

ΔΕΣΜΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**3Η ΗΜΕΡΙΔΑ ΠΡΑΞΗΣ Step2Smart
Παρασκευή 4/12/2020**

**«Οφέλη και πλεονεκτήματα από τη λειτουργία του Πιλοτικού συστήματος
πληροφόρησης και φωτεινής σηματοδότησης στο Δήμο Χανίων»**

**ΘΑΝΑΣΗΣ ΤΣΙΑΝΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ – ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΟΣ Ε.Μ.Π.
ΤΣΙΑΝΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ
ΑΤΕΜ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Ε.**

Υλοποίηση της Πράξης Step2Smart στον Δήμο Χανίων

Σε συνέχεια της εφαρμογής από τον Δήμο Χανίων του πιλοτικού Συστήματος Πληροφόρησης και Φωτεινής σηματοδότησης πραγματοποιήθηκε από το Γραφείο ΤΣΙΑΝΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ αξιολόγηση της πιλοτικής εφαρμογής.

Η αξιολόγηση αφορά στα παρακάτω επιμέρους συστήματα:

- 1. Σύστημα Επενεργούμενης Φωτεινής Σηματοδότησης από την κυκλοφορία και τους ρύπους.** Προγράμματα σηματοδότησης με και χωρίς επενέργεια από την κυκλοφορία. Επενέργεια με βάση τους αισθητήρες των ρύπων.
- 2. Σύστημα Bluetooth και Wi-Fi αισθητήρων (για την καταγραφή των διερχόμενων οδηγών και επιβατών).**
- 3. Σύστημα πληροφόρησης μέσω πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων.**

Υλοποίηση της Πράξης Step2Smart στον Δήμο Χανίων

Σκοπός της αξιολόγησης αποτελεί:

- η διερεύνηση της επίτευξης των στόχων του προγράμματος **Step2Smart**
- η συνεισφορά στην λήψη αποφάσεων επέκτασης του συστήματος στον Δήμο Χανίων, αλλά και στην εφαρμογή του σε άλλες πόλεις

Με βάση τα αποτελέσματα της αξιολόγησης προτάθηκαν συστήματα και εξοπλισμός για την ενίσχυση και βελτιστοποίηση του συστήματος στο Δήμο Χανίων.

Επίσης προτάθηκαν τροποποιήσεις στους χρόνους πρασίνου των προγραμμάτων σηματοδότησης με στόχο την βέλτιστη λειτουργία του συστήματος και την επίτευξη των στόχων.



Επενεργούμενοι Κόμβοι από την κυκλοφορία:

- [ΣΗΜ. ΚΟΜΒΟΣ 19] Λεωφόρος Κων. Καραμανλή - Γογονή (Κουμπές)
- [ΣΗΜ. ΚΟΜΒΟΣ 25] Λεωφόρος Κων. Καραμανλή - Δικωνύμου – Χρυσοπηγής - Νεροκούρου
- [ΣΗΜ. ΚΟΜΒΟΣ 31] Λεωφόρος Κων. Καραμανλή - ΙΚΑ
- [ΣΗΜ. ΚΟΜΒΟΣ 34] Λεωφόρος Κων. Καραμανλή - ΜΑΙΧ –Μακεδονίας
- [ΣΗΜ. ΚΟΜΒΟΣ 56] Λεωφόρος Σούδας – Πλωτάρχου Μαριδάκη – ΣΥΝ.ΚΑ



Ο οδικός άξονας (Λεωφ. Καραμανλή/Λεωφ. Σούδας):

- εξυπηρετεί σημαντικούς κυκλοφοριακούς φόρτους και προς τις δύο κατευθύνσεις,
- συνδέει την πόλη με το εμπορικό λιμάνι της Σούδας και την Εθνική Οδό
- παρουσιάζει σημαντική διακύμανση τόσο κατά την διάρκεια της ημέρας όσο και κατά την διάρκεια του έτους (εποχικότητα)

Συνεπώς η επενεργούμενη φωτεινή σηματοδότηση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την βέλτιστη κυκλοφορία των οχημάτων και την μείωση των καθυστερήσεων.



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:

Η διαδικασία η οποία ακολουθήθηκε για την αξιολόγηση των σεναρίων είναι η ακόλουθη:

- Συγκέντρωση όλων των διαθέσιμων κυκλοφοριακών στοιχείων από τους ανιχνευτές των σηματοδοτών (έχουν εφαρμοστεί ανιχνευτές κίνησης σε όλες τις προσβάσεις των σηματοδοτούμενων κόμβων).
- Μετρήσεις κυκλοφοριακών φόρτων στρεφουσών κινήσεων
- Ανάπτυξη μικροσκοπικού μοντέλου προσομοίωσης κυκλοφορίας ανά σενάριο:
 - Με επενέργεια από την κυκλοφορία σύμφωνα με τα προγράμματα σηματοδότησης που εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο του πιλοτικού προγράμματος (καθώς και με την εφαρμογή του πρόσθετου εξοπλισμού)
 - Χωρίς επενέργεια από την κυκλοφορία σύμφωνα με τα προγράμματα σηματοδότησης που λειτουργούσαν στην προηγούμενη κατάσταση
- Προσδιορισμός μεταβολής των παρακάτω Δεικτών ανά Σενάριο:
 - Χρόνος ταξιδιού
 - Start/stops
 - Μέση ταχύτητα
 - Χρόνος καθυστέρησης ανά πρόσβαση και συνολικός χρόνος καθυστέρησης στους 5 κόμβους
 - Συνολικοί Χρόνοι Πρασίνου
 - Παραγόμενοι Ρύποι
 - Καταναλωμένο καύσιμο
 - Κατανάλωση λίτρων καυσίμου ανά χιλιόμετρο

Στο μικροσκοπικό κυκλοφοριακό μοντέλο **εξετάστηκε ο άξονας Λ. Καραμανλή – Λ. Σούδας** από τον κόμβο Λ. Καραμανλή / Γογονή έως τον κόμβο Λ. Σουδας/ Μαριδάκη και οι κάθετες σηματοδοτούμενες προσβάσεις του.

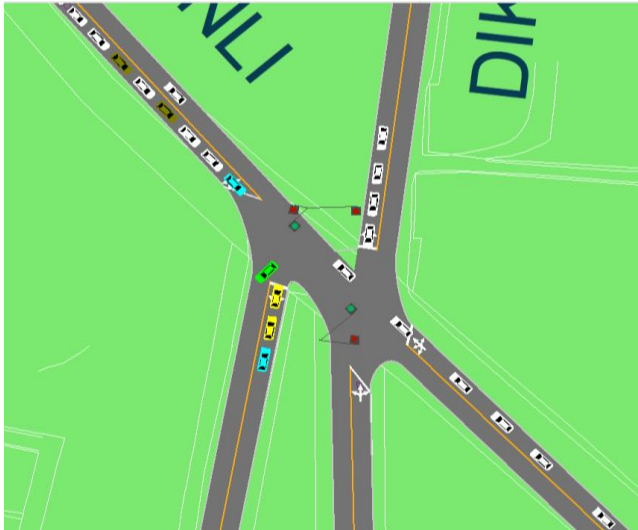
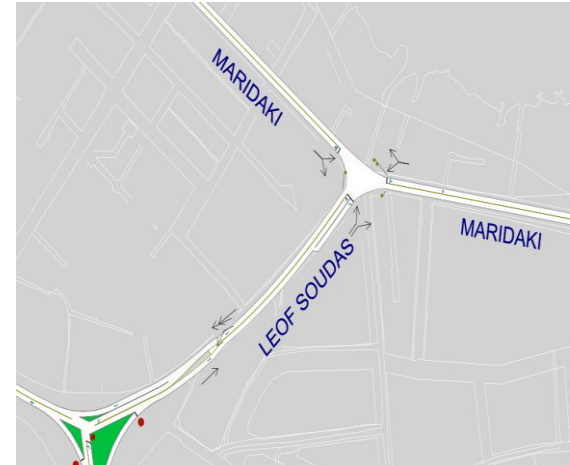
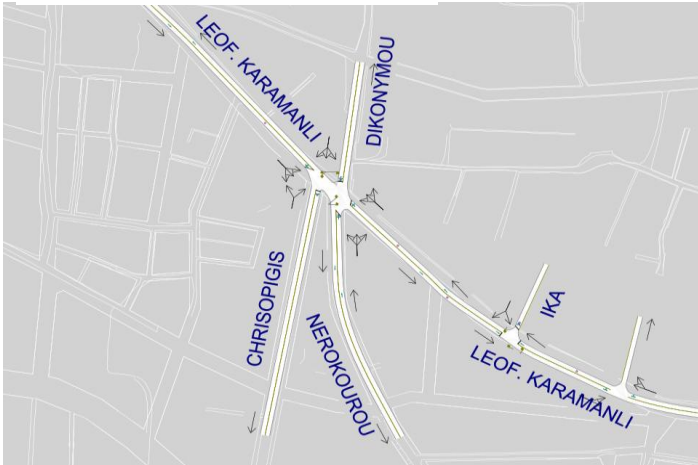
Ως μέρα ανάλυσης επιλέχθηκε η μέρα **Τρίτη του μήνα Σεπτεμβρίου**, η οποία σύμφωνα με τα κυκλοφοριακά στοιχεία από τους ανιχνευτές των φωτεινών σηματοδοτών αποτελεί τυπική καθημερινή ημέρα.

Έγινε ανάλυση:

- Για κάθε επιμέρους εξεταζόμενο σηματοδοτούμενο κόμβο (5) στην ώρα αιχμής **13:00 – 14:00**
- Για το σύνολο του εξεταζόμενου οδικού δικτύου (περίπου 6 χλμ)



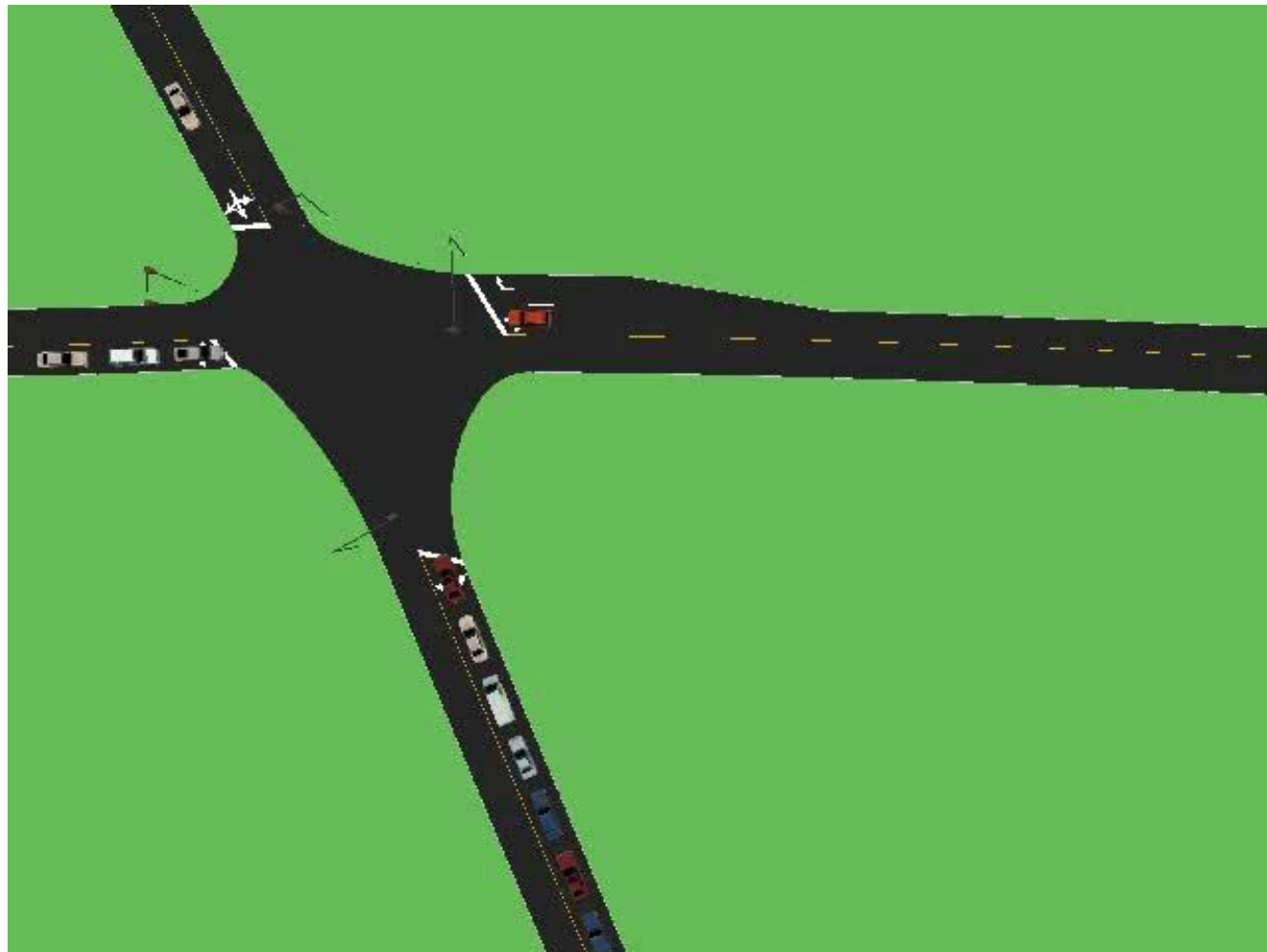








ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ



- Τα νέα προγράμματα σηματοδότησης που εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο του πιλοτικού προγράμματος περιλαμβάνουν **φωρατές ζήτησης σε κάθε πρόσβαση, που παρατείνουν τους χρόνους πρασίνου ανάλογα με την ζήτηση από την κυκλοφορία.**

Γενικό συμπέρασμα:

- είναι εξαιρετικά επωφελές η ανίχνευση της ζήτησης και η παράταση των χρόνων πρασίνου να εφαρμόζεται σε όλες τις προσβάσεις

Προτάσεις βελτίωσης:



- η πρόσβαση της οδού Γογονή χρησιμοποιεί τον μέγιστο χρόνο παράτασης. Προτείνεται η αύξησή του.

