

Βραβείο

Διαγωνισμού Αφίσας Διπλωματικών Εργασιών

Το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών απονέμει το 1ο βραβείο καλύτερης αφίσας ("poster") διπλωματικής εργασίας Ακαδημαϊκού Έτους 2020-2021 στην φοιτήτρια

Τσούκληρη Γεωργία

Βραβείο

Διαγωνισμού Αφίσας Διπλωματικών Εργασιών

Το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών απονέμει το 2ο βραβείο καλύτερης αφίσας ("poster") διπλωματικής εργασίας Ακαδημαϊκού Έτους 2020-2021 στην φοιτήτρια

Ηλιοπούλου Θέμιδα

Βραβείο

Διαγωνισμού Αφίσας Διπλωματικών Εργασιών

Το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών απονέμει το 3ο βραβείο καλύτερης αφίσας ("poster") διπλωματικής εργασίας Ακαδημαϊκού Έτους 2020-2021 στον φοιτητή

Σωτηρόπουλο Πέτρο Ραφαήλ

Επίδραση βάθους θάλασσας στην αγκύρωση και στη λειτουργία πλωτής ανεμογεννήτριας με τη χρήση του λογισμικού openFAST



Γεωργία Κ. Τσούκληρη

Ακαδημαϊκό έτος: 2020-2021

Επιβλέπων Καθηγητής: Αθανάσιος Α. Δήμας

Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Εισαγωγή

Ταχύτατη ανάπτυξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) λόγω ανάγκης περιορισμού των εκπομπών CO₂ που απελευθερώνονται από την καύση ορυκτών καυσίμων και ευθύνονται για την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης

Η κυρίαρχη μορφή ΑΠΕ είναι η αιολική, η αξιοποίηση της οποίας γίνεται με τη χρήση ανεμογεννητριών.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε μια πλωτή ανεμογεννήτρια τύπου Spar-buoy η οποία τοποθετήθηκε σε δύο βάθη πυθμένα, στα 150m και στα 200m.

Για κάθε βάθος σχεδιάστηκε το σύστημα αγκύρωσης και πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις για σενάρια έντασης ανέμου και χαρακτηριστικού ύψους κύματος τυπικά αυτών που επικρατούν στις ελληνικές θάλασσες.

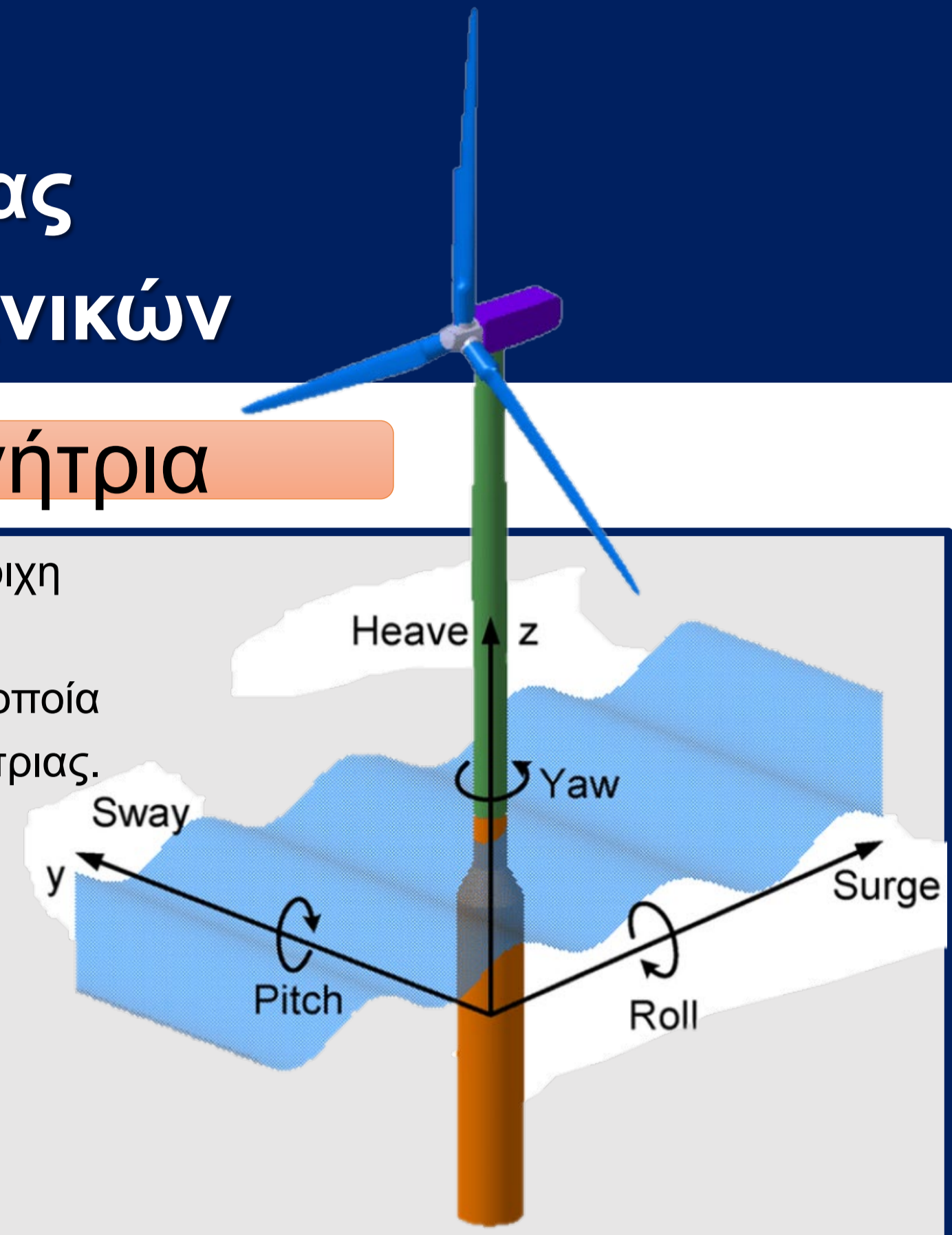
Λογισμικό openFAST

Αναπτύχθηκε από το Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας των ΗΠΑ (NREL). Προσομοιώνει την αλληλεπίδραση μεταξύ του περιβάλλοντος και των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα στο πεδίο του χρόνου (Jonkman et al, 2020). Αποτελείται υπολογιστικές μονάδες που καλύπτουν όλο το εύρος λειτουργίας της ανεμογεννήτριας και τροφοδοτούνται με ένα αρχείο εισόδου στο οποίο ρυθμίζονται οι παράμετροι που απαιτούνται για κάθε προσομοίωση:

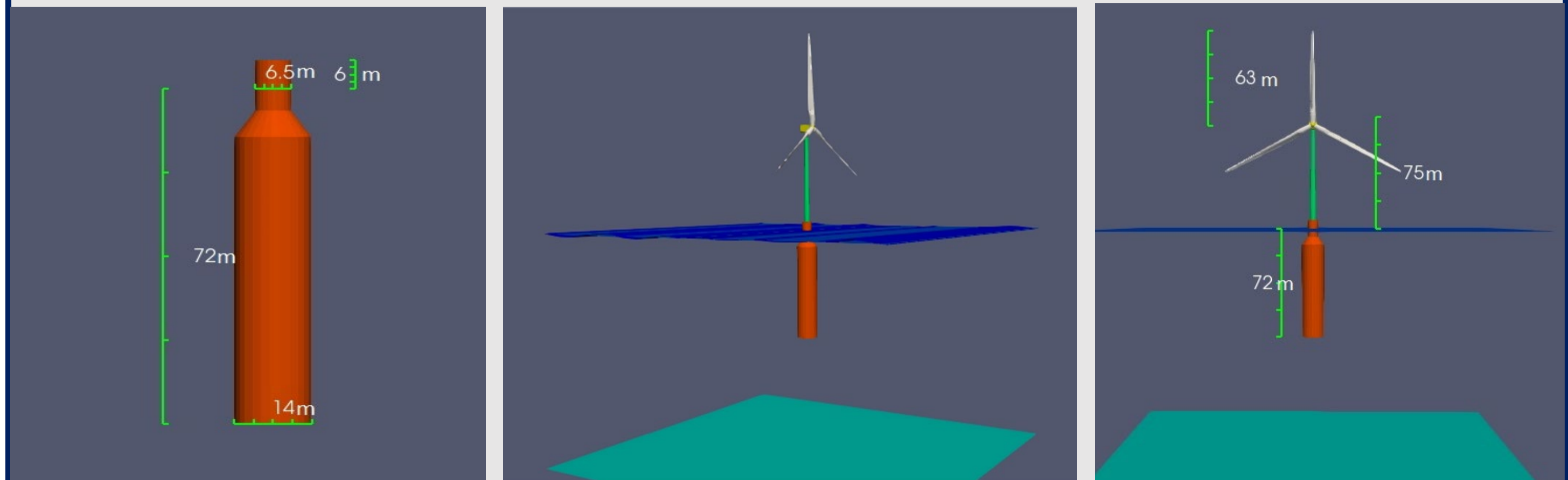
- ✓ **TurbSim**: Παράγει τα ανεμολογικά δεδομένα.
- ✓ **AeroDyn**: Χρησιμοποιεί τα ανεμολογικά δεδομένα του TurbSim για να υπολογίσει τα αεροδυναμικά φορτία στις λεπίδες.
- ✓ **HydroDyn**: Υπολογίζει τα υδροδυναμικά φορτία.
- ✓ **ElastoDyn**: Ορίζει τα δομικά χαρακτηριστικά των τμημάτων από τα οποία αποτελείται η ανεμογεννήτρια.
- ✓ **ServoDyn**: Μοντέλο ελέγχου και ηλεκτρικού οδηγού
- ✓ **MAP++**: Για το σχεδιασμό του συστήματος αγκύρωσης

Πλωτή ανεμογεννήτρια

- ❖ Η ανεμογεννήτρια που προσομοιώθηκε βασίστηκε στην αντίστοιχη πρότυπη OC3 Hywind Spar Buoy του NREL.
- ❖ Αποτελείται από μια πλωτή κυλινδρική πλατφόρμα πάνω στην οποία στηρίζεται ο πύργος, ο ρότορας και η άτρακτος της ανεμογεννήτριας.
- ❖ Η ανεμογεννήτρια είναι οριζόντιου άξονα, τριών πτερυγίων, έχει ισχύ 5MW και αγκυρώνεται στον πυθμένα της θάλασσας μέσω 3 αλυσίδων οι οποίες προσδένονται στην πλωτή πλατφόρμα.
- ❖ Η πλωτή πλατφόρμα συμπεριφέρεται ως άκαμπτο σώμα με 6 βαθμούς ελευθερίας: 3 γραμμικές και 3 στροφικές κινήσεις.
- ❖ Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας φαίνονται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 1: Βαθμοί ελευθερίας πλωτής πλατφόρμας (Παρισσοπούλου, 2020)



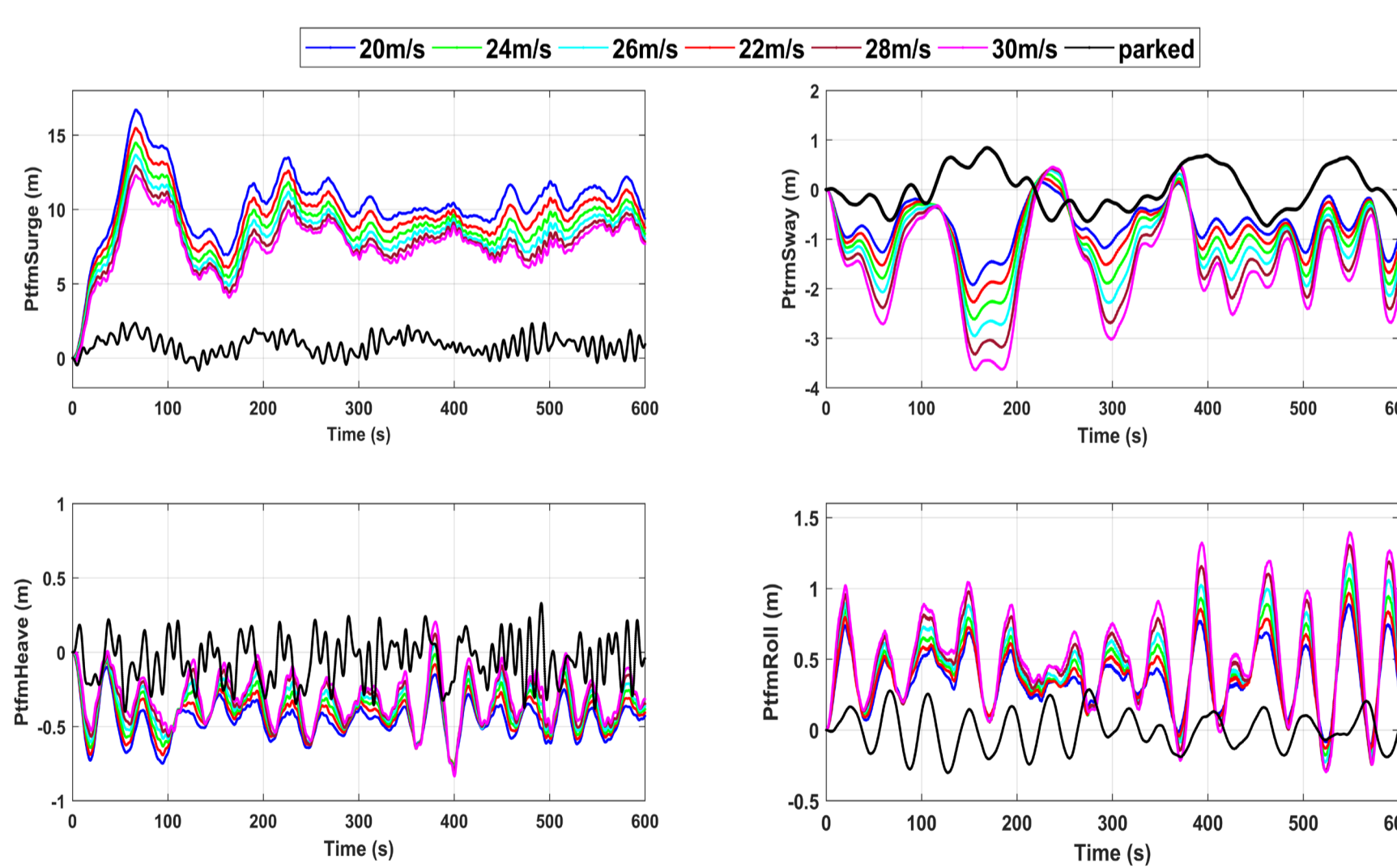
Σχήμα 2: Γεωμετρία και χαρακτηριστικές διαστάσεις της πλωτής ανεμογεννήτριας

Σενάρια φόρτισης

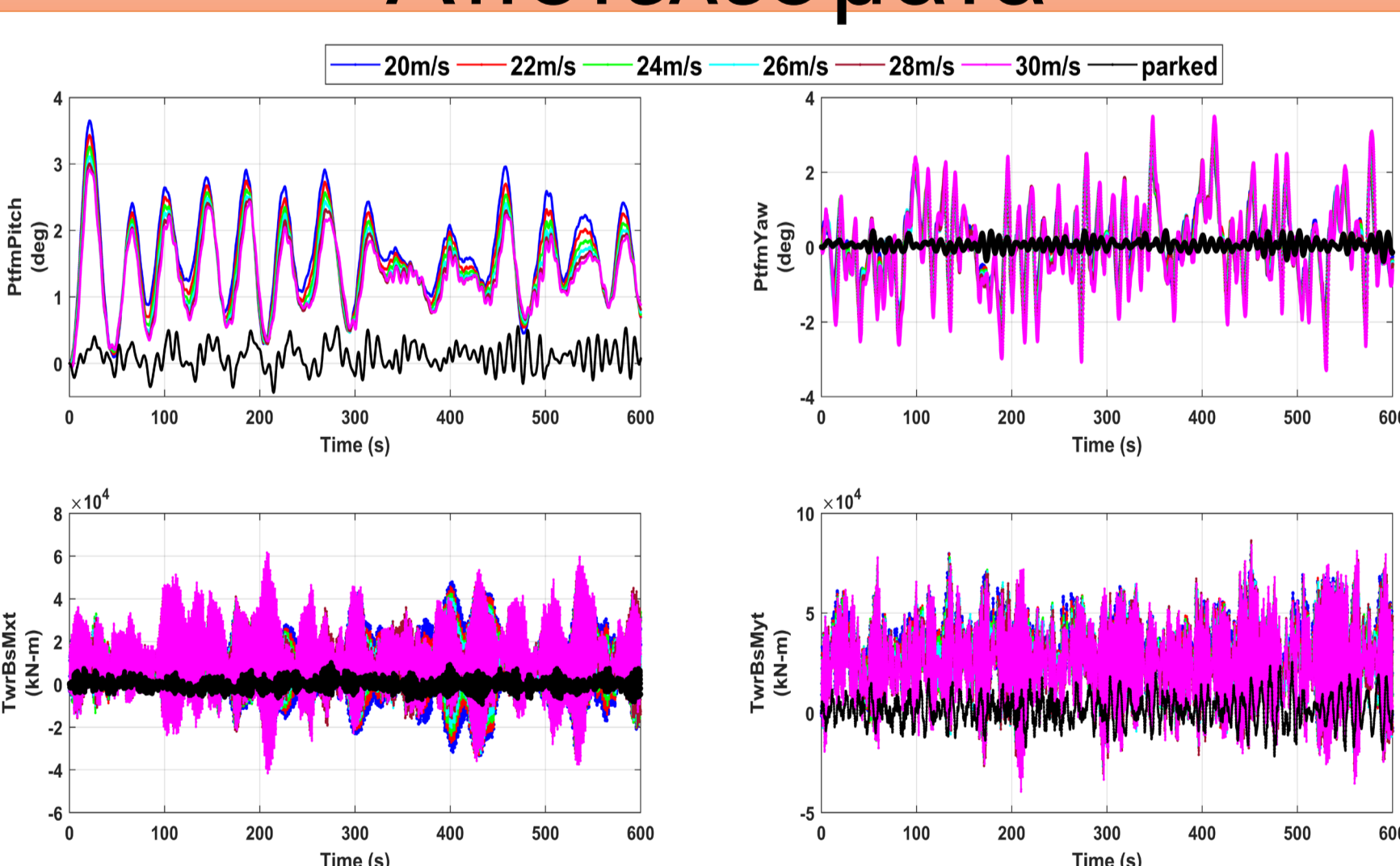
- ❖ Η ανεμογεννήτρια μελετήθηκε για 2 καταστάσεις λειτουργίας: ενεργοποιημένη (E) και απενεργοποιημένη (A).
- ❖ Στην ενεργοποιημένη προσομοιώθηκαν 6 σενάρια φόρτισης (ταχύτητας u_{75} στο ύψος του ρότορα) για κάθε βάθος ενώ για την απενεργοποιημένη 1 σενάριο.
- ❖ Το χαρακτηριστικό ύψος κύματος H_S και η χαρακτηριστική περίοδος T_S υπολογίστηκαν μέσω μεθοδολογίας JONSWAP για την ενεργοποιημένη και μέσω μεθοδολογίας GODA για την απενεργοποιημένη (Δήμας, 2019).

u_{75} (m/s)	H_S (m)	T_S (s)	Beaufort	Κατάσταση
20	2,5	5,03	7	E
22	2,79	5,22	7	E
24	3,12	5,43	8	E
26	3,42	5,59	8	E
28	3,75	5,77	9	E
30	4,08	5,94	9	E
-	6	10,20	-	A

