



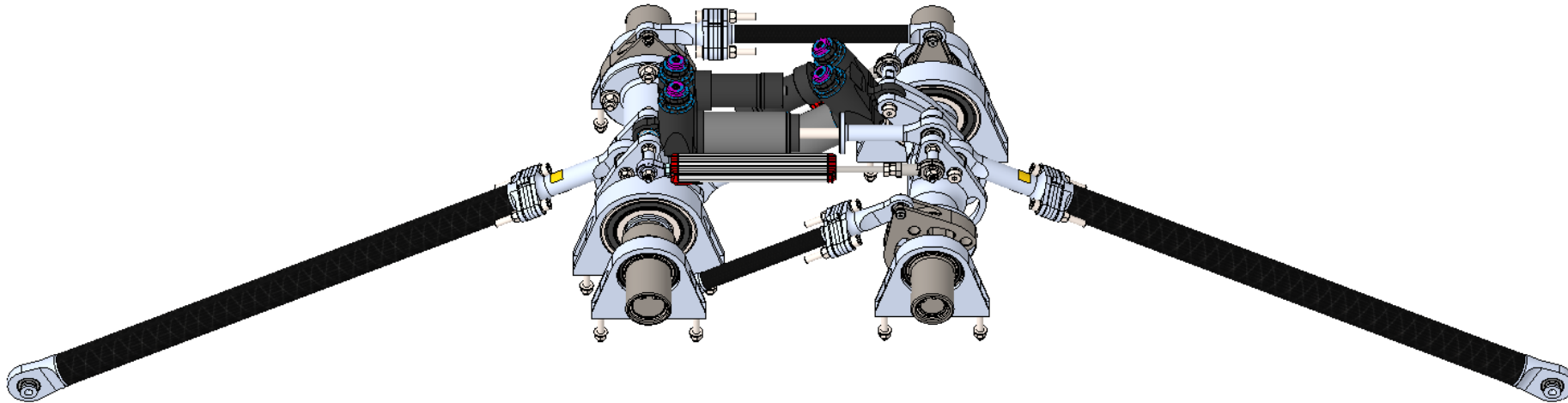
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ MeDiLab
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΝΤΕΛΗΣ Ν. ΜΠΟΤΣΑΡΗΣ



Σχεδιομελέτη συστήματος απόσβεσης για αγωνιστικό μονοθέσιο τύπου Formula Student



Φλώρος
Κωνσταντίνος
Α.Μ.: 92093

Στόχοι εργασίας

Σχεδιασμός καινοτόμου συστήματος απόσβεσης για μονοθέσιο Formula Student με στόχο τη βελτίωση της δυναμικής απόδοσης

Δυναμική απόδοση οχήματος:

Κατανόηση της δυναμικής απόδοσης ενός οχήματος

Επίδραση του συστήματος απόσβεσης στη δυναμική απόδοση του οχήματος

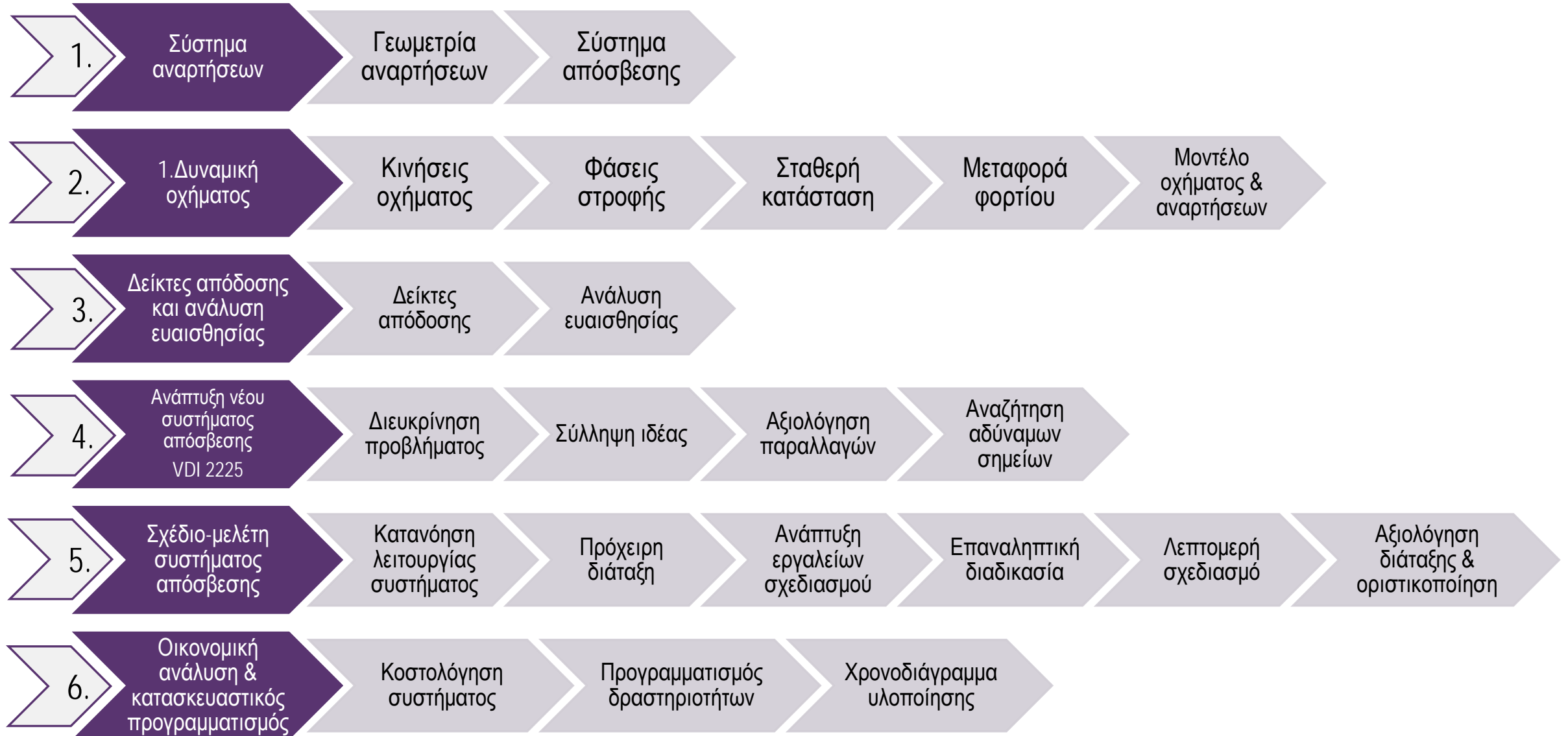
Σχέδιο-μελέτη συστήματος απόσβεσης:

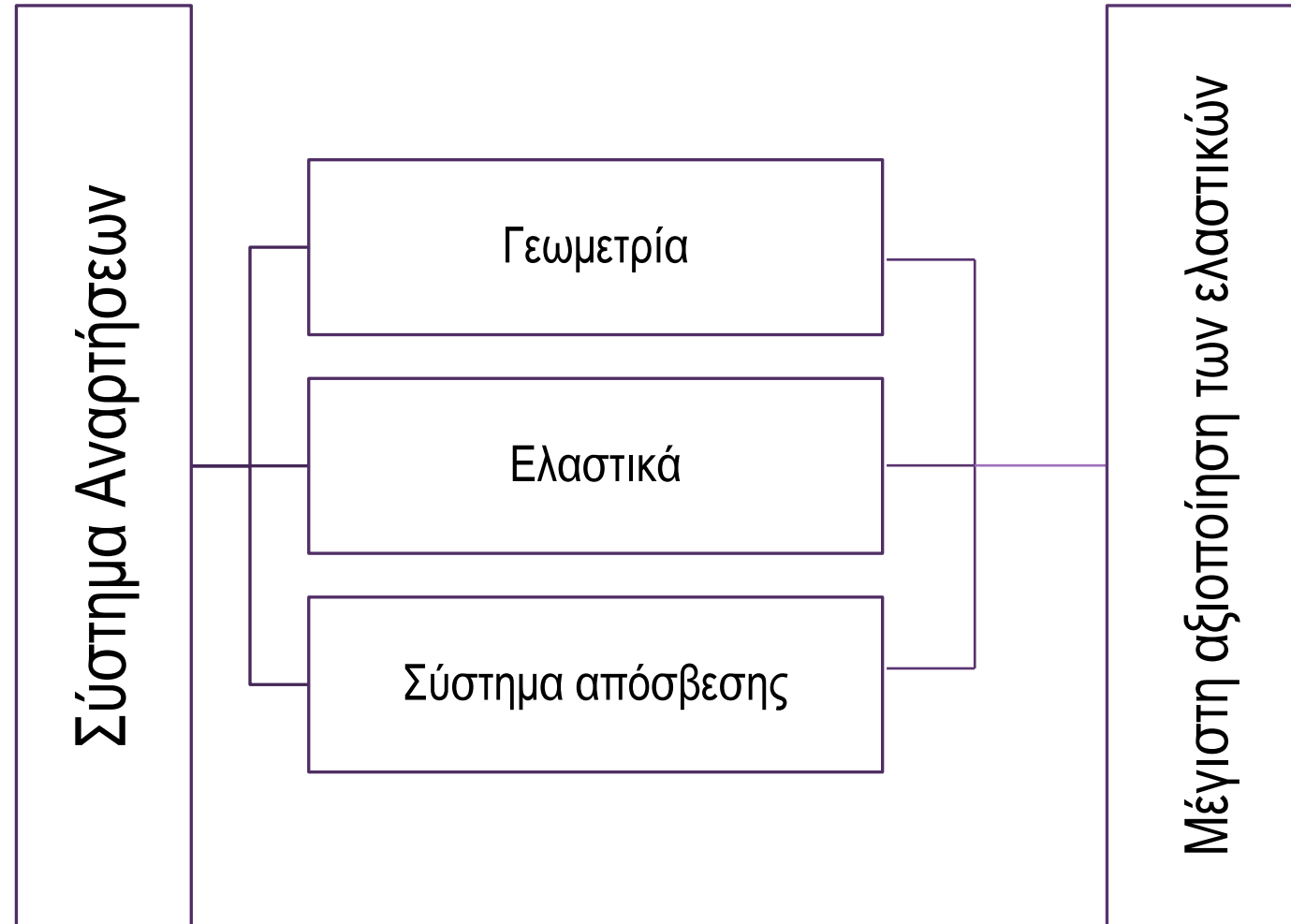
Ανάπτυξη εργαλείων και διαδικασιών σχεδιασμού