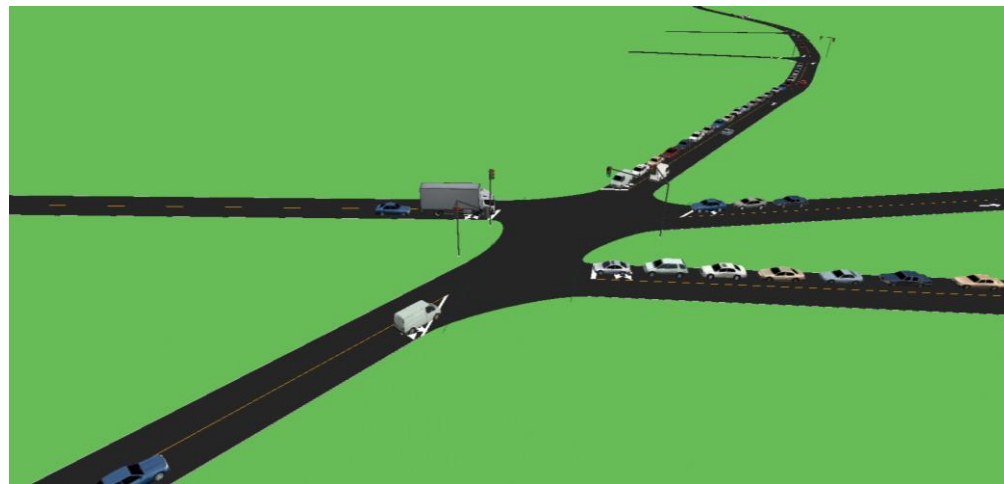


Επιτυγχάνεται μείωση περίπου 60% στον συνολικό χρόνο καθυστέρησης των οχημάτων στον κόμβο

Επιτυγχάνεται μείωση περίπου 24% στις ακινητοποιήσεις των οχημάτων στον κόμβο

Πίνακας 2.5.1 – Συγκριτικά στοιχεία Κ19 Χρονικό Διάστημα 13:00 – 14:00

ΠΡΟΣΒΑΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ (sec)		DELAY (sec)		Stop/veh	
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
ΛΕΩΦ. ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ ΠΡΟΣ ΣΟΥΔΑ (SB)	20	Ελάχιστο 20 Μέγιστο 45 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 35,3	39.6	44.8	0,94	0,84
ΛΕΩΦ. ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ ΠΡΟΣ ΧΑΝΙΑ (NB)	20	Ελάχιστο 20 Μέγιστο 52 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 41,2	152	39	1,33	0,72
ΠΑΝΑΓΟΥΛΗ (WB)	10	Ελάχιστο 10 Μέγιστο 20 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 16,3	85.2	65.1	0,92	0,85
ΓΟΓΟΝΗ (EB)	10	Ελάχιστο 10 Μέγιστο 25 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 25	154.3	52	1,17	1,04
ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΠΡΟΣΒΕΣΕΩΝ			120,3	46,9	1,13	0,86
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ /ΑΥΞΗΣΗΣ			 61%	 23,89%		



- Τα νέα προγράμματα σηματοδότησης που εφαρμόστηκαν περιλαμβάνουν **φωρατές ζήτησης σε κάθε πρόσβαση, που είτε ενεργοποιούν φάσεις σηματοδότησης** (πρόσβαση Νεροκούρου, Χρυσοπηγής, Δικωνύμου) **είτε παρατείνουν τους χρόνους** πρασίνου του άξονα της Λεωφ. Καραμανλή ανάλογα με τη ζήτηση από την κυκλοφορία.
- Λόγω των φωρατών παράτασης στον **κύριο άξονα (Λεωφ. Καραμανλή)** παρατηρείται **σημαντική μείωση των καθυστερήσεων** στον εν λόγω άξονα.
- Στις **κάθετες προσβάσεις** παρατηρείται **αύξηση των καθυστερήσεων**

Προτάσεις Βελτίωσης:

- Εφαρμογή φωρατών παράτασης στους χρόνους πρασίνου των κάθετων προσβάσεων (Νεροκούρου, Χρυσοπηγής, Δικωνύμου) παράλληλα με την ενεργοποίηση της φάσης από τους φωρατές ζήτησης.

Επιτυγχάνεται **μείωση** περίπου **20%** στον συνολικό χρόνο **καθυστερήσης** των οχημάτων στον κόμβο.

Επιτυγχάνεται **μείωση** περίπου **4,6%** στις ακινητοποιήσεις των οχημάτων στον κόμβο

- Λόγω των φωρατών παράτασης στον **κύριο άξονα (Λεωφ. Καραμανλή)** παρατηρείται σημαντική μείωση των καθυστερήσεων στον εν λόγω άξονα.
- Στις **κάθετες προσβάσεις** παρατηρείται αύξηση των καθυστερήσεων

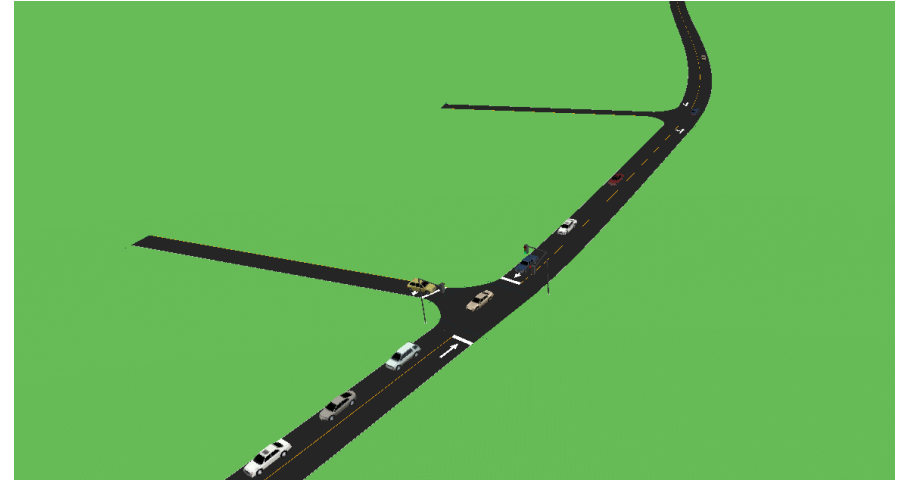
Πίνακας 2.5.2 – Συγκριτικά στοιχεία Κ25

Χρονικό Διάστημα 13:00 – 14:00

ΠΡΟΣΒΑΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ (sec)		DELAY (sec)		Stop/veh	
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
ΛΕΩΦ. ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ ΠΡΟΣ ΣΟΥΔΑ (SE)	40	Ελάχιστο 40 Μέγιστο 50 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 47.4	34.4	26.6	0,61	0,57
ΛΕΩΦ. ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ ΠΡΟΣ ΧΑΝΙΑ (NW)	40	Ελάχιστο 40 Μέγιστο 50 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 47.4	84,2	40,6	0,74	0,59
ΧΡΥΣΟΠΗΓΗΣ (NE)	11	11 (ΕΝΑΡΞΗ ΜΕ ΚΛΗΣΗ ΦΑΣΗΣ ΑΠΟ ΦΩΡΑΤΗ D3)	148	178	0,39	0,44
ΝΕΡΟΚΟΥΡΟΥ (NB)	11	11 (ΕΝΑΡΞΗ ΜΕ ΚΛΗΣΗ ΦΑΣΗΣ ΑΠΟ ΦΩΡΑΤΗ D4)	109	70.1	0,79	0,99
ΔΙΚΩΝΥΜΟΥ (SB)	11	11 (ΕΝΑΡΞΗ ΜΕ ΚΛΗΣΗ ΦΑΣΗΣ ΑΠΟ ΦΩΡΑΤΗ D5)	38	46.2	0,88	0,84
ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΠΡΟΣΒΕΣΕΩΝ			85,6	68,2	0,65	0,62
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ /ΑΥΞΗΣΗΣ			↓ 20,33%		↓ 4,6%	



- Τα νέα προγράμματα σηματοδότησης περιλαμβάνουν φωρατές ζήτησης σε κάθε πρόσβαση, που **είτε ενεργοποιούν φάσεις σηματοδότησης (στην κάθετη οδό) είτε παρατείνουν τους χρόνους πρασίνου** του κύριου άξονα (Λ. Καραμανλή) ανάλογα με την ζήτηση από την κυκλοφορία.



Προτάσεις Βελτίωσης:

- Από την παρατήρηση του κυκλοφοριακού μοντέλου και των αποτελεσμάτων του **δεν θεωρείται ότι χρειάζεται κάποια επιπλέον τροποποίηση** στη λειτουργία του κόμβου Κ31.

Επιτυγχάνεται **μείωση** περίπου **23,5%** στον συνολικό χρόνο **καθυστερήσης** των οχημάτων στον κόμβο.

Επιτυγχάνεται **μείωση** περίπου **14%** στις **ακίνητοποιήσεις** των οχημάτων στον κόμβο

- Λόγω των φωρατών παράτασης στην λήξη του πρασίνου των προσβάσεων του κύριου άξονα (Λεωφ. Καραμανλή) και στην έναρξη του πρασίνου της κάθετης οδού όταν και μόνο ανιχνευτεί κίνηση προκύπτει **μείωση των καθυστερήσεων στον εν λόγω άξονα**. Η μείωση αυτή ποσοστιαία φαίνεται σημαντική, όμως ποσοτικά είναι σχετικά μικρή (περίπου 0,8 - 2,9 δлт).
- Στην **κάθετη οδό (πρόσβαση ΙΚΑ)** παρατηρείται **αύξηση των καθυστερήσεων** κυρίως λόγω της ενεργοποίησης της φάσης σηματοδότησης από την κυκλοφορία της οδού και της αύξησης της περιόδου σηματοδότησης. Ο κυκλοφοριακός φόρτος της κάθετης πρόσβασης (ΙΚΑ) είναι ιδιαίτερος χαμηλός και συνεπώς δεν επηρεάζονται σημαντικά οι συνολικές καθυστερήσεις στον κόμβο.

Πίνακας 2.5.3 – Συγκριτικά στοιχεία Κ31

Χρονικό Διάστημα 13:00 – 14:00

ΠΡΟΣΒΑΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ (sec)		DELAY (sec)		Stop/veh	
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
ΛΕΩΦ. ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ ΠΡΟΣ ΣΟΥΔΑ (SE)	58	Ελάχιστο 58 Μέγιστο 71 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 81.8	6,5	3.6	0,23	0,18
ΛΕΩΦ. ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ ΠΡΟΣ ΧΑΝΙΑ (NW)	58	Ελάχιστο 58 Μέγιστο 71 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 81.8	4.2	3.4	0,28	0,23
ΙΚΑ (SB)	13	13 (ΕΝΑΡΞΗ ΜΕ ΚΛΗΣΗ ΦΑΣΗΣ ΑΠΟ ΦΩΡΑΤΗ D3)	25,4	48,6	0,85	0,87
ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΠΡΟΣΒΕΣΕΩΝ			6,8	5,2	0,29	0,25
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ /ΑΥΞΗΣΗΣ			↓ 23,50%		↓ 13,8%	

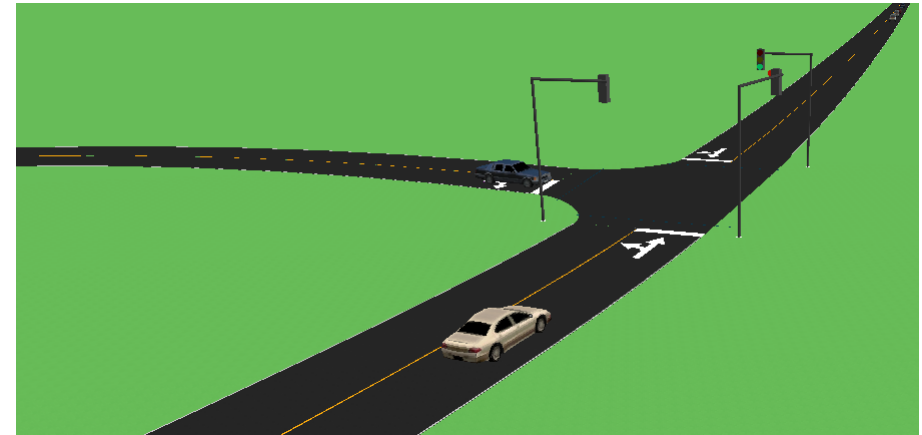


Σηματοδοτούμενος Κόμβος (Κ34) Λ. Καραμανλή / Μακεδονίας

- Τα νέα προγράμματα σηματοδότησης περιλαμβάνουν φωρατές ζήτησης σε κάθε πρόσβαση που **είτε ενεργοποιούν φάση σηματοδότησης** στην κάθετη οδό (Μακεδονίας) **είτε παρατείνουν τους χρόνους πρασίνου** του κύριου άξονα (Λ. Καραμανλή) ανάλογα με την ζήτηση από την κυκλοφορία.
- Παρατηρείται **μείωση** των καθυστερήσεων σε όλες τις προσβάσεις του κόμβου.

Προτάσεις Βελτίωσης:

- Από την παρατήρηση του κυκλοφοριακού μοντέλου και των αποτελεσμάτων του δεν θεωρείται ότι χρειάζεται κάποια επιπλέον τροποποίηση στη λειτουργία του σηματοδοτούμενου κόμβου Κ34.



Επιτυγχάνεται **μείωση** περίπου **19%** στον συνολικό χρόνο **καθυστέρησης** των οχημάτων στον κόμβο.

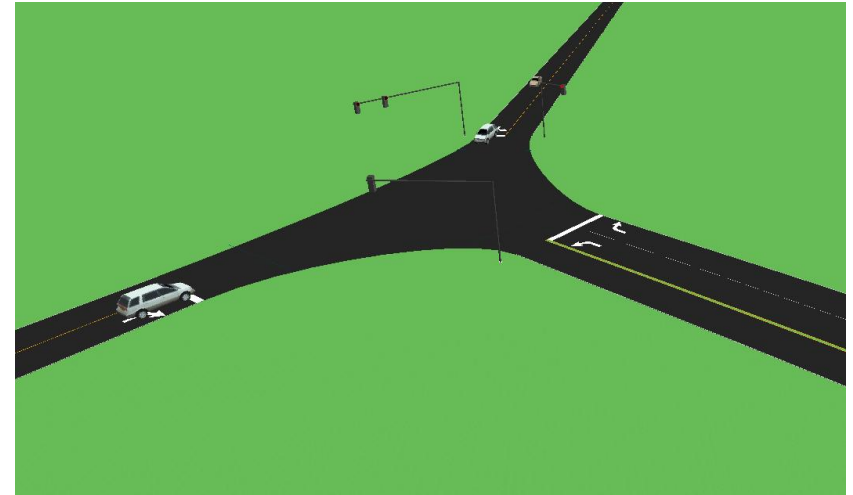
Επιτυγχάνεται **μείωση** περίπου **18%** στις **ακίνητοποιήσεις** των οχημάτων στον κόμβο

Πίνακας 2.5.4 – Συγκριτικά στοιχεία Κ34

Χρονικό Διάστημα 13:00 – 14:00

ΠΡΟΣΒΑΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ (sec)		DELAY (sec)		Stop/veh	
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
ΛΕΩΦ. ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ ΠΡΟΣ ΣΟΥΔΑ (ΕΒ)	52	Ελάχιστο 52 Μέγιστο 62 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 54,6	7.8	5.2	0.33	0.25
ΛΕΩΦ. ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ ΠΡΟΣ ΧΑΝΙΑ (WB)	52	Ελάχιστο 52 Μέγιστο 62 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 54,6	7.7	6.5	0.3	0.22
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ (SB)	13	13 (ΕΝΑΡΞΗ ΜΕ ΚΛΗΣΗ ΦΑΣΗΣ ΑΠΟ ΦΩΡΑΤΗ D3)	37.5	32.6	0.92	0.83
ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΠΡΟΣΒΕΣΕΩΝ			14	11,3	0,44	0,36
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ /ΑΥΞΗΣΗΣ			↓ 19,3%		↓ 18,2%	

- Τα νέα προγράμματα σηματοδότησης περιλαμβάνουν φωρατές ζήτησης σε κάθε πρόσβαση που **είτε ενεργοποιούν φάση σηματοδότησης** (πρόσβαση της οδού Μαριδάκη και αριστερή στροφή προς οδό Μαριδάκη) **είτε παρατείνουν τους χρόνους πρασίνου** του κύριου άξονα (Λ. Σούδας) ανάλογα με την ζήτηση από την κυκλοφορία.
- Έχει προβλεφθεί σύστημα, το οποίο σε περίπτωση που δοθεί παλμός υψηλών καταγραφών από τον προσκείμενο περιβαλλοντικό αισθητήρα ENV01, παρατείνεται το πράσινο των σηματοδοτικών ομάδων του κύριου άξονα (Λεωφ. Σούδας) έως 10 δευτερόλεπτα.
- Παρατηρείται **μείωση των καθυστερήσεων σε όλες τις προσβάσεις** του κόμβου.



