



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Διπλωματική Εργασία

# ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΦΑΝΑΡΙΩΝ

Συγγραφέας: Άγγελος Νιάφας  
Αριθμός Μητρώου: 711151037

Επιβλέπων Καθηγητής: Βασίλειος Μάμαλης

Συν-επιβλέπων: Απόστολος Αναγνωστόπουλος

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF INFORMATICS AND COMPUTER ENGINEERING

Diploma Thesis

# SMART TRAFFIC LIGHT SYSTEM DEVELOPMENT STUDY AND TECHNOLOGIES

Author: Angelos Niafas

Registration Number: 711151037

Supervisor: Vasileios Mamalis

Co-supervisor: Apostolos Anagnostopoulos

ATHENS, OCTOBER 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

## ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΦΑΝΑΡΙΩΝ

Συγγραφέας: Άγγελος Νιάφας

Αριθμός Μητρώου: 7111511037

Επιβλέπων Καθηγητής: Βασίλειος Μάμαλης

Συν-επιβλέπων: Απόστολος Αναγνωστόπουλος

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/α	Όνοματεπώνυμο	Βαθμίδα/Ιδιότητα	Ψηφιακή Υπογραφή
1	Καντζάβελου Ιωάννα	Επίκουρη Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής	
2	Καρκαζής Παναγιώτης	Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής	
3	Μάμαλης Βασίλειος	Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής	

(κενή σελίδα)

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Άγγελος Νιάφας του Δημητρίου, με αριθμό μητρώου **711511037** φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής **Μηχανικών** του Τμήματος **Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών**, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο/Η Δηλών/ούσα  
(υπογραφή)





.....  
**Άγγελος Νιάφας**

Copyright © Άγγελος Νιάφας, 2023.

Με 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 Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Καθώς οι πόλεις σήμερα αναπτύσσονται ολοένα και με πιο ραγδαίους ρυθμούς, παράλληλα αυξάνεται η χρήση οχημάτων για μεταφορικές ανάγκες σ αυτές. Με τη συνεχή ωριμότητα της τεχνολογίας Internet of Things, η εφαρμογή της επεκτείνεται επίσης. Για παράδειγμα: στην οικονομία, στην υγειονομική περίθαλψη, στα logistics, κ.λπ. Σε πολλούς τομείς, ο συνδυασμός του Διαδικτύου των πραγμάτων και της βιομηχανίας μεταφορών θα είναι ολοένα και πιο κοντά, διαδραματίζοντας ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στην κατασκευή έξυπνων μεταφορών. Η βελτίωση των συνθηκών κυκλοφορίας μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα, να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), να βελτιώσει την οικονομία και να διευκολύνει τη ζωή των ανθρώπων. Ένας τρόπος που για να μειωθεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι με τον έξυπνο έλεγχο των φώτων σηματοδότησης. Σήμερα, οι περισσότεροι φανοί οδικής κυκλοφορίας εξακολουθούν να ελέγχονται με στρατηγικές προκαθορισμένου σταθερού χρόνου και δεν έχουν σχεδιαστεί για να εξασφαλίζουν την βέλτιστη ανταπόκριση ενός συστήματος διαχείρισης κυκλοφορίας. Τα έξυπνα ή δυναμικά φανάρια έχουν αποτελέσει το επίκεντρο της έρευνας για την προσαρμογή της ρύθμισής τους σύμφωνα με τη ζήτηση που προσφέρουν τα οχήματα σε μια πόλη. Η ιδέα είναι να αλλάξουν τα φανάρια με βάση τις συνθήκες κυκλοφορίας για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα των διασταυρώσεων και να μειωθεί η ρύπανση. Η διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό να προτείνει βελτίωση της κατάστασης αυτής με χρήση νέων τεχνολογιών διασυνδεδεμένων υπηρεσιών που λειτουργούν σε περιβάλλον Διαδικτύου των Αντικειμένων (Internet of Things - IoT). Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας θα αποτελέσει η μελέτη, σχεδιασμός και ανάπτυξη συστήματος έξυπνων φαναριών (smart traffic lights system) με χρήση τεχνικών εικονικοποίησης βασισμένης σε περιέκτες (container-based virtualization) και αρχιτεκτονικής μικροϋπηρεσιών (microservices architecture). Θα μελετηθούν αρχικά οι απαιτήσεις ενός συστήματος έξυπνων φαναριών ως προς τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων από φανάρια/διασταυρώσεις με χρήση ειδικού εξοπλισμού και συσκευών. Στη συνέχεια θα μελετηθεί, σχεδιαστεί και αναπτυχθεί εφαρμογή συγκέντρωσης και επεξεργασίας των δεδομένων αυτών, με σκοπό την παροχή υπηρεσιών όπως βελτίωση των συνθηκών κυκλοφορίας των οχημάτων, πρόληψη/εμπόδιση ατυχημάτων, έγκαιρη ενημέρωση για αυξημένη κίνηση και προκληθέντα ατυχήματα κ.α., και με χρήση τεχνολογίας μικροϋπηρεσιών και εικονικοποίησης βασισμένης σε περιέκτες η οποία θα βασιστεί στα εργαλεία Docker και Docker Swarm (με στόχο την αποδοτική υποστήριξη και εντοπισμό των παρεχόμενων υπηρεσιών σε καταναμημένο περιβάλλον)

**Λέξεις Κλειδιά:** Υπολογιστική Νέφος (cloud computing), Διαδίκτυο των Αντικειμένων (Internet of things), Εικονικοποίηση (Virtualization), os-level virtualization, containers, microservices, Kybernetes, Docker Swarm.

## ABSTRACT

As today's cities are developing more and more rapidly, the use of vehicles for transportation needs is also increasing in them. With the continued maturity of Internet of Things technology, its application is also expanding. For example: in the economy, healthcare, logistics, etc. In many areas, the combination of the Internet of Things and the transportation industry will be closer and closer, playing an increasingly important role in the construction of intelligent transportation. Improving traffic conditions can increase efficiency, reduce carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, improve the economy and make people's lives easier. One way to reduce traffic congestion is with intelligent control of traffic lights. Today, most traffic lights are still controlled with fixed time pre-determined strategies and are not designed to ensure the optimal response of a traffic management system. Smart or dynamic traffic lights have been the focus of research to adjust their setting according to the demand offered by vehicles in a city. The idea is to change traffic lights based on traffic conditions to improve the efficiency of intersections and reduce pollution. The thesis aims to propose an improvement of this situation using new technologies of interconnected services that operate in an Internet of Things (IoT) environment. The subject of the thesis will be the study, design and development of a smart traffic lights system using container-based virtualization and microservices architecture techniques. Initially, the requirements of a smart traffic light system will be studied in terms of collecting the required data from traffic lights/intersections using special equipment and devices. Subsequently, an application for the collection and processing of this data will be studied, designed and developed, with the aim of providing services such as improving vehicle traffic conditions, preventing/preventing accidents, timely information on increased traffic and caused accidents, etc., and using microservices and container-based virtualization technology that will be based on Docker and Docker Swarm tools (with the aim of efficiently supporting and orchestrating the services provided in a distributed environment).

**Keywords:** Cloud Computing, Internet of Things, Virtualization, os-level virtualization, containers, microservices, Kybernetes, Docker Swarm.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

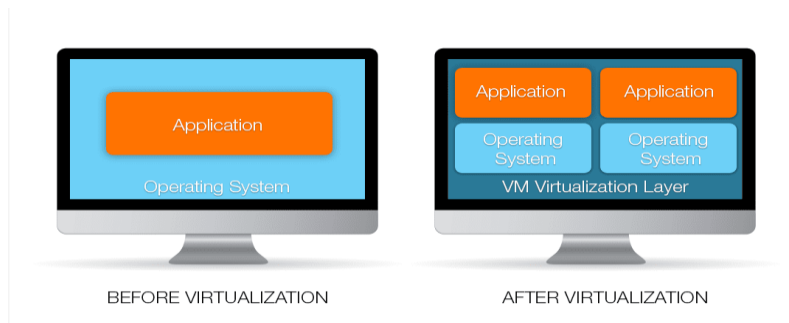
<b>1. Εισαγωγή</b>	.....
1.1 Εικονικοποίηση ορισμός	.....
1.2 Εικονικοποίηση πλεονεκτήματα	.....
1.3 Container-based Εικονικοποίηση	.....
1.4 Microservices Architecture	.....
1.5 Έξυπνα Φανάρια	.....
1.6 Τα έξυπνα φανάρια της FORD	.....
<b>2. Ανάλυση</b>	.....
2.1 Πλεονεκτήματα Συστημάτων ελέγχου κυκλοφορίας	.....
2.2 Προσαρμοστικός έλεγχος σημάτων κυκλοφορίας για αστική κυκλοφορία (ATSC)	.....
2.3 Ενσωματωμένη πρόληψη σήματος έκτακτης ανάγκης οχημάτων (EVSP)	.....
2.4 Οδήγηση ECO	.....
2.5 Micro-mobility priority service	.....
<b>3. Πρακτική Υλοποίηση</b>	.....
3.1 ESP32 microcontroller	.....
3.2 Επικοινωνία δεδομένων μέσω Wi-Fi	.....
3.3 ThingSpeak ως IoT cloud	.....
3.4 Εφαρμογή Android	.....
3.5 Σχεδιασμός των LED panels	.....
3.6 Σχεδιασμός του συστήματος μπαταριών	.....
3.7 Παράδειγμα Υλοποίησης στην Αθήνα	.....
3.7.1 Υλοποίηση Παραδείγματος	.....
<b>4. Πειραματική Μελέτη</b>	.....
4.1 Σφαιρική εικόνα	.....
4.2 Επισκόπηση Υλοποίησης	.....
4.2.1 Κύρια components	.....
4.2.2 Detector/sensor (ανιχνευτής)	.....
4.2.3 Executor	.....
4.2.4 Communicator	.....
4.2.5 Head-operator (επικεφαλής χειριστής)	.....
4.3 Μεθοδολογία	.....
4.3.1 Data collection	.....
4.3.2 Σχεδιασμός τοποθέτησης	.....
4.3.3 Προσδιορισμός προγράμματος	.....
4.3.4 Λειτουργία φωτεινού σηματοδότη βάσει ζήτησης σε διασταύρωση	.....
4.3.5 Ανάλυση συστήματος και προγραμματισμός	.....
<b>5. Transportation Management</b>	.....
5.1 Εισαγωγή	.....
5.2 Παραδείγματα εταιριών	.....

5.3 Transportation Management Software.....	
5.4 Traffic and Road Conditions Monitoring στη Malaga απο τη libelium.....	
5.5 ITS (Intelligent Transport System) και Συστήματα Ελέγχου Κυκλοφορίας Μονάχου: Τεχνικά Μέτρα και Οφέλη.....	
5.6 Swedish National Road Administration (SNRA).....	
<b>6. Docker και Docker container.....</b>	
6.1 Docker Container.....	
6.2 Ορισμός.....	
6.3 Δημιουργία Docker στο σύστημα.....	
6.4 Υλοποίηση και αποτελέσματα container.....	
6.5 Αποτελέσματα.....	
<b>7. Βιβλιογραφία.....</b>	

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Εικονικοποίηση ορισμός

Η εικονικοποίηση χρησιμοποιεί λογισμικό που προσομοιώνει τη λειτουργικότητα του υλικού για τη δημιουργία ενός εικονικού συστήματος. Αυτή η πρακτική επιτρέπει σε οργανισμούς πληροφορικής να λειτουργούν πολλαπλά λειτουργικά συστήματα, περισσότερα από ένα εικονικά συστήματα και διάφορες εφαρμογές σε έναν μόνο διακομιστή. Τα οφέλη της εικονικοποίησης περιλαμβάνουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και οικονομίες κλίμακας.



Χρησιμοποιώντας εικονικοποίηση, μπορούμε να αλληλεπιδράσουμε με οποιονδήποτε πόρο υλικού με μεγαλύτερη ευελιξία. Οι φυσικοί διακομιστές καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια, καταλαμβάνουν χώρο αποθήκευσης και χρειάζονται συντήρηση. Συχνά περιοριζόμαστε από τη φυσική εγγύτητα και τη σχεδίαση δικτύου εάν θέλουμε να έχουμε πρόσβαση σε αυτά. Η εικονικοποίηση καταργεί όλους αυτούς τους περιορισμούς αφαιρώντας τη λειτουργικότητα του φυσικού υλικού σε λογισμικό. Μπορούμε να διαχειριστούμε, να διατηρήσουμε και να χρησιμοποιήσουμε την υποδομή υλικού μας όπως μια εφαρμογή στον ιστό. Η μηχανή στην οποία πρόκειται να δημιουργήσει η εικονική μηχανή είναι γνωστή ως Host Machine και αυτή η εικονική μηχανή αναφέρεται ως Guest Machine.

Η εικονικοποίηση εισάγει τη νέα σημαντική σύνδεση μεταξύ υλικού-λογισμικού και αποτελεί ένα από τα θεμελιώδη τμήματα της τεχνολογίας υπολογιστικού νέφους προκειμένου να βοηθήσει και να αξιοποιήσει τις δυνατότητες του υπολογιστικού νέφους στο σύνολό του.

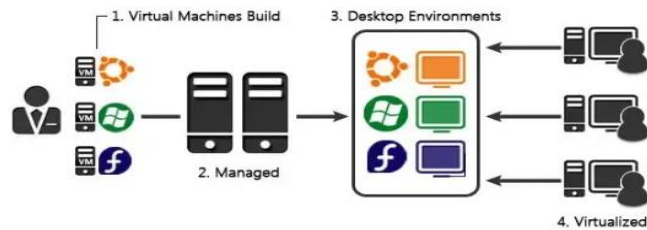
Το cloud computing είναι η κατ' απαίτηση παράδοση υπολογιστικών πόρων μέσω του Διαδικτύου με pay-as-you-go τιμολόγηση. Αντί να αγοράζουμε, να κατέχουμε και να διατηρούμε ένα φυσικό κέντρο δεδομένων, μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε τεχνολογικές υπηρεσίες, όπως υπολογιστική ισχύ, αποθήκευση και βάσεις δεδομένων, καθώς τις χρειαζόμαστε από έναν πάροχο cloud.

Η τεχνολογία εικονικοποίησης καθιστά δυνατό το cloud computing. Οι πάροχοι cloud δημιουργούν και διατηρούν τα δικά τους κέντρα δεδομένων. Δημιουργούν διαφορετικά εικονικά περιβάλλοντα που χρησιμοποιούν τους υποκείμενους πόρους υλικού. Στη συνέχεια, μπορούμε να προγραμματίσουμε το σύστημά μας για πρόσβαση σε αυτούς τους πόρους cloud χρησιμοποιώντας API. Οι ανάγκες μας σε υποδομή μπορούν να καλυφθούν ως μια πλήρως διαχειριζόμενη υπηρεσία.

## Τύποι εικονικοποίησης:

- **Εικονικοποίηση υλικού (Hardware Virtualization)**

Όταν το λογισμικό εικονικής μηχανής ή ο διαχειριστής εικονικής μηχανής (VMM) εγκαθίσταται απευθείας στο σύστημα υλικού είναι γνωστό ως εικονικοποίηση υλικού. Η εικονικοποίηση υλικού γίνεται κυρίως για τις πλατφόρμες διακομιστών, επειδή ο έλεγχος των εικονικών μηχανών είναι πολύ πιο εύκολος από τον έλεγχο ενός φυσικού διακομιστή.



- **Εικονικοποίηση λειτουργικού συστήματος (Operating System Virtualization)**

Όταν το λογισμικό εικονικής μηχανής ή ο διαχειριστής εικονικής μηχανής (VMM) είναι εγκατεστημένο στο λειτουργικό σύστημα κεντρικού υπολογιστή αντί απευθείας στο σύστημα υλικού, είναι γνωστό ως εικονικοποίηση λειτουργικού συστήματος. Η εικονικοποίηση λειτουργικού συστήματος χρησιμοποιείται κυρίως για τη δοκιμή εφαρμογών σε διαφορετικές πλατφόρμες λειτουργικού συστήματος.

- **Εικονικοποίηση διακομιστή (Server Virtualization)**

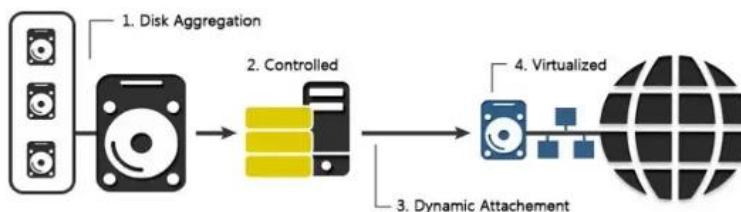
Όταν το λογισμικό εικονικής μηχανής ή ο διαχειριστής εικονικής μηχανής (VMM) εγκαθίσταται απευθείας στο σύστημα διακομιστή είναι γνωστό ως εικονικοποίηση διακομιστή. Η εικονικοποίηση διακομιστή γίνεται επειδή ένας μεμονωμένος φυσικός διακομιστής μπορεί να χωριστεί σε πολλούς διακομιστές με βάση τη ζήτηση και για την εξισορρόπηση του φόρτου.



Server Virtualization

- **Εικονικοποίηση αποθήκευσης (Storage Virtualization)**

Η εικονικοποίηση αποθήκευσης είναι η διαδικασία ομαδοποίησης του φυσικού χώρου αποθήκευσης από πολλές συσκευές αποθήκευσης δικτύου έτσι ώστε να μοιάζει με μια ενιαία συσκευή αποθήκευσης. Η εικονικοποίηση αποθήκευσης υλοποιείται επίσης με τη χρήση εφαρμογών λογισμικού. Η εικονικοποίηση αποθήκευσης γίνεται κυρίως για σκοπούς δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και ανάκτησης.



## 1.2 Εικονικοποίηση πλεονεκτήματα

- Αποτελεσματική χρήση πόρων

Η εικονικοποίηση βελτιώνει τους πόρους υλικού που χρησιμοποιούνται στο κέντρο δεδομένων μας. Για παράδειγμα, αντί να εκτελούμε έναν διακομιστή σε ένα σύστημα υπολογιστή, μπορούμε να δημιουργήσουμε μια ομάδα εικονικών διακομιστών στο ίδιο σύστημα υπολογιστή χρησιμοποιώντας και επιστρέφοντας διακομιστές στο χώρο συγκέντρωσης όπως απαιτείται. Έχοντας λιγότερους υποκείμενους φυσικούς διακομιστές ελευθερώνουμε χώρο στο κέντρο δεδομένων μας και εξοικονομούμε χρήματα σε ηλεκτρική ενέργεια, γεννήτριες και συσκευές ψύξης.

- Αυτοματοποιημένη χρήση IT (Information Technology)

Τώρα που οι φυσικοί υπολογιστές είναι εικονικοί, μπορούμε να τους διαχειριστούμε χρησιμοποιώντας εργαλεία λογισμικού. Οι διαχειριστές δημιουργούν προγράμματα ανάπτυξης και διαμόρφωσης για να ορίσουν πρότυπα εικονικής μηχανής. Μπορούμε να αντιγράψουμε την υποδομή μας επανειλημμένα και με συνέπεια και να αποφύγουμε τις μη αυτόματες διαμορφώσεις που είναι επιρρεπείς σε σφάλματα.

- Ταχύτερη αποκατάσταση από τις καταστροφές

Όταν γεγονότα όπως φυσικές καταστροφές ή κυβερνοεπιθέσεις επηρεάζουν αρνητικά τις επιχειρηματικές δραστηριότητες, η ανάκτηση πρόσβασης στην υποδομή πληροφορικής και η αντικατάσταση ή η επιδιόρθωση ενός φυσικού διακομιστή μπορεί να διαρκέσει ώρες ή και ημέρες. Αντίθετα, η διαδικασία διαρκεί λίγα λεπτά με εικονικά περιβάλλοντα. Αυτή η άμεση ανταπόκριση βελτιώνει σημαντικά την ανθεκτικότητα και διευκολύνει την επιχειρηματική συνέχεια, έτσι ώστε οι λειτουργίες να μπορούν να συνεχιστούν όπως έχει προγραμματιστεί.

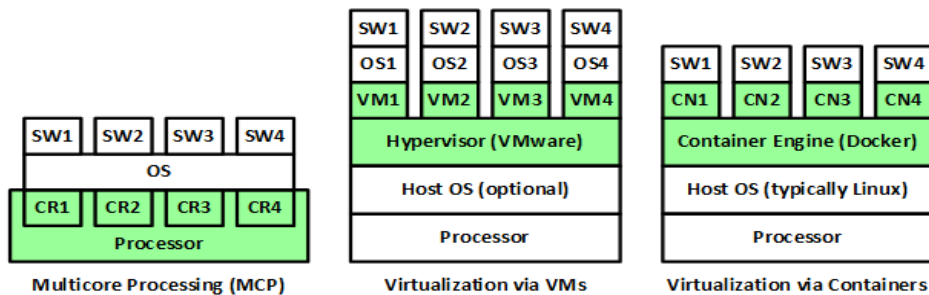
### 1.3 Container-based Εικονικοποίηση

Τα container είναι ένας τύπος λογισμικού που μπορεί εικονικά να συσκευάσει και να απομονώσει εφαρμογές για ανάπτυξη (deployment). Τα container μπορούν να μοιράζονται την πρόσβαση σε έναν πυρήνα λειτουργικού συστήματος (OS) χωρίς την παραδοσιακή ανάγκη για εικονικές μηχανές (VM).

Η τεχνολογία container έχει ρίζες στη διαμέριση (partitioning), που χρονολογείται από τη δεκαετία του 1960, και η απομόνωση της διαδικασίας chroot αναπτύχθηκε ως μέρος του Unix τη δεκαετία του 1970. Η σύγχρονη μορφή του εκφράζεται σε container εφαρμογών, όπως το Docker, και σε container συστήματος, όπως το LXC (Linux Containers). Και τα δύο αυτά συλ container επιτρέπουν σε μια ομάδα IT να αφαιρεί τον κώδικα εφαρμογής από την υποκείμενη υποδομή, απλοποιώντας τη διαχείριση εκδόσεων και επιτρέποντας τη φορητότητα σε διάφορα περιβάλλοντα ανάπτυξης.

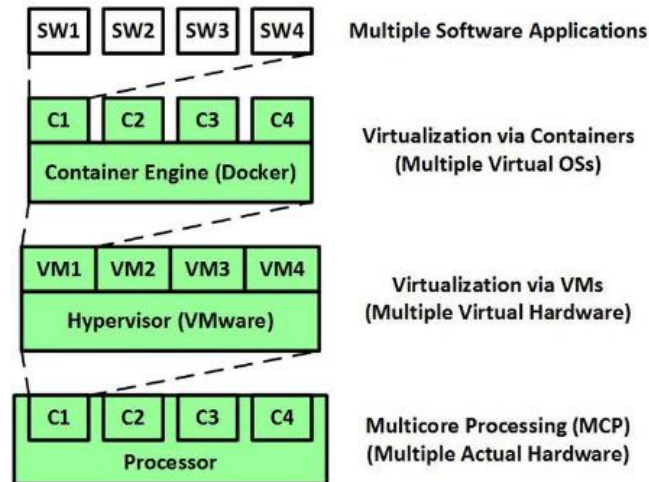
Οι εικόνες container (container images) περιλαμβάνουν τις πληροφορίες που εκτελούνται στο χρόνο εκτέλεσης στο λειτουργικό σύστημα, μέσω μιας μηχανής container. Οι εφαρμογές container μπορούν να αποτελούνται από πολλές εικόνες container. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή 3 επιπέδων μπορεί να αποτελείται από διακομιστή web front-end, διακομιστή εφαρμογών και containers βάσης δεδομένων, τα οποία εκτελούνται ανεξάρτητα. Τα container είναι εγγενώς ανιθαγενή και δεν διατηρούν πληροφορίες session, αν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κρατικές εφαρμογές. Πολλαπλές παρουσίες μιας εικόνας container μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα και νέες παρουσίες μπορούν να αντικαταστήσουν τις αποτυχημένες χωρίς διακοπή στη λειτουργία της εφαρμογής. Οι προγραμματιστές χρησιμοποιούν container κατά την ανάπτυξη και τη δοκιμή, και όλο και περισσότερο, οι ομάδες λειτουργιών πληροφορικής αναπτύσσουν σε ζωντανά περιβάλλοντα πληροφορικής παραγωγής σε κοντέινερ, τα οποία μπορούν να εκτελεστούν σε διακομιστές γυμνού μετάλλου, σε VM και cloud.

Το παρακάτω σχήμα παρέχει ένα abstraction υψηλού επιπέδου των τριών τεχνολογιών που εξετάζονται σε αυτό το σκέλος της διπλωματικής, επισημαίνοντας τις διαφορές τους. Σημειώνουμε ότι το VMware και το Docker είναι απλώς παραδείγματα προμηθευτών εικονικοποίησης. υπάρχουν και άλλοι πωλητές.



SW = Software Application, OS = Operating System, VM = Virtual Machine, CR = Core, CN = Container

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, αυτές οι τρεις τεχνολογίες που αναφέραμε πιο πάνω υπάρχουν σε τρία διαφορετικά επίπεδα σε μια αρχιτεκτονική. Σημειώνουμε ότι οι εικονικές μηχανές μιμούνται υλικό, ενώ τα container μιμούνται λειτουργικά συστήματα.



## 1.4 Microservices Architecture

Η αρχιτεκτονική Microservices (συχνά συντομεύεται σε microservices) αναφέρεται σε ένα αρχιτεκτονικό στυλ για την ανάπτυξη εφαρμογών. Οι microservices επιτρέπουν τον διαχωρισμό μιας μεγάλης εφαρμογής σε μικρότερα ανεξάρτητα μέρη, με κάθε τμήμα να έχει το δικό του πεδίο ευθύνης. Για την εξυπηρέτηση ενός μεμονωμένου αιτήματος χρήστη, μια εφαρμογή που βασίζεται σε microservices μπορεί να καλέσει πολλές εσωτερικές μικροϋπηρεσίες για να συντάξουν την απάντησή της.

Τα container (όπως αναλύσαμε στο 1.3) είναι ένα κατάλληλο παράδειγμα αρχιτεκτονικής microservices, καθώς μας επιτρέπουν να εστιάσουμε στην ανάπτυξη των υπηρεσιών χωρίς να ανησυχούμε για τις εξαρτήσεις (dependencies). Οι σύγχρονες εγγενείς εφαρμογές στο cloud συνήθως κατασκευάζονται ως microservices χρησιμοποιώντας containers.

Για να κατανοήσουμε τα πλεονεκτήματα των αρχιτεκτονικών μικροϋπηρεσιών σήμερα, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε από πού ξεκίνησαν όλα.

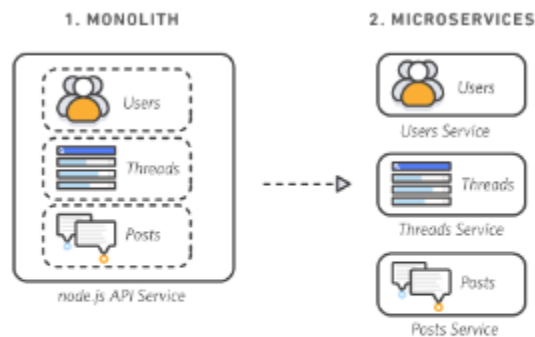
Μονολιθικές εφαρμογές

Αρχικά κάθε εφαρμογή, που βρισκόταν σε έναν μόνο διακομιστή, περιελάμβανε τρία επίπεδα:

- Παρουσίαση
- Εφαρμογή/επιχειρησιακή λογική
- Βάση δεδομένων

Αυτά τα επίπεδα κατασκευάστηκαν σε μια ενιαία, συνυφασμένη στοίβα που βρίσκεται σε έναν ενιαίο, μονολιθικό διακομιστή σε ένα κέντρο δεδομένων. Αυτό το μοτίβο ήταν κοινό σε κάθε κλάδο κλάδου και αρχιτεκτονικής τεχνολογίας. Σε γενικές γραμμές, μια εφαρμογή είναι μια συλλογή μονάδων κώδικα που εξυπηρετούν μια συγκεκριμένη λειτουργία—για παράδειγμα, μια βάση δεδομένων, διάφορους τύπους επιχειρηματικής λογικής, κώδικα απόδοσης γραφικών ή καταγραφή.

Σε αυτή τη μονολιθική αρχιτεκτονική, οι χρήστες αλληλεπιδρούσαν με το επίπεδο παρουσίασης, το οποίο μιλούσε με το επίπεδο επιχειρηματικής λογικής και το επίπεδο βάσης δεδομένων, και οι πληροφορίες στη συνέχεια ταξίδευαν πίσω στη στοίβα στον τελικό χρήστη. Αν και αυτός ήταν ένας αποτελεσματικός τρόπος οργάνωσης μιας εφαρμογής, δημιούργησε πολλά μεμονωμένα σημεία αστοχίας, τα οποία θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μεγάλες διακοπές λειτουργίας εάν υπήρχε βλάβη υλικού ή σφάλμα κώδικα. Δυστυχώς, η «αυτοίαση» δεν υπήρχε σε αυτή τη δομή. Εάν ένα μέρος του συστήματος ήταν κατεστραμμένο, θα πρέπει να επισκευαστεί με ανθρώπινη παρέμβαση με τη μορφή επιδιόρθωσης υλικού ή λογισμικού.



*Breaking a monolithic application into  
microservices*

## Πλεονεκτήματα Microservices

### Ευκινησία

Οι Microservices ενθαρρύνουν μια οργάνωση μικρών, ανεξάρτητων ομάδων που αναλαμβάνουν την κυριότητα των υπηρεσιών τους. Οι ομάδες ενεργούν μέσα σε ένα μικρό και καλά κατανοητό πλαίσιο και έχουν τη δυνατότητα να εργάζονται πιο ανεξάρτητα και πιο γρήγορα. Αυτό συντομεύει τους χρόνους του κύκλου ανάπτυξης. Επωφελούμαστε σημαντικά από τη συνολική απόδοση του οργανισμού.



## Ευέλικτη Κλιμάκωση

Οι *microservices* επιτρέπουν σε κάθε υπηρεσία να κλιμακώνεται ανεξάρτητα για να καλύψει τη ζήτηση για τη δυνατότητα εφαρμογής που υποστηρίζει. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στις ομάδες να έχουν τις ανάγκες υποδομής σωστού μεγέθους, να μετρούν με ακρίβεια το κόστος μιας λειτουργίας και να διατηρούν τη διαθεσιμότητα εάν μια υπηρεσία παρουσιάσει αύξηση της ζήτησης.

## Εύκολη Ανάπτυξη

Οι *microservices* επιτρέπουν τη συνεχή ενσωμάτωση και τη συνεχή παράδοση, καθιστώντας εύκολη τη δοκιμή νέων ιδεών και την επαναφορά αν κάτι δεν λειτουργεί. Το χαμηλό κόστος της αποτυχίας επιτρέπει τον πειραματισμό, διευκολύνει την ενημέρωση κώδικα και επιταχύνει την κυκλοφορία νέων δυνατοτήτων στην αγορά.

## Τεχνολογική Ελευθερία

Οι αρχιτεκτονικές *microservices* δεν ακολουθούν μια προσέγγιση "ένα μέγεθος για όλους". Οι ομάδες έχουν την ελευθερία να επιλέξουν το καλύτερο εργαλείο για την επίλυση των συγκεκριμένων προβλημάτων τους. Κατά συνέπεια, οι ομάδες που δημιουργούν μικροϋπηρεσίες μπορούν να επιλέξουν το καλύτερο εργαλείο για κάθε εργασία.

## Επαναχρησιμοποίησιμος Κώδικας

Η διαίρεση του λογισμικού σε μικρές, καλά καθορισμένες ενότητες επιτρέπει στις ομάδες να χρησιμοποιούν λειτουργίες για πολλαπλούς σκοπούς. Μια υπηρεσία γραμμένη για μια συγκεκριμένη λειτουργία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δομικό στοιχείο για ένα άλλο χαρακτηριστικό. Αυτό επιτρέπει σε μια εφαρμογή να κάνει bootstrap από μόνη της, καθώς οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν νέες δυνατότητες χωρίς να γράφουν κώδικα από την αρχή.

## Ελαστικότητα

Η ανεξαρτησία της υπηρεσίας αυξάνει την αντίσταση μιας εφαρμογής στην αποτυχία. Σε μια μονολιθική αρχιτεκτονική, εάν ένα μεμονωμένο στοιχείο αποτύχει, μπορεί να προκαλέσει αποτυχία ολόκληρης της εφαρμογής. Με τις μικροϋπηρεσίες, οι εφαρμογές χειρίζονται την πλήρη αποτυχία της υπηρεσίας υποβαθμίζοντας τη λειτουργικότητα και δεν διακόπτουν τη λειτουργία ολόκληρης της εφαρμογής.

## 1.5 Έξυπνα Φανάρια

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω εργαλεία θα μελετηθούν έτσι οι απαιτήσεις ενός συστήματος έξυπνων φαναριών ως προς τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων από φανάρια/διασταυρώσεις με χρήση ειδικού εξοπλισμού και συσκευών. Πρώτα όμως θα δούμε σε εισαγωγική βάση τι εστί έξυπνα φανάρια και συλλογή δεδομένων από αυτά σε εισαγωγικό υπόβαθρο.

Ένα έξυπνο φανάρι είναι ένα συνδεδεμένο στο Διαδίκτυο σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας οχημάτων, ικανό να προσαρμόζει τα χειριστήρια των φωτεινών σηματοδοτών με βάση πληροφορίες που συλλέγονται από αισθητήρες, συσκευές άκρων και συστήματα βίντεο.

Στη διασταύρωση, τα έξυπνα φανάρια φαίνονται ίδια με τα κανονικά φανάρια, εκτός από επιπλέον στοιχεία υλικού, όπως αισθητήρες IoT ή/και συνδεδεμένες κάμερες CCTV. Στο πίσω μέρος, τα έξυπνα συστήματα φαναριών συνδέονται με μια πλατφόρμα διαχείρισης κυκλοφορίας που βασίζεται σε cloud. Συχνά τροφοδοτούνται από προγνωστικούς αλγόριθμους για τη δυναμική προσαρμογή των σημάτων κυκλοφορίας.



Μια γρήγορη δήλωση αποποίησης ευθύνης προτού προχωρήσουμε περαιτέρω: Ένα έξυπνο σύστημα φωτεινών σηματοδοτών δεν μπορεί να διορθώσει ως εκ θαύματος όλα τα οδικά προβλήματα, όπως κυκλοφοριακή συμφόρηση, ατυχήματα και παραβιάσεις κανόνων. Αλλά είναι καλύτερο προληπτικό μέτρο από τα παραδοσιακά φανάρια.

Όπως λέει ο **Dan Saffer**, συγγραφέας και δημιουργικός διευθυντής στο Smart Design:

“Τα φανάρια είναι μόνο ένα μηχανικό στήριγμα, ένα σημαίνον ενός κοινωνικού συμβολαίου που έχουμε συμφωνήσει (και το έχουμε γράψει στο νόμο)”.

Εκτός από ένα πιθανό πρόστιμο (και καλή συνείδηση), τίποτα δεν εμποδίζει τους ανθρώπους να τρέχουν με κόκκινο φανάρι (RLR) σε κενές διασταυρώσεις — και οι οδηγοί το κάνουν πολύ. Στην πόλη της Νέας Υόρκης, το 2021 καταγράφηκαν περισσότερες παραβιάσεις των κόκκινων φαναριών από οποιαδήποτε άλλη χρονιά από το 2014. Τα ποσοστά ατυχημάτων αυξήθηκαν επίσης, γεγονός που είναι προβληματικό.

Γι' αυτό είναι σημαντικό να αναλύσουμε τα πιθανά πλεονεκτήματα του smart traffic light system.

Οι εταιρείες που εμπλέκονται στην ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων διαχείρισης κυκλοφορίας περιλαμβάνουν τη BMW και τη Siemens, που παρουσίασαν το σύστημά τους δικτυωμένων φώτων το 2010. Αυτό το σύστημα λειτουργεί με την τεχνολογία anti-idling με την οποία είναι εξοπλισμένα πολλά αυτοκίνητα, για να τους προειδοποιεί για επικείμενες αλλαγές φωτός. Αυτό θα βοηθήσει τα αυτοκίνητα που διαθέτουν συστήματα anti-idling να τα χρησιμοποιούν πιο έξυπνα και οι πληροφορίες που λαμβάνουν τα δίκτυα από τα αυτοκίνητα θα πρέπει να τα βοηθούν να προσαρμόζουν τους χρόνους light cycling για να τα κάνουν πιο αποτελεσματικά.

Ένα νέο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας που εμφανίζεται την 1η Μαρτίου 2016 από τον John F. Hart Jr. είναι για ένα «έξυπνο» σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας που «βλέπει» την κυκλοφορία που πλησιάζει τις διασταυρώσεις και αντιδρά ανάλογα με το τι χρειάζεται για να διατηρήσει τη ροή των οχημάτων με τον πιο αποτελεσματικό ρυθμό. Με την πρόβλεψη των αναγκών των οχημάτων που πλησιάζουν, σε αντίθεση με την αντίδραση σε αυτές αφού φτάσουν και σταματήσουν, αυτό το σύστημα έχει τη δυνατότητα να εξοικονομήσει χρόνο από τον αυτοκινητιστή περιορίζοντας ταυτόχρονα τις επιβλαβείς εκπομπές.

Ερευνητικές ομάδες της Ρουμανίας και των ΗΠΑ πιστεύουν ότι ο χρόνος που αφιερώνουν οι αυτοκινητιστές περιμένοντας να αλλάξουν τα φώτα θα μπορούσε να μειωθεί κατά πάνω από 28% με την εισαγωγή έξυπνων φωτεινών σηματοδοτών και ότι οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θα μπορούσαν να μειωθούν έως και 6,5%.

