφορίας και η έξοδος του θα χρησιμοποιείται από το module στατικής δρομολόγησης οχημάτων όπως περιγράφηκε παραπάνω. Προκειμένου να υπολογιστεί η εκτίμηση της κυκλοφορίας των συγκεκριμένων ημερών κατά τις οποίες προγραμματίζονται οι διαδρομές, θα χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι πρόβλεψης της κυκλοφορίας. Τα απαραίτητα δεδομένα που θα αξιοποιηθούν για την πρόβλεψη της κυκλοφορίας θα συλλέγονται από παρόχους δεδομένων, όπως εταιρείες χαρτογράφησης, παρόχους λογισμικού GIS ή δημόσιους οργανισμούς (πχ. τροχαία).

4) το **module δυναμικής δρομολόγησης** οχημάτων θα δημιουργεί νέες διαδρομές και θα επαναπρογραμματίζει τις παραδόσεις κάθε φορά που ο χρήστης του συστήματος (εταιρεία) αναφέρει ένα πρόβλημα ή έναν απαιτούμενο μετασχηματισμό του προγράμματος. Εκτός αυτού, το σύστημα θα ελέγχει δυναμικά τη σκοπιμότητα των διαδρομών και τις πιθανές παραβιάσεις των χρονικών παραθύρων, ανάλογα με την κατάσταση του φορτηγού και την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Για να το πετύχει αυτό, θα χρησιμοποιεί ως είσοδο τα αποτελέσματα επεξεργασίας δεδομένων που δημιουργούνται από το module επεξεργασίας δυναμικών δεδομένων το οποίο παρουσιάζεται στη συνέχεια. Ο πραγματικός κόσμος χαρακτηρίζεται από μεγάλη αβεβαιότητα, επομένως όλα τα παραπάνω στοιχεία δεν μπορούν να βελτιστοποιήσουν το μοντέλο λειτουργίας μιας εταιρείας Logistics.

Επιπρόσθετα, πλέον οι πάροχοι δεδομένων δίνουν και την δυνατότητα παροχής δυναμικών (πραγματικού χρόνου) δεδομένων κίνησης ουσιαστικά χρησιμοποιώντας δεδομένα από το GPS των συσκευών των χρηστών που το έχουν ενεργοποιημένο. Ο πάροχος στην συνέχεια αναλύει τα δεδομένα αυτά και υπολογίζει την ταχύτητα με την οποία κινούνται τα οχήματα ανά περιοχή. Βεβαίως πέρα από την κίνηση των δρόμων, καθημερινά υπεισέρχονται και πολυάριθμοι άλλοι αβέβαιοι ή πιο σωστά δυναμικοί παράγοντες όπως τροποποιήσεις παραγγελιών, τροποποιήσεις time windows και προβλήματα του στόλου. Οι τροποποιήσεις των παραγγελιών και των time windows αφορούν την πελατειακή αλληλεπίδραση της εταιρείας, ενώ τα προβλήματα στόλου (ατύχημα στον δρόμο, μηχανική βλάβη, ασθένεια οδηγού) αφορούν το κομμάτι της διανομής της εταιρείας. Σε κάθε περίπτωση το σύστημα θα αποφασίζει για αλλαγή πλάνου ή/και αναδρομολόγηση, όταν αυτό κριθεί αναγκαίο.

5) Το **module λήψης αποφάσεων** θα είναι ένα σημαντικό στοιχείο για τη δυναμική δρομολόγηση του συστήματος. Σε αυτό το module θα γίνεται ουσιαστικά συνεχής παρακολούθηση και ανίχνευση νέων ή/και τροποποιημένων πληροφοριών. Θα αξιοποιεί πληροφορίες δεδομένων κίνησης σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να εκτιμήσει την πιθανή παραβίαση των περιορισμών του χρονικού πλαισίου λόγω της κυκλοφοριακής συμφόρησης, των απροσδόκητων περιστατικών σε δρόμους ή της προβληματικής λειτουργίας των φορτηγών. Θα λαμβάνει υπόψη επίσης δεδομένα για τη θέση και την κατάσταση του οχήματος.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

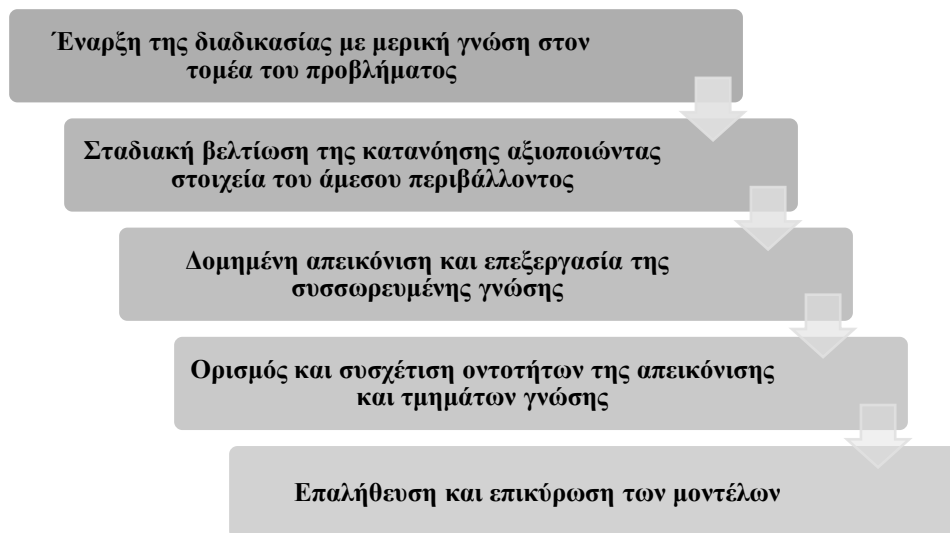
Με τον τρόπο αυτό θα συνδυάζει τα δεδομένα κίνησης σε πραγματικό χρόνο με τα δεδομένα των οχημάτων, προκειμένου να ανιχνεύει ασυνέπειες των χρονοδιαγραμμάτων. Ανάλογα με τα δεδομένα που καταφτάνουν, το σύστημα είτε θα υλοποιεί αναδρομολόγηση, είτε αλλαγή του πλάνου δρομολόγησης, είτε, σε περίπτωση που δεν παραβιάζονται τα time windows, θα αποφασίζει να μην πραγματοποιήσει καμία αλλαγή στο ήδη υπάρχον πλάνο. Τελικά, οποιαδήποτε απόφαση θα εμφανίζεται στην διεπαφή της συσκευής του οχήματος καθώς και στην διεπαφή της εταιρείας logistics οι οποίες αναλύονται στην συνέχεια.

6) το **module παρακολούθησης (monitoring)** θα είναι το μέρος του συστήματος που θα προσφέρει οπτικοποίηση των διαδρομών που παράγονται από τα modules δρομολόγησης οχημάτων (στατικά και δυναμικά). Μέσα από αυτό το module, οι διαδρομές θα αποστέλλονται είτε σε συσκευές οχημάτων μέσω τηλεπικοινωνιακών δικτύων είτε σε συστήματα πληροφοριών της εταιρείας για περαιτέρω ανάλυση και επικοινωνία με τους οδηγούς των φορητών. Αυτό το module θα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την σε πραγματικό χρόνο παρακολούθηση των διαδρομών των οχημάτων. Τέλος μέσω του module αυτού θα καταγράφονται τα διάφορα γεγονότα, έκτακτα ή μη, τα οποία σχετίζονται με την εκτέλεση των δρομολογίων και τις παραδόσεις/επιστροφές.

4. Μοντελοποίηση Επιχειρήσεων

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύθηκαν οι αστικές εμπορευματικές μεταφορές καθώς και το σύστημα για την υποστήριξη της εκτέλεσης και του προγραμματισμού τους, το οποίο θα αξιοποιηθεί από τις εταιρείες logistics. Στο κεφάλαιο αυτό, μεταβαίνοντας προς την υλοποίηση του μοντέλου αναφοράς, αναλύεται η έννοια της μοντελοποίησης των επιχειρήσεων στην οποία βασίζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του μοντέλου. Συγκεκριμένα, αφού ερμηνευτούν οι έννοιες που σχετίζονται με την μοντελοποίηση των επιχειρήσεων και επεξηγηθούν οι συσχετισμοί τους, παρατίθενται δημοφιλή πλαίσια αρχιτεκτονικών και μέθοδοι μοντελοποίησης. Η διερεύνηση αυτή πραγματοποιείται στοχεύοντας στην άντληση χρήσιμων στοιχείων που θα αξιοποιηθούν στην συνέχεια για την κατασκευή του μοντέλου αναφοράς.

Η μοντελοποίηση επιχειρήσεων (enterprise modeling) σχετίζεται με την αναπαράσταση μέρους ή του συνόλου των συστημάτων και διαδικασιών μιας επιχείρησης, καλύπτοντας διαφορετικές οπτικές της, όπως είναι η οργάνωση, οι λειτουργίες, οι πόροι, καθώς και οι διαφορετικές φάσεις του κύκλου ζωής της (Smith & Fingar, 2003). Η μοντελοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών (business process modeling) εμπεριέχεται στο ευρύτερο πεδίο της μοντελοποίησης επιχειρήσεων μαζί με τη μοντελοποίηση συστημάτων (πληροφοριακών ή μη) και αποτελεί τη σημαντικότερη διάσταση αυτού (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013). Η μοντελοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών βασίζεται στην μετατροπή των ανθρώπινων γνώσεων και εμπειριών σε ένα δομημένο τρόπο απεικόνισης και περιλαμβάνει πέντε τυπικά στάδια όπως αυτά απεικονίζονται στο **Σχήμα 3.1**. (Παναγιώτου, Ευαγγελόπουλος, Κατημερτζόγλου, & Γκαγιαλής, 2013).



Σχήμα 4.1 Τυπικά Στάδια Μοντελοποίησης Επιχειρησιακών Διαδικασιών

Οι πιο πρόσφατες θεωρίες της διοίκησης των επιχειρησιακών διαδικασιών στηρίζονται σε μεγάλο βαθμό στα κινήματα της ολικής ποιότητας και της αναδιοργάνωσης επιχειρησιακών διαδικασιών,

προσδιορίζοντας ως βασικό της στόχο τη βελτίωση των παρεχόμενων στους πελάτες προϊόντων και υπηρεσιών, μέσω μίας δομημένης προσέγγισης που δίνει έμφαση στη βελτίωση της απόδοσης και επικεντρώνεται στο συστηματικό σχεδιασμό και διαχείριση του συνόλου των επιχειρησιακών διαδικασιών του οργανισμού (Von Rosing et al., 2015). Προκειμένου η διοίκηση των επιχειρησιακών διαδικασιών να ασκείται αποτελεσματικά είναι αναγκαίο να καταγράφεται με σαφήνεια η αλληλουχία μεταξύ των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων και να είναι συνδεδεμένες με τις οργανωτικές μονάδες που είναι υπεύθυνες για την εκτέλεση τους, με τα πληροφοριακά συστήματα, τα έγγραφα καθώς και όλα τα υπόλοιπα δεδομένα και τους περιορισμούς που τις χαρακτηρίζουν. Μετά την καταγραφή των διαδικασιών μπορεί να επιτευχθεί η όποια ανάλυση, βελτίωση και εφαρμογή αυτών (Gayialis, 2011). Η αποτελεσματική καταγραφή και αποτύπωση των επιχειρησιακών διαδικασιών με επίσημο και συστηματικό τρόπο επιτυγχάνεται με τη μοντελοποίηση αυτών με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων μοντελοποίησης (Promapp, 2015).

Στη βιβλιογραφία εντοπίζεται πλήθος πρακτικών εφαρμογών της μοντελοποίησης στο πλαίσιο της διοίκησης των επιχειρησιακών διαδικασιών (Dumas et al., 2013; Mills, 2001; Molero, Santarremigia, Aragonés-Beltrán, & Pastor-Ferrando, 2017; Pernici & Weske, 2006; Promapp, 2015; Tregear & Jenkins, 2007).

Οι πιο τυπικές χρήσεις της συνοψίζονται στις ακόλουθες:

- Ανάλυση συστημάτων και διαδικασιών για τον εντοπισμό δυσλειτουργιών και περιοχών προς βελτίωση.
- Ανάλυση και σχεδιασμός συστημάτων και διαδικασιών πριν την εφαρμογή τους.
- Βοήθεια στη μείωση της πολυπλοκότητας και αύξηση του βαθμού κατανόησης.
- Επικοινωνία μιας κοινή αντίληψη αναφορικά με ένα σύστημα ή μία διαδικασία.
- Επίτευξη των οργανωτικών αλλαγών.
- Απόκτηση της υποστήριξης των ενδιαφερομένων μερών και οικοδόμηση της απαραίτητης συναίνεσης στις εφαρμοζόμενες αλλαγές.
- Αυτοματοποίηση επιχειρησιακών διαδικασιών.
- Χρήση ως μέσου τεκμηρίωσης, όπως για παράδειγμα σε ένα σύστημα διασφάλισης ποιότητας, ένα σύστημα ολικής ποιότητας ή ένα έργο αναδιοργάνωσης.

4.1. Συσχέτιση Αρχιτεκτονικών, Πλαισίων και Μεθόδων Μοντελοποίησης

Για την κατασκευή των επιχειρησιακών μοντέλων χρησιμοποιούνται μέθοδοι μοντελοποίησης (modeling methods) οι οποίες μπορεί να καλύπτουν μία ή περισσότερες οπτικές (όψεις) ενός συστήματος. Η μέθοδος μοντελοποίησης αποτελεί τον επίσημο τρόπο καταγραφής, ανάλυσης και απεικόνισης ενός συστήματος με βάση συγκεκριμένους κανόνες και σύμβολα.

Ο επίσημος αυτός τρόπος καταγραφής είναι συνήθως διαγραμματικός αλλά δεν αποκλείεται η χρήση κάποιας άλλης σημειογραφίας για τη δημιουργία των μοντέλων και την αποτύπωση συστημάτων (Von Rosing et al., 2015). Ως μέθοδοι χαρακτηρίζονται τόσο οι τεχνικές (techniques) όσο και οι γλώσσες μοντελοποίησης (modeling languages), με τις πρώτες να αποτελούν κυρίως τις μεθόδους μοντελοποίησης από την πλευρά των επιχειρησιακών διαδικασιών και τις δεύτερες από την πλευρά των πληροφοριακών συστημάτων (Dumas et al., 2013). Η εφαρμογή των μεθόδων μοντελοποίησης διευκολύνεται από τη χρήση εργαλείων μοντελοποίησης (modeling tools) προκειμένου να συνταχθούν τα μοντέλα με συστηματικό τρόπο και σύμφωνα με τους κανόνες και τη συμβολαιογραφία της εκάστοτε μεθόδου μοντελοποίησης (Gayialis, 2011). Τα εργαλεία μοντελοποίησης δημιουργούνται βασισμένα σε μία ή και περισσότερες μεθόδους και συχνά συμμορφώνονται με συγκεκριμένα πλαίσια και αρχιτεκτονικές μοντελοποίησης (Rouse, 2017).

Όπως φαίνεται και στο **Σχήμα 4.2**, το οποίο αναπαριστά γραφικά τις συσχετίσεις των εννοιών που παρουσιάζονται στο παρόν κεφάλαιο, τα μοντέλα κατασκευάζονται με τη χρήση μεθόδων μοντελοποίησης, περιγράφοντας διαφορετικές διαστάσεις των επιχειρησιακών συστημάτων. Η συσχέτιση των διαφορετικών αυτών διαστάσεων μέσω της σύνδεσης και της δόμησης των διαφορετικών μοντέλων πραγματοποιείται με την εφαρμογή των πλαισίων μοντελοποίησης (enterprise modeling frameworks) τα οποία διαμορφώνουν την αρχιτεκτονική ενός συστήματος ή και ολόκληρης της επιχείρησης. Οι έννοιες της αρχιτεκτονικής και του πλαισίου μοντελοποίησης, συχνά και της μεθοδολογίας μοντελοποίησης, δεν διαθέτουν στη βιβλιογραφία κοινά αποδεκτούς και ξεκάθαρους ορισμούς. Λόγω έλλειψης σαφήνειας και συχνά κατανόησης αυτών των όρων μπορεί κάποια στιγμή να έχουν χρησιμοποιηθεί λανθασμένα ο ένας στη θέση του άλλου. Στη συνέχεια γίνεται μία προσπάθεια οριοθέτησης των εννοιών αυτών σε συνδυασμό με τις προαναφερθείσες έννοιες της μεθόδου και των εργαλείων μοντελοποίησης (Gayialis, 2011).

Αρχιτεκτονική επιχειρήσεων (enterprise architecture) χαρακτηρίζεται η προσέγγιση του σχεδιασμού επιχειρήσεων και των συστημάτων που αυτή απαρτίζεται, με συστηματικό και μεθοδικό τρόπο και σύμφωνα με τους κανόνες και τις αρχές του πλαισίου μοντελοποίησης με βάση το οποίο αναπτύχθηκε, επιδιώκοντας την αποτελεσματικότερη δυνατή επίτευξη του σκοπού τους (Dalal, Kamath, Kolarik, & Sivaraman, 2004; Zambruski et al., 2008). Μέσω αυτής, προσεγγίζεται η ανάλυση συστημάτων για διαφορετικές οπτικές και επιμέρους φάσεις του κύκλου ζωής τους έτσι ώστε να γίνεται κατανοητή η συνολική εικόνα τους. Η εφαρμογή της αρχιτεκτονικής επιχειρήσεων επιτυγχάνει την ανάλυση πολύπλοκων συστημάτων και την αναπαράστασή τους με επίσημο τρόπο μέσω της δημιουργίας μοντέλων που προσδιορίζουν διάφορες όψεις της επιχείρησης, όπως είναι οι διαδικασίες, τα δεδομένα, τα έγγραφα και οι εφαρμογές λογισμικού (Jonkers et al., 2004; Mertins & Jochem, 2005; Sousa, Caetano, Vasconcelos, Pereira, & Tribolet, 2007). Η σημασία που έχει η δημιουργία μοντέλων για το

σχεδιασμό και την υλοποίηση επιχειρησιακών συστημάτων, αλλά και για την ολοκλήρωση των επιμέρους συστατικών του οργανισμού, οδήγησε στην ανάπτυξη των διαφόρων αρχιτεκτονικών μοντελοποίησης επιχειρήσεων (enterprise modeling architectures) από την επιστημονική κοινότητα και στην υιοθέτησή τους από τις επιχειρήσεις, καθιστώντας τους όρους αρχιτεκτονική επιχειρήσεων και αρχιτεκτονική μοντελοποίησης συνώνυμους (Παναγιώτου et al., 2013).

Μια αρχιτεκτονική μοντελοποίησης επιχειρήσεων χειρίζεται με ενιαίο και ολοκληρωμένο τρόπο τα επιχειρησιακά μοντέλα. Για να το πετύχει αυτό όταν εφαρμοστεί σε μια συγκεκριμένη περίπτωση, θα πρέπει να έχει διαμορφωθεί ακολουθώντας το συσχετιζόμενο πλαίσιο μοντελοποίησης (modeling framework) ή αλλιώς πλαίσιο της αρχιτεκτονικής (architectural framework) - και οι δύο όροι συναντώνται στη βιβλιογραφία (D. Chen, Doumeingts, & Vernadat, 2008; Seigerroth, 2011). Προκειμένου λοιπόν να μπορούν να οργανωθούν και να ταξινομηθούν τα επιχειρησιακά μοντέλα που περιλαμβάνει μια αρχιτεκτονική, χρησιμοποιείται ένα πλαίσιο μοντελοποίησης (Vernadat, 2002), το οποίο βοηθάει στο χτίσιμο και τον προσδιορισμό της αρχιτεκτονικής καθώς και την μοντελοποίηση και την οργάνωση των μοντέλων. Το πλαίσιο μπορεί να χαρακτηριστεί ως μία πιο ευρεία έννοια σε σχέση με την αρχιτεκτονική αποτελώντας ένα σύνολο αρχών και κανόνων που την διέπουν.

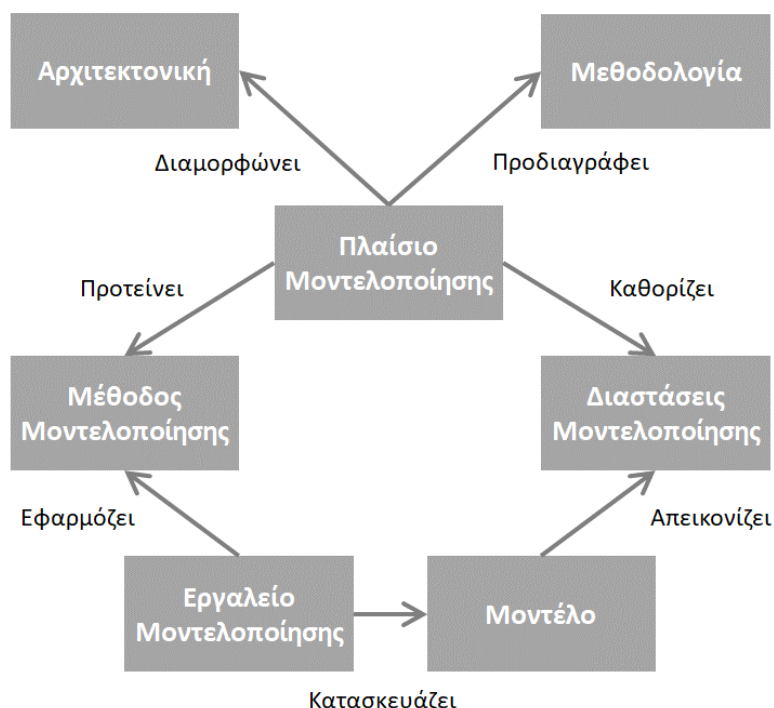
Τα πλαίσια μοντελοποίησης επιτυγχάνουν τη σύνδεση των μοντέλων για διαφορετικές διαστάσεις αυτών εντός της επιχείρησης (Malhorta & Jayaraman, 1992). Έτσι, τα πλαίσια μοντελοποίησης εμπεριέχουν τη διάσταση του κύκλου ζωής σύμφωνα με την οποία διαφορετικά μοντέλα μιας αρχιτεκτονικής καλύπτουν ολόκληρο το φάσμα του κύκλου ζωής ενός επιχειρησιακού συστήματος. Επίσης, περιλαμβάνουν τις διαφορετικές όψεις μοντελοποίησης (για παράδειγμα των λειτουργιών, των δεδομένων, της οργάνωσης, των πόρων, των αποφάσεων), δίνοντας τη δυνατότητα εστίασης σε συγκεκριμένες οπτικές μιας επιχείρησης ανάλογα με το σκοπό της μοντελοποίησης (Dalal et al., 2004). Προκειμένου να καλύψουν τις απαιτήσεις κατασκευής μοντέλων για τις διαφορετικές διαστάσεις μοντελοποίησης, τα πλαίσια μοντελοποίησης προτείνουν συνήθως ένα σύνολο μεθόδων μοντελοποίησης. Για την διαμόρφωση μιας αρχιτεκτονικής μπορεί να προδιαγραφεί η χρήση συγκεκριμένων μεθόδων ή απλά να προτείνει τη χρήση αυτών που θεωρούνται καταλληλότερες ανάλογα το σκοπό της μοντελοποίησης (Gayialis, 2011; Παναγιώτου et al., 2013). Η πρακτική εφαρμογή των μεθόδων μοντελοποίησης καθώς και των σχετικών με τις αρχιτεκτονικές μεθοδολογιών γίνεται δυνατή με τη χρήση των εργαλείων μοντελοποίησης (Pernici & Weske, 2006).

Για την εφαρμογή ενός πλαισίου αρχιτεκτονικής συχνά χρησιμοποιείται κάποια μεθοδολογία η οποία υποστηρίζει με οδηγίες και επίσημους κανόνες την χρήση των συστατικών του πλαισίου (Xu, Tan, Zhen, & Shen, 2008). Μια μεθοδολογία μπορεί να παρέχει τους κανόνες για την συνεπή περιγραφή της επιχείρησης με τη χρήση των μοντέλων για τις διαφορετικές όψεις μοντελοποίησης αλλά και για την

υλοποίηση συγκεκριμένων έργων, όπως έργων αναδιοργάνωσης των επιχειρησιακών διαδικασιών ή υλοποίησης πληροφοριακών συστημάτων (Παναγιώτου et al., 2013).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, όσον αφορά τη σχέση αρχιτεκτονικής, πλαισίου και μεθοδολογίας, μπορεί να ειπωθεί ότι η αρχιτεκτονική έχει το ρόλο της συγκέντρωσης και δόμησης των μοντέλων για τον επίσημο προσδιορισμό ενός συστήματος και την περιγραφή της δομής του με γραφικό τρόπο. Τα μοντέλα που συνθέτουν την αρχιτεκτονική, προσδιορίζουν το σύστημα μέσα από διαφορετικές οπτικές που αυτό γίνεται αντιληπτό και για διαφορετικές φάσεις του κύκλου ζωής του. Για τη δημιουργία των μοντέλων χρησιμοποιούνται μέθοδοι μοντελοποίησης που σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν αναπτυχθεί ειδικά για ένα πλαίσιο μοντελοποίησης. Επιπλέον, ένα πλαίσιο μπορεί να συνοδεύεται από συγκεκριμένη μεθοδολογία, η οποία παρέχει τους κανόνες για την εφαρμογή του. Τέλος, για την διαμόρφωση μιας αρχιτεκτονικής χρησιμοποιείται ένα σύνολο αρχών και κανόνων μοντελοποίησης και οργάνωσης των μοντέλων σύμφωνα με ένα πλαίσιο μοντελοποίησης.

Στο **Σχήμα 4.2** απεικονίζονται οι έννοιες της αρχιτεκτονικής, του πλαισίου μοντελοποίησης, της μεθοδολογίας, της μεθόδου, των μοντέλων, των διαστάσεων και των εργαλείων μοντελοποίησης, αναπαριστώντας γραφικά τα όσα αναλύθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 4.2 Συσχετισμός Εννοιών Μοντελοποίησης

4.2. Δημοφιλή Πλαίσια Αρχιτεκτονικής

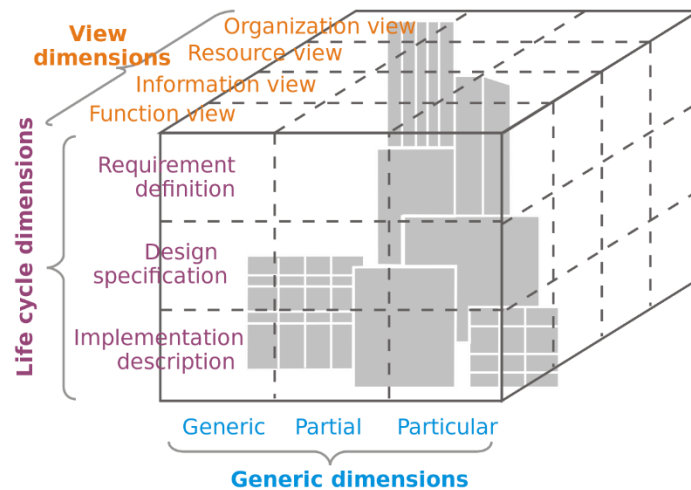
Τα πλέον διαδεδομένα πλαίσια αρχιτεκτονικής δεν έχουν πάντα κοινό τρόπο οργάνωσης και ομοιόμορφη δομή όσον αφορά τα συστατικά που απαρτίζονται, ενώ δεν διαπνέονται πάντοτε από την ίδια λογική όσον αφορά τη χρήση μεθοδολογιών και μεθόδων μοντελοποίησης. Το γεγονός αυτό έχει να κάνει κυρίως με το σκοπό για τον οποίο δημιουργήθηκε κάθε πλαίσιο. Επίσης, είναι γεγονός ότι τόσο οι αρχιτεκτονικές όσο και τα πλαίσια αρχιτεκτονικών για επιχειρήσεις έχουν αποτελέσει αντικείμενο ευρείας επιστημονικής έρευνας από ερευνητές σε ολόκληρο τον κόσμο. Από το 1990 μέχρι και τις αρχές τη δεκαετίας του 2000 διαμορφώθηκαν τα σημαντικότερα πλαίσια αρχιτεκτονικής τα οποία και θα αναλυθούν στην συγκεκριμένη ενότητα (Gayialis, 2011; Παναγιώτου et al., 2013).

4.2.1. CIMOSA

Το πλαίσιο αρχιτεκτονικής CIMOSA (Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture) αναπτύχθηκε τη δεκαετία του '90 στα πλαίσια του προγράμματος ESRPIT της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το πλαίσιο εισήγαγε την έννοια της «υποδομής για την ολοκλήρωση» ως ένα δομημένο σύνολο υπηρεσιών πληροφορικής για την ενοποίηση και τη συνεργασία ετερογενών συστατικών hardware και software της επιχείρησης. Το πλαίσιο αυτό στοχεύει στο να υποστηρίξει μέσω της μοντελοποίησης τις προσπάθειες ολοκλήρωσης μηχανών, πληροφοριακών συστημάτων και ανθρώπων, βασισμένο στις έννοιες του κύκλου ζωής των συστημάτων και των διαφορετικών όψεων μοντελοποίησης. Για την επίτευξη της επιχειρησιακής ολοκλήρωσης χρησιμοποιεί μοντελοποίηση προσανατολισμένη στις διαδικασίες. Οι μέθοδοι μοντελοποίησης που χρησιμοποιούν το πλαίσιο CIMOSA είναι κυρίως αυτές των οικογενειών IDEF και UML καθώς και οι Petri Nets και GRAI-Net.

Το πλαίσιο CIMOSA απεικονίζεται ως κύβος, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 4.3** που διαθέτει τρεις διαστάσεις μοντελοποίησης:

- Τη διάσταση της εξειδίκευσης που περιγράφει τη διαδικασία της μοντελοποίησης ξεκινώντας από τα δομικά στοιχεία των μοντέλων αναφοράς και καταλήγοντας σε ειδικά εξατομικευμένα μοντέλα επιχειρήσεων.
- Τη διάσταση του κύκλου ζωής που παρέχει μοντέλα για τις φάσεις του κύκλου ζωής της ανάπτυξης των συστημάτων περιλαμβάνοντας τις φάσεις ορισμού των απαιτήσεων, σχεδιασμού προδιαγραφών και περιγραφής της υλοποίησης.
- Τη διάσταση των οπτικών για την μοντελοποίηση διαφορετικών παραμέτρων του συστήματος περιλαμβάνοντας τις οπτικές των λειτουργιών, των πληροφοριών, των πόρων και του οργανισμού.