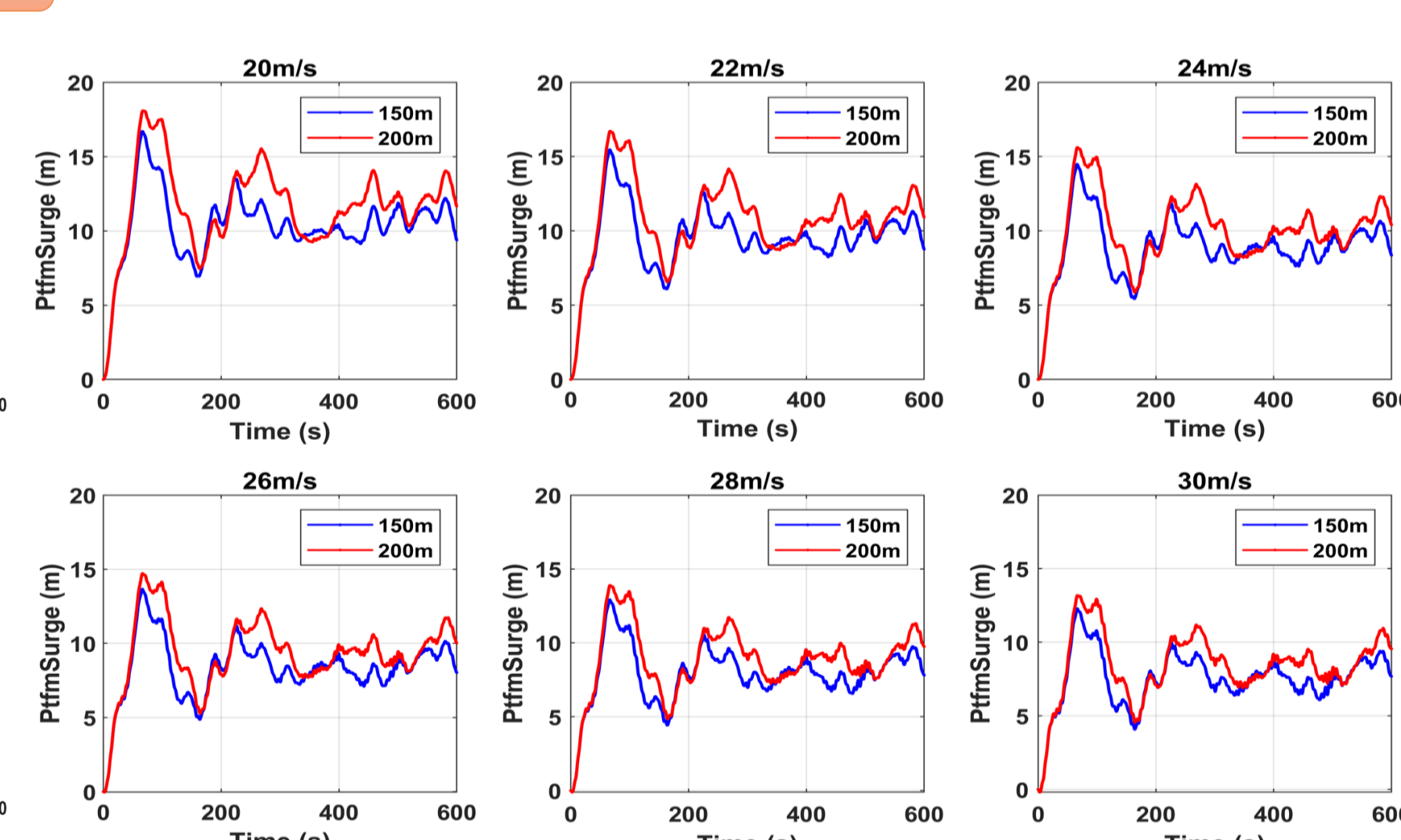
Αποτελέσματα



Σχήμα 3: Γραμμικές και στροφικές μετακινήσεις για βάθος πυθμένα ίσο με 150m



Σχήμα 4: Στροφικές μετακινήσεις και ροπές για βάθος πυθμένα ίσο με 150m



Σχήμα 5: Γραμμική μετακίνηση Surge για όλα τα σενάρια φόρτισης και για τα 2 βάθη πυθμένα

Συμπεράσματα

- ❖ Οι γραμμικές και περιστροφικές μετακινήσεις στην απενεργοποιημένη λειτουργία είναι αρκετά μικρότερες από τις αντίστοιχες κατά την ενεργοποιημένη λειτουργία.
- ❖ Η τοποθέτηση της ανεμογεννήτριας σε μεγαλύτερο βάθος επηρέασε περισσότερο τις γραμμικές μετακινήσεις τις πλωτής πλατφόρμας, με το εύρος τους να αυξάνεται και στους 3 άξονες
- ❖ Η αύξηση της έντασης του ανέμου οδήγησε σε αύξηση του εύρους περιστροφής για τις μετακινήσεις περί τον X (Roll) και περί τον Z (Yaw) ενώ περί τον Y (Pitch) σε μείωση. Η μέγιστη στροφική μετακίνηση παρατηρήθηκε στον άξονα Y.
- ❖ Με την αύξηση της έντασης του ανέμου οι ροπές στη βάση του πύργου αυξήθηκαν και στις 3 διευθύνσεις με τη μέγιστη ροπή να εμφανίζεται περί τον άξονα Y για τη μεγαλύτερη ένταση ανέμου (9 Bft) σε κατάσταση λειτουργίας.

Βιβλιογραφία

- Δήμας (2019), "Παράκτια Υδραυλική και Ακτομηχανική", Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Πανεπιστημίου Πατρών
- Jonkman, Branlard, Hall, Hayman, Platt, and Robertson (2020), "Implementation of Substructure Flexibility and Member-Level Load Capabilities for Floating Offshore Wind Turbines in OpenFAST", NREL.
- Παρισσοπούλου (2020) "Διερεύνηση Υδροδυναμικής/Αεροελαστικής Συμπεριφοράς Πλωτής Ανεμογεννήτριας Μέσω του Λογισμικού Προσομοίωσης FAST.", Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Εκτίμηση Σεισμικής Επικινδυνότητας Κτιριακού Αποθέματος της Πόλης της Καλαμάτας για τη Σεισμική Διέγερση της 13ης Σεπτεμβρίου 1986

Εκπόνηση Διπλωματικής Εργασίας: Ηλιοπούλου Θέμις Επιβλέπων Μέλος ΔΕΠ: Φαββατά Μαρία

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε με σκοπό την εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας των κτιρίων στην περιοχή της Καλαμάτας. Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν την εκτίμηση των επιπέδων βλάβης στις κατασκευές για το σεισμικό σενάριο του 1986 και έγιναν με τη χρήση του λογισμικού OpenQuake (OQ).

Η συλλογή στοιχείων βασίστηκε τόσο από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) για το κτιριακό απόθεμα, όσο και από την ερευνητική κοινότητα του "Global Earthquake Model" (GEM) για τις καμπύλες τρωτότητας. Η ταξινόμηση του κτιριακού αποθέματος πραγματοποιήθηκε με βάση τα κύρια χαρακτηριστικά που έχουν επιλεγεί για τον ακριβή ορισμό των δομικών συστημάτων σε όλη την Ευρώπη και είναι τα εξής: 1. το υλικό κατασκευής 2. το σύστημα παραλαβής οριζοντίων δυνάμεων 3. ο αριθμός ορόφων 4. η χρονική περίοδος κατασκευής και το επίπεδο σεισμικής μελέτης - χωρίς (precode), χαμηλό (lowcode), μεσαίο (moderatecode), υψηλό (highcode).

ΕΙΔΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΦΗ
	ΣΥΣΤΗΜΟ ΕΣΦΥΡΙΣΜΑ REINFORCED CONCRETE (RC)	Κτίρια από σκυρόδεμα ενισχυμένα με αμιάνθινο ραβδόεικο σιδηρό χάλυβα. Ένα υλικό ή αμιάνθινο ραβδόεικο σιδηρό χάλυβα με κτηρή ή κτηρή/αμιάνθινη στήριξη.
	ΑΔΡΗ ΘΕΡΩΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ UNREINFORCED MASONRY (UR)	Κτίρια από τσιμεντοκάλυ βάρης χωρίς τσιμεντοσύνδεση.

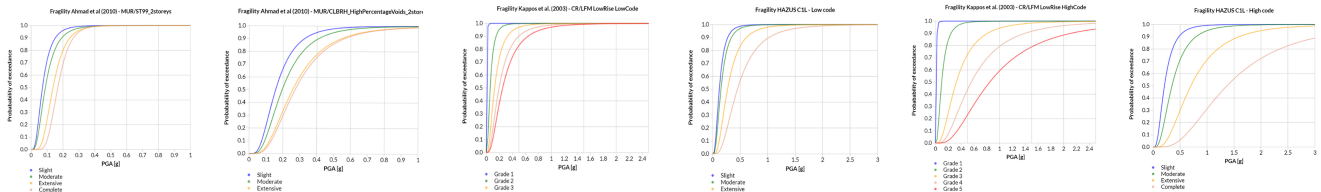
ΕΛΣΤΑΤ		ΕΙΡΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ	
ΜΕΤΕΩΝ	ΙΝΦΙΛ (INFILLED FRAME)	ΕΙΡΣ	ΕΙΡΣ
ΣΥΣΤΗΜΑ	ΕΙΡΣ	ΕΙΡΣ	ΕΙΡΣ

ΥΨΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟ OPENQUAKE
ΧΑΜΗΛΑ ΚΤΙΡΙΑ - LOW RISE (L-0)	ΜΟΝΟΟΡΟΦΑ-ΔΙΟΡΟΦΑ	HEC1-HEC2
ΜΕΣΑΙΑ ΚΤΙΡΙΑ - MID RISE (L-6)	ΤΡΙΟΡΟΦΑ-ΜΕΣΙΑ ΕΞΑΟΡΟΦΑ	HEC3-5-6
ΥΨΗΛΑ ΚΤΙΡΙΑ - HIGH RISE (L-6)	ΕΠΤΑΟΡΟΦΑ ΚΑΙ ΠΑΝΩ	HEC7-9

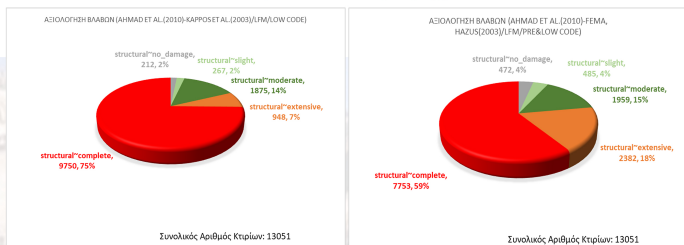
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΟ OPENQUAKE
A	1996 - ΣΗΜΕΡΑ	ΥΨΗΛΟ
B	1986 - 1996	ΜΕΣΑΙΟ
C	1959 - 1986	ΧΑΜΗΛΟ
D	ΠΡΙΝ ΤΟ 1959	ΚΑΝΕΝΑ

Μεθοδολογία με χρήση του OpenQuake:

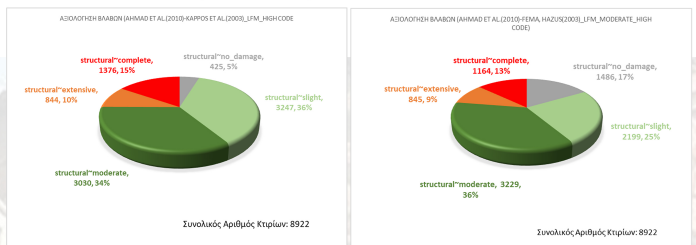
- Ανάλυση Κτιριακού Αποθέματος.
- Μοντελοποίηση Σεισμικού Σεναρίου: -Μοντέλο σεισμικής διάρρηξης Kassaras et al. (2018). -Εξισώσεις εδαφικής κίνησης των AkkarBommer2010. -Απλοποιημένο μοντέλο μέσης ταχύτητας διαμηκτικών κυμάτων $V_s,30=760\text{m/s}$ για όλη την περιοχή μελέτης.
- Επιλογή Καμπύλων Τρωτότητας: Για υλικό κατασκευής Άσπλη Φέρουσα Τοιχοποιία (τούβλα-τσιμεντόλιθοι ή πέτρα): Ahmad et al.(2010). Για υλικό κατασκευής Οπλισμένο Σκυρόδεμα με (Infil: infill frame) ή χωρίς τοιχοποιία πλήρωσης (lfm: bare frame): Kappos et al.(2003) & Fema-Hazus (2003).



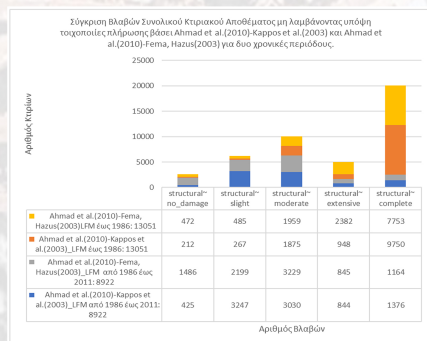
Α' ΜΕΡΟΣ: Σεισμική Επικινδυνότητα των Κατασκευών της Καλαμάτας Κτιριακό Απόθεμα μέχρι το 1986



Β' ΜΕΡΟΣ: Σεισμική Επικινδυνότητα των Κατασκευών της Καλαμάτας Κτιριακό Απόθεμα από το 1986 έως το 2011



ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ 1986



	structural ~no_damage	structural ~slight	structural ~moderate	structural ~extensive	structural ~complete
Ahmad et al.(2010)-Kappos et al.(2003)_lfm από 1986 έως 2011: 8922	4.8%	36.4%	34.0%	9.5%	15.4%
Ahmad et al.(2010)-Fema, Hazus(2003)_lfm από 1986 έως 2011: 8922	16.7%	24.6%	36.2%	9.5%	13.0%
Ahmad et al.(2010)-Kappos et al.(2003)_lfm έως 1986: 13051	1.6%	2.0%	14.4%	7.3%	74.7%
Ahmad et al.(2010)-Fema, Hazus(2003)_lfm έως 1986: 13051	3.6%	3.7%	15.0%	18.3%	59.4%

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταγραφή κτιρίων-Ταξινόμηση: Οι πληροφορίες που παρέχονται από την ΕΛΣΤΑΤ-Απογραφή 2011 δεν είναι συνδεδεμένες πλήρως μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να γίνονται υποθέσεις στην ταξινόμηση του κτιριακού αποθέματος. Επίσης, κάποιες χρήσιμες πληροφορίες για τις κατασκευές που δεν έχουν καταγραφεί αφορούν: το σύστημα παραλαβής οριζοντίων-σεισμικών δυνάμεων σε συνάρτηση με το υλικό κατασκευής, οι ενισχύσεις σε κτίρια και επίπεδο ενίσχυσης.

Καμπύλες τρωτότητας: Παρατηρείται ότι τα αποτελέσματα που αφορούν τη σεισμική τρωτότητα του συνολικού κτιριακού αποθέματος δείχνουν ότι στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν οι καμπύλες τρωτότητας των Ahmad et al.(2010)-Kappos et al.(2010)-Kappos et al.(2003), αναμένεται να εμφανίσουν περισσότερες ολοκληρωτικές βλάβες στις κατασκευές σε σχέση με τα αντίστοιχα αποτελέσματα όταν επιλεγούν οι καμπύλες Ahmad et al.(2010)-Fema-Hazus (2003).

Τοιχοποιία πλήρωσης: Οι τοιχοποιίες πλήρωσης (infilled frame) στις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος βάσει Kappos et al.(2003), για το επίπεδο εκτεταμένης και ολοκληρωτικής βλάβης έδωσαν ευμενέστερα αποτελέσματα σε σχέση με τις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος χωρίς τοιχοποιίες πλήρωσης (bare frame). Οι τοιχοποιίες πλήρωσης (infilled frame) στις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος βάσει Fema-Hazus (2003), για το επίπεδο εκτεταμένης και ολοκληρωτικής βλάβης έδωσαν σχεδόν ίδια αποτελέσματα σε σχέση με τις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος χωρίς τοιχοποιίες πλήρωσης (bare frame).

Επίπεδο σεισμικής μελέτης: α) Για κατασκευές, πριν το 1986, αναμένεται τα αποτελέσματα του ελέγχου σεισμικής επικινδυνότητας να εμφανίσουν ολοκληρωτικό επίπεδο βλάβης για το ίδιο σεισμικό σενάριο. Συγκεκριμένα για το ολοκληρωτικό επίπεδο βλάβης βάσει Kappos et al.(2003) και Fema-Hazus (2003), το ποσοστό βλάβης αναμένεται να είναι 74,7% και 59,4% αντίστοιχα. β) Οι κατασκευές, μετά το 1986, αναμένεται να εμφανίσουν καλύτερη συμπεριφορά ως προς το εκτεταμένο και ολοκληρωτικό επίπεδο βλάβης. Συγκεκριμένα για ολοκληρωτικό επίπεδο βλάβης βάσει Kappos et al.(2003) και Fema-Hazus (2003), το ποσοστό βλάβης αναμένεται να είναι 15,4% και 13,0%.

«Μελέτη περιοδικών λύσεων στο κυκλικό περιορισμένο πρόβλημα των τεσσάρων σωμάτων»

Περιγραφή προβλήματος

Θεωρούμε ένα δυναμικό σύστημα τεσσάρων ουρανίων σωμάτων τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με βαρυτικές δυνάμεις. Εμπνευσμένο από το κυκλικό περιορισμένο πρόβλημα των τριών σωμάτων, το πρόβλημα των τεσσάρων σωμάτων απλοποιείται θεωρώντας πως το τέταρτο σώμα είναι ένας δορυφόρος και έχει αμελητέα μάζα συγκριτικά με τα υπόλοιπα τρία ουράνια σώματα (πλανήτες), ώστε μόνο να δέχεται την βαρυτική επίδραση των πλανητών χωρίς να τα επηρεάζει. Στόχος μας είναι η μελέτη του δυναμικού συστήματος και η κίνηση του δορυφόρου θεωρώντας ότι οι τρεις πλανήτες κινούνται στο ίδιο επίπεδο, και εκτελούν κυκλική κίνηση γύρω από το κέντρο μάζας τους. Μελετάμε τα σημεία ισορροπίας του κυκλικού περιορισμένου προβλήματος των τεσσάρων σωμάτων και τις καμπύλες μηδενικής ταχύτητας που χωρίζουν το επίπεδο σε περιοχές επιτρεπτής και μη επιτρεπτής κίνησης, την ευστάθεια των σημείων ισορροπίας και υπολογίζουμε με αριθμητική ολοκλήρωση των εξισώσεων κίνησης του δορυφόρου τις οικογένειες των περιοδικών τροχιών του. Τέλος, απεικονίζουμε στο επίπεδο θέσης και ενέργειας τις χαρακτηριστικές καμπύλες των οικογενειών των συμμετρικών λύσεων του προβλήματος. Η διαδικασία αυτή γίνεται για τρεις διαφορετικούς συνδυασμούς μαζών των τριών πρωτεύοντων σωμάτων - Πλανητών: για τρεις ίσες μάζες των Πλανητών, για έναν Ήλιο και δύο ίσες μάζες Πλανητών και για έναν Ήλιο και δύο άνισες μάζες των Πλανητών.

