



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ**  
**ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ**  
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

---

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ**  
**ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ**  
**ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ**

---

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
ΤΟΥ  
**ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Σ. ΞΕΝΑΚΗ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

**Ι.Σ. ΒΕΝΙΕΡΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ**

ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2018





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ**  
**ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ**  
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

---

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ**  
**ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ**  
**ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ**

---

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
ΤΟΥ  
**ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Σ. ΞΕΝΑΚΗ**

Επιβλέπων:

**Ι.Σ. ΒΕΝΙΕΡΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ**

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 25η Σεπτεμβρίου 2018.

.....  
**Ι. ΒΕΝΙΕΡΗΣ**  
Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
**Δ.Θ. ΚΑΚΛΑΜΑΝΗ**  
Καθηγήτρια ΕΜΠ

.....  
**Γ. ΜΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ**  
Καθηγητής ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2018

.....  
Δημήτρης Σ. Ξενάκης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Copyright © Δημήτρης Σ. Ξενάκης, 2018  
Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη λογισμικού στο πλαίσιο της αποτελεσματικής διαχείρισης και επαναδρομολόγησης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το εργαλείο ανάπτυξης παρέχει τη δυνατότητα αποτελεσματικής διαχείρισης των μονάδων μεταφοράς που έχει στη διάθεσή του ένας οργανισμός για την εξυπηρέτηση επιπρόσθετων σημείων ενδιαφέροντος. Η εφαρμογή λαμβάνοντας υπόψιν τα δεδομένα γεωεντοπισμού από τις μονάδες μεταφοράς, μπορεί να επαναδρομολογήσει βέλτιστα τις προκαθορισμένες διαδρομές με σκοπό να εξυπηρετηθούν ενδεχόμενα σημεία ενδιαφέροντος – δυνητικοί πελάτες. Στην εφαρμογή που αναπτύχθηκε, αφού πραγματοποιείται μια ρεαλιστική προσομοίωση σχετικά με τον καθορισμό διαδρομών μονάδων μεταφοράς με αντίστοιχες μονάδες φορτίου προς τελικούς προορισμούς, εξετάζεται η διαδικασία εξυπηρέτησης επιπλέον προορισμών μέσα από τις υπάρχουσες διαδρομές. Το πλεονέκτημα σε αυτή την διαδικασία είναι ότι εκτός από την κάλυψη των τελικών προορισμών, παρέχεται η δυνατότητα εξυπηρέτησης επιπρόσθετων προορισμών, είτε με κριτήριο την απόσταση, είτε με κριτήριο τον χρόνο, ενώ ταυτόχρονα προσφέρονται δυνατότητες, όπως φόρτωση δεδομένων κίνησης και συμβάντων, παρέχοντας έτσι την πραγματική εικόνα από την κυκλοφοριακή κατάσταση. Αξίζει να σημειωθεί ότι δόθηκε μεγάλη έμφαση στην αρχιτεκτονική και στα εργαλεία ανάπτυξης της εφαρμογής, τόσο σε επίπεδο λειτουργίας, όσο και αποθήκευσης δεδομένων παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα απρόσκοπτης λειτουργίας ανεξαρτήτως σεναρίων εκτέλεσης και ροής διαδικασιών.

**Λέξεις Κλειδιά:** ανάπτυξη λογισμικού, εφοδιαστική αλυσίδα, επαναδρομολόγηση διαδρομών, συστήματα γεωεντοπισμού, διαχείριση διαδρομών, μονάδες μεταφοράς

## ABSTRACT

The aim of present work is to develop software in the framework of efficient supply chain management and re-routing. The development tool provides the ability of efficient management of the transport units, which are available from an organization to serve additional points of interest. The application considering the location-based data transport unit, can optimally re-route the predefined routes in order to serve potential points of interest - potential customers. In the application developed, after a realistic simulation is made regarding the assignment of transport unit paths with corresponding cargo units to final destinations, the process of servicing additional destinations via existing routes is considered. The advantage of this process is that apart from the final destinations coverage, it is possible to serve additional destinations either by distance or time criterion, while at the same time offering possibilities such as loading traffic and event data, thereby providing a true picture from the traffic situation. It is worth noting that quite emphasis has been given on architecture and the application development tools, both at operation and storage levels, providing the seamless operation of the application regardless of the execution scenarios and process flow.

**Keywords:** application development, supply chain, re-routing, geolocation systems, routes management, transport units

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «**Ανάπτυξη λογισμικού διαχείρισης και επαναδρομολόγησης εφοδιαστικής αλυσίδας με χρήση διαδραστικού χάρτη**» εκπονήθηκε στο πλαίσιο του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα Καθηγητή Ι. Βενιέρη, για την ευκαιρία που μου έδωσε να εκπονήσω τη διπλωματική εργασία στο Εργαστήριο «Ευφυών Επικοινωνιών και Δικτύων Ευρείας Ζώνης» και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.

Ιδιαίτερα, ευχαριστώ θερμά τον Υποψήφιο Διδάκτορα Ε. Καραμανή για τη καθοριστική και πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε, για την ομαλή διεκπεραίωση της εργασίας, καθώς και την Δρ. Σ. Καπελλάκη για την πολύτιμη βοήθεια της στις σχετικές διαδικασίες.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Δέσποινα για την έμπρακτη συνεισφορά και συμπαράσταση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου για τη στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, καθώς και τους στενούς μου φίλους για τη ανεκτίμητη συμπαράσταση και κατανόηση τους.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2018

Δημήτρης Ξενάκης

[d.xenakis@outlook.com](mailto:d.xenakis@outlook.com)





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	vii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	v
ABSTRACT .....	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	xi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ .....	13
1.1 Εισαγωγή .....	13
1.2 Ιστορική Αναδρομή .....	13
1.3 Ορισμοί.....	14
1.4 Πορεία Εξέλιξης.....	15
1.5 Η Εφοδιαστική Αλυσίδα στην Συγχρόνη Επιχείρηση .....	20
1.6 Τεχνολογίες Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας. ....	22
1.7. Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ .....	33
2.1 Angular .....	33
2.2 Java .....	35
2.3 Web Server - Wildfly.....	37
2.4 Rest API.....	39
2.5 Google Maps API .....	40
2.5 HTTP Request – JSON Response.....	41
2.6 MySQL DATABASE .....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ / ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	47
3.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος.....	47
3.2 Δημιουργία Μοναδικού Κλειδιού Tracking .....	57
3.3 Παρακολούθηση Διαδρομής.....	58
3.4 Παρουσίαση Εργαλείου Επι Της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	59
3.5 Εύρεση Βέλτιστης Διαδρομής Εξυπηρέτησης Σημείου - Απόσταση .....	60
3.6 Εύρεση Βέλτιστης Διαδρομής Εξυπηρέτησης Σημείου - Χρόνος .....	61
3.7 Αισθητήρας Συλλογής Συντεταγμένων .....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΝΑΛΥΣΗ & ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	65
4.1 Απαιτήσεις Πλατφόρμας Διαχείρισης.....	65
4.2 Κριτήρια Επιλογής Υποσυστημάτων .....	65
4.3 Σενάρια Χρήσης.....	66
4.3.1 Είσοδος στην Εφαρμογή .....	66
4.3.2 Επιλογή Μονάδων Φορτίων & Μονάδων Μεταφοράς .....	67

4.3.3 Λίστα Μοναδικών διαδρομών .....	70
4.3.4 Παρακολούθηση Διαδρομής με Χρήση Χάρτη .....	73
4.3.5 Αναδρομολόγη Διαδρομής Εξυπηρέτησης Σημείου .....	77
4.3.6 Στατιστικά Εφαρμογής .....	81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	82
5.1 Συμπεράσματα .....	82
5.2 Επέκταση Πλατφόρμας .....	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	84

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ .....	19
ΕΙΚΟΝΑ 2. ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΤΗΣ ANGULAR .....	33
ΕΙΚΟΝΑ 3. ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΤΗΣ JAVA .....	35
ΕΙΚΟΝΑ 4. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ JVM .....	36
ΕΙΚΟΝΑ 5. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ JAVA API .....	37
ΕΙΚΟΝΑ 6. ΛΟΓΟΤΥΠΟ WEB SERVER – WILDFLY .....	38
ΕΙΚΟΝΑ 7. ΔΙΕΠΑΦΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ (APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE – API) .....	39
ΕΙΚΟΝΑ 8. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΕΣΩ GOOGLE MAPS .....	40
ΕΙΚΟΝΑ 9. ΛΟΓΟΤΥΠΟ MYSQL .....	44
ΕΙΚΟΝΑ 10. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΗ .....	48
ΕΙΚΟΝΑ 11. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΕΥΡΕΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ .....	49
ΕΙΚΟΝΑ 12. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ .....	50
ΕΙΚΟΝΑ 13. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ .....	51
ΕΙΚΟΝΑ 14. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟΥ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	52
ΕΙΚΟΝΑ 15. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ SERVICES ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	53
ΕΙΚΟΝΑ 16. STORAGE SERVICE ΤΗΣ ANGULAR .....	54
ΕΙΚΟΝΑ 17. TRUCK SERVICE ΤΗΣ ANGULAR .....	55
ΕΙΚΟΝΑ 18. ROUTE SERVICE ΤΗΣ ANGULAR .....	56
ΕΙΚΟΝΑ 19. ΡΟΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ BROWSER ΣΤΟΝ SERVER .....	56
ΕΙΚΟΝΑ 20. ΡΟΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ SIDE TO SIDE .....	57
ΕΙΚΟΝΑ 21. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ .....	58
ΕΙΚΟΝΑ 22. ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΒΑΣΕΙ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ .....	60
ΕΙΚΟΝΑ 23. ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΒΑΣΕΙ ΧΡΟΝΟΥ .....	61
ΕΙΚΟΝΑ 24. ΓΕΩ-ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΝΟ1 .....	63
ΕΙΚΟΝΑ 25. ΓΕΩ-ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΝΟ2 .....	63
ΕΙΚΟΝΑ 26. ΣΥΝΔΕΣΗ GPS MODULE ΜΕ RASPBERRY PI .....	64
ΕΙΚΟΝΑ 27. ΣΥΝΔΕΣΗ GSM MODULE ΜΕ RASPBERRY PI .....	64
ΕΙΚΟΝΑ 28. ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ .....	66
ΕΙΚΟΝΑ 29. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΧΡΗΣΤΩΝ .....	66
ΕΙΚΟΝΑ 30. ΚΩΔΙΚΑΣ-ANGULAR ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΗ .....	67
ΕΙΚΟΝΑ 31. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ .....	68
ΕΙΚΟΝΑ 32. ΚΑΤΑΧΩΡΗΜΕΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΩΝ .....	69
ΕΙΚΟΝΑ 33. ΚΛΗΣΗ ΣΤΟΝ SERVER ΓΙΑ ΤΗ ΛΗΨΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ .....	69
ΕΙΚΟΝΑ 34. ΚΛΗΣΗ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΜΟΝΑΔΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ .....	70
ΕΙΚΟΝΑ 35. ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΟΝΑΔΙΚΩΝ ΚΛΕΙΔΙΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ .....	70
ΕΙΚΟΝΑ 36. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΙΓΜΑΤΩΝ .....	71
ΕΙΚΟΝΑ 37. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΚΤΑΧΩΡΗΣΗ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	72
ΕΙΚΟΝΑ 38. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΟΝΑΔΙΚΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ 3 .....	73
ΕΙΚΟΝΑ 39. ANGULAR SERVICE ΓΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ .....	74
ΕΙΚΟΝΑ 40. JAVA SERVICE ΓΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ .....	75
ΕΙΚΟΝΑ 41. ΚΩΔΙΚΑΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ .....	76
ΕΙΚΟΝΑ 42. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΤΟΝ ΧΑΡΤΗ .....	76
ΕΙΚΟΝΑ 43. ΤΡΕΧΟΥΣΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ .....	77
ΕΙΚΟΝΑ 44. ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ .....	79
ΕΙΚΟΝΑ 45. ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΝ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΧΡΟΝΟ ΑΦΙΕΞΗΣ .....	79
ΕΙΚΟΝΑ 46. ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΕΣΩ HTML ΣΕΛΙΔΑΣ .....	80
ΕΙΚΟΝΑ 47. ΚΛΗΣΗ ΣΤΟ ΑΡΙ ΤΗΣ GOOGLE .....	80
ΕΙΚΟΝΑ 48. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....	81



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

## 1.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο, γίνεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή στην πορεία των Logistics και ταυτόχρονα αναλύονται οι αντίστοιχοι ορισμοί που απαντώνται διεθνώς. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η θέση των Logistics στην σύγχρονη επιχείρηση, οι στόχοι που έχει θέσει, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και οι τομείς στους οποίους βρίσκει εφαρμογή. Παρουσιάζεται, επίσης, η πορεία εξέλιξης του κλάδου της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι ανάγκες που εξυπηρετεί και πως η χρήση της έχει αυξηθεί με το πέρασμα των χρόνων. Τέλος, αναλύονται οι κεντρικές λειτουργίες των Logistics, οι υπάρχουσες τεχνολογίες και βελτιστοποιήσεις για το μέλλον.

## 1.2 Ιστορική Αναδρομή

Τα Logistics υπάρχουν σαν ανθρώπινη δραστηριότητα εδώ και πολλούς αιώνες. Η ετυμολογία της λέξης Logistic προέρχεται από δύο λέξεις, την «καταμέτρηση» και την «εικόνα» ή αλλιώς τη γνώση των «δεξιοτήτων αριθμητικής μέσω εικόνων». Τα Logistics πρωτοεμφανίστηκαν την εποχή του Ηρόδοτου, τον 5<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ.. Συγκεκριμένα, συναντώνται στις πολεμικές προετοιμασίες των Περσών κατά των Ελλήνων, όπου ο όρος εφοδιαστική αλυσίδα περιγράφει τον σχεδιασμό και την υποστήριξη διακίνησης προϊόντων και ατόμων. Επόμενη αναφορά του όρου γίνεται τον 4<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ., στην εποχή του Μέγα Αλέξανδρου, ο οποίος έκανε χρήση των τεχνικών της εφοδιαστικής αλυσίδας προκειμένου να επιτύχει το σωστό εφοδιασμό και τις μετακινήσεις των στρατευμάτων του από μία περιοχή σε μία άλλη με σκοπό τη μείωση του κόστους. Ως αυτόνομη επιστήμη τα Logistics εξετάστηκαν για πρώτη φορά σε εργασίες μελετητών στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, ωστόσο αναπτύχθηκαν περισσότερο μετά το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, όπου έπρεπε να ικανοποιηθεί η μεγάλη ζήτηση που υπήρχε για αγαθά και υπηρεσίες. Οι επιχειρήσεις τότε είχαν ως στόχο να καλύψουν πριν από τους ανταγωνιστές τους την υπάρχουσα ζήτηση, να αποκτήσουν τις απαραίτητες πρώτες ύλες και να καταλάβουν τις νέες αγορές. Περί το 1950, τα Logistics χρησιμοποιήθηκαν παράλληλα με την ιδεολογία του marketing και έτσι συνδυάστηκαν σε μεγάλο βαθμό με τις υπηρεσίες προς τον πελάτη. Την δεκαετία του '60 αναπτύχθηκε η έννοια του συνολικού κόστους λειτουργίας μιας επιχείρησης και στη συνέχεια τη δεκαετία του '70 αναθεωρήθηκε η πολιτική των αποθεμάτων που είχαν οι επιχειρήσεις, εισάγοντας τη φιλοσοφία του προγραμματισμού των αγορών. Την επόμενη δεκαετία (1980-1990), όπου υπήρξε μεγάλη πρόοδος στις τηλεπικοινωνίες, νέες μέθοδοι και τεχνικές συνέβαλαν στη βελτιστοποίηση της επικοινωνίας, στην υψηλή ταχύτητα μεταφοράς των πληροφοριών και στη συνολικά καλύτερη απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στην περίοδο αυτή, εταιρείες παροχής υπηρεσιών και διανομών ξεκίνησαν να υπόσχονται

συγκεκριμένους και αυστηρούς χρόνους παράδοσης. Στις αρχές του 1990, οι επιχειρήσεις εφάρμοσαν ένα μοντέλο εξειδίκευσης, επεκτείνοντας έτσι την εφοδιαστική αλυσίδα. Δημιουργήθηκαν νέα δίκτυα παραγωγής και διανομής και μεμονωμένες εφοδιαστικές αλυσίδες οι οποίες συνεργάζονταν και αλληλεπιδρούσαν. Οι επιχειρήσεις έδειξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο χώρο της διοίκησης των Logistics. Οι κύριες αιτίες ήταν:

- ✓ η έμφαση στην ικανοποίηση του πελάτη,
- ✓ η ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου και
- ✓ η εκτίμηση ότι οι αποφάσεις για το δίκτυο διανομής είναι στρατηγικής σημασίας για τον οργανισμό.

Σημειώνεται ότι στη δεκαετία αυτή εμφανίστηκαν οι εταιρείες Third-Party Logistics (3PL's), στις οποίες οι επιχειρήσεις παραχωρούν εργολαβικά βασικές υπηρεσίες, όπως αποθήκευση, μεταφορές, διανομές κ.ά. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000 εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά τεχνολογικές εφαρμογές και λύσεις στις μεταφορές προϊόντων και υπηρεσιών.<sup>1,2</sup>

### 1.3 Ορισμοί

Η Εφοδιαστική Αλυσίδα / Logistics περιγράφεται ως ένα ολοκληρωμένο δίκτυο ή σύστημα δημιουργίας αξίας, το οποίο περιλαμβάνει τον σχεδιασμό, τον έλεγχο, την υλοποίηση και την παρακολούθηση της κανονικής και της αντίστροφης ροής των προϊόντων, των υπηρεσιών και των αναγκαίων πληροφοριών από το σημείο προέλευσης τους έως το σημείο κατανάλωσής τους, ώστε να ικανοποιηθούν οι ανάγκες και οι απαιτήσεις των πελατών. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν δοθεί πολλοί ορισμοί για τα Logistics.

Ορισμένοι από αυτούς, κατά χρονολογική σειρά, είναι:

- ✓ «η επιστήμη της διοίκησης, της τεχνικής μεθοδολογίας και των τεχνικών δραστηριοτήτων, που σχετίζονται με το σχεδιασμό, τον προσδιορισμό των απαιτήσεων, την απόκτηση, τη διατήρηση και τη διάθεση των παραγωγικών πόρων και μέσων που υποστηρίζουν τους στόχους, τη στρατηγική, την τακτική και τον έλεγχο ενός οργανισμού»<sup>3</sup>
- ✓ «η ολοκλήρωση δύο ή περισσότερων δραστηριοτήτων με σκοπό το σχεδιασμό, την εφαρμογή και τον έλεγχο της αποδοτικής ροής των πρώτων υλών, προϊόντων υπό κατασκευή και τελικών προϊόντων από το σημείο

<sup>1</sup> <http://www.fdlgroup.gr/ancient-logistics-historical-timeline-etymology/>

<sup>2</sup> Εφοδιαστική Αλυσίδα, Logistics & Εξυπηρέτηση Πελατών, PhD, Γεώργιος Μαλινδρέτος

<sup>3</sup> <http://www.sole.org/>

προέλευσης στο σημείο κατανάλωσης με σκοπό την πλήρη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του πελάτη»<sup>4</sup>

- ✓ «διαχειριστική ευθύνη για το σχεδιασμό και τη διαχείριση ενός συστήματος ελέγχου της ροής και της στρατηγικής αποθήκευσης υλικών, εξαρτημάτων και τελικών απογραφών για το μέγιστο όφελος της επιχείρησης»<sup>5</sup>
- ✓ «διαδικασία σχεδιασμού, διαχείρισης και ελέγχου της ροής υλικών και πληροφόρησης μέσα σε συστήματα»<sup>6</sup>
- ✓ «οργανωμένη κυκλοφορία υπηρεσιών, αγαθών και μερικές φορές ανθρώπων»<sup>7</sup>
- ✓ «η τέχνη της διατήρησης του ελέγχου των παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού με ένα συνδυασμό μεταφορών, δεξιοτήτων αποθήκευσης, διαχείρισης διανομής και τεχνολογίας πληροφοριών»<sup>8</sup>
- ✓ «σύνολο επιχειρηματικών διαδικασιών, οι οποίες εκτείνονται από τον τελικό χρήστη του προϊόντος – υπηρεσίας μέχρι τους αρχικούς προμηθευτές υλικών, προϊόντων και πληροφορίας η οποία δύναται να προσθέσει αξία στους πελάτες»<sup>9</sup>

## 1.4 Πορεία Εξέλιξης

Η διεθνής βιβλιογραφία της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (ΔΕΑ) παρουσιάζει σύγκλιση σε μια κατάταξη έξι φάσεων προόδου της Εφοδιαστικής / Logistics.<sup>10</sup>

Πιο συγκεκριμένα:

---

<sup>4</sup> Council of Logistics Management. Annual Conference, 1986, Anaheim, Calif. Proceedings, Volume 1

<sup>5</sup> Williamson K.C., Spitzer D.M. and Bloomberg D.J., 1990, Modern logistics systems: theory and practice, Jnl. BusLog, 2:65-85.

<sup>6</sup> <http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=1187>

<sup>7</sup> <http://www.jterc.or.jp/kenkyusyo/product/tpsr/bn/pdf/no11-01.pdf>

<sup>8</sup> Benson, Bugg, Whitehead, 1994, Logistics Issues in International Sourcing: An Exploratory Study, International Journal of Purchasing and Materials Management banner

<sup>9</sup> Lambert, D. M., J. R. Stock, and L. M. Ellram. (1998). Fundamentals of Logistics Management, Irwin/McGraw-Hill, Boston, MA.

<sup>10</sup> Movahedi B., Lavassani K., Kumar V., (2009) Transition to B2B e-Marketplace Enabled Supply Chain: Readiness Assessment and Success Factors, The International Journal of Technology, Knowledge and Society, Volume 5, Issue 3, pp. 75-88

### ✓ Δημιουργική Φάση (Creation Phase)

Ο όρος «Διοίκηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας» (ΔΕΑ) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Forrester<sup>11</sup> σε αναφορά με το λεγόμενο «μεγεθυντικό αποτέλεσμα» (bullwhip effect) ή / και «αποτέλεσμα Forrester» (Forrester effect), ως πολλαπλασιαστή των αποθεμάτων, λόγω διακύμανσης των προβλέψεων της τελικής ζήτησης στα κανάλια διανομής. Ωστόσο, η έννοια της εφοδιαστικής αλυσίδας στον τομέα της επιχειρηματικής διαχείρισης είχε υποτυπωδώς χρησιμοποιηθεί από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, με τη διαμόρφωση «γραμμών συναρμολόγησης» (assembly lines) στα εργοστάσια. Τα χαρακτηριστικά της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως η ανάγκη για μεγάλης κλίμακας οικονομίες (economies of scale), ανασχεδιασμό διαδικασιών (re-engineering) και σμικρύνσεις (down sizing), που σηματοδοτήθηκαν με προγράμματα συμπίεσης του κόστους, και ορισμένο δανεισμό, από την ιαπωνική εμπειρία διαχείρισης της ποιότητας.

### ✓ Φάση Ολοκλήρωσης (Integration Phase)

Στην περίοδο αυτή, η ΔΕΑ έχει σηματοδοτηθεί με την ανάπτυξη συστημάτων ηλεκτρονικής ανταλλαγής δεδομένων (EDI) στη δεκαετία του 1960 και αναπτύχθηκε μέχρι τη δεκαετία του 1990, κατά βάση με την εισαγωγή του «Σχεδιασμού Επιχειρηματικών Πόρων» (ERP: Enterprise Resources Planning). Τα ERP καλύπτουν την εγκατάσταση συστήματος ταχείας πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο εντός της επιχείρησης (real-time software) και συμβάλλει στην ποιότητα των λειτουργικών αποφάσεων της επιχείρησης, στα πλαίσια της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Είχε εφαρμογή σε διάφορες παραλλαγές σε εταιρείες μεγάλου μεγέθους ως υποβοηθητικό της ΔΕΑ (όπως η Microsoft, η Oracle, η SAP κλπ.)<sup>12</sup>. Επίσης, από τις αρχές της δεκαετίας του 1970, αναπτύχθηκε η μέθοδος «Σχεδιασμού των Αναγκών σε Υλικούς Πόρους» (MRP: Material Requirements Planning), με περαιτέρω μετεξέλιξη στον «Σχεδιασμό της Κατανομής των Πόρων» (Distribution Resources Planning: DRP), εκλαμβανόμενος ως τεχνική και φιλοσοφία<sup>13</sup>. Η εποχή αυτή συνέχισε να αναπτύσσεται με την πρόοδο και επέκταση των δικτύων που στηρίζονται σε συνεργατικά σχήματα. Η εποχή αυτή εξέλιξης της εφοδιαστικής αλυσίδας χαρακτηρίζεται από αύξηση της προστιθέμενης αξίας και επικέντρωση στη μείωση του κόστους μέσω συνεργατικών δράσεων. Η ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας θεμελιώνεται σε τρία στάδια: στο πρώτο στάδιο υπάγονται οι διάφορες επιχειρηματικές λειτουργίες, όπως είναι η διαχείριση των αποθεμάτων, η αποθήκευση, ο έλεγχος υλικών, η παραγωγή κλπ., οι οποίες πλέον προσεγγίζονται με έμφαση στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Στο δεύτερο στάδιο, οι εν λόγω

<sup>11</sup> Jay W. Forrester, (1961), *Industrial Dynamics*, Massachusetts Institute of Technology Press, Page 464

<sup>12</sup> Sunil Chopra and Peter Meindl, *A review of: "Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation"*, Prentice Hall, Inc., 2001, 457 pages, ISBN: 0-13-026465-2

<sup>13</sup> Heeman, P. (1997). *The Path of Successful Implementation of DRP*. In Gattorna Editor (1997).



λειτουργίες ενσωματώνονται στο πλαίσιο ενός πληροφοριακού συστήματος ERP, ενώ στο τρίτο στάδιο, επιδιώκεται η κάθετη ολοκλήρωση στην εφοδιαστική αλυσίδα, κοινώς η επέκταση των δραστηριοτήτων της επιχείρησης υπό τον έλεγχό της.

#### ✓ **Φάση της Παγκοσμιοποίησης (Globalization Phase)**

Η τρίτη φάση ανάπτυξης της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, αφορά στη λεγόμενη εποχή της παγκοσμιοποίησης, που χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη παγκόσμιων δικτύων συνεργασιών και την επέκταση των αλυσίδων εφοδιασμού πέρα από εθνικά σύνορα σε άλλες χώρες, ακόμη και σε άλλες ηπείρους. Η χρήση παγκόσμιων εφοδιαστικών πόρων από επιχειρήσεις και οργανισμούς έχει εμφανιστεί εδώ και κάποιες δεκαετίες σε ορισμένους κλάδους (όπως π.χ. στον κλάδο των πετρελαιοειδών ιδιαίτερα μετά τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις τη δεκαετία του 1970: 1973 και 1979). Έκτοτε, η εποχή χαρακτηρίζεται από μια αυξητική τάση παγκοσμιοποίησης της ΔΕΑ, με στόχευση την επίτευξη βιώσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, μέσω χρήσης παγκόσμιων πόρων, αλλά και νέων πηγών εσόδων (διεύρυνση πελατολογίου).

