

## Διεθνής Διαστημικός Σταθμός: Συνεχής Αναζήτηση για την Κατάκτηση του Διαστήματος

Δρ. Ελένη Χατζηχρήστου, Σεπτέμβριος 2005

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ, ΕΑΑ

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ
2. ΠΡΟΣΕΓΓΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟ
3. Ο ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ
4. Ο ΔΙΕΘΝΗΣ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ
5. ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
6. ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΣΤΟ ΣΥΜΠΑΝ



## 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Φέτος συμπληρώνονται 5 χρόνια από τότε που αστροναύτες για πρώτη φορά ταξίδεψαν στο διάστημα για να επανδρώσουν τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό (ΔΔΣ), που από τότε κατοικείται συνεχώς. Διεθνή πλήρώματα που αποτελούνται από άντρες και γυναίκες περνούν 4-6 μήνες καθημερινής ζωής και δουλειάς στο νέο τους διαστημικό σπίτι. Στις 26 Ιουλίου 2005 έγινε η επιτυχής εκτόξευση του διαστημικού λεωφορείου Discovery, δύομισι χρόνια μετά την τραγική κατάληξη του διαστημικού λεωφορείου Columbia κατά την είσοδό του στη γήινη ατμόσφαιρα. Όπως είναι γνωστό, η τακτική αποστολή διαστημικών λεωφορείων είναι απαραίτητη τόσο για τη συναρμολόγηση όσο και την υποστήριξη του ΔΔΣ. Το επταμελές πλήρωμα του Discovery μετέφερε πολλούς τόνους ανεφοδιασμού στο πλήρωμα της 11ης αποστολής που αυτή τη στιγμή επανδρώνει το ΔΔΣ, και επέστρεψε στη Γη στις 9 Αυγούστου 2005. Το επόμενο διαστημικό λεωφορείο αναμένετε να εκτοξευθεί τον Μάρτιο του 2006 μεταφέροντας ανεφοδιασμό και νέο πλήρωμα στο ΔΔΣ.



**ΕΙΚΟΝΑ 1:** Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός σε τροχιά γύρω από την Γη.



## 2. ΠΡΟΣΕΓΓΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟ

Οι άνθρωποι πάντα κοιτούσαν με θαυμασμό τον ουρανό, ζητώντας ελπίδα, γνώση και έμπνευση. Πριν από χιλιάδες χρόνια και μέχρι σήμερα έψαχναν εκεί τους θεούς τους, την αρχή του χρόνου και του Σύμπαντος, όλες τις απαντήσεις στα υπαρξιακά ερωτήματα που τους απασχολούσαν και που βρίσκονταν πέρα από τα όρια της (εκάστοτε) ανθρώπινης λογικής. Οι πρώτοι αστρονόμοι έδωσαν τα ονόματα των θεών τους στα λαμπρότερα ουράνια σώματα που διέκριναν στον ουρανό, τους πλανήτες (τους περιφερόμενους). Μετέφεραν την γήινη μυθολογία τους στους σχηματισμούς των άστρων στο ουράνιο στερέωμα, τους αστερισμούς. Αντιμετώπισαν με δέος αλλά και αδάμαστη περιέργεια (αυτή την ίδια περιέργεια που μας οδήγησε στη σημερινή «διαστημική» εποχή) τα δυναμικά ουράνια φαινόμενα, τους κομήτες και τους μετεωρίτες, τις εκλείψεις ηλίου και σελήνης, τις εντυπωσιακές εκρήξεις μακρινών άστρων που σήμερα ονομάζουμε υπερκαινοφανείς. Τις πρώτες κοσμολογικές (άρρηκτα δεμένες με τις φιλοσοφικές) θεωρήσεις των Βαβυλωνίων, των Αιγυπτίων, των Κινέζων και των Ελλήνων διαδέχτηκε η εποχή της ευρωπαϊκής αναγέννησης, τότε που οι θεμελιώδεις φυσικοί νόμοι που διέπουν τις κινήσεις των πλανητών ανακαλύφθηκαν, και υπολογίστηκαν με θαυμαστή ακρίβεια οι τροχιές τους γύρω από τον Ήλιο. Γύρω στον 17ο αιώνα το πρώτο τηλεσκόπιο σκόπευσε τον ουρανό και μια νέα εποχή για το ανθρώπινο είδος είχε αρχίσει. Τρεις αιώνες αργότερα ένας νέος «χρυσός αιώνας» για την εξερεύνηση του διαστήματος άρχισε. Τα νέα υπερσύγχρονα τηλεσκόπια έδωσαν διαστάσεις, χρώμα και ταυτότητα σε ουράνια αντικείμενα που για αιώνες νομιζόνταν φωτεινά σημεία, μυστήρια που σηματοδοτούσαν ένα ακατανόητο Σύμπαν. Γύρω στα 1959 οι πρώτοι πύραυλοι εκτοξεύτηκαν στο διάστημα υπερνικώντας τη γήινη βαρύτητα, αρχικά σε τροχιά γύρω από τη Γη και