Οι εξισώσεις κίνησης του τέταρτου σώματος, η συνάρτηση δυναμικού, η σταθερά της ενέργειας (ολοκλήρωμα Jacobi) και οι εξισώσεις θέσεων των πρωτεύοντων σωμάτων είναι αντίστοιχα:

$$x'' - 2y' = \frac{\partial \Omega}{\partial x} = x - \sum_{i=1}^3 \frac{m_i (x - x_i)}{r_i^3}$$

$$y'' + 2x' = \frac{\partial \Omega}{\partial y} = y - \sum_{i=1}^3 \frac{m_i (y - y_i)}{r_i^3}$$

$$z'' = \frac{\partial \Omega}{\partial z} = - \sum_{i=1}^3 \frac{m_i (z - z_i)}{r_i^3}$$

$$r_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2}$$

$$\Omega = \frac{1}{2}(x^2 + y^2) + \frac{m_1}{r_1} + \frac{m_2}{r_2} + \frac{m_3}{r_3}$$

$$x^2 + y^2 = 2\Omega - C$$

$$x_1 = -\frac{|K| \sqrt{m_2^2 + m_2 m_3 + m_3^2}}{K}$$

$$y_1 = 0$$

$$x_2 = \frac{|K| [(m_2 - m_3)m_3 + m_1(2m_2 + m_3)]}{2K \sqrt{m_2^2 + m_2 m_3 + m_3^2}}$$

$$y_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{m_3}{m_3^{3/2}} \sqrt{\frac{m_2^3}{m_2^2 + m_2 m_3 + m_3^2}}$$

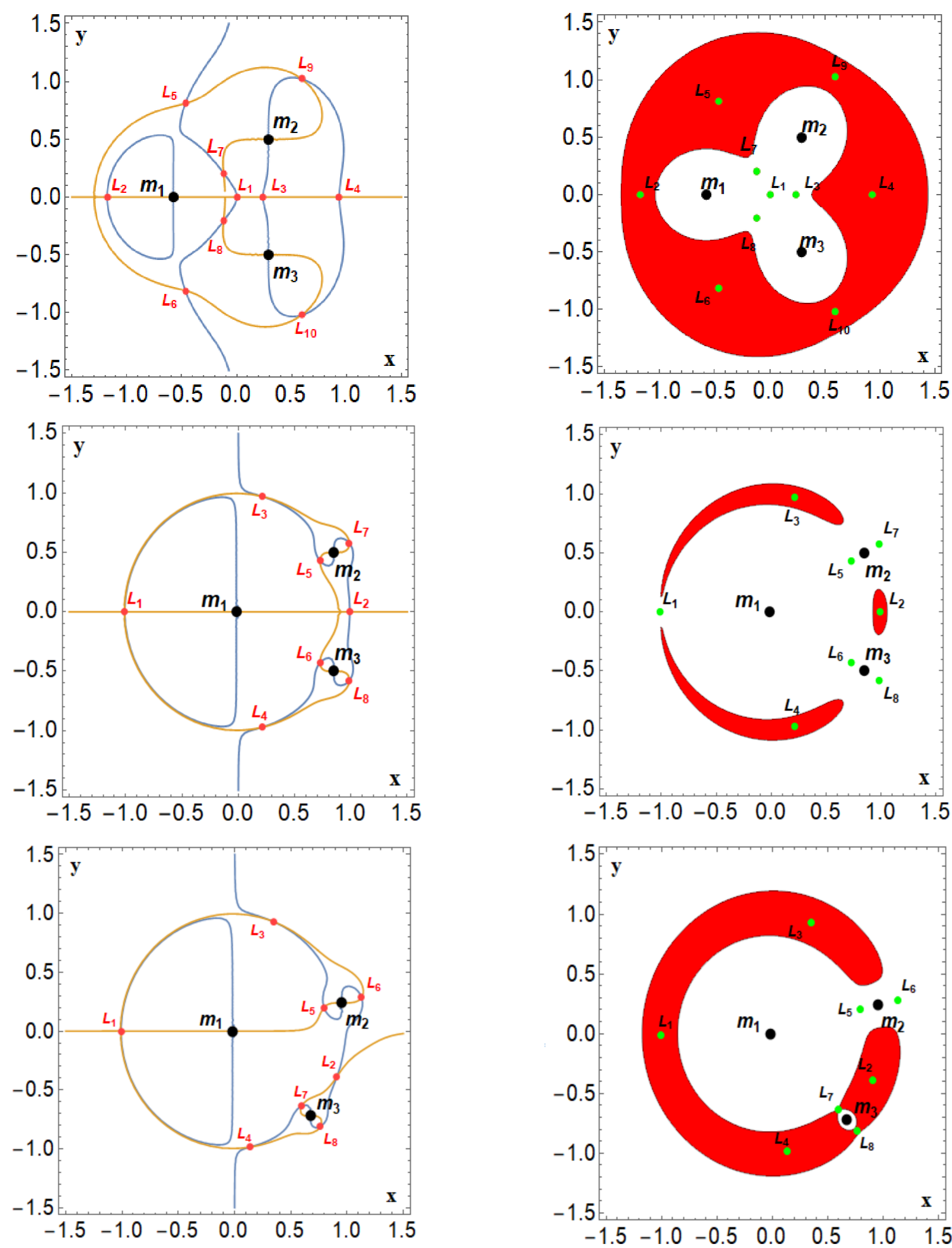
$$x_3 = \frac{|K|}{2 \sqrt{m_2^2 + m_2 m_3 + m_3^2}}$$

$$y_3 = -\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{1}{m_2^{1/2}} \sqrt{\frac{m_2^3}{m_2^2 + m_2 m_3 + m_3^2}}$$

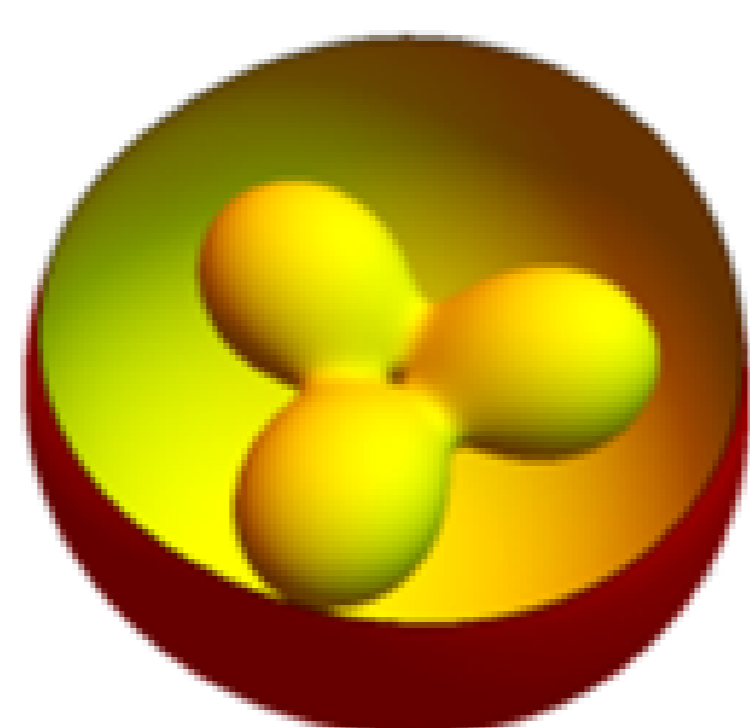
$$K = m_2(m_3 - m_2) + m_1(m_2 + 2m_3)$$

Συνδυασμοί Μαζών

Τα σημεία ισορροπίας του προβλήματος και δείγματα των καμπυλών μηδενικής ταχύτητας - περιοχές επιτρεπτής κίνησης για τρεις διαφορετικούς συνδυασμούς μαζών των Πλανητών.

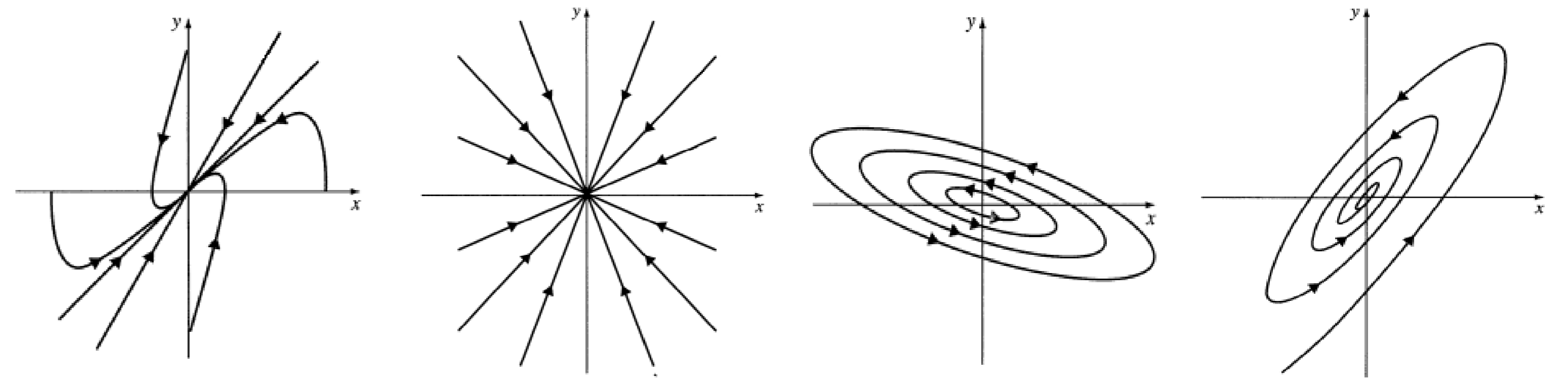


Δείγμα επιφάνειας μηδενικής ταχύτητας, στον τρισδιάστατο χώρο:



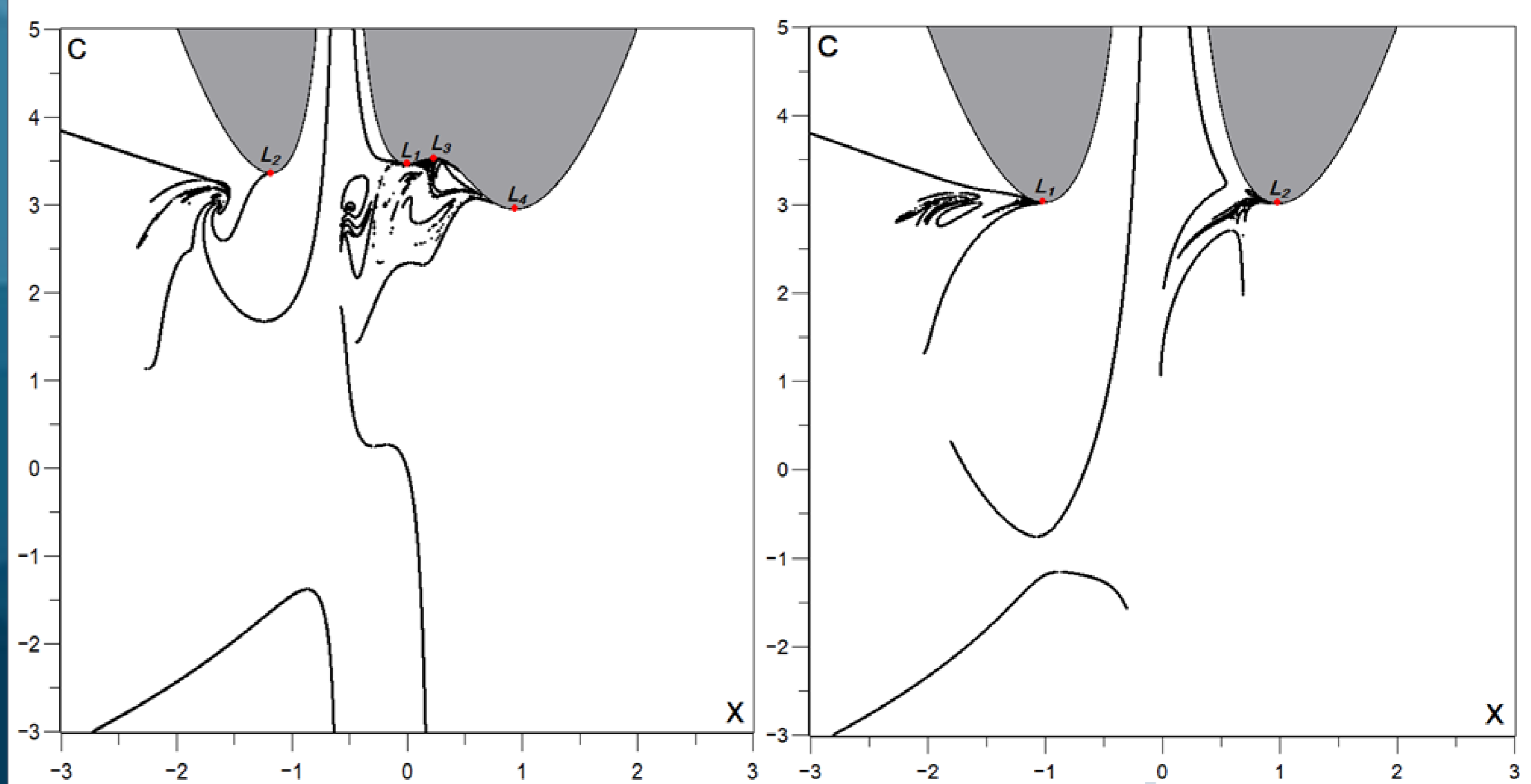
Μελέτη ευστάθειας των σημείων ισορροπίας

Παραδείγματα ευσταθών σημείων ισορροπίας:



Οικογένειες περιοδικών λύσεων

Οικογένειες περιοδικών λύσεων για τις περιπτώσεις (τρεις ίσοι πλανήτες και ένας Ήλιος και δύο μικρότεροι πλανήτες):

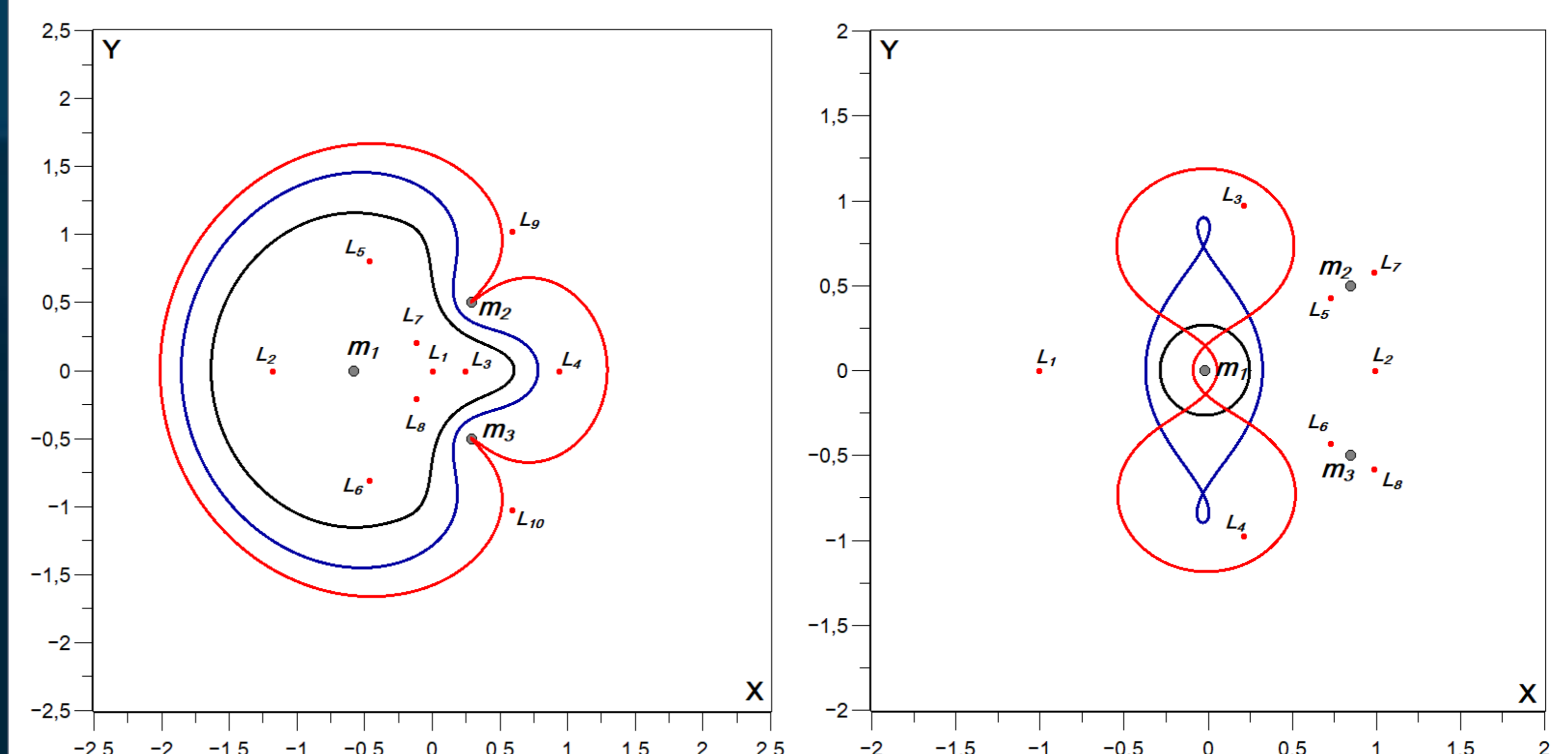


Σχήμα αριστερά: Οικογένειες περιοδικών λύσεων για την περίπτωση τριών ίσων πλανητών ($m_1=m_2=m_3=1/3$).

Σχήμα δεξιά: Οικογένειες περιοδικών λύσεων για την περίπτωση Ήλιου και δύο μικρότερων πλανητών ($m_1=0.98$ και $m_2=m_3=0.01$).

Απλές συμμετρικές περιοδικές τροχιές

Δείγματα απλών περιοδικών συμμετρικών τροχιών δύο οικογενειών, μία για την περίπτωση ίσων Πλανητών ($m_1=m_2=m_3=1/3$) και μια για την περίπτωση Ήλιος - πλανήτες ($m_1=0.98$ και $m_2=m_3=0.01$)



Το σύμπαν περιέχει Ήλιους, πλανήτες, αστεροειδείς και άλλα ογκώδη σώματα που επηρεάζουν, σύμφωνα με τους βαρυτικούς νόμους, τις κινήσεις τους. Αναλυτική λύση έχει δοθεί μόνο για το πρόβλημα που δύο σώματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ενώ σε κάθε άλλη περίπτωση (τρία σώματα ή περισσότερα) η μελέτη του δυναμικού συστήματος γίνεται με αριθμητικές μεθόδους. Η κίνηση ενός τρίτου, μικρού μάζας σώματος, μπορεί να είναι ελλειπτική, παραβολική ή υπερβολική όπως στην διπλανή φωτογραφία.



ΕΥΦΥΗΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ

Διπλωματική Εργασία του Φίλιππου Αδαμίδη
Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Στεφανίδης
(Ομότιμος Καθηγητής στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών)
Πάτρα 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS



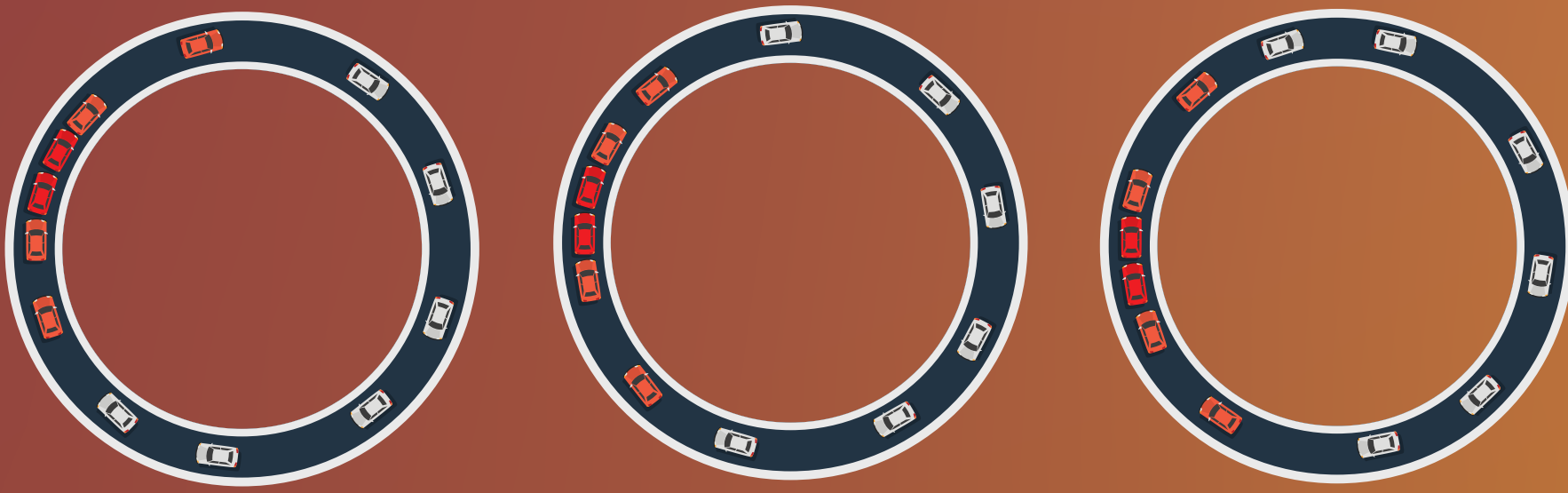
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Εισαγωγή

Οι μεταφορές αποτελούν ένα αναπόσπαστο τμήμα της σύγχρονης εποχής. Ωστόσο, οι μεταφορές είναι συνυφασμένες με τα ατυχήματα.

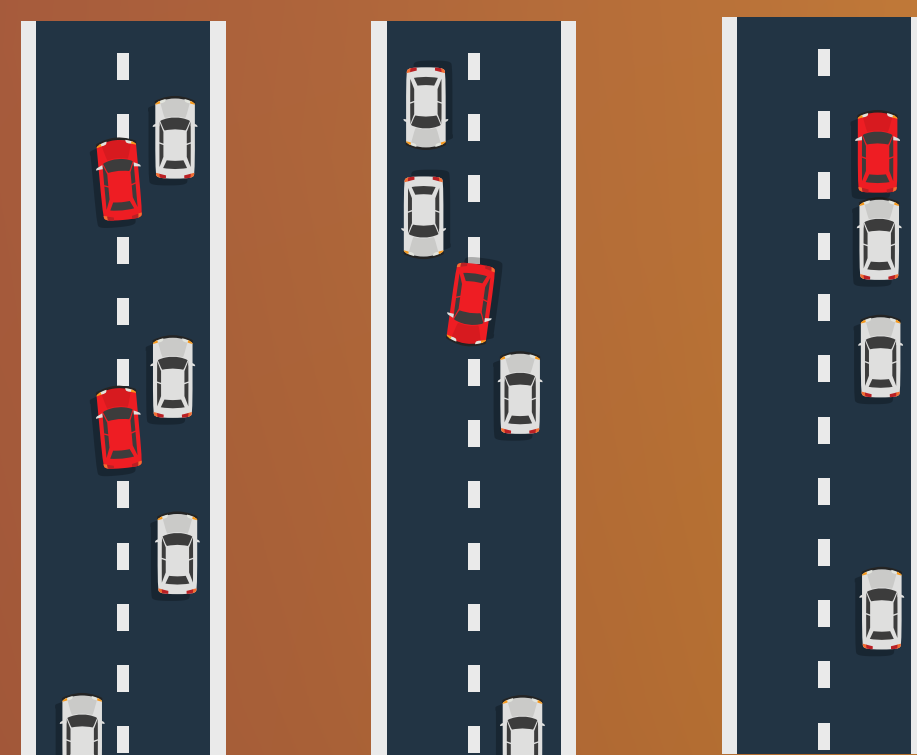
Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύχθηκαν μοντέλα ανίχνευσης και εκτίμησης για δύο κυκλοφοριακά φαινόμενα που στην ιστορία των μεταφορών αποδείχθηκε ότι αυξάνουν τον κίνδυνο ατυχήματος. Αυτά τα φαινόμενα είναι το **Shockwave** και το **Near-Miss**.

Το **Shockwave** (εικόνα 1) που εμφανίζεται στην κυκλοφοριακή ροή είναι παρόμοιο με τα κύματα που εμφανίζονται από την ρίψη πέτρας στο νερό. Ένα Shockwave διαδίδεται προς τα πίσω σε μία γραμμή οχημάτων σαν αντίδραση στην αλλαγή καταστάσεων στην αρχή της γραμμής.



Εικόνα 1. Shockwave

Τα **Near-Miss** (εικόνα 2) ορίζονται, με αφηρημένο τρόπο, ως συμβάντα κυκλοφορίας που περιέχουν επίπεδο κινδύνου πάνω από το συνηθισμένο όριο για οδηγούς και πεζούς που συμμετέχουν σε αυτά. Παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά με τα ατυχήματα, αλλά δεν έχουν την ίδια κατάληξη. Τα Near-Miss συχνά παρατηρούνται κατά την απότομη αλλαγή λωρίδας, το απότομο φρενάρισμα ή ταυτόχρονη αλλαγή λωρίδας οχημάτων από γειτονικές λωρίδες σε κεντρική λωρίδα.



Εικόνα 2. Παραδείγματα φαινομένου Near-Miss

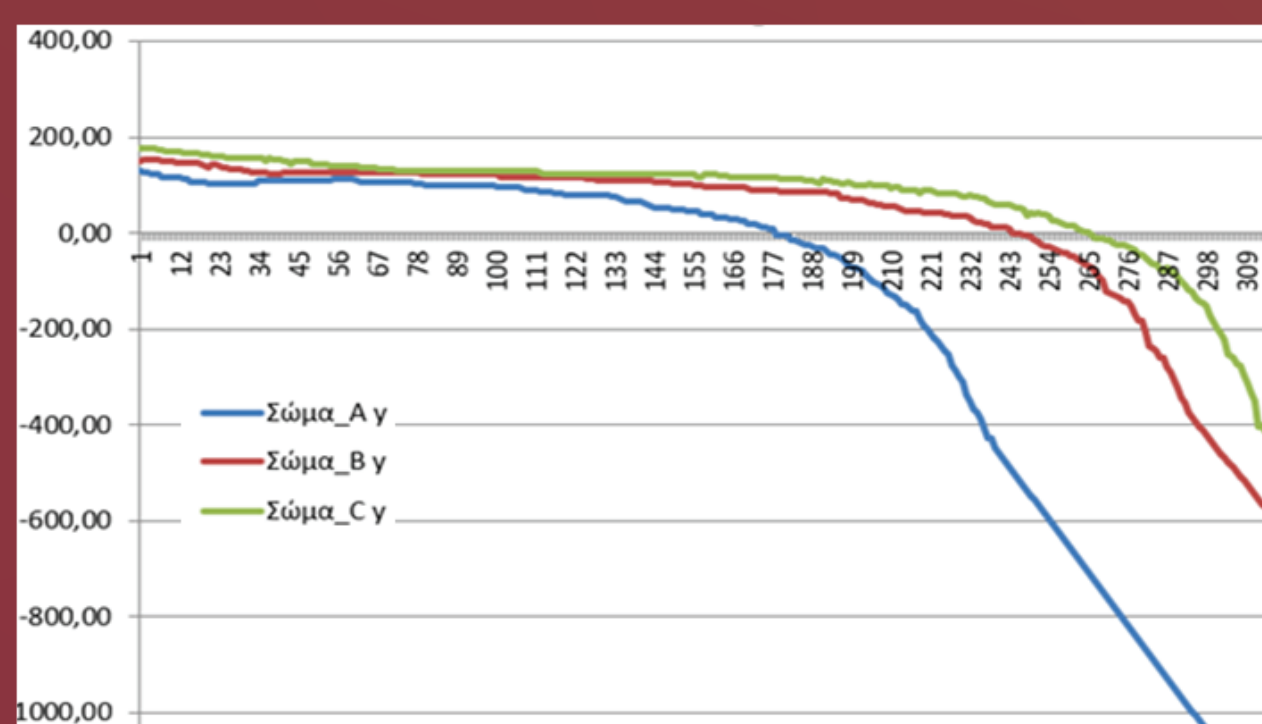


Εικόνα 3. Συνδεδεμένα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών (Connected Intelligent Transport Systems (C-ITS))

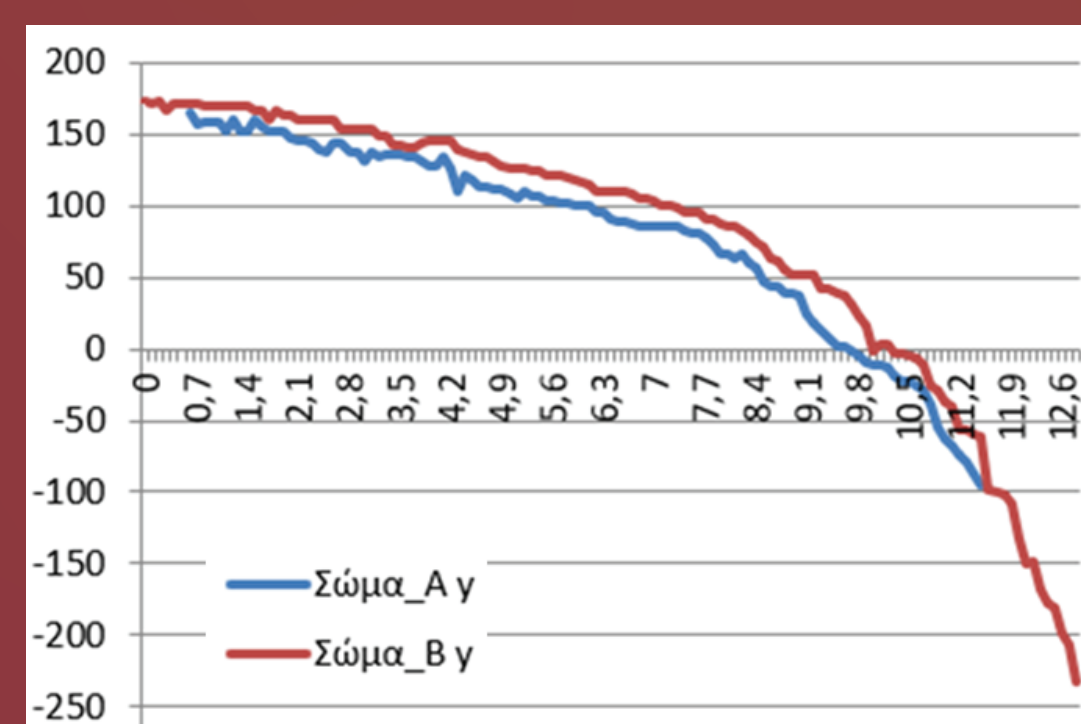
Για την βελτίωση της κατάστασης που επικρατεί στο οδικό δίκτυο αναπτύχθηκε η κύρια ιδέα των **Συνδεδεμένων Ευφών Συστημάτων Μεταφορών (Connected Intelligent Transport Systems (C-ITS))** (εικόνα 3), που επιτρέπουν στους χρήστες των οδών και τους διαχειριστές κίνησης να μοιράζονται πληροφορίες και να τις χρησιμοποιούν με σκοπό την σήμανση προσοχής όταν χρειάζεται. Σκοπός των λειτουργιών των C-ITS είναι η αποφυγή της απειλής, δηλαδή είτε η εκτίμηση είτε η ανίχνευση των συμβάντων όπως το Shockwave και το Near-Miss, στέλνοντας ειδοποιήσεις **Watch** και **Warning** στους χρήστες.

Μεθοδολογία

Για τον σκοπό της εργασίας συλλέχθηκαν και αξιοποιήθηκαν κυκλοφοριακά δεδομένα από την λεωφόρο του Κηφισού. Πιο συγκεκριμένα μελετήθηκαν 12000 μηνύματα από δύο δεκάωρα βίντεο τα οποία διαχωρίστηκαν σε συγκεκριμένα τμήματα για να υποστηρίξουν την εκπαίδευση και αξιολόγηση των μοντέλων που δημιουργήθηκαν. Στην συνέχεια έγινε εξαγωγή **τροχιών κίνησης** (εικόνα 4 και 5) με την χρήση του λογισμικού **Tracker** (<https://physlets.org/tracker/>).



Εικόνα 4. Τροχιά Shockwave (x άξονας: απόσταση, y άξονας: χρόνος)



Εικόνα 5. Τροχιά Near-Miss (x άξονας: απόσταση, y άξονας: χρόνος)

Οι τροχιές υπό μορφή αρχείων excel (.xlsx) μετατράπηκαν σε αρχεία .csv ώστε να είναι συμβατά με την γλώσσα προγραμματισμού που επιλέχθηκε, την Python. Τέλος πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των δεδομένων ώστε να μειωθεί η συμβολή του φαινομένου parallax effect από εξωτερικές παραμέτρους όπως το ύψος και η γωνία της κάμερας.

Μοντέλα

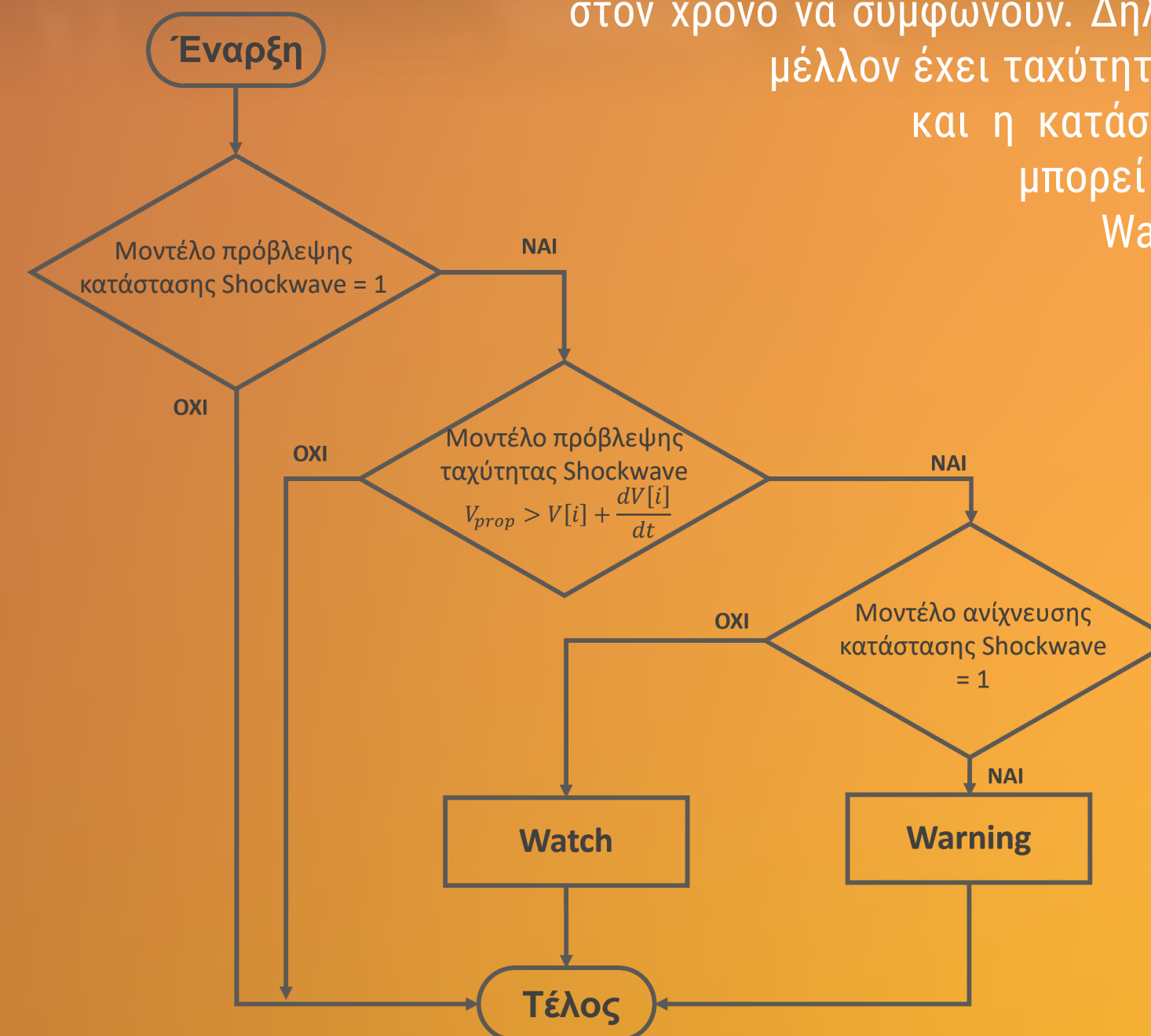
Αναπτύχθηκαν τρία μοντέλα:

A. Το **βαθύ νευρωνικό δίκτυο (Deep Neural Network)** για **ανίχνευση Shockwave** έχει εκπαιδευτεί για να αναγνωρίζει και να εξάγει μία πιθανότητα για το εάν είναι σε κατάσταση Shockwave το όχημα. Ως πηγή ανίχνευσης του Shockwave θεωρείται ένα μεσαίο όχημα που επηρεάζει και επηρεάζεται από το όχημα μπροστά και πίσω του στην λωρίδα.

B. Το **επαναλαμβανόμενο νευρωνικό δίκτυο (Recurrent Neural Network (RNN)) με αρχιτεκτονική LSTM (Long Short Term Memory)**, έχει εκπαιδευτεί να **εκτιμά ξεχωριστά την ταχύτητα Shockwave** και την πιθανότητα να βρεθεί το εξεταζόμενο όχημα σε **κατάσταση Shockwave** σε μεταποτισμένη στιγμή στο μέλλον. Ως αντικείμενο εκτίμησης λαμβάνεται ένα μεσαίο όχημα που επηρεάζεται και επηρεάζει το μπροστινό και πίσω όχημά του στην λωρίδα.

Γ. Το **μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης (Logistic Regression)** για **ανίχνευση Near-Miss** έχει εκπαιδευτεί για να εξάγει μία τιμή και την πιθανότητα να είναι σωστή η τιμή αυτή. Ως πηγή ανίχνευσης λαμβάνονται δύο οχήματα που βρίσκονται κοντά μεταξύ τους, ανεξάρτητα από την λωρίδα στην οποία βρίσκονται, καθώς οι τροχιές τους καταγράφονται σε άξονες y και x.

Για την υπόθεση Watch αρκεί τα μοντέλα εκτίμησης ταχύτητας και κατάστασης μεταποτισμένης στον χρόνο να συμφωνούν. Δηλαδή εάν εκτιμάται ότι το όχημα στο μέλλον έχει ταχύτητα μικρότερη της ταχύτητας διάδοσης και η κατάστασή του είναι σε Shockwave, τότε μπορεί να γίνεται ειδοποίηση της μορφής Watch.



Εικόνα 6. Αλγόριθμος εκπλήρωσης υπόθεσης Watch και Warning για Shockwave

Αντίστοιχα για την υπόθεση Warning πρέπει να συμφωνούν οι εκτιμώμενες τιμές και το μοντέλο ανίχνευσης Shockwave (εικόνα 6).

Το ίδιο δεν μπορεί να ισχύει για το φαινόμενο Near-Miss καθώς δεν είναι συμβάν που διαδίδεται ή έχει μεγάλη διάρκεια. Ωστόσο, επειδή το μοντέλο Near-Miss εκπαιδεύεται να ανιχνεύσει και τις καταστάσεις λίγο πριν το φαινόμενο, θα μπορούσε να υπάρχει μία σήμανση Warning στα οχήματα που συμμετέχουν ώστε να αποφευχθεί.