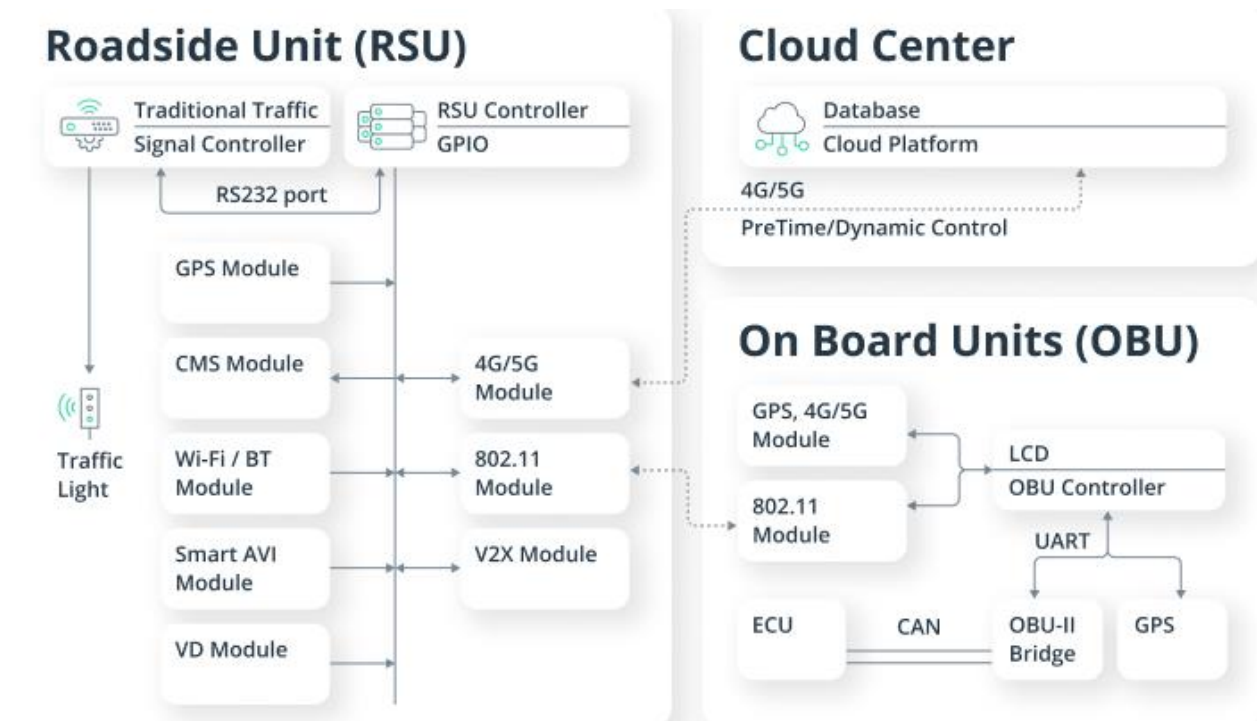
Μια σημαντική χρήση των έξυπνων φωτεινών σηματοδοτών θα μπορούσε να είναι μέρος των συστημάτων δημόσιων μεταφορών. Τα σήματα μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να αντιλαμβάνονται την προσέγγιση των λεωφορείων ή των τραμ και να αλλάζουν τα σήματα προς όφελός τους, βελτιώνοντας έτσι την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητα των βιώσιμων τρόπων μεταφοράς.

## Λειτουργία έξυπνων φαναριών

Τα έξυπνα σήματα κυκλοφορίας είναι εξοπλισμένα με τεχνολογίες ανίχνευσης, λήψης βίντεο και συνδεσιμότητας για τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από το περιβάλλον. Τα δεδομένα που λαμβάνονται είτε υποβάλλονται σε προεπεξεργασία στη συσκευή είτε μεταδίδονται σε ένα σύστημα διαχείρισης μεταφορών που βασίζεται σε cloud (σύννεφο), όπου επεξεργάζονται από έναν προγνωστικό αλγόριθμο φαναριών που παράγει οδηγίες για προσαρμογές σήματος.

Ένα τυπικό έξυπνο σύστημα φαναριών έχει δύο στοιχεία:

- Roadside Unit (οδική μονάδα)
- Cloud Center (κέντρο ελέγχου cloud)



## **To hardware των έξυπνων φαναριών**

Μια έξυπνη μονάδα φαναριού στο δρόμο έχει ακόμα τη γνωστή διεπαφή τριών φώτων — και μερικά επιπλέον χαρακτηριστικά.

Μονάδες συνδεσιμότητας — Wi-Fi, 4G/5G, V2X, GPS

Τα σύγχρονα φανάρια πρέπει να μπορούν να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα με συνδεδεμένα αυτοκίνητα, υπολογιστές ενσωματωμένων οχημάτων, συστήματα τηλεματικής, πλατφόρμες κυκλοφορίας που βασίζονται σε cloud και εφαρμογές ταξιδιού ή οδήγησης για κινητά.

**Sensors — μεταβλητές προδιαγραφές**

- Ραντάρ/LiDAR
- Ανίχνευση ταχύτητας
- Αισθητήρες καιρού
- Αισθητήρες σύλληψης εκπομπών
- Συνδεδεμένες κάμερες με δυνατότητες ανίχνευσης κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο
- Παρακολούθηση λειτουργίας με κόκκινο φως
- Ανίχνευση πεζών και ροής κυκλοφορίας
- Ανίχνευση οχημάτων για μετρήσεις κυκλοφορίας
- Ανίχνευση ατυχήματος
- Ενσωματωμένος υπολογιστής — μεταβλητές προδιαγραφές

Τα δυναμικά έξυπνα σήματα απαιτούν μια συσκευή αιχμής με επαρκή επεξεργαστική ισχύ για την προεπεξεργασία δεδομένων κίνησης που έχουν συλληφθεί και την εκτέλεση προσαρμοστικών ελέγχων.

Η ακριβής διαμόρφωση διαφέρει ανάλογα με τον κατασκευαστή. Ορισμένα έξυπνα φανάρια έχουν πιο προηγμένες δυνατότητες ανίχνευσης. Άλλοι βασίζονται απλώς στο υλικό της κάμερας. Το NoTraffic, για παράδειγμα, χρησιμοποιεί αισθητήρες IoT που βασίζονται στο ραντάρ και την όραση υπολογιστή για έξυπνη σηματοδότηση και επίσης καταγράφει δεδομένα αυτοκινήτου σε μορφές C-V2X και DSRC.

## 1.6 Τα έξυπνα φανάρια της FORD

Η Ford δοκίμασε τεχνολογία συνδεδεμένων φωτεινών σηματοδοτών που θα μπορούσε αυτόματα να γίνει πράσινη για να προσφέρει πιο σαφείς διαδρομές για ασθενοφόρα, πυροσβεστικά οχήματα και αστυνομικά οχήματα. Θα μπορούσαν επίσης να βοηθήσουν στη μείωση του κινδύνου ατυχήματος που προκαλείται από τους πρώτους ανταποκριτές που περνούν από τα κόκκινα φώτα.

Η Ford δοκίμασε τη σύνδεση τεχνολογίας φωτεινών σηματοδοτών που θα μπορούσε να ανοίξει δρόμο για ασθενοφόρα, πυροσβεστικά οχήματα και αστυνομικά οχήματα. Το σύστημα θα μπορούσε επίσης να στείλει τις πληροφορίες χρονισμού για τα κόκκινα και πράσινα φώτα σε άλλα οχήματα για να βελτιώσει τη ροή της κυκλοφορίας για όλους.

Η δοκιμή είναι μέρος ενός μεγάλου έργου για τη διερεύνηση των πλεονεκτημάτων από τη συνένωση αυτοματοποιημένων και συνδεδεμένων οχημάτων με δικτυωμένη υποδομή.

Για να δοκιμάσει την τεχνολογία, η Ford χρησιμοποίησε έναν δρόμο με οκτώ διαδοχικά φανάρια και δύο τμήματα με τρία διαδοχικά φανάρια λίγο έξω από την πόλη, όλα δημιουργημένα από τους συνεργάτες του έργου. Το δοκιμαστικό όχημα Ford Kuga Plug-In Hybrid, εξοπλισμένο με ενσωματωμένες μονάδες (για επικοινωνία με την υποδομή) και εξοπλισμό πρωτοτύπων ταχείας ελέγχου (για τη λειτουργία του πρωτότυπου λογισμικού στο όχημα), λειτούργησε ως ασθενοφόρο και επιβατικό όχημα για τη διαφορετική δοκιμή σενάρια. Για τον έλεγχο μιας κατάστασης απόκρισης έκτακτης ανάγκης, το δοκιμαστικό όχημα έδωσε σήμα στα φανάρια να ανάψουν το φως. Μόλις το όχημα πέρασε από τη διασταύρωση, τα φανάρια επέστρεψαν στην τυπική λειτουργία. Για τη δοκιμή καθημερινών καταστάσεων οδήγησης, το όχημα δοκιμής έλαβε τις πληροφορίες χρονισμού για το πότε τα φανάρια γύρισαν από κόκκινο σε πράσινο και πράσινο σε κόκκινο. Στη συνέχεια, η τεχνολογία Adaptive Cruise Control της Ford προσαρμόσε την ταχύτητα του οχήματος για να διασφαλίσει ότι ένα υψηλότερο ποσοστό κυκλοφορίας αντιμετώπισε πράσινο φως.

Όταν το φανάρι ήταν κόκκινο, η ταχύτητα του οχήματος μειώθηκε πολύ πριν από τη διασταύρωση για να φθάσει το όχημα στο φως τη στιγμή που έγινε πράσινο, για παράδειγμα από 50 km/h σε 30 km/h.

Για οχήματα που αντιμετωπίζουν κόκκινο φανάρι, η τεχνολογία θα μπορούσε να βοηθήσει στην ελαχιστοποίηση του απότομου φρεναρίσματος και του χρόνου ακινητοποίησης. Το όχημα έλαβε τις πληροφορίες για το φανάρι πολύ πριν από τη διασταύρωση και επιβράδυνε νωρίτερα, συμβάλλοντας στη μείωση της συμφόρησης.

Η επικοινωνία μεταξύ οχημάτων και φωτεινών σηματοδοτών είναι ενεργοποιημένη από την τεχνολογία C-V2X (Cellular Vehicle-to-Everything), μια ενοποιημένη πλατφόρμα που συνδέει τα οχήματα με τις οδικές υποδομές, άλλα οχήματα και άλλους χρήστες του δρόμου.

## 2. Ανάλυση

### 2.1 Πλεονεκτήματα Συστημάτων ελέγχου κυκλοφορίας

Η τεχνολογία έξυπνων φωτεινών σηματοδοτών προσθέτει μια νέα διάσταση στον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο — και πολλά καλά πράγματα έρχονται ως αποτέλεσμα:

- Μειωμένος χρόνος ταξιδιού. Ο μέσος Αμερικανός ξοδεύει 58 ώρες το χρόνο περιμένοντας στα φανάρια. Οι πιο έξυπνοι έλεγχοι μπορούν να κάνουν τους ανθρώπους και τα αγαθά να μετακινούνται πιο γρήγορα στις αρτηρίες της πόλης.
- Λιγότερη μόλυνση. Τα αυτοκίνητα στο ρελαντί εκπέμπουν 30 εκατομμύρια τόνους CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα κάθε χρόνο. Οι μειωμένοι χρόνοι αναμονής και τα λιγότερα μπουτιλιαρίσματα μεταφράζονται σε καθαρότερο αέρα.
- Λιγότερα τροχαία ατυχήματα. Περίπου το 90% των τροχαίων ατυχημάτων οφείλονται κυρίως σε τροχαίες παραβάσεις. Τα πιο έξυπνα συστήματα φαναριών μπορούν να ελαχιστοποιήσουν τον πειρασμό να παραμορφωθούν οι κανόνες.
- Αυξημένη επιβατική κίνηση στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Τα σήματα προτεραιότητας για τις δημόσιες συγκοινωνίες μπορούν να κάνουν τις δημόσιες συγκοινωνίες πιο ελκυστικές. Στην πόλη της Νέας Υόρκης, για παράδειγμα, μια μικρότερη μετακίνηση 15 λεπτών μεταφράζεται σε 25% υψηλότερη χρήση σιδηροδρομικών υπηρεσιών.

Για να παρέχονται τα παραπάνω οφέλη στους πολεοδόμους, τα μελλοντικά φανάρια θα πρέπει να περιλαμβάνουν τα ακόλουθα τέσσερα χαρακτηριστικά.

### 2.2 Προσαρμοστικός έλεγχος σημάτων κυκλοφορίας για αστική κυκλοφορία (ATSC).

Οι προγνωστικοί αλγόριθμοι που λειτουργούν στο πίσω μέρος ενός έξυπνου συστήματος φαναριών μπορούν να βρουν αποτελεσματικές λύσεις σε πολύπλοκα προβλήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας. Τέτοια συστήματα μπορούν να συσχετίσουν κανόνες σηματοδότησης κυκλοφορίας με ποσοστά παραβίασης ή ατυχημάτων — και να μοντελοποιήσουν σενάρια ελαχιστοποίησης του κινδύνου με μεγαλύτερη ακρίβεια από ό,τι θα μπορούσε ένας διαχειριστής ανθρώπινης κυκλοφορίας (και να το κάνει σε πραγματικό χρόνο).

Με την πάροδο του χρόνου, ένα προγνωστικό σύστημα έξυπνων φωτεινών σηματοδοτών μπορεί να βασίζεται μόνο σε αισθητήρες και οπτικά δεδομένα για τη λήψη επιτόπιων αποφάσεων και τον έλεγχο των κινήσεων της κυκλοφορίας.

Παράδειγμα: Μια ομάδα Γερμανών ερευνητών συνεργάστηκε πρόσφατα με πολυετόμους στο Lemgo σε ένα πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης για τη διαχείριση των φωτεινών σηματοδοτών. Η ομάδα χρησιμοποίησε ένα σύνολο καμερών υψηλής ανάλυσης και αισθητήρων ραντάρ για να καταγράψει δεδομένα κυκλοφορίας. Στη συνέχεια εκπαίδευσαν έναν αλγόριθμο βαθιάς μάθησης (deep learning) για τη ρύθμιση της σηματοδότησης σε μια πολυσύχναστη διασταύρωση.

Ο αλγόριθμος είχε ως αποστολή να εκτιμήσει τη βέλτιστη συμπεριφορά μεταγωγής για τα φανάρια και την καλύτερη ακολουθία φάσεων για μείωση:

- Χρόνοι αναμονής στη διασταύρωση
- Μέσος χρόνος ταξιδιού στην περιοχή
- Θόρυβος και εκπομπές CO2

Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της προσομοίωσης, ο αλγόριθμος κατάφερε να επιτύχει 10% έως 15% βελτίωση στη διεκπεραίωση της κυκλοφορίας στην περιοχή δοκιμής.

Μερικά γνωστά μοντέλα ATSC υιοθετούνται συνήθως σε αστικές διασταυρώσεις, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, όπως: SCOOT, SCAT, RHODES, COMDYCS III, LHOVRA και OPAC. Το κοινό ζήτημα είναι ότι η χωροχρονική κάλυψη των πληροφοριών κυκλοφορίας δεν είναι αρκετή για τον βέλτιστο έλεγχο και το κόστος κατασκευής και συντήρησης του ανιχνευτή βρόχου είναι υψηλό.

**Πίνακας 1**

ATSC μοντέλο	Σένσορας	Τοποθεσία Σένσορα	Στρατηγική ελέγχου
SCOOT	Loop	Ανοδικά 10~20 m	Ελαχιστοποίηση του αθροίσματος της μέσης ουράς
SCAT	Loop	Γραμμή στάσης	Ελαχιστοποίηση των στάσεων και του χρόνου ταξιδιού
RHODES	Loop	Ανοδικά της γραμμής στάσης	OD matrix, έλεγχος ροής και σήματος ελέγχου
COMDYCS III	Loop	Δύο ανιχνευτές: 0 m και 150~300 m από γραμμή στάσης	Πολλαπλοί στόχοι βελτιστοποίησης
LHOVRA	Loop	10 m, 85 m, 140 m, 200 m, 300 m από γραμμή στάσης	Πολλαπλοί στόχοι βελτιστοποίησης
OPAC	Loop	Ανοδικά 400~600 πόδια	Μεγιστοποίηση του αθροίσματος των δεικτών απόδοσης σε όλες τις προσεγγίσεις



## 2.3 Ενσωματωμένη πρόληψη σήματος έκτακτης ανάγκης οχημάτων (EVSP).

Η ξαφνική εμφάνιση ενός οχήματος έκτακτης ανάγκης καθ' οδόν προς μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης μπορεί να είναι εξαιρετικά ενοχλητική για τα κοντινά οχήματα καθώς μεμονωμένοι οδηγοί κάνουν ελιγμούς για να ξεφύγουν από το δρόμο. Μερικοί οδηγοί μπερδεύονται και δημιουργούν συγκρούσεις που μπορεί να προκαλέσουν ατυχήματα οχημάτων έκτακτης ανάγκης ή να μπλοκάρουν τις λωρίδες αυξάνοντας τους χρόνους απόκρισης. Η χρήση Ευφυών Συστημάτων Μεταφορών για την παροχή στα οχήματα έκτακτης ανάγκης, ένα πράσινο φως στις διασταυρώσεις μπορεί να μειώσει τη σύγχυση του οδηγού, να μειώσει τις συγκρούσεις και να βελτιώσει τους χρόνους απόκρισης έκτακτης ανάγκης.

Αυτή η οριζόντια μελέτη εντοπίζει ζητήματα που σχετίζονται με τις λειτουργίες έκτακτης ανάγκης οχημάτων και την πρόληψη οχημάτων έκτακτης ανάγκης.

Στο σύστημα EVSP, τα οχήματα διαφοροποιούνται σε γενικά οχήματα και EV (Emergency Vehicle) όπου η θέση, η ταχύτητα, το πλήθος και η κατάληψη λωρίδας των οχημάτων είναι σημαντικές παράμετροι. Για τη βέλτιστη στρατηγική πρόληψης, ο ελεγκτής σήματος πρέπει να ανιχνεύσει το EV εκ των προτέρων. Ο ελεγκτής θα πρέπει να ανιχνεύσει το EV πριν από έναν ελάχιστο χρόνο (χρόνος ανίχνευσης) που απαιτείται για να καθαρίσει τη λωρίδα που πλησιάζει πριν από την άφιξη του EV για να αποφευχθεί η διακοπή του EV. Ο χρόνος ανίχνευσης εξαρτάται από τις συνθήκες κυκλοφορίας στη διασταύρωση. Ο ελεγκτής θα πρέπει επίσης να γνωρίζει την τρέχουσα θέση του EV, την ταχύτητα του EV και, εάν είναι δυνατόν, τη λωρίδα προσέγγισης του EV στη διασταύρωση για πιο αποτελεσματικό έλεγχο της φάσης προληπτικής λειτουργίας. Χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνικές για την ανίχνευση οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων επαγωγικών βρόχων, μαγνητικών αισθητήρων, ραντάρ μικροκυμάτων, αισθητήρων υπερύθρων, αισθητήρων υπερήχων, βιντεοκάμερων, ραδιοφώνου και GPS.

Παράδειγμα: Μια πρόσφατη αμερικανική μελέτη για την πρόληψη έξυπνων σημάτων κυκλοφορίας για οχήματα έκτακτης ανάγκης βρήκε μερικές ενδιαφέρουσες πληροφορίες.

Στην κομητεία Fairfax της Βιρτζίνια, ένα σύστημα πρόληψης επέτρεψε στα οχήματα έκτακτης ανάγκης να περνούν τις πολυσύχναστες περιοχές πιο γρήγορα και με λιγότερες συγκρούσεις, εξοικονομώντας 30 έως 45 δευτερόλεπτα ανά διασταύρωση.

Στην πόλη Plano, μια παρόμοια λύση μείωσε τον μέσο αριθμό ατυχημάτων σε διασταυρώσεις οχημάτων έκτακτης ανάγκης από 2,3 ετησίως σε λιγότερο από ένα κάθε πέντε χρόνια.

Η πόλη του Plano κατάφερε επίσης να διατηρήσει τους ίδιους χρόνους απόκρισης με λιγότερους σταθμούς πυρκαγιάς και EMS στην περιοχή.

## 2.4 Οδήγηση ECO



Ο Lee et al. πρότεινε δύο μοντέλα οικολογικής οδήγησης, το μοντέλο μέγιστης απόδοσης (MaxTM) και το μοντέλο ελάχιστης επιτάχυνσης και επιβράδυνσης (MinADM). Αυτή η ανάλυση δείχνει ότι η απόδοση των εκπομπών άνθρακα είναι 5-102% καλύτερη από το MinADM και 13-209% καλύτερη από τη συγκριτική γραμμή βάσης (OTLCM). Σε περιπτώσεις πραγματικής κίνησης, το MaxTM είναι 8-14% καλύτερο από το MinADM και 15-231% καλύτερο από το OTLCM. Οι Lee και Li επέκτειναν τα μοντέλα οικολογικής οδήγησης από αυτόνομη διασταύρωση σε πολλαπλές διασταυρώσεις, εισήχθη ένα σύστημα συμβουλευτικής οδήγησης εξοικονόμησης ενέργειας (EDAS). Το OBU υπολογίζει το εύρος ταχύτητας για διέλευση από τέσσερις το πολύ διασταυρώσεις με βάση τα σχέδια σήματος που μεταδίδονται από την RSU. Δύο στρατηγικές, συμπεριλαμβανομένου του μοντέλου μέγιστης απόδοσης (MTM) και του μοντέλου ομαλής ταχύτητας (SSM) σχεδιάζονται και υιοθετούνται ανάλογα με το βαθμό κυκλοφοριακής συμφόρησης. Τα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι το MTM του χρόνου διαδρομής μιας διασταύρωσης είναι 20,5-84,3% μικρότερο από το OTLCM. Οι εκπομπές άνθρακα των συνεχών διασταυρώσεων MTM+SSM είναι 19,9-31,2% λιγότερες από το μοντέλο προγνωστικού cruise control (PCC) και το MTM+SSM είναι 24,5-35,9% λιγότερες από το PCC στο χρόνο ταξιδιού.

Οι συζητήσεις της βιβλιογραφίας που σχετίζονται με τα μοντέλα οικολογικής οδήγησης, συμπεριλαμβανομένων των εννοιών, της σχέσης μεταξύ RSU και OBU, των πλεονεκτημάτων και των εφαρμογών συνοψίζονται στον παρακάτω Πίνακα 2.

**Πίνακας 2**

Eco-Οδήγηση	Έννοια	Πράξεις	Οφέλη	Εφαρμογή
MaxTM, MinADM	Μέγιστη απόδοση και Ελάχιστη επιτάχυνση και επιβράδυνση	Η OBU προτείνει ταχύτητα οικολογικής οδήγησης	Μείωση των εκπομπών άνθρακα, την κατανάλωση καυσίμου, το χρόνο ταξιδιού	Αυτόνομη διασταύρωση
Μοντέλο συντονισμένου ελέγχου σήματος που βασίζεται στο VANET	Πρόβλεψη και λήψη αποφάσεων	Η RSU καθορίζει σχέδιο σημάτων κυκλοφορίας	Μείωση των εκπομπών άνθρακα και την κατανάλωση καυσίμου	Πολλαπλές διασταυρώσεις
Σύστημα EDAS	Υπολογίζουμε τον αριθμό των διασταυρώσεων που μπορούν να περάσουν και ακολουθούμε διαφορετικές λειτουργίες	Η OBU προτείνει ταχύτητα οικολογικής οδήγησης	Μείωση των εκπομπών άνθρακα, την κατανάλωση καυσίμου, το χρόνο ταξιδιού	Πολλαπλές διασταυρώσεις
TTE&RS	Πρόβλεψη χρόνου ταξιδιού και προτάσεις διαδρομής	Η OBU προβλέπει το χρόνο ταξιδιού και προτείνει διαδρομή	Μείωση της υπολογιστικής πολυπλοκότητας και μείωση του χρόνου ταξιδιού	Πολλαπλές διασταυρώσεις

### 2.5 Micro-mobility priority service.

Τα οχήματα μικροκινητικότητας όπως τα ποδήλατα, τα ηλεκτρονικά ποδήλατα και τα ηλεκτρονικά σκούτερ αποτελούν ένα αυξανόμενο μέρος του οικοσυστήματος MaaS. Αλλά παρουσιάζουν επίσης επιπλέον κινδύνους στο δρόμο, τόσο για τους πεζούς όσο και για τους οδηγούς. Το πρώτο εξάμηνο του 2021, τα ατυχήματα με ηλεκτρονικά σκούτερ στο Λονδίνο αυξήθηκαν κατά 2.800% σε σύγκριση με το σύνολο του 2018.

Καθώς αυξάνεται η χρήση προσωπικών και κοινών λύσεων μικροκινητικότητας, οι κινήσεις τους πρέπει να ρυθμίζονται καλύτερα. Τα έξυπνα συστήματα φαναριών θα πρέπει να συνυπολογίζουν αυτούς τους παίκτες δρόμου και να δημιουργούν καλύτερους ελέγχους για αυτούς.

Για μέγιστη ασφάλεια, είναι καλύτερο να υιοθετήσουμε έναν μηχανισμό δύο βημάτων:

- Εντοπισμός και αναγνώριση οχημάτων μέσω έξυπνων συστημάτων βίντεο φωτεινών σηματοδοτών για προσαρμογές σημάτων κυκλοφορίας
- Ειδοποίηση κοντινών οδηγών αναβατών μικροκινητικότητας που χρησιμοποιούν ενημερώσεις που βασίζονται σε V2X ή μηνύματα φάσης και χρονισμού σήματος (SPaT)

Η Peek Traffic έχει αναπτύξει μια ενδιαφέρουσα λύση έξυπνης κινητικότητας για τη ρύθμιση των ποδηλατών και των πεζών. Στόχος τους είναι να συνδέσουν όλους τους χρήστες του δρόμου σε ένα έξυπνο σύστημα ελέγχου της κυκλοφορίας μέσω μιας εφαρμογής ITS. Η εφαρμογή, με τη σειρά της, στέλνει σήματα σε ένα έξυπνο σύστημα ελέγχου φωτεινών σηματοδοτών. Έτσι, όταν ένας ευάλωτος πεζός επιχειρεί να διασχίσει το δρόμο, η εφαρμογή μπορεί να εκδώσει μια ενημέρωση σε ένα συνδεδεμένο φανάρι, ώστε να προσαρμόζει αυτόματα τα μήκη του σήματος. Η ίδια εφαρμογή μπορεί επίσης να ενημερώσει το σύστημα φαναριών σχετικά με την προσέγγιση ποδηλατών για να προσαρμόσει το χρονοδιάγραμμα για αυτούς. Τέτοια δυναμικά φανάρια στους ποδηλατόδρομους κάνουν τη χρήση του ποδηλάτου πιο ελκυστική, κάτι που έχει πολλά οφέλη.

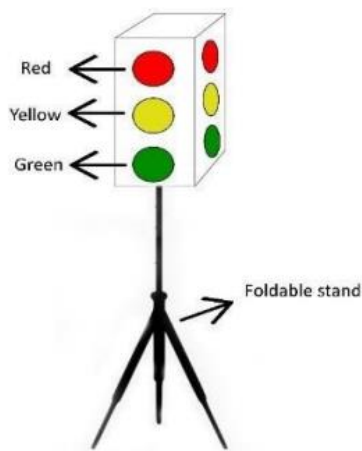
### 3. Πρακτική Υλοποίηση

Ο προτεινόμενος σχεδιασμός του φορητού συστήματος σηματοδότησης κυκλοφορίας έχει τέσσερις όψεις. Οι πλευρές βλέπουν Βορρά, Νότια, Ανατολή και Δύση. Πάνελ LED κόκκινου, κίτρινου και πράσινου χρώματος τοποθετούνται σε κάθε πλευρά του βλέπουν. Και τα τέσσερα πάνελ συναρμολογούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν ένα κυβοειδές σχήμα, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

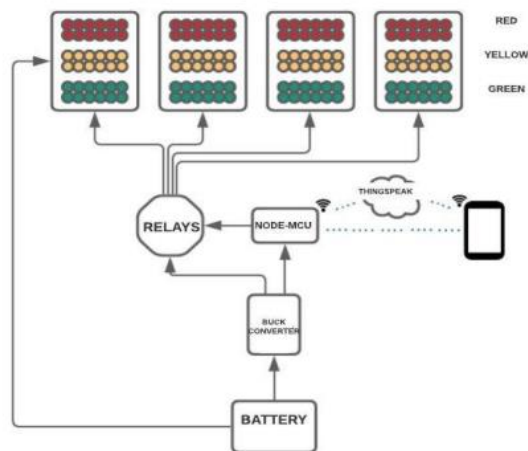
Ο μικροελεγκτής μαζί με τα relays είναι τοποθετημένος μέσα στον κυβοειδή πίνακα. Το κυβοειδές κουτί του συστήματος σηματοδότησης κυκλοφορίας συναρμολογείται και τοποθετείται σε πτυσσόμενη βάση. Η βάση διευκολύνει τη ρύθμιση του ύψους του συστήματος στο εύρος 4-10 πόδια. Το φορητό σύστημα σημάτων κυκλοφορίας είναι ένα αυτόνομο σύστημα λειτουργίας με όλα τα απαραίτητα χειριστήρια και μονάδες ισχύος σε αυτό, καθιστώντας το φορητό και εύκολα μεταφερόμενο. Όλο το σύστημα ελέγχου έχει σχεδιαστεί συμπαγές έτσι ώστε να χωράει εύκολα σε μια μικρή συσκευασία τσάντας που μεταφέρεται εύκολα.

Η συνολική αρχιτεκτονική του συστήματος απεικονίζεται στο Σχήμα 2. αποτελείται από:

- Το σύστημα ελέγχου που αποτελείται από Node MCU (ESP32), buck-converter, προγράμματα οδήγησης relays, relays και όλους τους συνδετήρες.
- Το σύστημα που σχεδιάστηκε τροφοδοτείται από επαναφορτιζόμενη μπαταρία 12,8 V LiFePO4, η οποία τροφοδοτεί τα πάνελ led, προγράμματα οδήγησης μικροελεγκτή και relays, σχεδιασμένα να λειτουργούν για 8 ώρες μετά την πλήρη φόρτιση.
- Έξυπνο σύστημα σηματοδότησης κυκλοφορίας επιδεικνύει ενοποίηση με το ThingSpeak cloud και αποτελεσματική κοινή χρήση του φόρτου εργασίας εκτελούμενων αλγορίθμων μεταξύ της συσκευής άκρων και του νέφους.
- Τα φανάρια ελέγχονται εξ αποστάσεως χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή Android με αποστολή δεδομένων μέσω Wi-Fi και η απομακρυσμένη λειτουργία του φορητού συστήματος μπορεί να επιτευχθεί έως και 15-20 μέτρα. Ο χρήστης μπορεί να κάνει εναλλαγή μεταξύ διαφορετικών τρόπων λειτουργίας με βάση την ανάγκη και τον έλεγχο της λειτουργίας του σήματος κυκλοφορίας.
- Με βάση τον τρόπο λειτουργίας και τις εισόδους που λαμβάνονται από τον χρήστη, ο μικροελεγκτής παράγει σήματα που χειρίζεται τα πάνελ LED. Τα πάνελ LED έχουν σχεδιαστεί για να είναι ορατά σε κοντινή απόσταση 10 μέτρων.



Σχήμα 1. Προτεινόμενο φορητό stand σύστημα φαναριού.



Σχήμα 2. Διάγραμμα block του προτεινόμενου συστήματος έξυπνων φαναριών.

### 3.1 ESP32 microcontroller

Ο μικροελεγκτής ESP32 είναι χαμηλής ισχύος με ενσωματωμένη δυνατότητα Wi-Fi και Bluetooth. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν το ESP32 κατάλληλο υποψήφιο για το σχεδιασμό και την υλοποίηση λύσεων IoT. Ο μικροελεγκτής ESP32 είναι ο πυρήνας ολόκληρου του συστήματος καθώς λαμβάνει δεδομένα από την εφαρμογή android, στέλνει σήμα σε relays για να κυβερνήσουν τη λειτουργία του φαναριού. Επίσης στέλνει και λαμβάνει δεδομένα από το ThingSpeak cloud. 12 γενικής χρήσης ακίδες εισόδου/εξόδου (GPIO) έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ψηφιακών σημάτων που διέπουν τη λειτουργία της κυκλοφορίας σήματος.

### 3.2 Επικοινωνία δεδομένων μέσω Wi-Fi

Οι δυνατότητες που παρέχονται από το ESP32 για συνδεσιμότητα Wi-Fi είναι όπως φαίνονται στα εξής:

- i) Ο μικροελεγκτής ESP32 μπορεί να είναι συνδεδεμένο σε ένα υπάρχον δίκτυο Wi-Fi.
- ii) Μπορεί επίσης να λειτουργήσει ως διακομιστής Web, π.χ. έχει την ικανότητα να δημιουργήσει το δικό του δίκτυο που επιτρέπει στις άλλες συσκευές να συνδεθούν με μικροελεγκτή.

Το ESP32 λειτουργεί σε τρεις διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας: Station mode, soft access point (AP) καθώς επίσης και Station και λειτουργία Soft AP ταυτόχρονα. Όταν το ESP32 έχει ρυθμιστεί να λειτουργεί ως σταθμός Wi-Fi, έχει τη δυνατότητα σύνδεσης σε σημείο πρόσβασης (δρομολογητής Wi-Fi ή κινητό hotspot). Ένα μοναδικό πρωτόκολλο Διαδικτύου (IP)

Η διεύθυνση εκχωρείται στον μικροελεγκτή ESP32 που διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ του μικροελεγκτή και άλλες συσκευές που αποτελούν μέρος του ίδιου δικτύου με αναφορά στη μοναδική IP διεύθυνση του μικροελεγκτή ESP32. Ο μικροελεγκτής λειτουργεί ως σταθμός όταν είναι συνδεδεμένος με κινητό τηλέφωνο (σημείο πρόσβασης). Έτσι, τα δεδομένα μεταφέρονται μεταξύ τηλεφώνου (σημείο πρόσβασης) και μικροελεγκτή (σταθμός) χρησιμοποιώντας πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου(hypertext)(HTTP) και αποστολή του σήματος με τη βοήθεια διεύθυνσης IP. Η διαθεσιμότητα του Διαδικτύου ποικίλλει ανάλογα με τη γεωγραφική θέση του χρήστη. Με βάση τη διαθεσιμότητα του διαδικτύου, το σύστημα το χρησιμοποιεί για αποστολή και λήψη δεδομένων από το cloud.

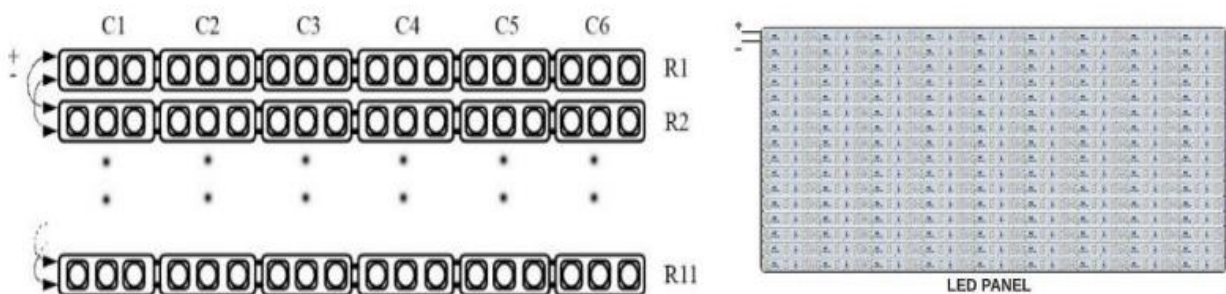
### 3.3 ThingSpeak ως IoT cloud

Το ThingSpeak είναι μια πλατφόρμα που επιτρέπει στον χρήστη να στέλνει, να λαμβάνει, να οπτικοποιεί και να αναλύει τα δεδομένα που είναι παρόν στο cloud. Παρέχει τη δυνατότητα αποστολής δεδομένων από οποιαδήποτε συσκευή και δημιουργία οπτικοποίησης των δεδομένων λαμβάνεται από τη συσκευή. Στο προτεινόμενο σύστημα, ο μικροελεγκτής καταγράφει δεδομένα και τα στέλνει στο ThingSpeak cloud. Οι αλγόριθμοι εκτελούνται στο ThingSpeak cloud για τη δημιουργία βελτιστοποιημένων τιμών χρόνου. Αυτές οι τιμές ανακτώνται από τον μικροελεγκτή για λειτουργία σε έξυπνη αυτόματη λειτουργία. Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο cloud ThingSpeak μπορούν να προβληθούν από εξουσιοδοτημένους χρήστες, βοηθά στην ανάλυση της πυκνότητας κυκλοφορίας σε έναν συγκεκριμένο κυκλοφοριακό κόμβο.

### 3.4 Εφαρμογή Android

Παρέχει τη διεπαφή για τον έλεγχο της λειτουργίας του συστήματος σηματοδότησης από τον χρήστη. Το android app, δίνει στον χρήστη την επιλογή να κάνει εναλλαγή μεταξύ διαφορετικών τρόπων λειτουργίας με βάση την πυκνότητα κίνησης και τις απαιτήσεις του χρήστη. Με βάση τον τρόπο λειτουργίας, οι εισοδοί αποστέλλονται από την εφαρμογή android στον μικροελεγκτή μέσω δικτύου Wi-Fi. Ο μικροελεγκτής παράγει σήματα με βάση τις εισόδους που λαμβάνει και το στέλνει στο relay που χειρίζεται τα πάνελ LED.