αργότερα φτάνοντας στην επιφάνεια της Σελήνης και του Άρη. Τα γήινα διαστημόπλοια έχουν σήμερα φτάσει και φωτογραφίσει όλους σχεδόν τους πλανήτες (και τους μεγαλύτερους δορυφόρους τους), μελέτησαν το εχθρικό περιβάλλον ακόμα και αυτού του αστεριού μας, του Ήλιου, και κάποια συνεχίζουν το ταξίδι τους ως τις άκρες του ηλιακού μας συστήματος και ακόμα πιο πέρα. Όλα αυτά αποτέλεσαν ένα απίστευτο άλμα στην ιστορία του ανθρώπινου είδους, που αυτή τη φορά δεν προήλθε από τη φυσιολογική εξέλιξη αιώνων αλλά από τον ίδιο τον άνθρωπο και σε διάστημα λίγων μόνο χρόνων, μιας απειροστά μικρής στιγμής στην ιστορία του Σύμπαντος. Αυτό το βήμα στο μέλλον, με σχεδόν παράδοξο τρόπο, μας οδήγησε στην ικανότητα να δούμε δεκατομμύρια χρόνια πίσω, στη στιγμή της γέννησης του Σύμπαντος, στην ίδια την αρχή του χρόνου. Και να μαντέψουμε το μέλλον του Σύμπαντος, το μέλλον μας. Οι πρακτικές αλλά και οι φιλοσοφικές προεκτάσεις αυτής της γνώσης είναι τεράστιες και αναπόφευκτα οδηγούν στον επαναπροσδιορισμό της θέσης του ανθρώπου στο Σύμπαν. Σίγουρα η εποχή που ζούμε θα αναφέρεται από τους μελλοντικούς ιστορικούς σαν μια από τις πιο θαυμαστές στην ιστορία του ανθρώπινου είδους.

