

Σχ. Έτος 2022-2023

Γιώργος Μ.

**Π.Σ.Π.Α.**

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η ΣΕΛΗΝΑΚΑΤΟΣ



# Ευχαριστείες

---

Ευχαριστώ πολύ την δασκάλα μου, Αναστασία Αναστασιάδου, που με βοήθησε να σκεφτώ τι να κατασκευάσω και που με βοήθησε να κόψω μερικά ξυλά με το πριόνι.

Ευχαριστώ τους γονείς μου, που πήγαν να μου αγοράσουν τα εξαρτήματα που χρειαζόμουν και που με βοήθησαν σε μερικά δύσκολα κομμάτια της εργασίες μου.

Ευχαριστώ πολύ την συμμαθήτρια μου από το Γ1, Μαρίνα Κ., που με έστειλε μια εργασία της για να με βοηθήσει να γράψω την δικιά μου.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

## Περιεχόμενα

Η ανάλυση της τεχνολογικής ενότητας.....	4
Διαστημική τεχνολογία.....	4
Μηχανές.....	4
Μεταφορές.....	4
Ενέργεια.....	4
1.2 Ιστορική εξέλιξη της ενότητας.....	4
1.3 Σημασία της ενότητας στην κοινωνία, την οικονομία, το περιβάλλον και τον πολιτισμό...	5
1.4 Επαγγέλματα που συνδέονται με την ενότητα.....	6
Η ιστορική εξέλιξη του ατομικού έργου.....	7
ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΤΟΜΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ.....	9
Περιβάλλον.....	9
Κοινωνία.....	9
Οικονομία.....	10
Πολιτισμός.....	10
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ – ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ.....	11
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	15
ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ.....	16
Πύργος Διάσωσης (LAUNCH ESCAPE TOWER - LET).....	16
Το τμήμα Διακυβέρνησης (COMMAND MODULE ή CM).....	16
Το υπηρεσιακό τμήμα (SERVICE MODULE ή SM).....	18
Η Σεληνάκατος (LUNAR MODULE ή LM).....	18
Περιγραφή της διαδικασίας κατασκευής.....	21
Κατάλογος υλικών και εκτίμηση κόστους κατασκευής.....	22
Κατάλογος εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν.....	22
Βιβλιογραφία – πηγές πληροφόρησης.....	23



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

---

## Η ανάλυση της τεχνολογικής ενότητας

Για το μάθημα της τεχνολογίας, μετά από πολύ ψάξιμο, αποφάσισα να κατασκευάσω ένα moonlander, ή αλλιώς στα ελληνικά, σεληνάκατος. Αυτό χρησιμοποιείται για την προσεδάφιση σκαφών και οργάνων των διαστημικών εταιρειών στο φεγγάρι και σε άλλους πλανήτες. Θα το κατασκευάσω αυτό, καθώς μου αρέσει γενικότερα ότι έχει σχέση με το διάστημα και την διαστημική τεχνολογία και ιδιαίτερα τέτοιου είδους οχήματα και κατορθώματα.

### 1.1 Ορισμοί

Το έργο αυτό περιέχεται σε πολλές τεχνολογικές ενότητες και κυριότερα στις: διαστημική τεχνολογία, η ενότητα των μηχανών, η ενότητα των μεταφορών και η ενότητα της ενέργειας.

### Διαστημική τεχνολογία

Είναι η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τα ταξίδια ή τις δραστηριότητες έξω από την ατμόσφαιρα της Γης. Επίσης είναι χρήσιμη για διαστημικές πτήσεις ή για την εξερεύνηση του διαστήματος.

### Μηχανές

Μηχανή ονομάζουμε κάθε συσκευή που χρησιμοποιούμε για την παράγωγή έργου.

### Μεταφορές

Μέσο μεταφοράς αποτελεί οποιαδήποτε τεχνολογία για την μετακίνηση ανθρώπων και προϊόντων από το ένα μέρος στο άλλο.

### Ενέργεια

Η ενέργεια υπάρχει παντού γύρω μας σε διάφορες μορφές. Δεν κινείται και δεν μπορεί να φτιαχτεί. Μόνο μετατρέπεται από την μια μορφή στην άλλη.

## 1.2 Ιστορική εξέλιξη της ενότητας.

Η πρώτη χώρα στη Γη που έθεσε οποιαδήποτε τεχνολογία στο διάστημα ήταν η Σοβιετική Ένωση. Η ΕΣΣΔ έστειλε τον δορυφόρο Sputnik 1 στις 4 Οκτωβρίου 1957. Ζύγιζε περίπου 83 κιλά

και πιστεύεται ότι περιστρεφόταν γύρω από τη Γη σε υψόμετρο περίπου 250 χλμ. Είχε δύο πομπούς ραδιοσυχνοτήτων (20 και 40 MHz), οι οποίοι εξέπεμπαν ένα "μπιπ" που θα μπορούσαν να ακουστούν από ραδιόφωνα σε όλο τον κόσμο. Η ανάλυση των ραδιοσημάτων χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με την πυκνότητα ηλεκτρονίων της ιονόσφαιρας, ενώ τα δεδομένα θερμοκρασίας και πίεσης κωδικοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των ραδιοφώνων.

Η πρώτη επιτυχημένη ανθρώπινη διαστημική πτήση ήταν ο Vostok 1, που μετέφερε τον 27χρονο σοβιετικό κοσμοναύτη Γιούρι Γκαγκάριν τον Απρίλιο του 1961. Επειδή το ιατρικό προσωπικό και οι μηχανικοί του διαστημικού σκάφους δεν ήταν σίγουροι για το πώς μπορεί να αντιδράσει ένας άνθρωπος στην έλλειψη βαρύτητας, και ως εκ τούτου αποφασίστηκε να κλειδωθούν τα χειριστήρια χειριστή του πιλότου και έτσι ολόκληρη η αποστολή ελέγχονταν είτε από αυτόματα συστήματα είτε από το έδαφος.

Στις 24 Δεκεμβρίου 1968, το πλήρωμα του Απόλλων 8, ο Frank Borman, ο James Lovell και ο William Anders, έγιναν τα πρώτα ανθρώπινα όντα που εισήλθαν σε σεληνιακή τροχιά και έβλεπαν την επιφάνεια της Σελήνης. Οι πρώτοι άνθρωποι προσγειώθηκαν στη Σελήνη στις 20 Ιουλίου 1969. Συγκεκριμένα ο πρώτος άνθρωπος που περπάτησε στη επιφάνεια της Σελήνης ήταν ο Neil Armstrong, διοικητής του Απόλλων 11.

Το Apollo 11 ακολουθήθηκε από το Apollo 12, 14, 15, 16 και 17. Το Apollo 13 είχε μια αποτυχία στη μονάδα σέρβις του Apollo, αλλά πλησίασε την επιφάνεια της Σελήνης σε υψόμετρο 254 χιλιομέτρων πάνω από τη σεληνιακή επιφάνεια και 400.171 χιλιόμετρα από τη Γη, σηματοδοτώντας ρεκόρ για τους πιο απομακρυσμένους ανθρώπους που έχουν ταξιδέψει ποτέ από τη Γη το 1970.

