



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών

Η Εξερεύνηση και Εκμετάλλευση του Διαστημικού Περιβάλλοντος:

Μια Οικονομική Προσέγγιση

Επιμέλεια: Γιαννοπούλου Αποστολία

*Σε όλους τους καινοτόμους που συνεχίζουν να προχωρούν όταν
κανένας άλλος δεν θα τολμούσε να το κάνει...*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο, με την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι συνέβαλαν στην εκπόνησή της.

Το πόνημα αυτό ολοκληρώθηκε χάρη στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Βασίλειο Ζερβό, τον οποίο και ευχαριστώ για την στήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές του.

Επιπλέον, θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου, στους φίλους μου και στους ανθρώπους που πάντα πιστεύουν σε εμένα, με στηρίζουν και με ενθαρρύνουν να πάω ένα βήμα παραπάνω.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες.....	2
Πίνακας Περιεχομένων.....	3
Πίνακας Εικόνων.....	4
Πίνακας Γραφημάτων.....	5
Αρκτικόλεξα	6
Περίληψη	7
Abstract.....	8
Στόχος Εργασίας.....	9
Σκοπός Εργασίας.....	9
Εισαγωγή.....	10
1. Η Εξερεύνηση του Διαστήματος	12
2. Η Εκμετάλλευση του Διαστημικού Περιβάλλοντος	28
2.1 Δορυφόροι.....	28
2.1.1 Μετεωρολογικοί Δορυφόροι.....	29
2.1.2 Δορυφόροι Γεωλογικού Ενδιαφέροντος	29
2.1.3 Τηλεσκοπία - Δορυφόροι Αστρονομικών Παρατηρήσεων	31
2.1.4 Στρατιωτικοί Δορυφόροι.....	31
2.1.5 Τηλεπικοινωνιακοί Δορυφόροι	32
2.1.6 Διαστημικοί Σταθμοί.....	33
2.2 Διαστημικός Τουρισμός.....	34
2.3 Αξιοποίηση Διαστημικών Πόρων	44
2.3.1 Space Mining.....	44
2.3.2 Επιτόπια Αξιοποίηση Διαστημικών Πόρων (ISRU)	49
2.3.3 Space Manufacturing.....	52
3. Νομικό Πλαίσιο Εκμετάλλευσης του Διαστήματος.....	54

4.	Διαστημική Ρύπανση & Εξωτερικότητες.....	59
5.	Η Ταυτότητα του Διαστήματος ως Αγαθό.....	66
	Επίλογος.....	73
	Βιβλιογραφία.....	74
	Παράρτημα 1.....	80
	Παράρτημα 2.....	84
	Παράρτημα 3.....	88
	Παράρτημα 4.....	108

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.	Εκτιμώμενη κατάσταση της Διαστημικής Οικονομίας το 2040	19
Εικόνα 2.	Τροχιακά υψόμετρα δορυφόρων.....	21
Εικόνα 3.	Τροχιακά υψόμετρα τροχιών της Γης	21

ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1. Πορεία Παγκόσμιας Διαστημικής Δραστηριότητας (1930-2010)	14
Γράφημα 2. Πορεία Ευρωπαϊκής Διαστημικής Δραστηριότητας (1930-2010)	15
Γράφημα 3. Πορεία Ασιατικής Διαστημικής Δραστηριότητας (1930-2010)	15
Γράφημα 4. Πορεία 4ου K-Wave και Διαστημικής Δραστηριοποίησης.....	17
Γράφημα 5. Ετήσιο πλήθος εκτοξευμένων αντικειμένων από το 1957 (Sputnik 1)	18
Γράφημα 6. Πλήθος αντικειμένων στα τροχιακά υψόμετρα.....	18
Γράφημα 7. Διάγραμμα Ροής Οικονομίας	23
Γράφημα 8. Εκτίμηση της Διάχυσης του Διαστημικού Τομέα (μ.).....	26
Γράφημα 9. Εκτίμηση IRF του ΑΕΠ σε αντίδραση από σοκ	27
Γράφημα 10. Συνάρτηση Παραγωγής χωροχρόνου	38
Γράφημα 11. Ισορροπία Ζήτησης και Προσφοράς.....	39
Γράφημα 12. Τιμολόγηση Διαστημικών ταξιδιών σε διάφορα ύψη.....	41
Γράφημα 13. Σύγκριση ισορροπίας καμπυλότητας και γραμμικής ισορροπίας.....	43
Γράφημα 14. Μετάβαση επενδύσεων εξόρυξης στη Γη και στο Διάστημα	47
Γράφημα 15. Εκπομπές άνθρακα κατά την παραγωγή μεταλλευμάτων	48
Γράφημα 16. Πολύτιμοι αστεροειδείς βάση των χημικών τους στοιχείων.....	51
Γράφημα 17. Ανάλυση φόρου Pigou, Ιδία επεξεργασία.....	63
Γράφημα 18. Σχέση ανάμεσα στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ και το ποσοστό συνθηκών αναφερόμενων στο Διάστημα ως κοινό αγαθό.....	72

ΑΕΠ: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν

ΕΣΣΔ: Ένωση Σοβιετικών Σοσιαλιστικών Δημοκρατιών

ΗΠΑ: Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

ΟΗΕ: Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

COPUOS: Committee on the Peaceful Uses of Outer Space

ESA: European Space Agency

GRT: General Relativity Theory

IAP: Inter Academy Partnership

ITU: International Telecommunication Union

ISRU: In Situ Resource Utilization

JAXA: Japan Aerospace Exploration Agency

MOXIE: Mars Oxygen Resource Utilization Experiment

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NASRDA: National Space Research and Development Agency

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development)

R&D: Research and Development

Το Διάστημα, πλέον, αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της Παγκόσμιας βιομηχανίας προσελκύοντας επενδυτές με καινοτόμες ιδέες σε μια αγορά που λειτουργεί με ένα ιδιαίτερο πλαίσιο κανόνων. Η παρουσία του ανθρώπινου παράγοντα στο Διάστημα ξεκινά από την δεκαετία του 1950 με τον κρατικό τομέα να θέτει τα θεμέλια προσφέροντας ισχυρή τεχνογνωσία και με την πάροδο των ετών αφενός μεν εισήλθαν περισσότεροι παίκτες-ιδιώτες στην αγορά και αφετέρου αναθεωρήθηκε το Διαστημικό περιβάλλον ως έναν πιο προσιτό χώρο για τον Άνθρωπο. Οι δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο Διάστημα ποικίλουν και συνεχώς διευρύνονται. Οι δορυφόροι, η αξιοποίηση των Διαστημικών πόρων και ο Διαστημικός Τουρισμός έχουν προοπτικές αλλά ταυτόχρονα εδρεύουν εκτός της Γης και των νόμων της αγοράς. Οι διαφορές μεταξύ επίγειας και Διαστημικής αγοράς είναι μεγάλες με αποκλίσεις στην τιμολόγηση, στο κόστος παραγωγής και στο ύψος του επιχειρηματικού κινδύνου. Σαφώς, τα ποσά που απαιτούνται για τις Διαστημικές αποστολές είναι υπέρογκα, με ορισμένες επενδύσεις ενδεχομένως να μην έχουν την αναμενόμενη απόδοση. Παρ' όλα αυτά, οι εκθετικά αυξανόμενες ανάγκες του Παγκόσμιου Πληθυσμού σε συνδυασμό με την δεδομένη ποσότητα πόρων είναι ο κύριος λόγος της στροφής προς τα αγαθά του εξωγήινου χώρου. Ανακύπτει, όμως, το ερώτημα κατά πόσο υπάρχουν νόμοι που συνθέτουν τον μηχανισμό εκμετάλλευσης και πόσο η Διαστημική αγορά υπακούει στους νόμους της Γήινης. Είναι δύσκολο να οριοθετηθούν οι συμπεριφορές των παικτών σε ένα χώρο όπως είναι το εξωατμοσφαιρικό Διάστημα. Ωστόσο, υπάρχουν παραδείγματα επιχειρήσεων που σημειώνουν κερδοφορία αλλά και ένα πλήθος ενδιαφερόμενων οι οποίοι θέλουν να επωφεληθούν από την Διαστημική δραστηριότητα επιδιώκοντας ένα μερίδιο κέρδους.