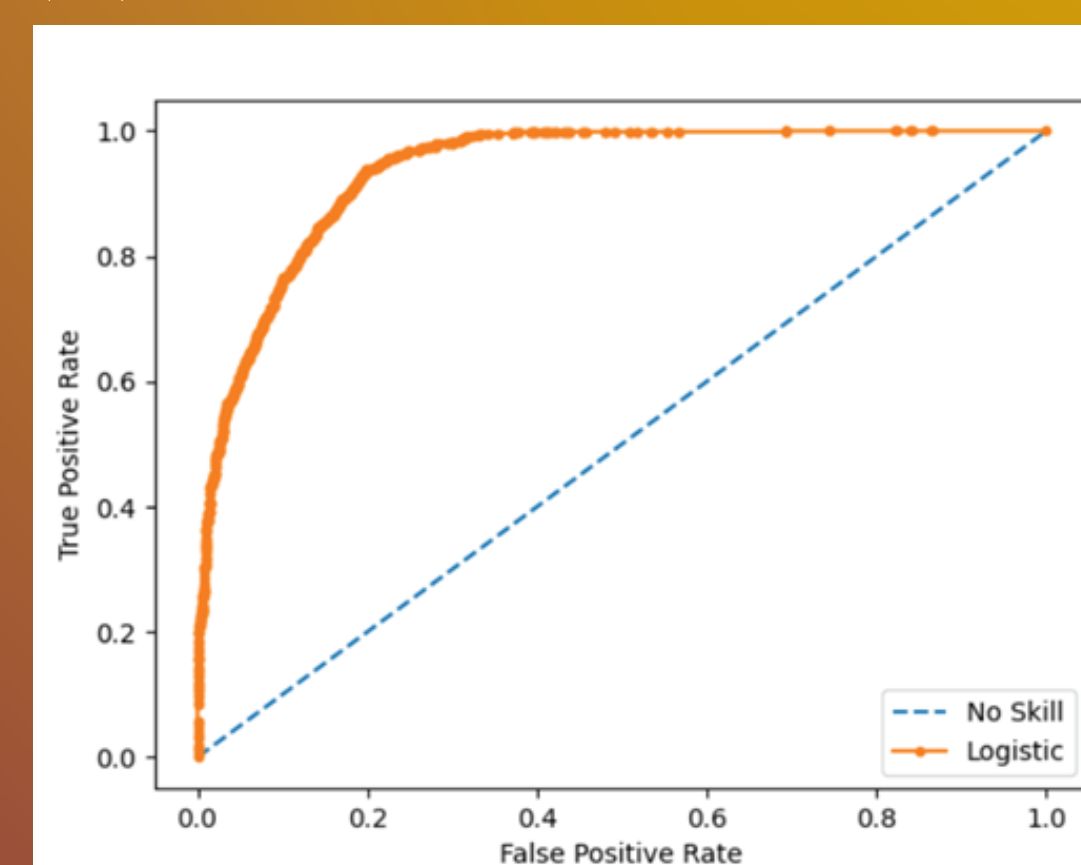
Αποτελέσματα

Ο σκοπός κάθε μοντέλου είναι συγκεκριμένος και η ανάλυση που γίνεται έχει σαν στόχο την προσέγγιση αυτού του σκοπού από την εφαρμογή του μοντέλου.

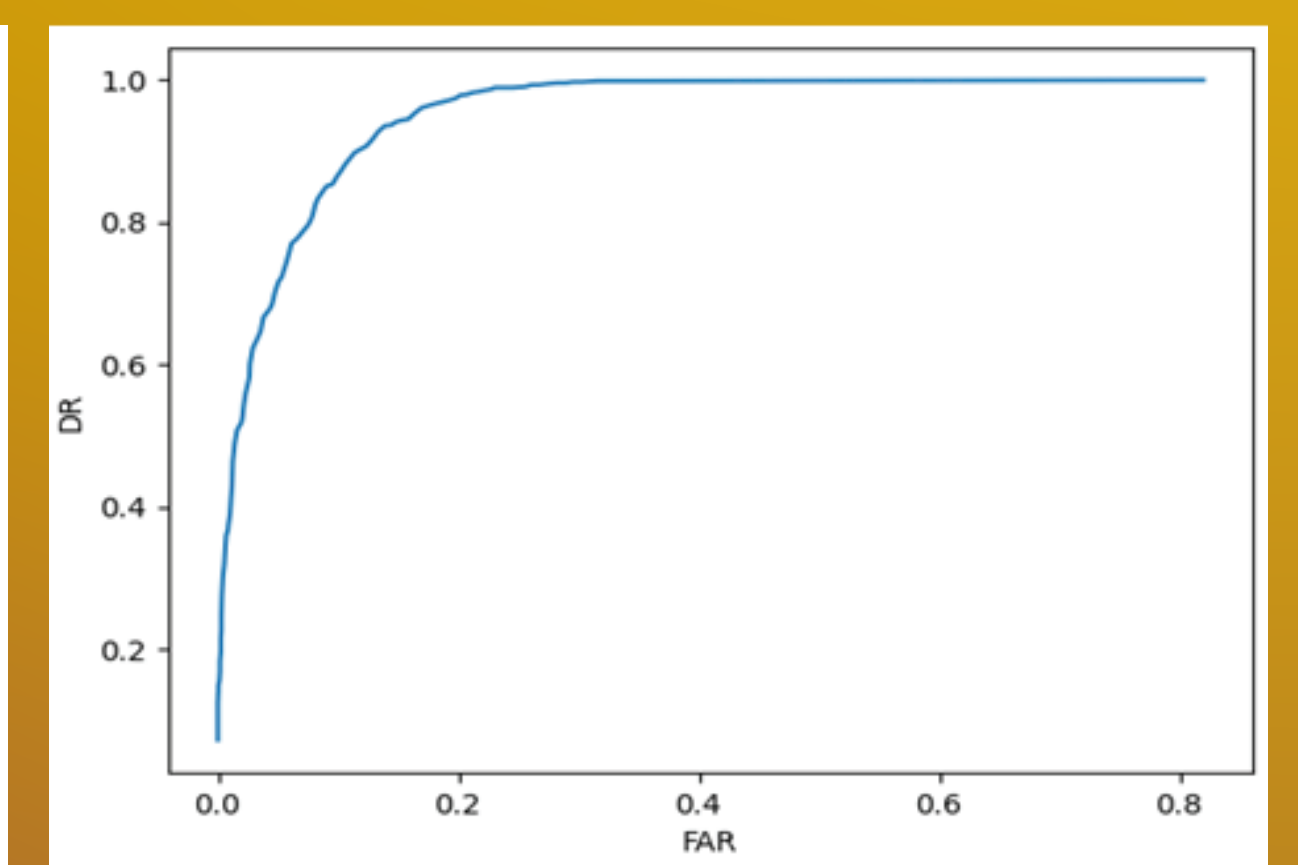
A. Στο **μοντέλο ανίχνευσης Shockwave**, με το προεπιλεγμένο κατώφλι για την ταξινόμηση ύπαρξης συμβάντος η ακρίβεια ήταν στο επίπεδο 89%. Σκοπός του μοντέλου είναι να ανιχνεύει τα συμβάντα με τον βέλτιστο συνδυασμό **Ρυθμού Εσφαλμένου Συναγερμού (FAR)** και **Ρυθμού Ορθής Ανίχνευσης συμβάντος (DR)**.

Threshold	TP	FP	TN	FN	Accuracy	DR	FAR
0,1	793	1024	2916	24	77,97%	0,970624	0,215262
0,2	737	467	3373	180	86,40%	0,803708	0,098171
0,3	679	458	3482	138	87,50%	0,831089	0,096279
0,4	476	98	3842	341	90,77%	0,582619	0,020601
0,5	508	245	3434	508	89,10%	0,5	0,052183
0,6	345	134	3902	372	89,28%	0,481172	0,028193
0,7	297	30	3910	520	88,40%	0,363525	0,006306
0,8	139	6	3934	678	85,60%	0,170135	0,001261
0,9	126	9	3931	691	85,20%	0,154223	0,001892
1	0	0	3940	817	82,20%	0	0

Πίνακας 1. Τιμές DR και FAR για πολλά κατώφλια (TP: True Positive, FP: False Positive, TN: True Negative, FN: False Negative)

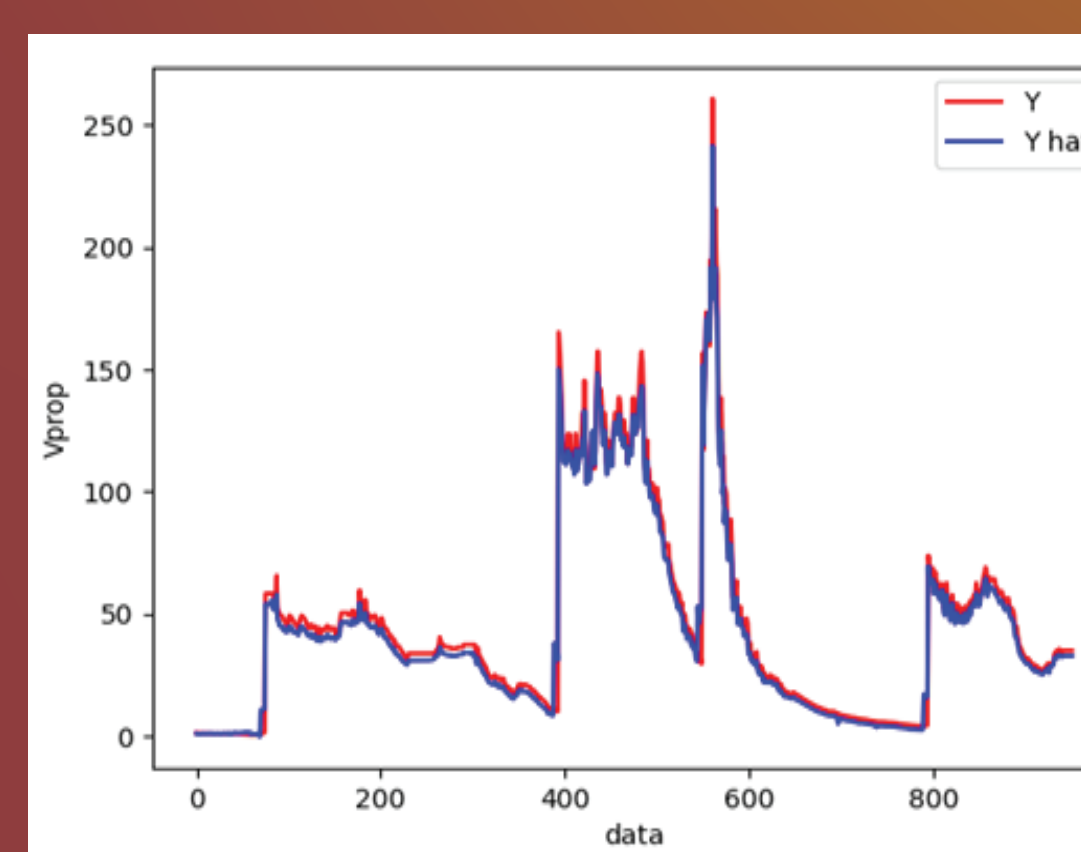


Εικόνα 7. Καμπύλες ROC για την εύρεση βέλτιστου κατώφλιού ως προς την ακρίβεια για φαινόμενο Shockwave. (Βέλτιστο Κατώφλι ~22,1%, Area Under Curve (AUC) ~86,8%)

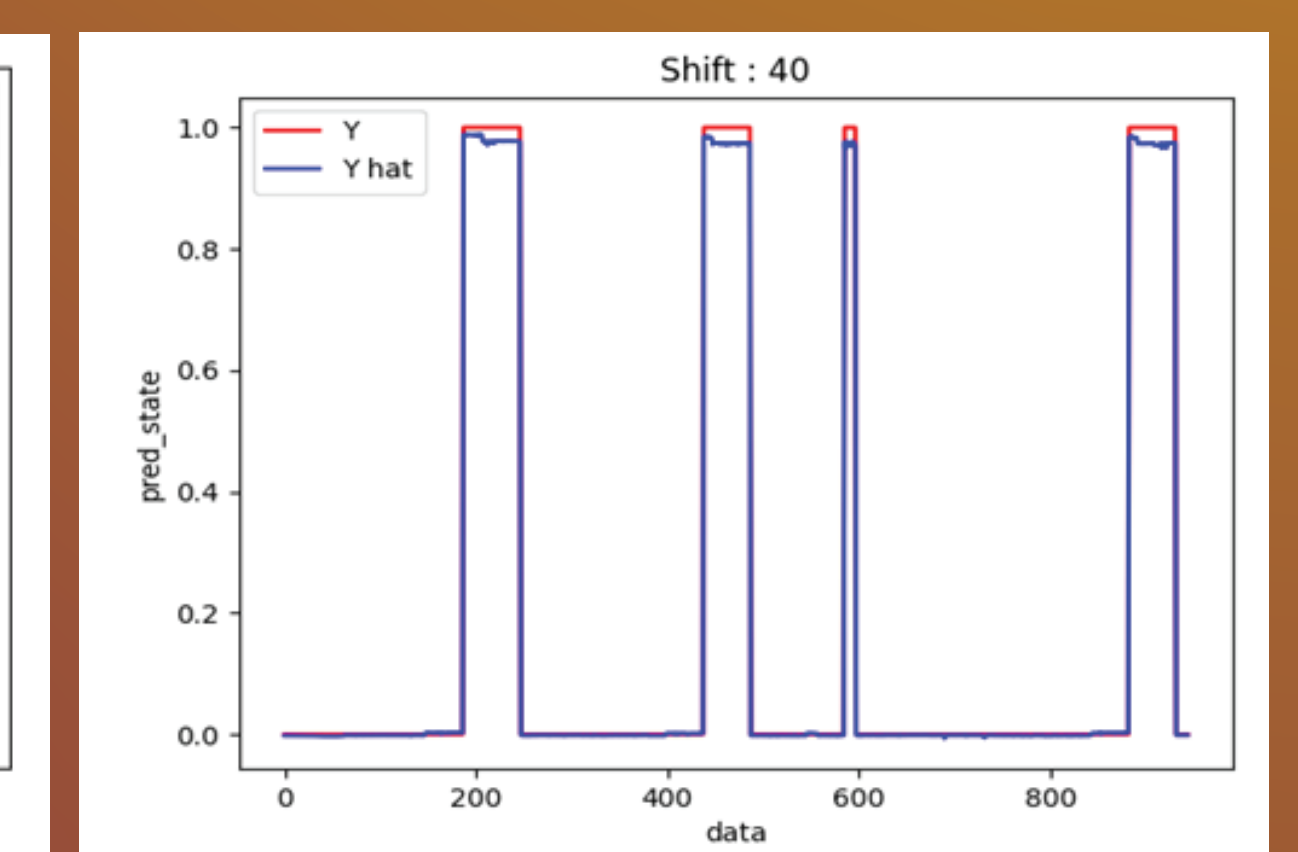


Εικόνα 8. Καμπύλες DR - FAR για εύρεση βέλτιστου συνδυασμού τους. Αυτός συναντάται για FAR~0,2 και DR~1.

B. Το **μοντέλο εκτίμησης ταχύτητας Shockwave και κατάστασης Shockwave** έχει ως σκοπό την ελαχιστοποίηση ρυθμού εσφαλμένου συναγερμού των χρηστών του δικτύου. Ως μετρικές στο συγκεκριμένο μοντέλο λήφθηκαν για την συνάρτηση loss το μέσο απόλυτο σφάλμα και το validation loss, που κατά το τέλος της εκπαίδευσης και αξιολόγησης έλαβαν πολύ χαμηλές τιμές ίσες με 0.061 και 0.043 αντίστοιχα.



Εικόνα 9. Με το μπλε χρώμα φαίνεται η προβλεπόμενη τιμή, ενώ το κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύει την υπολογιζόμενη ταχύτητα διάδοσης Shockwave.



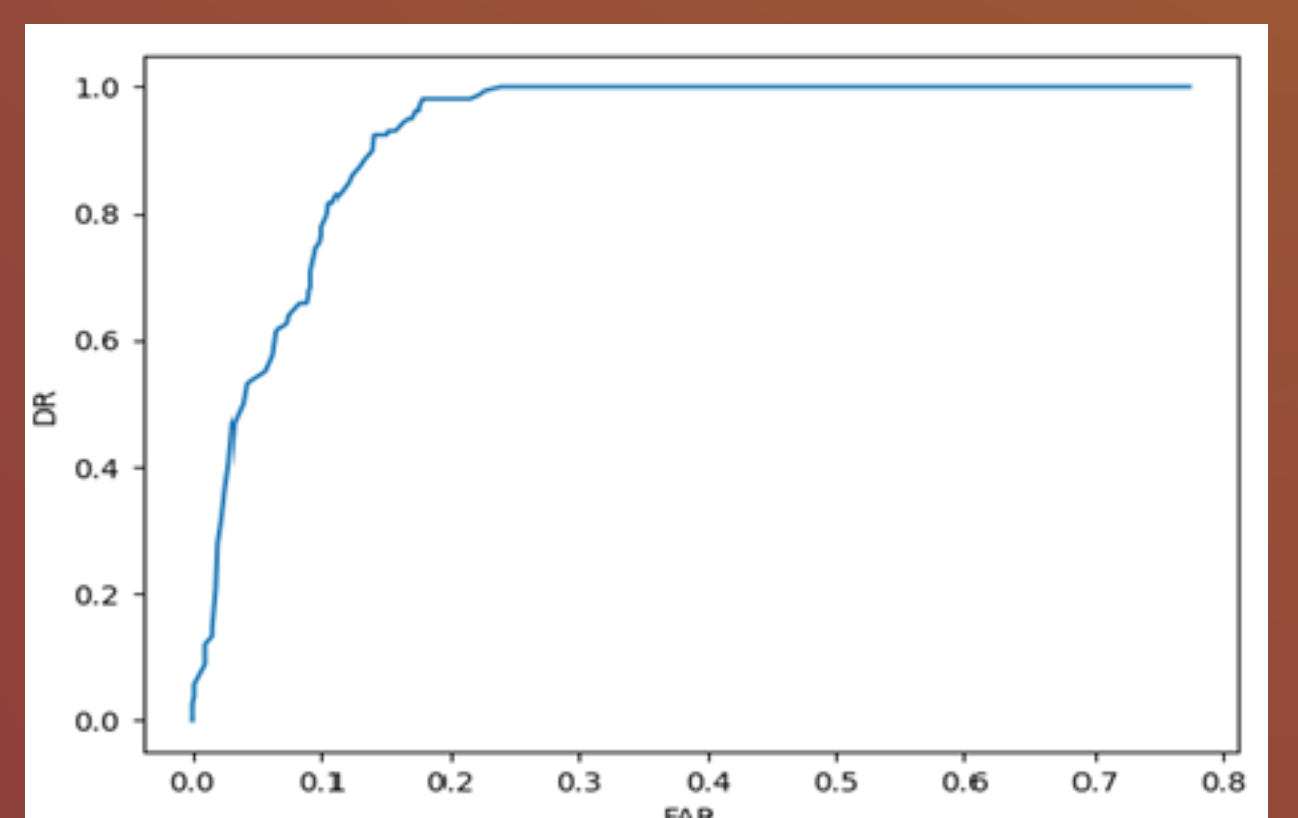
Εικόνα 10. Με το μπλε χρώμα φαίνεται η προβλεπόμενη κατάσταση, ενώ με κόκκινο χρώμα αναπαριστάται η πραγματική κατάσταση, δηλαδή τότε στην πραγματικότητα υπάρχει Shockwave.