### **1.3 Σημασία της ενότητας στην κοινωνία, την οικονομία, το περιβάλλον και τον πολιτισμό.**

Το πιο προφανές όφελος των διαστημικών αποστολών: η ενεργοποίηση δορυφόρων που έχουν μυριάδες λειτουργίες, από το να λειτουργούν τα GPS μας μέχρι να μας παρέχουν τηλεοπτικό σήμα, καθώς και internet και τηλέφωνο. Τα διαστημικά ταξίδια συνδυάζουν μελέτες και έρευνες σε πολλαπλούς τομείς γνώσης, συμβάλλοντας έτσι στην επιστημονική ανάπτυξη, η οποία μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη της επιστήμης γενικότερα και ορισμένων ειδικότερα. Η διαστημική τεχνολογία άρχισε να χρησιμοποιείται προς όφελος του περιβάλλοντος, επιτρέποντας μελέτες παγκόσμιων φυσικών φαινομένων και παρακολούθηση του περιβάλλοντος.

## 1.4 Επαγγέλματα που συνδέονται με την ενότητα

Με την διαστημική τεχνολογία συνδέονται πολλά επαγγέλματα, όπως:

- **Αστροναύτης.** Το έργο ενός αστροναύτη είναι πολύ ενδιαφέρον, αλλά και δύσκολο και επικίνδυνο, επομένως, μόνο λίγοι μπορούν να μπουν στον ανοιχτό χώρο. Προετοιμαζόμενος να γίνει αστροναύτης, ένα άτομο πρέπει να αποκτήσει πολλές γνώσεις που θα τον βοηθήσουν στη μελέτη των κοσμικών σωμάτων, στην ανακάλυψη νέων προτύπων και στην επιβεβαίωση των υπαρχόντων. Επιπλέον, η προετοιμασία για το διαστημόπλοιο είναι ένα σημαντικό συστατικό.
- **Διαστημικός βιολόγος.** Αυτοί οι ειδικοί μελετούν ακριβώς πώς θα συμπεριφέρονται οι ζωντανοί οργανισμοί σε έναν συγκεκριμένο πλανήτη. Επιπλέον, οι διαστημικοί βιολόγοι διερευνούν επιλογές που μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση της βιωσιμότητας των αστροναυτών.
- **Αστροβιολόγοι.** Επαγγελματίες που μελετούν την προέλευση, την εξέλιξη και την εξάπλωση ιών και μικροοργανισμών έξω από τη Γη, σε άλλους πλανήτες.
- **Μηχανικός ρομποτικής.** Σε διαστημικές συνθήκες, χρειάζονται αυτοματοποιημένα συστήματα που θα βοηθήσουν τους αστροναύτες σε οποιαδήποτε επιχείρηση. Η ανάπτυξη μηχανισμών, λογισμικού και άλλων σύγχρονων σχεδίων διευκολύνει τον αστροναύτη να πετάξει και να παραμείνει εκτός της Γης.
- **Μηχανικός Τηλεπικοινωνιών.** Ένα πολύ σημαντικό επάγγελμα που επιτρέπει την παροχή αξιόπιστων καναλιών επικοινωνίας με τους αστροναύτες καθ' όλη τη διάρκεια της πτήσης τους. Οι μηχανικοί εργάζονται συνεχώς για να κάνουν τη σύνδεση σαφή, ανεξάρτητα από το στάδιο της πτήσης.
- **Ερευνητής κοσμοναύτης.** Οι αστροναύτες-ερευνητές πρέπει να λάβουν πρόσθετη ιατρική εκπαίδευση και να βεβαιωθούν ότι όλοι στο πλήρωμα είναι υγιείς και καλά. Σε περίπτωση οποιασδήποτε ενόχλησης, είναι αυτός ο ειδικός που το αντιμετωπίζει γρήγορα και με ικανότητα. Επιπλέον, αυτοί οι άνθρωποι μελετούν τη δραστηριότητα των ζωντανών οργανισμών σε μηδενική βαρύτητα, διεξάγουν πειράματα και έρευνες.

- **Κοσμοναύτης μηχανικός.** Η αστροναυτική δεν θα ήταν τόσο επιτυχημένη εάν δεν υπήρχαν μηχανικοί σε κάθε πλήρωμα που να εργάζονται συνεχώς για να διασφαλίσουν ότι όλος ο εξοπλισμός είναι σε καλή κατάσταση λειτουργίας και λειτουργεί σωστά.
- **Δόκιμος κοσμοναύτης.** Αυτό το άτομο είναι ο πιλότος του πλοίου, αφού ήταν αυτός που ήταν προετοιμασμένος για πτήσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα, εκπαιδεύτηκε, διεξήγαγε ειδικές δοκιμές και του δόθηκε δύσκολα καθήκοντα. Τα καθήκοντα ενός ειδικού, εκτός από τη διαχείριση του αεροσκάφους, περιλαμβάνουν τον συντονισμό της εργασίας του πληρώματος και την παρακολούθηση της λειτουργίας όλων των συστημάτων.

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

---

### Η ιστορική εξέλιξη του ατομικού έργου.

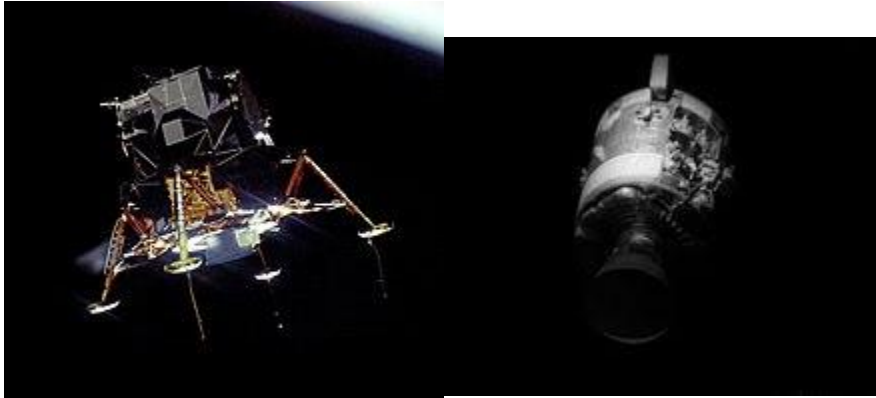
Η πρώτη σεληνάκατος, η ονομαζόμενη Eagle (αετός), τέθηκε σε τροχιά και προσεδάφιστηκε στις 20 Ιουλίου του 1969, στις 20:18 UTC, με την αποστολή ΑΠΟΛΛΩΝ 11 (Apollo 11). Για την εποχή ήταν ένα τεχνολογικό θαύμα. Ο επόμενος σημαντικός σταθμός στην ιστορία της είναι η αποστολή ΑΠΟΛΛΩΝ 13, στην οποία υπήρξε μια βλάβη με αποτέλεσμα η δεξαμενή πεπιεσμένου οξυγόνου Νο 2 να αρχίσει να χάνει το πολύτιμο οξυγόνο που κρατούσε το πλήρωμα ζωντανό και βοηθούσε στις βασικές λειτουργίες του σκάφους, και έτσι η αποστολή 13 του προγράμματος ΑΠΟΛΛΩΝ να μετατρέψει από την τρίτη επανδρωμένη προσσελήνωση σε μια αποστολή διάσωσης. Η διάσωση αυτή πέτυχε χάρη στη σεληνάκατο της αποστολής, «υδροχόος». Πρέπει να τονιστεί ότι η αποστολή αυτή, αριθμητικά η 13<sup>η</sup>, που είναι από μόνος του ένας γρουσουζίκος αριθμός, εκτοξεύτηκε στις 13:13!

