

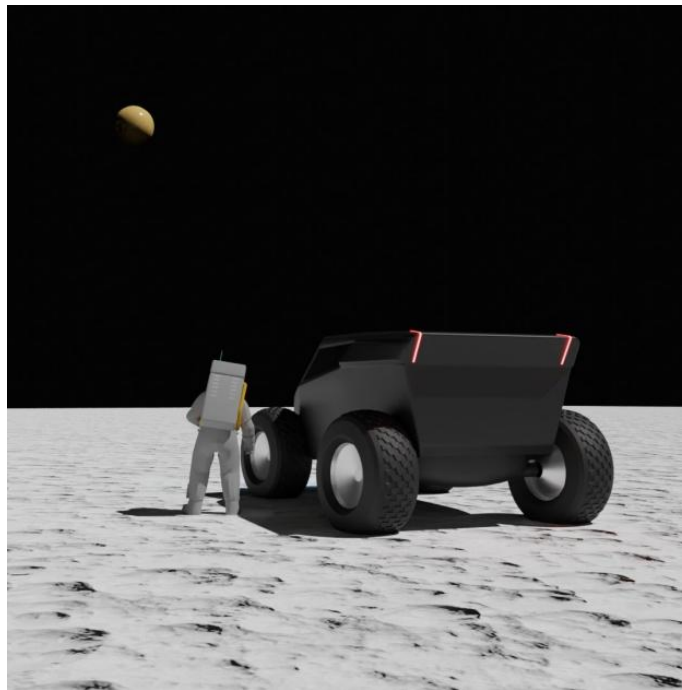


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
(ΠΡΩΗΝ ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)
ΕΙΣ.ΚΑΤ: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΕ**



Πτυχιακή εργασία με τίτλο:

“RC Space Rover”



Του σπουδαστή: **ΑΝΔΡΟΥΛΑΚΗ ΘΕΟΔΩΡΟΥ**
Επιβλέπων καθηγητής: **ΚΑΚΟΥΛΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

Κοζάνη 2022

Δήλωση περί μη λογοκλοπής

Δηλώνω ότι είμαι ο συγγραφέας της παρούσας εργασίας με τίτλο **“RC Space Rover”** που συντάχθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας και παραδόθηκε τον μήνα **ΟΚΤΩΒΡΙΟ** του **2022**. Η αναφερόμενη εργασία δεν αποτελεί αντιγραφή ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σαφώς στη βιβλιογραφία.

(Υπογραφή)



Θεόδωρος Ανδρουλάκης

20 ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΥ 2022

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή της παρούσας πτυχιακής εργασίας μου κ.Κακούλη Κωνσταντίνο για την ανάθεση και αποδοχή του θέματος της εργασίας αλλά και για την υποστήριξη και την διάδοση των γνώσεων του καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τμήματος για την προσφορά τους στην εκπαίδευση μου πάνω στον βιομηχανικό σχεδιασμό και των επιστημών.

Ευχαριστώ πολύ την οικογένειά μου για την υποστήριξη τους κατά το διάστημα της τετραετής φοίτησης μου στο Πανεπιστήμιο, την στήριξη τους στην επιλογή μου να ασχοληθώ με τον σχεδιασμό αλλά και για ότι μου έχουν προσφέρει έως σήμερα.

Περιεχόμενα

Δήλωση Περί μη λογοκλοπής	2
Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη.....	6
Κεφάλαιο 1 – Ιστορία εξερεύνησης του διαστήματος	7
1.1 Αγώνας για το διάστημα.....	7
1.2 Ο πρώτος άνθρωπος στο διάστημα.....	8
1.3 Αποστολές ανθρώπων στη Σελήνη.....	9
Κεφάλαιο 2 – Διαστημικά οχήματα	11
2.1 Ορισμός διαστημικού οχήματος (Rover)	11
2.2 Πρώτα διαστημικά οχήματα.....	11
2.2.1 Ο σχεδιασμός του Lunokhod.....	12
2.2.2 Εξοπλισμός του Lunokhod	13
2.3 Διαστημικό όχημα Σελήνης LRV.....	14
2.3.1 Χαρακτηριστικά του LRV	16
Κεφάλαιο 3 – Ανάγκες σχεδιασμού διαστημικού οχήματος.....	17
3.1 Κατανόηση περιορισμών προσγειωτή.....	17
3.2 Σκοπός των διαστημικών οχημάτων	18
Κεφάλαιο 4 – Σύλληψη ιδέας.....	19
4.1 Έννοια του mind map.....	19
4.2 Mind map διαστημικού οχήματος.....	19
Κεφάλαιο 5 –Σχεδιασμός διαστημικού οχήματος.....	20
5.1 Αρχικές ιδέες.....	20
5.1.1 Σκίτσα στο χέρι και σε υπολογιστή.....	20
5.1.2 Τρισδιάστατη σχεδίαση μοντέλων οχήματος.....	22
5.1.2.1 Όχημα προσωπικής χρήσης	22
5.1.2.2 Αυτόνομο όχημα μεταφοράς πολλαπλών ατόμων (drone)	23
5.2 Τελικό σχέδιο οχήματος.....	24

5.3 Φωτορεαλισμός rc space rover.....	25
Κεφάλαιο 6 – Παραγωγή μακέτας	26
6.1 Μέθοδος παραγωγής	26
6.2 Προϊόν τρισδιάστατου εκτυπωτή	27
6.3 Συναρμολόγηση μακέτας	28
Κεφάλαιο 7 –Συμπεράσματα.....	29
Βιβλιογραφία.....	30

Περίληψη

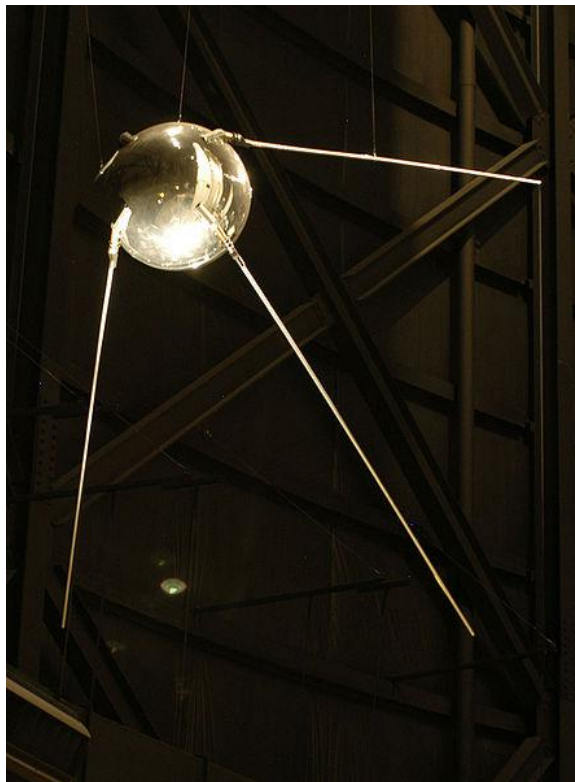
Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η παραγωγή μακέτας ενός προϊόντος και συγκεκριμένα ενός αυτοκινήτου διαστημικού τύπου. Η εργασία μελετά την πορεία της εξερεύνησης του διαστήματος έως τις πρώτες προσθήκες διαστημικών οχημάτων, τις δυνατότητες και τις ευκαιρίες που πρόσφεραν κατά τις αποστολές στη Σελήνη. Με τα δεδομένα αυτά αναλύεται η ανάγκη για τον σχεδιασμό διαστημικών οχημάτων για μελλοντικές αποστολές, η διαδικασία ανάπτυξης ιδεών, ο τρισδιάστατος σχεδιασμός τους και τελικά την κατασκευή της μακέτας.

Κεφάλαιο 1 – Ιστορία εξερεύνησης του διαστήματος

1.1 Αγώνας για το διάστημα

Την δεκαετία του 1950 ξεκίνησε ο «αγώνας δρόμου» για το διάστημα, μεταξύ των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και της Σοβιετικής Ένωσης, δύο υπερδυνάμεις που βρίσκονταν σε περίοδο έντασης γνωστή και ως ψυχρό πόλεμο, για το ποια χώρα θα υπερισχύσει. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των πυραύλων από τον στρατό των Η.Π.Α, καθώς δεν υπήρχε ιδιωτική εταιρεία ανάπτυξης τέτοιων τεχνολογιών και χρήση τους για αποστολές αντικειμένων στο διάστημα, ήταν πλέον εφικτό για τεχνητούς δορυφόρους να τεθούν σε τροχιά γύρω από τη Γη.

Ο πρωταρχικός σκοπός των δορυφόρων ήταν καθαρά για επιστημονικούς λόγους και έρευνας, όμως η κυβέρνηση των Η.Π.Α επέμενε στην χρησιμοποίησή τους για κατασκοπία των εδαφών της Σοβιετικής Ένωσης. Με αυτά τα σχέδια ήρθε και η απάντηση της Σοβιετικής Ένωσης για αποστολή δορυφόρων από την δική της πλευρά και μάλιστα με επιτυχία καθώς εκτόξευσε και έβαλε σε τροχιά τον πρώτο δορυφόρο με όνομα «Sputnik 1» στις 4 Οκτωβρίου του 1957, εξοπλισμένος με δύο ραδιοπομπούς και τέσσερις κεραίες.