### 3.5 Σχεδιασμός των LED panels



Σχήμα 3. LED λωρίδες(strip) και πάνελ(panel) σχεδιασμός

Οι λωρίδες με βάση LED 12 V SMD χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό του πάνελ λόγω της συμπαγούς και υψηλής φωταύγειας σε σύγκριση με τον τύπο διαμπερούς οπής. Οι ταινίες LED SMD διατίθενται στην αγορά με 5050 SMD LED, το οποίο έχει υψηλότερη φωτεινότητα σε σύγκριση με άλλα. Οι λυχνίες LED συνδέονται 3 σε σειρά σε κάθε μία λωρίδα και κάθε λωρίδα συνδέεται παράλληλα. Οι λωρίδες είναι διατεταγμένες σε σειρές και στήλες και συγκολλούνται

όπως υποδεικνύεται στο σχήμα 3 σύμφωνα με την απαίτησή μας να καλύπτουμε την περιοχή του σχεδιασμένου πίνακα LED. Το πάνελ Ο σχεδιασμός του πάνελ έχει 6 συνεχόμενες σε σειρά ταινίες και υπάρχουν 11 επόμενες τέτοιες λωρίδες παράλληλα. Η παραπάνω διαδικασία συνεχίζεται για το σχεδιασμό και των 12 πλαισίων με κόκκινες, πράσινες και κίτρινες λωρίδες LED. Κάθε πίνακας LED καταναλώνει ισχύ 3,5 W, με αποτέλεσμα να καταναλώνονται συνολικά 42 W ισχύος εάν είναι αναμμένα όλα τα πάνελ led.

### **3.6 Σχεδιασμός του συστήματος μπαταριών**

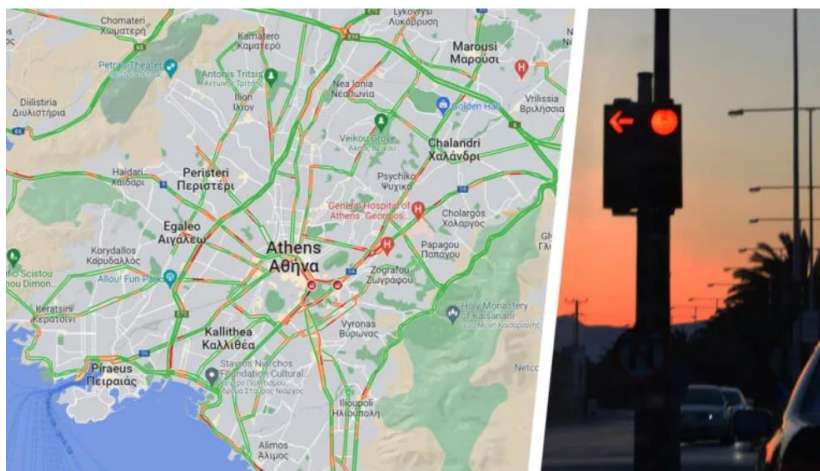
Η προσαρμοσμένη μπαταρία που τροφοδοτεί το σύστημα πρέπει να είναι συμπαγής και επίσης μεταφερόμενη. Ο σχεδιασμός του ηλεκτρικού συστήματος περιλαμβάνει σχεδιασμό υψηλής ενεργειακής πυκνότητας και υψηλής αντοχής της μπαταρίας για την τροφοδοσία του συστήματος. Η μπαταρία αποτελείται από 12,8 V, χωρητικότητας 18000 mAh. Η αθροιστική διάταξη 12 μεμονωμένων 3,2 V, κυψελών LiFePO<sub>4</sub> 6000 mAh σε τέσσερις σειρές και τρεις παράλληλες διατάξεις μας βοηθούν στην επίτευξη της απαιτούμενης ενέργειας. Απαιτείται δυναμικό 12,8 V για να φωτιστούν τα πάνελ LED. Ως εκ τούτου, συνδέονται 4 μεμονωμένες κυψέλες ανά σειρά. Σύμφωνα με τον υπολογισμό, χρειαζόμαστε χωρητικότητα 18 mAh της μπαταρίας για να ενεργοποιήσουμε το φορητό σύστημα σηματοδότησης κυκλοφορίας, έτσι ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη χωρητικότητα, έχει σχεδιαστεί να έχει τρεις παράλληλες και τέσσερις σειρές cells. Η μπαταρία είναι επίσης ενσωματωμένη με κύκλωμα συστήματος διαχείρισης μπαταρίας (BMS) και εξισορροπητή κυψέλης για να διατηρήσει το ίδιο δυναμικό και την παροχή ισχύος σε μεμονωμένες κυψέλες κατά τη φόρτιση. Η φόρτιση μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση συμβατικού φορτιστή 15 V, 2 A (30 Watt) ή του ηλιακού φορτιστή 30 W που συνοδεύεται με το σύστημα. Η επιλογή της κυψέλης σιδηροφωσφορικού λιθίου έναντι του οξειδίου του κοβαλτίου λιθίου (Li-ion), αν και έχει συγκριτικά μικρότερη ενεργειακή πυκνότητα, οφείλεται κυρίως στο χαρακτηριστικό του υψηλότερων κύκλων φόρτισης και στην ανοσία σε παρατεταμένες λειτουργίες υψηλότερης θερμοκρασίας.

### **3.7 Παράδειγμα υλοποίησης στην Αθήνα**

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση στους δρόμους της Αττικής είναι καθημερινό φαινόμενο, το οποίο ταλαιπωρεί αφάνταστα τους οδηγούς. Οι ουρές στα φανάρια της πόλης είναι ατελείωτες και η διαχείριση της κυκλοφορίας εξαιρετικά δύσκολη, ακόμη και για τους ανθρώπους της Τροχαίας. Ωστόσο, τη λύση στο εν λόγω πρόβλημα τη δίνει η... Google.



Πιο συγκεκριμένα, η Google θα αναλάβει να διευκολύνει την κυκλοφορία στους δρόμους, ρυθμίζοντας τα κόκκινα και τα πράσινα φανάρια, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Ειδικότερα, η Περιφέρεια Αττικής προχώρησε σε στρατηγική συνεργασία με τη Google, στοχεύοντας στην καλύτερη διαχείριση της κυκλοφορίας. Ουσιαστικά, θα υπάρξει σύνδεση μεταξύ των φαναριών και της εταιρείας. Έτσι, η Google θα ρυθμίζει τους φωτεινούς σηματοδότες όταν είναι απαραίτητο, ανάλογα με την συμφόρηση που θα επικρατεί. Τέλος, το σήμα θα αποστέλλεται από δορυφόρους, καθώς και μέσω κινητής τηλεφωνίας. Η εν λόγω συμφωνία θα δώσει σημαντικές λύσεις στο κυκλοφοριακό πρόβλημα που αποτελεί «πονοκέφαλο» για τους οδηγούς. Τέλος, η Google θα προχωρήσει σε ακόμη μεγαλύτερη διεύρυνση της πλατφόρμας Google Maps, εισάγοντας στοιχεία σε πραγματικό χρόνο.



### 3.7.1 Υλοποίηση Παραδείγματος

Η λειτουργία του εν λόγω εγχειρήματος θα γίνεται ως εξής:

Σύμφωνα με το σήμα που θα παίρνουμε, τόσο από τους δορυφόρους όσο και από την κινητή τηλεφωνία, θα δίνουμε και κάποια κυκλοφοριακά στοιχεία στην Google τα οποία θα τα αξιοποιήσει και οι χρόνοι διαδρομής που μας δίνει το κινητό μας για εναλλακτικές διαδρομές θα είναι πολύ πιο αξιόπιστοι με μεγαλύτερη ακρίβεια. Ουσιαστικά, δηλαδή, αποσκοπεί στην αποτελεσματικότερη λειτουργία τους, με την καταλυτική συνδρομή της ψηφιακής τεχνολογίας.

### ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Το κεντρικό λογισμικό συστήματος διαχείρισης κυκλοφορίας (TMS) είναι η Siemens SI-Traffic Concert. Το σύστημα λειτουργεί από δύο κέντρα ελέγχου (για να επιτρέπεται η περίπτωση βλάβης ενός κέντρου ελέγχου) που τροφοδοτούνται με δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης, σήματα κυκλοφορίας, κάμερες ανίχνευσης βίντεο Autoscope, ανιχνευτές βρόχου εδάφους, συσκευές ραντάρ ταχύτητας και προσωπικό ασφαλείας και τροχαία στο έδαφος.

Το σύστημα μπορεί να αναλύσει και να επεξεργαστεί τις πληροφορίες που λαμβάνει και στη συνέχεια να εμφανίσει τις συνθήκες κυκλοφορίας χρησιμοποιώντας μια γραφική διεπαφή χρήστη (GUI).

Οι αλγόριθμοι λήψης αποφάσεων που είναι προγραμματισμένοι στο TMS μπορούν στη συνέχεια να καθορίσουν τον καλύτερο τρόπο χειρισμού των προβλημάτων. Το σύστημα μπορεί να ενεργεί αυτόματα μέσω μεταβλητών πινακίδων μηνυμάτων στην πλευρά του δρόμου, προσαρμόζοντας τη φάση και τη συνέχεια των σημάτων κυκλοφορίας (με αλλαγή δρομολόγησης της κυκλοφορίας γύρω από εμπόδια ή προσωρινά σημεία συμφόρησης) και ειδοποιώντας την τροχαία στη σκηνή. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύχθηκε η περίφημη κυκλοφοριακή συμφόρηση στην Αθήνα κατά τη διάρκεια των Ολυμπιακών Αγώνων και ελπίζουμε ότι ανήκουν στο αμυδρό και μακρινό παρελθόν.

## **ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΒΙΝΤΕΟ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

75 Συστήματα ανίχνευσης οχημάτων βίντεο Autoscope SOLO Pro NC (επεξεργαστές όρασης για συστήματα ανίχνευσης οχημάτων βίντεο) είναι ενσωματωμένα στο σύστημα διαχείρισης κυκλοφορίας της Αθήνας. Τα συστήματα ήταν εξοπλισμένα με κάμερες AIS υψηλής ανάλυσης, χαμηλής ορατότητας και μπορούν να ανιχνεύσουν ταχύτητα, πυκνότητα οχημάτων, τύπους οχημάτων, σταματημένα οχήματα, τροχαία συμβάντα και οχήματα που ταξιδεύουν με λάθος δρόμο. Οι κάμερες Autoscope είναι τοποθετημένες σε χαλύβδινους πόλους ύψους 14 μέτρων και οι πληροφορίες που λαμβάνουν αναμεταδίδονται στα δύο κέντρα ελέγχου μέσω ενός καλωδιακού δικτύου οπτικών ινών. Η κάμερα AIS είναι μια ανθεκτική, υψηλής ανάλυσης κάμερα κυκλοφορίας βίντεο με ενσωματωμένο φακό ζουμ και έγχρωμη εικόνα με υψηλή ευαισθησία για την εξασφάλιση ακριβούς εντοπισμού του οχήματος τη νύχτα. Ελαχιστοποιεί τις ραβδώσεις και την ανθοφορία από πηγές έντονου φωτός που θα μπορούσαν να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση ανίχνευσης.

Μια ρυθμιζόμενη ασπίδα για τον καιρό ελαχιστοποιεί την επαφή με τη βροχή, το χιονόνερο και το χιόνι στην πρόσοψη. Μειώνει επίσης την αντανάκλαση, η οποία βελτιώνει την αντίθεση του βίντεο και μπορεί να λειτουργήσει σε εύρος θερμοκρασίας από -40°C έως +60°C.

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**

Τα κέντρα ελέγχου λαμβάνουν πληροφορίες από 200 τηλεοπτικές κάμερες κλειστού κυκλώματος και πάνω από 700 ανιχνευτές βρόχου εδάφους. Επιπλέον υπάρχουν τα 75 εξειδικευμένα συστήματα Autoscope. Το σύστημα ελέγχει 1.500 σήματα κυκλοφορίας στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας και 24 μεταβλητές πινακίδες ανταλλαγής μηνυμάτων. Το σύστημα είναι επίσης ενσωματωμένο με το κέντρο εντολών που δημιουργήθηκε για τα

Ολυμπιακά συστήματα ασφαλείας, ένα ασφαλές ψηφιακό δίκτυο ραδιοφώνου κορμού και συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (με χρήση GPS).

Αυτά τα συστήματα αναπτύχθηκαν από μια κοινοπραξία με επικεφαλής την Science Applications International Corp (SAIC) με έδρα το Σαν Ντιέγκο και κόστισαν περίπου 312 εκατομμύρια δολάρια. Συγκεντρώνουν εικόνες και δεδομένα ήχου από έναν ηλεκτρονικό ιστό με πάνω από 1.000 κάμερες υψηλής ανάλυσης και υπέρυθρες, 12 περιπολικά σκάφη, 4.000 οχήματα, εννέα ελικόπτερα, ένα φορτωμένο με αισθητήρες Zeppelin NT (εξοπλισμένο με κάμερες υψηλής ανάλυσης από το γερμανικό κέντρο αεροδιαστημικής και ικανό να λειτουργούν ως ασφαλής αποτυχία) και τέσσερα κινητά κέντρα διοίκησης. Υλικό από τις κάμερες κλειστού κυκλώματος φυλάσσεται για επτά ημέρες ώστε να μπορούν να αναλυθούν τα περιστατικά. Η ανάλυση ενεργοποιείται από λογισμικό της Autonomy Corp.



## **FLOATING CAR DATA TECHNOLOGY**

Η τεχνολογία Floating Car Data (FCD) επιτρέπει σε επίσημα οχήματα, όπως αστυνομικά αυτοκίνητα ή υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, να λειτουργούν ως αισθητήρες για να επιτρέπουν τη συνεχή, σε πραγματικό χρόνο καταγραφή μιας τρέχουσας κατάστασης κυκλοφορίας και να αποτελούν τον πυρήνα της απόκτησης δεδομένων κυκλοφορίας. Το σύστημα δοκιμάστηκε αρχικά με 50 οχήματα στην περιοχή της Φρανκφούρτης και υιοθετήθηκε στην Αθήνα για τους Ολυμπιακούς Αγώνες. Αναπτύχθηκε από το Fraunhofer Institute, Gedas και Blaupunkt, η τεχνολογία έχει βελτιστοποιηθεί για χρήση σε πόλεις. Το City-FCD είναι ένα υπερσύγχρονο σύστημα που ενσωματώθηκε στο σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας της Αθήνας το καλοκαίρι του 2004 για να βοηθήσει στη μετακίνηση στόλων ολυμπιακών οχημάτων σε καταστάσεις πολυάσχολης κυκλοφορίας. Λειτουργεί σε συνδυασμό με την εναέρια παρακολούθηση του αερόπλοιου πάνω από την πόλη, το οποίο θα μπορούσε να λειτουργήσει ανεξάρτητα αν χρειαστεί.

Εάν ένα όχημα εξοπλισμένο με «City-FCD» αναφέρει κυκλοφοριακή συμφόρηση, ένας από τους χειριστές στο κέντρο ελέγχου κυκλοφορίας θα κατευθύνει το αερόπλοιο στην περιοχή για να παρακολουθήσει την κατάσταση της κυκλοφορίας.

Η υψηλή ανάλυση των ειδικών καμερών επιτρέπει την τοποθέτηση πλέγματος στους φραγμένους δρόμους. Αυτό διευκολύνει τον προσδιορισμό των μέσων ταχυτήτων και τη μόνιμη αξιολόγηση των συνθηκών κυκλοφορίας.

Τα δεδομένα κυκλοφορίας από το αερόπλοιο μεταδίδονται μέσω του κυψελοειδούς δικτύου έκτακτης ανάγκης στο κέντρο ελέγχου κυκλοφορίας όπου συνδυάζονται με τα δεδομένα «City-FCD». Το μείγμα δεδομένων μπορεί στη συνέχεια να αναλυθεί και να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της πραγματικής κατάστασης της κυκλοφορίας. Αυτό στη συνέχεια χρησιμοποιείται ως βάση για τις αποφάσεις των αρχών κυκλοφορίας και ασφάλειας.

Το City-FCD βασίζεται αποκλειστικά σε συνδυασμό μέσων αποθήκευσης, κυψελοειδούς επικοινωνίας και τοποθέτησης οχημάτων. Ειδικό αλγόριθμοι, οι οποίοι αναπτύχθηκαν από τον Gedas μαζί με το Ινστιτούτο Fraunhofer, επιτρέπουν την ακριβή περιγραφή μιας κυκλοφοριακής συμφόρησης μαζί με μια πρόγνωση της «συμπεριφοράς» του.

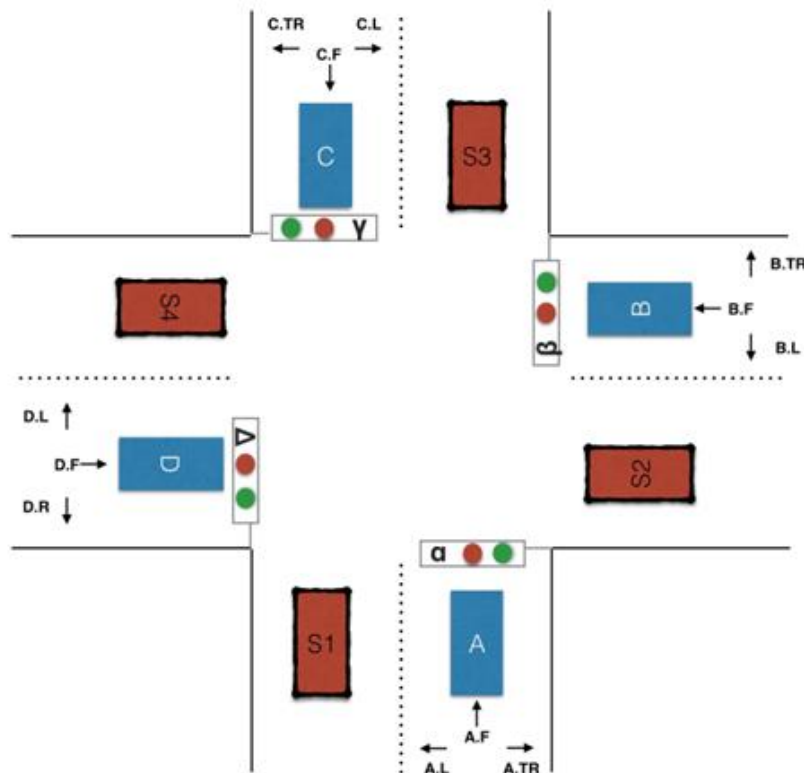
Το κύριο δίκτυο κυκλοφορίας στην Αθήνα καταγράφεται ψηφιακά. Αυτό εκτελείται ως εξής: οι βαθμοί γεωγραφικού πλάτους και μήκους κλειδώνονται ψηφιακά στη μνήμη των συσκευών παρακολούθησης, όπως το Blaupunkt's Fleetcommander ή το Nokia Communicator.

Ένα πλέγμα με προκαθορισμένους δρόμους και κόμβους τοποθετείται σε ολόκληρη την περιοχή. Στη συνέχεια, τα οχήματα λειτουργούν ως κινητοί αισθητήρες εντός αυτού του δικτύου. Η συλλογή δεδομένων ξεκινά κάθε φορά που ένα όχημα από αυτό το δείγμα στόλου εισέρχεται σε ένα από τα τμήματα του δικτύου και τα δεδομένα χρόνου ταξιδιού μεταδίδονται στο κέντρο τηλεματικής μέσω Υπηρεσίας Σύντομων Μηνυμάτων (SMS) μόλις το όχημα αποχωρήσει από το τμήμα. Η τρέχουσα κατάσταση ροής κυκλοφορίας μπορεί να προσδιοριστεί άμεσα με βάση τα δεδομένα που διαβιβάζονται από πολλά διαφορετικά οχήματα.

## 4. Πειραματική μελέτη

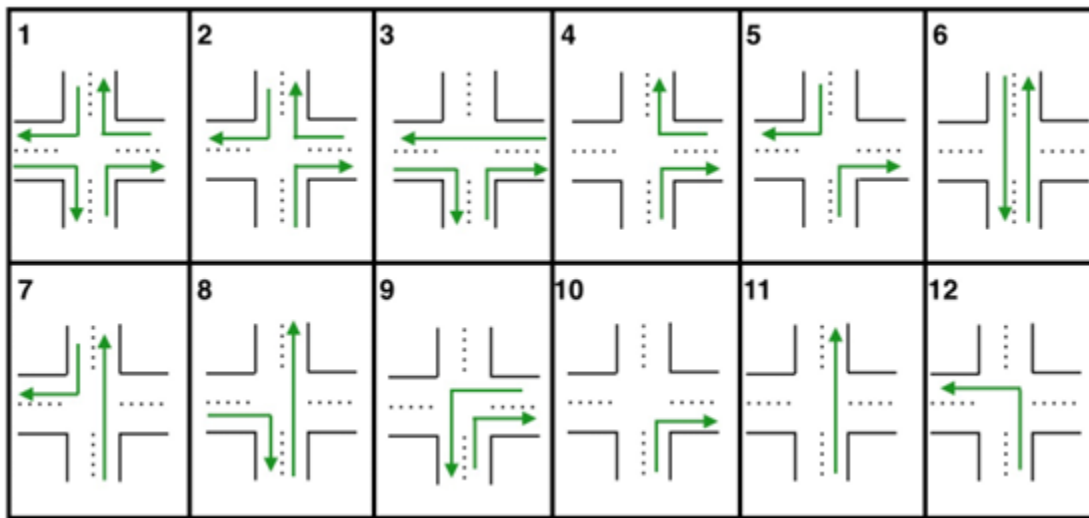
### 4.1 Σφαιρική εικόνα

Το προτεινόμενο μοντέλο εφαρμόστηκε σε συγκεκριμένη οδική διασταύρωση. Όλοι οι δρόμοι είναι δρόμοι διπλής κατεύθυνσης, κάθε πλευρά των οποίων έχει 1 λωρίδα όπως απεικονίζεται στο Σχ. 1. Επομένως, είναι απαραίτητο να υπάρχουν σε αυτή τη διασταύρωση τέσσερα φανάρια α,β,γ,δ που να μπορούν να εκπέμπουν είτε κόκκινο φως "Stop" ή το πράσινο φως που σημαίνει "Go Forward". Σε κάθε φανάρι χρησιμοποιήθηκε ένας μετρητής για τη διαχείριση του χρόνου κυκλοφορίας του κόκκινου φαναριού. Όταν το μανόμετρο είναι γεμάτο σε ένα φανάρι, το μανόμετρο επιτρέπει να περάσει απευθείας στο πράσινο φως. Χρησιμοποιούμε επίσης αρκετούς αισθητήρες για να ανιχνεύσουμε την κατάσταση σε κάθε λωρίδα και να μεγιστοποιήσουμε τον αριθμό των οχημάτων που διασχίζουν το δρόμο. Στο μοντέλο μας χρησιμοποιούνται δύο τύποι αισθητήρων: • Οι αισθητήρες (A, B, C, D) χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της παρουσίας ενός οχήματος στο δρόμο και σε αυτή την περίπτωση ανιχνεύουν την επιθυμητή κατεύθυνση από το όχημα. • Οι αισθητήρες (S1, S2, S3, S4) χρησιμοποιούνται για την επαλήθευση της παρουσίας ενός οχήματος στη δεύτερη πλευρά των δρόμων, αυτός ο αισθητήρας στοχεύει στην αποφυγή συγκρούσεων στους δρόμους.



Σχήμα 1

Το κύριο πρόβλημα που μπορεί να επηρεάσει τον έλεγχο των φωτεινών σηματοδοτών είναι πώς να λαμβάνουμε αποφάσεις και να αλλάζουμε τα φώτα από πράσινο σε κόκκινο σε πιθανά σχέδια και να διασφαλίζουμε τον ελάχιστο χρόνο αναμονής του οχήματος. Σε αυτό το μέρος λοιπόν παρουσιάζουμε αρκετά πιθανά μοτίβα φαναριών (Σχήμα.2). Το προτεινόμενο μοντέλο εφαρμόστηκε για τη ρύθμιση των φωτεινών σηματοδοτών. Το σύστημά μας είναι συγκεκριμένο για ένα κεντραρισμένο φανάρι «α» που πρέπει να επικοινωνεί με άλλα φανάρια. Προκειμένου να παρατηρήσουμε το σταυροδρόμι και να διασφαλίσουμε τον συνεχή έλεγχο των φωτεινών σηματοδοτών σε πραγματικό χρόνο, σεβόμαστε τον κύκλο «Αντίληψη-Απόφαση-Δράση». Όλα τα φανάρια στο σενάριο ενεργοποιούνται στο κόκκινο φως.



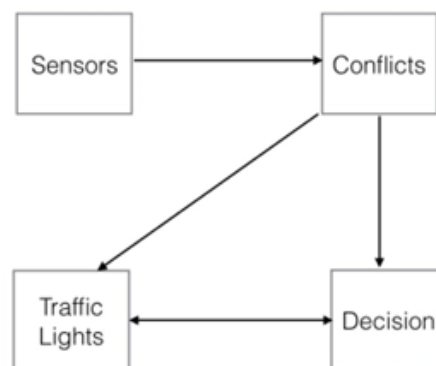
Σχήμα 2

Οι κύριοι στόχοι του σεναρίου μας (Σχ. 4 που θα το βρούμε παρακάτω) είναι η ρύθμιση του σήματος στο φανάρι «α» με κέντρο στον παρατηρούμενο δρόμο (Σχ. 1) και η διαχείριση του σήματος του φαναριού για να οδηγήσει στην καλύτερη απόφαση και να ελαχιστοποιήσει το χρόνο αναμονής οχημάτων στις αντίστοιχες λωρίδες. Η ατομική συμπεριφορά των πρακτόρων δεν μπορεί να επιτύχει αυτούς τους στόχους, είναι απαραίτητο να καθοριστεί η αλληλεπίδραση μεταξύ των πρακτόρων όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Κάθε πράκτορας στέλνει συμβάντα με βάση τους συγκεκριμένους καθορισμένους κανόνες κυκλοφορίας του. Αυτό το σενάριο δέχεται την προτεινόμενη ιεραρχία του μοντέλου όπως βλέπουμε στον παρακάτω πίνακα:

CPS-Sensors	A1 – A2 – B – C1 – C2 – D1 – D2 – S3
CPS-agents	Pass – ConfB – ConfC – ConfD
Traffic Lights	$\alpha - \beta - \gamma - \delta$
Actuator-Agents	Order – Free – Gauge $\alpha$
Software-Agent	Ag1 – Ag2 – Ag3
Decision-Agent	Decision

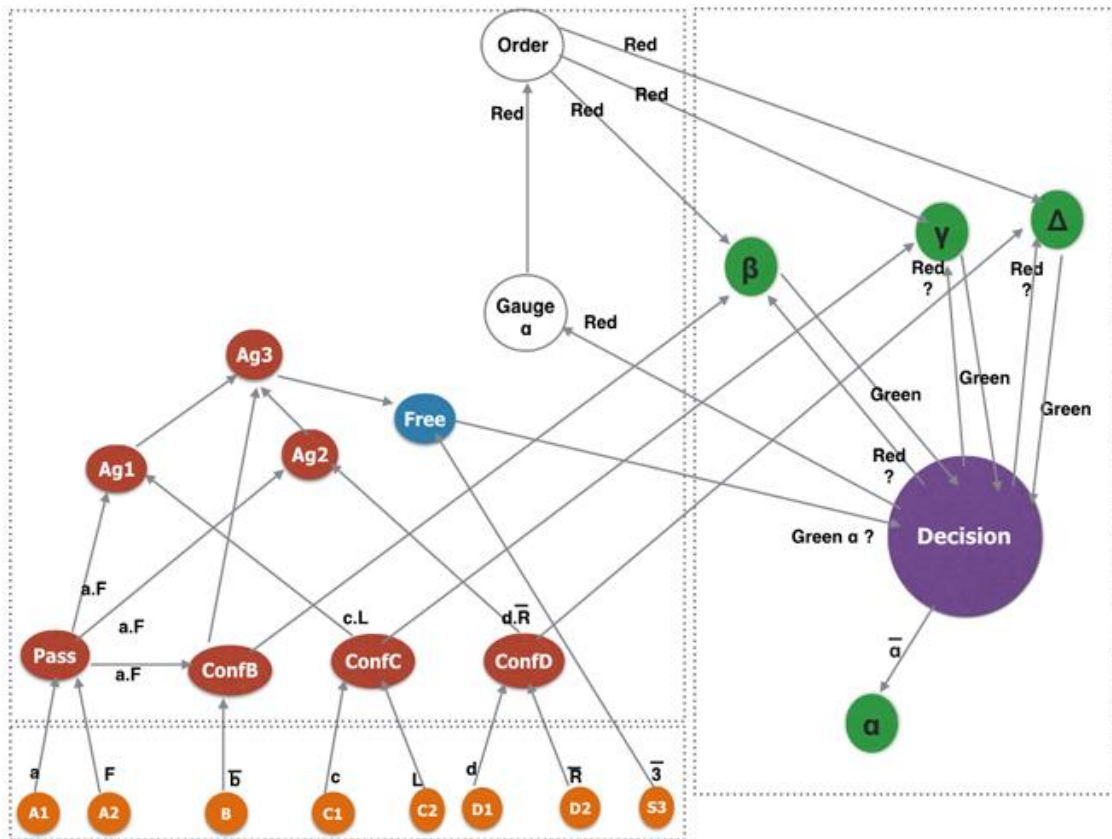
Επίσης, κάθε ένας από τους καθορισμένους πράκτορες έχει έναν συγκεκριμένο ρόλο στο σενάριο (Εικ.4):

- **Pass-Agent:** λαμβάνει συμβάν από τους αισθητήρες CPS που ανιχνεύουν οχήματα μπροστά από το φανάρι και ενημερώνουν τον προορισμό αυτών των αυτοκινήτων, σκοπός αυτού του πράκτορα είναι να λάβει τις απαιτήσεις για να περάσει ένας δρόμος, και να ενημερώσει τους Αντιπροσώπους της Σύγκρουσης (Conflict-Agents) σχετικά με αυτές τις απαιτήσεις.
- **Conflict-Agent:** λαμβάνει συμβάν από τους αισθητήρες CPS που μπορούν να ανιχνεύσουν συγκρούσεις που ενδέχεται να αντιμετωπίσουν μια ροή κυκλοφορίας στο δρόμο παρατηρώντας τις άλλες κατευθύνσεις, ο σκοπός αυτών των πρακτόρων είναι να ανακαλύψουν συγκρούσεις.
- **Πράκτορες (1,2,3):** λαμβάνει συμβάντα από δύο ή τρεις πράκτορες σύγκρουσης προκειμένου να δημιουργήσει ένα νέο συμβάν που μπορεί να εκφράσει την παγκόσμια κατάσταση σύγκρουσης.
- **Free-Agent:** λαμβάνει το συμβάν που συγκεντρώνει τις διενέξεις στη διασταύρωση και ένα συμβάν από τον αισθητήρα CPS. Μετά από αυτό δημιουργεί ένα νέο γεγονός που εκφράζει την κατάσταση των αμφίδρομων δρόμων.
- **Decision-Agent:** λαμβάνει το συμβάν από τον Free-Agent, λαμβάνει την απόφαση λαμβάνοντας υπόψη τις πραγματοποιηθείσες αντιλήψεις και αναλύοντας την πραγματική κατάσταση των φωτεινών σηματοδοτών αλληλεπιδρώντας με τους Gauge-Agents που έχουν οριστεί για κάθε φανάρι.
- **Gauge-Agent:** χρησιμοποιείται για τη διαχείριση του χρόνου αναμονής μπροστά από ένα φανάρι στο δρόμο. Αυτός ο πράκτορας λαμβάνει το κόκκινο συμβάν από το "Decision-Agent" για να υπολογίσει στο μετρητή που έχει οριστεί για το φανάρι τον συνολικό χρόνο αναμονής. όταν το Gauge του φαναριού γέμισε, ο Gauge-Agent στέλνει μια εκδήλωση στον Order-Agent.
- **Order-Agent:** λαμβάνει ένα συμβάν από τον Gauge-Agent όταν ο μετρητής γέμισε και στέλνει εντολές στα φανάρια για να αλλάξει υποχρεωτικά το φως.



**Σχήμα 3 – Ιεραρχία αλληλεπιδράσεων**

Το δομημένο σενάριο σέβεται αυτήν την ιεραρχία αλληλεπιδράσεων (Σχ.3). Οι συγκρούσεις μπορούν να ανιχνευθούν στο σύστημα χρησιμοποιώντας αισθητήρες. Οι συγκρούσεις έχουν μεγάλη επιρροή στην κατάσταση του φαναριού και στην απόφαση σε αυτό το σύστημα. Και για να λάβουμε την απόφαση εδώ, είναι σημαντικό να υπάρχουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ του φαναριού και του μοντέλου απόφασης. Οργανώσαμε το σενάριο CEP-MAS στην περίπτωση του μοτίβου No.11 (Σχ.2).



Σχήμα 4 - Σενάριο ρύθμισης των φωτεινών σηματοδοτών σε περίπτωση μοτίβου 11

Ο αισθητήρας CPS "A1" ανιχνεύει το όχημα μπροστά από το φανάρι  $a$ . Ο αισθητήρας CPS "A2" ανιχνεύει ότι το όχημα θέλει να πάει προς τα εμπρός. Οι αισθητήρες CPSS στέλνουν πληροφορίες "F" και "a" στον Pass-Agent. Οι άλλοι αισθητήρες στις δεξιές λωρίδες (C,B,D) στέλνουν επίσης τα μονοπάτια τους και μπορεί να οδηγήσουν σε συγκρούσεις στους άλλους δρόμους στους αντίστοιχους Αντιπροσώπους Σύγκρουσης. Σε αυτήν την περίπτωση, οι διαδρομές του αυτοκινήτου που μπορούν να προκαλέσουν συγκρούσεις όταν ένα όχημα στη θέση A θέλει να πάει μπροστά είναι:



- ένα αυτοκίνητο ανιχνεύεται από το "D1" και η κατεύθυνση αυτού του αυτοκινήτου που ανιχνεύεται από το "D2" είναι η κατεύθυνση προς τα εμπρός.
- ένα αυτοκίνητο ανιχνεύεται από το "C1" και η κατεύθυνση αυτού του αυτοκινήτου που ανιχνεύεται από το "C2" είναι η αριστερή κατεύθυνση.
- ένα αυτοκίνητο ανιχνεύεται από το "B1" με όλες τις πιθανές κατευθύνσεις αυτού του αυτοκινήτου να ανιχνεύονται από το "B2".

Τα γεγονότα που παράγονται και δημιουργούνται βασίζονται σε όλους τους καθορισμένους κανόνες. Όταν ο Ελεύθερος Πράκτορας έλαβε συμβάντα, δημιούργησε νέο συμβάν για να επιτρέψει την αλλαγή του «Φανάρι α» σε Πράσινο. Ο DecisionAgent έλαβε το συμβάν και ξεκίνησε τις αλληλεπιδράσεις με τα φανάρια, σε περίπτωση ελεύθερων δρόμων, το Traffic-Light α αλλάζει σε πράσινο. Ο πραγματικός πράκτορας στέλνει επίσης συμβάντα στο "gauge α" όταν υπήρχαν συγκρούσεις και το "φανάρι α" παραμένει κόκκινο. Τέλος, μετά από 100 ms όταν το "gauge α" είναι γεμάτο, το "gauge α" δώσει εντολή να περάσει στο πράσινο φως. Επιπλέον, η σημασία των γεγονότων που χρησιμοποιούνται στο σενάριο παρουσιάζονται σε αυτόν τον πίνακα:

Events - Γεγονότα	Signification - Σημασία
a.F	Ένα όχημα εντοπίστηκε από τον σένσορα <<A1>> και η πορεία ήταν Μπροστά <<F>> εντοπίστηκε από τον σένσορα <<A2>>
b	Ένα όχημα εντοπίστηκε από τον σένσορα <<B1>> και η οποιαδήποτε κατεύθυνση του εντοπίστηκε από τον σένσορα <<B2>>
c.L	Ένα όχημα εντοπίστηκε από τον σένσορα <<C1>> και η πορεία του αριστερά <<L>> εντοπίστηκε από τον σένσορα <<C2>>
d.R	Ένα όχημα εντοπίστηκε από τον σένσορα <<D1>> και η πορεία του Αριστερά <<L>> ή Μπροστά <<F>> εντοπίστηκε από τον σένσορα <<D2>>
3	Κανένα όχημα δεν εντοπίστηκε από τον σένσορα << S3>>
Πράσινο?	Διερωτάμε την πιθανότητα να αλλάξει σε πράσινο φως
Κόκκινο?	Διερωτάμε την πιθανότητα να αλλάξει σε κόκκινο φως
Πράσινο	Διέταξε να αλλάξει το σήμα σε πράσινο φως
Κόκκινο	Διέταξε να αλλάξει το σήμα σε κόκκινο φως
α	Άλλαξε την πραγματική κατάσταση του φαναριού α

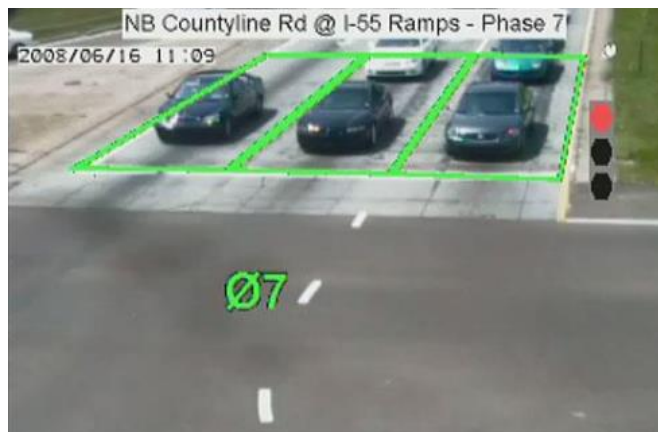
## 4.2 Επισκόπηση υλοποίησης

### 4.2.1 Κύρια components

Τα κύρια στοιχεία του συστήματος προσδιορίζονται από τις λειτουργίες τους και την τοποθέτησή τους. Αυτά τα μέρη εγκαθίστανται κυρίως στα φανάρια και στους δρόμους κοντά μεταξύ τους για ακριβή ανάγνωση των πληροφοριών.