Λέξεις-κλειδιά: Οικονομία του Διαστήματος, Διαστημικές επενδύσεις, Επιχειρηματικότητα στο Διάστημα, Διαστημική Πολιτική

ABSTRACT

Space, nowadays, is an important part of the Global industry, attracting investors with innovative ideas in a market that operates under an interesting framework of rules. The presence of the human factor in Space begins in the 1950s with the public sector laying the foundations by offering strong expertise and over the years, on the one hand more private actors have entered the market but on the other, they have revised the Space environment as a more accessible zone for the humankind. The activities carried out in Space are varied and constantly expanding. Satellites, exploitation of Space resources and Space Tourism have prospects but at the same time they are based outside the Earth and the laws of its market. The differences between the Terrestrial and Space market are large with discrepancies in pricing, production costs and the height of business risk. Clearly, the budget required for Space missions is exorbitant with an investment possibly not having the expected return. However, the exponentially increasing needs of the World Population combined with the limited amount of resources is the main reason behind the turn to the goods of extraterrestrial space. However, a question arises as to whether there are laws that orchestrate the mechanism of exploitation and how much the Space market obeys the laws of the Earth market. It is difficult to define the economic factors' behaviors in the Outer Space market. Nevertheless, there are examples of businesses achieving profitability with the potential future sellers observing and seeking a profit share.

Key-words: Space Economy, Space Investment, Space Entrepreneurship, Space Policy

ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

“Η Εξερεύνηση και Εκμετάλλευση του Διαστημικού Περιβάλλοντος – Μια Οικονομική προσέγγιση” αποτελεί εφαλτήριο για μια ενδελεχή έρευνα πάνω στην Οικονομία του Διαστήματος, της εμπορευματοποίησης του, τη μελέτη της εξωατμοσφαιρικής αγοράς και γενικά της Διαστημικής πολιτικής. Μέσω της παρούσας εργασίας γίνεται μια προσπάθεια ανάδειξης όλων των μέχρι στιγμής διαθέσιμων τρόπων εκμετάλλευσης του Διαστημικού χώρου και των επιτυχημένων αποστολών και σχεδίων προηγούμενων ετών. Επιπλέον, εξετάζονται οι προκλήσεις και οι δυσκολίες που ανακύπτουν σε συναφείς δραστηριότητες και εγχειρήματα, αν πληρούνται οι προϋποθέσεις για μελλοντικά σχέδια του Διαστημικού ιδιωτικού τομέα, πως ο Δημόσιος τομέας έθεσε τις βάσεις της κατάκτησης του εξωατμοσφαιρικού χώρου και αν πράγματι το Διάστημα μπορεί να θεωρηθεί ένας ατέρμονος κοινόχρηστος πόρος όπου όλοι οι ενδιαφερόμενοι έχουν δικαιώματα χρήσης επ’ αυτού. Όσον αφορά την επιλογή του θέματος, καθοριστικό ρόλο αποτέλεσε η προσωπική μου ενασχόληση με τον ευρύτερο τομέα της Διαστημικής και της Αστρονομίας καθώς και η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα και εξέταση της εφαρμογής της Οικονομικής Επιστήμης στα παραπάνω.

ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η λεπτομερής και όσο το δυνατόν πληρέστερη ενημέρωση του αναγνώστη σχετικά με το σύγχρονο θέμα της Διαστημικής δραστηριοποίησης και της ευρύτερης ανάπτυξής της. Η εκτενής αναφορά σε όρους όπως κοινόχρηστος χώρος, εκμετάλλευση των Διαστημικών πόρων και διαφόρων άλλων έχει ως απώτερο σκοπό την αφομοίωση της σημασίας των όρων και της πολυπλευρικότητας αυτών.

Ο Άνθρωπος και το Διάστημα είναι μια σχέση που στηρίζεται στην ανάγκη του ανθρώπινου γένους για παρατήρηση, επέκταση των δραστηριοτήτων του, δημιουργία και διαρκή εξερεύνηση. Η ανάγκη αυτή ξεκινά από τον πρώτο μόλις άνθρωπο ο οποίος σηκώνοντας τα μάτια του ψηλά στο νυχτερινό ουρανό αναρωτήθηκε για την παρουσία των φωτεινών άστρων. Με τη πάροδο του χρόνου, ο Άνθρωπος αφενός μεν έδωσε απαντήσεις στο παραπάνω ερώτημα και αφετέρου εκκίνησε την αποστολή κατάκτησης του Διαστήματος. Γεννάται άμεσα το ερώτημα κατά πόσο ο Άνθρωπος είναι σε θέση να επενδύσει στον Διαστημικό χώρο και φυσικά να επωφεληθεί. Η Διαστημική Οικονομία στηρίζεται πάνω σε μια ισχυρή αγορά και ολοένα και περισσότεροι παίκτες εισέρχονται αναζητώντας μερίδιο κέρδους. Η παγκόσμια Διαστημική Οικονομία το 2022 άγγιξε τα 460 δισεκατομμύρια δολάρια με τα 360 δισεκατομμύρια να στηρίζονται στην Ιδιωτική Διαστημική αγορά. Η Ευρωπαϊκή δημόσια επένδυση έφθασε το ποσό των 14 εκατομμυρίων δολαρίων (ESA, 2022). Το Space Report δημοσίευσε στο τέλος του 2023, πολύ ενθαρρυντικά στοιχεία καθώς η Παγκόσμια Αγορά εκτοξεύσεων σημείωσε νέο ρεκόρ με 223 προσπάθειες, εκ των οποίων οι 212 ήταν επιτυχημένες. Η ιδιωτική δε πλευρά της αγοράς σημείωσε άνοδο 50% συγκρινόμενη με τη περσινή της απόδοση.

Η δεδομένη τεχνογνωσία επιτρέπει μια εύλογη σειρά από δραστηριότητες οι οποίες είναι κερδοφόρες και θα αναλυθούν παρακάτω ωστόσο τα βήματα που πρέπει να επιτευχθούν για μια ουσιαστική χρήση είναι πολλά. Ο Δαγκλός (2009), είχε τονίσει ότι ο παγκόσμιος πληθυσμός, οι φυσικοί πόροι και η ασφάλεια του Πλανήτη είναι από τα σημαντικότερα ζητήματα παγκοσμίως και η στροφή στον εξωγήινο χώρο αποτελεί μια λύση. Μέχρι να επιτευχθεί όμως αυτό, κρατικοί και ιδιωτικοί τομείς έχουν επιτελέσει σπουδαίο έργο. Οι δημόσιοι φορείς άνθισαν στο παρελθόν θέτοντας ισχυρές βάσεις για την είσοδο των ιδιωτών. Οι Lampkin & White (2023), υποστηρίζουν ότι μετά την άνοδο του ιδιωτικού Διαστημικού Τομέα ολοένα και περισσότεροι οικονομικοί παράγοντες ενδιαφέρονται για Διαστημική δραστηριοποίηση όπως είναι ο Διαστημικός Τουρισμός. Η είσοδος της ιδιωτικής πρωτοβουλίας έκανε το Διάστημα πιο προσιτό σε ιδιώτες καταφέροντας να

μειώσει τις τιμές, να εισάγει τη διαδικασία της καθετοποίησης της Διαστημικής βιομηχανίας και να υπερνικήσει αντίστοιχες προσπάθειες του Κρατικού τομέα. Η Διαστημική δραστηριοποίηση περικλείει πολλές δράσεις όπως συστήματα GPS, Earth Observation, Διαστημικό ταξίδι, πειράματα και διάφορα άλλα. Τα υψηλά κόστη, το τεράστιο ρίσκο και το υπέρογκο κόστος για Έρευνα και Ανάπτυξη συνυπάρχουν όμως με την έμφυτη ανάγκη του ανθρώπου για επέκταση του ζωτικού χώρου.

