

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

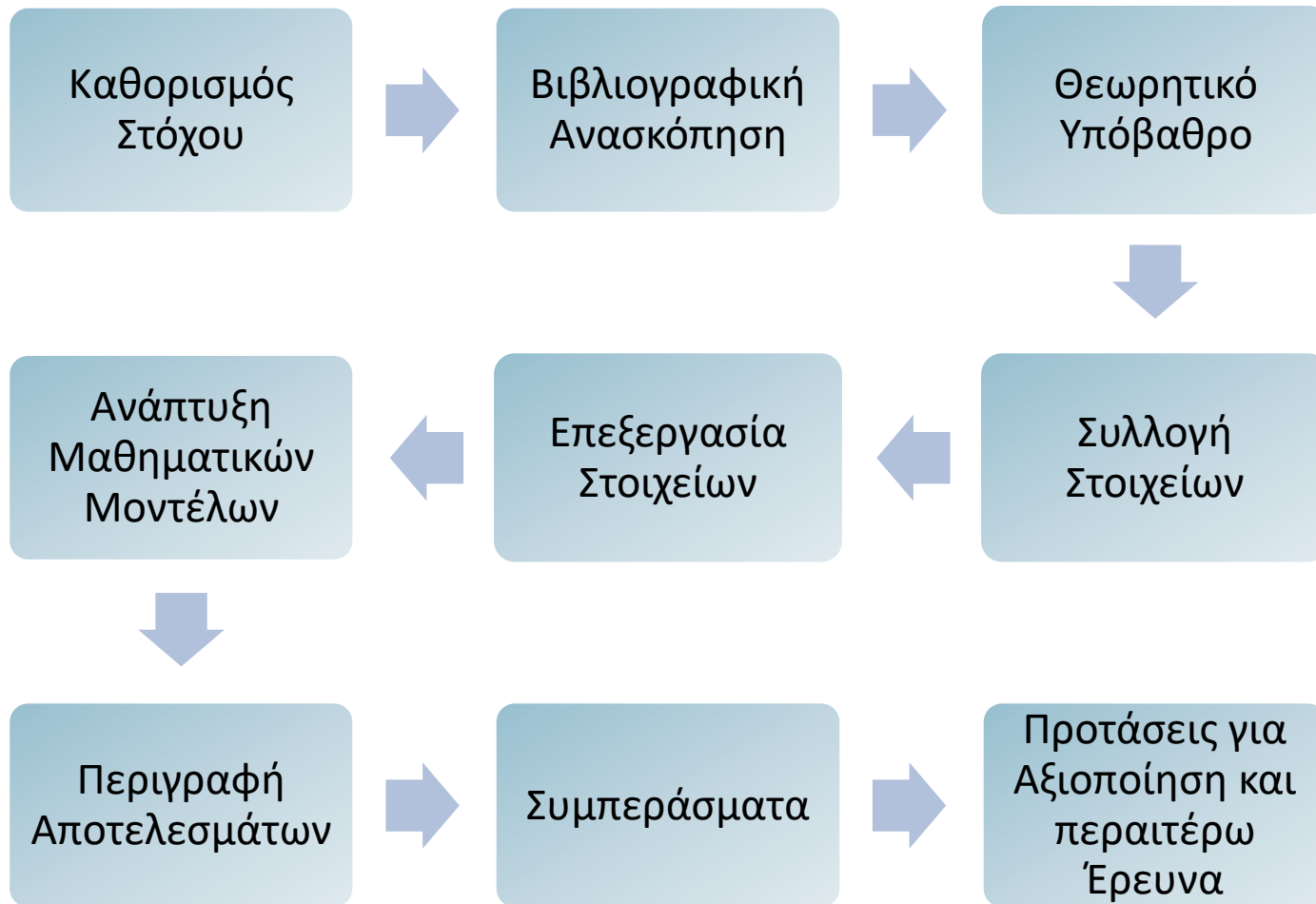
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΜΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Ελένη Μπλατσούκα-Τσουράκη

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

Αθήνα, Μάρτιος 2021

Βασικά Στάδια Διπλωματικής Εργασίας



Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της πανδημίας στην κινητικότητα στην Ελλάδα με ανάλυση χρονοσειρών

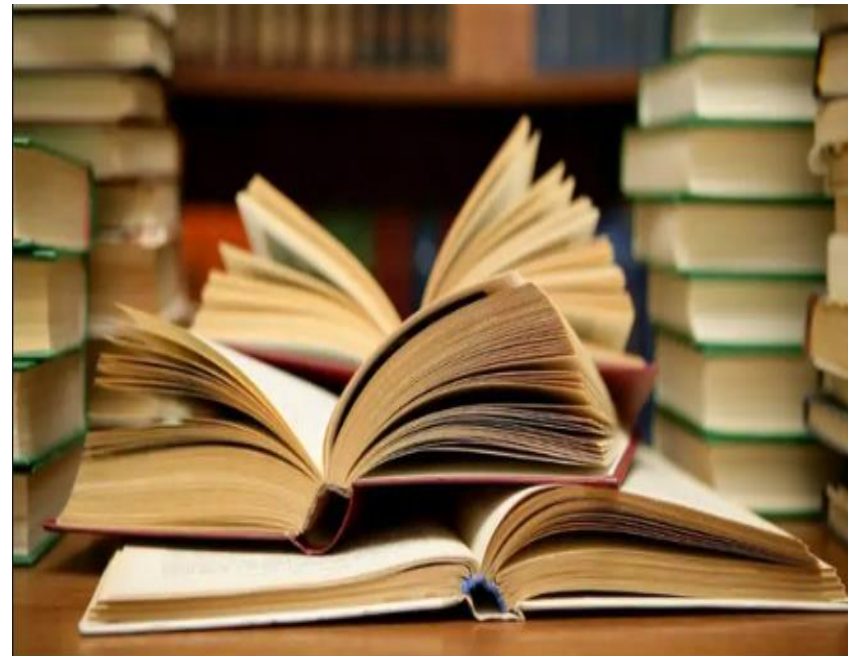


Ειδικότερα εξετάζεται η εξέλιξη της κινητικότητας στην Ελλάδα και στην Αθήνα, λόγω της πανδημίας και των ληφθέντων μέτρων για τον περιορισμό της.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία έχει ερευνηθεί εκτενώς η επίδραση της πανδημίας:

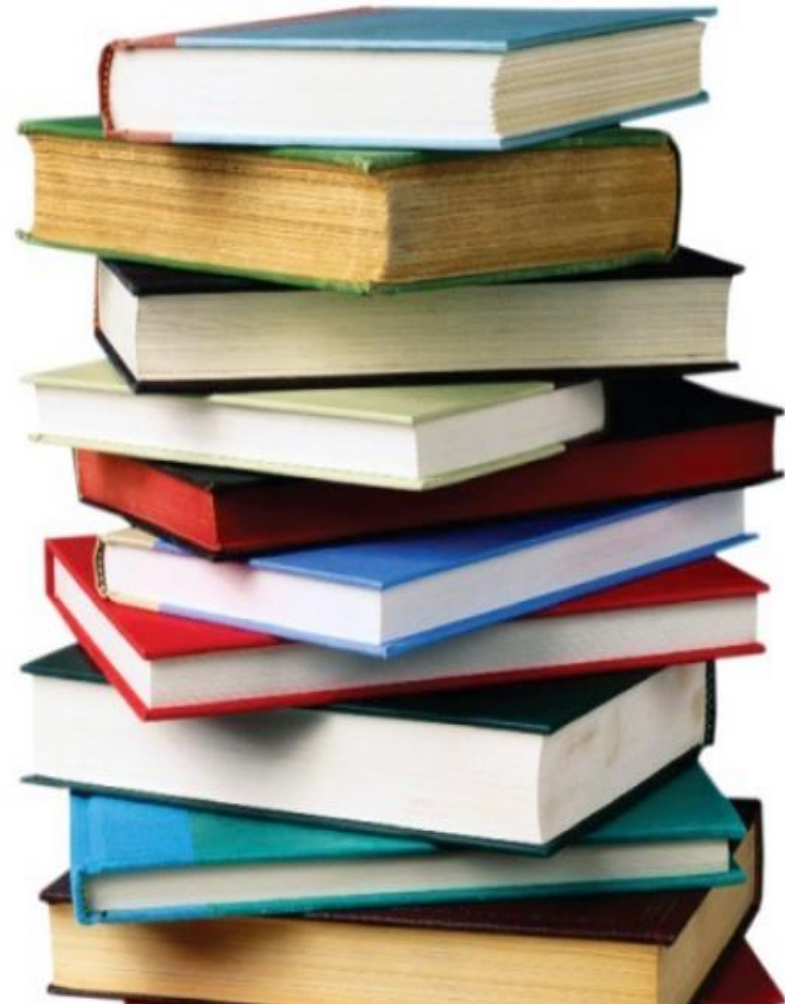
- Στην κινητικότητα
- Στο σκοπό της μετακίνησης
- Στον τρόπο της μετακίνησης



Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)

- Συμπεριφορά οδηγών
- Οδική ασφάλεια

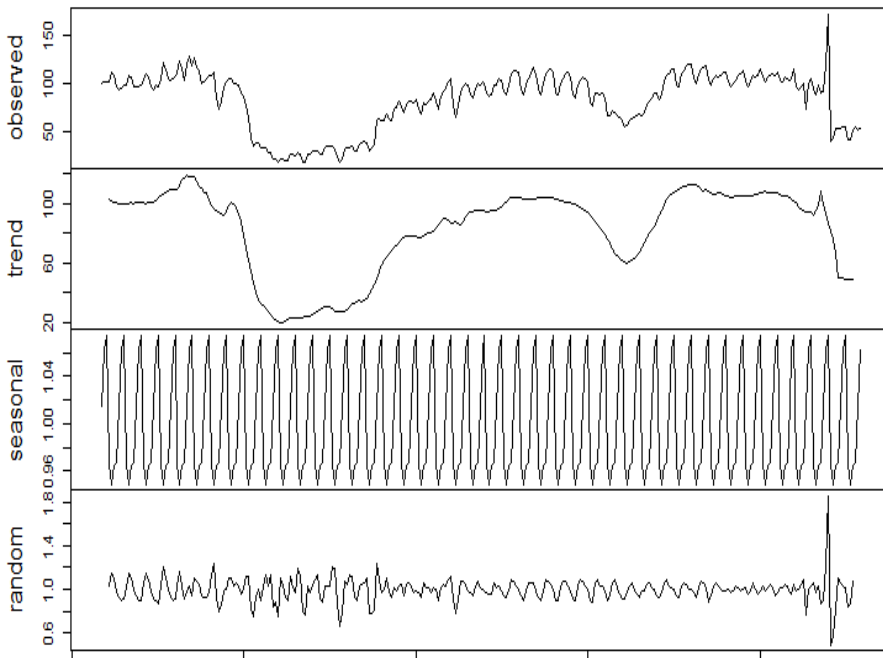
Παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχει επαρκής έρευνα όσον αφορά στην κινητικότητα στην Ελλάδα και στη μεταγενέστερη φάση της πανδημίας, δηλ. μετά τα τέλη του καλοκαιριού 2020



Θεωρητικό υπόβαθρο

Μοντέλα ανάλυσης:

- ARIMA (p,d,q)
- Seasonal ARIMA (p,d,q)(P,D,Q)m



Διαδικασία ανάλυσης:

- Αποσύνθεση χρονοσειράς
- Έλεγχος στασιμότητας (Augmented Dickey-Fuller test)
- Επιλογή των παραμέτρων του μοντέλου (AIC,BIC)
- Αξιολόγηση των προβλέψεων (με βάση ένα σύνολο στατιστικών σφαλμάτων: RMSE,MAPE,MAE,ME,MPE)

Συλλογή Στοιχείων (1/2)

Δεδομένα κινητικότητας από τη βάση δεδομένων της Apple:

- Δεδομένα για την οδήγηση στην Ελλάδα
- Δεδομένα για το περπάτημα στην Ελλάδα
- Δεδομένα για την οδήγηση στην Αθήνα
- Δεδομένα για το περπάτημα στην Αθήνα



Για το χρονικό διάστημα από 13/1/2020 έως 24/12/2020, τα οποία εκφράζονται ως ημερήσιες ποσοστιαίες μεταβολές από τον όγκο αναφοράς (13/1/2020)



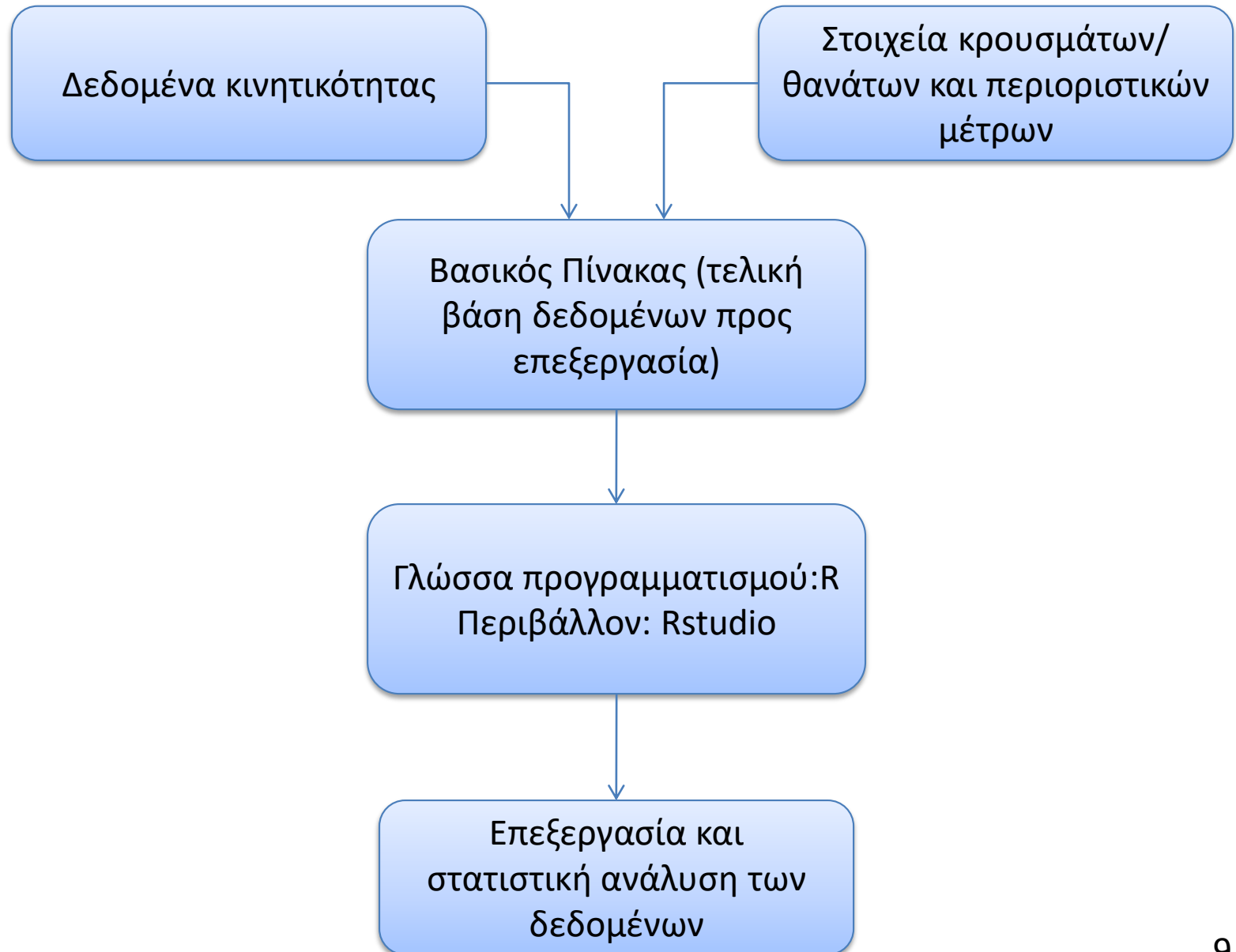
Συλλογή Στοιχείων (2/2)