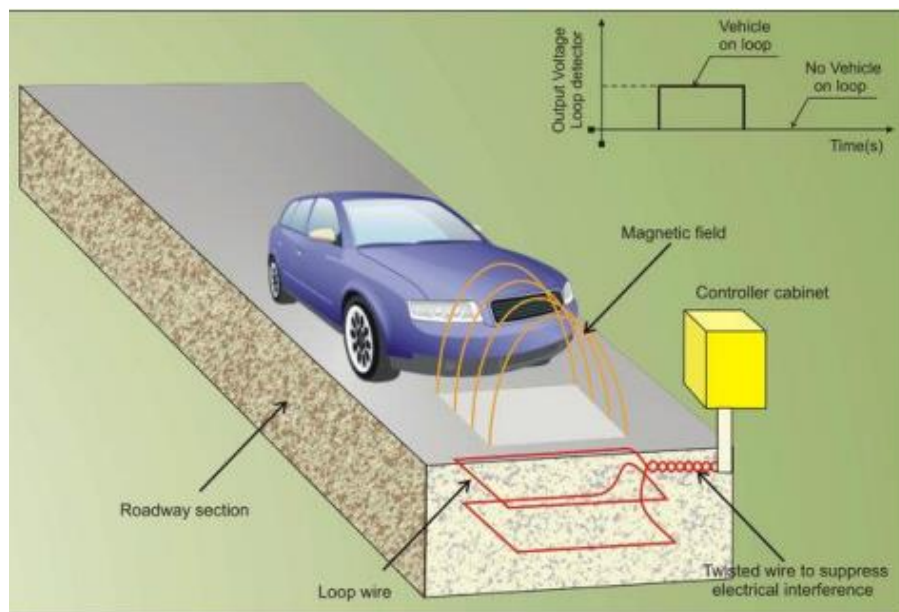
### 4.2.2 Detector/sensor (ανιχνευτής)

Η υπηρεσία ανιχνευτή (detector) είναι απαραίτητη γιατί βοηθά στη διαχείριση των διεπαφών με όλους τους αισθητήρες εξοπλισμένους σε μια διασταύρωση. Πρέπει να γίνει ανάκτηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, κωδικοποιώντας τα σε ένα μήνυμα και στη συνέχεια αποστέλλονται στην τοπική υπηρεσία που έχει προγραμματιστεί. Είναι επίσης απαραίτητο να σταλθεί το μήνυμα σε απομακρυσμένο προγραμματιστή (scheduler) σε περιπτώσεις όπου ο αισθητήρας λειτουργεί ως προηγμένος ανιχνευτής γειτονικών διασταυρώσεων. Επί του παρόντος, υπάρχουν πολλοί τύποι αισθητήρων ανίχνευσης που χρησιμοποιούνται σε συστήματα κυκλοφορίας σε όλον τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των ηχητικών αισθητήρων, των υπέρυθρων αισθητήρων, της ανίχνευσης βίντεο, επαγωγικών βρόχων κ.λπ. Σε αυτή τη διπλωματική η υποτιθέμενη τοποθέτηση, θα υπάρχει να είναι είτε επαγωγικός αισθητήρας βρόχου κάτω από το δρόμο είτε ανίχνευση βίντεο ενσωματωμένο στο σύστημα, το οποίο θα απορροφήσει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση της διασταύρωσης. Επιπλέον, το σύστημα θα βοηθούσε με τη ροή της κυκλοφορίας έχοντας πιο εμπειριστωμένα δεδομένα και στη συνέχεια να εργαζόταν με έναν μόνο τύπο ανιχνευτή.



Εικόνα 1.Πιθανή τοποθέτηση video detection σε μία διασταύρωση

Η κάμερα είναι συνδεδεμένη σε ένα σύστημα που μπορεί να κωδικοποιήσει το βίντεο που αναζητεί ασυνήθιστες ενέργειες στη συγκεκριμένη ζώνη, έτσι ώστε όταν ένα αντικείμενο ή όχημα εισέρχεται στην περιοχή λειτουργίας της εικονικής ζώνης, γίνεται ανίχνευση. Επίσης, εφαρμόζονται οι γραπτοί αλγόριθμοι που λειτουργούν κάτω από οποιοδήποτε φως ή καιρική κατάσταση, για να προσφέρει διαφορετικούς τύπους πληροφοριών σχετικά με την κυκλοφορία, όπως η κυκλοφορία δεδομένων για στατιστική ανάλυση, δεδομένα που σχετίζονται με περιστατικά και δεδομένα παρουσίας. Η τοποθέτηση καμερών στα σήματα κυκλοφορίας μπορεί να σηματοδοτήσει τις περιοχές ενδιαφέροντος μέσω εικονικών ζωνών. Στην Εικόνα 1 παρατηρούμε τις γραμμές τοποθετημένες εικονικά από το σύστημα video detector.



**Εικόνα 2. Λειτουργία αισθητήρα επαγωγικού βρόχου.**

Όπως φαίνεται στην εικόνα 2, Οι αισθητήρες επαγωγικού βρόχου από την άλλη είναι εγκατεστημένοι κάτω από το δρόμο. Με την εγγύτητα μιας μεταλλικής μάζας, το μαγνητικό πεδίο αλλάζει και, κατά συνέπεια, το ηλεκτρικό ρεύμα που το δημιουργεί, καθώς και η τάση στον βρόχο, μειώνεται. Αυτό συμβαίνει με την πάροδο του χρόνου κατά τον οποίο η μάζα παραμένει εντός της περιοχής λειτουργίας του ανιχνευτή. Είναι η διακύμανση που γίνεται αντιληπτή στην τάση που χρησιμοποιείται για να υποδείξει την παρουσία οχημάτων και αυτά τα δεδομένα μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία για την εκτίμηση της πληρότητας του οχήματος. Αυτός ο τύπος συστήματος προσφέρει υψηλή ακρίβεια όσον αφορά την πληρότητα των δεδομένων.

Υπάρχουν δύο τύποι δεδομένων που μετατρέπονται και μεταφέρονται πίσω στον επικεφαλή χειριστή, που περιλαμβάνουν μετρήσεις αριθμού οχημάτων και χρόνο κατάληψης. Το σύστημα θα μπορούσε να είναι πολύ πιο ακριβές με αποφάσεις και τις πληροφορίες συνδυασμένες.

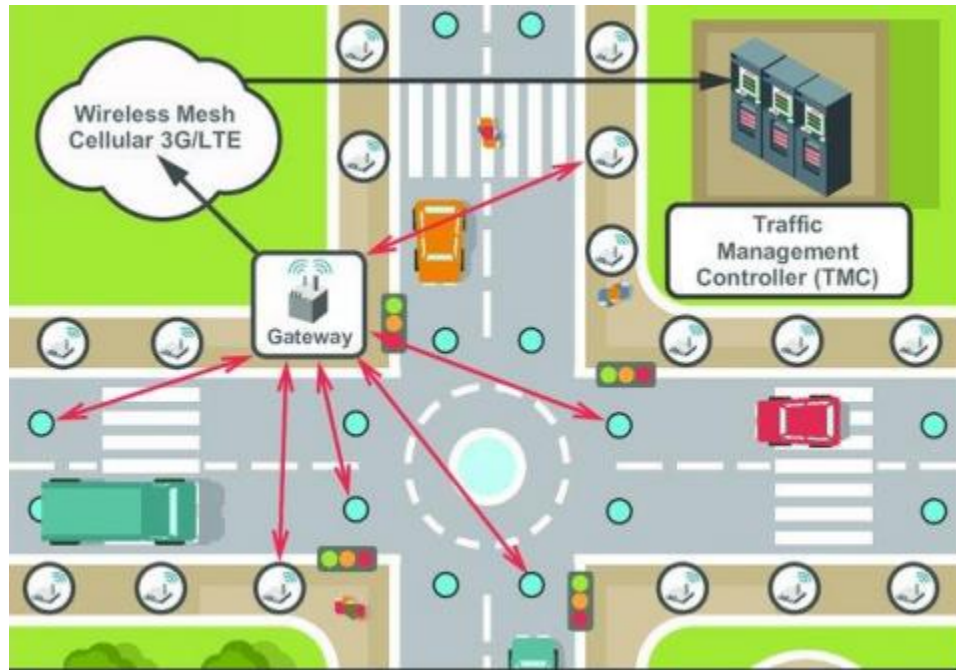
### 4.2.3 Executor

Ο executor είναι μια υπηρεσία που ρυθμίζει τη διεπαφή και τις πληροφορίες του ελεγκτή κυκλοφορίας. Με το δεδομένο χρονοδιάγραμμα από τον επικεφαλή χειριστή παίζει μεγάλο ρόλο στη ρύθμιση της κατάστασης της κυκλοφορίας μέσω της επικοινωνίας με τον ελεγκτή. Η επέκταση της τρέχουσας φάσης βοηθά τον executor να ειδοποιήσει το χρονοπρογραμματιστή του επερχόμενου σημείου απόφασης εντός του χρονοδιαγράμματος. Το σημείο απόφασης παρέχει μια επακόλουθη ενημέρωση κατά την εκτεταμένη φάση που πρέπει να παραληφθεί. Στη συνέχεια, ο εκτελεστής στέλνει επίσης πίσω τις πληροφορίες μέσω της συσκευής επικοινωνίας για να αποφασίσει ο χειριστής τον επόμενο κύκλο της ροής της κυκλοφορίας.

Η διεπαφή που είναι εξοπλισμένη με ελεγκτή σήματος κυκλοφορίας βοηθά στον έλεγχο της σηματοδότησης στις διασταυρώσεις. Σε αυτό το σημείο, η διεπαφή χρησιμοποιεί συνδυασμούς απλών ενεργοποιήσεων και χρονικών σχεδίων για την κατανομή της πράσινης ώρας της διασταύρωσης. Εφόσον το σύστημα είναι ενεργό, ο ελεγκτής θα βρίσκεται σε συνεχή διαδικασία ελαχιστοποίησης και μεγιστοποίησης μετάβασης φάσης και οι μετατροπές διαρκειών μεταξύ των φάσεων καθώς και εκτέλεση άλλων περιορισμών ασφαλείας. Ωστόσο, κατανέμει την πράσινη ώρα της διασταύρωσης προσαρμοστικά. Στη διαδικασία, η συσκευή τοποθετεί τον ελεγκτή σε ελεύθερη λειτουργία. Η ελεύθερη λειτουργία είναι σημαντική για τη χρήση κλήσεων οχημάτων από ανιχνευτές (service requests) για απλούς ενεργοποιημένους ελέγχους. Εφόσον το σύστημα είναι ενεργό, έρχεται η ώρα της παραματροποίησης, η οποία επιτρέπει στον ελεγκτή να δέχεται μόνο κλήσεις. Αυτό το περιστατικό συμβαίνει με παρόμοιο τρόπο με άλλα προσαρμοστικά συστήματα σε πραγματικό χρόνο. Ομοίως, η επέκταση της μεγιστοποίησης φάσης είναι απαραίτητη για να επιτραπούν και μεγαλύτερες φάσεις ως time gap που είναι απαραίτητος για να επιτρέπεται στον ελεγκτή να αλλάζει φάσεις. Η διαδικασία αλλαγής συντομεύεται για να επιτρέψει ταχύτερες μεταβάσεις. Με την ενεργοποίηση του συστήματος, οι αλλαγές διαμόρφωσης εγγράφονται για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας εκκίνησης. Για να μπορέσει η διασταύρωση να επανέλθει γρήγορα στην αρχική της θέση, τοποθετείται μία νέα διαμόρφωση σε ξεχωριστή σελίδα μνήμης πράγμα που είναι απαραίτητο.

#### 4.2.4 Communicator

Ο communicator έχει καθιερωθεί από καιρό ως ο μεσολαβητής για την επικοινωνία μεταξύ του κέντρου κυκλοφορίας/χειριστή και των ελεγκτών μέσω πληροφοριών που εκκινήθηκαν. Θα μπορούσε να υπάρχει και ενσύρματη και ασύρματη σύνδεση για την επικοινωνία, όπως μέσω ίνας, καλωδίου χαλκού ή μήκος κύματος και σύνδεση Ethernet που κάνει τον communicator εξαιρετικά ευέλικτο για ευρεία ή ακόμα και στενή εμβέλεια. Τα δεδομένα που μεταφέρονται μέσω των πρακτόρων είναι αρκετά ανθεκτικά ώστε το δίκτυο να έχει ελάχιστη αστοχία.



**Εικόνα 3. Αλυσίδωτη επικοινωνία δεδομένων στην κυκλοφορία.**

Το παράδειγμα της Εικόνας 3 δείχνει ότι όλη η επικοινωνία δρομολογείται μέσω της πύλης επικοινωνίας σε μια συγκεκριμένη διασταύρωση. Μονάδες υπηρεσίας ανιχνευτή και εκτελεστή που χαρακτηρίζονται από την ικανότητα να ενσωματώνουν υλικό από διαφορετικές ποικιλίες χρησιμοποιώντας τυπικούς τύπους μπορούν να παρέχουν τις ίδιες πληροφορίες στα άλλα εναπομείναντα μέρη του συστήματος. Τακτικά, είναι δυνατό να περιγραφεί κάθε μήνυμα ως πλειάδα τύπου, πηγή, δεδομένα, προορισμός, προέλευση, ώρα του τύπου μηνύματος και τη στιγμή που δημιουργήθηκε το μήνυμα. Επιπλέον, η περιγραφή μπορεί επίσης να αποκαλύψει την προέλευση του σήματος, προορισμός του μηνύματος, τον ανιχνευτή ή την υπηρεσία που δημιούργησε το μήνυμα καθώς και το περιεχόμενο του μηνύματος ως συμβολοσειρά με κωδικοποίηση αντικειμένου JavaScript (JSON).

### 4.2.5 Head-operator (επικεφαλής χειριστής)

Η υπηρεσία επικεφαλής χειριστή είναι σημαντική για την εφαρμογή της προσέγγισης ελέγχου κυκλοφορίας που διεξάγεται από έναν κύριο χειριστή. Ο χειριστής λαμβάνει δεδομένα ανίχνευσης και κατάστασης σε πραγματικό χρόνο κάθε λίγα δευτερόλεπτα. Επιπλέον, ο χειριστής διαμορφώνει επίσης το πρόγραμμά του για τα παράθυρα με πράσινο φως της διασταύρωσης που πλησιάζει τον κύκλο κυκλοφορίας είτε είναι απασχολημένος είτε αραιός και κατασκευάζει ένα νέο χρονοδιάγραμμα επικοινωνίας. Κατά την κατασκευή ενός νέου σχεδίου, ο εκτελεστής λαμβάνει το κύριο τμήμα για τον έλεγχο του σήματος κυκλοφορίας μέσω της συσκευής επικοινωνίας και στη συνέχεια η διασταύρωση εργασίας λαμβάνει ένα νέο χρονοδιάγραμμα. Από την άλλη πλευρά, ο ανιχνευτής και ο ελεγκτής θα επιστρέψουν τα δεδομένα με την ίδια σύνδεση στον communicator, διαβάζοντας και ολοκληρώνοντας τις πληροφορίες που λαμβάνονται για μια νέα οδηγία από τον επικεφαλής χειριστή. Καθώς ο κύκλος συνεχίζεται, η κίνηση θα αποκτήσει νέο ωράριο και σχέδιο για την κατάσταση ταυτόχρονα. Το σύστημα μεταφέρει και ερμηνεύει δεδομένα σταθερά για την καλύτερη δυνατή εμπειρία της ροής της κυκλοφορίας.

## 4.3 Μεθοδολογία

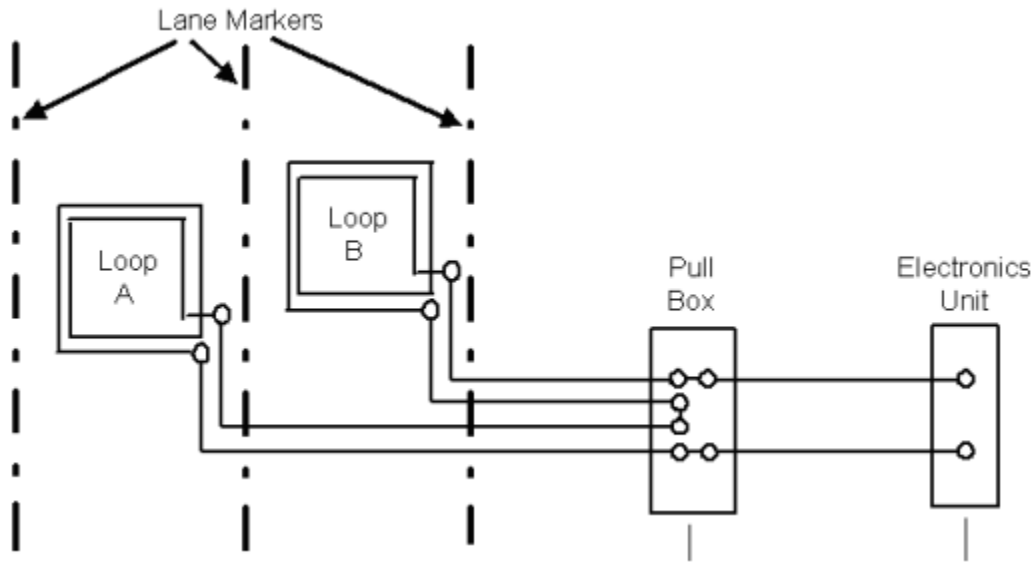
Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει τη διαδικασία συλλογής δεδομένων από το δρόμο και επεξεργασίας αυτών των δεδομένων στον προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή. Ο χειρισμός των δεδομένων γίνεται μέσω του κύκλου εργασίας του συστήματος χειριστή.

### 4.3.1 Data collection

Η ροή της κυκλοφορίας ως προς τον αριθμό των οχημάτων σε παρακείμενες διασταυρώσεις συλλέγεται από τους αισθητήρες και τους ανιχνευτές που τοποθετούνται σε διαφορετικές στρατηγικές τοποθεσίες του δρόμου. Οι αισθητήρες επαγωγικού βρόχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή αυτών των δεδομένων για την ανίχνευση της παρουσίας οχημάτων και την καταμέτρηση του αριθμού τους. Ένας βρόχος καλωδίων τοποθετείται κάτω από το δρόμο για να δημιουργήσει έναν επαγωγικό βρόχο και στη συνέχεια συνδέεται χρησιμοποιώντας καλώδια σε μια ηλεκτρονική μονάδα που βρίσκεται κοντά.

Η ηλεκτρονική μονάδα μεταδίδει ενέργεια σε συχνότητας 10 kHz - 20 kHz στους βρόχους των καλωδίων. Η επαγωγικότητα του βρόχου μειώνεται όταν περνά ένα όχημα και αντίστροφα. Η ηλεκτρονική μονάδα στέλνει έναν παλμό στον ελεγκτή για το αν το όχημα πέρασε ή όχι. Ο ρυθμός με τον οποίο αποστέλλονται οι παλμοί στον ελεγκτή επιτρέπει τον προσδιορισμό του αριθμού των οχημάτων που διέρχονται από αυτά τα σημεία με μια καθορισμένη περίοδο. Η

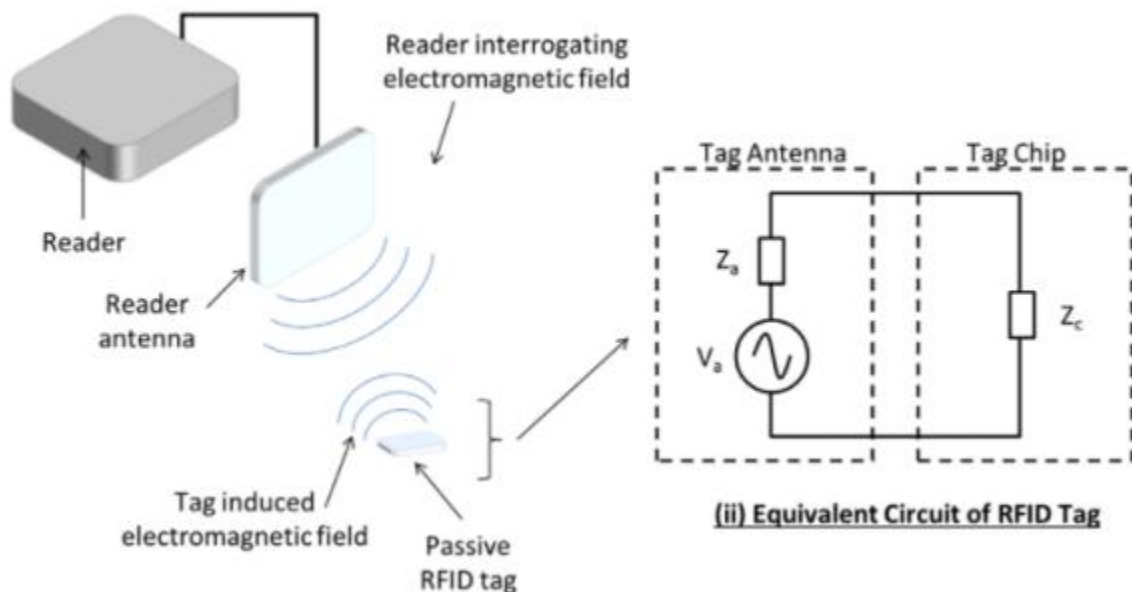
Εικόνα 1 είναι μια διαγραμματική αναπαράσταση βρόχων σε λωρίδες δρόμου που συνδέονται σε σειρά με την ηλεκτρονική μονάδα.



**Εικόνα 1. Σύνδεση επαγωγικών βρόχων στην ηλεκτρονική μονάδα σε σειρά**

Σύμφωνα με τις αναφορές, η ανίχνευση οχημάτων με χρήση επαγωγικών βρόχων είναι οικονομικά αποδοτική λόγω του χαμηλού κόστους εγκατάστασης και συντήρησης σε σύγκριση με άλλες περιπτώσεις. Ο δεύτερος τύπος δεδομένων που πρέπει να συλλεχθούν για έξυπνα και προσαρμοστικά φανάρια σχετίζεται με την παρουσία διέλευσης προτεραιότητας όπως ασθενοφόρα και πυροσβέστες. Η αναγνώριση ραδιοσυχνότητας είναι ένας από τους καλύτερους αισθητήρες για την προσέγγιση οχημάτων. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά πεδία για τον εντοπισμό ετικετών που αποθηκεύουν πληροφορίες αναγνώσιμες από δέκτες. Η παρουσία συγκεκριμένων οχημάτων μπορεί να εντοπιστεί με ασφάλεια επειδή ο δέκτης μπορεί να διαβάσει ένα μοναδικό αναγνωριστικό από την ετικέτα που είναι προσαρτημένη στο όχημα. Η τεχνολογία RFID εφαρμόζεται ολοένα και περισσότερο σε μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών όπως η πληρωμή των τελών διοδίων. Το όχημα επισημαίνεται και όταν πλησιάζει τον δέκτη, οι πληροφορίες του που είναι αποθηκευμένες στην ετικέτα διαβάζονται με ακρίβεια. Ως εκ τούτου, ένας συγκεκριμένος τύπος οχήματος έχει καθορισμένο τιμολόγιο που πρέπει να πληρώσει για να του χορηγηθεί πάσο. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να εφαρμοστεί στην αναγνώριση οχημάτων που απαιτούν διέλευση κατά προτεραιότητα, όπως στην περίπτωση ενός αστυνομικού αυτοκινήτου σε αποστολή, ασθενοφόρου, πυροσβεστικής ή VIP (πολύ σημαντικό πρόσωπο) στα οποία πρέπει να χορηγηθεί άμεση άδεια για να περάσει.

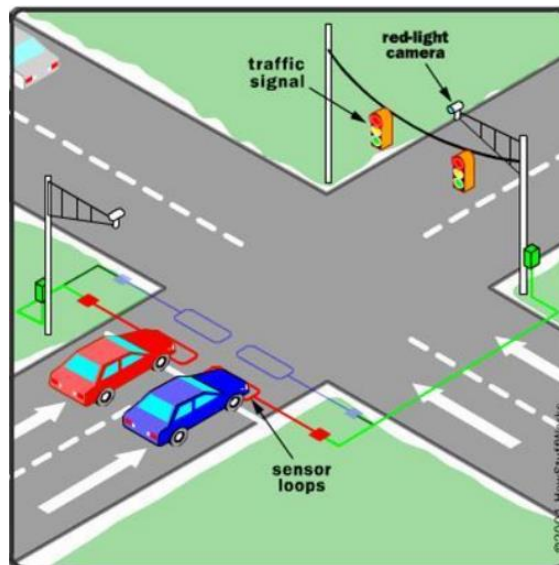
Αυτή η μέθοδος αναγνώρισης του οχήματος θεωρείται γρήγορη και ασφαλής επειδή οι πληροφορίες είναι προσβάσιμες μόνο από τη συσκευή ανάγνωσης RFID. Η ετικέτα είναι πολύ φθηνή και επομένως μπορεί να τοποθετηθεί οικονομικά σε οχήματα. Όλα τα εξουσιοδοτημένα οχήματα θα πρέπει να αναγνωρίζονται και να επισημαίνονται για να λειτουργούν βέλτιστα τα έξυπνα και προσαρμοστικά φανάρια. Η συσκευή ανάγνωσης RFID πρέπει να εγκατασταθεί σε ασφαλή απόσταση πριν από τη διασταύρωση ανάλογα με τις συνθήκες της διασταύρωσης, είτε η διασταύρωση είναι απασχολημένη είτε όχι. Η απόσταση της θέσης της συσκευής ανάγνωσης RFID από τη διασταύρωση μπορεί να είναι μικρότερη εάν η διασταύρωση δεν είναι απασχολημένη. Ωστόσο, μπορεί να διαρκέσει αρκετά εάν η διασταύρωση είναι συνήθως απασχολημένη. Τα φώτα γίνονται πράσινα προς την κατεύθυνση του οχήματος προτεραιότητας και κόκκινα στις άλλες πλευρές, συμπεριλαμβανομένων των φώτων πεζών. Τα φώτα επανέρχονται στην προηγούμενη κατάσταση μόλις το όχημα με το πάσο προτεραιότητας περάσει τη διασταύρωση. Συνιστάται η χρήση ενεργών ετικετών που μπορούν να μεταδώσουν σήματα για 500 μέτρα ή περισσότερο για να επιτρέψουν στον αναγνώστη να ανιχνεύσει την παρουσία της περίπτωσης προτεραιότητας μέχρι να βγει εντελώς από τη διασταύρωση. Η Εικόνα 2 απεικονίζει το σύστημα αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας.



Εικόνα 2 . Ένα σύστημα αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας



### 4.3.2 Σχεδιασμός τοποθέτησης



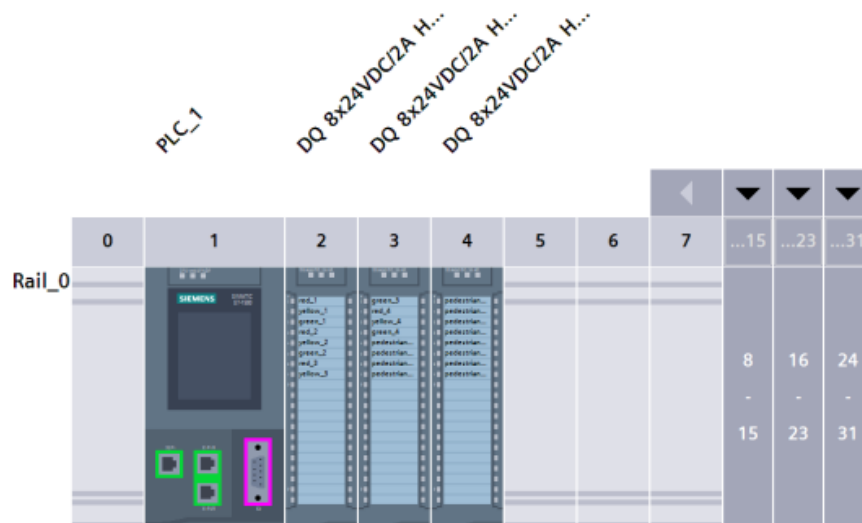
Εικόνα 3. Τοποθέτηση των sensors από άλλη γωνία

Σε μια διασταύρωση ιδιαίτερα πολυσύχναστη, η τοποθέτηση των υπηρεσιών έξυπνης κυκλοφορίας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την καλύτερη δυνατή εμφάνιση και χρήση. Για παράδειγμα στην Εικόνα 3, ο αισθητήρας επαγωγικού βρόχου είναι εγκατεστημένος κάτω από το δρόμο, επομένως η αλλαγή μετά την εγκατάσταση θα ήταν πολύ δύσκολη, επίσης η ανίχνευση βίντεο πρέπει να είναι στην καλύτερη δυνατή γωνία για την καλύτερη ποιότητα εικόνας και έκθεσης. Οι άλλοι πράκτορες στο σύστημα μπορούν να βρίσκονται σε εύκαμπτες και ρυθμιζόμενες περιοχές αφού οι λειτουργίες τους δεν θα επηρεάζονταν από την τοποθέτηση. Στο σύστημα μπορεί να βρίσκονται σε ευέλικτες και ρυθμιζόμενες περιοχές αφού οι λειτουργίες τους δεν θα επηρεάζονταν από την τοποθέτηση.

### 4.4 Προσδιορισμός Προγράμματος

Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής προγραμματίζεται με τη σουίτα εργαλείων που βρίσκονται στο **Siemens TIA Portal** (πλήρως ενσωματωμένος αυτοματισμός). Συγκεκριμένα, το TIA Portal χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό του προγραμματιζόμενου ελεγκτή. Ο προγραμματισμός στο TIA Portal μπορεί να επιτευχθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους, όπως γλώσσα δομημένου ελέγχου, λογική κλίμακας και μπλοκ συναρτήσεων. Η λίστα δηλώσεων ολοκληρώνεται μέσω γλώσσας προγραμματισμού παρόμοια με τον κώδικα μηχανής.

Ο προγραμματιστής εισάγει έναν κωδικό προγράμματος στο περιβάλλον κωδικοποίησης. Η λογική της σκάλας από την άλλη πλευρά χρησιμοποιεί διαγράμματα κυκλωμάτων. Οι χρήστες που είναι εξοικειωμένοι με τα λογικά πλαίσια της άλγεβρας Boole μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν τα μπλοκ διαγράμματα συναρτήσεων για την υλοποίηση προγραμματισμού. Το TIA Portal περιλαμβάνει μια μεγάλη βιβλιοθήκη στοιχείων που είναι χρήσιμα για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, όπως τα συμβατικά χειριστήρια για μαθηματικές συναρτήσεις, χρονόμετρα, μετρητές και flipflops. Το TIA Portal παρέχει στους χρήστες διαφορετικά εργαλεία διεύθυνσεων όπως μπλοκ λειτουργιών, μετρητές, μνήμη bit, μπλοκ, δεδομένα, σήματα εισόδου/εξόδου (I/O) και χρονοδιακόπτες. Η διεύθυνση αναφέρεται στην περιοχή και τη θέση της μνήμης. Επομένως, είναι σημαντικό να αντιστοιχίσουμε σωστά τις περιοχές διεύθυνσης I/O τόσο στο υλικό όσο και να καθορίσουμε τη διεύθυνση στο **Siemens TIA Portal**. Σε κάθε είσοδο και έξοδο εκχωρείται μια προεπιλεγμένη απόλυτη διεύθυνση σύμφωνα με τη δομή του υλικού. Στην απόλυτη διεύθυνση μπορεί να εκχωρηθεί ένα επιλέξιμο όνομα. Στις διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού εκχωρούνται αντίστοιχα σύμβολα, δηλαδή γλώσσα δομημένου ελέγχου – SCL, λογική κλίμακας – LAD και διάγραμμα μπλοκ συναρτήσεων – FBD. Η διαδικασία εγκατάστασης του λογισμικού TIA Portal για τον προγραμματισμό του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή είναι σχετικά απλή. Η σύνδεση μεταξύ της συσκευής και του λογισμικού πραγματοποιείται μέσω της εκτέλεσης του αρχείου εντολών. Το διάγραμμα κλίμακας δημιουργείται στο "Main [OB1]" για τη δημιουργία ενός νέου έργου. Στη συνέχεια γίνεται λήψη του Main [OB1] στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας για να ελέγξει εάν το πρόγραμμα λειτουργεί σωστά. Ακολουθεί η κανονική και πολυσύχναστη κυκλοφορία [FC1], διάβαση πεζών [FC2] και Priority Vehicle Pass [FC3].



**Εικόνα 4. Το PLC 1516-3 PN/DP της Siemens**

#### 4.4.1 Λειτουργία φωτεινού σηματοδότη βάσει ζήτησης σε διασταύρωση

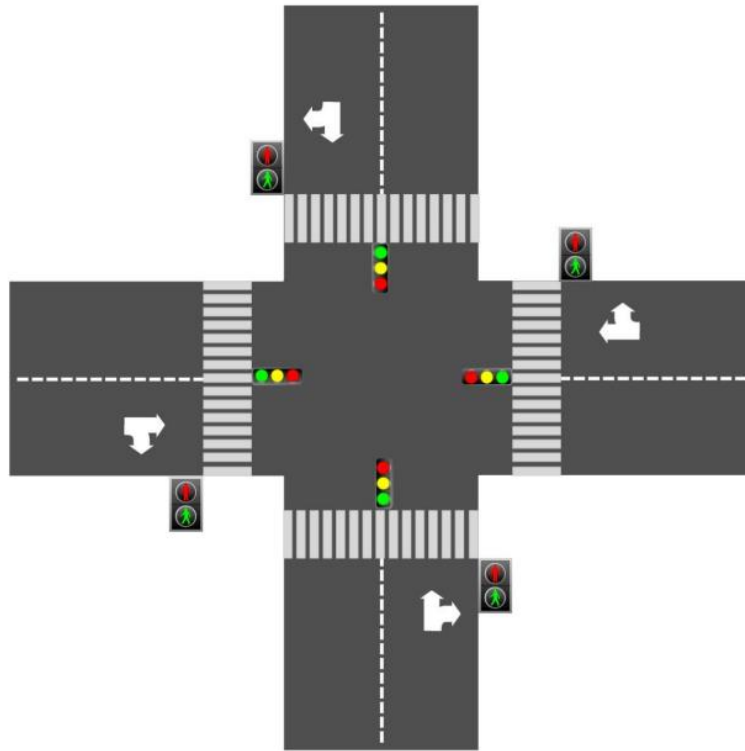
Ένα σύστημα ελέγχου φωτεινών σηματοδοτών που λειτουργεί από ενεργοποιητές (actuators) κατ' απαίτηση σε μια διασταύρωση είναι βοηθητικό όπου ο δρόμος έχει έντονη κυκλοφορία καθώς και πολύ ελαφριά κυκλοφορία. Ως βοηθητικό σημαίνει ότι τα φώτα στους τρέχοντες δρόμους είναι ρυθμισμένα σε πράσινο από προεπιλογή και οι συμπληρωματικοί δρόμοι έχουν ρυθμιστεί σε κόκκινο. Οι αισθητήρες στον βοηθητικό δρόμο ανιχνεύουν ένα όχημα που πλησιάζει στη διασταύρωση και τα φανάρια του κεντρικού δρόμου γίνονται κίτρινα και μετά σε κόκκινο σύμφωνα με την προκαθορισμένη ώρα. Καθώς τα φώτα στους ενεργούς δρόμους γίνονται κόκκινο, τα φανάρια στους βοηθητικούς δρόμους γίνονται πράσινα επιτρέποντας έτσι στα οχήματα να περάσουν τη διασταύρωση. Ακολουθεί η περίληψη της αλληλουχίας των γεγονότων του χρονισμού της λειτουργίας:

1. Όλες οι λυχνίες αρχικά αναβοσβήνουν με κίτρινο χρώμα στην κατάσταση Διακοπής.
2. Η ενεργοποίηση του κουμπιού Έναρξη θα ενεργοποιήσει το σύστημα φωτισμού κυκλοφορίας.
3. Επομένως, η ενεργοποίηση του Start θα βάλει το φως στη λωρίδα 1 και 3 στο κόκκινο και το κίτρινο ενώ οι βοηθητικές λωρίδες θα είναι κόκκινες από προεπιλογή.
4. Με το Push Stop ενεργοποιείται η λειτουργία συντήρησης του κύριου δρόμου που επιτρέπει στα κίτρινα φώτα να αναβοσβήνουν σε κύκλο 0,5 δευτερολέπτων.
5. Όταν λειτουργεί το σύστημα φαναριών, η αλλαγή των φωτεινών σηματοδοτών ξεκινά με το τέλος των δρόμων κυκλοφορίας που έχουν ενεργοποιηθεί.
6. Το σύστημα θα ξεκινήσει την αλλαγή του φωτός σε κόκκινο στους τρεχούμενους δρόμους μετά από καθυστέρηση 3 δευτερολέπτων όταν ο τελευταίος κύκλος σημάτων είναι απενεργοποιημένος. Το κίτρινο φως θα παραμείνει αναμμένο για 3 δευτερόλεπτα πριν μεταβεί σε πράσινο φως. Η μετάβαση στα κόκκινα φανάρια προκαλεί μια χρονική επικάλυψη 3 δευτερολέπτων όπου όλα τα φώτα γίνονται κόκκινα για λόγους ασφαλείας.
7. Τα πράσινα φώτα στον βοηθητικό δρόμο ανάβουν μετά από καθυστέρηση 4 δευτερολέπτων επικάλυψης του κόκκινου φωτός.
8. Τα βοηθητικά κίτρινα φώτα του δρόμου θα παραμείνουν αναμμένα για 3 δευτερόλεπτα για να επιτρέψουν στα οχήματα να περάσουν τη διασταύρωση.
9. Τα πράσινα φώτα θα μετατραπούν από κίτρινα σε κόκκινα μετά τον χρόνο εισαγωγής και αυτά στους εναλλακτικούς δρόμους θα μεταβούν σε κίτρινο και μετά σε πράσινο από κόκκινο.
10. Το σύστημα διασφαλίζει ότι όλα τα πράσινα φώτα δεν ανάβουν ποτέ ταυτόχρονα και μια καθυστέρηση στα κόκκινα φώτα μεταξύ των κύκλων για να αποφευχθεί η πιθανότητα σύγκρουσης του οχήματος.