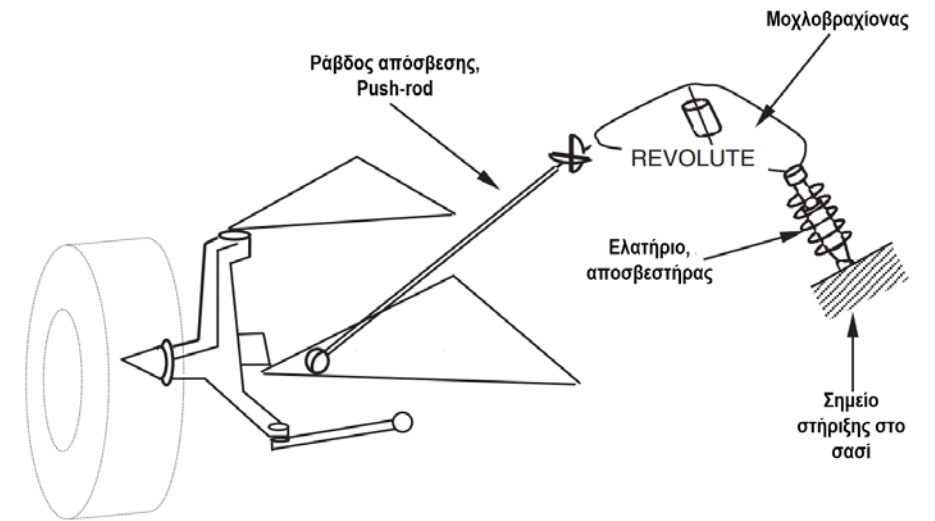
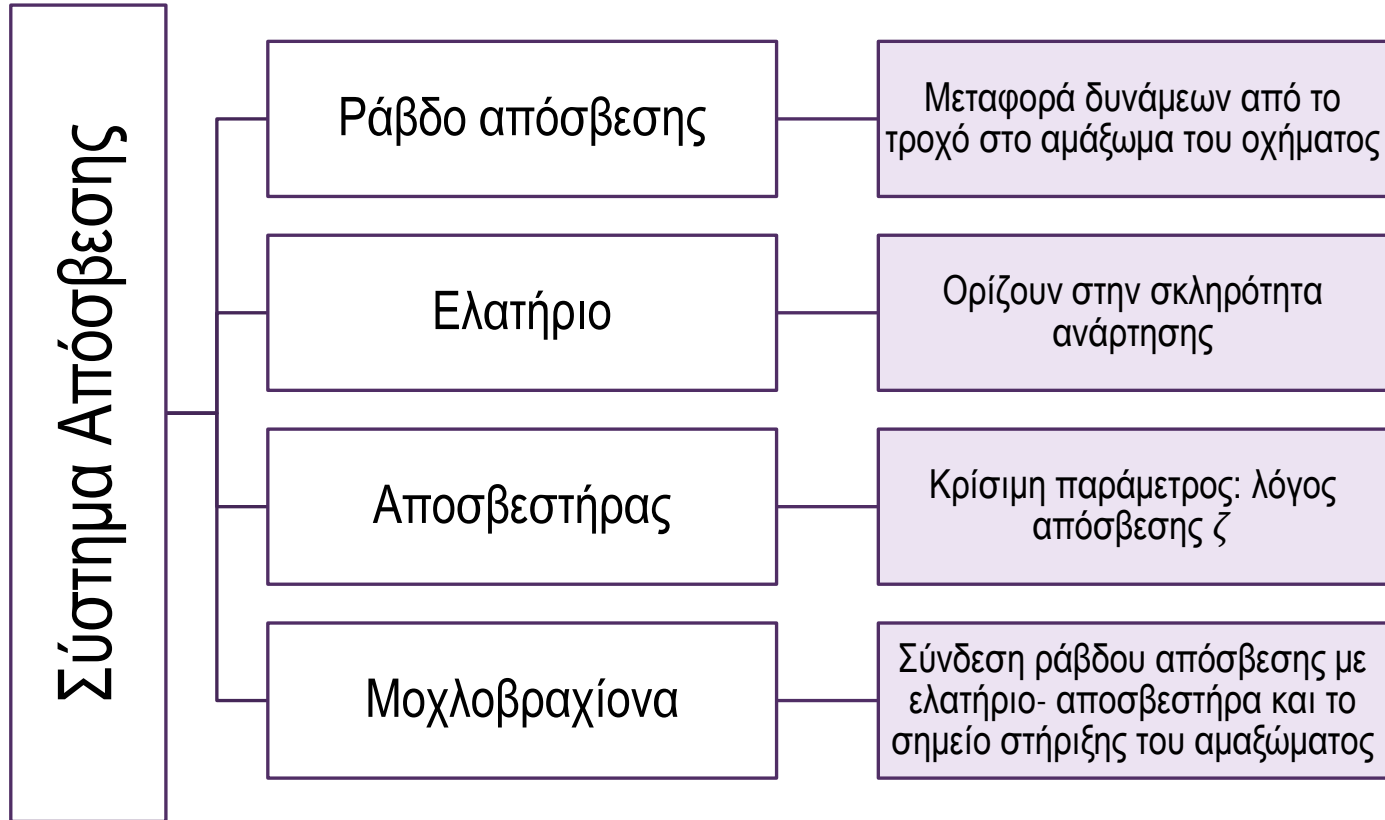
Σχεδιασμός συστήματος έτοιμου για κατασκευή

Προετοιμασία υλοποίησης συστήματος

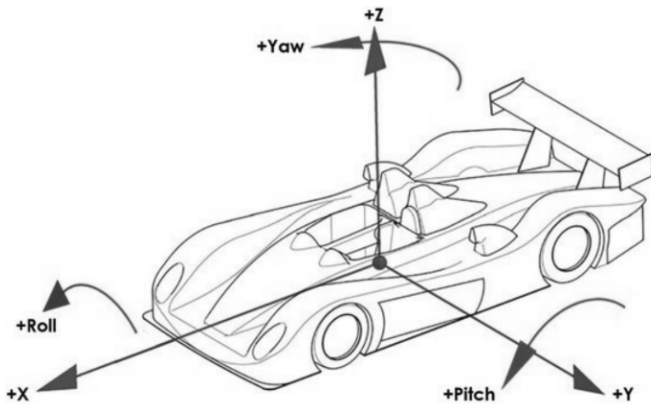
Δομή εργασίας - Κεφάλαια



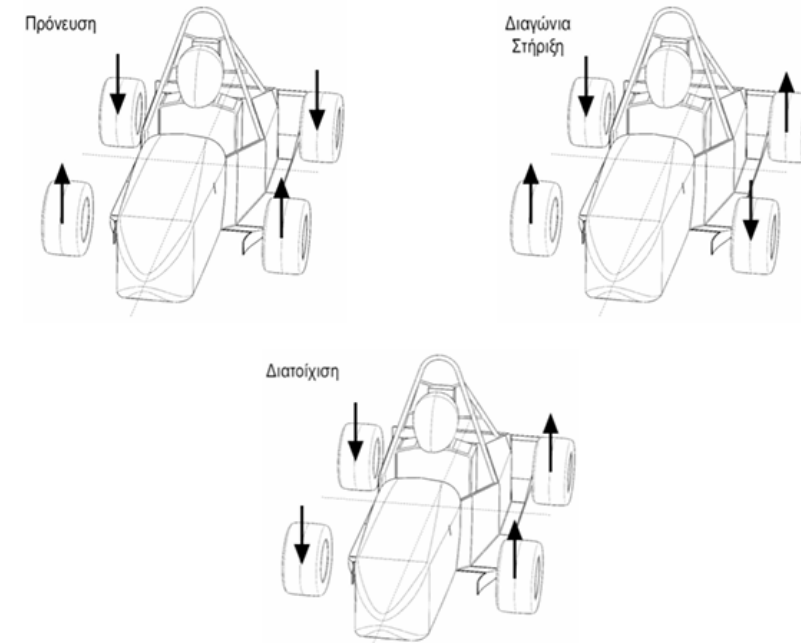




Κινήσεις οχήματος



	Κίνηση	Ορισμός
Άξονας x	Μεταφορική	Jerking
	Περιστροφική	Διατοίχιση
Άξονας y	Μεταφορική	Πλαγιολίσθηση
	Περιστροφική	Πρόνευση
Άξονας z	Μεταφορική	Ανύψωση
	Περιστροφική	Εκτροπή



Φάση	Περιγραφή	Επίδραση συστήματος απόσβεσης
Είσοδος	Επιβράδυνση & ανάπτυξη γωνίας ολίσθησης ελαστικών	Ελάχιστη
Εκκίνηση διατοίχισης	Ανάπτυξη πλευρικών δυνάμεων, διατοίχιση και πρόνευση αμαξώματος	Σημαντική (σκληρότητα & απόσβεση)
Σταθερή κατάσταση	Μέγιστες πλευρικές επιταχύνσεις, μέγιστη διατοίχιση	Σημαντική μόνο η σκληρότητα
Επαναφορά	Επιτάχυνση, Αποφόρτιση, διατοίχιση & πρόνευση αμαξώματος	Σημαντική (σκληρότητα & απόσβεση)
Επιτάχυνση	Μέγιστη επιτάχυνση, πρόνευση αμαξώματος	Ελάχιστη (ικανότητα οδηγού)



2.

Δυναμική
οχήματοςΚινήσεις
οχήματοςΦάσεις
στροφήςΣταθερή
κατάστασηΣυντελεστής
υποστροφήςΜοντέλο
οχήματος &
αναρτήσεων

Απόκριση οχήματος σε σταθερή κατάσταση

Ιδανική απόκριση
οχήματος

- Σταθερή τροχιά ανεξαρτήτως ταχύτητας
- Μέγιστη ταχύτητα στροφής

Κατηγορίες απόκρισης

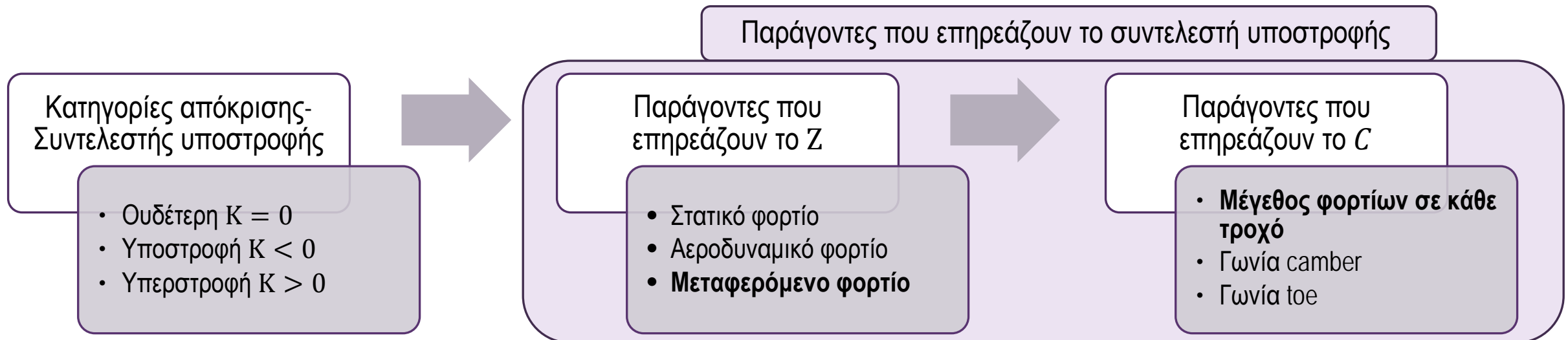
- Ουδέτερη- ιδανική
- Υποστροφή- ευρύτερη τροχιά
- Υπερστροφή- στενότερη τροχιά

Συντελεστής υποστροφής
K

$$K = \left(\frac{Z_1}{C_F} - \frac{Z_2}{C_R} \right)$$

Z Κατακόρυφο φορτίο
C Βαθμός πρόσφυσης

Απόκριση οχήματος- συντελεστής υποστροφής



Παράμετροι οχήματος

l	Μεταξόνιο [m]
a_1	διαμήκης απόσταση ΚΒ από μπροστινό άξονα [m]
a_2	διαμήκης απόσταση CG από πίσω άξονα [m]
h	ύψος ΚΒ από το έδαφος [m]
t_1	μπροστινό μετατρόχιο [m]
t_2	πίσω μετατρόχιο [m]
m	συνολική μάζα οχήματος [kg]

Παράμετροι ελαστικών

p_1	κατακόρυφη σκληρότητα μπροστινού ελαστικού [$\frac{N}{m}$]
p_2	κατακόρυφη σκληρότητα πίσω ελαστικού [$\frac{N}{m}$]

Παράμετροι αεροδυναμικών

S_a	εμβαδόν μετωπικής επιφάνειας οχήματος [m^2]
C_x	συντελεστής αεροδυναμικής αντίστασης [-]
C_{z1}	συντελεστής κατακόρυφης αεροδυναμικής δύναμης μπροστινού άξονα [-]
C_{z2}	συντελεστής κατακόρυφης αεροδυναμικής δύναμης πίσω άξονα [-]

Παράμετροι αναρτήσεων

k_{z1}	κατακόρυφη σκληρότητα ανάρτησης μπροστινού άξονα [$\frac{N}{m}$]
k_{z2}	κατακόρυφη σκληρότητα ανάρτησης πίσω άξονα [$\frac{N}{m}$]
$k_{\varphi1}$	σκληρότητα διατοίχισης ανάρτησης μπροστινού άξονα [$\frac{Nm}{rad}$]
$k_{\varphi2}$	σκληρότητα διατοίχισης ανάρτησης πίσω άξονα [$\frac{Nm}{rad}$]
q_1	ύψος κέντρου διατοίχισης μπροστινού άξονα [m]
q_2	ύψος κέντρου διατοίχισης πίσω άξονα [m]

Σενάρια λειτουργίας οχήματος

- Ταχύτητα [m/s]
- Πλευρική επιτάχυνση [m/s^2]
- Διαμήκης επιτάχυνση [m/s^2]

Αποτελέσματα μαθηματικού πλαισίου και ανάλυσης πρώτου βαθμού αναρτήσεων:

- Διαχωρισμός συνεισφοράς ελατηρίων & ελαστικών στη σκληρότητα διατοίχισης και στην κατακόρυφη σκληρότητα
- Υπολογισμός γωνιών διατοίχισης λόγω ελατηρίων & ελαστικών
- Κατακόρυφη μετατόπιση κάθε άξονα
- Υπολογισμός πλευρικής μεταφοράς φορτίου ανά άξονα ως άθροισμα:
 - Κινηματικού στοιχείου → μέσω συνδέσμων ανάρτησης
 - Ελαστικού στοιχείου → μέσω ελατηρίων
- Συνολικό κάθετο φορτίο σε κάθε τροχό

3.