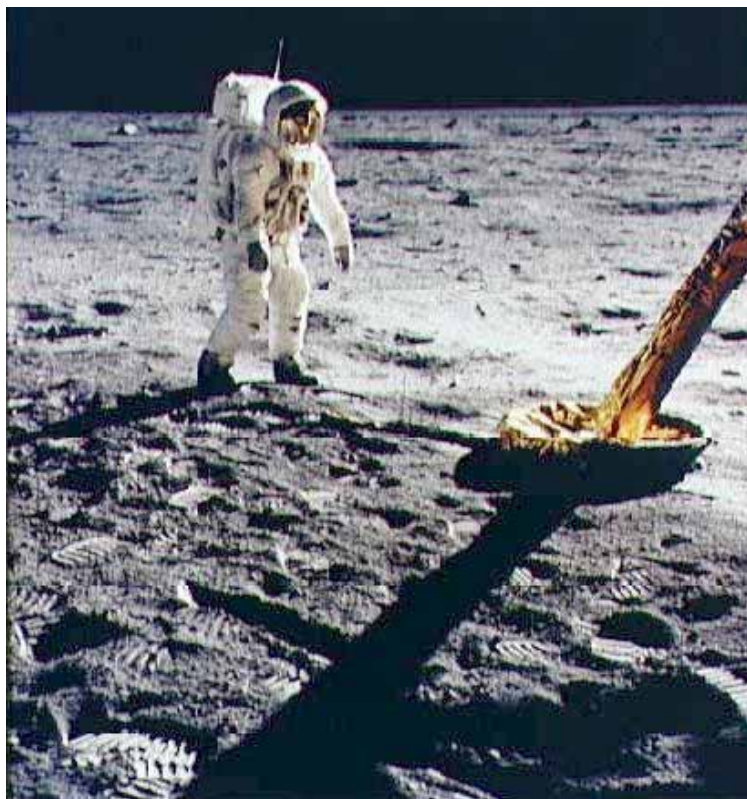


**ΕΙΚΟΝΑ 2.** Εκτόξευση μιας από τις αποστολές Voyager (αριστερά) και το διαστημόπλοιο στο διάστημα (δεξιά).

### 3. Ο ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ

Η επιβίωση του ανθρώπινου είδους στα βάθη του μέλλοντος εξαρτάται άμεσα από την πρόοδο της εξερεύνησης του διαστήματος και ειδικά των επανδρωμένων πτήσεων. Αυτό τονίζαν οι πρωτοπόροι του διαστήματος Konstantin Tsiolkovsky και Robert Goddard αλλά και πιο πρόσφατα επιστήμονες του μεγέθους των Stephen Hawking και Carl Sagan. Ένας τεχνολογικός πολιτισμός σαν τον δικό μας, απομονωμένος στην επιφάνεια ενός πλανήτη, βρίσκεται σε σίγουρο κίνδυνο μελλοντικής εξάλειψης, τόσο λόγω κινδύνων από το διάστημα (εξέλιξη του ήλιου σε ερυθρό γίγαντα και κατόπιν σταδιακή ψύξη του) όσο και από τον ίδιο τον ανθρώπινο πολιτισμό (πυρηνικός/βιολογικός πόλεμος). Η εποίκηση του διαστήματος (του κοντινού σε κάθε περίπτωση) από τον άνθρωπο, ελαττώνει τον κίνδυνο πλήρους εξάλειψης του είδους έστω και αν κάτι καταστροφικό συμβεί στη Γη. Και βέβαια, σε περίπτωση που κάποια μαζική καταστροφή συμβεί στην επιφάνεια της Γης, η διαστημική τεχνολογία μπορεί να γίνει σωτήρια για την επιβίωση στις επικίνδυνες συνθήκες που πιθανόν να δημιουργηθούν πάνω στον πλανήτη. Το ερώτημα που θα κρίνει το μέλλον του ανθρώπινου είδους είναι το ακόλουθο: θα χρησιμοποιηθούν η επιστήμη και η τεχνολογία για να υποστηρίξουν ή για να καταστρέψουν τη ζωή; Μέχρι πριν 70 περίπου χρόνια δεν υπήρχε επίσημη χρηματοδότηση για την εξερεύνηση του διαστήματος σε καμία χώρα. Οι πρόοδοι στην διαστημική αναπτύχθηκαν με εκθετικούς ρυθμούς σε διάστημα λιγότερο των 100 χρόνων, όσο δηλαδή διαρκεί μια ανθρώπινη ζωή. Στα