Από τον Ελληνικό Οργανισμό Δημόσιας Υγείας(ΕΟΔΥ), το Ελληνικό Υπουργείο Υγείας και ιστοσελίδες που παρακολουθούν την εξέλιξη της πανδημίας συλλέχθηκαν στοιχεία για:

- τον αριθμό κρουσμάτων και θανάτων λόγω του ιού
- τα εφαρμοσθέντα μέτρα για τον περιορισμό της πανδημίας

Εμφάνιση του COVID-19	26-2-2020	-
Αρχή του lockdown	23-3-2020	07-11-2020
Τέλος του lockdown	5-5-2020	-
Κλείσιμο δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	11-3-2020	07-11-2020
Ανοιγμα δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	18-5-2020	-
Κλείσιμο πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης	11-3-2020	07-11-2020
Ανοιγμα πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης	1-6-2020	-
Κλείσιμο λιανικής	18-3-2020	7-11-2020
Ανοιγμα λιανικής	11-5-2020	-
Κλείσιμο εστίασης	13-3-2020	3-11-2020
Ανοιγμα εστίασης	25-5-2020	-
Απαγόρευση κυκλοφορίας	3-11-2020	-
Υποχρεωτική χρήση μάσκας σε όλους τους δημόσιους χώρους	24-10-2020	-

Επεξεργασία Στοιχείων (1/4)



Επεξεργασία Στοιχείων (2/4)

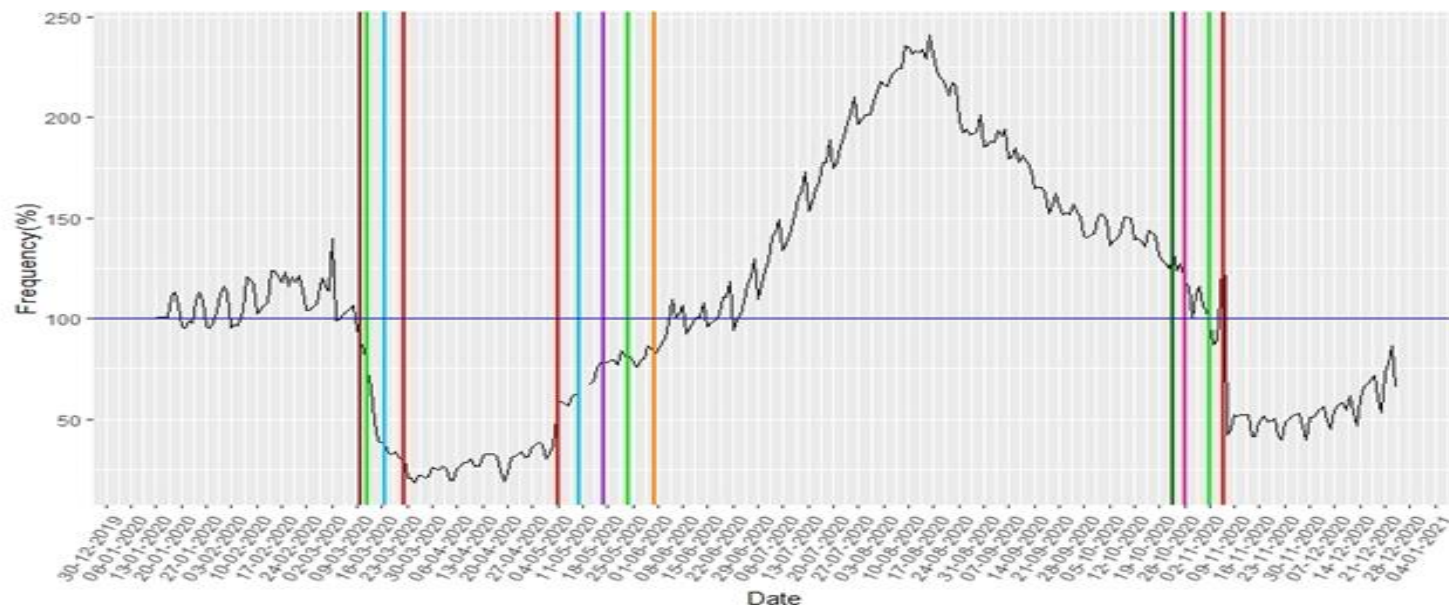
Μορφή του βασικού πίνακα

DATE	REGION	DRIVING	WALKING	WAVE	LOCKDOWN	CLOSED HIGHSCHOOLS	CLOSED PRIMARY SCHOOLS	CLOSED RETAIL	CLOSED RECREATION
2020-01-13	Greece	100	100	0	0	0	0	0	0
2020-01-14	Greece	100,63	100,5	0	0	0	0	0	0
2020-01-15	Greece	100,57	101,91	0	0	0	0	0	0
2020-01-16	Greece	100,6	108,84	0	0	0	0	0	0
2020-01-17	Greece	110,76	119,88	0	0	0	0	0	0
2020-01-18	Greece	113,18	127,75	0	0	0	0	0	0
2020-01-19	Greece	106,76	96,49	0	0	0	0	0	0
2020-01-20	Greece	96,02	95,3	0	0	0	0	0	0
2020-01-21	Greece	95,5	97,66	0	0	0	0	0	0
2020-01-22	Greece	98,73	101,94	0	0	0	0	0	0
2020-01-23	Greece	97,72	102,57	0	0	0	0	0	0
2020-01-24	Greece	108,81	121,64	0	0	0	0	0	0
2020-01-25	Greece	112,89	134,75	0	0	0	0	0	0
2020-01-26	Greece	108,84	100,5	0	0	0	0	0	0
2020-01-27	Greece	95,89	93,13	0	0	0	0	0	0
2020-01-28	Greece	95,58	101,26	0	0	0	0	0	0
2020-01-29	Greece	98,33	104,46	0	0	0	0	0	0
2020-01-30	Greece	102,87	107,8	0	0	0	0	0	0
2020-01-31	Greece	112,72	125,02	0	0	0	0	0	0
2020-02-01	Greece	116,08	138,69	0	0	0	0	0	0
2020-02-02	Greece	112,42	109,39	0	0	0	0	0	0
2020-02-03	Greece	95,67	98,14	0	0	0	0	0	0
2020-02-04	Greece	97,46	105,77	0	0	0	0	0	0
2020-02-05	Greece	96,64	93,43	0	0	0	0	0	0
2020-02-06	Greece	103,46	99,78	0	0	0	0	0	0
2020-02-07	Greece	121,1	132,73	0	0	0	0	0	0
2020-02-08	Greece	119,98	137,33	0	0	0	0	0	0
2020-02-09	Greece	116,73	112,88	0	0	0	0	0	0