Σχήμα 4.3 Πλαίσιο CIMOSA

(Fadel, 1994)

4.2.2. Zachman

Το πλαίσιο αρχιτεκτονικής Zachman γνωστό και ως πλαίσιο ISA (Information Systems Architecture), προτάθηκε από τον John Zachman το 1987, ενώ αργότερα προτάθηκε και βελτιωμένη έκδοσή του το 1992. Το πλαίσιο αποτελεί έναν τρόπο θεώρησης ενός οργανισμού ή συστήματος από πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες, ενώ παράλληλα διευκρινίζει τον τρόπο με τον οποίο όλες αυτές οι οπτικές συνδέονται μεταξύ τους. Το πλαίσιο Zachman δεν συνδέεται με συγκεκριμένες μεθόδους και εργαλεία και οργανώνεται σε ένα δισδιάστατο πίνακα, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 4.4**. Οι στήλες απαντούν στα ερωτήματα τι, πώς πού, ποιος, πότε και γιατί περιγράφοντας της επιχείρηση. Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς ρόλους εμπλεκομένων. Η κορυφαία γραμμή αντιπροσωπεύει την πιο γενική προοπτική της εταιρείας, ενώ οι κατώτερες γραμμές είναι πιο συγκεκριμένες. Μία πιο πάνω γραμμή δεν έχει κατ' ανάγκη μία πιο ολοκληρωμένη κατανόηση της όλης οργάνωσης από μία χαμηλότερη γραμμή. Κάθε κελί του πίνακα περιγράφει ένα μοντέλο. Όλα τα κελιά είναι μοναδικά, διακριτά το ένα από το άλλο, και το καθένα μπορεί να μοντελοποιηθεί ανεξάρτητα. Όλα τα κελιά είναι απαραίτητα για την πληρότητα του πλαισίου και για την ολοκληρωμένη περιγραφή της εταιρείας. Ωστόσο, ορισμένες εταιρείες ενδέχεται να μην ορίζουν όλα τα κελιά καθώς μερικά μπορεί να έχουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον και χρησιμότητα για την εταιρεία από άλλα. Παρόλα αυτά ο ορισμός όλων των κελιών είναι υποχρεωτικός για μία ολιστική περιγραφή της εταιρείας.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

	DATA <i>What</i>	FUNCTION <i>How</i>	NETWORK <i>Where</i>	PEOPLE <i>Who</i>	TIME <i>When</i>	MOTIVATION <i>Why</i>
Objective/Scope (contextual) <i>Role: Planner</i>	List of things important in the business	List of Business Processes	List of Business Locations	List of important Organizations	List of Events	List of Business Goal & Strategies
Enterprise Model (conceptual) <i>Role: Owner</i>	Conceptual Data/ Object Model	Business Process Model	Business Logistics System	Work Flow Model	Master Schedule	Business Plan
System Model (logical) <i>Role: Designer</i>	Logical Data Model	System Architecture Model	Distributed Systems Architecture	Human Interface Architecture	Processing Structure	Business Rule Model
Technology Model (physical) <i>Role: Builder</i>	Physical Data/Class Model	Technology Design Model	Technology Architecture	Presentation Architecture	Control Structure	Rule Design
Detailed Representation (out of context) <i>Role: Programmer</i>	Data Definition	Program	Network Architecture	Security Architecture	Timing Definition	Rule Speculation
Functioning Enterprise <i>Role: User</i>	Usable Data	Working Function	Usable Network	Functioning Organization	Implemented Schedule	Working Strategy

Σχήμα 4.4 Πλαίσιο Zachman

(Wu, Zhang, & Dong, 2017)

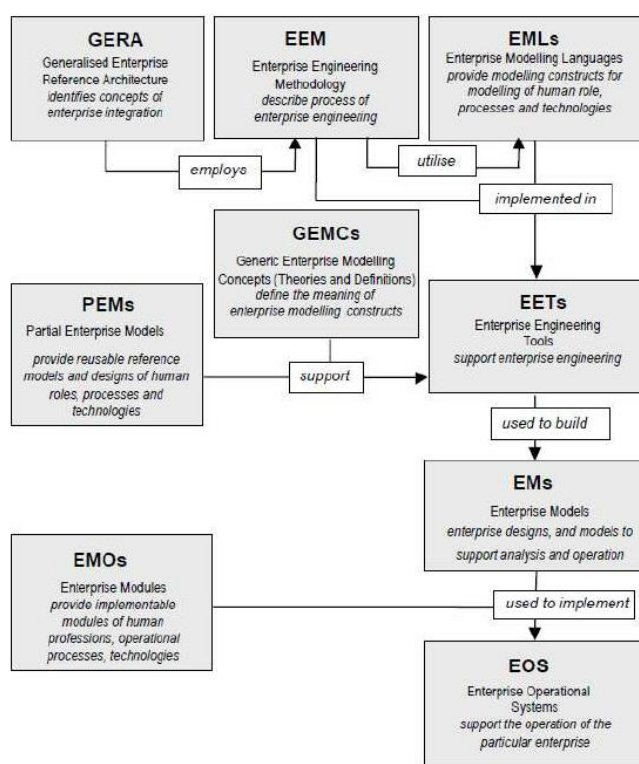
4.2.3. GERAM

Στην πράξη η μοντελοποίηση των επιχειρήσεων έχει αναδείξει την ανάγκη για πλαίσια και αρχιτεκτονικές προσαρμοσμένα σε συγκεκριμένες κατηγορίες οργανισμών και επιχειρήσεων. Η χρήση ενός μόνο πλαισίου αρχιτεκτονικής συχνά δεν αποτελεί την καταλληλότερη λύση ενώ κατά καιρούς έχουν γίνει προσπάθειες για συγχώνευση στοιχείων από διαφορετικά πλαίσια. Για να πετύχει αυτό είναι απαραίτητη η διερεύνηση συγκλίσεων και αποκλίσεων μεταξύ των πλαισίων καθώς και η προσπάθεια εναρμόνισής τους με τις ανάγκες του οργανισμού.

Το πλαίσιο αρχιτεκτονικής GERAM (Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology) προέκυψε συνδυάζοντας στοιχεία από διάφορες άλλα πλαίσια γι' αυτό και θεωρείται ένα γενικευμένο πλαίσιο. Δημιουργήθηκε στα μέσα της δεκαετίας του '90 από την ομάδα IFIP-IFAC Task Force στο πλαίσιο μελέτης για αρχιτεκτονικές ολοκλήρωσης παραγωγικών δραστηριοτήτων και επιχειρήσεων (Bernus & Nemes, 1994). Η ομάδα επέλεξε τελικά τρία πλαίσια αρχιτεκτονικής τα οποία, αν και παρουσιάζουν ορισμένες αλληλοκαλύψεις, θεωρείται ότι όλα έχουν να προσθέσουν κάτι ξεχωριστό. Ένα εκ των τριών πλαισίων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το GIM (GRAI Integrated Methodology) που ξεκίνησε ως μεθοδολογία μοντελοποίησης για την γενική περιγραφή παραγωγικών συστημάτων, εστιάζοντας στην οπτική των αποφάσεων και στα συστήματα ελέγχου της παραγωγής, ενώ παράλληλα παρείχε συγκεκριμένες μεθόδους μοντελοποίησης για να καλύψει τον ιδιαίτερο προσανατολισμό της. Το δεύτερο πλαίσιο ήταν το PERA (Purdue Enterprise Reference Architecture) που χρησιμοποιείται κυρίως για την πολυεπίπεδη ανάλυση και μοντελοποίηση της αρχιτεκτονικής της επιχείρησης. Το τρίτο και τελευταίο πλαίσιο ήταν το CIMOSA που έχει ήδη αναλυθεί στην **Ενότητα 3.2.1** (Παναγιώτου et al., 2013).

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Το αρχικό αποτέλεσμα της συνδυασμένης απεικόνισης ήταν μια επίπεδη δομή σε μορφή πίνακα όπου υπήρχαν οι διαστάσεις της γενίκευσης από το CIMOSA, του κύκλου ζωής από το PERA τροποποιημένου όμως σύμφωνα με τους κανόνες του CIMOSA καθώς και των οπτικών της επιχείρησης σύμφωνα με το GIM και το CIMOSA. Αργότερα η μορφή εξελίχθηκε και οδήγησε στο γενικευμένο πλαίσιο GERAM που περιλαμβάνει τα στοιχεία που απεικονίζονται στο **Σχήμα 4.5**. Το GERAM είχε σαν σκοπό να γενικεύσει τα υφιστάμενα πλαίσια αρχιτεκτονικής διαμορφώνοντας ένα ολοκληρωμένο σύνολο από θεωρίες, εργαλεία, μεθόδους και μοντέλα τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε έργα ανάλυσης, σχεδιασμού και ολοκλήρωσης επιχειρήσεων. Σαν πλαίσιο δεν στοχεύει στην επιβολή συγκεκριμένων εναλλακτικών αλλά περισσότερο στην επιλογή τους καθορίζοντας συγκεκριμένα κριτήρια που πρέπει να ικανοποιούνται (Παναγιώτου et al., 2013).



Σχήμα 4.5 Πλαίσιο GERAM

(Jalaliniya, 2011)

4.2.4. ARIS

Το πλαίσιο μοντελοποίησης ARIS (ARchitecture for integrated Information Systems) αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '90 σαν αρχιτεκτονική αναφοράς με σκοπό την ανάλυση και το σχεδιασμό συστημάτων. Αποτελεί, πλέον, μια προσέγγιση για τη διοίκηση επιχειρήσεων προσανατολισμένη στις διαδικασίες. Το ARIS επικεντρώνεται στο να ενσωματώσει τις τεχνολογίες της πληροφορικής στην επιχείρηση ή στον οργανισμό, χρησιμοποιώντας έναν κύκλο «Ελέγχου – Σχεδιασμού – Υλοποίησης» ως τη θεμελιώδη προσέγγιση βελτίωσης των διαδικασιών και διαχείρισης των αλλαγών. Ικανοποιεί,

επίσης, την ανάγκη για εργαλεία και μεθόδους που βοηθούν στο σχεδιασμό των πληροφοριακών συστημάτων τα οποία και υποστηρίζουν τις επιχειρησιακές διαδικασίες. Δημιουργός του πλαισίου αρχιτεκτονικής ARIS είναι ο καθηγητής Scheer, ο οποίος και ίδρυσε την εταιρεία IDS Scheer με σκοπό την ανάπτυξη εργαλείων μοντελοποίησης προσαρμοσμένων στην αρχιτεκτονική. Έτσι κατασκευάστηκε ένα σύνολο εργαλείων μοντελοποίησης (το ARIS Toolset) που είναι εξειδικευμένα στην ανάλυση, την υλοποίηση και τη διοίκηση των επιχειρησιακών των διαδικασιών. Αργότερα το ARIS εξαγοράστηκε από την Software AG η οποία εξακολουθεί να το διαθέτει μέχρι και σήμερα. Το πλαίσιο αρχιτεκτονικής ARIS επιχειρεί να μοντελοποιήσει τόσο την αρχιτεκτονική των συστημάτων όσο και τη συμπεριφορά των επιχειρησιακών διαδικασιών (Scheer & Schneider, 1992; Software.AG, 2015a).

Το πλαίσιο αρχιτεκτονικής ARIS αναπτύσσεται σε δύο διαστάσεις: στις οπτικές ή όψεις (views) και στα επίπεδα του κύκλου ζωής (life cycle levels). Το ARIS είναι προσανατολισμένο στις διαδικασίες και τη συμπεριφορά τους ως απόκριση στα γεγονότα (event-driven), ενώ χρησιμοποιεί τις διαφορετικές όψεις για να μειώσει την πολυπλοκότητα των μοντέλων. Δίνει έμφαση στη διατήρηση των σχέσεων μεταξύ των όψεων μοντελοποίησης με πιο ξεκάθαρο και αναλυτικό τρόπο. Το πλαίσιο αρχιτεκτονικής ARIS χρησιμοποιεί μια αποκλειστική όψη ολοκλήρωσης των μοντέλων που ονομάζεται όψη ελέγχου (control view) ή διαδικαστική όψη (process view). Το περιεχόμενο των ξεχωριστών όψεων που προτείνει το ARIS περιγράφεται με μεθόδους που είναι κατάλληλες για κάθε συγκεκριμένη όψη. Σε πρώτη φάση αναπτύσσονται μοντέλα με χρήση επιλεγμένων μεθόδων, χωρίς να δίνεται υπερβολική έμφαση στις πολυάριθμες σχέσεις (relationships) των στοιχείων και τις συσχετίσεις (interrelationships) με τις άλλες όψεις. Σε επόμενη φάση, οι σχέσεις ανάμεσα στις όψεις ενσωματώνονται στο μοντέλο και ενώνονται σε μια συνολική ανάλυση των αλυσίδων διαδικασιών. Οι όψεις ορίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε οι σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία της κάθε μιας όψης να είναι στενές, ενώ οι σχέσεις με τις άλλες όψεις να είναι ασθενείς. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται ο καταμερισμός του έργου σε μικρότερα που αναλαμβάνονται από ομάδες ατόμων που είναι δυνατόν να εργάζονται ταυτόχρονα (Παναγιώτου et al., 2013).

Όσον αφορά τη διάσταση των όψεων, το πλαίσιο αρχιτεκτονικής ARIS μοντελοποιεί το επιχειρηματικό σύστημα με τις εξής πέντε περιγραφικές όψεις ή οπτικές (views) (Παναγιώτου et al., 2013):

- Όψη δεδομένων & συστημάτων (data view): Περιλαμβάνει τα δεδομένα & συστήματα του οργανισμού και χρησιμοποιείται για την περιγραφή των γεγονότων και συνθηκών που επικρατούν στο περιβάλλον της.
- Όψη λειτουργιών (function view): Περιγράφει όλες τις εσωτερικές λειτουργίες και υπολειτουργίες της επιχείρησης, την ιεραρχική τους δομή καθώς και τις σχέσεις που τις διέπουν.

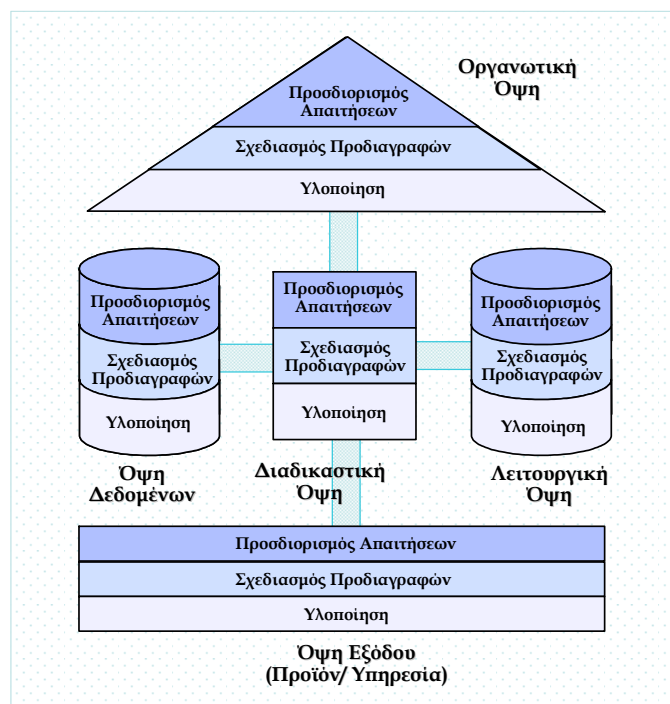
Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

- Οργανωτική όψη (organization view): Περιγράφει την οργανωτική δομή της επιχείρησης και την σχέση χρηστών και οργανωτικών μονάδων.
- Όψη διαδικασιών (control view ή process view): Περιγράφει τις σχέσεις μεταξύ των τριών πρώτων όψεων. Αποτελεί ίσως και το απόσταγμα της αρχιτεκτονικής καθώς εξετάζει την επιχείρηση λαμβάνοντας υπόψη τις τρεις παραπάνω όψεις αφού αυτές έχουν προηγουμένως αναλυθεί λεπτομερώς.
- Όψη προϊόντων και υπηρεσιών (product/ service view): Αναπαριστά τα σημαντικότερα αποτελέσματα, τις εκροές του οργανισμού ή και των επιμέρους λειτουργιών του.

Η δεύτερη διάσταση του πλαισίου αρχιτεκτονικής ARIS περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση περιγραφικών επιπέδων με βάση τις αρχές ενός μοντέλου κύκλου ζωής. Έτσι, κάθε μία όψη περιγράφεται με τη χρήση τριών επιπέδων, τα οποία αποτελούν ουσιαστικά τις φάσεις του κύκλου ζωής ενός συστήματος και ειδικά ενός πληροφοριακού συστήματος (Παναγιώτου et al., 2013):

- Καθορισμός απαιτήσεων (requirements definition).
- Καθορισμός προδιαγραφών σχεδιασμού (design specification).
- Περιγραφή υλοποίησης (implementation description).

Οι διαφορετικές διαστάσεις του πλαισίου αρχιτεκτονικής ARIS έχουν συνδεθεί από το δημιουργό της σε ένα ενιαίο πλαίσιο που ονομάζεται Οίκος του ARIS ή ARIS House όπως αυτή απεικονίζεται στο **Σχήμα 4.6**.



Σχήμα 4.6: ARIS House

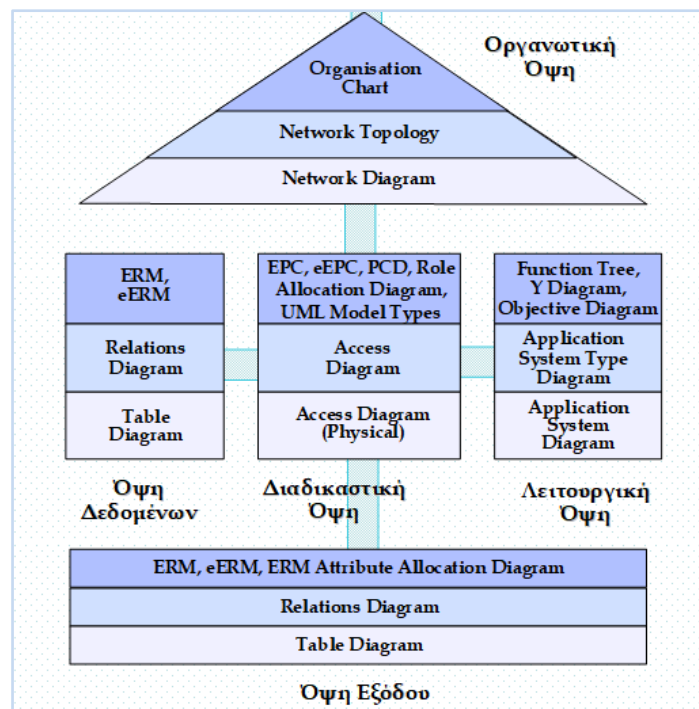
(Γκαγιαλής, 2008)

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Κάθε όψη χρησιμοποιεί συγκεκριμένες **μεθόδους** για την περιγραφή των στοιχείων που περιέχει. Το πλαίσιο αρχιτεκτονικής ARIS προτείνει αρκετές μεθόδους μοντελοποίησης για τις διαφορετικές όψεις και για κάθε φάση του κύκλου ζωής του πλαισίου. Ενδεικτικά, οι πιο σημαντικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθες (Παναγιώτου et al., 2013):

- Το Διάγραμμα Αλυσίδας Διαδικασίας (Process Chain Diagram ή PCD), το οποίο συνθέτει στοιχεία από τις διάφορες όψεις των επιχειρησιακών διαδικασιών και προτείνεται από το πλαίσιο αρχιτεκτονικής ARIS κυρίως για τη φάση του αρχικού προσδιορισμού του προβλήματος.
- Το Διευρυμένο Διάγραμμα (ή Μοντέλο) Οντοτήτων – Συσχετίσεων (extended Entity – Relationship Model ή eERM) το οποίο χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση της όψης των δεδομένων και της όψης εξόδου που συνθέτουν τη συνολική πληροφοριακή όψη. Η διεύρυνση του κλασικού Διαγράμματος Οντοτήτων – Συσχετίσεων αφορά στη χρήση οντοτήτων ομαδοποιημένων σε κατηγορίες ή σε διαφορετικά επίπεδα γενίκευσης/εξειδίκευσης.
- Το Δενδρικό Διάγραμμα Λειτουργιών ή Δέντρο Λειτουργιών (Function Tree) για τη μοντελοποίηση της λειτουργικής όψης, που αποτελεί τη σύνδεση των επιμέρους λειτουργιών μιας διαδικασίας σε δενδρική μορφή με βάση τις μεταξύ τους σχέσεις και τη χρονική αλληλουχία τους.
- Το Οργανόγραμμα (Organization Chart) για τη μοντελοποίηση της οργανωτικής όψης, που περιλαμβάνει εκτός από τις οργανωτικές μονάδες (διευθύνσεις, τμήματα, γραφεία, εργαζόμενους) και άλλα στοιχεία, όπως τύπους οργανωτικών δομών, τοποθεσίες και εργασίες.
- Το Διάγραμμα Αλυσίδας Διαδικασίας Καθοδηγούμενης από Γεγονότα (Event-Driven Process Chain ή EPC) για τη μοντελοποίηση της όψης των διαδικασιών, έχοντας ως κύριο χαρακτηριστικό την απεικόνιση της χρονικής αλληλουχίας των γεγονότων (events) και λειτουργιών (functions) αντιστοιχίζοντας στις λειτουργίες όλες τις οργανωτικές μονάδες και τα δεδομένα ή τις πληροφορίες της επιχειρησιακής διαδικασίας.

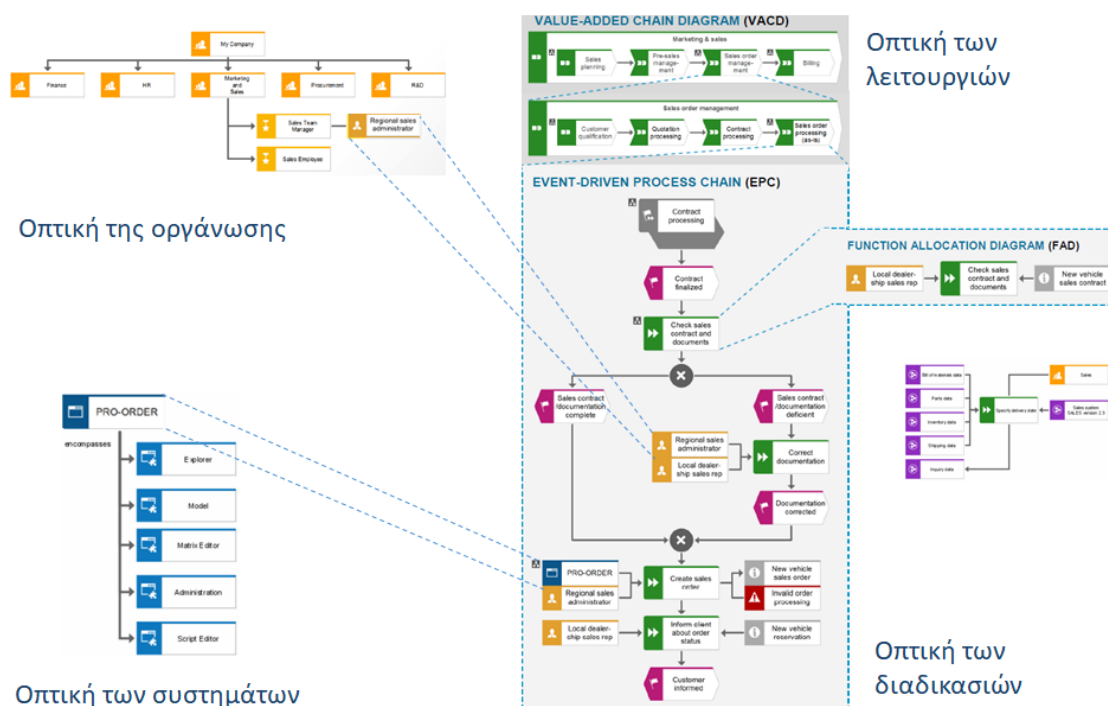
Το πλαίσιο αρχιτεκτονικής ARIS και τα εργαλεία μοντελοποίησης που το ακολουθούν διαθέτουν μια ευρεία γκάμα από μεθόδους μοντελοποίησης για κάθε διαφορετική οπτική, που δεν περιορίζονται στις προαναφερθείσες. Από τις προσφερόμενες αυτές μεθόδους επιλέγονται κάθε φορά οι καταλληλότερες ανάλογα με το σκοπό της μοντελοποίησης. Ένα δείγμα τέτοιων μεθόδων παρατίθενται στο **Σχήμα 4.7**.



Σχήμα 4.7: Μέθοδοι ανά Όψη στο ARIS House

(Γκαγιαλής, 2008)

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του πλαισίου αρχιτεκτονικής ARIS και του εργαλείου μοντελοποίησης που αναπτύχθηκε πάνω σε αυτό είναι ότι τα μοντέλα συνδέονται μεταξύ τους και αυτό βοηθά στον εντοπισμό της αλληλεπίδρασης των διαφορετικών επιχειρησιακών αντικείμενων (π.χ. οργανωτικών μονάδων και βημάτων των διαδικασιών, πληροφοριακών συστημάτων και διαδικασιών κλπ) και στη διαμόρφωση αναφορών (reports) με αυτές τις αλληλεπιδράσεις. Αυτό ενισχύεται από τις δυνατότητες του λογισμικού το οποίο διαχειρίζεται τα αντικείμενα (objects) των μοντέλων σε βάση δεδομένων (repository) (Software.AG, 2015b). Ένα παράδειγμα αλληλεπιδράσεων μεταξύ των αντικείμενων των μοντέλων φαίνεται στο **Σχήμα 4.8** με τις συσχετίσεις αυτών.



Σχήμα 4.8: Συσχετίσεις των Αντικειμένων Μοντελοποίησης

(Software.AG, 2018) (Προσαρμογή)

4.3. Δημοφιλείς Μέθοδοι Μοντελοποίησης

Κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι μοντελοποίησης με σκοπό την αποτύπωση της επιχειρησιακής αρχιτεκτονικής. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένες από τις πιο γνωστές μεθόδους, οι οποίες καλύπτουν διαφορετικές οπτικές μοντελοποίησης. Οι διαφορετικές οπτικές μοντελοποίησης καθορίζουν το συνδυασμό μεθόδων και εργαλείων που θα χρησιμοποιηθούν κάθε φορά για να επιτευχθεί η αποτύπωση. Οι οπτικές που μοντελοποιούνται συνήθως είναι αυτές των λειτουργιών (functional view), των πληροφοριών ή δεδομένων (data view), της οργάνωσης (organizational view), των προϊόντων/υπηρεσιών (product view) και των διαδικασιών (process view) η οποία συνδυάζει στοιχεία από τις υπόλοιπες οπτικές. Οι οπτικές αυτές συμπεριλαμβάνονται στις σημαντικότερες αρχιτεκτονικές και γι αυτό θα ακολουθηθούν και στην συγκεκριμένη εργασία.

Τα διαγράμματα ροής (Flow-Charts) είναι μια από τις πρώτες τεχνικές μοντελοποίησης και χρονολογούνται από τη δεκαετία του 1960. Παρέχουν την δυνατότητα απεικόνισης της δομής του συστήματος με την παρακολούθηση της ροής των πληροφοριών της εργασίας αλλά και των δεδομένων προσδιορίζοντας τα μέσα στα οποία εισέρχονται, εξέρχονται και αποθηκεύονται. Σήμερα δεν αποτελούν πλέον βασική τεχνική μοντελοποίησης καθώς είναι πολύ γενικά, πολύ απλά, συνήθως μεγάλα σε μέγεθος και αδυνατούν να χειριστούν τις διαδικασίες με ιεραρχικό τρόπο (Jones, 1985).

Μια ακόμη γνωστή μέθοδος μοντελοποίησης είναι τα διαγράμματα ροής δεδομένων (Data Flow Diagrams) που απεικονίζουν τη ροή των δεδομένων ή της πληροφορίας μεταξύ εξωτερικών οντοτήτων, των δραστηριοτήτων και των αποθηκών δεδομένων σε μία διαδικασία και χρησιμοποιούνται τόσο στη μοντελοποίηση διαδικασιών όσο και πληροφοριακών συστημάτων. Τα DFDs έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως και αποτελούν χαρακτηριστική τεχνική στην ανάλυση και το σχεδιασμό συστημάτων. Ωστόσο στην πράξη παρουσιάζουν ορισμένους περιορισμούς όπως είναι το γεγονός ότι δίνουν έμφαση στα δεδομένα παραβλέποντας τα υπόλοιπα στοιχεία των επιχειρησιακών διαδικασιών (όπως τους ανθρώπους ή τις ροές εργασίας), δεν έχουν αρχή και τέλος ή συγκεκριμένη ροή ενώ για μεγάλο μέγεθος δεδομένων είναι δύσκολο να κατασκευαστούν (Hathaway & Hathaway, 2016).

Το διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων (ERD) αποτελεί επίσης μία διαδομένη τεχνική για τη μοντελοποίηση των δεδομένων ενός συστήματος και των συσχετίσεών τους, ανεξάρτητα από τις διεργασίες που υφίστανται τα δεδομένα αυτά σε μία διαδικασία. Αναφορικά με την οπτική της μοντελοποίησης της διαδικασίας, τα ERDs έχουν παρόμοιους περιορισμούς με τα DFDs καθώς εστιάζοντας κυρίως στα δεδομένα και λιγότερο στις υπόλοιπες συνιστώσες των διαδικασιών, ωστόσο υπερσχύουν χάρη στην ικανότητα τους να αποτυπώνουν πέρα από τα δεδομένα και τις συσχετίσεις αυτών (P. P.-S. Chen, 1976).

Η IDEF είναι μια οικογένεια μεθόδων μοντελοποίησης των αποφάσεων, των ενεργειών και των δραστηριοτήτων της επιχείρησης. Η πιο γνωστή μέθοδος είναι η IDEF0 που έχει σαν αντικείμενο την περιγραφή πολύπλοκων διαδικασιών διασφαλίζοντας την αποτελεσματική επικοινωνία ανάμεσα στους σχεδιαστές και τους συμμετέχοντες της διαδικασίας. Είναι μια γλώσσα που δεν μπορεί να αναπαραστήσει κάθε οπτική των επιχειρηματικών διαδικασιών ούτε είναι ιδιαίτερα ευέλικτη και κατανοητή γι αυτό και σήμερα δεν χρησιμοποιείται παρά μόνο σε ειδικές περιπτώσεις (Bosilj-Vuksic, Giaglis, & Hlupic, 2001).

Η UML δημιουργήθηκε με στόχο να απλοποιηθεί η κατανόηση των συστημάτων που χρησιμοποιούμε κατά την μοντελοποίηση, παρέχοντας ένα κώδικα απλό και κατανοητό ακόμα και σε άτομα που δεν είναι εξοικειωμένα με την χρήση των πληροφοριακών συστημάτων. Χρησιμοποιεί εννέα διαφορετικά διαγράμματα, καλύπτοντας διαφορετικές στατικές ή δυναμικές οπτικές των συστημάτων. Η UML βασίζεται στην προσέγγιση της αντικειμενοστραφούς μοντελοποίησης, σύμφωνα με την οποία αναγνωρίζεται ένα σύνολο αντικειμένων που απαρτίζουν το σύστημα και τα οποία μετασχηματίζονται από τις δραστηριότητες των διαδικασιών. Σε αντίθεση με άλλες γλώσσες μοντελοποίησης, που συνδέονται με συγκεκριμένες μεθοδολογίες ανάλυσης και σχεδιασμού συστημάτων δημιουργώντας προβλήματα συμβατότητας μεταξύ τους και πολυπλοκότητας των μοντέλων, η UML επιχειρεί να καλύψει ένα σύνολο οπτικών στο πλαίσιο της μηχανικής συστημάτων, από την αποτύπωση των

διαδικασιών μέχρι το σχήμα της βάσης δεδομένων ή μοντέλα των επαναχρησιμοποιούμενων συστατικών του λογισμικού και αυτός είναι ένας λόγος για τη ραγδαία διάδοσή της. Η UML περιλαμβάνει πολυάριθμες κατηγορίες ευρέως χρησιμοποιούμενων διαγραμμάτων όπως είναι τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης (Use Case Diagrams) και τα διαγράμματα κλάσεων (Class Diagrams) χωρίς όμως να υποστηρίζονται διαγράμματα ροής δεδομένων. Οι διαδικασίες που μοντελοποιούνται με βάση την UML παρουσιάζουν μικρή ευελιξία και δυσκολία στην κατανόηση γι' αυτό και δεν προτιμάται για την μοντελοποίηση τους (Geambaşu, 2012).

Η τεχνική BPMN είναι ένα πρότυπο μοντελοποίησης επιχειρηματικών διαδικασιών που παρέχει γραφική αναπαράσταση μέσω διαγραμμάτων επιχειρησιακών διεργασιών (BPD), με βάση τις παραδοσιακές τεχνικές ροής. Ο στόχος της BPMN είναι να υποστηρίξει τη μοντελοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών τόσο για τους σχεδιαστές όσο και τους χρήστες, παρέχοντας ένα συμβολισμό που είναι κατανοητός για τους επιχειρηματικούς χρήστες αλλά και ικανός να αντιπροσωπεύει πολύπλοκες διαδικασίες (Chinosi & Trombetta, 2012).

Τα διαγράμματα ρόλων-δραστηριοτήτων (RAD: Role-Activity Diagram), μοντελοποιούν τους ρόλους ή τις ομάδες ρόλων μιας διαδικασίας, τις δραστηριότητες που εκτελούν καθώς και τις μεταξύ τους σχέσεις. Αποτελούνται από τους οργανωτικούς ρόλους μιας επιχείρησης με συγκεκριμένες λειτουργίες, ενώ μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφοριακά συστήματα και εξωτερικές οντότητες όπως πελάτες ή προμηθευτές. Τα διαγράμματα αλληλεπίδρασης των ρόλων (RID: Role-Interaction Diagram), αποτελούν επίσης γραφικά μοντέλα των οργανωτικών ρόλων και των δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν σε μορφή πίνακα, όπου οι δραστηριότητες βρίσκονται στις γραμμές και οι ρόλοι στις στήλες του πίνακα, ενώ σύμβολα και σχετικό κείμενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απεικονιστεί μία διαδικασία (Murdoch & McDermid, 2000).

Η επιλογή για χρήση μιας μεθόδου μοντελοποίησης σχετίζεται με το σκοπό της μοντελοποίησης, αν εστιάζει στη μοντελοποίηση επιχειρησιακών διαδικασιών ή πληροφοριακών συστημάτων, αν απαιτείται ή όχι η δημιουργία δυναμικών μοντέλων, καθώς και εάν υπάρχει ανάγκη κάλυψης συγκεκριμένων οπτικών ενός συστήματος ή της επιχείρησης συνολικά.

5. Επιλογή Κατάλληλου Εργαλείου Μοντελοποίησης

Σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι η παρουσίαση της διαδικασίας επιλογής κατάλληλου εργαλείου για την ανάπτυξη μοντέλου αναφοράς για την υλοποίηση του πληροφοριακού συστήματος εμπορευματικών μεταφορών σε εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο των logistics. Η επιλογή των προς αξιολόγηση εργαλείων υποστηρίζεται αξιοποιώντας στοιχεία για τα πλαίσια αρχιτεκτονικών και τις μεθόδους μοντελοποίησης, όπως αυτά αναφέρθηκαν στο **Κεφάλαιο 4**. Η αξιολόγηση των εργαλείων λογισμικού και η επιλογή του καταλληλότερου από αυτά για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του μοντέλου αναφοράς πραγματοποιείται εφαρμόζοντας διαδικασία πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων.