χρόνια που πέρασαν μετά την πρώτη επανδρωμένη πτήση συνηθίσαμε σιγά-σιγά στην ιδέα της αποστολής ανθρώπων στο διάστημα, όχι μόνο σε γήινη τροχιά αλλά και σε διαπλανητικά ταξίδια, όπως και στην ιδέα της μακρόχρονης διαμονής και εργασίας στο διάστημα. Μια ιδέα που είναι ένα μόνο βήμα πριν από το απώτερο (αλλά τόσο κοντινό πια) σενάριο της εποίκησης του διαστήματος από τον άνθρωπο. Τα βιβλία και οι ταινίες επιστημονικής φαντασίας, πριν ακόμα οι επιστήμονες κατασκευάσουν τις πρώτες διαστημικές μηχανές, μας ταξίδεψαν σε φανταστικές πόλεις στην επιφάνεια της Σελήνης και του Άρη και «γέμισαν» το διάστημα με διαστημικά λεωφορεία και εμπορικά ή πολεμικά διαστημόπλοια που ταξίδευαν μεταφέροντας ανθρώπους και αγαθά από άκρη σε άκρη του ηλιακού συστήματος. Έτσι όταν το 1961 ο πρώτος κοσμοναύτης Yuri Gagarin πέταξε στο διάστημα, και σχεδόν ταυτόχρονα ο πρόεδρος των ΗΠΑ John Kennedy οραματίστηκε την προσελήνωση του πρώτου επανδρωμένου τηλεσκοπίου, όλοι συνειδητοποιούσαν ότι έγινε ένα σημαντικό βήμα στην ανθρώπινη ιστορία που δεν θα είχε επιστροφή. Έστω και αν οικονομικοί και πολιτικοί λόγοι δεν οδήγησαν άμεσα σε επανάληψη αυτού του σπουδαίου εγχειρήματος με άλλες παρόμοια τολμηρές επανδρωμένες αποστολές, η πρόοδος στην κατάκτηση του διαστήματος υπήρξε από τότε επίμονη, συστηματική και σε συνεχή ανοδική πορεία. Κάθε διαστημική αποστολή έσπαγε κάποια καινούρια φράγματα, οδηγούσε σε επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα και έθετε τις βάσεις για το επόμενο βήμα. Και αυτό ανεξάρτητα από την «εθνικότητα» που έφερε κάθε νέο εγχείρημα. Επενδύοντας ανθρώπινο και υλικό δυναμικό στο διάστημα είναι ουσιαστικά επένδυση στην ανάπτυξη (και εκμετάλλευση) των νέων τεχνολογιών που αναπτύσσονται και στο μακροπρόθεσμο κέρδος που θα φέρει η κατάκτηση του διαστήματος. Γνωρίζοντάς το αυτό, πολλές χώρες επενδύουν ένα μεγάλο ποσοστό του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος τους για την έρευνα του διαστήματος. Ενδεικτικά αυτό το ποσοστό είναι 0.25% στις ΗΠΑ, όπου η χρηματοδότηση της NASA στις αρχές της περασμένης δεκαετίας ανερχόταν στα 15 δις. δολάρια. Με τέτοια ποσά σταθερής επένδυσης για διαστημικούς σκοπούς και με τις νέες τεχνολογικές και επιστημονικές προόδους που αναπόφευκτα προκύπτουν, αναμένεται ότι η δημιουργία μόνιμων επανδρωμένων βάσεων στην επιφάνεια της Σελήνης και αργότερα και του Άρη δεν είναι πια μακρινό όνειρο αλλά θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν μέσα στις επόμενες δυο δεκαετίες. Είναι χαρακτηριστικό ότι έξι επανδρωμένες αποστολές προσεληνώθηκαν επιτυχώς μέχρι το 1972 που τελείωσε η αποστολή Apollo φέρνοντας πληθώρα πετρωμάτων και άλλων ευρημάτων από την επιφάνειά της. Οι νέες επανδρωμένες αποστολές προσεδάφισης θα έχουν πλέον πολύ διαφορετική τεχνολογία, καλύτερη και ασφαλέστερη, με πολύ διαφορετική φιλοσοφία επίσης. Η παραμονή πληρωμάτων δεν θα είναι 3ήμερη, όπως στην περίπτωση του πρώτου ιστορικού πληρώματος του Apollo, αλλά μακρόχρονη (τουλάχιστον πολύμηνη αρχικά) πράγμα που σημαίνει ότι τα διαπλανητικά ταξίδια ανεφοδιασμού και μεταφοράς υλικών θα είναι πολύ συνηθισμένα.



Αλλά ταυτόχρονα θα πρέπει να γίνεται αποτελεσματική χρήση και των τοπικών πηγών ενέργειας. Τι τεχνολογία θα χρειαστεί για να τα πετύχουμε όλα αυτά; Είναι σίγουρο ότι όσο προηγμένα και αν θεωρούμε τα διαστημόπλοιά μας σήμερα, είναι αδύνατον να εποικίσουμε το διάστημα με αυτή την τεχνολογία. Το πιο πολυταξιδεμένο διαστημόπλοιο, ο Voyager 1, έχοντας ήδη διασχίσει 12 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα τα τελευταία 30 χρόνια συνεχίζει το ταξίδι του προς τα όρια του ηλιακού μας συστήματος και πέρα απ' αυτά. Ταξιδεύοντας με 35000 μίλια την ώρα θα χρειαστεί 20000 χρόνια να φτάσει στο νέφος κομητών που περιβάλλει το ηλιακό μας σύστημα, γνωστό με το όνομα «Νέφος Oort», και δυο φορές τόσα χρόνια ακόμα για να φτάσει στο κοντινότερο στον άστρο, το Εγγύς του Κενταύρου. Νέες πηγές ενέργειας (π.χ. αντιύλη) και νέοι εξυπνότεροι τρόποι να χρησιμοποιηθούν οι σημερινές μορφές ενέργειας (ηλιακή ή πυρηνική ενέργεια) είναι στα σχέδια των μεγαλύτερων διαστημικών οργανισμών όπως η NASA και η ESA.