Επιτυγχάνεται **μείωση** περίπου **26%** στον συνολικό χρόνο **καθυστερήσης** των οχημάτων στον κόμβο.

Επιτυγχάνεται **μείωση** περίπου **20%** στις **ακίνητοποιήσεις** των οχημάτων στον κόμβο

Πίνακας 2.5.5 – Συγκριτικά στοιχεία Κ56

Χρονικό Διάστημα 13:00 – 14:00

ΠΡΟΣΒΑΣΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ (sec)		DELAY (sec)		Stop/veh	
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
ΛΕΩΦ. ΣΟΥΔΑΣ ΠΡΟΣ ΧΑΝΙΑ (WB)	45	Ελάχιστο 45 Μέγιστο 65 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 62,9	4.6	3.4	0,3	0,22
ΛΕΩΦ. ΣΟΥΔΑΣ ΠΡΟΣ ΛΙΜΑΝΙ (NER)	45	Ελάχιστο 45 Μέγιστο 65 Μέση πραγματική διάρκεια πράσινου 62,9	4.6	3.4	0,3	0,24
ΛΕΩΦ. ΣΟΥΔΑΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΣΤΡΟΦΗ ΠΡΟΣ ΜΑΡΙΔΑΚΗ (NEL)	10	10 (ΕΝΑΡΞΗ ΜΕ ΚΛΗΣΗ ΦΑΣΗΣ ΑΠΟ ΦΩΡΑΤΗ D2)	4.6	3.9	0,3	0,24
ΜΑΡΙΔΑΚΗ (SE)	10	10 (ΕΝΑΡΞΗ ΜΕ ΚΛΗΣΗ ΦΑΣΗΣ ΑΠΟ ΦΩΡΑΤΗ D4)	13.1	10.8	0,8	0,84
ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΠΡΟΣΒΕΣΕΩΝ			6,5	4,8	0,41	0,33
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ /ΑΥΞΗΣΗΣ			↓ 26%		↓ 19,5%	

Το **συγκριτικά αποτελέσματα αφορούν σε:**

- Συνολικό χρόνο καθυστέρησης οχημάτων (total delay).
- Συνολικές ακινητοποιήσεις οχημάτων (totals stops).
- Συνολικό χρόνο ταξιδιού (travel time) σε ώρες.
- Μέση ταχύτητα ταξιδιού (Average Speed) σε χιλιόμετρα / ώρα
- Κατανάλωση καυσίμων σε λίτρα (fuel used).
- Δείκτης κατανάλωσης καυσίμων σε χλμ./λίτρο (Fuel Eff.)
- Εκτιμώμενοι παραγόμενοι ρύποι από τα οχήματα (CO, NO_x, VOC).
 - (CO) εκπομπές Μονοξειδίου του Άνθρακα σε γραμμάρια
 - (NO_x) εκπομπές Οξειδίων του Αζώτου σε γραμμάρια
 - (VOC) εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων σε γραμμάρια



Σύνολο εξεταζόμενου οδικού δικτύου

Πίνακας 2.6.1			
ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 09:00 - 10:00			
	Με επενέργεια	Χωρίς επενέργεια	Διαφορά (ποσοστό)
Total Delay (Hr)	55,5	60,9	9,73%
Stops (#)	2790	3243	16,24%
Average Speed (km/hr)	29	28	-3,45%
Total travel time (hr)	157,2	159,9	1,72%
Fuel Consumed (l)	364,60	370,8	1,70%
Fuel Eff. (Km/l)	11,30	11,13	-1,50%
CO Emissions (g)	6781,56	6896,88	1,70%
NOx Emissions (g)	1308,914	1331,172	1,70%
VOC Emissions (g)	1564,134	1590,732	1,70%

Πίνακας 2.6.2			
ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 13:00 - 14:00			
	Με επενέργεια	Χωρίς επενέργεια	Διαφορά (ποσοστό)
Total Delay (Hr)	85,2	124,8	46,48%
Stops (#)	3663	4147	13,21%
Average Speed (km/hr)	25	21	-16,00%
Total travel time (hr)	212,2	241,6	13,85%
Fuel Consumed (l)	439,80	469,4	6,73%
Fuel Eff. (Km/l)	10,60	9,93	-6,32%
CO Emissions (g)	8180,28	8730,84	6,73%
NOx Emissions (g)	1578,882	1685,146	6,73%
VOC Emissions (g)	1886,742	2013,726	6,73%

Πίνακας 2.6.3			
ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 17:00 - 18:00			
	Με επενέργεια	Χωρίς επενέργεια	Διαφορά (ποσοστό)
Total Delay (Hr)	67,2	106	57,74%
Stops (#)	3213	4039	25,71%
Average Speed (km/hr)	28	21	-25,00%
Total travel time (hr)	212,3	232,2	9,37%
Fuel Consumed (l)	435	465,3	6,97%
Fuel Eff. (Km/l)	10,5	9,8	-6,67%
CO Emissions (g)	8091	8654,58	6,97%
NOx Emissions (g)	1561,65	1670,427	6,97%
VOC Emissions (g)	1866,15	1996,137	6,97%

Πίνακας 2.6.4			
ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 20:00 - 21:00			
	Με επενέργεια	Χωρίς επενέργεια	Διαφορά (ποσοστό)
Total Delay (Hr)	41,2	50,2	21,84%
Stops (#)	3239	3687	13,83%
Average Speed (km/hr)	33	31	-6,06%
Total travel time (hr)	137,4	146,1	6,33%
Fuel Consumed (l)	369,10	378,9	2,66%
Fuel Eff. (Km/l)	12,30	11,96	-2,76%
CO Emissions (g)	6865,26	7047,54	2,66%
NOx Emissions (g)	1325,069	1360,251	2,66%
VOC Emissions (g)	1583,439	1625,481	2,66%

Πίνακας 2.6.5			
ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 00:00 - 01:00			
	Με επενέργεια	Χωρίς επενέργεια	Διαφορά (ποσοστό)
Total Delay (Hr)	4,3	4,9	13,95%
Stops (#)	569	677	18,98%
Average Speed (km/hr)	39	37	-5,13%
Total travel time (hr)	25,6	26,5	3,52%
Fuel Consumed (l)	77,20	79,2	2,59%
Fuel Eff. (Km/l)	13,00	12,7	-2,31%
CO Emissions (g)	1435,92	1473,12	2,59%
NOx Emissions (g)	277,148	284,328	2,59%
VOC Emissions (g)	331,188	339,768	2,59%

Πίνακας 2.6.6			
ΣΥΝΟΛΟ ΤΥΠΙΚΗΣ ΗΜΕΡΑΣ (24 ΩΡΕΣ)			
	Με επενέργεια	Χωρίς επενέργεια	Διαφορά (ποσοστό)
Total Delay (Hr)	949,9	1286,9	35,48%
Stops (#)	53078	62410	17,58%
Average Speed (km/hr)	33	30	-9,09%
Total travel time (hr)	2894,6	3116,1	7,65%
Fuel Consumed (l)	6689	6981	4,37%
Fuel Eff. (Km/l)	11,9	11,4	-4,20%
CO Emissions (g)	124415,4	129846,6	4,37%
NOx Emissions (g)	24013,51	25061,79	4,37%
VOC Emissions (g)	28695,81	29948,49	4,37%

Η εφαρμογή του πιλοτικού συστήματος επιδρά σημαντικά ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των μετακινήσεων στο εξεταζόμενο (και επηρεαζόμενο) οδικό δίκτυο.

Συγκεκριμένα κατά το σύνολο της ημέρας:

- ✓ Μειώνεται κατά περίπου 35,5% ο συνολικός χρόνος καθυστέρησης των οχημάτων στους σηματοδοτούμενους κόμβους.
- ✓ Μειώνονται κατά περίπου 17,6% οι ακινητοποιήσεις των οχημάτων στις προσβάσεις των σηματοδοτούμενων κόμβων.

Πίνακας 2.6.6			
ΣΥΝΟΛΟ ΤΥΠΙΚΗΣ ΗΜΕΡΑΣ (24 ΩΡΕΣ)			
	Με επενέργεια	Χωρίς επενέργεια	Διαφορά (ποσοστό)
Total Delay (Hr)	949,9	1286,9	35,48%
Stops (#)	53078	62410	17,58%
Average Speed (km/hr)	33	30	-9,09%
Total travel time (hr)	2894,6	3116,1	7,65%
Fuel Consumed (l)	6689	6981	4,37%
Fuel Eff. (Km/l)	11,9	11,4	-4,20%
CO Emissions (g)	124415,4	129846,6	4,37%
NOx Emissions (g)	24013,51	25061,79	4,37%
VOC Emissions (g)	28695,81	29948,49	4,37%

- ✓ Αυξάνεται η μέση ταχύτητα ταξιδιού περίπου 9,1% λόγω των μικρότερων καθυστερήσεων στους κόμβους.
- ✓ Μειώνεται κατά περίπου 7,65% ο συνολικός χρόνος ταξιδιού.
- ✓ Μειώνονται περίπου 4,37% η κατανάλωση καυσίμων και αντίστοιχα η εκπομπή ρύπων.
- ✓ Αυξάνεται ο δείκτης οικονομίας καυσίμων κατά περίπου 4,20%.
- ✓ **Εξοικονομούνται περίπου 290 λίτρα καυσίμων** την τυπική μέρα και εκτιμάται ότι η ετήσια εξοικονόμηση ξεπερνά τα 85.000 λίτρα καυσίμου τον χρόνο ήτοι 85.000x1,4 (τιμή καυσίμου ανά λίτρο) = **127.500 ευρώ / έτος**.

Συνοπώς ο εκσυγχρονισμός της σηματοδότησης έχει πολλαπλά οφέλη:

- στην υγεία των πολιτών (καθαρότερο περιβάλλον)
- στην **οικονομία των χρηστών του οδικού δικτύου** (μικρότερη κατανάλωση), συντομότερες χρονικά διαδρομές που επιφέρουν αύξηση της παραγωγικότητας των εργαζομένων.
- στην **οικονομία της χώρας** από την εξοικονόμηση καυσίμων και από την αύξηση της παραγωγικότητας της οικονομίας διότι εξοικονομείτε σημαντικό χρόνο από την μείωση των καθυστερήσεων στο χρόνο μετακίνησης.

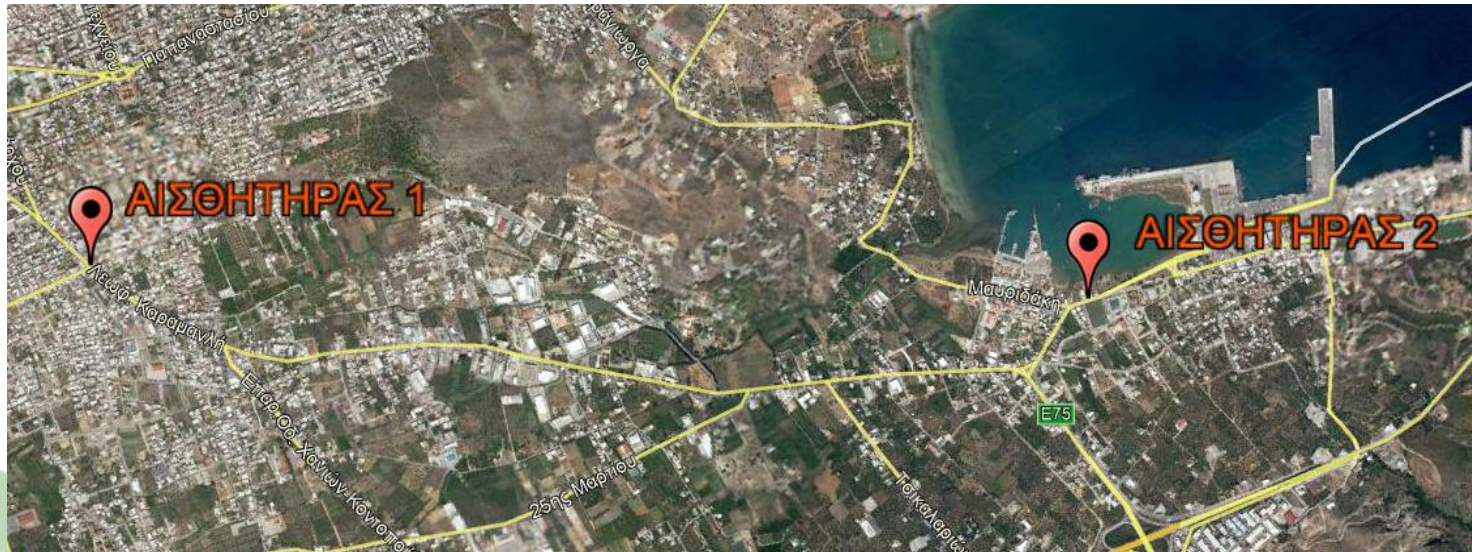


Ανάλυση και αξιολόγηση στοιχείων Bluetooth & wifi αισθητήρων

Στους κόμβους:

- Κ19 (Λεωφόρος Κων. Καραμανλή – Γογονή)
- Κ56 (Λεωφόρος Σούδας – Πλωτάρχου Μαριδάκη)

έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν δυο (2) αισθητήρες, οι οποίοι μέσω κεραιών Bluetooth και WIFI ανιχνεύουν τις διαθέσιμες ηλεκτρονικές διευθύνσεις (MAC addresses) των διερχόμενων οχημάτων και αποστέλλουν τα δεδομένα στην Πλατφόρμα Έξυπνης Πόλης,



Πραγματοποιήθηκε ανάλυση των πρωτογενών στοιχείων που λαμβάνονται από τους Bluetooth και WIFI αισθητήρες για την περίοδο 23/9 έως 30/09.

Η ανάλυση αφορούσε περίπου 58.000 ανιχνεύσεις (MAC addresses) των διερχόμενων οχημάτων στα δύο σημεία (K19 και K56).

Για την ανάλυση των δεδομένων δημιουργήθηκε ειδικός αλγόριθμος, ο οποίος απομονώνει τις ηλεκτρονικές διευθύνσεις (MAC addresses) που παρουσιάζονται στα δύο σημεία εντός χρονικού διαστήματος 30 λεπτών και προσδιορίζει τα «οχήματα» ως προς την σωστή κατεύθυνση.