Η λήψη αποφάσεων είναι η διαδικασία επιλογής μιας συγκεκριμένης εναλλακτικής λύσης από ένα σύνολο λύσεων με συστηματικό και λογικό τρόπο και με βάση τις αξίες και τις αναφορές των συμμετεχόντων στη λήψη της απόφασης (Fülöp, 2001). Εναλλακτικά, η λήψη αποφάσεων μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία της επαρκούς μείωσης της αβεβαιότητας και των αμφιβολιών σχετικά με τις εναλλακτικές λύσεις που επιτρέπουν μια λογική επιλογή μεταξύ αυτών (Harris, 2012). Η βασική μεθοδολογία που εμπλέκεται στη λήψη αποφάσεων ονομάζεται διαδικασία λήψης αποφάσεων και περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα όπως αυτά απεικονίζονται στο **Σχήμα 4.1** (Fülöp, 2001).



Σχήμα 5.1 Διαδικασία Λήψης Απόφασης

1. **Καθορισμός Προβλήματος Απόφασης:** Οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πρέπει να γνωρίζουν πλήρως το πρόβλημα της απόφασης. Είναι σημαντικό να προσδιορίσουν, να κατανοήσουν και να ορίσουν το πρόβλημα πριν λάβουν μια απόφαση. Η διαδικασία αυτή πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίσει τα ριζικά αίτια, περιορίζοντας προσεκτικά τις υποθέσεις. Οι προβληματικές κατηγορίες αφορούν επιλογή, ταξινόμηση, κατάταξη ή περιγραφή.
2. **Προσδιορισμός Κριτηρίων:** Ο προσδιορισμός και ο καθορισμός των κριτηρίων που θα αξιοποιηθούν για την λήψη της απόφασης μεταξύ εναλλακτικών λύσεων πρέπει να βασίζονται σε στόχους. Ένα πρόβλημα απόφασης που περιέχει μεγάλο αριθμό κριτηρίων είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την απόδοση καλύτερων εναλλακτικών λύσεων. Ένα ιδανικό σύνολο κριτηρίων θα πρέπει να είναι λειτουργικό, κατανοητό και τα κριτήρια δε θα πρέπει να επικαλύπτουν το ένα το άλλο.
3. **Προσδιορισμός Εναλλακτικών Λύσεων:** Ένα σημαντικό μέρος της διαδικασίας λήψης αποφάσεων περιλαμβάνει την ανάλυση ενός πεπερασμένου συνόλου εναλλακτικών λύσεων. Το βήμα αυτό εκτελείται παράλληλα με αυτό του προσδιορισμού των κριτηρίων καθώς τα δύο βήματα προσδιορίζουν, σε κάποιο βαθμό, το ένα το άλλο. Είναι σημαντικό η επιλογή των εναλλακτικών λύσεων να γίνει με ιδιαίτερη προσοχή και φροντίζοντας να επιλέγονται μόνο λύσεις που μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους.
4. **Κατανομή Βαρών Σημαντικότητας σε Κάθε Κριτήριο:** Τα βάρη στα κριτήρια χρειάζεται να καθορίζονται έπειτα από διευρυμένη ανάλυση του προβλήματος προκειμένου να αντικατοπτρίζουν ορθά τη σημαντικότητα των παραμέτρων λήψης της απόφασης. Για διευκόλυνση της κατανομής των βαρών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποικίλες μέθοδοι (AHP, SIMOS, ROC κλπ.).
5. **Βαθμολόγηση Εναλλακτικών για Καθένα από τα Κριτήρια:** Πριν την έναρξη της επίλυσης του προβλήματος, κάθε εναλλακτική χρειάζεται να βαθμολογηθεί για κάθε κριτήριο λήψης απόφασης. Κάθε κριτήριο μπορεί να έχει τη δική του κλίμακα βαθμολογίας η οποία μπορεί να βασίζεται τόσο σε ποσοτικά όσο και σε ποιοτικά δεδομένα. Με την ολοκλήρωση της βαθμολόγησης, δημιουργείται ένας πίνακας που θα χρησιμοποιηθεί στην επίλυση του προβλήματος.
6. **Επιλογή Μεθόδων για τη Λήψη της Απόφασης:** Βάσει των εισροών από τα βάρη των κριτηρίων και τη βαθμολογία των εναλλακτικών για κάθε κριτήριο μπορούν να επιλεγούν και να εφαρμοστούν συγκεκριμένες μέθοδοι που θα διευκολύνουν την λήψη της απόφασης.
7. **Αξιολόγηση Εναλλακτικών Βάσει Κριτηρίων, Βαρών και Μεθόδων:** Ξεκινώντας την επίλυση, εφαρμόζεται η κατάλληλη μέθοδος προκειμένου να αξιολογηθούν οι εναλλακτικές λύσεις και να επιτραπεί η επιλογή της βέλτιστης λύσης.

8. **Προσδιορισμός Βέλτιστης Εναλλακτικής Λύσης:** Τελικά, εφόσον είναι δυνατό, στο τελευταίο βήμα της διαδικασίας προσδιορίζεται η βέλτιστη εναλλακτική και επιτυγχάνεται ο στόχος της διαδικασίας.

5.1. Καθορισμός Προβλήματος

Το πρόβλημα λήψης απόφασης αφορά στην επιλογή κατάλληλου εργαλείου για την ανάπτυξη του μοντέλου αναφοράς, στα πλαίσια ερευνητικού έργου, για την υλοποίηση πληροφοριακού συστήματος εμπορευματικών μεταφορών σε εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο των logistics. Το πρόβλημα αυτό ανήκει στην προβληματική τύπου α, αποτελεί δηλαδή πρόβλημα επιλογής. Για την επίλυση του προβλήματος χρειάζεται να συγκριθούν μεταξύ τους, σύμφωνα με κριτήρια τα οποία θα καθοριστούν στη συνέχεια, εναλλακτικά εργαλεία λογισμικού προκειμένου τελικά να βρεθεί αυτό που ικανοποιεί καλύτερα τις απαιτήσεις της ομάδας λήψης απόφασης.

Οι εμπλεκόμενοι φορείς για την διεξαγωγή της πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι οι ακόλουθοι:

- **Αποφασίζων** είναι εταιρεία – μέλος του έργου που δραστηριοποιείται στο χώρο των logistics δεδομένου ότι το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί αρχικά, σε πιλοτικό πλαίσιο, από την συγκεκριμένη εταιρεία.
- **Αναλυτές** είναι συμμετέχοντες στο ερευνητικό έργο σχεδιασμού του συστήματος που ανήκουν στο δυναμικό του ΕΟΠ- ΕΜΠ (Εργαστήριου Οργάνωσης Παραγωγής Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας - Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου).
- **Μεσολαβητής** είναι ο επιστημονικός υπεύθυνος και συντονιστής του έργου, καθηγητής του ΕΜΠ, ο οποίος έχει αναλάβει την επικοινωνία μεταξύ του ΕΜΠ και των φορέων που συμμετέχουν στο έργο.
- **Ενδιαφερόμενες** είναι δυνητικά όλες οι εταιρείες του κλάδου των Logistics δεδομένου ότι το μοντέλο αναφοράς το οποίο θα κατασκευαστεί με βάση το εργαλείο που θα επιλεγεί, θα αποτυπώνει πως θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν το υπό ανάπτυξη πληροφοριακό σύστημα δρομολόγησης για την υποστήριξη των δραστηριοτήτων τους.

5.2. Προσδιορισμός Κριτηρίων Αξιολόγησης

Η επιλογή των κριτηρίων αυτών σύμφωνα με τα οποία θα πραγματοποιηθεί η επιλογή του κατάλληλου εργαλείου για την κατασκευή του μοντέλου αναφοράς είναι μια αρκετά σύνθετη διαδικασία. Για την επίτευξη της μελέτης συστάθηκε ομάδα αξιολόγησης αποτελούμενη από ερευνητές και μέλη ΔΕΠ του ΕΟΠ ΕΜΠ που έχουν αποκτήσει σημαντική πείρα με το συγκεκριμένο αντικείμενο. Στην ομάδα συνέδραμε και ο διευθυντής της εταιρείας Logistics αναλύοντας τις ανάγκες, τους στόχους και τους περιορισμούς της επιχείρησης.

Επιλέχθηκαν τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά κριτήρια αξιολόγησης, τηρώντας τις βασικές αρχές της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων (μονοτονία, επάρκεια και μη πλεονασμός). Τελικά καθορίστηκαν 6 βασικά κριτήρια ορισμένα από τα οποία αναλύονται σε περισσότερα υποκριτήρια.

5.2.1. Κριτήριο Αξιολόγησης: Κόστος

Τα εργαλεία διαχείρισης επιχειρηματικών διαδικασιών συνήθως λειτουργούν σε Cloud περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά απομακρυσμένα, απ' οπουδήποτε και αν βρίσκονται ενώ δεν επιβαρύνονται με κόστη που αφορούν στην εγκατάσταση και στη συντήρηση του λογισμικού. Όταν αγοράζει κανείς τέτοια εργαλεία ουσιαστικά το κόστος αφορά μόνο το licensing της χρήσης τους το οποίο διαμορφώνεται ανάλογα με το πλήθος των αδειών χρήσης που αγοράζει μια εταιρεία. Η κοστολόγηση κάθε εναλλακτικής προκύπτει από πληροφορίες που εντοπίστηκαν στις ιστοσελίδες των εργαλείων και από τη βιβλιογραφία. Η μονάδα μέτρησης είναι €/χρήστη/μήνα και όλα τα κόστη έχουν κανονικοποιηθεί για να ανταποκρίνονται στα ίδια μεγέθη χρήσης. Όσο αυξάνεται το κόστος ενός εργαλείου λογισμικού, μειώνεται η δυνατότητα επιλογής του συγκεκριμένου εργαλείου.

5.2.2. Κριτήριο Αξιολόγησης: Δυνατότητες Μοντελοποίησης

Η μοντελοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών είναι μια τεχνική αναπαράστασης μιας σειράς σχετικών βημάτων / διεργασιών συνθέτουν μια διαδικασία και αποτελεί τον κορμό των εργαλείων διαχείρισης επιχειρηματικών διεργασιών. Με απλά λόγια, όσο πιο αποτελεσματική γίνεται μια διαδικασία, τόσο λιγότερο θα κοστίζει να ολοκληρωθεί και συνεπώς θα μειώσει το επιχειρηματικό κόστος. Έτσι, η πρόθεση της διαχείριση επιχειρηματικών διαδικασιών (BPM) είναι η βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας κατά την εκτέλεση επιχειρηματικών διαδικασιών και δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών. Περιλαμβάνει δυνατότητες που αφορούν στο σχεδιασμό των διαδικασιών και των λοιπών οντοτήτων που συμμετέχουν στις επιχειρηματικές διαδικασίες (οι οποίες στη συνέχεια αναλύονται, μελετώνται εκτελούνται, ελέγχονται και διορθώνονται επανειλημμένα με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης τους) αλλά και δυνατότητες διασύνδεσης με εξωτερικά αντικείμενα και ελέγχου συμμόρφωσης με πρότυπα. Η βαθμολογία κάθε εναλλακτικής προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους βαθμολογιών που λαμβάνει για τις δυνατότητες μοντελοποίησης που καλύπτει σύμφωνα με τον **Πίνακα 5.1**. Η μονάδα μέτρησης είναι καθαρός αριθμός και όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός αυτός, τόσο προτιμότερη είναι η επιλογή της συγκεκριμένης εναλλακτικής.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 5.1 Ανάλυση Κριτηρίου «Δυνατότητες Μοντελοποίησης»

	Αξία	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Μοντελοποίηση									
Ροής Διαδικασιών	30	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Οργανωτικής Δομής	30	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Εγγράφων/Δεδομένων	20	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Συστημάτων	20	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
Προϊόντων/Υπηρεσιών	10	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
Κινδύνων	10	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Σεναρίων Χρήσης	10	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ
Προστιθέμενης Αξίας Διαδικασιών	10	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
Οντοτήτων - Συσχετίσεων	10	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ
Δυναμικών Διαδικασιών	10	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Σύνδεση Μοντέλων Με Εξωτερικά Αντικείμενα	20	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ
Έλεγχος Συμμόρφωσης Με Πρότυπα	20	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
Σύνολο	200	130	110	200	120	160	130	130	100

5.2.3. Κριτήριο Αξιολόγησης: Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες

Το συγκεκριμένο κριτήριο εξετάζει κατά πόσο κάθε ένα από τα εναλλακτικά εργαλεία μοντελοποίησης:

- έχει κατασκευαστεί με σκοπό να χρησιμοποιηθεί από εταιρείες του υπό μελέτη κλάδου
- έχει σαν πελάτες στην ιστοσελίδα του εταιρείες του υπό μελέτη κλάδου
- έχει, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, χρησιμοποιηθεί για παρόμοιο σκοπό με την παρούσα μελέτη

Για την αξιολόγηση των εναλλακτικών στο συγκεκριμένο κριτήριο θα χρησιμοποιηθεί ποιοτική κλίμακα αξιολόγησης, όπως φαίνεται στον **Πίνακα 5.2**, αλλά τα δεδομένα στα οποία θα βασιστεί η αξιολόγηση είναι τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Η μονάδα μέτρησης είναι καθαρός αριθμός και όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός αυτός, τόσο προτιμότερη είναι η επιλογή της συγκεκριμένης εναλλακτικής.

Πίνακας 5.2 Κλίμακα Βαθμολογίας Κριτηρίου «Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες»

Αξία	Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες
1	Κανένας
2	Ελάχιστος
3	Μικρός
4	Μέτριος
5	Μεγάλος

5.2.4. Κριτήριο Αξιολόγησης: Εξοικείωση Ομάδας με Εργαλείο

Η εξοικείωση της ομάδας με κάθε εναλλακτικό εργαλείο είναι ένας παράγοντας που αξίζει να διερευνηθεί. Η ομάδα, δεδομένης της εμπειρίας της, είναι σε θέση σε σύντομο χρονικό διάστημα να αντιληφθεί σε ικανοποιητικό βαθμό τη λειτουργικότητα του κάθε εργαλείου. Ωστόσο, επιλέγοντας για το συγκεκριμένο έργο ένα εργαλείο με το οποίο έχει μεγάλη εξοικείωση, θα είναι σε θέση να προβεί στην υλοποίηση σε συντομότερο χρονικό διάστημα αποφεύγοντας συχνά σφάλματα και συνεχή αναζήτηση τρόπων επίλυσης αυτών. Το κριτήριο αυτό είναι ποιοτικό και βασίζεται εξ ολοκλήρου στην κρίση των αναλυτών. Για την αξιολόγηση των εναλλακτικών στο συγκεκριμένο κριτήριο θα χρησιμοποιηθεί ποιοτική κλίμακα αξιολόγησης, όπως φαίνεται στον **Πίνακα 5.3**. Η μονάδα μέτρησης είναι καθαρός αριθμός και όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός αυτός, τόσο προτιμότερη είναι η επιλογή της συγκεκριμένης εναλλακτικής.

Πίνακας 5.3 Κλίμακα Βαθμολογίας Κριτηρίου «Εξοικείωση Ομάδας με Εργαλείο»

Αξία	Εξοικείωση Ομάδας με Εργαλείο
1	Ελάχιστη
2	Μικρή
3	Ικανοποιητική
4	Μεγάλη
5	Πολύ Μεγάλη

5.2.5. Κριτήριο Αξιολόγησης: Ευκολία Εκμάθησης στους End Users

Το συγκεκριμένο κριτήριο είναι ποιοτικό και πηγάζει από την εμπειρία των αναλυτών. Είναι σκόπιμο να επιλεγεί ένα εργαλείο το οποίο πέρα από τις δυνατότητες μοντελοποίησης, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πράξη από τους τελικούς χρήστες. Πιθανή επιλογή ενός δύσχρηστου εργαλείου ενδέχεται να ακυρώσει εν τέλη την όλη προσπάθεια. Το κριτήριο αυτό συνεκτιμά τα ακόλουθα:

- ευκολία εκμάθησης του εργαλείου
- ευκολία συγκράτησης της γνώσης χρήσης
- απαιτούμενος χρόνος για την επιτυχή ολοκλήρωση συγκεκριμένων ενεργειών
- ποσότητα εργασίας που μπορεί να εκτελεστεί σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα
- αριθμός προσπαθειών που απαιτούνται (χωρίς υποβοήθηση) για την επιτυχή εκτέλεση εργασιών
- εμφάνιση ειδοποιήσεων από το σύστημα για πιθανά σφάλματα
- αντίληψη ύπαρξης σφαλμάτων
- απαιτούμενος χρόνος για την αντιμετώπιση / εξάλειψη σφαλμάτων
- βοήθεια μέσω του Helper του εργαλείου
- βοήθεια μέσω εγχειριδίων χρήσεως του εργαλείου
- πλήθος εναλλακτικών ενεργειών που μπορούν να οδηγήσουν στο ίδιο αποτέλεσμα

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Η βαθμολογία κάθε εναλλακτικής προκύπτει από ποιοτική αξιολόγηση των εναλλακτικών εργαλείων από τους αναλυτές και η χρησιμοποιούμενη κλίμακα παρουσιάζεται στον **Πίνακα 5.4**. Η μονάδα μέτρησης είναι καθαρός αριθμός και όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός αυτός, τόσο προτιμότερη είναι η επιλογή της συγκεκριμένης εναλλακτικής.

Πίνακας 5.4 Κλίμακα Βαθμολογίας Κριτηρίου «Ευκολία Εκμάθησης στους End Users»

Αξία	Ευκολία Εκμάθησης στους End Users
1	Πολύ Δύσκολη
2	Δύσκολη
3	Μέτρια
4	Εύκολη
5	Πολύ Εύκολη

5.2.6. Κριτήριο Αξιολόγησης: Δυνατότητες Reporting

Πέρα από τις δυνατότητες μοντελοποίησης των υπό μελέτη εργαλείων, κρίνεται σκόπιμη η διερεύνηση των δυνατοτήτων reporting που αυτά προσφέρουν. Κάθε εργαλείο προσφέρει ποικίλους τρόπους για την επιλογή, το φιλτράρισμα, την ταξινόμηση και την ομαδοποίηση των δεδομένων με στόχο την λήψη των κατάλληλων αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Η μορφή των Reports κυμαίνεται από απεικονίσεις απλών στατικών διαγραμμάτων έως σύνθετων εκθέσεων με αναλύσεις σε βάθος και επιχειρηματικές προβλέψεις. Πολλά εργαλεία BPM διαθέτουν πέραν των απλών στατιστικών αναλύσεων, προκαθορισμένα Reports αλλά και δυνατότητα τροποποίησης αυτών με τη δημιουργία σύνθετων Reports. Η βαθμολογία κάθε εναλλακτικής προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους βαθμολογιών που λαμβάνει για τις δυνατότητες reporting που καλύπτει σύμφωνα με τον **Πίνακα 5.5**. Η μονάδα μέτρησης είναι καθαρός αριθμός και όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός αυτός, τόσο προτιμότερη είναι η επιλογή της συγκεκριμένης εναλλακτικής.

Πίνακας 5.5 Ανάλυση Κριτηρίου «Δυνατότητες Reporting»

	Αξία	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Custom Reports	30	NAI	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI
Στατιστικά Εκτέλεσης Διαδικασιών	10	NAI	OXI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI
Web Publish των Μοντέλων (Ενδογενώς)	10	NAI	OXI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI
Δημιουργία και Μέτρηση KPI (Key Performance Indicators)	20	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI
Report Wizard	10	NAI	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI	NAI	NAI
Παρακολούθηση Αλλαγών	20	NAI	NAI	NAI	OXI	OXI	NAI	NAI	OXI

5.3. Προσδιορισμός Εναλλακτικών Λύσεων

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Τα εργαλεία μοντελοποίησης επιχειρησιακών διαδικασιών παρέχουν στο χρήστη ένα πλήρες πακέτο που περιλαμβάνει τον σχεδιασμό διαγραμμάτων που απεικονίζουν τις διάφορες οπτικές των διαδικασιών, την μέτρηση αποτελεσμάτων αλλά και τη βελτιστοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών. Κάθε μοντέλο που σχεδιάζει ο χρήστης αποθηκεύεται σε μια βάση δεδομένων απ' όπου μπορεί στη συνέχεια να αντληθεί κάθε πληροφορία που περιέχεται στο διάγραμμα. Τα περισσότερα εργαλεία μάλιστα δίνουν την δυνατότητα μετατροπής του διαγράμματος σε εκτελέσιμο πρόγραμμα. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται ορισμένα από τα δημοφιλέστερα εργαλεία τα οποία, κατά την κρίση της ομάδας των ειδικών, αξίζει να μελετηθούν σαν εναλλακτικές επιλογές στο συγκεκριμένο πρόβλημα.

Το ADONIS NP είναι ένα εργαλείο μοντελοποίησης επιχειρηματικών διαδικασιών που παρέχεται από την εταιρεία Boc-Group και προσφέρει μια μεγάλη εργαλειοθήκη με πολλές δυνατότητες. Το εργαλείο επιτρέπει τον εύκολο σχεδιασμό διαφόρων διαγραμμάτων για σκοπούς μοντελοποίησης. Λόγω της μεγάλης προσαρμοστικότητάς του, το πρόγραμμα μπορεί να διαμορφωθεί ώστε να ταιριάζει καλύτερα στις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε χρήστη. Ο χρήστης του ADONIS μπορεί να αποφασίσει μόνος του πώς πρέπει να δομήσει τις διαδικασίες και πώς μπορεί να χρησιμοποιήσει καλύτερα τα εργαλεία του ADONIS. Ο χρήστης μπορεί να κατασκευάσει τα μοντέλα του χρησιμοποιώντας την εργαλειοθήκη του ADONIS η οποία παρέχει ένα μεγάλο αριθμό εργαλείων, τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει προκειμένου να εμπλουτίσει, να αναλύσει, να προσομοιώσει και να αξιολογήσει τα μοντέλα του (BOC GROUP, 2017).

Το Microsoft Visio που διατίθεται από την Microsoft μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία απλών ή περίπλοκων διαγραμμάτων. Προσφέρει μια μεγάλη ποικιλία ενσωματωμένων σχημάτων και αντικειμένων. Μπορεί κανείς επίσης να φτιάξει τα δικά του σχήματα και να τα εισάγει στο πρόγραμμα. Η ιδέα πίσω από το Visio είναι να κάνει το διάγραμμα όσο το δυνατόν πιο εύκολο για τον χρήστη (Halpin, Evans, Hallock, & Maclean, 2003).

Το ARIS Architect and Designer που αποτελεί βασικό εργαλείο της αρχιτεκτονικής ARIS και αξιοποιεί τόσο ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους μοντελοποίησης όσο και δικά του μοντέλα. Παρέχει δυνατότητα σχεδιασμού των μοντέλων των διαφορετικών οπτικών των διαδικασιών, με τη χρήση περίπου 150 διαφορετικών μεθόδων μοντελοποίησης. Το γεγονός αυτό προσδίδει μεγάλη ευελιξία στον επιχειρησιακό αναλυτή και στον οργανισμό να καλύψει τις ειδικές του ανάγκες, ανάλογα με το σκοπό της μοντελοποίησης των επιχειρησιακών διαδικασιών και το έργο που υλοποιεί. Το εργαλείο προσφέρει επίσης διαγραμματική απεικόνιση των διαδικασιών ενός οργανισμού από διάφορες οπτικές, επιτρέποντας την αποτύπωση των δραστηριοτήτων όλων των εμπλεκόμενων τμημάτων αλλά και των διαφορετικών πόρων υποστήριξης των διαδικασιών (συστήματα, δεδομένα, εργαζόμενοι, κλπ) αλλά και ελέγχου αυτών (κανονισμοί, κίνδυνοι κλπ). Ακόμη επιτρέπει στον χρήστη τον εύκολο σχεδιασμό

ερωτημάτων (queries) ή και τη χρήση των προδιαμορφωμένων ερωτημάτων στη βάση δεδομένων των μοντέλων, καθώς και τον σχεδιασμό πολυάριθμων ειδικών αναφορών (reports) αναφορικά με το περιεχόμενο των μοντέλων και τις διασυνδέσεις των αντικειμένων. Τέλος υπάρχει δυνατότητα προσαρμογής του εργαλείου και των δυνατοτήτων του ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες κάθε οργανισμού και έργου που υλοποιείται, διαμορφώνοντας μια ειδική/ προσαρμοσμένη στις ανάγκες του οργανισμού αρχιτεκτονική μοντελοποίησης (Software.AG, 2018).

Το Bizagi Modeler είναι ένα εύκολο στη χρήση λογισμικό που επιτρέπει στις επιχειρήσεις να σχεδιάσουν διαγράμματα και έγγραφα και να προσομοιάσουν διαδικασίες τους σύμφωνα με την τυποποιημένη μορφή που είναι γνωστή ως Business Process Model and Notation (BPMN). Με το Bizagi Modeler, μπορεί κανείς να δημιουργήσει διαγράμματα διαδικασιών BPMN, επαγγελματικά και ολοκληρωμένα έγγραφα τεκμηρίωσης διαδικασιών (Word, PDF, Web) και να συνεργαστεί με την ομάδα του είτε βρίσκεται εντός της εταιρείας είτε οπουδήποτε αλλού (μέσω του cloud). Σε αντίθεση με τα ανταγωνιστικά προϊόντα, το Bizagi Modeler έχει σχεδιαστεί για επιχειρηματικούς χρήστες, όχι προγραμματιστές. Με τα ισχυρά εργαλεία drag & drop του Bizagi Modeler, μπορεί ο χρήστης να μοντελοποιήσει διαγράμματα, να τεκμηριώσει τις διαδικασίες και να δημοσιεύσει τους χάρτες διαδικασιών της επιχείρησης χωρίς να γράψει ούτε μία γραμμή κώδικα. Η προσέγγιση αυτή συνδέει εξ αρχής την επιχείρηση και την πληροφορική, ενθαρρύνοντας τη συνεργασία γύρω από το μοντέλο της διαδικασίας και οδηγώντας γρήγορα σε θετικά αποτελέσματα όπως είναι η ενεργός συμμετοχή των εμπλεκόμενων και η μακροπρόθεσμη βελτίωση της διαδικασίας (Gjoni, 2014).

Το Signavio Process Editor είναι ένα εργαλείο συνεργασίας για τον σχεδιασμό διαδικασιών, εύκολο στην πρόσβαση μέσω της προσφοράς SaaS που η εταιρεία προσφέρει. Η Signavio είναι εταιρεία λογισμικού που εδρεύει στο Βερολίνο και εστιάζει αποκλειστικά στη διαχείριση επιχειρησιακών διαδικασιών (BPM). Το εργαλείο της Signavio χρησιμοποιείται σε πολλές διαφορετικές βιομηχανίες, όπως οι τηλεπικοινωνίες, το λιανικό εμπόριο, τα μέσα ενημέρωσης, οι επιχειρήσεις κοινής ωφελείας, η αυτοκινητοβιομηχανία, η εφοδιαστική, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και ο δημόσιος τομέας.

Το Bonita BPM είναι εργαλείο λογισμικού που διατίθεται από την Bonitasoft και μέσω αυτού οι επιχειρήσεις μοντελοποιούν, αυτοματοποιούν και παρακολουθούν τις επιχειρηματικές διαδικασίες ώστε να εξομαλύνουν τις λειτουργίες μειώνοντας το κόστος και βελτιώνοντας την ποιότητα. Η Bonitasoft απλοποιεί τη διαχείριση επιχειρηματικών διαδικασιών (BPM) προσφέροντας μια ευέλικτη αλλά ισχυρή σουίτα BPM σε επιχειρήσεις όλων των μεγεθών και ένα οικοσύστημα διασυνδέσεων για σχεδόν οποιαδήποτε εφαρμογή ή / και σύστημα. Με το Bonita BPM, οι οργανισμοί μπορούν να μοντελοποιούν, να αυτοματοποιούν και να βελτιστοποιούν τις ροές εργασίας στις διαδικασίες χρηματοδότησης, ανθρώπινου δυναμικού, πωλήσεων, μάρκετινγκ, εφοδιαστικής αλυσίδας, ηλεκτρονικής διακυβέρνησης και πολλά άλλα (Chabanoles & Ozil, 2015).

Το Enterprise Architect της εταιρείας Sparx Systems είναι ένα εργαλείο μοντελοποίησης και σχεδίασης που βασίζεται στο πρότυπο OMG UML. Η πλατφόρμα του υποστηρίζει το σχεδιασμό και την κατασκευή συστημάτων λογισμικού, τη μοντελοποίηση επιχειρησιακών διαδικασιών και εν γένει τη μοντελοποίηση βιομηχανικών τομέων. Χρησιμοποιείται από επιχειρήσεις και οργανισμούς όχι μόνο για να μοντελοποιήσει την αρχιτεκτονική των συστημάτων τους αλλά για να επεξεργαστεί την εφαρμογή αυτών των μοντέλων σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής της ανάπτυξης εφαρμογών.

Το ProcessMaker είναι εφαρμογή διαχείρισης επιχειρηματικών διαδικασιών (BPM). Το λογισμικό ροής εργασιών του ProcessMaker, μπορεί να βοηθήσει οργανισμούς οποιουδήποτε μεγέθους με το σχεδιασμό, την αυτοματοποίηση και την ανάπτυξη επιχειρηματικών διαδικασιών ή ροών εργασίας διαφόρων ειδών. Διαθέτει ένα εκτεταμένο πακέτο εργαλείων το οποίο παρέχει τη δυνατότητα εύκολης δημιουργίας ψηφιακών διαγραμμάτων και χαρτογράφησης πλήρως λειτουργικών ροών εργασιών. Το λογισμικό είναι πλήρως web-based, είναι δηλαδή προσβάσιμο μέσω οποιουδήποτε προγράμματος περιήγησης στο web, καθιστώντας εφικτή την διαχείριση και τον συντονισμό των ροών εργασίας σε ολόκληρη την επιχείρηση. Μπορεί επίσης να αλληλοεπιδρά με άλλες εφαρμογές και συστήματα όπως ERP, επιχειρησιακής ευφυΐας, CRM και διαχείρισης εγγράφων. (Ślęzak et al., 2009).

Έτσι λοιπόν διαμορφώνεται ο **Πίνακας 5.6** με τα εναλλακτικά εργαλεία τα οποία θα αξιολογηθούν στο συγκεκριμένο πρόβλημα.

Πίνακας 5.6 Εναλλακτικές Λύσεις

	Εργαλείο Λογισμικού
E1	Adonis NP
E2	Microsoft Visio
E3	ARIS Architect & Designer
E4	Bizagi Modeler
E5	Signavio Process Editor
E6	Bonita BPM
E7	Enterprise Architect
E8	ProcessMaker

5.4. Προσδιορισμός Βαρών Κριτηρίων

Για τον προσδιορισμό των βαρών των κριτηρίων η ομάδα των αναλυτών χρησιμοποίησε την μέθοδο Analytic Hierarchy Process (AHP). Η AHP προτάθηκε από τον Saaty το 1980 (Saaty, 1980) και είναι μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους της πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων. Η μέθοδος αυτή αποτελεί υβρίδιο MAUT και διμερών συγκρίσεων. Η μέθοδος αυτή λειτουργεί μετατρέποντας τις υποκειμενικές εκτιμήσεις του ανθρώπου σε συνολικές βαθμολογίες εναλλακτικών ή βάρη.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Η AHP αρχικά προβαίνει σε διμερείς συγκρίσεις μεταξύ δύο κριτηρίων C_i , C_j αξιολογώντας τη σημαντικότητα του ενός σε σχέση με το άλλο. Οι συγκρίσεις αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται κυρίως για τον προσδιορισμό του βάρους των κριτηρίων. Η μέθοδος AHP μπορεί ωστόσο να αξιοποιήσει τις συγκρίσεις αυτές και για την εύρεση της βέλτιστης εναλλακτικής μεταξύ μιας σειράς λύσεων. Για κάθε ζεύγος κριτηρίων, ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων υποχρεούται να απαντήσει σε ερώτηση σύγκρισης αναζητώντας τη σχετική σημασία των δύο. Οι απαντήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν την προκαθορισμένη κλίμακα εννέα σημείων που εκφράζει την ένταση της προτίμησης για ένα κριτήριο έναντι άλλου:

- 1 = Ίση σημασία ή προτίμηση
- 3 = Μέτρια σημασία ή προτίμηση ενός από τον άλλο
- 5 = Ισχυρή ή ουσιαστική σημασία ή προτίμηση.
- 7 = Πολύ ισχυρή ή αποδεδειγμένη σημασία ή προτίμηση
- 9 = Εξαιρετική σημασία ή προτίμηση
- 2,4,6,8 = Ενδιάμεσες τιμές

Έστω C_{ij} η τιμή που προκύπτει από τη σύγκριση των κριτηρίων C_i και C_j . Ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων θεωρείται πάντα συνεπής κατά τη λήψη κρίσεων για οποιοδήποτε ζεύγος κριτηρίων, θα ισχύει δηλαδή $c_{ij} \cdot c_{ji} = 1$. Επίσης, όπως γίνεται αντιληπτό, ένα κριτήριο πάντοτε θα είναι ισάξιο με τον εαυτό του, δηλαδή $c_{ii} = 1$. Σαν αποτέλεσμα, θα έχουμε $1 / 2n (n - 1)$ αξιολογήσεις για n κριτήρια προκειμένου να λάβουμε την απαιτούμενη πληροφορία για τον προσδιορισμό των βαρών τους. Οι συγκρίσεις c_{ij} για $i, j = 1, \dots, n$ μπορούν να διαταχθούν τετραγωνικό πίνακα C μεγέθους $n \times n$.