Δεν είναι εύκολη υπόθεση όμως. Το Διαστημικό Δίκαιο δεν έχει τελειοποιηθεί καθώς υπάρχουν πολλά κενά. Παράλληλα, το Διάστημα ανήκει στην κατηγορία των κοινών. Κάθε κράτος έχει δικαίωμα να χρησιμοποιεί αυτό και τους πόρους του χωρίς όμως να δικαιούται να αποκλείει άλλους από τη χρήση του. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και για την ιδιωτική πρωτοβουλία. Το φαινόμενο της “Τραγωδίας των Κοινών” ισχύει εξίσου και στο Διάστημα το οποίο αναπόφευκτα θα υπερχρησιμοποιηθεί. Επίσης, συνεχώς ανακύπτουν νέα δεδομένα σχετικά με την κατάσταση του Διαστημικού περιβάλλοντος (Space Situational Awareness) που είναι πολύ σημαντική πληροφορία αναφορικά με την ασφάλεια των αποστολών.

1. Η ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το Διάστημα αποτελούσε από αρχαιοτάτων χρόνων στόχο για κατάκτηση από το ανθρώπινο γένος. Οι άνθρωποι παρατηρώντας τον, πέραν της αισθητικής του, επεδίωξαν να ανακαλύψουν τους νόμους που το διέπουν, να τους κατανοήσουν με απώτερο σκοπό να είναι σε θέση να το αξιοποιήσουν στο καλύτερο δυνατό επίπεδο. Εδώ, βέβαια, έγκειται το ερώτημα ποιο είναι το μέγιστο σημείο εκμετάλλευσης του Διαστημικού χώρου και τι θα έχει ως αποτέλεσμα μια πιθανή υπέρβαση αυτού; Οι επιπτώσεις θα περιοριστούν μόνο σε αποκλείσεις παικτών από την αγορά ή θα επεκταθεί και σε εδάφια εξειδίκευσης της Διαστημικής Ηθικής (Space Ethics) και του Δίκαιου του Διαστήματος (Space Law); Μέσα στην πορεία του χρόνου βρίσκονται οι Αρχαίοι Έλληνες οι οποίοι προσέφεραν πολλά στην επιστήμη του Σύμπαντος. Η Αγλαονίκη, ο Φιλόλαος, ο Θαλής, ο Αρίσταρχος και ο Ίππαρχος είναι ορισμένοι μόνο εξ' όσων ασχολήθηκαν με τον Ουράνιο θόλο, προσπάθησαν να τον ερμηνεύσουν και να διατυπώσουν εξηγήσεις για τα αστρικά φαινόμενα.

Εκατοντάδες χρόνια αργότερα, το 1865, ο Γάλλος συγγραφέας Ιούλιος Βέρν πραγματοποίησε νοητά το πρώτο ταξίδι στο Διάστημα στο βιβλίο του «Από τη Γη στη Σελήνη». Συνεχίζει να εκπλήσσει ακόμη και σήμερα με την ακρίβεια των προβλέψεων του αναφορικά με τις λεπτομέρειες του ταξιδιού στο δορυφόρο της Γης μεταξύ των οποίων είναι οι διαστάσεις της σεληνακάτου καθώς και η περιοχή προσθαλάσσωσης η οποία απείχε μόλις 5 χιλιόμετρα από τον τόπο προσθαλάσσωσης της αποστολής Apollo.

Περίπου την ίδια εποχή, το 1883, ο Konstantin Tsiolkovsky ξεκίνησε στη Ρωσία μελέτη πάνω στους πυραύλους. Ο Robert Goddard, το 1914, εφηύρε τον πύραυλο πολλαπλών επιπέδων και τον πύραυλο υγρών καυσίμων. Ακολούθησε ο Wernher von Braun.

Το 1957, αποτέλεσε το έτος ορόσημο καθώς η πρώτη Σοβιετική Ένωση στις 4 Οκτωβρίου, εκτόξευσε τον πρώτο τεχνητό δορυφόρο Sputnik 1. Η προσπάθεια αυτή συνεχίστηκε με την αποστολή Sputnik 2, τον Νοέμβριο του ίδιου έτους. Η εν λόγω αποστολή διέφερε από την προηγούμενη καθώς μέσα στο Διαστημικό σκάφος επέβαινε η Λάικα, ο πρώτος ζωντανός οργανισμός ο οποίος ταξίδεψε στο Διάστημα.

Από την άλλη πλευρά, οι Η.Π.Α. εκτόξευσαν στις 31 Ιανουαρίου 1958, τον δορυφόρο Explorer 1 και ακολούθησε ο Explorer 2, τον Μάρτιο της ίδιας χρονιάς, ο οποίος όμως δεν μπόρεσε να μπει σε τροχιά και έπεσε στον Ατλαντικό Ωκεανό. Τον ίδιο μήνα, στις 26 Μαρτίου εκτοξεύτηκε ο Explorer 3, ενώ τον Ιούλιο και τον Αύγουστο της ίδιας χρονιάς ακολούθησαν οι Explorer 4 και 5, αντίστοιχα.

Οι εκτοξεύσεις δορυφόρων έμελλε να είναι μόνο η αρχή του αγώνα κατάκτησης του Διαστήματος ή αλλιώς "Space Race" καθώς μερικά χρόνια αργότερα, ο Yuri Gagarin ήταν ο πρώτος άνθρωπος που ταξίδεψε στο Διάστημα, στην πρώτη επανδρωμένη αποστολή, τη Vostok 1, στις 12 Απριλίου του 1961, διαγράφοντας τροχιά γύρω από τη Γη, διάρκειας 67 λεπτών.

Το εγχείρημα αυτό της Σοβιετικής Ένωσης δεν άργησε να ακολουθήσει και η Αμερική, στέλνοντας τον αστροναύτη Alan Shepard σε αντίστοιχη αποστολή.

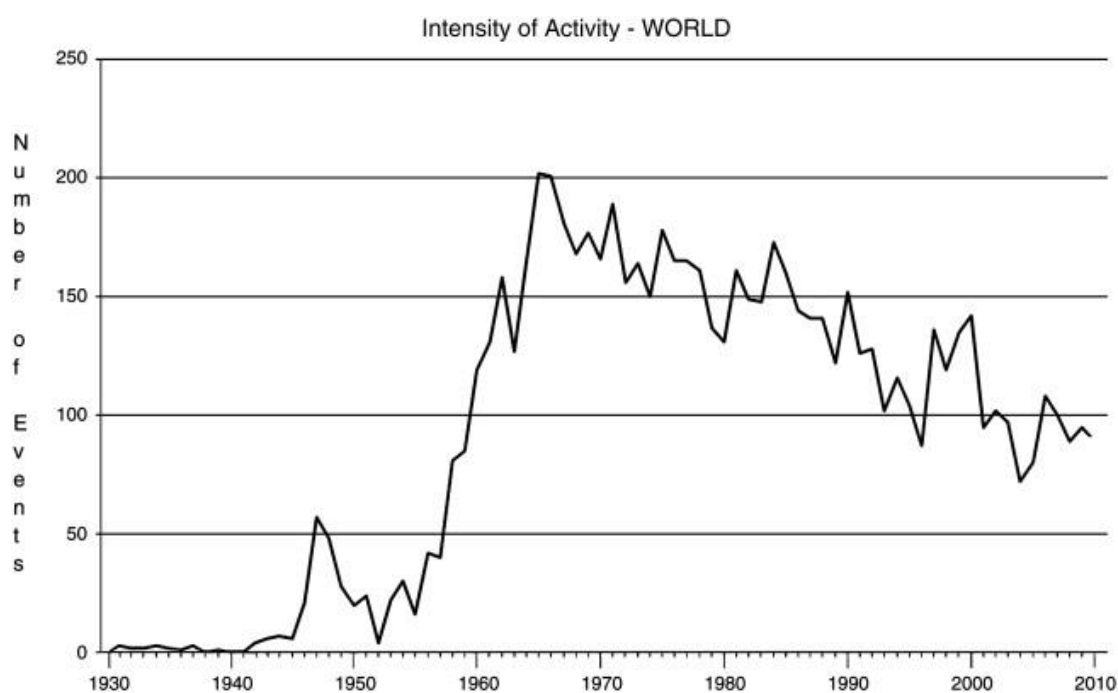
Λίγα χρόνια αργότερα, στις 20 Ιουλίου 1969, η Αμερική με την αποστολή Apollo 11 έστειλε τους αστροναύτες Neil Armstrong, Buzz Aldrin και Michael Collins στη Σελήνη. Την 21η Ιουλίου 1969 και ώρα 02:56 ο Neil Armstrong είπε τη γνωστή σε όλους φράση «Ένα μικρό βήμα για τον Άνθρωπο, ένα τεράστιο άλμα για την Ανθρωπότητα» σηματοδοτώντας επισήμως και εμπράκτως την έναρξη εξερεύνησης του Διαστήματος.