#### ✓ **1<sup>η</sup> Φάση Ειδίκευσης (1<sup>st</sup> Specialization Phase)**

Στη δεκαετία του 1990, αρκετές εταιρείες μεταποίησης άρχισαν να εστιάζουν στις πιο «βασικές ικανότητες» τους, όπου διέθεταν ένα ειδικευμένο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και πρόβαιναν σε συμφωνίες μακροχρόνιων συνεργασιών και αναθέσεων «μη βασικών δραστηριοτήτων» τους σε τρίτους, εξειδικευμένους στις δραστηριότητες αυτές. Αυτό συνεπαγόταν αλλαγή στις διαχειριστικές απαιτήσεις και πρακτικές, περιλαμβάνοντας επέκταση του ενδιαφέροντος της διοίκησης πέρα από τα στενά όρια της ατομικής επιχείρησης, σε ένα πλέγμα εταιρικών σχέσεων εντός ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας αξίας. Το μοντέλο αυτό εξειδίκευσης συμπεριλαμβάνει δίκτυα παραγωγής και διανομής, που συνθέτουν πολλές μεμονωμένες εφοδιαστικές αλυσίδες για τις προμήθειες και τους προμηθευτές μέχρι τους πελάτες. Η εταιρεία που αναλαμβάνει την πρωτοβουλία συνεργάζεται με άλλους εταίρους σε ριζικό ανασχεδιασμό, στις κατασκευές, τα κανάλια διανομής, τις προμήθειες, τις πωλήσεις, το κόστος και την ποιότητα του προϊόντος και στην ποιοτική εξυπηρέτηση των πελατών. Το σύνολο των εταίρων της συνεργασίας θα αναπροσαρμόζεται κατ' ανάγκη, σύμφωνα με τις αλλαγές που συντελούνται στις σχετικές αγορές, στις περιοχές ενδιαφέροντος ή στα κανάλια διανομής, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες, τα τυχόν μοναδικά χαρακτηριστικά και τις ανάγκες του κάθε εταίρου, κατά περίπτωση.

## ✓ 2<sup>η</sup> Φάση Ειδίκευσης (2<sup>nd</sup> Specialization Phase)

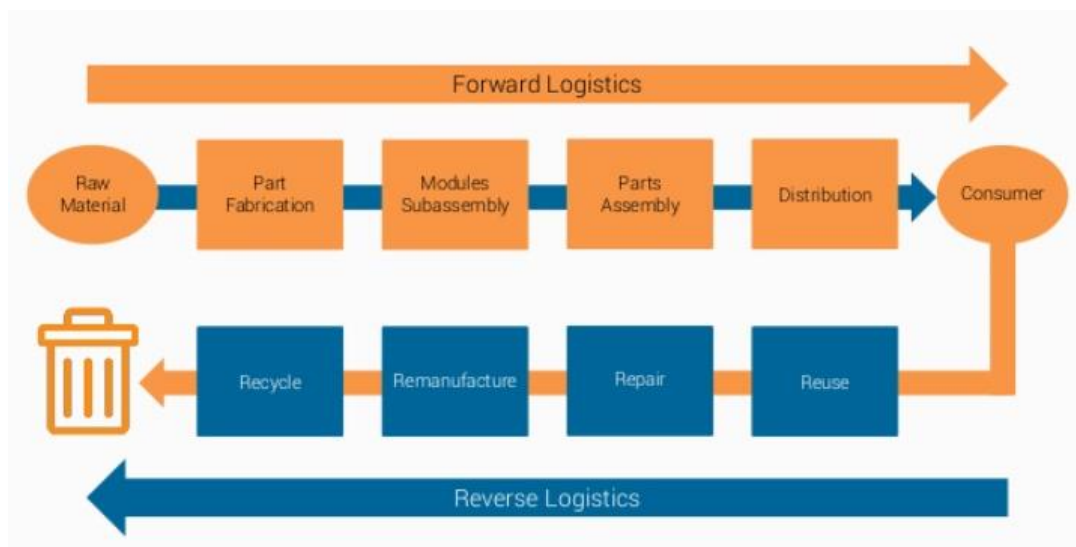
Η εξειδίκευση συνολικά σε ολοκληρωμένο πλαίσιο της εφοδιαστικής αλυσίδας αξίας εξελίχθηκε ιδιαίτερα από τη δεκαετία του 1980, με επέκταση πέρα από τις μεταφορές, τη διαχείριση αποθηκών, κλπ., δηλαδή πέρα από τα όρια του κλασικού πεδίου των Μεταφορών και Logistics της επιχείρησης, στον ευρύτερο χώρο της εφοδιαστικής αλυσίδας αξίας συνολικά, περιλαμβάνοντας τον σχεδιασμό, την εκτέλεση και τη διαχείριση πελατών, προμηθευτών και συνεργατών. Σημειώνεται ότι οι συνθήκες των αγορών μεταβάλλονται συχνά απρόβλεπτα. Αυτό συνεπάγεται την ανάγκη ετοιμότητας από όλους στην αλυσίδα με κοινό στόχο την προσαρμογή που αποτελεί θεμέλιο της επιτυχίας και βιωσιμότητάς τους. Η εξειδίκευση της εφοδιαστικής αλυσίδας κατά περίπτωση στις συνθήκες αυτές, παρέχει τη δυνατότητα στις συνεργαζόμενες επιχειρήσεις να διασφαλίσουν διαθεσιμότητα (availability), ετοιμότητα (agility) και ανθεκτικότητα (resilience), στην αντιμετώπιση απροσδόκητων αλλαγών των συνθηκών. Γενικότερα, η φάση αυτή επικεντρώνεται στην «οχύρωση» των εμπλεκόμενων μερών στην εφοδιαστική αλυσίδα, με αναλυτική σκέψη και σχεδιασμό με έμφαση στους πιθανούς αστάθμητους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά της, βασιζόμενη στην εμπειρία, η οποία, κυρίως στο πλαίσιο της οικονομικής κρίσης, δείχνει ξεκάθαρα ότι δεν αρκεί οι επιχειρήσεις να είναι αποδοτικές στις λειτουργίες που διεκπεραιώνουν, αλλά προπάντων να προνοούν ώστε να είναι ευέλικτες στις εκάστοτε εξελίξεις και μηνύματα από την αγορά.

### **SCM 2.0:**

Στα πλαίσια της παγκοσμιοποίησης, ο όρος SCM 2.0 έχει προταθεί προκειμένου να διεισδύσει ακόμη περισσότερο στις αλλαγές στην αλυσίδα εφοδιασμού όσο και στην εξέλιξη των διαδικασιών, μεθόδων και εργαλείων που γίνονται αντικείμενο διαχείρισης σε αυτή τη νέα εποχή. Ορίζεται, ως μια τάση στη χρήση και αξιοποίηση των δυνατοτήτων επικοινωνίας μέσω του παγκόσμιου ιστού (World Wide Web), με σκοπό τη διευκόλυνση της ανταλλαγής πληροφοριών που αποτελούν προϋπόθεση διεκπεραίωσης των καθημερινών λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά πρωτίστως και την αφετηρία στρατηγικού ανασχεδιασμού και προσαρμογής στο έντονα μεταβαλλόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον, μέσω της συνεργασίας μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών / εταίρων (stakeholders). Συχνά, στη διαδικασία συνεχούς έρευνας και ανάπτυξης (R&D), με σκοπό να προαχθεί περαιτέρω η δημιουργικότητα και η ανάπτυξη με αποτελεσματικό κόστος (effective cost), χρησιμοποιούνται οι όροι «προσέγγιση από πολλές πλευρές» (multi actor approach) για να τονιστεί η αναγκαιότητα συμμετοχής όλων και «διάχυση γνώσης» (diffusion of Knowledge) με σκοπό την ανοιχτή συζήτηση και διαμοιρασμό των πληροφοριών. Η διαδικασία αυτή μειώνει τους κινδύνους από την αστάθεια των συνθηκών και ενισχύει ευρύτερα τη συλλογική ικανότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Έτσι, προκύπτουν εποικοδομητικές προτάσεις και καινοτόμες ιδέες, συμβάλλοντας σημαντικά στη βιωσιμότητα των εμπλεκόμενων μερών προς την κατεύθυνση αυτή.

### ✓ Φάση της Ολοκλήρωσης: Αντίστροφη Εφοδιαστική (Reverse Logistics)

Ένα αυτοτελές βήμα-σταθμός στην πορεία της προόδου σε ολοκλήρωση την Εφοδιαστική / Logistics αποτελεί η λεγόμενη «Αντίστροφη Εφοδιαστική» (ΑΕ) (Reverse Logistics). Η πρόοδος αυτή προχώρησε σε πλήρη αναστροφή της αφετηρίας του σχεδιασμού και της υλοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας από τους τελικούς χρήστες προϊόντων, ως καταναλωτές ή πολίτες στην περίπτωση δημόσιων αγαθών <sup>14</sup>, <sup>15</sup>, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 1.



ΕΙΚΟΝΑ 1. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ

Η ΑΕ έχει συντελέσει στην πλήρη αναγνώριση των καταναλωτών σαν πηγή δημιουργίας αξίας και επίτευξης βιώσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος με επέκταση της επιχείρησης σε ολοκληρωμένη εφοδιαστική αλυσίδα. Συγκεκριμένα, αυξημένο ενδιαφέρον στράφηκε πέρα από τη διάθεση των προϊόντων, στις υπηρεσίες που παρέχονται μετά την πώληση (after sales services) και μάλιστα καθόλη τη διάρκεια της ζωής των προϊόντων. Επιλαμβάνεται πρακτικά σημαντικών θεμάτων, όπως είναι η ανακύκλωση (recycling), τα διάφορα θέματα της προστασίας του περιβάλλοντος (environment protection), η αξιολόγηση του κύκλου ζωής των προϊόντων (life cycle assessment) και η βιωσιμότητα σε σχέση με την Εφοδιαστική / Logistics. Άλλαξαν με άλλα λόγια, τα κριτήρια ενδιαφέροντος μεταξύ των παραγωγικών επιχειρήσεων, με μετατόπιση πλέον του ανταγωνισμού σε ολόκληρη τη ζωή των προϊόντων, με σκοπό την απόκτηση νέων πελατών και τη διασφάλιση των παλαιών. Η πρόοδος στην ολοκλήρωση της Εφοδιαστικής / Logistics μέσω της ΑΕ

<sup>14</sup> Presley, A., Meade, L. & Sarkis, J. (2007). A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: A reverse logistics illustration. *International Journal of Production Research*, vol. 45, no. 18, pp. 4595-4620.

<sup>15</sup> Samir K. Srivastava and Rajiv K. Srivastava, Managing product returns for reverse logistic, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Volume 36, Issue 7

περιέχει τεχνικές πλευρές, όπως είναι η στήριξη της ανάπτυξης δευτερογενών αγορών για μεταχειρισμένα προϊόντα (secondary markets) και επιπλέον δυνητικά μεγαλύτερη φροντίδα για την προστασία του περιβάλλοντος, που έχει συμπεριληφθεί και στον ορισμό της Αειφόρου / Βιώσιμης Ανάπτυξης (AA) του ΟΗΕ.

### 1.5 Η Εφοδιαστική Αλυσίδα στην Συγχρόνη Επιχείρηση

Η Διοίκηση των Logistics και της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στον οικονομικό σχεδιασμό μιας επιχείρησης, καθώς καταλαμβάνει σημαντικό ποσοστό του κύκλου εργασιών της. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα στοιχεία των Gattorna&Walters<sup>16</sup>, οι οποίοι επισημαίνουν ότι η Διοίκηση Logistics και εφοδιαστικής αλυσίδας έχει εξελιχθεί σε σημαντικό βαθμό, καθώς σε μια τυπική βιομηχανία το κόστος των δραστηριοτήτων που σχετίζονται άμεσα με τις διαδικασίες της Διοίκησης Logistics, ανέρχεται στο 20% με 25% του κύκλου εργασιών της εταιρείας και αντιπροσωπεύει το 10% με 15% του τελικού κόστους του τελικού προϊόντος.

Το ποσοστό αυτό προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως τα μεταφορικά έξοδα, τα έξοδα διαχείρισης-αποθήκευσης υλικών και εμπορευμάτων, το κόστος διατήρησης αποθεμάτων, το κόστος μεταφοράς προϊόντων μέσα στην επιχείρηση, το κόστος διεκπεραίωσης παραγγελιών, τα έξοδα προσωπικού κλπ. Σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία, το κόστος των παγίων που σχετίζονται άμεσα με τις διαδικασίες της Διοίκησης Logistics ανέρχεται στο 35% με 40% περίπου του συνόλου των παγίων μιας εταιρείας. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό αυτό περιλαμβάνει τις κτιριακές εγκαταστάσεις, καθώς επίσης και τον εξοπλισμό αποθήκευσης, παραγωγής, διακίνησης και διαχείρισης υλικών και εμπορευμάτων, τον εξοπλισμό ασφαλείας, τα πληροφορικά συστήματα, κλπ. Όπως προκύπτει από τα παραπάνω ποσοστά η προσπάθεια ελαχιστοποίησης του κόστους και αξιοποίησης όλων των εργαλείων που διαθέτει μια εταιρεία για τις διαδικασίες της Διοίκησης Logistics, έχοντας πάντα ως κύριο στόχο και την ικανοποίηση του πελάτη, αποτελεί μια πρόκληση για την διοίκηση κάθε εταιρείας.

Επιπλέον, τις τελευταίες δεκαετίες οι επιχειρήσεις έχουν στραφεί και στις παγκόσμιες αγορές προκειμένου να επιτύχουν την ελαχιστοποίηση του κόστους που είναι ένα από τα βασικότερα ζητούμενα, αλλά και την πιο άμεση εξυπηρέτηση των πελατών τους μέσω της επιτάχυνσης της διαδικασίας σχεδιασμού και υλοποίησης των προσφερόμενων προϊόντων. Κύριο ρόλο, όμως, στην διαδικασία αυτή έχει και η διαθεσιμότητα των κεφαλαίων κάθε επιχείρησης, όπως και ο στενός έλεγχος του κόστους και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο καλύτερος δυνατός συνδυασμός μεταξύ κόστους και ποιότητας. Στην προσπάθεια αυτή προέκυψε και η ανάγκη εύρεσης αποτελεσματικότερων μεθόδων

---

<sup>16</sup> Gattorna, J.L. and Walters, D.W. (1996) *Managing the Supply Chain: A Strategic Perspective*. MacMillan, London.

για το συντονισμό της ροής υλών και πληροφοριών, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό των επιχειρήσεων. Ωστόσο, για να υπάρξει ο επιθυμητός συντονισμός θα πρέπει, σύμφωνα με τα όσα υποστηρίζουν οι Simchi-Levi et al.<sup>17</sup>, οι σχέσεις μεταξύ όλων των επιπέδων των προμηθευτών και των συνεργατών να είναι στενότερες. Εν κατακλείδι, ζητούμενο κάθε επιχείρησης είναι η κατά το δυνατόν ταχύτερη προσαρμογή στις συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών, καταφέροντας παράλληλα να διατηρήσει την ταχύτητα παράδοσης του προϊόντος, το κόστος και την αξιοπιστία σε ανταγωνιστικό επίπεδο. Η επιχείρηση, της οποίας η εφοδιαστική αλυσίδα θα επιτύχει τα παραπάνω ζητούμενα, θα είναι και αυτή που θα έχει τις καλύτερες προϋποθέσεις, για να κερδίσει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς.

Οι παράγοντες που οδήγησαν σε αύξηση του ενδιαφέροντος γύρω από τον τομέα των Logistics είναι οι εξής:

- ✓ Η αύξηση της τιμής του πετρελαίου που σημειώθηκε κατά τη δεκαετία του 1970, η οποία είχε και ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους μεταφοράς, οδήγησε και στην εκδήλωση μεγαλύτερου ενδιαφέροντος γενικότερα για το σύστημα μεταφορών.
- ✓ Η απελευθέρωση στον τομέα των μεταφορών, η οποία ξεκίνησε τη δεκαετία του 1980 και συνεχίζεται έως και σήμερα στην Ευρώπη και στην Αμερική. Η απελευθέρωση αυτή επέφερε μεγάλες αλλαγές στον τομέα των μεταφορών, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν νέες ευκαιρίες και να προκύψουν επιλογές, οι οποίες δεν υπήρχαν στο παρελθόν. Έτσι, οι πολιτικές των εταιρειών στο κομμάτι των μεταφορών αναπροσαρμόστηκαν με κριτήριο τα προσδοκώμενα οφέλη από τις αλλαγές αυτές.
- ✓ Η αποδοτικότητα της παραγωγής, η οποία έχει φτάσει στην αιχμή της. Οι επιχειρήσεις πλέον δίνουν μεγάλη σημασία στην έρευνα και την εξέλιξη στις διαδικασίες ελέγχου του κόστους, καθώς και στον ποιοτικό έλεγχο αυξάνοντας έτσι και τις επιδόσεις τους στους τομείς αυτούς και βελτιστοποιώντας την απόδοσή τους.
- ✓ Η αλλαγή στην πολιτική περί αποθεμάτων. Οι προμηθευτές πρέπει στο εξής να διαθέτουν κεντρικά σημεία αποθήκευσης και διανομής, αλλά και να βελτιώσουν τους χρόνους και τις υπηρεσίες διανομής και παράδοσης.
- ✓ Η τεράστια αύξηση των γραμμών παραγωγής. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην προσπάθεια ικανοποίησης των απαιτήσεων του μάρκετινγκ, με βάση τις οποίες κάθε πελάτης πρέπει να λάβει αυτό που επιθυμεί.
- ✓ Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και η αλματώδης πρόοδος στον τομέα της πληροφορικής και στη χρήση των Η/Υ. Οι Η/Υ και τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν έδωσαν λύση στα προβλήματα που σχετίζονται με τα Logistics και προκύπτουν από την μεγάλη ποικιλία λύσεων και προϊόντων, που κάνουν το σύστημα πιο περίπλοκο και δυσκίνητο.

---

<sup>17</sup> Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. and Simchi-Levi, E. (2000). Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies. New York: McGraw-Hill.

- ✓ Η αύξηση της αξίας του χρήματος, σε συνδυασμό με την περιορισμένη πρόσβαση σε νέα κεφάλαια έκανε πιο έντονη την ανάγκη για μείωση του κόστους και των αποθεμάτων.
- ✓ Η σημαντική μείωση του μοναδιαίου κόστους για την καταγραφή, την διαβίβαση και την επεξεργασία της πληροφόρησης, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τηλεματικής, οδήγησαν στην αύξηση των επενδύσεων στον τομέα της πληροφόρησης, οι οποίες με τη σειρά τους απέδωσαν επιφέροντας μεγαλύτερες μειώσεις στις δαπάνες μεταφοράς και αποθήκευσης.
- ✓ Η διεθνοποίηση του εμπορίου. Οι γεωγραφικές αλλαγές τόσο στα κέντρα παραγωγής όσο και στα κέντρα κατανάλωσης ήταν ριζικές.
- ✓ Η μείωση του χρόνου παραγωγής. Όπως αποδείχθηκε οι πωλήσεις και η διανομή προσφέρουν μεγάλες ευκαιρίες για μείωση του χρόνου παραγωγής, δίνοντας στην επιχείρηση ένα σημαντικό πλεονέκτημα στη μάχη του ανταγωνισμού.

## 1.6 Τεχνολογίες Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας.

Τα πληροφοριακά και επικοινωνιακά συστήματα στο περιεχόμενο της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνουν οποιαδήποτε τεχνολογία, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο και τη διαχείριση δεδομένων, πληροφοριών και δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Έτσι, πολλές διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις της τεχνολογίας πληροφόρησης και επικοινωνίας (Information and Communications Technology / ICT) είναι δυνατές εξετάζοντας διαφορετικές οπτικές γωνίες. Μια αδρομερής ταξινόμηση των πληροφοριακών και επικοινωνιακών συστημάτων αφορά την έκταση της εφαρμογής τους μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Έτσι, τα ICT συστήματα μπορεί να αποτελούν

18.

- ✓ **Σημειακές λύσεις (point solutions):** εφαρμογές σε μεμονωμένο σύνδεσμο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για παράδειγμα, τα συστήματα διαχείρισης αποθήκης εστιάζουν στο σύνδεσμο της αποθήκευσης υλικών. Οι σημειακές λύσεις εστιάζουν σε μια μόνο από τις λειτουργίες που επιτελεί η SC, όπως την πώληση, την παραγωγή, την προμήθεια ή τη μεταφορά.
- ✓ **«Καλύτερες του είδους» λύσεις (“best of breed” solutions):** εφαρμογές που υλοποιούν τις καλύτερες σημειακές λύσεις που υπάρχουν στις επιχειρήσεις. Η κύρια αδυναμία των σημειακών λύσεων έγκειται στο ότι διαφορετικά συστήματα μπορεί να μην είναι συμβατά μεταξύ τους και να μην επικοινωνούν καλά. Συχνά δημιουργείται μια πληθώρα αυτοματισμών που δε συνεργάζονται μεταξύ τους. Έτσι, οι «καλύτερες του είδους» τεχνολογικές

<sup>18</sup> Sweeney, E., Evangelista, P. & Passaro, R. (2005) Putting Supply Chain Learning Theory into Practice: lessons from an Irish case. International Journal of Knowledge and Learning, Vol. 1, No. 4, pp. 357-372.

λύσεις καλούνται να ενοποιήσουν και να μεταφράσουν μεμονωμένες εφαρμογές σε επίπεδο ενιαίου συστήματος.

- ✓ **Λύσεις σε επίπεδο επιχείρησης (enterprises solutions):** εφαρμογές που εκφράζουν την αλλαγή της οργανωτικής δομής των επιχειρήσεων από το παραδοσιακό επίπεδο λειτουργίας στο επίπεδο διεργασίας και συνολικής ροής. Για παράδειγμα, τα συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών πόρων που αναπτύχθηκαν από τη δεκαετία του 1990 ενοποιούν όλα τα τμήματα και τις λειτουργίες που απαντώνται σε μια επιχείρηση, σε ένα μοναδικό πληροφοριακό σύστημα που μπορεί να εξυπηρετήσει τις συγκεκριμένες ανάγκες κάθε τμήματος, εστιάζοντας συνολικά στην εξυπηρέτηση του πελάτη. Ενώ παραδοσιακά κάθε τμήμα της επιχείρησης, από το οικονομικό τμήμα έως το τμήμα διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού και το τμήμα παραγωγής, είχε ανεξάρτητα το δικό του πληροφοριακό σύστημα, πλέον τα συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών πόρων χρησιμοποιούνται από όλα τα τμήματα και διαθέτουν μία κοινή βάση δεδομένων.
- ✓ **Λύσεις σε επίπεδο εκτεταμένης επιχείρησης (extended enterprise solutions):** εφαρμογές σαν αυτές που περιγράφηκαν προηγουμένως αλλά εκτείνονται εκτός των ορίων της επιχείρησης. Άλλωστε, η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει συνδέσμους πελατών, προμηθευτών και παραγωγών εντός και εκτός των επιχειρήσεων. Τα συστήματα αυτά προωθούν τη συνεργασία και το διαμοιρασμό πληροφοριών σε όλα τα μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας με βάση τις αρχές διαχείρισης επιχειρησιακών πόρων. Έτσι επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός εξωτερικής ολοκλήρωσης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα συστήματα εκτεταμένης επιχείρησης ενσωματώνουν εφαρμογές που προηγουμένως περιορίζονταν στις «καλύτερες του είδους» λύσεις.

Ενδεικτικά παραδείγματα σημειακών ICT λύσεων αποτελούν το “Perfect Commerce”<sup>19</sup> ως σύστημα υποστήριξης και διαχείρισης πωλήσεων, το “DynaLogics”<sup>20</sup> ως σύστημα βελτιστοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας, το “Swisslog’s Warehouse Manager”<sup>21</sup> ως σύστημα διαχείρισης αποθήκης, το “Siebel”<sup>22</sup> ως σύστημα διαχείρισης πωλήσεων και σχέσεων με πελάτες και το “Optrak Vehicle Routing Software”<sup>23</sup> ως σύστημα διαχείρισης μεταφορών και βελτιστοποίησης διαδρομών. Γενικά, οι σημειακές ICT λύσεις εστιάζουν σε έναν από τους βασικούς τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας, ήτοι: προμήθεια, παραγωγή, μεταφορά και πώληση.

---

<sup>19</sup> [www.perfect.com/en](http://www.perfect.com/en)

<sup>20</sup> [www.dynalogics.com.au](http://www.dynalogics.com.au)

<sup>21</sup> [www.swisslog.com](http://www.swisslog.com)

<sup>22</sup> [www.oracle.com](http://www.oracle.com)

<sup>23</sup> <http://optrak.com>

Ενδεικτικά παραδείγματα ICT λύσεων σε επίπεδο επιχείρησης αποτελούν τα: “SAP”<sup>24</sup>, “J.D Edwards Enterprise One”<sup>25</sup>, Infor ERP<sup>26</sup>, “Peoplesoft”<sup>27</sup>, “Microsoft Dynamics”<sup>28</sup>, “ARTEANERP”<sup>29</sup>, Oracle ERP<sup>30</sup>, “Open ERP”<sup>31</sup> κ.ά. Οι ICT λύσεις σε επίπεδο επιχείρησης ή και εκτεταμένης επιχείρησης αντιπροσωπεύουν την αποτελεσματική ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Συχνά, οι «καλύτερες του είδους» τεχνολογικές λύσεις (π.χ. OMS, TMS και WMS) παρέχονται πλέον και μέσω διαδικτύου από παροχείς υπηρεσιών εφαρμογών. Η μέθοδος αυτή αποτελεί μια εξωτερική ανάθεση των εργασιών (outsourcing) του τμήματος πληροφοριακής τεχνολογίας μιας επιχείρησης σε τρίτους και έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους χρήσης τέτοιων συστημάτων από την επιχείρηση. Οποιαδήποτε τεχνολογική πλατφόρμα και αν χρησιμοποιείται, π.χ. καλύτερες του είδους λύσεις ή επιχειρησιακές λύσεις, η ανάγκη συνδυασμού και ολοκλήρωσης με άλλες software και hardware πλατφόρμες εντός και εκτός επιχείρησης παραμένει.

Σε αυτή την ανάγκη ανταποκρίνεται η XLM τεχνολογία μαζί με άλλες καθιερωμένες τεχνολογίες και διεθνώς αναγνωρισμένα πρωτόκολλα (middleware, SOAP) που δημιουργούν την επόμενη γενιά εργαλείων ολοκλήρωσης: WebServices και Service-Oriented Architecture. Με αυτές τις τεχνικές δημιουργούνται συνδεδεμένες υπηρεσίες που εμφανίζουν διαλειτουργικότητα και υλοποιούν την ιδέα «τοποθέτησης και άμεσης λειτουργίας» (plug-and-play).

Μια άλλη ενδιαφέρουσα ταξινόμηση των ICT τεχνολογιών μπορεί να γίνει εξετάζοντας τους τρόπους με τους οποίους οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν την τεχνολογία στα πλαίσια διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι Auramo et al.<sup>32</sup> διακρίνουν τρεις διαφορετικούς τύπους χρήσεων των ICT στη SCM που ουσιαστικά αντιπροσωπεύουν τους διακριτούς ρόλους που παίζει η τεχνολογία στη SCM:

- ✓ **ICT για επεξεργασία συναλλαγών (transaction processing):** τεχνολογία για αύξηση της αποδοτικότητας των επαναλαμβανόμενων ροών πληροφορίας μεταξύ των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως π.χ. σε περιπτώσεις παραγγελιοληψιών, επιβεβαίωσης των διανομών, κ.ά. Οι ανάγκες που εξυπηρετούν τέτοιες τεχνολογικές εφαρμογές είναι η μείωση του λειτουργικού κόστους, η εξάλειψη των ανθρώπινων λαθών και η επιτάχυνση της μεταφοράς της πληροφορίας μεταξύ των SC μελών.

---

<sup>24</sup> [www.sap.com](http://www.sap.com)

<sup>25</sup> <http://www.oracle.com>

<sup>26</sup> <http://www.infor.com>

<sup>27</sup> <http://www.oracle.com>

<sup>28</sup> <http://www.microsoft.com>

<sup>29</sup> <http://www.aptean.com>

<sup>30</sup> <http://www.oracle.com>

<sup>31</sup> [www.odoo.com](http://www.odoo.com)

<sup>32</sup> Auramo, J., Kauremaa, J., Tanskanen, K., 2005. Benefits of IT in supply chain management: an explorative study of progressive companies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 35 (2), 82-100.