Δείκτες
απόδοσης και
ανάλυση
ευαισθησίας

Δείκτες
απόδοσης

Ανάλυση
ευαισθησίας

Κατηγορίες δεικτών απόδοσης

Δείκτες Ελέγχου Αμαξώματος

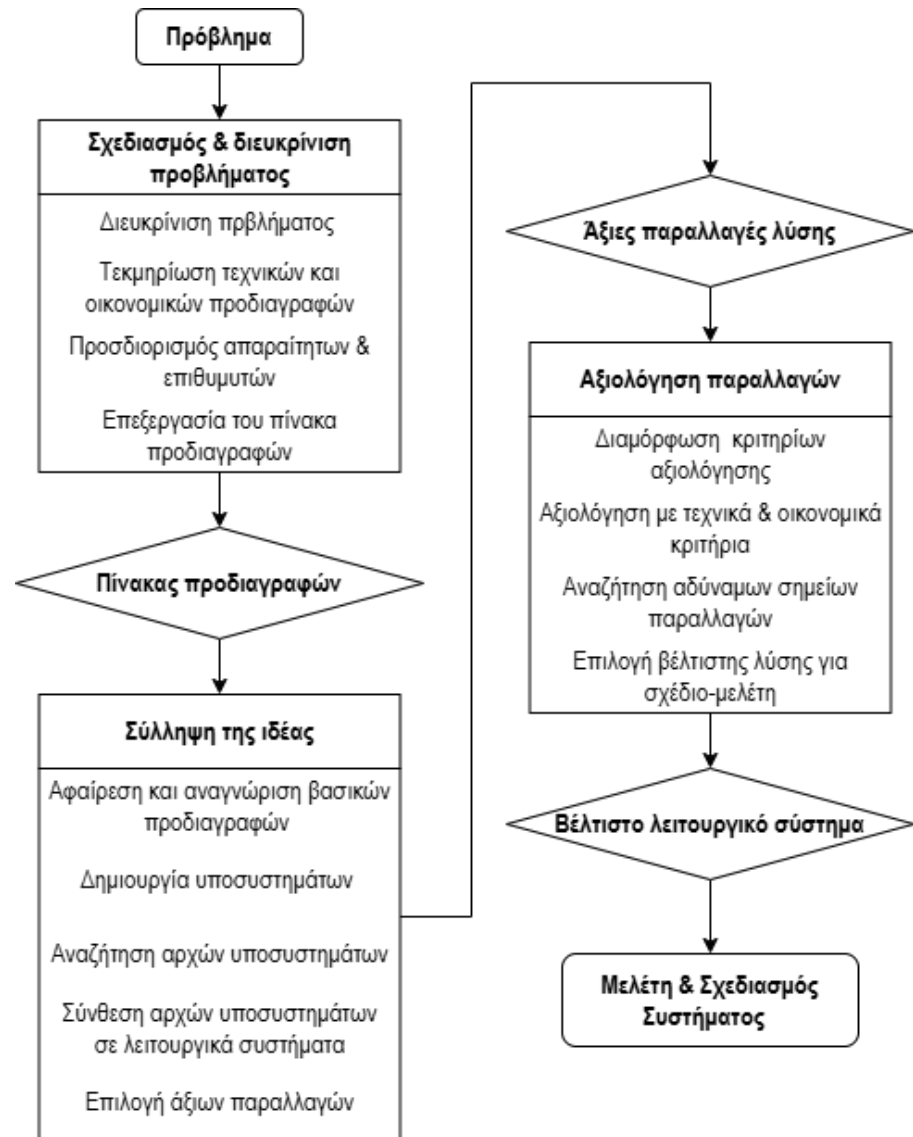
Δείκτες Κατανομής Σκληρότητας Διατοίχισης

Δείκτες Κατανομής Πλευρικής Μεταφοράς Φορτίου

Ποσοστά Μεταβολής Κάθετου Φορτίου

Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας

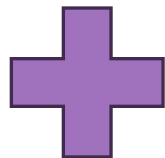
Δείκτες Απόδοσης		Ελέγχου αμαξώματος		Δυναμική Οχήματος							
		Γωνία Διατοίχισης	Γωνία Πρόνευσης	Δ1ΚΣΔ	Δ2ΚΣΔ	Δ1ΚΠΜΦ	Δ2ΚΠΜΦ	Δ3ΚΠΜΦ	ΠΜΚΦΠ1	ΠΜΚΦΠ2	ΠΜΚΦΔ1
Μεταβαλλόμενοι Παράμετροι	Συντ. x Κέντρου Βάρους										
	Συντ. z Κέντρου Βάρους										
	Εμπρός μετατρόχιο										
	Πίσω μετατρόχιο										
	Συντ. x Κέντρου Πίεσης										
	Κατακόρυφη Σκληρ. Εμπρός Ελαστ.										
	Κατακόρυφη Σκληρ. Πίσω Ελαστ.										
	Ύψος Εμπρός Κέντρου Διατοίχισης										
	Ύψος Πίσω Κέντρου Διατοίχισης										
	Σκληρ. Διατοίχισης Εμπρός Άξονα										
	Σκληρ. Διατοίχισης Πίσω Άξονα										
	Εμπρός Άξονα Κατακόρυφη Σκληρ.										
Πίσω Άξονα Κατακόρυφη Σκληρ.											



Υφιστάμενο σύστημα απόσβεσης:
Λειτουργικά προβλήματα
Δείκτες απόδοσης του



Μελλοντικοί στόχοι ομάδας



Κατηγοριοποίηση
προδιαγραφών με βάση τις
οδηγίες VDI 2225

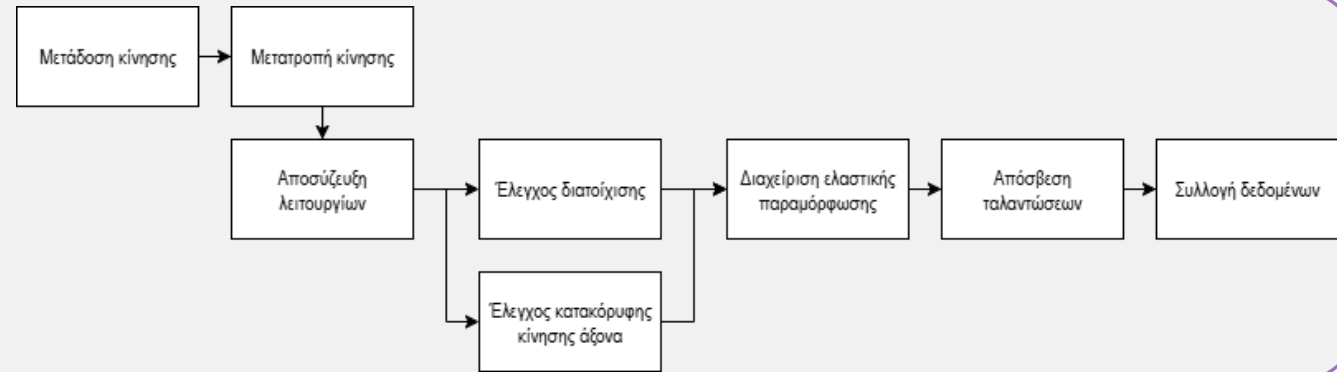


Ολοκληρωμένη λίστα
προδιαγραφών (16 κατηγορίες)

Αφαίρεση και
αναγνώριση
βασικών
προδιαγραφών

Κατάλληλος σχεδιασμός ενός παθητικού μηχανολογικού συστήματος για ρύθμιση της δυναμικής απόδοσης του μονοθεσίου και συλλογή δεδομένων λειτουργίας του συστήματος

Ανάλυση δομής
συστήματος
(δημιουργίας
υποσυστημάτων)

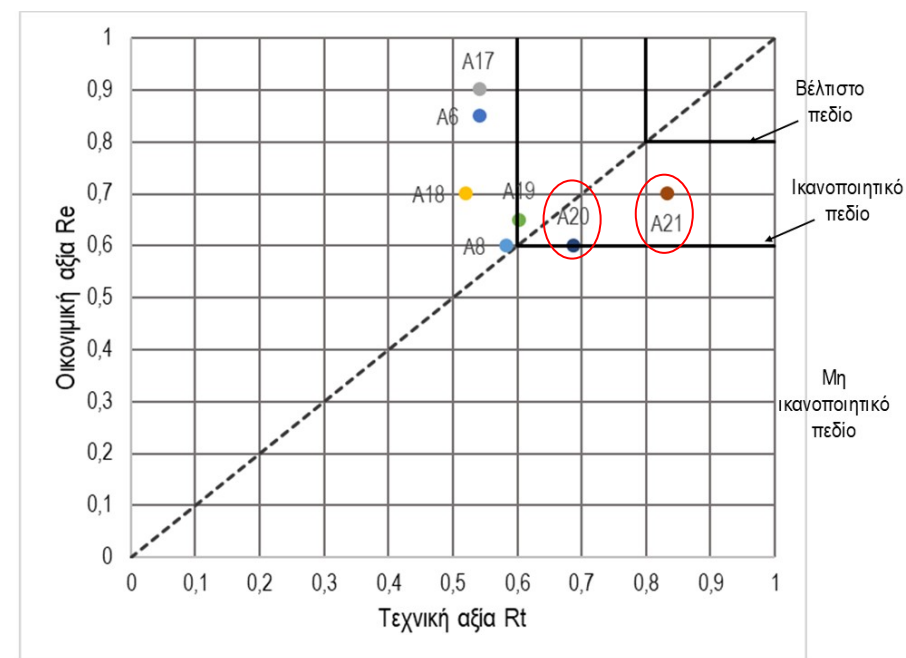


Αναζήτηση αρχών
υποσυστημάτων

Υποσυστήματα		Αρχές		
		S1	S2	S3
F1	Μετάδοση κίνησης	Χρήση σπειρωμάτων	Χρήση αποστατών	-
F2	Μετατροπή κίνησης	Μοχλοβραχιόνες (rockers)	-	-
F3	Αποσύζευξη λειτουργιών	Καμία απ.	Μερική απ.	Πλήρης απ.
F4	Έλεγχος διατοίχισης	Κύρια ελατήρια	Πρόσθετο ελαστικό στοιχείο	Αποσύζευγμένο στοιχείο διατοίχισης
F5	Έλεγχος κατακόρυφης κιν. άξ.	Κύρια ελατήρια	Πρόσθετο ελαστικό στοιχείο	Αποσύζευγμένο στοιχείο πρόνευσης
F6	Διαχείριση ελαστικής παραμόρφωσης	Ελικοειδής στρεπτικά ελ.	Πρισματοειδή στρεπτικά ελ.	Καμπτικά ελ.
F7	Απόσβεση ταλαντώσεων	Υδραυλικός αποσβεστήρας	-	-
F8	Συλλογή δεδομένων μετατοπίσεων	Γραμμικά ποτενσιόμετρα	-	-
F9	Συλλογή δεδομένων δυνάμεων	Χρήση μηχανομετρών	Χρήση δυναμοκυβελών	-

Επιλογή αξιών
παραλλαγών22 συνολικές παραλλαγές
9 αξίες για περαιτέρω
αξιολόγησηΔιαμόρφωση
κριτηρίων
αξιολόγησης12 τεχνικά κριτήρια
5 οικονομικά κριτήριαΠροσδιορισμός
αξίας παραλλαγών