Ακολούθησαν και άλλες αποστολές. Πιο συγκεκριμένα, τον Μάιο του 1973 εκτοξεύτηκε ο αμερικανικός Διαστημικός σταθμός Skylab, τον οποίο διαχειριζόταν αποκλειστικά η NASA. Στις 12 Απριλίου 1981, πραγματοποιείται η πρώτη πτήση του Διαστημικού Λεωφορείου Columbia. Ακόμη, η ΕΣΣΔ έθεσε σε τροχιά τον δικό της Διαστημικό σταθμό Mir, τον Φεβρουάριο του 1986.

Σύμφωνα με τους Devezas et al (2012), οι προβλέψεις επιστημόνων σχετικά με το επίπεδο τεχνογνωσίας στις αρχές της χιλιετίας ήταν υπεραισιόδοξες. Για παράδειγμα, η κατασκευή του Διεθνή Διαστημικού Σταθμού ξεκίνησε το 1998 και δεν έμοιαζε καθόλου με εκτιμήσεις των μηχανικών την εποχή του «Space Boom» την δεκαετία του 1960. Υποστηρίζουν δε, πως ο κύριος λόγος για τον οποίον δεν επιτεύχθηκαν αυτές οι Διαστημικές φιλοδοξίες, στον βαθμό που είχαν οραματιστεί οι ειδικοί, είναι λόγω του τέλους του Ψυχρού Πολέμου

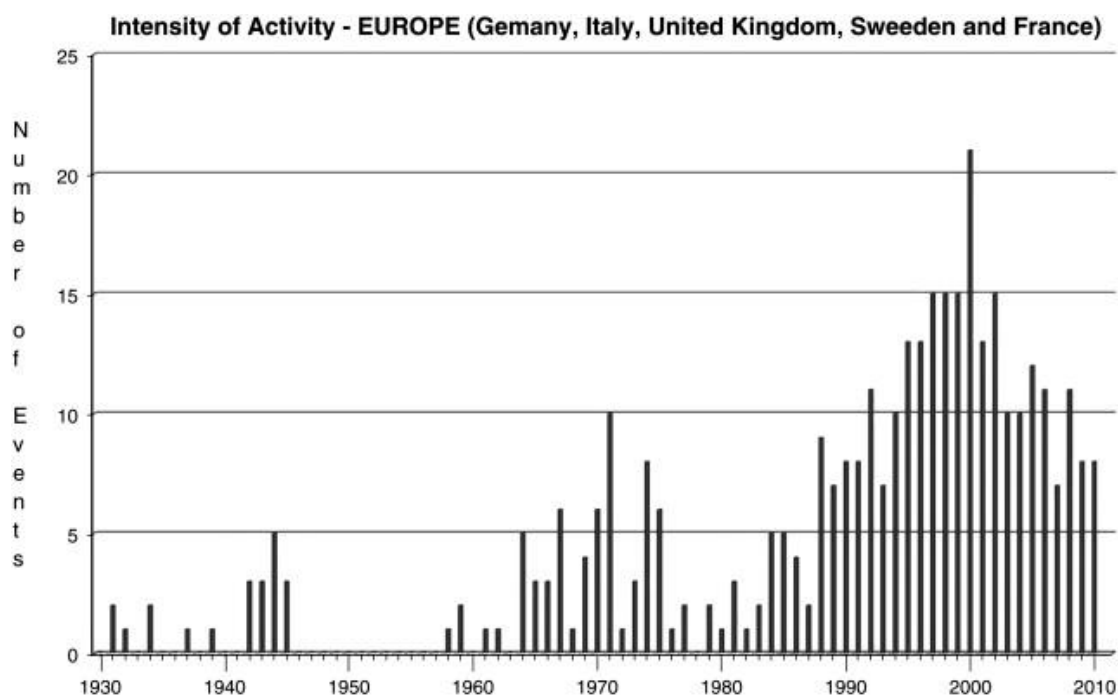
και της μετέπειτα καθίζησης της Παγκόσμιας οικονομίας που εμφανίζεται στα μέσα της δεκαετίας του 1970.

Σημαντικό κομμάτι, λοιπόν, στην πορεία της Διαστημικής στο πέρασμα των χρόνων είναι η περίοδος του Space Race. Ξεκινά παράλληλα με την προετοιμασία των χωρών για τον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο όπου παρατηρείται έντονα η συσσώρευση στρατιωτικού υλικού. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των ΗΠΑ και της Σοβιετικής Ένωσης θεμελιώθηκε λόγω της κυρίαρχης θέσης που κατείχε η ΕΣΣΔ στο Διάστημα μέσω των επιτυχιών όπως ο Sputnik 1 και η αποστολή του πρώτου ανθρώπου στο Διάστημα. Μετά το πέρας της δεκαετίας του 1970, σημειώθηκε μια πτώση στις δραστηριότητες παγκοσμίως. Ωστόσο, μετά το 1990, η παρουσία του ανθρώπινου παράγοντα στο Διάστημα πλήθυνε με την είσοδο επιπλέον κρατών-παικτών στην Διαστημική αγορά.

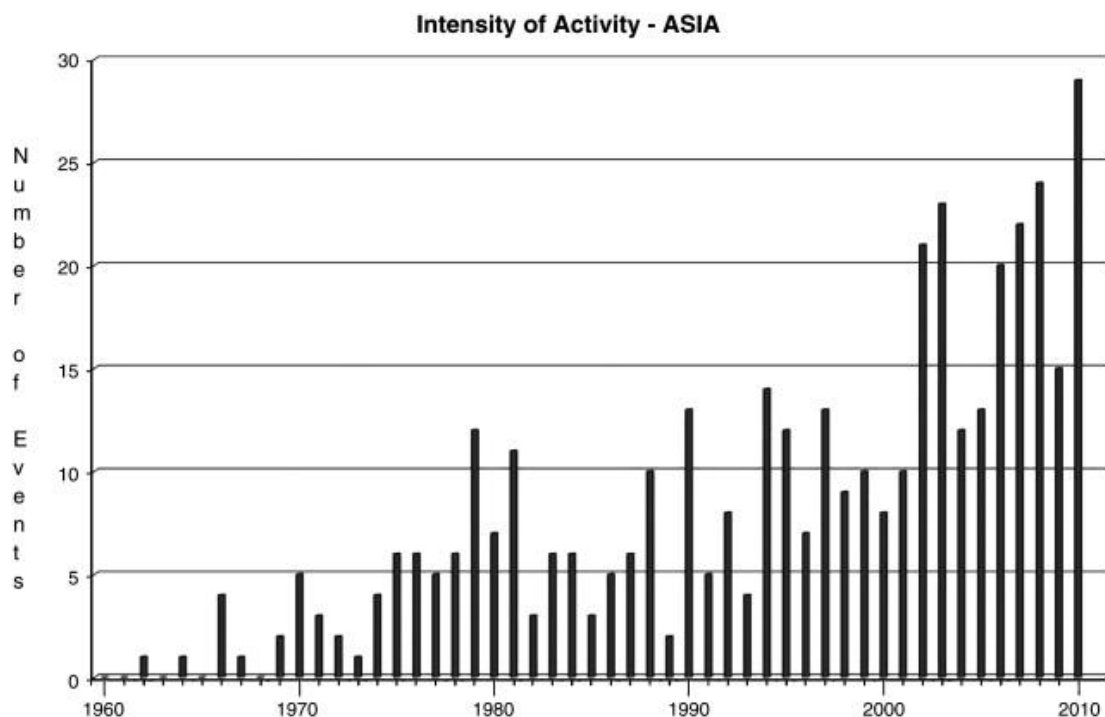


Γράφημα 1. Πορεία Παγκόσμιας Διαστημικής Δραστηριότητας (1930-2010), Devezas et al (2012)

Παράλληλα, η Ευρώπη και η Ασία συνέβαλλαν στην Παγκόσμια δραστηριότητα ειδικά μετά την καινούρια χιλιετία με την εντατικοποίηση της δραστηριότητας των δύο ηπείρων να είναι εμφανής στα παρακάτω διαγράμματα.