- ✓ **ICT για σχεδιασμό εφοδιαστικής αλυσίδας και συνεργασία (supply chain planning and collaboration):** τεχνολογία για τη διάδοση πληροφοριών σχετικών με το σχεδιασμό του συστήματος εφοδιασμού, όπως πληροφορίες για τα αποθέματα, την παραγωγική ικανότητα, την πρόβλεψη της ζήτησης κ.ά., με σκοπό την αύξηση της αποτελεσματικότητας της SC. Ανταποκρίνεται στο απρόβλεπτο και πολύ απαιτητικό από πλευράς logistics περιβάλλον.
- ✓ **ICT για παρακολούθηση των παραγγελιών και συντονισμό των διανομών (order tracking and delivery coordination):** τεχνολογία για την παρακολούθηση μεμονωμένων παραγγελιών ή αποστολών αποτελούμενων, είτε από τελικά προϊόντα, είτε από εξαρτήματα με σκοπό το συντονισμό των διανομών ή την έγκυρη πληροφόρηση για την ακριβή τοποθεσία τους. Η τεχνολογία αυτή ανταποκρίνεται κυρίως στις ανάγκες επιχειρήσεων καθοδηγούμενες από μεμονωμένα projects (project-oriented) και σε περιπτώσεις ενοποιημένων παραδόσεων υπό διαμετακόμιση.

Ανάλογα με το σκοπό εφαρμογής τους στα πλαίσια της SCM, οι Azevedo et al.<sup>33</sup> ομαδοποιούν τις ICT τεχνολογίες σε τρεις κατηγορίες:

- ✓ **τεχνολογίες αναγνώρισης (identification technologies):** τεχνολογίες αναγνώρισης προϊόντων που διευκολύνουν τη συλλογή και ανταλλαγή των πληροφοριών που σχετίζονται με τα logistics, όπως π.χ. τεχνολογίες γραμμωτού κώδικα (barcoding) ή ραδιοσυχνοτήτων (RFID)
- ✓ **τεχνολογίες επικοινωνιών δεδομένων (data communications technologies):** τεχνολογίες για επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπως π.χ. η ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων (EDI), το φαξ, τα συστήματα ηλεκτρονικής παραγγελίας, η τηλεφωνία μέσω υπολογιστή, οι πληροφοριακές πύλες επιχειρήσεων (enterprise information portals), τα συστήματα σημείων πώλησης (point of sales systems) κ.ά.
- ✓ **τεχνολογίες κτήσης δεδομένων (data acquisition technologies):** τεχνολογίες συλλογής και ανταλλαγής δεδομένων για ποιοτική και αξιόπιστη απόκτηση πληροφοριών μέσα στην SC, όπως π.χ. το οπτικό σκανάρισμα, τα συστήματα αναγνώρισης φωνής, τα συστήματα ρομποτικής, κ.ά

Τεχνολογικές πρακτικές - Τεχνολογίες αναγνώρισης και κτήσης προϊόντων που βρίσκουν εφαρμογή στην Εφοδιαστική Αλυσίδα παρουσιάζονται παρακάτω:

- ✓ **Τεχνολογία γραμμωτού κώδικα – Barcode**  
Ο γραμμωτός κώδικας (barcode) είναι μια καθιερωμένη τεχνολογία που αντικατέστησε τη χειρόγραφη καταχώρηση πληροφοριών και προσέδωσε

<sup>33</sup> Garrido Azevedo, Susana & Ferreira, João & Leitão, João, 2007. "The Role of Logistics: Information and Communication Technologies in Promoting Competitive Advantages of the Firm", MPRA Paper 1359, University Library of Munich, Germany.

αξιοπιστία, ακρίβεια και ταχύτητα στην αναγνώριση και ταυτοποίηση προϊόντων. Είναι μια αναπαράσταση πληροφοριών που μπορεί να αναγνωριστεί από υπολογιστή και χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες. Πρόκειται για μια ευρείας κλίμακας τεχνολογία που δεν έχει απαρхайωθεί και θα συνεχίσει να περιλαμβάνεται στις βασικές πρακτικές της SCM .

Τυπικά, οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε μια σειρά παράλληλων γραμμών με διαδοχή μαύρων και λευκών λωρίδων (bars) τυπωμένων πάνω σε κάποιο προϊόν / συσκευασία. Σήμερα κυκλοφορούν και σε διάφορα μοτίβα, όπως τελείες, ομόκεντρους κύκλους ή ακόμα και κείμενο. Ειδικά μηχανήματα ανάγνωσης (scanners, φορητά φορτωτικά, ανιχνευτές κ.λ.π.) διαβάζουν αυτόματα μια σειρά πληροφοριών που τοποθετούνται σε ένα τερματικό και τη μεταβιβάζουν σε κεντρικό υπολογιστικό σύστημα, ώστε το προϊόν να είναι αναγνωρίσιμο. Η μεταφορά των δεδομένων από τα ειδικά μηχανήματα σε υπολογιστή γίνεται είτε ενσύρματα, είτε με ασύρματα δίκτυα τοπικής εμβέλειας (Wireless Local Area Networks – WLAN).

✓ **Τεχνολογία ραδιοσυχνικής αναγνώρισης – RFID**

Η τεχνολογία ραδιοσυχνικής αναγνώρισης ή ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification - RFID) αναφέρεται σε μια τεχνολογία αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων, μέσω της οποίας τα ψηφιακά δεδομένα που έχουν καταγραφεί από τον αναγνώστη, μέσω ραδιοκυμάτων, κωδικοποιούνται σε RFID ετικέτες. Τα συστήματα αυτά καλύπτουν την ανάγκη ταχύτερης και πιο αυτοματοποιημένης εισαγωγής στοιχείων σε σύγκριση με αυτής που μπορούν να προσφέρουν τα barcodes. Θεωρείται ως ο διάδοχος των barcodes, τα οποία σήμερα είναι η de facto χρησιμοποιούμενη τεχνολογία σήμανσης προϊόντων. Η αναγνώριση των προϊόντων γίνεται με την αποθήκευση ενός σειριακού αριθμού και ενδεχομένως άλλων πληροφοριών σε έναν μικρο επεξεργαστή (RFID ετικέτα / tag) που προσαρτάται σε μια κεραία. Οι πληροφορίες της ετικέτας μεταφέρονται με ραδιοκύματα μέσω της κεραίας σε ένα δέκτη / αναγνώστη (RFID scanner / reader). Σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι τα tags με την κεραία μπορούν να ανιχνευθούν αυτόματα από σταθερούς ή φορητούς αναγνώστες χωρίς να είναι απαραίτητη η σάρωση του κάθε μεμονωμένου αντικειμένου. Έπειτα, ο αναγνώστης μπορεί να μετατρέψει τα ραδιοκύματα σε ψηφιακή πληροφορία που αποθηκεύεται σε πληροφοριακό σύστημα.

Η τεχνολογία RFID αποθηκεύει μεγαλύτερο όγκο δεδομένων σε σύγκριση με τον γραμμωτό κώδικα, ενώ η πληροφορία ενημερώνεται και ανακτάται σε πραγματικό χρόνο με χαμηλό εργατικό κόστος και χωρίς την ανάγκη οπτικής επαφής. Η δυνατότητα μοναδικής αναγνώρισης κάθε μονάδας (προϊόν, κιβώτιο ή παλέτα) που διακινείται μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα, καθιστά το RFID ικανό να υποστηρίξει επιτυχώς τις SCM εφαρμογές. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να αφορούν τον προμηθευτή και τους διανομείς (π.χ. διαχείριση αποθέματος και στόλου), ή να απευθύνονται στο κατάστημα και

τον καταναλωτή, (π.χ. self-check out, εξατομικευμένη προώθηση), ή ακόμα να αφορούν την ιχνηλασιμότητα κατά μήκος όλης της αλυσίδας.

Σημαντικό ρόλο στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έχουν προσφέρει τα ολοκληρωμένα συστήματα πληροφορικής όσον αφορά την αποθήκευση και την διαχείριση της πληροφορίας καθόλο τον κύκλο εργασιών της συγχρονης επιχείρησης. Παρακάτω ταξινομούνται πληροφοριακά συστήματα σχετικά με το διαφορετικό επίκεντρο διαχείρισης της πληροφορίας:

✓ **Συστήματα διαχείρισης παραγγελιών - OMS**

Η διαχείριση παραγγελιών καλύπτει τη λειτουργία των πωλήσεων, τον έλεγχο των αποθεμάτων, τη διαχείριση των πληρωμών, το marketing και τη διαχείριση σχέσεων με πελάτες. Τα συστήματα διαχείρισης παραγγελιών (order management systems - OMS) καταγράφουν τις παραγγελίες των πελατών, τη διατήρηση του επιπέδου των αποθεμάτων, τη συσκευασία και τις αποστολές φορτίων.

Συγκεκριμένα, εκτελούν τις παραγγελίες με αποδοτικό και οικονομικό τρόπο και καταγράφουν την εξέλιξη κάθε παραγγελίας. Τα σύγχρονα συστήματα OMS ενοποιούν διάφορα κανάλια καταχώρησης παραγγελιών, όπως για παράδειγμα μέσω του ηλεκτρονικού εμπορίου, τηλεφωνικών κέντρων, διαδικτυακών πωλήσεων και εξυπηρέτησης πελατών

✓ **Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης – WMS**

Τα συστήματα διαχείρισης αποθήκης (Warehouse Management Systems - WMS) ή συστήματα παρακολούθησης αποθεμάτων (inventory tracking systems) είναι λογισμικά που βελτιώνουν τη διακίνηση και αποθήκευση των προϊόντων μέσω αποτελεσματικής διαχείρισης πληροφοριών και ανάθεσης εργασιών. Η αποθήκη αποτελεί το κομβικό σημείο ενός δικτύου logistics, επομένως πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην οργάνωση των λειτουργιών της, ώστε να επιτελεί το ρόλο της αποτελεσματικά με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Οι βασικές λειτουργίες ενός συστήματος WMS είναι η παραλαβή, η απόθεση, η αποθήκευση, η συλλογή και η αποστολή προϊόντων, ο προγραμματισμός των εργασιών και ο έλεγχος του επιπέδου των αποθεμάτων. Επιπρόσθετα, ένα WMS μπορεί να περιλαμβάνει για κάθε παραγγελία και τον υπολογισμό του κόστους διατήρησης αποθεμάτων αποθήκευσης. Τα συστήματα WMS υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων, παρέχοντας συνεπείς και έγκυρες πληροφορίες με το επιθυμητό επίπεδο λεπτομέρειας, όπως π.χ. πληροφορίες για εισερχόμενες και εξερχόμενες ροές υλικών, το βάρος και τον όγκο των αποθηκευμένων προϊόντων, τον τύπο και το κόστος αποθεμάτων, καθώς και πληροφορίες για το σχεδιασμό των προϊόντων, τη συναρμολόγησή τους, τη συσκευασία και την τοποθέτηση ετικετών.

✓ **Συστήματα Διαχείρισης Σχέσεων με Πελάτες - CRM systems**

Η διαχείριση σχέσεων με πελάτες (Customer Relationship Management - CRM) αποτελεί μια πελατοκεντρική φιλοσοφία διοίκησης που αφορά τη διαχείριση και οργάνωση του συνόλου των σχέσεων και των επαφών μιας επιχείρησης με τους πελάτες. Το CRM συνδυάζει και ενοποιεί την τεχνολογία, το ανθρώπινο δυναμικό και βασικούς λειτουργικούς τομείς της επιχείρησης, όπως του marketing, των πωλήσεων και της εξυπηρέτησης.

Τα συστήματα διαχείρισης σχέσεων με πελάτες αναφέρονται στις εφαρμογές υπολογιστή που διαχειρίζονται τις αλληλεπιδράσεις με τους πελάτες και κατ' επέκταση βελτιώνουν την κερδοφορία της επιχείρησης. Παρέχουν υποστήριξη στις υπηρεσίες που προσφέρει η επιχείρηση στον πελάτη, συλλέγουν δεδομένα και παρέχουν πληροφόρηση για την αγοραστική συμπεριφορά του καταναλωτή. Στόχος αυτών των πληροφοριακών συστημάτων είναι η αύξηση της ικανοποίησης των πελατών, η εύρεση νέων πελατών, καθώς και η μείωση του κόστους marketing και του κόστους εξυπηρέτησης πελατών

✓ **Συστήματα Διαχείρισης Μεταφορών - TMS**

Τα συστήματα διαχείρισης μεταφορών (Transportation Management Systems - TMS) περιλαμβάνουν σύνθετους αλγόριθμους για καταχώρηση, παρακολούθηση και προγραμματισμό των μεταφορών, και αποτελούν τα κυρίαρχα συστήματα που χρησιμοποιούν οι πάροχοι υπηρεσιών logistics, οι μεταφορείς και οι διανομείς.

Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός και διαχείριση των μεταφορών αποτελούν κρίσιμο στρατηγικό παράγοντα επιτυχίας σε μια εφοδιαστική αλυσίδα, καθώς συνδέει τις δραστηριότητες των logistics και δημιουργεί ένα ολοκληρωμένο δίκτυο εφοδιασμού. Αξίζει να αναφερθεί ότι το 1/3 του συνολικού κόστους των logistics αφορά το μεταφορικό κόστος.

Ένα σύστημα TMS μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση του πλήρους κύκλου ζωής μιας διαδικασίας μεταφοράς (σχεδιασμός, διαπραγματεύσεις με μεταφορείς, εκτέλεση, εξόφληση) και την επίβλεψη της μεταφοράς μέχρι την παράδοση της παραγγελίας στον πελάτη. Δέχεται τις παραγγελίες από το σύστημα OMS και με βάση αυτές επιβεβαιώνει τις ημερομηνίες αποστολής που απαιτούνται από τον πελάτη, ελέγχει τις χρεώσεις ανά μονάδα φορτίου, αξιολογεί το ιστορικό προηγούμενων εργασιών, επιλέγει μεταφορείς για την ανάθεση του συγκεκριμένου έργου και σχεδιάζει τα βέλτιστα προγράμματα εκφόρτωσης και παράδοσης, προτού εκδώσει τις παραγγελίες για επεξεργασία στο WMS

✓ **Συστήματα Εκτέλεσης Βιομηχανικής Παραγωγής – MES**

Τα συστήματα εκτέλεσης βιομηχανικής παραγωγής (Manufacturing Execution Systems -MES) αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για την υποστήριξη της λειτουργίας της παραγωγής και μπορούν να καλύψουν τις διαφορετικές απαιτήσεις των διαφόρων βιομηχανικών κλάδων με παραμετροποίησή τους.

✓ **Συστήματα Διαχείρισης Επιχειρησιακών Πόρων – ERP systems**

Τα συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών πόρων (Enterprise Resource Planning - ERP) είναι ολοκληρωμένα πακέτα λογισμικού που ενσωματώνουν τις εσωτερικές επιχειρησιακές διαδικασίες μιας επιχείρησης σε μία ενιαία διαχειριστική πλατφόρμα. Τα συστήματα ERP αποτελούν τη σπονδυλική στήλη ολόκληρης της επιχείρησης και ενοποιούν όλα τα προαναφερθέντα πληροφοριακά συστήματα, επιτυγχάνοντας αποτελεσματική ενδοεπιχειρησιακή ροή πληροφοριών.

Κάθε πληροφορία που εισέρχεται στο σύστημα ERP ενημερώνει μια κοινή βάση δεδομένων όλης της επιχείρησης για όλες τις λειτουργίες που εξαρτώνται άμεσα ή έμμεσα από αυτή την πληροφορία. Οι ERP λύσεις καλύπτουν τα χρηματοοικονομικά της επιχείρησης, τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού, το σχεδιασμό και τον έλεγχο της παραγωγής, τη διαχείριση υλικών και αποθήκης, τη διοίκηση ποιότητας, τη συντήρηση εγκαταστάσεων, τις πωλήσεις και τη διανομή. Έτσι, μπορούν να συνδυάζουν δεδομένα από πολλά τμήματα της επιχείρησης και να τα ενοποιούν προσφέροντας στους χρήστες του ERP μια ολοκληρωμένη εικόνα που βοηθάει στη λήψη αποφάσεων. Παραδείγματος χάριν, όταν εισάγονται στο σύστημα νέες παραγγελίες πωλήσεων, τότε ενημερώνονται ταυτόχρονα όλα τα σχετιζόμενα με τις παραγγελίες τμήματα της επιχείρησης (τμήμα προμηθειών, παραγωγής και οικονομικών).

Ένα σύστημα ERP μπορεί να ενεργήσει ως ένα ισχυρό δίκτυο που επιταχύνει τη λήψη αποφάσεων, μειώνει τις δαπάνες και παρουσιάζει την ολοκληρωμένη εικόνα όλων των επιχειρησιακών διαδικασιών σχεδόν σε πραγματικό χρόνο. Γενικά, τα συστήματα αυτά αποτελούνται από μια σειρά υποσυστημάτων (modules), ώστε η κάθε επιχείρηση να έχει τη δυνατότητα να προμηθευτεί ή και να εγκαταστήσει τις επιθυμητές υπο-εφαρμογές.

✓ **Συστήματα Σχεδιασμού Εφοδιαστικής Αλυσίδας – SCP systems**

Τα συστήματα σχεδιασμού της εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Planning - SCP systems) εξυπηρετούν μακροπρόθεσμα στρατηγικά ζητήματα μεταξύ των μελών της SC με το συντονισμό των πόρων που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο εφοδιασμού. Αυτά τα συστήματα ενοποιούν διάφορες εφαρμογές και λειτουργίες, όπως το σχεδιασμό (ζήτησης, πωλήσεων, εφοδιασμού, κ.ά.), το χρονοπρογραμματισμό, τη διανομή και τη μεταφορά. Με χρήση αλγορίθμων προβλέπουν μελλοντικές απαιτήσεις και εξισορροπούν τον εφοδιασμό με τη ζήτηση.

Πρόκειται για τεχνολογίες ολοκλήρωσης της εφοδιαστικής αλυσίδας που προσδίδουν ευφυΐα στο συντονισμό των SC μελών και μεγάλη ευελιξία στη συνεργασία των δικτυωμένων επιχειρήσεων. Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι η εξασφάλιση διαφάνειας στην πληροφόρηση και αποτελεσματικής

επικοινωνίας μεταξύ του κεντρικού συστήματος και των χρηστών που ανήκουν στην SC, και η παροχή ενισχυμένων δυνατοτήτων διαχείρισης του δικτύου.

Όπως εξηγεί η Krmac<sup>34</sup>, η διάκριση μεταξύ των ERP και SCP συστημάτων είναι σχετικά ασαφής. Τα ERP καλύπτουν το πλήρες εύρος της παραγωγής, των πωλήσεων και της χρηματοοικονομικής και υλοποιούν όλες τις απαραίτητες ανταλλαγές πληροφορίας μεταξύ των πληροφοριακών συστημάτων της επιχείρησης. Έτσι προσφέρουν ενημέρωση και υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων για όλες τις κεντρικές λειτουργίες και τα τμήματα της επιχείρησης. Από την άλλη πλευρά, τα SCP συστήματα είναι προσανατολισμένα περισσότερο προς τις λειτουργίες των logistics με δυνατότητες πρόβλεψης της ζήτησης, προγραμματισμού της παραγωγής και των μεταφορών.

✓ **Συστήματα Διαχείρισης Γεγονότων Εφοδιαστικής Αλυσίδας – SCEM systems**

Τα συστήματα διαχείρισης γεγονότων εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Event Management - SCEM) είναι σχετικά νέα εξειδικευμένα πληροφοριακά συστήματα για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, τα οποία διαχειρίζονται μη αναμενόμενα γεγονότα που συμβαίνουν μεταξύ των οργανισμών που ανήκουν στην SC. Στόχος τους είναι να βελτιώσουν την ικανότητα μιας επιχείρησης να μοιράζεται δεδομένα μεταξύ των τμημάτων της, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων απόφασης (στρατηγικό, τακτικό, λειτουργικό), αλλά και μεταξύ άλλων επιχειρήσεων. Τα συστήματα SCEM περιλαμβάνουν επιχειρησιακή ανάλυση (business analyses), διαχείριση ροής εργασιών (work flow management), διαχείριση γεγονότων-εκδηλώσεων (event management) και ενισχυμένες δυνατότητες πληροφόρησης.

Ειδικότερα, περιλαμβάνουν πολλά περισσότερα από δυνατότητες παρακολούθησης και πληροφόρησης, καθώς συλλέγουν, φιλτράρουν και ελέγχουν πληροφορίες για την κατάσταση των τρεχόντων γεγονότων στην SC και δημιουργούν νέα συμβάντα και ειδοποιήσεις. Τα συστήματα αυτά λειτουργούν προληπτικά, συμβουλευοντας τους λήπτες αποφάσεων, προτείνοντας πιθανές ενέργειες και ενδεχομένως ξεκινώντας διαδικασίες επίλυσης των προβλημάτων που προκύπτουν στη ροή εργασιών της SC.

✓ **Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών – GIS**

Τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (Geographic Information Systems - GIS) είναι πληροφοριακά συστήματα για τη συλλογή, διαχείριση, αποθήκευση, επεξεργασία, ανάλυση και χαρτογράφηση γεωγραφικών δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά, που ονομάζονται επίσης χαρτογραφικά ή και χωρικά, αναφέρονται στο χώρο (μπορεί να είναι σημεία, γραμμές ή περιοχές) και μεταβάλλονται στο χρόνο. Συγκεκριμένα, το GIS συνδυάζει, συσχετίζει και απεικονίζει πληροφορίες από ιδιοκτησίες, δρόμους, δεδομένα εικόνας, ταχυδρομικούς κώδικες και περιβαλλοντικά δεδομένα.

---

<sup>34</sup> Evelin Vatovec Krmac, Intelligent Value Chain Networks: Business Intelligence and Other ICT Tools and Technologies in Supply/Demand Chains, University of Ljubljana, Faculty of Maritime Studies and Transport, Slovenia (<https://www.intechopen.com/>)

Τα GIS συνδυάζουν την τεχνολογία βάσεων δεδομένων με ένα ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο και δημιουργούν δυναμικούς χάρτες με το επιθυμητό επίπεδο λεπτομέρειας για την αποτελεσματική επίλυση προβλημάτων. Τα συστατικά ενός συστήματος GIS είναι τα δεδομένα, οι χάρτες και τα διάφορα εργαλεία και μέθοδοι ανάλυσης.

Τα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή των συστημάτων GIS αφορούν σε άμεσα οφέλη (ποιοτικά) για την υπηρεσία και σε εξωτερικά οφέλη (ποιοτικά και ποσοτικά) που αφορούν το ευρύ κοινό. Στα θετικά σημεία συγκαταλέγονται:

- ✓ η τυποποίηση και η μείωση όγκου δεδομένων
- ✓ η ακεραιότητα της βάσης δεδομένων
- ✓ η συνεπής και ολοκληρωμένη παρακολούθηση
- ✓ η μείωση κόστους γεωγραφικής πληροφόρησης
- ✓ η διαλειτουργικότητα εφαρμογών και υπηρεσιών

Η συνεργασία και ενοποίηση των συστημάτων GIS με τα συστήματα GPS προσδίδει στην εφοδιαστική αλυσίδα μεγαλύτερη ευελιξία, καλύτερη ποιότητα εξυπηρέτησης, βελτιστοποίηση και εποπτεία των διαδρομών, καθώς και ταχύτερους ρυθμούς φόρτωσης και αποστολών. Οι managers και οι διανομείς ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο και μπορούν έτσι να οργανώσουν καλύτερα τις μεταφορές και να προσαρμόζουν τις διαδρομές στις νέες ανάγκες που προκύπτουν κάθε φορά.

## 1.7. Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας

Το περιβάλλον στο οποίο δραστηριοποιούνται, καλούνται να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν οι επιχειρήσεις σήμερα είναι έντονα ανταγωνιστικό, λόγω των περιβαλλοντικών, οικονομικών και πολιτικών παραγόντων και εξελίξεων. Σημαντικός παράγοντας για την επιβίωση μιας επιχείρησης είναι η επίτευξη ενός υψηλού επιπέδου διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και των Logistics. Από την παραπάνω εισαγωγική ανάλυση στην θεωρία της εφοδιαστικής αλυσίδας φαίνεται πόσο σημαντική είναι η χρήση της στον σύγχρονο κόσμο της βιομηχανικής παραγωγής μεταφορών και όχι μόνο.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, αφού πραγματοποιείται μια ρεαλιστική προσομοίωση όσον αφορά το κομμάτι της ροής εξαγωγής φορτίων προς τερματικούς προορισμούς χρησιμοποιώντας μονάδες μεταφοράς (π.χ. φορτηγά), εξετάζονται τα διαφορετικά σενάρια εξυπηρέτησης σημείων ενδιαφέροντος που τυγχάνει να χρειάζεται να εξυπηρετηθούν. Τα κριτήρια επιλογής επιλέξιμων διαδρομών εξυπηρέτησης διαχωρίζονται σε χρονικά, αλλά και σε απόστασης, ενώ οι τελικές διαδρομές αποτελούν πραγματικές διαδρομές βασισμένες σε χάρτες που παρέχονται από την πλατφόρμα της Google.

Μέσα από αυτή την διαδικασία δίδεται έμφαση στην ανάγκη επαναδρομολόγησης των προκαθορισμένων διαδρομών που πρέπει να εξυπηρετηθούν. Με αυτό τον

τρόπο ένας οργανισμός ή μια επιχείρηση που ασχολείται με τον κλάδο των μεταφορών εμπορευμάτων θα μπορέσει να εξυπηρετήσει βέλτιστα επιπλέον προορισμούς (δυνητικούς πελάτες) από τις ίδιες μονάδες μεταφοράς που εξυπηρετούν την δεδομένη στιγμή.

Με αυτό τον τρόπο , καθημερινοί χρήστες που επιβλέπουν την ροή της εφοδιαστικής αλυσίδας θα έχουν στα χέρια τους ένα σημαντικό εργαλείο με το οποίο θα μπορούν όχι μόνο να εξυπηρετούν βέλτιστα επιπλέον σημεία-πελάτες, αλλά και να αυξήσουν τον κύκλο εργασιών της επιχείρησής τους χωρίς να χρειάζεται να προμηθευτούν επιπλέον κεφαλαιουχικό εξοπλισμό σε μονάδες μεταφοράς.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του συγκεκριμένου μοντέλου και ακολουθούν τα κεφάλαια, όπου παρουσιάζονται οι δυνατότητες που προσφέρει το εργαλείο που αναπτύχθηκε.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

### 2.1 Angular

Η Angular <sup>35</sup> είναι ένα ολοκληρωμένο JavaScript εργαλείο διαχείρισης για τη δημιουργία διαδραστικών από την πλευρά του χρήστη (client side) εφαρμογών που τρέχουν στον διαδικτυακό περιηγητή (browser). Στην εφαρμογή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η Angular καλύπτει όλες τις ανάγκες για τις διεπαφές χρηστών (user interfaces) και γενικότερα των απαιτήσεων του λογισμικού που πρέπει να ενσωματώνονται πάνω στον browser του χρήστη.



ΕΙΚΟΝΑ 2. ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΤΗΣ ANGULAR

Για την ακρίβεια η Angular αποτελεί ένα Σχεδιαστικό Πρότυπο Προβολής - Μοντέλου (Model View Controller Framework - MVC), το οποίο δίνει απεριόριστες δυνατότητες. Παρακάτω αναλύονται κάποια βασικά πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου framework, τα οποία συνέβαλαν στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας:

#### ✓ Εκτεταμένο δέσιμο δεδομένων (Extensive binding)

Οι πλειοψηφία των client side εφαρμογών λειτουργούν με δεδομένα. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε αντλεί τα δεδομένα από έναν διακομιστή (server) και τα παρουσιάζει χρησιμοποιώντας ένα πρότυπο προβολής (view template). Όταν ο χρήστης επεξεργάζεται (edit) αυτά τα δεδομένα, τότε οι αλλαγές στέλλονται πίσω στον server προς αποθήκευση.

Ο κώδικας για αυτές τις διαδικασίες είναι πολύπλοκος και πολύπλευρος. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιείται το **data binding** (δέσιμο δεδομένων) της Angular και η διαδικασία γίνεται αρκετά εύκολη. Πιο συγκεκριμένα, “δένονται” (bind) τα HTML στοιχεία (elements) του template στις ιδιότητες (properties) του μοντέλου και τα δεδομένα αυτόματα εμφανίζονται στην σελίδα του χρήστη. Στην περίπτωση που ο χρήστης αλλάξει τα δεδομένα, η Angular υποστηρίζει το λεγόμενο two-way data binding (αμφίδρομο δέσιμο

---

<sup>35</sup> <https://angular.io/>

δεδομένων) και αυτόματα ανανεώνονται (update) τόσο στη σελίδα του χρήστη όσο και στην κλάση της εφαρμογής.