Γ. Στο **μοντέλο ανίχνευσης Near-Miss**, με το προεπιλεγμένο κατώφλι ταξινόμησης Near-Miss η ακρίβεια βρίσκεται στο επίπεδο 83%. Σκοπός του μοντέλου είναι παρόμοιος με τον σκοπό του μοντέλου ανίχνευσης του Shockwave.

Εικόνα 11. Καμπύλες DR - FAR για εύρεση βέλτιστου συνδυασμού τους. Αυτός συναντάται για FAR~0,15 και DR~1.

Συμπεράσματα

Στα συνδεδεμένα ευφυή συστήματα μεταφορών (C-ITS), η ορθή ανίχνευση καταστάσεων κινδύνου αυξάνει το επίπεδο ασφάλειας του οδικού δικτύου, μειώνει την πιθανότητα ατυχήματος και αυξάνει το επίπεδο άνεσης των χρηστών. Για τον σκοπό αυτόν, στην εργασία δημιουργήθηκαν τρία δυναμικά μοντέλα συμβάντος, για την εκτίμηση των φαινομένων shockwave και near-miss στην κυκλοφοριακή ροή. Τα νέα μοντέλα δημιουργήθηκαν με βάση την πιθανοτική διατύπωση συμβάντος, και παραμετροποιήθηκαν με δεδομένα κυκλοφορίας αυτοκινητοδρόμου στην Αττική. Τα αρχικά αποτελέσματα, με εκτιμώμενο Ρυθμό Ανίχνευσης Συμβάντος άνω του 90% και Ρυθμό Εσφαλμένου Συναγερμού κάτω του 20% είναι ενθαρρυντικά για την εφαρμογή των μοντέλων σε άλλες καταστάσεις C-ITS σε αυτοκινητοδρόμους



ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ (FRP)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΔΑΛΙΑΝΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΘ. Χ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ: 2020-2021

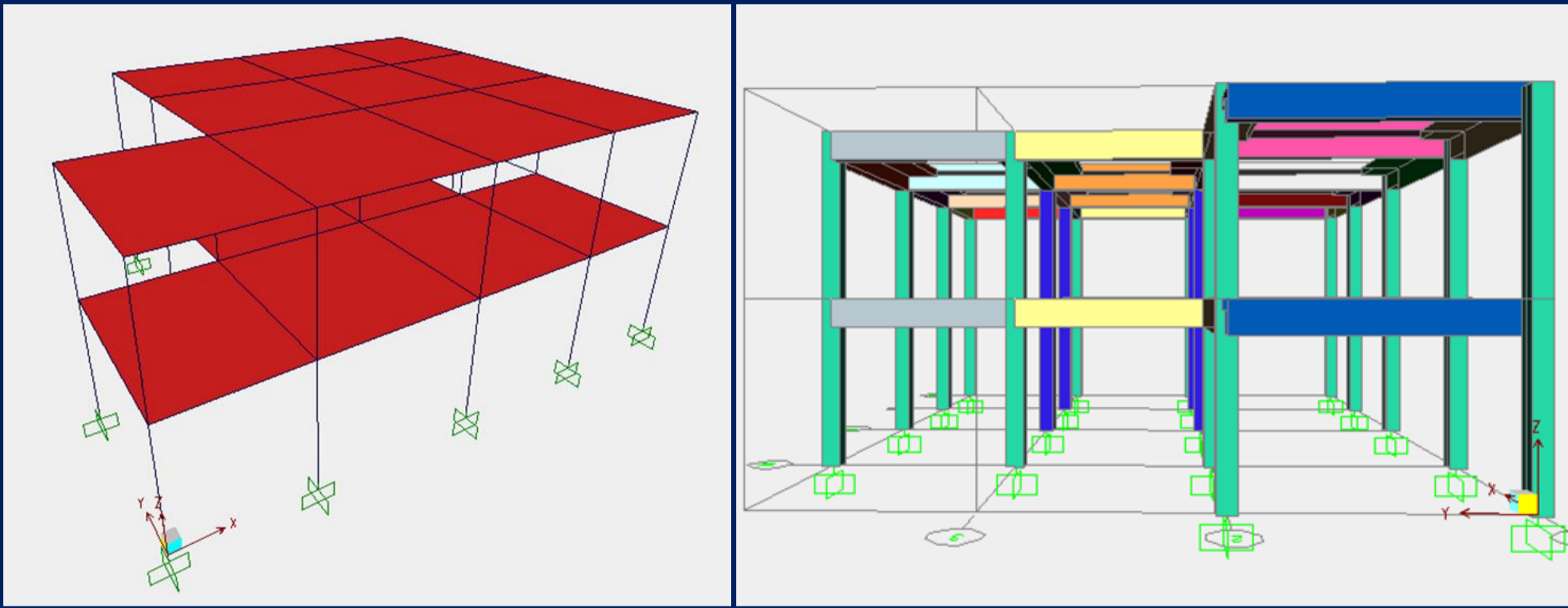
Σκοπός

Σκοπός της εργασίας είναι η αναλυτική αποτίμηση επάρκειας της κατασκευής και η επιλογή κατάλληλων επεμβάσεων με την χρήση των σύνθετων υλικών. Επίσης είναι σημαντική η κατανόηση των τρόπων, με τους οποίους μπορούμε να επέμβουμε σε κατασκευές όπου τα υλικά, τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί είναι διαφορετικά και οι κανονισμοί, σύμφωνα με τους οποίους έχουν ανεγερθεί, είναι παλαιότεροι. Τέλος πρέπει να δοθεί έμφαση στις λεπτομέρειες, που καθιστούν μια ενίσχυση με ινοπλισμένα πολυμερή επιτυχημένη και ασφαλή.

Διαδικασία

1. Προσομοίωση Υφιστάμενου Κτιρίου στο Πρόγραμμα SAP2000

Το υφιστάμενο κτίριο, το οποίο αποτελείται από δύο στάθμες, προσομοιώθηκε κατάλληλα στο SAP2000. Ήταν αναγκαίος ο ορισμός της ακαμψίας των κόμβων, καθώς και η μετατροπή των δυσκαμψιών των ρηγματωμένων μελών ως ποσοστό αυτών των αρηγμάτων. Μπατικοί και δρομικοί τοίχοι λήφθηκαν υπόψιν και οι δοκοί προσομοιώθηκαν ως πλακοδοκοί, όπως ορίζει ο EC2.

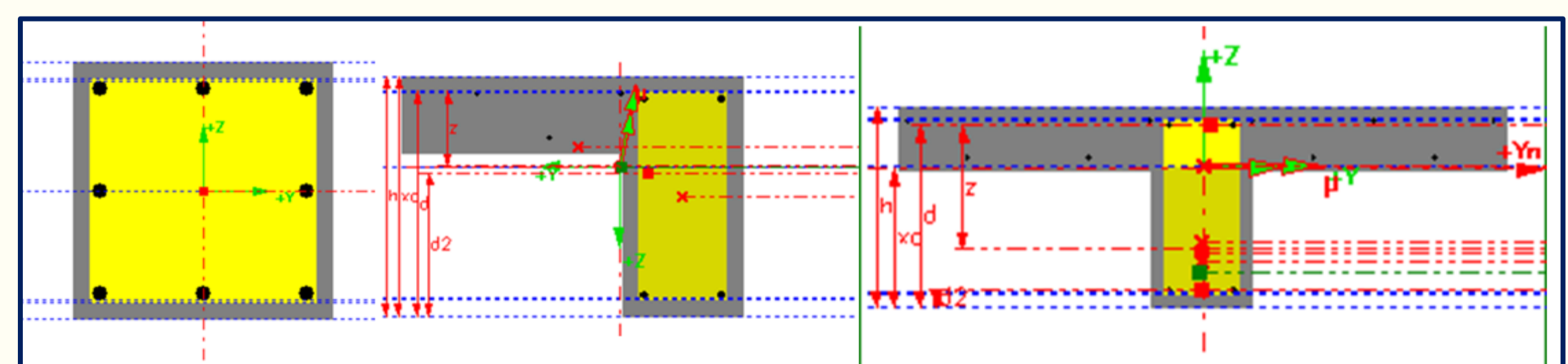
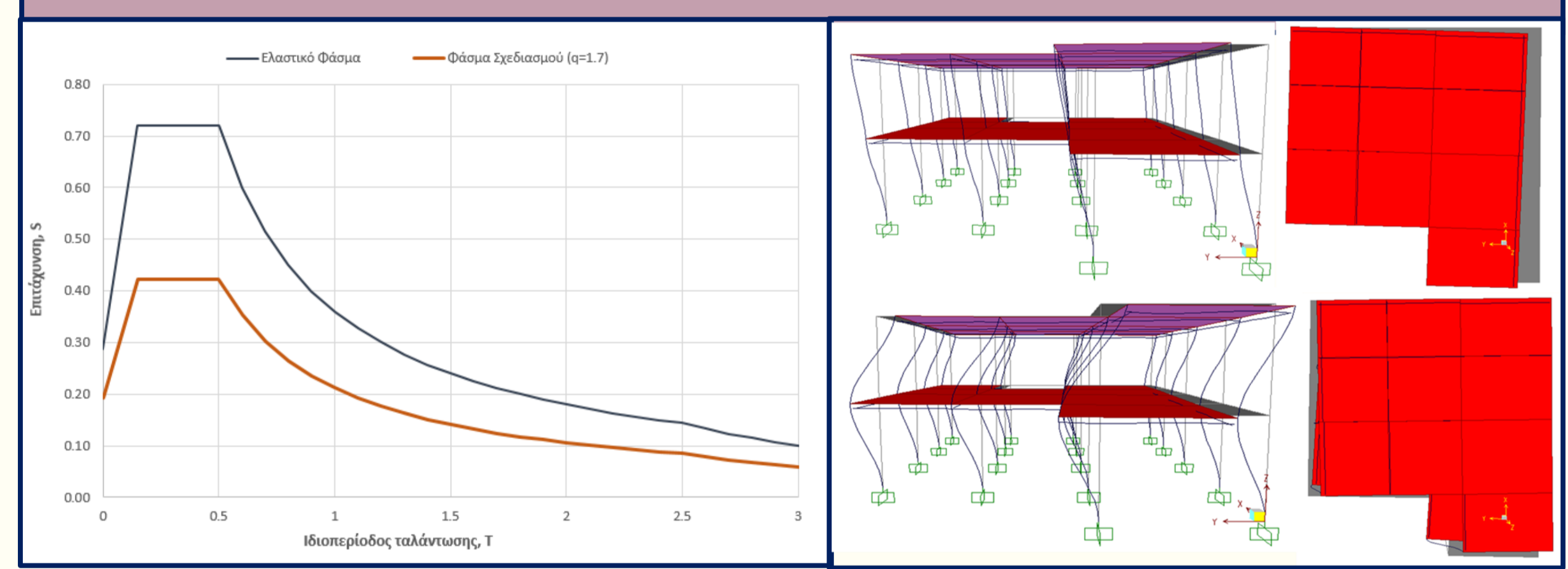
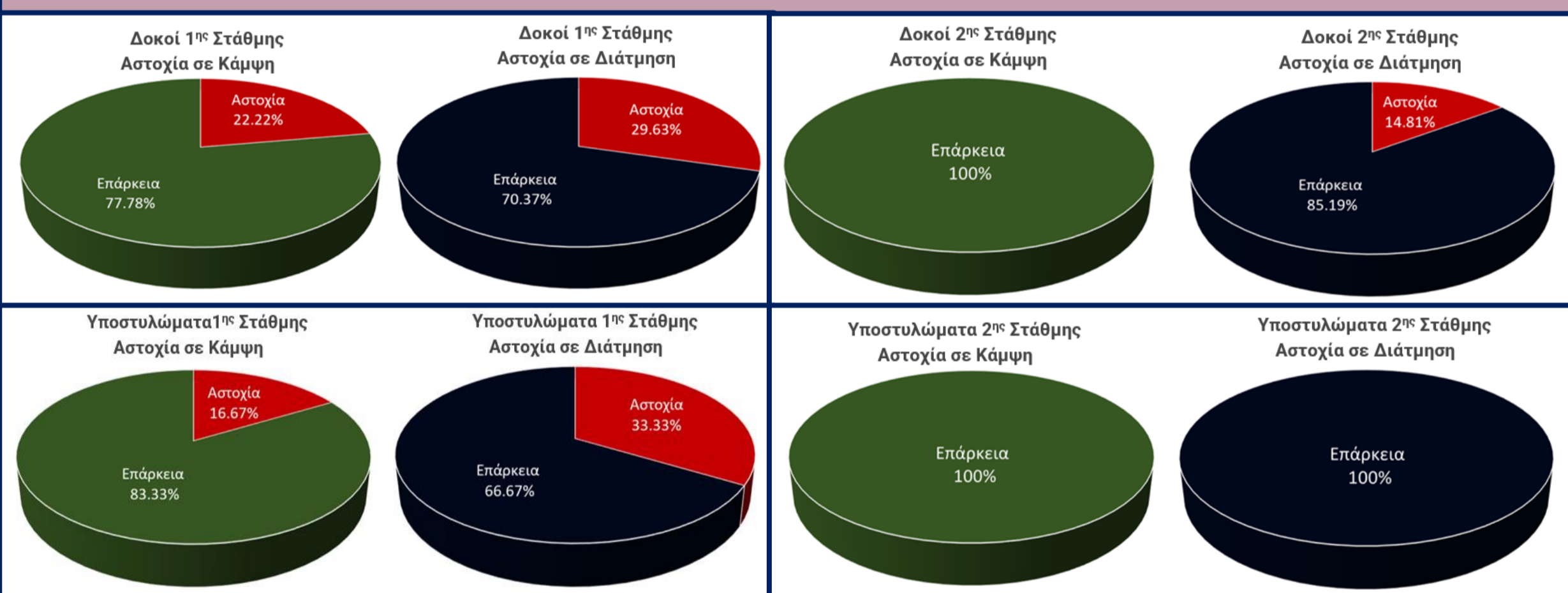


2. Ελαστική Δυναμική Ανάλυση

Η αποτίμηση του υφιστάμενου κτιρίου έγινε με την χρήση της ελαστικής δυναμικής ανάλυσης. Για την εκτίμηση του φάσματος σχεδιασμού χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις, που ορίζονται από τον EC8 και ο συντελεστής συμπεριφοράς λήφθηκε $q=1.7$. Αυτό, διότι η παρουσία των τοιχοπληρώσεων θεωρήθηκε ευμενής, δεν υπήρχαν ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία και η κατασκευή του κτιρίου έγινε πριν το 1985. Έπειτα από την ιδιομορφική ανάλυση βρέθηκε η θεμελιώδης ιδιομορφή $T=0.3 \text{ sec}$.