Αφού κατασκευαστεί ο πίνακας C των διμερών συγκρίσεων, στη συνέχεια, χρειάζεται να κανονικοποιηθεί διαιρώντας κάθε κελί C_{ij} με το άθροισμα των στοιχείων της στήλης στην οποία ανήκει. Επίσης μπορεί να υπολογιστεί μια ακόμη στήλη, αυτή των βαρών που προκύπτουν από το μέσο όρο των στοιχείων κάθε γραμμής και αντιπροσωπεύουν τη συνολική βαθμολογία κάθε κριτηρίου. Για κάθε κριτήριο υπολογίζεται το μέτρο συνέπειας ενώ προσδιορίζεται και ο ολικός δείκτης συνέπειας. Στόχος είναι τα μέτρα συνέπειας να έχουν τιμές περίπου ίσες με τον αριθμό των κριτηρίων και ο ολικός δείκτης συνέπειας (CR) να είναι $< 10\%$ (Füldör, 2001).

Για τις διμερείς συγκρίσεις των κριτηρίων σημαντικό ρόλο έπαιξε τόσο η πείρα των αναλυτών όσο και οι ανάγκες της εταιρείας logistics που θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο BPM. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεθόδου AHP για το συγκεκριμένο πρόβλημα. Ο Πίνακας 5.7 περιλαμβάνει τις διμερείς συγκρίσεις σύμφωνα με την κλίμακα της μεθόδου AHP.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 5.7 Αρχικός Πίνακας Διμερών Συγκρίσεων Μεθόδου ΑΗΡ

	Ευκολία Εκμάθησης & Χρήσης	Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες	Εξοικείωση Ομάδας Με Εργαλείο	Κόστος	Δυνατότητες Reporting	Δυνατότητες Μοντελοποίησης
Ευκολία Εκμάθησης & Χρήσης	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	0,25
Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες	2,00	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33
Εξοικείωση Ομάδας Με Εργαλείο	2,00	1,00	1,00	0,50	0,33	0,33
Κόστος	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00	0,50
Δυνατότητες Reporting	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	0,50
Δυνατότητες Μοντελοποίησης	4,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00
Sum	15,00	11,50	10,50	5,17	5,00	2,92

Ο κανονικοποιημένος Πίνακας 5.8 αντιπροσωπεύει τις τιμές των κελιών του πίνακα 4.6 διαιρεμένες με το άθροισμα των στοιχείων της στήλης κάθε στοιχείου.

Πίνακας 5.8 Κανονικοποιημένος Πίνακας Διμερών Συγκρίσεων Μεθόδου ΑΗΡ

	Ευκολία Εκμάθησης & Χρήσης	Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες	Εξοικείωση Ομάδας Με Εργαλείο	Κόστος	Δυνατότητες Reporting	Δυνατότητες Μοντελοποίησης
Ευκολία Εκμάθησης & Χρήσης	0,07	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09
Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες	0,13	0,09	0,10	0,06	0,07	0,11
Εξοικείωση Ομάδας Με Εργαλείο	0,13	0,09	0,10	0,10	0,07	0,11
Κόστος	0,20	0,26	0,19	0,19	0,20	0,17
Δυνατότητες Reporting	0,20	0,26	0,29	0,19	0,20	0,17
Δυνατότητες Μοντελοποίησης	0,27	0,26	0,29	0,39	0,40	0,34

Ο Πίνακας 5.9 περιλαμβάνει τα βάρη κάθε κριτηρίου που προκύπτουν ως ο μέσος όρος των στοιχείων κάθε γραμμής του Πίνακα 5.8 καθώς και τους δείκτες συνέπειας καθένας από τους οποίους προκύπτει πολλαπλασιάζοντας την αντίστοιχη γραμμή του Πίνακα 5.7 με την στήλη των βαρών. Δεδομένου ότι

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

όλες οι τιμές των δεικτών συνέπειας είναι κοντά στο 6 που είναι το πλήθος των κριτηρίων, συμπεραίνουμε ότι υπάρχει ισχυρή συνέπεια.

Πίνακας 5.9 Πίνακας Βαρών & Δεικτών Συνέπειας ΑHP

	Βάρη Κριτηρίων	Δείκτης Συνέπειας
Ευκολία Εκμάθησης & Χρήσης	6,2%	6,09
Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες	9,3%	6,05
Εξοικείωση Ομάδας Με Εργαλείο	9,9%	6,06
Κόστος	20,3%	6,16
Δυνατότητες Reporting	21,9%	6,17
Δυνατότητες Μοντελοποίησης	32,4%	6,15

Τέλος στον **Πίνακα 5.10** υπολογίζονται οι υπόλοιποι δείκτες της μεθόδου. Πιο συγκεκριμένα:

- λ υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των δεικτών συνέπειας
- Ο n είναι ο αριθμός των κριτηρίων
- Ο CI (Consistency Ratio) υπολογίζεται από τον τύπο $\frac{\lambda - n}{n - 1}$
- Ο RI (Random Index) προκύπτει ανάλογα με την τιμή του n
- Τέλος ο CR προκύπτει από τον τύπο $\frac{CI}{RI}$ και δεδομένου ότι έχει τιμή κάτω από 0,1 μπορεί να βγει το συμπέρασμα ότι υπάρχει ισχυρή συνέπεια μεταξύ των αποτελεσμάτων

Πίνακας 5.10 Δείκτες Μεθόδου ΑHP

λ	6,113
n	6,000
CI	0,023
RI	1,24
CR	0,018

5.5. Βαθμολόγηση Εναλλακτικών για κάθε Κριτήριο

Στην συνέχεια στον **Πίνακα 5.11** παρατίθενται οι βαθμολογίες των εναλλακτικών για κάθε κριτήριο. Για τον υπολογισμό τους αξιοποιήθηκαν τόσο πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τις ιστοσελίδες των εργαλείων και τη βιβλιογραφία όσο και η εμπειρία των αναλυτών.

Πίνακας 5.11 Συγκεντρωτικός Πίνακας με Βαθμολογίες Εναλλακτικών

	Κόστος	Δυνατότητες Μοντελοποίησης	Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες	Εξοικείωση Ομάδας Με Εργαλείο	Ευκολία Εκμάθησης Στους End Users	Δυνατότητες Reporting
E1	99,00 €	130	4	5	5	100
E2	15,20 €	110	1	4	5	20
E3	202,70 €	200	5	5	4	100
E4	19,92 €	120	2	1	4	40
E5	100,00 €	160	4	3	5	80
E6	119,17 €	130	4	2	4	60
E7	74,00 €	130	4	3	3	100
E8	136,10 €	100	3	1	3	50

5.6. Επιλογή Μεθόδου Λήψης Απόφασης

Η συγκεκριμένη μελέτη αφορά σε πρόβλημα επιλογής. Η επίλυση του προβλήματος αποφασίστηκε να γίνει με την εφαρμογή της μεθόδου PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation) η οποία θα κάνει κατάταξη των διαφόρων εργαλείων ώστε να επιλεγεί τελικά αυτό που θα έρθει στην πρώτη θέση. Σαν μέθοδος η PROMETHEE εισήχθη για πρώτη φορά το 1986 από τους J.-P. Brans, P. Vincke, and B. Mareschal και από τότε έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε διάφορους τομείς (Brans, Mareschal, & Vincke, 1984).

Το πλεονέκτημα της PROMETHEE ως μεθόδου λήψης αποφάσεων είναι ότι παρέχει στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων δυνατότητα τόσο για πλήρη και όσο και για μερική ταξινόμηση των εναλλακτικών και είναι καλά προσαρμοσμένη σε σύνθετα προβλήματα, ειδικά σε αυτά που έχουν πολλαπλά κριτήρια και περιλαμβάνουν πολλές ανθρώπινες αντιλήψεις και κρίσεις, των οποίων οι αποφάσεις έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις. Επιπροσθέτως σαν μέθοδος είναι μια από τις πιο φιλικές και εύκολα κατανοητές από τον χρήστη ενώ επίσης έχει χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιτυχία σε πληθώρα προβλημάτων του πραγματικού κόσμου (Fülöp, 2001).

Η μέθοδος PROMETHEE στηρίζεται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής κάνοντας διμερείς συγκρίσεις μεταξύ των διαφόρων εναλλακτικών, δίνοντας ωστόσο σαν τελικό αποτέλεσμα μια κατάταξη των εναλλακτικών. Η μέθοδος αυτή της επεκτείνει την έννοια των κριτηρίων προσφέροντας στον αποφασίζοντα μια βιβλιοθήκη με προκαθορισμένες συναρτήσεις κριτηρίων και δίνοντας του τη

δυνατότητα να κάνει μεγαλύτερη παραμετροποίηση σε σχέση με άλλες μεθόδους. Στη μέθοδο PROMETHEE ελέγχεται μόνο η συμφωνία, παρουσιάζοντας έτσι μικρότερη πολυπλοκότητα σε σχέση με την ELECTRE 1. Οι διμερείς συγκρίσεις οδηγούν στον υπολογισμό των ροών εισόδου και εξόδου. Αυτές με τη σειρά τους οδηγούν στην καθαρή ροή κάθε εναλλακτικής, που αποτελεί το μέτρο αξιολόγησης για την κατάταξη των εναλλακτικών.

5.7. Αξιολόγηση Εναλλακτικών

Σε όσα κριτήρια είχαν να κάνουν με ποιοτική αξιολόγηση επιλέχθηκε η αξιολόγηση σύμφωνα με το κριτήριο γραμμικής προτίμησης (τύπου 3). Το κατώφλι προτίμησης το οποίο επιλέχθηκε ήταν τέτοιο ώστε να αντανακλά την διαφορά των βαθμολογιών καταλλήλως. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, αν μια εναλλακτική υπερέχει κατά μία μονάδα σε σχέση με μια άλλη, θεωρείται ότι υπερέχει σχετικά και λαμβάνει την τιμή 0,5 στον πίνακα υπεροχής ενώ για 2 μονάδες διαφοράς και πάνω θεωρείται ότι υπερέχει ξεκάθαρα και λαμβάνει την τιμή 1.

Σύμφωνα με το κριτήριο γραμμικής προτίμησης αν η βαθμολογική υπεροχή της εναλλακτικής i έναντι της εναλλακτικής j είναι μικρότερη ή ίση από ένα κατώφλι προτίμησης p_k , τότε ο βαθμός προτίμησης h_k της i από την j δίνεται από την εξίσωση $\frac{x_{ik}-x_{jk}}{p_k}$ ενώ αν είναι μεγαλύτερη από p_k τότε λαμβάνει την τιμή 1.

Στα υπόλοιπα ποσοτικά κριτήρια επιλέχθηκε κριτήριο γραμμικής προτίμησης και περιοχής αδιαφορίας (τύπου 5), λόγω της ικανότητας του να αντιπροσωπεύει αποτελεσματικά τη μετάβαση από το 0 στο 1, εκτιμώντας κατάλληλες τιμές για τα κατώφλια αδιαφορίας (q) και προτίμησης (p), που προκύπτουν από την εμπειρία των αναλυτών και την εξοικείωση τους με το αντικείμενο.

Σύμφωνα με το κριτήριο γραμμικής προτίμησης και περιοχής αδιαφορίας αν η βαθμολογική υπεροχή της εναλλακτικής i έναντι της εναλλακτικής j είναι μικρότερη ή ίση από ένα κατώφλι αδιαφορίας q_k τότε ο βαθμός προτίμησης h_k της i από την j λαμβάνει την τιμή 0. Αντίστοιχα αν η βαθμολογική υπεροχή της εναλλακτικής i έναντι της εναλλακτικής j είναι μεγαλύτερη από ένα κατώφλι προτίμησης p_k τότε ο βαθμός προτίμησης h_k της i από την j λαμβάνει την τιμή 1. Τέλος για διαφορά στο διάστημα $(q_k, p_k]$ ο βαθμός προτίμησης h_k δίνεται από την εξίσωση $\frac{x_{ik}-x_{jk}-q_k}{p_k-q_k}$.

Στον Πίνακα 5.12 παρουσιάζονται συνοπτικά όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για την επίλυση του προβλήματος με τη μέθοδο PROMETHEE.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 5.12 Αρχικός Πίνακας Αξιολόγησης Μεθόδου PROMETHEE

Βάρη Είδος Κριτηρίου	20,3%	32,4%	9,3%	9,9%	6,2%	21,9%
	Ποσοτικό	Ποσοτικό	Ποιοτικό	Ποιοτικό	Ποιοτικό	Ποσοτικό
	Κόστος	Δυνατότητες Μοντελοποίησης	Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες	Εξουκείωση Ομάδας Με Εργαλείο	Ευκολία Εκμάθησης Στους End Users	Δυνατότητες Reporting
E1	99,00 €	130	4	5	5	100
E2	15,20 €	110	1	4	5	20
E3	202,70 €	200	5	5	4	100
E4	19,92 €	120	2	1	4	40
E5	100,00 €	160	4	3	5	80
E6	119,17 €	130	4	2	4	60
E7	74,00 €	130	4	3	3	100
E8	136,10 €	100	3	1	3	50
Τύπος Κριτηρίου	5	5	3	3	3	5
q	10,00 €	15				10
pk	30,00 €	30	2	2	2	25

Στην συνέχεια στους Πίνακες 5.13- 5.18 παρουσιάζονται οι διμερείς συγκρίσεις ανά κριτήριο.

Πίνακας 5.13 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Κόστος»

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,51	0,00	1,00
E2	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E4	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E5	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,46	0,00	1,00
E6	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
E7	0,75	0,00	1,00	0,00	0,80	1,00	0,00	1,00
E8	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 5.14 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Δυνατότητες Μοντελοποίησης»

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
E2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E3	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E5	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00
E6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E7	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00
E8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 5.15 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Βαθμός Αξιοποίησης Εργαλείου σε Σχετικές Μελέτες»

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50
E2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E3	0,50	1,00	0,00	1,00	1,00	0,50	0,00	1,00
E4	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E5	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50
E6	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50
E7	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50
E8	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 5.16 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Εξοικείωση Ομάδας με Εργαλείο»

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	0,00	0,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00
E3	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E5	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,50	1,00
E6	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50
E7	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,50	1,00
E8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 5.17 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Ευκολία Εκμάθησης & Χρήσης»

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	1,00	1,00
E2	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	1,00	1,00
E3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
E4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
E5	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	1,00	1,00
E6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
E7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 5.18 Διμερείς Συγκρίσεις Σύμφωνα με το Κριτήριο «Δυνατότητες Reporting»

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	0,00	1,00	0,00	1,00	0,67	1,00	0,00	1,00
E2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E3	0,00	1,00	0,00	1,00	0,67	1,00	0,00	1,00
E4	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E5	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,67	0,00	1,00
E6	0,00	1,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
E7	0,00	1,00	0,00	1,00	0,67	1,00	0,00	1,00

E8 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00

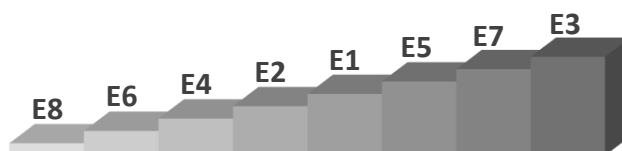
Έχοντας ολοκληρώσει τις διμερείς συγκρίσεις στην συνέχεια στον **Πίνακα 5.19** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεθόδου PROMETHEE. Πιο συγκεκριμένα αρχικά υπολογίζονται οι τιμές $\pi(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n w_k * p_k(x_{ik}, x_{jk})$, με τα $p_k(x_{ik}, x_{jk})$ να προκύπτουν από τις αντίστοιχες τιμές των πινάκων 6.11-6.17. Στην συνέχεια υπολογίζονται η ροή εισόδου $\phi^-(x_i) = \frac{1}{m-1} * \sum_{j=1}^m \pi(x_j, x_i)$, η ροή εξόδου $\phi^+(x_i) = \frac{1}{m-1} * \sum_{j=1}^m \pi(x_i, x_j)$ και τέλος η καθαρή ροή $\phi(x_i) = \phi^+(x_i) - \phi^-(x_i)$.

Πίνακας 5.19 Τελικός Πίνακας Μεθόδου PROMETHEE

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	ϕ^+
E1	0,00	0,36	0,23	0,44	0,25	0,45	0,16	0,95	0,41
E2	0,20	0,00	0,23	0,13	0,25	0,33	0,36	0,36	0,27
E3	0,37	0,74	0,00	0,74	0,66	0,69	0,45	0,77	0,63
E4	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,23	0,23	0,24
E5	0,32	0,64	0,23	0,77	0,00	0,64	0,11	0,95	0,52
E6	0,00	0,31	0,20	0,29	0,00	0,00	0,03	0,20	0,15
E7	0,48	0,64	0,20	0,74	0,31	0,80	0,05	0,89	0,59
E8	0,00	0,31	0,20	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
ϕ^-	0,23	0,46	0,22	0,48	0,24	0,45	0,20	0,62	
ϕ	0,18	-0,19	0,41	-0,24	0,29	-0,30	0,38	-0,54	

5.8. Προσδιορισμός Βέλτιστης Λύσης

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθόδου που φαίνονται στον **Πίνακα 5.19**, προκύπτει η σειρά κατάταξης των εναλλακτικών που απεικονίζεται στο **Σχήμα 5.2**.



Σχήμα 5.2 Κατάταξη Εναλλακτικών

Έτσι λοιπόν, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθόδου PROMETHEE, η ομάδα των αναλυτών πρότεινε το εργαλείο λογισμικού E3 για τον σχεδιασμό του μοντέλου αναφοράς για την υλοποίηση πληροφοριακού συστήματος εμπορευματικών μεταφορών σε εταιρείες Logistics. Παρόλα αυτά σαν εναλλακτική θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και το εργαλείο E7 που παρουσιάζει σημαντικά μικρότερο κόστος σε σχέση με το E3. Η τελική επιλογή του εργαλείου E3 δηλαδή του ARIS Architect & Designer έγινε από τον αποφασίζοντα δηλαδή την εταιρεία Logistics που συμμετέχει στο έργο. Οι αναλυτές παρουσίασαν τις δύο επικρατέστερες εναλλακτικές επιλογές και τελικά έπειτα από ενδεδειγμένη συνεδρίαση, πραγματοποιήθηκε η τελική επιλογή. Καθοριστικό ρόλο στην απόφαση έπαιξαν οι σημαντικά διευρυμένες δυνατότητες μοντελοποίησης που προσφέρει το εργαλείο όπως και η εξοικείωση της ομάδας στη χρήση του.

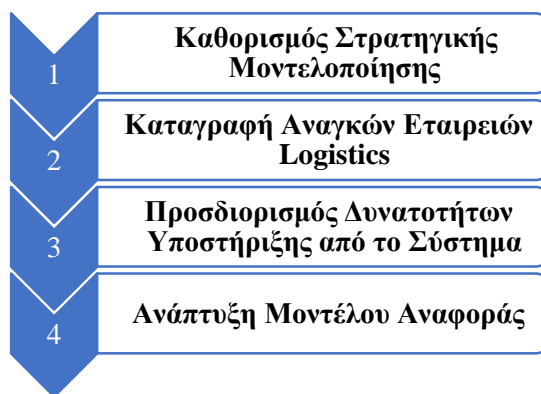
6. Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς Υλοποίησης Συστήματος σε Εταιρείες Logistics

Έχοντας ολοκληρώσει την διαδικασία λήψης απόφασης για την επιλογή κατάλληλου εργαλείου μοντελοποίησης, όπως αυτή αναλύθηκε στο **Κεφάλαιο 5**, ακολουθεί η ανάπτυξη του μοντέλου αναφοράς υλοποίησης του πληροφοριακού συστήματος εμπορευματικών μεταφορών σε εταιρείες logistics. Η μεθοδολογία ανάπτυξης του μοντέλου αναφοράς συνοψίζεται στο **Σχήμα 6.1**.

Το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη του μοντέλου αναφοράς αφορά στον καθορισμό της στρατηγικής μοντελοποίησης. Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την επιλογή των οπτικών μοντελοποίησης αλλά και των μεθόδων που θα αξιοποιηθούν σε κάθε οπτική διαμορφώνοντας εν τέλει την αρχιτεκτονική του μοντέλου αναφοράς.

Έπειτα από τον σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής, ακολουθεί η καταγραφή αναγκών των εταιρειών logistics που περιλαμβάνει διεξαγωγή συνεντεύξεων σε πληθώρα εταιρειών logistics αλλά και λεπτομερή καταγραφή διαδικασιών που αυτές εφαρμόζουν για την διεξαγωγή των μεταφορών τους, οι οποίες θα μπορούσαν να υποστηριχθούν από το σύστημα εμπορευματικών περιοχών. Ταυτόχρονα, αξιοποιώντας τα στοιχεία από τις συνεντεύξεις, τις καταγραφές αλλά και την μακροχρόνια πείρα της ομάδας των ερευνητών του ΕΜΠ, πραγματοποιείται ο εντοπισμός των προβληματικών περιοχών που οδηγούν σε δυσλειτουργίες και μειωμένη ποιότητα παρεχόμενων υπηρεσιών. Στη συνέχεια, μελετώντας τις προβληματικές περιοχές, προσδιορίζονται οι δυνατότητες υποστήριξης των εταιρειών logistics από το σύστημα καθώς και συγκεκριμένες διαδικασίες τις οποίες θα μπορέσει το σύστημα να υποστηρίξει.

Ολοκληρώνοντας, αξιοποιώντας το λογισμικό ARIS Architect & Designer, αναπτύσσεται τελικά το μοντέλο αναφοράς περιλαμβάνοντας ένα σύνολο διαφορετικών οπτικών και μεθόδων μοντελοποίησης που θα αποτυπώνει με ακρίβεια την λειτουργικότητα του συστήματος εμπορευματικών μεταφορών και την αξία του για τις εταιρείες logistics στις οποίες θα χρησιμοποιηθεί.

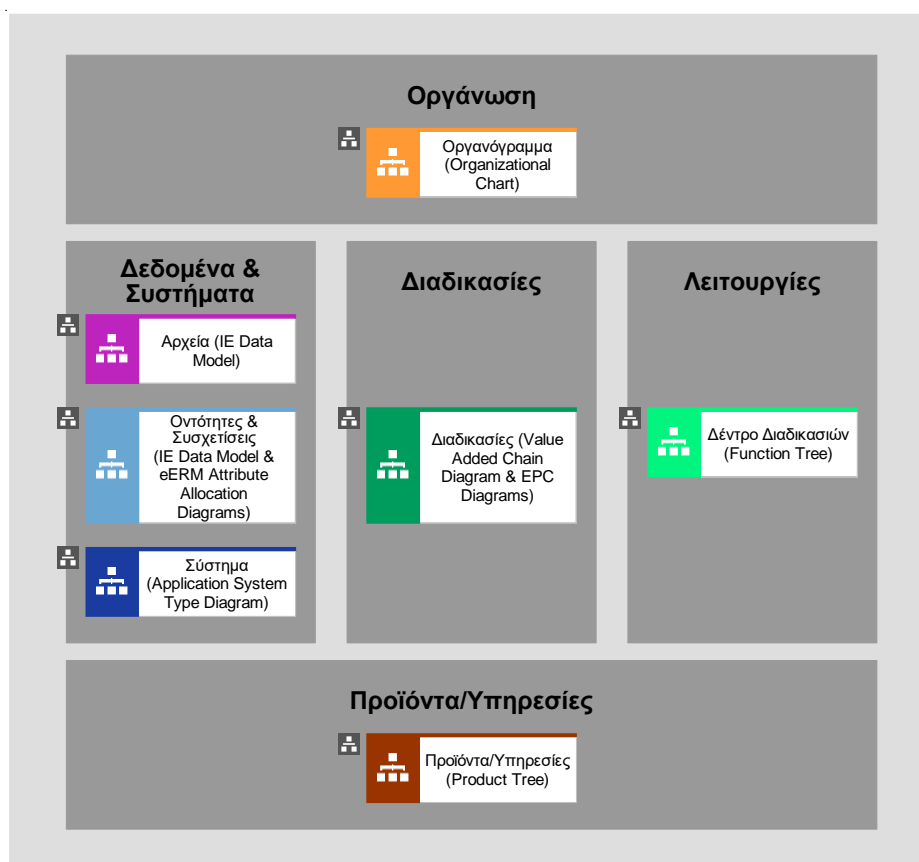


Σχήμα 6.1 Μεθοδολογία Ανάπτυξης Συστήματος

6.1. Αρχιτεκτονική του Μοντέλου Αναφοράς

Η Αρχιτεκτονική της Μοντελοποίησης για την υλοποίηση του έργου, όπως αυτή απεικονίζεται στο **Σχήμα 6.2**, περιλαμβάνει στην ουσία το πλαίσιο οργάνωσης των μοντέλων και συγκεκριμένα των διαφορετικών οπτικών μοντελοποίησης και των επιλεχθέντων μεθόδων μοντελοποίησης ανά οπτική. Για τη διαμόρφωση της αρχιτεκτονικής μοντελοποίησης του έργου αξιοποιήθηκαν τα στοιχεία της Αρχιτεκτονικής Αναφοράς ARIS, δηλαδή οι διαφορετικές οπτικές (ή όψεις) μοντελοποίησης, συγκεκριμένες μέθοδοι καθώς και το εργαλείο λογισμικού μοντελοποίησης ARIS Architect & Designer, το οποίο είναι σήμερα από τα πιο διαδεδομένα και ισχυρά εργαλεία μοντελοποίησης επιχειρήσεων, με μεγάλο πλήθος εφαρμογών σε δημόσιο και ιδιωτικό τομέα διεθνώς (Konceni et al., 2017).

Η Αρχιτεκτονική Μοντελοποίησης του μοντέλου αναφοράς υλοποίησης του πληροφοριακού συστήματος εμπορευματικών μεταφορών σε εταιρείες logistics έχει διαμορφωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να υποστηρίξει στο μέλλον την διαμόρφωση των προδιαγραφών του συστήματος. Το εργαλείο μοντελοποίησης ARIS Architect & Designer που επιλέχθηκε, μπορεί επίσης να εξασφαλίσει τη μελλοντική χρήση και άλλων μεθόδων που, πέρα από τη στατική μοντελοποίηση ήδη που αναπτύχθηκε, μπορούν να υποστηρίξουν την δυναμική μοντελοποίηση και προσομοίωση των διαδικασιών.



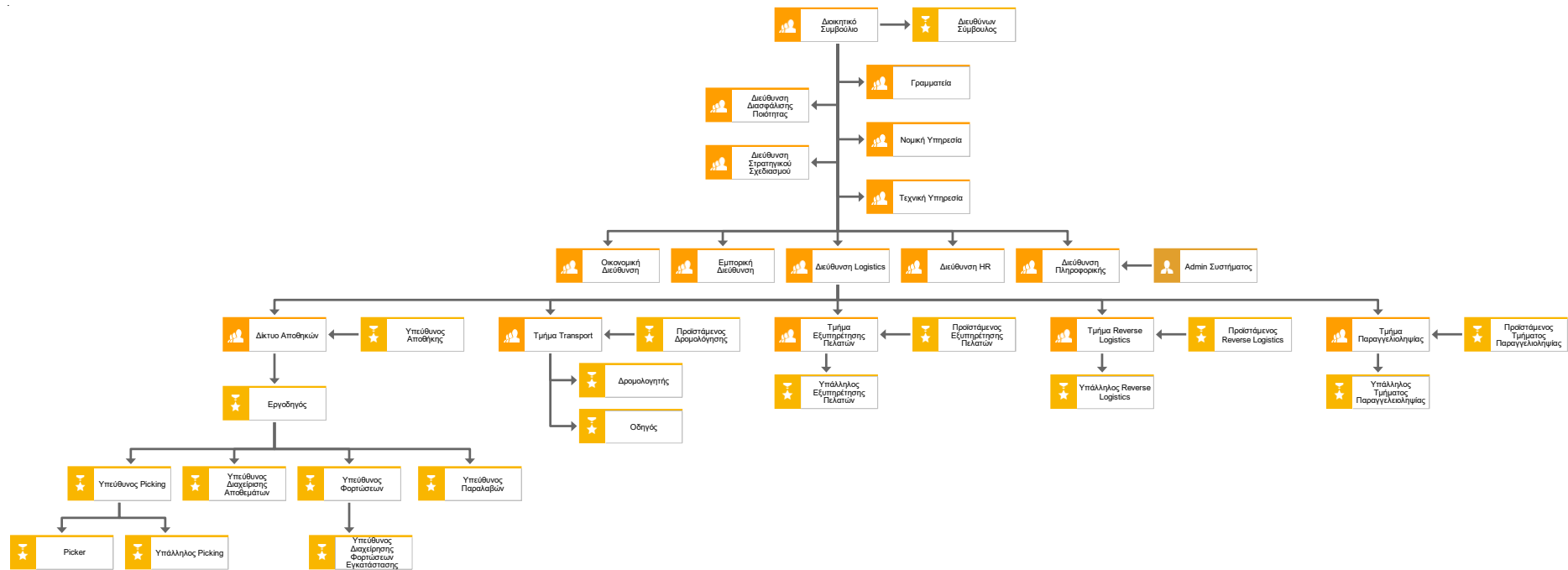
Σχήμα 6.2 Αρχιτεκτονική Συστήματος

6.2. Οπτική της Οργάνωσης

Η οπτική της Οργάνωσης αναλύει την οργανωτική δομή της επιχείρησης από πάνω προς τα κάτω (top-down), καθώς και όλους τους ρόλους των οργανωτικών μονάδων που εμπλέκονται στις διαδικασίες που μοντελοποιήθηκαν. Για την υποστήριξη της μοντελοποίησης της οπτικής της οργάνωσης επιλέχθηκε η μέθοδος του Organizational Chart, το οποίο είναι στην ουσία το τυπικό διάγραμμα των οργανωτικών δομών, δηλαδή το οργανόγραμμα των επιχειρήσεων και οργανισμών και αποτελεί τη δημοφιλέστερη μέθοδο της οπτικής της οργάνωσης. Με τη χρήση μιας ευρείας γκάμας αντικειμένων οργανωτικών δομών, μια επιχείρηση μπορεί να μοντελοποιηθεί οργανωτικά λαμβάνοντας υπόψιν διευθύνσεις, τμήματα, ομάδες, ρόλους, θέσεις εργασίας, ανθρώπους, συμβούλια, επιτροπές και συνεργάτες. Τα διαγράμματα αυτά μας επιτρέπουν να δημιουργήσουμε, επίσης, ιεραρχικές συσχετίσεις μεταξύ των οργανωτικών μονάδων και των εργαζομένων ενός οργανισμού.

Το οργανόγραμμα, όπως αυτό αποτυπώνεται στο **Σχήμα 6.3**, περιλαμβάνει μια ενδεικτική δομή εταιρείας logistics περιλαμβάνοντας τους οργανωτικούς ρόλους «οργανωτική μονάδα», «θέση», και «ρόλος» καθώς και τις ιεραρχικές συσχετίσεις «είναι διοικητικά ανώτερος από», «αποτελείται από», «είναι οργανωτικός διοικητής σε» και «ανήκει σε». Η ανάλυση μέχρι το τελευταίο επίπεδο γίνεται μόνο για τις οργανωτικές δομές που εμπλέκονται στις μελετώμενες διαδικασίες.