Πέραν του data binding, η Angular υποστηρίζει και δέσιμο ιδιότητας (property binding), όπου επιτρέπει τον έλεγχο του Document Object Model (DOM) με το binding HTML properties και την κλάση (component class properties).

Τέλος, η Angular υποστηρίζει και event binding (δέσιμο γεγονότος), που σημαίνει ότι μπορεί να αντιδράσει σε κάποιο event που συμβαίνει στο view, όπως ένα κλικ, ένα event από ένα third party component (εξωτερική κλάση) ή τα δικά μας custom events (προσαρμοσμένα γεγονότα).

#### ✓ Δρομολόγηση σελίδων (Routing)

Μία εφαρμογή ιστού συνήθως δεν στηρίζεται μόνο σε ένα view. Οι περισσότερες έχουν διάφορα views για την καταχώρηση, παρακολούθηση ή και διαγραφή δεδομένων. Έτσι θα πρέπει να εμφανίζεται το κατάλληλο view αντίστοιχα, ενώ για την αποτελεσματική-λογική εναλλαγή και διαδοχή σελίδων, απαιτείται η χρήση του routing.

Η Angular παρέχει πλήρως λειτουργικό routing. Τα πλεονεκτήματα του Route της είναι ότι μπορούν να οριστούν δικαιώματα (permissions) για τους χρήστες καθώς και των views, τα οποία θα είναι ορατά με κωδικό ή χωρίς. Υποστηρίζεται, επίσης, η αποτροπή του κλεισίματος μιας σελίδας που βρίσκεται σε κατάσταση επεξεργασίας δεδομένων (edit data). Τέλος, υπάρχει και η υποστήριξη επιλεκτικής φόρτωσης σελίδων (lazy load routes), στην οποία δεν κατεβαίνουν στον browser όλα τα routes αν ο χρήστης δεν το ζητήσει. Για παράδειγμα, οι σελίδες που αφορούν τον διαχειριστή του συστήματος (administrator), μπορεί να μην φορτωθούν στον browser μέχρι ο ίδιος ο χρήστης να το ζητήσει.

#### ✓ Εκτεταμένη Βιβλιοθήκη (Extended Library)

Η βιβλιοθήκη της Angular εμπεριέχει πλήθος λειτουργιών και διαδικασιών, οι οποίες όχι μόνο αυξάνουν την λειτουργικότητα και την απόδοση των εφαρμογών, αλλά μπορούν να ενσωματώσουν στον πυρήνα της γλώσσας λειτουργίες από εξωτερικές Διεπαφές Εφαρμογών (Application Programming Interface – API) όπως για παράδειγμα το Google Maps API, το οποίο χρησιμοποιήθηκε επί το πλείστον στην παρούσα εργασία.

## 2.2 Java

Η Java<sup>36,37</sup> είναι μια σύγχρονη, ασφαλής, συμπαγής, ανεξάρτητη αρχιτεκτονικής αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού, η οποία σχεδιάστηκε από την εταιρία πληροφορικής Sun Microsystems. Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός ουσιαστικά λύνει προβλήματα, τα οποία παρουσιάζονται στον δομημένο προγραμματισμό, όπως για παράδειγμα:

- ✓ Ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η συντήρηση του κώδικα
- ✓ Η προσαρμογή σε νέες αλλαγές
- ✓ Η εκ των προτέρων πρόβλεψη των αναγκών μιας εφαρμογής



ΕΙΚΟΝΑ 3. ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΤΗΣ JAVA

Θεωρώντας ότι μία γλώσσα προγραμματισμού είναι αντικειμενοστραφής, νοείται ότι η τεχνική σχεδιασμού ενός προγράμματος συγκεντρώνεται σε αντικείμενα (Objects). Ένα αντικείμενο είναι ο συνδυασμός δεδομένων, διαδικασιών και λειτουργιών με βασική ιδιότητα την απόκρυψη του συνδυασμού αυτού. Το κάθε αντικείμενο αντιμετωπίζεται σαν ένα "μαύρο κουτί". Τα αντικείμενα δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, αλλά βρίσκονται σε σχέση αλληλεξάρτησης με τα υπόλοιπα. Υπάρχει η έννοια της κληρονομικότητας (Inheritance) μεταξύ των αντικειμένων, δηλαδή ένα αντικείμενο μπορεί να κληρονομήσει δεδομένα από άλλα αντικείμενα.

Η Java έχει μια μεγάλη βιβλιοθήκη από ρουτίνες για την επιτυχημένη συνεργασία με τα πρωτόκολλα HTTP και FTP. Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι δικτυακές συνδέσεις δημιουργούνται ευκολότερα σε σύγκριση με την C ή την C++. Τα προγράμματα σε Java μπορούν να έχουν πρόσβαση μέσω δικτύου σε αντικείμενα, με την ίδια άνεση που ένας χρήστης προσπελάζει ένα τοπικό σύστημα αρχείων.

Επιπλέον, η Java προορίζεται για την σύνταξη προγραμμάτων που θα είναι αξιόπιστα συνολικά. Δίνεται έμφαση στην συντακτική ορθότητα του κώδικα για πιθανά προβλήματα καθώς και στον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο για την εξάλειψη καταστάσεων που προκαλούν λάθη.

<sup>36</sup> <https://www.oracle.com/java/>

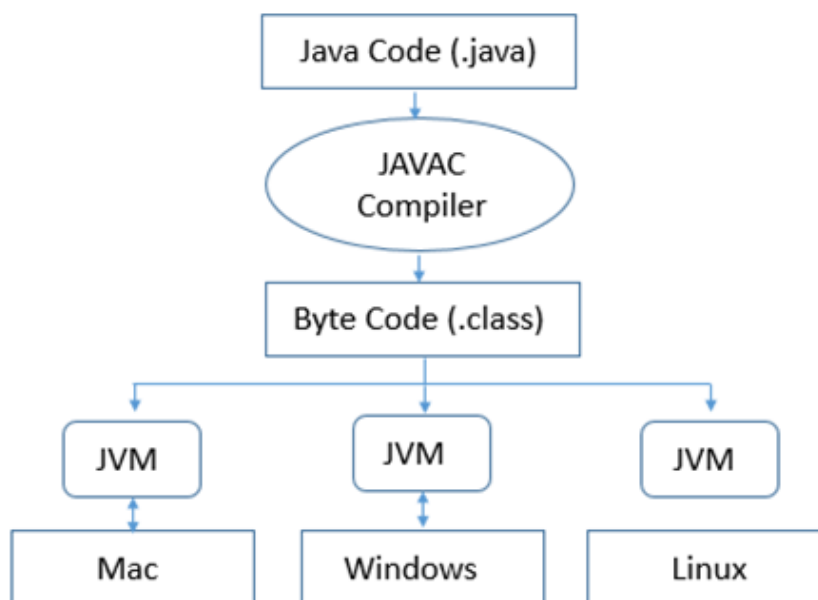
<sup>37</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Java\\_\(software\\_platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_(software_platform))

Η συγκεκριμένη γλώσσα προορίζεται για χρήση σε ανοικτά, δικτυωμένα περιβάλλοντα. Γι' αυτό το λόγο, ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην σχετική ασφάλεια που παρέχει η γλώσσα. Η Java επιτρέπει την κατασκευή προγραμμάτων ελεύθερων από ιούς και η τροποποίηση τους είναι αδύνατη, ενώ οι τεχνικές πιστοποίησης ταυτότητας βασίζονται στην ασύμμετρη κρυπτογραφία.

Υπάρχει μεγάλη σχέση μεταξύ του τρόπου διαχείρισης της μνήμης και της παρεχόμενης ασφάλειας. Αλλαγές στην σημασιολογία των δεικτών της μνήμης κάνουν αδύνατη την μη έγκυρη πρόσβαση στα δεδομένα της μνήμης ή της πρόσβασης των δεδομένων των αντικειμένων. Με αυτόν τον τρόπο καταπολεμούνται οι περισσότεροι ιοί.

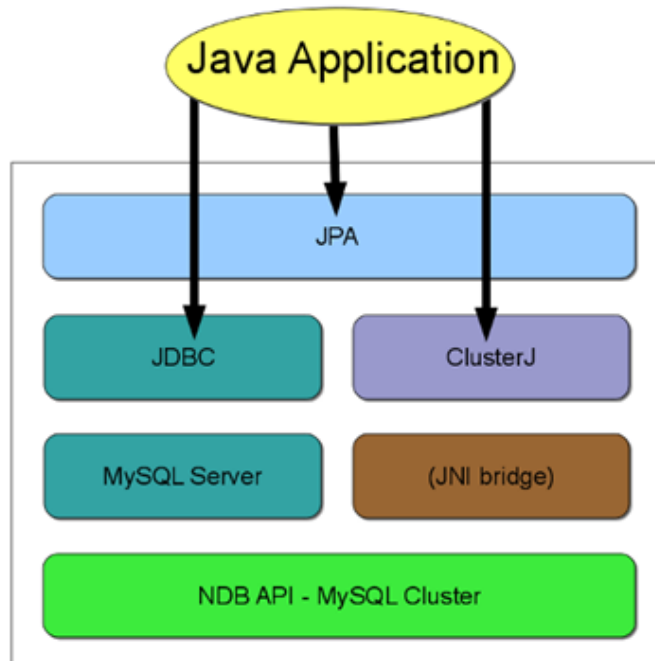
Ο κύριος πυρήνας της πλατφόρμας της γλώσσας είναι η Java Virtual Machine (JVM) και το Java Application Programming Interface (Java API).

- ✓ **Java Virtual Machine (JVM):** Η Java παρέχει την δυνατότητα "write once, run everywhere" μέσω της JVM. Η JVM εφαρμόζεται πάνω από το λειτουργικό σύστημα της μηχανής και τα προγράμματα σε Java τρέχουν πάνω από την virtual machine. Σκοπός της είναι η απομόνωση του προγράμματος από τις διαφορές μεταξύ των υποκείμενων λειτουργικών συστημάτων και επεξεργαστών CPUs. Η JVM ήταν αρχικά διαθέσιμη σε Web browsers, ενώ αυτήν την στιγμή υπάρχουν εκδόσεις για τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα.



ΕΙΚΟΝΑ 4. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ JVM

- ✓ **Java API:** Είναι μια συλλογή από έτοιμα λογισμικά εργαλεία που προσφέρουν πολλές χρήσιμες δυνατότητες (π.χ. Graphical User Interface – GUI). Το Java API είναι ομαδοποιημένο σε βιβλιοθήκες συσχετιζόμενων εργαλείων.



ΕΙΚΟΝΑ 5. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ JAVA API

Οι γλώσσες αντικειμενοστραφή προγραμματισμού είναι γλώσσες υψηλού επιπέδου, αφαιρετικές, αποτελεσματικές, γρήγορες και χρησιμοποιούνται για την δημιουργία μεγάλων και σημαντικών εφαρμογών. Οι αντικειμενοστραφής ευκολίες της Java είναι ίδιες με αυτές της C++, με επεκτάσεις από την Objective C.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της Java έναντι των περισσότερων άλλων γλωσσών είναι η ανεξαρτησία του λειτουργικού συστήματος και πλατφόρμας. Τα προγράμματα που είναι γραμμένα σε Java τρέχουν ακριβώς το ίδιο σε Windows, Linux, Unix και Macintosh χωρίς να χρειαστεί να ξαναγίνει μεταγλώττιση (compiling) ή να αλλάξει ο πηγαίος κώδικας για κάθε διαφορετικό λειτουργικό σύστημα. Η Java είναι cross platform γλώσσα που τρέχει / μεταφράζεται σε αντίστοιχη εικονική μηχανή (Java Virtual Machine – JVM) που αναφέρθηκε παραπάνω.

### 2.3 Web Server - Wildfly

Ως εξυπηρετητής αιτημάτων των χρηστών επιλέχθηκε ο WildFly Web Server<sup>38</sup>, ο οποίος συμπεριφέρεται άψογα στην απόδοση και τη μεταγλώττιση των υπηρεσιών (services) που τρέχουν στην JAVA και παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

<sup>38</sup> <http://wildfly.org/about/>

### ✓ Γρήγορη εκκίνηση

Στην εξαιρετικά βελτιστοποιημένη διαδικασία εκκίνησης του WildFly, οι υπηρεσίες ξεκινούν ταυτόχρονα για την εξάλειψη των περιττών περιπλανήσεων και την αξιοποίηση της ισχύος των επεξεργαστών πολλαπλών πυρήνων. Οι μη κρίσιμες υπηρεσίες διατηρούνται «στον πάγο» μέχρι την πρώτη χρήση. Ως αποτέλεσμα, το WildFly προσφέρει 10 φορές μείωση του χρόνου εκκίνησης σε σχέση με τις προηγούμενες εκδόσεις αντίστοιχων servers, όπως των Jetty και Tomcat.

### ✓ Βελτιστοποιημένη χρήση της μνήμης

Το WildFly υιοθετεί μια επιθετική προσέγγιση στη διαχείριση μνήμης. Οι βασικές υπηρεσίες χρόνου εκτέλεσης αναπτύχθηκαν για την ελαχιστοποίηση της κατανομής σωρών (heap allocation). Αυτές οι υπηρεσίες χρησιμοποιούν κοινά προσωρινά αποθηκευμένα μεταδεδομένα (metadata) σε παραμέτρους, γεγονός που μειώνει το σωρό και την χρήση της μνήμης. Η χρήση της αρθρωτής φόρτωσης κλάσης αποτρέπει τις διπλές κλάσεις και τη φόρτωση περισσότερο από τη διαμόρφωση του συστήματος. Αυτό όχι μόνο μειώνει τη βασική μνήμη, αλλά και συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση των παύσεων συλλογής σκουπιδιών (garbage collector).

### ✓ Έλεγχος / προσαρμογή χρόνου εκτέλεσης

Η αρχιτεκτονική του WildFly βασίζεται σε υποσυστήματα με δυνατότητα σύνδεσης, τα οποία μπορούν να προστεθούν ή να αφαιρεθούν ανάλογα με τις ανάγκες. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα να καταργηθούν ή να ενεργοποιηθούν λειτουργίες βάσει της αναγκαιότητάς τους, παρέχοντας το πλεονέκτημα να μειωθεί ο συνολικός χώρος του δίσκου και το απαιτούμενο από το διακομιστή κόστος μνήμης. Τα παραπάνω ελέγχονται από παραμετροποίηση, η οποία είναι συνδεδεμένη με το γενικότερο μπλοκ υποσυστήματος.



ΕΙΚΟΝΑ 6. ΛΟΓΟΤΥΠΟ WEB SERVER – WILDFLY

## 2.4 Rest API

Οι Representational State Transfer (REST)<sup>39</sup> διαδικτυακές εφαρμογές παρέχουν διαλειτουργικότητα μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων και εφαρμογών στο διαδίκτυο. Οι υπηρεσίες που προσανατολίζονται με αυτό το πρωτόκολλο, μπορούν να έχουν πρόσβαση και να διαχειρίζονται διαδικτυακούς πόρους και δεδομένα σε μορφή κειμένου κάνοντας χρήση ενός ομοιόμορφου, κοινού και προκαθορισμένου συνόλου από ατομικές λειτουργίες.



ΕΙΚΟΝΑ 7. ΔΙΕΠΑΦΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ (APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE – API)

Οι διαδικτυακοί πόροι, αρχικά, είχαν οριστεί στον Παγκόσμιο Ιστό ως έγγραφα και αρχεία τα οποία ορίζονταν από μία διεύθυνση URL. Σήμερα, όμως, έχουν μία πιο αφηρημένη μορφή συμπεριλαμβάνοντας οποιαδήποτε οντότητα μπορεί να αναγνωριστεί, ονομαστεί ή χειριστεί στο διαδίκτυο. Σε μία REST υπηρεσία, τα αιτήματα που γίνονται στο αναγνωριστικό ενός πόρου, μπορούν να λάβουν απόκριση της μορφής XML, HTML ή JSON. Η απάντηση μπορεί να επιβεβαιώσει ότι έχει γίνει κάποια αλλαγή στον αποθηκευμένο πόρο, παρέχοντας έτσι συνδέσμους υπερκειμένου με άλλους συναφείς πόρους. Η μετάδοση τις περισσότερες φορές γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου HTTP, και περιλαμβάνονται οι προκαθορισμένες λειτουργίες του όπως, GET, PUT, POST, DELETE, PATCH.

Οι περιορισμοί της αρχιτεκτονικής του REST επηρεάζουν κάποιες βασικές αρχιτεκτονικές ιδιότητες:

- ✓ **Απόδοση**, δηλαδή την αλληλεπίδραση των στοιχείων, η οποία είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για την αποδοτικότητα του δικτύου.
- ✓ **Κλιμακωσιμότητα** για να υποστηρίξει ένα μεγάλο αριθμό στοιχείων και την αλληλεπίδραση μεταξύ των στοιχείων.
- ✓ **Απλότητα** μιας ομοιόμορφης διεπαφής.
- ✓ **Ορατή επικοινωνία** μεταξύ των στοιχείων.

<sup>39</sup> <https://searchmicroservices.techtarget.com/definition/REST-representational-state-transfer>

- ✓ **Φορητότητα των στοιχείων** μεταφέροντας κώδικα προγράμματος μαζί με τα δεδομένα.
- ✓ **Αξιοπιστία** καθώς παρέχεται ανοχή σε σφάλματα σε συστημικό επίπεδο παρά τα όποια σφάλματα σε στοιχεία, συνδέσμους ή δεδομένα.

Για να οριστεί ένα σύστημα ως RESTful και το σύστημα να κερδίσει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν πρέπει να τηρούνται κάποιοι περιορισμοί. Αρχικά, πρέπει να τηρείται η **αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή**, έτσι ώστε να διαχωρίζονται οι ευθύνες του καθενός. Η **ατομικότητα των λειτουργιών** είναι ένας απαραίτητος περιορισμός. Το αίτημα από κάθε πελάτη πρέπει να περιέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την εξυπηρέτηση του αιτήματος και η κατάσταση της περιόδου να διατηρείται στον πελάτη. Τέλος, το σύστημα θα πρέπει να είναι **δομημένο σε στρώματα**, να διατηρεί ένα **ομοιόμορφο σύστημα διεπαφής** και να έχει τη **δυνατότητα αποθήκευσης** των απαντήσεων σε κρυφές μνήμες για να αποφεύγεται η χρήση ξεπερασμένων ή ακατάλληλων δεδομένων σε απαντήσεις περαιτέρω αιτημάτων.

## 2.5 Google Maps API

Το Google Maps API<sup>40</sup> είναι μια υπηρεσία χαρτογράφησης ιστού που αναπτύχθηκε από την Google. Η πλατφόρμα προσφέρει δορυφορικές εικόνες, χάρτες δρόμων, πανοραμική θέα σε δρόμους (Street View), συνθήκες κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο (Google Traffic) και προγραμματισμό διαδρομών.



ΕΙΚΟΝΑ 8. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΕΣΩ GOOGLE MAPS

Χρησιμοποιώντας το API των χαρτών της Google, είναι δυνατή η ενσωμάτωση τους σε έναν εξωτερικό ιστότοπο ή μιας εφαρμογής, όπως στην περίπτωση της παρούσας εργασίας, από τον οποίο μπορούν να επικαλυφθούν τα συγκεκριμένα δεδομένα για το συγκεκριμένο ιστότοπο.

<sup>40</sup> <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/tutorial>



Τα βασικά στοιχεία που μελετούν οι χάρτες από το API της Google αφορούν τρεις βασικές κατηγορίες:

- ✓ την απεικόνιση χαρτών
- ✓ την εύρεση διαδρομών μεταξύ σημείων και
- ✓ την αποθήκευση δεδομένων για συγκεκριμένα μέρη ενδιαφέροντος

Κάνοντας χρήση των λειτουργιών που παρέχονται για τις δυο πρώτες κατηγορίες μπορεί να δημιουργηθεί το εργαλείο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αξίζει να σημειωθούν οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν από την συγκεκριμένη πλατφόρμα. Στο σημείο αυτό υπενθυμίζεται ότι η Angular συνέβαλε στην υλοποίηση που σχετίζεται με τη χρήση χαρτών βασιζόμενη στην βιβλιοθήκη της, η οποία ενσωματώνει ήδη πολλές από τις μεθόδους που παρέχει το API της Google. Εκτός από τις βασικές διαδικασίες φόρτωσης χαρτών χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι που αφορούν σημεία (Markers) για την απεικόνιση των στιγμάτων γεωεντοπισμού από τις μονάδες μεταφοράς, η χρήση της μεθόδου οδηγιών (Directions) για την εύρεση των διαδρομών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξυπηρέτηση του σημείου ενδιαφέροντος. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος απόστασης (Distance Matrix), η οποία από τις διαθέσιμες διαδρομές επιστρέφει τη βέλτιστη βάση των κριτηρίων που έχουν τεθεί, όπως χρόνου ή απόστασης.

Όπως γίνεται αντιληπτό, η συγκεκριμένη πλατφόρμα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διπλωματικής εργασίας και του εργαλείου που αναπτύσσεται μέσα από αυτή, αφού οι βέλτιστες διαδρομές που θα επιλεγθούν για να εξυπηρετήσουν ένα σημείο ενδιαφέροντος θα απεικονιστούν με την χρήση χαρτών.

Επιπλέον, κάνοντας χρήση της παραπάνω πλατφόρμας υποστηρίζεται η δυνατότητα χρήσης όλων εκείνων των κριτηρίων για την επιλογή μιας διαδρομής (χρήση εθνικών οδών, αποφυγή πορθμίων και διοδίων), αλλά παρέχεται και μία πιο ρεαλιστική εικόνα σχετικά με τον χρόνο άφιξης στο σημείο εξυπηρέτησης αφού έχουν φορτωθεί δεδομένα κίνησης και συμβάντων για την διαδρομή που επιλέχθηκε.

## 2.5 HTTP Request – JSON Response

Το πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου (HTTP) <sup>41</sup>, <sup>42</sup> είναι ένα πρωτόκολλο εφαρμογών για κατανεμημένα, συνεργατικά επικοινωνιακά συστήματα. Το HTTP είναι η θεμελιώδης δομή για επικοινωνία δεδομένων στον Παγκόσμιο Ιστό. Τα υπερκείμενα είναι δομημένα κείμενα που χρησιμοποιούν λογικούς συνδέσμους

---

<sup>41</sup> <https://www.json.org/JSONRequest.html>

<sup>42</sup> <https://medium.freecodecamp.org/here-is-the-most-popular-ways-to-make-an-http-request-in-javascript-954ce8c95aaa>

μεταξύ κόμβων που περιέχουν κείμενο. Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή και μεταφορά υπερκειμένου. Λειτουργεί ως ένα πρωτόκολλο αιτημάτων-απαντήσεων στο υπολογιστικό μοντέλο του πελάτη-εξυπηρετητή και οι πόροι του δεικτοδοτούνται και βρίσκονται στο δίκτυο από τον ενιαίο εντοπιστή πόρων (Uniform Resource Locator-URL), χρησιμοποιώντας την απεικόνιση του Ενιαίου Αναγνωριστικού Πόρων (Uniform Resource Identifier-URI) http και https. Για τον καθορισμό της επιθυμητής πράξης που θα πραγματοποιηθεί σε έναν πόρο το πρωτόκολλο αυτό ορίζει κάποιες συγκεκριμένες μεθόδους. Ορίζονται οχτώ βασικές μέθοδοι από τις προδιαγραφές του HTTP/1.1, ενώ δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των μεθόδων που μπορούν να οριστούν για μελλοντική χρήση χωρίς βλάβη της υπάρχουσας υποδομής. Οι οχτώ βασικές μέθοδοι είναι:

- ✓ **GET:** Η μέθοδος αυτή ζητάει την απεικόνιση ενός συγκεκριμένου πόρου. Τα αιτήματα που χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο πρέπει μόνο να ανακτούν τα δεδομένα χωρίς κάποια άλλη επίδραση.
- ✓ **HEAD:** Η μέθοδος αυτή ζητά για μια απάντηση παρόμοια με το GET, αλλά χωρίς το σώμα της απάντησης. Είναι χρήσιμη για την ανάκτηση πληροφοριών που είναι γραμμένες στην επικεφαλίδα των απαντήσεων, χωρίς την μεταφορά ολόκληρου του περιεχομένου.
- ✓ **POST:** Η μέθοδος αυτή ζητά από τον εξυπηρετητή να δεχθεί την οντότητα που εσωκλείεται στο αίτημα ως δευτερεύουσα πληροφορία του διαδικτυακού πόρου που ορίζεται από το URI.
- ✓ **PUT:** Η μέθοδος αυτή ζητά την αποθήκευση της εσωκλειόμενης οντότητας στο παρεχόμενο URI. Αν το URI αναφέρεται σε έναν υπάρχον πόρο, αυτός ο πόρος μεταβάλλεται, ενώ αν το URI δεν αναφέρεται σε κάποιο πόρο τότε ο εξυπηρετητής δημιουργεί αυτό τον πόρο με το συγκεκριμένο URI.
- ✓ **DELETE:** Η μέθοδος αυτή διαγράφει τον συγκεκριμένο πόρο.
- ✓ **TRACE:** Με τη μέθοδο αυτή ένας πελάτης μπορεί να δει τις αλλαγές ή τις προσθήκες που έχουν γίνει από ενδιάμεσους εξυπηρετητές.
- ✓ **OPTIONS:** Η μέθοδος αυτή επιστρέφει τις μεθόδους HTTP που υποστηρίζονται από τη συγκεκριμένη URL. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της λειτουργικότητας ενός εξυπηρετητή ζητώντας "\*" αντί για συγκεκριμένο πόρο.
- ✓ **CONNECT:** Η μέθοδος αυτή μετατρέπει την ζητούμενη σύνδεση σε ένα διαφανές κανάλι TCP/IP, που συνήθως χρησιμοποιείται για την δημιουργία μιας κρυπτογραφημένης SSL επικοινωνίας μέσω ενός μη κρυπτογραφημένου HTTP proxy.
- ✓ **PATCH:** Η μέθοδος αυτή θέτει συγκεκριμένες και τμηματικές τροποποιήσεις σε έναν συγκεκριμένο πόρο.

Κάποιες από τις μεθόδους αυτές (GET, TRACE, HEAD, OPTIONS) ορίζονται, κατά σύμβαση, ως ασφαλείς το οποίο σημαίνει ότι έχουν σκοπό μόνο την ανάκτηση πληροφοριών και δεν πρέπει να επηρεάζουν την κατάσταση του εξυπηρετητή. Αντίθετα, οι υπόλοιπες μέθοδοι όπως οι PUT, POST, PATCH, έχουν ως σκοπό να μεταβάλλουν κάποιους πόρους έχοντας παρενέργειες, είτε στην πλευρά του

εξυπηρετητή, είτε εξωτερικές, όπως π.χ. στην μετάδοση ενός email. Παρόλα αυτά, ο χειρισμός των μεθόδων που περιγράφονται ως ασφαλείς δεν επιδέχεται περιορισμό με αποτέλεσμα ο απρόσεκτος ή ο εσκεμμένα κακός προγραμματισμός να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στην κατάσταση του εξυπηρετητή.

Άντιστοιχα, όλα τα request τα οποία πραγματοποιούνται προς στον server θα πρέπει να επιστρέφουν κάποιες απαντήσεις (responses). Το πρωτόκολλο που επιλέχθηκε για την υλοποίηση των responses είναι το JSON Format. Παρακάτω αναλύονται η χρησιμότητα και η δομή του JSON.

Η μορφή αρχείων JavaScript Object Notation (JSON) είναι ένα πρότυπο ανοιχτού κώδικα που χρησιμοποιεί κείμενο κατανοητό από ανθρώπους για την αποστολή δεδομένων σε ζευγάρια στοιχείων - πληροφορίας (attribute - value) και σε μορφή πινάκων δεδομένων. Είναι μία πολύ κοινή μορφή αρχείων που χρησιμοποιείται κυρίως για την ασύγχρονη επικοινωνία μεταξύ φυλλομετρητών (browsers) και εξυπηρετητών, αντικαθιστώντας τον προκάτοχο του, το XML.

