



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Ανάλυση Χρονοσειρών Κυκλοφορίας Οχημάτων και Πεζών στην Αθήνα

Νικόλαος Δ. Οικονόμου

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2021

Βασικά Στάδια Διπλωματικής Εργασίας





1

Καθορισμός Στόχου

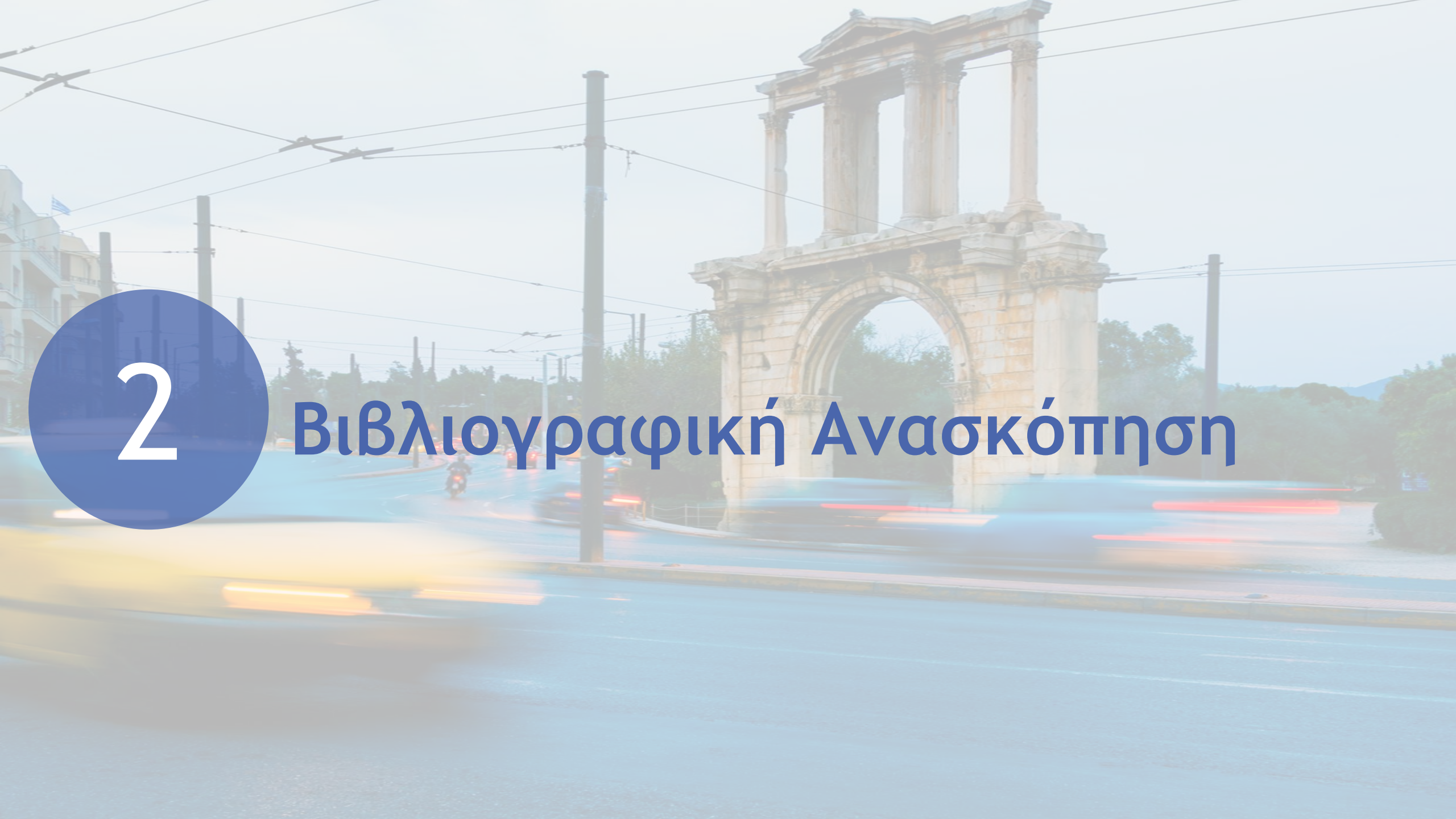
Στόχος Διπλωματικής Εργασίας



Η ανάλυση χρονοσειρών και η **πρόβλεψη της κινητικότητας** οχημάτων και πεζών στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας, κατά τη δοκιμαστική περίοδο λειτουργίας του Μεγάλου Περιπάτου της Αθήνας



Η **αξιολόγηση της επίδρασης** στην κυκλοφορία της δοκιμαστικής λειτουργίας του **Μεγάλου Περιπάτου** της Αθήνας



2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση



Διεθνής Ανασκόπηση Κυκλοφοριακών Παρεμβάσεων

➤ **Οξφόρδη, Βουδαπέστη, Γερμανία**

Αναδιαμόρφωση κυκλικού κόμβου και αναβάθμιση ποδηλατικών εγκαταστάσεων → Μείωση κυκλοφορίας μηχανοκίνητων μέσων

➤ **Γάνδη**

Αφαίρεση οδογέφυρας → Ομοιόμορφη κατανομή της ροής των οχημάτων κι ελεύθερος χώρος για δημιουργία συγκοινωνιακών υποδομών

➤ **Στρασβούργο**

Αφαίρεση μίας κυκλοφοριακής λωρίδας και διάθεση αυτής στους πεζούς → Άνεση για τους πεζούς και μείωση του χρόνου αναμονής/ταξιδιού για τα MMM, χωρίς μείωση στις ταχύτητες των οχημάτων

➤ **Λιουμπλιάνα**

Επέκταση πεζοδρομήσεων → Αύξηση της κίνησης των πεζών και μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου

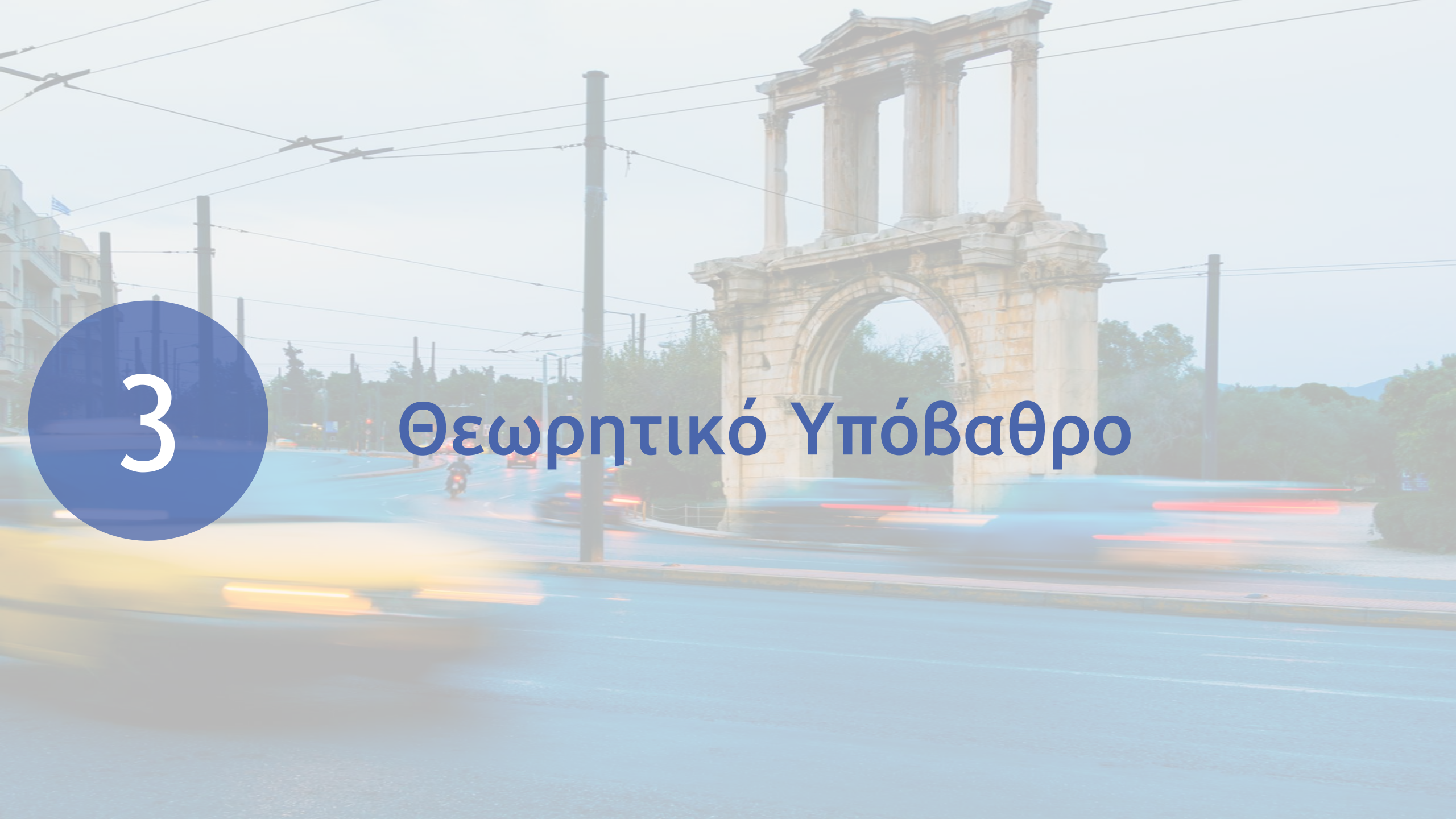
➤ **Στοκχόλμη**

Τιμολόγηση συμφόρησης → Μείωση της κίνησης στην πόλη και αύξηση της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς



Συμπεράσματα Ανάλυσης Χρονοσειρών

- Τα μοντέλα **ARIMA** είναι τα πιο δημοφιλή **στον τομέα των μεταφορών**
- Είναι από τις **πιο ακριβείς μεθόδους** κάνοντας βέλτιστες προβλέψεις, καθώς έχουν το μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα
- Σε περίπτωση **εμφανούς εποχικότητας**, τα μοντέλα ARIMA μπορούν να επεκταθούν σε εποχικά μοντέλα ARIMA (SARIMA)
- Έχουν **βραχυπρόθεσμη μνήμη**
- Ιδιαίτερα τα μοντέλα SARIMA εμφανίζουν το μειονέκτημα ανάγκης **μεγάλων δειγμάτων** που απαιτούνται για πρόβλεψη



3

Θεωρητικό Υπόβαθρο



Χρονοσειρές- Μοντέλο ARIMA

Χρονοσειρά

- Ορίζουμε μία σειρά δεδομένων με κύριο χαρακτηριστικό τη **διατεταγμένη χρονική διάταξη** των παρατηρήσεων της σειράς
- Άθροισμα **τριών συνιστωσών**: τάσης, εποχικότητας και τυχειότητας

Μοντέλο ARIMA

- Συμβολίζεται ως **ARIMA (p, d, q)**
- **p**: η τάξη του αυτοπαλίνδρομου μοντέλου
- **d**: η τάξη της διαφορίσης για την επίτευξη της στασιμότητας
- **q**: η τάξη του κινητού μέσου όρου



Ανάλυση Χρονοσειρών και Ανάπτυξη μοντέλου ARIMA

Αποσύνθεση & Στασιμότητα

Τάση,
εποχικότητα
και τυχαιότητα

Έλεγχος
ADF

Αυτοσυσχέτιση & Μερική Αυτοσυσχέτιση

ACF

PACF

Αναγνώριση Μοντέλου

AIC

BIC

Έλεγχος
Ljung-Box

Αξιολόγηση Προβλέψεων

ME

MAE

MPE

MAPE

RMSE

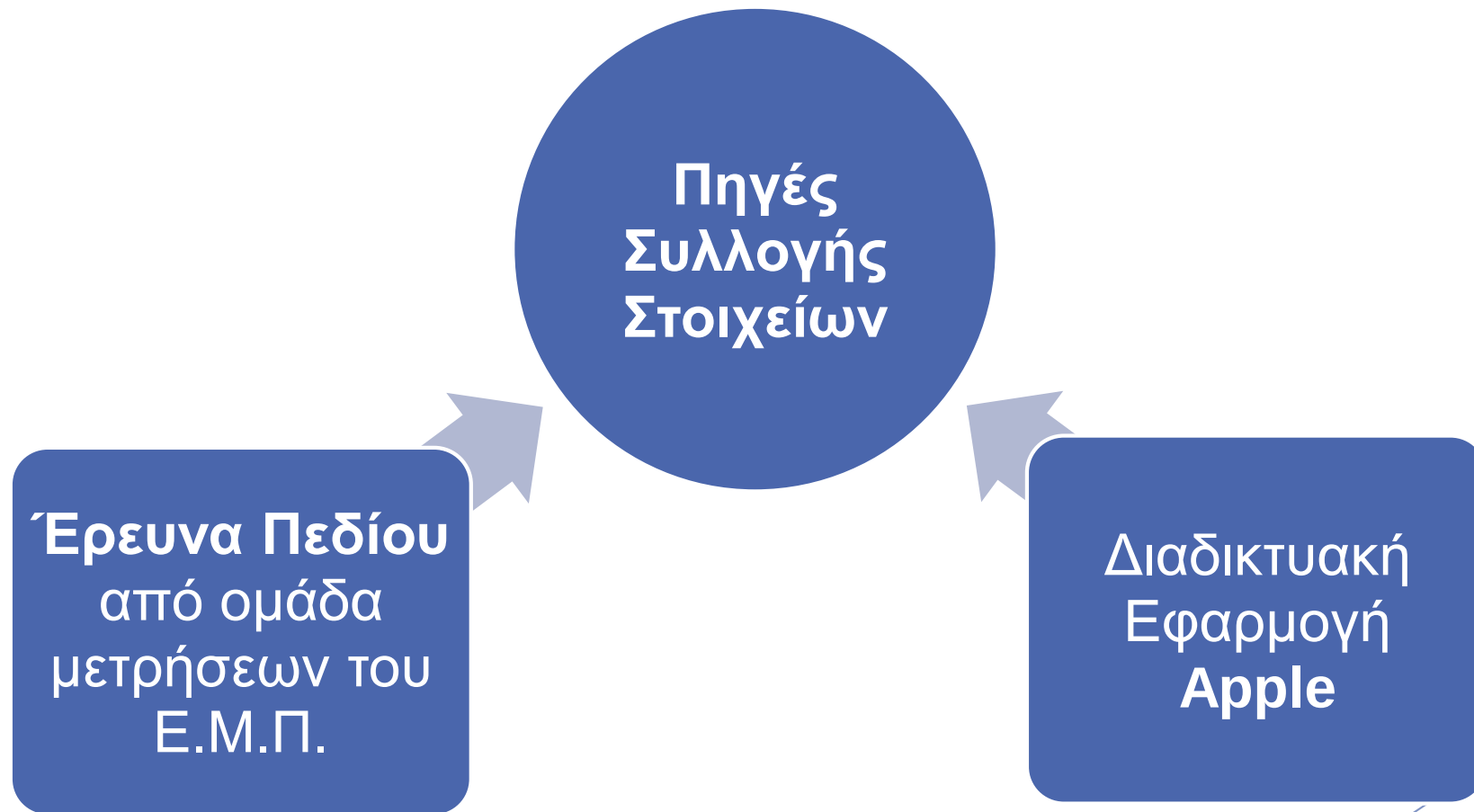


4

Συλλογή Δεδομένων



Πηγές Συλλογής Στοιχείων





Σύνθεση Κυκλοφορίας στην Αθήνα

Έρευνα Πεδίου
από ομάδα μετρήσεων του
Ε.Μ.Π.