Γράφημα 2. Πορεία Ευρωπαϊκής Διαστημικής Δραστηριότητας (1930-2010), Devezas et al (2012)



Γράφημα 3. Πορεία Ασιατικής Διαστημικής Δραστηριότητας (1930-2010), Devezas et al (2012)

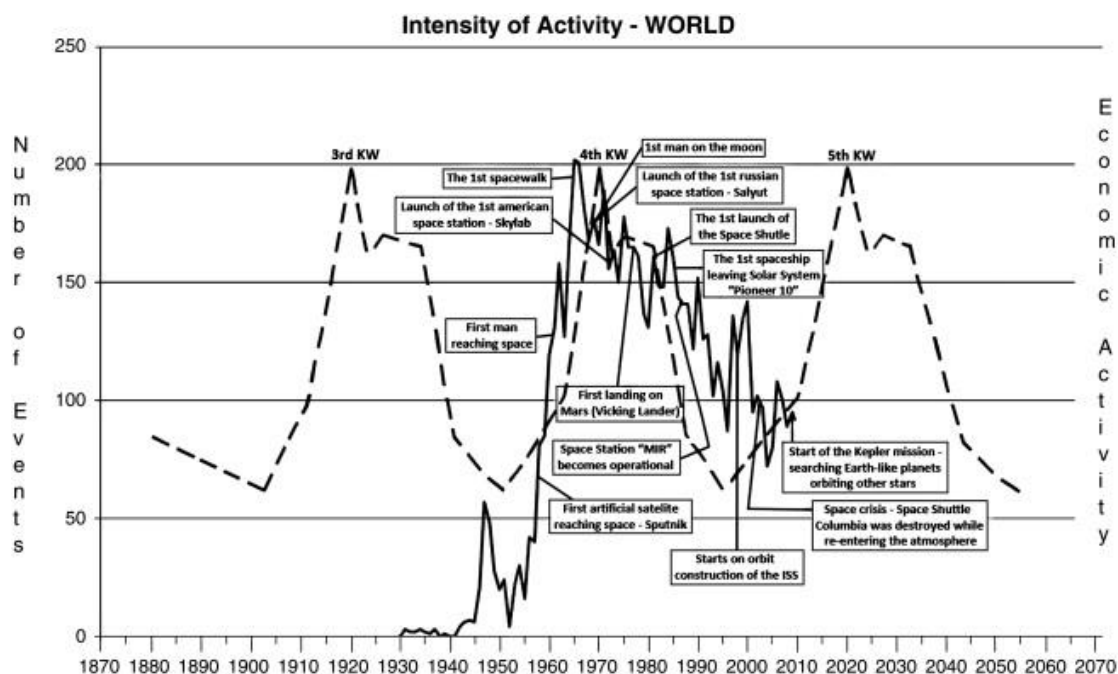
Αν συγκριθούν τα 2 παραπάνω γραφήματα, μια βασική παρατήρηση είναι ότι η Ευρώπη συνέβαλλε περισσότερο στην Παγκόσμια δραστηριοποίηση την περίοδο 1990-2000, ενώ το 2000-2010, η Ασία ήταν πρωτοπόρος.

Μια διαφορετική οπτική της συνολικής δραστηριότητας είναι μέσω των κυμάτων Kondratiev. Ο Nikolai Kondratiev το 1922, εισήγαγε την έννοια των μεγάλων κυμάτων διάρκειας 45-60 χρόνων που εξηγούν τις διαρθρωτικές αλλαγές της Παγκόσμιας Οικονομίας. Τα Kondratiev Waves βοηθούν στη χαρτογράφηση της οικονομίας και στην πρόβλεψη φαινομένων των επερχόμενων ετών. Ο De Green (1973), χαρακτήρισε την προσέγγιση του Kondratiev πάνω στην οικονομία ως κοινωνικοτεχνική και εξελισσόμενη. Τα K-Waves οφείλονται στην τεχνολογία, σε αναταραχές και ριζικές αλλαγές στην κοινωνία και σε επιχειρηματικούς κύκλους. Ξεκινούν λόγω της συγκέντρωσης καινοτομιών που οδηγούν σε αλλαγές στον τομέα παραγωγής και έτσι δημιουργούν νέους βιομηχανικούς τομείς. Κατά μια έννοια, τα μεγάλα κύματα προκαλούνται από τη ζήτηση για λύσεις σε νέα προβλήματα. Δεν είναι τυχαίο που κάθε K-Wave έχει ξεχωριστά χαρακτηριστικά που πέραν όλων των άλλων ορίζουν και την ειδική του ονομασία (Modelski, 2012).

Κύματα Kondratiev	Χρονικές Περίοδοι	Ονομασία
1ο Κύμα	1790 - 1840	Ατμομηχανές και Σιδηρόδρομοι
2ο Κύμα	1840 – 1895	Χάλυβας, Ηλεκτρισμός & Βαριά Μηχανική
3 ^ο Κύμα	1895 – 1945	Πετρέλαιο, Αυτοκίνητο και Μαζική Παραγωγή
4 ^ο Κύμα	1945 - 1995	Πληροφορία & Τηλεπικοινωνίες
5 ^ο Κύμα	1995 - ;	-

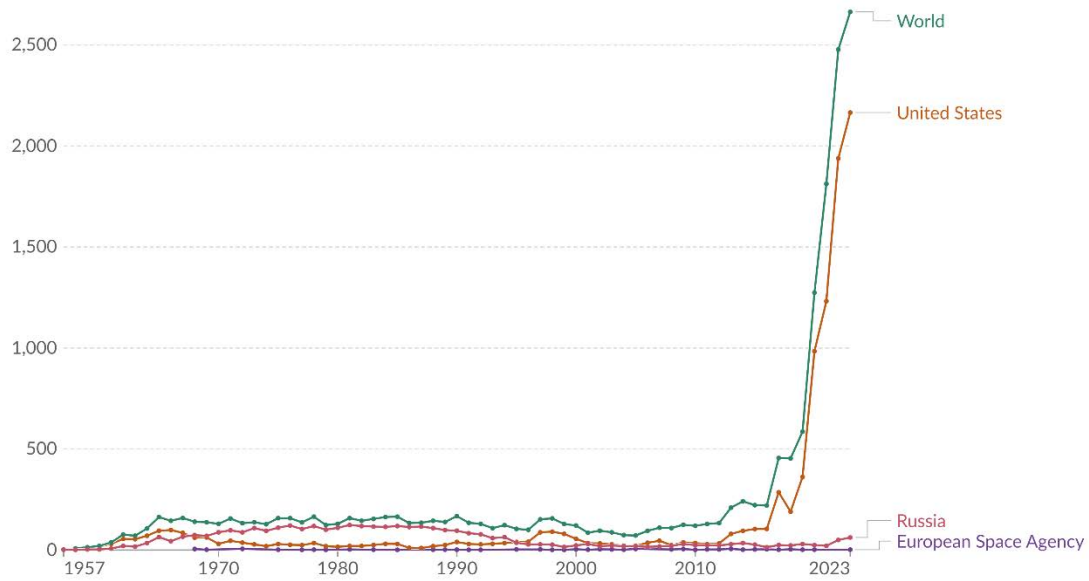
Πίνακας 1. Κύματα Kondratiev ανά περιόδους (Ιδία επεξεργασία)

Μια προσπάθεια παραλληλισμού των κυμάτων Kondratiev και της Διαστημικής έγινε από τους Devezas et al. (2012).