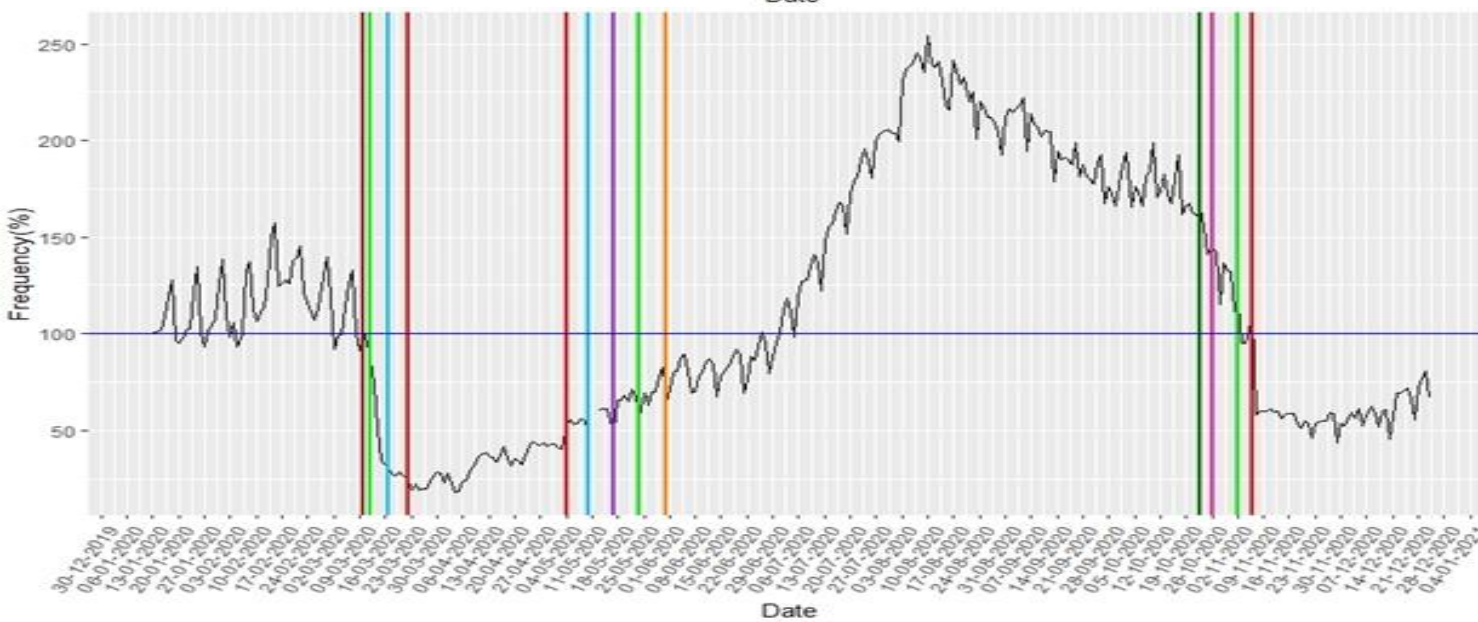
- Κάθε στήλη αντιπροσωπεύει ένα διαφορετικό μέτρο
- Χρήση δυαδικού συστήματος (1 ύπαρξη μέτρου, 0 μη ύπαρξη)

Επεξεργασία Στοιχείων (3/4)