Η σεληνάκατος eagle, όπως προαναφέρθηκε, ήταν ένα τεχνολογικό θαύμα, πνευματικό παιδί ενός άσημου μηχανικού της NASA, του Τζον Χούμπολτ. Το κυρίως διαστημόπλοιο θα έμπαινε σε τροχιά γύρω από τη Σελήνη, από όπου θα απελευθερωνόταν το όχημα προσσελήνωσης, μια "λάντζα" του Διαστήματος που θα έφτανε στην επιφάνεια με το πλήρωμα, θα επέστρεφε στο διαστημόπλοιο και στη συνέχεια θα έμενε στο Διάστημα. Πέραν πάσης αμφιβολίας επρόκειτο



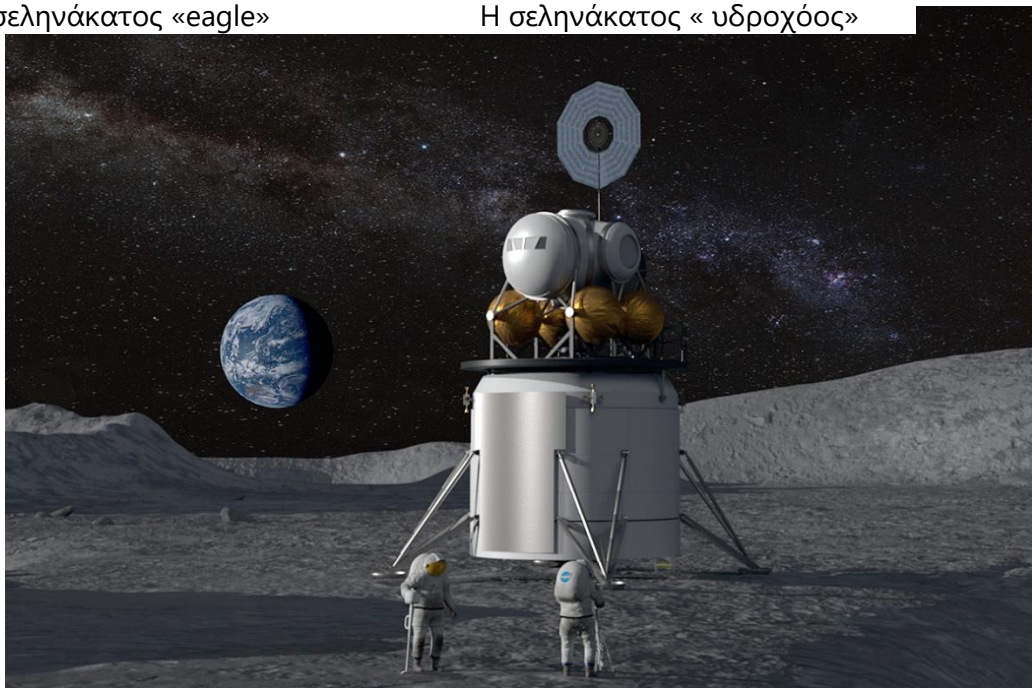
για την οικονομικότερη λύση, καθώς μείωνε δραστικά τον συνολικό όγκο του διαστημοπλοίου, άρα και τις ανάγκες του σε καύσιμα.

Το όχημα προσελήνωσης *Eagle* (Αετός) θα ήταν έτσι και το πρώτο γνήσιο διαστημόπλοιο, ένα όχημα ολοσχερώς απαλλαγμένο από τους αεροδυναμικούς περιορισμούς της διέλευσης από την ατμόσφαιρα της Γης. Η σεληνάκατος δεν έμοιαζε με κανένα άλλο ιπτάμενο όχημα. Για την ακρίβεια θύμιζε έντονα έντομο!!



Η σεληνάκατος «eagle»

Η σεληνάκατος « υδροχόος»



Η αναπαράσταση της υπό-κατασκευήσεληνακάτου του προγράμματος «artemis»

---

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

---

### **ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΤΟΜΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ**

#### **Περιβάλλον**

Η σεληνάκατος έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, κυρίως γιατί ένα μέρος της μένει στην επιφάνεια της σελήνης για πάντα. Τις περισσότερες όμως επιπτώσεις τις έχει το σκάφος που την μεταφέρει, το οποίο μολύνει την ατμόσφαιρα με καυσαέρια από την μηχανή του, κατά την διάρκεια της εκτόξευσης, και επίσης καθώς ένα μεγάλο μέρος του σκάφους παραμένει σε τροχιά, δημιουργώντας διαστημικά σκουπίδια.

#### **Κοινωνία**

Το έργο αυτό, όπως το παρατηρεί κανείς, δηλώνει το ανθρωπινό μεγαλείο, το που έχουμε φτάσει. Όχι μόνο σε πολύ μικρές διαστάσεις, αλλά και σε πολύ μεγάλη κλίμακα, εξερευνώντας το διάστημα. Επίσης, οι μελλοντικές σεληνάκατοι θα προσεδαφίζονται και στον Άρη (όποτε θα λέγονται και αρειανάκατοι!), δίνοντας μέλλον στην ανθρωπότητα και ελπίδα για το ότι θα συνεχιστεί το είδος μας κάπου άλλου, καθώς ο μητρικός μας πλανήτης, η Γη πεθαίνει, λόγω του

φαινόμενου του θερμοκηπίου, και γίνεται όλο και πιο αφιλόξενος στη ζωή. Οπότε το έργο αυτό δίνειελπίδα για ένα καλύτερο, έστω και πολύ μακρινό, μέλλον.

## Οικονομία

Το έργο αυτό, όπως και τα περισσότεράέργα σε σχέση με το διάστημα, έχουν ένα μεγάλο και επιβαρυντικό στη παγκόσμιαοικονομίακόστος. Μόνο το να σχεδιαστεί και να προγραμματιστεί μια διαστημικήαποστολήκοστίζειήδηαρκετέςχιλιάδεςέως και δισεκατομμύρια.Μετά, η κατασκευή του σκάφους είναι μια πολύ χρονοβόρα και ακριβήδιαδικασία, στοιχίζονταςαρκετάδισεκατομμύρια. Τα καύσιμα είναι αρκετά ακόμη χρήματα, από κάμποσες χιλιάδες μέχρι και εκατομμύρια, ανάλογα με τον τύπο του καυσίμου. Τέλος η εκτόξευση είναι και αυτή αρκετά ακριβή, για να κατασκευαστεί η εξέδρα εκτόξευσης, να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλοι έλεγχοι και η συντήρηση του σκάφους , καθώς και για να πληρωθούν οι εργάτες και οι υπάλληλοι χρειάζονται πάρα πολλά χρήματα.Ένα ενδεικτικόκόστος είναι του προγράμματος ΑΠΟΛΛΩΝ, που η όληδιαδικασίακόστισε 25 δις., και με τον πληθωρισμόέφτασε το ποσό των257 δις!!!