Προσδιορίστηκε ανά ημέρα και ανά ώρα:

- το ποσοστό των οχημάτων που ανιχνεύονται στον κόμβο K19 (Χανιά) και καταλήγουν στον κόμβο K56 (Σούδα)
- το ποσοστό των οχημάτων που ανιχνεύονται στον κόμβο K19 (Χανιά) και καταλήγουν στον κόμβο K56 (Σούδα)

Αποτελέσματα ανάλυσης

- **Ανιχνεύονται περίπου 15% -18% ηλεκτρονικές διευθύνσεις σε σχέση με τον συνολικό φόρτο του κόμβου.** Ο αριθμός των ανιχνεύσεων αντιστοιχεί σε μετακινήσεις ατόμων με όχημα και όχι σε μετακινήσεις οχημάτων.
- **Υπάρχει πλήρης ομοιογένεια στην κατανομή των ανιχνεύσεων σε σχέση με την κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη διάρκεια της ημέρας.**
- **Το ποσοστό ανίχνευσης κρίνεται ικανοποιητικό για την επεξεργασία και χρησιμοποίηση των δεδομένων τόσο για τον προσδιορισμό του χρόνου ταξιδιού όσο και για την ανάπτυξη συστημάτων έξυπνης πόλης (νέα καινοτόμα σύγχρονα συστήματα) και την δημιουργία μητρώου μετακινήσεων της πόλης (απαιτείται περαιτέρω ανάπτυξη του πιλοτικού συστήματος σε κρίσιμα σημεία της πόλης).**

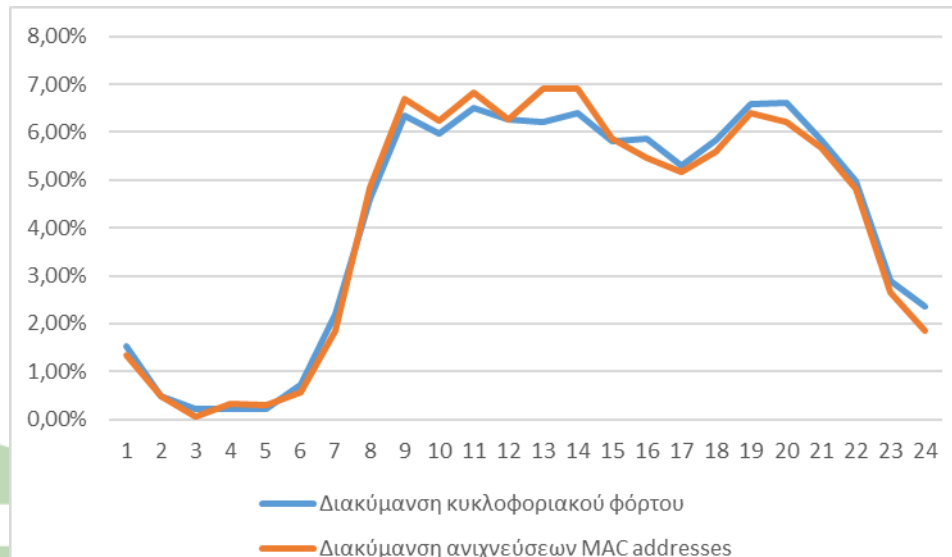
Μητρώο Μετακινήσεων

- **Περίπου 10%-18% των οχημάτων που ανιχνεύονται στον K-56 (και στις δύο κατευθύνσεις) ανιχνεύονται στην συνέχεια (εντός 30 λεπτών) και στον K19.**
- **Περίπου 6%-9% των οχημάτων που ανιχνεύονται στον K-19 (και στις δύο κατευθύνσεις) ανιχνεύονται στην συνέχεια (εντός 30 λεπτών) και στον K56.**

Ποσοστό ανιχνεύσεων MAC addresses στο σύνολο της κυκλοφορίας στους κόμβους K19 και K56

	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ
	23/9/2020	24/9/2020	25/9/2020	26/9/2020	27/9/2020	28/9/2020	29/9/2020	30/9/2020
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ K19	19697	20616	20630	17224	12913	20455	21040	20312
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΕΩΝ ΒΛΥΕΤΟΟΤΗ ΚΑΙ WIFI (ΈΧΟΥΝ ΑΦΑΙΡΕΘΕΙ ΑΜΦΙΣΒΗΤΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ) ΣΤΟΝ ΚΟΜΒΟ K19	3190	3184	3292	2573	1875	3236	3339	3239
ΠΟΣΟΣΤΟ	16,20%	15,44%	15,96%	14,94%	14,52%	15,82%	15,87%	15,95%
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ K56	8713						9675	11521
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΕΩΝ ΒΛΥΕΤΟΟΤΗ ΚΑΙ WIFI (ΈΧΟΥΝ ΑΦΑΙΡΕΘΕΙ ΑΜΦΙΣΒΗΤΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ) ΣΤΟΝ ΚΟΜΒΟ K19	1562	1692	1657	1350	1187	1651	1798	1678
ΠΟΣΟΣΤΟ	17,93%						18,58%	14,56%

Ποσοστιαία διακύμανση της κυκλοφορίας στον κόμβο K19 (σύνολο φόρτου όλων των προσβάσεων) και η ποσοστιαία διακύμανση του αριθμού των ηλεκτρονικών διευθύνσεων (MAC addresses) που ανιχνεύτηκαν κατά τη διάρκεια μιας μέρας



Μητρώο μετακινήσεων
μεταξύ των δύο
ανιχνευτών ηλεκτρονικών
διευθύνσεων στους
κόμβους K19 και K56

Τετάρτη 30/9/2020	Συνολικές Ανιχνεύσεις MAC addresses		Αριθμός επιβεβαιωμένων ανιχνεύσεων και στους δυο σταθμούς			
	Σταθμός Σούδα	Σταθμός Χανιά	Σούδα -> Χανιά		Χανιά -> Σούδα	
12 AM	12	49	4	33%	3	6%
1 AM	6	10	0	0%	0	0%
2 AM	5	6	1	20%	3	50%
3 AM	3	9	2	67%	0	0%
4 AM	1	7	0	0%	3	43%
5 AM	11	16	1	9%	2	13%
6 AM	77	71	17	22%	5	7%
7 AM	96	157	9	9%	9	6%
8 AM	132	207	15	11%	11	5%
9 AM	90	202	12	13%	10	5%
10 AM	108	203	14	13%	8	4%
11 AM	124	231	17	14%	8	3%
12 PM	105	216	14	13%	14	6%
1 PM	123	212	13	11%	9	4%
2 PM	129	191	10	8%	13	7%
3 PM	71	192	5	7%	8	4%
4 PM	68	178	13	19%	7	4%
5 PM	77	209	5	6%	8	4%
6 PM	72	178	6	8%	3	2%
7 PM	103	204	6	6%	10	5%
8 PM	124	189	12	10%	14	7%
9 PM	89	137	11	12%	11	8%
10 PM	36	96	8	22%	5	5%
11 PM	16	56	5	31%	2	4%
Grand Total	1678	3226	200	15%	166	8%

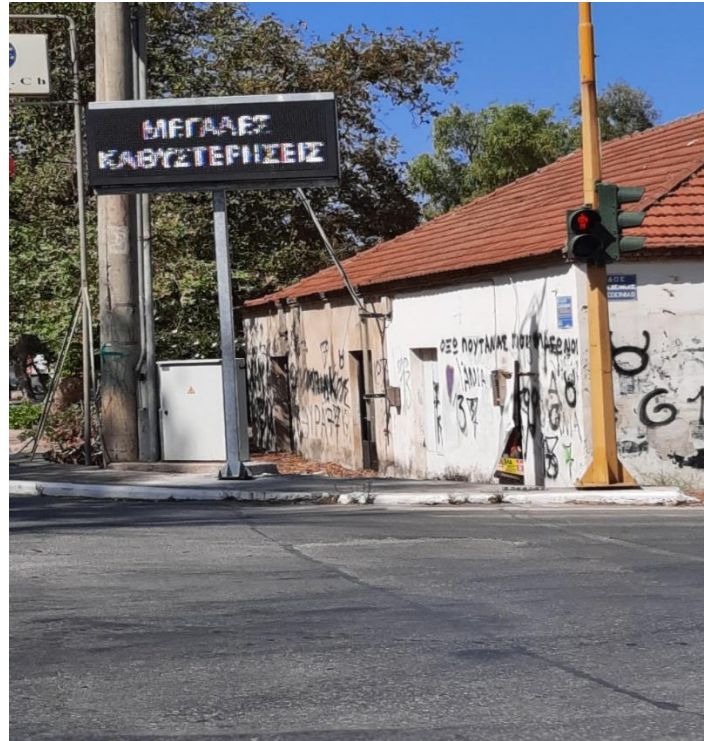
Γενικό Συμπέρασμα

- Τα συστήματα ανίχνευσης ηλεκτρονικών διευθύνσεων, είναι αξιόπιστα και παρέχουν σημαντικές πληροφορίες, που μπορούν να αξιοποιηθούν σε συνέργεια με άλλα υποσυστήματα (όπως τα VMS για ενημέρωση του χρόνου ταξιδιού) όσο και για τη δημιουργία μητρώου μετακινήσεων της πόλης και η συνεχής παρακολούθησή του.
- Το ποσοστό ανίχνευσης των ηλεκτρονικών διευθύνσεων κρίνεται ικανοποιητικό για την επεξεργασία και χρησιμοποίηση των δεδομένων, τόσο για τον προσδιορισμό του χρόνου ταξιδιού όσο και για την ανάπτυξη συστημάτων έξυπνης πόλης (νέα καινοτόμα σύγχρονα συστήματα) και τη δημιουργία ολοκληρωμένου μητρώου μετακινήσεων της πόλης.

(Το μητρώο μετακινήσεων αποτελεί βασική παράμετρο για την επιτυχία ενός μακροσκοπικού μοντέλου μετακινήσεων και σημαντικό εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την διαχείριση της κυκλοφορίας και στάθμευσης.)

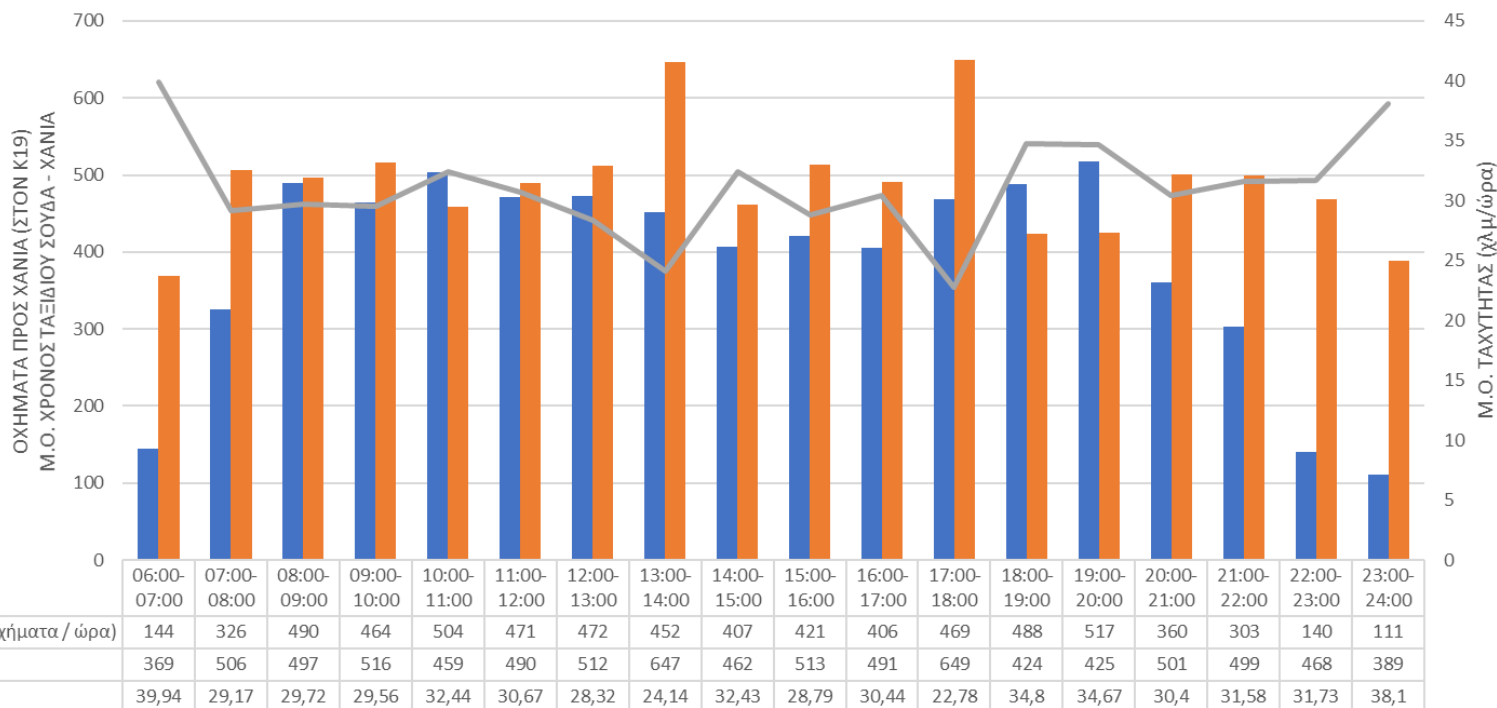


Ανάλυση και αξιολόγηση συστήματος VMS



Πραγματοποιήθηκε έρευνα αξιολόγησης του χρόνου ταξιδιού, που προσδιορίζει το σύστημα πληροφόρησης (VMS) και διαπιστώθηκε ότι οι χρόνοι ταξιδιού που αναγράφονται στα VMS αντιστοιχούν στους πραγματικούς χρόνους μετακίνησης, με αποδεκτό σφάλμα έως 2 λεπτά.