Διαγράμματα συσχέτισης των δεδομένων κινητικότητας και των περιοριστικών μέτρων



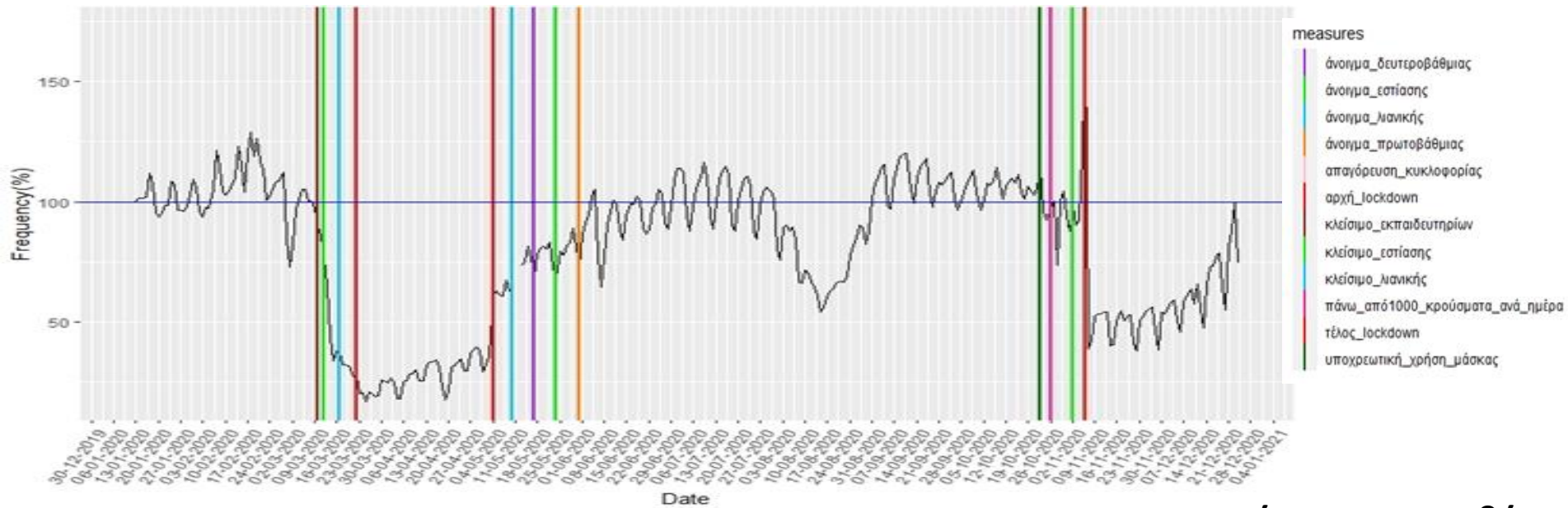
Οδήγηση στην Ελλάδα



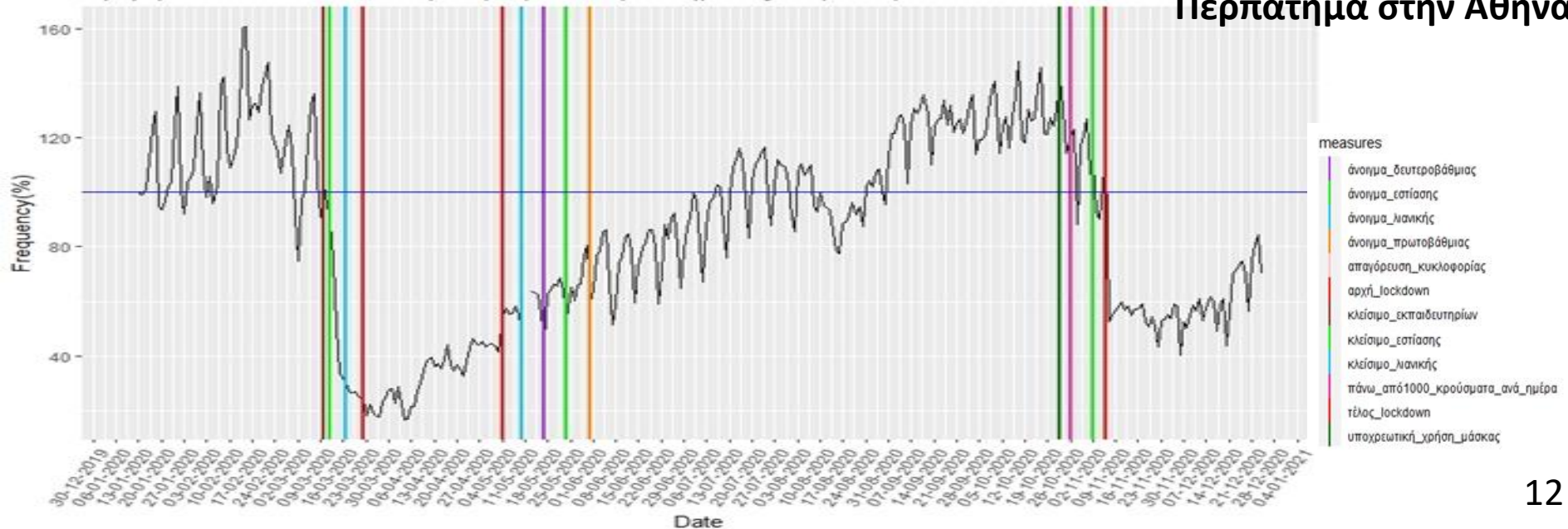
Περπάτημα στην Ελλάδα

Επεξεργασία Στοιχείων (4/4)

Οδήγηση στην Αθήνα



Περπάτημα στην Αθήνα



Εφαρμογή μεθοδολογίας

Σύμφωνα με το θεωρητικό υπόβαθρο:

1. Μόρφωση 4 ξεχωριστών χρονοσειρών (Περπάτημα και οδήγηση στην Ελλάδα και στην Αθήνα)
2. Αποσύνθεση των χρονοσειρών → εβδομαδιαία εποχικότητα
3. Έλεγχος στασιμότητας των χρονοσειρών
4. Διαχωρισμός των χρονοσειρών σε σύνολα εκπαίδευσης και εκτίμησης:
2 διαστήματα εκπαίδευσης: 13/1/20-16/10/20 και 13/1/20-19/11/20
5. Ανάπτυξη 112 μοντέλων πρόβλεψης
6. Αξιολόγηση των μοντέλων πρόβλεψης

Αποτελέσματα (1/5)

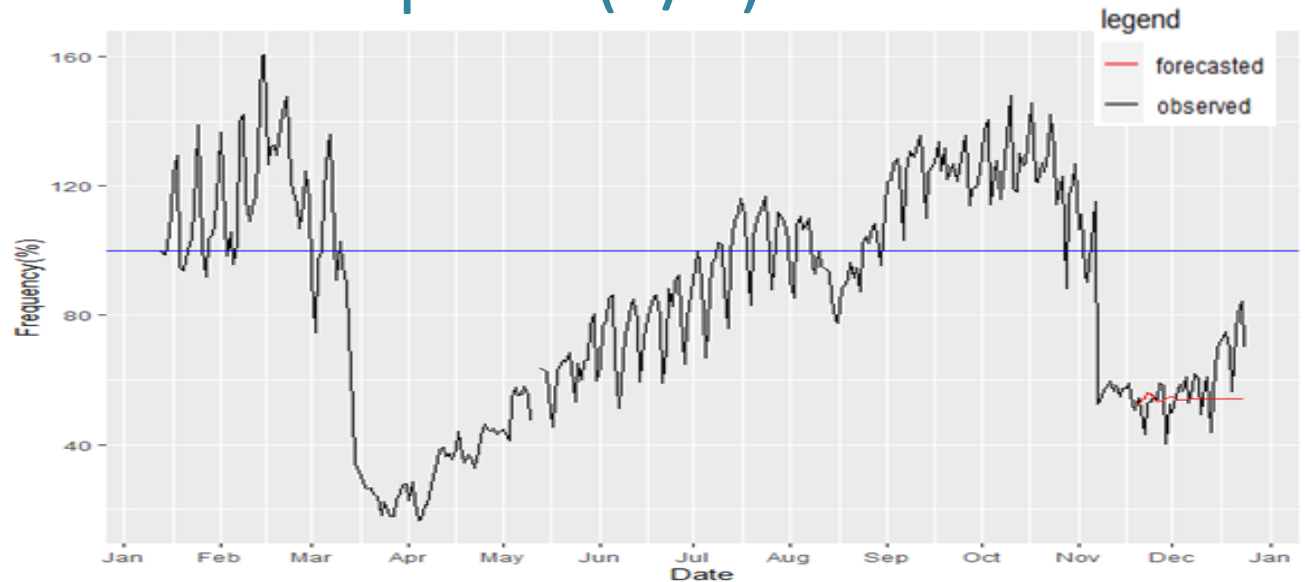
Επιλογή 31
στατιστικά
σημαντικών
μοντέλων

Εξαρτημένη Μεταβλητή	Εξωγενής παράγοντας	Σύνολο Εκπαίδευσης (train set)		Σύνολο πρόβλεψης (test set)		Μοντέλο
		Αρχή	Τέλος	Αρχή	Τέλος	
athens walking	closed recreation	13/1/2020	16/10/2020	17/10/2020	24/12/2020	ARIMA(1,0,0)(1,1,2)
athens driving	closed highschoools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(1,0,2)(2,0,0)
athens driving	closed primary schools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(1,0,2)(2,0,0)
athens driving	closed recreation	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(1,0,2)(2,0,0)
athens driving	lockdown	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(0,1,2)(2,0,0)
athens walking	closed recreation	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(1,0,1)(0,1,1)
athens walking	closed retail	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(1,0,0)(0,1,1)
athens walking	lockdown	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(1,0,0)(0,1,1)
greece driving	closed highschoools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(0,1,2)(1,0,1)
greece driving	closed primary schools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(0,1,2)(1,0,1)
greece driving	closed retail	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(1,1,1)(1,0,1)
greece walking	closed retail	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(0,1,1)(1,0,1)
greece walking	lockdown	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(2,1,3)
greece walking	closed highschoools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(3,1,2)
athens walking	closed highschoools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(5,1,0)
greece walking	closed primary schools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(3,1,2)
athens walking	closed primary schools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(5,1,0)
athens driving	closed primary schools	13/1/2020	16/10/2020	17/10/2020	24/12/2020	ARIMA(5,0,0)
greece walking	closed highschoools	13/1/2020	16/10/2020	17/10/2020	24/12/2020	ARIMA(2,1,2)
greece walking	closed primary schools	13/1/2020	16/10/2020	17/10/2020	24/12/2020	ARIMA(2,1,2)
athens driving	closed highschoools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(3,0,1)
athens driving	closed primary schools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(3,0,1)
athens driving	closed recreation	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(1,0,2)
athens driving	lockdown	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(5,1,0)
athens walking	closed recreation	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(5,1,0)
athens walking	closed retail	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(5,1,0)
athens_walking	lockdown	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(5,1,0)
greece driving	closed highschoools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(3,1,2)
greece driving	closed primary schools	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(2,1,3)
greece driving	closed retail	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(2,1,3)
greece walking	closed retail	13/1/2020	19/11/2020	20/11/2020	24/12/2020	ARIMA(2,1,2)