Η μορφή αρχείων JSON είναι ανεξάρτητη της γλώσσας προγραμματισμού, παρότι αρχικά ξεκίνησε από τη γλώσσα JavaScript. Πλέον, οι περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού περιέχουν κώδικα για την παραγωγή και συντακτική ανάλυση δεδομένων σε μορφή JSON. Τα αρχεία αυτής της μορφής χρησιμοποιούν την επέκταση ".json". Οι βασικές μορφές δεδομένων που υποστηρίζονται από αυτό το πρότυπο αυτού είναι:

- ✓ **Number:** Προσημασμένος δεκαδικός αριθμός που μπορεί να περιέχει δεκαδικό μέρος και να χρησιμοποιεί εκθετικό e μορφής, αλλά δεν μπορεί να περιέχει μη αριθμητικά δεδομένα, όπως το NaN. Δεν υπάρχει διάκριση ανάμεσα σε ακεραίους και σε μονάδες κινητής υποδιαστολής.
- ✓ **String:** Ακολουθία από μηδέν ή περισσότερους χαρακτήρες μορφής Unicode. Τα string διαχωρίζονται από διπλά εισαγωγικά.
- ✓ **Boolean:** Μπορεί να πάρει τιμή μια εκ των TRUE ή FALSE
- ✓ **Array:** Μια διατεταγμένη λίστα με τιμές που μπορεί να ανήκουν σε οποιαδήποτε μορφή. Οι πίνακες συμβολίζονται με αγκύλες και τα στοιχεία τους διαχωρίζονται με κόμμα.
- ✓ **Object:** Μια μη διατεταγμένη συλλογή από ζεύγη κλειδιών - τιμών που τα κλειδιά είναι της μορφής string. Τα αντικείμενα αυτά έχουν ως σκοπό να αναπαριστούν σχεσιακούς πίνακες και το κάθε κλειδί θα πρέπει να είναι μοναδικό. Τα αντικείμενα συμβολίζονται με αγκιστροειδείς αγκύλες, χρησιμοποιούν κόμμα για διαχωρισμό των ζευγών και τα κλειδιά διαχωρίζονται από τις τιμές με άνω-κάτω τελεία.
- ✓ **Null:** Μία κενή τιμή που ορίζεται με τη χρήση της λέξης null.

## 2.6 MySQL DATABASE

Η MySQL<sup>43, 44</sup> είναι μια γλώσσα προγραμματισμού για συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (ΣΔΒΔ - DBMS). Για να έχουν κάποιες κοινές αναφορές για τα ΣΔΒΔ, έχει αναπτυχθεί η γλώσσα προγραμματισμού SQL (δομημένη γλώσσα ερωτημάτων). Η SQL επιτρέπει την πρόσβαση των δομημένων δεδομένων που περιέχονται στα ΣΔΒΔ μέσω ενός συστήματος εντολών. Κάθε DBMS βασικά δέχεται και εκτελεί μια εντολή SQL για τη διαχείριση των δεδομένων της. Η MySQL είναι μια διανομή (έκδοση) της γλώσσας SQL και ένα MySQL DBMS είναι ένα σύστημα που λαμβάνει τις εντολές MySQL.



ΕΙΚΟΝΑ 9. ΛΟΓΟΤΥΠΟ MYSQL

Η MySQL είναι ένα ελεύθερο λογισμικό το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για μεμονωμένους ή επαγγελματικούς λόγους. Παρόμοια με την MySQL, υπάρχουν και άλλα δωρεάν ή επί πληρωμή συστήματα. Μερικά από τα πιο δημοφιλή DBMSs είναι τα Microsoft SQL Server, Oracle SQL server, DB2, κλπ.

Κατά την εξέλιξη της τεχνολογίας DBMS, έχουν προκύψει πολλές παραλλαγές DBMS, ανάλογα με τον τύπο των αποθηκευμένων δεδομένων. Οι οργανωμένες δομές δεδομένων που έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα, αποθηκεύουν σύνολα δεδομένων (πλειάδες). Δεδομένου ότι η λογική πίσω από τη διαχείριση αυτών των δεδομένων είναι η αλληλεξάρτηση των δεδομένων, αυτές οι βάσεις ονομάζονται σχεσιακές βάσεις δεδομένων και τα συστήματά τους Σχεσιακά συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (RDBMS). Άλλοι τύποι ΣΔΒΔ είναι το HDBMS (ιεραρχικό DBMS) όπου τα δεδομένα αποθηκεύονται ως δέντρο ή γράφημα, οπότε η ίδια η δομή βάσης συνεπάγεται τη συσχέτιση των δεδομένων.

Μία βάση δεδομένων στην MySQL είναι ένας χώρος που έχει διαμορφωθεί κατάλληλα για να αποθηκεύουμε τα δεδομένα ενός ιστότοπου και εδώ συγκεκριμένα της εφαρμογή που αναπτύσσεται μέσω της διπλωματικής εργασίας.

---

<sup>43</sup> <https://www.mysql.com/>

<sup>44</sup> <https://www.oracle.com/technetwork/database/mysql/index.html>

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια πλεονεκτήματα για την επιλογή της MySQL έναντι άλλων ΣΔΒΔ:

✓ **Ασφάλεια δεδομένων**

Η MySQL είναι παγκοσμίως γνωστή ως το πιο ασφαλές και αξιόπιστο σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιείται σε δημοφιλείς εφαρμογές ιστού, όπως το WordPress, το Drupal, το Joomla, το Facebook και το Twitter. Η ασφάλεια δεδομένων και η υποστήριξη για την επεξεργασία συναλλαγών που συνοδεύουν την πρόσφατη έκδοση της MySQL, μπορεί να ωφελήσει σημαντικά κάθε επιχείρηση, ειδικά αν πρόκειται για επιχείρηση ηλεκτρονικού εμπορίου.

✓ **Επεκτασιμότητα κατά ζήτηση**

Η MySQL προσφέρει απaráμιλλη δυνατότητα κλιμάκωσης για τη διευκόλυνση της διαχείρισης ενσωματωμένων εφαρμογών με μικρότερο αποτύπωμα ακόμη και σε τεράστιες εφαρμογές που διαχειρίζονται terabyte δεδομένων. Η ευελιξία κατά παραγγελία είναι η λειτουργία Star της MySQL. Αυτή η λύση ανοιχτού κώδικα επιτρέπει την πλήρη προσαρμογή στις εφαρμογές με μοναδικές απαιτήσεις διακομιστή βάσης δεδομένων.

✓ **Υψηλή απόδοση**

Η MySQL διαθέτει ένα ξεχωριστό πλαίσιο μηχανών αποθήκευσης που διευκολύνει τους διαχειριστές συστημάτων να διαμορφώσουν το διακομιστή βάσης δεδομένων MySQL για άψογη απόδοση. Είτε πρόκειται για έναν απλό ιστότοπο που λαμβάνει ένα εκατομμύριο ερωτήματα κάθε μέρα, είτε για ένα σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών υψηλής ταχύτητας, η MySQL σχεδιάστηκε για να ικανοποιεί ακόμη και τις πιο απαιτητικές εφαρμογές, εξασφαλίζοντας παράλληλα τη βέλτιστη ταχύτητα, ευρετήρια πλήρους κειμένου και μοναδικές κρυφές μνήμες για βελτιωμένη απόδοση.

✓ **Συνολική Συναλλακτική Υποστήριξη**

Η MySQL ξεπερνά τον κατάλογο των ισχυρών μηχανών βάσεων δεδομένων συναλλαγών που διατίθενται στην αγορά. Με χαρακτηριστικά όπως πλήρης ατομική σταθερή απομονωμένη ανθεκτική υποστήριξη συναλλαγών, υποστήριξη συναλλαγών πολλαπλών εκδόσεων και απεριόριστο κλείδωμα σε επίπεδο γραμμής, αποτελεί λύση για πλήρη

ακεραιότητα δεδομένων. Εξασφαλίζει την άμεση αναγνώριση αδιεξόδου (deadlocks) μέσω της περιφερειακής ακεραιότητας που επιβάλλεται από το διακομιστή.

✓ **Ολοκλήρωση ελέγχου ροής εργασίας**

Με τη μέση διάρκεια λήψης και εγκατάστασης μικρότερης από 30 λεπτά, η MySQL σημαίνει ευχρηστία από την εγκατάσταση. Ανεξάρτητα της πλατφόρμας λογισμικού, όπως Linux, Microsoft, Macintosh ή UNIX, η MySQL είναι μια ολοκληρωμένη λύση με χαρακτηριστικά αυτοδιαχείρισης που αυτοματοποιούν τα πάντα, από την επέκταση του χώρου και τη διαμόρφωση μέχρι το σχεδιασμό δεδομένων και τη διαχείριση της βάσης δεδομένων.

✓ **Μειωμένο Συνολικό Κόστος Ιδιοκτησίας**

Χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες εφαρμογές βάσης δεδομένων στη MySQL, οι οργανισμοί απολαμβάνουν σημαντική εξοικονόμηση κόστους για νέα έργα. Η αξιοπιστία και η ευκολία διαχείρισης που συνοδεύουν την MySQL μειώνουν τον χρόνο αντιμετώπισης προβλημάτων, ο οποίος συνήθως αναλλώνεται στον καθορισμό των προβλημάτων διακοπής και των προβλημάτων απόδοσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ / ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 3.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναλύθηκαν όλες οι διαφορετικές τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Στο παρόν κεφάλαιο αφού γίνει μια περιγραφή για την αρχιτεκτονική του συστήματος και το πως αλληλεπιδρούν οι διάφορες τεχνολογίες, θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα ο τρόπος που λειτουργεί η εφαρμογή στα διάφορα μέρη που την απαρτίζουν.

Η κεντρική πλατφόρμα για την εξυπηρέτηση των αιτημάτων των χρηστών αποτελείται από τα services, τα οποία έχουν γραφεί σε Java και ενσωματώνονται στον Server του Wildfly. Τα services αυτά συνδεόνται μέσω του ενοποιημένου εργαλείου της Java το Hibernate για την σύνδεση των αντικειμένων που τρέχουν στα services με τους αντίστοιχους πίνακες που υπάρχουν στην βάση δεδομένων της MySQL.

Τα κύρια services τα οποία εξυπηρετούν τις ανάγκες της εφαρμογής αναφέρονται παρακάτω:

#### 1. Login

Το συγκεκριμένο service είναι υπεύθυνο για την πιστοποίηση του χρήστη κατά την είσοδό του στην εφαρμογή. Πρακτικά κατά την διαδικασία εισόδου του χρήστη στην εφαρμογή το συγκεκριμένο service, ανάλογα με το username που πληκτρολογήθηκε, πραγματοποιεί έναν έλεγχο υπαρκτότητας του εν λόγω username, ενώ ταυτόχρονα ελέγχει την ορθότητα του password. Ενδεικτικό κομμάτι κώδικα από το συγκεκριμένο service παρατίθεται στην Εικόνα 10.

```

JSONObject resp = new JSONObject();

if(data.has("username") && data.has("password") && (data.get("username").toString()!=null) ) {

    String username =data.get("username").toString();

    HiberCriteria hiberCriteria = new HiberCriteria();

    List <Users> users = UsersDao.findByUniqueFacebookID(username);

    if (users.isEmpty()) {
        resp.put("response", "no user found or multiple users with same credentials");
    }
    else {
        resp.put("userID", users.get(0).getId());
        resp.put("password", users.get(0).getPassword());
        resp.put("response", "ok");
        System.out.println(" response_id: " + users.get(0).getId());
        System.out.println(" response_password: " + users.get(0).getPassword());
    }
}

utx.commit();
response.setCharacterEncoding("UTF-8");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Origin", "http://localhost:4200");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Origin", "http://localhost:*");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Credentials", "true");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Methods", "GET, POST, DELETE, PUT, OPTIONS, HEAD");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Headers", "Content-Type, Accept, X-Requested-With");
response.getOutputStream().write(resp.toString().getBytes());
}
catch (Exception ex)
{
    ex.printStackTrace();
}
}

```

**ΕΙΚΟΝΑ 10. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΗ**

## 2. Route

Το Route service είναι υπεύθυνο για να επιστρέφει τα δεδομένα από τις διαθέσιμες διαδρομές από την βάση δεδομένων στη σελίδα του χρήστη έτσι ώστε να απεικονιστούν. Το Route service έχει πολλές εφαρμογές σε διάφορες σελίδες της εφαρμογής, όπως στη λίστα με όλες τις διαθέσιμες διαδρομές, στην απεικόνιση της διαδρομής στον χάρτη, αλλά και στην διαδικασία εύρεσης βέλτιστης διαδρομής εξυπηρέτησης σημείου. Παρακάτω φαίνεται ο κώδικας που εκτελεί το Route Service.



```

String jsonStr = jb.toString();

JSONObject data = new JSONObject(jsonStr);
JSONObject resp = new JSONObject();
JSONArray dataArray = new JSONArray();

if(data.has("route")) {

    int route = Integer.parseInt(data.get("route").toString());
    System.out.println("Route: " + route);

    HibernateCriteria hiberCriteria = new HibernateCriteria();
    List <RouteDto> routes = RouteDao.findByRouteTracking(route);

    if (routes.isEmpty()) {
        resp.put("response", "no routes found for this Route_id");
    }
    else {

        for (int i = routes.size() - 1 ; i >= 0 ; i--) {

            JSONObject eachData = new JSONObject();
            try {
                eachData.put("trndate", routes.get(i).getTrndate());
                eachData.put("storage", routes.get(i).getStorage());
                eachData.put("truck", routes.get(i).getTruck());
                eachData.put("latitude", routes.get(i).getLatitude());
                eachData.put("longtitude", routes.get(i).getLongitude());
                eachData.put("State", routes.get(i).getState());
                System.out.println("route: " + routes.get(i).getLatitude());

            } catch (JSONException e) {
                e.printStackTrace();
            }
            dataArray.put(eachData);

        }

        resp.put("data", dataArray);
        resp.put("route", routes.get(0).getRouteTracking());
        resp.put("response", "true");
    }
}

```

ΕΙΚΟΝΑ 11. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΕΥΡΕΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

### 3. Storage

Το Storage service είναι αυτό που παρέχει στην εφαρμογή όλες τις διαθέσιμες μονάδες φορτίου που διακινούνται για την επιλογή τους σε δυνητικό δρομολόγιο.

```

HiberCriteria hiberCriteria = new HiberCriteria();
List<StorageDto> storages = StorageDao.findStorage();

// System.out.println(storages.get(0).getStorage());

for (int i = storages.size() - 1 ; i >= 0 ; i--) {

    JSONObject eachData = new JSONObject();
    try {
        eachData.put("storage",storages.get(i).getStorage());
        eachData.put("name", storages.get(i).getName());
        eachData.put("weight",storages.get(i).getWeight());
        eachData.put("volume",storages.get(i).getVolume());
        System.out.println("storage: " + storages.get(i).getStorage() + " weight: " + storages.get(i).getWeight() + " volume: " + storages.get

    } catch (JSONException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    JSONArray.put(eachData);

}

resp.put("data",JSONArray);

resp.put("response","true");
resp.put("type","Storages");

utx.commit();
response.setCharacterEncoding("UTF-8");
response.setHeader("Access-Control-Allow-Origin", "");
response.setHeader("Access-Control-Allow-Credentials", "true");
response.setHeader("Access-Control-Allow-Methods", "GET, POST, DELETE, PUT, OPTIONS, HEAD");
response.setHeader("Access-Control-Allow-Headers", "Content-Type, Accept, X-Requested-With");
response.getOutputStream().write(resp.toString().getBytes());

}
catch (Exception ex)
{
    ex.printStackTrace();
}
}

```

**ΕΙΚΟΝΑ 12. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ**

#### 4. Truck

Το Truck service όπως και το route service παρέχει στην εφαρμογή τις αντίστοιχες μονάδες μεταφοράς που επιλέχθηκαν από τον χρήστη για δρομολόγηση.

```

List <TruckDto> trucks = TruckDao.findALLTrucks();

// System.out.println(trucks.get(0).getTruck());

    for (int i = trucks.size() - 1 ; i >= 0 ; i--) {

        JSONObject eachData = new JSONObject();
        try {
            eachData.put("truck",trucks.get(i).getTruck());
            eachData.put("name",trucks.get(i).getName());
            eachData.put("varchar01",trucks.get(i).getVarchar01());
            eachData.put("varchar02",trucks.get(i).getVarchar02());
            eachData.put("Weight",trucks.get(i).getWeight());
            eachData.put("Volume",trucks.get(i).getVolume());
            //System.out.println("Product: " + trucks.get(i).getTruck());
            System.out.println(" Truck_id: " + trucks.get(i).getTruck());
            System.out.println(" Truck Volume: " + trucks.get(i).getVolume());
            System.out.println(" Truck Weight: " + trucks.get(i).getWeight());

        } catch (JSONException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        JSONArray.put(eachData);

    }

    resp.put("data",JSONArray);

    resp.put("response","true");
    resp.put("type","Trucks");

}

utx.commit();
response.setCharacterEncoding("UTF-8");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Credentials", "true");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Methods", "GET, POST, DELETE, PUT, OPTIONS, HEAD");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Headers", "Content-Type, Accept, X-Requested-With");
response.getOutputStream().write(resp.toString().getBytes());
}
catch (Exception ex)
{
    ex.printStackTrace();
}
}

```

ΕΙΚΟΝΑ 13. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

## 5. InsertRoute

Το συγκεκριμένο service χρησιμοποιείται για την εισαγωγή των δεδομένων που επιλέχθηκαν όσον αφορά τις μονάδες μεταφοράς και φορτίου και τη δημιουργία του μοναδικού αριθμού διαδρομής εφόσον έχει πραγματοποιηθεί η διαδικασία ελέγχου για τα αντίστοιχα μεγέθη βάρους και όγκου.

Ουσιαστικά από προγραμματιστικής πλευράς, η InsertRoute χρησιμοποιεί τα object του Route που παρουσιάστηκαν παραπάνω χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις τύπου set έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι κατάλληλες εγγραφές στην βάση δεδομένων. Ενδεικτικό κομμάτι του κώδικα που χρησιμοποιείται αποτυπώνεται στην Εικόνα 14.

```

java.sql.Date date = new java.sql.Date(2018,6,3);
int truck = Integer.parseInt(data.get("truck").toString());
int routetracking = ((Integer) rows.get(0)) + 1 ;
double longitude = Double.parseDouble(data.get("longitude").toString());
double latitude = Double.parseDouble(data.get("latitude").toString());
JSONArray storages= (JSONArray) data.get("storages");
JSONObject innerObj = new JSONObject(storages.get(0).toString());
int InitStorage = Integer.parseInt(innerObj.get("storage").toString());

session.beginTransaction();
RouteDto route = new RouteDto();
route.setRoutetracking(routetracking);
route.setStorage(InitStorage);
route.setTruck(truck);
route.setTrndate(date);
route.setLatitude(latitude);
route.setLongitude(longitude);
route.setState("Current");
session.save(route);
session.getTransaction().commit();

// take the elements of the json array
for(int i=0; i<storages.length(); i++){
    session.beginTransaction();
    JSONObject innerObject = new JSONObject(storages.get(i).toString());
    TrackingLinesDto ins = new TrackingLinesDto();
    ins.setRoutetracking(routetracking);
    ins.setTruck(truck);
    ins.setStorage(Integer.parseInt(innerObject.get("storage").toString()));
    session.save(ins);
    session.getTransaction().commit();
}

}

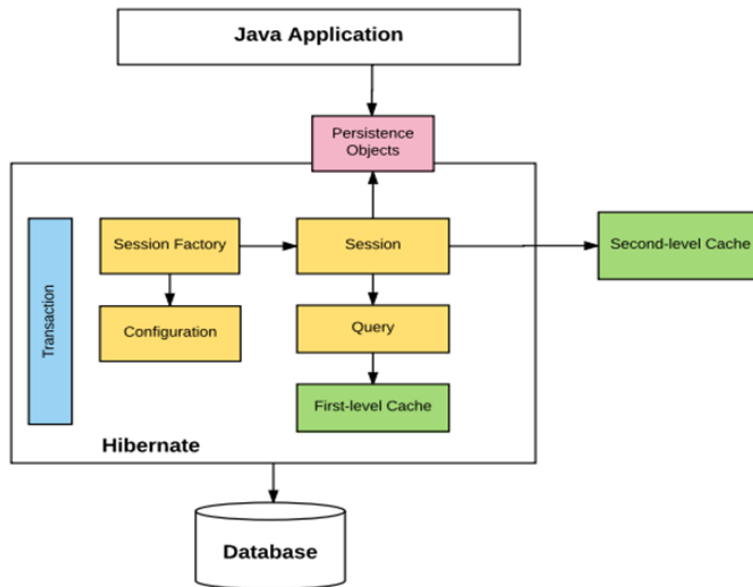
utx.commit();
response.setCharacterEncoding("UTF-8");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Credentials", "true");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Methods", "GET, POST, DELETE, PUT, OPTIONS, HEAD");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Headers", "Content-Type, Accept, X-Requested-With");
response.getOutputStream().write(resp.toString().getBytes());

}
catch (Exception ex)
{
    ex.printStackTrace();
}
}
}

```

**ΕΙΚΟΝΑ 14. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟΥ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Τέλος, στην Εικόνα 15 απεικονίζεται πολύ εύστοχα η σύνδεση των services με την βάση δεδομένων.



ΕΙΚΟΝΑ 15. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ SERVICES ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Κατ'αντιστοιχία με τα services που υπάρχουν στον server, παρακάτω παρουσιάζονται τα αντίστοιχα services από την πλευρά του χρήστη, δηλαδή στο framework της Angular:

## 1. Storage

Στην Εικόνα 16 πραγματοποιείται κλήση στο αντίστοιχο path του server, όπου εξυπηρετούνται οι κλήσεις για το αντίστοιχο Storage Service του server που αναλύθηκε παραπάνω και αφορά την απεικόνιση των δεδομένων σχετικά με τις διαθέσιμες μονάδες φορτίου.

```
public Responsedata: any;
public storages: Storage [];
private thenresponse: string;
public userid: any;

constructor(private http: HttpClient ) { this.Responsedata = [] }

Storage(): any {
  const headers = new HttpHeaders()
    .append( name: 'Content-type', value: 'application/x-www-form-urlencoded;charset=utf-8;');

  const url = 'http://localhost:8080/diplomatiki/Storage';

  this.http.post(url, body: {}, options: { headers : headers} )
    .subscribe(
      next: (Rdata: any) => {
        this.Responsedata = JSON.parse(JSON.stringify(Rdata));
        console.log(this.Responsedata);
        for (let i = 0; i < this.Responsedata.data.length; i++) {
          const storages = this.Responsedata.data[i];
        }
      }
    );
  return this.Responsedata;
}
```

ΕΙΚΟΝΑ 16. STORAGE SERVICE ΤΗΣ ANGULAR

## 2. Truck

Στην Εικόνα 17 παρατίθεται το service της Angular σχετικά με την απεικόνιση των διαθέσιμων μονάδων μεταφοράς με το αντίστοιχο κομμάτι κώδικα της εφαρμογής.

```
import ...

@Injectable()
export class TruckService {

  public Responsetdata: any;

  constructor(private http: HttpClient ) { this.Responsetdata = [] }

  Truck(): any {
    const headers = new HttpHeaders()
      .append( name: 'Content-type', value: 'application/x-www-form-urlencoded;charset=utf-8;');

    const url = 'http://localhost:8080/diplomatiki/Truck';

    this.http.post(url, body: {} , options: { headers : headers} )
      .subscribe(
        next: (Rdata: any) => {

          this.Responsetdata = JSON.parse(JSON.stringify(Rdata));
          console.log(this.Responsetdata);
          for (let i = 0; i < this.Responsetdata.data.length; i++) {
            const storages = this.Responsetdata.data[i];
          }
        }
      );
    return this.Responsetdata;
  }
}
```

ΕΙΚΟΝΑ 17. TRUCK SERVICE ΤΗΣ ANGULAR

### 3. Route

Κατά αντιστοιχία με το Route service που παρουσιάστηκε στα service του server, στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το route service που «τρέχει» από την Angular, ζητώντας από τον server τις διαθέσιμες διαδρομές έτσι ώστε να τις απεικονίσει στον χρήστη.

```

import {Storage } from '../models/Storage';

@Injectable()
export class RouteService {

  public Responsetdata: any;

  constructor(private http: HttpClient ) { this.Responsetdata = [] }

  Route(routetracking: number): any {
    const headers = new HttpHeaders()
      .append( name: 'Content-type', value: 'application/x-www-form-urlencoded;charset=utf-8');

    const url = 'http://localhost:8080/diplomatiki/Route';

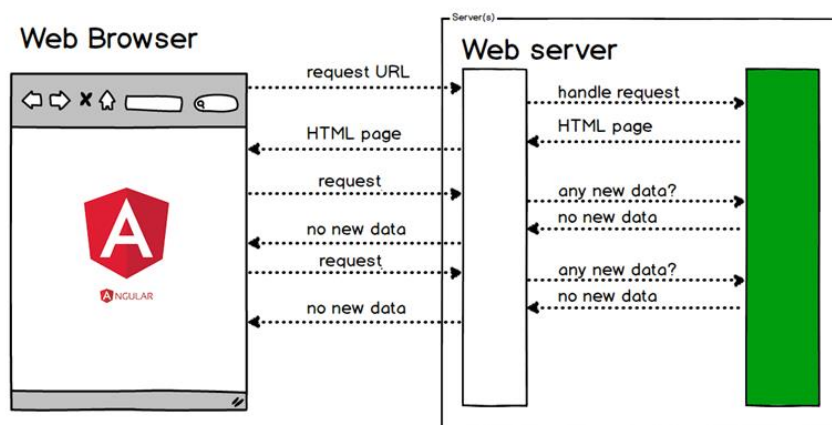
    this.http.post(url, body: {'route': routetracking}, options: { headers : headers} )
      .toPromise().then(
        onfulfilled: (Rdata: any) => {

          this.Responsetdata = JSON.parse(JSON.stringify(Rdata));
          console.log(this.Responsetdata);
          for (let i = 0; i < this.Responsetdata.data.length; i++) {
            const routes = this.Responsetdata.data[i];
          }
        }
      );
    return this.Responsetdata;
  }
}

```

ΕΙΚΟΝΑ 18. ROUTE SERVICE ΤΗΣ ANGULAR

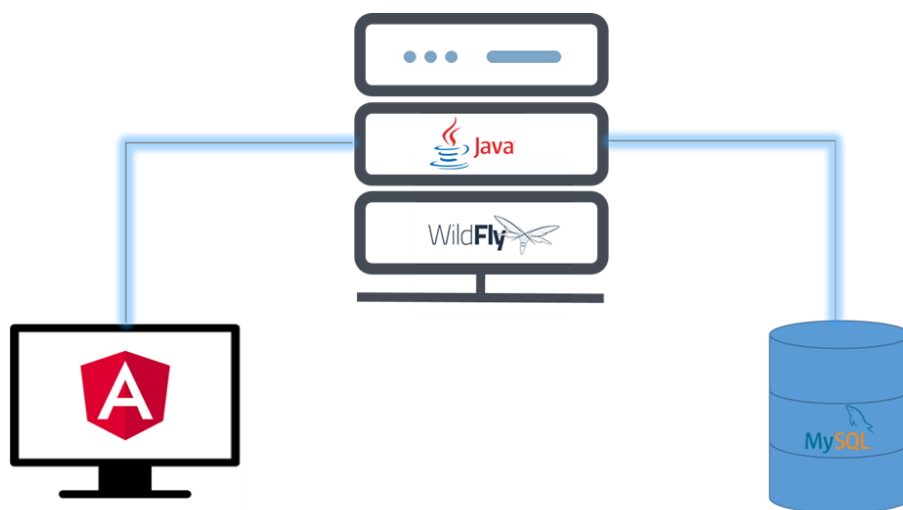
Επίσης, η γενικότερη ροή δεδομένων από τις ενέργειες επιλογής των χρηστών προς την εξυπηρέτηση από τα services αποτυπώνεται στην Εικόνα 19.



ΕΙΚΟΝΑ 19. ΡΟΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ BROWSER ΣΤΟΝ SERVER



Τέλος, στην Εικόνα 20 αποτυπώνεται ολόκληρη η ροή δεδομένων (side του side) ολόκληρου του εργαλείου της εφαρμογής.