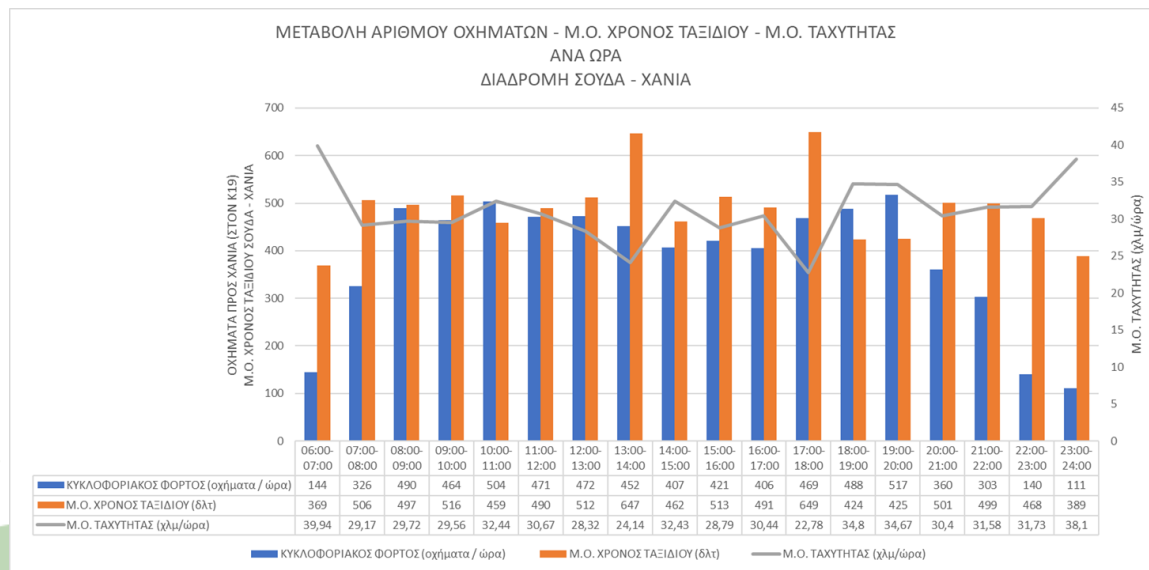
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΡΙΘΜΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ - Μ.Ο. ΧΡΟΝΟΣ ΤΑΞΙΔΙΟΥ - Μ.Ο. ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ
ΑΝΑ ΩΡΑ
ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΣΟΥΔΑ - ΧΑΝΙΑ



■ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ (οχήματα / ώρα) ■ Μ.Ο. ΧΡΟΝΟΣ ΤΑΞΙΔΙΟΥ (δлт) — Μ.Ο. ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (χλμ/ώρα)

Δεν υπάρχει άμεση ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του φόρτου εισόδου στην πόλη των Χανίων (κόμβος K19, φωρατής D2) με τον πραγματικό χρόνο ταξιδιού Σούδα – Χανίων διότι:

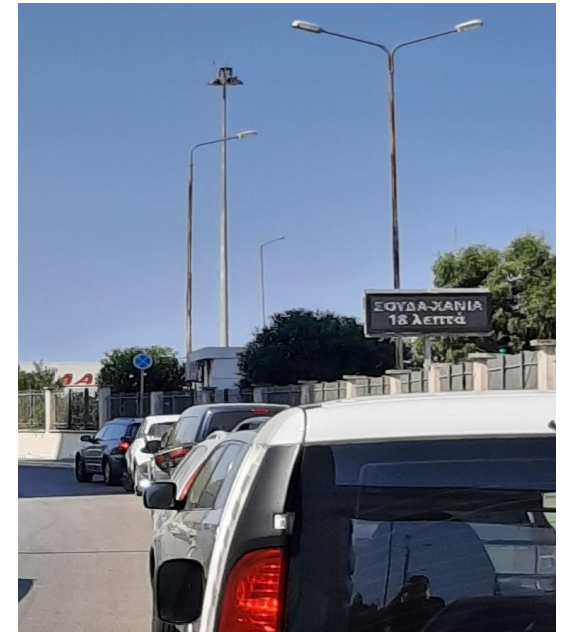
- Στην διαδρομή Σουδα- Χανιά υπάρχουν 5 σηματοδοτούμενοι κόμβοι οι οποίοι δημιουργούν αντίστοιχες καθυστερήσεις στους οδηγούς.
- Ο κύριος άξονας Λεωφ. Καραμανλή – Λεωφ. Σούδας διαθέτει φωρατές που δίνουν παράταση στον χρόνο πρασίνου της κύριας κίνησης.
- Οι οδηγοί μεταβάλλουν συχνά την ταχύτητά τους ανάλογα με τον σκοπό της μετακίνησης (κατά την διάρκεια της ημέρας οι μετακινήσεις παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά μετακινήσεων).
- Οι οδηγοί προσαρμόζουν την ταχύτητά τους ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες (μέρα, νύχτα, βρεγμένο οδόστρωμα κτλ)



Γενικό Συμπέρασμα

Το σύστημα πληροφόρησης μέσω VMS :

- Παρέχει άμεση πληροφόρηση των χρηστών του οδικού δικτύου,
- Αποτελεί εργαλείο έξυπνης διαχείρισης κυκλοφορίας μέσω συνεργείας με άλλα υποσυστήματα (αισθητήρες ρύπων, φωρατές κυκλοφορίας, συστήματα προσδιορισμού μητρώου μετακινήσεων, συστήματά επιτήρησης κυκλοφορίας κτλ).





Προτεινόμενες βελτιώσεις / συμπληρώσεις:

Όσον αφορά τις 3 ηλεκτρονικές πινακίδες VMS, που έχουν εφαρμοστεί στο πλαίσιο του πιλοτικού προγράμματος, προτείνονται:



- Η μετακίνηση της πινακίδας VMS του κόμβου της Σούδας σε πιο κρίσιμη και αντιληπτή θέση. Εκτιμάται ότι βέλτιστη θέση αποτελεί 30-50 μέτρα πριν τον κόμβο με την λεωφ. Καραμανλή (στον επόμενο κόμβο), ώστε ο οδηγός που λαμβάνει το μήνυμα να μπορεί να διαλέξει άμεσα εναλλακτική διαδρομή (π.χ. προς περιφερειακή οδό).
- Η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πλάνου, που θα περιλαμβάνει τόσο τον σχεδιασμό των κατάλληλων μηνυμάτων ανάλογα με το εξελισσόμενο γεγονός επί της οδού όσο και την συνέργεια της τροχαίας, ΕΚΑΒ, πυροσβεστική στην άμεση πληροφόρηση για έκτακτα συμβάντα.
- Μετά από μια ικανή δοκιμαστική περίοδο λειτουργίας τους (αρκετών μηνών) θα πρέπει να επαναξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά τους και η ανταπόκριση των οδηγών στα μηνύματα.

Συσχέτιση Κυκλοφοριακών Φόρτων και Μετρήσεων Περιβαλλοντικών Ρύπων

Πραγματοποιήθηκε έρευνα συσχέτισης των μετρήσεων των ρύπων από τους δύο σταθμούς (ENV – 01) και (ENV-02) με τους κυκλοφοριακούς φόρτους:

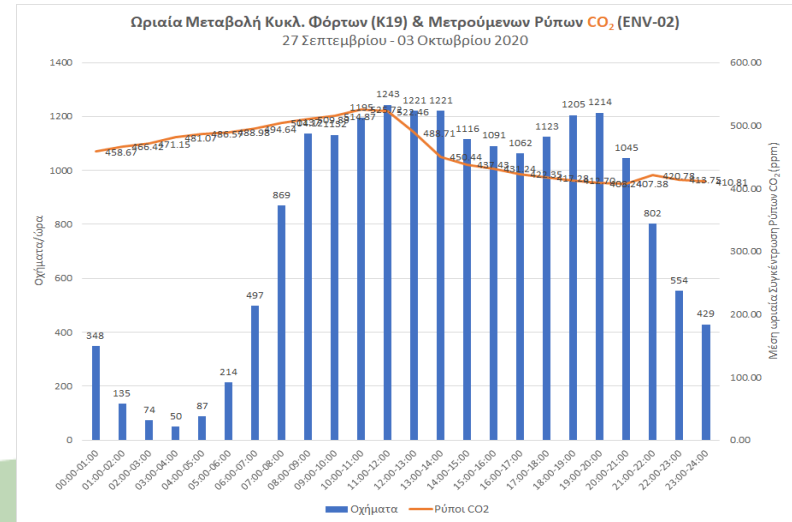
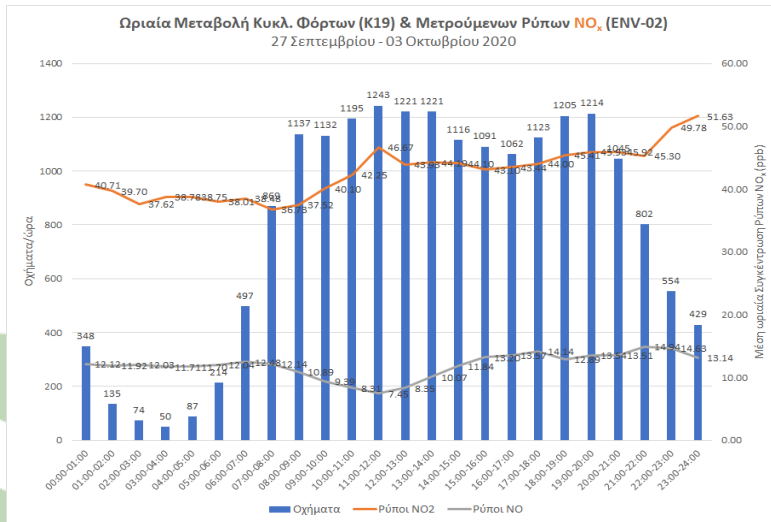
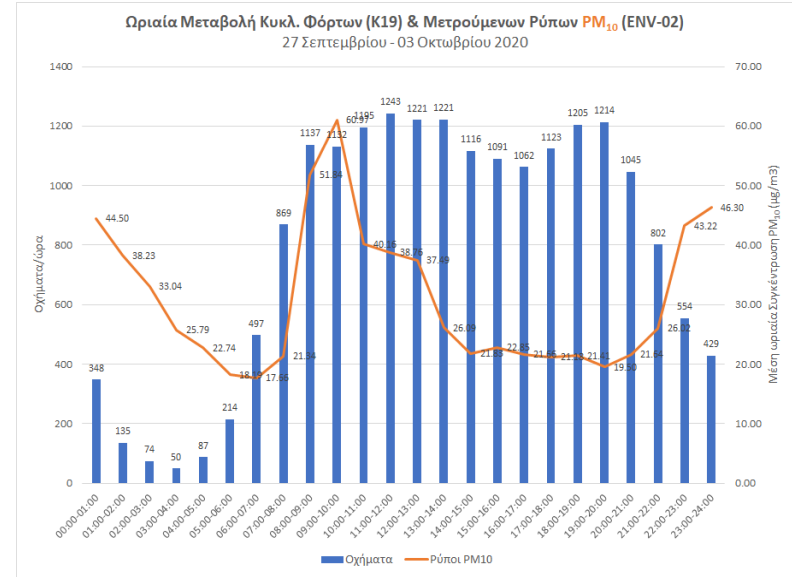
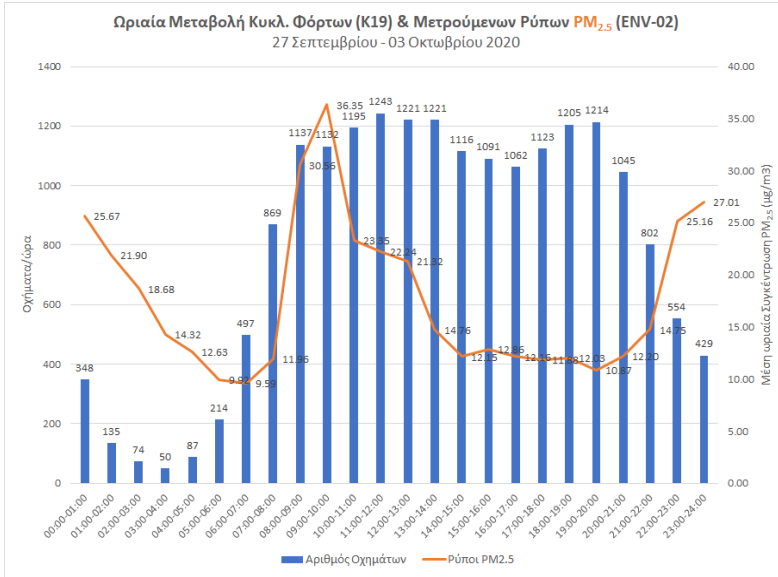
- κατά την διάρκεια της ημέρας
- και ανά ημέρα.

- ENV – 01 → Λιμάνι Σούδα, κόμβο K-56
- ENV – 02 → Κέντρο πόλης Χανίων

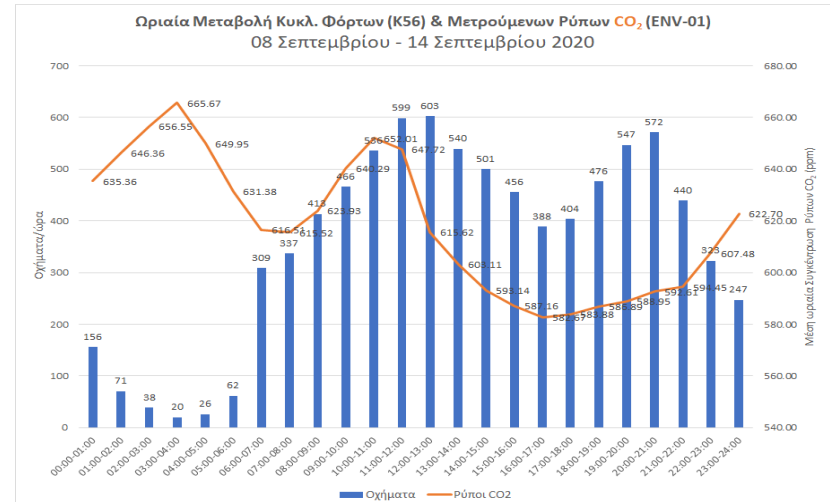
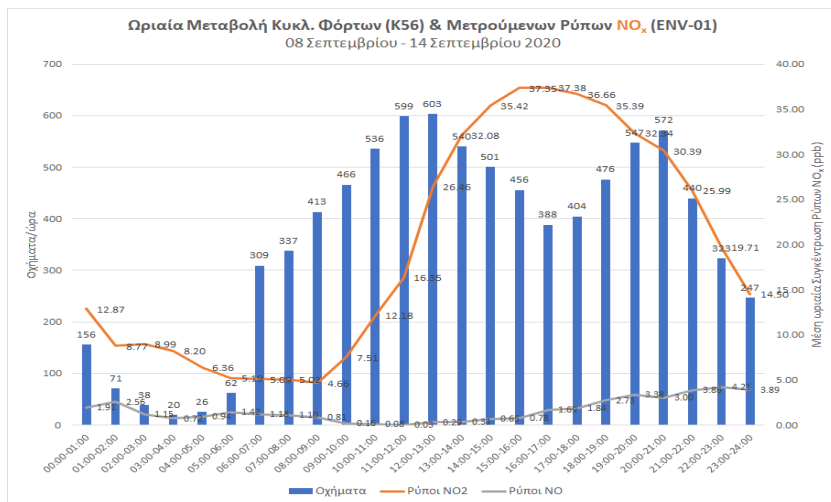
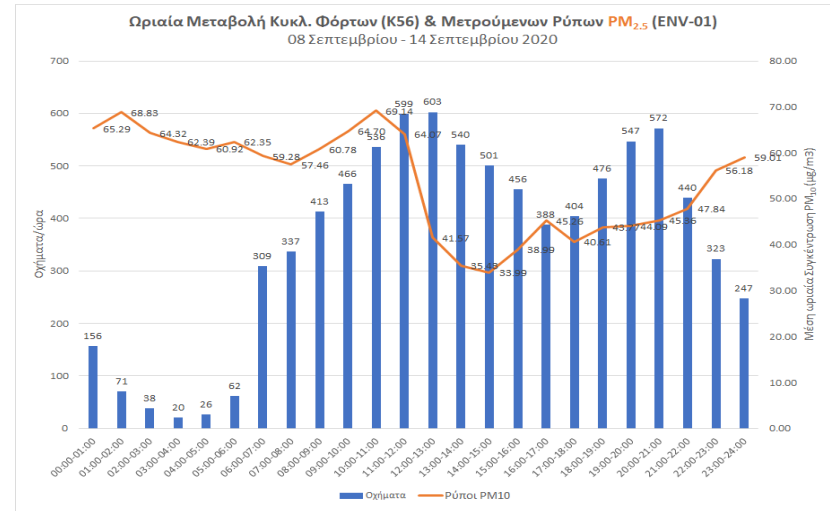
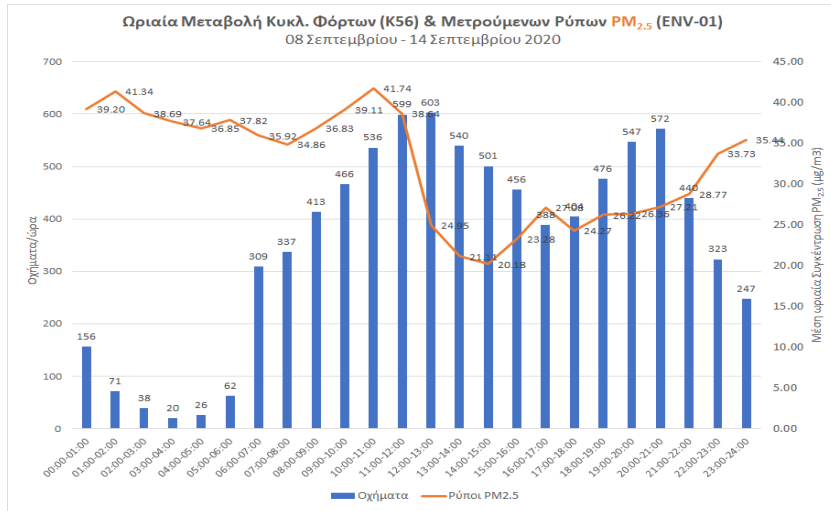
Επισημαίνεται ότι μόνο ο ένας εκ των δυο εγκατεστημένων περιβαλλοντικών σταθμών (ENV-01) έχει χωροθετηθεί σε άμεση γειτνίαση με τον οδικό άξονα της Λεωφόρου Σούδας, για τον οποίο έχουν καταγραφεί και επεξεργαστεί οι κυκλοφοριακοί φόρτοι.