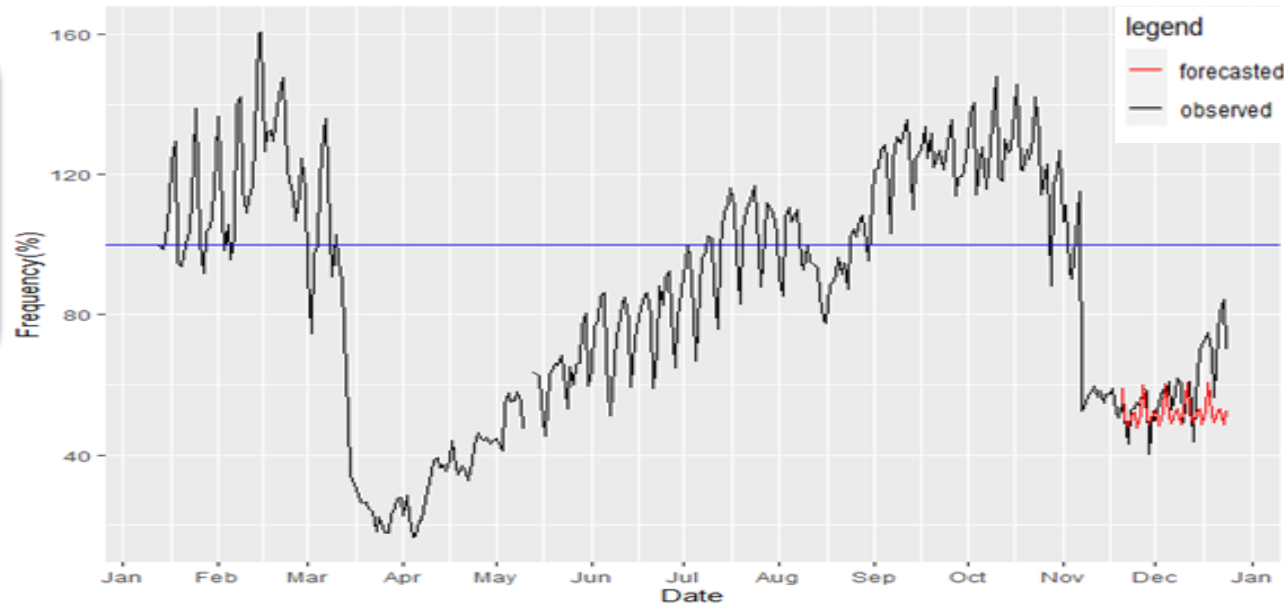
Αποτελέσματα (2/5)

Σύγκριση των μοντέλων
με εποχικότητα και των
μοντέλων χωρίς
εποχικότητα



Περπάτημα στην Αθήνα με εξωγενή παράγοντα το lockdown χωρίς εποχικότητα

Οι προβλέψεις των
μοντέλων με
εποχικότητα πλησιάζουν
περισσότερο τις
παρατηρηθείσες τιμές

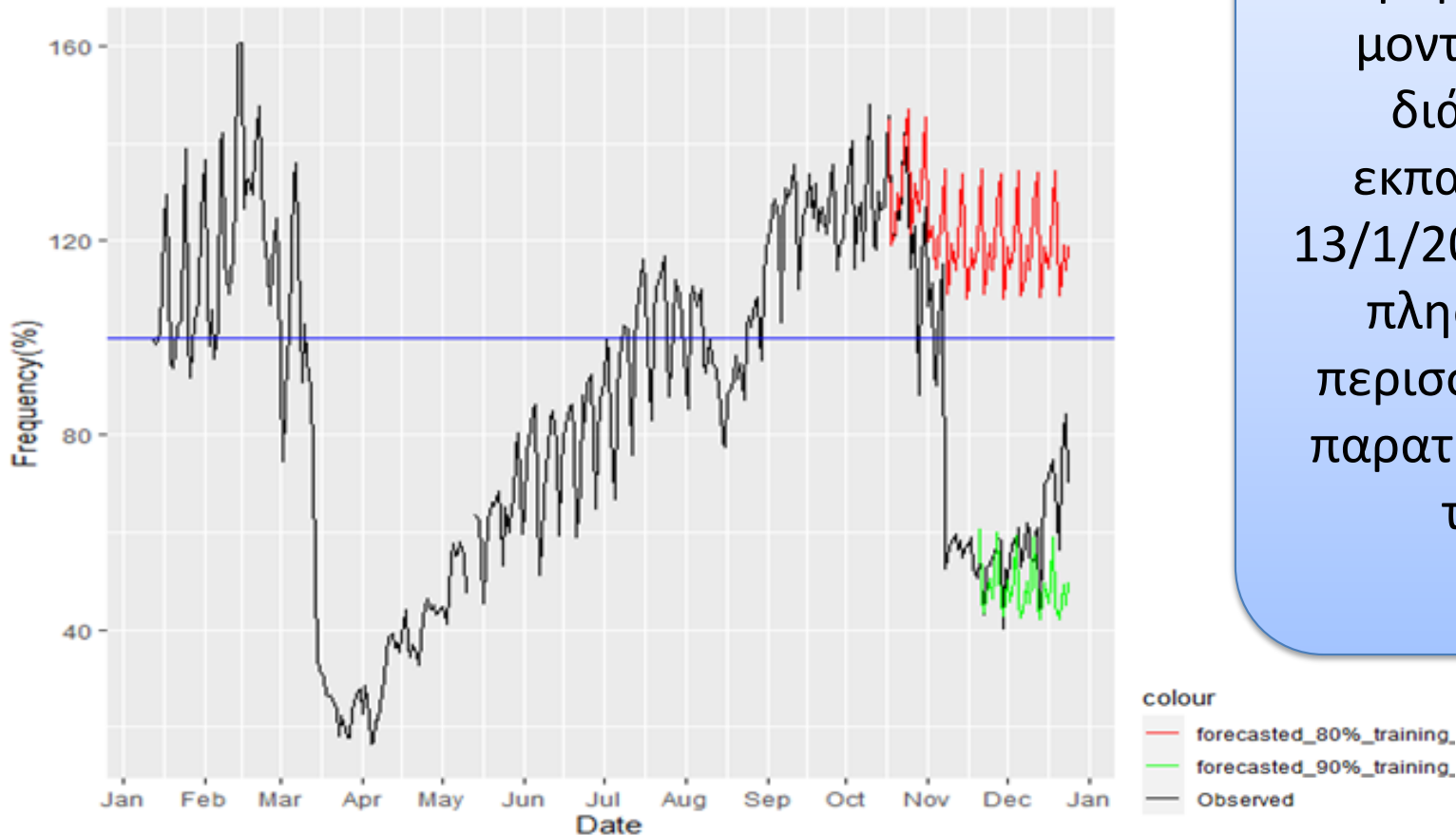


Περπάτημα στην Αθήνα με εξωγενή παράγοντα το lockdown με εποχικότητα

Αποτελέσματα (3/5)