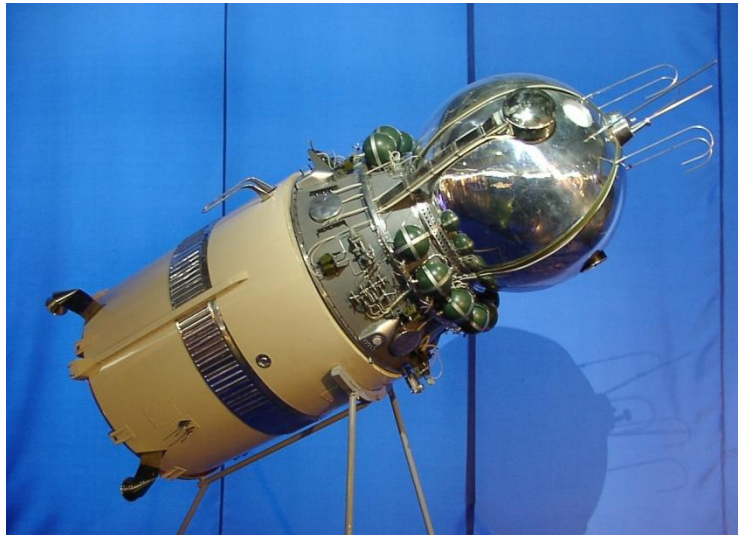


Εικόνα 1.1 Αντίγραφο του Sputnik

1.2 Ο πρώτος άνθρωπος στο διάστημα

Έπειτα τον πρώτο δορυφόρο Sputnik 1, ακολούθησε μία σειρά σημαντικών γεγονότων όπως την αποστολή του πρώτου ζώου στο διάστημα με το διαστημόπλοιο «Sputnik 2» (1957), το πρώτο διαστημόπλοιο που «πάτησε» σε άλλο ουράνιο σώμα με ανώμαλη προσγείωση και οι πρώτες φωτογραφίες της μακρινής πλευράς της Σελήνης με τα διαστημόπλοια «Luna 1» και «Luna 2» αντίστοιχα. (1959). Οι Η.Π.Α, σε αντίθεση με την Σοβιετική Ένωση, είχε μεταφέρει όλες τις διαστημικές επιχειρήσεις της από τον στρατό, στην νέα Υπηρεσία Έργων Προχωρημένης Έρευνας (ARPA) στην οποία μετά διαχώρισαν το στρατιωτικό και πολιτικό τμήμα με την Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος (NASA) να αναλαμβάνει το πολιτικό τμήμα για καλύτερη διαχείριση. Με τις δύο χώρες να έχουν αναπτύξει δορυφόρους διαφόρων χρήσεων, σειρά είχε η κατασκευή και επάνδρωση διαστημόπλοιων για αποστολή του πρώτου ανθρώπου στο διάστημα και επαναφορά του στο έδαφος.

Η Σοβιετική Ένωση με το πρόγραμμα Vostok, σχεδιασμένο για την αποστολή του πρώτου ανθρώπου στο διάστημα και σε τροχιά γύρω από τη Γή, κατάφερε να στείλει τον κοσμοναύτη Yuri Gagarin στο διάστημα στις 12 Απριλίου του 1961 με το διαστημόπλοιο Vostok 1. Το διαστημόπλοιο εκτοξεύθηκε με μία παραλλαγή του βαλλιστικού πυραύλου R-7 από και αφού εκτέλεσε μία πλήρη περιστροφή σε χαμηλού υψομέτρου τροχιά, ο Yuri Gagarin επέστρεψε στη Γή, σε Σοβιετικό έδαφος χρησιμοποιώντας αλεξίπτωτο καθώς το Vostok 1 δεν ήταν σχεδιασμένο για ομαλή προσγείωση. Οι Η.Π.Α με την NASA να αναλαμβάνει αυτή την αποστολή με το πρόγραμμα Mercury, κατάφερε να στείλει τον πρώτο Αμερικάνο Alan Shepard αργότερα, στις 5 Μαΐου του 1961 σε μία ημιτροχιακή πτήση 15 λεπτών με το διαστημόπλοιο Freedom 7, επιστέφοντας πίσω στο έδαφος.



Εικόνα 1.2 Αντίγραφο διαστημόπλοιου Vostok

1.3 Αποστολές Ανθρώπων στη Σελήνη

Ύστερα από την επιτυχία της Σοβιετικής Ένωσης να στείλει σε τροχιά γύρω από τη Γη τον πρώτο άνθρωπο, ο 35^{ος} πρόεδρος των Η.Π.Α. John Kennedy ανακοίνωσε στις 25 Μαΐου του 1961 ότι η NASA θα στείλει και θα προσγειώσει ανθρώπους στη Σελήνη πριν τελειώσει η δεκαετία. Παρόλο που η Σοβιετική Ένωση ήταν μπροστά στον αγώνα για το διάστημα με τα επιτεύγματά της, η αποστολή στη Σελήνη απαιτούσε περισσότερη ενέργεια από τον πύραυλο R-7 και νέα διαστημικά οχήματα με δυνατότητες προσγείωσης και απογείωσης από την επιφάνεια της Σελήνης, ήταν ευκαιρία για τις Η.Π.Α. να φτάσουν πρώτοι.

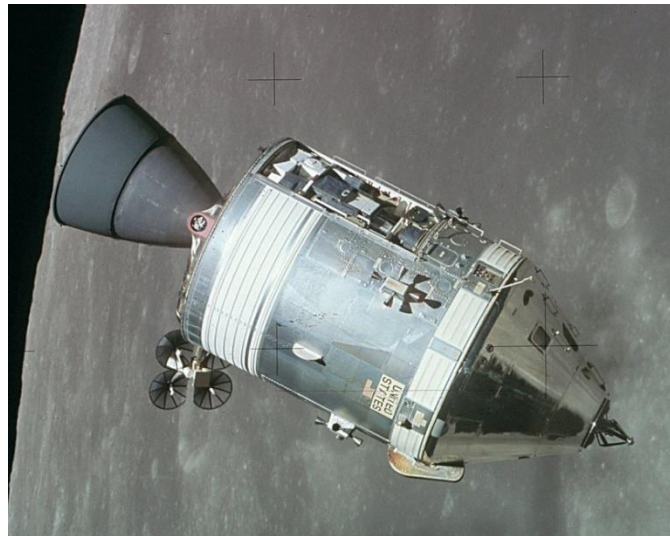
Το πρόγραμμα της NASA «Apollo» περιείχε ένα νέο όχημα εκτόξευσης τριών σταδίων, ύψους 110,6 μέτρων με πέντε κινητήρες με 33.000 kN προωθητικής δύναμης, εκατό φορές μεγαλύτερη ισχύς από τον πύραυλο redstone του προγράμματος Mercury. Για το διαστημόπλοιο υπήρχε ο περιορισμός ότι έπρεπε να μπορεί να σταλθεί με έναν πύραυλο, αντί πολλαπλών και να συναρμολογηθεί σε τροχιά. Το διαστημόπλοιο Apollo αποτελείται από τρία βασικά τμήματα :

- **Τμήμα κυβέρνησης** με τρεις θέσεις όπου διαμένουν οι αστροναύτες το μεγαλύτερο διάστημα της αποστολής
- **Τμήμα υποστήριξης** δρα ως τροχιακό, εφοδιασμένο με απαραίτητο εξοπλισμό και προωθητικούς κινητήρες, συνδεδεμένο με το τμήμα κυβέρνησης στο κάτω μέρος του, με δυνατότητα ελιγμών για τοποθέτηση του τμήματος της Σελήνης σε τροχιά γύρω από αυτήν και παραμονή σε αυτή έως ότου επιστρέψει το τμήμα της Σελήνης.
- **Τμήμα Σελήνης** είναι προσγειωτικό και είναι το μόνο μέρος που φτάνει στην επιφάνεια της Σελήνης. Σε αυτό επιβαίνουν οι δύο από τους τρεις αστροναύτες για να προσγειωθούν με το τμήμα να χωρίζεται στο πάνω και το κάτω μέρος, όπου το κάτω μέρος παραμένει στη Σελήνη αφότου αναχωρήσουν οι αστροναύτες με το πάνω μέρος και βρεθούν σε τροχιά μαζί με το διαστημόπλοιο που έχει παραμείνει σε τροχιά.

Κατά την διάρκεια του προγράμματος, με πολλαπλές αποστολές, έγινε εφικτή η τοποθέτηση και δοκιμή του τμήματος της Σελήνης με την Apollo 9 σε τροχιά γύρω από τη Γη, ενώ η Apollo 10 μπήκε σε τροχιά γύρω από τη Σελήνη με απόσταση 15.200 μέτρων πάνω από την επιφάνειά της. Η πρώτη αποστολή που θα επιχειρούσε την προσγείωση ήταν η Apollo 11 στις 16 Ιουλίου του 1969. Το πλήρωμα της Apollo 11 αποτελούνταν από τους αστροναύτες Neil Armstrong, ο κυβερνήτης του τμήματος της Σελήνης κατά την προσγείωση του, τον Buzz Aldrin επίσης επιβαίνων μαζί με τον Armstrong και τον Michael Collins, ο οποίος θα παρέμενε στο διαστημόπλοιο και συγκεκριμένα στο τμήμα κυβέρνησης στην τροχιά της Σελήνης αναμένοντας την επιστροφή του υπόλοιπου πληρώματος.

Το τμήμα της Σελήνης μαζί με τους δύο Αμερικάνους αστροναύτες, προσγειώθηκε στην επιφάνεια της Σελήνης στις 20 Ιουλίου, με τον Neil Armstrong να κάνει το πρώτο βήμα του ανθρώπου σε άλλο ουράνιο σώμα, με τα λόγια 'That's one step for man, one giant leap for mankind.' δηλαδή ένα μικρό βήμα για έναν άνθρωπο, ένα μεγάλο βήμα για την ανθρωπότητα. Κατά την εξερεύνηση του εδάφους, συλλέχθηκαν συνολικά 21.7 κιλά δειγμάτων από την επιφάνεια της Σελήνης από τους δύο αστροναύτες που επέστρεψαν με το άνω μέρος του τμήματος της Σελήνης σε τροχιά μαζί με το διαστημόπλοιο και τον Collins για επιστροφή στη Γη στις 24 Ιουλίου.

Μετά την επιτυχία του Apollo 11 ακολούθησαν άλλες έξι αποστολές Apollo, με τις τρεις τελευταίες, Apollo 15, Apollo 16, και Apollo 17, να περιλαμβάνουν ένα μικρό διαστημικό όχημα το οποίο θα επέτρεπε την περαιτέρω εξερεύνηση της Σελήνης μέσω μεταφοράς πληρώματος και αποθήκευση εξοπλισμού και δειγμάτων.