#### 4.4.2 Ανάλυση Συστήματος και Προγραμματισμός

Σε αυτό το σύστημα λαμβάνεται υπόψη η τετραπλή διασταύρωση με διάβαση πεζών. Τα δεδομένα κίνησης εισόδου από γειτονικές διασταυρώσεις χρησιμοποιούνται στον προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή. Το σύστημα αποτελείται από ένα κουμπί λειτουργίας "start", ένα κουμπί "stop" και "αίτημα πεζού". Επιπλέον, υπάρχουν τέσσερις διακόπτες για τον έλεγχο της διέλευσης οχήματος προτεραιότητας σε κάθε πλευρά της διασταύρωσης και άλλοι τέσσερις διακόπτες για την επιλογή πυκνότητας οχήματος. Το σύστημα αποτελείται συνολικά από έντεκα εισόδους και δεκατέσσερις εξόδους (οκτώ πράσινα φώτα, οκτώ κόκκινα φώτα και τέσσερα κίτρινα φώτα). Η διασταύρωση έχει ένα πράσινο φως και ένα κόκκινο φως σε κάθε πλευρά για χρήση πεζών. Αυτό το σύστημα κυκλοφορίας ανταποκρίθηκε στη λογική της φινλανδικής νομοθεσίας για τα φανάρια για την ακρίβεια. Ο έλεγχος λειτουργίας του συστήματος φωτεινών σηματοδοτών που ενεργοποιείται από τη ζήτηση υλοποιείται στην CPU 1516-3 PN/DP της **Siemens**. Τα γενικά χαρακτηριστικά αυτού του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή είναι:

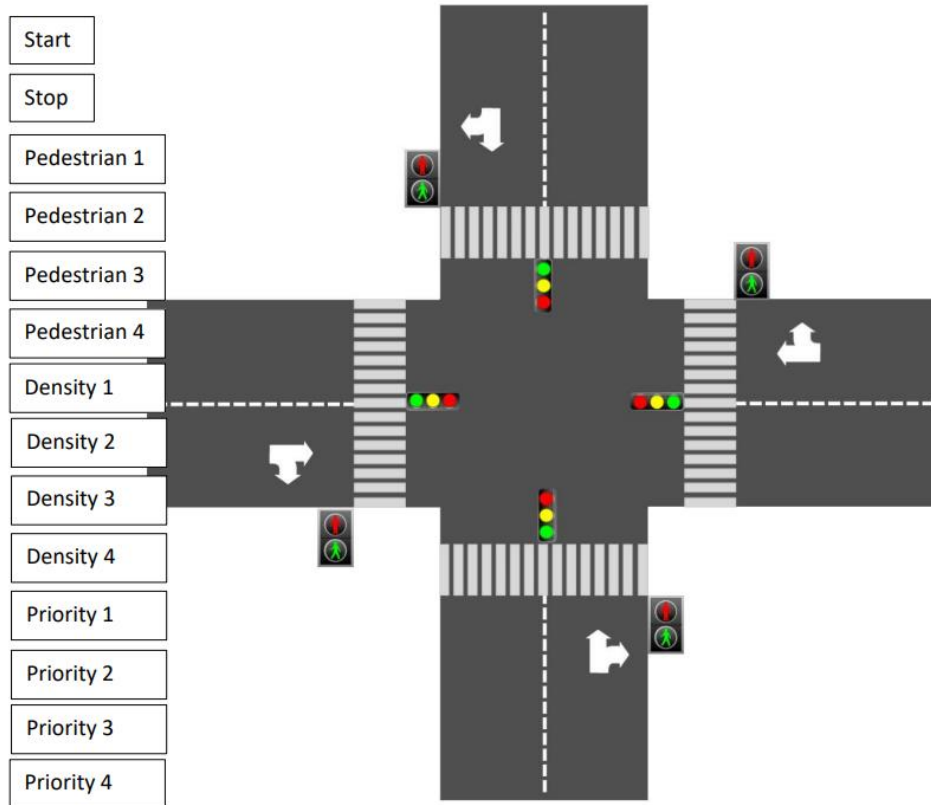
1. Είναι ένα αρθρωτό σύστημα που μπορεί να εφαρμοστεί για μεσαία έργα
2. Διαθέτει διαφορετικές ενότητες σχεδιασμένες για διάφορα θέματα αυτοματισμού
3. Η συσκευή επαναπρογραμματίζεται εύκολα έτσι ώστε να γίνεται ευκολότερο να βελτιωθεί η διαδικασία
4. Η συσκευή μπορεί να συνδεθεί εύκολα σε διαφορετικά δίκτυα επικοινωνίας, όπως Ethernet και διεπαφή μετάδοσης μηνυμάτων (MPI).
5. Η συσκευή έχει επίσης μεγάλη δυνατότητα προγραμματισμού. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε δύο φωτεινά σήματα αντίθετης κατεύθυνσης να εκτελούνται ταυτόχρονα. Για παράδειγμα, το πράσινο φως ενεργοποιείται από το σήμα 1 και 3 ή το σήμα 2 και 4 ταυτόχρονα. Όταν ανάψει το πράσινο φως, τα οχήματα μπορούν να προχωρήσουν περαιτέρω και τα φώτα πεζών γίνονται κόκκινα (το σταματούν οι πεζοί). Ο σχεδιασμός της διασταύρωσης παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.



**Εικόνα 5. Σχεδιασμός συστήματος φωτεινών σηματοδοτών διασταυρώσεων**

Η Εικόνα 6 δείχνει 20 εξόδους. Τέσσερα σήματα και τέσσερα κουμπιά χρησιμοποιήθηκαν για τη λειτουργία πεζών, χάρη στην ευελιξία του PLC. Δείχνει πώς είναι χτισμένο το φυσικό σύστημα χρησιμοποιώντας την Εικόνα 5. Τα τέσσερα κουμπιά και τα τέσσερα σήματα αντιπροσωπεύουν τα τέσσερα πραγματικά κουμπιά και τα αντίστοιχα σήματα. Στον πραγματικό σχεδιασμό, τα μάνδαλα πεζών θα συνδέονται χωριστά με κάθε έξοδο κυκλοφορίας πεζών. Αυτός ο σχεδιασμός βοηθά στην εφαρμογή τεσσάρων εισόδων πεζού για τέσσερα σήματα εξόδου. Οι εισοδοί του προγράμματος κατά τη λειτουργία αποτελούνται από:

- Προεπιλεγμένος χρόνος σήματος
- Σήμα 1 έως 4 χρόνος κύκλου απασχολημένου 3. Αίτημα πεζού 1 έως 4 φορές
- Κίτρινο χρονόμετρο καθυστέρησης
- Κόκκινο χρονόμετρο καθυστέρησης



**Εικόνα 6. Φυσικά κουμπιά κατασκευασμένα για το σύστημα διασταύρωσης**

Οι τέσσερις κύριες λειτουργίες αυτού του συστήματος περιλαμβάνουν: κανονική ροή, ροή υψηλής πυκνότητας, πέρασμα προτεραιότητας και διάβαση πεζών.

## 5. Transportation Management

### 5.1 Εισαγωγή

Η διαχείριση μεταφορών (Transportation Management) είναι ένα διαφοροποιημένο σύνολο δεξιοτήτων που εξυπηρετεί την αποτελεσματική και αποτελεσματική διαχείριση όλων των τρόπων μεταφοράς. Η εργασία περιλαμβάνει επίσης παρακολούθηση και συντήρηση οχημάτων, προγραμματισμό απρόσκοπτης μεταφοράς και μετακίνησης και ελαχιστοποίηση της συμφόρησης και των δυνατοτήτων βλάβης του οχήματος.

Η διαχείριση μεταφορών ασχολείται επίσης με τον εξορθολογισμό των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής, της αλυσίδας εφοδιασμού και της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Ένας διαχειριστής μεταφορών πρέπει να βελτιστοποιήσει τη διαδρομή για τα οχήματα, να σχεδιάσει την ομαλή διακίνηση φορτίου, να μειώσει τα έξοδα καυσίμων και να διασφαλίσει ότι όλα τα αγαθά και τα προϊόντα παραδίδονται στην ώρα τους. Η σύγχρονη διαχείριση μεταφορών έχει βελτιώσει την εμπειρία των πελατών φέρνοντας ευελιξία και διαφάνεια στην εκπλήρωση των παραγγελιών.

Η διαχείριση μεταφορών παίζει απίστευτα έναν ευέλικτο ρόλο στην εκπλήρωση των διαφόρων απαιτήσεων ενός οργανισμού. Ο μείζων σκοπός της διαχείρισης των μεταφορών περιλαμβάνει:

1. Αύξηση της αποτελεσματικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας- Η μεταφορά στην αλυσίδα εφοδιασμού τείνει να ελέγχει και να μειώνει το κόστος, να τμηματοποιεί σωστά την αποστολή και να μετακινεί αποτελεσματικά τα προϊόντα από το ένα μέρος στο άλλο. Βοηθά στην ομαλή λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας.
2. Speed Up Logistics Operations- Η διαχείριση μεταφορών επιταχύνει τις λειτουργίες logistics για να αυξήσει την προβολή των επιχειρήσεων. Οι εταιρείες και οι πελάτες μπορούν εύκολα να παρακολουθούν τις αποστολές τους σε πραγματικό χρόνο. Οι οργανισμοί μπορούν να σχεδιάσουν περαιτέρω τη βελτίωση της διαχείρισης της ναυτιλίας και του στόλου, διασφαλίζοντας την έγκαιρη παράδοση των αγαθών.
3. Βελτίωση της ροής αποθεμάτων- Οι ιδιοκτήτες αποθήκης μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη διαχείριση των αποθεμάτων τους και να παρέχουν απρόσκοπτες λειτουργίες αποστολής. Μπορούν να ακουμπήσουν το κοντάκι και να εξασφαλίσουν την κίνηση μέσα και έξω με ευκολία.
4. Βελτίωση του επιπέδου ικανοποίησης πελατών - Η διαχείριση μεταφορών γεφύρωσε το χάσμα μεταξύ της διαδικασίας προμήθειας και αποστολής, εξαλείφοντας όλες τις πολυπλοκότητες στην αποστολή εμπορευμάτων. Η έγκαιρη παράδοση των προϊόντων έχει βελτιώσει το επίπεδο ικανοποίησης των πελατών σε μεγάλο βαθμό.

5. Σωστή επιθεώρηση και συντήρηση οχημάτων- Ο ρόλος της διαχείρισης των μεταφορών περιλαμβάνει επαρκή επιθεώρηση και συντήρηση των οχημάτων. Τα οχήματα πρέπει να επιθεωρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να εξαλειφθούν όλες οι πιθανότητες βλάβης κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας διέλευσης. Οι διαχειριστές μεταφορών πρέπει επίσης να συντηρούν τον στόλο βάσει των κανονισμών που εκδίδονται από το τμήμα μεταφορών.
6. Σχεδιασμός της Βέλτιστης Διαδρομής για Οχήματα- Οι μεταφορείς μπορούν να διαχειριστούν τους διαφορετικούς τρόπους μεταφοράς. Περιλαμβάνει σχεδιασμό και χάραξη στρατηγικής βέλτιστων διαδρομών για τα οχήματα να φτάσουν στον προορισμό γρήγορα.
7. Μετριάσμός του κινδύνου υπερφόρτωσης οχημάτων - Οι διαχειριστές μεταφορών μειώνουν επίσης τους κινδύνους που σχετίζονται με την υπερφόρτωση οχημάτων. Φροντίζουν ώστε όλα τα φορτηγά και τα εμπορευματοκιβώτια να φορτώνονται επαρκώς, αυστηρά σύμφωνα με τη χωρητικότητά τους.
8. Διαχείριση και διατήρηση ακριβών αρχείων- Οι διαχειριστές μεταφορών μπορούν να δημιουργήσουν αρχεία για όλους τους στόλους οχημάτων, τα ολοκληρωμένα ταξίδια από κάθε οδηγό, τις διαδρομές που ακολουθήθηκαν κατά τη μεταφορά και λεπτομέρειες για τα προϊόντα των πελατών.

## **5.2 Παραδείγματα εταιριών**

Σε αυτήν την υποενότητα θα αναλύσουμε μερικά παραδείγματα εταιριών που έχουν υλοποιήσει το εν λόγω θέμα της διπλωματικής εργασίας και θα δούμε κάποια ενδεικτικά components που χρησιμοποιούν για την υποδομή τους.

### **Telegra topXview**

Το Telegra topXview™ είναι αρθρωτό, ανοιχτό και ευέλικτο λογισμικό για εφαρμογές που σχετίζονται με την κυκλοφορία. Οι μονάδες topXview™ συνδυάζονται και διαμορφώνονται για να παρέχουν ευέλικτες λειτουργίες που χρησιμοποιούνται από οργανισμούς διαχείρισης κυκλοφορίας για τη βελτίωση των δυνατοτήτων τους στη σύγχρονη διαχείριση της κυκλοφορίας.



Η διαχείριση της κυκλοφορίας σε πολλές περιπτώσεις απαιτεί την απαγόρευση της κυκλοφορίας ορισμένων οχημάτων μέσω συγκεκριμένων περιοχών του δρόμου για τη βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας, τη βελτίωση της ασφάλειας ή τη διατήρηση των υποδομών κυκλοφορίας, όπως δρόμους και γέφυρες. Για παράδειγμα, η κίνηση βαρέων φορτηγών μπορεί να απαγορεύεται σε λωρίδες ταχείας κυκλοφορίας ή ολόκληρα τμήματα μιας εθνικής οδού. Οι οδηγοί τέτοιων οχημάτων ενδέχεται να ενημερωθούν ότι δεν μπορούν να περάσουν από την καθορισμένη περιοχή μέσω διαφορετικής σήμανσης, ωστόσο, τα ερωτήματα σχετικά με τον τρόπο επιβολής μιας τέτοιας συμπεριφοράς παραμένουν.

### **Backoffice για WiM ή LPR/ANPR Enforcement**

Το topXview™ μπορεί να ενσωματώσει διαφορετικές τοποθεσίες Weight In Motion (WiM) και άλλους αισθητήρες για τον εντοπισμό του βάρους, της ταχύτητας και του μήκους του οχήματος. Τα δεδομένα που συλλέγονται συνδυάζονται με τον αριθμό πινακίδων κυκλοφορίας που συλλέγονται από κάμερες αναγνώρισης πινακίδων κυκλοφορίας (LPR). Εάν οι παράμετροι του οχήματος υποδεικνύουν ότι έχει σημειωθεί παραβίαση σε κάποια τοποθεσία WiM, τότε μπορεί να υπάρχουν προβλήματα στον οδηγό, με βάση την πινακίδα κυκλοφορίας του. Το σύστημα επιτρέπει τη διαχείριση λευκών λιστών (οχήματα με συγκεκριμένους αριθμούς πινακίδων κυκλοφορίας επιτρέπονται πάντα) ή μαύρων λιστών (οχήματα με συγκεκριμένους αριθμούς πινακίδων κυκλοφορίας δεν επιτρέπονται ποτέ) για μια πιο εκλεπτυσμένη διαδικασία διαχείρισης.



## **Integrated Corridor Management – Ένα λογισμικό για Αρτηρίες και Αυτοκινητοδρόμους**

Η κυκλοφορία μπορεί να θεωρηθεί ως συνεχής ροή οχημάτων που προέρχονται από πόλεις, ρέουν μέσω αρτηριών, κινούνται σε αυτοκινητόδρομους και αντίστροφα. Η ανάπτυξη των πόλεων αυξάνει τον όγκο αυτού του ρεύματος τόσο στις αστικές όσο και στις μη αστικές περιοχές. Απαιτείται αποτελεσματική διαχείριση της κυκλοφορίας σε πόλεις/αρτηρίες και αυτοκινητόδρομους για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης. Το topXview™ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενοποίηση συστημάτων που διαχειρίζονται διασταυρώσεις. Σε συνδυασμό με τις εγγενείς μονάδες διαχείρισης της κυκλοφορίας σε αυτοκινητόδρομους (ATMS), το topXview™ χρησιμεύει ως ένα ισχυρό εργαλείο για τη διαχείριση της κυκλοφορίας σε πόλεις/αρτηρίες και ολόκληρους ενσωματωμένους διαδρόμους. Το topXview™ χρησιμεύει ως ένα ισχυρό εργαλείο για τη διαχείριση της κυκλοφορίας σε πόλεις/αρτηρίες και ολόκληρους ενσωματωμένους διαδρόμους.

## **Εγγενής διαχείριση βίντεο και AI Video Analytics προσαρμοσμένα για διαχείριση επισκεψιμότητας**

Στις μέρες μας, οι κάμερες CCTV είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο μέσο για την παρακολούθηση της κυκλοφορίας. Το topXview™ μπορεί να ενσωματώσει αυτές τις κάμερες χρησιμοποιώντας τις εγγενείς ενότητες του Συστήματος Διαχείρισης Βίντεο (VMS) για να παρέχει στους χειριστές αποτελεσματικά μέσα για να παρακολουθούν ζωντανά βίντεο από πολλές κάμερες, να περιηγούνται στις εγγραφές τους, να ελέγχουν κάμερες PTZ, να εξάγουν βίντεο κ.λπ. μονάδα (XAID™) παρέχει πρόσθετη ευφυΐα, όπως αυτόματη ανίχνευση συμβάντων στο δρόμο, υπολογισμός στατιστικών στοιχείων κυκλοφορίας και αναζήτηση βίντεο με βάση τα μεταδεδομένα ανίχνευσης.

## **Παρακολούθηση κυκλοφορίας - Όλοι οι βασικοί δείκτες απόδοσης έχουν υπολογιστεί και οπτικοποιηθεί**

Το topXview™ υποστηρίζει την ενσωμάτωση όλων των συμβατικών ανιχνευτών κυκλοφορίας που μπορούν να βρεθούν στο δρόμο (ανιχνευτές που βασίζονται σε βρόχο, ραντάρ, βιντεοκάμερες και παρόμοια). Η μέτρηση των δεικτών απόδοσης κλειδιού κυκλοφορίας (TKPI), όπως ο χρόνος ταξιδιού, τα επίπεδα εξυπηρέτησης, η παρουσία συμφόρησης, η πυκνότητα κυκλοφορίας είναι σημαντικές πληροφορίες τόσο για τους φορείς κυκλοφορίας όσο και για τους χρήστες του δρόμου. Το topXview™ χρησιμοποιεί μοντέλο δικτύου κυκλοφορίας για τον υπολογισμό των TKPI σε επίπεδο λωρίδας τμήματος δρόμου. Οι προηγμένοι αλγόριθμοί του

μπορούν να χρησιμοποιήσουν πολλαπλές πηγές για τον υπολογισμό του TKPI (πολλαπλοί συμβατικοί ανιχνευτές κυκλοφορίας ή ακόμα και εξωτερικά συστήματα πληροφοριών ταξιδιωτών, όπως και το INRIX) για την εκτέλεση συγχώνευσης δεδομένων και τη βελτίωση της αξιοπιστίας των πληροφοριών.

### **Κεντρική Διαχείριση Δυναμικών Σημάτων Μηνυμάτων - Βάση για Αποτελεσματική Διαχείριση Κυκλοφορίας**

Η δυνατότητα ελέγχου VMS/DMS με απομακρυσμένο και κεντρικό τρόπο είναι η βάση κάθε συστήματος διαχείρισης κυκλοφορίας. Ο χρήστης μπορεί να δει τη θέση του VMS στο χάρτη στο torXview™ GUI, να δει την τρέχουσα οθόνη, να αποκτήσει πρόσβαση σε λεπτομέρειες σχετικά με την κατάσταση του VMS και να το ελέγξει εξ αποστάσεως. Μπορούν να οριστούν προκαθορισμένα μηνύματα και εικόνες (μεμονωμένα, ομάδες). Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μηνύματα με τον τρόπο What You See IS What You Get (WYSIWYG) χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα επεξεργασίας μηνυμάτων όπου μπορεί να ρυθμίσει το μήνυμα που θα εμφανίζεται και να το κάνει προεπισκόπηση. Διατίθενται προηγμένες επιλογές μορφοποίησης, όπως τύπος γραμματοσειράς, χρώμα γραμματοσειράς αιτιολόγησης σελίδας διάστιχο και παρόμοια. Τα μηνύματα μπορούν να συνδυάζουν τόσο γραφικά όσο και πολύγλωσσο κείμενο. Επιπλέον, το torXview™ υποστηρίζει την αυτόματη ρύθμιση εικόνων ή/και μηνυμάτων σε προκαθορισμένες πινακίδες με την εκτέλεση σχεδίων απόκρισης (π.χ. η ανίχνευση σχηματισμού πάγου στο δρόμο μπορεί να εμφανίζει αυτόματα προειδοποιητικό μήνυμα σε πινακίδες).

### **Apache Traffic Control**

Με το Apache Traffic Control, οι χειριστές μπορούν να δημιουργήσουν ένα δίκτυο παράδοσης περιεχομένου για γρήγορη και αποτελεσματική παράδοση περιεχομένου στους χρήστες τους. Το Traffic Control είναι μια εξαιρετικά κατανοητή, επεκτάσιμη και περιττή λύση που καλύπτει τις ανάγκες των χειριστών από μικρές έως μεγάλες.



## Traffic Ops

Το Traffic Ops είναι το εργαλείο για τη διαχείριση (διαμόρφωση και παρακολούθηση) όλων των στοιχείων σε ένα CDN ελέγχου κυκλοφορίας. Το Traffic Portal χρησιμοποιεί το Traffic Ops API για τη διαχείριση διακομιστών, ομάδων προσωρινής μνήμης, υπηρεσιών παράδοσης κ.λπ. Σε πολλές περιπτώσεις, μια αλλαγή διαμόρφωσης απαιτεί μετάδοση σε πολλούς ή ακόμα και σε όλους τους διακομιστές προσωρινής μνήμης και μόνο ρητά μετά ή πριν η ίδια αλλαγή διαδοθεί στον δρομολογητή κυκλοφορίας. Το Traffic Ops φροντίζει για αυτήν την απαιτούμενη συνέπεια μεταξύ των διαφορετικών στοιχείων και της διαμόρφωσής τους.

Το Traffic Ops χρησιμοποιεί μια βάση δεδομένων PostgreSQL για την αποθήκευση των πληροφοριών διαμόρφωσης και έναν συνδυασμό του πλαισίου Mojolicious και του Go για την παροχή του Traffic Ops API. Ωστόσο, δεν υπάρχουν όλα τα δεδομένα διαμόρφωσης σε αυτήν τη βάση δεδομένων. για ευαίσθητα δεδομένα, όπως ιδιωτικά κλειδιά SSL ή κοινόχρηστα μυστικά ελέγχου ταυτότητας που βασίζονται σε διακριτικά, το Traffic Vault χρησιμοποιείται ως ξεχωριστό χώρο αποθήκευσης κλειδιών/τιμών, επιτρέποντας στους διαχειριστές να σκληρύνουν καλύτερα τον διακομιστή Traffic Vault από άποψη ασφάλειας (δηλ. να επιτρέπεται μόνο στο Traffic Ops να έχει πρόσβαση σε αυτόν, επαλήθευση της γνησιότητας με πιστοποιητικό). Ο διακομιστής Traffic Ops, από τη σχεδίασή του, πρέπει να είναι προσβάσιμος από όλους τους άλλους διακομιστές στο CDN ελέγχου κυκλοφορίας.

## Traffic Router

Η λειτουργία του Traffic Router είναι να στέλνει πελάτες στον βέλτιστο διακομιστή κρυφής μνήμης. Το «βέλτιστο» σε αυτήν την περίπτωση βασίζεται σε διάφορους παράγοντες:

- Απόσταση μεταξύ του διακομιστή κρυφής μνήμης και του πελάτη (δεν μετρείται απαραίτητα σε φυσική απόσταση, αλλά αρκετά συχνά σε άλματα δικτύου επιπέδου 3). Μικρότερη απόσταση δικτύου μεταξύ του πελάτη και του διακομιστή κρυφής μνήμης αποφέρει καλύτερη απόδοση και χαμηλότερο φόρτο δικτύου. Το Traffic Router βοηθά τους πελάτες να συνδέονται στον διακομιστή κρυφής μνήμης με την καλύτερη απόδοση για την τοποθεσία τους με το χαμηλότερο κόστος δικτύου.
- Διαθεσιμότητα διακομιστών κρυφής μνήμης και φόρτωση επεξεργασίας/δικτύου συστήματος στους διακομιστές κρυφής μνήμης. Ένα κοινό πρόβλημα στα σενάρια διανομής Διαδικτύου και τηλεόρασης είναι ότι πολλοί πελάτες προσπαθούν να ανακτήσουν το ίδιο περιεχόμενο ταυτόχρονα. Το Traffic Router βοηθά τους πελάτες να

δρομολογούν τους υπερφορτωμένους ή σκόπιμα απενεργοποιημένους διακομιστές προσωρινής μνήμης.

- Διαθεσιμότητα περιεχομένου σε συγκεκριμένο διακομιστή κρυφής μνήμης. Η επαναχρησιμοποίηση περιεχομένου μέσω "επισκέψεων προσωρινής μνήμης" είναι το πιο σημαντικό κέρδος απόδοσης που μπορεί να προσφέρει ένα CDN. Το Traffic Router στέλνει πελάτες στον διακομιστή προσωρινής μνήμης που είναι πολύ πιθανό να έχει ήδη το επιθυμητό περιεχόμενο.

Οι επιλογές δρομολόγησης κυκλοφορίας διαμορφώνονται συχνά σε επίπεδο υπηρεσίας παράδοσης.

### Traffic Monitor

Το Traffic Monitor είναι μια υπηρεσία HTTP που παρακολουθεί τους διακομιστές προσωρινής μνήμης σε ένα CDN για μια ποικιλία μετρήσεων. Αυτές οι μετρήσεις προορίζονται για τον προσδιορισμό της συνολικής «υγείας» ενός δεδομένου διακομιστή προσωρινής μνήμης και των σχετικών Υπηρεσιών Παράδοσης. Ένα δεδομένο CDN μπορεί να λειτουργήσει έναν αριθμό Traffic Monitors, από έναν αριθμό γεωγραφικά διαφορετικών τοποθεσιών, για να αποτρέψει ψευδώς θετικά αποτελέσματα που προκαλούνται από προβλήματα δικτύου σε μια δεδομένη τοποθεσία. Τα Traffic Monitor λειτουργούν ανεξάρτητα, αλλά χρησιμοποιούν την κατάσταση άλλων Traffic Monitors σε συνδυασμό με τη δική τους κατάσταση για να παρέχουν μια συνεπή εικόνα της κατάστασης του διακομιστή προσωρινής μνήμης CDN σε μεταγενέστερες εφαρμογές, όπως το Traffic Router. Το Health Protocol διέπει τη διαθεσιμότητα του διακομιστή προσωρινής μνήμης και της υπηρεσίας παράδοσης. Το Traffic Monitor παρέχει μια άποψη για την υγεία του CDN χρησιμοποιώντας πολλά τελικά σημεία RESTful JSON, τα οποία καταναλώνονται από άλλα Traffic Monitors και μεταγενέστερα στοιχεία, όπως ο Traffic Router. Το Traffic Monitor είναι επίσης υπεύθυνο για την εξυπηρέτηση της συνολικής διαμόρφωσης CDN στο Traffic Router, το οποίο διασφαλίζει ότι η διαμόρφωση αυτών των δύο κρίσιμων στοιχείων παραμένει συγχρονισμένη καθώς οι λειτουργικές αλλαγές και οι αλλαγές που σχετίζονται με την υγεία διαδίδονται μέσω του CDN.

### **Intellias**

Ένα προηγμένο σύστημα διαχείρισης κυκλοφορίας (TMS) είναι μια λύση με επίγνωση του πλαισίου που βασίζεται σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από συνδεδεμένες οδικές υποδομές και σε προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία για τον αποτελεσματικό συντονισμό της κυκλοφορίας στις αρτηρίες της πόλης. Τέτοιο λογισμικό διαχείρισης κυκλοφορίας, σε συνδυασμό με ασύρματη αστική συνδεσιμότητα, λειτουργεί ως η ραχοκοκαλιά για την εφαρμογή ενός ευφυούς συστήματος διαχείρισης μεταφορών.

## Συστήματα ανίχνευσης κίνησης βίντεο με δυνατότητες επεξεργασίας τελευταίας τεχνολογίας

Η διαχείριση της κυκλοφορίας είναι επιρρεπής στο φαινόμενο της πεταλούδας - ένα φαινόμενο σε χαοτικά συστήματα (αστική κυκλοφορία) όπου μια μικροσκοπική αλλαγή των συνθηκών (ένας jaywalker) μπορεί να προκαλέσει ένα φαινόμενο κυματισμού σε ολόκληρο το σύστημα (μεγάλη συμφόρηση στην πόλη).

Οι πολεοδόμοι χρειάζονται περισσότερα μάτια γύρω από την πόλη για να:

- Λαμβάνουμε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις κυκλοφοριακές συνθήκες
- Εντοπίζουμε και να ανταποκρινόμαστε γρήγορα σε περιστατικά
- Εφαρμόζουμε προληπτικά μέτρα πρόληψης

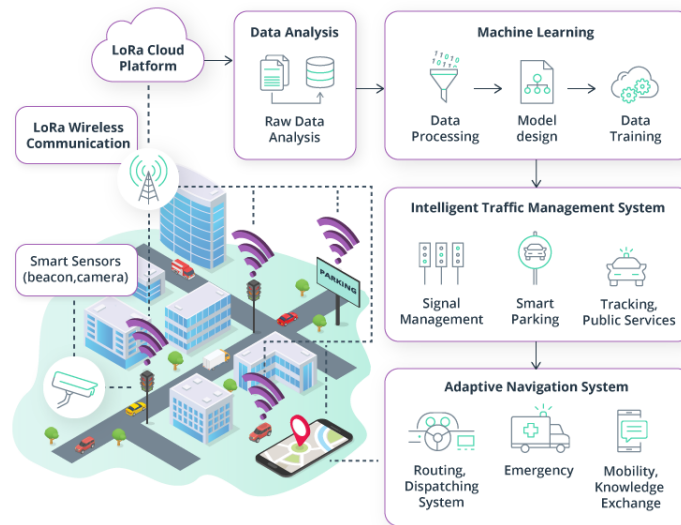
Ένας βιώσιμος τρόπος για να επιτευχθούν τα παραπάνω είναι η εφαρμογή συνδεδεμένων συστημάτων ανίχνευσης βίντεο σε κρίσιμες περιοχές γύρω από την πόλη. Στη συνέχεια, τα συνδυάζουμε με συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο.

Τα σύγχρονα συστήματα διαχείρισης τροχαίων συμβάντων (TIM) τροφοδοτούνται από:

- Συνδεδεμένες κάμερες CCTV με βίντεο HD
- Δυνατότητες όρασης υπολογιστή για ανίχνευση και αναγνώριση εικόνας
- Τσιπ άκρων για τοπική επεξεργασία βίντεο, που μειώνει τον λανθάνοντα χρόνο
- Συνδεσιμότητα cloud + επικοινωνία που βασίζεται σε GPS για λήψη ενημερώσεων

Μια τέτοια ρύθμιση μάς επιτρέπει:

- Να ανιχνεύουμε περιστατικά όταν συμβαίνουν — τροχαία ατυχήματα, αποκλεισμοί δρόμων, παράνομη στάθμευση, απρόσεκτοι ποδηλάτες ή πεζοί
- Να μεταδίδουμε ειδοποιήσεις στο έξυπνο σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας σε δευτερόλεπτα
- Να προγραμματίζουμε ή να εκτελούμε αυτόματα μια ακολουθία επακόλουθων ενεργειών — αποστολή υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, προσαρμογή των ελέγχων σημάτων κυκλοφορίας στην περιοχή, αλλαγή διαδρομής στα μέσα μαζικής μεταφοράς και ενημέρωση κοντινών οδηγών



### Προηγμένες αναλύσεις ασφάλειας και ρύπανσης

Ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας μπορεί να κάνει περισσότερα από το να αναβοσβήνει το πράσινο φως στην ώρα του. Μπορεί επίσης να βοηθήσει στον σχεδιασμό πιο πράσινων και ασφαλέστερων αστικών περιβαλλόντων.

Τέτοιες λύσεις μπορούν να βοηθήσουν τους πολεοδόμους να επιτύχουν γρηγορότερα τολμηρούς στόχους μεταφοράς με ουδέτερο άνθρακα παρέχοντάς τους δεδομένα επιπτώσεων σε πραγματικό χρόνο όπως:

- Ποιότητα αέρα/ρύπανση στην περιοχή
- Εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά ταξίδι
- Διακίνηση και ταχύτητες κυκλοφορίας σε διαφορετικές καιρικές συνθήκες
- Ζημιές οδικών υποδομών μετά από τυφώνα, πλημμύρες κ.λπ.
- Απόδοση στοιχείων ενεργητικού υπό δύσκολες συνθήκες — κύματα καύσωνα ή πάγο
- Επικίνδυνη οδική συμπεριφορά όπως σκληρό φρενάρισμα ή υπερβολική επιτάχυνση

Τα παραπάνω δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν μέσω αισθητήρων και να υποβληθούν σε προεπεξεργασία σε συσκευές edge. Στη συνέχεια, μπορεί να διασκορπιστεί σε ένα κέντρο κίνησης που βασίζεται σε σύννεφο για περαιτέρω ανάλυση. Με βάση τις πληροφορίες που αποκτήθηκαν, μπορούμε να εκδώσουμε καλύτερες πολιτικές και ελέγχους για τη βελτίωση της βιωσιμότητας των μεταφορών.

### Predictive traffic planning

Εκ πρώτης όψεως, τα συστήματα κυκλοφορίας μπορεί να φαίνονται χαοτικά. Αλλά ένας έμπειρος manager μπορεί να παρατηρήσει επαναλαμβανόμενα μοτίβα:

- Τακτικά ταξίδια προέλευσης-προορισμού
- Προβληματικές διασταυρώσεις
- Στενές, επιρρεπείς σε συμφόρηση λωρίδες
- Υπερπαρκαρισμένοι δρόμοι με χαμηλή διεκπεραίωση
- Και άλλες γωνιές της πόλης όπου η πλοήγηση γίνεται δύσκολη

Ένα προηγμένο σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας μπορεί να μας βοηθήσει να εντοπίσουμε πιο γρήγορα αυτές τις ενοχλητικές περιοχές και να προβλέψουμε πού μπορεί να προκύψει κυκλοφοριακή συμφόρηση υπό ορισμένες συνθήκες, όπως κατά τη διάρκεια έντονης χιονόπτωσης, μετά από προγραμματισμένο γεγονός ή λόγω πιθανού τροχαίου ατυχήματος.

Ομοίως, οι δυνατότητες προγνωστικού σχεδιασμού κυκλοφορίας είναι απαραίτητες για τη μοντελοποίηση της απόδοσης του δικτύου κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια προγραμματισμένων γεγονότων, όπως προγραμματισμένες κατασκευαστικές εργασίες ή μεγάλες δημόσιες εκδηλώσεις. Αυτή είναι η ομορφιά της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων στον αστικό σχεδιασμό: Μπορούμε να υπολογίσουμε τη χωρητικότητα του δικτύου κυκλοφορίας μας και να μοντελοποιήσουμε διαφορετικά σενάρια απόκρισης σε καθημερινά συμβάντα και απρογραμμάτιστα συμβάντα.

### **5.3 Transportation Management Software**

Ένα λογισμικό διαχείρισης μεταφορών (Transportation Management Software), που θεωρείται επίσης ως σύστημα διαχείρισης μεταφορών ή TMS, είναι μια αυτοματοποιημένη διαδικασία που χρησιμοποιεί ψηφιοποιημένη τεχνολογία για τον προγραμματισμό, την εκτέλεση και τον εξορθολογισμό της διακίνησης εμπορευμάτων και αποστολών. Ένα Σύστημα TMS είναι στενά συνδεδεμένο με ένα σύστημα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, το λογισμικό logistics και τη διαχείριση ενός στόλου οχημάτων.

Το σύστημα διαχείρισης μεταφορών βελτιστοποιεί επίσης τη διαχείριση εμπορευμάτων και διαχειρίζεται πληροφορίες και έγγραφα συμμόρφωσης που σχετίζονται με το εμπόριο για τη βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών.

Η εφαρμογή διαχείρισης μεταφορών παρέχει πολύτιμες καθημερινές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, διασφαλίζοντας την έγκαιρη παράδοση των εμπορευμάτων για εξοικονόμηση κόστους και χρόνου μεταφοράς. Το TMS είναι επίσης ενσωματωμένο με λογισμικό ERP ή διαχείρισης παραγγελιών για βελτιωμένο συντονισμό εργασιών.



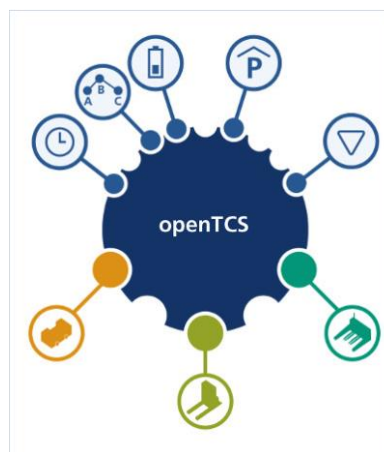
Το καλύτερο δωρεάν και ανοιχτού κώδικα λογισμικό διαχείρισης μεταφορών έχει δώσει πραγματική ώθηση στη βελτίωση της διαχείρισης των διαδικασιών μεταφοράς και αποστολής. Ένα δωρεάν εργαλείο διαχείρισης μεταφορών αποδεικνύεται ένα όφελος για τις νεοφυείς επιχειρήσεις και τις μικρές επιχειρήσεις. Αυτές οι εταιρείες μπορούν να αξιοποιήσουν το όφελος της TMS ακόμα κι αν δεν διαθέτουν επαρκή κεφάλαια ή κεφάλαια για να επενδύσουν σε λογισμικό.

Επίσης, το λογισμικό διαχείρισης μεταφορών ανοιχτού κώδικα έδωσε τη δυνατότητα στις εταιρείες να προσαρμόσουν τα εργαλεία με βάση τις συγκεκριμένες απαιτήσεις τους. Σημαίνει ότι μπορούν να προσθέσουν ή να αφαιρέσουν οποιοδήποτε χαρακτηριστικό χωρίς καμία ταλαιπωρία.

Μερικά παραδείγματα αυτού του λογισμικού είναι το **OpenTCS**(Free and Open Source) το **ATMOS** και το **Siemens Stratos**.