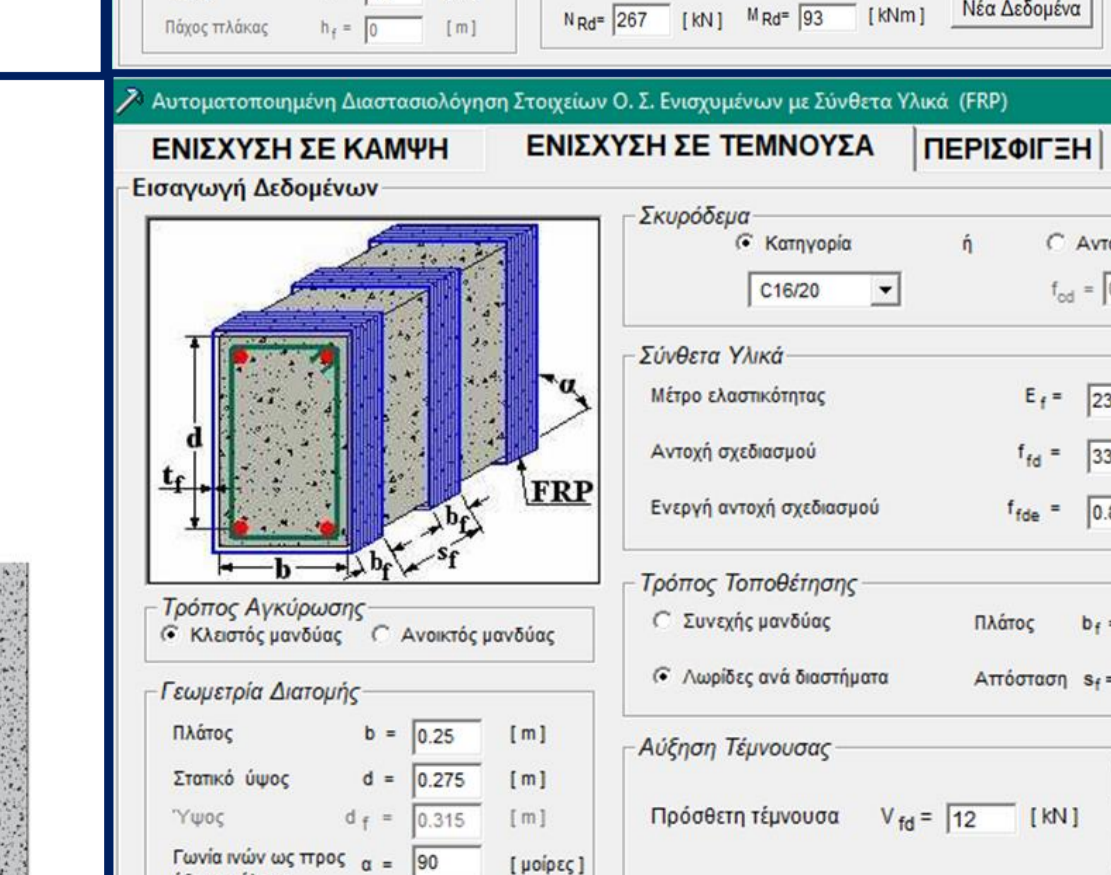
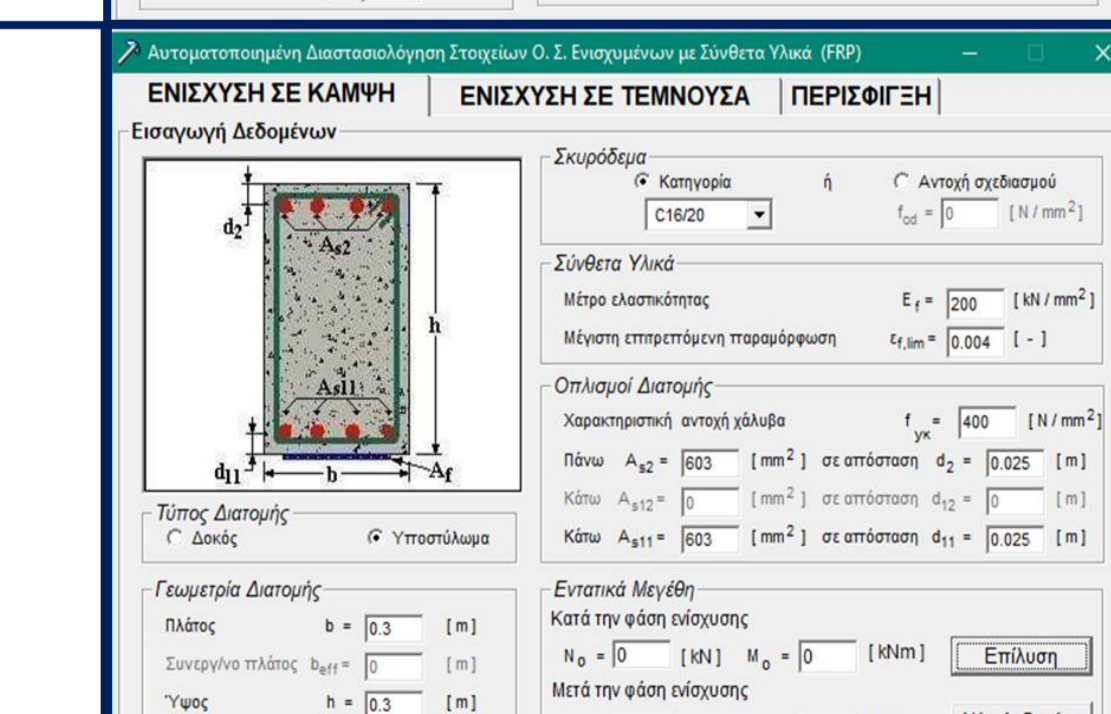
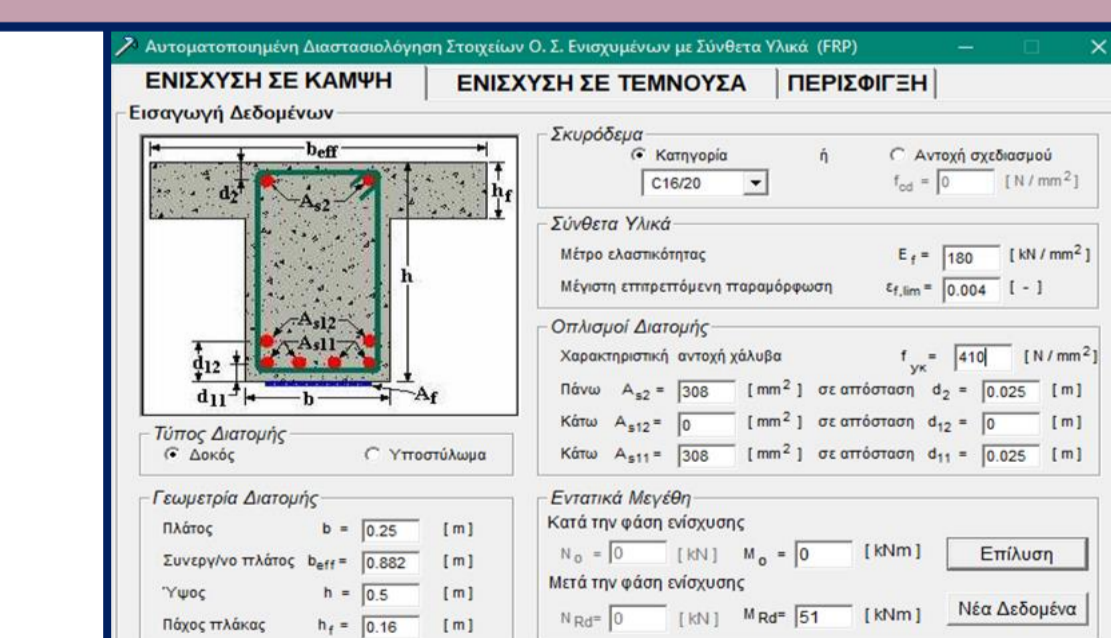
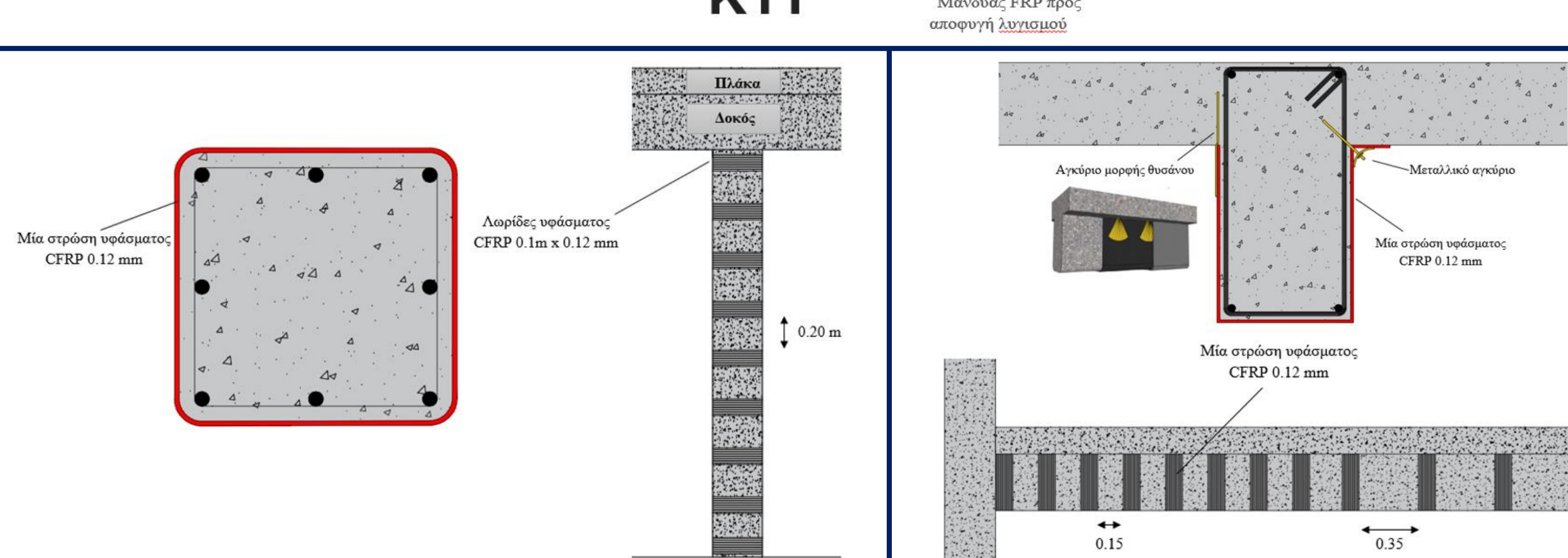
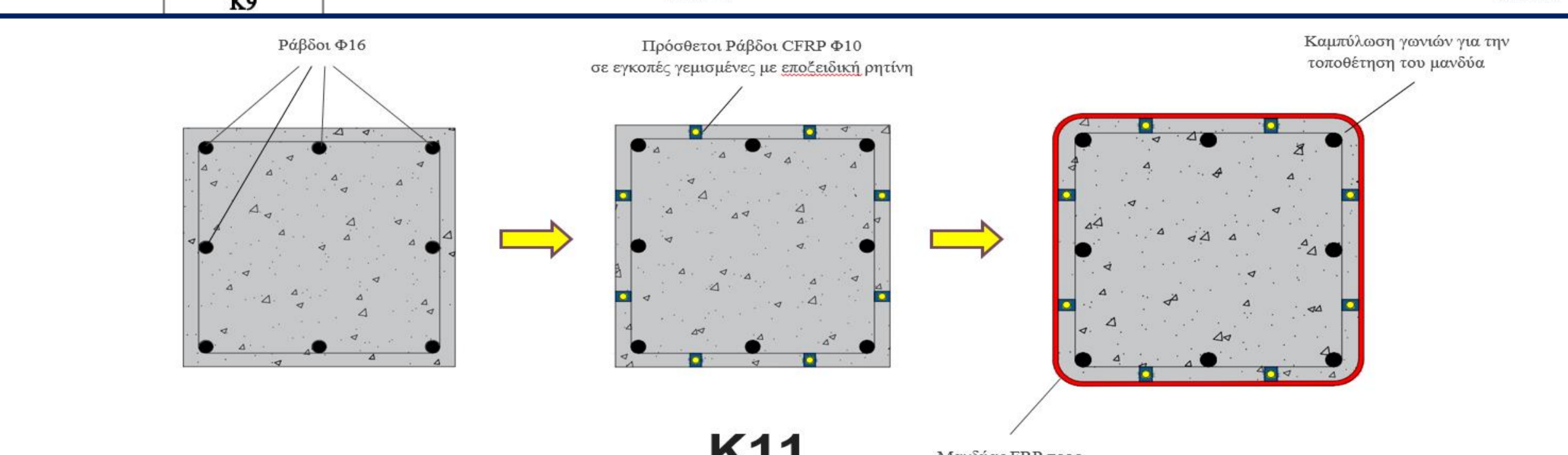
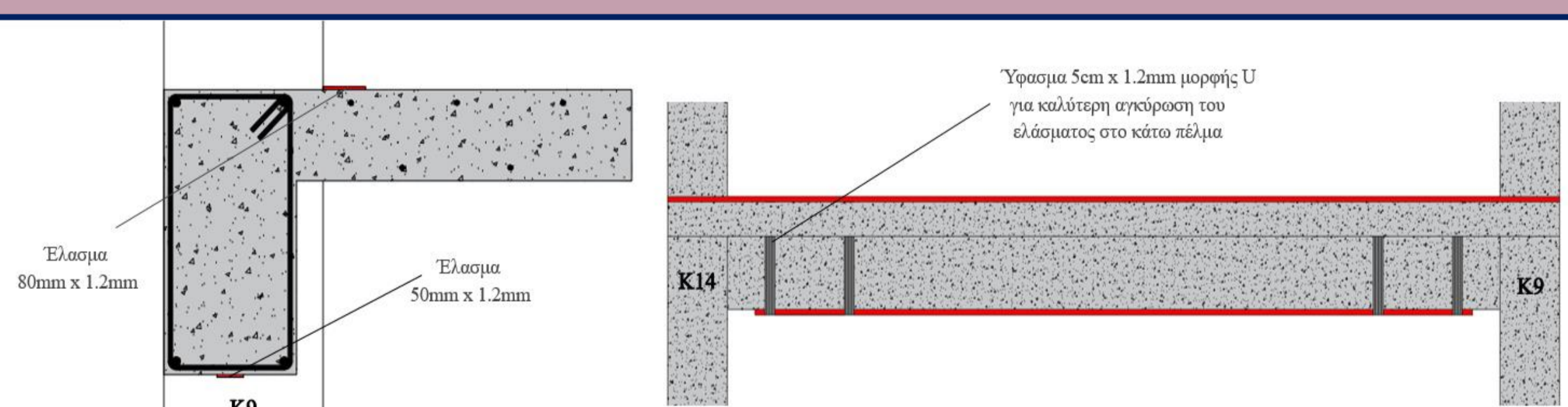
3. Αποτελέσματα Αποτίμησης

Με την χρήση του λογισμικού BIAX υπολογίστηκαν οι καμπτικές αντοχές, ενώ με τις σχέσεις που προτείνει ο EC8 οι διατμητικές. Ύστερα από την προκαταρκτική ανάλυση ($q=1$) για συνδυασμούς φόρτισης $G+0.3Q \pm E_x \pm 0.3E_y$ και $G+0.3Q \pm E_y \pm 0.3E_x$ οι δείκτες ανεπάρκειας όλων των μελών ήταν μικρότεροι από το 2.5. Επομένως ακολούθησε η τελική αποτίμηση του κτιρίου ($q=1.7$) για τους παραπάνω συνδυασμούς φόρτισης, καθώς και τον $1.35G+1.5Q$ και βρέθηκαν οι δοκοί και τα υποστυλώματα, τα οποία χρήζουν ενίσχυσης σε κάμψη ή διάτμηση.



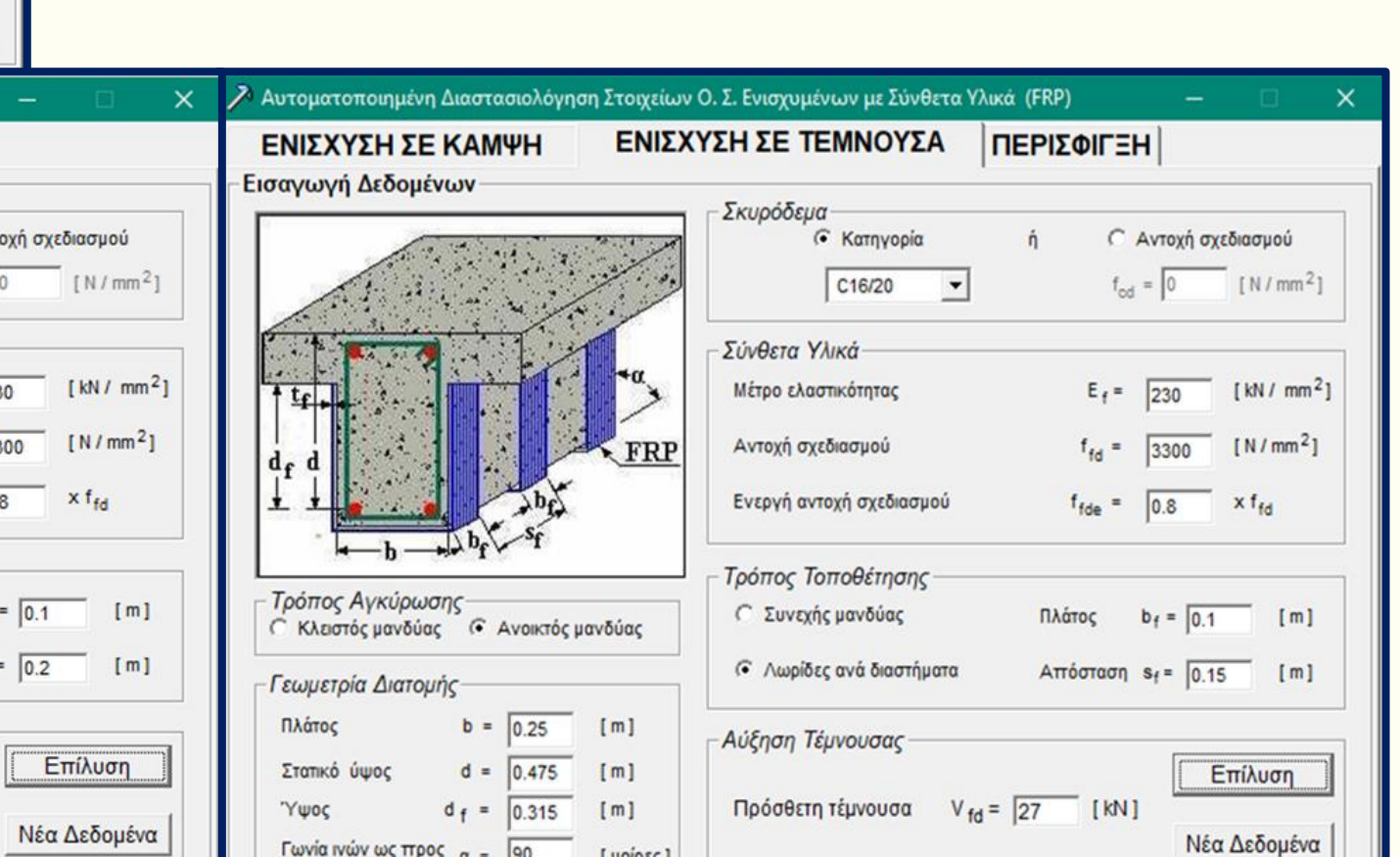
4. Ενίσχυση με Σύνθετα Υλικά (FRP)

Έχοντας ως δεδομένα την ανεπάρκεια συγκεκριμένων δοκών και υποστυλωμάτων σε γνωστές θέσεις, εφαρμόστηκε η ενίσχυση τους κάνοντας χρήση του προγράμματος FRPstrength. Στο σύνολο των ενισχύσεων χρησιμοποιήθηκαν σύνθετα υλικά με ίνες άνθρακα (CFRP). Αυτά ήταν ελάσματα, υφάσματα είτε ράβδοι ανάλογα την απαίτηση κάθε είδους ενίσχυσης. Απαραίτητη ήταν η εναρμόνιση με τις κατασκευαστικές διατάξεις, ώστε να γίνει σωστή τοποθέτηση των υλικών και να εξασφαλιστεί η επαρκής αγκύρωσή τους.



Συμπεράσματα

- Η επιλογή των σύνθετων υλικών για ενίσχυση του φορέα προκειμένου το κτίριο να ανταποκριθεί επιθυμητά στον σεισμό σχεδιασμού μας έκανε εμφανές ότι αυτά είναι μία κατάλληλη επιλογή.
- Αρνητικό παράγοντα αποτελεί το υψηλό κόστος των σύνθετων υλικών, το οποίο όμως μειώνεται διαρκώς.
- Η χρήση των σύνθετων υλικών έλυσε το πρόβλημα ανεπάρκειας δοκών και υποστυλωμάτων, αυξάνοντας σημαντικά την αντοχή τους.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Κύριο θέμα της εργασίας είναι η μελέτη της αυτόνομης αυτοκίνησης. Για να επιτευχθεί αυτό μελετώνται και αναλύονται βασικές παράμετροι του προβλήματος. Αρχικά γίνεται βιβλιογραφική προσέγγιση και στην συνέχεια προσδιορίζονται και αναλύονται οι ανάγκες των πολιτών ως βασικοί χρήστες αυτής της τεχνολογίας και παράλληλα γίνεται σχεδιασμός του συστήματος που θα την πλαισιώσει. Τέλος πραγματοποιείται πείραμα προσομοίωσης αυτόνομου οχήματος με επεξεργαστή Arduino και εξάγονται τα συνολικά συμπεράσματα.
- The main topic of this thesis is the study of autonomous mobility. To achieve this, key parameters of the problem are studied and analyzed. Initially, a bibliographic approach is taken and the requirements of the citizens as key users of this technology are identified and analyzed while the system that will frame it is designed. Finally, an autonomous vehicle simulation experiment is performed using an Arduino processor and the overall conclusions are drawn.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

- Το Πανεπιστήμιο του Bangalore εφαρμόζει την ανίχνευση και την αποφυγή εμποδίων με ένα προηγμένο νευρωνικό δίκτυο (CNN, Convolutional Neural Network) ενώ χρησιμοποιεί Raspberry Pi το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο του οχήματος και την ανάλυση των δεδομένων που προκύπτουν.
- Η AAA American Automobile Association) αξιολόγησε την απόδοση τεσσάρων μεσαίων οχημάτων εξοπλισμένων με αυτόματο φρενάρισμα έκτακτης ανάγκης με ανίχνευση πεζών για να προσδιορίσει την αποτελεσματικότητα των αυτόνομων συστημάτων.
- Η έρευνα του πανεπιστημίου του Βειηανγκ έχει σκοπό να πετύχει σταδιακή βελτίωση της απόδοσης το οχήματος για δεδομένες διαδρομές, δηλαδή το όχημα να "εκπαιδευτεί" κατά μία έννοια.
- Στο πείραμα με το όχημα IARA σε κάθε έναν από τους κύκλους προγραμματισμού κίνησης λαμβάνεται ως είσοδος ένας ενημερωμένος χάρτης του περιβάλλοντος γύρω από το όχημα καθώς και η τρέχουσα κατάσταση του οχήματος σε σχέση με τον χάρτη αλλά και μία τροχιά έως τον προορισμό. Αν η τροχιά συμπίπτει με εμπόδιο, το σύστημα του οχήματος μειώνει τις γραμμικές εντολές ταχύτητας της τροχιάς για να αποτρέψει το ατύχημα.