Τυπική ημέρα μετρήσεων η **Πέμπτη**

Από 12 Ιουνίου έως και 22 Οκτωβρίου 2020

Μετρήσεις ανά 30 λεπτά την **πρωινή** (08:00-10:30) και **απογευματινή** (11:00-15:00) **αιχμή**

Καταγραφή διελεύσεων πεζών, επιβατικών ΙΧ, ταξί, μοτοσυκλετών, φορτηγών, λεωφορείων, ποδηλάτων και πατινιών

Καταγραφή διελεύσεων **επί κεντρικών** οδικών αξόνων, οδικών αξόνων **εισόδου, εξόδου** και **περιφερειακών** οδικών αξόνων



Κυκλοφορία Λεκανοπεδίου

Διαδικτυακή Εφαρμογή Apple

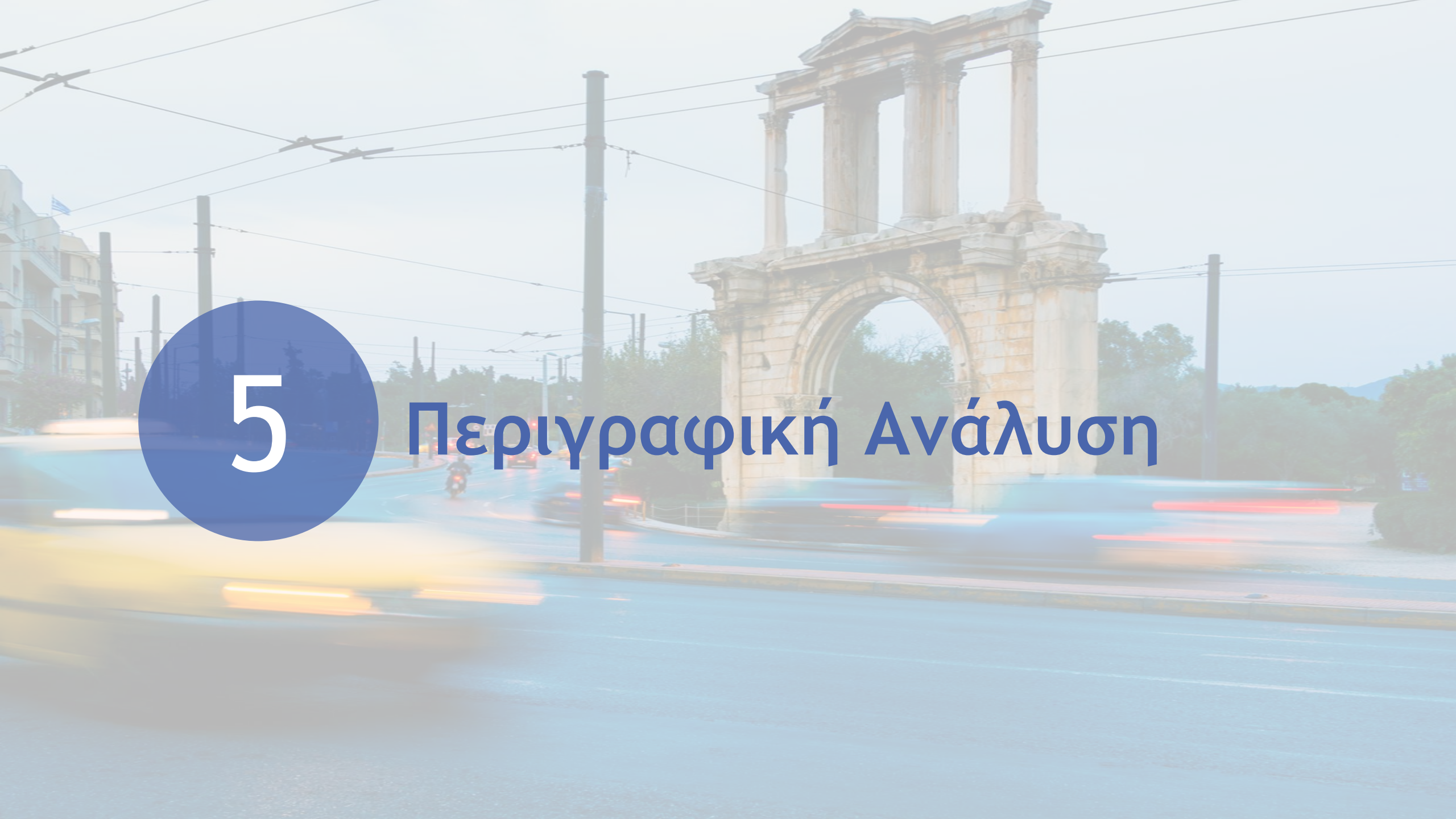
Καθημερινή **μεταβολή της κυκλοφορίας** των οδηγών και των πεζών στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς

Περίοδος Αναφοράς (baseline) η εβδομάδα πριν την άρση περιορισμών κυκλοφορίας (8/6/2020-12/6/2020)

Τα **Σαββατοκύριακα** δεν λαμβάνονται υπόψη

Δεδομένα από τις **15 Ιουνίου** έως και τις **30 Οκτωβρίου 2020**

Ως οδηγοί λαμβάνονται **οι οδηγοί όλων των οχημάτων** ανεξαρτήτως τύπου οχήματος



5

Περιγραφική Ανάλυση

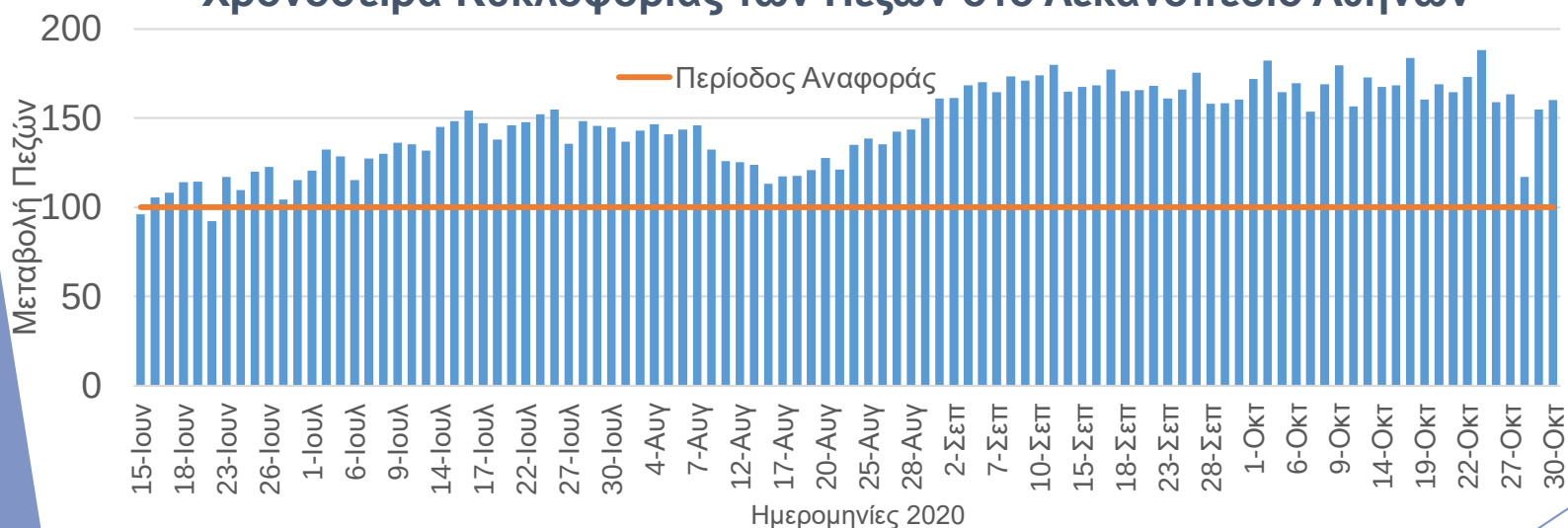


Χρονοσειρές Κυκλοφορίας Λεκανοπεδίου

Χρονοσειρά Κυκλοφορίας των Οδηγών στο Λεκανοπέδιο Αθηνών



Χρονοσειρά Κυκλοφορίας των Πεζών στο Λεκανοπέδιο Αθηνών



- Η κυκλοφορία των οδηγών και των πεζών στο Λεκανοπέδιο Αθηνών βρίσκεται σε **υψηλότερο επίπεδο** συγκριτικά με την περίοδο αναφοράς
- Εξαίρεση αποτελεί ο **μήνας Αύγουστος** για τους οδηγούς
- Η κυκλοφορία των **πεζών** είναι, όλη την περίοδο υπό εξέταση, πιο υψηλή από την περίοδο αναφοράς
- Ως **περίοδος αναφοράς** θεωρήθηκε η εβδομάδα πριν την άρση περιορισμών κυκλοφορίας (8/6/2020-12/6/2020)