Εικόνα 1.3 Διαστημόπλοιο Apollo (τμήμα υποστήριξης συνδεδεμένο με το τμήμα κυβέρνησης)

Κεφάλαιο 2 – Διαστημικά οχήματα

2.1 Ορισμός διαστημικού οχήματος (Rover)

Διαστημικό ονομάζεται ένα όχημα το οποίο είναι σχεδιασμένο για να κινείται στην επιφάνεια πλανητών, δορυφόρων και άλλων ουράνιων σωμάτων όπως κομήτες. Τα οχήματα αυτά μπορούν να είναι επανδρωμένα (manned) ή μη-επανδρωμένα (unmanned) με δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου από τον χειριστή ή τους χειριστές, ακόμα και συνδυασμός των δύο.

2.2 Πρώτα διαστημικά οχήματα

Στην ανάγκη των διαστημικών αποστολών να μπορούν να διεξάγουν όση περισσότερη έρευνα μπορούν, χρειαζόταν να αναπτυχθεί ένα όχημα εξερεύνησης της επιφάνειας ουράνιων σωμάτων, το οποίο θα επέτρεπε την μεταφορά των αστροναυτών και εξοπλισμού τους ή και τον απομακρυσμένο έλεγχο του από την Γη όταν αυτό βρισκόταν σε άλλο σώμα.

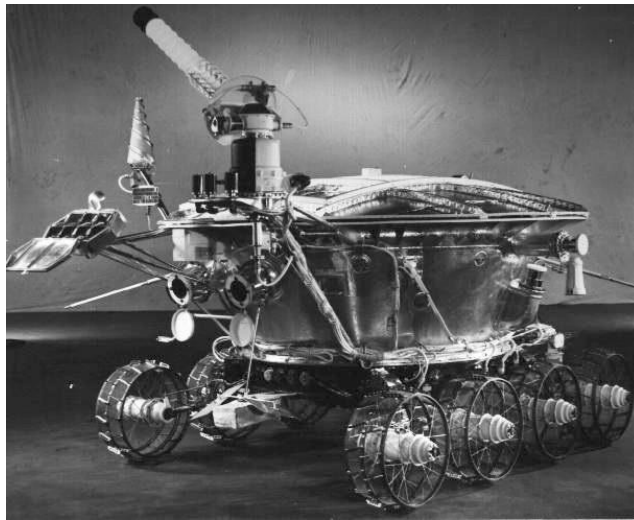
Η Σοβιετική Ένωση, με πολλαπλές μη επιτυχημένες δοκιμές για να στείλει ανθρώπους στη Σελήνη, αποφάσισε να συγκεντρωθεί σε άλλου τύπου αποστολές όπως την κατασκευή ενός οχήματος, που θα μπορούσε να προσγειωθεί και να κινείται στην επιφάνειά της. Το 1969 πρόγραμμα με την ονομασία «Lunokhod» έφερε εις πέρας την κατασκευή του οχήματος Lunokhod 201 για αποστολή στη Σελήνη, όμως κατά την εκτόξευση στις 19 Φεβρουαρίου της ίδιας χρονιάς, ο πύραυλος που θα το έστειλε ανατινάχθηκε με αποτέλεσμα να καταστραφεί και το όχημα.

Αμέσως μετά το ατύχημα, ξεκίνησαν εργασίες για παραγωγή ενός ακόμα ίδου οχήματος, του Lunokhod 1 που με το διαστημόπλοιο Luna 17 κατάφεραν στις 15 Νοεμβρίου του 1970 να μπουν σε τροχιά γύρω από την Σελήνη και στις 17 Νοεμβρίου να προσγειωθεί στην επιφάνειά της, κάνοντας το Lunokhod 1 το πρώτο διαστημικό ρομποτικό όχημα απομακρυσμένου ελέγχου που προσγειώνεται σε άλλο σώμα. Το όχημα άντεξε για έντεκα σεληνιακές μέρες, (322 μέρες) ενώ ήταν σχεδιασμένο για μόνο τρεις και σε αυτή την περίοδο κατάφερε να διανύσει πάνω από 10 χιλιόμετρα, να στείλει πάνω από 20.000 φωτογραφίες, 206 υψηλής ανάλυσης πανοραμικές φωτογραφίες και 25 αναλύσεις εδάφους σε 500 διαφορετικές τοποθεσίες με τον τελευταίο έλεγχο του οχήματος στις 14 Σεπτεμβρίου του 1971.

Δύο χρόνια αργότερα, στις 15 Ιανουαρίου, προσγειώνεται στη Σελήνη το Lunokhod 2, πιο αναβαθμισμένο από το πρώτο όχημα. Στην τετράμηνη διάρκεια της αποστολής του, το Lunokhod 2 διένυσε 37 χιλιόμετρα, αποστέλλοντας πάνω από 80.000 τηλεοπτικές μαζί με 86 πανοραμικές φωτογραφίες της επιφάνειας και κατέγραψε 740 μηχανολογικά και χημικά πειράματα στο έδαφος.

2.2.1 Ο σχεδιασμός του Lunokhod

Το κεντρικό μέρος του Lunokhod ήταν ένα κυλινδρικό κέλυφος με καπάκι στην οροφή του, σχεδιασμένο από τον Alexander Kemurdzhian. Το μέγεθος του οχήματος ήταν περίπου 170 εκατοστά μήκος, 160 εκατοστά πλάτος και 135 εκατοστά ύψος με συνολικό βάρος 840 κιλών και οκτώ ρόδες οι οποίες είχαν ανεξάρτητο ηλεκτρικό κινητήρα, φρένο και ανάρτηση. Η ηλεκτρική ενέργεια προερχόταν από μπαταρίες που φόρτιζαν με το ηλιακό πάνελ του οχήματος το οποίο βρισκόταν μέσα στο κέλυφος όταν άνοιγε κατά την διάρκεια της Σεληνιακής ημέρας. Το όχημα ήταν σχεδιασμένο και κατασκευασμένο από την NPO Lavochkin υπό τον αρχιμηχανικό Georgy Babakin.



Εικόνα 2.1 Το πρώτο διαστημικό όχημα Lunokhod

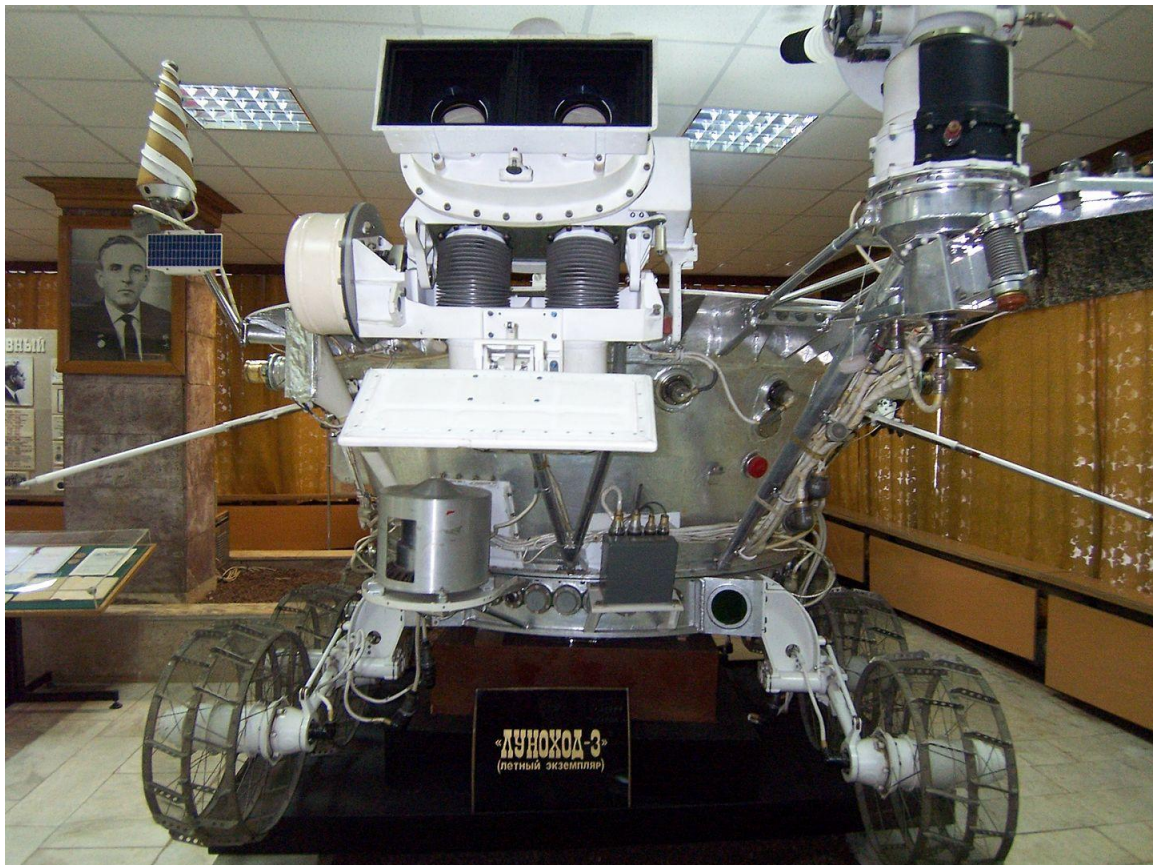


Εικόνα 2.2 Διαστημικό όχημα Lunokhod 3 (Πίσω δεξιά όψη)

2.2.2 Εξοπλισμός του Lunokhod

Το Lunokhod ήταν εξοπλισμένο με :

- κάμερες (δύο κάμερες τηλεόρασης και τέσσερα πανοραμικά τηλεφωτόμετρα)
- φασματόμετρο RIFMA
- τηλεσκόπιο ακτίνων X
- οδόμετρο PROP
- πενετρόμετρο PROP
- ανιχνευτή ακτινοβολίας RV-2N-LS
- αντανακλαστήρα TL laser
- ορατό και υπεριώδες αστροφωτόμετρο AF-3L
- μαγνητόμετρο SG-70A
- αισθητήρα φωτός Rubin 1



Εικόνα 2.3 Διαστημικό όχημα Lunokhod 3 (πρόσοψη)