Σύγκριση των μοντέλων με διαστήματα εκπαίδευσης:

- 13/1/20-16/10/20 (80% train set)
- 13/1/20-19/11/20 (90% train set)

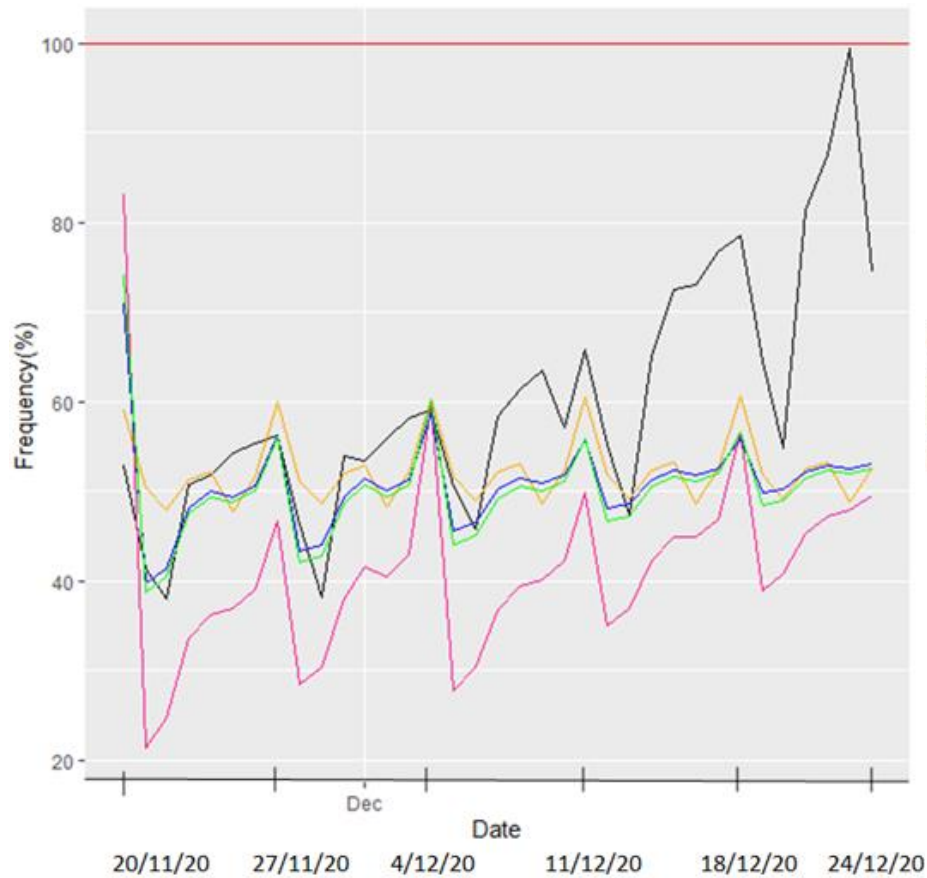


Οι προβλέψεις των μοντέλων με διάστημα εκπαίδευσης 13/1/20-19/11/20 πλησιάζουν περισσότερο τις παρατηρηθείσες τιμές

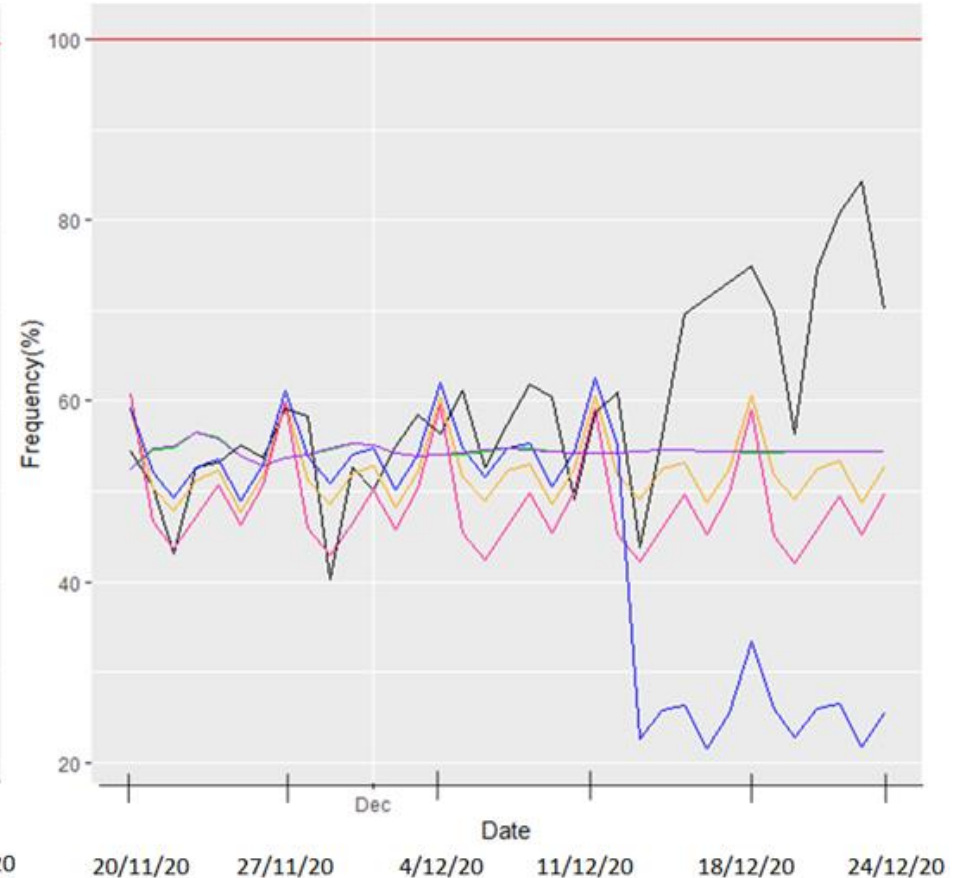
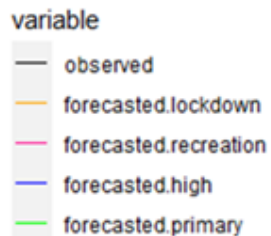
Περπάτημα στην Αθήνα με εξωγενή παράγοντα κλειστή εστίαση

Αποτελέσματα (4/5)

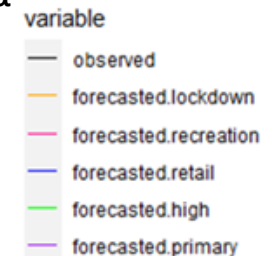
Σύγκριση της επιρροής των εξωγενών παραγόντων