## Πολιτισμός

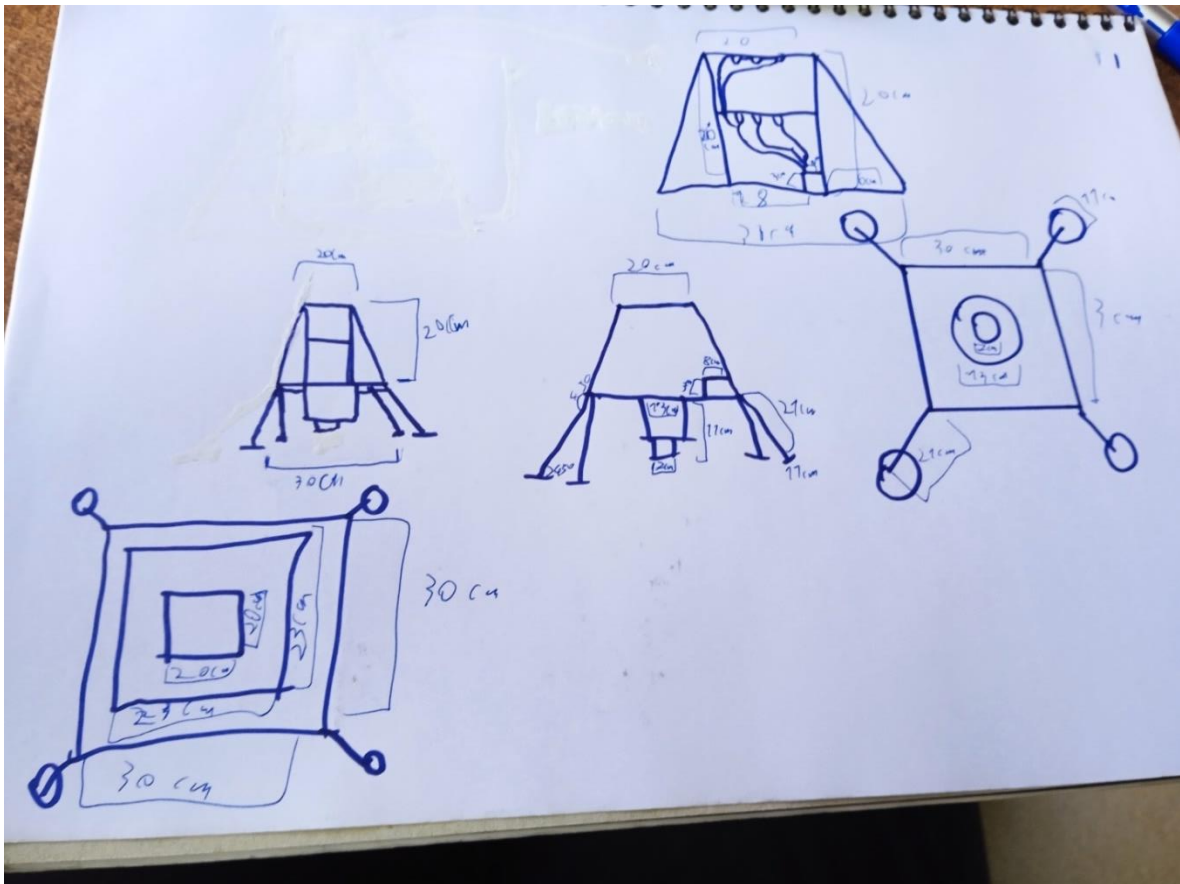
Οι διαστημικέςαποστολές, που περιλαμβάνουν και σεληνακάτους, συμβάλουν στον πολιτισμό με πολλούς και ποικίλουςτρόπους. Κυρίως, κάνουν την ανθρωπότητα ένα διαπλανητικό είδος, με αποτέλεσμα να διευρύνονται οι ορίζοντες μας και να μαθαίνουμε περισσότερα για το σύμπαν μας, και για τις συνθήκες στις οποίες μπορεί να δημιουργηθεί και να διατηρηθεί νοήμων ζωή. Επίσης, διαστημικέςαποστολέςέχουνεμπνεύσεισυγγραφείς, σκηνοθέτες και κοινούςανθρώπους. Για παράδειγμα, η ταινία«**Ο Πρώτος Άνθρωπος**» (**First Man - 2018**) του **Ντάμιεν Σαζέλ**, είναιβασισμένηστο ομώνυμο βιβλίο του Τζέιμς Χάνσεν, «First Man: A Life of Neil A. Armstrong». Αυτό, με την σειρά του είναι βασισμένο στην ιστορικήαποστολή ΑΠΟΛΛΩΝ 11.