2.3 Διαστημικό όχημα Σελήνης LRV

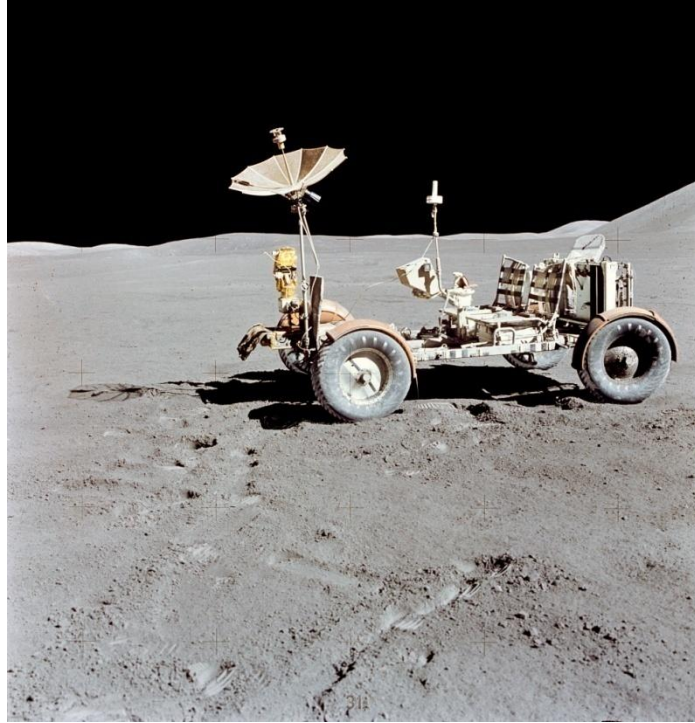
Πριν τις προσεληνώσεις του προγράμματος Apollo υπήρχε η ιδέα για ένα διαστημικό όχημα που θα βοηθούσε τους αστροναύτες του προγράμματος να εξερευνήσουν τη Σελήνη πιο αποτελεσματικά.

Το κέντρο διαστημικών πτήσεων Marshall της NASA (MSFC), όπου είχε αναλάβει και την μελέτη του πυραύλου εκτόξευσης Saturn του Apollo, είχε ξεκινήσει και τις μελέτες για μία ιδέα του διαστημικού οχήματος του προγράμματος. Το όχημα ήταν μελετημένο και σχεδιασμένο με την προϋπόθεση ότι για κάθε αποστολή θα γινόταν διπλή εκτόξευση με δύο πυραύλους Saturn με τον έναν να στέλνει το διαστημόπλοιο με το πλήρωμα και το άλλο, το διαστημικό όχημα με τον εξοπλισμό που απαιτείται. Παρόλο που είχε ξεκινήσει η παραγωγή του οχήματος το 1964 με την Bendix και την Boeing να αναλαμβάνουν το έργο, η κυβέρνηση περιόρισε το κόστος του προγράμματος με την διπλή εκτόξευση να μην γίνεται εφικτή, με αποτέλεσμα το Marshall να μελετά για νέο μικρότερο όχημα με την βοήθεια της Brown Engineering Company. Το νέο όχημα θα αποστέλλονταν προσκολλημένο με το τμήμα της Σελήνης έως την προσεληνώση του.

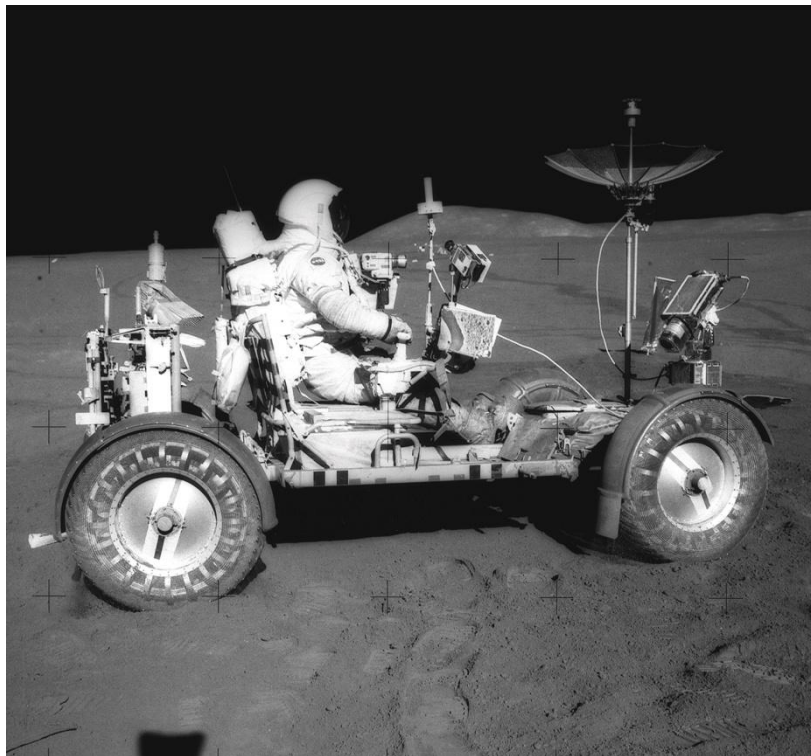
Τον Ιούλιο του 1969 το Marshall εξέδωσε αίτημα για την τελική ανάπτυξη και δημιουργία του Apollo Lunar Roving Vehicle, με τις εταιρίες Bendix, Boeing, Chrysler και Buman να στέλνουν τις προσφορές τους. Έπειτα από τρεις μήνες αξιολογήσεων των προσφορών το Marshall έθεσε την Boeing ως διευθύνων εταιρία του έργου και κατασκευαστή των ηλεκτρονικών συστημάτων και πλοήγησης ενώ η General Motors ανέλαβε την κατασκευή του συστήματος κίνησης ως ειδικός στον τομέα, με την συναρμολόγηση να γίνεται σε εγκαταστάσεις της Boeing. Συνολικά κατασκευάστηκαν τέσσερα διαστημικά οχήματα LRV τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στις αποστολές Apollo 15, Apollo 16, Apollo 17 με το τέταρτο όχημα να χρησιμοποιείται για ανταλλακτικά καθώς είχαν ακυρωθεί περαιτέρω αποστολές του προγράμματος.

Το αρχικό κόστος και τιμή του συμβολαίου με την Boeing ήταν στα 19 εκατομμύρια δολάρια Αμερικής με παραλαβή του οχήματος την 1^η Απριλίου του 1971 αλλά κατά την μελέτη και παραγωγή του οχήματος η τιμή του κόστους έφτασε τα 38 εκατομμύρια δολάρια, όσο περίπου είχε υπολογίσει η NASA εξ αρχής.

Το LRV όπως ήταν σχεδιασμένο, πρόσφερε μεγαλύτερη εμβέλεια έρευνας και δυνατότητες γρηγορότερης μετακίνησης στους αστροναύτες, καθώς και την μεταφορά φορτίου χωρίς την ανάγκη συχνών επιστροφών στο σημείο προσγείωσης. Όμως για λόγους ασφαλείας, οι αστροναύτες δεν το οδήγησαν σε μεγαλύτερη απόσταση από αυτή που μπορούσαν να καλύψουν μόνοι τους, σε περίπτωση που το όχημα έβγαζε βλάβη κατά την αποστολή. Παρόλα αυτά τα οχήματα απέδιδαν όπως έπρεπε με τους αστροναύτες των επόμενων αποστολών που είχαν το όχημα, να καλύπτουν μεγαλύτερη απόσταση από το σημείο προσγείωσης.



Εικόνα 2.4 Διαστημικό όχημα Apollo LRV στη Σελήνη (Αποστολή Apollo 15)



Εικόνα 2.5 LRV με οδηγό τον αστροναύτη David Scott (Αποστολή Apollo 15)

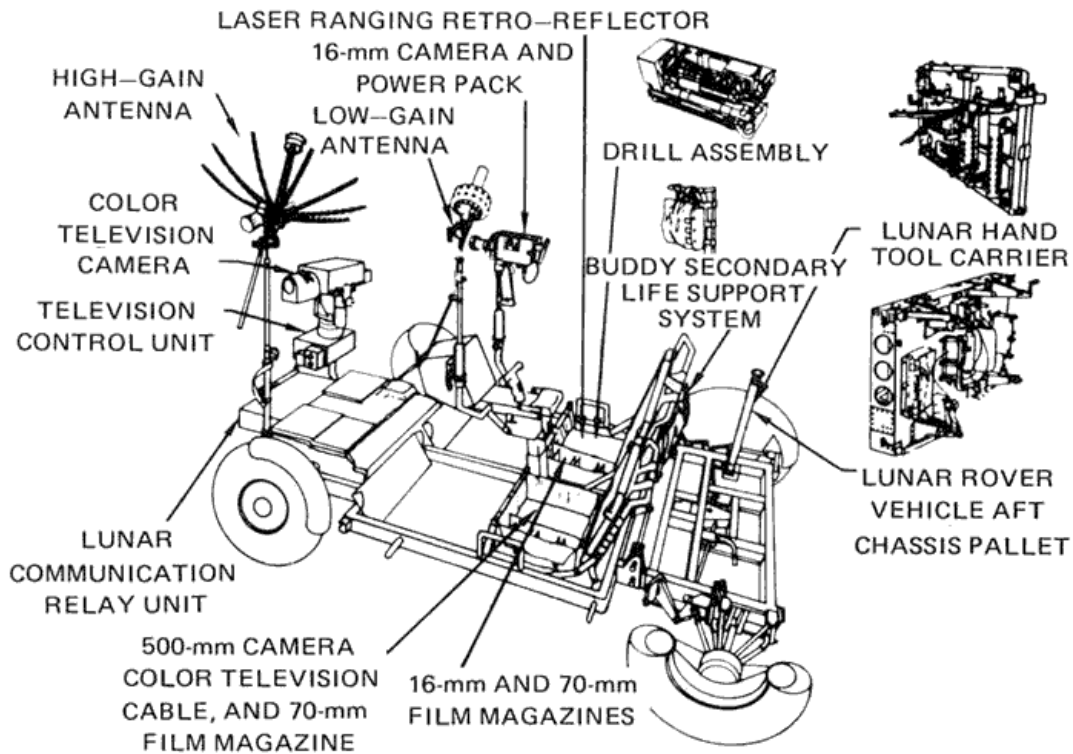
2.3.1 Χαρακτηριστικά του LRV

Το LRV με τον περιορισμό ότι θα στελνόταν μαζί με το τμήμα της Σελήνης, έπρεπε να είναι πιο συμπαγές και ελαφρύ χωρίς αυτό να επηρεάζει τις λειτουργίες του. Το συνολικό βάρος του οχήματος ήταν 210 κιλά ενώ ήταν σχεδιασμένο να μεταφέρει επιπλέον 490 κιλά στην Σελήνη.