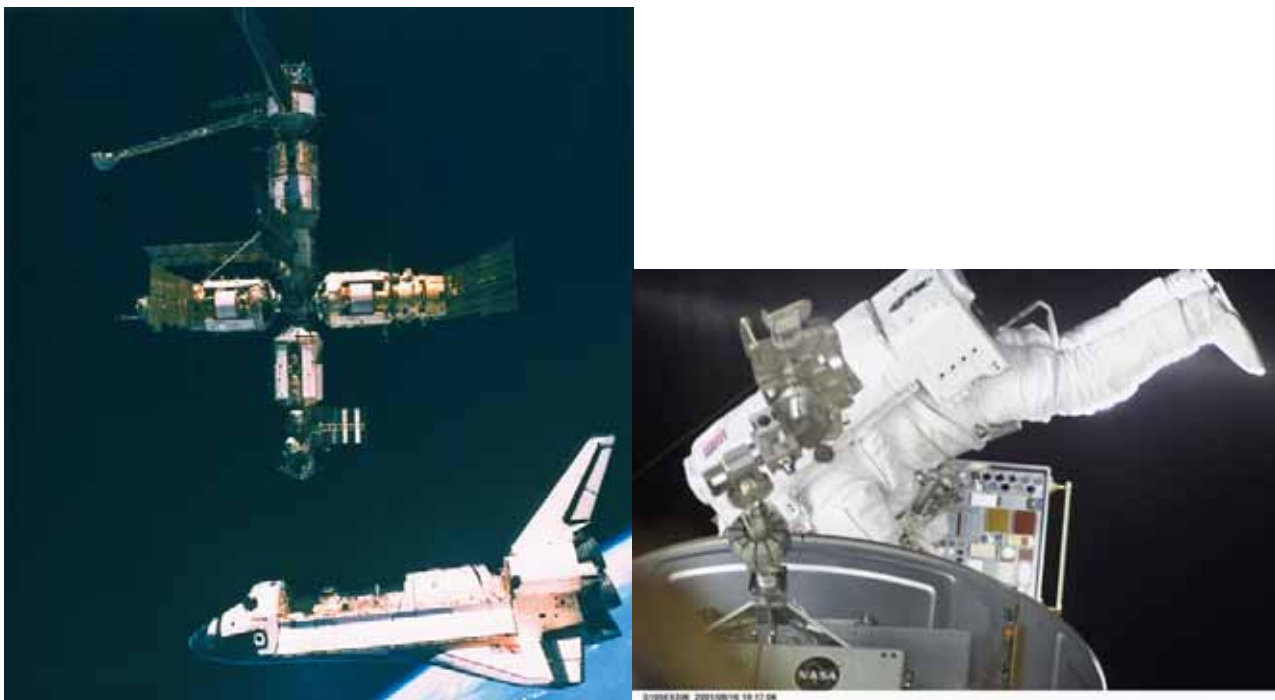
**ΕΙΚΟΝΑ 3.** Προσελήνωση αστροναυτών της αποστολής Apollo.

#### 4. Ο ΔΙΕΘΝΗΣ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ

Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (ΔΔΣ) αποτελεί το μεγαλύτερο, πιο φιλόδοξο και πολυπλοκότερο επιστημονικό πρόγραμμα στην ιστορία της κατάκτησης του διαστήματος από τον άνθρωπο. Είναι η πρώτη προσπάθεια εποίκησης του διαστήματος ξεφεύγοντας από τα στενά όρια του πλανήτη μας. Αντιπροσωπεύει επίσης μια χαρακτηριστική