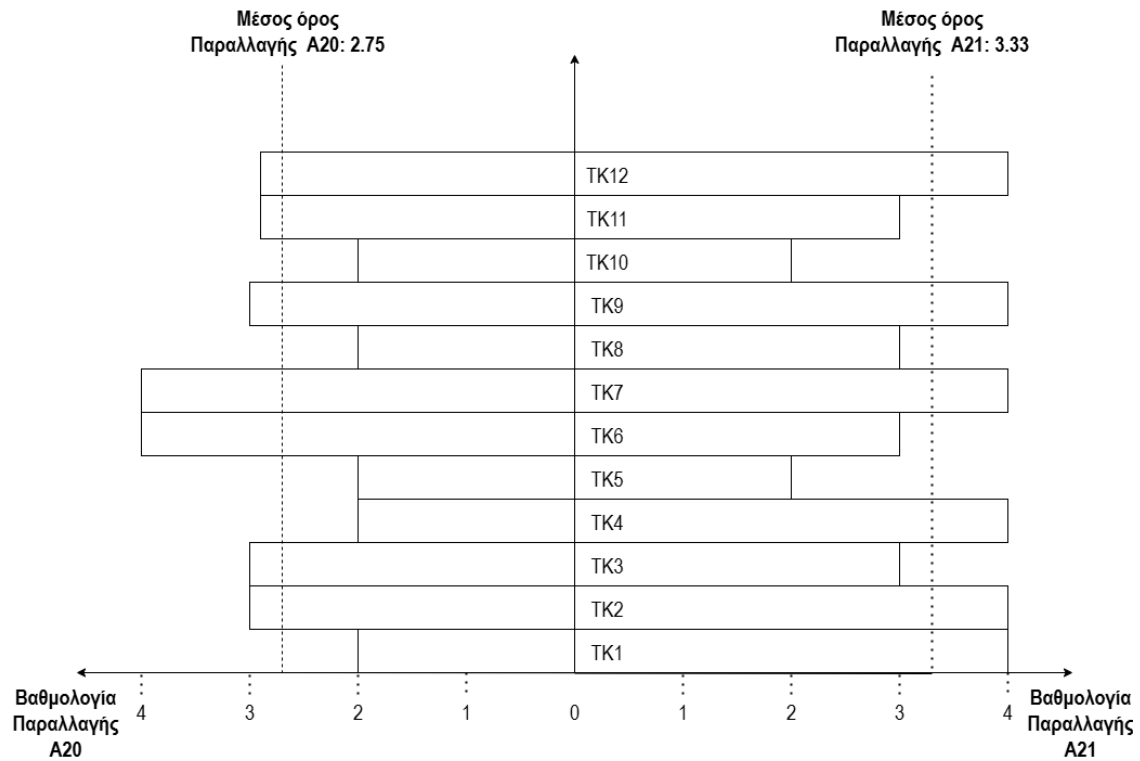
Παραλλαγές	Υποσυστήματα								
	Μετάδοση κίνησης	Αποσύζευξη λειτουργιών	Έλεγχος διατοίχισης	Έλεγχος κατακόρυφης κιν. άξ.	Διαχείριση ελαστικής παραμόρφωσης	Απόσβεση ταλαντώσεων	Συλλογή δεδομένων μετατοπίσεων	Συλλογή δεδομένων δυνάμεων	
A6	Χρήση σπειρωμάτων	Μερική αποσύζευξη	Πρόσθετο ελαστικό στοιχείο	Πρόσθετο ελαστικό στοιχείο	Ελικοειδές ελ. για την κατακόρυφη κιν. & στρεπτικό ελ. για την διατοίχιση	Υδραυλικοί αποσβεστήρες	Γραμμικά ποτενσιόμετρα	Δυναμοκυψέλες Μικυνσιόμετρα	
A17	Χρήση αποστατών								Ελικοειδές ελ. για την κατακόρυφη κιν. & στρεπτικό ελ. για την διατοίχιση
A7	Χρήση σπειρωμάτων								
A18	Χρήση αποστατών				Ελικοειδές ελ. για την κατακόρυφη κιν. & στρεπτικό και καμπτικό ελ. για την διατοίχιση				
A8	Χρήση σπειρωμάτων								
A19	Χρήση αποστατών	Πλήρης αποσύζευξη	Αποσυζευγμένο στοιχείο διατοίχισης	Αποσυζευγμένο στοιχείο κατακόρυφης κιν.	Ελικοειδές ελ. για κατακόρυφη κιν. και διατοίχιση				
A9	Χρήση σπειρωμάτων					Στρεπτικά ελ. για κατακόρυφη κιν. και διατοίχιση			
A20	Χρήση αποστατών								
A21	Χρήση σπειρωμάτων								



Περιγραφή επικρατέστερων παραλλαγών

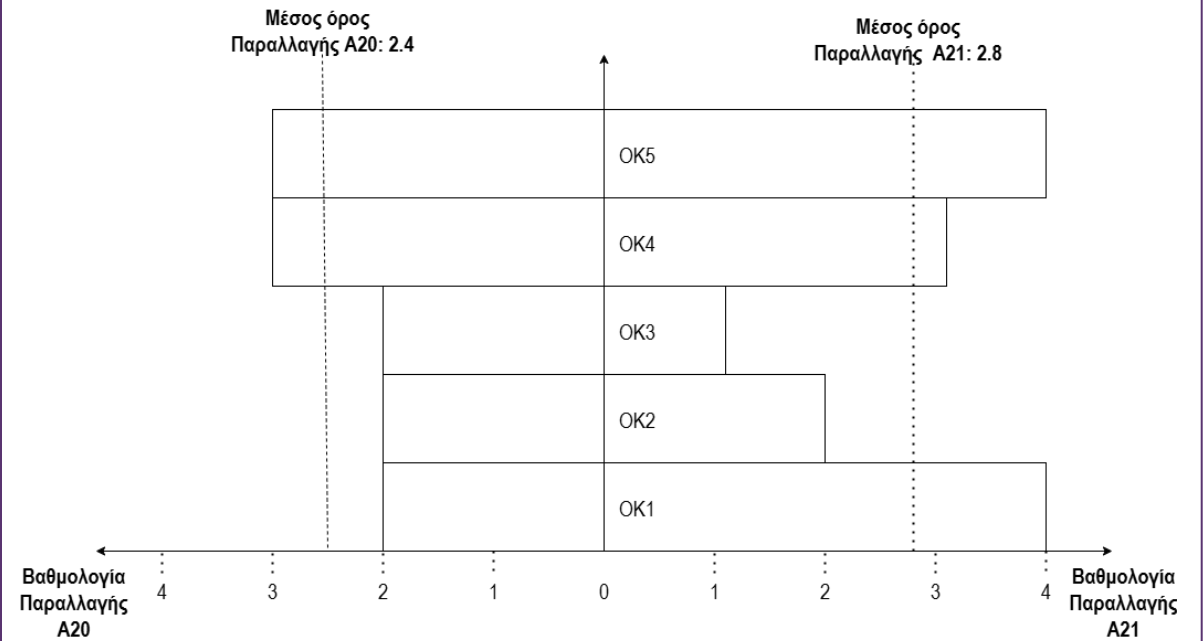
Υποσυστήματα	Παραλλαγή A20	<u>Παραλλαγή 21</u>
Μετάδοση κίνησης	Χρήση Αποστατών	Χρήση σπειρωμάτων
Αποσύζευξη λειτουργιών	Πλήρης αποσύζευξη	
Έλεγχος διατοίχισης	Αποσυζευγμένο στοιχείο διατοίχισης	
Έλεγχος κατακόρυφης κιν.	Αποσυζευγμένο στοιχείο κατακόρυφης κιν.	
Διαχείριση ελαστικής παραμόρφωσης	Ελικοειδές ελ. για κατακόρυφη κιν. και διατοίχιση	Στρεπτικά ελ. για κατακόρυφη κιν. και διατοίχιση
Απόσβεση ταλαντώσεων	Υδραυλικοί αποσβεστήρες	
Συλλογή δεδομένων μετατοπίσεων	Γραμμικά ποτενσιόμετρα	
Συλλογή δεδομένων δυνάμεων	Δυναμοκυψέλες	Μηκυνσιόμετρα