Σύνθεση Κυκλοφορίας Αθήνας

	Πρωινή Αιχμή								
Οδικοί Άξονες	3 Λωρίδες Κυκλοφορίας στην Πανεπιστημίου			4 Λωρίδες Κυκλοφορίας στην Πανεπιστημίου			Διαφορά %		
	15/6-30/7			6/8-22/10					
IX									
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
Πανεπιστημίου	43%	60%	49%	36%	48%	42%	-7,00%	-12,00%	-6,88%
Κεντρικούς	36%	41%	37%	31%	43%	36%	-5,00%	2,00%	-1,00%
Εισόδου	42%	55%	50%	44%	53%	49%	2,00%	-2,00%	-1,00%
Εξόδου	50%	60%	55%	43%	58%	51%	-7,00%	-2,00%	-4,00%
Περιφερειακούς	54%	59%	58%	57%	67%	62%	3,00%	8,00%	4,00%
TAXI									
Πανεπιστημίου	12%	20%	15%	18%	30%	24%	6,00%	10,00%	9,00%
Κεντρικούς	16%	20%	18%	20%	25%	22%	4,00%	5,00%	4,00%
Εισόδου	12%	17%	15%	13%	19%	15%	1,00%	2,00%	0,00%
Εξόδου	14%	18%	16%	13%	25%	18%	-1,00%	7,00%	2,00%
Περιφερειακούς	12%	14%	13%	12%	14%	13%	0,00%	0,00%	0,00%
ΜΟΤΟ									
Πανεπιστημίου	23%	36%	32%	26%	34%	31%	3,00%	-2,00%	-1,00%
Κεντρικούς	32%	36%	34%	28%	36%	32%	-4,00%	0,00%	-2,00%
Εισόδου	26%	36%	30%	25%	34%	30%	-1,00%	-2,00%	0,00%
Εξόδου	19%	28%	24%	22%	29%	25%	3,00%	1,00%	1,00%
Περιφερειακούς	23%	29%	25%	21%	29%	26%	-2,00%	0,00%	1,00%
ΠΕΖΟΙ									
Πανεπιστημίου	992	2112	1304	752	2780	2003	-24,19%	31,63%	53,60%
Κεντρικούς	528	638	585	430	1021	741	-18,56%	60,03%	26,67%
Εισόδου	540	795	652	269	713	486	-50,19%	-10,31%	-25,46%
Εξόδου	551	693	601	212	801	485	-61,52%	15,58%	-19,30%
Περιφερειακούς	131	299	204	115	311	194	-12,21%	4,01%	-4,90%

Στο πλαίσιο της δοκιμαστικής λειτουργίας του Μεγάλου Περιπάτου της Αθήνας **αυξήθηκαν οι κυκλοφοριακές λωρίδες** της οδού Πανεπιστημίου από 3 σε 4 (03/08/2020) και παρατηρήθηκαν τα εξής:

- **Σημαντικότερη μείωση** χρήσης **IX** στην Πανεπιστημίου
- **Αύξηση** στη χρήση των **ταξί**, ειδικά στην Πανεπιστημίου
- Η αύξηση της διατομής της οδού **δεν επηρέασε** σημαντικά την κυκλοφορία των **μοτοσυκλετών**
- Οι **πεζοί** σημείωσαν σημαντική **αύξηση** στην Πανεπιστημίου και στους εγγύς οδικούς άξονες

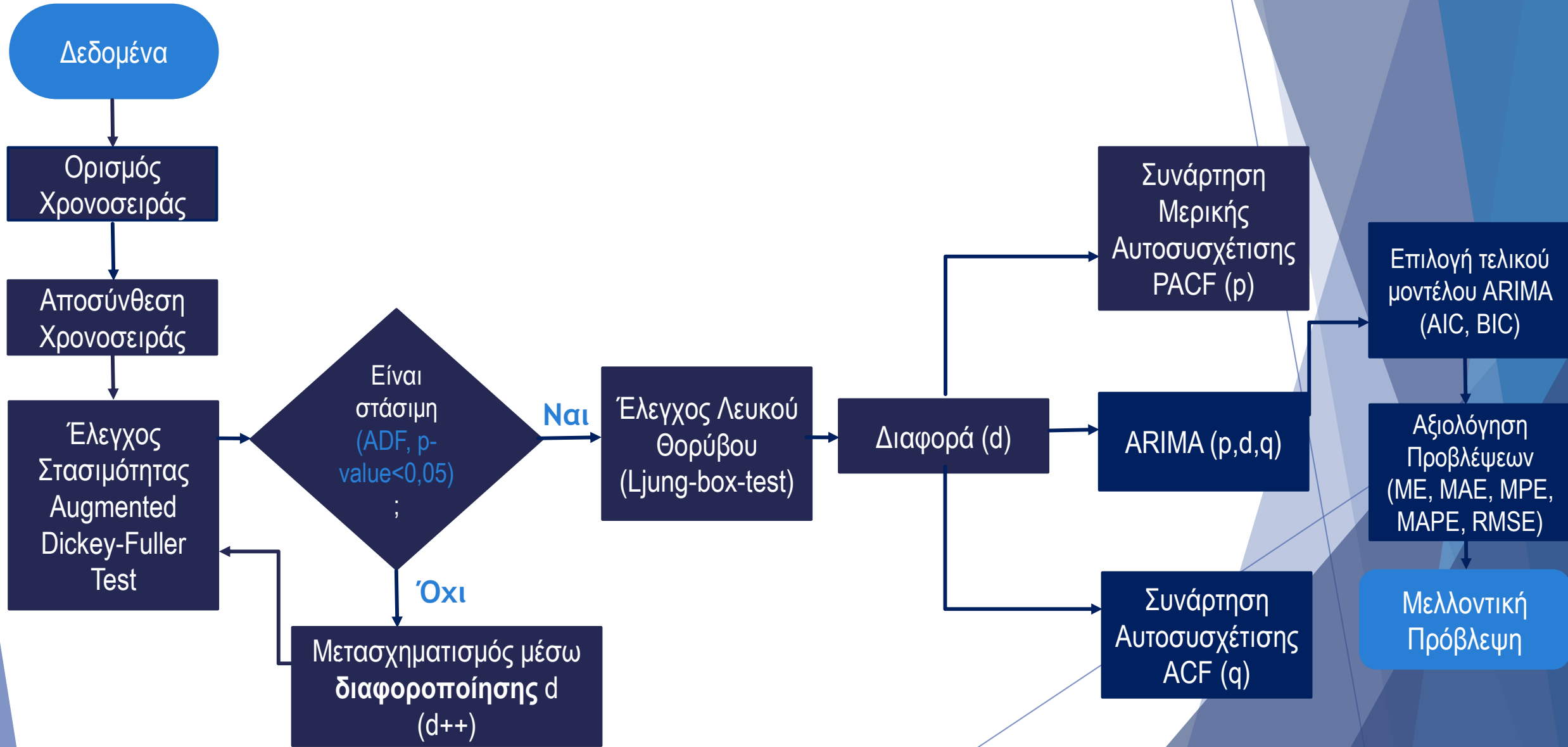


6

Ανάπτυξη Μοντέλων Πρόβλεψης



Διάγραμμα Ροής Ανάπτυξης Μοντέλων Πρόβλεψης





7

Ανάλυση αποτελεσμάτων



Ανάλυση Χρονοσειρών

Σύνθεση Κυκλοφορίας στην **Αθήνα**

20 χρονοσειρές

18/6/2020 – 22/10/2020

Οδικοί άξονες:

Πανεπιστημίου, Κεντρικοί,
Εισόδου, Εξόδου,
Περιφερειακοί

Σύνθεση Κυκλοφορίας σε
ΙΧ, Ταξί, Μοτοσυκλέτες και
Ωριαίος Φόρτος Πεζών

Κυκλοφορία Οδηγών και Πεζών στο **Λεκανοπέδιο**

4 χρονοσειρές

15/6/2020 – 30/10/2020

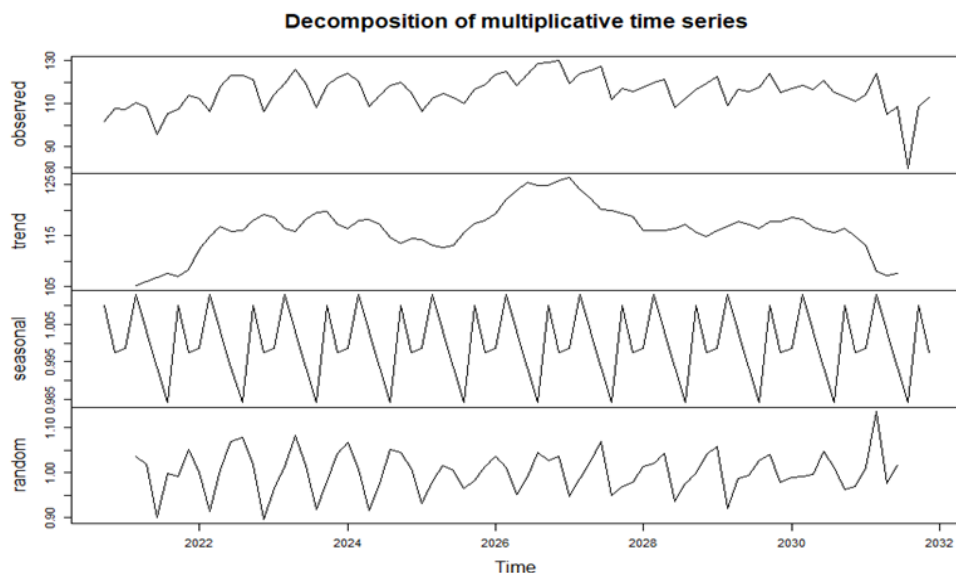
Λεκανοπέδιο της Αθήνας

Κυκλοφορία **Οδηγών και**
Πεζών

Θεώρηση με και χωρίς το
καλοκαίρι (Αύγουστος)