Το πλαίσιο του ήταν φτιαγμένο από κράμα αλουμινίου 2219 με 3,1 μέτρα μήκος αποτελούμενο από τρία μέρη με συνδέσμους στη μέση ώστε να διπλώνει για να κρεμιέται μέσα στον προσγειωτή και μήκος μεταξονίου στα 2.3 μέτρα.

Οι τέσσερις ρόδες διαμέτρου 81,8 εκατοστά και πλάτος 23 εκατοστά, είχαν λάστιχα από πλεκτό χαλύβδινο σύρμα με τις πλάκες τιτανίου να καλύπτουν το 50% της περιοχής επαφής για καλύτερη πρόσφυση. Κάθε ρόδα είχε τον δικό της ηλεκτρικό κινητήρα με 0.25 hp και 10.000 στροφών και ανεξάρτητο μηχανικό φρένο, τροφοδοτούμενο από δύο μη επαναφορτιζόμενες μπαταρίες των 36V με χωρητικότητα 121 AH, οι οποίες τροφοδοτούσαν και τον αναμεταδότη επικοινωνιών με τις κεραίες και την κάμερα.

Ο έλεγχος του οχήματος γινόταν με χρήση ενός χειροκίνητου μοχλού σε μορφή T, μεταξύ των δύο καθισμάτων. Οι θρόνοι περιείχαν πληροφορίες από τα όργανα μέτρησης όπως την ταχύτητα και την απόσταση που έχει καλύψει, τις οποίες έπαιρνε ο ενσωματωμένος υπολογιστής και υπολόγιζε την κατεύθυνση και απόσταση πίσω στο τμήμα Σελήνης.



Εικόνα 2.6 Διάγραμμα εξοπλισμού LRV

Κεφάλαιο 3 – Ανάγκες σχεδιασμού διαστημικού οχήματος

Για τον σχεδιασμό ενός οχήματος που θα χρησιμοποιηθεί για εξωγήινες κυρίως αποστολές εξερεύνησης πλανητών, θα πρέπει πρώτα να αναγνωρίσουμε και να μελετήσουμε τις ανάγκες ύπαρξής του, τα προβλήματα που μπορεί να λύσει αλλά και τις ευκαιρίες που θα δώσει σε μεταγενέστερες αποστολές.

3.1 Κατανόηση περιορισμών προσγειωτή

Η αποστολή αστροναυτών και εξοπλισμού σε εξωγήινα σώματα όπως για παράδειγμα στη Σελήνη, γίνεται μέσω οχημάτων εκτόξευσης (πύραυλοι) τα οποία μεταφέρουν το διαστημόπλοιο όπου επιβαίνουν οι αστροναύτες και ο εξοπλισμός τους για να εκπληρώσουν την αποστολή τους. Το διαστημόπλοιο αποτελείται από δύο κυρίως τμήματα, τον προσγειωτή (lander) με σκοπό την προσεδάφιση των επιβαίνων αστροναυτών στην επιφάνεια του σώματος σε συγκεκριμένο σημείο και το τροχιακό τμήμα (orbiter), το οποίο συνδέεται με τον προσγειωτή και τον τοποθετεί στην επιθυμητή τροχιά πριν την προσγείωση του. Η τοποθεσία που θα γίνει η προσγείωση είναι πάντα προμελετημένη με τον προσγειωτή, και στατική διότι δεν μπορεί να αλλάξει ύστερα από την προσγείωση του καθώς απαιτείται σημαντική ποσότητα ενέργειας για την χρήση των κινητήρων, για να απογειωθεί και να επαναπροσγειωθεί στη νέα θέση, η οποία ενέργεια είναι δεσμευμένη για την επαναφορά στην τροχιά του orbiter και την επιστροφή στη Γή. Με αυτό τον περιορισμό, οι αστροναύτες μπορούν να διεξάγουν τις έρευνες και τα πειράματα τους σε συγκεκριμένη απόσταση από τον προσγειωτή για λόγους προσβασιμότητας σε εργαλεία, εξοπλισμό και ζωτικών αναγκών.



Εικόνα 3.1 Τμήμα Σελήνης (Αποστολή Apollo 11)

3.2 Σκοπός των διαστημικών οχημάτων

Τα διαστημικά οχήματα είναι ένα σημαντικό εργαλείο της εξερεύνησης του διαστήματος. Ο σχεδιασμός ενός οχήματος ξεκινά από τον γενικό στόχο της αποστολής και πως αυτός μπορεί να επιτευχθεί πιο αποτελεσματικά και με ποια χρήση ενός τέτοιου οχήματος.

Τύποι αυτών όπως τα μη επανδρωμένα οχήματα εξοπλισμένα με όργανα μέτρησης και πειραμάτων, επιτρέπουν την συλλογή στερεών και υγρών δειγμάτων της επιφάνειας, ανάλυση της ατμόσφαιρας και άλλων μετρήσεων. Αυτά τα δεδομένα αναλύονται από τις ομάδες επιστημόνων, μηχανικών και σχεδιαστών των διαστημικών υπηρεσιών, ώστε να διεξάγουν μελέτες για αναβάθμιση υπάρχων και τεχνολογιών που θα βοηθήσουν στην περαιτέρω συλλογή και εξερεύνηση του σώματος που μελετάται. Πληροφορίες όπως την σύνθεση του εδάφους για παράδειγμα, είναι σημαντικές για την καλύτερη σχεδίαση και κατασκευή των τροχών και ελαστικών των διαστημικών οχημάτων καθώς και των στολών των αστροναυτών που θα πρέπει να μεταβούν στην περιοχή.

Άλλα οχήματα, είναι σχεδιασμένα για μεταφορά αστροναυτών και εξοπλισμού, αναβαθμίζοντας την εμβέλεια τους, καλύπτοντας έτσι περισσότερη περιοχή με λιγότερο αριθμό αποστολών και εκτοξεύσεων. Τέτοιου τύπου οχήματα μεταφοράς αστροναυτών είναι χρήσιμα και για μελλοντικές αποστολές κατοίκησης σε άλλο σώμα όπου η μεταφορά ανθρώπων θα είναι συχνή, από το σημείο προσγείωσης ενός διαστημοπλοίου προς στη βάση.

Η ανάπτυξη οχημάτων για συνεχή χρήση θα εξαρτάται και από την μελέτη της βάσης και μελλοντικών διαστημοπλοίων για την μεταφορά από την Γη σε άλλο σώμα και το πως αυτά θα συνεργάζονται μεταξύ τους.

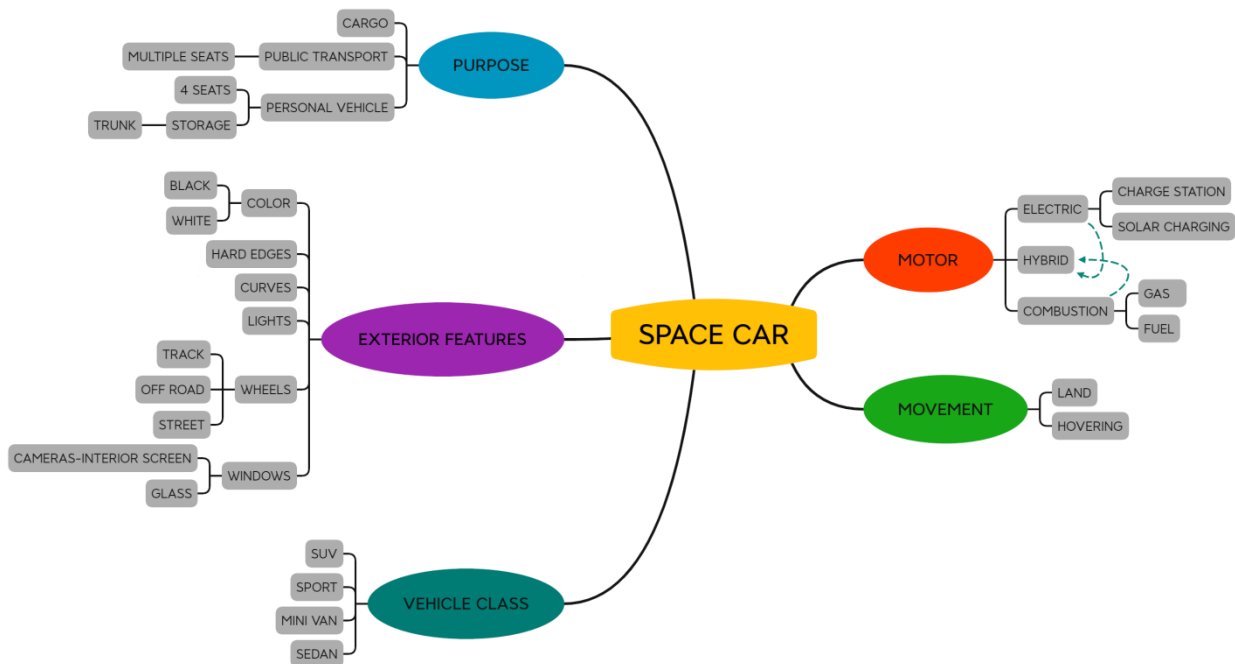
Κεφάλαιο 4 – Σύλληψη ιδέας

4.1 Έννοια του Mind map

Το mind map είναι ένα διάγραμμα πληροφοριών με κέντρο του το βασικό θέμα, περιμετρικά από το θέμα συνδέονται πληροφορίες και ιδέες που σχετίζονται με αυτό στις οποίες ιεραρχικά ανήκουν επιπλέον άλλες πληροφορίες. Επιλέγοντας λοιπόν διάφορες πληροφορίες-ιδέες μέσα από το διάγραμμα και αναλύοντας τη σύνδεση μεταξύ τους, δημιουργούνται διάφοροι οδοί από τις μακρινότερες πληροφορίες του διαγράμματος, προς την κεντρική ιδέα με αποτέλεσμα να αποκτήσει ένα νόημα ή εικόνα του θέματος.