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



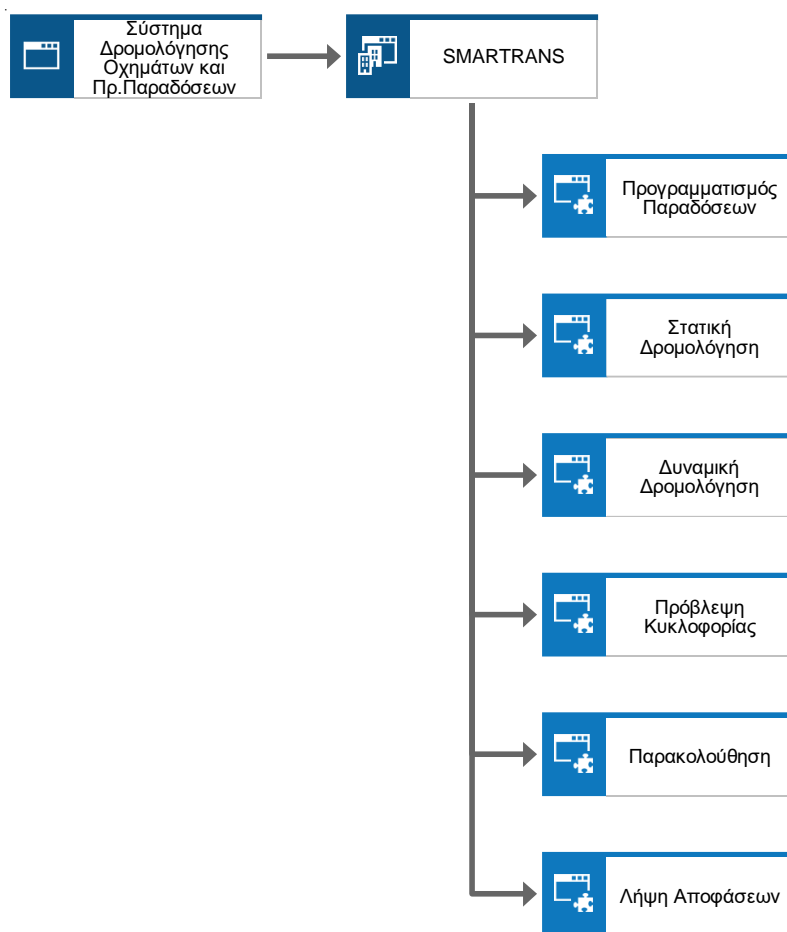
Σχήμα 6.3 Οργανόγραμμα

6.3. Οπτική των Δεδομένων και Συστημάτων

Η οπτική των Δεδομένων και Συστημάτων περιλαμβάνει μια σειρά μοντέλων με τα συστήματα και τα δεδομένα που υποστηρίζουν την εκτέλεση των διαδικασιών. Πιο συγκεκριμένα απεικονίζονται τα μοντέλα που παρουσιάζονται στις **Ενότητες 6.3.1** έως και **6.3.4**.

6.3.1. Μοντέλο Συστήματος

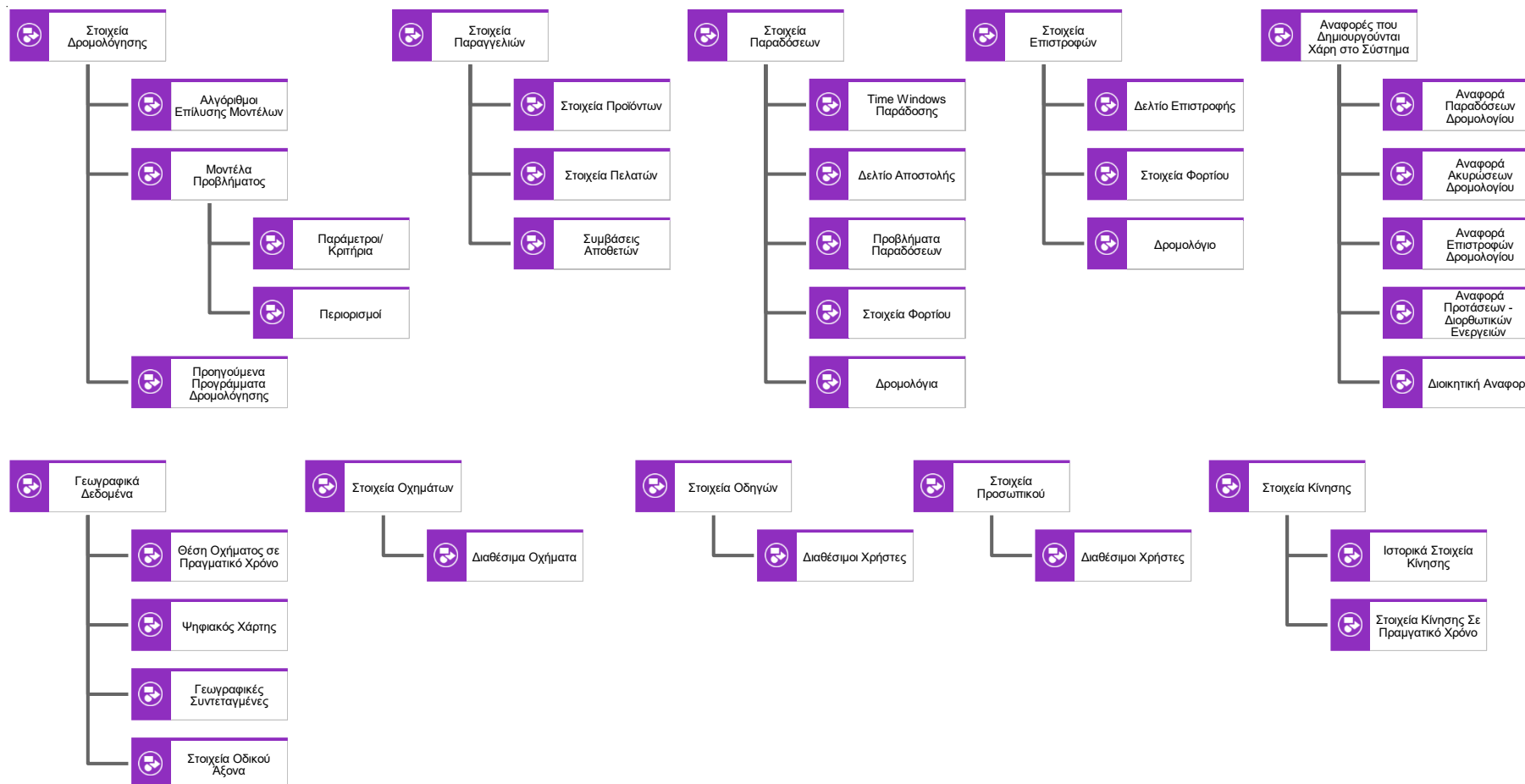
Το διάγραμμα που επιλέχθηκε για την απεικόνιση του συστήματος είναι το Application System Type. Η χρήση του διαγράμματος αυτού προτείνεται ως βέλτιστη λύση για τη μοντελοποίηση των πληροφοριακών συστημάτων, αλλά και εφαρμογών ή υπο-εφαρμογών. Στο απλούστερο επίπεδο, ένα Application System Type Diagram προσδιορίζει μια βιβλιοθήκη των συστημάτων που χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό. Σε ένα πιο λεπτομερές επίπεδο, μοντελοποιεί τη δομή των συστημάτων και των υποσυστημάτων τους ή παρέχει μια ιεραρχική κατηγοριοποίηση των τύπων του συστήματος. Το μοντέλο, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 6.4**, επιτρέπει την ταξινόμηση των εφαρμογών ανά κλάση/τύπο συστήματος (application system class) και στη συνέχεια την ανάλυση τους σε επίπεδο επιμέρους ενότητων/λειτουργιών (modules).



Σχήμα 6.4 Σύστημα

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

6.3.2. Μοντέλο Αρχείων



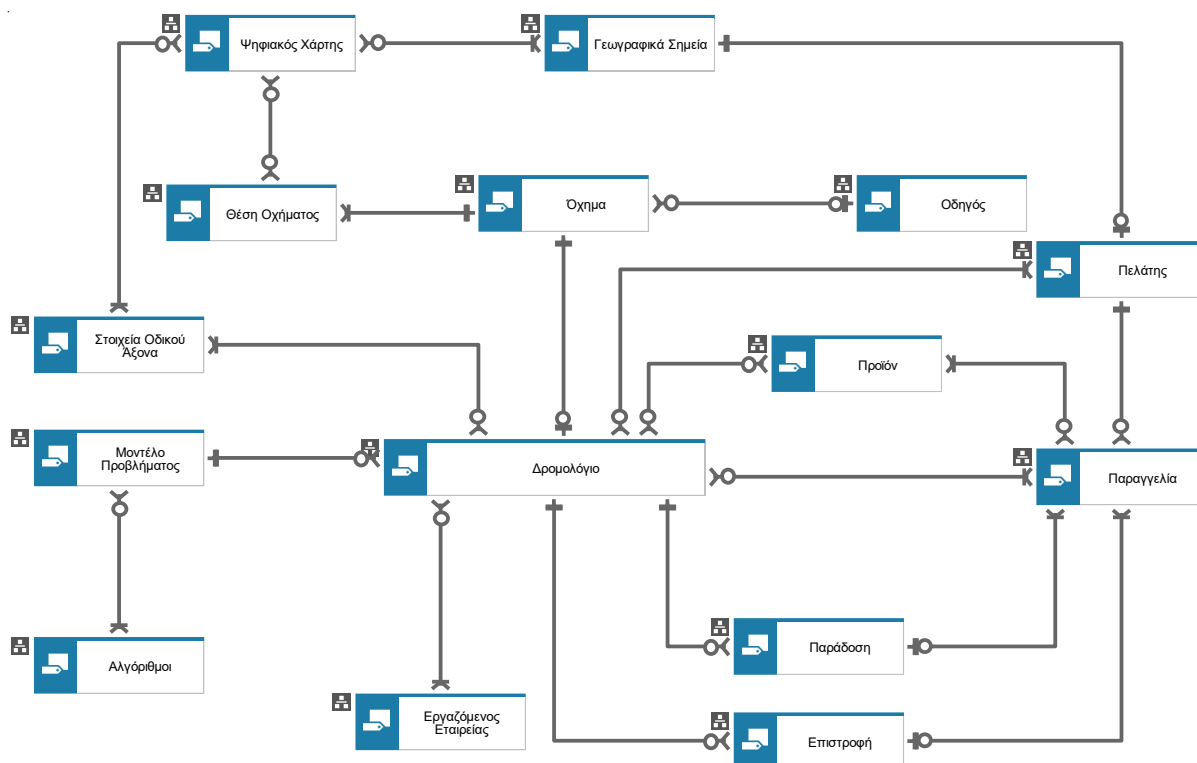
Σχήμα 6.5 Αρχεία

6.3.3. Μοντέλο Οντοτήτων - Συσχετίσεων

Για την απεικόνιση των αρχείων (Σχήμα 6.5) αλλά και των συσχετίσεων των οντοτήτων (Σχήμα 6.6) επιλέχθηκε το IE Data Model. Μέσα από αυτό το διάγραμμα γίνεται δυνατή η κατηγοριοποίηση των αρχείων σε διαφορετικές ομάδες. Επιπρόσθετα, επιτρέπει την αναπαράσταση συσχετίσεων (Πίνακας 6.1) ανάμεσα στις οντότητες του μοντέλου αναφοράς.

Πίνακας 6.1 Τύποι Συσχετίσεων Οντοτήτων

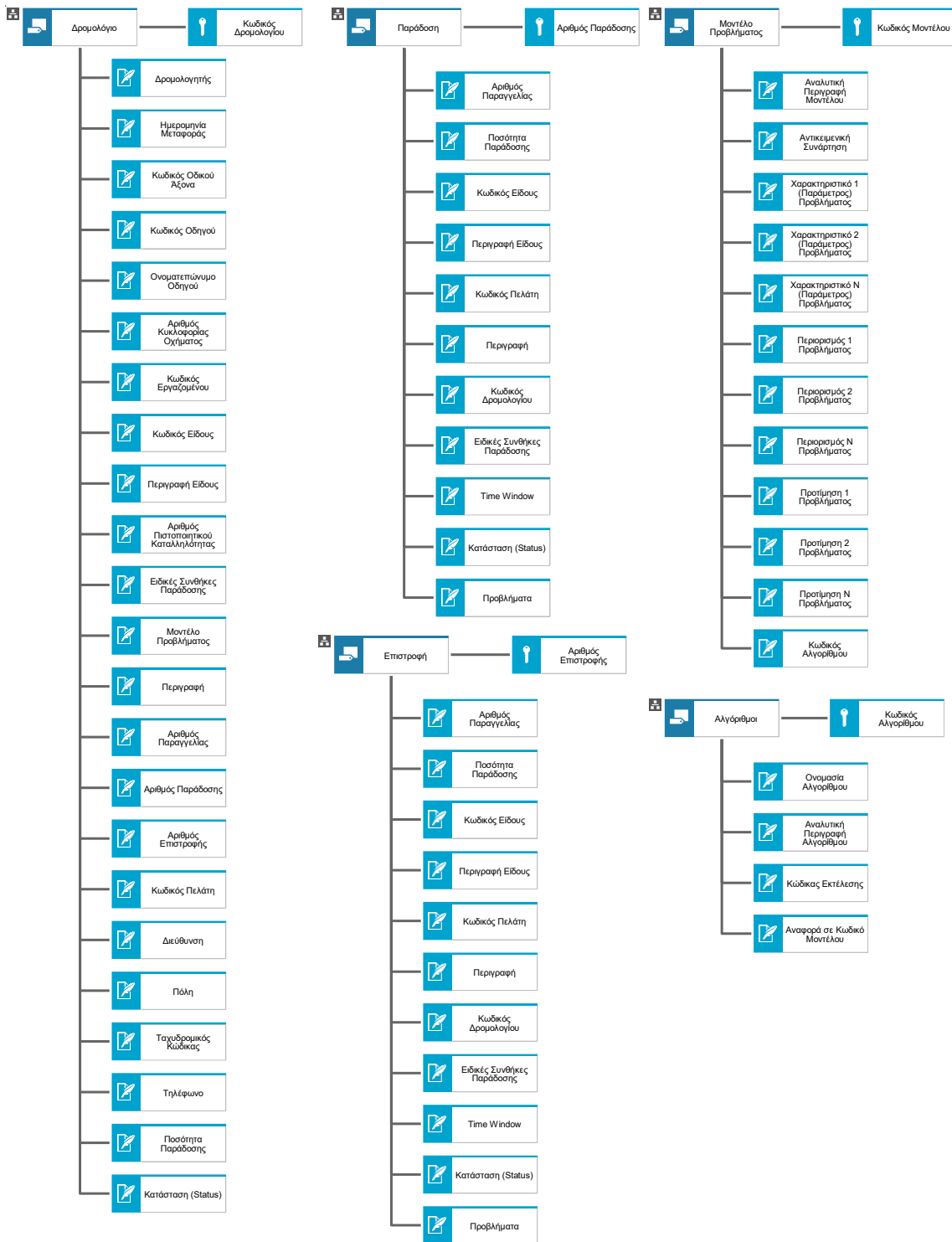
Σχέση (A:B)	Συμβολισμός
1:1	
0:1	
1:n	
0:n	



Σχήμα 6.6 Συσχετίσεις Οντοτήτων

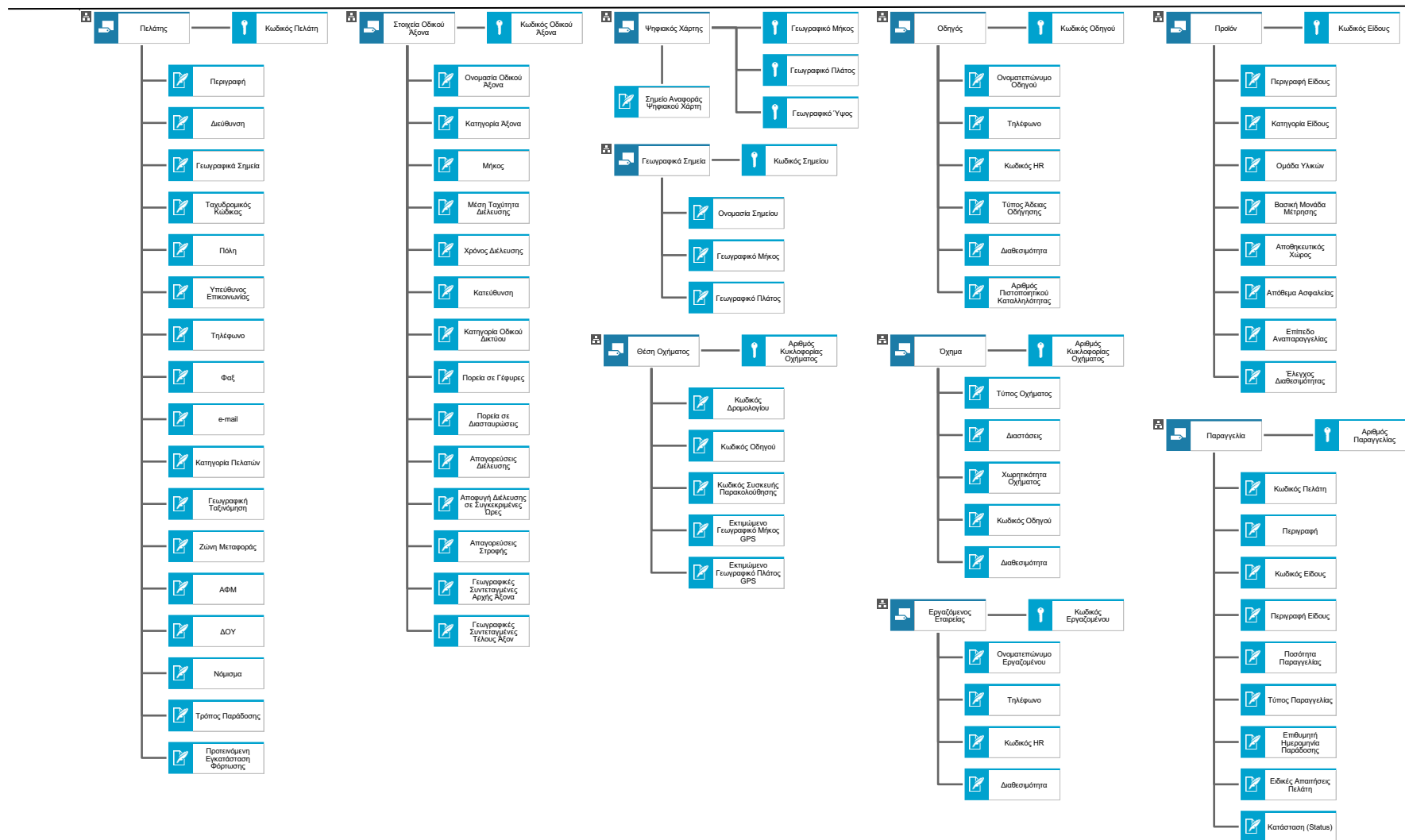
6.3.4. Μοντέλα Οντοτήτων

Τα μοντέλα οντοτήτων απεικονίζουν τις διάφορες οντότητες, αναλύοντας τα χαρακτηριστικά τους (Attributes) καθώς και τα χαρακτηριστικά κλειδιά τους (Key Attributes). Για την μοντελοποίηση τους επιλέχθηκαν τα eERM Attribute Allocation Diagrams.



Σχήμα 6.7 Οντότητες (1/2)

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



Σχήμα 6.8 Οντότητες (2/2)

6.4. Οπτική των Λειτουργιών

Η οπτική των λειτουργιών περιλαμβάνει την ιεραρχική δομή των διαδικασιών (με τη μορφή δέντρων) αποδομώντας τες από το υψηλό επίπεδο των λειτουργιών (Δρομολόγηση, Παρακολούθηση Δρομολογίων) μέχρι τις επιμέρους διαδικασίες και υποδιαδικασίες που στη συνέχεια αναλύονται σε διαγράμματα EPC.

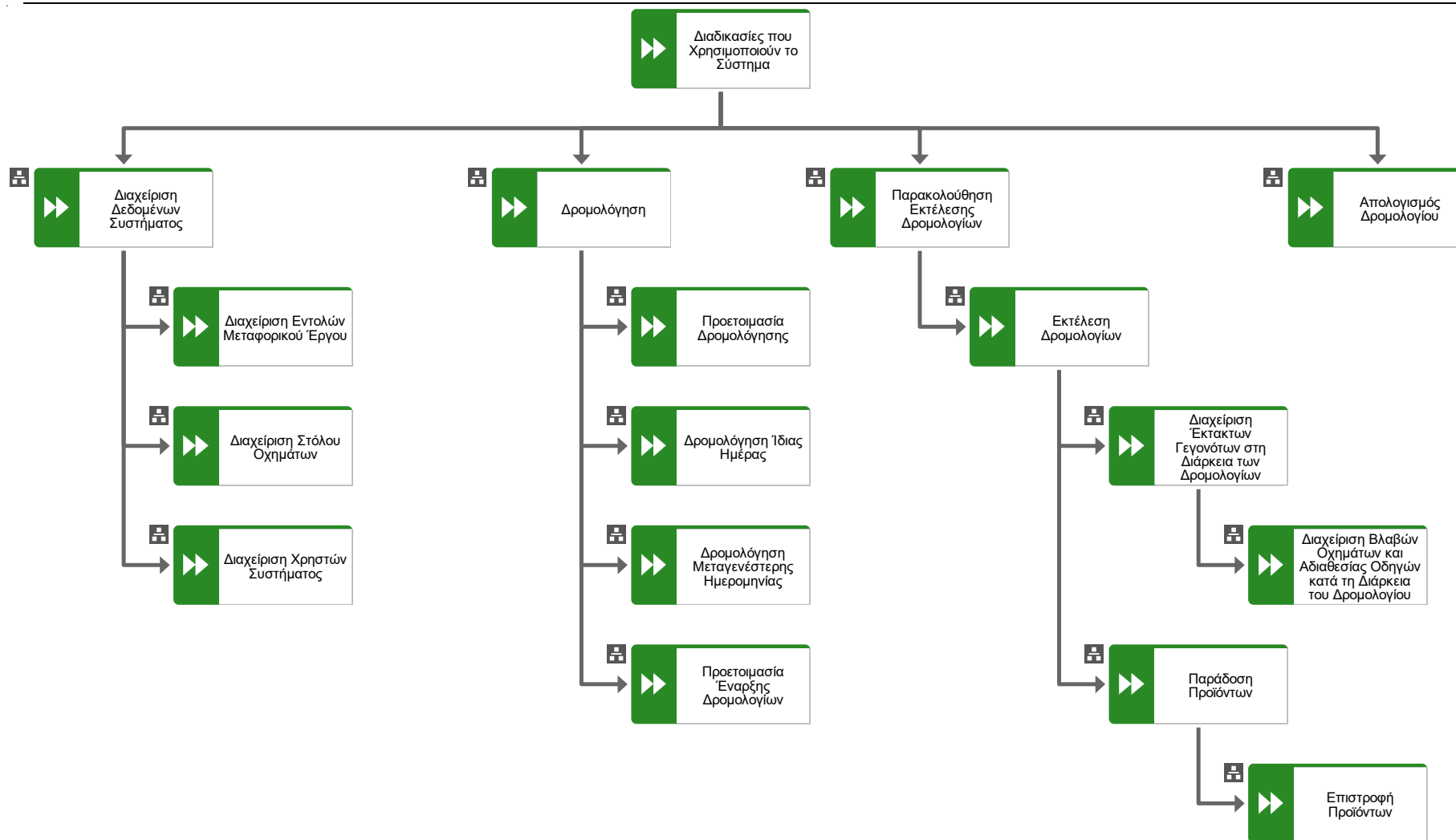
Το Δέντρο Λειτουργιών (Function Tree) απεικονίζει τη διαίρεση μίας πολύπλοκης διαδικασίας σε υποδιαδικασίες. Ανήκει στην οπτική των λειτουργιών και μας δίνει μια υψηλού επιπέδου απεικόνιση των διαδικασιών και των υποδιαδικασιών. Κάνοντας διπλό κλικ στο σύμβολο που βρίσκεται πάνω αριστερά από κάποια διαδικασία, μεταφερόμαστε στο EPC διάγραμμα που την περιγράφει αναλυτικά.

Οι διαδικασίες εκείνες που δεν μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω ονομάζονται στοιχειώδεις διαδικασίες και για αυτές δημιουργούνται πάντα EPC. Για να ομαδοποιήσουμε τις υποδιαδικασίες σε ένα δέντρο λειτουργιών μπορούμε να εφαρμόσουμε τρία διαφορετικά κριτήρια ομαδοποίησης:

1. Να επεξεργάζονται το ίδιο αντικείμενο (object-oriented).
2. Να περιλαμβάνουν τις ίδιες δραστηριότητες (operation-oriented).
3. Να ανήκουν στην ίδια κύρια διαδικασία (process-oriented).

Στο συγκεκριμένο μοντέλο, όπως απεικονίζεται στο **Σχήμα 6.9**, το δέντρο λειτουργιών είναι ένα process-oriented function tree που σημαίνει ότι απεικονίζει την ανάλυση μιας κύριας διαδικασίας σε υποδιαδικασίες (δηλαδή η περίπτωση 2 από τις παραπάνω).

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



Σχήμα 6.9 Δέντρο Διαδικασιών

6.5. Οπτική των Διαδικασιών

Η οπτική των Διαδικασιών αναλύει το σύνολο των διαδικασιών που μοντελοποιήθηκαν. Οι σύνθετες και μεγαλύτερες σε έκταση διαδικασίες έχουν αποδομηθεί περαιτέρω ώστε να μπορούν να περιγραφούν αυτόνομα χωρίς πολυπλοκότητα. Για κάθε διαδικασία περιγράφεται η αναλυτική ροή της και η συνολική εικόνα της ροής των διαδικασιών όπως προκύπτει από τη σύνθεση των επιμέρους διαδικασιών που συνδέονται μεταξύ τους στα διαγράμματα. Στην οπτική των διαδικασιών, συνδυάζεται πληροφορία από τις υπόλοιπες οπτικές, οι οποίες και λειτουργούν σαν βιβλιοθήκες πληροφοριών παρέχοντας στην οπτική αυτή: τα πληροφοριακά συστήματα που χρησιμοποιούνται, τα εμπλεκόμενα τμήματα και θέσεις εργασίας, τους εμπλεκόμενους ρόλους, τα αρχεία και γενικά τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται ή και παράγονται κατά την εκτέλεση μιας διαδικασίας.

6.5.1. Διάγραμμα Αλυσίδας Προστιθέμενης Αξίας

Η μέθοδος καταγραφής των κύριων διαδικασιών οι οποίες εμπλέκονται άμεσα στη δημιουργία προστιθέμενης αξίας ενός οργανισμού ονομάζεται Value-added Chain Diagram (VACD). Αυτή η μέθοδος έχει αναπτυχθεί για την απόδοση και το σχεδιασμό ενός «χάρτη» των διαδικασιών του οργανισμού, λαμβάνοντας υπ' όψη τα υψηλότερα νοηματικά επίπεδα (higher conceptual levels) της αρχιτεκτονικής διαδικασιών για να περιγράψει τις κύριες επιχειρησιακές λειτουργίες. Αποτελεί μία από τις πλέον γενικές και περιεκτικές μεθόδους που παρέχει το ARIS και εδράζεται στη δημιουργία μιας αλυσίδας διασυνδεδεμένων «διαδικασιών». Συνήθως, κάθε μία από αυτές τις διασυνδεδεμένες «διαδικασίες» εκπροσωπεί μια οικογένεια επιμέρους διαδικασιών, οι οποίες αναλύονται σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια με τη χρήση άλλων μεθόδων όπως τα function trees.

Ο χάρτης των κύριων διαδικασιών, δίνεται στο **Σχήμα 6.10** σε μορφή (VACD) και αποτελεί στη ουσία τη χαρτογράφηση του πρώτου επιπέδου των διαδικασιών που αναλύονται περαιτέρω σε υποδιαδικασίες (με τη χρήση της προαναφερθείσας μεθόδου function tree) και στη συνέχεια σε διαγράμματα EPC που περιγράφονται ακολούθως.



Σχήμα 6.10 Αλυσίδα Προστιθέμενης Αξίας Διαδικασιών

6.5.2. Διαγράμματα Αλυσίδας Διαδικασίας Καθοδηγούμενης από Γεγονότα

Το διάγραμμα αλυσίδας διαδικασίας καθοδηγούμενης από γεγονότα (Event-Driven Process Chain ή EPC) χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση της όψης των διαδικασιών, έχοντας ως κύριο χαρακτηριστικό την απεικόνιση της χρονικής αλληλουχίας των γεγονότων (events) και λειτουργιών (functions) αντιστοιχίζοντας στις λειτουργίες όλες τις οργανωτικές μονάδες και τα δεδομένα ή τις πληροφορίες της επιχειρησιακής διαδικασίας. Το EPC ολοκληρώνει σε μεγάλο βαθμό όλες τις υπόλοιπες μεθόδους της αρχιτεκτονικής ARIS.

Οι διαδικασίες που αναλύονται σε άλλες υποδιαδικασίες αναπαρίστανται στο συγκεκριμένο μοντέλο αναφοράς, με Function Trees ενώ όσες διαδικασίες δεν μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω, αναπαρίστανται με διαγράμματα EPC. Επίσης πριν από κάθε διάγραμμα EPC παρατίθεται επεξηγηματικός πίνακας.

Επίσης πριν από κάθε διαδικασία που σχεδιάζεται σε EPC διάγραμμα, παρατίθεται ερμηνευτικός πίνακας σχετικός με το περιεχόμενο της. Στον πίνακα αυτό αναφέρονται ο σκοπός της διαδικασίας καθώς και γεγονότα και άλλες διαδικασίες που συνδέονται με αυτήν. Επιπρόσθετα για κάθε δραστηριότητα της διαδικασίας, αναφέρεται ο υπεύθυνος εκτέλεσης, το module του συστήματος που σχετίζεται με την εκτέλεση της καθώς και τα δεδομένα που την συνοδεύουν. Ειδικά για τα δεδομένα αναφέρεται και η αλληλεπίδραση της διαδικασίας με αυτά (Cr(Create): Δημιουργία ή προσθήκη νέων δεδομένων, R(Read): Ανάγνωση Δεδομένων, Ch(Change): Τροποποίηση Δεδομένων, D(Delete): Διαγραφή Δεδομένων).