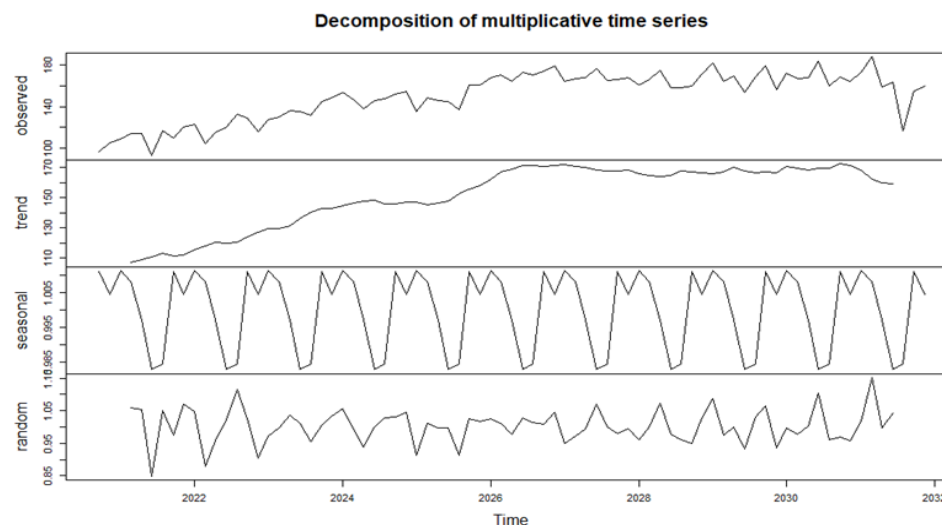


Αποσύνθεση Χρονοσειρών (Λεκανοπέδιο)



- ✓ Η κινητικότητα των πεζών παρουσιάζει αυξητική τάση μέχρι περίπου τα μέσα Σεπτέμβρη, όπου πλέον εμφανίζεται σταθερότητα

- ✓ Η τάση της κινητικότητας των οδηγών χωρίς να ληφθεί υπόψη το καλοκαίρι (Αύγουστος), παρουσιάζει σταθερότητα με εξαίρεση την περίοδο στις αρχές Σεπτέμβρη, όπου εμφανίζει αύξηση





Έλεγχος Στασιμότητας (Λεκανοπέδιο)

- ✓ Ο έλεγχος **Augmented Dickey-Fuller** ικανοποιείται από την πρώτη διαφορά (Dx) για τους οδηγούς και τους πεζούς στην περίπτωση που δεν ληφθεί υπόψη το καλοκαίρι
- ✓ Στην περίπτωση που ληφθεί υπόψη το καλοκαίρι χρειάζεται και **δεύτερη διαφορά** (DDx) να εφαρμοσθεί στη χρονοσειρά κινητικότητας οδηγών ώστε να γίνει στάσιμη

Dx						
Μεταβλητή	Λεκανοπέδιο Αθηνών					
	Χωρίς το Καλοκαίρι			Με το Καλοκαίρι		
	Test statistics	Lag order	p-value	Test statistics	Lag order	p-value
Diff(Οδηγοί)	-4,9718	4	0,01	-2,7286	4	0,2749
Diff(Πεζοί)	-5,168	4	0,01	-4,0408	4	0,01017

Έλεγχος Λευκού Θορύβου Box-Ljung						
Μεταβλητή	Λεκανοπέδιο Αθηνών					
	Χωρίς το Καλοκαίρι			Με το Καλοκαίρι		
	χ^2	df	p-value	χ^2	df	p-value
Οδηγοί	41,121	10	1,07E-05	66,328	10	2,26E-10
Πεζοί	56,809	10	1,45E-08	70,013	10	4,41E-11
Diff ή DDiff ό,τι έχει βγάλει η κάθε μεταβλητή						

- ✓ Ο έλεγχος λευκού θορύβου Box-Ljung ικανοποιείται και για τους οδηγούς και τους πεζούς λαμβάνοντας και μη υπόψη τον Αύγουστο, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%



Έλεγχος Στασιμότητας (Αθήνα)

- Τα επιβατικά ΙΧ στην Πανεπιστημίου καθώς και οι πεζοί στους κεντρικούς οδικούς άξονες χρειάστηκαν **μία διαφορά** για να μετατραπούν σε στάσιμες χρονοσειρές

- Στάσιμες χρονοσειρές με την εφαρμογή **δύο διαφορών** γίνονται οι εξής τρεις μεταβλητές:
 - ταξί στην Πανεπιστημίου
 - ταξί στους κεντρικούς οδικούς άξονες
 - επιβατικά ΙΧ στους άξονες εισόδου

- Ωστόσο, καμία μεταβλητή από τις δύο **δεν ικανοποιεί τον έλεγχο** του λευκού θορύβου (Box-Ljung)

- **Μόνο η χρονοσειρά** χρήσης ταξί στους **κεντρικούς** άξονες μετατράπηκε σε στάσιμη και ικανοποίησε τον έλεγχο λευκού θορύβου (φαινομενικά)

- **Δεν αναπτύχθηκαν μοντέλα πρόβλεψης** ARIMA εφόσον δεν πληρούνταν η στασιμότητα και ο έλεγχος λευκού θορύβου

Dx															
Μεταβλητή	Πανεπιστημίου			Κεντρικοί			Εισόδου			Εξόδου			Περιφερειακοί		
	Test statistics	Lag order	p-value	Test statistics	Lag order	p-value	Test statistics	Lag order	p-value	Test statistics	Lag order	p-value	Test statistics	Lag order	p-value
Diff(Επιβατικά)	-5,7195	2	0,01	-1,0648	2	0,9111	-3,206	2	0,113	-2,2126	2	0,4914	-1,8391	2	0,6337
Diff(Ταξί)	-2,7719	2	0,2783	-2,6134	2	0,3387	0,66031	2	0,99	-1,6455	2	0,7074	0,24329	2	0,99
Diff(Μοτοσυκλέτες)	-2,4226	2	0,4114	-1,9547	2	0,5896	-2,7175	2	0,299	-1,955	2	0,5895	-1,9468	2	0,5927
Diff(Πεζοί)	-2,8521	2	0,2478	-5,2767	2	0,01	-1,6422	2	0,7087	-0,46949	2	0,9763	-1,3212	2	0,831

DDx															
Μεταβλητή	Πανεπιστημίου			Κεντρικοί			Εισόδου			Εξόδου			Περιφερειακοί		
	Test statistics	Lag order	p-value	Test statistics	Lag order	p-value	Test statistics	Lag order	p-value	Test statistics	Lag order	p-value	Test statistics	Lag order	p-value
DDiff(Επιβατικά)	-	-	-	-2,179	2	0,5042	-3,7534	2	0,03905	-1,942	2	0,5945	-3,0254	2	0,1817
DDiff(Ταξί)	-3,6227	2	0,04838	-3,7068	2	0,04237	-	-	-	-1,4427	2	0,7847	-1,1997	2	0,8773
DDiff(Μοτοσυκλέτες)	-2,6871	2	0,3106	-2,1831	2	0,5026	-2,425	2	0,4105	-2,0828	2	0,5409	-1,8262	2	0,6386
DDiff(Πεζοί)	-2,8619	2	0,2441	-	-	-	-2,7817	2	0,2746	-0,9379	2	0,9297	-1,1429	2	0,8989