4.2 Mind map διαστημικού οχήματος

Το παρακάτω mind map δημιουργήθηκε με κεντρικό θέμα «Space car», που είναι η ιδέα για τον σχεδιασμό του αυτοκινήτου μας. Γύρω από την κεντρική ιδέα προστέθηκαν βασικά θέματα ως πληροφορίες, όπως ο κινητήρας, τρόπος κίνησης, κλάση οχήματος, εξωτερικά χαρακτηριστικά και ο σκοπός-χρήση του οχήματος. Συνδεμένα πάνω σε αυτά τα βασικά θέματα, είναι πληροφορίες που εμβαθύνουν στο νόημα κάθε ομάδας θέματος, κάνοντας πιο ευρείες τις επιλογές σύνδεσης πληροφοριών και κατάληξης σε διάφορες τελικές ιδέες.



Εικόνα 4.1 Mind map space car

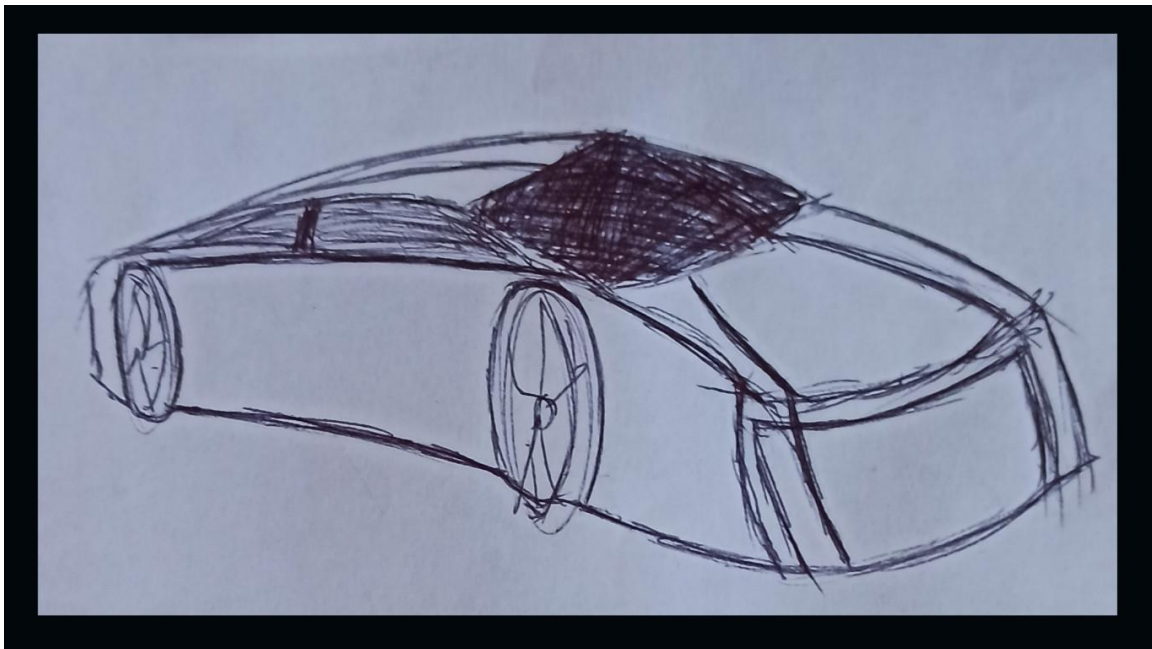
Κεφάλαιο 5 –Σχεδιασμός οχήματος

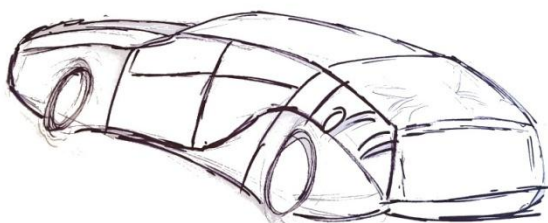
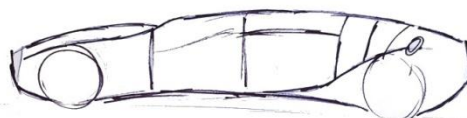
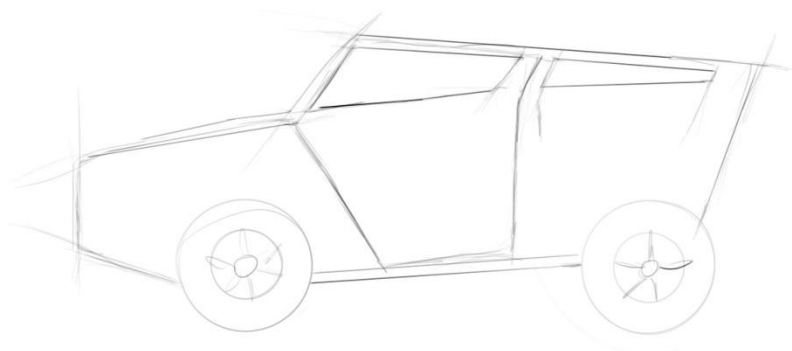
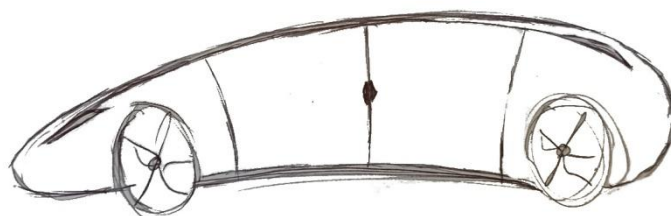
Με τις πληροφορίες δομημένες στο mind map έχουμε εικόνα για τα βασικά τμήματα που αποτελούν ένα διαστημικό όχημα και αναλόγως την χρήση του μπορούμε να παράγουμε κάποιες βασικές ιδέες.

5.1 Αρχικές ιδέες

Οι πρώτες ιδέες ήταν γύρω από την αποίκηση των ανθρώπων σε ουράνια σώματα πέρα της Γης που περιλάμβαναν δυνατότητες όπως μεταφορά ατόμων, προσωπικών αντικειμένων και εξοπλισμού αλλά και την χρήση σε δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης των επιφανειακών βάσεων.

5.1.1 Σκίτσα στο χέρι και σε υπολογιστή





Αποτυπώνοντας τις ιδέες σε σκίτσα μπορούμε να έχουμε οπτικά σημεία αναφοράς που θα βοηθήσουν στην σχεδίαση του τρισδιάστατου μοντέλου.

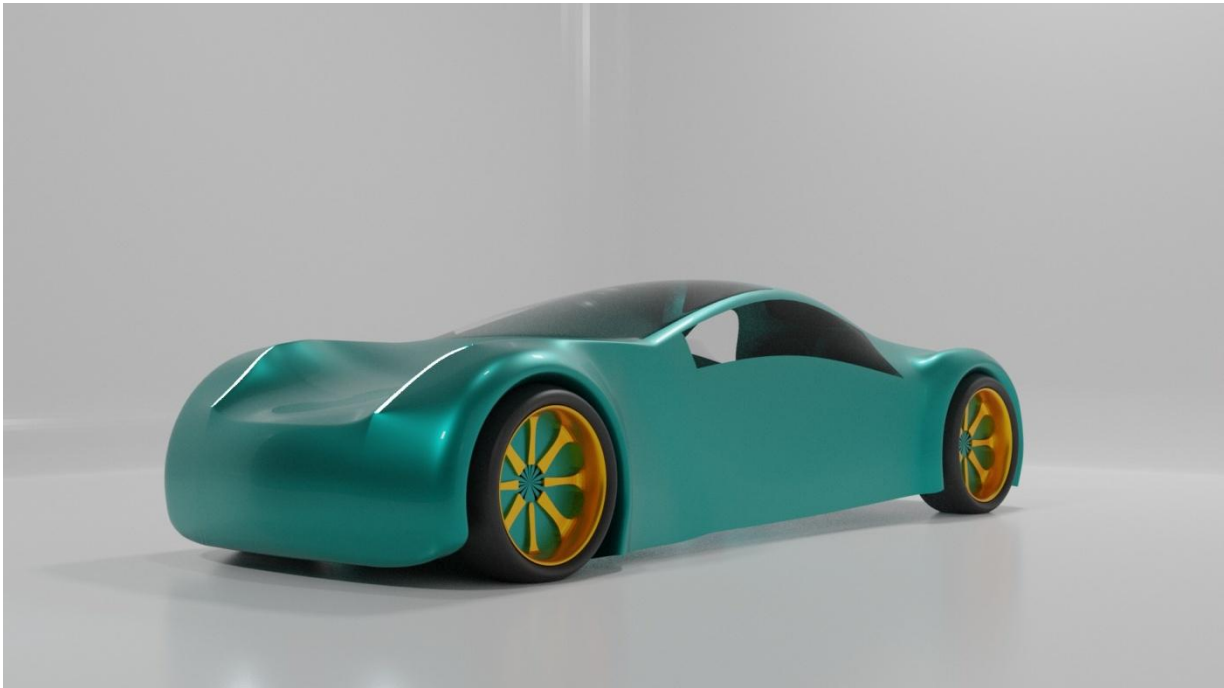
5.1.2 Τρισδιάστατη σχεδίαση μοντέλων οχήματος

Το επόμενο βήμα είναι σχεδίαση σε πρόγραμμα τρισδιάστατου σχεδιασμού οχήματα με επιρροές από τα παραπάνω σκίτσα και με την βοήθεια του mind map μπορούμε να προσθέσουμε λεπτομέρειες με βάση την χρήση που προορίζεται το όχημα.

Σχεδιάστηκαν τρισδιάστατα μερικές από τις ιδέες οχημάτων πριν το τελικό μοντέλο που θα κατασκευαστεί.