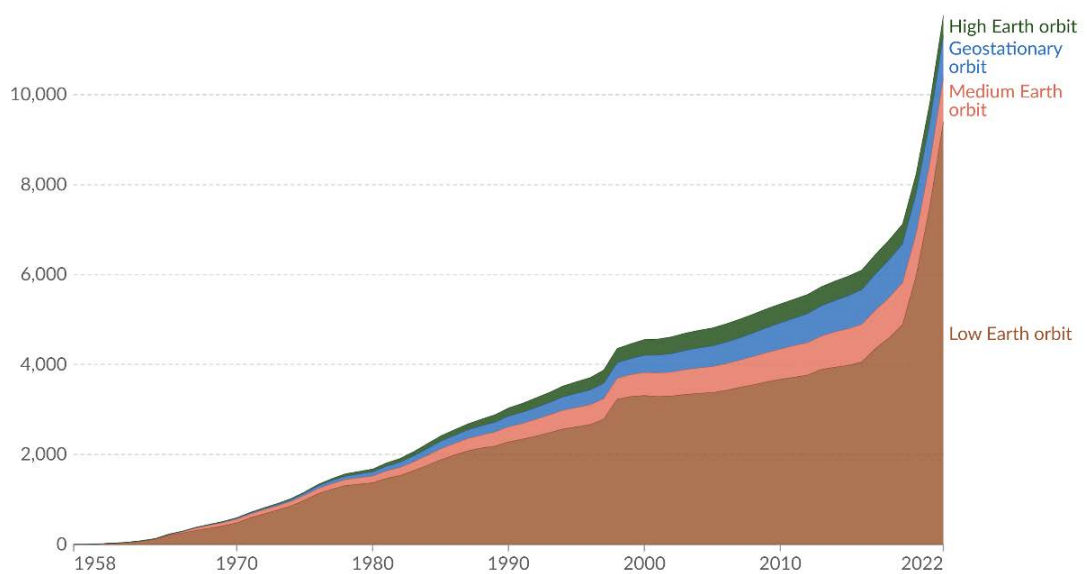


Γράφημα 4. Πορεία 4ου K-Wave και Διαστημικής Δραστηριοποίησης , Devezas et al (2012)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται η εξέλιξη του 4ου Κύματος Kondratiev (1945-1995) ενώ παράλληλα εξελίσσεται η άνθιση του Space Race. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1, το 4ο κύμα είναι συνδεδεμένο με την εποχή της Πληροφορίας και των Τηλεπικοινωνιών. Αναδύθηκε η τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών, των τηλεοράσεων και της αεροναυπηγικής. Είναι λογικό, λοιπόν, το συμπέρασμα ότι οι τεχνολογικές ανακαλύψεις που προέκυψαν κατά το εν λόγω κύμα, αποτέλεσαν κινητήριο δύναμη του Space Race που συντελούνταν εκείνη τη στιγμή. Πρέπει να καταστεί σαφές ότι το Διάστημα επ' ουδενία περίπτωση δεν αποτέλεσε κύρια βάση-στόχο του εν λόγω κύματος. Ωστόσο, οι δραστηριότητες που έλαβαν χώρα έθεσαν τη βάση και προσέφεραν την τεχνογνωσία στις επόμενες γενιές επιστημόνων για να επεκτείνουν τα ανθρώπινα σχέδια για την κατάκτηση του Διαστήματος.



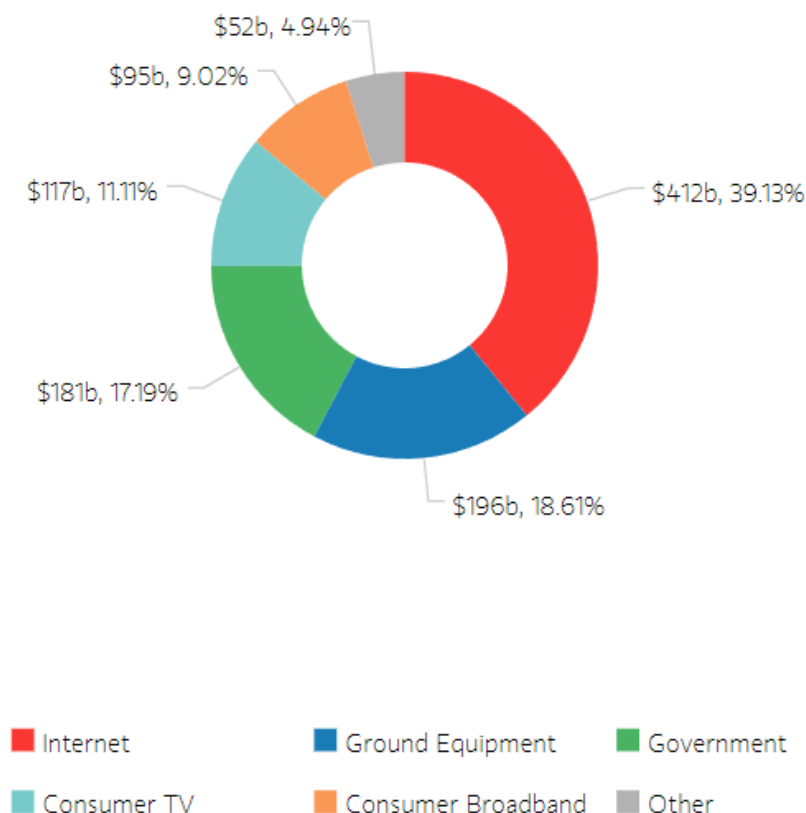
Γράφημα 5. Ετήσιο πλήθος εκτοξευμένων αντικειμένων από το 1957 (Sputnik 1), UNOOSA (2024)



Γράφημα 6. Πλήθος αντικειμένων στα τροχιακά υψόμετρα, United States Space Force (2023)

Όσον αφορά, το 5ο κύμα Kondratiev που εξελίσσεται αυτή τη στιγμή, βρίσκει τη Διαστημική να στηρίζεται σε ισχυρά δομημένες ιδιωτικές εταιρείες οι οποίες εξελίσσουν το έργο των δημόσιων οργανισμών εμπλουτίζοντας το, με νέες καινοτόμες ιδέες που θα φέρουν τον Άνθρωπο πιο κοντά στο Διάστημα. Οι κύριες Διαστημικές δραστηριότητες περικλείουν εκτοξεύσεις για επιστημονικούς, εμπορικούς ακόμη και για στρατιωτικούς σκοπούς.

Η Morgan Stanley με ιδία δεδομένα και των Satellite Industry Association και Thomson Reuters, εκτιμά ότι η Παγκόσμια Διαστημική Οικονομία θα φθάσει στην αξία του 1 τρισεκατομμυρίου δολαρίων το 2040 με τον τομέα του Διαδικτύου να αγγίζει τα 412 δισεκατομμύρια δολάρια (39,13%).



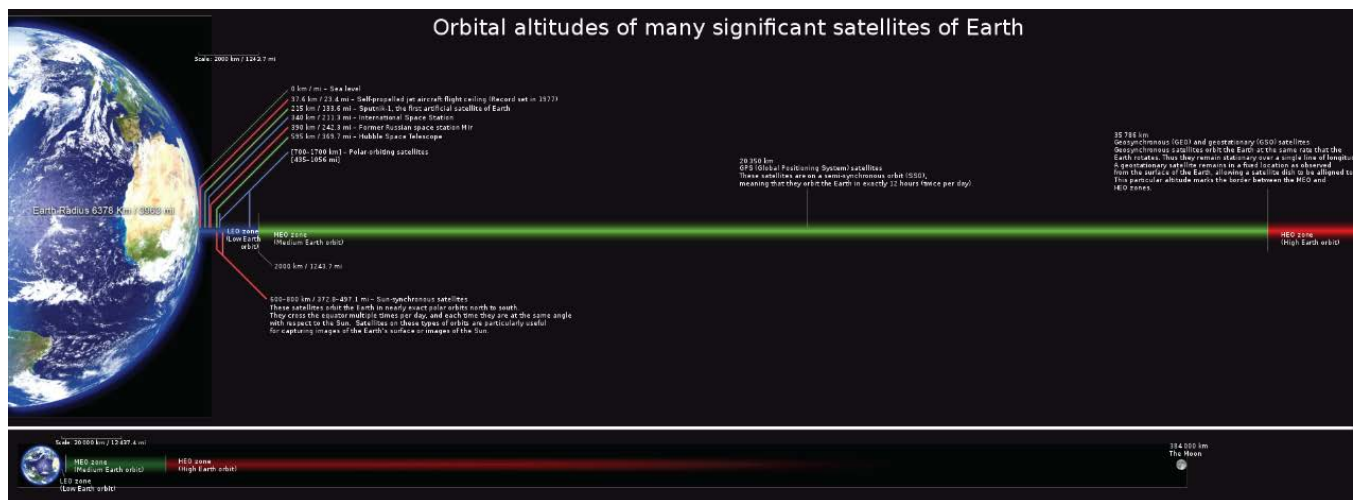
Εικόνα 1. Εκτιμώμενη κατάσταση της Διαστημικής Οικονομίας το 2040 (πηγή: Morgan Stanley)

Σύμφωνα με την Orbiting Now, έως τον Μάρτιο του 2024, το πλήθος των ενεργών δορυφόρων σε τροχιά γύρω από τη Γη είναι 9.510 με το 87,95% αυτών να βρίσκονται σε τροχιακό υψόμετρο LEO. Το μεγάλο υψόμετρο οδηγεί σε καθυστέρηση του σήματος δυσχεραίνοντας την ομαλή διεξαγωγή συνεδρίων απομακρυσμένης σύνδεσης (online conference) ή εφαρμογές gaming (OceanWeb, 2023).