Box-Ljung															
Μεταβλητή	Πανεπιστημίου			Κεντρικοί			Εισόδου			Εξόδου			Περιφερειακοί		
	χ^2	df	p-value	χ^2	df	p-value	χ^2	df	p-value	χ^2	df	p-value	χ^2	df	p-value
Επιβατικά	16,2	10	0,09406	18,321	10	0,04979	17,164	10	0,07082	14,832	10	0,1383	11,469	10	0,3221
Ταξί	11,446	10	0,3238	23,671	10	0,008523	12,734	10	0,239	18,079	10	0,05364	30,545	10	0,0006972
Μοτοσυκλέτες	10,158	10	0,4267	9,3882	10	0,4957	14,99	10	0,1324	22,866	10	0,01125	14,169	10	0,1654
Πεζοί	10,017	10	0,439	6,5386	10	0,7682	5,9513	10	0,8193	10,72	10	0,3798	24,896	10	0,005546



Μοντέλα ARIMA (Λεκανοπέδιο)

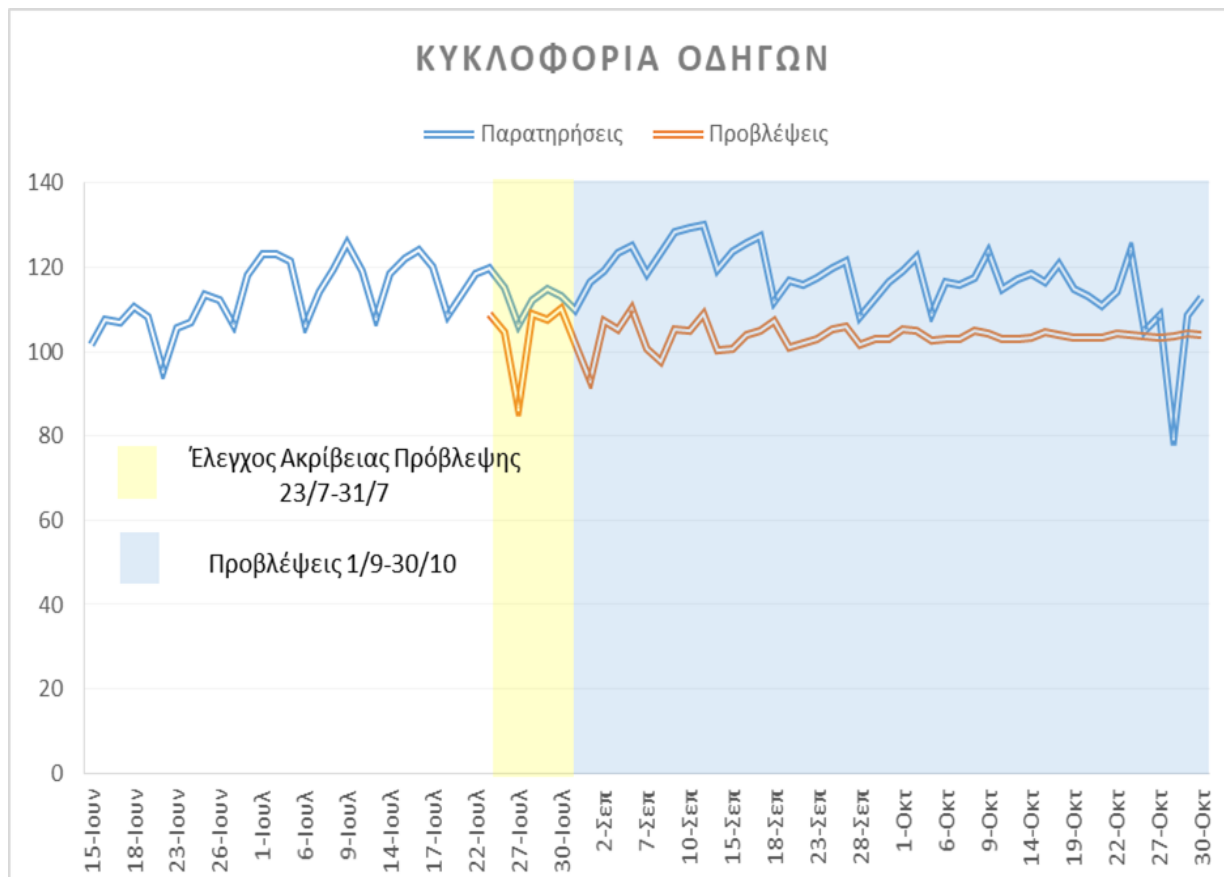
	Candidate Model	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	AIC	BIC
Χωρίς το Καλοκαίρι							
Οδηγοί	ar1	-0,51998	0,10594	-4,9084	9,18E-07	507 , 243	521 , 383
	ar2	-0,29171	0,12149	-2,4011	0,016346		
	ar3	-0,50213	0,11926	-4,2102	2,55E-05		
	ar4	-0,28951	0,12829	-2,2567	0,024029		
	ar5	0,3684	0,1261	2,9214	0,003485		
Πεζοί	ar1	-0,49322	0,10698	-4,6104	4,02E-06	582 , 2	596 , 34
	ar2	-0,24927	0,11747	-2,122	0,033838		
	ar3	-0,33855	0,12479	-2,7128	0,006671		
	ar4	-0,31234	0,13254	-2,3565	0,018447		
	ar5	0,34823	0,12796	2,7214	0,006501		
Με το Καλοκαίρι							
Οδηγοί	ar1	-1,2768	0,09787	-13,046	2.2e-16	647 , 8	663 , 309
	ar2	-1,1475	0,135	-8,5002	2.2e-16		
	ar3	-1,2013	0,12596	-9,5377	2.2e-16		
	ar4	-1,0976	0,12846	-8,5438	2.2e-16		
	ar5	-0,3233	0,11375	-2,8424	0.004477		
Πεζοί	ar1	-0,38654	0,090314	-4,2799	0.0000186	721 , 824	737 , 394
	ar2	-0,16205	0,098747	-1,641	0,10079		
	ar3	-0,17873	0,105808	-1,6892	0,09118		
	ar4	-0,17699	0,109543	-1,6157	0,10616		
	ar5	0,478456	0,106715	4,4835	0.0000073		

- Τα περισσότερα υποψήφια μοντέλα πρόβλεψης της κυκλοφορίας στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, είναι **στατιστικά σημαντικά**
- Εξαίρεση αποτελούν** τα μοντέλα ar2, ar3, ar4 της κυκλοφορίας των πεζών, για τα οποία έχουν ληφθεί υπόψη τα κυκλοφοριακά δεδομένα που καταγράφηκαν κατά τον μήνα Αύγουστο
- Για την πρόβλεψη της κυκλοφορίας πεζών και οδηγών στο Λεκανοπέδιο, επιλέγεται να **μη ληφθεί υπόψη ο μήνας Αύγουστος**
- Τα **μοντέλα πρόβλεψης ARIMA** που αναπτύχθηκαν για την πρόβλεψη της κυκλοφορίας στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα

Μεταβλητή	ARIMA μοντέλο
Χωρίς το Καλοκαίρι	
Diff(οδηγοί)	(5,1,0)
Diff(πεζοί)	(5,1,0)



Πρόβλεψη Κινητικότητας Οδηγών Λεκανοπεδίου



Μεταβλητή	Χωρίς το Καλοκαίρι					
	Για το τεστ (Y1-Y2) (23/7/2020 - 31/7/2020)					
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE (%)	ACF1
Οδηγοί	8,96	10,40	8,96	8,00	8,00	-0,06
	Σφάλμα για μελλοντική πρόβλεψη (1/9/2020-30/10/2020)					
	MAPE (%)	RMSE	ACF1	MIN DIFF (28/10)	MAX DIFF (8/9)	AVERAGE
	12,45	15,86	0,40	-24,20	25,78	12,94