Αξιολόγηση τεχνικών κριτηρίων

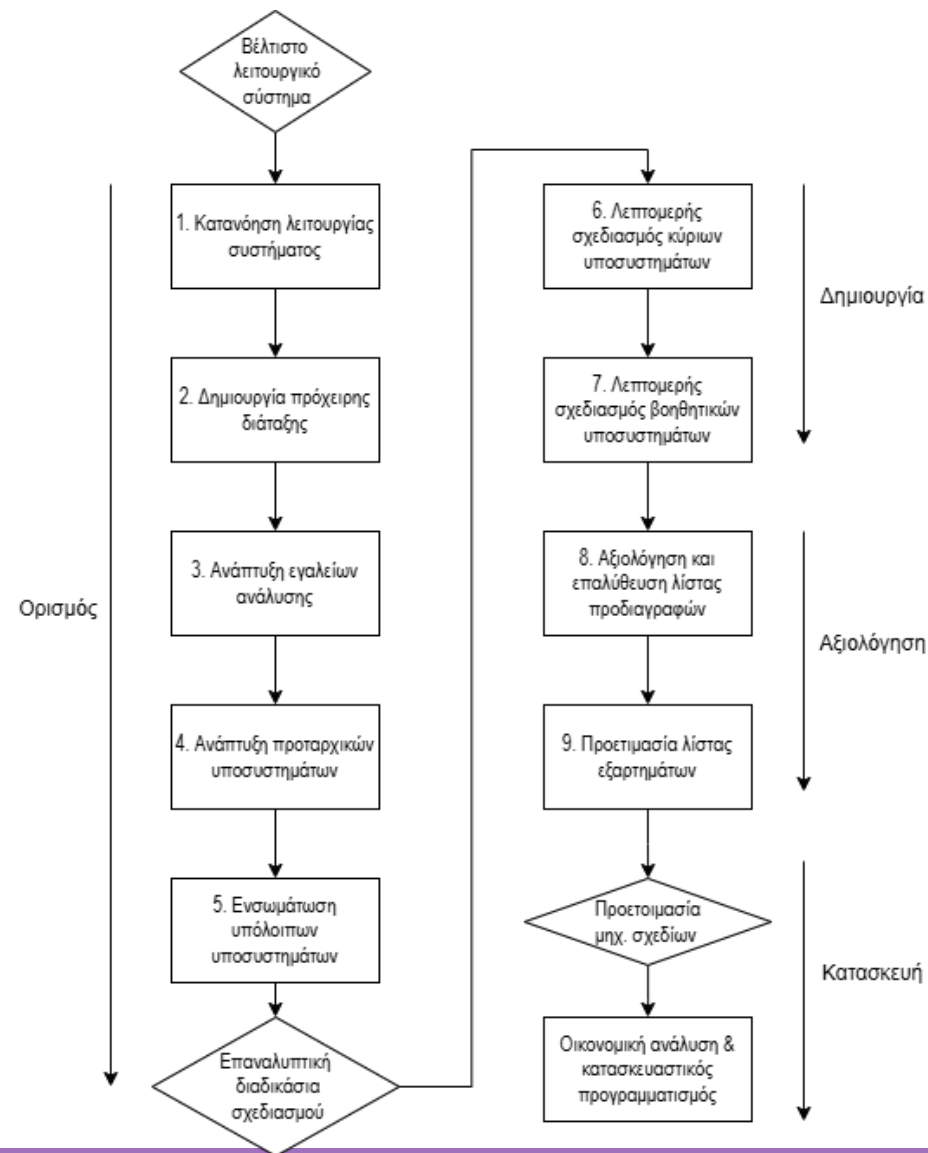


TK5 πολυπλοκότητα σχεδιασμού
TK10 πόροι υλοποίησης

Αξιολόγηση τεχνικών κριτηρίων

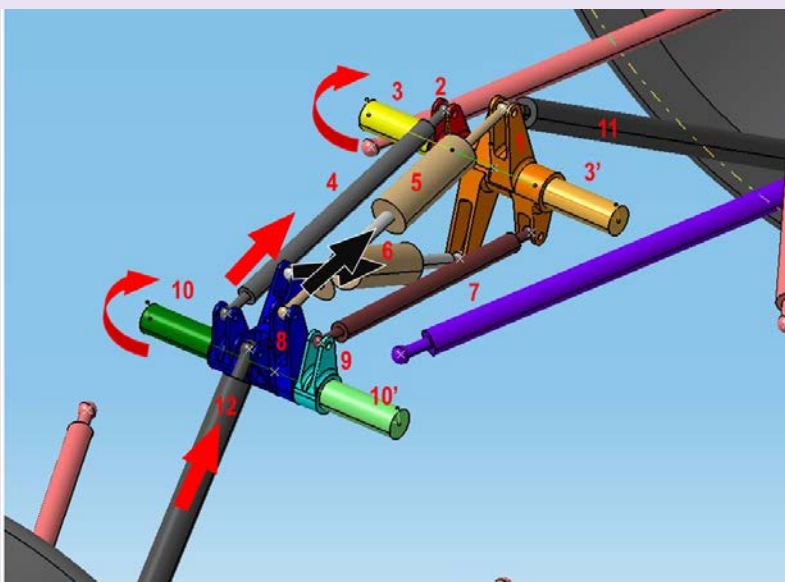


OK3 κόστος κατεργασιών

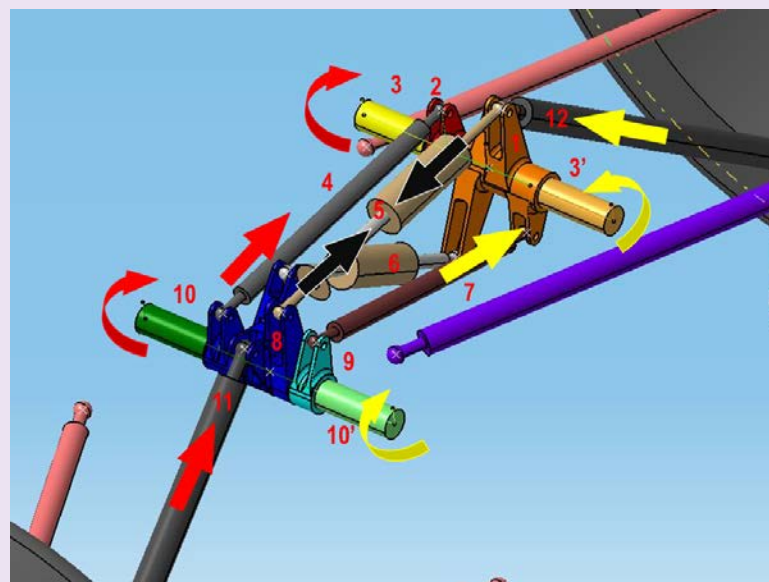


Κατανόηση λειτουργίας συστήματος - αποσύζευξη λειτουργιών

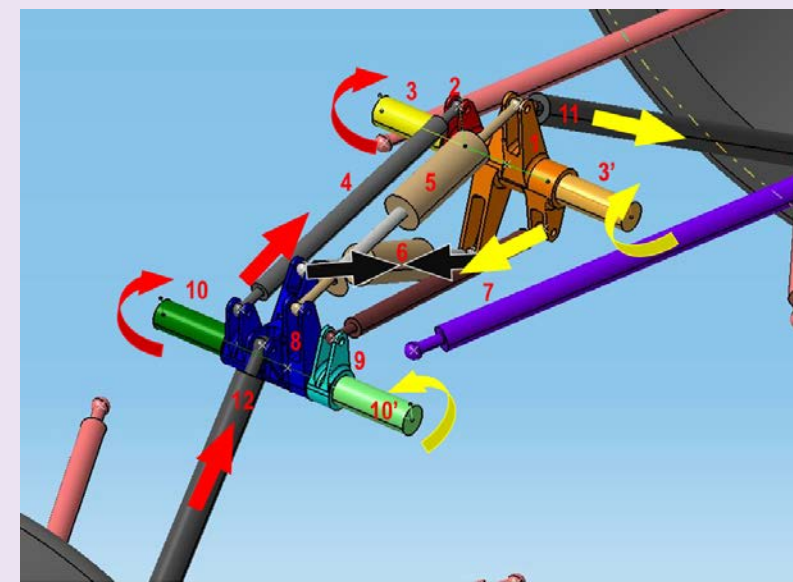
Κατακόρυφη μετατόπιση ενός τροχού



Πρόνευση οχήματος

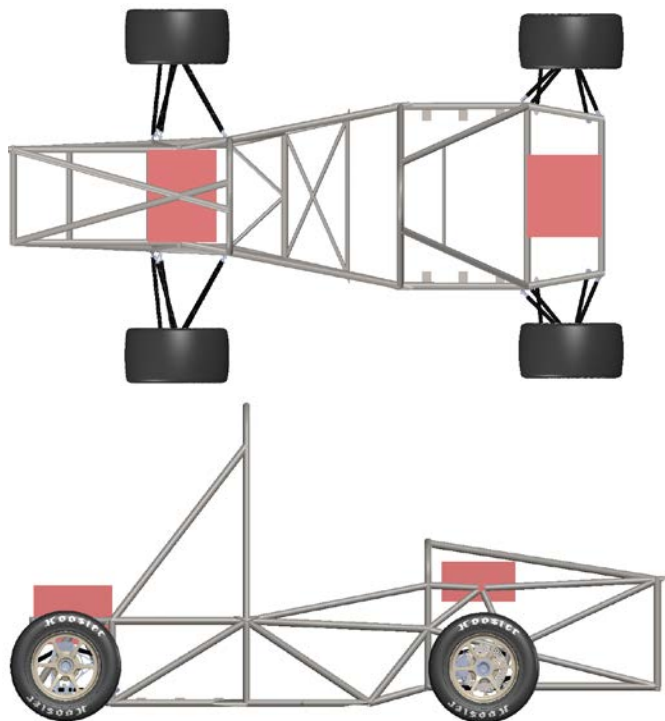


Διατοίχιση οχήματος

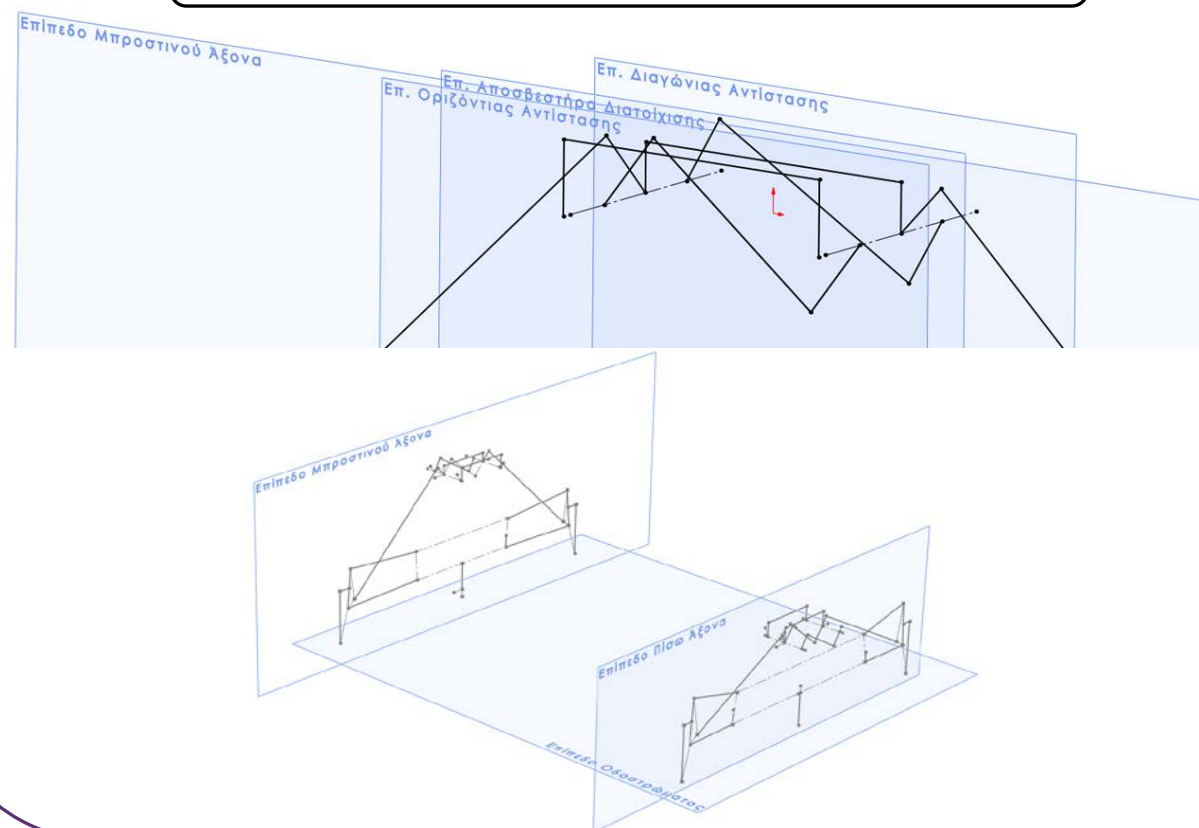


Κατανόηση λειτουργίας συστήματος - αποσύζευξη λειτουργιών

Χωροταξικοί περιορισμοί
αμαξώματος



Παραμετρικός σχεδιασμός συστήματος



5.

Σχέδιο-μελέτη
συστήματος
απόσβεσης

Κατανόηση
λειτουργίας
συστήματος

Πρόχειρη
διάταξη

Ανάπτυξη
εργαλείων
σχεδιασμού

Επαναληπτική
διαδικασία

Λεπτομερή
σχεδιασμό

Αξιολόγηση
διάταξης &
οριστικοποίηση

Διαδικασία καθορισμού σκληροτήτων ανάρτησης

Χαρακτηριστικά μονοθεσίου

Αμάξωμα

Αεροδυναμικά

Ελαστικά

Αναρτήσεις



Κώδικας
μοντελοποίησης
οχήματος



Δείκτες απόδοσης
συστήματος

Σκληρότητες διατοίχισης για κάθε άξονα

Κατακόρυφες σκληρότητες για κάθε
άξονα

Διαδικασία καθορισμού κατακόρυφων φορτίων

Σενάρια λειτουργίας οχήματος

Πλευρική επιτάχυνση

Διαμήκης επιτάχυνση

Ταχύτητα οχήματος

Κατακόρυφη επιτάχυνση τροχού

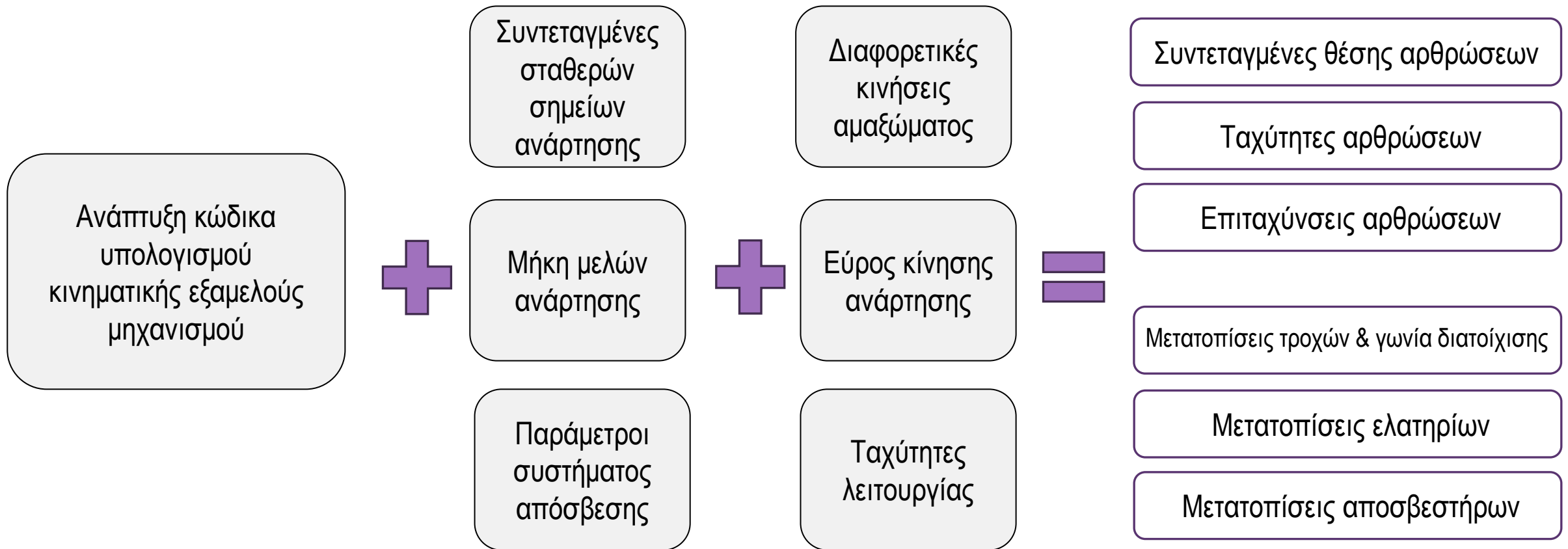


Χαρακτηριστικά
οχήματος &
Σκληρότητες
ανάρτησης

Κατακόρυφα φορτία τροχών

	Κάθετα Φορτία Τροχών [kg]			
	Μπρ. Αρ.	Μπρ. Δ.	Πίσω Αρ.	Πίσω Δ.
Στατικό	64.63	64.64	75.87	75.88
Σενάριο 1	-11.47	187.81	7.21	191.01
Σενάριο 2	177.42	177.43	68.32	68.33
Σενάριο 3	4.8	4.8	135.7	135.7
Σενάριο 4	58.29	177.86	14.06	124.33
Σενάριο 5	-1.52	118.04	73.88	184.15
Σενάριο 6	64.63	64.64	75.87	75.88
Σενάριο 7	4.8	4.8	135.7	135.7
Σενάριο 8	177.42	177.43	68.32	68.33

Κινηματική ανάλυση συστήματος



5.