Οι καταγραφόμενοι περιβαλλοντικοί ρύποι στον περιβαλλοντικό σταθμό ENV-02 στο κέντρο της πόλης των Χανίων, όσο αφορά τους παραγόμενους ρύπους από τις εκπομπές των οχημάτων εξαρτώνται κυρίως από την κυκλοφοριακή συμμόρφωση στο κέντρο της πόλης.

Σταθμός Περιβαλλοντικών Μετρήσεων ENV-02 – Κόμβος K19 (Λεωφ. Καραμανλή και Αναγν. Γογοηή)



Σταθμός Περιβαλλοντικών Μετρήσεων ENV-01 – Κόμβος K56 (Λεωφ. Σούδας & Πλωτάρχου Μαυριδάκη – ΙΝΚΑ Σούδας)



Συντελεστές συσχέτισης r (Pearson) μεταξύ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων των ρύπων και των ωριαίων κυκλοφοριακών φόρτων στους δύο κόμβους (K19 & K56).

Κόμβος 19 (Διασταύρωση Λεωφ. Σούδας και Αν. Γογονή)			
Συσχετιζόμενα μεγέθη - ΕΒΔΟΜΑΔΑ: 27/09/2020 - 03/10/2020		Συντελεστής Συσχέτισης r	Συσχέτιση
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	PM _{2.5} - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (μg/m ³)	0.03	σχεδόν μηδενική
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	PM ₁₀ - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (μg/m ³)	0.019	σχεδόν μηδενική
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	NO ₂ - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (ppb)	0.38	χαμηλή
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	NO - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (ppb)	-0.25	εξαιρετικά χαμηλή (μη θετική συσχέτιση)
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	CO ₂ - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (ppm)	-0.09	σχεδόν μηδενική

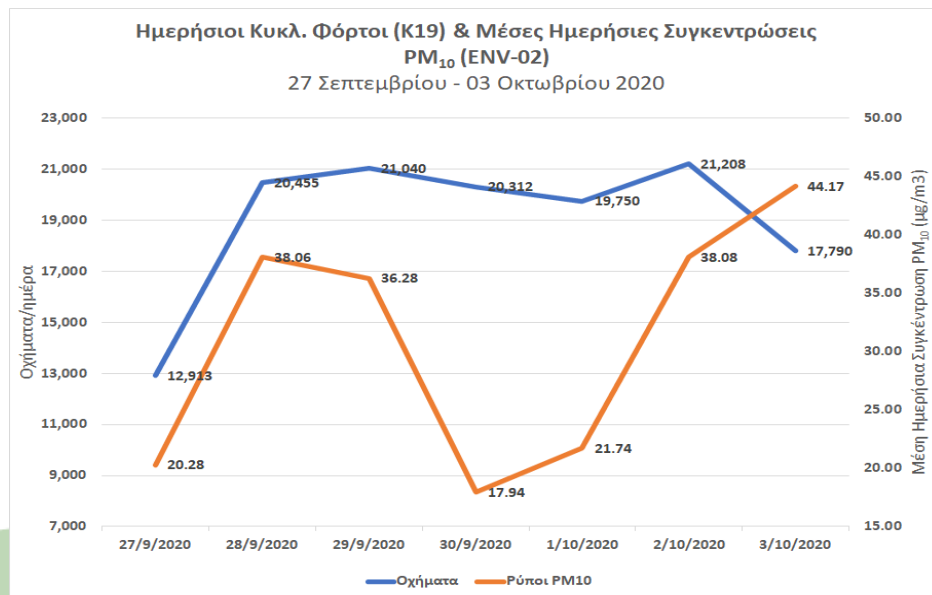
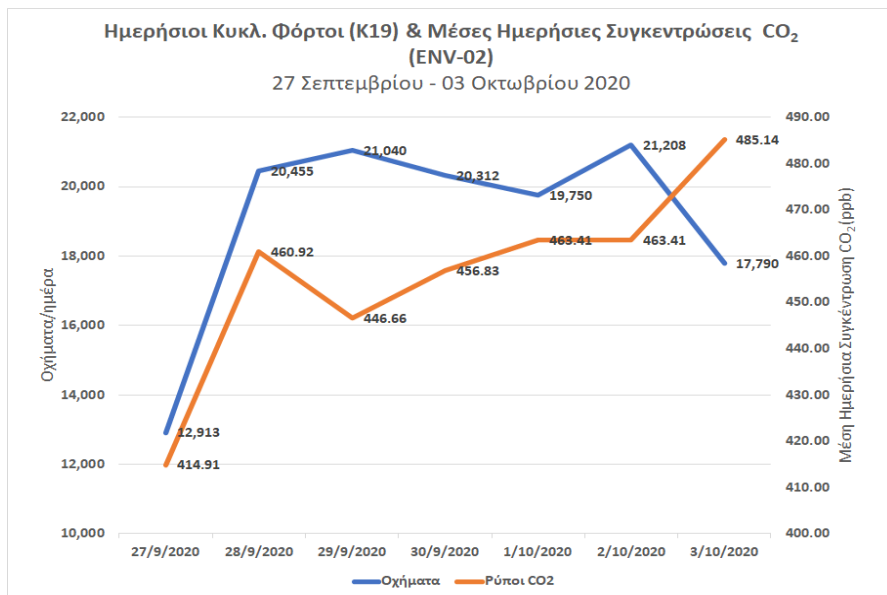
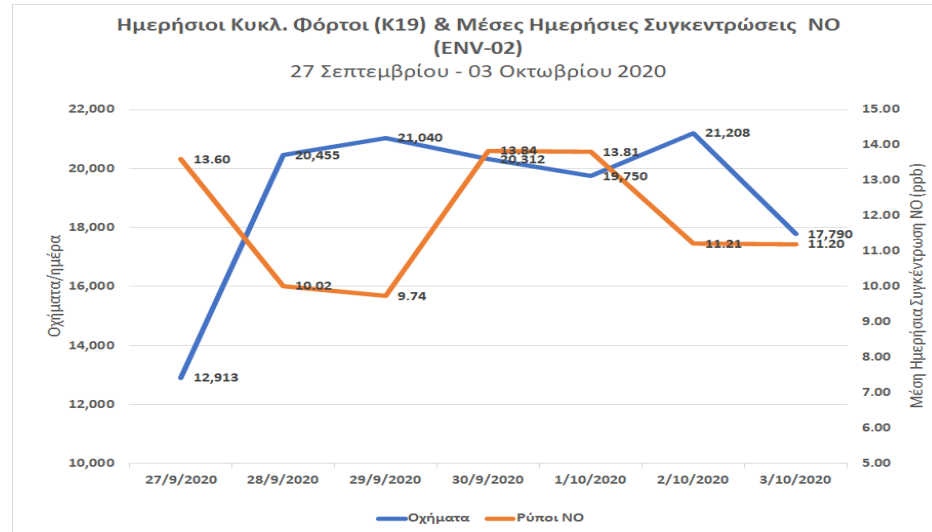
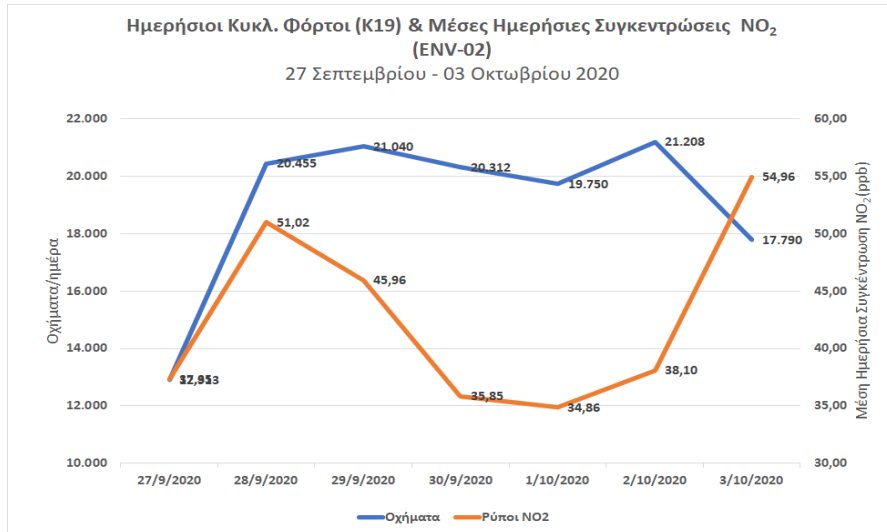
Κόμβος 56 (Λεωφ. Σούδας & Πλωτάρχου Μαυριδάκη – INKA Σούδας)			
Συσχετιζόμενα μεγέθη - ΕΒΔΟΜΑΔΑ: 08/09/2020 - 14/09/2020		Συντελεστής Συσχέτισης r	Συσχέτιση
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	PM _{2.5} - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (μg/m ³)	-0.56	μη θετική συσχέτιση
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	PM ₁₀ - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (μg/m ³)	-0.57	μη θετική συσχέτιση
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	NO ₂ - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (ppb)	0.60	μέτρια
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	NO - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (ppb)	-0.10	σχεδόν μηδενική
Ωριαίοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	CO ₂ - Ωριαία Μέση Συγκέντρωση (ppm)	-0.57	μη θετική συσχέτιση

Οι παραγόμενες συσχετίσεις μεταξύ των μέσων συγκεντρώσεων των μετρούμενων ρύπων και την ωριαίων κυκλοφοριακών φόρτων δεν είναι ισχυρές, παρά τις κατά τόπους μερικές συσχετίσεις που κάποιος μπορεί να εντοπίσει στις γραφικές απεικονίσεις των μεγεθών

Διακρίνεται η μέτρια συσχέτιση μεταξύ των μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων NO₂ και των ωριαίων κυκλοφοριακών φόρτων καθώς και οι ίδιες σε τιμή συσχετίσεις των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων μικροσωματιδίων PM_{2.5} και PM₁₀ με τους ωριαίους κυκλοφοριακούς φόρτους.

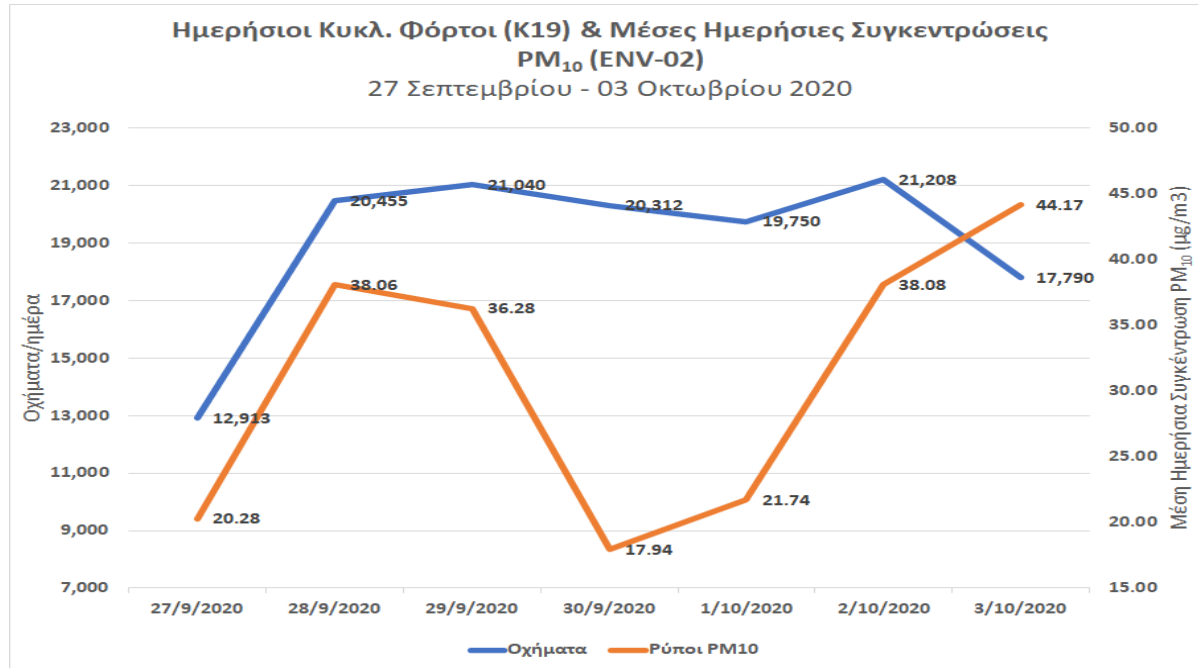
Συσχέτιση Ημερήσιων Κυκλοφοριακών Φόρτων και Μέσων Ημερήσιων Συγκεντρώσεων Βασικών Ρύπων

Σταθμός Περιβαλλοντικών Μετρήσεων ENV-02 – Κόμβος Κ19 (Λεωφ. Καραμανλή και Αναγν. Γογονή)