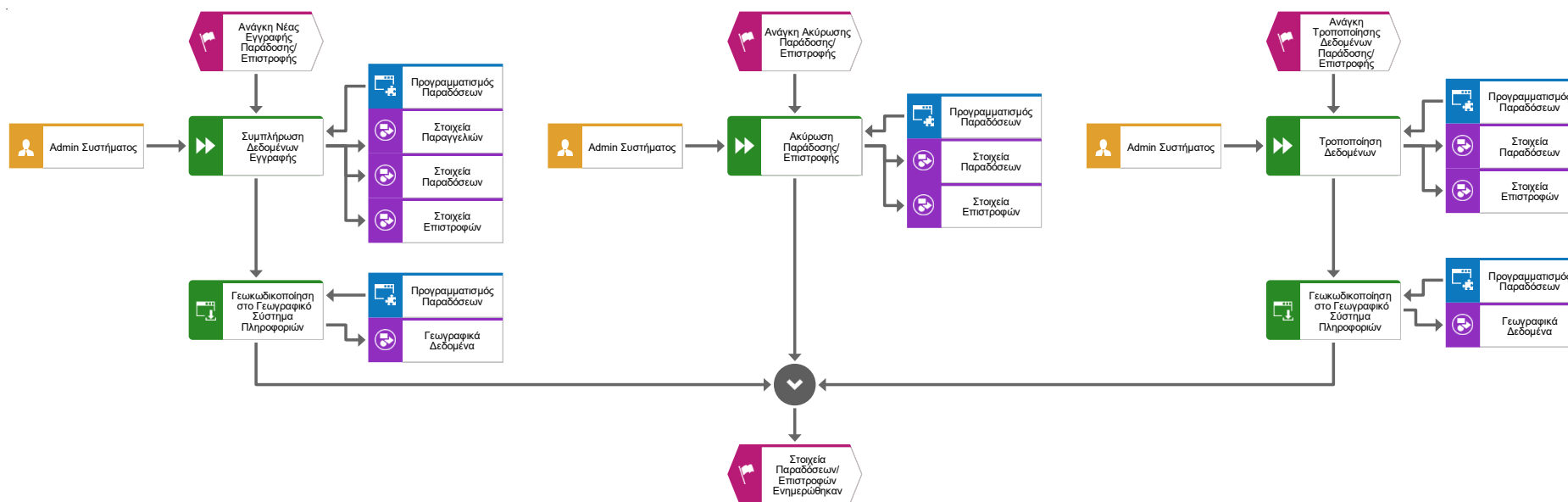
Σχήμα 6.11 Διαδικασία 1.0: Διαχείριση Δεδομένων Συστήματος

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 6.2 Υποδιαδικασία 1.1: Διαχείριση Εντολών Μεταφορικού Έργου

Σκοπός	Η αλληλεπίδραση του Admin με τα βασικά δεδομένα του συστήματος που αφορούν τις εντολές μεταφοράς, απεικονίζοντας τα γεγονότα που μπορεί να τον υποχρεώσουν να δημιουργήσει, τροποποιήσει ή διαγράψει δεδομένα αλλά και τα βήματα για την ενημέρωση του αρχείου.		
Γεγονότα Έναρξης	Ανάγκη Ακύρωσης Παράδοσης/ Επιστροφής; Ανάγκη Νέας Εγγραφής Παράδοσης/ Επιστροφής; Ανάγκη Τροποποίησης Δεδομένων Παράδοσης/ Επιστροφής		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	-		
Γεγονότα Λήξης	Στοιχεία Παραδόσεων/ Επιστροφών Ενημερώθηκαν		
Προηγούμενες Διαδικασίες	-		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	-		
Παραγόμενα Προϊόντα	-		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Συμπλήρωση Δεδομένων Εγγραφής	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Παραγγελιών[R]; Στοιχεία Παραδόσεων[Cr]; Στοιχεία Επιστροφών [Cr];
Γεωκωδικοποίηση στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών	-	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Γεωγραφικά Δεδομένα[R]
Ακύρωση Παράδοσης/ Επιστροφής	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Επιστροφών[Ch]; Στοιχεία Παραδόσεων[Ch]
Τροποποίηση Δεδομένων	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Επιστροφών[Ch]; Στοιχεία Παραδόσεων[Ch]

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

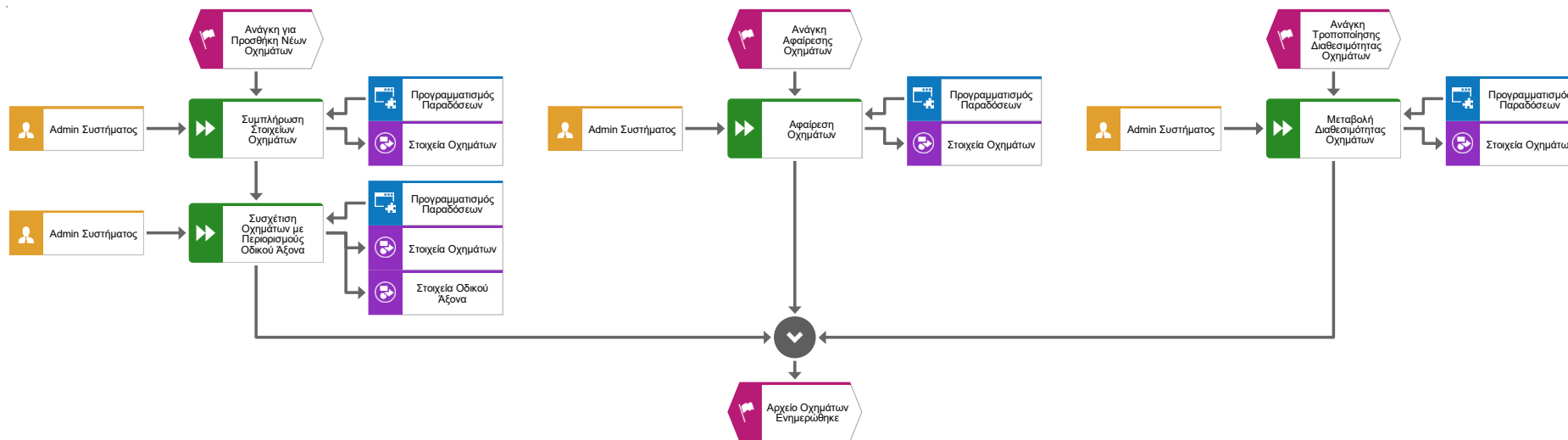


Σχήμα 6.12 Υποδιαδικασία 1.1: Διαχείριση Εντολών Μεταφορικού Έργου

Πίνακας 6.3 Υποδιαδικασία 1.2: Διαχείριση Στόλου Οχημάτων

Σκοπός	Η αλληλεπίδραση του Admin με τα βασικά δεδομένα του συστήματος που αφορούν τα οχήματα μεταφοράς, απεικονίζοντας τα γεγονότα που μπορεί να τον υποχρεώσουν να δημιουργήσει, τροποποιήσει ή διαγράψει δεδομένα αλλά και τα βήματα για την ενημέρωση του αρχείου.		
Γεγονότα Έναρξης	Ανάγκη Μεταβολής της Διαθεσιμότητας Χρηστών; Ανάγκη για Αφαίρεση Χρηστών ; Ανάγκη για Προσθήκη Νέων Χρηστών		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	-		
Γεγονότα Λήξης	Αρχεία Χρηστών Ενημερώθηκαν		
Προηγούμενες Διαδικασίες	-		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	-		
Παραγόμενα Προϊόντα	-		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Συμπλήρωση Στοιχείων Οχημάτων	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οχημάτων [Cr];
Συσχέτιση Οχημάτων με Περιορισμούς Οδικού Άξονα	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οχημάτων [R]; Στοιχεία Οδικού Άξονα [R]
Αφαίρεση Οχημάτων	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οχημάτων [D];
Μεταβολή Διαθεσιμότητας Οχημάτων	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οχημάτων [Ch];

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



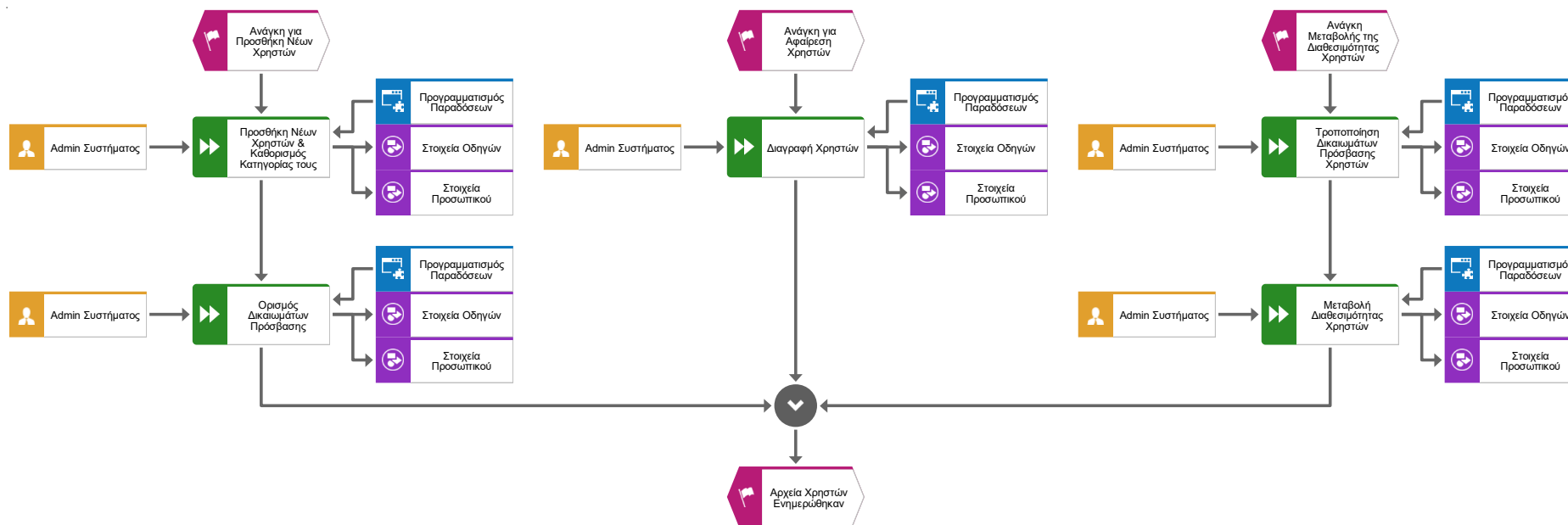
Σχήμα 6.13 Υποδιαδικασία 1.2: Διαχείριση Στόλου Οχημάτων

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

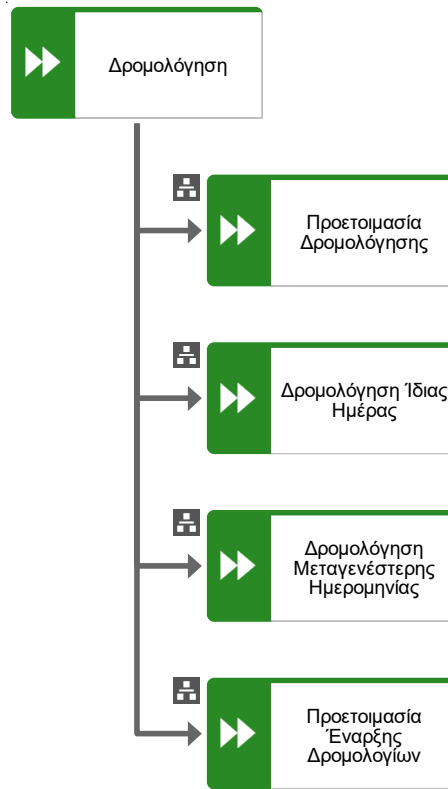
Πίνακας 6.4 Υποδιαδικασία 1.3: Διαχείριση Χρηστών Συστήματος

Σκοπός	Η αλληλεπίδραση του Admin με τα βασικά δεδομένα του συστήματος που αφορούν τους χρήστες, απεικονίζοντας τα γεγονότα που μπορεί να τον υποχρεώσουν να δημιουργήσει, τροποποιήσει ή διαγράψει δεδομένα αλλά και τα βήματα για την ενημέρωση του αρχείου.		
Γεγονότα Έναρξης	Ανάγκη Αφαίρεσης Οχημάτων; Ανάγκη για Προσθήκη Νέων Οχημάτων; Ανάγκη Τροποποίησης Διαθεσιμότητας Οχημάτων		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	-		
Γεγονότα Λήξης	Αρχείο Οχημάτων Ενημερώθηκε		
Προηγούμενες Διαδικασίες	-		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	-		
Παραγόμενα Προϊόντα	-		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Προσθήκη Νέων Χρηστών & Καθορισμός Κατηγορίας τους	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οδηγών [Cr]; Στοιχεία Προσωπικού[Cr]
Ορισμός Δικαιωμάτων Πρόσβασης	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οδηγών [Cr]; Στοιχεία Προσωπικού[Cr]
Διαγραφή Χρηστών	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οδηγών [D]; Στοιχεία Προσωπικού[D]
Τροποποίηση Δικαιωμάτων Πρόσβασης Χρηστών	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οδηγών [Ch]; Στοιχεία Προσωπικού[Ch]
Μεταβολή Διαθεσιμότητας Χρηστών	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οδηγών [Ch]; Στοιχεία Προσωπικού[Ch]

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



Σχήμα 6.14 Υποδιαδικασία 1.3: Διαχείριση Χρηστών Συστήματος

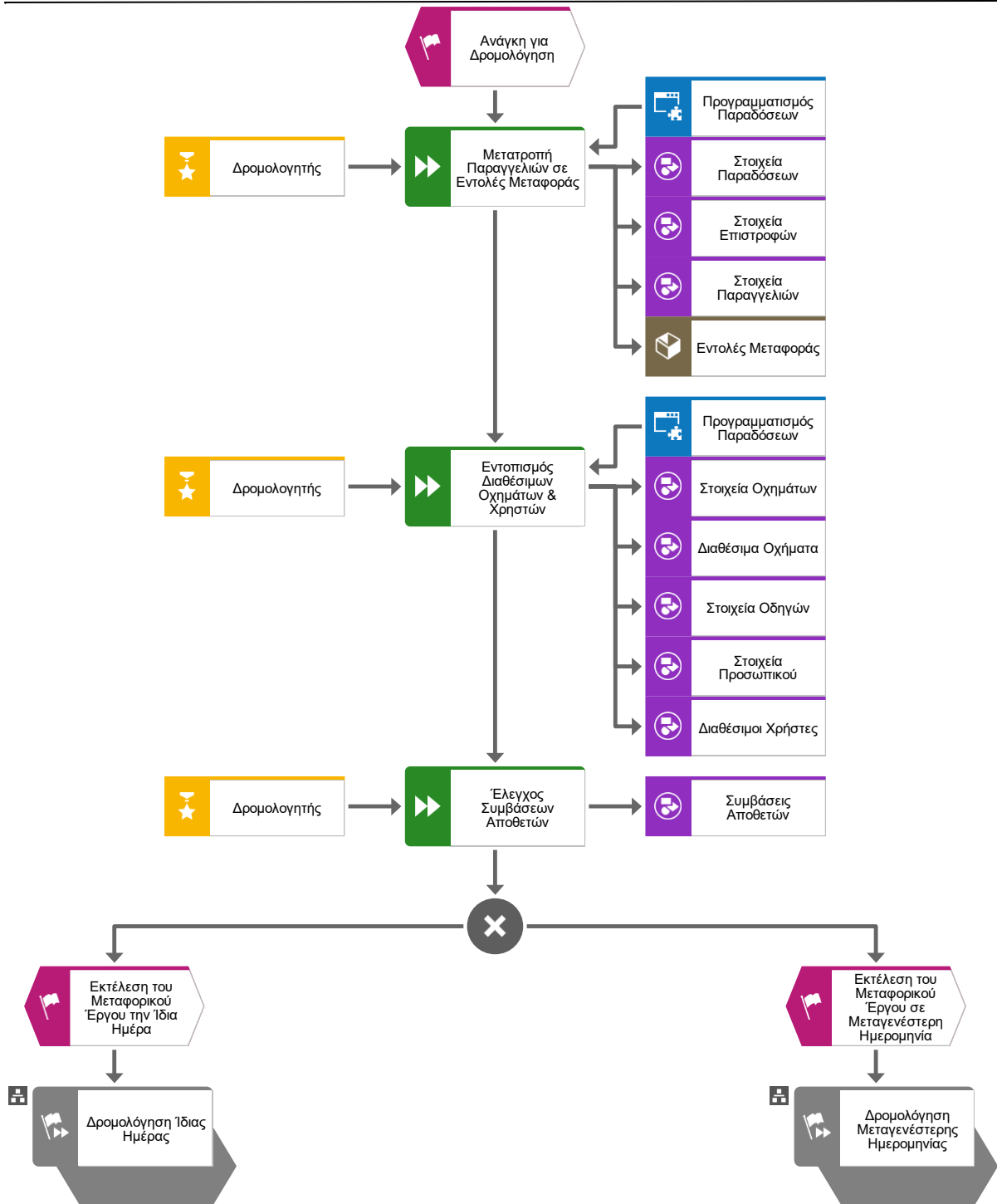


Σχήμα 6.15 Διαδικασία 2.0: Δρομολόγηση

Πίνακας 6.5 Υποδιαδικασία 2.1: Προετοιμασία Δρομολόγησης

Σκοπός	Η προετοιμασία της δρομολόγησης μέσα από τη μετατροπή των παραγγελιών σε εντολές μεταφοράς, τον εντοπισμό των διαθέσιμων οχημάτων και χρηστών και τον έλεγχο των συμβάσεων αποθετών		
Γεγονότα Έναρξης	Ανάγκη για Δρομολόγηση		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	-		
Γεγονότα Λήξης	Εκτέλεση του Μεταφορικού Έργου σε Μεταγενέστερη Ημερομηνία; Εκτέλεση του Μεταφορικού Έργου την Ίδια Ημέρα		
Προηγούμενες Διαδικασίες	-		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	Δρομολόγηση Ίδιας Ημέρας; Δρομολόγηση Μεταγενέστερης Ημερομηνίας		
Παραγόμενα Προϊόντα	Εντολές Μεταφοράς		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Μετατροπή Παραγγελιών σε Εντολές Μεταφοράς	Δρομολογητής	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Επιστροφών [Cr]; Στοιχεία Παραδόσεων [Cr]; Στοιχεία Παραγγελιών [R]
Εντοπισμός Διαθέσιμων Οχημάτων & Χρηστών	Δρομολογητής	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Διαθέσιμα Οχήματα [Cr]; Διαθέσιμοι Χρήστες [Cr]; Στοιχεία Οδηγών [R]; Στοιχεία Οχημάτων [R]; Στοιχεία Προσωπικού [R]
Έλεγχος Συμβάσεων Αποθετών	Δρομολογητής	-	Συμβάσεις Αποθετών [R]

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

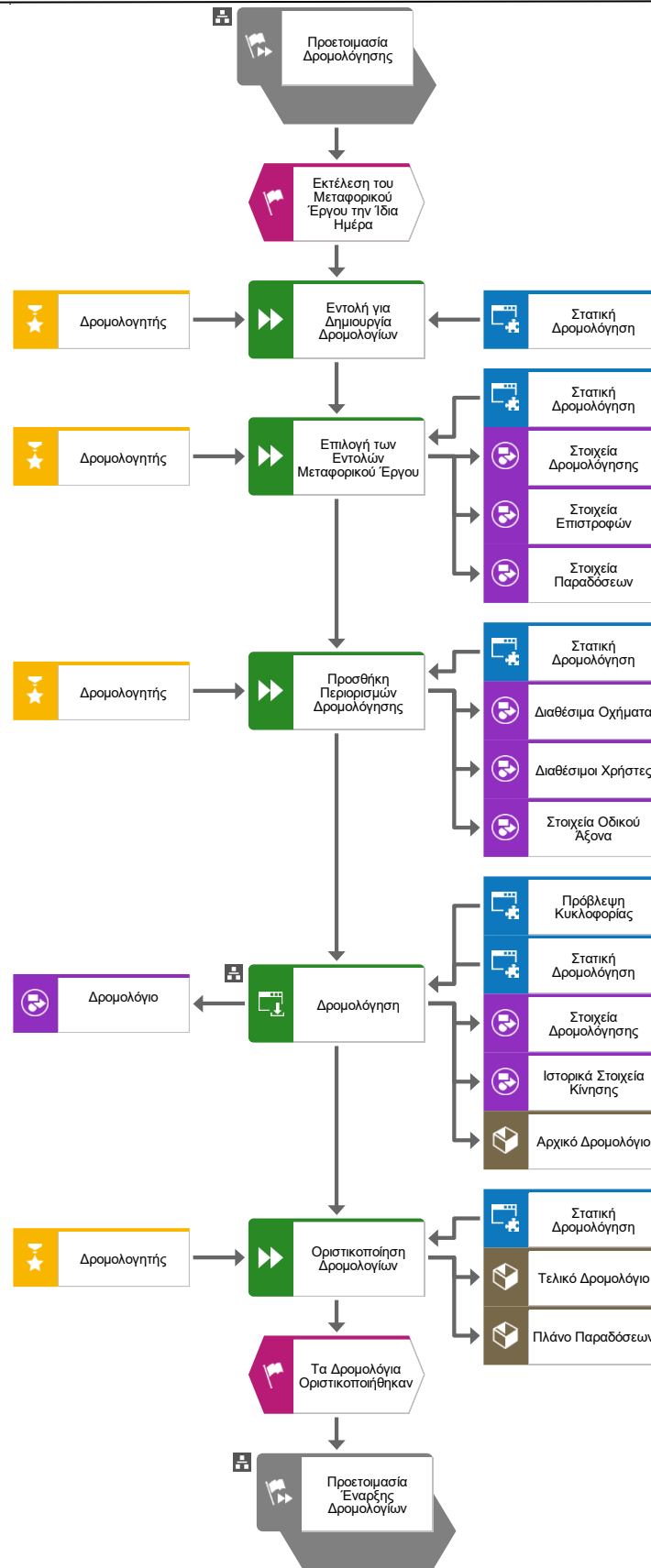


Σχήμα 6.16 Υποδιαδικασία 2.1: Προετοιμασία Δρομολόγησης

Πίνακας 6.6 Υποδιαδικασία 2.2: Δρομολόγηση Ίδιας Ημέρας

Σκοπός	Η δρομολόγηση για όσες εντολές μεταφοράς πρόκειται να εκτελεστούν την ίδια ημέρα.		
Γεγονότα Έναρξης	Εκτέλεση του Μεταφορικού Έργου την Ίδια Ημέρα		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	-		
Γεγονότα Λήξης	Τα Δρομολόγια Οριστικοποιήθηκαν		
Προηγούμενες Διαδικασίες	Προετοιμασία Δρομολόγησης		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	Προετοιμασία Έναρξης Δρομολογίων		
Παραγόμενα Προϊόντα	Αρχικό Δρομολόγιο; Τελικό Δρομολόγιο; Πλάνο Παραδόσεων		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Εντολή για Δημιουργία Δρομολογίων	Δρομολογητής	Στατική Δρομολόγηση	-
Επιλογή των Εντολών Μεταφορικού Έργου	Δρομολογητής	Στατική Δρομολόγηση	Στοιχεία Δρομολόγησης [Cr]; Στοιχεία Επιστροφών [R]; Στοιχεία Παραδόσεων [R]
Προσθήκη Περιορισμών Δρομολόγησης	Δρομολογητής	Στατική Δρομολόγηση	Διαθέσιμα Οχήματα [R]; Διαθέσιμοι Χρήστες [R]; Στοιχεία Οδικού Άξονα [R]
Δρομολόγηση	-	Στατική Δρομολόγηση; Πρόβλεψη Κυκλοφορίας	Δρομολόγια [Cr]; Ιστορικά Στοιχεία Κίνησης [R]; Στοιχεία Δρομολόγησης [R]
Οριστικοποίηση Δρομολογίων	Δρομολογητής	Στατική Δρομολόγηση	-

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



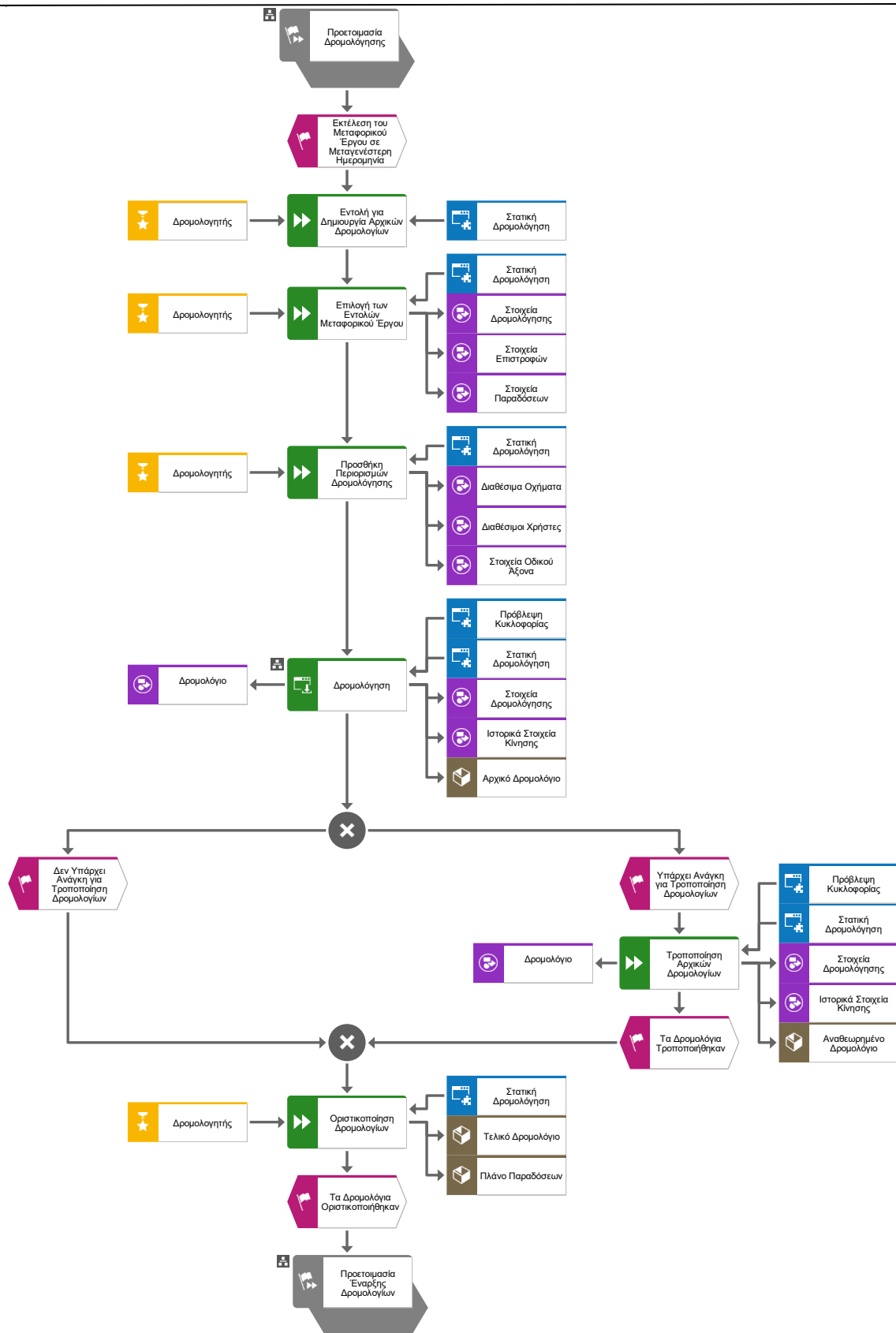
Σχήμα 6.17 Υποδιαδικασία 2.2: Δρομολόγηση Ίδιας Ημέρας

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 6.7 Υποδιαδικασία 2.3: Δρομολόγηση Μεταγενέστερης Ημερομηνίας

Σκοπός	Η δρομολόγηση για όσες εντολές μεταφοράς πρόκειται να εκτελεστούν σε μεταγενέστερη ημερομηνία.		
Γεγονότα Έναρξης	Εκτέλεση του Μεταφορικού Έργου σε Μεταγενέστερη Ημερομηνία		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	Υπάρχει Ανάγκη για Τροποποίηση Δρομολογίων; Δεν Υπάρχει Ανάγκη για Τροποποίηση Δρομολογίων; Τα Δρομολόγια Τροποποιήθηκαν		
Γεγονότα Λήξης	Τα Δρομολόγια Οριστικοποιήθηκαν		
Προηγούμενες Διαδικασίες	Προετοιμασία Δρομολόγησης		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	Προετοιμασία Έναρξης Δρομολογίων		
Παραγόμενα Προϊόντα	Αρχικό Δρομολόγιο; Αναθεωρημένο Δρομολόγιο; Τελικό Δρομολόγιο; Πλάνο Παραδόσεων		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Εντολή για Δημιουργία Δρομολογίων	Δρομολογητής	Στατική Δρομολόγηση	-
Επιλογή των Εντολών Μεταφορικού Έργου	Δρομολογητής	Στατική Δρομολόγηση	Στοιχεία Δρομολόγησης [Cr]; Στοιχεία Επιστροφών [R]; Στοιχεία Παραδόσεων [R]
Προσθήκη Περιορισμών Δρομολόγησης	Δρομολογητής	Στατική Δρομολόγηση	Διαθέσιμα Οχήματα [R]; Διαθέσιμοι Χρήστες [R]; Στοιχεία Οδικού Άξονα [R]
Δρομολόγηση	-	Στατική Δρομολόγηση; Πρόβλεψη Κυκλοφορίας	Δρομολόγια [Cr]; Ιστορικά Στοιχεία Κίνησης [R]; Στοιχεία Δρομολόγησης [R]
Τροποποίηση Αρχικών Δρομολογίων	Δρομολογητής	Στατική Δρομολόγηση; Πρόβλεψη Κυκλοφορίας	Δρομολόγια [Ch]; Ιστορικά Στοιχεία Κίνησης [R]; Στοιχεία Δρομολόγησης [R]
Οριστικοποίηση Δρομολογίων	Δρομολογητής	Στατική Δρομολόγηση	-

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



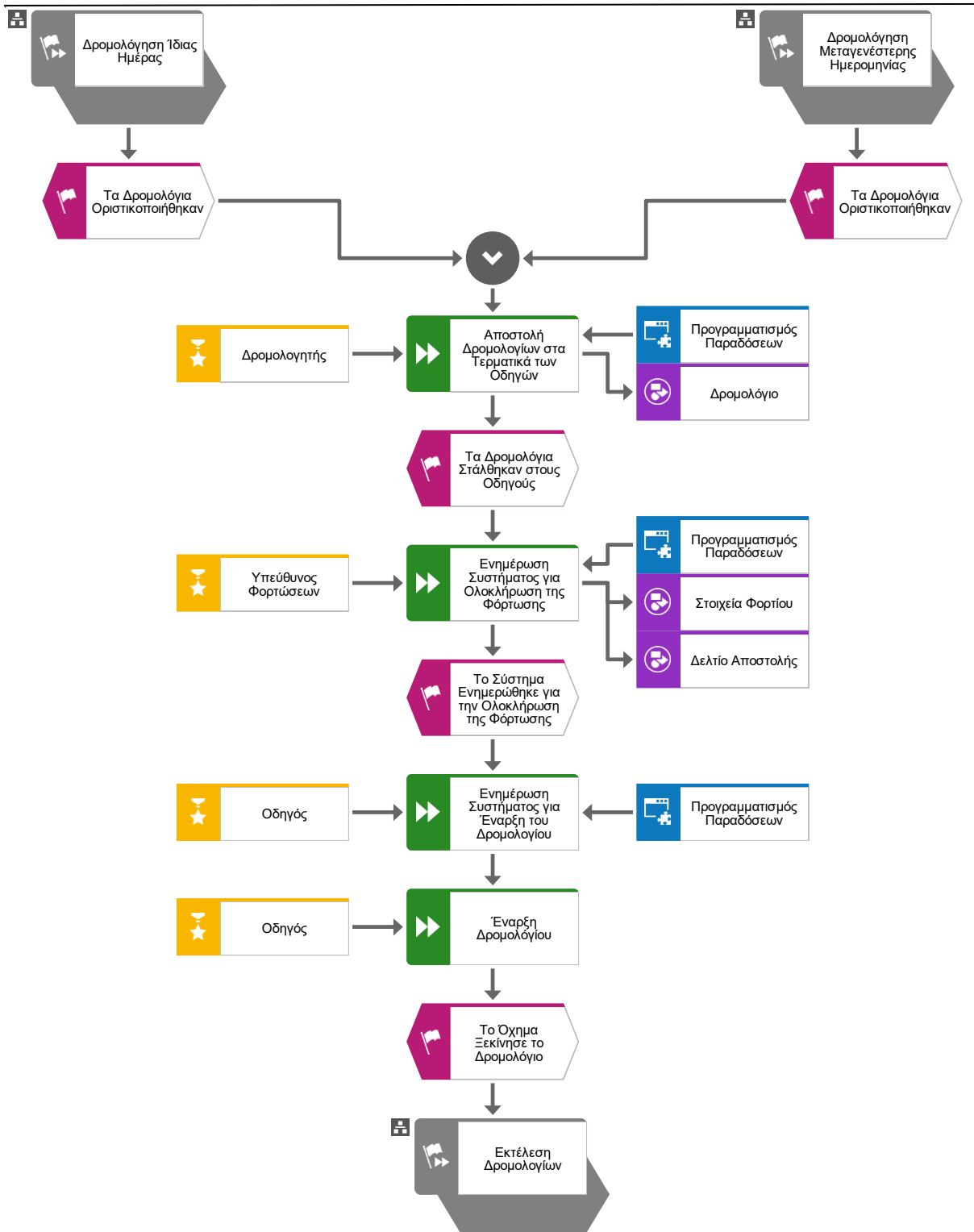
Σχήμα 6.18 Υποδιαδικασία 2.3: Δρομολόγηση Μεταγενέστερης Ημερομηνίας

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

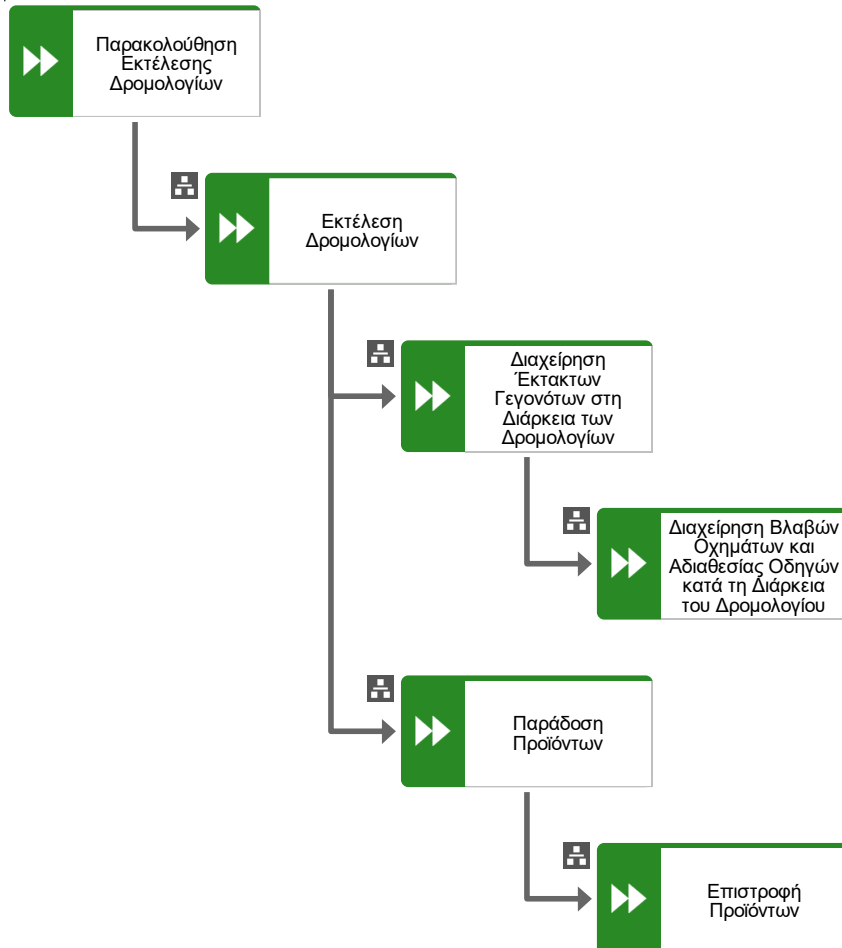
Πίνακας 6.8 Υποδιαδικασία 2.4: Προετοιμασία Έναρξης Δρομολογίων