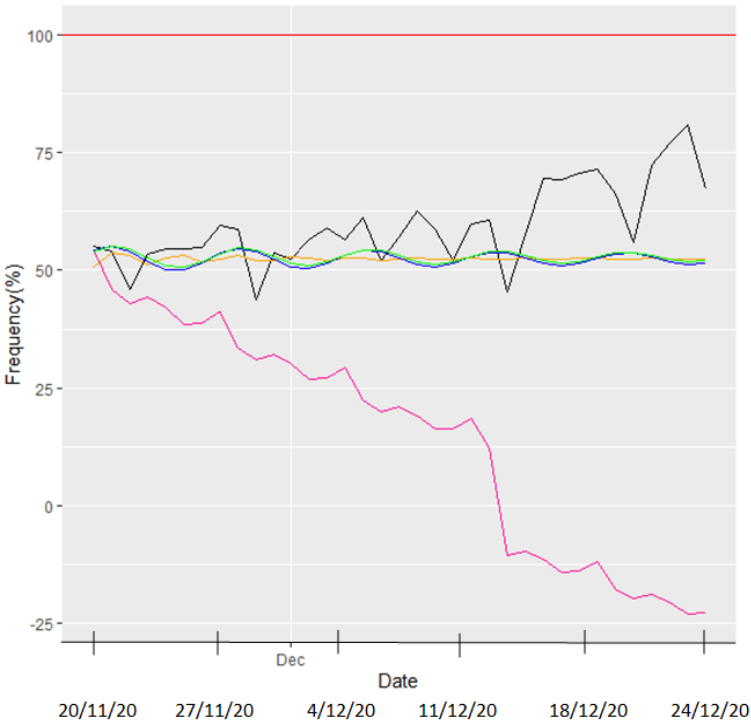
Οδήγηση στην Αθήνα



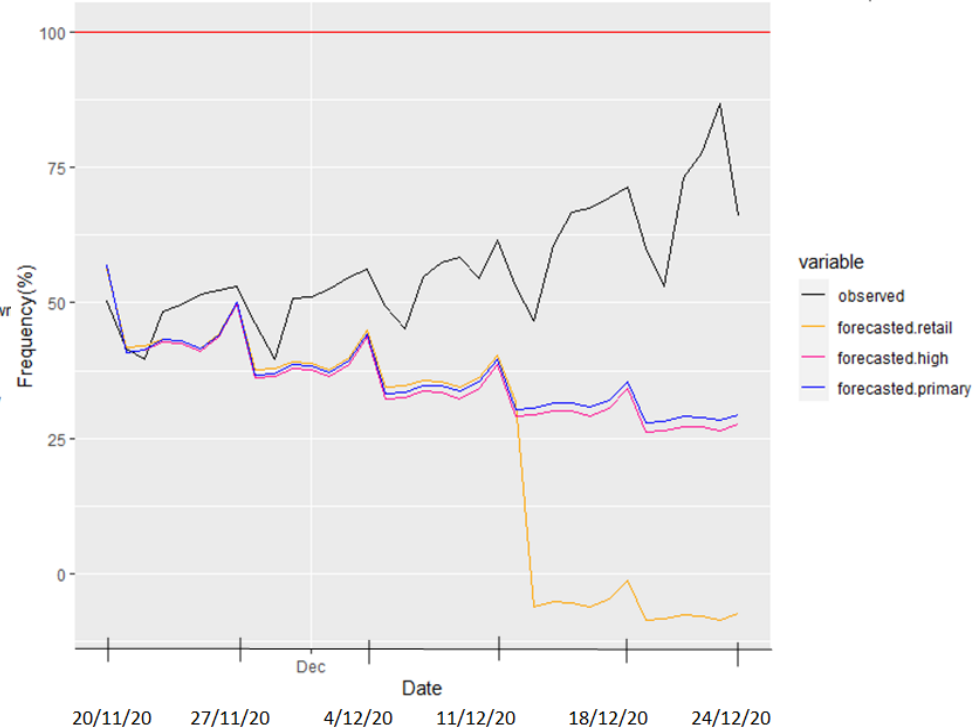
Περπάτημα στην Αθήνα



Αποτελέσματα (5/5)



Περπάτημα στην Ελλάδα



Οδήγηση στην Ελλάδα

- Τα μοντέλα με εξωγενή παράγοντα το lockdown και τα κλειστά εκπαιδευτικά ιδρύματα δίνουν τις πιο κοντινές στις παρατηρηθείσες τιμές προβλέψεις.
- Τα κλειστά εκπαιδευτικά ιδρύματα ως εξωγενής παράγοντας δίνουν στατιστικά σημαντικά μοντέλα και για τις 4 εξεταζόμενες κατηγορίες κινητικότητας.

Συμπεράσματα (1/2)

- Το κλείσιμο των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων αποτελεί **τον πιο σημαντικό εξωγενή παράγοντα** για την περιγραφή της κινητικότητας.
- Το lockdown, αποτελεί **σημαντικό παράγοντα** της περιγραφής και πρόβλεψης της κινητικότητας. Παράγει πολλά στατιστικά σημαντικά μοντέλα, αλλά όχι τόσα όσα τα κλειστά εκπαιδευτικά ιδρύματα.



Συμπεράσματα (2/2)

- **Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικά μοντέλα** για τα μέτρα που επιβλήθηκαν πρώτη φορά κατά τη διάρκεια της δεύτερης φάσης της πανδημίας.
- Τα μοντέλα με εποχικότητα παράγουν **προβλέψεις κοντινότερες στην πραγματικότητα** σε σχέση με τα μοντέλα χωρίς εποχικότητα.
- Όσο μεγαλύτερο το σύνολο εκπαίδευσης του μοντέλου (train set), τόσο **καλύτερες οι προβλέψεις** του (test set).
- **Η μείωση της κινητικότητας** στην Ελλάδα και στην Αθήνα είναι μικρότερη τη δεύτερη φορά επιβολής του lockdown και των περιοριστικών μέτρων (2^ο κύμα πανδημίας), σε σχέση με την πρώτη στην αρχή της πανδημίας (1^ο κύμα πανδημίας).



Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων

- Αξιοποίηση από δημόσιους φορείς για την αξιολόγηση του βαθμού **τήρησης των περιοριστικών μέτρων**.
- Ανάπτυξη εφαρμογής σε **έξυπνα κινητά τηλέφωνα**, η οποία θα δέχεται ως δεδομένα εισόδου παλαιότερα στοιχεία κινητικότητας και θα προβλέπει την εξέλιξη της κινητικότητας.
- Αξιοποίηση από **δημόσιους φορείς** (κυβερνήσεις, τοπικές διοικήσεις) για την πρόβλεψη της κινητικότητας, για να αποφεύγεται π.χ. ο συνωστισμός.

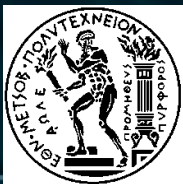


Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- Δημιουργία μοντέλων χρονοσειρών με **πολλαπλούς εξωγενείς** παράγοντες.
- Διερεύνηση των τάσεων κινητικότητας σε μια **ποικιλία χώρων και δραστηριοτήτων**. Π.χ. κινητικότητα στα πάρκα, στα φαρμακεία, για ψώνια, για εργασία κλπ.
- Συσχέτιση της εξέλιξης της κινητικότητας με τον αριθμό των **κρουσμάτων και των θανάτων** λόγω του ιού.
- Διεύρυνση του **χρονικού πλαισίου** μελέτης, ώστε να εξεταστούν όλες ενδεχομένως οι φάσεις της πανδημίας.
- Διεύρυνση του **γεωγραφικού πλαισίου** μελέτης. π.χ. πανευρωπαϊκή ή παγκόσμια έρευνα, σε άλλες περιοχές της Ελλάδας.



Σας ευχαριστώ πολύ



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΜΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Ελένη Μπλατσούκα-Τσουράκη

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

Αθήνα, Μάρτιος 2021