Σχέδιο-μελέτη
συστήματος
απόσβεσης

Κατανόηση
λειτουργίας
συστήματος

Πρόχειρη
διάταξη

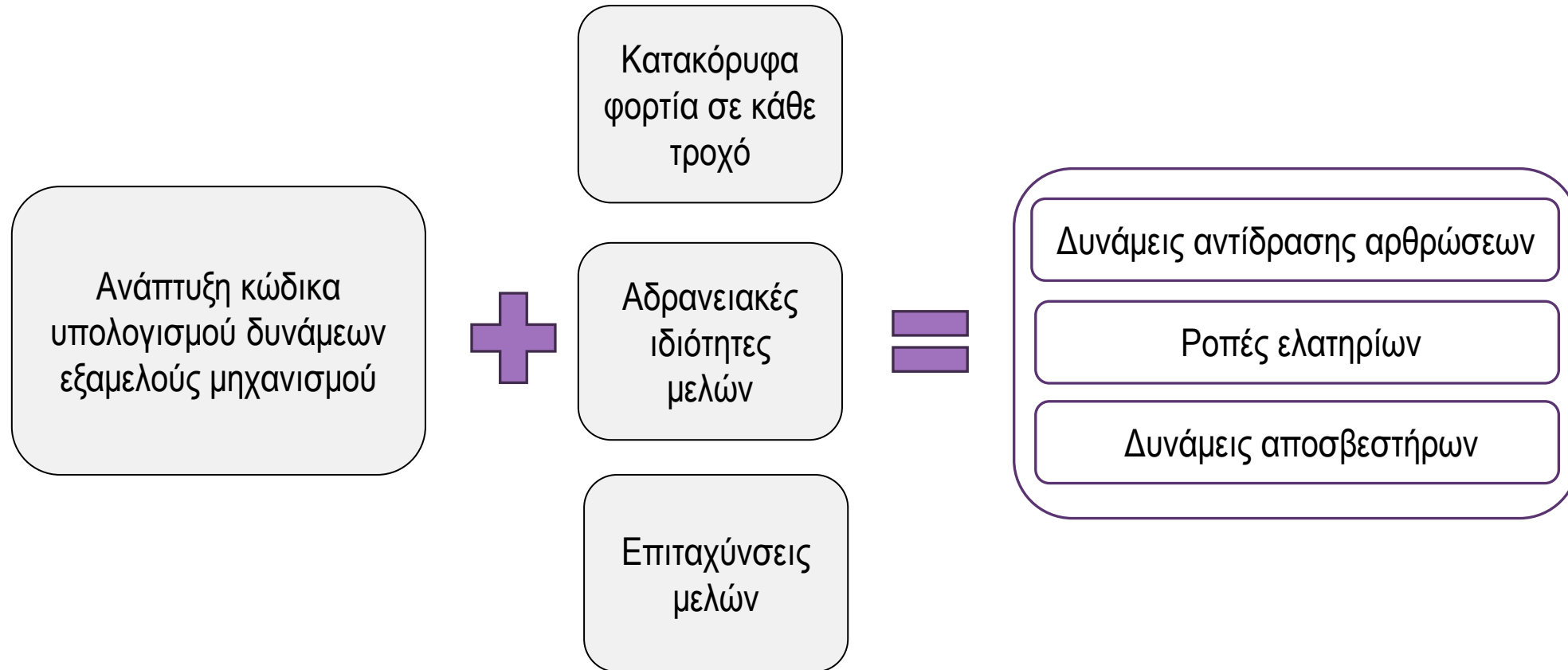
Ανάπτυξη
εργαλείων
σχεδιασμού

Επαναληπτική
διαδικασία

Λεπτομερή
σχεδιασμό

Αξιολόγηση
διάταξης &
οριστικοποίηση

Δυναμική ανάλυση συστήματος



5.

Σχέδιο-μελέτη
συστήματος
απόσβεσης

Κατανόηση
λειτουργίας
συστήματος

Πρόχειρη
διάταξη

Ανάπτυξη
εργαλείων
σχεδιασμού

Επαναληπτική
διαδικασία

Λεπτομερή
σχεδιασμό

Αξιολόγηση
διάταξης &
οριστικοποίηση

Ανάπτυξη διαδικασίας σχεδιασμού αποσβεστήρων

Δεδομένα εισόδου

Δεδομένα από την κινηματική ανάλυση

Δεδομένα από την ανάλυση ταχυτήτων

Δεδομένα από την δυναμική ανάλυση

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά αποσβεστήρα

Δεδομένα μοντελοποίησης οχήματος

Προδιαγραφές απόσβεσης

Υπολογισμοί

Δεδομένα εξόδου

Χαρακτηριστικές καμπύλες αποσβεστήρων για
διατοίχιση

Χαρακτηριστικές καμπύλες αποσβεστήρων για
κατακόρυφη κίνηση

Συνολικό μήκος αποσβεστήρα

5.

Σχέδιο-μελέτη
συστήματος
απόσβεσης

Κατανόηση
λειτουργίας
συστήματος

Πρόχειρη
διάταξη

Ανάπτυξη
εργαλείων
σχεδιασμού

Επαναληπτική
διαδικασία

Λεπτομερή
σχεδιασμό

Αξιολόγηση
διάταξης &
οριστικοποίηση

Ανάπτυξη διαδικασίας σχεδιασμού ελατηρίων

Δεδομένα εισόδου

Δεδομένα από την κινηματική ανάλυση

Δεδομένα από την ανάλυση ταχυτήτων

Δεδομένα από την δυναμική ανάλυση

Μηχανικές ιδιότητες υλικού

Δεδομένα μοντελοποίησης οχήματος

Προδιαγραφές σκληροτήτων

Υπολογισμοί

Δεδομένα εξόδου

Δυναμικά χαρακτηριστικά

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά

Μηχανολογικά χαρακτηριστικά

5.

Σχέδιο-μελέτη
συστήματος
απόσβεσης

Κατανόηση
λειτουργίας
συστήματος

Πρόχειρη
διάταξη

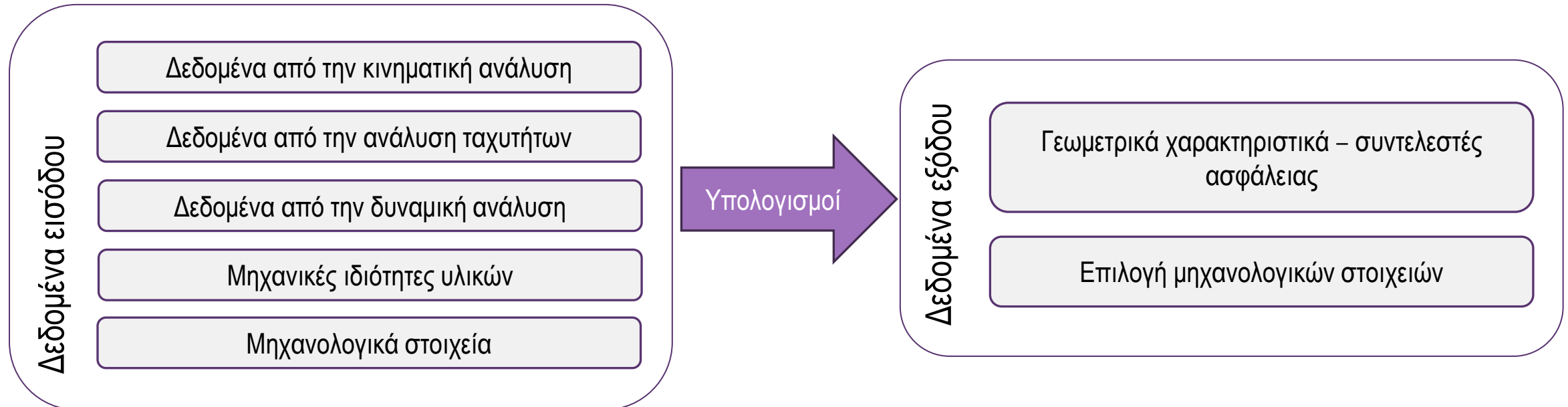
Ανάπτυξη
εργαλείων
σχεδιασμού

Επαναληπτική
διαδικασία

Λεπτομερή
σχεδιασμό

Αξιολόγηση
διάταξης &
οριστικοποίηση

Ανάπτυξη διαδικασίας σχεδιασμού μοχλοβραχιόνων



Ανάπτυξη διαδικασίας σχεδιασμού υπόλοιπων υποσυστημάτων

Σχεδιασμός αρθρώσεων

Κριτήρια αστοχίας πείρου

Κριτήρια αστοχίας σφαιροειδών
ακτινικών εδράνων

Κριτήρια αστοχίας αρθρώσεων διπλών
ελασμάτων

Κατασκευαστικές αστοχίες άρθρωσης

Σχεδιασμός ράβδων απόσβεσης

Επιλογή υλικού ράβδου

Κριτήρια αστοχίας συνδετικής ράβδου

Αστοχία συγκόλλησης

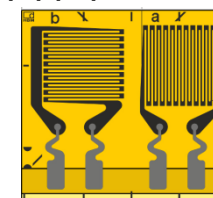
Κριτήρια αστοχίας ένθετων- μονού
ελάσματος

Επιλογή αισθητήρων

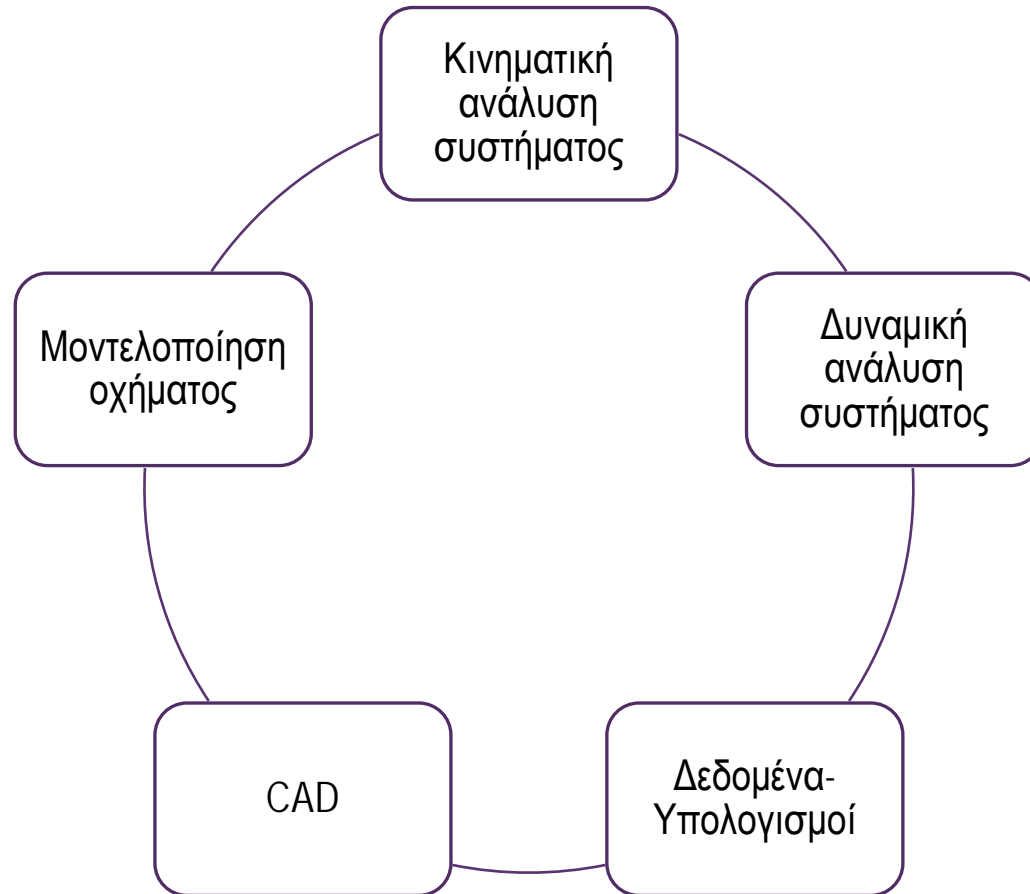
Επιλογή ποτενσιομέτρων



Επιλογή μηκυσιομέτρων



Επαναληπτική διαδικασία σχεδιασμού συστήματος



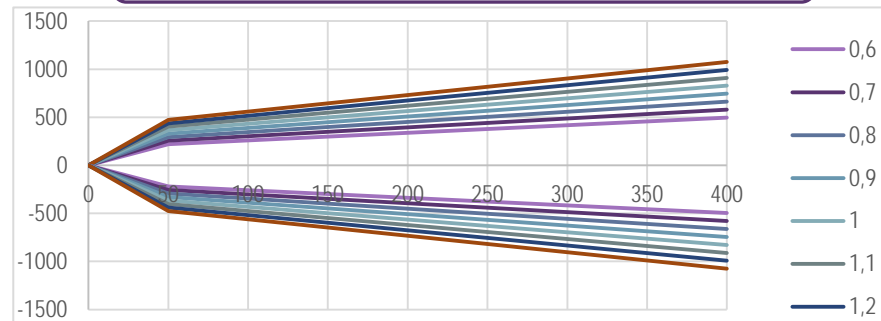
Λεπτομερής σχεδιασμός υποσυστημάτων:

Τελική γεωμετρία συστήματος
 Αποσβεστήρες
 Ελατήρια
 Μοχλοβραχίονες
 Ράβδους απόσβεσης- αντίστασης
 Ενσωμάτωση αισθητήρων
 Βάσεις στήριξης

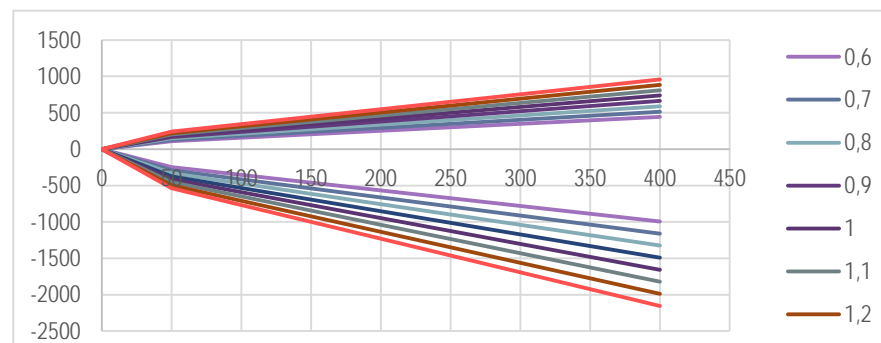
Λεπτομερής σχεδιασμός αποσβεστήρων

Δυναμικά χαρακτηριστικά

Αποσβεστήρας διατοίχισης



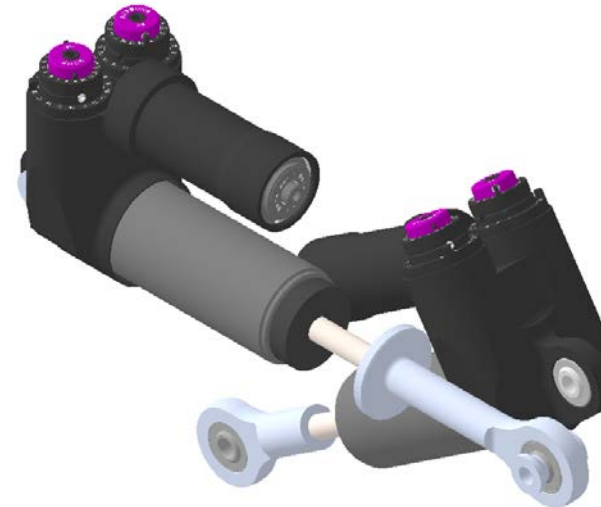
Αποσβεστήρας κατακόρυφης κίν.



Μηχανικά χαρακτηριστικά

Σφαιροειδή ακτινικά έδρανα

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ένθετων-
μονού ελάσματος



5.

Σχέδιο-μελέτη
συστήματος
απόσβεσης

Κατανόηση
λειτουργίας
συστήματος

Πρόχειρη
διάταξη

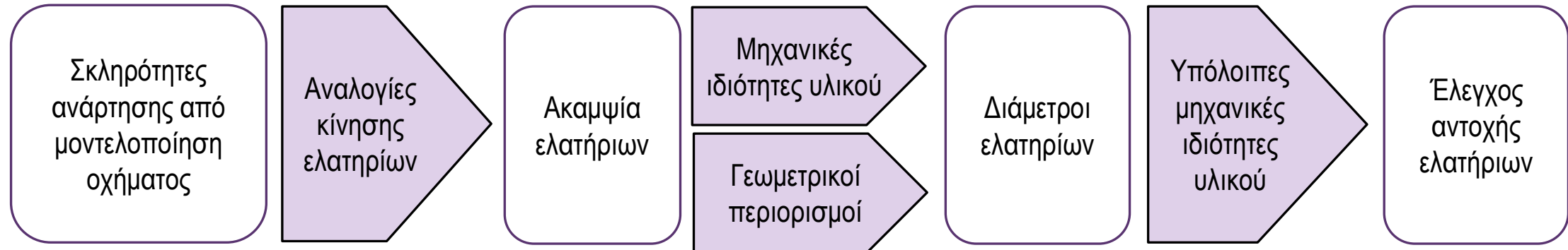
Ανάπτυξη
εργαλείων
σχεδιασμού

Επαναληπτική
διαδικασία

Λεπτομερής
σχεδιασμός

Αξιολόγηση
διάταξης &
οριστικοποίηση

Λεπτομερής σχεδιασμός ελατηρίων



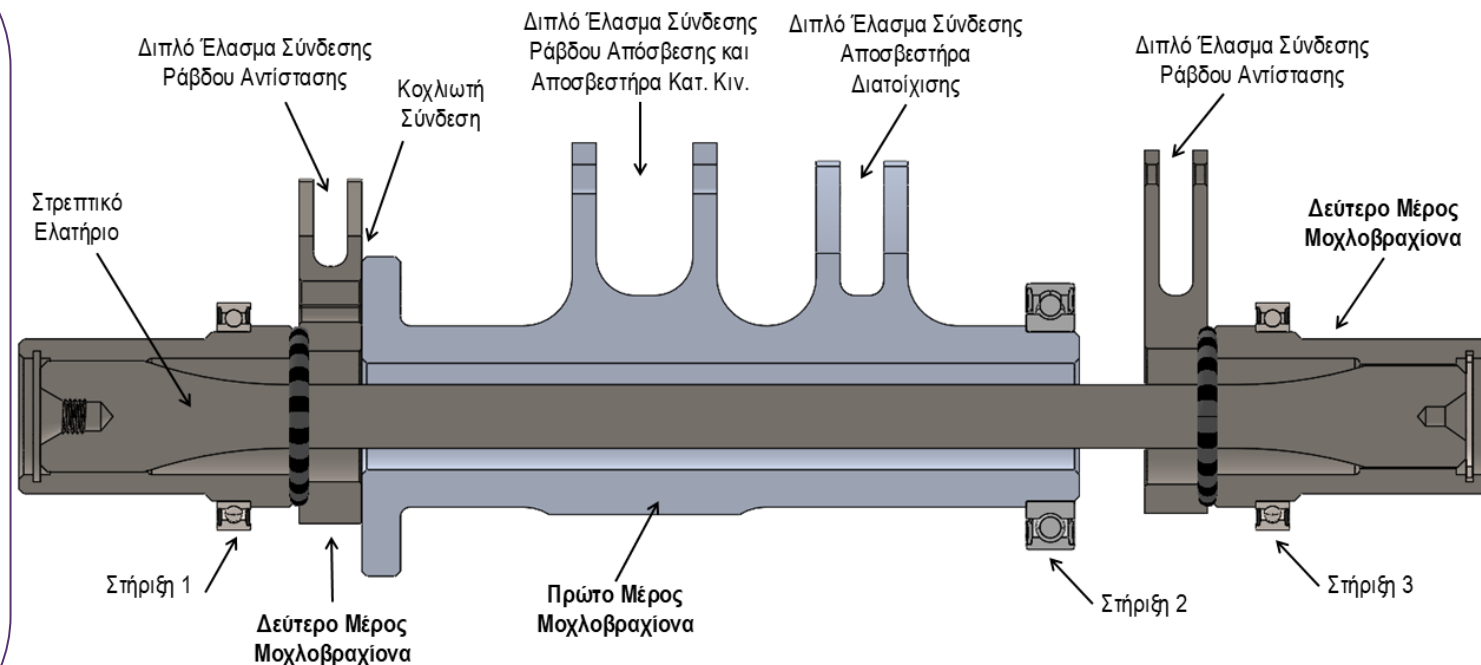
Μηχανολογικός σχεδιασμός ελατηρίων κατά DIN 2091

Διάμετρος ελατηρίου
Ενεργό μήκος ελατηρίου
Τυποποίηση πολύσφηνου κατά DIN 5480

Λεπτομερής σχεδιασμός μοχλοβραχιόνων

Διαδικασία λεπτομερούς σχεδιασμού

1. Επιλογή υλικών κατασκευής
2. Διαστασιολόγηση των αξόνων
3. Σχεδιασμός κοχλιωτής σύνδεσης
4. Έλεγχος αντοχής συγκόλλησης
5. Επιλογή εδράνων κύλισης στηρίξεων
6. Διαστασιολόγηση αρθρώσεων μοχλοβραχίονα - διπλού ελάσματος
7. Σχεδιασμός οπής περιορισμού διατοίχισης
8. Σχεδιασμός αξόνων στήριξης στρεπτικών ελατηρίων (DIN 5480)



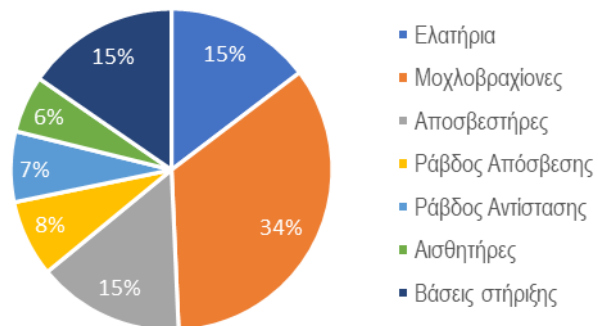
Αξιολόγηση διάταξης & οριστικοποίηση

Βελτιστοποίηση και ολοκλήρωση σχεδίων μορφής
Έλεγχος για σφάλματα
Επαλήθευση λίστας προδιαγραφών

Λίστα εξαρτημάτων

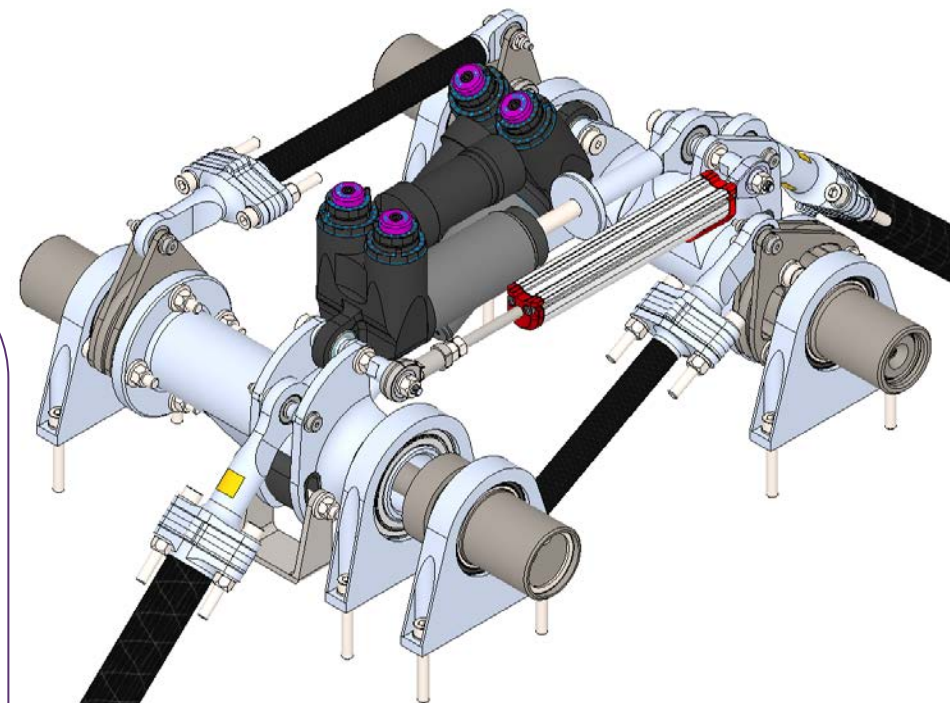
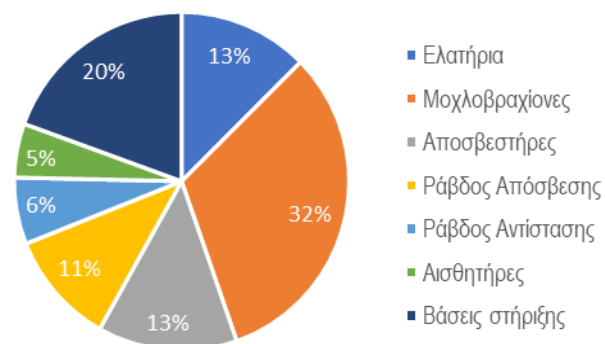
Συνολική μάζα μπροστινού Συστ.: 6.65 [kg]