προσπάθεια συνεργασίας των εθνών, στην οποία πρωτοστατούν ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (ESA) με την εκπροσώπηση 11 ευρωπαϊκών χωρών, οι ΗΠΑ, η Ρωσία, ο Καναδάς, η Ιαπωνία και η Βραζιλία. Ο ΔΔΣ βρίσκεται σε τροχιά ύψους 400 Χμ από την γήινη επιφάνεια, με επίκληση 51.6 μοιρών. Η ταχύτητα περιφοράς του γύρω από τη Γη είναι 17500 μίλια την ώρα, δηλαδή καλύπτει μια πλήρη τροχιά σε 90 λεπτά της ώρας. Αυτή η τροχιά έχει επιλεγεί έτσι ώστε να επιτρέπει στα οχήματα εκτόξευσης από όλες τις συμμετέχουσες χώρες να μεταφέρουν πληρώματα και εφόδια. Επίσης επιτρέπει την μέγιστη δυνατή ικανότητα φωτογράφισης, αφού καλύπτει 85% της γήινης επιφάνειας και κάθε τρεις μέρες περνάει ακριβώς πάνω από το ίδιο σημείο της. Ο ΔΔΣ είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερος από τον πρωτοπόρο Σοβιετικό Διαστημικό Σταθμό MIR, με συνολικό βάρος 500 τόνων, 100 μέτρα πλάτος και 88 μέτρα μήκος (δηλαδή έχει το μέγεθος ενός Boeing 747). Περιλαμβάνει ένα τεράστιο αριθμό ηλιακών πλεγμάτων που τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια έξι πλήρως εξοπλισμένα εργαστήρια εγκαταστημένα στο διαστημικό σταθμό. Εκτός από τα έξι εργαστήρια, ο ΔΔΣ περιλαμβάνει δύο μονάδες κατοικίας και δυο «διοικητικές» μονάδες. Έχει συστήματα παραγωγής νερού και ενέργειας, ακόμα και πάρκινγκ για να αφήνει τα οχήματά του το προσωπικό που θα μεταφέρει τροφοδοσία στον ΔΔΣ από τη Γη. Υπολογίζεται ότι 52 υπολογιστές ελέγχουν τα συστήματα του ΔΔΣ, υποστηριζόμενοι από περίπου 2.6 εκατομμύρια γραμμές λογισμικού κώδικα στη Γη και 1.5 εκατομμύριο γραμμές λογισμικού κώδικα στον ΔΔΣ. Το εργαστήριο με το όνομα Destiny είναι ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια του ΔΔΣ αφού είναι αυτό που τον τροφοδοτεί με συνθήκες γήινης ατμόσφαιρας, όπως επίσης είναι υπεύθυνο και για τον έλεγχο σημαντικών τμημάτων του ΔΔΣ όπως τα γυροσκόπια που κρατούν σταθερό τον προσανατολισμό του. Η προετοιμασία, το «στήσιμο» και η λειτουργία του ΔΔΣ κινητοποιεί πάνω από 100000 ανθρώπους συνολικά στις συμμετέχουσες χώρες. Η γνωστή εταιρεία Boeing σχεδίασε, ανέπτυξε, κατασκεύασε και συναρμολόγησε τα διάφορα τμήματα του ΔΔΣ. Η NASA συμμετείχε σε αυτή την προσπάθεια και επιπλέον βοήθησε στην ενοποίηση των συστημάτων που συνεισέφεραν οι 16 συμμετέχουσες χώρες. Ο ΔΔΣ συναρμολογείται σχεδόν εξολοκλήρου στο διάστημα, μέσω 88 διαστημικών αποστολών και πάνω από 850 ώρες διαστημικών «περιπάτων» των αστροναυτών και μιας νέας γενιάς διαστημικών ρομπότ. Οι πρώτες αποστολές υλικών για τη συναρμολόγηση του ΔΔΣ ξεκίνησαν το Νοέμβριο του 1998, αρχικά από τους Αμερικανούς και τους Ρώσους και ένα χρόνο αργότερα από τους Καναδούς και τις υπόλοιπες χώρες. Η πρώτη προσπάθεια-σταθμός μακρόχρονης ανθρώπινης παρουσίας στον ΔΔΣ ξεκίνησε την 1η Νοέμβρη του 2000. Στα επόμενα 20 χρόνια υπολογίζεται ότι οι αστροναύτες του ΔΔΣ θα πραγματοποιήσουν 260 διαστημικούς περιπάτους (σε όλη την ιστορία της NASA μέχρι τώρα υπήρξαν μόλις 138 ανάλογοι περίπατοι). Η συνολική διάρκεια ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα μέσω του ΔΔΣ αναμένεται να ξεπεράσει τις 25000 μέρες.