# Κεφάλαιο 4ο

---

## ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ – ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

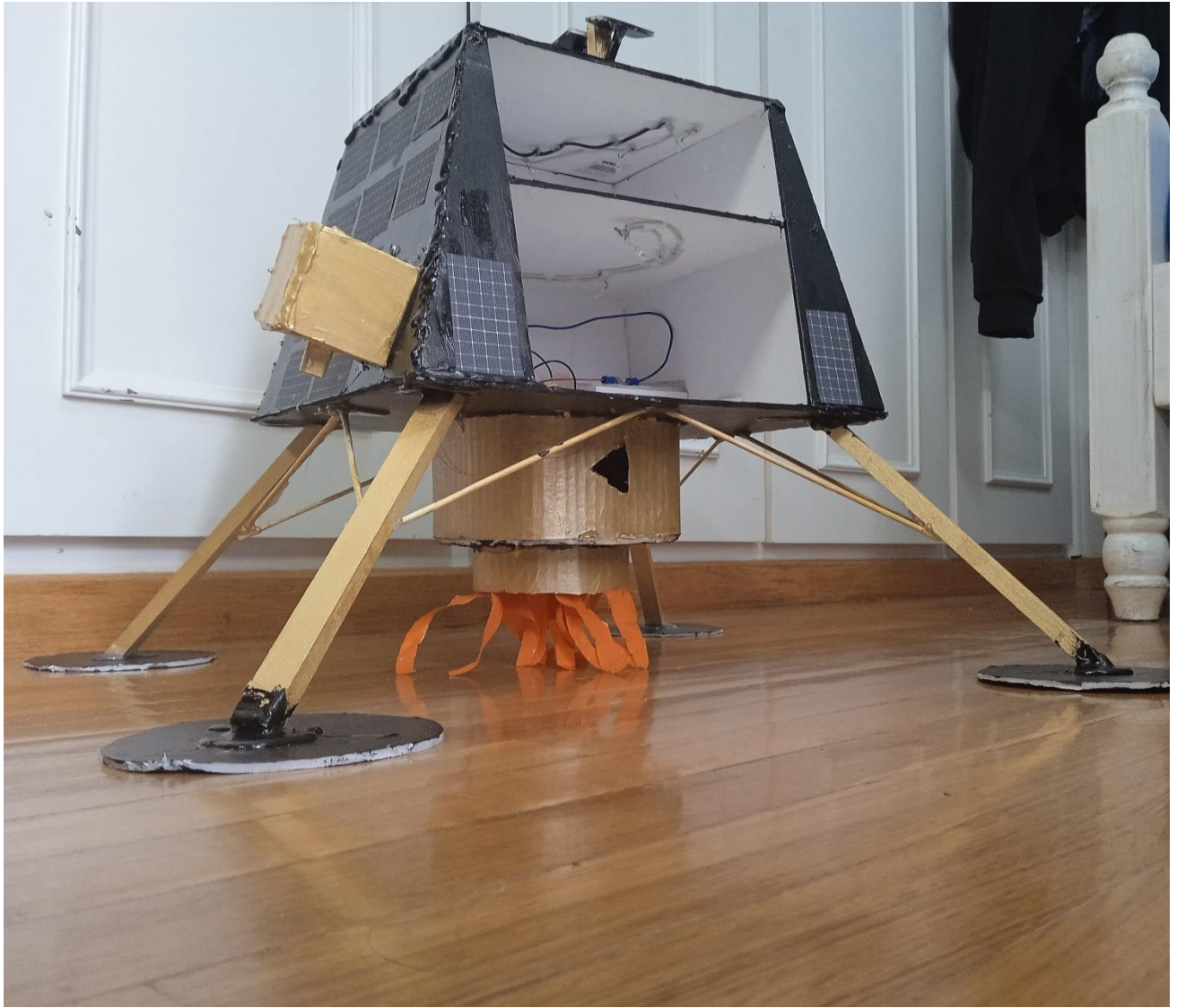
Τα πρώτα σχεδιαγράμματα της κατασκευής



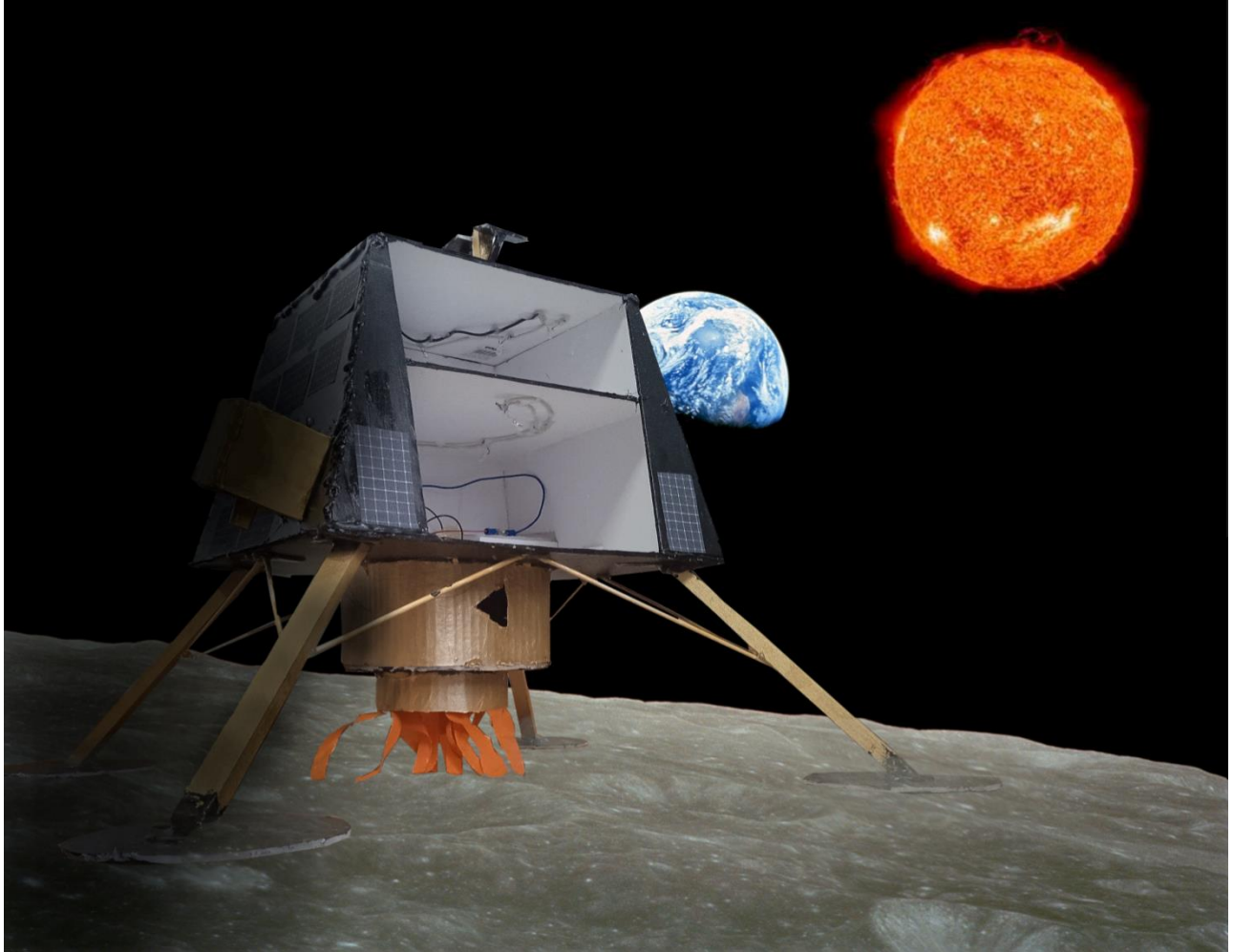


Τα υλικά της κατασκευής και εικόνες από τα στάδια της κατασκευής.





Η τελειωμένη κατασκευή



Η σεληνάκατός μου, όπως την φαντάστηκα και την τοποθέτησα ψηφιακά στην επιφάνεια της σελήνης

# Κεφάλαιο 5ο

---

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η Σεληνάκατος αποτελούσε ένα αυτόνομο διαστημικό όχημα, σκοπός του οποίου ήταν η μεταφορά προς και από την επιφάνεια της Σελήνης των 2 από τα 3 μέλη της Αποστολής του προγράμματος Απόλλων. Αποτελούνταν από 2 τμήματα ορόφους και το συνολικό της βάρος ήταν περίπου 15 τόνοι. Λόγω της έλλειψης ατμοσφαιρικής αντίστασης, η προσεδάφιση γινόταν με την ισορρόπηση του οχήματος με τον επιβραδυντικό πυραυλοκινητήρα του κατώτερου ορόφου καθόδου. Ο όροφος αυτός διέθετε 4 σκέλη με πέλματα για την στήριξή του στο έδαφος. Το τμήμα αυτό παρέμενε στη Σελήνη.

Ο όροφος ανόδου περιείχε το θάλαμο πλοήγησης και διαμονής. Διέθετε ξεχωριστό κινητήρα για την αναχώρηση και συνάντηση με το θάλαμο διακυβέρνησης, ο οποίος παρέμενε στο μεταξύ σε περισεληνιακή τροχιά. Η έξοδος και κάθοδος των αστροναυτών με ειδική στολή στην επιφάνεια της Σελήνης γινόταν μέσω μιας καταπακτής. Ήταν απαραίτητο πριν από την έξοδο στο Σεληνιακό κενό, να αφαιρεθεί ο ατμοσφαιρικός αέρας από το θάλαμο της Σεληνάκατος και να ξαναγεμίσει μετά την επιστροφή του πληρώματος και το σφράγισμα της καταπακτής.