Κατανομή Βάρους Μπροστινού
Συστήματος



Συνολική μάζα πίσω Συστ.: 7.41 [kg]

Κατανομή Βάρους Πίσω Συστήματος



Άμεσα Κόστη

Κόστος κατασκευασμένων εξαρτημάτων

9.963 €

Κόστος πρώτων υλών

809 €

Κόστος κατεργασιών

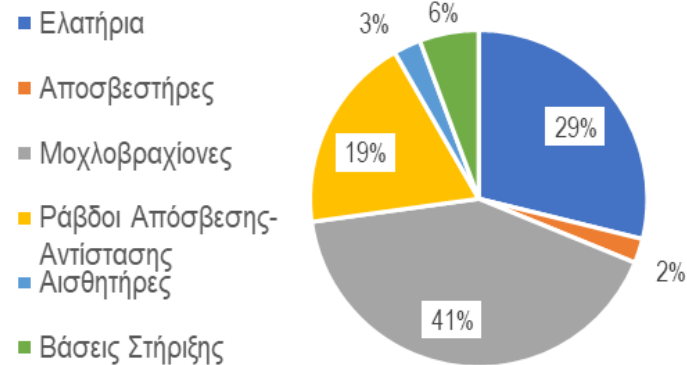
9.154 €

Κόστος εξαρτημάτων εμπορίου

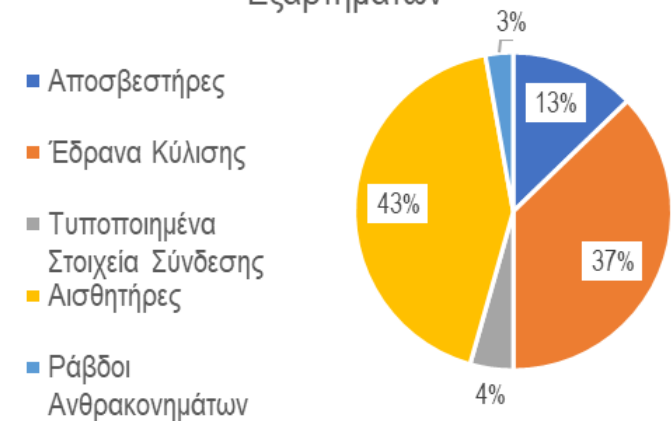
2.192 €

Άμεσα Κόστη - Κατανομή

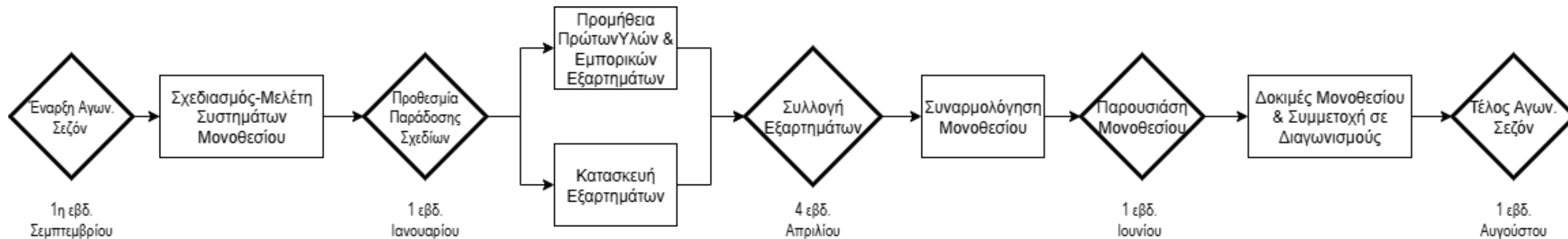
Κατανομή Κόστους Κατασκευασμένων
Εξαρτημάτων



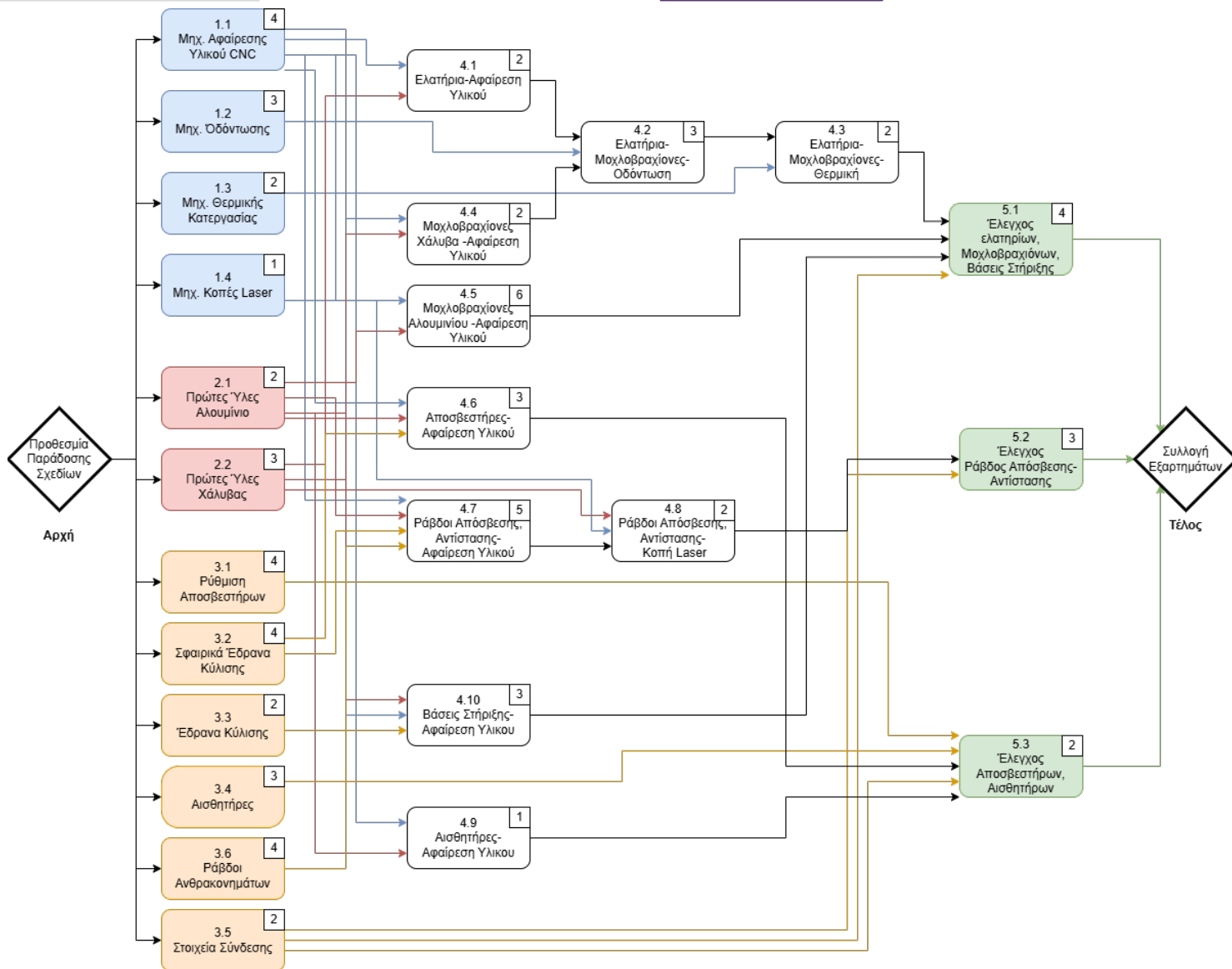
Κατανομή Κόστους Εμπορικών
Εξαρτημάτων



Διάγραμμα ροής δραστηριοτήτων και ορόσημων αγωνιστικής σεζόν



Διάγραμμα δικτύου δραστηριοτήτων



Δραστηριότητες

Εύρεση Συνεργατών

Αγορά Πρώτων Υλών

Αγορά Εμπορικών Εξαρτημάτων

Κατεργασίες Κατασκευασμένων Εξαρτημάτων

Έλεγχος Εξαρτημάτων και Συναρμογών

	Κωδ.	Δραστηριότητες	Ιανουάριος				Φεβρουάριος				Μάρτιος				Απρίλιος			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Αρχή	Προθεσμία Παράδοσης Σχεδίων	◆															
1. Έγερση Συνεργατών	1.1	Μηχ. Αφαίρεση Υλικού	■	■	■	■												
	1.2	Μηχ. Όδόντωση	■	■	■	■	■	■										
	1.3	Μηχ. Θερμικές Κατεργασίες	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
	1.4	Μηχ. Κοπές Laser	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
2. Αγορά Πρώτων Υλών	2.1	Αλουμίνιο	■	■	■	■	■	■										
	2.2	Χάλυβας	■	■	■	■	■	■										
3. Αγορά Εμπορικών Εξαρτημάτων	3.1	Ρύθμ. Αποσβεστήρων	■	■	■	■	■	■	■									
	3.2	Σφαιρικά Έδρανα Κύλισης	■	■	■	■	■	■										
	3.3	Έδρανα Κύλισης	■	■	■	■	■	■										
	3.4	Αισθητήρες	■	■	■	■	■	■	■									
	3.5	Στοιχεία Σύνδεσης	■	■	■	■	■	■	■									
	3.6	Ράβδοι Ανθρακονημάτων	■	■	■	■	■	■	■									
4. Κατεργασίες Κατασκευασμένων Εξαρτημάτων	4.1	Ελατήρια-Αφαίρεση Υλικού					■	■										
	4.2	Ελατήρια & Μοχλοβραχίονες-Όδόντωση							■	■	■	■						
	4.3	Ελατήρια & Μοχλοβραχίονες-Θερμική									■	■	■					
	4.4	Μοχλοβραχίονες-Αφαίρεση Υλικού Χάλυβα					■	■										
	4.5	Μοχλοβραχίονες- Αφαίρεση Υλικού Αλουμίνιο					■	■	■	■	■	■	■	■				
	4.6	Αποσβεστήρες- Αφαίρεση Υλικού					■	■	■	■	■	■	■	■				
	4.7	Ράβδοι Απόσβεσης, Αντίστασης- Αφαίρεση Υλικού					■	■	■	■	■	■	■	■				
	4.8	Ράβδοι Απόσβεσης, Αντίστασης- Κοπή Laser					■	■	■	■	■	■	■	■				
	4.9	Αισθητήρες- Αφαίρεση Υλικού					■	■	■	■	■	■	■	■				
	4.10	Βάσεις Στήριξης- Αφαίρεση Υλικού					■	■	■	■	■	■	■	■				
5. Έλεγχος Εξαρτημάτων και	5.1	Έλεγχος Ελατηρίων, μοχλοβραχίονες, Βάσεις Στήριξης												■	■	■	■	■
	5.2	Έλεγχος Ράβδων Αντίστασης-Απόσβεσης												■	■	■	■	■
	5.3	Έλεγχος Αποσβεστήρων- Αισθητήρων									■	■	■	■	■	■	■	■
	Τέλος	Συλλογή Εξαρτημάτων																◆

Κρίσιμες

Μη Κρίσιμες

Ελεύθερο Περιθώριο

Συνολικό Περιθώριο

Συμπεράσματα

- Καθορισμός ποσοτικών δεικτών απόδοσης για πρώτη φορά ως εργαλεία αξιολόγησης & σχεδιασμού
- Δημιουργία τεκμηριωμένης βάσης για περαιτέρω εξέλιξη του συστήματος
 - Ανάπτυξη εργαλείων κινηματικής & δυναμικής ανάλυσης
- Πλήρης τεκμηρίωση υλοποίησης: κοστολόγηση & χρονοπρογραμματισμός

Προτάσεις

Κατασκευή συστήματος

Κατασκευή και συναρμολόγηση του συστήματος στο μελλοντικό μονοθέσιο

Δοκιμή του συστήματος σε πραγματικές συνθήκες για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων της κινηματικής και δυναμικής ανάλυσης

Βελτίωση μελέτης & σχεδιασμού

Ανάπτυξη πληρέστερου μοντέλου υπολογισμού του συντελεστή υποστροφής του οχήματος

Ανάπτυξη μοντέλων δυναμικής ανάλυσης κατακόρυφης κίνησης

Χρήση ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων για την επαλήθευση των υπολογισμών αντοχής και τη βελτιστοποίηση της γεωμετρίας των εξαρτημάτων

Ευχαριστώ!