## OpenTCS

Το OpenTCS είναι ένα δωρεάν και ανοιχτού κώδικα λογισμικό διαχείρισης μεταφορών που προσφέρει αυτοματοποιημένα συστήματα καθοδήγησης οχημάτων (AGVS). Το εργαλείο διαχείρισης μεταφορών είναι απαλλαγμένο από έλεγχο από τον προμηθευτή που το καθιστά πιο ευέλικτο και φιλικό προς τον χρήστη. Το Automated Guided Vehicle είναι ένα προηγμένο φορητό ρομπότ που απλοποιεί τη μεταφορά ογκωδών αγαθών και υλικών με ραδιοκύματα, μαγνήτες και κάμερες όρασης.



Το λογισμικό έχει γίνει χρήσιμο για μη συνεχείς μεταφορές, όπως η συναρμολόγηση κινητών πλατφορμών και ηλεκτρικών μονοσιδηροδρομικών μεταφορέων. Το λογισμικό αποδεικνύει επίσης την αξία του στην απλοποίηση της λειτουργίας των αυτοματοποιημένων οχημάτων.

Το λογισμικό έχει αναπτυχθεί σε γλώσσα προγραμματισμού Java, καθιστώντας το συμβατό με λειτουργικά συστήματα. Το εργαλείο μπορεί να τρέξει τόσο σε Linux όσο και σε Windows, συμπεριλαμβανομένων άλλων πλατφορμών. Ολόκληρο το λογισμικό έχει χωριστεί σε διάφορα στοιχεία που βοηθούν στη δημιουργία ενός ολόκληρου συστήματος ελέγχου. Για παράδειγμα, ο πυρήνας ελέγχει τη διαχείριση μεταφορών και τις παραγγελίες που αποστέλλονται. Το εργαλείο βελτιστοποιεί ακόμη και τη διαδρομή για τα οχήματα. Μπορείτε να κατεβάσετε δωρεάν λογισμικό.

### Χαρακτηριστικά

- Το δωρεάν και ανοιχτού κώδικα σύστημα διαχείρισης μεταφορών έχει σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί διαφορετικούς τύπους οχημάτων.
- Κάποιος μπορεί να χρησιμοποιήσει το δωρεάν σύστημα TMS τόσο για τα τρέχοντα όσο και για τα πρόσφατα δημιουργημένα Συστήματα Αυτοματοποιημένων Καθοδηγούμενων Οχημάτων (AGVS).
- Δεδομένου ότι είναι ένα λογισμικό διαχείρισης μεταφορών ανοιχτού κώδικα, ο προγραμματιστής μπορεί εύκολα να κάνει αλλαγές στους κωδικούς και να παρέχει επεκτάσεις για το AGVS.
- Το εργαλείο λογισμικού είναι ανεξάρτητο από τον προμηθευτή, πράγμα που σημαίνει ότι είναι συμβατό με οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα.
- Το OpenTCS είναι επίσης ένα λογισμικό εφοδιαστικής με το καλύτερο στην κατηγορία του που βοηθά στη διαχείριση των αποθηκών και στην προσαρμογή των πρωτοκόλλων επικοινωνίας.
- Κάποιος μπορεί να προσαρμόσει τη διεπαφή χρήστη και τη διεπαφή κεντρικού υπολογιστή, για τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών μεταφοράς και την απρόσκοπτη ευθυγράμμιση του εργαλείου με άλλα συστήματα.

### Συστήματα

Στο openTCS, ένα μοντέλο εγκατάστασης αποτελείται από ένα σύνολο από τα ακόλουθα συστήματα. Τα χαρακτηριστικά αυτών των στοιχείων που σχετίζονται με το φυτικό μοντέλο, π.χ. οι συντεταγμένες ενός σημείου ή το μήκος μιας διαδρομής, μπορούν να επεξεργαστούν χρησιμοποιώντας τον plant overview client (σε λειτουργία μοντελοποίησης).

## 1. Point

Τα σημεία (point) είναι λογικές αντιστοιχίσεις διακριτών θέσεων του οχήματος στην πορεία οδήγησης. Στη λειτουργία εγκατάστασης, τα οχήματα παραγγέλλονται (και επομένως μετακινούνται) από το ένα σημείο στο άλλο του μοντέλου. Ένα σημείο έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Ένας τύπος, ο οποίος είναι ένας από αυτούς τους τρεις:

- **Θέση στάσης:** Υποδεικνύει μια θέση στην οποία ένα όχημα μπορεί να σταματήσει προσωρινά κατά την επεξεργασία μιας παραγγελίας, π.χ. για την εκτέλεση μιας πράξης. Το όχημα αναμένεται να εμφανιστεί όταν φτάσει σε μια τέτοια θέση. Ωστόσο, μπορεί να μην παραμείνει εδώ για περισσότερο από όσο χρειάζεται. Η θέση στάσης είναι ο προεπιλεγμένος τύπος για σημεία κατά τη μοντελοποίηση με τον πελάτη επισκόπησης εγκαταστάσεων.
- **Θέση αναφοράς:** Υποδεικνύει μια θέση στην οποία αναμένεται να εμφανιστεί μόνο ένα όχημα. Τα οχήματα δεν θα παραγγελθούν σε θέση αναφοράς και δεν επιτρέπεται η στάση ή ακόμη και η στάθμευση σε μια τέτοια θέση. Επομένως, μια διαδρομή που αποτελείται μόνο από σημεία αναφοράς θα είναι μη δρομολογημένη επειδή το όχημα δεν μπορεί να σταματήσει σε καμία θέση.
- **Θέση στάθμευσης:** Υποδεικνύει μια θέση στην οποία ένα όχημα μπορεί να σταματήσει για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους όταν δεν επεξεργάζεται παραγγελίες. Το όχημα αναμένεται επίσης να εμφανιστεί όταν φτάσει σε μια τέτοια θέση.

Μια θέση, δηλαδή οι συντεταγμένες του σημείου στο σύστημα συντεταγμένων της εγκατάστασης.

Μια γωνία προσανατολισμού οχήματος, η οποία εκφράζει τον υποτιθέμενο/αναμενόμενο προσανατολισμό του οχήματος ενώ καταλαμβάνει το σημείο.

## 2. Path

Τα μονοπάτια (path) είναι συνδέσεις μεταξύ σημείων που είναι πλωτά για οχήματα. Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός μονοπατιού, δίπλα στην πηγή και το σημείο προορισμού του, είναι:

- Το μήκος του, το οποίο μπορεί να είναι μια σχετική πληροφορία για ένα όχημα σε λειτουργία εγκατάστασης. Ανάλογα με τη διαμόρφωση του δρομολογητή, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του κόστους δρομολόγησης/την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής προς ένα σημείο προορισμού.

- Μια μέγιστη ταχύτητα και μια μέγιστη αντίστροφη ταχύτητα, που μπορεί να είναι μια σχετική πληροφορία για ένα όχημα σε κατάσταση λειτουργίας εγκατάστασης. Ανάλογα με τη διαμόρφωση του δρομολογητή, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του κόστους δρομολόγησης/την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής προς ένα σημείο προορισμού.
- Μια κλειδωμένη σημαία (locked flag), η οποία, όταν οριστεί, λέει στον δρομολογητή ότι η διαδρομή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τον υπολογισμό διαδρομών για οχήματα.

### 3. Location

Οι τοποθεσίες (Location) είναι δείκτες για σημεία στα οποία τα οχήματα μπορούν να εκτελούν ειδικές λειτουργίες (φόρτωση ή εκφόρτωση φορτίου, φόρτιση της μπαταρίας τους κ.λπ.). Τα χαρακτηριστικά μιας τοποθεσίας είναι:

- Ο τύπος του, βασικά ορίζοντας ποιες λειτουργίες επιτρέπονται στην τοποθεσία βλ.επε Τύπος τοποθεσίας.
- Ένα σύνολο συνδέσμων προς σημεία από τα οποία είναι δυνατή η πρόσβαση στην τοποθεσία. Για να είναι χρήσιμη για οχήματα στο μοντέλο της μονάδας, μια τοποθεσία πρέπει να συνδέεται με τουλάχιστον ένα σημείο.

Οι τύποι τοποθεσιών είναι αφηρημένα στοιχεία που ομαδοποιούν τοποθεσίες. Ένας τύπος τοποθεσίας έχει μόνο ένα σχετικό χαρακτηριστικό:

- Ένα σύνολο επιτρεπόμενων λειτουργιών, που καθορίζει ποιες λειτουργίες μπορεί να εκτελεί ένα όχημα σε τοποθεσίες αυτού του τύπου.

## ATMOS

Το ATMOS ή Advanced Transportation Management Open Software είναι ένα εργαλείο διαχείρισης μεταφορών ανοιχτού κώδικα που υποστηρίζεται από το Έξυπνο Σύστημα Πληροφοριών Οδοποιίας (IRIS). Η λύση διαχείρισης μεταφορών είναι μια σουίτα από την εταιρεία SRF.



Το ATMOS παρέχει ολοκληρωμένο σχεδιασμό μεταφορών σε τοπικό, περιφερειακό και κρατικό επίπεδο. Το λογισμικό διασφαλίζει την ασφαλή και ασφαλή μεταφορά αγαθών και ανθρώπων από τον έναν προορισμό στον άλλο. Η εταιρεία εστιάζει στον σχεδιασμό στρατηγικών με επίκεντρο τον πελάτη και στην αντιμετώπιση σύνθετων ζητημάτων κίνησης με τη διαχείριση δεδομένων ανιχνευτών οχημάτων, τις έξυπνες πινακίδες ελέγχου λωρίδας και τα έξυπνα συστήματα πληροφοριών για τον καιρό του δρόμου. Το λογισμικό βοηθά επίσης στο σχεδιασμό, τη διαχείριση και την εφαρμογή λύσεων μεταφοράς εμπορευμάτων, υπηρεσιών στάθμευσης και μετακίνησης, ήσυχες ζώνες με κόρνα τρένων και πολλά άλλα. Κάποιος μπορεί να χρησιμοποιήσει το TMS για να κάνει ανάλυση μεταφοράς για να διαχειριστεί, να χειριστεί και να αξιολογήσει τα δεδομένα. Η μοντελοποίηση και οι προβλέψεις της ζήτησης ταξιδιού είναι μοναδικές λύσεις όπου οι ταξιδιώτες μπορούν να λάβουν διορατικές προβλέψεις μεταφοράς για περίπλοκες διαδρομές και συγκοινωνίες.

### Χαρακτηριστικά

- Το σύστημα διαχείρισης μεταφορών της ATMOS προσφέρει ένα ευρύ φάσμα λύσεων, όπως διαχείριση τροχαίων συμβάντων, διαχείριση συμφόρησης και τιμολόγηση.
- Το λογισμικό παρέχει στους ανθρώπους εναλλακτικές διαδρομές κατά την εκτροπή διαδρομής ή όταν ένας δρόμος είναι προσωρινά κλειστός, διασφαλίζοντας τη δημόσια ασφάλεια.
- Η ATMOS προσφέρει επίσης διάφορες υπηρεσίες διαμετακόμισης, όπως στρατηγικό σχεδιασμό και σχεδιασμό πολιτικής, μελέτες διαδρόμων και κυκλοφορητές, ανάπτυξη έργων FTA, χαρτογράφηση GIS, φόρτιση ηλεκτρικών λεωφορείων και άλλα.
- Οι λύσεις μεταφοράς εμπορευμάτων περιλαμβάνουν την προετοιμασία σιδηροδρομικών σχεδίων σε περιφερειακό και πολιτειακό επίπεδο, τη μέτρηση της απόδοσης των εμπορευματικών μεταφορών, τον σχεδιασμό διαδρομής και διαδρόμου φορτηγών και τη διασφάλιση της κινητικότητας του εργατικού δυναμικού.
- Το λογισμικό διαχείρισης μεταφορών βοηθά στην ανάλυση, το σχεδιασμό και την εφαρμογή τεχνολογιών τιμολόγησης για την αντιμετώπιση του ζητήματος της συμφόρησης.
- Το λογισμικό εστιάζει στην παροχή ασφάλειας κατά τη διάρκεια προβλημάτων συμφόρησης.

## Siemens Stratos

Η **Siemens**, παγκόσμιος ηγέτης στην τεχνολογία διαχείρισης της κυκλοφορίας, κυκλοφόρησε την πιο πρόσφατη ενότητα φιλοξενίας εφαρμογών για το Stratos, τη λύση στρατηγικής διαχείρισης κυκλοφορίας της εταιρείας που βασίζεται σε cloud.

Η εγκατάσταση είναι πλέον ευκολότερη με συνδεσιμότητα plug and play με ενσωματωμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας για επικοινωνίες μεταξύ σταθμού και σταθμού και επιλογές πιστοποίησης χρηστών για πρόσβαση στο δρόμο σε ιστοσελίδες outstation, επιτρέποντας βελτιωμένα αρχεία καταγραφής ελέγχου για τυχόν αλλαγές που πραγματοποιούνται από τους χρήστες. Το νέο υλικολογισμικό και τα δεδομένα διαμόρφωσης του Stratos Outstation μπορούν να ληφθούν από το σύστημα Stratos, μειώνοντας την ανάγκη για δαπανηρές επισκέψεις στον ιστότοπο.

Η Siemens ITS είναι ένας κορυφαίος διεθνής πάροχος προϊόντων, συστημάτων και λύσεων που επιτρέπουν τη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών με αποτελεσματικό, ασφαλές και φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Οι επιχειρηματικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν τροχαίο υλικό, σιδηροδρομική αυτοματοποίηση, έξυπνα συστήματα κυκλοφορίας και μεταφορών και ηλεκτροδότηση σιδηροδρομικών μεταφορών. Οι προσφορές υπηρεσιών της Mobility μεγιστοποιούν τη διαθεσιμότητα οχημάτων και υποδομών. Το ολοκληρωμένο χαρτοφυλάκιο του Τμήματος ενισχύεται περαιτέρω από την τεχνογνωσία έργων με το κλειδί στο χέρι και τις προσαρμοσμένες λύσεις χρηματοδότησης.



Ως η μεγαλύτερη εταιρεία μηχανικών στον κόσμο, η Siemens παρέχει καινοτόμες λύσεις για να βοηθήσει στην αντιμετώπιση των μεγάλων προκλήσεων του κόσμου. Η Siemens έχει γραφεία και εργοστάσια σε όλο το Ηνωμένο Βασίλειο, με την έδρα της στο Frimley, Surrey.

Ένα άλλο προϊόν της Siemens είναι επίσης το Softing dataFEED edgeConnector που είναι μια μονάδα συνδεσιμότητας SIMATIC S7 με container που προσθέτει λειτουργίες διακομιστή OPC UA και MQTT Publisher/Subscriber. Μετά την ανάπτυξη, είναι δυνατή η διαμόρφωση της επικοινωνίας Southbound και Northbound μέσω τοπικής διεπαφής GUI ή REST.

Για επικοινωνία με southbound, είναι δυνατή η σύνδεση έως και 20 PLC Siemens S7-300/400 ή S7-1200/1500, συμπεριλαμβανομένων βελτιστοποιημένων μπλοκ δεδομένων. Η διαμόρφωση του χώρου ονομάτων γίνεται με εισαγωγή των έργων STEP7/TIA ή απλώς περιήγηση στις μεταβλητές του PLC.

Η επικοινωνία με northbound εκτελείται με τυποποιημένη επικοινωνία OPC UA για ενσωμάτωση δεδομένων σε συστήματα διαχείρισης όπως ERP, MES ή SCADA ή για ανταλλαγή δεδομένων με άλλα κοντέινερ docker όπως το Microsoft OPC Publisher για σενάρια cloud. Επιπλέον, το MQTT είναι διαθέσιμο ως πρωτόκολλο για τη σύνδεση του MQTT Broker σε τοπικά περιβάλλοντα ή περιβάλλοντα cloud.

Η εφαρμογή υποστηρίζει πρότυπα ασφαλείας όπως πιστοποιητικά SSL/TLS, X.509, έλεγχο ταυτότητας και κρυπτογράφηση δεδομένων. Το κοντέινερ λειτουργεί για 72 ώρες σε λειτουργία επίδειξης. Ενεργοποιήστε πλήρως την εφαρμογή μέσω BYOL από το Softing. Αυτό απαιτεί επίσης την εγκατάσταση του διακομιστή κινητής άδειας Softing που είναι διαθέσιμος για Windows/Linux.

Το Stratos Hosted Traffic Management παρέχει ένα ολοκληρωμένο σύνολο εργαλείων για τη διαχείριση του δικτύου κυκλοφορίας. Βοηθώντας να διατηρήσουμε την κυκλοφορία αποτελεσματική, ελαχιστοποιώντας τη συμφόρηση, τη ρύπανση και συμβάλλοντας στη διατήρηση της υγείας των δρόμων. Το Stratos Strategy Manager κάνει ακριβώς αυτό, αξιολογώντας συνεχώς τις διαθέσιμες πηγές δεδομένων και λαμβάνοντας αποφάσεις σαν να τις παίρνουμε μόνοι μας, αλλά οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας ή της νύχτας.

Καθώς οι τεχνολογίες εξελίσσονται, τα συστήματα τείνουν να αποκλίνουν, γεγονός που καθιστά ολοένα και πιο δύσκολη τη διαχείριση μιας διαφορετικής βάσης περιουσιακών στοιχείων. Η μονάδα Stratos Traffic Signals επιλύει αυτό το πρόβλημα συγκεντρώνοντας τις κύριες παραμέτρους παρακολούθησης από διαφορετικά συστήματα, επιτρέποντάς μας να κατανοήσουμε την κατάσταση όλων των διασταυρώσεων σε μία μόνο προβολή. Τα κρίσιμα χειριστήρια βρίσκονται μόλις ένα ρολόι μακριά και, όπου χρειάζεται, παρέχονται γρήγορες συνδέσεις με τα υποκείμενα συστήματα.



Με το Stratos μπορούμε να συγκεντρώσουμε πληροφορίες οδικών έργων από το τοπικό μητρώο Street Works, το στρατηγικό δίκτυο Highways England και, στη συνέχεια, απλώς να προσθέσουμε τα τοπικά δεδομένα διακοπών μας για Ατυχήματα και Συμβάντα. Για να δώσουμε μια απλή, σαφή επισκόπηση του τι συμβαίνει στο δίκτυό μας.

Σχεδιάζουμε και παρακολουθούμε τις ενέργειες μετριάσμού που πραγματοποιήθηκαν και θα βεβαιωθούμε ότι τα βασικά ενδιαφερόμενα μέρη ενημερώνονται μέσω email ή SMS και δημοσιεύουν προσαρμοσμένες πληροφορίες στο κοινό.

Το Stratos φιλοξενείται στο cloud χρησιμοποιώντας τις Υπηρεσίες Ιστού της Amazon. Η ίδια η εφαρμογή διαχειρίζεται απευθείας το Yunex Traffic. Φροντίζουμε για την ασφάλεια των εφαρμογών διασφαλίζοντας ότι οι υποκείμενες υπηρεσίες είναι πάντα ενημερωμένες, με τακτικά αντίγραφα ασφαλείας, ενημερώσεις ασφαλείας, πάντα με προστασία από ιούς και εισβολή.

Εμείς όμως για την υλοποίηση του παρόντος θέματος της διπλωματικής θα κάνουμε το δικό μας παράδειγμα χρησιμοποιώντας Docker container στο επόμενο κεφάλαιο ενώ έχουμε εμπνευστεί από το προϊόν της Siemens, αφού κάνουμε πρώτα μία ανάλυση του τι εστί Docker container.

## **5.4 Traffic and Road Conditions Monitoring στη Malaga απο τη libelium**

Σε αυτήν την υποενότητα πριν αναλύσουμε το Docker και το Docker container θα κάνουμε μία σύντομη παρένθεση παραθέτοντας το παράδειγμα της Μάλαγας σαν point of reference των παραπάνω παραδειγμάτων εταιριών για να δούμε πως ένα τέτοιο κυκλοφοριακό σύστημα λειτουργεί στην πράξη και τι αποτελέσματα έχει.



Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων είναι πλέον κάτι περισσότερο από μια υπόσχεση ανάπτυξης και υλοποίησης πραγματικών συστημάτων. Χρησιμοποιώντας αυτή την τεχνολογία ως βάση, μια ερευνητική ομάδα από το Πανεπιστήμιο της Μάλαγα ανέπτυξε ένα Αστικό Σύστημα Πληροφοριών για τη συλλογή σχετικών πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον της πόλης, ιδιαίτερα σε σχέση με την κυκλοφορία. Η ομάδα αποτελείται από τον Alfonso García, καθηγητή του τμήματος Μηχανικής Συστημάτων και Αυτοματισμού, τον Juan Jesús Fernández, κύριο ερευνητή και τους Juan Martín και Miguel Martín, μηχανικούς E&A.

Η ακριβής πληροφόρηση είναι μία από τις πρώτες απαιτήσεις για την επίτευξη του στόχου της βιώσιμης κινητικότητας. Η απόκτηση ακριβών και έγκαιρων δεδομένων σχετικά με τις μετακινήσεις των ταξιδιωτών είναι το πρώτο βήμα για την αναζήτηση βελτιστοποίησης των διαθέσιμων μέσων ως υποδομής.

Ενώ διατίθεται μεγάλη ποικιλία αισθητήρων, συνήθως χρειάζονται τροποποιήσεις στους δρόμους και τις κοντινές περιοχές (για παράδειγμα, θάψιμο καλωδίων), και έτσι οι κατασκευαστικές εργασίες και το κλείσιμο δρόμων αποτελούν μέρος οποιασδήποτε ανάπτυξης.

Επιπλέον, οι περισσότεροι από αυτούς τους αισθητήρες παρέχουν μόνο μέτρηση οχημάτων και, ενώ ορισμένοι τύποι επιτρέπουν την αναγνώριση του οχήματος (ανοίγει το δρόμο για την παρακολούθηση και την εκτίμηση των τάσεων), χρειάζονται μέσα για επεξεργασία, όπως στην περίπτωση των βιντεοκάμερων. Αυτή είναι μια επένδυση που πρέπει να προστεθεί στις εργασίες κατασκευής και εγκατάστασης.



Κόμβοι που χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη

Με την υποστήριξη μιας ερευνητικής επιχορήγησης από την περιφερειακή κυβέρνηση (Junta de Andalucía), το Urban Information System (UIS) είναι ένα σύστημα ταχείας ανάπτυξης που επικεντρώνεται στην παροχή πληροφοριών σχετικά με την κυκλοφορία, χρησιμοποιώντας ένα σύνολο αισθητήρων για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με την καταμέτρηση οχημάτων, την αναγνώριση οχημάτων, επίπεδα θορύβου, σκόνη (συγκέντρωση σωματιδίων PM10), συγκεντρώσεις αερίων, υγρασία κ.λπ.

Το σύστημα υλοποιείται ως ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, με διαφορετικούς τύπους κόμβων, με ανεξαρτησία τροφοδοσίας από το δίκτυο και επιτρέποντας μια εύκολη και φθηνή ανάπτυξη γύρω από μια περιοχή ενδιαφέροντος.

Η περιοχή που επιλέχθηκε ήταν ένα τμήμα του αυτοκινητόδρομου A-357 στη Μάλαγα (Ισπανία), με όριο ταχύτητας 100 km/h και το περιβάλλον ενός κυκλικού κόμβου με διαφορετικές εισόδους και εξόδους σε μικρή απόσταση.

Το Urban Information System (UIS) βασίζεται σε υλικό και λογισμικό που παρέχονται από τη Libelium. Για παράδειγμα, η πλατφόρμα Waspnote Sensor, η πλακέτα Smart Cities, η πλακέτα αερίων, οι αισθητήρες αερίων, ο αισθητήρας υπερήχων, ο αισθητήρας σκόνης, ο αισθητήρας θορύβου και οι μονάδες Bluetooth είναι μερικές μόνο από τις λύσεις Libelium που είναι ενσωματωμένες στο σύστημα.

«Χάρη στο Libelium καταφέραμε να επικεντρωθούμε στην ανάπτυξη εφαρμογών αντί για ζητήματα που σχετίζονται με το υλικό», υποστηρίζει ο υπεύθυνος ερευνητής. Η ανάπτυξη περιλαμβάνει κόμβους αισθητήρων και κόμβους συντονιστή. Αυτοί είναι μερικοί από τους εγκατεστημένους αισθητήρες:

- Κόμβος Bluetooth.
- Κόμβος υπερήχων.
- Κόμβος λέιζερ.
- Κόμβος αερίων.
- Περιβαλλοντικός Κόμβος.

Αυτοί οι κόμβοι αισθητήρων στέλνουν τις πληροφορίες που συλλέγονται περιοδικά σε έναν κόμβο διαχειριστή – την πύλη Meshlium – που ονομάζεται επίσης κόμβος συντονιστή. Το πρωτόκολλο ZigBee χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ των κόμβων. Αυτό το πρωτόκολλο έχει επιλεγεί λόγω της αποδοτικής κατανάλωσης ενέργειας και του αποδεκτού ρυθμού μεταφοράς δεδομένων.

Όσον αφορά τα δεδομένα, οι πληροφορίες που συλλέγονται από τον κόμβο συντονιστή είναι πάντα διαθέσιμες μέσω δύο ασύρματων πρωτοκόλλων: WiFi και 3G. Υπάρχουν δύο τρόποι πρόσβασης στις πληροφορίες που συλλέγονται από τον κόμβο συντονιστή:

Άμεση πρόσβαση μέσω WiFi ή 3G: τα δεδομένα που αποκτώνται από τους κόμβους αισθητήρων λαμβάνονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία στον κόμβο συντονιστή. Αργότερα, αυτά τα δεδομένα μπορούν να προβληθούν από φορητό υπολογιστή ή υπολογιστή που χρησιμοποιεί WiFi ή 3G.

Σε πραγματικό χρόνο: Ο κόμβος συντονιστή πρέπει να συγχρονιστεί με έναν υπολογιστή που λειτουργεί ως εξωτερικός διακομιστής, μέσω 3G. Αυτός ο υπολογιστής αποκτά και παρακολουθεί δεδομένα που αποστέλλονται από αισθητήρες, επεξεργάζοντας τις πληροφορίες και επιτρέποντας την αλληλεπίδραση με έναν χειριστή.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του UIS είναι η αναγνώριση του οχήματος. Οι κόμβοι Bluetooth αποκτούν το MAC (Media Access Control) των συσκευών Bluetooth που βρίσκονται σε οχήματα που ταξιδεύουν στην επιλεγμένη αστική περιοχή. Ο κόμβος Bluetooth εντοπίζει επίσης τον τύπο της συσκευής (κινητά τηλέφωνα, hands free, φορητός υπολογιστής κ.λπ.).

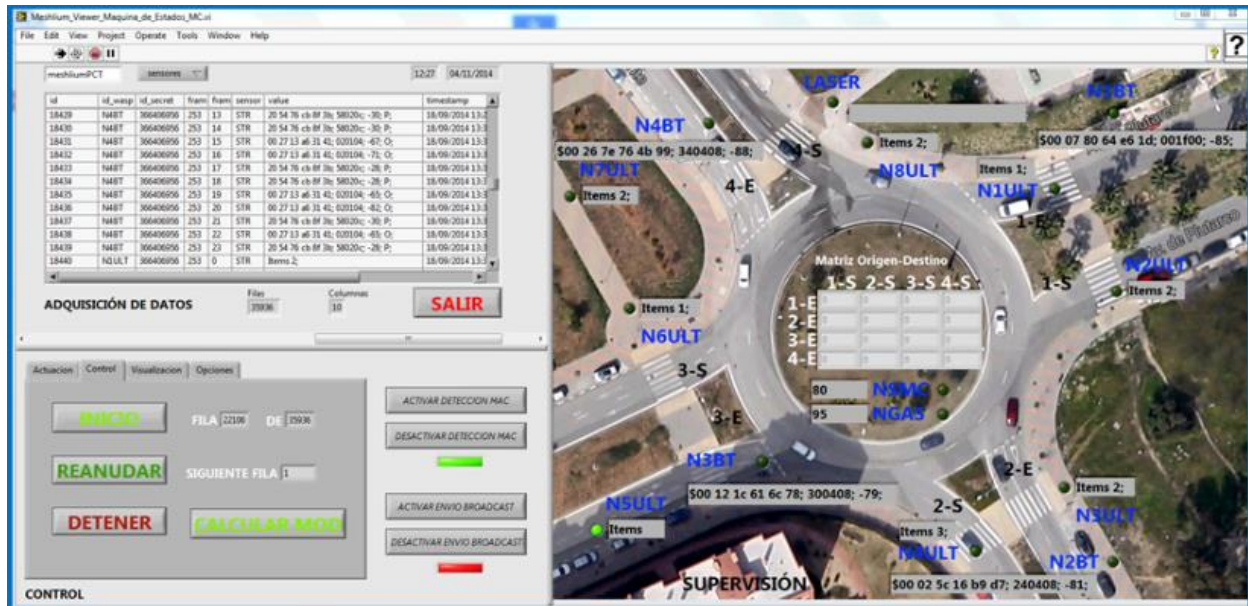
Με αυτόν τον τρόπο, η διεύθυνση MAC μιας συγκεκριμένης συσκευής Bluetooth είναι μοναδική, επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση του οχήματος που μεταφέρει τη συσκευή Bluetooth. Η ανίχνευση αυτοκινήτου μπορεί να είναι δυνατή μέσω της ανίχνευσης του ίδιου MAC από διαφορετικούς κόμβους Bluetooth της πλατφόρμας UIS. Εάν υπάρχει διαφορά χρόνου μεταξύ διαφορετικών διαστημάτων του εντοπισμένου Bluetooth με το ίδιο MAC, τότε έχει εντοπιστεί ένα ταξίδι μεταξύ ενός συγκεκριμένου ζεύγους προέλευσης-προορισμού.

Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του πίνακα προέλευσης-προορισμού. Ο πίνακας O-D είναι ένα ισχυρό εργαλείο για τη διαχείριση της κυκλοφορίας, το οποίο περιέχει πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο τα οχήματα κινούνται μεταξύ διαφορετικών σημείων ενδιαφέροντος. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δικαιώματα απορρήτου διατηρούνται, καθώς οι διευθύνσεις MAC δεν συνδέονται με κανένα άτομο.

Αλλά απαιτείται ένας συνολικός αριθμός οχημάτων για τον υπολογισμό του πίνακα O-D. Το UIS χρησιμοποιεί υπερήχους και κόμβους λέιζερ για αυτόν τον σκοπό. Το πρώτο από αυτά ανιχνεύει οχήματα που διασχίζουν τη δέσμη των αισθητήρων. Ο δεύτερος τύπος σαρώνει το δρόμο αναλύοντας την ύπαρξη οχημάτων. Το πλεονέκτημα ενός κόμβου λέιζερ σε σχέση με τον κόμβο υπερήχων συνίσταται στην ικανότητα ανίχνευσης ενός οχήματος και της λωρίδας που χρησιμοποιεί.

Από την άλλη, ο κόμβος υπερήχων έχει απλούστερη, φθηνότερη και ταχύτερη εγκατάσταση. Μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε στοιχείο του δρόμου, ενώ ο κόμβος λέιζερ χρειάζεται να τοποθετηθεί σε ύψος 7 ή 8 μέτρων.

Το UIS έχει δοκιμαστεί σε διαφορετικά σενάρια πραγματικού κόσμου. Δεδομένου ότι βασίζεται σε ασύρματο δίκτυο, μπορούν εύκολα να υιοθετηθούν διαφορετικές διατάξεις για την κάλυψη διαφορετικών διαμορφώσεων δρόμων. Οι πραγματικές περιοχές μπορούν να εμφανιστούν στη διεπαφή SCADA.



Αυτό το έργο παρουσιάζει ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων σχεδιασμένο να χαρακτηρίζει τις παραμέτρους της αστικής κυκλοφορίας. Ειδικότερα, η καταμέτρηση και η αναγνώριση των οχημάτων είναι το κλειδί για τη λήψη πληροφοριών σχετικά με την προέλευση και τον προορισμό των ταξιδιών στην υπό μελέτη περιοχή.

Αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν τον υπολογισμό του πίνακα προέλευσης-προορισμού σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας στους διαχειριστές πόλεων ένα ισχυρό εργαλείο για να προσαρμόσουν τον κυκλοφοριακό σχεδιασμό στις πραγματικές απαιτήσεις. Μέχρι τώρα, αυτή η μήτρα απαιτούσε εκτεταμένη επιτόπια εργασία συνδεδεμένη με συνεντεύξεις καθ' οδόν και χρειαζόνταν εβδομάδες ή μήνες για να ολοκληρωθεί.

Το σύστημα έχει επικυρωθεί σε πραγματικές συνθήκες. Οι κόμβοι πομπού έχουν ελεγχθεί ξεχωριστά και έχουν ληφθεί δεδομένα σχετικά με την ανίχνευση με χρήση υπερήχων και Bluetooth. Το πλήρες σύστημα έχει επίσης αποδείξει την ικανότητά του να υπολογίζει έναν πίνακα προέλευσης-προορισμού σε πραγματικό χρόνο, με αποδεκτή ακρίβεια. Το UIS είναι δυνατό να αναπτυχθεί από μια ευρύτερη γεωγραφική περιοχή, ως πόλη. Επιπλέον, οι υπολογισμοί μπορούν να ανανεωθούν σε πραγματικό χρόνο μέσω του συστήματος SCADA, επιτρέποντας στους διαχειριστές κυκλοφορίας να αποκτήσουν πληροφορίες που μέχρι αυτή τη στιγμή απαιτούσαν εβδομάδες ή μήνες.

## 5.5 ITS (Intelligent Transport System) και Συστήματα Ελέγχου Κυκλοφορίας Μονάχου: Τεχνικά Μέτρα και Οφέλη

### Εισαγωγή

Με τεράστια ανάπτυξη στο σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας της πόλης, το Μόναχο μεταφέρει την τρίτη μεγαλύτερη κίνηση στη Γερμανία. Το Ευφύες Σύστημα Μεταφορών (ITS) είναι επομένως ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική και βιώσιμη διαχείριση των σημερινών και μελλοντικών συστημάτων μεταφορών του Μονάχου. Η πρωτεύουσα του Μονάχου και η περιφέρειά του ακολουθούν μια συνεργατική προσέγγιση διαχείρισης μεταφορών. Η Διεύθυνση Οδικής Κυκλοφορίας είναι υπεύθυνη για τα φανάρια, τον τοπικό έλεγχο κυκλοφορίας, τη διαχείριση της κυκλοφορίας και την εγγραφή οδηγών. Το Μόναχο έχει 1,35 εκατομμύρια πληθυσμό σε μια έκταση 370 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Στην εξωτερική περιοχή του περιφερειακού αυτοκινητόδρομου, υπάρχουν 2,4 εκατομμύρια άνθρωποι στην περιοχή των 5.500 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Υπάρχουν 2.200 km δρόμων στην πόλη, ενώ η περιοχή περιλαμβάνει 3.800 km δρόμους [2]. Ωστόσο, το ITS είναι ένας πρόσφατα προηγμένος και ταχέως αναπτυσσόμενος τομέας και το επίπεδο γνώσης ποικίλλει στις διάφορες ευρωπαϊκές πόλεις, συμπεριλαμβανομένου του Μονάχου.

### Κυκλοφοριακό σενάριο στο Μόναχο

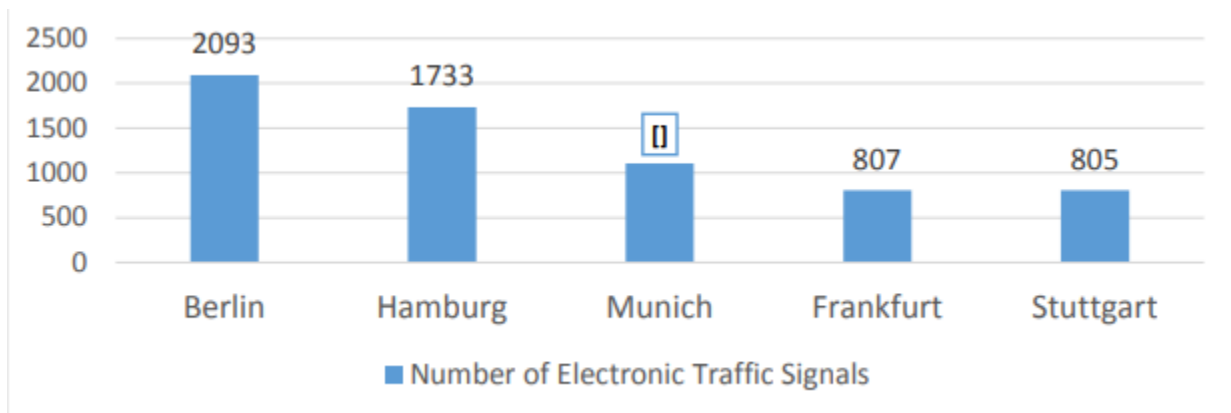
Ως εκ τούτου, η πολιτεία της Βαυαρίας συμπεριλαμβανομένης της πόλης του Μονάχου έχει ήδη ξεκινήσει με την εισαγωγή έξυπνων τεχνικών στα συστήματα ελέγχου της κυκλοφορίας σε τμήματα αυτοκινητοδρόμων σε ολόκληρη τη Βαυαρία. Κατά συνέπεια, οι αλλαγές σε διάφορες κοινωνικές και πολιτικές συνθήκες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη της κίνησης της πόλης από το έτος βάσης 2000 έως το 2015. Ο διαχωρισμός των τρόπων μεταφοράς φαίνεται στο σχήμα παρακάτω, το οποίο είναι αυτονόητο ότι το πώς τα μερίδια των μέσων μεταφοράς ποικίλλουν από το έτος βάσης έως το προβλεπόμενο έτος ως συνέπεια των εφαρμογών ITS σε TCS (Traffic Control System).