Το κωνικό όχημα διακυβέρνησης, από την πλευρά του, αποτελούσε την κορωνίδα μίας σύντομης αλλά δραματικής εξελικτικής διαδικασίας, καθώς μετά το δυστύχημα του Απόλλων 1 η NASA πραγματοποίησε 1.800 και πλέον τροποποιήσεις στον αρχικό σχεδιασμό με αποκλειστικό σκοπό να αυξήσει την ασφάλειά του. Πίσω από το όχημα διακυβέρνησης βρισκόταν το κυλινδρικό όχημα που περιείχε τον κύριο κινητήρα, τους σταυροειδείς κινητήρες ελιγμών και τα καύσιμά τους. Το όλο συγκρότημα, τέλος, βρισκόταν στην κορυφή του ισχυρότερου πυραύλου που είχε κατασκευαστεί. Η σχεδίαση του Saturn V (Κρόνος 5) από τον Βέρνερ φον Μπράουν και το επιτελείο του άρχισε το 1959, πριν καν ο Τζον Κένεντι εξαγγείλει το φιλόδοξο πρόγραμμά του για την κατάκτηση της Σελήνης. Με ύψος 111 μέτρων, όσο ένας ουρανοξύστης τριάντα και πλέον ορόφων, βάρος οκτώ χιλιάδων τόνων και μέγιστη ισχύ 32 χιλιάδων τόνων, ο Saturn V αποδείχθηκε όχι μόνο απόλυτα ικανός να φέρει εις πέρας την αποστολή του αλλά και απόλυτα αξιόπιστος, πραγματοποιώντας το σύνολο των αποστολών του χωρίς να παρουσιάσει το παραμικρό πρόβλημα.



# Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>

---

## ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ

### Πύργος Διάσωσης (LAUNCHESCAPETOWER - LET)

Είναι το μοναδικό τμήμα του διαστημοπλοίου που δεν συμμετέχει στο ταξίδι προς τη Σελήνη, μια που απορρίπτεται πριν την έξοδο από την ατμόσφαιρα. Πρόκειται για έναν πύραυλο στερεού προωθητικού καυσίμου με τρεις κινητήρες, πάνω σε μια μεταλλική σκαλωσιά, ο οποίος αναλαμβάνει να αποσπάσει το όχημα διακυβέρνησης (CM) από το όλο συγκρότημα σε περίπτωση που κάτι πάει "στραβά". Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ο Απόλλων "καθόταν" πάνω στον κολοσσιαίο πύραυλο-φορέα Κρόνος-5, η έκρηξη του οποίου κατά την εκτόξευσή του, θα αντιστοιχούσε σε σχεδόν  $\frac{1}{4}$  της ισχύος της πυρηνικής έκρηξης της Χιροσίμα. Αν και είχε καταβληθεί κάθε προσπάθεια για να φτάσει σε πολύ υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας του Κρόνου-5, θα ήταν ανεπίτρεπτο η ασφάλεια των αστροναυτών να αφεθεί στο έλεος της ελαττωματικής λειτουργίας μιας βαλβίδας. Σε περίπτωση ατυχήματος (που ευτυχώς δεν συνέβη ποτέ σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος Απόλλων), ο πύραυλος του LET θα πυροδοτείται, θα αποσπάται μαζί με το όχημα διακυβέρνησης και θα το μετέφερε σε ύψος αρκετό για να ανοίξουν τα αλεξίπτωτα και να προσεδαφιστεί με ασφάλεια. Ο LET, συνολικού μήκους 9,9 μέτρων, διαμέτρου 0,6 μέτρων και βάρους 4.173 κιλών, αποτελείται από μια "σκαλωσιά" και τον πύραυλο Λίτλ Τζο 2, ανεπτυγμένο από την Convaair, ο οποίος προέρχεται από τον Λιτλ Τζο 1 που είχε χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα Μέρκιουρι. Ο Λιτλ Τζο 2 αναπτύσσει προωθητική ισχύ 70.000 κιλών για 6 δευτερόλεπτα και είναι εφοδιασμένος με τέσσερα ακροφύσια, έτσι ώστε να απομακρύνουν τον "πίδακα εκτόξευσης" από τα τοιχώματα του κωνικού CM. Το σύστημα περιλαμβάνει άλλους δυο κινητήρες, από τους οποίους ο ένας έχει σκοπό την τοποθέτηση του συνόλου σε πορεία απομάκρυνσης και ο άλλος αποχωρίζει τον LET από το διαστημόπλοιο όταν τα καύσιμα του κυρίου τελειώσουν, ή (όπως πάντα γινόταν) στην περίπτωση που ο Κρόνος-5 φτάσει χωρίς απρόοπτο στα όρια της ατμόσφαιρας, τρία λεπτά περίπου μετά την εκτόξευση. Μαζί με τον LET απορρίπτεται και ένας προστατευτικός κώνος που καλύπτει το CM.

### Το τμήμα Διακυβέρνησης (COMMAND MODULE ή CM)

Ο κώνος αυτός είναι ο "εγκέφαλος" του διαστημοπλοίου Απόλλων, αφού φιλοξενεί τους τρεις