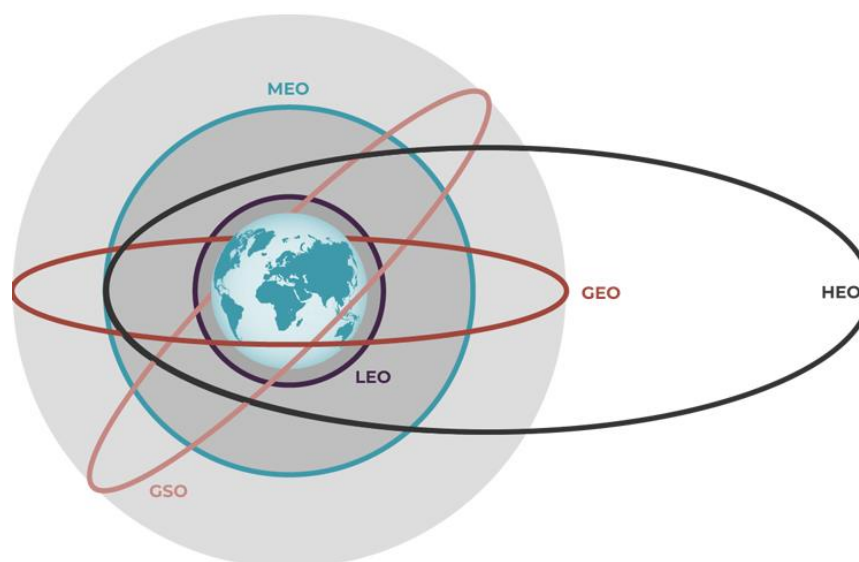
Στην δεκαετία που διανύουμε, ιδιωτικές εταιρείες προβλέπεται να εκτοξεύσουν επιπλέον δεκαπέντε χιλιάδες δορυφόρους σε τροχιές LEO και GEO. (Murtaza, 2020). Εκ πρώτης όψεως αυτό φαίνεται αισιόδοξο όμως ο υπερπληθυσμός στις τροχιές αυξάνει την πιθανότητα συγκρούσεων μεταξύ δορυφόρων και άλλων προϊόντων παλιών συγκρούσεων πράγμα ζημιογόνο για μια επιχείρηση.

Τροχιές	Ύψος	Καθυστέρηση Σήματος
LEO	1.200 - 5000 χλμ	< 30ms
MEO	5.000 - 20.000 χλμ	< 80ms
GEO	36.000 χλμ	> 500ms

Πίνακας 2. Τροχιακά Υψόμετρα (Ιδία Επεξεργασία με δεδομένα: OceanWeb, 2023)



Εικόνα 2. Τροχιακά υψόμετρα δορυφόρων, Mercer (2011)



Εικόνα 3. Τροχιακά υψόμετρα τροχιών της Γης

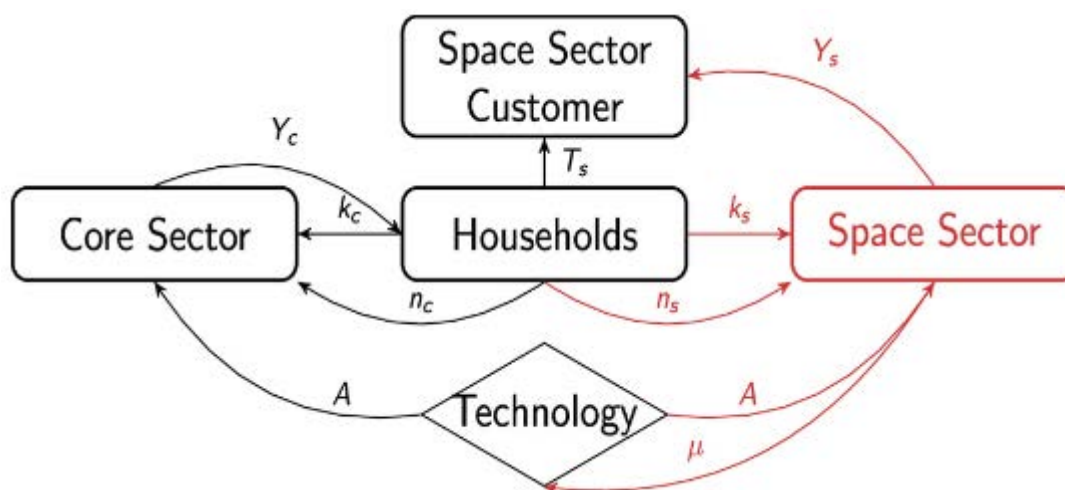
Μια πολύ ενδιαφέρουσα προσέγγιση πραγματοποιήθηκε από τους Corrado et al (2023) όπου επιχειρήθηκε η αιτιολόγηση των οικονομικών επιπτώσεων των Διαστημικών αποστολών αρχής γενομένης τη δεκαετία του 1960 έως σήμερα. Τα δεδομένα της έρευνας βασίζονται σε δεδομένα από το πρώτο τρίμηνο του 1960 ως το τελευταίο τρίμηνο του 2018, με τις μεταβλητές να είναι το πραγματικό ΑΕΠ των ΗΠΑ, η συνολική κατανάλωση και ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής της Διαστημικής βιομηχανίας.

Όπως θα παρουσιαστεί και παρακάτω, η Διαστημική δραστηριότητα η οποία σημειώθηκε από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 και διήρκησε ως τις αρχές της δεκαετίας του 1980, είχε σημαντικότερο αντίκτυπο στην οικονομική ανάπτυξη, συγκρινόμενο με το αντίστοιχο των τελευταίων ετών.

Προκειμένου να υλοποιηθεί το πρόγραμμα Apollo και να καταφέρει ο άνθρωπος να πατήσει στη Σελήνη απαιτούνταν η εφεύρεση και η κατασκευή μιας σειράς προϊόντων υψηλής τεχνολογίας. Προϊόντων απαραίτητων για την υλοποίηση του προγράμματος, τα οποία όμως αφομοιώθηκαν αργότερα στην καθημερινότητα της ανθρωπότητας. Τέτοια παραδείγματα είναι ο μεγαλύτερος πύραυλος στον κόσμο, ο μικρότερος αλλά ταχύτερος υπολογιστής, το πρώτο δίκτυο δεδομένων υψηλής ταχύτητας στον κόσμο κλπ. (Fishman, 2020). Με τη συνεργασία πολλών επιστημών, ερευνητές κατάφεραν να καινοτομήσουν δημιουργώντας εφευρέσεις κόστους περίπου 150 δις δολαρίων (Forbes, 2022). Εκείνη την περίοδο, όλες οι αποστολές υλοποιούνταν από τη NASA καθώς το κόστος ήταν δυσβάστακτο για την ιδιωτική πρωτοβουλία. Όμως με το πέρασμα των δεκαετιών, άρχισε η αλληλεπίδραση δημοσίου και ιδιωτικού τομέα. Μετά την πρώτη επιτυχημένη αποστολή της SpaceX με τον Falcon 1 το 2008, ο ιδιωτικός τομέας εισήλθε επίσημα στη Διαστημική βιομηχανία ακολουθούμενος με αποστολές όπως το Blue Origin (2016) του Jeff Bezos και το Falcon 9 (2017) του Elon Musk. Γενικότερα, ο ιδιωτικός χώρος είναι μια ταχέως αναπτυσσόμενη αγορά.