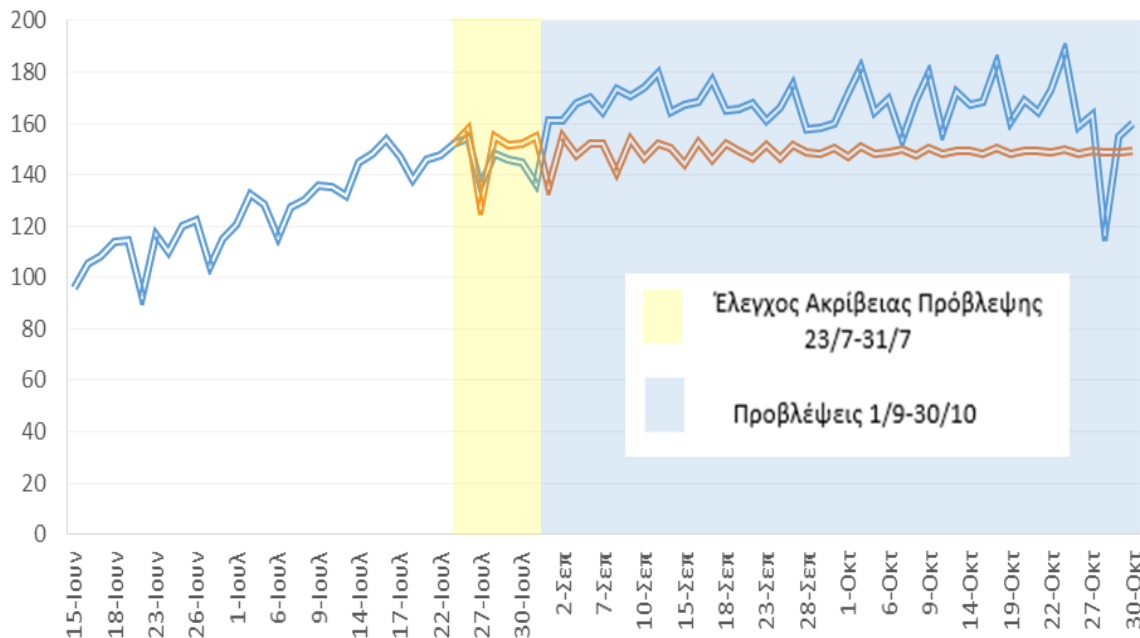
- ❑ Η παρατηρούμενη κυκλοφορία των οδηγών στο Λεκανοπέδιο, βρίσκεται σε **υψηλότερο επίπεδο** σε σχέση με την προβλεπόμενη
- ❑ Σύμφωνα με τον **έλεγχο ακρίβειας πρόβλεψης**, παρουσιάζεται μικρή απόκλιση μεταξύ παρατηρήσεων-προβλέψεων για το διάστημα ελέγχου πρόβλεψης (MAPE=8%)
- ❑ Το αντίστοιχο σφάλμα ακριβείας, για την **μελλοντική πρόβλεψη** (1/9-30/10/2020), είναι υψηλότερο (MAPE=12,5%)
- ❑ Οι **μεγαλύτερες αποκλίσεις** παρατηρούμενης και προβλεπόμενης κυκλοφορίας των οδηγών συναντώνται στις 28 Οκτωβρίου (min) και στις 8 Σεπτεμβρίου 2020 (max)
- ❑ Καθώς αυξάνεται ο **χρονικός ορίζοντας πρόβλεψης** μειώνεται και η ακρίβεια πρόβλεψης όπως φαίνεται από το διάγραμμα



Πρόβλεψη Κινητικότητας Πεζών Λεκανοπεδίου

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΠΕΖΩΝ

— Παρατηρήσεις — Προβλέψεις



- ❑ Η παρατηρούμενη κυκλοφορία των πεζών στο Λεκανοπέδιο, βρίσκεται σε **υψηλότερο επίπεδο** σε σχέση με την προβλεπόμενη
- ❑ Σύμφωνα με τον **έλεγχο ακρίβειας πρόβλεψης**, παρουσιάζεται αρκετά μικρή απόκλιση μεταξύ παρατηρήσεων-προβλέψεων για το διάστημα ελέγχου πρόβλεψης (MAPE=5%)
- ❑ Το αντίστοιχο σφάλμα ακριβείας, για την **μελλοντική πρόβλεψη** (1/9-30/10/2020), είναι αισθητά υψηλότερο (MAPE=28%)
- ❑ Οι **μεγαλύτερες αποκλίσεις** παρατηρούμενης - προβλεπόμενης κυκλοφορίας των πεζών συναντώνται στις 28 Οκτωβρίου (min) και στις 23 Οκτωβρίου 2020 (max)
- ❑ Καθώς αυξάνεται ο **χρονικός ορίζοντας πρόβλεψης** μειώνεται και η ακρίβεια πρόβλεψης όπως φαίνεται από το διάγραμμα

Μεταβλητή	Χωρίς το Καλοκαίρι					
	Για το τεστ (Y1-Y2) (23/7/2020 - 31/7/2020)					
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE (%)	ACF1
	-4,81	8,86	7,16	-3,34	5,07	0,10
Πεζοί	Σφάλμα για μελλοντική πρόβλεψη (1/9/2020-30/10/2020)					
	MAPE (%)	RMSE	ACF1	MIN DIFF (28/10)	MAX DIFF (23/10)	AVERAGE
	27,87	32,95	0,32	-31,94	38,34	14,45



8

Συμπεράσματα



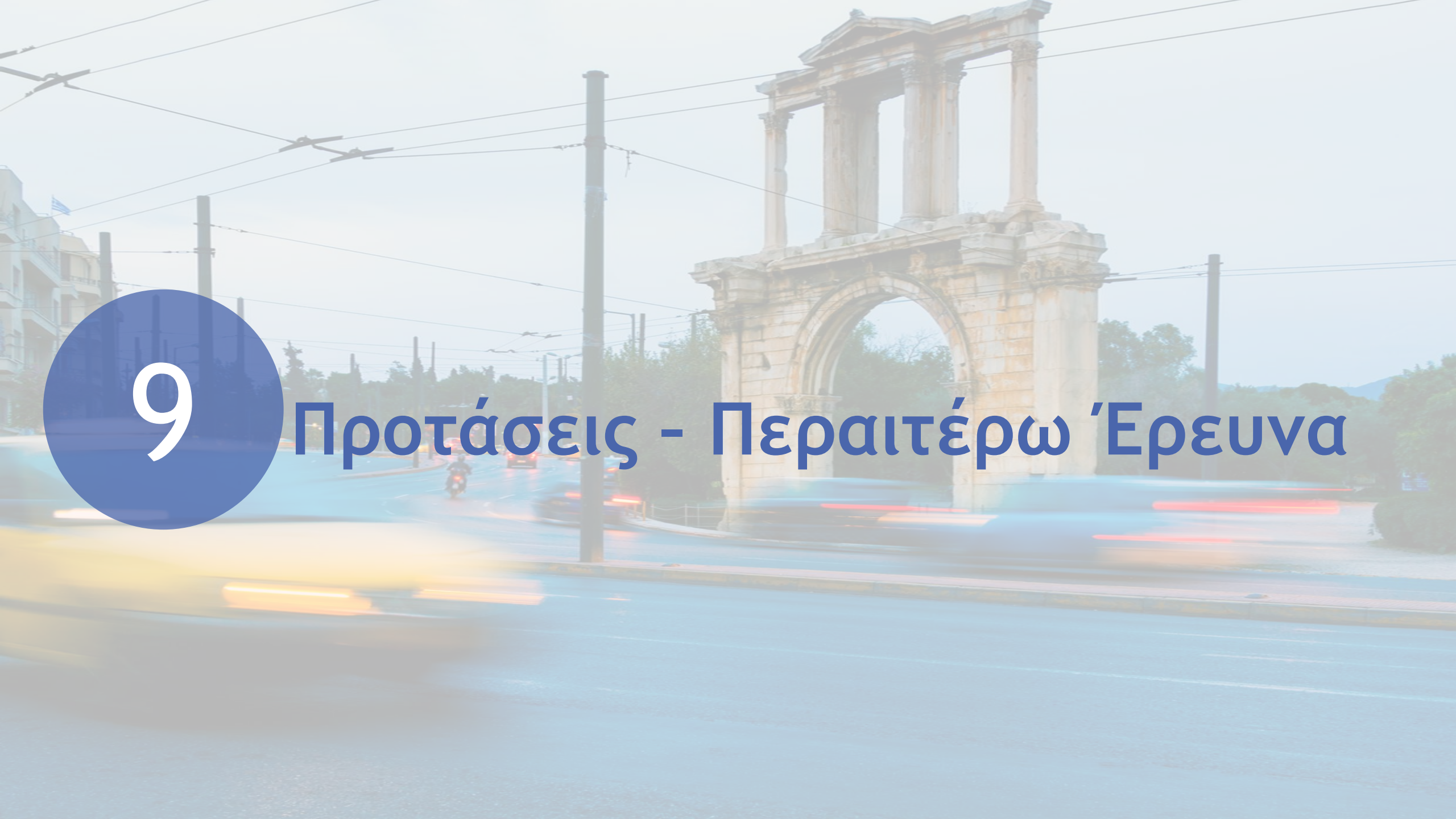
Ανάλυση σύνθεσης κυκλοφορίας κατά τη δοκιμαστική εφαρμογή του Μεγάλου Περιπάτου