## Έλεγχος σημάτων κυκλοφορίας με επαγωγικούς ανιχνευτές (TSC: Traffic Signal Control)

Το Traffic Signal Control θεωρείται πιθανώς ως η μακροβιότερη εφαρμογή ITS που χρησιμοποιείται στο αστικό περιβάλλον του Μονάχου. Αν και αρχικά τα σήματα κυκλοφορίας δεν περιλάμβαναν καμία νοημοσύνη, αλλά με την πρόοδο στις επιστήμες των υπολογιστών, ο έλεγχος των διασταυρώσεων έχει γίνει πιο συγκεκριμένος προβληματισμός από τη δεκαετία του 1980. Είναι κάτι περισσότερο από ένα εργαλείο που συνήθως διαχωρίζει αντικρουόμενες κινήσεις σε μια μεμονωμένη διασταύρωση.

Μέτρα: Το σύστημα σήματος στο Μόναχο περιέχει υπομονάδες μικροεπεξεργαστή που επιτρέπουν τον τεχνητό ευφυή έλεγχο χρησιμοποιώντας τη λήψη δεδομένων από ενσωματωμένους επαγωγικούς βρόχους και ανιχνευτή κάτω από τον δρόμο. Επί του παρόντος, το Μόναχο διαθέτει 1106 αριθμούς τέτοιων συστημάτων σήματος στις περισσότερες αστικές διασταυρώσεις.



Οφέλη: Οι συνέπειες είναι η ανάπτυξη χαρακτηριστικών όπως η ιεράρχηση των δημόσιων συγκοινωνιών στα οποία αναγνωρίζει λεωφορεία, τραμ κ.λπ. για την αποφυγή καθυστερήσεων σταματήματος στο σήμα. Αυτό βοηθά περαιτέρω στην αποφυγή δημιουργίας μήκους ουρών πίσω από τα λεωφορεία και τα τραμ. Ως εκ τούτου, η απόδοση της κυκλοφορίας σε μεμονωμένους βραχίονες διασταύρωσης έχει βελτιστοποιηθεί.

## Η προσέγγιση MOBiNET

Το Μόναχο ακολουθεί την προσέγγιση MOBiNET (Internet of Mobility) που αποτελεί μέρος της επόμενης γενιάς προηγμένων τηλεματικών μεταφορών. Ξεκίνησε την τρέχουσα δεκαετία και το σύστημα χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Το έργο επικεντρώνεται στη διαχείριση πολυτροπικών μεταφορών, στις καινοτόμες τεχνολογίες μεταφορών και στις νέες υπηρεσίες κινητικότητας. Η δομή του MOBiNET περιλαμβάνει δίκτυο δεδομένων και αστικά και περιφερειακά κέντρα.

Αυτή η δομή στοχεύει στην:

- Βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας στο πρωτεύον οδικό δίκτυο.
- Παροχή πολυτροπικών υπηρεσιών πληροφόρησης για τη μετατόπιση της ζήτησης στα μέσα μαζικής μεταφοράς.
- Εφαρμογή καινοτόμων ιδεών για μια κινητή κοινωνία.

Οφέλη:

Ο παρακάτω πίνακας [2] δείχνει τα τμηματικά οφέλη της στρατηγικής ITS που χρησιμοποιείται με την προσέγγιση MOBiNET στο Σύστημα Ελέγχου Κυκλοφορίας του Μονάχου.

Αρ.	Μέτρηση Τμήματος	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα
1	Διατροπική επιλογή	Διαχειριζόμενοι χώροι στάθμευσης
		Βελτιωμένη δημόσια συγκοινωνία
		Αναδιοργάνωση λεωφορείων προς σταθμούς U-Bahn
		Παροχή πιο άμεσων συνδέσεων στον U-Bahn
		Εναλλακτική σήμανση δρομολόγησης
		Παροχή πληροφοριακών πινακίδων
2	Σημάδια δυναμικού μηνύματος	Συμφόρηση στο δίκτυο για τους οδηγούς να επιλέξουν την τελική δρομολόγηση
		Πινακίδες μηνυμάτων μεταβλητής ταχύτητας
3	Υπηρεσίες Πληροφοριών	Αστικές πληροφορίες (πληροφορίες πόλης, εκδηλώσεις)
		Αλγόριθμοι συντομότερης διαδρομής
4	Πληροφορίες δημόσιας συγκοινωνίας	Ηλεκτρονικά ωράρια
		Ενοποίηση διαφόρων συστημάτων
		Πληροφορίες στάθμευσης συμπεριλαμβανομένων των διαθέσιμων χώρων
		Πληροφορίες για αναδόμηση και αναγυχή

### **Κέντρο Ελέγχου Κυκλοφορίας (Verkehrsrechnerzentrale, VRZ)**

Το Κέντρο Ελέγχου Κυκλοφορίας του Μονάχου, TCC (Traffic Control Center) είναι μέρος του MOBiNET. Το νέο TCC είναι εξοπλισμένο με τεχνικές Intelligent Transport System και βρίσκεται στο αρχηγείο της αστυνομίας του Μονάχου, όπου νωρίτερα γίνονταν κυκλοφοριακές συνδέσεις με τα σήματα κυκλοφορίας. Ο περισσότερος αριθμός φωτεινών σηματοδοτών, ανιχνευτών και καμερών για την κυκλοφορία σε δρόμους και πεζούς χώρους έχουν εγκατασταθεί από τους προηγούμενους αριθμούς 1000 και 77 αντίστοιχα.

Πλεονεκτήματα του νέου TCC:

- Συνεργασία μεταξύ κράτους, πόλης, διαμετακόμισης και σιδηροδρόμων.
- Πληροφορίες για πληροφορίες πριν από το ταξίδι και κατά τη διαδρομή, εναλλακτικές λύσεις μεταφοράς.
- Βελτιστοποίηση προσωπικής επιλογής μεταφορικών μέσων.

Με το πιο πρόσφατο σύστημα ελέγχου, όχι μόνο οι δρόμοι, αλλά ακόμη και οι πληροφορίες για τις σήραγγες μπορούν να έχουν πρόσβαση και να μεταφερθούν. Δεν υπάρχουν εικόνες βιντεοκάμερας στον Ιστό για κοινωνική χρήση. Η αστυνομία του Μονάχου στο αρχηγείο της αστυνομίας μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες για τον έλεγχο της κρίσιμης κατάστασης της κυκλοφορίας. Είναι ευαίσθητοι σε αυτό λόγω ανησυχιών για την ασφάλεια και τη δημόσια ευημερία.

### **Εφαρμογές BMW-ITS (για έλεγχο περιφερειακών οδών)**

Η BMW είναι ένας από τους κορυφαίους συνεργάτες στο MOBINET. Είναι υπεύθυνος για τη βελτιστοποίηση του κύριου δρόμου. Σχεδόν όλοι οι αυτοκινητόδρομοι προς το Μόναχο καταλήγουν στο Middle Ring. Έχει μήκος περίπου 30 χλμ., ως επί το πλείστον αυτοκινητόδρομο διαχωρισμένου βαθμού, από τον οποίο σηματοδοτούνται μόνο περίπου 25 διασταυρώσεις. Το όριο ταχύτητας είναι 60 km/h.

Προβληματικές καταστάσεις: Ο μεσαίος περιφερειακός δρόμος έχει ανομοιόμορφα επίπεδα κορεσμού, με αποτέλεσμα συχνά σημεία συμφόρησης και καθυστερήσεις, προκαλώντας τελικά ατμοσφαιρική ρύπανση και ηχορύπανση και χαμηλά επίπεδα ασφάλειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υψηλή αύξηση του όγκου πάνω από 157.000 οχήματα/ημέρα (Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία) κατά τις ώρες αιχμής.

Μέτρα: Με την τεχνική ITS, τα προβληματικά δεδομένα συλλέγονται, προσομοιώνονται και βαθμονομούνται ταυτόχρονα σε ένα μοντέλο προσομοίωσης για την ανάπτυξη διαφόρων σεναρίων ITS. Στη συνέχεια, το καλύτερο σενάριο ενσωματώνεται σε προβληματικές καταστάσεις που στοχεύει στη βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος κυκλοφορίας. Αυτό επιτυγχάνεται με:

- Εναρμόνιση της ροής κυκλοφορίας στον περιφερειακό δρόμο και τις κύριες ακτίνες του.
- Διατήρηση της χωρητικότητας του συστήματος σε όλες τις περιόδους αιχμής.
- Ξεπερνώντας τις δυσμενείς επιπτώσεις της κυκλοφοριακής συμφόρησης.
- Προσομοίωση, αξιολόγηση και κατάταξη των διαφορετικών σεναρίων ITS για το καλύτερο πακέτο προσαρμοστικών συστημάτων ελέγχου.

Η μονάδα πλοήγησης της BMW χρησιμοποιεί εικονίδια αντί για κείμενο για να παρέχει πληροφορίες στους οδηγούς. Τα μηνύματα δημιουργούνται με την απόκτηση δεδομένων από το κέντρο πληροφοριών κυκλοφορίας. Στη συνέχεια, τα δεδομένα προωθούνται στο κέντρο επεξεργασίας μηνυμάτων στο Περιφερειακό Κέντρο της Βαυαρίας και στη συνέχεια στη Γερμανική Ένωση Αυτοκινήτων για μετάδοση στο αυτοκίνητο. Η BMW διαθέτει επίσης ένα σύστημα προειδοποίησης φάρου κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων (συμπεριλαμβανομένου του Μονάχου) που ανάβει κόκκινους φάρους κατά μήκος του δρόμου όταν υπάρχει ένα συμβάν μπροστά (προειδοποίηση). Η BMW επενδύει επίσης στη δυναμική δρομολόγηση και αναμένει ροή εσόδων από αυτό το εγχείρημα.



## VMZ Berlin

Το VMZ στην Ευρώπη είναι γνωστό ως "Το μοντέλο του Βερολίνου". Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, η κυβέρνηση πρέπει να δώσει κάποια ευθύνη στον ιδιωτικό τομέα. Μια επιλογή που εξετάζεται στην Κολωνία είναι ο δημόσιος τομέας να γίνει μέτοχος της εταιρείας εκμετάλλευσης.

Η συλλογή δεδομένων αποτελείται από το υπέρυθρο μάτι κυκλοφορίας. Υπάρχουν 180 ανιχνευτές υπέρυθρων στις αρτηρίες, 25 σε γκαράζ στάθμευσης και πληροφορίες κυκλοφορίας σε 25 VMS στο Βερολίνο. Πληροφορίες για το γκαράζ στάθμευσης παρέχονται από έναν από τους εταίρους, τη BMW, η οποία είναι υπεύθυνη για αυτό το στοιχείο του έργου. Το υπέρυθρο μάτι κυκλοφορίας περιέχει ηλιακό πάνελ και cabinet και μπορεί να τοποθετηθεί σε πολλούς τύπους κατασκευών. Παρέχει ταχύτητα και μήκος οχήματος και χρειάζεται ένα cabinet για έως και έξι ανιχνευτές ανά σταθμό.

Η συγχώνευση δεδομένων εστιάζει σε τρία λειτουργικά επίπεδα: περιεχόμενο, συντακτικό προσωπικό κίνησης και πλατφόρμα υπηρεσιών του Διαδικτύου, των μέσων ενημέρωσης και την παροχή δεδομένων για υπηρεσίες. Το σύστημα χρησιμοποιεί ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών με οδικά δεδομένα (όπου υπάρχουν) και θέσεις VMS. Διαθέτει εικονίδια με δυνατότητα κλικ (δηλαδή έργα οδοποιίας, σταθμούς καταμέτρησης κυκλοφορίας) με δεδομένα πίσω από αυτό. Βασίζεται στον Internet Explorer και χρησιμοποιεί Concert έκδοση 1.1. Το εργαλείο σχεδιασμού ταξιδιού λαμβάνει υπόψη δυναμικές πληροφορίες τόσο για τα μέσα μαζικής μεταφοράς όσο και για τα ιδιωτικά οχήματα.

Για τη διάδοση δεδομένων, η VMZ θέλει να συλλέγει και να κατέχει όλες τις πληροφορίες στον ιστότοπό της. Δεν θέλει να συνδεθεί με άλλους. Το B2B είναι η κύρια εστίαση των εσόδων και απαιτεί προσωπικό πωλήσεων, το οποίο συγκεντρώνεται. Δεν υπάρχει ρήτρα διαφυγής - η VMZ είναι υποχρεωμένη να λειτουργεί όλες τις δωρεάν υπηρεσίες (σε πελάτες) για 10 χρόνια.

Οι πηγές δεδομένων περιλαμβάνουν δημόσια μέσα μεταφοράς, γκαράζ στάθμευσης, συσκευές ανίχνευσης, RDS-TMC, δεδομένα πλωτού αυτοκινήτου και άλλα. Το περιεχόμενο θα επικεντρωθεί στους χρήστες των μέσων μαζικής μεταφοράς και στα προσωπικά αυτοκίνητα. Οι υπηρεσίες που θα παρέχονται είναι business to customer (B2C), με άλλους συνεργάτες. B2B, η κύρια εστίαση των εσόδων και συλλογικές υπηρεσίες (δωρεάν), για παράδειγμα, μέσω Διαδικτύου και VMS.

Το μάρκετινγκ και οι πωλήσεις θα απαιτήσουν μια δύναμη πωλήσεων και η πρόσληψη προσωπικού βρίσκεται σε εξέλιξη. Το προσωπικό μάρκετινγκ και πωλήσεων θα εργαστεί με μισθό συν προμήθεια.



Οι συμβατικές υπηρεσίες περιλαμβάνουν:

- Συλλογικές υπηρεσίες - δωρεάν υπηρεσία (δηλαδή όπου υπάρχουν εγκαταστάσεις στάθμευσης)
- B2B--υπηρεσίες με χρέωση. προσαρμόσιμες υπηρεσίες premium
- B2C--υπηρεσίες με χρέωση για ιδιώτες. προσαρμόσιμες υπηρεσίες premium
- Υπηρεσίες για τις κρατικές αρχές του Βερολίνου
- Υπηρεσίες για το Κρατικό Κέντρο Ελέγχου Κυκλοφορίας του Βερολίνου (VKRZ)
- Υπηρεσίες για φορείς δημοσίων μεταφορών

Η υπηρεσία Διαδικτύου είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση [www.vnzberlin.de](http://www.vnzberlin.de) και η υπηρεσία είναι δωρεάν. Οι πελάτες είναι ανώνυμοι και παρέχουν τη δική τους ερμηνεία των πληροφοριών. Διατίθενται μόνο πληροφορίες πριν από το ταξίδι. Η δρομολόγηση προέλευσης-προορισμού είναι διαθέσιμη επιλέγοντας αυτοκίνητο ή δημόσια συγκοινωνία και, στη συνέχεια, λαμβάνει κανείς οδηγίες και έναν χάρτη. Τα αποτελέσματα είναι ο χρόνος ταξιδιού με βάση τα ιστορικά πρότυπα και τις αναφορές της αστυνομίας. Στο μέλλον, ο χρόνος ταξιδιού θα λαμβάνει υπόψη και τις πληροφορίες που συλλέγονται από ανιχνευτές VMZ. Σύντομα θα είναι διαθέσιμη η διατροφική δρομολόγηση. Αυτή η δυνατότητα θα επιτρέψει συγκρίσεις των χρόνων διέλευσης με αυτοκίνητο. Η VMZ θα προσθέσει πληροφορίες άφιξης και στάθμευσης στο αεροδρόμιο. Τα έσοδα θα προέρχονται από υπηρεσίες «ανεπώλησης» σε καταναλωτές και χορηγούς στον ιστότοπο. Χρησιμοποιούνται δύο τύποι web cam.

Οι μελλοντικές εξελίξεις περιλαμβάνουν:

- Δεκ. 2001--δυναμικές πληροφορίες στάθμευσης
- Δεκ. 2001--διατροφική δρομολόγηση
- Νοέμβριος 2002--Υπηρεσία SMS/WAP. μπορεί να είναι μια υπηρεσία ώθησης
- Δεκ. 2002--δυναμικές πληροφορίες για τις δημόσιες συγκοινωνίες

Η VMZ θα δημιουργήσει μια τυπική διεπαφή όπου είναι απαραίτητο και θα διαθέσει τις ροές δεδομένων της. Επί του παρόντος, χρησιμοποιεί XML, διεπαφές πρωτοκόλλου SOAP για συλλογή δεδομένων και τροφοδοσίες δεδομένων.

Όσον αφορά την πνευματική ιδιοκτησία, ο Δήμος του Βερολίνου μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα που συλλέγονται και το σύστημα που παρέχει η VMZ στο Βερολίνο. Η Daimler Chrysler και η Siemens μπορούν να πουλήσουν τα δεδομένα και να προωθήσουν το σύστημα αλλού. Η πόλη χρηματοδότησε το σύστημα και θα λάβει το σύστημα, συμπεριλαμβανομένου λογισμικού, υλικού κ.λπ., στο τέλος της σύμβασης (10 χρόνια). Η πόλη δεν έχει κανένα ενδιαφέρον για την εμπορία του συστήματος.

Το σύστημα οργανώνεται σε τρεις φάσεις: σχεδιασμός, ανάπτυξη και λειτουργία. Το πλαίσιο για τον σχεδιασμό του συστήματος είναι καθήκον της VMZ, επειδή η πόλη θέλει να λάβει τις σωστές/επιθυμητές υπηρεσίες και αποτελέσματα -- δεν ήθελε να επικεντρωθεί στις τεχνικές προδιαγραφές.

## **5.6 Swedish National Road Administration (SNRA)**

Αρχικά, το SNRA βρισκόταν στη Στοκχόλμη για 140 χρόνια μέχρι που απομακρύνθηκε 200 χιλιόμετρα για να βοηθήσει στην τόνωση της απασχόλησης μακριά από τη Στοκχόλμη. Το ογδόντα τοις εκατό του πληθυσμού στη Σουηδία ζει στο νότο.

Το SNRA έχει πέντε βασικά καθήκοντα:

- Οδική διαχείριση κρατικών οδών.
- Κατασκευές και συντήρηση, ως ξεχωριστό κέντρο κερδοφορίας (σε πλήρη ανταγωνισμό με ιδιωτικές επιχειρήσεις).
- Επίσημες υπηρεσίες-παροχή και υποστήριξη του νομικού πλαισίου για το οδικό δίκτυο (αδειοδότηση κ.λπ.).
- Τομεακή ευθύνη-συνεργασία και συντονισμός του έργου των σχετικών μερών και προώθηση των εξελίξεων στο σύστημα οδικών μεταφορών (το ITS αποτελεί μέρος αυτού του καθήκοντος).
- Συμβεβλημένα έργα-διεξαγωγή οδικού σχεδιασμού και σχεδιασμού, κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης σύμφωνα με σύμβαση από την SNRA και άλλους.

Το ITS παίζει σημαντικό ρόλο στις λειτουργίες του δικτύου. Η εστίαση είναι στις πληροφορίες κυκλοφορίας σε χειμερινές συνθήκες. Η συμφόρηση δεν είναι η κύρια εστίαση. Οι πληροφορίες κυκλοφορίας είναι η ραχοκοκαλιά του ITS. Τα οδικά καιρικά δεδομένα παρέχονται κάθε μισή ώρα σε 700 σταθμούς. Τα δεδομένα περιλαμβάνουν σημείο δρόσου, θερμοκρασία αέρα, ποσότητα βροχόπτωσης, συνθήκες ανέμου και θερμοκρασία επιφάνειας του δρόμου. Το σύστημα παρέχει επίσης υποστήριξη για χειμερινή συντήρηση. Η SNRA είναι υπεύθυνη για την παροχή πληροφοριών για το Διαδίκτυο και άλλους εργολάβους. Υπάρχουν 670 μετεωρολογικοί σταθμοί.

Άλλα προγράμματα ITS είναι το Common Traffic Information System, το οποίο εργάζεται προς μια κοινή πλατφόρμα για την ενοποίηση των υπηρεσιών δεδομένων. και το OPTIS, το οποίο είναι ένα πρόγραμμα για την παροχή βελτιστοποιημένου συστήματος πληροφοριών κυκλοφορίας σε συνεργασία με αυτοκινητοβιομηχανίες και τον ιδιωτικό τομέα. Το SNRA συμμετέχει επίσης σε έργα της ΕΕ, συμπεριλαμβανομένων των Prometheus και DRIVE 123. Η γενική εμπειρία είναι ότι η υλοποίηση είναι πιο δύσκολη από την προσπάθεια έρευνας και ανάπτυξης. Υπάρχει ένα εθνικό σχέδιο για το ITS και οι Σουηδοί δημιουργούν τώρα δεσμούς με τις αρχές για πληροφορίες κυκλοφορίας. Το έξυπνο σύστημα αυτοκινήτων και οδών θα είναι μια δημόσια-ιδιωτική πρωτοβουλία με τη SAAB και τη Volvo.

Το SNRA λειτουργεί τόσο σε ομοσπονδιακό όσο και σε πολιτειακό επίπεδο σε επτά περιφέρειες. Το επόμενο επίπεδο διακυβέρνησης είναι οι δήμοι. Η διέλευση οργανώνεται σε επίπεδο νομού (σε 20 νομούς).

### **Trafik Stockholm**

Το Trafik Stockholm είναι το ολοκαίνουργιο κοινό TMC μεταξύ του SNRA και της πόλης της Στοκχόλμης. Τρεις χειριστές εφημερεύουν τις καθημερινές και δύο τα Σαββατοκύριακα και τη νύχτα. Εργάζονται 6½ ώρες βάρδιες τις καθημερινές και 12 ώρες τα Σαββατοκύριακα. Το κέντρο λειτουργεί από την 1η Νοεμβρίου 2001. Στο TMC εργάζονται 20 άτομα: 15 χειριστές, 2 διαχειριστές τεχνολογίας πληροφοριών (IT) και 3 διοικητικό προσωπικό. Υπάρχει μια αίθουσα απόκρισης έκτακτης ανάγκης στο TMC για την παροχή πληροφοριών στα μέσα ενημέρωσης. Η αίθουσα προπόνησης και το σαλόνι/κουζίνα χρησιμοποιούνται επίσης από άλλες ομάδες. Οι σύμβουλοι έχουν χώρο για ανάπτυξη συστήματος.

Οι χειριστές επικοινωνούν με την αποστολή οδικής βοήθειας και παρακολουθούν τις κάμερες και τους ανιχνευτές. Διαθέτουν αυτοκίνητα οδικής βοήθειας καθώς και μοτοσικλέτες για εύκολο ελιγμό μέσω της κυκλοφοριακής συμφόρησης και παρέχουν βενζίνη στους αποκλεισμένους αυτοκινητιστές. Το προσωπικό είναι τόσο από το SNRA όσο και από την πόλη. Τις ώρες αιχμής τα περιπολικά κάνουν 20 χλμ προς κάθε κατεύθυνση έξω από την πόλη.

Το σύστημα σήματος βρίσκεται ακόμα στην πόλη της Στοκχόλμης, αλλά τελικά θα βρίσκεται στο TMC μόλις τεθούν σε λειτουργία όλες οι επικοινωνίες. Οι χειριστές λαμβάνουν 2 μήνες εκπαίδευση και περαιτέρω εκπαίδευση στην εργασία και πρέπει να εργαστούν για τουλάχιστον ένα χρόνο με άλλο χειριστή προτού τους επιτραπεί να εργαστούν μόνοι τους σε βάρδια.

Ο ιστότοπος στη διεύθυνση [www.trafik.nu](http://www.trafik.nu) βασίζεται σε πληροφορίες στο σύστημα υπολογιστών της βάσης δεδομένων και σχεδιάστηκε από την SNRA και την πόλη για να παρέχει αυτοματοποιημένες πληροφορίες. Ένας σύμβουλος δημιούργησε και λειτουργεί τον ιστότοπο.

Το σύστημα θα συμβάλει στην αύξηση της κινητικότητας, στην αύξηση της χωρητικότητας της κυκλοφορίας, στη μείωση του αριθμού των ατυχημάτων και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι τομείς δραστηριότητας περιλαμβάνουν την παρακολούθηση της κυκλοφορίας, τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, τις πληροφορίες κυκλοφορίας, τη διαχείριση και έλεγχο της κυκλοφορίας, τη διαχείριση της οδικής βοήθειας και την επιτήρηση τεχνικών συστημάτων.

Η παρακολούθηση της κυκλοφορίας και η συλλογή δεδομένων πραγματοποιείται σε συνεργασία με την αστυνομία, το SOS Alarm, τις υπηρεσίες διάσωσης, τα μέσα μαζικής μεταφοράς, τους φορείς εμπορικής κυκλοφορίας, τους ραδιοφωνικούς σταθμούς (οδηγίες κυκλοφορίας), την πόλη της Στοκχόλμης και το SNRA. Το σύστημα χρησιμοποιεί κάμερες παρακολούθησης, σύστημα πληροφοριών οδικού καιρού, εξελιγμένα συστήματα σήματος και συστήματα ελέγχου αυτοκινητοδρόμων. Όλα τα δεδομένα υποβάλλονται σε επεξεργασία στο TMC και συντονίζονται, διασφαλίζεται η ποιότητα και προσαρμόζονται σε διαφορετικές ομάδες-στόχους. Στη συνέχεια, τα δεδομένα αποστέλλονται στο ραδιόφωνο παροχής συμβουλών κυκλοφορίας και στο VMS. Δεν υπάρχει κοινή χρήση εικόνων κάμερας.

Η ομάδα οδικής βοήθειας βρίσκεται σε ετοιμότητα για να βοηθήσει σε μικρές βλάβες και με αυτόν τον τρόπο να μειώσει τον αριθμό των διαταραχών στην κυκλοφορία. Η ομάδα διευθύνεται από κοινού από το SNRA, την αστυνομία και την πόλη. Τα οχήματα είναι πλήρως εξοπλισμένα και διαθέτουν επίσης παρακολούθηση GPS και κάμερες.

### **Τεχνολογία για την ανταλλαγή δεδομένων (DATEX)**

Το SNRA έχει υιοθετήσει το DATEX ως πρότυπο ανταλλαγής δεδομένων. Το DATEX αναπτύχθηκε από την επιτροπή CEN (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης) 278. Υπάρχει ένα Memorandum of Understanding (Μνημόνιο Συνεννόησης) (MOU) μεταξύ 11 ευρωπαϊκών χωρών για τη χρήση της DATEX σύμφωνα με αυτά τα πρότυπα (συμπεριλαμβανομένων ορισμένων ιδιωτικών εταιρειών).

Έγινε ένα έργο επίδειξης στη γέφυρα μεταξύ Σουηδίας και Δανίας.

Το DATEX χρησιμοποιήθηκε για τη μεταφορά δεδομένων στο TRISS και επίσης μέσω ενός άλλου κόμβου DATEX μέσω μιας γραμμής ψηφιακού δικτύου ολοκληρωμένων υπηρεσιών προς τη Δανία.

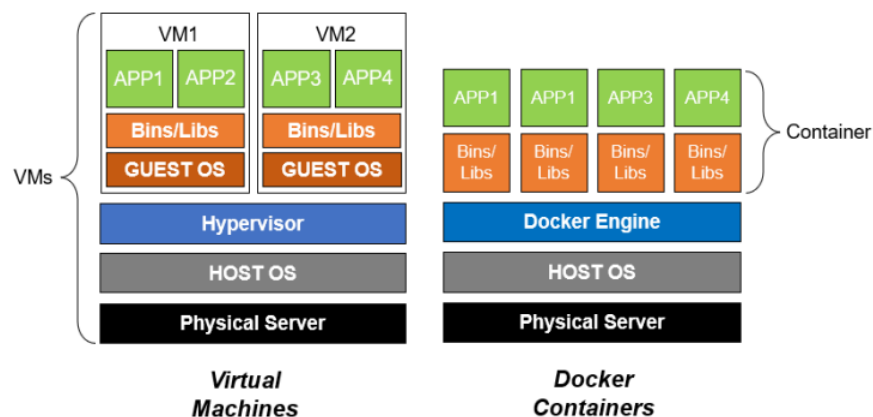
Υπάρχει μια οργάνωση πίσω από το MOU που είναι πολύ ενεργή. Διατηρούνται φόρουμ χρηστών για όλους τους παίκτες στο DATEX. Το Trident Project (EU) θα δείξει πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί το DATEX στο μέλλον.

## 6. Docker και Docker container

### 6.1 Docker container

Το Docker είναι αυτή τη στιγμή η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα container. Επειδή ο Docker τα containers δεν εικονικοποιούν το υλικό, είναι πολύ ελαφρύτερα και πιο γρήγορα. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1, τα container Docker μπορούν να εκτελούνται από μικρές συσκευές σε μεγάλους διακομιστές και κατά μέσο όρο, τα container λειτουργούν 26 φορές πιο γρήγορα από τις εικονικές μηχανές (VM). Σύμφωνα με την έρευνα, περίπου το 25% των οργανισμών έχουν υιοθετήσει την τεχνολογία Docker. Σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν από την DataDog στις αρχές Απριλίου 2018, το ποσοστό των κεντρικών υπολογιστών που εκτελούν το Docker container συνέχισε να αυξάνεται. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε τον Απρίλιο του 2018, το 21% από όλους τους οικοδεσπότες που χρησιμοποιούνται container Docker. Από το 2015, το μερίδιο των πελατών που τρέχουν το Docker έχει αυξάνεται με ρυθμό περίπου 3 έως 5 πόντους ετησίως.

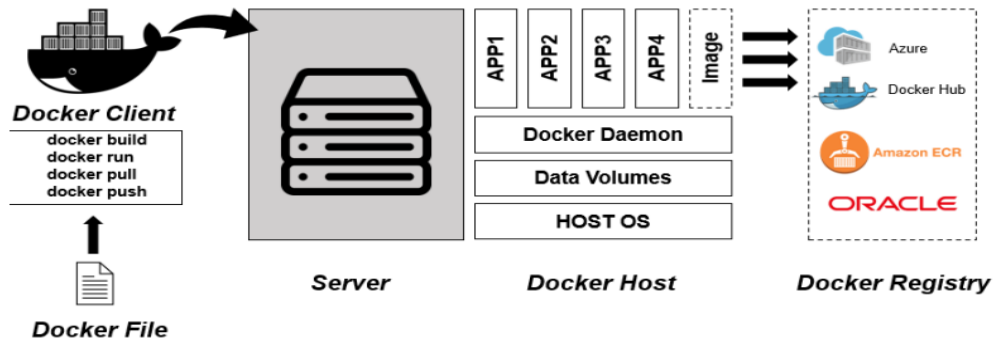
Η έρευνα σημείωσε επίσης ότι τα ποσοστά χρήσης έχουν αυξηθεί καθώς η υποκείμενη υποδομή φιλοξενίας έχει αυξηθεί σε μέγεθος. Μεταξύ των οργανισμών με 1000 ή περισσότερους οικοδεσπότες, το 47% έχει υιοθετήσει την τεχνολογία Docker, ενώ μόνο το 19% έχει λιγότερους από 100 κεντρικούς υπολογιστές. Η έλευση των container Docker παρέχει μια μετάβαση σε μια εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά VM. Πολλές μελέτες έχουν συγκρίνει container και VM που χρησιμοποιούν το Docker ως τεχνολογία container. Τα container χρησιμοποιούν έναν μηχανισμό πυρήνα Linux για την κατανομή πόρων. Όταν δημιουργούμε ένα δοχείο, οποιοσδήποτε χρήστης μπορεί να επιτρέψει την κατανομή πόρων, όπως η διαμόρφωση δικτύου, η CPU, και μνήμη. Αν και οι κατανεμημένοι πόροι μπορούν να προσαρμοστούν δυναμικά, τα container δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν περισσότερους πόρους από τους καθορισμένους.



Εικόνα 1. Εικονικές μηχανές έναντι κοντέινερ

## 6.2 Ορισμός

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2, οι εφαρμογές δημιουργούν, ελέγχουν και διαχειρίζονται container μέσω Docker Daemon (δίκτυο, όγκος δεδομένων, εικόνα και container) του Docker Engine. Αν και το Docker Daemon λειτουργεί στον κεντρικό υπολογιστή, ο χειριστής δεν το κάνει απευθείας με επαφή τον Daemon και ο πελάτης Docker αλληλεπιδρά με τον Daemon μέσω του Docker CLI. Ένα αρχείο Docker είναι ένα αρχείο κειμένου που έχει ρυθμιστεί για τη δημιουργία μιας εικόνας Docker. Χρήση εντολών, εικόνα αρχεία προστίθενται και αντιγράφονται, οι εντολές εκτελούνται και οι θύρες εκτίθενται. Το αρχείο Docker έχει ρυθμιστεί από τη δήλωση εικόνας βάσης για να ξεκινήσει η εντολή διεργασίας. Αρκετοί τύποι εντολών παρέχονται.



Εικόνα 2. Βασικά χαρακτηριστικά του Docker Container

Μετά την ολοκλήρωση της ρύθμισης του αρχείου Docker, ο πελάτης Docker μπορεί να δημιουργήσει μια εικόνα μέσω την εντολή κατασκευής Docker. Μια εφαρμογή που συσκευάζεται ως εικόνα είναι το Docker's Union File Σύστημα, το οποίο είναι ένα σύνολο «στρωμάτων» και αποτελείται από αρχείο και κατάλογο. Οι όγκοι δεδομένων είναι το τμήμα δεδομένων του container και αρχικοποιούνται όταν δημιουργείται το container. Η ένταση μπορεί να διατηρεί και να μοιράζεται δεδομένα container και ακόμη και αν το container καταστραφεί, να ενημερώνεται, ή ξαναχτιστεί, να παραμένει ως έχει. Εάν χρειάζεται να τροποποιηθεί, πρέπει να γίνει απευθείας.

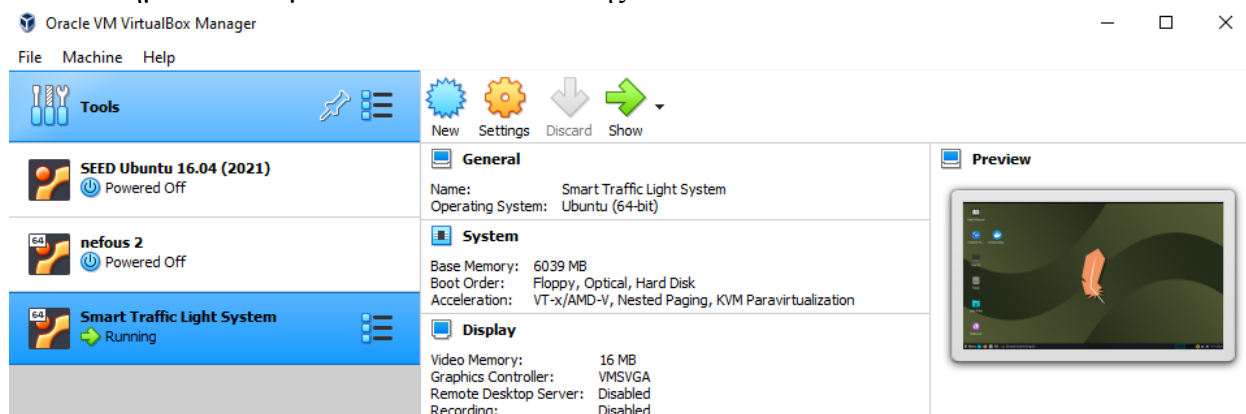
Το Μητρώο Docker είναι ένα open-source-based Apache που βασίζεται σε ανοιχτό κώδικα που αποθηκεύει και διανέμει εικόνες. Είναι εξαιρετικά επεκτάσιμο, παρέχει έλεγχο θέσης αποθήκευσης εικόνας και κατανεμημένη διοχέτευση και μπορεί να ενσωματωθεί με ροές εργασιών τοπικής ανάπτυξης. Οι χρήστες μπορούν να ορίσουν να δημιουργήσουν το δικό τους μητρώο ή ένα φιλοξενούμενο, όπως το Docker Hub, το Amazon ECR, το Oracle container registry ή Μητρώο container Azure.

Ένα Docker Container μπορεί να θεωρηθεί ένα παράδειγμα εκτέλεσης εικόνας που περιέχει όλα στοιχεία, όπως το λειτουργικό σύστημα, ο πηγαίος κώδικας ανάπτυξης, ο χρόνος εκτέλεσης, το σύστημα lib και το δυαδικό σύστημα που απαιτείται για την εκτέλεση μιας εφαρμογής συσκευασμένης ως εικόνα. Οι λύσεις που βασίζονται σε ανοιχτό κώδικα είναι εγκατεστημένο και συνδεδεμένο για τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος ανάπτυξης cloud (υλοποίηση DevOps)

Η τεχνολογία container χρησιμοποιείται κυρίως για την εκτέλεση προγραμμάτων στο παρασκήνιο χωρίς γραφικό περιβάλλον χρήστη (GUI). Ωστόσο, πολλές εφαρμογές απαιτούν υποστήριξη GUI για να ενεργοποιήσουμε την αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Για το εργαλείο Visualizer για το Docker Swarm, υπάρχει ένα έργο διαθέσιμο στο Github, το Docker Swarm Visualizer. Αυτό το έργο είναι ορατό στον χρήστη του container κεντρικού υπολογιστή. Ωστόσο, δεν παρέχει πληροφορίες για την επικάλυψη δικτύων. Το Docker εφαρμόζει μια κακή προσέγγιση παρακολούθησης πλατφόρμας. Από προεπιλογή, ο μόνος τύπος λύσης παρακολούθησης που παρέχει το Docker είναι η εντολή stat. Αυτό είναι κατάλληλο μόνο εάν χρειάζονται εξαιρετικά βασικές πληροφορίες για τα εμπορευματοκιβώτια, όχι προηγμένη παρακολούθηση.

### 6.3 Δημιουργία Docker στο σύστημα

Πριν ξεκινήσουμε να επισημάνουμε ότι δημιουργήσαμε, εγκαταστήσαμε και τρέξαμε το Docker στο σύστημα Ubuntu μέσω Virtual Machine της VirtualBox.



Για να μπορέσουμε να εγκαταστήσουμε το Docker Engine, πρέπει πρώτα να βεβαιωθούμε ότι έχουν απεγκατασταθεί τυχόν πακέτα σε διένεξη. Οι συντηρητές Distro παρέχουν ανεπίσημες διανομές πακέτων Docker στο APT. Πρέπει να απεγκαταστήσουμε αυτά τα πακέτα για να εγκαταστήσουμε την επίσημη έκδοση του Docker Engine. Επιπλέον, το Docker Engine εξαρτάται από το container και το runc. Το Docker Engine ομαδοποιεί αυτές τις εξαρτήσεις ως ένα πακέτο: containerd.io. Εάν έχουμε εγκαταστήσει το container ή το runc προηγουμένως, το κάνουμε απεγκατάσταση τα για να αποφύγουμε διενέξεις με τις εκδόσεις που συνοδεύουν το Docker Engine.