αστροναύτες στη διάρκεια της πτήσης, εκτός από την περίοδο που η σεληνάκατος προσεδαφίζεται στη Σελήνη. Στη διάρκεια της σεληνιακής "εκδρομής", ένα μόνο μέλος του πληρώματος, ο πιλότος του οχήματος διακυβέρνησης παραμένει στο CM. Το CM είναι το μοναδικό τμήμα του διαστημοπλοίου Απόλλων, που επιστρέφει στη Γη. Τα υπόλοιπα τμήματα εγκαταλείπονται στη Σελήνη ή στο διάστημα. Το CM είναι κωνικό, με πέντε παράθυρα και μια δίοδο στην κορυφή του κώνου μέσω της οποίας οι αστροναύτες μπαίνουν στη σεληνάκατο. Στα τοιχώματα του κώνου υπάρχει άλλη μια θυρίδα μέσω της οποίας οι αστροναύτες επιβιβάζονται πριν την εκτόξευση, αποβιβάζονται μετά την προσθαλάσωση, ή επιχειρούν έξοδο στο διάστημα (EVA) στη διάρκεια της πτήσης. Το CM έχει ύψος 3,66 μέτρα, πλάτος 3,96 μέτρα, όγκο 59,4 κυβ. μέτρα και βάρος 5.937 κιλά (μαζί με τους αστροναύτες). Το σχήμα του είναι ένα από τα χαρακτηριστικά που ξεχωρίζουν ένα βαθυσκάφος από ένα διαστημόπλοιο: το κωνικό του σχήμα ικανοποιεί την ανάγκη αεροδυναμικής μορφής κατά την φάση εξόδου από την ατμόσφαιρα της Γης. Όμως για την επάνοδο στην τελευταία, το CM πρέπει να έχει το κάτω του μέρος αμβλύ, ώστε φρενάροντας, να διασκορπίζεται σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιφάνεια η θερμότητα της τριβής, αλλά και να δημιουργείται μια αντίσταση οποία να επιβραδύνει την κάθοδο του σκάφους. Αλλά το CM χρειάζεται και κάποια κατά την επάνοδο στην ατμόσφαιρα, ώστε να ελαττώνεται η κίνηση συνιστώσα της ταχύτητας καθόδου. Για να προσδώσουν άντωση στο CM, οι σχεδιαστές αντιστάθμισαν το κέντρο βάρους, με αποτέλεσμα ο αμβλύς πυθμένας να κλίνει προς τα πάνω. Έτσι δημιουργείται μια μικρή άντωση, όπως εκείνη μιας πέτρας που "αναπηδά" στην επιφάνεια της θάλασσας. Πραγματικά, η επάνοδος του CM στην ατμόσφαιρα γίνεται με τέτοιες αναπηδήσεις (skipping). Το CM πρέπει να συνδυάζει μεγάλη αντοχή με μικρό βάρος προκειμένου να ανταποκριθεί στις ανάγκες της σεληνιακής αποστολής. Το εξωτερικό περίβλημα έχει την αντοχή μιας χαλύβδινης πλάκας πάχους 2 εκατοστών, αλλά διαθέτει το κλάσμα του βάρους της. Αντέχει σε θερμοκρασιακό φάσμα μέχρι 315C, όχι όμως τη θερμοκρασία πυράκτωσης κατά τη φάση της επανόδου στην ατμόσφαιρα. Έτσι το CM είναι ντυμένο με μια επικάλυψη από φαινολικό εποξειδίο ρητίνης, το οποίο καίγεται, διασκορπίζοντας τη θερμική ενέργεια. Το πάχος του επιχρίσματος ποικίλει. Οι θερμοκρασίες στην επάνοδο πλησιάζουν τους 2760C, αλλά είναι σημαντικά χαμηλότερες στην κορυφή του κώνου. Οι μηχανικοί υπολόγιζαν την ακριβή ποσότητα της απαιτούμενης καιόμενης ύλης ανά τετραγωνικό εκατοστό και μετά αφαιρούσαν το απαιτούμενο πάχος. Ένα άλλο πρόβλημα δημιουργείται κατά τη φάση εξόδου από την ατμόσφαιρα, στη διάρκεια της οποίας η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει τους 649 C. Η λύση ήταν ένα πρόσθετο κωνικό επικάλυμμα κατασκευασμένο από υαλοβάμβακα, εμποτισμένο με ρητίνη και σκεπασμένο με φελλό. Το κάλυμμα αυτό απορρίπτεται μετά την έξοδο από την ατμόσφαιρα, μαζί με τον πύργο διαφυγής. Κατά την επιστροφή στη Γη, τα αλεξίπτωτα ανάσχεσης ανοίγουν σε ύψος 7.600 μέτρα. Στα 5.000 μέτρα ανοίγουν τα τρία κύρια αλεξίπτωτα που εξασφαλίζουν ταχύτητα πτώσης στη θάλασσα, όχι μεγαλύτερη από 7,3 μέτρα/δευτερόλεπτο. Στο διαμέρισμα του πληρώματος υπάρχουν τα όργανα πλοήγησης και ελέγχου, το σύστημα ελέγχου περιβάλλοντος, το

αδρανειακό σύστημα πλοήγησης, καθώς και οι ραδιοτηλεπικοινωνίες. Επίσης υπάρχει συγκρότημα διάσωσης που περιλαμβάνει μια σχεδία για τρία άτομα με όλα τα απαραίτητα εφόδια, δεξαμενή νερού, εργαλειοθήκη, προσωπικά είδη, αφυδατωμένες τροφές για 12 ημέρες, έως και μαγνητόφωνο για καταγραφή πληροφοριακών στοιχείων! Παρά την απίστευτη συγκέντρωση οργάνων και συσκευών, περισσεύουν 5,9 κυβικά μέτρα κατοικήσιμου χώρου στον οποίο κινούνται οι 3 αστροναύτες. Τα τρία καθίσματα δεν βρίσκονται στο "πάτωμα" του θαλαμίσκου (βάση του κώνου), αλλά απέχουν από αυτόν, έτσι ώστε να υπάρχει χώρος και από "κάτω". Στο χώρο αυτό υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης υπνόσκακων, για τον πιο άνετο ύπνο.

### Το υπηρεσιακό τμήμα (SERVICE MODULE ή SM)

Είναι ένας κύλινδρος μήκους 7,5 μέτρων, πλάτους 3,9 μέτρων και βάρους 23.000 κιλών κατά την εκτόξευση. Η εξωτερική επικάλυψη του SM αποτελείται από φύλλα αλουμινίου με κυψελωτό πυρήνα. Στο εσωτερικό φέρει ακτινωτές δοκούς από τοίδιο υλικό, οι οποίες χωρίζουν τον κύλινδρο σε έξι τομείς, γύρω από έναν κεντρικό κύλινδρο, ο οποίος περιέχει δυο σφαίρες αποθήκευσης ηλίου. Τέσσερις από τους έξι τομείς περιέχουν δεξαμενές προωθητικών του κεντρικού κινητήρα καθώς και των 16 μικρότερων πυραύλων RCS. Ο πέμπτος τομέας περιέχει κυψέλες καυσίμων (fuel cells), οι οποίες αποτελούν την κύρια πηγή ενέργειας του διαστημόπλοιου, καθώς και δεξαμενή υπερψυχρού οξυγόνου και υδρογόνου για την τροφοδοσία των κυψελών. Ο έκτος τομέας είναι ουσιαστικά άδειος και σπάνια υπήρχε εκεί το συγκρότημα επιστημονικών οργάνων SIM. Κάθε κυψέλη καυσίμων αποτελείται από ένα διαμέρισμα οξυγόνου, ένα υδρογόνου και δυο ηλεκτρόδια. Με αυτόν τον τρόπο αποτελεί ηλεκτροχημική γεννήτρια συνεχούς ρεύματος 38 V, στην οποία η χημική ενέργεια από την αντίδραση των δυο αερίων μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό, ενώ ταυτόχρονα παράγεται και αποσταγμένο νερό που διοχετεύεται στη δεξαμενή νερού για χρήση από τους αστροναύτες. Το SM δεν διαθέτει αντιθερμική ασπίδα, καθώς είναι καταδικασμένο να καεί στη ατμόσφαιρα στη φάση επιστροφής στη Γη, όταν το CM με τους τρεις αστροναύτες αποχωρίζεται από αυτό. .

### Η Σεληνάκατος (LUNAR MODULE ή LM)

Αυτό το ασουλούπωτο σκάφος που μοιάζει με γιγάντιο έντομο, μετέφερε συνολικά δώδεκα αστροναύτες που πάτησαν το έδαφος της Σελήνης. Είναι το πρώτο (και μέχρι στιγμής μοναδικό) επανδρωμένο διαστημόπλοιο που κατασκευάστηκε ειδικά για ταξίδι στο κενό του διαστήματος και το οποίο δεν μπορεί να επανέλθει στη Γη, ούτε βέβαια και να πετάξει μέσα στην ατμόσφαιρα.