5.1.2.1 Όχημα προσωπικής χρήσης

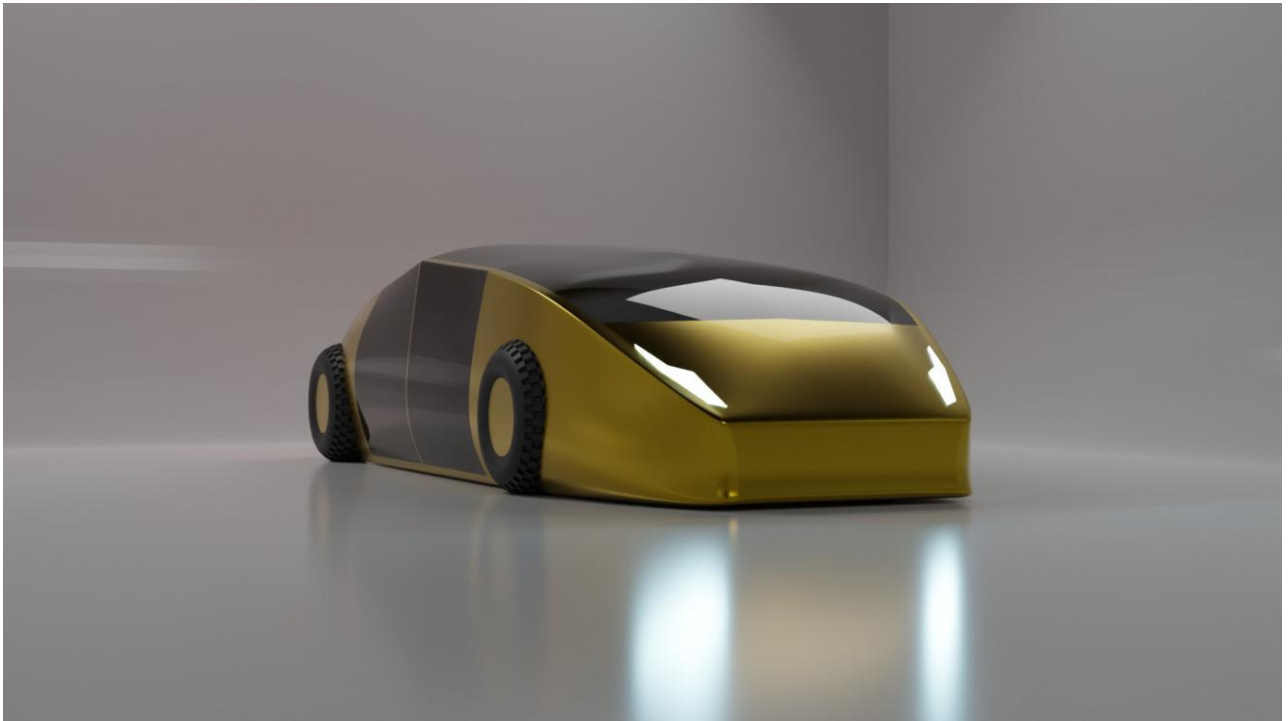
Με την αποίκηση των ανθρώπων σε εξωγήινα σώματα, η μεταφορά τους παίζει σημαντικό ρόλο στη καθημερινότητα και στην ποιότητα ζωής. Το όχημα προσωπικής χρήσης σχεδιάστηκε με γνώμονα την οδήγηση σε ομαλό δρόμο με υψηλές ταχύτητες.



Εικόνα 5.1 Τρισδιάστατος σχεδιασμός ιδέας οχήματος προσωπικής χρήσης

5.1.2.2 Αυτόνομο όχημα μεταφοράς πολλαπλών ατόμων (drone)

Με την δημιουργία πολλαπλών εγκαταστάσεων και βάσεων, απαιτείται η μεταφορά πολλαπλών ατόμων σε κοινά μέρη, επομένως ένα όχημα που θα μπορεί να είναι αυτόνομο και να μεταφέρει πολλαπλά άτομα με ασφάλεια σε ομαλό δρόμο είναι χρήσιμο.



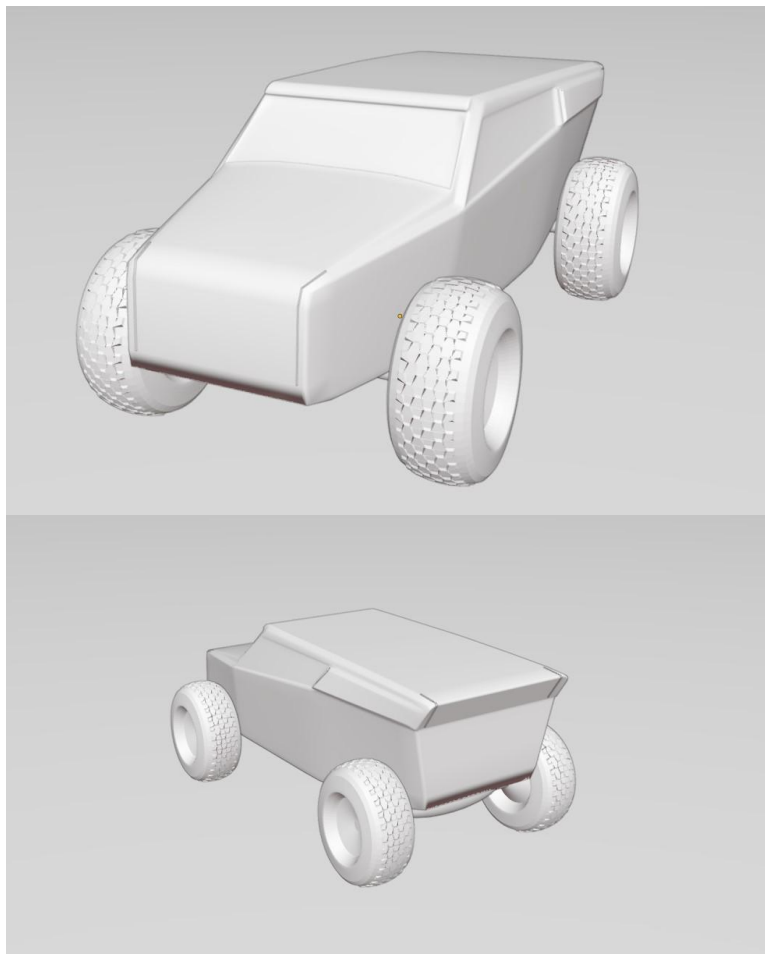
Εικόνα 5.2 Τρισδιάστατος σχεδιασμός ιδέας αυτόνομου οχήματος πολλαπλών ατόμων

5.2 Τελικό σχέδιο οχήματος

Το τελικό όχημα είναι συνδυασμός των παρακάτω λειτουργιών και χαρακτηριστικών :

- Μεταφορά αστροναυτών
- Αποθήκευση και μεταφορά εξοπλισμού
- Οδήγηση από επιβάτες και τηλεχειρισμό
- Οδήγηση σε ομαλό και ανώμαλο έδαφος
- Αεροστεγής κλειστή καμπίνα
- Ηλεκτρικός κινητήρας

Ο σκοπός αυτού του οχήματος είναι η μεταφορά των αστροναυτών σε σημεία εκτός του χώρου των βάσεων, σε περιοχές έρευνας που πιθανόν να είναι απρόσβατες, μεταφέροντας τον εξοπλισμό που θα χρειαστούν για την έρευνα. Η αεροστεγής καμπίνα επιτρέπει στους αστροναύτες να χρησιμοποιούν το διαθέσιμο οξυγόνο του οχήματος και όχι της στολής τους το οποίο απαιτείται κατά την διάρκεια της έρευνας σε εξωτερικό χώρο, αλλά και προστασία από την ατμόσφαιρα που μπορεί να περιέχει σκόνη και άλλα επιβλαβή στοιχεία.



Εικόνα 5.3 Τρισδιάστατος σχεδιασμός ιδέας οχήματος rc space rover

5.3 Φωτορεαλισμός rc space rover



Κεφάλαιο 6 – Παραγωγή μακέτας

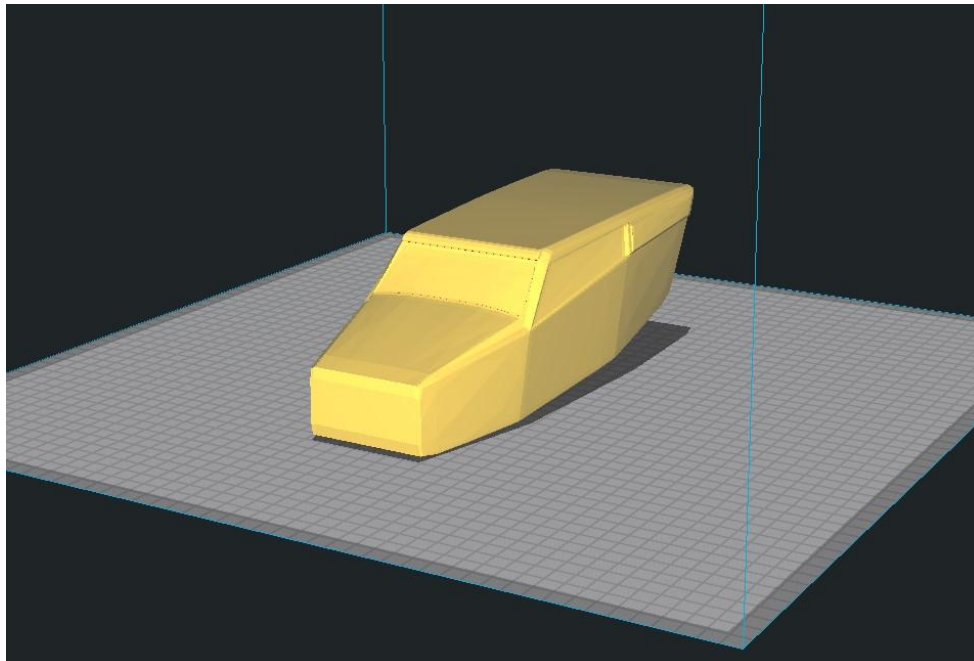
6.1 Μέθοδος παραγωγής

Για να παράγουμε το μοντέλο που σχεδιάσαμε σε πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης στον υπολογιστή, επιλέχτηκε η μέθοδος παραγωγής με την χρήση ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή καθώς ανταποκρινόταν στα παρακάτω κριτήρια :

- Εύκολα διαθέσιμο
- Παραγωγή με ακρίβεια
- Οικονομικό
- Μεγάλος αριθμός ρυθμίσεων παραγωγής

Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές είναι αρκετά διαδεδομένοι παγκοσμίως σε διάφορα μεγέθη, διαθέσιμα υλικά και ρυθμίσεις ανάλογα αν πρόκειται για επαγγελματική ή ερασιτεχνική χρήση.