ΕΙΚΟΝΑ 20. ΡΟΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ SIDE TO SIDE

### 3.2 Δημιουργία Μοναδικού Κλειδιού Tracking

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην παρούσα διπλωματική, προσομοιώνεται η διαδικασία επιλογής μονάδων μεταφορών (κούτες-containers) και αφού επιλεγεί το αντίστοιχο διαθέσιμο μέσο μεταφοράς (π.χ. φορτηγό) ξεκινάει η διαδικασία παράδοσης της αποστολής.

Ο χρήστης αφού περάσει όλες τις διαδικασίες ελέγχου σχετικά με την σύγκριση του φορτίου και των μονάδων μεταφοράς, όσον αφορά τα αντίστοιχα βάρη και τους όγκους, μπορεί να προχωρήσει στην καταχώρηση και την έναρξη αποστολής του φορτίου προς τον τόπο παράδοσης.

Μόλις καταχωρηθεί η παραπάνω διαδικασία στην βάση δεδομένων παράγεται ένας αύξων μοναδικός αριθμός παρακολούθησης της διαδρομής τον οποίο μπορεί ο χρήστης να τον εισάγει στην αντίστοιχη σελίδα της εφαρμογής και να παρακολουθήσει όλη την διαδρομή που έχει πραγματοποιήσει η μονάδα μεταφοράς.

Η διαδρομή αυτή έχει υπολογιστεί από τα πολλαπλά δεδομένα γεω-συντεταγμένων τα οποία αποστέλλει ο γεωαισθητήρας, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στην μονάδα μεταφοράς προς το τελικό προορισμό. Τα δεδομένα αυτά αποστέλλονται από την έναρξη λειτουργίας του μέσου μεταφοράς ανά ορισμένο χρονικό διαστήμα, ενώ κατά την εμφάνιση μεγάλων οριζόντιων διαδρομών (π.χ. ευθείες σε εθνικούς οδούς), όταν πρόκειται για χερσαίες μεταφορές, προβλέπεται βελτιστοποίηση κατά την οποία η αποστολή θα πραγματοποιείται όταν ο τροχός του οχήματος παρουσιάσει κλίση μεγαλύτερη των 10 μοιρών.

### 3.3 Παρακολούθηση Διαδρομής

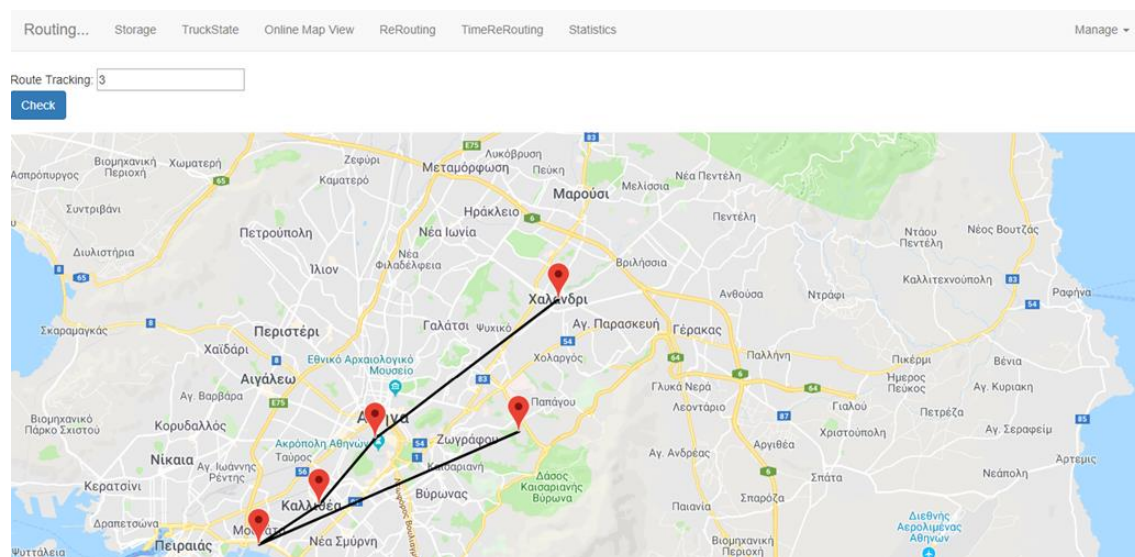
Στην παράγραφο αυτή γίνεται αντιληπτό πως το εργαλείο ανάπτυξης της παρούσας εργασίας είναι ανεξάρτητο από τις μονάδες μεταφοράς και για το λόγο αυτό είναι σκόπιμη η χρήση του όρου μονάδα ή μέσο μεταφοράς. Οι μοναδικές απαιτήσεις που υπάρχουν για την αποστολή των δεδομένων και τη χρήση του γεω-αισθητήρα είναι η παροχή τάσης και η σύνδεση σε κάποιο δίκτυο επικοινωνίας, είτε μέσω δεδομένων τηλεφωνίας (GSM), είτε μέσω δεδομένων Internet (Wifi, G, 2G, 3G ή 4G). Απαιτήσεις, όμως, που στην πλειοψηφία τους καλύπτονται από την σύγχρονη βιομηχανία μεταφορών, αλλά και της τρέχουσας τεχνολογίας στις επικοινωνίες.

Υπό αυτό το πρίσμα μπορεί να γίνει χρήση οποιοδήποτε μέσου μεταφοράς από τις παρακάτω κατηγορίες :

- ✓ **Χερσαίες μεταφορές** χρησιμοποιώντας οδικά μέσα μεταφοράς (οχήματα)
- ✓ **Θαλασιες μεταφορές** κάνοντας χρήση πλωτών μέσων μεταφοράς (πλοία)
- ✓ **Αερομεταφορές** χρησιμοποιώντας εναέριας μονάδες μεταφοράς (αεροπλάνα)

Επίσης, η απεικόνιση της εκάστοτε διαδρομής στον χάρτη, είναι ανεξάρτητη από το μέσο μεταφοράς, αφού παρέχεται η χρήση εδάφικων και θαλάσσιων περιοχών.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα χρήσης από την εφαρμογή σχετικά με την παρακολούθηση μιας διαδρομής.



ΕΙΚΟΝΑ 21. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ

### 3.4 Παρουσίαση Εργαλείου Επι Της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Στην παρούσα υποενότητα αποτυπώνεται η λειτουργικότητα του εργαλείου της εφαρμογής, καθώς μέχρι τώρα παρουσιάστηκε το μέρος της εργασίας όπου αναφέρεται αμιγώς η απλή διαδικασία μεταφοράς φορτίων- εμπορευμάτων από σημείο σε σημείο.

Στην σύγχρονη εποχή της ολοένα αυξανόμενης ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων, κομβικό σημείο διαφοράς αποτελούν οι δομές ανάπτυξης και τα εργαλεία που χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους. Αυτό που μπορεί να προσφέρει το εν λόγω εργαλείο σε μια συγχρονή επιχείρηση μεταφορών, εκτός του να παρακολουθεί κάθε στιγμή τον στόλο μεταφοράς του, είναι να μπορεί να προσφέρει τις υπηρεσίες της σε επιπλέον πελάτες – σημεία εξυπηρέτησης - με τον ήδη υπάρχον εξοπλισμό αξιοποιώντας τον βέλτιστα.

Στην πράξη δηλαδή αυτό που παρέχεται στον τελικό χρήστη είναι να μπορεί να εξυπηρετήσει ένα επιπρόσθετο σημείο εξυπηρέτησης, που μέχρι στιγμής δεν υπήρχε στο πλάνο των αποστολών, από τις ήδη υπάρχουσες ενεργές διαδρομές που βρίσκονται σε διαδικασία αποστολής. Για παράδειγμα θα μπορούσε μια εταιρεία ταχυμεταφορών σε μια πολύ ή μια μεγάλη εταιρεία logistics οι οποίες αποστέλλουν δέματα - φορτία σε συγκεκριμένους προορισμούς, να εξυπηρετήσουν κάποιο πελάτη από τα οχήματα - φορτηγά τα οποία είναι ήδη καθ' οδόν σε αποστολές.

Στο σημείο αυτό έχει ενδιαφέρον να γίνει μια μικρή παρουσίαση για το πως όλη η εφαρμογή ουσιαστικά συνεργάζεται για να παραχθεί αυτό το αποτέλεσμα. Αρχικά, χρησιμοποιείται ο αισθητήρας γεω-εντοπισμού, ο οποίος αποστέλλει τα δεδομένα θέσης των μεταφορικών μέσων, τα οποία αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων και έτσι ο χρήστης μπορεί να ξέρει ανά πάσα στιγμή που βρίσκεται το κάθε μέσο μεταφοράς. Όταν υπάρξει η ανάγκη για την εξυπηρέτηση κάποιου πελάτη, ο χρήστης στην αντίστοιχη σελίδα της εφαρμογής, εισάγει την διεύθυνση του σημείου εξυπηρέτησης και τότε η εφαρμογή κάνοντας τις αντίστοιχες κλήσεις στο API του Google Maps μπορεί να αποφανθεί για το ποια διαδρομή μπορεί να εξυπηρετήσει αυτό τον επιπλέον προορισμό – πελάτη.

Αυτό που έχει ενδιαφέρον είναι ότι τα δεδομένα που επιστρέφονται από το API της Google σχετικά με την βέλτιστη διαδρομή εμπεριέχουν δεδομένα κυκλοφοριακής συμφόρησης, καθώς επίσης μπορεί να γίνουν και χρήση των επιπλέον γνωστών κριτηρίων από τους χάρτες, όπως η αποφυγή διοδίων, πορθμίων και εθνικών οδών.

Τέλος, τα δεδομένα τα οποία επιστρέφουν στην εφαρμογή από τις κλήσεις που πραγματοποιούνται στο API της Google εμπεριέχουν στοιχεία απόστασης και εκτιμώμενου χρόνου άφιξης, πράγμα το οποίο δίνει την δυνατότητα δημιουργίας επιπλέον κατηγοριών σχετικά με την εξυπηρέτηση σε βέλτιστες διαδρομές, όσον αφορά την απόσταση, αλλά και σε αντίστοιχες διαδρομές συσχετιζόμενες με τον χρόνο άφιξης.

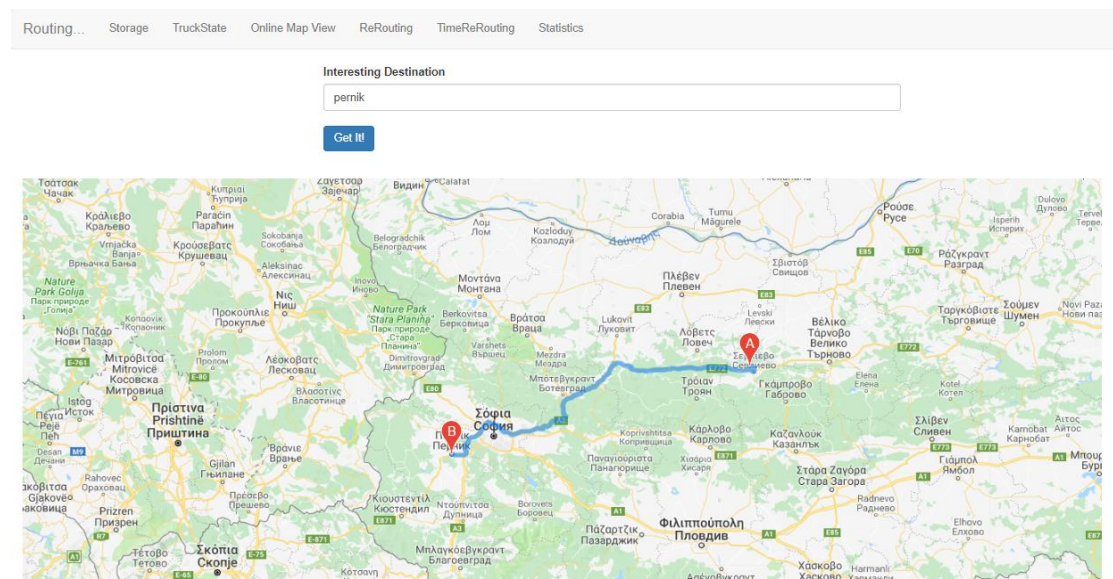
### 3.5 Εύρεση Βέλτιστης Διαδρομής Εξυπηρέτησης Σημείου - Απόσταση

Στην προηγούμενη παράγραφο παρουσιάστηκε η λειτουργικότητα του εργαλείου, ενώ αναφέρθηκε και η διαφοροποίηση, η οποία μπορεί να προκύψει σχετικά με την εξυπηρέτηση ενός σημείου όσον αφορά τις παραμέτρους του χρόνου και της απόστασης.

Η διαφοροποίηση αυτή μπορεί να βρει κατάλληλη εφαρμογή ανάλογα με τις ανάγκες τις εκάστοτε επιχείρησης που μπορεί να την εκμεταλλευτεί. Για παράδειγμα, μια εταιρεία ταχυμεταφορών σε μια αστική περιοχή βασίζεται στην αμεσότητα της εξυπηρέτησης και γι' αυτό ο βασικός παράγοντας εξυπηρέτησης των πελάτων της είναι ο χρόνος και όχι οι χιλιομετρικές αποστάσεις, σε αντίθεση με μια μεγάλη εταιρεία Logistics η οποία δραστηριοποιείται σε διεθνές επίπεδο και ο παράγοντας της απόστασης είναι ενδεχομένως σημαντικότερος από τον παράγοντα του χρόνου.

Στην συγκεκριμένη ενότητα αναλύεται ο παράγων απόσταση κατά τον οποίο συγκρίνονται τα χιλιομετρικά δεδομένα, τα οποία επιστρέφουν στην εφαρμογή, έτσι ώστε να εξυπηρετηθεί το σημείο ενδιαφέροντος.

Είναι αξιοσημείωτο να αναφερθεί ότι η αλγοριθμική πολυπλοκότητα από την χρήση του Google Maps μεταξύ ενός σημείου S (σημείο εξυπηρέτησης) και ενός συνόλου G με η κομβούς (η πρακτικά είναι οι συγκρισιμές διαδρομές), χρησιμοποιώντας κατάλληλες δομές δεδομένων όπως για παράδειγμα Binary heap, μπορεί να φτάσει το όριο του  $\Theta(m \log n)$  καθιστώντας την εφαρμογή αποτελεσματική και «γρήγορη» ακόμα και εάν πρέπει να συγκριθούν χιλιάδες ή και εκατομμύρια διαφορετικές διαδρομές. Ένα παράδειγμα χρήσης φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.



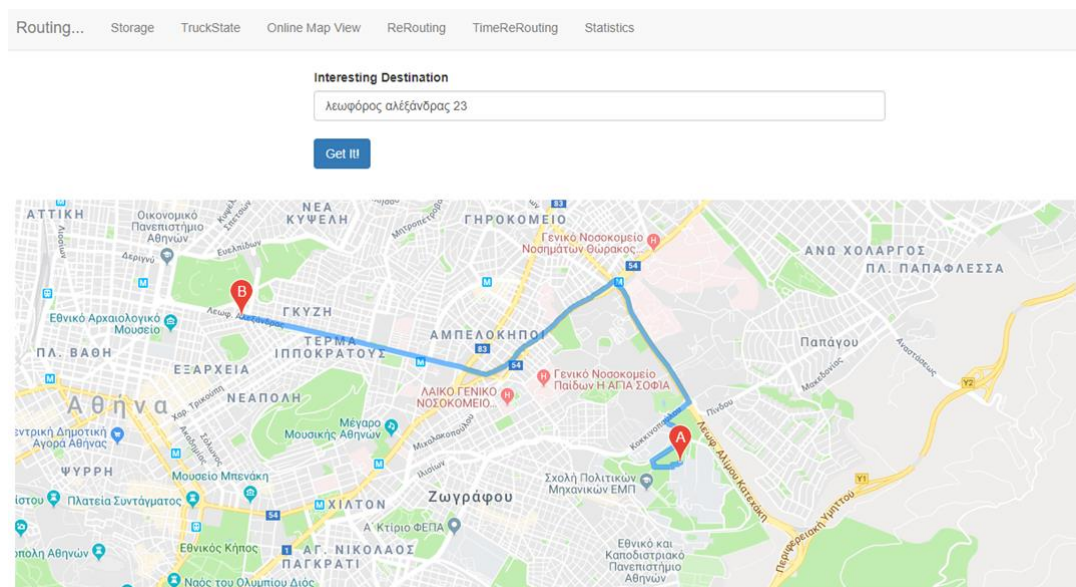
ΕΙΚΟΝΑ 22. ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΒΑΣΕΙ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ

### 3.6 Εύρεση Βέλτιστης Διαδρομής Εξυπηρέτησης Σημείου - Χρόνος

Σε συνέχεια της προηγούμενης παραγράφου, εδώ γίνεται μελέτη του παράγοντα χρόνου. Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι και αυτός πολύ σημαντικός και για το λόγο αυτό, υπήρξε η διαφοροποίηση για τους χρήστες εκείνους που βασίζονται περισσότερο στην μονάδα του χρόνου για την εξυπηρέτηση.

Σε αντιστοιχία με τα προηγούμενα, τα δεδομένα τα οποία επιστρέφονται από το API των χαρτών ταξινομούνται βάσει του εκτιμώμενου χρόνου άφιξης στον προορισμό ενώ έχουν συνοπολογιστεί και δεδομένα από ενδεχόμενη κυκλοφοριακή συμφόρηση. Στην πράξη δηλαδή μπορεί να επιλεγθεί μια διαδρομή, η οποία εμπειρικά και πραγματικά να χρειάζεται περισσότερο χρόνο, αλλά βάσει των δεδομένων από τις τρέχουσες συνθήκες κυκλοφορίας να εξυπηρετεί καλύτερα το σημείο ενδιαφέροντος.

Σχετικά με την αλγοριθμική πολυπλοκότητα παρέχεται η ίδια τάξη μεγέθους που αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, καθιστώντας την εφαρμογή ευέλικτη ανεξάρτητα από τα δεδομένα που πρέπει να συγκριθούν. Το αντίστοιχο παράδειγμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



ΕΙΚΟΝΑ 23. ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΒΑΣΕΙ ΧΡΟΝΟΥ

### 3.7 Αισθητήρας Συλλογής Συντεταγμένων

Σε αυτή την παράγραφο θα γίνει μια παρουσίαση σχετικά με τον αισθητήρα συλλογής δεδομένων. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας εγκαθίσταται πάνω στο μέσο, είτε προκειται για χερσαία, είτε για θαλάσσια μέσα μεταφοράς. Τα δεδομένα που

αποστέλλει ο αισθητήρας αφορούν τις εκάστοτε συντεταγμένες στις οποίες βρίσκεται το μέσο τη στιγμή της αποστολής.

Η συγκεκριμένη συσκευή - αισθητήρας αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διπλωματικής εργασίας και κατ' επέκταση του εργαλείου που αναπτύσσεται, αφού ουσιαστικά παρέχει τις πληροφορίες σχετικά με την παρακολούθηση της διαδρομής, αλλά συμμετέχει και στην διαδικασία εύρεσης της βέλτιστης διαδρομής όσον αφορά το κομμάτι της εξυπηρέτησης του σημείου ενδιαφέροντος. Ο αισθητήρας αφού συλλέξει τα δεδομένα μπορεί μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας (GSM, G-4G) να αποστείλει τα δεδομένα αυτά κατ'ευθείαν στην βάση δεδομένων της εφαρμογής λειτουργώντας σαν αυτόνομη μονάδα. Επιπλέον, αναλόγως των συνθηκών εγκατάστασής του, μπορεί να υποστηριχθεί λειτουργία απόλυτης αυτονομίας κάνοντας χρήση μπαταριών φόρτισης και φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αυτό δίνει την επιλογή στην εφαρμογή να γίνει περισσότερο αυτόνομη, ενώ ταυτόχρονα παύουν να υπάρχουν ενδοιασμοί σχετικά με την ακρίβεια και την λειτουργικότητα του αισθητήρα.

Η λειτουργία του αισθητήρα σχετικά με τα χρονικά διαστήματα αποστολής δεδομένων είναι σχετική με την εκάστοτε επιχείρηση - case που μελέταται, ενώ μπορεί να υπάρξουν και περιπτώσεις στις οποίες θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν επιπλέον εξωτερικές βοηθητικές συσκευές οι οποίες θα αποφαίνονται για τον χρόνο αποστολής των δεδομένων.

Για παράδειγμα, μια επιχείρηση η οποία δραστηριοποιείται σε ένα μεγάλο αστικό κέντρο θα πρέπει να χρησιμοποιεί σχετικά μικρά διαστήματα στην αποστολή των δεδομένων για να έχει μεγαλύτερη ακρίβεια, ενώ σε μια επιχείρηση που μεταφέρει εμπορεύματα σε διεθνές επίπεδο μέσω οδικού δικτύου, τα διαστήματα αποστολής των δεδομένων μπορούν να έχουν αρκετή διαφορά μεταξύ τους. Ούτως ή άλλως η λειτουργία που καθορίζει το χρονικό διάστημα της αποστολής των δεδομένων είναι πλήρως παραμετροποιήσιμη και επαφίεται στην διακριτική ευχέρεια της εκάστοτε εφαρμογής.

Ο χρόνος απόκρισης του συστήματος αποστολής των δεδομένων, από τον αισθητήρα μέχρι και την καταχώρηση τους στην βάση δεδομένων, είναι της τάξης των ms πράγμα που δίνει τη δυνατότητα της online πληροφόρησης σχετικά με την παρακολούθηση της διαδρομής.

Υπάρχουν πάρα πολλά είδη αισθητήρων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποστολή των δεδομένων στην αγορά. Επίσης, μπορούν να αναπτυχθούν και custom εφαρμογές αισθητήρα χρησιμοποιώντας ολοκληρωμένα κυκλώματα που εντάσσονται στις διαδικασίες τους όλες τις παραπάνω λειτουργίες που αναφέρθηκαν.

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χρήση του αισθητήρα. Στους παρακάτω γεω-αισθητήρες, οι οποίοι είναι διαθέσιμες στην αγορά και αποτελούν ιδανικές λύσεις για την δημιουργία και αποστολή συντεταγμένων, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά τους.



ΕΙΚΟΝΑ 24. ΓΕΩ-ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ Νο1

- ✓ Ακριβής εντοπισμός της θέσης του οχήματος
- ✓ Παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο
- ✓ Προηγμένη τεχνολογία εντοπισμού μέσω GPS & GSM
- ✓ Μικρό και ελαφρύ με μπαταρία μακράς διάρκειας
- ✓ Εύκολη φόρτιση μέσω θύρας USB (φορτίζει στον υπολογιστή, στο σπίτι, στο αυτοκίνητο και μέσω φορητής μπαταρίας - Power Bank)



ΕΙΚΟΝΑ 25. ΓΕΩ-ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ Νο2

- ✓ Με υψηλής ευαισθησίας δέκτη GPS για άμεσο εντοπισμό όταν η συσκευή βρίσκεται σε ανοιχτό χώρο και εντοπισμό θέσης μέσω του πλησιέστερου σταθμού βάσης (κεραίας) κινητής τηλεφωνίας όταν το GPS δεν είναι διαθέσιμο
- ✓ Δυνατότητα να αποθηκεύσει μέχρι και 47.000 συντεταγμένες και μόλις πραγματοποιηθεί η επανασύνδεση της συσκευής στο δίκτυο της κινητής τηλεφωνίας να στείλει τα αποθηκευμένα δεδομένα μέσω GPRS
- ✓ Επαναφορτιζόμενη μπαταρία και ειδικό ελεγκτή για τη διαχείριση ενέργειας. Επίσης, υπάρχει επιλογή για χρήση εξωτερικής εφεδρικής μπαταρίας ώστε να μπορεί να λειτουργήσει έως και 48 ώρες
- ✓ Συνεχής ενημέρωση για την οδική συμπεριφορά και χειρισμού

Στην παρακάτω παράγραφο παρουσιάζεται μία custom λύση για την ανάπτυξη του γεω-αισθητήρα με χρήση της πλατφόρμας Raspberry Pi. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα παρέχει το βασικό module του επεξεργαστή βασισμένος σε ARM τεχνολογία, ενώ ταυτόχρονα παρέχονται όλα τα εξωτερικά module όπως στην περίπτωση της εφαρμογής του GSM και GPS.

Οι απαιτήσεις τόσο σε ολοκληρωμένα κυκλώματα (Hardware) αλλά και σε λογισμικό (Software) παρουσιάζονται παρακάτω:

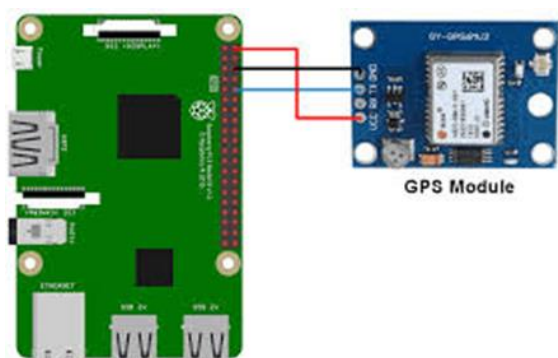
### Απαιτήσεις Hardware:

- ✓ Ολοκληρωμένο Raspberry Pi, κάρτα μνήμης για εγκατάσταση λειτουργικού συστήματος
- ✓ 3G / 4G USB dongle που υποστηρίζει βύσμα για σύνδεση σε Raspberry Pi
- ✓ Κάρτα sim για σύνδεση σε δεδομένα κινήτης
- ✓ Προαιρετικά wifi USB dongle για σύνδεση μέσω Wifi
- ✓ 5V / 1A παροχή ισχύος

### Απαιτήσεις Software:

- ✓ Raspbian ή οποιοδήποτε άλλο υποστηριζόμενο λειτουργικό σύστημα εγκατεστημένο στο Raspberry Pi
- ✓ Ιδιωτικό κλειδί API γεωγραφικής εγκατάστασης Google Maps
- ✓ Ιδιωτικό κλειδί για τη μεταφόρτωση συντεταγμένων στο [data.sparkfun.com](http://data.sparkfun.com) ή σε οποιοδήποτε άλλο ηλεκτρονικό αποθηκευτικό χώρο

Με τις παραπάνω απαιτήσεις σε υλικά και λογισμικό, μπορεί να υποστηριχθεί η ανάπτυξη και η λειτουργία custom αισθητήρα για την αποστολή των συντεταγμένων στην εφαρμογή. Παρακάτω ακολουθούν βασικές οδηγίες για την ανάπτυξη του αισθητήρα.



ΕΙΚΟΝΑ 26. ΣΥΝΔΕΣΗ GPS MODULE ΜΕ RASPBERRY PI

- ✓ Πλήρης κάλυψη των αναγκών για την αποστολή των δεδομένων
- ✓ Χαμηλό κόστος δημιουργίας
- ✓ Χαμηλή κατανάλωση ισχύος
- ✓ Δυνατότητα αυτονομίας με χρήση εξωτερικής πηγής ενέργειας (Φ/Β σύστημα χαμηλής ισχύος)

- ✓ Τρία επίπεδα ανάπτυξης βασικής πλατφόρμας, module GPS και sim κάρτας για την αποστολή δεδομένων



ΕΙΚΟΝΑ 27. ΣΥΝΔΕΣΗ GSM MODULE ΜΕ RASPBERRY PI



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΝΑΛΥΣΗ & ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

### 4.1 Απαιτήσεις Πλατφόρμας Διαχείρισης

Από την παρουσίαση όλων των υποσυστημάτων, είτε σε επίπεδο λογισμικού, είτε σε επίπεδο συσκευών που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, γίνεται αντιληπτό το εύρος των αντίστοιχων συστημάτων που απαιτείται να συνεργαστούν έτσι ώστε να αναπτυχθεί το εργαλείο που παρουσιάζεται στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Στην περίπτωση της κεντρικής πλατφόρμας διαχείρισης, καταβλήθηκε μεγάλη προσπάθεια έτσι ώστε να παραμένει λειτουργική και εύχρηστη από τους δυνητικούς χρήστες που θα την χρησιμοποιήσουν, παρ'όλο του μεγάλου πλήθους των κλήσεων που πρέπει να εκτέλει, είτε σε εσωτερικά service της JAVA, είτε σε εξωτερικά API, όπως του Google Maps.