Σκοπός	Η προετοιμασία της αναχώρησης του οχήματος, που περιλαμβάνει την αποστολή των δρομολογίων στα τερματικά των οδηγών και την ενημέρωση του συστήματος για την ολοκλήρωση της φόρτωσης και την έναρξη του δρομολογίου.		
Γεγονότα Έναρξης	Τα Δρομολόγια Οριστικοποιήθηκαν		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	Τα Δρομολόγια Στάλθηκαν στους Οδηγούς; Το Σύστημα Ενημερώθηκε για την Ολοκλήρωση της Φόρτωσης		
Γεγονότα Λήξης	Το Όχημα Ξεκίνησε το Δρομολόγιο		
Προηγούμενες Διαδικασίες	Δρομολόγηση Ίδιας Ημέρας; Δρομολόγηση Μεταγενέστερης Ημερομηνίας		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	Εκτέλεση Δρομολογίων		
Παραγόμενα Προϊόντα	-		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Αποστολή Δρομολογίων στα Τερματικά των Οδηγών	Δρομολογητής	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Δρομολόγιο [R]
Ενημέρωση Συστήματος για Ολοκλήρωση της Φόρτωσης	Υπεύθυνος Φορτώσεων	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Δελτίο Αποστολής [R]; Στοιχεία Φορτίου [R]
Ενημέρωση Συστήματος για Έναρξη του Δρομολογίου	Οδηγός	Προγραμματισμός Παραδόσεων	-
Έναρξη Δρομολογίου	Οδηγός	-	-

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



Σχήμα 6.19 Υποδιαδικασία 2.4: Προετοιμασία Έναρξης Δρομολογίων

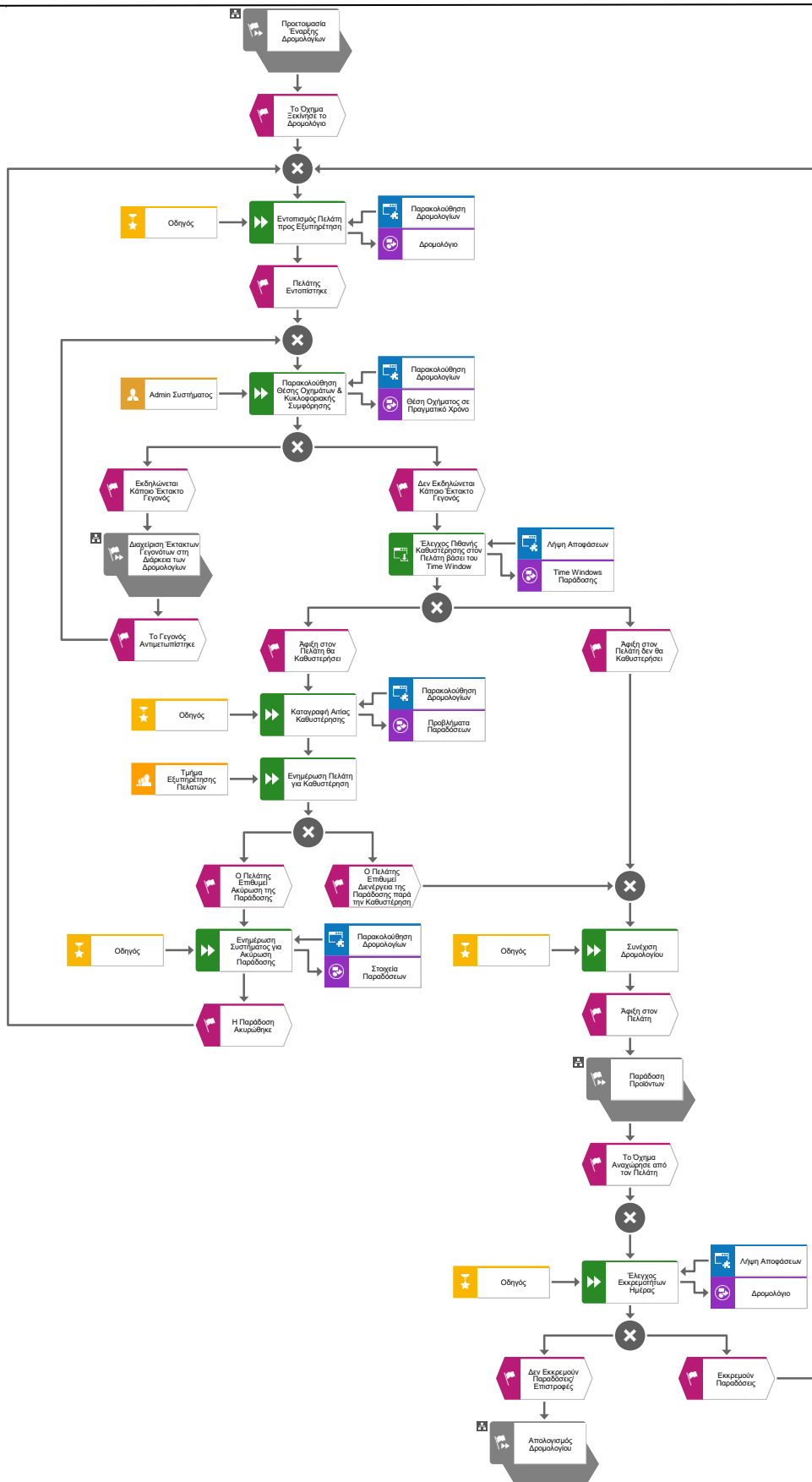


Σχήμα 6.20 Διαδικασία 3.0: Παρακολούθηση Εκτέλεσης Δρομολογίων

Πίνακας 6.9 Υποδιαδικασία 3.1: Εκτέλεση Δρομολογίων

Σκοπός	Η απεικόνιση της διαδικασίας που συντελείται από την έναρξη ενός δρομολογίου μέχρι την ολοκλήρωση του.		
Γεγονότα Έναρξης	Το Όχημα Ξεκίνησε το Δρομολόγιο		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	Πελάτης Εντοπίστηκε; Εκδηλώνεται Κάποιο Έκτακτο Γεγονός; Το Γεγονός Αντιμετωπίστηκε; Δεν Εκδηλώνεται Κάποιο Έκτακτο Γεγονός; Άφιξη στον Πελάτη θα Καθυστερήσει; Ο Πελάτης Επιθυμεί Ακύρωση της Παράδοσης; Η Παράδοση Ακυρώθηκε; Άφιξη στον Πελάτη δεν θα Καθυστερήσει; Ο Πελάτης Επιθυμεί Διενέργεια της Παράδοσης παρά την Καθυστερήση; Άφιξη στον Πελάτη; Το Όχημα Αναχώρησε από τον Πελάτη; Εκκρεμούν Παραδόσεις		
Γεγονότα Λήξης	Δεν Εκκρεμούν Παραδόσεις/ Επιστροφές		
Προηγούμενες Διαδικασίες	Προετοιμασία Έναρξης Δρομολογίων		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	Διαχείριση Έκτακτων Γεγονότων στη Διάρκεια των Δρομολογίων; Παράδοση Προϊόντων		
Επόμενες Διαδικασίες	Εκτέλεση Δρομολογίων		
Παραγόμενα Προϊόντα	-		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Εντοπισμός Πελάτη προς Εξυπηρέτηση	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Δρομολόγιο [R]
Παρακολούθηση Θέσης Οχημάτων & Κυκλοφοριακής Συμφόρησης Έλεγχος Πιθανής Καθυστερήσης στον Πελάτη βάσει του Time Window	Admin Συστήματος	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Θέση Οχήματος σε Πραγματικό Χρόνο [R]
Καταγραφή Αιτίας Καθυστερήσης	-	Λήψη Αποφάσεων	Time Windows Παράδοσης [R]
Καταγραφή Αιτίας Καθυστερήσης	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Προβλήματα Παραδόσεων [Cr]
Ενημέρωση Πελάτη για Καθυστερήση	Τμήμα Εξυπηρέτησης Πελατών	-	-
Ενημέρωση Συστήματος για Ακύρωση Παράδοσης	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Στοιχεία Παραδόσεων [Ch]
Συνέχιση Δρομολογίου	Οδηγός	-	-
Έλεγχος Εκκρεμοτήτων Ημέρας	Οδηγός	Λήψη Αποφάσεων	Δρομολόγιο [R]

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



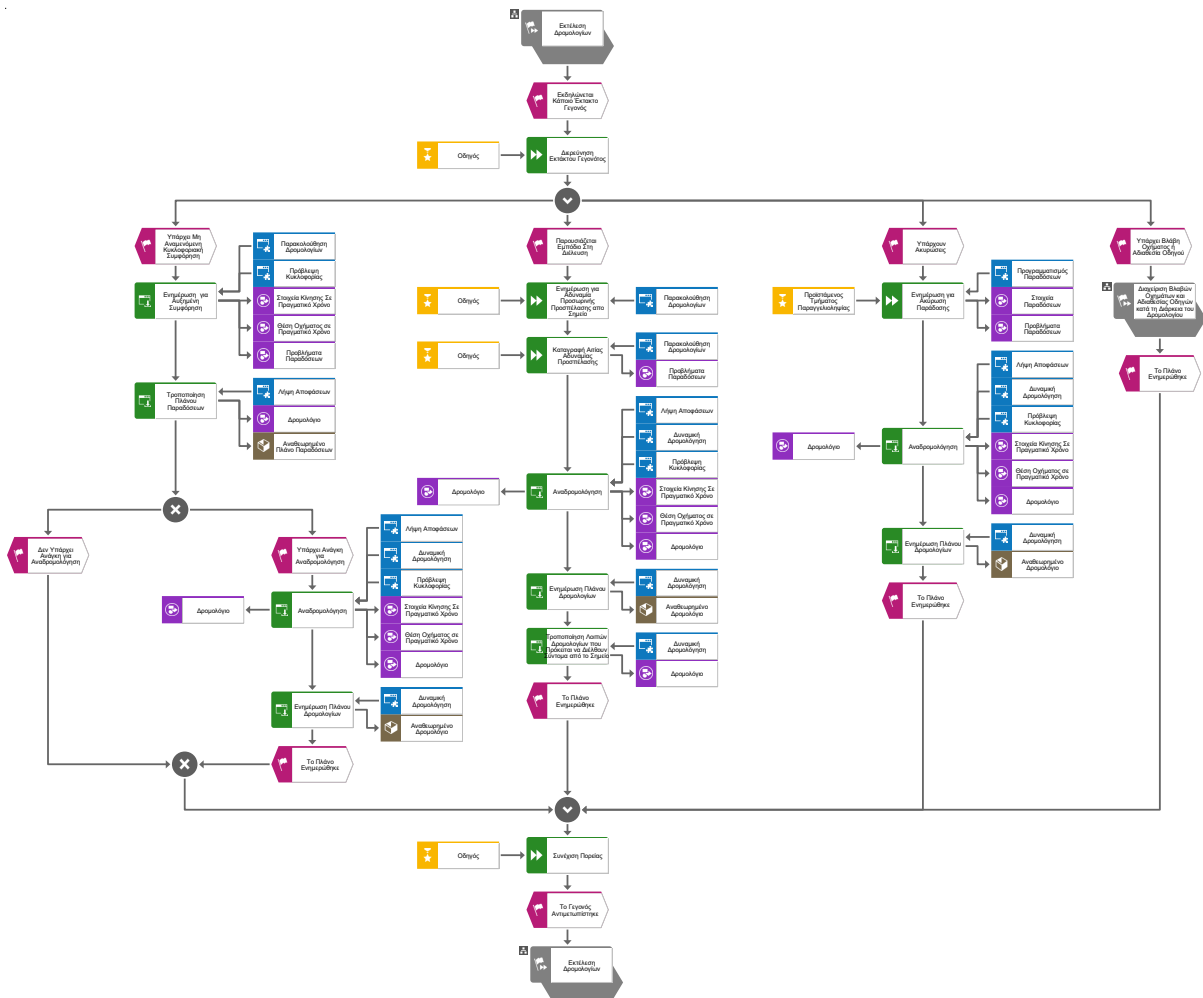
Σχήμα 6.21 Υποδιαδικασία 3.1: Εκτέλεση Δρομολογίων

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 6.10 Υποδιαδικασία 3.2: Διαχείριση Έκτακτων Γεγονότων στη Διάρκεια των Δρομολογίων

Σκοπός	Η διαχείριση ειδικών γεγονότων που μπορεί να εκδηλωθούν κατά την διάρκεια ενός δρομολογίου, παρεμποδίζοντας την ομαλή εκτέλεση του.		
Γεγονότα Έναρξης	Εκδηλώνεται Κάποιο Έκτακτο Γεγονός		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	Υπάρχει Μη Αναμενόμενη Κυκλοφοριακή Συμφόρηση; Υπάρχει Ανάγκη για Αναδρομολόγηση; Δεν Υπάρχει Ανάγκη για Αναδρομολόγηση; Το Πλάνο Ενημερώθηκε; Παρουσιάζεται Εμπόδιο Στη Διέλευση; Υπάρχουν Ακυρώσεις; Υπάρχει Βλάβη Οχήματος ή Αδιαθεσία Οδηγού;		
Γεγονότα Λήξης	Το Γεγονός Αντιμετωπίστηκε		
Προηγούμενες Διαδικασίες	Εκτέλεση Δρομολογίων		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	Διαχείριση Βλαβών Οχημάτων και Αδιαθεσίας Οδηγών κατά τη Διάρκεια του Δρομολογίου		
Επόμενες Διαδικασίες	Εκτέλεση Δρομολογίων		
Παραγόμενα Προϊόντα	Αναθεωρημένο Πλάνο Παραδόσεων; Αναθεωρημένο Δρομολόγιο		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Διερεύνηση Εκτάκτου Γεγονότος	Οδηγός	-	-
Ενημέρωση για Αυξημένη Συμφόρηση	-	Παρακολούθηση Δρομολογίων; Πρόβλεψη Κυκλοφορίας	Στοιχεία Κίνησης Σε Πραγματικό Χρόνο [R]; Θέση Οχήματος σε Πραγματικό Χρόνο [R]; Προβλήματα Παραδόσεων [Cr]
Τροποποίηση Πλάνου Παραδόσεων	-	Λήψη Αποφάσεων	Δρομολόγιο [Ch]
Αναδρομολόγηση	-	Λήψη Αποφάσεων; Δυναμική Δρομολόγηση; Πρόβλεψη Κυκλοφορίας	Στοιχεία Κίνησης Σε Πραγματικό Χρόνο [R]; Θέση Οχήματος σε Πραγματικό Χρόνο [R]; Δρομολόγιο [R; Cr]
Ενημέρωση Πλάνου Δρομολογίων	-	Δυναμική Δρομολόγηση	-
Ενημέρωση για Αδυναμία Προσωρινής Προσπέλασης από Σημείο	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	-
Καταγραφή Αιτίας Αδυναμίας Προσπέλασης	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Προβλήματα Παραδόσεων [Cr]
Τροποποίηση Λοιπών Δρομολογίων που Πρόκειται να Διέλθουν Σύντομα από το Σημείο	-	Δυναμική Δρομολόγηση	Δρομολόγιο [Ch]
Ενημέρωση για Ακύρωση Παράδοσης	Προϊστάμενος Τμήματος Παραγγελιοληγίας	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Παραδόσεων [Ch]; Προβλήματα Παραδόσεων [Cr]
Συνέχιση Πορείας	Οδηγός	-	-

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



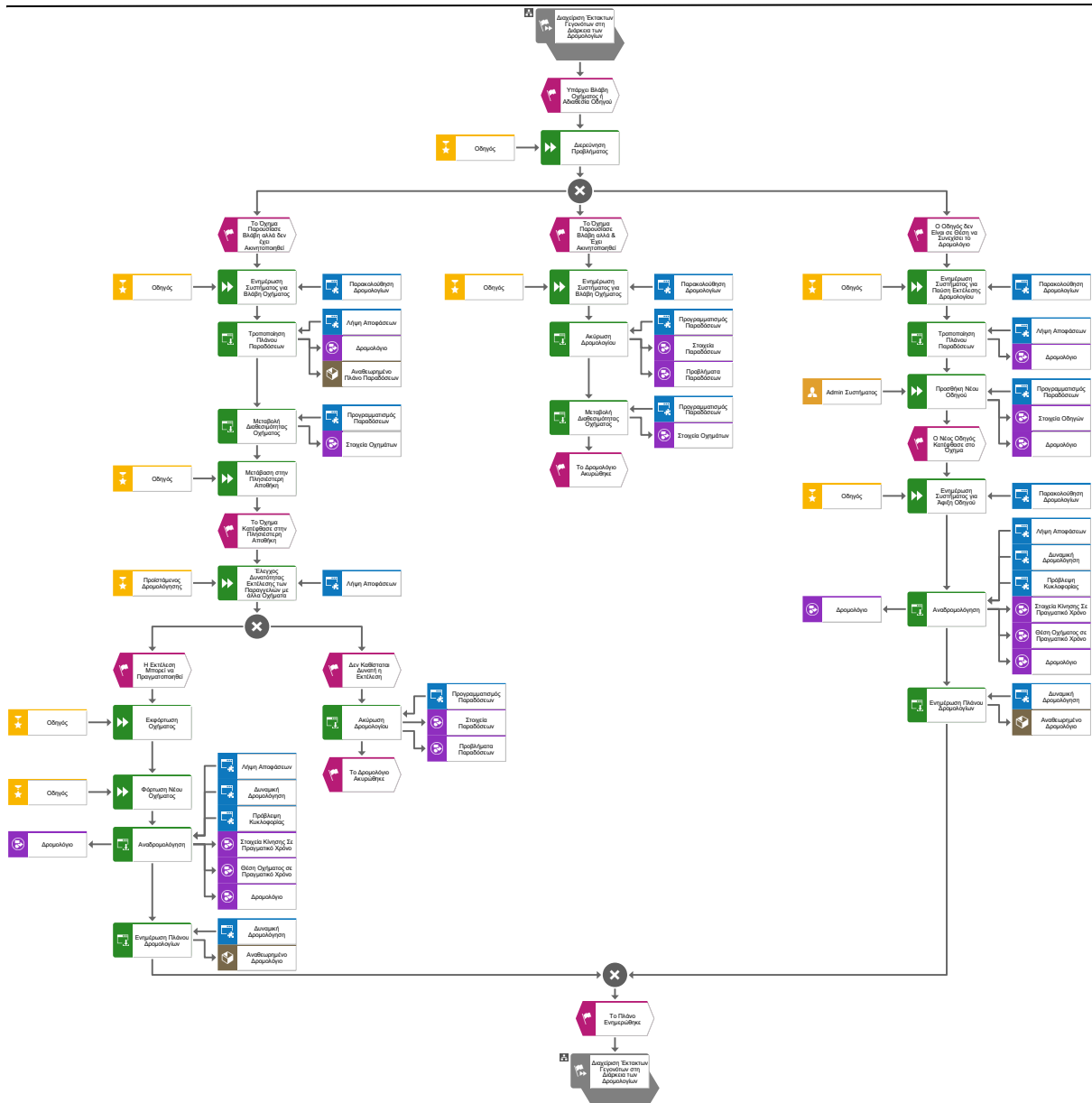
Σχήμα 6.22 Υποδιαδικασία 3.2: Διαχείριση Έκτακτων Γεγονότων στη Διάρκεια των Δρομολογίων

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 6.11 Υποδιαδικασία 3.3: Διαχείριση Βλαβών Οχημάτων και Αδιαθεσίας Οδηγών κατά τη Διάρκεια του Δρομολογίου

Σκοπός	Η διαχείριση βλαβών του οχήματος ή αδιαθεσίας του οδηγού που μπορεί να παρεμποδίσουν την ομαλή εκτέλεση ενός δρομολογίου		
Γεγονότα Έναρξης	Υπάρχει Βλάβη Οχήματος ή Αδιαθεσία Οδηγού		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	Το Όχημα Παρουσίασε Βλάβη αλλά δεν έχει Ακινητοποιηθεί; Το Όχημα Κατέφθασε στην Πλησιέστερη Αποθήκη; Η Εκτέλεση Μπορεί να Πραγματοποιηθεί; Δεν Καθίσταται Δυνατή η Εκτέλεση; Το Δρομολόγιο Ακυρώθηκε; Υπάρχουν Ακυρώσεις; Το Όχημα Παρουσίασε Βλάβη αλλά & Έχει Ακινητοποιηθεί; Ο Οδηγός δεν Είναι σε Θέση να Συνεχίσει το Δρομολόγιο; Ο Νέος Οδηγός Κατέφθασε στο Όχημα		
Γεγονότα Λήξης	Το Πλάνο Ενημερώθηκε		
Προηγούμενες Διαδικασίες	Διαχείριση Έκτακτων Γεγονότων στη Διάρκεια των Δρομολογίων		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	Διαχείριση Έκτακτων Γεγονότων στη Διάρκεια των Δρομολογίων		
Παραγόμενα Προϊόντα	Αναθεωρημένο Πλάνο Παραδόσεων; Αναθεωρημένο Δρομολόγιο		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Διερεύνηση Προβλήματος	Οδηγός	-	-
Ενημέρωση Συστήματος για Βλάβη Οχήματος	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	-
Τροποποίηση Πλάνου Παραδόσεων	-	Λήψη Αποφάσεων	Δρομολόγιο [Ch]
Μεταβολή Διαθεσιμότητας Οχήματος	-	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οχημάτων [Ch]
Μετάβαση στην Πλησιέστερη Αποθήκη	Οδηγός	-	-
Έλεγχος Δυνατότητας Εκτέλεσης των Παραγγελιών με άλλα Οχήματα	Προϊστάμενος Δρομολόγησης	Λήψη Αποφάσεων	-
Εκφόρτωση Οχήματος	Οδηγός	-	-
Φόρτωση Νέου Οχήματος	Οδηγός	-	-
Αναδρομολόγηση	-	Λήψη Αποφάσεων; Δυναμική Δρομολόγηση; Πρόβλεψη Κυκλοφορίας	Στοιχεία Κίνησης Σε Πραγματικό Χρόνο [R]; Θέση Οχήματος σε Πραγματικό Χρόνο [R]; Δρομολόγιο [R; Cr]
Ενημέρωση Πλάνου Δρομολογίων	-	Δυναμική Δρομολόγηση	-
Ακύρωση Δρομολογίου	-	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Παραδόσεων [Ch]; Προβλήματα Παραδόσεων [Cr]
Ενημέρωση Συστήματος για Παύση Εκτέλεσης Δρομολογίου	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	-
Προσθήκη Νέου Οδηγού	Admin Συστήματος	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Οχημάτων [Ch]; Δρομολόγιο [Ch]
Ενημέρωση Συστήματος για Αφίξη Οδηγού	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	-

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



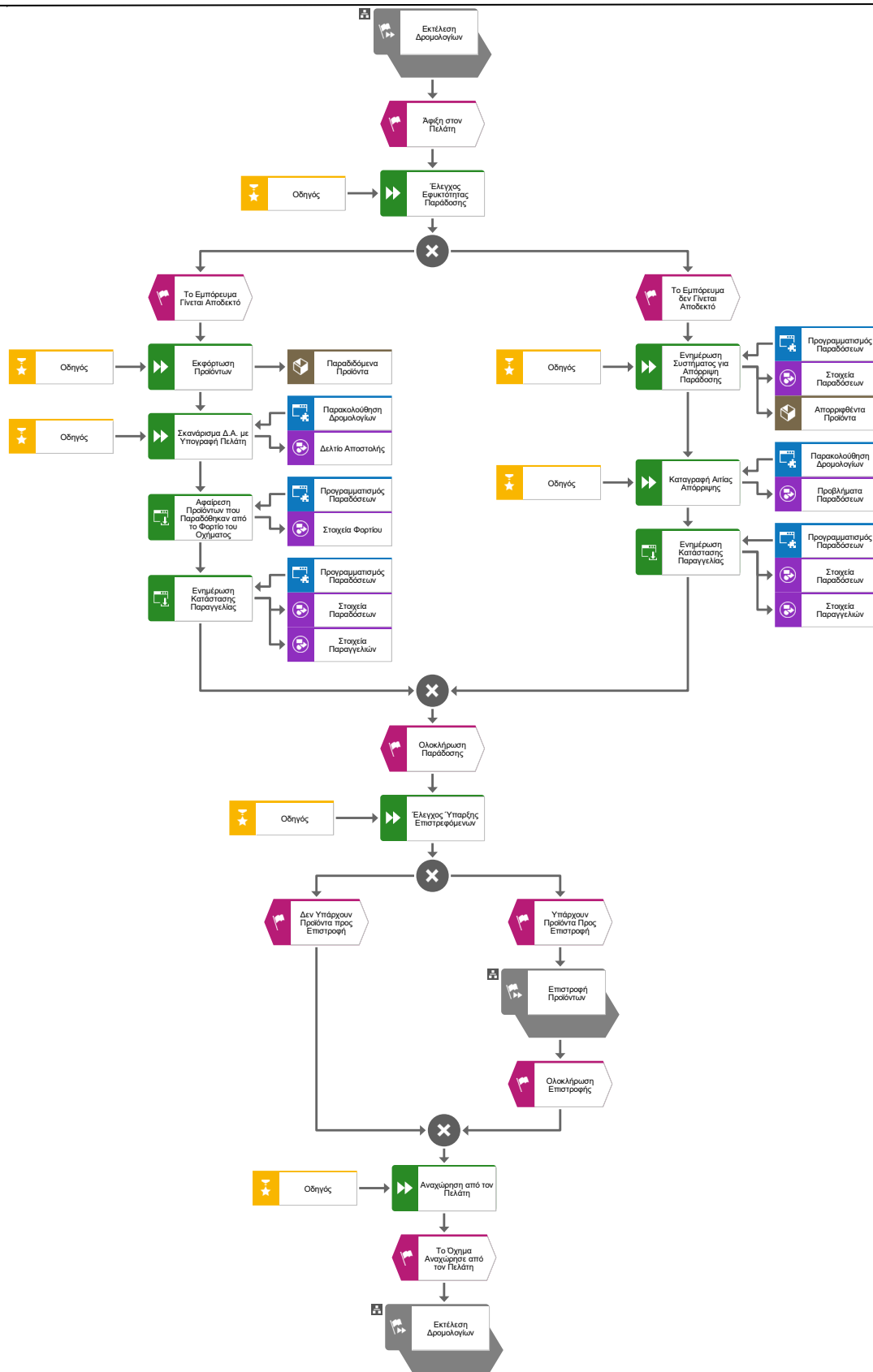
Σχήμα 6.23 Υποδιαδικασία 3.3: Διαχείριση Βλαβών Οχημάτων και Αδιαθεσίας Οδηγών κατά τη Διάρκεια του Δρομολογίου

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 6.12 Υποδιαδικασία 3.4: Παράδοση Προϊόντων

Σκοπός	Η παράδοση των μεταφερόμενων προϊόντων στους πελάτες, περιλαμβάνοντας και τη διαδικασία λήψης προϊόντων προς επιστροφή		
Γεγονότα Έναρξης	Αφιξη στον Πελάτη		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	Το Εμπόρευμα Γίνεται Αποδεκτό; Το Εμπόρευμα δεν Γίνεται Αποδεκτό; Ολοκλήρωση Παράδοσης; Υπάρχουν Προϊόντα Προς Επιστροφή; Ολοκλήρωση Επιστροφής; Δεν Υπάρχουν Προϊόντα προς Επιστροφή		
Γεγονότα Λήξης	Το Όχημα Αναχώρησε από τον Πελάτη		
Προηγούμενες Διαδικασίες	Εκτέλεση Δρομολογίων		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	Εκτέλεση Δρομολογίων		
Παραγόμενα Προϊόντα	Παραδιδόμενα Προϊόντα; Απορριφθέντα Προϊόντα		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Έλεγχος Εφικτότητας Παράδοσης	Οδηγός	-	-
Εκφόρτωση Προϊόντων	Οδηγός	Προγραμματισμός Παραδόσεων	-
Σκανάρισμα Δ.Α. με Υπογραφή Πελάτη	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Δελτίο Αποστολής [R]
Αφαίρεση Προϊόντων που Παραδόθηκαν από το Φορτίο του Οχήματος	-	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Φορτίου [Ch]
Ενημέρωση Κατάστασης Παραγγελίας	-	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Παραδόσεων [Ch]; Στοιχεία Παραγγελιών [Ch]
Ενημέρωση Συστήματος για Απόρριψη Παράδοσης	Οδηγός	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Παραδόσεων [Ch]
Καταγραφή Αιτίας Απόρριψης	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Προβλήματα Παραδόσεων [Cr]
Έλεγχος Ύπαρξης Επιστρεφόμενων	Οδηγός	-	-
Αναχώρηση από τον Πελάτη	Οδηγός	-	-

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



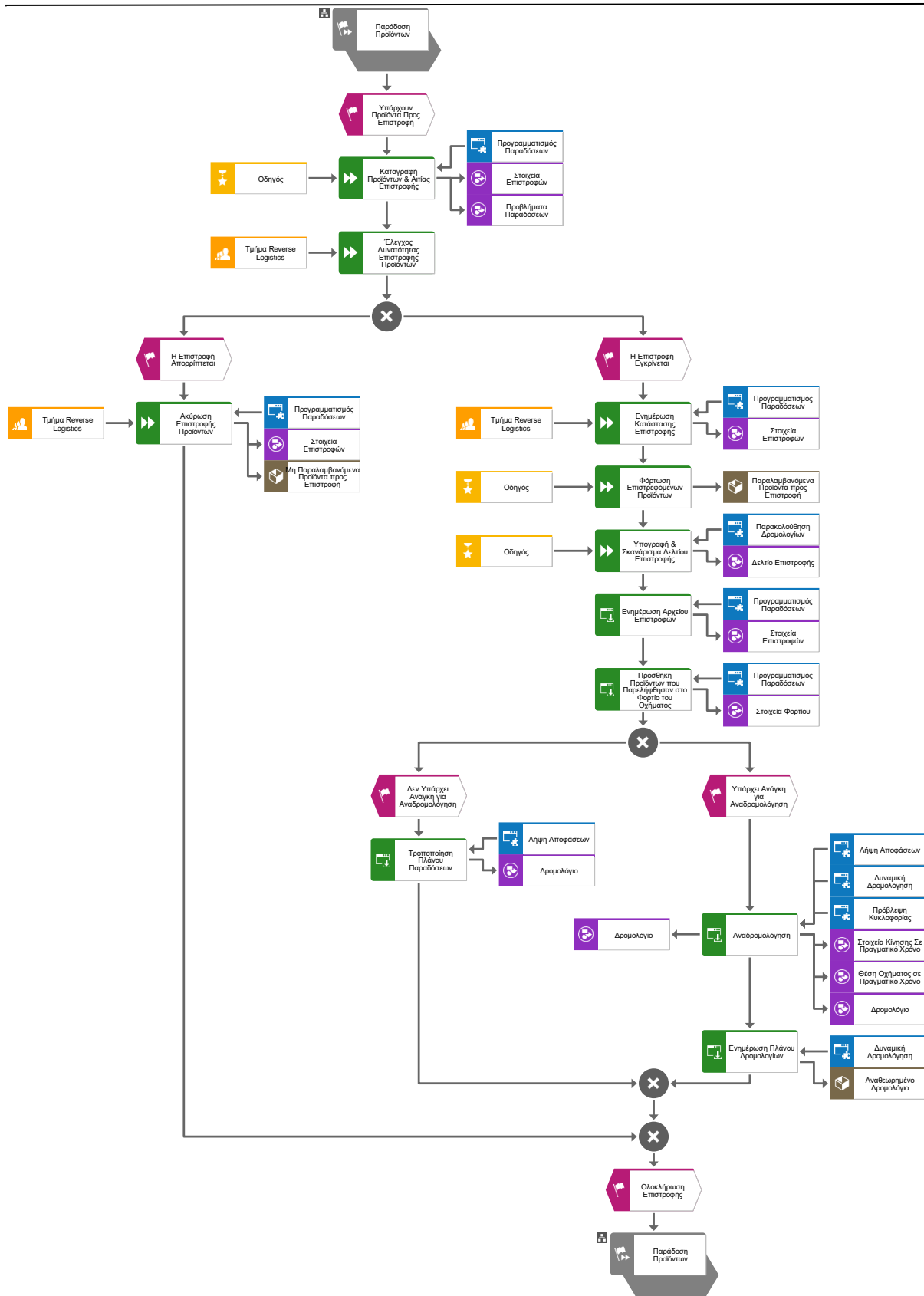
Σχήμα 6.24 Υποδιαδικασία 3.4: Παράδοση Προϊόντων

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 6.13 Υποδιαδικασία 3.5: Επιστροφή Προϊόντων