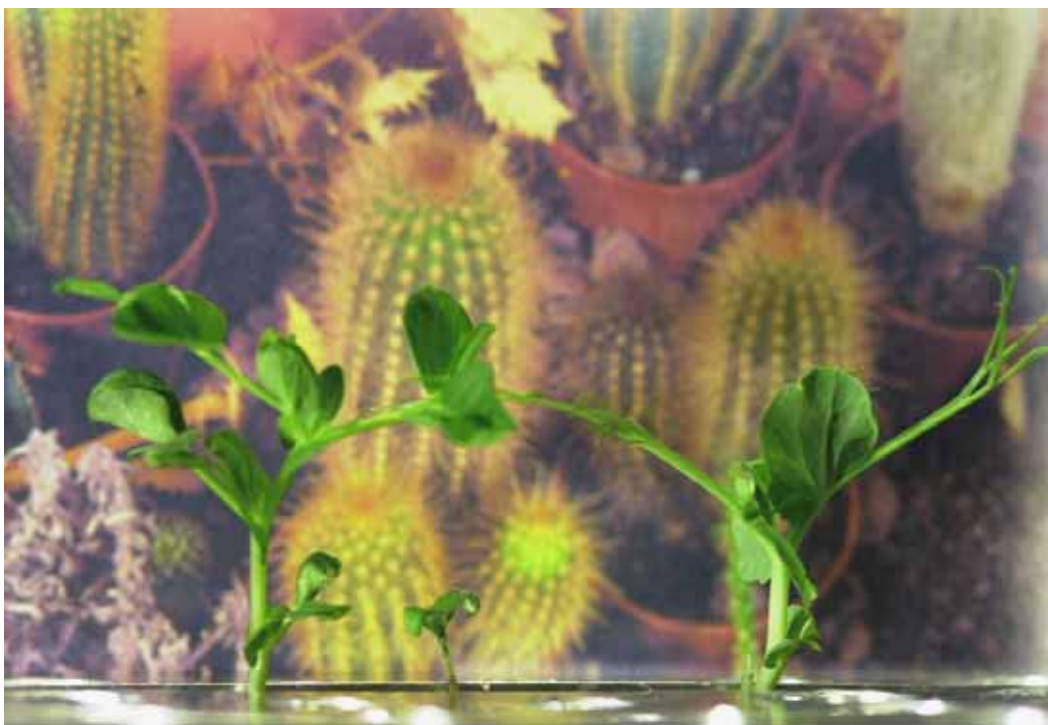


**ΕΙΚΟΝΑ 4.** Το Διαστημικό Λεωφορείο και ο Ρωσικός σταθμός MIR (αριστερά). Διαστημικός περίπατος έξω από τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό (δεξιά).

## 5 ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Κανένα εργαστήριο πάνω στη Γη δεν προσφέρει δυνατότητες για την διεξαγωγή πρωτοποριακής έρευνας όπως αυτές που προσφέρει ο ΔΔΣ, ο οποίος είναι στην ουσία ένα μόνιμο πολύπλοκο επιστημονικό εργαστήριο σε τροχιά γύρω από τη Γη. Εκεί διεξάγονται πειράματα σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας (ή τεχνητά δημιουργημένης μικροβαρύτητας), που μέσω δορυφορικής σύνδεσης ελέγχονται άμεσα από επιστήμονες στη Γη. Η έρευνα που διεξάγεται στα έξι εργαστήρια του ΔΔΣ αναμένεται να οδηγήσει σε σπουδαίες ανακαλύψεις που θα αποβούν χρήσιμες για τον γήινο πληθυσμό αλλά και θα προετοιμάσουν την μελλοντική εξερεύνηση και εποίκισμο του διαστήματος. Η έρευνα