Χρησιμοποιώντας τεχνικούς όρους, η πλατφόρμα διαχείρισης αποτελείται εξ ολοκλήρου από το User Interface, το οποίο έχει αναπτυχθεί σε Angular 5 και διαχειρίζεται όλες εκείνες τις ενέργειες τις οποίες ζητά ο χρήστης προς εξυπηρέτηση μέσα από τα αντιστοιχα services.

Η επιλογή του συγκεκριμένου framework (Angular) πραγματοποιήθηκε διότι αποτελεί ένα ενιαίο σύστημα - πλατφόρμα διαχείρισης για τις απαιτήσεις του χρήστη. Επίσης, παρέχονται στην build-in βιβλιοθήκη του, πλειάδα διαδικασιών για επικοινωνία με εξωτερικά συστήματα κάνοντας το εύχρηστο για την επικοινωνία μεταξύ πολλαπλών συστημάτων.

### 4.2 Κριτήρια Επιλογής Υποσυστημάτων

Με τα ίδια κριτήρια, όπως την ευχρηστεία προς ετερογενή συστήματα, αλλά και την ενιαία πλατφόρμα διαχείρισης, επιλέχθηκε και ο κεντρικός server εξυπηρέτησης Wildfly χρησιμοποιώντας αντικειμενοσταφείς κλάσεις σε γλώσσα Java, όχι μόνο για την εξυπηρέτηση των αιτήμάτων, αλλά και για την απρόσκοπτη, αδιάκοπτη λειτουργία και μεταφορά δεδομένων από και προς την βάση δεδομένων. Ουσιαστικά όλα τα αντικείμενα (objects) και οι τύποι δεδομένων της εφαρμογής «μεταφράζονται» στους αντίστοιχους πίνακες και τύπους δεδομένων της MySQL. Το εργαλείο το οποίο είναι υπεύθυνο για αυτήν την εργασία είναι το Hibernate.

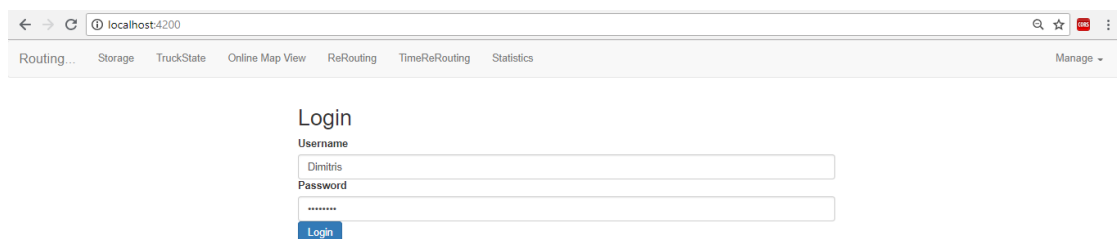
Σε όλες τις περιπτώσεις αυτό που έχει σημασία να αναφερθεί είναι ότι η εφαρμογή τηρεί δομές δεδομένων και χρησιμοποιεί με τέτοιο τρόπο τις κλήσεις στα μεταξύ της υποσυστήματα, έτσι ώστε η συνολική “side to side” αλγοριθμική πολυπλοκότητα να παραμένει σε επίπεδα εξυπηρέτησης εκατοντάδων χιλιάδων request.

## 4.3 Σενάρια Χρήσης

### 4.3.1 Είσοδος στην Εφαρμογή

Σε παρούσα υποενότητα θα γίνει μια παρουσίαση ολόκληρης της εφαρμογής μέσα από εικόνες - printscreens.

Στην Εικόνα 28 απεικονίζεται η οθόνη για την ταυτοποίηση του χρήστη σχετικά με την πιστοποίηση και την είσοδο του στην εφαρμογή.



**ΕΙΚΟΝΑ 28. ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

Τα δικαιώματα των χρηστών καταχωρούνται στη βάση δεδομένων με τα ονομαστικά τους στοιχεία, τα επιθυμητά στοιχεία εισόδου, username και password, καθώς και στοιχεία επικοινωνίας. Ενδεικτικά, δεδομένα από την βάση δεδομένων παρουσιάζονται στην Εικόνα 29.



	user_id	username	password	name	email	address	telephone
	1	Nikos	asdzxc!2	Nick	nikos@gmail.com	athens	6985236547
	2	Dimitris	qwerty!2	Dimitris	dxenakis@outlook.com	Zoarafou	6949005666

**ΕΙΚΟΝΑ 29. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΧΡΗΣΤΩΝ**

Μια σημαντική υποσημείωση που απαιτείται να αναφερθεί είναι ο τρόπος αποθήκευσης των κωδικών στη βάση δεδομένων. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, εντός ακαδημαϊκού πλαισίου, δεν κρυπτογραφούνται τέτοιου τύπου δεδομένα, όπως θα έπρεπε να συμβαίνει σε μια εφαρμογή η οποία περιέχει πραγματικά και ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα.

Αντιστοίχως, υπάρχουν services, τόσο στο UI της Angular, όσο και στο server, τα οποία κατά την είσοδο του χρήστη στην εφαρμογή ελέγχουν τα δεδομένα εισαγωγής με τα

αντίστοιχα δεδομένα που είναι καταχωρημένα στη βάση δεδομένων και επιτρέπουν ή όχι την είσοδο του.

Στην Εικόνα 30 απεικονίζεται τυπικό παράδειγμα της HTML σελίδας για την είσοδο των χρηστών στην εφαρμογή.

```
<script src="authenticationService.ts"></script>
<div class="col-md-6 col-md-offset-3">
  <h2>Login</h2>

  <label>Username</label>
  <input type="text" value="Dimitris" class="form-control" (input) = "OnUsername($event)" />

  <label>Password</label>
  <input type="password" value="qwerty!2" class="form-control" (input) = "OnPassword($event)" />

  <div class="form-group">
    <button [disabled]="loading" class="btn btn-primary" (click) = "login()">Login</button>
  </div>
</div>
```

ΕΙΚΟΝΑ 30. ΚΩΔΙΚΑΣ-ANGULAR ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΗ

#### 4.3.2 Επιλογή Μονάδων Φορτίων & Μονάδων Μεταφοράς

Η παρούσα υποενότητα αναφέρεται στο κομμάτι της διπλωματικής σχετικά με την προσομοίωση της δρομολόγησης μονάδων φορτίων με την αντίστοιχη μονάδα μεταφοράς προς το τελικό προορισμό τους.

Στην Εικόνα 31 αποτυπώνεται ο τρόπος με τον οποίο μπορεί ο χρήστης να επιλέξει τα διαθέσιμα φορτία με την αντίστοιχη μονάδα μεταφοράς.

The screenshot displays a web application interface for managing cartons and trucks. It features two main data tables and a summary section.

Carton ID	Carton Label	Volume	Weight	Property
15	Carton15	0.900	1.200	✖
14	Carton14	0.850	1.200	✖
13	Carton13	0.660	1.900	☐
12	Carton12	0.841	1.800	☐
11	Carton11	0.460	1.100	☐
10	Carton10	9.5	1.500	☐
9	Carton09	5.700	1.5	☐
8	Carton08	7.600	1.400	☐
7	Carton07	4.700	1.300	☐
6	Carton06	1.900	1.200	☐
5	Carton05	4.700	1.100	☐
4	Carton04	5.400	4.300	☐
3	Carton03	5.700	4.800	☐
2	Carton02	4.5	2.500	☐
1	Carton01	5.0	1.400	☐

Truck ID	Truck Name	Volume	Weight	Property
5	Truck05	1.5	3.0	☐
4	Truck04	2.0	4.0	☐
3	Truck03	3.0	8.0	☐
2	Truck02	8.0	9.0	☐
1	Truck01	12.0	25.0	✖

**Results:**  
Sum Cartons Volume: 2.400000963674316, Weight: 1.75  
Sum Truck Volume: 12, Weight: 25

**ΕΙΚΟΝΑ 31. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ**

Στην παρούσα φάση οι επιλογές που έχει κάνει ο χρήστης περνούν από συγκεκριμένο έλεγχο σχετικά με την ορθότητα των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, ο έλεγχος που πραγματοποιείται είναι να αποτραπεί στον χρήστη να επιλέξει φορτία στα οποία ο συνολικός όγκος και βάρος τους υπερβαίνουν το συνολικό όγκο και βάρος της μονάδας μεταφοράς.

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, εφόσον πληρούνται αυτές οι προϋποθέσεις και επιλεχθεί το button check, εμφανίζονται τα συνολικά μεγέθη όγκου και βάρους, τόσο του μεταφορικού μέσου, όσο και των φορτιών που έχουν επιλεγεί.

Στην περίπτωση που ο χρήστης έχει επιλέξει δεδομένα, τα οποία δεν πληρούν τον έλεγχο - ορθότητα δεδομένων, δεν εμφανίζεται καμία πληροφορία και δεν μπορεί να προχωρήσει επί της διαδικασίας.

Μέσω αυτής της διαδικασίας και αφού ο χρήστης επιλέξει το button proceed δημιουργείται ο μοναδικός αριθμός δρομολόγησης tracking που αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στην Εικόνα 33 επισυνάπτεται κώδικας στον οποίο πραγματοποιείται κλήση προς τον Server για να επιστραφούν οι μονάδες μεταφοράς και φορτίων, ενώ στην Εικόνα 32 απεικονίζονται τα δεδομένα των μονάδων φορτίων και μεταφοράς, όπως είναι αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων.

storage	name	weight	volume
1	Carton01	5.000	1.400
2	Carton02	4.500	2.600
3	Carton03	5.700	4.800
4	Carton04	5.400	4.300
5	Carton05	4.700	1.100
6	Carton06	1.900	1.200
7	Carton07	4.700	1.300
8	Carton08	7.600	1.400
9	Carton09	5.700	1.500
10	Carton10	9.500	1.600
11	Carton11	0.460	1.100
12	Carton12	0.841	1.800
13	Carton13	0.660	1.900
14	Carton14	0.850	1.200
15	Carton15	0.900	1.200
NULL	NULL	NULL	NULL

truck	name	varchar01	varchar02	weight	volume
1	Truck01	NULL	NULL	25.000	12.000
2	Truck02	NULL	NULL	9.000	8.000
3	Truck03	NULL	NULL	8.000	3.000
4	Truck04	NULL	NULL	4.000	2.000
5	Truck05	NULL	NULL	3.000	1.500
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

ΕΙΚΟΝΑ 32. ΚΑΤΑΩΡΗΜΕΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΩΝ

```
import { Injectable } from '@angular/core';
import { HttpClient, HttpHeaders } from '@angular/common/http';
import { Storage } from '../models/Storage';

@Injectable()
export class StorageService {

  public Responeddata: any;
  public storages: Storage [];
  private thenresponse: string;
  public userid: any;

  constructor(private http: HttpClient ) { this.Responeddata = [] }

  Storage(): any {
    const headers = new HttpHeaders()
      .append( name: 'Content-type', value: 'application/x-www-form-urlencoded;charset=utf-8;' );

    const url = 'http://localhost:8080/diplomatiki/Storage';

    this.http.post(url, body: {}, options: { headers : headers} )
      .subscribe(
        next (Rdata: any) => {
          this.Responeddata = JSON.parse(JSON.stringify(Rdata));
          console.log(this.Responeddata);
          for (let i = 0; i < this.Responeddata.data.length; i++) {
            const storages = this.Responeddata.data[i];
          }
        }
      );
    return this.Responeddata;
  }
}
```

ΕΙΚΟΝΑ 33. ΚΛΗΣΗ ΣΤΟΝ SERVER ΓΙΑ ΤΗ ΛΗΨΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Τέλος, στην Εικόνα 34 παρουσιάζεται παράδειγμα κλήσης σχετικά με δεδομένα μονάδων φορτίων και μεταφοράς από τον Server προς τη βάση δεδομένων και την επιστροφή τους στη σελίδα του χρήστη.

```

{
InitialContext ctx2 = new InitialContext();
UserTransaction utx = (UserTransaction) ctx2.lookup("java:module/UserTransaction");
utx.begin();
String jsonStr = jb.toString();

JSONObject data = new JSONObject(jsonStr);
JSONObject resp = new JSONObject();
JSONArray dataArray = new JSONArray();

HibernateCriteria hiberCriteria = new HibernateCriteria();
List<StorageDto> storages = StorageDao.findStorage();

// System.out.println(storages.get(0).getStorage());

for (int i = storages.size() - 1; i >= 0; i--) {

JSONObject eachData = new JSONObject();
try {
eachData.put("storage",storages.get(i).getStorage());
eachData.put("name", storages.get(i).getName());
eachData.put("weight",storages.get(i).getWeight());
eachData.put("volume",storages.get(i).getVolume());
System.out.println("storage: " + storages.get(i).getStorage() + " weight: " + storages.get(i).getWeight() + " volume: " + storages.get

} catch (JSONException e) {
e.printStackTrace();
}
dataArray.put(eachData);

}

resp.put("data",dataArray);

resp.put("response","true");
resp.put("type","Storages");

utx.commit();
response.setCharacterEncoding("UTF-8");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Origin", "");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Credentials", "true");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Methods", "GET, POST, DELETE, PUT, OPTIONS, HEAD");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Headers", "Content-Type, Accept, X-Requested-With");
response.getOutputStream().write(resp.toString().getBytes());
}
}

```

**ΕΙΚΟΝΑ 34. ΚΛΗΣΗ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΜΟΝΑΔΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ**

### 4.3.3 Λίστα Μοναδικών διαδρομών

Σε συνέχεια της προηγούμενης διαδικασίας και αφού ο χρήστης περάσει επιτυχώς τις αντίστοιχες διαδικασίες ελέγχου, μπορεί να δημιουργηθεί στη βάση δεδομένων ο αύξων μοναδικός αριθμός για την παρακολούθηση της επικείμενης διαδρομής.

Στην παρακάτω εικόνα μπορεί ο χρήστης να δει όλα τα διαθέσιμα μοναδικά κλειδιά για τις διαδρομές με την αντίστοιχη ημερομηνία εισαγωγής και το αντίστοιχο «φορτηγό», το οποίο εκτελεί το συγκεκριμένο δρομολόγιο.

Route	Date	RouteTracking	Truck
20	2018-07-10	3	2
15	2018-06-10	7	1
14	2018-06-09	6	5
13	2018-06-09	5	1
12	2018-06-08	4	1
8	2018-05-13	2	2
5	2018-04-10	1	1

**ΕΙΚΟΝΑ 35. ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΟΝΑΔΙΚΩΝ ΚΛΕΙΔΙΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ**

Αξίζει να αναφερθεί ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων στη βάση δεδομένων από τα αντίστοιχα μέρη της εφαρμογής. Όταν παραχθεί από το σύστημα ο μοναδικός αριθμός tracking εισάγεται, στον παρακάτω πίνακα (Εικόνα 36), μία γραμμή με τα αντίστοιχα πεδία, ενώ για συντεταγμένες εισάγονται τα lat και long που θεωρούνται ότι αποτελούν την έδρα της επιχείρησης. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, αυτές οι συντεταγμένες θεωρούνται ως το γεωγραφικό στίγμα της σχολής των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Όταν ο αισθητήρας αρχίσει να αποστέλλει δεδομένα, η προηγούμενη γραμμή που έχει εισαχθεί, μεταβαίνει σε State finish, ενώ η θέση η οποία μόλις αποστάλθηκε μεταβαίνει σε state Current, για να μπορέσει η εφαρμογή να γνωρίζει ποια ήταν η τελευταία θέση στίγματος που έλαβε ανά συγκεκριμένο αριθμό tracking.

	route	routetracking	trndate	storage	truck	latitude	longtitude	State
1	1	1	2018-02-10	1	1	37.97906880	23.78265510	Finish
3	1	1	2018-03-10	1	1	39.16909050	23.25160100	Finish
4	1	1	2018-04-10	1	1	41.67243400	26.55573390	Finish
5	1	1	2018-04-10	1	1	43.04669000	25.07315000	Current
6	2	2	2018-05-13	2	2	37.06444610	25.27232880	Finish
7	2	2	2018-05-13	2	2	36.37671520	25.47703870	Finish
8	2	2	2018-05-13	2	2	36.13107600	27.80047400	Current
9	2	2	2018-05-13	2	2	35.12650200	25.07037200	Finish
10	2	2	2018-05-12	2	2	38.01236300	23.74441000	Finish
11	3	3	2018-06-07	4	2	37.97906880	23.78265510	Current
12	4	4	2018-06-08	15	1	37.97906880	23.78265510	Current
13	5	5	2018-06-09	15	1	37.97906880	23.78265510	Current
14	6	6	2018-06-09	15	5	37.97906880	23.78265510	Current
15	7	7	2018-06-10	15	1	37.97906880	23.78265510	Current
17	3	3	2018-07-10	1	2	37.94298600	23.67765200	Finish
18	3	3	2018-07-10	1	2	37.95589300	23.70209800	Finish
19	3	3	2018-07-10	1	2	37.97682000	23.72453800	Finish
20	3	3	2018-07-10	1	2	38.02133100	23.79863000	Current

**ΕΙΚΟΝΑ 36. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΙΓΜΑΤΩΝ**

Όπως γίνεται αντιληπτό, ο συγκεκριμένος πίνακας αποτελεί την «ραχοκοκκαλιά» της εφαρμογής στον οποίο αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες σχετικά με τις θέσεις - στίγματα τα οποία έχει επισκεφθεί η μονάδα μεταφοράς. Με τη χρήση του πεδίου State ο χρήστης έχει το πλεονέκτημα να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή ποια είναι η τρέχουσα θέση στην οποία βρίσκονται τα μεταφορικά μέσα, καθώς και την ιστορικότητα δηλαδή ότι σε συγκεκριμένη ημερομηνία το εκάστοτε μεταφορικό μέσο βρισκόταν στην αντίστοιχη θέση.

Ο πίνακας αυτός αποτελεί, επίσης, τη βάση των πληροφοριών για να μπορέσει η εφαρμογή να απεικονίσει τη διαδρομή που έχει πραγματοποιήσει το μεταφορικό μέσο πάνω σε χάρτη, αλλά ακόμα πιο σημαντικό είναι ότι η εφαρμογή θα πραγματοποιήσει τις διαδικασίες της αναδρομολόγησης βάσει των συντεταγμένων που έχουν Current State, έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι βέλτιστες διαδρομές για την εξυπηρέτηση ενός σημείου ενδιαφέροντος.

Τέλος, στην Εικόνα 37 επισυνάπτεται μέρος κώδικα το οποίο είναι υπεύθυνο για την καταχώρηση των παραπάνω δεδομένων στη βάση.

```
HiberCriteria hiberCriteria = new HiberCriteria();
Session session = hiberCriteria.getSession();
SQLQuery query = session.createQuery("select max(routetracking) from route ");
List rows = query.list();
// System.out.println("the max value of routetracking of Route Table is "+rows.toString());

java.sql.Date date = new java.sql.Date(2018, 6, 3);
int truck = Integer.parseInt(data.get("truck").toString());
int routetracking = ((Integer) rows.get(0)) + 1 ;
double longitude = Double.parseDouble(data.get("longitude").toString());
double latitude = Double.parseDouble(data.get("latitude").toString());
JSONArray storages= (JSONArray) data.get("storages");
JSONObject innerObj = new JSONObject(storages.get(0).toString());
int InitStorage = Integer.parseInt(innerObj.get("storage").toString());

session.beginTransaction();
RouteDto route = new RouteDto();
route.setRoutetracking(routetracking);
route.setStorage(InitStorage);
route.setTruck(truck);
route.setTrndate(date);
route.setLatitude(latitude);
route.setLongitude(longitude);
route.setState("Current");
session.save(route);
session.getTransaction().commit();

// take the elements of the json array
for(int i=0; i<storages.length(); i++){
    session.beginTransaction();
    JSONObject innerObject = new JSONObject(storages.get(i).toString());
    TrackingLinesDto ins = new TrackingLinesDto();
    ins.setRoutetracking(routetracking);
    ins.setTruck(truck);
    ins.setStorage(Integer.parseInt(innerObject.get("storage").toString()));
    session.save(ins);
    session.getTransaction().commit();
}

utx.commit();
response.setCharacterEncoding("UTF-8");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Credentials", "true");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Methods", "GET, POST, DELETE, PUT, OPTIONS, HEAD");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Headers", "Content-Type, Accept, X-Requested-With");
response.getOutputStream().write(resp.toString().getBytes());
```

**ΕΙΚΟΝΑ 37. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΚΤΑΧΩΡΗΣΗ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Στον παραπάνω κώδικα πρακτικά γίνεται handle το request το οποίο έχει προέλθει, είτε από την πρώτη καταχώρηση του χρήστη, είτε από την αποστολή των δεδομένων από τον αισθητήρα με την χρήση των συναρτήσεων setters του object που αναφέρεται στο database table, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται και η αντίστοιχη διαδικασία εισαγωγής των δεδομένων στη βάση.

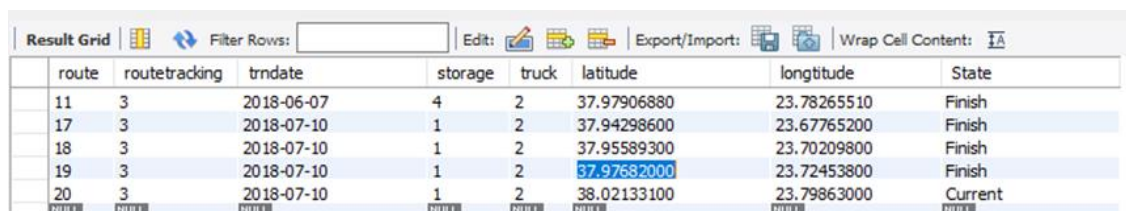


#### 4.3.4 Παρακολούθηση Διαδρομής με Χρήση Χάρτη

Στην παρούσα υποενότητα θα παρουσιασθεί το αντίστοιχο user interface, στο οποίο ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει την διαδρομή που έχει ακολουθήσει το μέσο μεταφοράς με τη βοήθεια χάρτη (Google Maps).

Ο χρήστης πρέπει απλά να εισάγει τον μοναδικό αριθμό για την ενδιαφερόμενη διαδρομή και η εφαρμογή θα απεικονίσει αυτόματα στο χάρτη την διαδρομή με ενδιάμεσους κόμβους, τα σημεία εκείνα τα οποία λήφθηκαν συντεταγμένες από τον αισθητήρα γεω-εντοπισμού.

Έχει ενδιαφέρον να παρουσιασθεί ολόκληρη η διαδικασία για την παρουσίαση της διαδρομής από τεχνική σκοπιά μέσα από τις παρακάτω εικόνες. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 38 παρατηρούνται τα δεδομένα που είναι καταχωρημένα στη βάση δεδομένων για μια συγκεκριμένη διαδρομή με τον μοναδικό αριθμο tracking -3.



route	routetracking	trndate	storage	truck	latitude	longitude	State
11	3	2018-06-07	4	2	37.97906880	23.78265510	Finish
17	3	2018-07-10	1	2	37.94298600	23.67765200	Finish
18	3	2018-07-10	1	2	37.95589300	23.70209800	Finish
19	3	2018-07-10	1	2	37.97682000	23.72453800	Finish
20	3	2018-07-10	1	2	38.02133100	23.79863000	Current
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

**ΕΙΚΟΝΑ 38. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΟΝΑΔΙΚΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ 3**

Στην εικόνα που ακολουθεί αποτυπώνεται, μέσα από το framework της Angular, το service που εκτελείται για να ζητήσει η εφαρμογή από τον server τα δεδομένα για την συγκεκριμένη διαδρομή.

```

import { Injectable } from '@angular/core';
import { HttpClient, HttpHeaders } from '@angular/common/http';
import { Storage } from '../models/Storage';

@Injectable()
export class RouteService {

  public Responsetdata: any;

  constructor(private http: HttpClient ) { this.Responsetdata = [] }

  Route(routetracking: number): any {
    const headers = new HttpHeaders()
      .append( name: 'Content-type', value: 'application/x-www-form-urlencoded;charset=utf-8;');

    const url = 'http://localhost:8080/diplomatiki/Route';

    this.http.post(url, {body: {'route': routetracking} , options: { headers : headers} )
      .toPromise().then(
        onfulfilled: (Rdata: any) => {

          this.Responsetdata = JSON.parse(JSON.stringify(Rdata));
          console.log(this.Responsetdata);
          for (let i = 0; i < this.Responsetdata.data.length; i++) {
            const routes = this.Responsetdata.data[i];
          }
        }
      );
    return this.Responsetdata;
  }
}

```

ΕΙΚΟΝΑ 39. ANGULAR SERVICE ΓΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

Αντίστοιχα, στην πλευρά του server, εκτελείται το service εκείνο που πρέπει να ζητήσει από τη βάση δεδομένων τα δεδομένα για την διαδρομή, όπως παρουσιάζεται παρακάτω (Εικόνα 40). Ουσιαστικά, πραγματοποιείται μια κλήση της συνάρτησης `findByRouteTracking` του `RouteDataObject`, η οποία με την βοήθεια του `Hibernate` θα αποδώσει κατάλληλο `SQL Query` προς τη βάση δεδομένων με τα αντίστοιχα φίλτρα, ενώ το `dataset` που επιστρέφει ενσωματώνεται σε `json format` και επιστρέφει στο αρχικό χρήστη.

```

int route = Integer.parseInt(data.get("route").toString());
System.out.println("Route: " + route);

HiberCriteria hiberCriteria = new HiberCriteria();
List <RouteDto> routes = RouteDao.findbyRoutetrackingALL();

if (routes.isEmpty()) {
    resp.put("response", "no routes found for this Route_id");
}
else {
    for (int i = routes.size() - 1 ; i >= 0 ; i--) {

        JSONObject eachData = new JSONObject();
        try {
            eachData.put("trndate", routes.get(i).getTrndate());
            eachData.put("storage", routes.get(i).getStorage());
            eachData.put("truck", routes.get(i).getTruck());
            eachData.put("latitude", routes.get(i).getLatitude());
            eachData.put("longtitude", routes.get(i).getLongtitude());
            eachData.put("State", routes.get(i).getState());
            eachData.put("Route", routes.get(i).getRoute());
            eachData.put("RouteTracking", routes.get(i).getRoutetracking());
            System.out.println("route: " + routes.get(i).getLatitude());

        } catch (JSONException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        dataArray.put(eachData);

    }

    resp.put("data", dataArray);
    resp.put("route", routes.get(0).getRoutetracking());
    resp.put("response", "true");
}

}

utx.commit();
response.setCharacterEncoding("UTF-8");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Credentials", "true");
response.addHeader("Access-Control-Allow-Methods", "GET, POST, DELETE, PUT, OPTIONS, HEAD");

```

**ΕΙΚΟΝΑ 40. JAVA SERVICE ΓΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ**

Τέλος, στην Εικόνα 41 παρουσιάζεται η χρήση της βιβλιοθήκης της Angular, ενώ αποτυπώνεται η ευχρηστεία στην αναπαράσταση και λειτουργία του χάρτη μέσα από το framework.

```

<h1>{{ Response }}
</h1>

<div class="form-group">
  Route Tracking: <input type="text" (input)="OnRouteTracking($event)" ><br>
  <button [disabled]="loading" class="btn btn-primary" (click)="routing()" >Check</button>
</div>

<!-- this creates a google map on the page with the given lat/lng from -->
<!-- the component as the initial center of the map: -->

<agm-map [latitude]="lat" [longitude]="lng">

  <agm-direction *ngIf="destination" [origin]="origin" [waypoints]="waypoints" [destination]="destination">
  </agm-direction>

  <agm-polyline >
    <agm-polyline-point *ngFor="let marker of routes" [latitude]="marker.latitude" [longitude]="marker.longitude" >
    </agm-polyline-point>
  </agm-polyline>

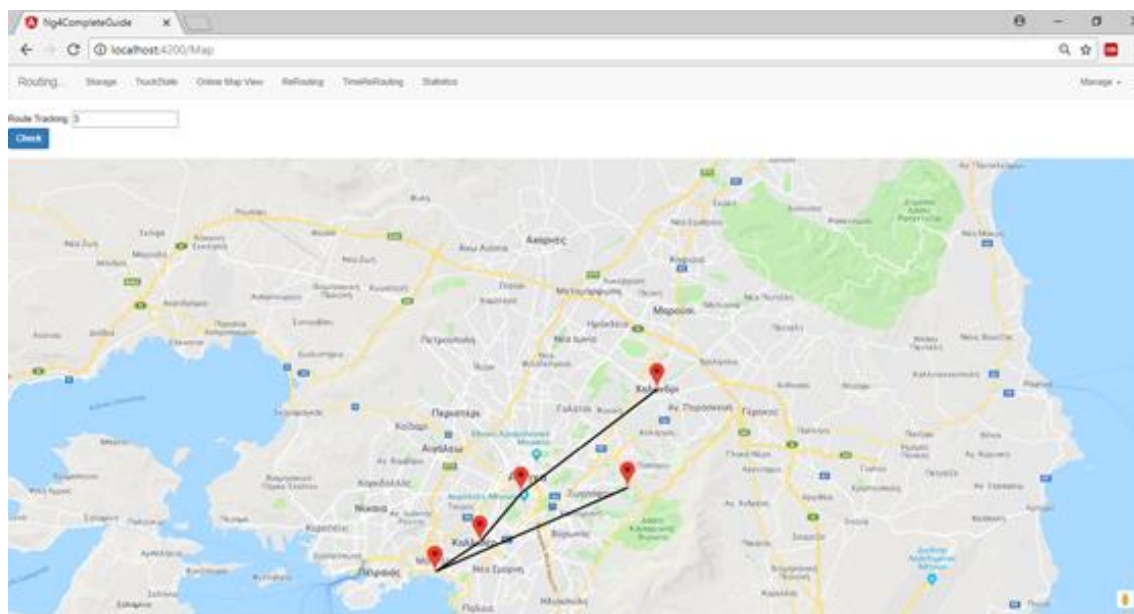
  <agm-marker-cluster >
    <agm-marker *ngFor="let marker of routes" [latitude]="marker.latitude" [longitude]="marker.longitude">
    </agm-marker>
  </agm-marker-cluster>

</agm-map>

```

**ΕΙΚΟΝΑ 41. ΚΩΔΙΚΑΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ**

Ενώ στην Εικόνα 42 φαίνεται το τελικό αποτέλεσμα μετά την επιστροφή των δεδομένων στο χρήστη.