ΣΚΟΠΟΣ

- Long term objective:** Προσομοίωση και έλεγχος της κίνησης ενός αυτόνομου οχήματος.
- Specific objective:** Κίνηση του οχήματος σε συγκεκριμένες διαδρομές αποφεύγοντας εμπόδια που μπορεί να εμφανιστούν.
- Activities:**
 - Κατασκευή ενός προσομοιωτή αυτόνομου οχήματος σε μικρή κλίμακα
 - Χρήση Arduino software για τον προγραμματισμό του οχήματος
 - Λειτουργία του προγραμματισμένου οχήματος
 - Αναπαράσταση συγκεκριμένων διαδρομών σε μικροκλίμακα

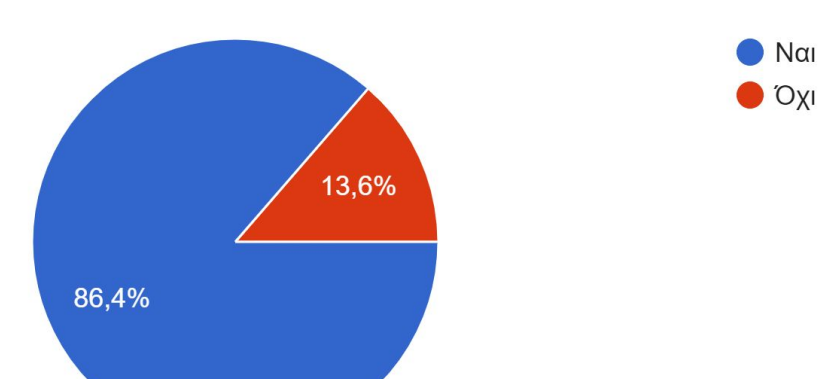
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

- Δημιουργία ερωτηματολογίων για καταγραφή των αναγκών των χρηστών
- Διαμόρφωση απαιτήσεων χρηστών
- Αρχιτεκτονική συστήματος
- Σχεδιασμός συστήματος: 1. Σχεδιασμός περιβάλλοντος χρήσης 2. Σχεδιασμός με προσομοίωση αυτόνομου οχήματος

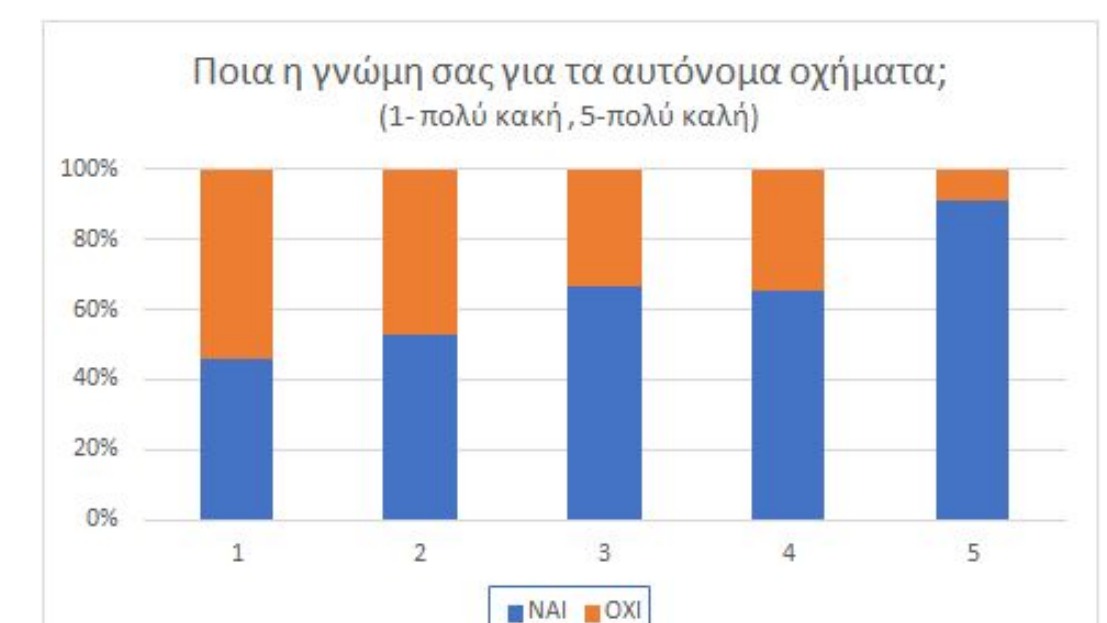
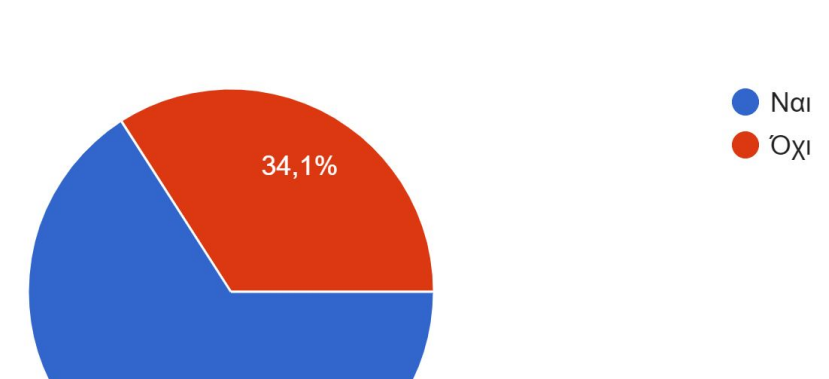
ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΡΗΣΤΩΝ

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνονται τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων που μοιράστηκαν ώστε να καταγραφούν οι ανάγκες και απαιτήσεις των χρηστών. Παρουσιάζονται κατά σειράν: **1.** Η γνώση των χρηστών για την ύπαρξη αυτόνομων οχημάτων **2.** η προθυμία τους να χρησιμοποιήσουν αυτόνομο όχημα **3.** η γνώμη για τα αυτόνομα οχήματα σε συνάρτηση με την προθυμία χρήσης τους και **4.** η γνώμη για τα αυτόνομα οχήματα σε συνάρτηση με το επιθυμητό ποσόν διάθεσης για μία διαδρομή.

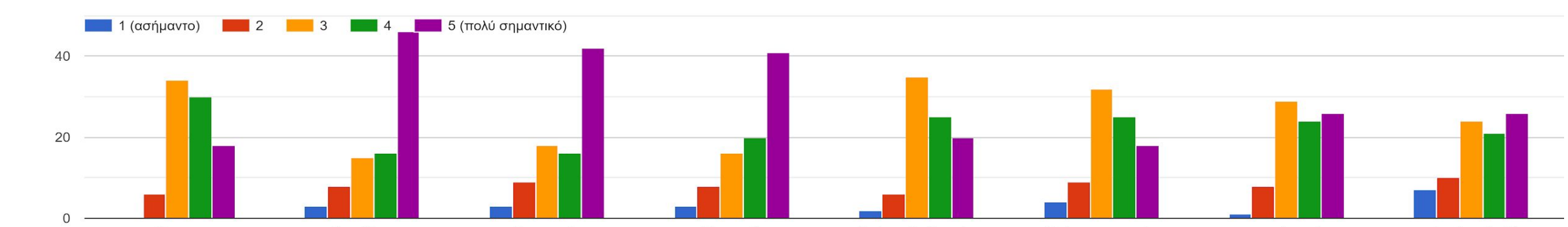
Έχετε ακούσει για τα αυτόνομα οχήματα; (οχήματα που κινούνται είτε με μερική είτε χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση)
88 απαντήσεις



Θα ήσασταν πρόθυμοι να επιβιβαστείτε σε αυτόνομο οχήματα;
88 απαντήσεις



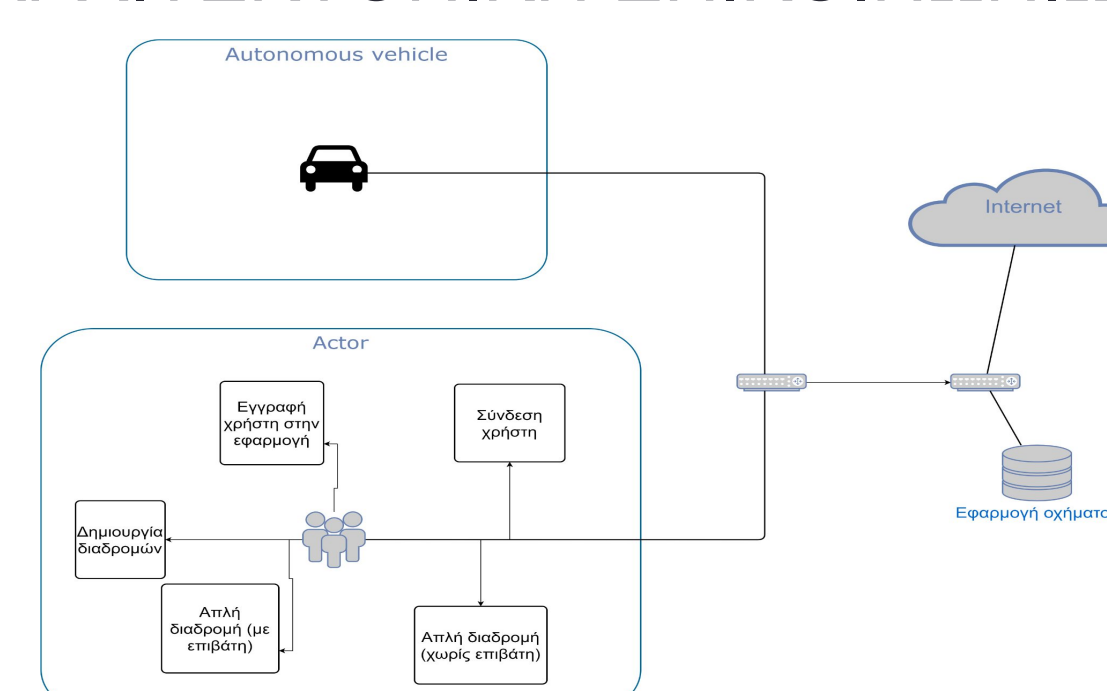
Υποθέτοντας ότι επιβιβαστείτε σε αυτόνομο όχημα: Πως θα κρίνατε το ακόλουθο:



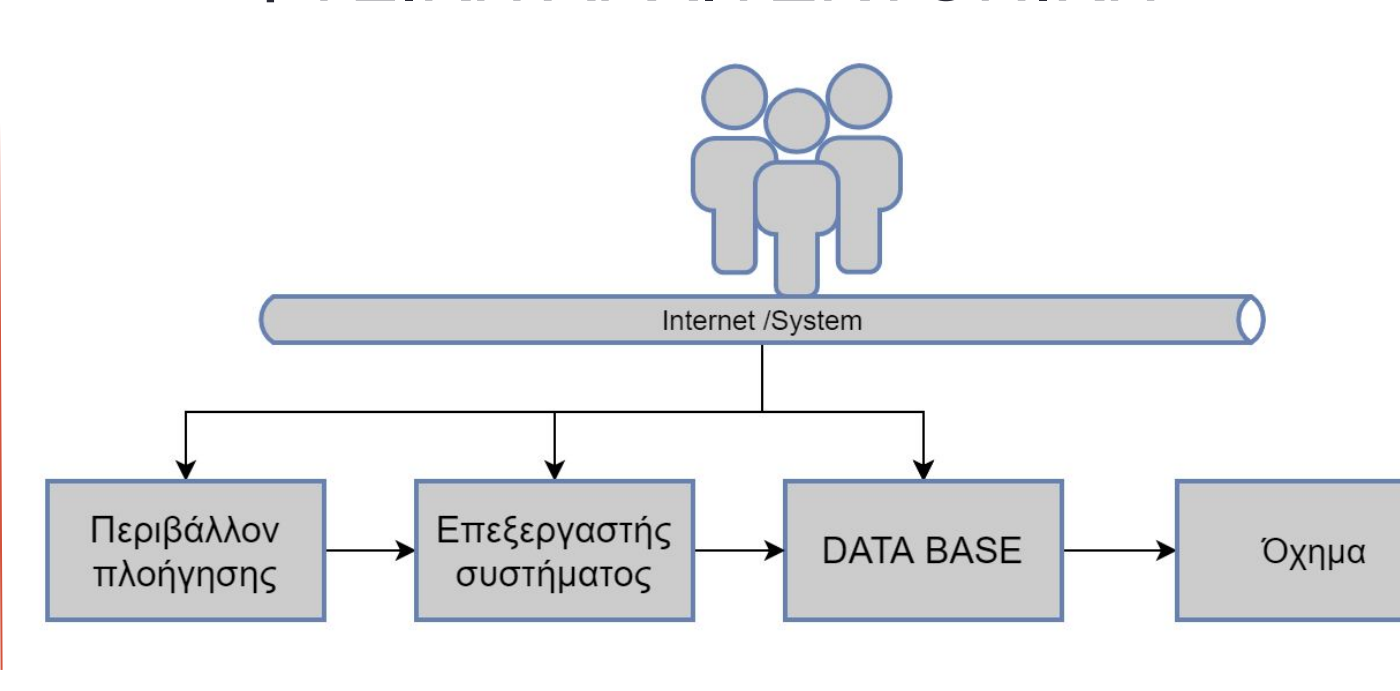
Από το παραπάνω διάγραμμα που προκύπτει από μία εκ των ερωτήσεων διαβάθμισης του ερωτηματολογίου αξιολογούνται ως σημαντικότεροι παράγοντες οι ασφάλεια, αξιοπιστία και προστασία των χρηστών. Ως αποτέλεσμα θα αποτελέσουν τον βασικό άξονα για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων των χρηστών. Από τις απαιτήσεις θα προκύψουν οι προδιαγραφές και απο αυτές θα διαμορφωθούν οι περιπτώσεις χρήσης (USE CASES) της προσομοίωσης αυτόνομης κίνησης οχήματος.

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



ΦΥΣΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΗ



ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΟΧΗΜΑ

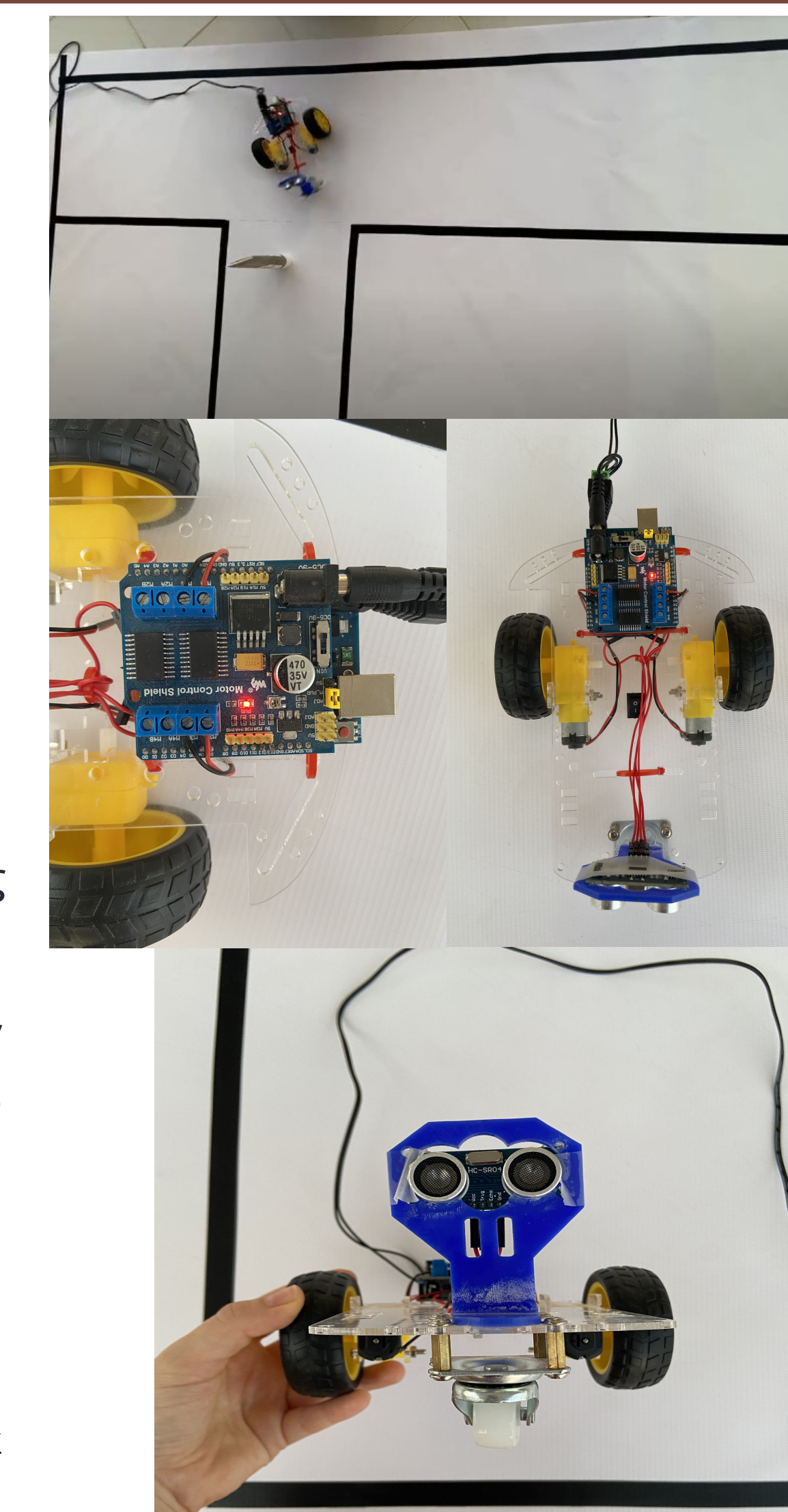
ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

- Arduino Uno
- Control motor shield (πλακέτα ελέγχου κινητήρα)
- Αισθητήρας υπερήχων
- Καλώδιο σύνδεσης στο ρεύμα
- 2 κινητήρες με ρόδες
- Βάση οχήματος
- Προγραμματισμός Arduino

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΧΡΗΣΗΣ (USE CASES)

- USE CASE 1:** Ευθύγραμμη κίνηση οχήματος και έλεγχος απόκρισης σε εμπόδιο
- USE CASE 2:** Ευθύγραμμη κίνηση οχήματος και κατόπιν στροφή του οχήματος και έλεγχος απόκρισης σε εμπόδιο που βρίσκεται από το σημείο της στροφής και μετα στροφή

Για την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε μία οριοθετημένη επιφάνεια από μουςαμά, επάνω στην οποία εκτελέστηκαν από το αυτόνομο όχημα δοκιμές με βάση τα παραπάνω USE CASES



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ

Δοκιμές τμημάτων (Verification)

No	Performance Indicators	Range specified	Verification result
1	καθυστέρηση εκκίνησης οχήματος	0-2 sec	0,8 sec
2	απόκλιση από ευθύγραμμη πορεία	10°	<7°
3	εκτέλεση στροφής 90° (use case 2)	15°	9-10°

Δοκιμές συνολικού συστήματος (system acceptance test SAT)

No	YES	NO	No	YES	NO
1	✓		1		✓
2	✓		2	✓	
3		✓	3		✓
4	✓		4	✓	✓
5	✓		5	✓	
6		✓	6	✓	
7		✓	7		✓
8	✓		8	✓	✓
9		✓	9		✓
10	✓		10	✓	

USE CASE 1 : 60% Επιτυχία USE CASE 2 : 40% Επιτυχία

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κοινωνία	<ul style="list-style-type: none"> Προκύπτουν αρκετά ηθικά ζητήματα τα οποία θα καλούνται οι κυβερνήσεις και οι βιομηχανίες να οριοθετήσουν Υπάρχουν αρκετές ενδείξεις για το ότι η χρήση προσομοιωτή αυτόνομων οχημάτων έχει δυνατότητες να υποστηρίξει τον σχεδιασμό (αποτελέσματα verification και SAT)
Οικονομία	<ul style="list-style-type: none"> Από οικονομικής άποψης φαίνεται συμφέρουσα επιλογή σε σχέση με την παρούσα κατάσταση, με μέσο κόστος 35.000\$ για ένα τυπικό επιβατικό όχημα και μέσο κόστος για μία συνήθη διαδρομή 0,25\$. Ταυτόχρονα εισάγονται νέοι οικονομικότεροι τρόποι μετακίνησης (π. χ. dynamic carpooling - δυναμική συνοδήγηση)
Περιβάλλον	<ul style="list-style-type: none"> Τα αυτόνομα οχήματα που έχουν σχεδιαστεί ως τώρα είναι και ηλεκτρικά, οπότε προκύπτει σημαντική μείωση του ενεργειακού τους αποτυπώματος κατά 17%-30% περίπου σύμφωνα με πηγές της Ευρωπαϊκής Ένωσης.