Συσχέτιση Ημερήσιων Κυκλοφοριακών Φόρτων και Μέσων Ημερήσιων Συγκεντρώσεων Βασικών Ρύπων

Σταθμός Περιβαλλοντικών Μετρήσεων ENV-02 – Κόμβος K19 (Λεωφ. Καραμανλή και Αναγν. Γογονή)

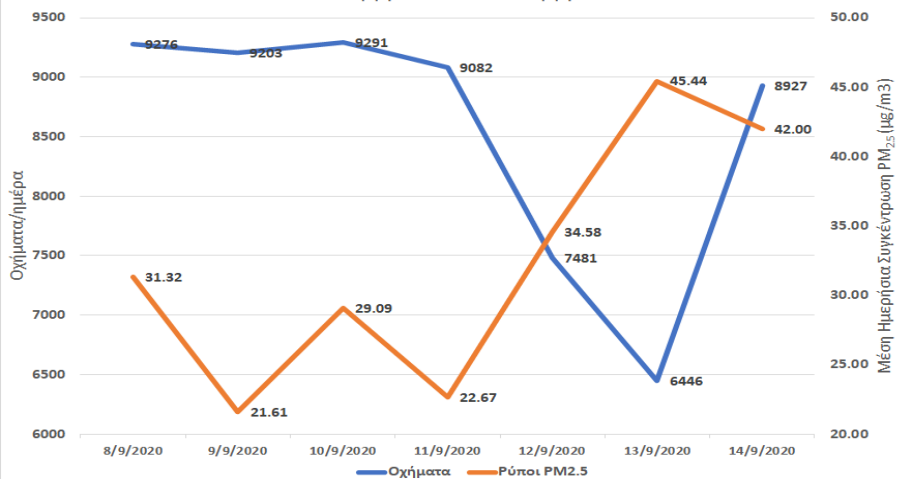


Κόμβος 19 (Διασταύρωση Λεωφ. Σούδας και Αν. Γογονή)			
Συσχετιζόμενα μεγέθη - ΕΒΔΟΜΑΔΑ: 27/09/2020 - 03/10/2020		Συντελεστής Συσχέτισης r	Συσχέτιση
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	PM _{2.5} - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (µg/m ³)	0.34	χαμηλή
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	PM ₁₀ - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (µg/m ³)	0.33	χαμηλή
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	NO ₂ - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (ppb)	0.08	σχεδόν μηδενική
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	NO - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (ppb)	-0.44	χαμηλή (μη θετική συσχέτιση)
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	CO ₂ - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (ppm)	0.60	μέτρια

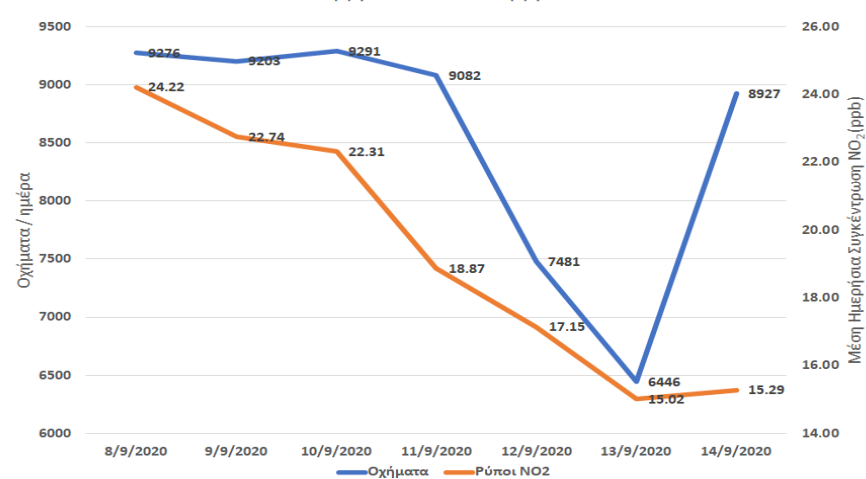
Συσχέτιση Ημερήσιων Κυκλοφοριακών Φόρτων Μέσων Ημερήσιων Συγκεντρώσεων Βασικών Ρύπων

Σταθμός Περιβαλλοντικών Μετρήσεων ENV-01 – Κόμβος K56 (Λεωφ. Σούδας & Πλωτάρχου Μαυριδάκη – ΙΝΚΑ Σούδας)

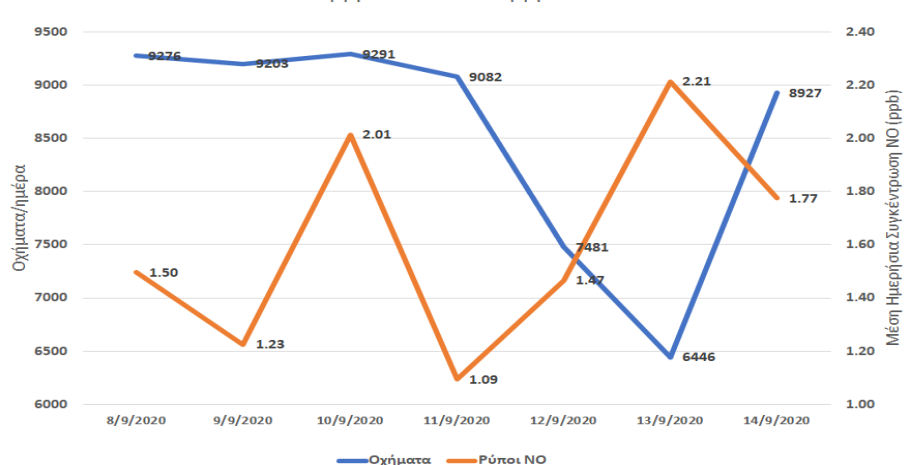
Ημερήσιοι Κυκλ. Φόρτοι (K56) & Μέσες Ημερήσιες Συγκεντρώσεις PM_{2.5} (ENV-01)
08 Σεπτεμβρίου - 14 Σεπτεμβρίου 2020



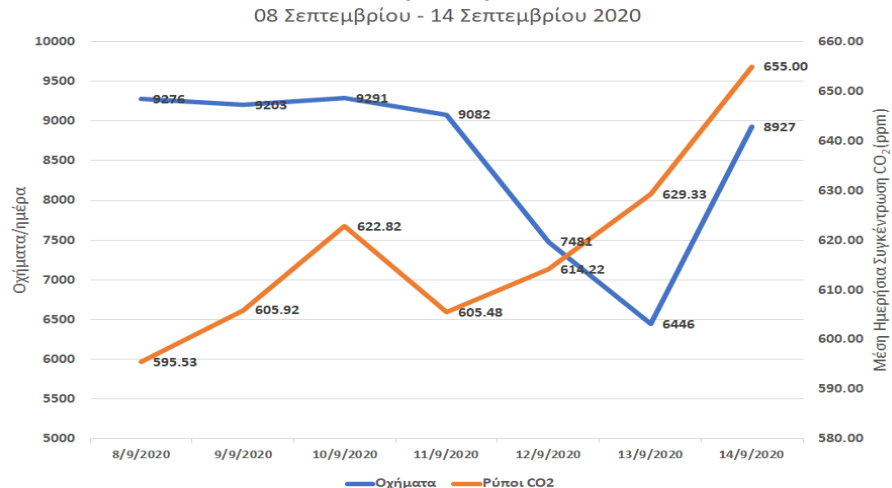
Ημερήσιοι Κυκλ. Φόρτοι (K56) & Μέσες Ημερήσιες Συγκεντρώσεις NO₂ (ENV-01)
08 Σεπτεμβρίου - 14 Σεπτεμβρίου 2020



Ημερήσιοι Κυκλ. Φόρτοι (K56) & Μέσες Ημερήσιες Συγκεντρώσεις NO (ENV-01)
08 Σεπτεμβρίου - 14 Σεπτεμβρίου 2020

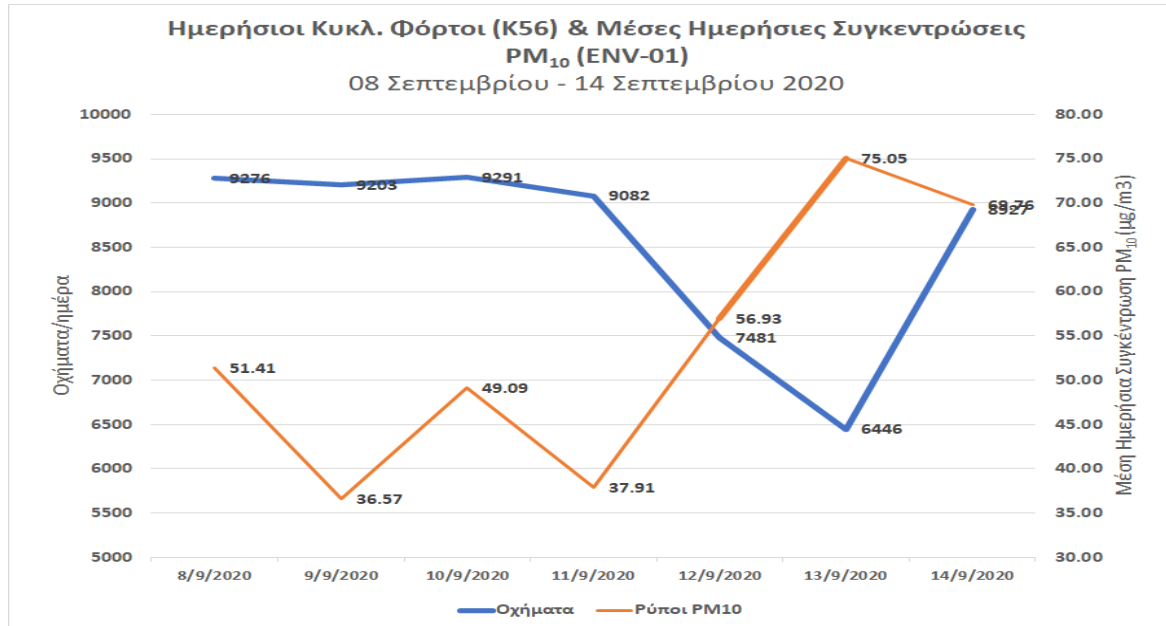


Ημερήσιοι Κυκλ. Φόρτοι (K56) & Μέσες Ημερήσιες Συγκεντρώσεις CO₂ (ENV-01)
08 Σεπτεμβρίου - 14 Σεπτεμβρίου 2020



Συσχέτιση Κυκλοφοριακών Φόρτων και Μετρήσεων Περιβαλλοντικών Ρύπων

Σταθμός Περιβαλλοντικών Μετρήσεων ENV-01 – Κόμβος K56 (Λεωφ. Σούδας & Πλωτάρχου Μαυριδάκη – ΙΝΚΑ Σούδας)



Κόμβος 56 (Λεωφ. Σούδας & Πλωτάρχου Μαυριδάκη – ΙΝΚΑ Σούδας)			
Συσχετιζόμενα μεγέθη - ΕΒΔΟΜΑΔΑ: 08/09/2020 - 14/09/2020		Συντελεστής Συσχέτισης r	Συσχέτιση
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	PM _{2.5} - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (µg/m ³)	-0.68	μέτρια μη θετική συσχέτιση
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	PM ₁₀ - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (µg/m ³)	-0.68	μέτρια μη θετική συσχέτιση
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	NO ₂ - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (ppb)	0.70	μέτρια προς υψηλή
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	NO - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (ppb)	-0.49	χαμηλή μη θετική συσχέτιση
Ημερήσιοι Κυκλοφοριακοί Φόρτοι	CO ₂ - Ημερήσια Μέση Συγκέντρωση (ppm)	-0.24	εξαιρετικά χαμηλή συσχέτιση

Συμπεράσματα:

- Η **εφαρμογή αισθητήρων ρύπων** συνεισφέρουν στην παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης του περιβάλλοντος και δύναται να καθορίζουν την πολιτική διαχείρισης της κυκλοφορίας, τους χρόνους πρασίνου και τα προγράμματα σηματοδότησης. Δύναται να συνδυαστούν με αισθητήρες μετεωρολογικών μετρήσεων (π.χ. ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου)
- **Μόνο οι μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις NO_2** , που μετρούνται στον περιβαλλοντικό σταθμό μετρήσεων πλησίον του λιμένα της Σούδας, φαίνεται να παρουσιάζουν μια αποδεκτή συσχέτιση:
 - μέτρια προς υψηλή συσχέτιση (συντελεστής $r = 0,70$) σε σχέση με τις μεταβολές στους ημερήσιους κυκλοφοριακούς φόρτους
 - μέτρια συσχέτιση (συντελεστής $r = 0,60$) σε σχέση με τις μεταβολές των ωριαίων κυκλοφοριακών φόρτων.

Γενικές αιτίες μειωμένης συσχέτισης:

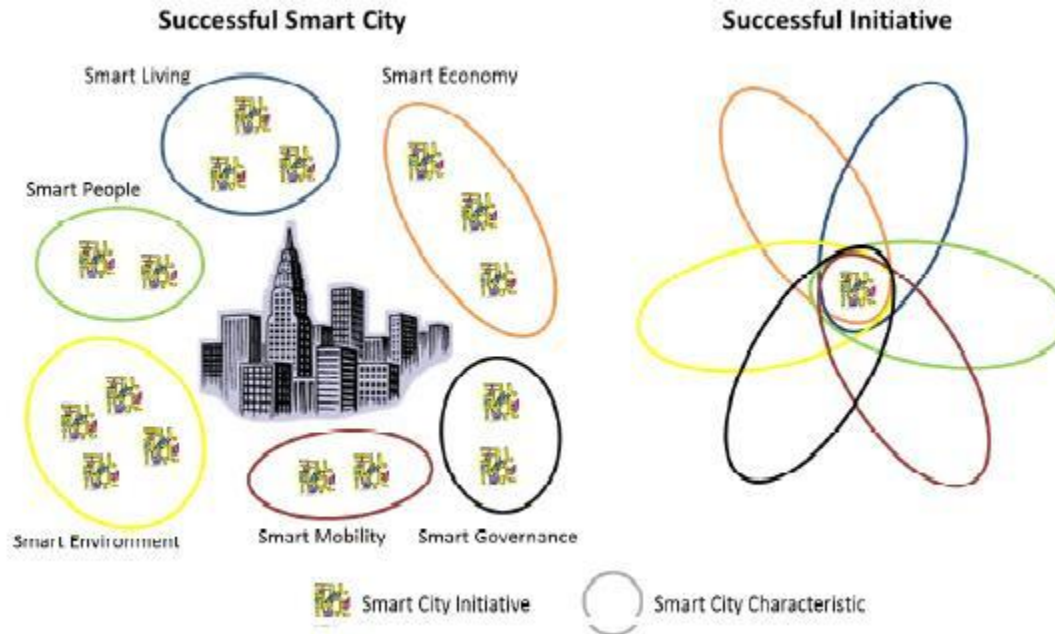
1. Χωροθέτηση σταθμών μετρήσεων ρύπων
2. Περιβαλλοντικές συνθήκες και μετεωρολογικά φαινόμενα που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα παρατηρούμενα μοτίβα και τις συγκεντρώσεις ρύπων
3. Μικρή περίοδος εξέτασης και ανάλυσης στοιχείων.
4. Παραγωγή ρύπων και από άλλες διεργασίες τόσο ανθρωπογενείς (οικιακές, βιομηχανικές-βιοτεχνικές, αγροτικές, παραγωγής ενέργειας) όσο και περιβαλλοντικές/ατμοσφαιρικές.
5. Είναι δεδομένο ότι υπάρχουν ενεργοί μηχανισμοί διασποράς μεταξύ της πηγής παραγωγής ρύπων (όχημα) στον οδικό άξονα και του μετρητή περιβαλλοντικών ρύπων. Η μετρούμενη περιβαλλοντική επίπτωση στο σταθμό επηρεάζεται τόσο από την απόσταση αυτού από την πηγή των ρύπων όσο και από μετεωρολογικές παραμέτρους.
6. Οδικοί άξονες που συνήθως δημιουργούν χαμηλή ροή ρύπων λόγω μικρών κυκλοφοριακών φόρτων ή/και ποσοστών εκπομπών ρύπων, αναμένεται να έχουν περιορισμένη επιρροή στις μετρούμενες τιμές περιβαλλοντικών ρύπων.