Είναι ένα αυθεντικό διαστημόπλοιο. Η σεληνάκατος ή LM, κατασκευασμένη από τη Grumman, έχει ύψος 6,98 μέτρα, πλάτος 9,4 μέτρα με τα πόδια της εκτεταμένα και βάρος 14.965 κιλά. Αποτελείται από δυο τμήματα: τον όροφο ανόδου και τον όροφο καθόδου. Προσεδαφίζεται στη Σελήνη σαν ενιαίο τμήμα, με τη βοήθεια του κινητήρα του τμήματος καθόδου. Όμως κατά τη φάση της αποσελήνωσης, ο όροφος ανόδου αποσπάται με τη βοήθειά του δικού του κινητήρα, μεταφέροντας τους αστροναύτες στο συγκρότημα SM-CM που περιστρέφεται σε σεληνιακή τροχιά. Μόλις οι αστροναύτες επιβιβαστούν στο τελευταίο, ο όροφος ανόδου απορρίπτεται. Ο όροφος ανόδου και καθόδου είναι συνδεδεμένοι μετέσσερα εκρηκτικά μπουλόνια. Ο όροφος ανόδου αποτελείται από τρία τμήματα: το διαμέρισμα του πληρώματος, το μεσαίο τμήμα και τον χώρο εξοπλισμού. Ο συνολικός τους χώρος έχει όγκο 6,7 κυβ. μέτρα. Το διαμέρισμα του πληρώματος έχει σχήμα κυλίνδρου με διάμετρο 1,07 μέτρα και βάθος 2,35 μέτρα, ενώ ο ωφέλιμος κατοικήσιμος όγκος είναι 4,5 κυβ. μέτρα. Υπάρχουν δυο κονσόλες οργάνων και δυο τριγωνικά παράθυρα μπροστά από τα οποία οι δυο αστροναύτες κρέμονται κυριολεκτικά από ιμάντες. Για εξοικονόμηση χώρου και βάρους, δεν τοποθετήθηκαν καθίσματα στη σεληνάκατο. Ανάμεσα στις κονσόλες υπάρχει ένα οπτικό τηλεσκόπιο ευθυγράμμισης και πάνω από τα κεφάλια των αστροναυτών ένα παράθυρο για το "πλεύρισμα" και τη σύνδεση (docking) LM και CM-SM. Η τετραγωνική θυρίδα από την οποία οι αστροναύτες βγαίνουν από το LM και κατεβαίνουν στην επιφάνεια της Σελήνης, βρίσκεται στο πρόσθιο μέρος του διαμερίσματος, έχει πλευρά 0,81 μέτρα και ανοίγει προς τα μέσα. Υπάρχει και άλλη μια κυκλική θυρίδα στην οροφή της σεληνάκατος, μέσω της οποίας οι αστροναύτες περνούν στο CM-SM όταν τα δυο σκάφη πετούν συνδεδεμένα. Η θυρίδα αυτή έχει διάμετρο 0,81 μέτρα, ανοίγει προς τα μέσα, αλλά δεν μπορεί να ανοίξει όταν η καμπίνα του LM βρίσκεται υπό πίεση και όταν το LM δεν έχει συνδεθεί με το βασικό διαστημόπλοιο. Στο μεσαίο τμήμα του ορόφου ανόδου, υπάρχει ο υπολογιστής της σεληνάκατος, το συγκρότημα ισχύος και βοηθητικών μηχανισμών, οι δεξαμενές καυσίμων και το σύστημα ελέγχου περιβάλλοντος (ECS). Ο κινητήρας του ορόφου ανόδου αναπτύσσει σταθερή ώση 1.590 κιλών, και λειτουργεί σε πλήρη ισχύ. Υπάρχουν επίσης 16 πύραυλοι ελιγμών (RCS) σε τέσσερις δέσμες, διατεταγμένες σε 90° ή μια με την άλλη. Κάθε πύραυλος αναπτύσσει ώση 45,4 κιλών. Ο όροφος καθόδου, είναι ένα οκταγωνικό κιβώτιο, το εσωτερικό του οποίου χωρίζεται σε 9 διαμερίσματα. Στο κεντρικό στεγάζεται ο κινητήρας, μεγίστης ώσης 4.380 κιλών που μπορεί να λάβει κλίση 6° προς όλες τις διευθύνσεις. Τα προωθητικά είναι ίδια με εκείνα του ορόφου ανόδου, ενώ εκτός από τις δεξαμενές τους, υπάρχουν δεξαμενή νερού και αερίου οξυγόνου. Διαθέτει επίσης τέσσερα πτυσσόμενα "πόδια" με κυκλικά πέλατα διαμέτρου 0,95 μέτρων, πάνω στα οποία προσεδαφίζεται το LM στη Σελήνη. Ο όροφος ανόδου είναι έτσι προσαρμοσμένος, ώστε η θυρίδα εξόδου να "βλέπει" σε ένα από τα τέσσερα σκέλη, στο οποίο υπάρχει ένα πλατύσκαλο με κουπαστές και μια αλουμινένια σκάλα με εννιά σκαλοπάτια, με τη βοήθεια της οποίας οι αστροναύτες κατεβαίνουν στο σεληνιακό έδαφος. Τα άλλα τρία σκέλη, φέρουν κάτω από τα στρογγυλά τους πέλατα, από έναν αισθητήρα μήκους 1,70 μέτρων που ανιχνεύει την επαφή με

το έδαφος. Όταν οι αισθητήρες έρθουν σε επαφή με το έδαφος, ένα ενδεικτικό φως ανάβει στην κονσόλα οργάνων και ο πιλότος της σεληνακάτου σβήνει τον κινητήρα καθόδου. Όπως το βασικό διαστημόπλοιο, έτσι και το LM φέρει πλήρη συστήματα τηλεπικοινωνιών, σύστημα κατεύθυνσης και αδρανειακή πλοήγησης, ραντάρ για τη συνάντηση και το πλεύρισμα με το βασικό διαστημόπλοιο σε σεληνιακή τροχιά. Κατά την εκτόξευση από τη Γη, η σεληνάκατος βρίσκεται με τα πόδια της μαζεμένα, κάτω από το SM με την πάνω της θυρίδα σκεπασμένη από το ακροφύσιο του SM. Πολλοί επιστήμονες αμφέβαλαν για την ικανότητα του σεληνιακού εδάφους να υποστηρίξει το βάρος του LM.

## Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup>

---

## Περιγραφή της διαδικασίας κατασκευής



## Κεφάλαιο 8<sup>ο</sup>

---

**Κατάλογος υλικών και εκτίμηση κόστους κατασκευής**

## Κεφάλαιο 9<sup>ο</sup>

---

**Κατάλογος εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν**

Πλαστικόςχάρακας
Σιδερένιοςχάρακας
Μεγάλοκοπίδι
Μικρόκοπίδι
Πινέλο Νο1
Πινέλο Νο10
Συγκολλητήςκαλωδίων( αυτό το πράγμα που λιώνει ένα σύρμα για να ενώσει δυο καλώδια)
Πένσα
Απογυμνωτής καλωδίων
Πιστόλισιλικόνης με λεπτήσιλικόνη
Πιστόλι σιλικόνης με χοντρή σιλικόνη

# Κεφάλαιο 10<sup>ο</sup>

---

## Βιβλιογραφία – πηγές πληροφόρησης

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%80%CF%8C%CE%BB%CE%BB%CF%89%CE%BD\\_11](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%80%CF%8C%CE%BB%CE%BB%CF%89%CE%BD_11)

<https://www.noesis.edu.gr/noesis-online/wiki->

[technologias/space/%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1/%CE%B7-](https://www.noesis.edu.gr/noesis-online/wiki-technologias/space/%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1/%CE%B7-)

[%CF%83%CE%B5%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%AC%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82/](https://www.noesis.edu.gr/noesis-online/wiki-technologias/space/%CF%83%CE%B5%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%AC%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82/)

<http://library.techlink.gr/ptisi/article.asp?mag=2&issue=120&article=3250>