Τρέξαμε την παρακάτω εντολή:

```
Monday 03 July 2023, 11:27:02
Memory Usage: 878/5837MB (15.04%)
Disk Usage: 6/217GB (3%)
Support - https://www.linuxliteos.com/forums/ (Right click, Open Link)
osboxes ~ for pkg in docker.io docker-doc docker-compose podman-docker containerd runc; do sudo apt-get remove $pkg; done
```

Το `apt-get` ενδέχεται να αναφέρει ότι δεν έχουμε εγκαταστήσει κανένα από αυτά τα πακέτα.

Πριν εγκαταστήσουμε το Docker Engine για πρώτη φορά σε ένα νέο κεντρικό μηχάνημα, πρέπει να ρυθμίσουμε το αποθετήριο Docker. Στη συνέχεια, μπορούμε να εγκαταστήσουμε και να ενημερώσουμε το Docker από το αποθετήριο.

Ενημερώνουμε το apt package index και εγκαθιστούμε τα πακέτα για να επιτρέψουμε στην apt να χρησιμοποιεί ένα χώρο αποθήκευσης μέσω HTTPS:

```
osboxes ~ sudo apt-get update
Hit:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease
Hit:2 http://archive.canonical.com/ubuntu focal InRelease
Hit:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Hit:4 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease
Hit:5 http://repo.linuxliteos.com/linuxlite emerald InRelease
Hit:6 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease
Reading package lists... Done

osboxes ~ sudo apt-get install ca-certificates curl gnupg
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  dirmngr gnupg-l10n gnupg-utils gpg gpg-agent gpg-wks-client gpg-wks-server
  gpgconf gpgsm gpgv libcurl4
Suggested packages:
  tor parcimonie xloadimage scd daemon
The following packages will be upgraded:
  ca-certificates curl dirmngr gnupg gnupg-l10n gnupg-utils gpg gpg-agent
  gpg-wks-client gpg-wks-server gpgconf gpgsm gpgv libcurl4
14 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 486 not upgraded.
Need to get 3112 kB of archives.
After this operation, 20.5 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n]
```

Προσθέτουμε το επίσημο κλειδί GPG του Docker:

```
0 added, 0 removed; done.
Running hooks in /etc/ca-certificates/update.d...
done.
osboxes ~ sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
osboxes ~ curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg | sudo gpg
osboxes ~ g --dearmor -o /etc/apt/keyrings/docker.gpg
osboxes ~ sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.gpg
```

Χρησιμοποιούμε την ακόλουθη εντολή για να ρυθίσουμε το αποθετήριο(repository):

```
echo \  
"deb [arch="$(dpkg --print-architecture)" signed-  
by=/etc/apt/keyrings/docker.gpg] https://download.docker.com/linux/ubuntu \  
"$(. /etc/os-release && echo "$VERSION_CODENAME")" stable" | \  
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null
```

## Install Docker Engine

Κάνουμε update to apt package index:

```
osboxes ~ sudo apt-get update  
Get:1 https://download.docker.com/linux/ubuntu focal InRelease [57.7 kB]  
Get:2 https://download.docker.com/linux/ubuntu focal/stable amd64 Packages [30.3  
kB]  
Hit:3 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease  
Hit:4 http://archive.canonical.com/ubuntu focal InRelease  
Hit:5 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease  
Hit:6 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease  
Hit:7 http://repo.linuxliteos.com/linuxlite emerald InRelease  
Hit:8 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease  
Fetched 88.0 kB in 1s (94.6 kB/s)  
Reading package lists... Done
```

Για να κάνουμε install το τελευταίο version κάνουμε:

```
osboxes ~ sudo apt-get install docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker  
-buildx-plugin docker-compose-plugin  
Reading package lists... Done
```

Για να βεβαιωθούμε ότι η εγκατάσταση του Docker Engine είναι επιτυχής εκτελούμε το image hello-world.

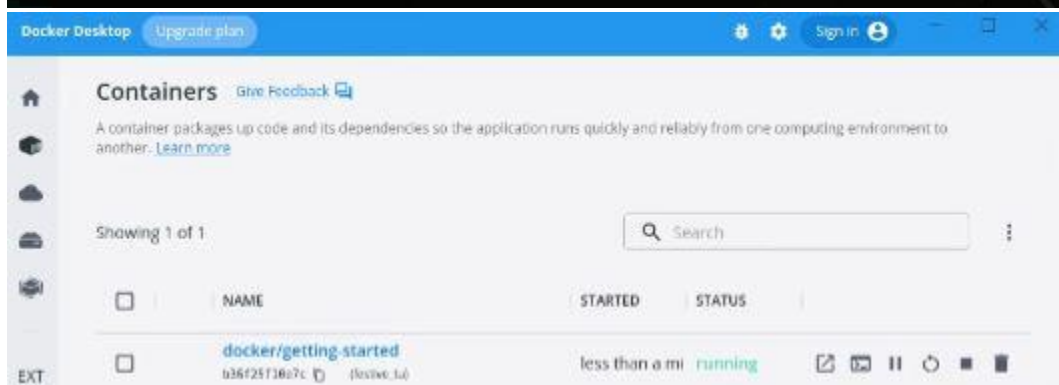
```
osboxes ~ sudo docker run hello-world  
Unable to find image 'hello-world:latest' locally  
latest: Pulling from library/hello-world  
719385e32844: Pull complete  
Digest: sha256:a13ec89cdf897b3e551bd9f89d499db6ff3a7f44c5b9eb8bca40da20eb4ea1fa  
Status: Downloaded newer image for hello-world:latest  
Hello from Docker!  
This message shows that your installation appears to be working correctly.  
To generate this message, Docker took the following steps:  
1. The Docker client contacted the Docker daemon.  
2. The Docker daemon pulled the "hello-world" image from the Docker Hub.  
3. The Docker daemon created a new container from that image which runs the  
executable that produces the output you are currently reading.  
4. The Docker daemon streamed that output to the Docker client, which sent it  
to your terminal.  
To try something more ambitious, you can run an Ubuntu container with:  
$ docker run -it ubuntu bash  
Share images, automate workflows, and more with a free Docker ID:  
https://hub.docker.com/ Docker on Ubuntu server  
For more examples and ideas, visit:  
https://docs.docker.com/get-started/  
osboxes ~ Contents
```

Αυτή η εντολή κατεβάζει ένα δοκιμαστικό image και την εκτελεί σε ένα container. Όταν το container εκτελείται, εκτυπώνει ένα μήνυμα επιβεβαίωσης και εξέρχεται.

Έχουμε πλέον εγκαταστήσει και εκκινήσει με επιτυχία το Docker Engine.

## 6.4 Υλοποίηση και Αποτελέσματα container

Στην αρχή παρατηρούμε ότι το μέρος που αποθηκεύονται τα containers είναι άδειο. Οπότε πάμε να προσθέσουμε το πρώτο μας container κάνοντας copy paste την παρακάτω εντολή:



Παρατηρούμε ότι με την εντολή αυτή προσθέσαμε τον πρώτο μας container.

Τώρα θα τρέξουμε την εντολή:

```
PS C:\WINDOWS\system32> docker images
REPOSITORY TAG IMAGE ID CREATED SIZE
PS C:\WINDOWS\system32> docker run hello-world
```

Παρατηρούμε ότι όταν τρέξαμε την εντολή “docker images” δεν μας έβγαλε τίποτα. Πράγμα φυσιολογικό καθώς θα πάμε τώρα να το γεμίσουμε. Η εντολή “docker hello-world είναι η πιο συνηθισμένη και η πιο απλή με το που έχουμε κάνει install το docker.

Επίσης για χάρην ευκολίας οι εντολές αυτές πραγματοποιήθηκαν σε windows στο προσωπικό μου PC καθώς επιθυμούμε να δείξουμε την υλοποίηση του docker τόσο σε περιβάλλον Linux όσο και σε περιβάλλον windows.

Στη συνέχεια θα δούμε πάλι τα images μας αλλή αυτή τη φορά θα παρατηρήσουμε ότι έχει προσθεθεί το image του hello-world που προδημιουργήσαμε και συνεπώς το έχουμε στο repository:

```
PS C:\WINDOWS\system32> docker images
REPOSITORY TAG IMAGE ID CREATED SIZE
hello-world latest 9c7a54a9a43c 2 months ago 13.3kB
```

Τώρα θα τρέξουμε την εντολή pull και θα εξηγήσουμε τι κάνει:

```
PS C:\WINDOWS\system32> docker pull ubuntu
Using default tag: latest
latest: Pulling from library/ubuntu
3153aa388d02: Pull complete
Digest: sha256:0bced47fffa3361afa981854fcabcd4577cd43cebbb808cea2b1f33a3dd7f508
Status: Downloaded newer image for ubuntu:latest
docker.io/library/ubuntu:latest

What's Next?
View summary of image vulnerabilities and recommendations → docker scout quickview ubuntu
```

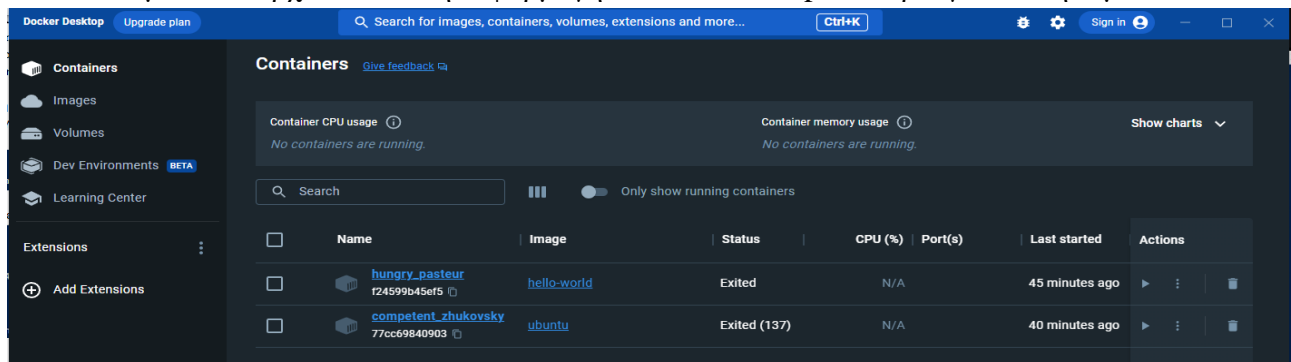
Θα κάνουμε run το image που μόλις δημιουργήσαμε για να δημιουργήσουμε ένα container από το image αυτό. Άρα ηδού το container του Ubuntu:

```
PS C:\WINDOWS\system32> docker run -it -d ubuntu
77cc6984090332d96880e755681e234d7364a31c40d891078d8f1292bd41f370
```

Η επόμενη εντολή “docker ps -a” μας επιτρέπει να δούμε όλα τα containers:

```
PS C:\WINDOWS\system32> docker ps -a
CONTAINER ID IMAGE COMMAND CREATED STATUS PORTS NAMES
77cc69840903 ubuntu "/bin/bash" 17 seconds ago Up 16 seconds competent_zhukovsky
f24599b45ef5 hello-world "/hello" 5 minutes ago Exited (0) 5 minutes ago hungry_pasteur
```

Για να δούμε αν υπάρχουν και στην εφαρμογή Docker Desktop που προεγκαταστήσαμε:



Παρατηρούμε ότι και τα δύο containers που δημιουργήσαμε είναι εδώ. Από εδώ και πέρα όταν τρέχουμε ένα image θα τρέχει σαν container. Πάμε να δούμε τι εννοούμε:

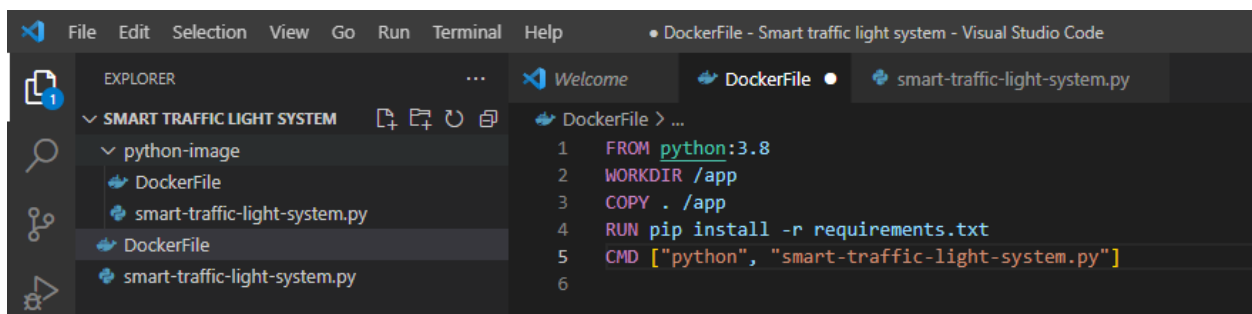
```
PS C:\WINDOWS\system32> docker exec -it 77cc69840903 bash
```

Με την παραπάνω εντολή κάνουμε access στον container που επιθυμούμε. Στη συγκεκριμένη περίπτωση τον container που ονομάσαμε Ubuntu χρησιμοποιώντας τον container id του.

```
root@77cc69840903:/# echo hello
hello
root@77cc69840903:/# exit
exit
PS C:\WINDOWS\system32> docker stop 77cc69840903
77cc69840903
PS C:\WINDOWS\system32>
```

Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να φτιάξουμε τον δικό μας κώδικα σε python που θα υλοποιεί ένα smart traffic light system με επιτυχία.

## Βήμα 1<sup>ο</sup>: Δημιουργία ενός Dockerfile



Χρησιμοποιήσαμε το Visual Studio των Windows για να φτιάξουμε τόσο το Dockerfile όσο και τον κώδικά μας σε γλώσσα προγραμματισμού python.

## Βήμα 2<sup>ο</sup>: Δημιουργία ενός “traffic light simulation.py” αρχείου

```
DockerFile smart-traffic-light-system.py X
smart-traffic-light-system.py > ...
1 import time
2 import random
3
4 GREEN_DURATION = 10
5 YELLOW_DURATION = 2
6 RED_DURATION = 10
7 AMBU_Lights_DURATION = 5 # Διάρκεια για τα φώτα ασθενοφόρου (δευτερόλεπτα)
8
9 # Αρχικοποίηση της αρχικής κατάστασης των φαναριών
10 north_south_state = "green"
11 east_west_state = "red"
12
13 # Αρχικοποίηση κατάσταση ασθενοφόρου και timer
14 ambulance_state = "off"
15 ambulance_timer = 0
16
17 # Αρχικοποίηση variables για collision detection
18 collision_detection_enabled = True
19 collision_threshold = 2 # Προσαρμόζουμε όπως χρειάζεται
20 collision_timer = 0
21
22 while True:
23     if ambulance_state == "on":
24         # Το ασθενοφόρο είναι ενεργό, δώσε προτεραιότητα
25         north_south_state = "red"
26         east_west_state = "red"
27         ambulance_timer -= 1
28         if ambulance_timer <= 0:
29             ambulance_state = "off"
30     else:
31         # Κανονική ροή κίνησης
32         print(f"North-South: {north_south_state} light")
33         print(f"East-West: {east_west_state} light")
34
35         time.sleep(GREEN_DURATION)
36
37         if north_south_state == "green":
38             north_south_state = "yellow"
39             east_west_state = "red"
40         else:
41             north_south_state = "red"
42             east_west_state = "green"
```

```

43
44     print(f"North-South: {north_south_state} light")
45     print(f"East-West: {east_west_state} light")
46
47     time.sleep(YELLOW_DURATION)
48
49     north_south_state = "red"
50     east_west_state = "red"
51
52     if collision_detection_enabled:
53         # Προσομοίωση κίνησης και ελέγχουμε για collisions
54         collision_timer += 1
55         if collision_timer >= collision_threshold:
56             # Πιθανό collision εντοπίστηκε, ενεργοποίηση κόκκινων φαναριών
57             north_south_state = "red"
58             east_west_state = "red"
59             collision_timer = 0
60             print("Potential collision detected! Red lights activated.")
61
62     # Έλεγχος για σήμα ασθενοφόρου
63     if input("Ambulance approaching? (y/n): ").strip().lower() == "y":
64         ambulance_state = "on"
65         ambulance_timer = AMBU_Lights_DURATION
66
67     # Προσομοίωση τυχαίας κατάστασης κίνησης (προσαρμόζουμε όπως χρειάζεται)
68     if random.random() < 0.05:
69         collision_timer = 0 # Επανεκκινούμε το collision timer
70

```

Ο κώδικας αυτός τρέχει με επιτυχία και τα αποτελέσματα είναι τα παρακάτω:

```

PROBLEMS  OUTPUT  DEBUG CONSOLE  TERMINAL  PORTS

Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Try the new cross-platform PowerShell https://aka.ms/pscore6

PS D:\My Documents\Διπλωματική Εργασία\Smart traffic light system> python n:\python-2023.16.0\pythonFiles\lib\python\debugpy\adapter\..\..\st
stem.py
North-South: green light
East-West: red light
North-South: yellow light
East-West: red light
Ambulance approaching? (y/n): n
North-South: red light
East-West: red light
North-South: red light
East-West: green light
Potential collision detected! Red lights activated.
Ambulance approaching? (y/n): y
Ambulance approaching? (y/n): y
Potential collision detected! Red lights activated.
Ambulance approaching? (y/n): n
Ambulance approaching? (y/n): n
Potential collision detected! Red lights activated.
Ambulance approaching? (y/n): 

```

- Τα φανάρια για την κατεύθυνση Βορρά-Νότου ξεκινούν με πράσινο χρώμα και τα φώτα για την κατεύθυνση Ανατολή-Δύση ξεκινούν με κόκκινο χρώμα.
- Το σενάριο εναλλάσσεται σε πράσινες, κίτρινες και κόκκινες καταστάσεις και για τις δύο κατευθύνσεις.
- Μετά από μια καθορισμένη διάρκεια πράσινου φωτός, μεταβαίνει σε κίτρινα φώτα και για τις δύο κατευθύνσεις, υποδεικνύοντας ότι τα φώτα πρόκειται να αλλάξουν.
- Στη συνέχεια, αλλάζει σε κόκκινα φώτα και για τις δύο κατευθύνσεις και περιμένει για την καθορισμένη διάρκεια του κόκκινου φωτός πριν ξεκινήσει ξανά τον κύκλο.

Import Modules: Ο κώδικας ξεκινάει εισάγοντας τις χρονικές και τυχαίες μονάδες, οι οποίες χρησιμοποιούνται για συναρτήσεις που σχετίζονται με το χρόνο και προσομοιώσεις τυχαίας κυκλοφορίας.

Constants: Ορίζονται αρκετές σταθερές στην αρχή του κώδικα για να καθορίσουν τις διάρκειες για διαφορετικές φάσεις των φωτεινών σηματοδοτών:

GREEN\_DURATION: Διάρκεια της φάσης του πράσινου φωτός σε δευτερόλεπτα.

YELLOW\_DURATION: Διάρκεια της φάσης του κίτρινου φωτός σε δευτερόλεπτα.

RED\_DURATION: Διάρκεια φάσης κόκκινου φωτός σε δευτερόλεπτα.

AMBU\_Lights\_DURATION: Διάρκεια για τα φώτα ασθενοφόρου σε δευτερόλεπτα.

Αρχικοποίηση: Ο κώδικας προετοιμάζει διάφορες μεταβλητές για τη διαχείριση της κατάστασης των φαναριών, του ασθενοφόρου και του συστήματος ανίχνευσης σύγκρουσης.

“north\_south\_state” και “east\_west\_state”: Μεταβλητές για την παρακολούθηση της κατάστασης των φωτεινών σηματοδοτών για τις κατευθύνσεις βορρά-νότου και ανατολής-δύσης, αντίστοιχα.

ambulance\_state: Υποδεικνύει εάν ένα ασθενοφόρο πλησιάζει αυτήν τη στιγμή ("on") ή όχι ("off").

ambulance\_timer: Ένα χρονόμετρο αντίστροφης μέτρησης για τη διάρκεια των φώτων ασθενοφόρου.

collision\_detection\_enabled: Μια σημαία για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση του εντοπισμού σύγκρουσης.

collision\_threshold: Μια παράμετρος που καθορίζει πόσο συχνά ελέγχεται η ανίχνευση σύγκρουσης.

collision\_timer: Ένα χρονόμετρο για να παρακολουθούμε την ώρα από τον τελευταίο έλεγχο σύγκρουσης.

Κύριος βρόχος: Το πρόγραμμα εισάγει έναν άπειρο βρόχο (ενώ True) για να προσομοιώσει τις τρέχουσες συνθήκες κυκλοφορίας.



Χειρισμός προτεραιότητας ασθενοφόρου:

Εάν ένα ασθενοφόρο είναι ενεργό (`ambulance_state == "on"`), δίνει προτεραιότητα στο ασθενοφόρο ανάβοντας όλα τα φανάρια σε κόκκινο. Ο χρονοδιακόπτης ασθενοφόρου μετρά αντίστροφα και όταν φτάσει στο μηδέν, η κατάσταση του ασθενοφόρου τίθεται σε "off".

### **Βήμα 3<sup>ο</sup>: Build το Docker Image και Run τον Docker Container**

Χτίζουμε τον Docker Image χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εντολή:

```
PS C:\Users\niafa> docker build -t traffic-light-simulation .  
[+] Building 0.1s (2/2) FINISHED
```

Μετά την επιτυχή δημιουργία του image, εκτελούμε ένα Docker container που βασίζεται σε αυτό το image χρησιμοποιώντας αυτήν την εντολή:

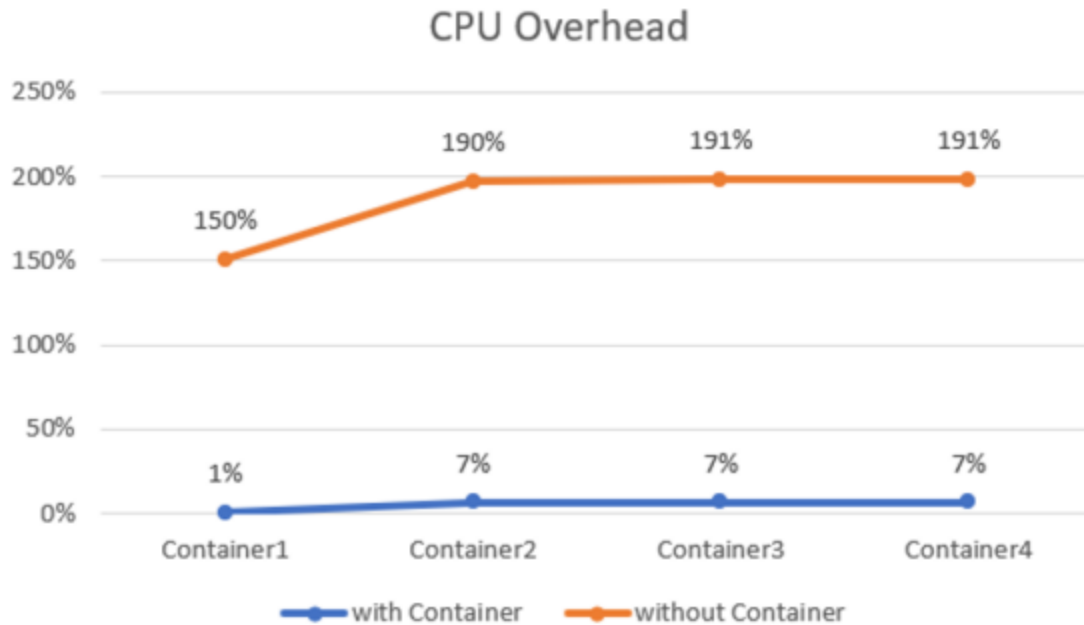
```
PS C:\Users\niafa> docker run -d traffic-light-simulation
```

Το σενάριο προσομοίωσης φαναριού θα εκτελείται τώρα μέσα σε ένα Docker container και μπορούμε να το παρακολουθούμε χρησιμοποιώντας τις εντολές Docker. Εάν χρειάζεται να κάνουμε αλλαγές στο σενάριο, απλώς επεξεργαζόμαστε το αρχείο `traffic_light_simulation.py`, δημιουργούμε ξανά το Docker image χρησιμοποιώντας την έκδοση `docker` και επανεκκινούμε το container με το `docker run`.

## **6.5 Αποτελέσματα**

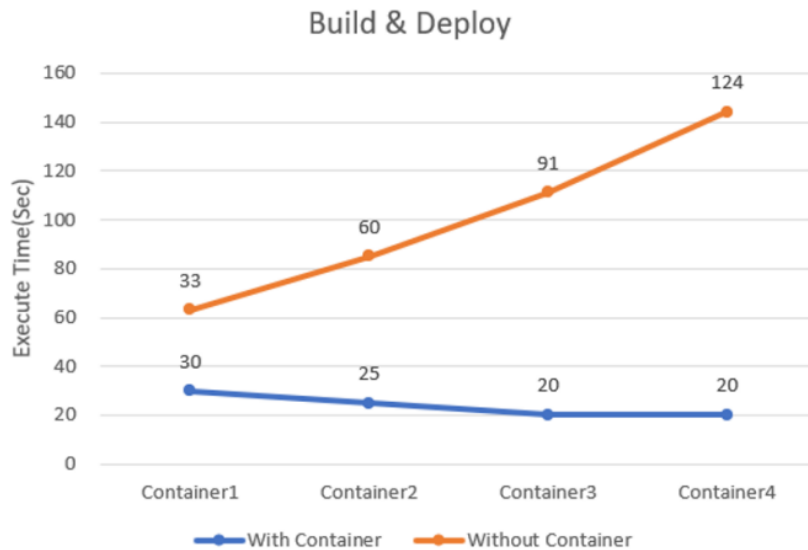
Η απόδοση του συστήματος δοκιμάστηκε χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή μηχανικής μάθησης. Η απόδοση του συστήματος ελέγχθηκε κάτω από διάφορα φορτία με και χωρίς τη χρήση εφαρμογών εκμάθησης `Docker.Machine-Learning` εφαρμογές και τα δοχεία μετρήθηκαν επεκτείνοντας τον αριθμό των κοντέινερ από ένα ελάχιστο σε τέσσερα το μέγιστο. Αυτές οι μετρήσεις περιελάμβαναν τη χρήση μνήμης κοντέινερ εφαρμογής, χρόνος εκτέλεσης εφαρμογής, χρήση μνήμης κατά τη διάρκεια εκτέλεση και μπλοκ I/O δικτύου. Η αναλογία των κεφαλών ανά container με και χωρίς τη χρήση του Docker εμφανίζονται και επαληθεύονται.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 4, όταν το Docker Container δεν χρησιμοποιείται, η επιβάρυνση της CPU μειώνεται από το ελάχιστο 150% στο μέγιστο 191%, και όταν το Docker Container χρησιμοποιείται, η βέλτιστη απόδοση αυξάνεται από το ελάχιστο 1% στο μέγιστο 7%. Αυτό δείχνει ότι το Docker Container μπορεί να χειριστεί ένα φορτίο ενώ μειώνει τη χρήση της CPU, επιτρέποντας τη συσκευή να λειτουργεί βέλτιστα χωρίς απώλειες.



**Εικόνα 4. Οι αναπαραστάσεις γραφημάτων της επιβάρυνσης της CPU και της χρήσης της CPU με και χωρίς Docker.**

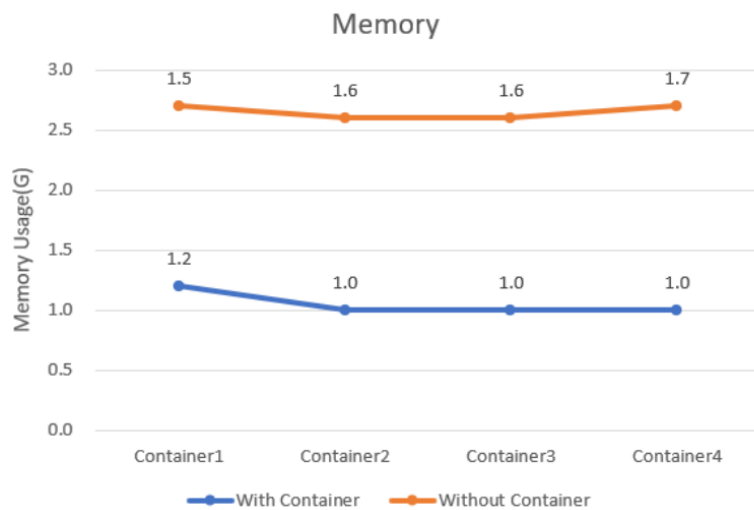
Όπως φαίνεται στην Εικόνα 5, όταν το Docker Container δεν χρησιμοποιείται, ο χρόνος εκτέλεσης αυξήθηκε από 33s στην περίπτωση ενός δοχείου σε 124s στην περίπτωση τεσσάρων, ενώ όταν χρησιμοποιείται Docker Container, ο χρόνος εκτέλεσης είναι 30 δευτερόλεπτα για ένα κοντέινερ, το οποίο δε διαφέρει πολύ από την περίπτωση που δεν χρησιμοποιήθηκε το Docker Container. Ωστόσο, κατά την επέκταση των αριθμών των δοχείων σε τέσσερα, τα εξαιρετικά αποτελέσματα μετρήθηκαν με αξιοσημείωτη διαφορά από τότε που δεν χρησιμοποιήθηκε το Docker Container. Αποδείχθηκε ότι η εκτέλεση εφαρμογών σε ένα ελαφρύ περιβάλλον εικονικοποίησης που βασίζεται σε Docker Container είναι αποτελεσματικό από την άποψη του χρόνου όσο και του κόστους.



**Εικόνα 5. Οι αναπαραστάσεις γραφήματος των χρόνων εκτέλεσης για builds και deployments με και χωρίς Docker.**

Η Εικόνα 6 επιβεβαιώνει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά όσον αφορά τη χρήση της μνήμης. Ωστόσο, επαληθεύτηκε ότι ο ρυθμός χρήσης μνήμης στο τμήμα αθροιστικής εκτέλεσης—παρόμοιο με το χρόνο εκτέλεσης—εμφανίζει ένα σταδιακά σταθερό ρυθμό χρήσης όταν το Docker Container χρησιμοποιείται. Το container έχει πολύ πιο ελαφριά λειτουργία από την υπάρχουσα τεχνολογία εικονικοποίησης, μοιράζεται τον πυρήνα του λειτουργικού συστήματος και χρησιμοποιεί σημαντικά λιγότερη μνήμη. Αυτό πιστεύεται ότι οφείλεται στο γεγονός ότι η ομάδα λειτουργίας πληροφορικής διαχειρίζεται μεγάλο αριθμό συστημάτων, κάτι που έχει πολλά πλεονεκτήματα επειδή χρησιμοποιεί πόρους σε μια μονάδα με πολύ λιγότερη χρήση μνήμης.

Κατασκευάσαμε ένα πρωτότυπο ενός συστήματος επιθεώρησης pass/fail μηχανικής εκμάθησης που βασίζεται σε Docker Container σε έναν διακομιστή cloud και ένα σύστημα παρακολούθησης που βασίζεται σε βάση δεδομένων για τα Docker containers. Όλες οι εργασίες μας είναι ανοιχτού κώδικα και μπορούν εύκολα να εφαρμοστούν. ως εκ τούτου, αυτό αναμένεται ότι τα εμπόδια εισόδου για τις μεταποιητικές εταιρείες που υποβάλλονται σε ψηφιακούς μετασχηματισμούς θα μειωθούν. Επιπλέον, θα είναι δυνατή η παροχή εξατομικευμένων εφαρμογών σύμφωνα με τις ιδιαίτερες συνθήκες της κάθε εταιρείας μέσω microservices παρά την υπάρχουσα μονολιθική δομή για τις απαραίτητες λειτουργίες. Αποτελέσματα παρακολούθησης επιβεβαίωσαν επίσης την απόδοση διαχείρισης πόρων υψηλού επιπέδου των Docker container.



**Εικόνα 6. Το γράφημα αναπαριστά τη χρήση μνήμης με και χωρίς Docker.**

### **Συμπεράσματα.**

Προτείνουμε ένα σύστημα επιθεώρησης ανίχνευσης Docker Container βελτιστοποιημένο για εκπαίδευση και εκτέλεση μοντέλων μηχανικής μάθησης σε περιβάλλον cloud. Με αυτοματοποιημένη κατασκευή περιβάλλοντος λογισμικού ανοιχτού κώδικα, οι χρήστες μπορούν εύκολα να προσαρμόσουν τη μηχανική μάθηση, να δημιουργήσουν και να αναπτύξουν Docker container και να αποκτήσουν γρήγορα τα αποτελέσματα. Το μέρος παρακολούθησης - η οποία είναι μια αδυναμία της τεχνολογίας container—μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει το DataDog για την παρακολούθηση της υγείας των πόρων του container και του διακομιστή cloud σε πραγματικό χρόνο.

Μέσα από την έρευνά μας αναμένεται ότι το σύστημα επιθεώρησης ελαττωμάτων που βασίζεται σε μηχανική εκμάθηση container cloud θα επιταχύνει τον ψηφιακό μετασχηματισμό των μικρομεσαίων κατασκευαστών και θα συμβάλουν στη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών με την κατασκευή εφαρμογών container. Επιπλέον, θα βοηθήσει πολύ στην πρόβλεψη ανωμαλιών του εξοπλισμού και στη διαχείριση του κύκλου ζωής του εμπορευματοκιβωτίου μέσω εργαλείων και οπτικοποιήσεων παρακολούθησης container που βασίζονται σε ανοιχτό κώδικα. Σε πραγματικό χρόνο ο δέκτης δεδομένων μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα πραγματικό εργοστάσιο εάν υπάρχουν μελλοντικές αρχιτεκτονικές εξελίξεις εφαρμοσμένες.

Επιπλέον, φαίνεται ότι η αρχιτεκτονική μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω με τη σύνδεση του dashboard Grafana για ενίσχυση της παρακολούθησης, βελτίωση της ποιότητας της υπηρεσίας container μέσω μιας ενορχήστρωσης Docker, και να αυξήσει την ανάπτυξη και τη λειτουργική αποτελεσματικότητα μέσω της ενοποίησης GitHub.

## 7. Βιβλιογραφία

- [1] <https://aws.amazon.com/what-is/virtualization/#:~:text=Virtualization%20is%20technology%20that%20you,on%20a%20single%20physical%20machine.>
- [2] <https://www.analyticssteps.com/blogs/what-virtualization-cloud-computing-characteristics-benefits>
- [3] <https://www.javatpoint.com/virtualization-in-cloud-computing>
- [4] <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/container-based-virtualization>
- [5] <https://www.techtarget.com/searchitoperations/definition/container-containerization-or-container-based-virtualization>
- [6] <https://insights.sei.cmu.edu/blog/virtualization-via-containers/>
- [7] <https://cloud.google.com/learn/what-is-microservices-architecture#:~:text=A%20microservices%20architecture%20is%20a,architecture%20diagrams%20and%20services%20independently.>
- [8] [https://circleci.com/blog/soa-vs-microservices/?utm\\_source=google&utm\\_medium=sem&utm\\_campaign=sem-google-dg--emea-en-dsa-maxConv-auth-nb&utm\\_term=g\\_c\\_dsa\\_&utm\\_content=&gclid=CjwKCAiA\\_vKeBhAdEiwAFb\\_nrdJePCmQrm3nfvR\\_C6-DIRjbsN\\_TGr0fonewbJmOrXvF-QJf2PBOaRoCJFAQAvD\\_BwE](https://circleci.com/blog/soa-vs-microservices/?utm_source=google&utm_medium=sem&utm_campaign=sem-google-dg--emea-en-dsa-maxConv-auth-nb&utm_term=g_c_dsa_&utm_content=&gclid=CjwKCAiA_vKeBhAdEiwAFb_nrdJePCmQrm3nfvR_C6-DIRjbsN_TGr0fonewbJmOrXvF-QJf2PBOaRoCJFAQAvD_BwE)
- [9] <https://www.netapp.com/knowledge-center/what-are-microservices/>
- [10] <https://aws.amazon.com/microservices/>
- [11] <https://intellias.com/smart-traffic-signals/>
- [12] [https://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_traffic\\_light](https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_traffic_light)
- [13] <https://link.springer.com/article/10.1007/s13369-019-03913-8>
- [14] <https://www.gtt.com/project/evp-study/>
- [15] <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/2/508>
- [16] <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://hal.science/hal-01788501/document>
- [17] [https://www.researchgate.net/publication/361748291\\_Design\\_and\\_Implementation\\_of\\_Cloud\\_Docker\\_Application\\_Architecture\\_Based\\_on\\_Machine\\_Learning\\_in\\_Container\\_Management\\_for\\_Smart\\_Manufacturing](https://www.researchgate.net/publication/361748291_Design_and_Implementation_of_Cloud_Docker_Application_Architecture_Based_on_Machine_Learning_in_Container_Management_for_Smart_Manufacturing)
- [18] <https://news.siemens.co.uk/news/siemens-introduces-latest-cloud-based-traffic-management-solution>
- [19] <https://www.goodfirms.co/transportation-management-software/blog/best-free-open-source-transportation-management-software>
- [20] <https://uk.yunextraffic.com/portfolio/traffic-management-systems/stratos/>
- [21] <https://trafficcontrol.apache.org/>
- [22] <https://www.telegra-europe.com/advanced-traffic-management-system-software>
- [23] <https://www.libelium.com/libeliumworld/success-stories/traffic-and-road-conditions-monitoring-in-malaga/>

[24] <https://www.roadtraffic-technology.com/projects/athens-traffic-management/>

[25] chrome-

extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/235049739.pdf

[26] <https://press.siemens.com/global/en/feature/100-years-traffic-light>

[27] <https://international.fhwa.dot.gov/travelinfo/stockholm.cfm>