Προτάσεις Βελτίωσης:

Προτείνεται:

- η συμπλήρωση του συστήματος με την εφαρμογή επιπλέον αισθητήρων τύπου class 1, στους 5 εξεταζόμενους σηματοδοτούμενους κόμβους με παράλληλη εγκατάσταση μετεωρολογικών σταθμών.
- η καταγραφή από τους περιβαλλοντικούς σταθμούς της συγκεντρώσεως του ρύπου CO (μονοξείδιο του άνθρακα). Το CO, το οποίο καλείται και ως ο «Σιωπηλός Δολοφόνος», προκύπτει από την ατελή οξείδωση του άνθρακα που εκπέμπουν τα οχήματα και συγκεντρώνεται στις πυκνοκατοικημένες περιοχές. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι το ποσοστό CO₂ είναι σχετικά σταθερό, μιας και εξαρτάται άμεσα από την ποσότητα της κατανάλωσης καυσίμων. Οι εκπομπές του CO από την άλλη πλευρά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την τεχνολογία των οχημάτων και τη σύνθεση της κυκλοφορίας.
- η τροποποίηση (μετά από σχετική μελέτη) των προγραμμάτων φωτεινής σηματοδότησης λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία των φόρτων και των ρύπων περιόδου ενός έτους και η αξιολόγηση των παρεμβάσεων με βάση τις τιμές των ρύπων που θα προκύψουν.

Προτάσεις Επέκτασης Συστήματος



Επέκταση συστήματος ανιχνευτών Bluetooth και wifi (Smart Mobility Scan)

Προτείνεται η Ανάπτυξη ενός καινοτόμου συστήματος με την ενδεικτική ονομασία «**Smart Mobility Scan**», που θα συλλέγει πληροφορίες προέλευσης / προορισμού των μετακινήσεων με κάθε μέσο.

Απαιτεί επέκταση των ανιχνευτών ηλεκτρονικών διευθύνσεων :

- Σε όλες τις πύλες εισόδου και εξόδου της πόλης των Χανίων
- Στο σύνολο των σηματοδοτούμενων κόμβων (προτείνεται η εφαρμογή ανιχνευτών 50 περίπου μέτρα πριν από την κάθε σηματοδοτούμενη πρόσβαση)
- Σε εισόδους / εξόδους γειτονιών (κυκλοφοριακών ζωνών) της πόλης των Χανίων
- Σε εισόδους και εξόδους προαστίων της πόλης των Χανίων
- Σημαντικούς πόλους έλξης μετακινήσεων (π.χ. μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις)
- Χώροι στάθμευσης

(Smart Mobility Scan)

Επίσης προτείνεται εφαρμογή ανιχνευτών ηλεκτρονικών διευθύνσεων

- για τον προσδιορισμό των **πεζή μετακινήσεων** σε πεζοδρομημένες περιοχές καθώς και σε περιοχές όπου ευνοείται ή πρόκειται να ευνοηθούν οι συνδυασμένες μετακινήσεις (χώροι στάθμευσης, σταθμοί και στάσεις MMM, εντός των MMM, Λιμένας, Αεροδρόμιο κ.α.).
- σε **ποδηλατοδρόμους** (Απαιτείται η ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού, που θα ξεχωρίζει τις μετακινήσεις με ποδήλατο σε σχέση με τις πεζή μετακινήσεις και μετακινήσεις με οχήματα).



(Smart Mobility Scan)

Όλα τα δεδομένα θα επεξεργάζονται μέσω ειδικού λογισμικού (που θα αναπτυχθεί για αυτόν τον σκοπό) και θα αποστέλλονται στο κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας και φωτεινής σηματοδότησης.

Σε ειδικούς δυναμικούς ψηφιακούς χάρτες θα απεικονίζονται ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία των μετακινήσεων της πόλης. Το μητρώο μετακινήσεων θα μεταβάλλεται ανά ώρα, σύμφωνα με τα δεδομένα που θα συλλέγονται από τους ανιχνευτές των ηλεκτρονικών διευθύνσεων.

Το εν λόγω σύστημα θα είναι πραγματικά ένα ολοκληρωμένο, σημαντικά καινοτόμο έργο, με πολύ μεγάλες δυνατότητες τόσο πρακτικές όσο και στο πεδίο της έρευνας των μεταφορών.

Θα αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τη ανάπτυξη της βιώσιμης κινητικότητας και την μείωση της ρύπανσης στο αστικό περιβάλλον.

Επέκταση σταθμών μέτρησης ρύπων (Smart Pollutant Scan)

Ανάπτυξη συστήματος με την ενδεικτική ονομασία «**Smart Pollutant Scan**» που θα συλλέγει πληροφορίες ρύπων και μετεωρολογικών στοιχείων και θα επικοινωνεί με το κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας και φωτεινής σηματοδότησης.

Συγκεκριμένα προτείνεται:

- η εφαρμογή σταθμών μέτρησης ρύπων και μετεωρολογικών στοιχείων σε όλα τα κρίσιμα σημεία της πόλης:
 - στις πύλες εισόδου και εξόδου της πόλης των Χανίων
 - στο κρίσιμους σηματοδοτούμενους κόμβους (προτείνεται η εφαρμογή 2 ανιχνευτών σε κάθε κόμβο)
 - σε εκπαιδευτικά ιδρύματα, νοσοκομεία, οίκους ευγηρίας κτλ
 - σε βιομηχανικές και βιοτεχνικές ζώνες
 - σε σημαντικούς πόλους έλξης μετακινήσεων (π.χ. μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις)
 - σε χώρους στάθμευσης
 - σε γειτονιές (κυκλοφοριακές ζώνες)
- η τροποποίηση των προγραμμάτων σηματοδότησης και η λήψη αποφάσεων διαχείρισης της κυκλοφορίας με βάση τα στοιχεία συλλογής εκπομπών ρύπων, με σκοπό είτε τη μείωση των συνολικών καθυστερήσεων, είτε τη μείωση των συνολικών ρύπων, είτε τη μείωση ρύπων σε συγκεκριμένες ζώνες.
- η ενημέρωση του κοινού σχετικά με υψηλές τιμές ρύπων και η αλλαγή του τρόπου μετακίνησης (είτε σε έκτακτες συνθήκες, είτε μόνιμα). **Ο πολίτης θα πρέπει γίνει συμμετέχων στην μείωση των ρύπων !**



Επέκταση συστήματος πληροφόρησης μέσω VMS και μέσω εφαρμογών κινητού τηλεφώνου και διαδικτύου (Smart Mobility Information)

Προτείνεται η ανάπτυξη συστήματος με την ενδεικτική ονομασία «**smart mobility information**» που θα πληροφορεί τους χρήστες του οδικού δικτύου μέσω των VMS, αλλά και μέσω πλατφόρμων κινητής τηλεφωνίας και internet.

Συγκεκριμένα προτείνεται:

- Η επέκταση της πλατφόρμας της έξυπνης πόλης σε κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας και φωτεινής σηματοδότησης που να ενημερώνει αυτόματα για τους χρόνους διαδρομής και να δίνει συστάσεις για την διατροφικότητα των μετακινήσεων.
- Πληροφόρηση ως προς την συνδυασμένη μετακίνηση (όχημα- περπάτημα, όχημα – MMM)
- Η επέκταση των VMS και σε άλλα κρίσιμα σημεία της πόλης. Οι νέες θέσεις θα εξυπηρετούν τους στόχους της κυκλοφοριακής μελέτης και της πολιτικής διαχείρισης της κυκλοφορίας και της στάθμευσης.

Επέκταση συστήματος πληροφόρησης μέσω VMS και μέσω εφαρμογών κινητού τηλεφώνου και διαδικτύου (Smart Mobility Information)

- ❑ Η επέκταση συστημάτων πληροφόρησης για τη στάθμευση. Περιλαμβάνει
 - συστήματα συλλογής δεδομένων στους χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων (εκτός οδού ή παρά την οδό),
 - ένα κεντρικό ηλεκτρονικό σύστημα για την επεξεργασία των πληροφοριών σχετικά με τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης,
 - ηλεκτρονικά πληροφοριακά πάνελ που τοποθετούνται σε καίρια σημεία προς ενημέρωση των οδηγών για τον αριθμό των διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης.

Οι πολίτες μπορούν, μέσω SMS, να πληρώσουν το αντίτιμο για δημοτικούς χώρους στάθμευσης, να παρατείνουν τη διάρκεια της στάθμευσης, και να προκρατήσουν μια θέση στάθμευσης στην πόλη.

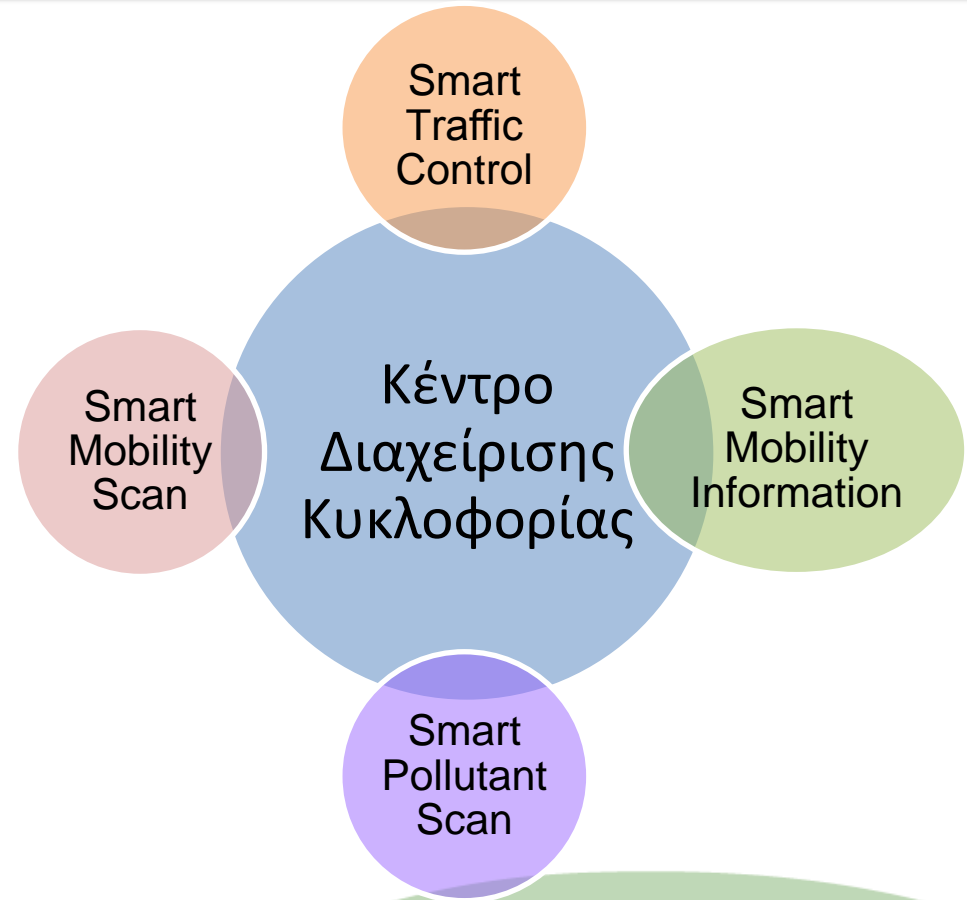
- ❑ Τηλεματική για βελτίωση των υπηρεσιών και της ποιότητας των ΜΜΜ.

Επέκταση συστήματος επενέργειας στους σηματοδοτούμενους κόμβους (Smart traffic control)

- Προτείνεται, κατόπιν μελέτης φωτεινής σηματοδότησης η επέκταση του συστήματος επενέργειας και καταγραφής κυκλοφοριακών φόρτων σε όλους τους σηματοδοτούμενους κόμβους.
- Οι χρόνοι πρασίνου θα τροποποιούνται ανάλογα με τις τριμηνιαίες εκθέσεις καταγραφής των ρύπων και ανάλογα με τη διακύμανση των ρύπων στις κυκλοφοριακές ζώνες. Δύναται οι χρόνοι πρασίνου να επηρεάζονται άμεσα από την μεταβολή των ρύπων, εφόσον το δίκτυο των αισθητήρων των ρύπων επεκταθεί σημαντικά και αξιολογηθεί σε διάστημα τουλάχιστον ενός έτους.
- Το μητρώο μετακινήσεων, που θα προέρχεται από το «smart mobility scan», θα λαμβάνεται υπόψη για την εφαρμογή κατάλληλων πολιτικών διαχείρισης της κυκλοφορίας μέσω βέλτιστων ρυθμίσεων των προγραμμάτων σηματοδότησης. π.χ. ευνόηση πεζή μετακίνησης έναντι της μετακίνησης με ΙΧ ή ευνόηση συγκεκριμένης διαδρομής.
- Επίσης δύναται να τροποποιείται το διάγραμμα συντονισμού των σηματοδοτών, ανάλογα με την πραγματική ταχύτητα των οχημάτων, που θα λαμβάνεται από τους φωρατές των σηματοδοτών και τους ανιχνευτές των ηλεκτρονικών διευθύνσεων. Το συγκεκριμένο λόγω της καινοτομίας του, θα πρέπει να αποτελέσει και αντικείμενο έρευνας.

Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας

- Το **κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας** θα συγκεντρώνει όλα τα δεδομένα από τα επιμέρους υποσυστήματα
- Και επιπλέον, μέσω της επιτήρησης της κυκλοφορίας από **κάμερες κυκλοφορίας**, θα επιτυγχάνεται άμεση ενημέρωση στους χρήστες του οδικού δικτύου για έκτακτα συμβάντα.



**«ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΡΓΟΥ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ
ΔΡΑΣΗΣ ΒΑΣΕΙ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ & ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΡΥΠΩΝ»**



ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

ΘΑΝΑΣΗΣ ΤΣΙΑΝΟΣ

ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ – ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΟΣ ΕΜΠ

ΤΣΙΑΝΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ

ΑΤΕΜ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Ε.