των συνθηκών μικρο-βαρύτητας έχει εφαρμογές στη βιοτεχνολογία, στην κατασκευή νέων φαρμάκων, στη φυσική και στη μελέτη των υλικών. Επίσης διεξάγεται έρευνα για την κατανόηση και καλύτερη θεραπεία των ασθενειών που μαστίζουν την ανθρωπότητα, όπως οι καρδιοπάθειες, ο καρκίνος, ο διαβήτης και η οστεοπόρωση. Τα αποτελέσματα της μακρόχρονης παραμονής ανθρώπων σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας είναι μυϊκή αδυναμία, μεταβολές της λειτουργίας της καρδιάς και των αρτηριών, απώλεια οστικής μάζας, και άλλα. Η μελέτη τους όχι μόνο θα βοηθήσει στην καλύτερη αντιμετώπιση αυτών των παθήσεων στη Γη αλλά και θα προετοιμάσει την μακρόχρονη διαβίωση ανθρώπων στο διάστημα για τις μελλοντικές επανδρωμένες αποστολές. Επίσης, στα εργαστήρια του ΔΔΣ αναζητούνται καλύτερες μέθοδοι για την αποτελεσματικότητα καλλιεργειών σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως και για την εφεύρεση εναλλακτικών ειδών διατροφής. Μελετώνται οι κλιματολογικές συνθήκες, η γεωλογία, η κατάσταση των ωκεανών, των δασών και γενικά όλων των φαινομένων που έχουν άμεση επίδραση στη ζωή πάνω στη Γη και αναζητούνται λύσεις στα περιβαλλοντικά προβλήματα. Πολλές ακόμα εφαρμογές και έρευνες διεξάγονται στους τομείς της βιομηχανίας, της ρομποτικής, των νέων τεχνολογιών και των τηλεπικοινωνιών. Σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας γίνεται δυνατή η μελέτη των θεμελιωδών δυνάμεων στη φύση, ειδικά εκείνων που είναι πολύ ασθενείς σε συνθήκες βαρύτητας αλλά και η καλύτερη κατανόηση της δημιουργίας και εξέλιξης του Σύμπαντος. Επίσης η κατασκευή νέων καλύτερων χρονομέτρων, με χιλιάδες φορές μεγαλύτερη ακρίβεια από τα σημερινά ατομικά χρονόμετρα. Μερικά από τα πειράματα λαμβάνουν χώρα στο εξωτερικό του ΔΔΣ, για να μπορέσουν να μελετήσουν το διαστημικό περιβάλλον και την επίδρασή του στα διάφορα υλικά. Αποτέλεσμα αυτών των πειραμάτων θα είναι η πιο ασφαλής κατασκευή των μελλοντικών διαστημικών δορυφόρων.



ISS006E45049

**ΕΙΚΟΝΑ 5.** Ένα από τα πειράματα που διεξάγονται στο ΔΔΣ αφορούν την καλλιέργεια φυτών σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας.



## 6 ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΣΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

Ελπίζουμε ότι κάποτε η εξερεύνηση του διαστήματος θα οδηγηθεί σε τέτοια πρόοδο, ούτως ώστε τα διαστημικά ερευνητικά προγράμματα να αυτο-υποστηρίζονται χωρίς να χρειάζεται πια οικονομική υποστήριξη από τα δημόσια προγράμματα των χωρών της Γης. Η εξαγωγή υλικών και ορυκτών από τη Σελήνη και τους αστεροειδείς, η χρησιμοποίηση ακόμα πιο αποτελεσματικά από ότι σήμερα της ηλιακής ενέργειας, η αποτελεσματική χρήση αντιύλης σαν προωθητικής ενέργειας, είναι μόνο μερικές από τις ιδέες που υπάρχουν στο τραπέζι. Το επόμενο βήμα θα είναι η δημιουργία διαστημικών βιομηχανιών που θα μπορούν να υποστηρίξουν και τις ανάγκες της ζωής στη Γη, ούτως ώστε το διάστημα να μετατραπεί από «έξοδο» σε «έσοδο» για τον γήινο πληθυσμό. Για να φτάσουμε σε αυτό το σημείο πολλά πρέπει ακόμα να αλλάξουν. Αλλά το κυριότερο είναι ότι πρέπει να γίνει κοινή γνώση στο ανθρώπινο είδος η μοναδική αξία του διαστήματος. Η χωρίς περιορισμούς συνεχής και ουσιαστική παρουσία του ανθρώπου στο διάστημα, που για πρώτη φορά γίνεται δυνατή χάριν του ΔΔΣ, δίνει τη δυνατότητα να δοκιμαστούν νέες τεχνολογίες και να κατανοηθούν πολλά φαινόμενα που σχετίζονται με την ανθρώπινη ζωή. Ο ΔΔΣ είναι ένα παράθυρο στο Σύμπαν, που για πρώτη φορά ανοίγεται.