Οι απαιτήσεις που έχει αυτή η μέθοδος από τον σχεδιαστή είναι το μέγεθος του μοντέλου να είναι μικρότερο από το μέγιστο μέγεθος εκτύπωσης που μπορεί να εκτυπώσει ο διαθέσιμος εκτυπωτής και επίσης το μοντέλο πρέπει να είναι «αεροστεγές». Ένα τρισδιάστατο μοντέλο λέγεται αεροστεγές όταν η εσωτερική γεωμετρία του είναι κλειστή από επιφάνειες χωρίς να υπάρχει κάποιο κενό σε αυτές ώστε να μπορεί το πρόγραμμα του εκτυπωτή (slicer) να το διαβάσει σωστά όταν το μετατρέπουμε από το αρχείο του προγράμματος σχεδίασης μας. Μετατρέποντας το αρχείο του μοντέλου μας σε αρχείο .stl (stereolithography) το οποίο μπορεί να καταλάβει το πρόγραμμα slicer του 3D εκτυπωτή, κάνουμε τις απαραίτητες ρυθμίσεις όπως σωστή κατεύθυνση του μοντέλου και το στέλνουμε για εκτύπωση.

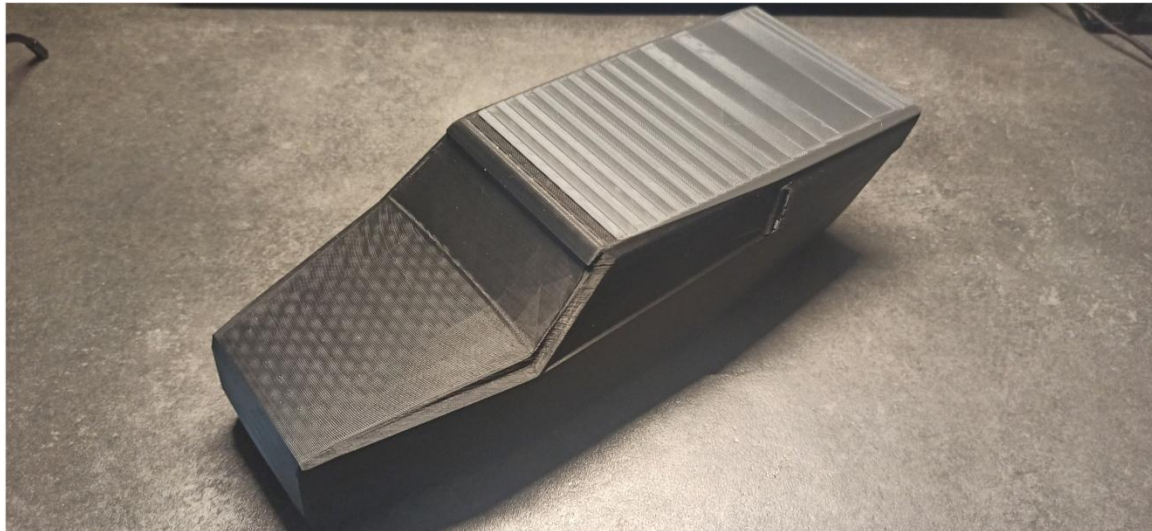
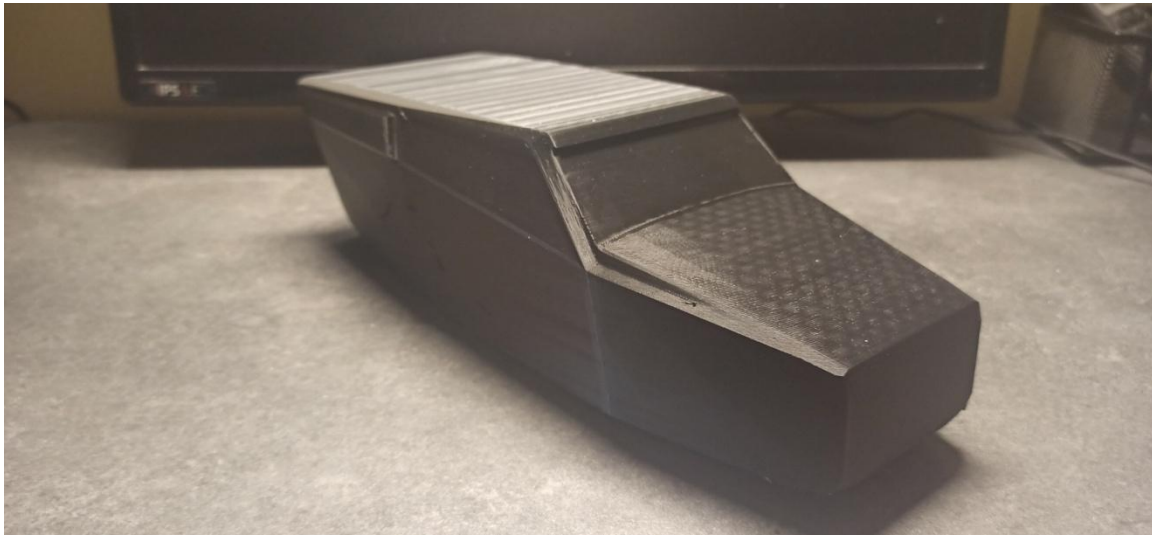


Εικόνα 6.1 Έλεγχος σχεδίου οχήματος στο περιβάλλον του slicer

6.2 Προϊόν τρισδιάστατου εκτυπωτή

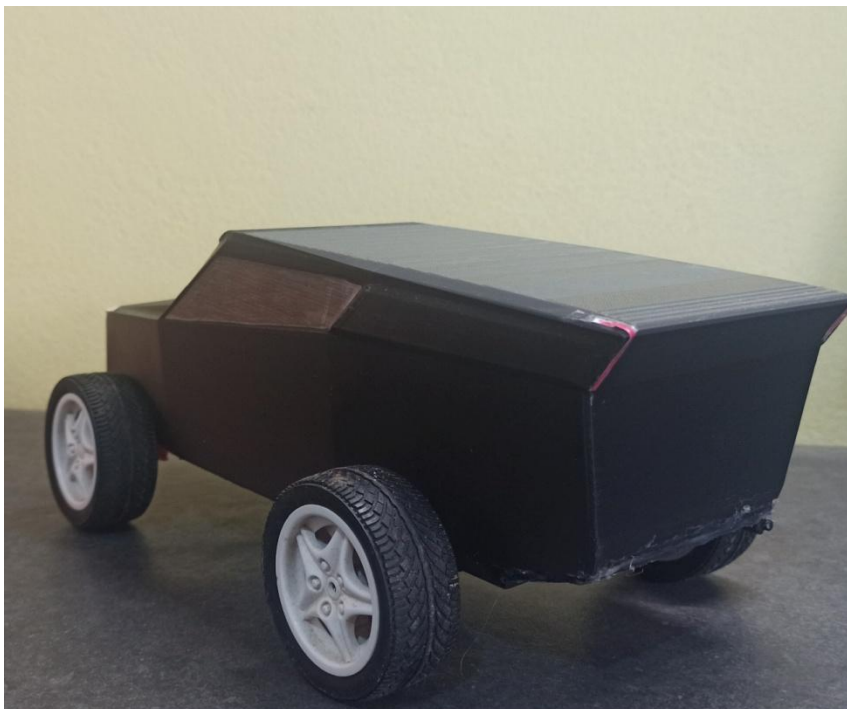
Το τελικό προϊόν του εκτυπωτή βγήκε ικανοποιητικό, χάνοντας ένα μικρό μέρος ακρίβειας λόγω της μετατροπής σε αρχείο .stl που υπολογίζει την γεωμετρία διαφορετικά από τα προγράμματα 3D σχεδιασμού αλλά και τον περιορισμό της εκτύπωσης με extrusion αντί resin.

Οι διαστάσεις του κεντρικού μέρους είναι μήκος 28εκ. Πλάτος 11.5εκ. και ύψος 11εκ.



6.3 Συναρμολόγηση μακέτας

Με το βασικό κομμάτι κατασκευασμένο και ένα σετ από μικρές ρόδες με άξονες, τα συνδέουμε όλα μαζί για το τελικό αποτέλεσμα.



Κεφάλαιο 7 - Συμπεράσματα

Κάθε κεφάλαιο-βήμα της εργασίας και γενικότερα του σχεδιασμού ενός προϊόντος είναι μία ξεχωριστή εμπειρία, που βάζει το μυαλό σε πολλούς διαφορετικούς τρόπους σκέψης, από την διερεύνηση του παρελθόντος και τις χρήσεις παρόμοιων προϊόντων, έως την κατασκευή της μακέτας.

Η όλη διαδικασία σχεδίασης του διαστημικού οχήματος ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα καθώς το θέμα της εξερεύνησης του διαστήματος μου κινούσε το ενδιαφέρον και μπόρεσα μέσω της παρούσας πτυχιακής να το συνδυάσω με τον βιομηχανικό σχεδιασμό.

Ο σχεδιασμός πολλαπλών διαφορετικού τύπου διαστημικών οχημάτων βοήθησε στην σχεδίαση του τελικού οχήματος λόγω των σκοπών για τους οποίους θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί.

Η παραγωγή μακέτας έπαιξε σημαντικό ρόλο στη σχεδίαση και χρειάστηκαν διορθώσεις στο μοντέλο για να βγει ένα καλό αποτέλεσμα, ένας περιορισμός που με βοήθησε να γίνει κατανοητή η σύνδεση του σχεδιασμού με την ικανότητα παραγωγής.

Βιβλιογραφία

1. <https://www.britannica.com/science/space-exploration/United-States>
2. <https://www.britannica.com/science/space-exploration>
3. <https://www.britannica.com/technology/Vostok-Soviet-spacecraft>
4. <https://www.space.com/24638-project-mercury.html>
5. <https://www.britannica.com/science/space-exploration/Mercury>
6. <https://solarsystem.nasa.gov/missions/lunokhod-01/in-depth/>
7. https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/multimedia/lroimages/lroc-20100318.html
8. https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo_lrv.html