- ▶ Η ποσοστιαία χρήση των επιβατικών **ΙΧ** μειώθηκε στους περισσότερους οδικούς άξονες υπό εξέταση, εκτός των περιφερειακών, με την αύξηση της διατομής της οδού Πανεπιστημίου κατά μία κυκλοφοριακή λωρίδα, με τη σημαντικότερη μείωση να σημειώνεται στην ίδια την οδό
- ▶ Στους οδικούς άξονες υπό εξέταση παρατηρήθηκε αύξηση στη χρήση των **ταξί** έπειτα από την επιπλέον λωρίδα κυκλοφορίας στην Πανεπιστημίου
- ▶ Η αύξηση της διατομής της Πανεπιστημίου δεν επηρέασε σημαντικά την κυκλοφορία των **μοτοσυκλετών** στην ευρύτερη περιοχή
- ▶ Οι **πεζοί** σημείωσαν σημαντική αύξηση στην Πανεπιστημίου και στους εγγύς κεντρικούς οδικούς άξονες υπό εξέταση
- ▶ **Καμία χρονοσειρά** για τη σύνθεση της κυκλοφορίας στην Αθήνα, δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις για ανάπτυξη μοντέλου πρόβλεψης λόγω της επιρροής του Μεγάλου Περιπάτου



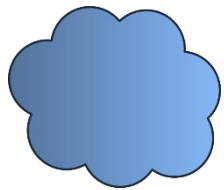
Πρόβλεψη κυκλοφορίας στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας

- ▶ **Ανάπτυξη κατάλληλων μοντέλων πρόβλεψης**, τηρώντας τις απαραίτητες προϋποθέσεις των μοντέλων ARIMA για την κυκλοφορία πεζών και οδηγών στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, ανάμεσα στις δύο περιόδους περιορισμών της κυκλοφορίας κατά την πανδημία (από 15/6 – 30/10/2020, χωρίς τον Αύγουστο)
- ▶ Από τον Αύγουστο και ύστερα εμφανίζεται η προβλεπόμενη **κυκλοφορία πεζών** να είναι χαμηλότερη από την παρατηρούμενη
- ▶ Από τον Αύγουστο και μετά εμφανίζεται η προβλεπόμενη **κυκλοφορία οδηγών** στο Λεκανοπέδιο να είναι πιο χαμηλή σε σχέση με την παρατηρούμενη
- ▶ Τα **σφάλματα ακρίβειας πρόβλεψης** παρουσιάζοντας ιδιαίτερα χαμηλές τιμές, αποτελούν ένδειξη ικανοποιητικής ακρίβειας προσαρμογής των μοντέλων στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας καθιστώντας τα κατάλληλα μοντέλα πρόβλεψης
- ▶ Οι **βραχυπρόθεσμες προβλέψεις**, δηλαδή οι προβλέψεις που έγιναν έως και τα τέλη Σεπτεμβρίου ήταν κατά κανόνα ακριβείς. Όσο μεγάλωνε ο χρονικός ορίζοντας της πρόβλεψης, τόσο απέκλιναν τα διαστήματα εμπιστοσύνης



9

Προτάσεις - Περαιτέρω Έρευνα



Προτάσεις για τη βελτίωση της κυκλοφορίας και της κινητικότητας στην Αθήνα

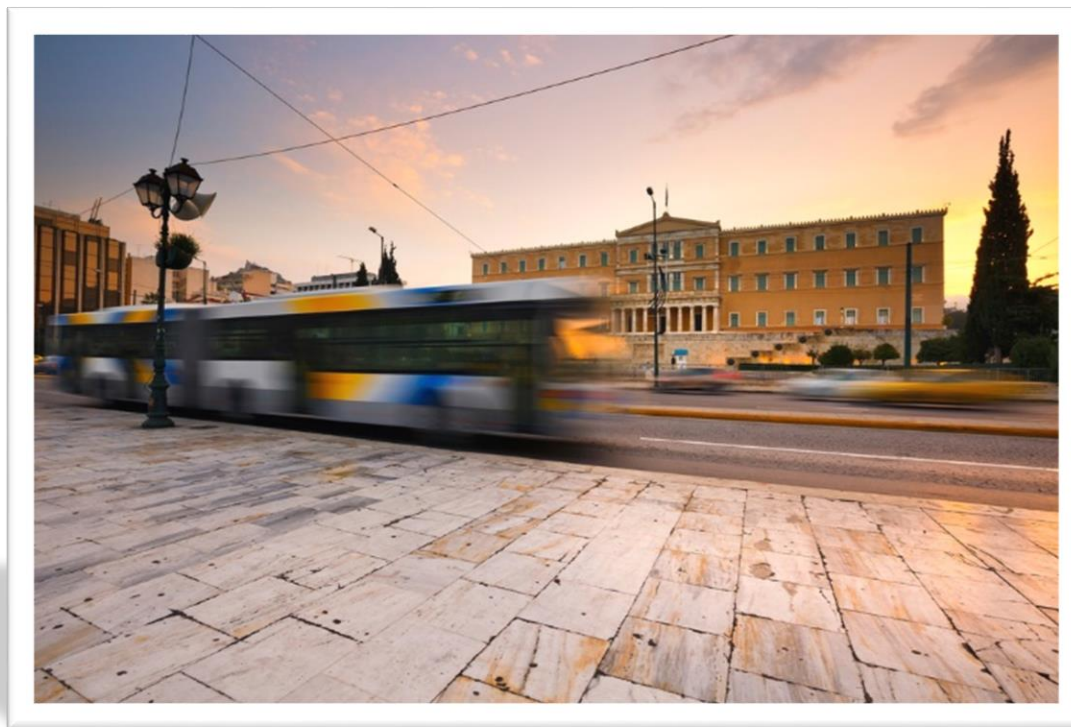
- Δημιουργία, επέκταση και αναβάθμιση **πεζόδρομων**, καθώς και διαμόρφωση χώρων πρασίνου
- Κατασκευή **ποδηλατόδρομων**
- Καθιέρωση **συχνότερων δρομολογίων** στα ΜΜΜ, έχοντας σαν προτεραιότητα φυσικά την ασφάλεια και τον καθημερινό καθαρισμό τους
- Οι **εκπαιδευτικοί φορείς** να καλλιεργήσουν την αντίληψη της επιτακτικότητας στη χρήση των ΜΜΜ από τη νεαρή ηλικία
- Οι συνεχόμενες **εκστρατείες από τα ΜΜΕ** για τον σωστό και αποτελεσματικό τρόπο χρήσης των ΜΜΜ για την αποφυγή συνωστισμού και διασποράς του κορωνοϊού



Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

- ✓ **Χρήση δεδομένων** κατά την περίοδο του κορωνοϊού και μετά τον Οκτώβρη, ώστε να κατανοηθεί περισσότερο η επίδραση της πανδημίας στη σύνθεση της κυκλοφορίας
- ✓ Μεθοδολογία ανάλυσης χρονοσειρών σε οδικούς άξονες μεμονωμένα **ανά κάθε περιοχή** της Ελλάδας
- ✓ Δημιουργία πιο αξιόπιστων προβλέψεων σε έρευνες και μελέτες που θα διαθέτουν **περισσότερα κυκλοφοριακά δεδομένα**, όπως η κυκλοφοριακή σύνθεση στο Λεκανοπέδιο, οι ταχύτητες και οι χρόνοι διαδρομής, η πυκνότητα κυκλοφορίας και ο χωρικός διαχωρισμός

Ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας ...





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Ανάλυση Χρονοσειρών Κυκλοφορίας Οχημάτων και Πεζών στην Αθήνα

Νικόλαος Δ. Οικονόμου

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2021