**ΕΙΚΟΝΑ 42. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΤΟΝ ΧΑΡΤΗ**

#### 4.3.5 Αναδρομολόγηση Διαδρομής Εξυπηρέτησης Σημείου

Σε αυτό το σημείο, θα παρουσιασθεί το εργαλείο που αποτελεί και το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας. Οπώς αναφέρθηκε και στις προηγούμενες ενότητες της ανάλυσης, υπάρχει ένα βασικός διαχωρισμός όσον αφορά την αναδρομολόγηση των διαδρομών σχετικά με τους παράγοντες του χρόνου ή και της απόστασης.

Παρουσιάζοντας τα σενάρια χρήσης στη συγκεκριμένη ενότητα, θα γίνει αντιληπτό πως χρησιμοποιώντας το ίδιο σημείο ενδιαφέροντος για εξυπηρέτηση μπορεί να προκύψουν διαφορετικές εναλλακτικές διαδρομές. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκύψει, εάν για παράδειγμα τη συγκεκριμένη στιγμή που πραγματοποιήθηκε η διαδικασία, η διαδρομή που παρέχει η αναδρομολόγηση με κριτήριο την απόσταση να έχει τέτοιες συνθήκες, π.χ. κυκλοφοριακή συμφόρηση, ενώ χρησιμοποιώντας την αναδρομολόγηση με κριτήριο τον αναμενόμενο χρόνο άφιξης, η διαδρομή που θα προκύψει να είναι διαφορετική.

Πριν γίνει η παρουσίαση των σεναρίων θα γίνει μια συντομή αναφορά για το πως λειτουργεί η διαδικασία. Ουσιαστικά κατά την έναρξη της διαδικασίας για την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής, η εφαρμογή θα ζητήσει από τη βάση δεδομένων όλες εκείνες τις συντεταγμένες, όπου η κατάσταση state έχει χαρακτηριστεί ως Current. Με αυτό τον τρόπο η εφαρμογή θα γνωρίζει τις τρέχουσες συντεταγμένες από όλες τις διαθέσιμες αποστολές που βρίσκονται σε εξέλιξη.

	route	routetracking	trndate	storage	truck	latitude	longitude	State
	1	1	2018-02-10	1	1	37.97906880	23.78265510	Finish
	3	1	2018-03-10	1	1	39.16909050	23.25160100	Finish
	4	1	2018-04-10	1	1	41.67243400	26.55573390	Finish
	5	1	2018-04-10	1	1	43.04669000	25.07315000	Current
	6	2	2018-05-13	2	2	37.06444610	25.27232880	Finish
	7	2	2018-05-13	2	2	36.37671520	25.47703870	Finish
	8	2	2018-05-13	2	2	36.13107600	27.80047400	Current
	9	2	2018-05-13	2	2	35.12650200	25.07037200	Finish
	10	2	2018-05-12	2	2	38.01236300	23.74441000	Finish
	11	3	2018-06-07	4	2	37.97906880	23.78265510	Finish
	12	4	2018-06-08	15	1	37.97906880	23.78265510	Current
	13	5	2018-06-09	15	1	37.97906880	23.78265510	Current
	14	6	2018-06-09	15	5	37.97906880	23.78265510	Current
	15	7	2018-06-10	15	1	37.97906880	23.78265510	Current
	17	3	2018-07-10	1	2	37.94298600	23.67765200	Finish
	18	3	2018-07-10	1	2	37.95589300	23.70209800	Finish
	19	3	2018-07-10	1	2	37.97682000	23.72453800	Finish
	20	3	2018-07-10	1	2	38.02133100	23.79863000	Current
	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

ΕΙΚΟΝΑ 43. ΤΡΕΧΟΥΣΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ

Η εφαρμογή, αφού λάβει από το χρήστη το σημείο ενδιαφέροντος, το οποίο μεταφράζεται και αυτό με την σειρά σε μορφή συντεταγμένων, θα πραγματοποιήσει μια κλήση στο API των χαρτών της Google χρησιμοποιώντας για την ακρίβεια την συνάρτηση - διαδικασία Distance Matrix. Οι συντεταγμένες από τις τρέχουσες αποστολές θα δωθούν σαν όρισμα - πίνακα στην συγκεκριμένη συνάρτηση, ταυτόχρονα με τις συντεταγμένες του σημείου ενδιαφέροντος και εφόσον η

συνάρτηση λάβει τα δεδομένα, θα επιστρέψει ποια από τις διαθέσιμες αποστολές είναι η βέλτιστη για την εξυπηρέτηση του σημείου που έθεσε ο χρήστης.

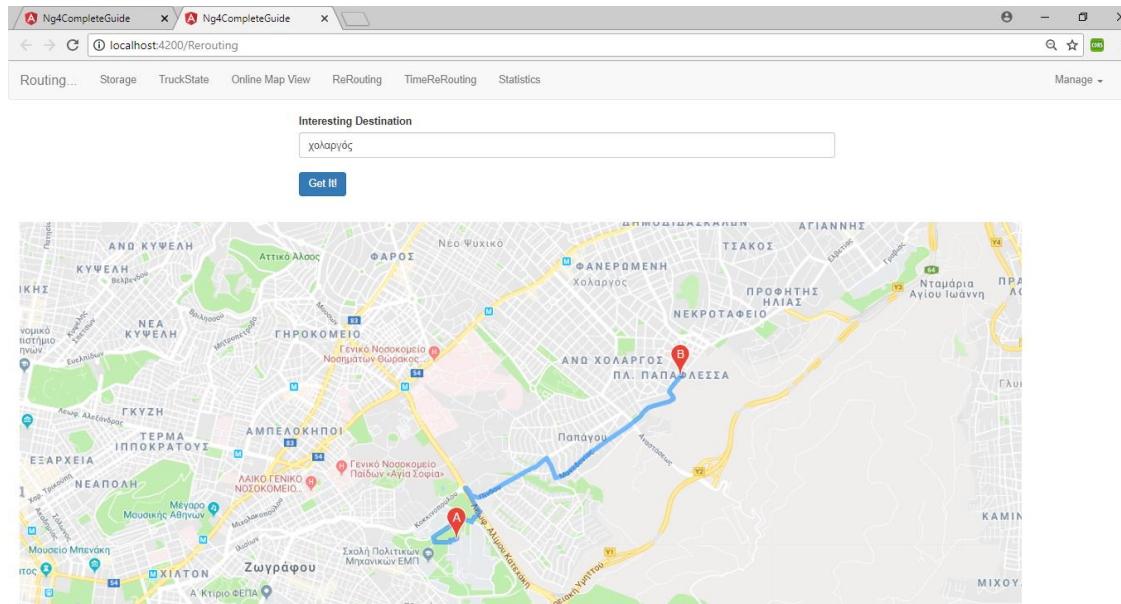
Το ενδιαφέρον στην παραπάνω διαδικασία είναι ότι η εφαρμογή εκτός από τα δεδομένα συντεταγμένων, τα οποία παρέχει σαν ορίσματα στην κλήση προς το API της Google, μεταβιβάζει και ένα σύνολο από προαιρετικές πληροφορίες όπως:

- **travelMode** (*optional*) — επιλογή τρόπου εκτέλεσης διαδρομής (οδήγηση, ΜΜΜ κλπ)
- **drivingOptions** (*optional*) – Κατά την επιλογή του travel mode ως driving, δηλαδή οδηγώντας, η εφαρμογή μπορεί να παρέχει και επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τη φόρτωση των δεδομένων κίνησης, όπως παρακάτω:
  - **bestguess** (default) – φόρτωση δεδομένων βάσει του ιστορικού χρήσης από προηγούμενες διαδρομές
  - **pessimistic** – φόρτωση δεδομένων βάσει των προηγούμενων ημερών λαμβάνοντας υπόψιν κακές κυκλοφοριακές συνθήκες
  - **optimistic** – φόρτωση δεδομένων βάσει των προηγούμενων ημερών λαμβάνοντας υπόψιν καλές κυκλοφοριακές συνθήκες
- **avoidHighways** (*optional*) — αποφυγή αυτοκινητόδρομων
- **avoidTolls** (*optional*) — αποφυγή διοδίων

Στην διπλωματική εργασία έχει επιλεγεί, ως travelmode, η οδήγηση και η φόρτωση των δεδομένων κυκλοφοριακής κίνησης γίνεται χρησιμοποιώντας το bestguess.

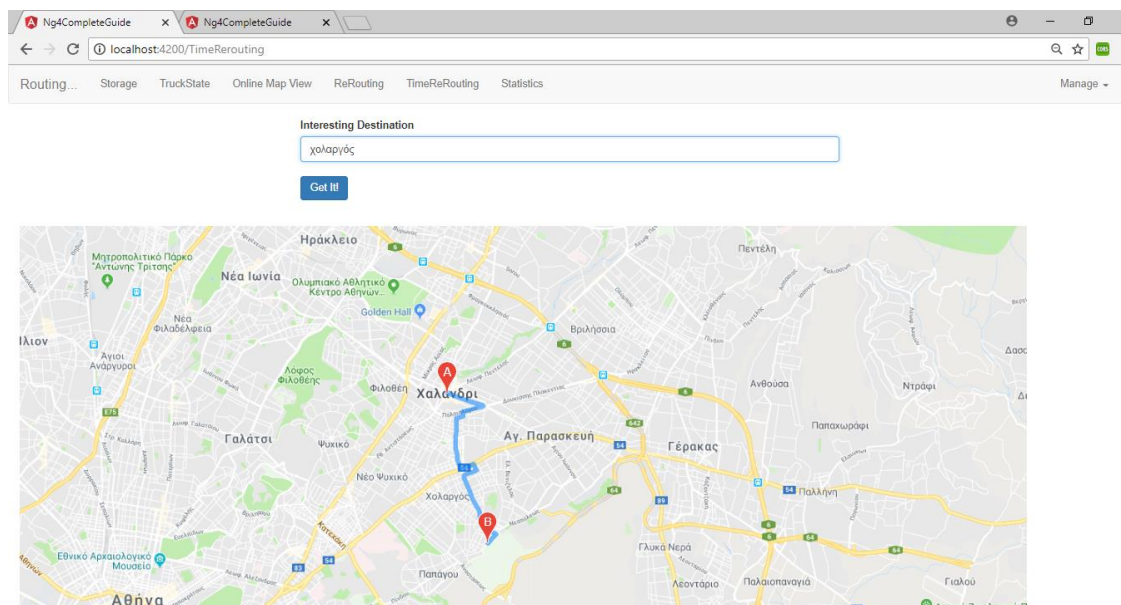
Κατόπιν της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε σχετικά με το πως λειτουργεί το εργαλείο από τεχνικής πλευράς, παρακάτω θα γίνει η παρουσίασή του. Στο παράδειγμα χρήσης που ακολουθεί έχει χρησιμοποιηθεί, σαν σημείο ενδιαφέροντος προς εξυπηρέτηση, περιοχή από τον Δήμο Χολαργού του νομού Αττικής.

Στην Εικόνα 44, όπου λαμβάνεται σαν κριτήριο η απόσταση, φαίνεται ότι η διαδρομή που επιλέχθηκε για την εξυπηρέτηση του σημείου ενδιαφέροντος είναι η διαδρομή που βρίσκεται στην έδρα της θεωρητικής επιχείρησης και προκειται να ξεκινήσει.



**ΕΙΚΟΝΑ 44. ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ**

Στην Εικόνα 45, όπου λαμβάνεται σαν κριτήριο ο παράγοντας του χρόνου, έχει επιλεγεί η αποστολή που βρίσκεται στην περιοχή του Χαλάνδριου.



**ΕΙΚΟΝΑ 45. ΕΠΑΝΑΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΝ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΧΡΟΝΟ ΑΦΙΞΗΣ**

Στην συγκεκριμένη περίπτωση και ενώ η απόσταση που πρέπει να διανυθεί για να εξυπηρετηθεί το σημείο ενδιαφέροντος από την περιοχή του Χαλάνδριου είναι μεγαλύτερη, οι κυκλοφοριακές συνθήκες ήταν τέτοιες που η εφαρμογή την επέλεξε γιατί ο αναμενόμενος χρόνος άφιξης είναι τελικά μικρότερος.

Επίσης, στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η εμφάνιση της διαδρομής που θα επιλεγεί μέσα από την HTML σελίδα του χρήστη.

```
<div class="col-md-6 col-md-offset-3" >
  <div>
    <label>Interesting Destination</label>
    <input type="text" class="form-control" size="40" (input) = "OnTimeDesti({event})" />
  </div>
  <br />
  <div class="form-group">
    <button [disabled]="loading" class="btn btn-primary" (click)="getTimeLatLong()">Get It!</button>
  </div>
  <br />
</div>

<div class="col-sm-11" >
  <agm-map [latitude]="lat" [longitude]="lng">
    <agm-direction [origin]="origin" [waypoints]="waypoints" [destination]="destination">
  </agm-direction>
</agm-map>
</div>
```

ΕΙΚΟΝΑ 46. ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΕΣΩ HTML ΣΕΛΙΔΑΣ

Ενώ στην Εικόνα 47 φαίνεται η χρήση της κλήσης από την εφαρμογή προς το API της Google.

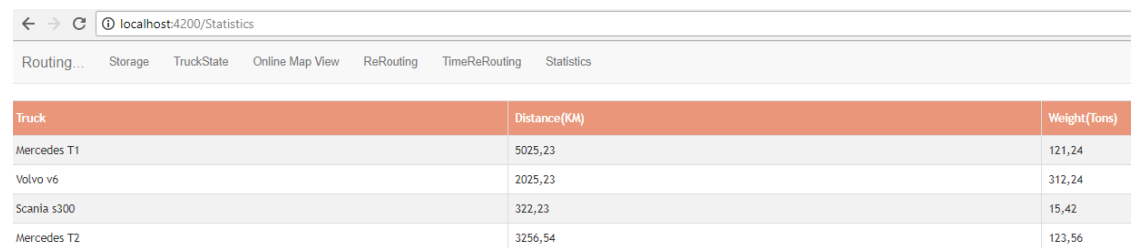
```
58     this.destinations.push({lat: this.routes.data[i].latitude, lng: this.routes.data[i].longitude});
59     this.Desti = this.Desti + this.routes.data[i].latitude + ',' + this.routes.data[i].longitude + '|';
60
61   }
62   console.log(this.destinations);
63   console.log('Routetracking' + this.Routetracking);
64   console.log(this.Desti);
65   console.log('before');
66   const url = 'https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/json?units=metric' + ' ' +
67     'origins=' + this.Desti + '&destinations=' + this.destination + '&key=AIzaSyC890123456789012345678901234567890';
68   const Dir = this.http.post(url, {body: {}});
69   }
70   .subscribe(
71     next: (data: any) => {
72       console.log(data);
73       this.min = data.rows[0].elements[0].distance.value;
74       console.log(data.rows[0].elements);
75       console.log(this.min);
76       for (let k = 0; k < data.rows.length; k++) {
77         if (data.rows[k].elements[0].distance.value <= this.min) {
78           this.min = data.rows[k].elements[0].distance.value;
79           this.di = k; // this.di returns the i component that will use to this.destinations
80           this.origin = this.destinations[k];
81           this.lat = this.routes.data[k].latitude;
82           this.lng = this.routes.data[k].longitude;
83           this.Routetracking = this.routes.data[k].RouteTracking;
84         }
85       }
86     }
87   )
88   console.log('after for loop' + this.min);
89   console.log('after for loop' + this.origin);
90   return ;
91 }
92 );
93
94
```

ΕΙΚΟΝΑ 47. ΚΛΗΣΗ ΣΤΟ ΑΡΙ ΤΗΣ GOOGLE



#### 4.3.6 Στατιστικά Εφαρμογής

Τέλος, όσον αφορά το μέρος της πληροφόρησης για την συνολική εικόνα των μεταφορών, η εφαρμογή μπορεί να παρέχει πολλές στατιστικές εκτυπώσεις και αναφορές. Μια τυπική αναφορά φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, όπου αποτυπώνεται η συνολική απόσταση, αλλά και το βάρος μεταφοράς ανά μονάδα μεταφοράς – φορτηγό.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'localhost:4200/Statistics'. The page has a navigation menu with items: 'Routing...', 'Storage', 'TruckState', 'Online Map View', 'ReRouting', 'TimeReRouting', and 'Statistics'. Below the menu is a table with three columns: 'Truck', 'Distance(KM)', and 'Weight(Tons)'. The table contains four rows of data for different truck models.

Truck	Distance(KM)	Weight(Tons)
Mercedes T1	5025,23	121,24
Volvo v6	2025,23	312,24
Scania s300	322,23	15,42
Mercedes T2	3256,54	123,56

**ΕΙΚΟΝΑ 48. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

### 5.1 Συμπεράσματα

Η αναπτυξιακή πλατφόρμα, η οποία έχει αναπτυχθεί στην παρούσα διπλωματική εργασία, αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την κάλυψη των αναγκών, αλλά και τη βέλτιστη κατανομή και δρομολόγηση των μονάδων μεταφοράς που διαθέτει μια σύγχρονη επιχείρηση – οργανισμός, η οποία ασχολείται με τον τομέα των Logistics.

Η πλατφορμά που αναπτύχθηκε μπορεί να διαχωριστεί σε δύο βασικά μέρη διαχείρισης. Το πρώτο μέρος αποτελείται από όλες εκείνες τις διαδικασίες που χρειάζεται μια επιχείρηση logistics να χρησιμοποιήσει, προκειμένου να καταφέρει να πραγματοποιήσει αποτελεσματικά τις παραδόσεις προς τους τελικούς πελάτες, ενώ το δεύτερο μέρος, το οποίο είναι το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας, παρέχει τη δυνατότητα της βέλτιστης κατανομής και δρομολόγησης των μονάδων φορτίου για την εξυπηρέτηση σημείων ενδιαφέροντος.

Τα δυο αυτά μέρη μπορούν να λειτουργήσουν ανεξάρτητα μεταξύ τους, σχετικά με τον κεφαλαιουχικό εξοπλισμό της επιχείρησης logistics και για το λόγο αυτό, σε όλες τις ενότητες της διπλωματικής εργασίας, οι αναφορές πραγματοποιούνται σε επίπεδο μονάδων φορτιών και μεταφοράς και όχι σε συγκεκριμένα στοιχεία, όπως φορηγό ή κούτες - container. Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στη διαδικασία αυτή είναι ότι η εφαρμογή μπορεί να εγκατασταθεί, να επεξεργαστεί και να διαχειριστεί επιχειρήσεις logistics ανεξάρτητα των στοιχείων που χρησιμοποιεί. Έτσι η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είτε σε επιχειρήσεις με χερσαία, είτε με θαλάσσια μέσα μεταφοράς, αλλά και με διαφορετικές αναγκές και προοπτικές στις αποστάσεις που καλείται να εξυπηρετήσει.

Επίσης, το εργαλείο της αναδρομολόγησης, με τον τρόπο που έχει αναπτυχθεί, παρέχει τη δυνατότητα για επαναδρομολόγηση διαδρομών, κάνοντας χρήση, είτε σαν κριτήριο την απόσταση προς το σημείο ενδιαφέροντος, είτε τον αναμενόμενο χρόνο αφίξης, παρέχοντας έτσι βέλτιστες λύσεις από διαφορετικές σκοπιές επαναδρομολόγησης.

Τέλος, η πλατφόρμα διαχείρισης, με την αρχιτεκτονική και τα υποσυστήματα που χρησιμοποιεί, μπορεί να καλύψει όλες τις σύγχρονες ανάγκες και προκλήσεις που απαιτούνται από ένα σύστημα που διαχειρίζεται logistics, ενώ ταυτόχρονα ο τρόπος με τον οποίο αναπτύχθηκε το εργαλείο επαναδρομολόγησης μπορεί να εξυπηρετήσει τις αναγκές των χρηστών με απρόσκοπτη λειτουργία.

## 5.2 Επέκταση Πλατφόρμας

Η παρούσα διπλωματική καλύπτει ένα τεράστιο εύρος από τις καθημερινές λειτουργίες, που απαιτούνται από τη διαχείριση μιας πλατφόρμας logistics και μαζί με το εργαλείο που αναπτύχθηκε, αποτελεί μια μοναδική λύση στο σύνολο της. Σε αυτό το σημείο, θα παρουσιαστούν και επιπρόσθετες διαδικασίες, οι οποίες μπορούν να ενσωματωθούν στο παρόν εργαλείο με σκοπό την επέκτασή του.

Μια πρώτη επέκταση, που μπορεί να υλοποιηθεί και αφορά το hardware, είναι στον αισθητήρα γεω-εντοπισμού, στον οποίο μπορούν να γίνουν βελτιώσεις σχετικά με την πλήρη αυτονομία του, όσον αφορά την παρεχόμενη ισχύ. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την αποθήκευση της ισχύος. Επιπλέον, μπορούν να πραγματοποιηθούν βελτιστοποιήσεις σχετικά με το χρονικό διάστημα στην αποστολή των δεδομένων. Ένα παράδειγμα για μια τέτοια βελτίωση θα μπορούσε να αποτελέσει η περίπτωση όπου σε μια σχετικά μεγάλη χιλιομετρικά ευθεία, οι συντεταγμένες θα αποστέλλονται όταν ο αισθητήρας ανιληφθεί μια κλίση πάνω από ένα ορίο μοιρών στο τιμόνι του φορτήγου, εάν πρόκειται για χερσαίες μεταφορές διεθνής κλίμακας.

Τέλος, όσον αφορά βελτιστοποιήσεις στο εργαλείο διαχείρισης, προτείνεται η ασύγχρονη επαναδρομολόγηση πολλαπλών σημείων εξυπηρέτησης, καθώς και ο δυνητικός αποκλεισμός ορισμένων διαδρομών σχετικά με την επαναδρομολόγηση για συγκεκριμένους σκοπούς που έγκειται στη διακριτική ευχέρεια των χρηστών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <http://www.fdlgroup.gr/ancient-logistics-historical-timeline-etymology/>
- [2] Εφοδιαστική Αλυσίδα, Logistics & Εξυπηρέτηση Πελατών, PhD, Γεώργιος Μαλινδρέτος
- [3] <http://www.sole.org/>
- [4] Council of Logistics Management. Annual Conference. (1986). Anaheim, Calif. Proceedings, vol. 1
- [5] Williamson K.C., Spitzer D.M. and Bloomberg D.J. (1990) Modern logistics systems: theory and practice, Jrnl. BusLog, vol. 2, pp. 65-85
- [6] <http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=1187>
- [7] <http://www.jterc.or.jp/kenkyusyo/product/tpsr/bn/pdf/no11-01.pdf>
- [8] Benson, Bugg, Whitehead. (1994). Logistics Issues in International Sourcing: An Exploratory Study, International Journal of Purchasing and Materials Management banner
- [9] Lambert, D. M., J. R. Stock, and L. M. Ellram. (1998). Fundamentals of Logistics Management, Irwin/McGraw-Hill, Boston, MA
- [10] Movahedi B., Lavassani K., Kumar V. (2009). Transition to B2B e-Marketplace Enabled Supply Chain: Readiness Assessment and Success Factors, The International Journal of Technology, Knowledge and Society, vol. 5, Issue 3, pp. 75-88
- [11] Jay W. Forrester. (1961). Industrial Dynamics, Massachusetts Institute of Technology Press, p. 464
- [12] Sunil Chopra and Peter Meindl. (2001). A review of: "Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation", Prentice Hall, Inc., pp. 457, ISBN: 0-13-026465-2
- [13] Heeman, P. (1997). The Path of Successful Implementation of DRP. In Gattorna Editor
- [14] Presley, A., Meade, L. & Sarkis, J. (2007). A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: A reverse logistics illustration. International Journal of Production Research, vol. 45, no. 18, pp. 4595-4620
- [15] Samir K. Srivastava and Rajiv K. Srivastava, Managing product returns for reverse logistic, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, vol. 36, Issue 7
- [16] Gattorna, J.L. and Walters, D.W. (1996). Managing the Supply Chain: A Strategic Perspective. MacMillan, London
- [17] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. and Simchi-Levi, E. (2000). Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies. New York: McGraw-Hill
- [18] Sweeney, E., Evangelista, P. & Passaro, R. (2005). Putting Supply Chain Learning Theory into Practice: lessons from an Irish case. International Journal of Knowledge and Learning, vol. 1, no. 4, pp. 357-372
- [19] [www.perfect.com/en](http://www.perfect.com/en)
- [20] [www.dynalogics.com.au](http://www.dynalogics.com.au)
- [21] [www.swisslog.com](http://www.swisslog.com)

- [22] [www.oracle.com](http://www.oracle.com)
- [23] <http://optrak.com>
- [24] [www.sap.com](http://www.sap.com)
- [25] <http://www.oracle.com>
- [26] <http://www.infor.com>
- [27] <http://www.oracle.com>
- [28] <http://www.microsoft.com>
- [29] <http://www.aptean.com>
- [30] <http://www.oracle.com>
- [31] [www.odoo.com](http://www.odoo.com)
- [32] Auramo, J., Kauremaa, J., Tanskanen, K. (2005). Benefits of IT in supply chain management: an explorative study of progressive companies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 35 (2), pp. 82-100
- [33] Garrido Azevedo, Susana & Ferreira, João & Leitão, João. (2007). The Role of Logistics: Information and Communication Technologies in Promoting Competitive Advantages of the Firm, MPRA Paper 1359, University Library of Munich, Germany
- [34] Evelin Vatovec Krmac, Intelligent Value Chain Networks: Business Intelligence and Other ICT Tools and Technologies in Supply/Demand Chains, University of Ljubljana, Faculty of Maritime Studies and Transport, Slovenia: (<https://www.intechopen.com/>)
- [35] <https://angular.io/>
- [36] <https://www.oracle.com/java/>
- [37] [https://en.wikipedia.org/wiki/Java\\_\(software\\_platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_(software_platform))
- [38] <http://wildfly.org/about/>
- [39] <https://searchmicroservices.techtarget.com/definition/REST-representational-state-transfer>
- [40] <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/tutorial>
- [41] <https://www.json.org/JSONRequest.html>
- [42] <https://medium.freecodecamp.org/here-is-the-most-popular-ways-to-make-an-http-request-in-javascript-954ce8c95aaa>
- [43] <https://www.mysql.com/>
- [44] <https://www.oracle.com/technetwork/database/mysql/index.html>