Σκοπός	Η λήψη προϊόντων προς επιστροφή από τους πελάτες		
Γεγονότα Έναρξης	Υπάρχουν Προϊόντα Προς Επιστροφή		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	Η Επιστροφή Απορρίπτεται; Η Επιστροφή Εγκρίνεται; Υπάρχει Ανάγκη για Αναδρομολόγηση; Δεν Υπάρχει Ανάγκη για Αναδρομολόγηση;		
Γεγονότα Λήξης	Ολοκλήρωση Επιστροφής		
Προηγούμενες Διαδικασίες	Παράδοση Προϊόντων		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	-		
Επόμενες Διαδικασίες	Παράδοση Προϊόντων		
Παραγόμενα Προϊόντα	Παραλαμβανόμενα Προϊόντα προς Επιστροφή; Μη Παραλαμβανόμενα Προϊόντα προς Επιστροφή; Αναθεωρημένο Δρομολόγιο		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Καταγραφή Προϊόντων & Αιτίας Επιστροφής	Οδηγός	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Επιστροφών [Cr]; Προβλήματα Παραδόσεων [Cr]
Έλεγχος Δυνατότητας Επιστροφής Προϊόντων	Τμήμα Reverse Logistics	-	-
Ακύρωση Επιστροφής Προϊόντων		Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Επιστροφών [Ch]
Ενημέρωση Κατάστασης Επιστροφής	Τμήμα Reverse Logistics	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Επιστροφών [Ch]
Φόρτωση Επιστρεφόμενων Προϊόντων	Οδηγός	-	-
Υπογραφή & Σκανάρισμα Δελτίου Επιστροφής	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Δελτίο Επιστροφής [R]
Ενημέρωση Αρχείου Επιστροφών	-	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Επιστροφών [Ch]
Προσθήκη Προϊόντων που Παρελήφθησαν στο Φορτίο του Οχήματος	-	Προγραμματισμός Παραδόσεων	Στοιχεία Φορτίου [Ch]
Τροποποίηση Πλάνου Παραδόσεων	-	Λήψη Αποφάσεων	Δρομολόγιο [Ch]
Αναδρομολόγηση	-	Λήψη Αποφάσεων; Δυναμική Δρομολόγηση; Πρόβλεψη Κυκλοφορίας	Στοιχεία Κίνησης Σε Πραγματικό Χρόνο [R]; Θέση Οχήματος σε Πραγματικό Χρόνο [R]; Δρομολόγιο [R; Cr]
Ενημέρωση Πλάνου Δρομολογίων	-	Δυναμική Δρομολόγηση	-

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών



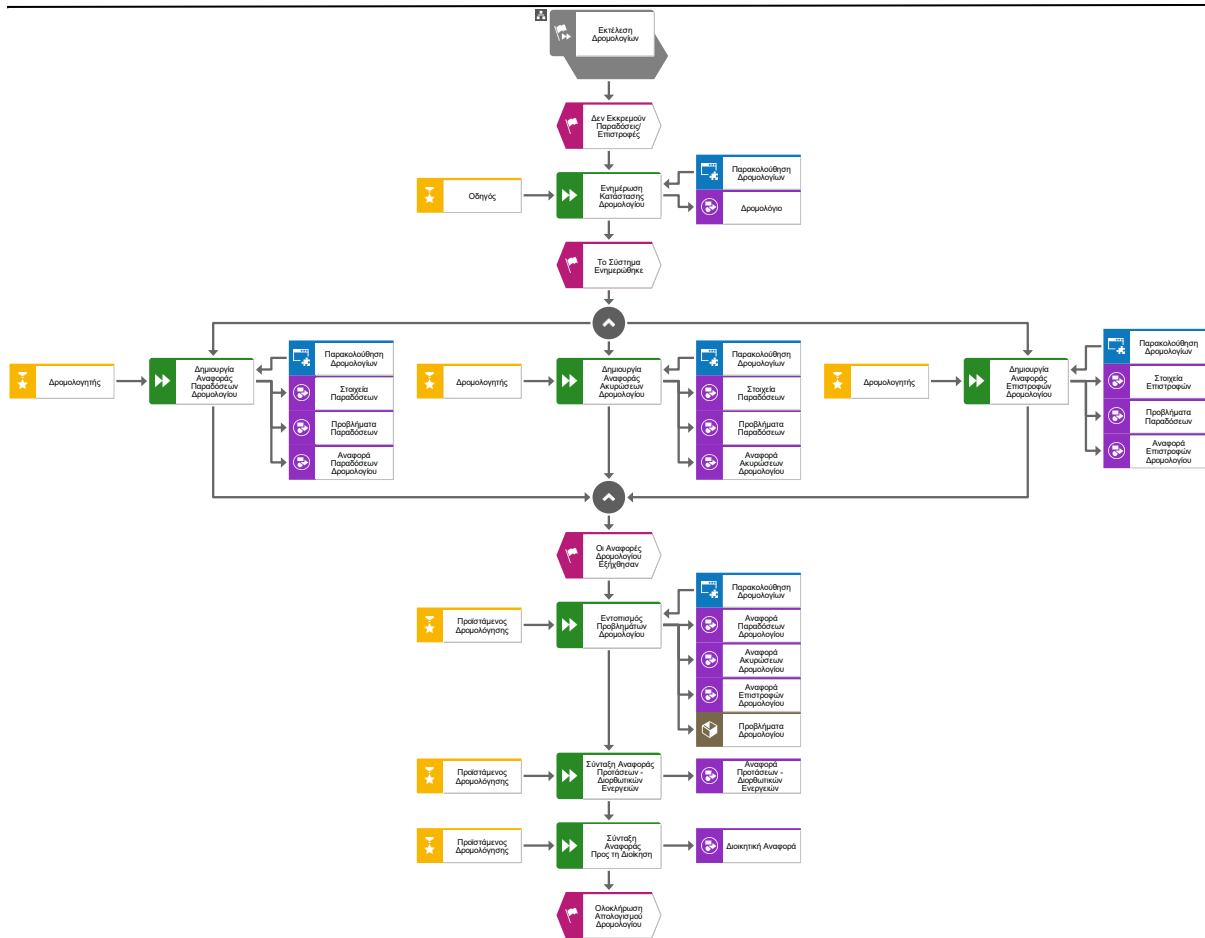
Σχήμα 6.25 Υποδιαδικασία 3.5: Επιστροφή Προϊόντων

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση
Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

Πίνακας 6.14 Διαδικασία 4.0: Απολογισμός Δρομολογίου

Σκοπός	Ο απολογισμός της εκτέλεσης ενός δρομολογίου		
Γεγονότα Έναρξης	Δεν Εκκρεμούν Παραδόσεις/ Επιστροφές		
Ενδιάμεσα Γεγονότα	Το Σύστημα Ενημερώθηκε;		
Γεγονότα Λήξης	Οι Αναφορές Δρομολογίου Εξήχθησαν;		
Προηγούμενες Διαδικασίες	Ολοκλήρωση Απολογισμού Δρομολογίου		
Ενδιάμεσες Διαδικασίες	Εκτέλεση Δρομολογίων		
Επόμενες Διαδικασίες	-		
Παραγόμενα Προϊόντα	-		
Παραγόμενα Προϊόντα	Προβλήματα Δρομολογίου		
Δραστηριότητα	Υπεύθυνος Εκτέλεσης	Module	Δεδομένα
Ενημέρωση Κατάστασης Δρομολογίου	Οδηγός	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Δρομολόγιο [Ch]
Δημιουργία Αναφοράς Παραδόσεων Δρομολογίου	Δρομολογητής	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Στοιχεία Παραδόσεων [R]; Προβλήματα Παραδόσεων [R]; Αναφορά Παραδόσεων Δρομολογίου [Cr]
Δημιουργία Αναφοράς Ακυρώσεων Δρομολογίου	Δρομολογητής	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Στοιχεία Παραδόσεων [R]; Προβλήματα Παραδόσεων [R]; Αναφορά Ακυρώσεων Δρομολογίου [Cr]
Δημιουργία Αναφοράς Επιστροφών Δρομολογίου	Δρομολογητής	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Στοιχεία Επιστροφών [R]; Προβλήματα Παραδόσεων [R]; Αναφορά Επιστροφών Δρομολογίου [Cr]
Εντοπισμός Προβλημάτων Δρομολογίου	Προϊστάμενος Δρομολόγησης	Παρακολούθηση Δρομολογίων	Αναφορά Παραδόσεων Δρομολογίου [R]; Αναφορά Ακυρώσεων Δρομολογίου [R]; Αναφορά Επιστροφών Δρομολογίου [R]
Σύνταξη Αναφοράς Προτάσεων - Διορθωτικών Ενεργειών	Προϊστάμενος Δρομολόγησης	-	Αναφορά Προτάσεων - Διορθωτικών Ενεργειών [Cr]
Σύνταξη Αναφοράς Προς τη Διοίκηση	Προϊστάμενος Δρομολόγησης	-	Διοικητική Αναφορά [Cr]

Ανάπτυξη Μοντέλου Αναφοράς για την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος Εμπορευματικών Μεταφορών

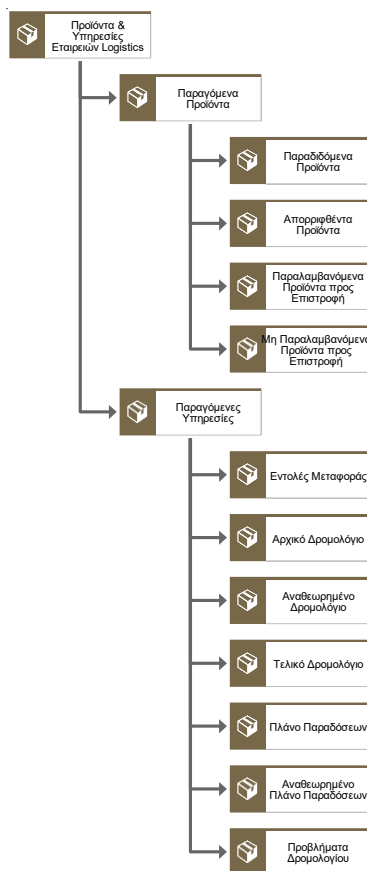


Σχήμα 6.26 Διαδικασία 4.0: Απολογισμός Δρομολογίου

6.6. Οπτική των Προϊόντων/ Υπηρεσιών

Η οπτική των προϊόντων/ υπηρεσιών αναπαριστά τα σημαντικότερα αποτελέσματα, τις εκροές του οργανισμού ή και των επιμέρους λειτουργιών του. Το product tree (δέντρο προϊόντων), το οποίο χρησιμοποιήθηκε σαν μέθοδος στο μοντέλο αναφοράς, είναι μια ιεραρχική λίστα όλων των προϊόντων/υπηρεσιών μιας επιχείρησης. Αποτελεί το βασικό μοντέλο της οπτικής των προϊόντων και χρησιμοποιείται για την περιγραφή του συνόλου των προϊόντων και υπηρεσιών που παράγονται από τις διαδικασίες.

Η αφορμή για τη δημιουργία ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας είναι πάντα η απαίτηση μιας οργανωτικής μονάδας ή ενός πελάτη. Για το λόγο αυτό μπορούν να απεικονιστούν σημαντικά αποτελέσματα των τμημάτων της επιχείρησης που αποτελούν προϊόντα ή υπηρεσίες τόσο προς τους «εσωτερικούς πελάτες», δηλαδή τις οργανωτικές μονάδες όσο και προς τους εξωτερικούς «πραγματικούς πελάτες». Τα προϊόντα προσφέρονται στον εξωτερικό πελάτη με τη μορφή απτών εμπορευμάτων. Οι υπηρεσίες είναι άυλα προϊόντα που διακρίνονται για το γεγονός ότι παράγονται και καταναλώνονται ταυτόχρονα. Στο **Σχήμα 6.27** απεικονίζονται τα προϊόντα & οι υπηρεσίες που παράγονται από τις συγκεκριμένες διαδικασίες των εταιρειών logistics.



Σχήμα 6.27 Προϊόντα Διαδικασιών

7. Συμπεράσματα

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είχε σαν στόχο το σχεδιασμό ενός μερικού μοντέλου αναφοράς. Το μοντέλο αναφοράς υποστηρίζει την υλοποίηση συστήματος δρομολόγησης και προγραμματισμού παραδόσεων αστικών εμπορευματικών μεταφορών σε εταιρείες Logistics. Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο αναφοράς που σχεδιάστηκε περιλαμβάνει, με δομημένο τρόπο, διαφορετικές οπτικές της λειτουργίας των εταιρειών Logistics, απεικονίζοντας πέρα από τις διαδικασίες και τα δεδομένα, τα συστήματα και την οργανωτική δομή. Το μοντέλο αποσκοπεί στην παροχή ενός «σημείου αναφοράς», για την κατανόηση της λειτουργικότητας του συστήματος εμπορευματικών μεταφορών για ενδιαφερόμενες εταιρείες Logistics, προσφέροντας τους έναν οδηγό για την αποτελεσματικότερη υλοποίηση και προσαρμογή του συστήματος στις διαδικασίες τους.

Για τον σχεδιασμό του μοντέλου αναφοράς, επιλέχθηκε, το εργαλείο μοντελοποίησης ARIS Architect & Designer. Το συγκεκριμένο εργαλείο επιλέχθηκε με την χρήση της πολυκριτηριακής μεθόδου υποστήριξης αποφάσεων PROMETHEE. Η επιλογή των προς αξιολόγηση εργαλείων υποστηρίχθηκε αξιοποιώντας στοιχεία για τα πλαίσια αρχιτεκτονικών και τις μεθόδους μοντελοποίησης, όπως αυτά μελετήθηκαν προηγουμένως. Προκειμένου να σχεδιαστεί αποτελεσματικά το μοντέλο αναφοράς, αξιοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα πάνω στις αστικές εμπορευματικές μεταφορές και τις προκλήσεις που αυτές αντιμετωπίζουν. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε μια σειρά από συνεντεύξεις σε διαφορετικές εταιρείες Logistics στοχεύοντας στην καταγραφή του τρόπου με τον οποίο αυτές εκτελούν τις διανομές των προϊόντων, αλλά και στον εντοπισμό όσο το δυνατόν περισσότερων προβλημάτων που αυτές αντιμετωπίζουν.

Οι διαδικασίες που μοντελοποιήθηκαν αφορούσαν την δρομολόγηση των οχημάτων, την παρακολούθηση της εκτέλεσης των δρομολογίων, τον απολογισμό των δρομολογίων και τη διαχείριση των βασικών δεδομένων του συστήματος. Σύνθετες διαδικασίες διασπάστηκαν σε απλούστερες και απεικονίστηκαν σε διαγράμματα EPC. Τα διαγράμματα αυτά απεικόνισαν την ροή των διαδικασιών καθώς και τη σύνδεση αυτών με όλα τα αντικείμενα, που εμπλέκονται στην εκτέλεση των δραστηριοτήτων κάθε διαδικασίας, όπως modules του συστήματος, οργανωτικές μονάδες, αρχεία και παραγόμενα αποτελέσματα, ολοκληρώνοντας σε μεγάλο βαθμό όλες τις υπόλοιπες μεθόδους της αρχιτεκτονικής του μοντέλου αναφοράς.

Το μοντέλο αναφοράς, που δημιουργήθηκε θα αξιοποιηθεί για να γεφυρώσει το χάσμα επικοινωνίας και κατανόησης μεταξύ της εταιρείας λογισμικού, που αναπτύσσει το σύστημα εμπορευματικών μεταφορών, και των εταιρειών Logistics, στις οποίες θα μπορούσε να υλοποιηθεί το σύστημα. Το μοντέλο αναφοράς θα αξιοποιηθεί μελλοντικά, στο πλαίσιο ερευνητικού έργου, για τον καθορισμό των λειτουργικών απαιτήσεων και τεχνικών προδιαγραφών του συστήματος εμπορευματικών μεταφορών.

8. Βιβλιογραφία

- Allen, J., Thorne, G., & Browne, M. (2007). *BESTUFS good practice guide on urban freight transport. Manual. BESTUFS.*
- Bard, J. F., Huang, L., Dror, M., & Jaillet, P. (1998). A branch and cut algorithm for the VRP with satellite facilities. *IIE Transactions*, 30(9), 821–834. <https://doi.org/10.1023/A:1007500200749>
- Beheshti, A. K., Hejazi, S. R., & Alinaghian, M. (2015). The vehicle routing problem with multiple prioritized time windows. *Journal of Computers and Industrial Engineering*, 90(3), 402–413.
- Berhan, E., Beshah, B., Kitaw, D., & Abraham, A. (2014). Stochastic Vehicle Routing Problem: A Literature Survey. *Journal of Information & Knowledge Management*, 13(03), 1450022. <https://doi.org/10.1142/S0219649214500221>
- Bernus, P., & Nemes, L. (1994). A Framework to Define a Generic Enterprise Reference Architecture and Methodology. *Proceedings of the International Conference on Automation, Robotics and Computer Vision (ICARCV'94)*. Singapore.
- BOC GROUP. (2017). *Plan Your Success Next Generation Business Process Management with ADONIS.* Retrieved from https://ie.boc-group.com/uploads/files/BOC_Produktfolder_ADONIS_EN_Web_03.pdf
- Bosilj-Vuksic, V., Giaglis, G. M., & Hlupic, V. (2001). *IDEF Diagrams and Petri Nets for Business Process Modeling: Suitability, Efficacy, and Complementary Use.* https://doi.org/10.1007/978-94-017-1427-3_21
- Brandão, J. C. S., & Mercer, A. (1998). The multi-trip vehicle routing problem. *Journal of the Operational Research Society*, 49(8), 799–805. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600595>
- Brans, J. P., Mareschal, B., & Vincke, P. (1984). PROMETHEE: A new Family of Outranking Methods in MCDM. In *Brans, J. P. Ed., Operational Research '84* (pp. 477–490). Amsterdam: IFORS'84.
- Chabanoles, N., & Ozil, P. (2015). Bonita BPM : an open-source BPM - based application development platform to build adaptable business applications. *International Conference on Business Process Management.*
- Chen, D., Doumeingts, G., & Vernadat, F. (2008). Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. *Computers in Industry*, 59(7), 647–659. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.12.016>
- Chen, P. P.-S. (1976). The entity-relationship model---toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems*, 1(1), 9–36. <https://doi.org/10.1145/320434.320440>
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards and Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>
- Chu, J. C., Yan, S., & Huang, H.-J. (2017). A Multi-Trip Split-Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows for Inventory Replenishment Under Stochastic Travel Times. *Networks and Spatial Economics*, 17(1), 41–68. <https://doi.org/10.1007/s11067-015-9317-3>
- Coene, S., Arnout, A., & Spieksma, F. C. R. (2010). On a periodic vehicle routing problem. *Journal of the Operational Research Society*, 61(12), 1719–1728. <https://doi.org/10.1057/jors.2009.154>
- Dalal, N. P., Kamath, M., Kolarik, W. J., & Sivaraman, E. (2004). Toward an integrated framework for modeling enterprise processes. *Communications of the ACM*, 47(3), 83–87.
-

<https://doi.org/10.1145/971617.971620>

- Dantzig, G., & Ramser, J. (1959). *The truck dispatching problem*. *Management Science* 6.
- Dávid, B., & Krész, M. (2017). The dynamic vehicle rescheduling problem. *Central European Journal of Operations Research*, 25(4), 809–830. <https://doi.org/10.1007/s10100-017-0478-7>
- Deflorio, F. P., Perboli, G., & Tadei, R. (2010). Freight distribution performance indicators for service quality planning in large transportation networks. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 22(1–2), 36–60. <https://doi.org/10.1007/s10696-010-9072-1>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-33143-5>
- Eglese, R., Maden, W., & Slater, A. (2006). A Road Timetable to aid vehicle routing and scheduling. *Computers & Operations Research*, 33(12), 3508–3519. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2005.03.029>
- Europarl. (2019). *Road fatality statistics in the EU (infographic)*.
- Fadel, F. G. (1994). *A Resource Ontology for Enterprise Modelling*, M.A.Sc. Thesis.
- Flood, M. (1956). *The traveling-salesman problem*. *Operations Research*.
- Freight Best Practice. (2007). *Computerised Vehicle Routing and Scheduling (CVRS) for Efficient Logistics Guide*. 1–40.
- Fülöp, J. (2001). Introduction to Decision Making Methods. *Operations Research*, 1–15. <https://doi.org/10.1.1.86.6292>
- Gayialis, S. P. (2011). *Enterprise Modeling: A Review of the Main Architectures, Methods and Tools, Working Paper (in Greek)*. Athens, Greece.
- Gayialis, S. P., Konstantakopoulos, G. D., Kechagias, E. P., Papadopoulos, G. A., & Ponis, S. T. (2018). Developing an Advanced Cloud-Based Vehicle Routing and Scheduling System for Urban Freight Transportation. In Moon I., Lee G., Park J., Kiritsis D., von Cieminski G. (eds) *Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0. APMS 2018. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 536*. Springer, Cham (pp. 190–197). https://doi.org/10.1007/978-3-319-99707-0_24
- Geambaşu, C. V. (2012). Bpmn Vs . Uml Activity Diagram for Business Process Modeling. *Accounting and Management Information Systems*, 11(4), 637–651. Retrieved from http://www.cig.ase.ro/articles/11_4_7.pdf
- Gjoni, O. (2014). Bizagi Process Management Suite as an Application of the Model Driven Architecture Approach for Developing Information Systems. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(6), 475.
- Guedes, P. C., & Borenstein, D. (2018). Real-time multi-depot vehicle type rescheduling problem. *Transportation Research Part B: Methodological*, 108, 217–234. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2017.12.012>
- Halpin, T., Evans, K., Hallock, P., & Maclean, B. (2003). Database Modeling with Microsoft® Visio for Enterprise Architects. *Database Modeling with Microsoft® Visio for Enterprise Architects*, 1–426. <https://doi.org/10.1016/B978-1-55860-919-8.X5000-0>

-
- Hanshar, F. T., & Ombuki-Berman, B. M. (2007). Dynamic vehicle routing using genetic algorithms. *Applied Intelligence*, 27(1), 89–99. <https://doi.org/10.1007/s10489-006-0033-z>
- Harris, R. (2012). *Introduction to Decision Making, Part 1*. Retrieved from <https://www.virtualsalt.com/crebook5.htm>
- Hathaway, T., & Hathaway, A. (2016). *Data Flow Diagrams - Simply Put!: Process Modeling Techniques for Requirements Elicitation and Workflow Analysis*. 118. Retrieved from https://books.google.co.zw/books?id=oxL9vQAACAAJ&dq=data+flow+diagram&hl=en&sa=X&redir_esc=y
- Jabali, O., Van Woensel, T., & de Kok, A. G. (2012). Analysis of Travel Times and CO 2 Emissions in Time-Dependent Vehicle Routing. *Production and Operations Management*, 21(6), 1060–1074. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2012.01338.x>
- Jalaliniya, S. (2011). *Enterprise Architecture & Security Architecture Development* (Lund University Informatics). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/257934615_Enterprise_Architecture_Security_Architecture_Development
- Jones, J. L. (1985). *Structured Programming Logic: A Flowcharting Approach*. Prentice Hall College Div.
- Jonkers, H., Lankhorst, M., Van Buuren, R., Hoppenbrouwers, S., Bonsangue, M., & Van Der Torre, L. (2004). Concepts for Modeling Enterprise Architectures. *International Journal of Cooperative Information Systems*, 13(03), 257–287. <https://doi.org/10.1142/S0218843004000985>
- Kauf, S. (2016). City logistics - a strategic element of sustainable urban development. *2nd International Conference "Green Cities - Green Logistics for Greener Cities"*, 16(March), 158–164. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.016>
- Kersten, W., Blecker, T., Ringle, C. M., Hackius, N., & Petersen, M. (2017). Digitalization in Supply Chain Management and Logistics Blockchain in Logistics and Supply Chain: Trick or Treat? Blockchain in Logistics and Supply Chain: Trick or Treat? *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)*, 23. <https://doi.org/10.15480/882.1444>
- Kim, S., & Lewis, M. E. (2004). Optimal Vehicle Routing with Real-Time Traffic Information. *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions*, 6(2), 178–188.
- Koncevi, R., Pe, L., Gaidukovs, A., Darģis, M., Burbo, R., & Auziņš, A. (2017). *Comparative Analysis of Business Process Modelling Tools for Compliance Management Support*. 21(May), 22–27. <https://doi.org/10.1515/acss-2017-0003>
- Kumarage, A. S. (2004). URBAN TRAFFIC CONGESTION: THE PROBLEM & SOLUTIONS. *Economic Review*, 2–8.
- Li, F., Golden, B., & Wasil, E. (2007). The open vehicle routing problem: Algorithms, large-scale test problems, and computational results. *Computers & Operations Research*, 34(10), 2918–2930. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2005.11.018>
- Lin, S., Xi, Y., & Yang, Y. (2008). Short-Term Traffic Flow Forecasting Using Macroscopic Urban Traffic Network Model. *2008 11th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. Beijing, China.
- Mackey, T. K., & Nayyar, G. (2017). A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines. *Expert Opinion on Drug Safety*, 16(5), 587–602.
-

<https://doi.org/10.1080/14740338.2017.1313227>

- Malhorta, R., & Jayaraman, S. (1992). An integrated framework for enterprise modeling. *Journal of Manufacturing Systems*, 11(6), 426–441. [https://doi.org/10.1016/0278-6125\(92\)90034-D](https://doi.org/10.1016/0278-6125(92)90034-D)
- Mancini, S. (2017). The Hybrid Vehicle Routing Problem. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 78, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.02.004>
- Mertins, K., & Jochem, R. (2005). Architectures, methods and tools for enterprise engineering. *International Journal of Production Economics*, 98(2), 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.05.024>
- Mills, A. (2001). A systematic approach to risk management for construction. In *Structural Survey* (5th ed., Vol. 19). <https://doi.org/10.1108/02630800110412615>
- Mitra, S. (2013). Comparing Static and Dynamic Policies for Vehicle Routing Problems with Backhauling and Dynamic Customer Demands. *International Journal of Applied Logistics*, 4(2), 1–17. <https://doi.org/10.4018/jal.2013040101>
- Molero, G. D., Santarremigia, F. E., Aragonés-Beltrán, P., & Pastor-Ferrando, J. P. (2017). Total safety by design: Increased safety and operability of supply chain of inland terminals for containers with dangerous goods. *Safety Science*, 100, 168–182. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.10.007>
- Montoya-Torres, J. R., López Franco, J., Nieto Isaza, S., Felizzola Jiménez, H., & Herazo-Padilla, N. (2015). A literature review on the vehicle routing problem with multiple depots. *Computers & Industrial Engineering*, 79, 115–129. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.10.029>
- Murdoch, J., & McDermid, J. (2000). Modelling Engineering Design Processes With Role Activity Diagrams. *Journal of Integrated Design & Process Science*, 4, 45–65.
- Ogden K. (1992). *Urban Goods Movement: A Guide to Policy and Planning*, Ashgate. Cambridge University Press.
- Okhrin, I., & Richter, K. (2009). Vehicle routing problem with real-time travel times. *International Journal of Vehicle Information and Communication Systems*, 2(1/2), 59. <https://doi.org/10.1504/IJVICS.2009.027746>
- Pernici, B., & Weske, M. (2006). Business process management. In *Data & Knowledge Engineering* (Vol. 56). <https://doi.org/10.1016/j.datak.2005.02.003>
- Portal. (2003). *Inner Urban Freight Transport and City Logistics*.
- Promapp. (2015). *Business Process Management Trends & Observations*. Retrieved from https://www.promapp.com/assets/prmpp/downloads/Whitepapers/WhitePaper_BPM_2016.pdf
- Qian, J., & Eglese, R. (2016). Fuel emissions optimization in vehicle routing problems with time-varying speeds. *European Journal of Operational Research*, 248(3), 840–848. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.09.009>
- R. N. Mondal, M. R. Hossain, & S. K. Saha. (2013). An Approach for Solving Traveling Salesman Problem. *International Journal of Applied Operational Research - An Open Access Journal*, 3(2), 0–0. Retrieved from <http://ijorlu.liau.ac.ir/article-1-225-en.html>
- Rouse, M. (2017). *Enterprise architect's guide to optimal BPM workflow*. Techtarget.
- Royce, D. W. W. (1970). Managing the Development of large Software Systems. *Ieee Wescon*,

(August), 1–9.

- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Sbihi, A., & Eglese, R. W. (2007). *The Relationship between Vehicle Routing & Scheduling and Green Logistics – A Literature Survey*.
- Scheer, A.-W., & Schneider, K. (1992). ARIS — Architecture of Integrated Information Systems. In *Handbook on Architectures of Information Systems*. https://doi.org/10.1007/3-540-26661-5_25
- Seigerroth, U. (2011). Enterprise Modeling and Enterprise Architecture. *International Journal of IT/Business Alignment and Governance*, 2(1), 16–34. <https://doi.org/10.4018/jitbag.2011010102>
- Ślęzak, D., Kim, T., Kiumi, A., Jiang, T., Verner, J., & Abrahao, S. (2009). *Advances in Software Engineering: International Conference on Advanced Software Engineering and Its Applications, ASEA 2009 Held as Part of the Future Generation Information Technology Conference, FGIT 2009, Jeju Island, Korea, December 10-12, 2009. Proce.* https://doi.org/10.1007/978-3-642-10619-4_1
- Smith, H., & Fingar, P. (2003). Business process management: the third wave. In *Management* (Vol. 1). Retrieved from <http://www.fairdene.com/BPM3-ApxA-BPML.pdf%5Cnhttp://uece-ees-t3-tcc.googlecode.com/svn/trunk/refs/BPM-3Waves.pdf>
- Software.AG. (2015a). *Aris Method- Version 9.8 – Service Release 2*. Retrieved from [https://industryprintserver-aris9.deloitte.com/abs/help/en/documents/ARIS Method.pdf](https://industryprintserver-aris9.deloitte.com/abs/help/en/documents/ARIS%20Method.pdf)
- Software.AG. (2015b). *ARIS Method*. Retrieved from http://cdn.ariscommunity.com/community2/documents/urelation/BPM-ARIS_Part2.pdf
- Software.AG. (2018). *ARIS Architect & Designer*. Retrieved from https://www.softwareag.com/nl/products/aris_alfabet/bpa/aris_architect/default
- Sousa, P., Caetano, A., Vasconcelos, A., Pereira, C., & Tribolet, J. (2007). Enterprise Architecture Modeling with the Unified Modeling Language. In *Enterprise Modeling and Computing with UML* (pp. 67–94). <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-174-2.ch004>
- Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., & Bektaş, T. (2015). The time-dependent two-echelon capacitated vehicle routing problem with environmental considerations. *International Journal of Production Economics*, 164, 366–378. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.016>
- Taniguchi, E., & Thompson, R. G. (2018). *City Logistics 1: New Opportunities and Challenges (Systems and Industrial Engineering)*. Wiley-ISTE - Institute for City Logistics.
- Toth, P., & Vigo, D. (1996). *A Heuristic Algorithm for the Vehicle Routing Problem with Backhauls*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-85256-5_26
- Toth, P., & Vigo, D. (2014). *Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications, Second Edition*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Tregear, R., & Jenkins, T. (2007). Government Process Management: A review of key differences between the public and private sectors and their influence on the achievement of public sector process management. *BPTrends*. Retrieved from [http://www.bptrends.com/publicationfiles/10-07-ART-Govt.ProcessMgt.-Tregear and Jenkins-ph.pdf](http://www.bptrends.com/publicationfiles/10-07-ART-Govt.ProcessMgt.-Tregear%20and%20Jenkins-ph.pdf)
- UN. (2018). *The World's Cities in 2018- Data Booklet (ST/ESA/SER.A/417)*.
-

- Vernadat, F. B. (2002). Enterprise modeling and integration (EMI): Current status and research perspectives. *Annual Reviews in Control*, 26(1), 15–25. [https://doi.org/10.1016/S1367-5788\(02\)80006-2](https://doi.org/10.1016/S1367-5788(02)80006-2)
- Von Rosing, M., Scheer, A.-W., von Scheel, H., von Rosing, M., Tomlinson, J., Abele, V., ... Tisdell, M. D. (2015). The Complete Business Process Handbook. In *The Complete Business Process Handbook*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799959-3.00032-X>
- Wassan, N., & Nagy, G. (2014). Vehicle Routing Problem with Deliveries and Pickups: Modelling Issues and Meta-heuristics Solution Approaches. *International Journal of Transportation*, 2(1), 95–110.
- Weisstein, E. W. (2019). Hamiltonian Cycle. Retrieved November 3, 2019, from MathWorld--A Wolfram Web Resource website: <http://mathworld.wolfram.com/HamiltonianCycle.html>
- Wu, C., Zhang, Y., & Dong, Y. (2017). *Application Research on Network Attacks and Defenses with Zachman Framework*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64701-2_32
- Xu, L., Tan, W., Zhen, H., & Shen, W. (2008). An approach to enterprise process dynamic modeling supporting enterprise process evolution. *Information Systems Frontiers*, 10(5), 611–624. <https://doi.org/10.1007/s10796-008-9114-3>
- Zambruski, M. S., Miller, D. P., Fitzgerald, T., Krause, M., Jonasson, H., Jarzabek, S., ... Adam, A. (2008). *Enterprise Architecture A to Z. Other Auerbach Publications On Project Management. A Standard for Enterprise Project Management*.
- Γκαγιαλής, Σ. Π. (2008). *Σχεδιασμός Συστήματος Υποστήριξης των Αποφάσεων για τη Διανομή Πετρελαιοειδών – Η Προσέγγιση της Μοντελοποίησης Επιχειρήσεων*. Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Παναγιώτου, Ν. Α., Ευαγγελόπουλος, Ν. Π., Κατημερτζόγλου, Π. Κ., & Γκαγιαλής, Σ. Π. (2013). *Διαχείριση Επιχειρησιακών Διαδικασιών - Οργάνωση, Αναδιοργάνωση και Βελτίωση*. Αθήνα, Ελλάδα: Κλειδάριθμος.