Η συγκεκριμένη μελέτη, χρησιμοποιώντας ένα στοχαστικό και δυναμικό μοντέλο το οποίο εκτιμήθηκε με τη χρήση της μεθόδου Bayes, αποδεικνύει την θετική σχέση ανάμεσα στις Διαστημικές δραστηριότητες και την ανάπτυξη της οικονομίας, η οποία όμως δείχνει να μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Όπως απεικονίζεται

και στο γράφημα 8, η θετική επίδραση στην οικονομία αγγίζει τις υψηλότερες τιμές της από το τέλος της δεκαετίας του 1960 μέχρι την αρχή της δεκαετίας του 1980. Ενώ οι χαμηλότερες τιμές της παρατηρούνται κατά τη δεκαετία του 2000.



Γράφημα 7. Διάγραμμα Ροής Οικονομίας, Corrado et al (2023)

Το παραπάνω οικονομικό κύκλωμα παρουσιάζει τις ροές μεταξύ των βασικών οικονομικών μονάδων ενός οικονομικού συστήματος. Στην προκειμένη περίπτωση, η οικονομία αποτελείται από τα Νοικοκυριά, τις Βασικές Βιομηχανίες και τον τομέα της Διαστημικής.

Όπως φαίνεται και από τις ροές, οι Y_c και Y_s αντιπροσωπεύουν τα τελικά αγαθά που παράγονται από τις βασικές Βιομηχανίες και καταναλώνονται από τα Νοικοκυριά και τα τελικά αγαθά που παρήχθησαν από τη Διαστημική βιομηχανία και καταναλώνονται από τους πελάτες των Διαστημικών υπηρεσιών οι οποίοι καθορίζουν τη Ζήτηση των αγαθών του Διαστημικού τομέα. Στους πελάτες της Διαστημικής βιομηχανίας συγκαταλέγονται τόσο κρατικοί φορείς (όπως η NASA) όσο και ιδιωτικοί (παραδείγματος χάρη, η SpaceX) τα οποία χρειάζονται τις εκροές (πχ. πύραυλοι) του Διαστημικού τομέα (επί παραδείγματι Boeing ή SpaceX που έχει υιοθετήσει την καθετοποίηση της παραγωγής) προκειμένου να

πραγματοποιηθούν Διαστημικές δραστηριότητες. Η ζήτηση των Διαστημικών προϊόντων από τους πελάτες της Διαστημικής αγοράς, χρηματοδοτείται μέσω της φορολογίας που επιβάλλεται στα Νοικοκυριά (T_s). Όσον αφορά τα βέλη k_c και k_s είναι τα αποθέματα κεφαλαίων που “δίδουν” τα νοικοκυριά στις Διαστημικές και μη επιχειρήσεις. Τα n_c και n_s αντανακλούν την προσφορά/ χρόνο εργασίας εκ μέρους των Νοικοκυριών στις επιχειρήσεις, διαστημικές ή μη. Τέλος, το A που ξεκινά από τον τομέα της Τεχνολογίας και καταλήγει στις βιομηχανίες και στο Διαστημικό τομέα, συμβολίζει τη μακροπρόθεσμη παραγωγικότητα, τις εφευρέσεις και τις καινοτομίες ενώ η αντίθετη ροή μ , είναι η διάχυση των προϊόντων έρευνας του Διαστημικού τομέα στην Τεχνολογία και η περαιτέρω χρησιμοποίηση τους στα Νοικοκυριά.

Σύμφωνα με τους Corrado et al (2023), ο πελάτης του Διαστημικού τομέα καθορίζει εξωγενώς τη Ζήτηση για τα αγαθά της αγοράς, επιλέγοντας το ποσό που θα δαπανηθεί για την παραγωγή τη δεδομένη στιγμή t ($Y_{s,t}$) και καθορίζοντας το ως μερίδιο ($g_{s,t}$) της παραγωγής βασικών αγαθών ($Y_{c,t}$).

$$g_{s,t} = \frac{Y_{s,t}}{Y_{c,t}}$$

Το $g_{s,t}$ ακολουθεί μια εξωγενή αυτοπαλίνδρομη διαδικασία (AR):

$$\log(g_{s,t}) = (1 - \rho_s) \log(x) + \rho_s \log(g_{s,t-1}) + e_{s,t} \quad \text{όπου,}$$

x : η σταθερή κατάσταση του μεριδίου του Διαστημικού τομέα

ρ_s : ο συντελεστής AR

$e_{s,t}$: ο μηδενικός μέσος Gaussian Λευκός Θόρυβος που αντιπροσωπεύει το σοκ της Διαστημικής δραστηριότητας

Η μεγιστοποίηση των κερδών της Διαστημικής εταιρείας έχει ως εξής:

$$\max(P_{s,t}Y_{s,t} - P_{s,t}w_{s,t}n_{s,t} - P_{s,t}r_{k_s,t}k_{s,t-1}) \quad \text{όπου,}$$

$P_{s,t}Y_{s,t}$ = Συνολικά Έσοδα

$P_{s,t}w_{s,t}n_{s,t}$ = Κόστος Εργασίας

$P_{s,t}r_{k_s,t}k_{s,t-1}$ = Κόστος Ενοικίασης Κεφαλαίου

Αναφορικά, με τη διάχυση του Διαστημικού τομέα μ_t :

$$\mu_t = \mu \times a_{\mu,t}$$

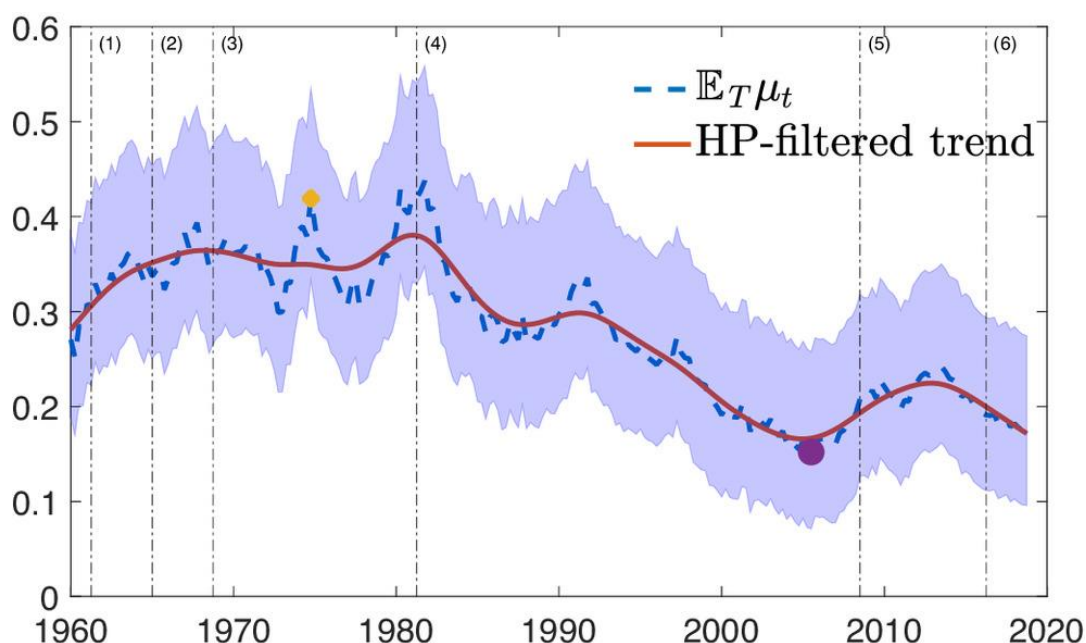
Στο παρακάτω σχήμα, οι Corrado et al (2023), παραθέτουν την εκτίμηση της μ_t .

Οι κάθετες διακεκομμένες γραμμές αναφέρουν τις ημερομηνίες μεγάλων Διαστημικών αποστολών.

Η διάχυση του Διαστημικού τομέα έχει μια ανοδική τάση αρχικά και πιο συγκεκριμένα στις πρώτες δεκαετίες της Διαστημικής δραστηριότητας. Υπάρχουν τρία μέγιστα σημεία:

- I. Τέλη της δεκαετίας του 1960
- II. Μέσα της δεκαετίας του 1970
- III. Αρχές της δεκαετίας του 1980

Από την άλλη πλευρά, η πτωτική τάση ξεκινά από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 έως τη δεκαετία του 2000. Η υψηλότερη τιμή της δεκαετίας του 1970 είναι ίση με $\mu_t = 0.42$ και οι πιο χαμηλές τιμές το 2000, $\mu_t = 0.15$



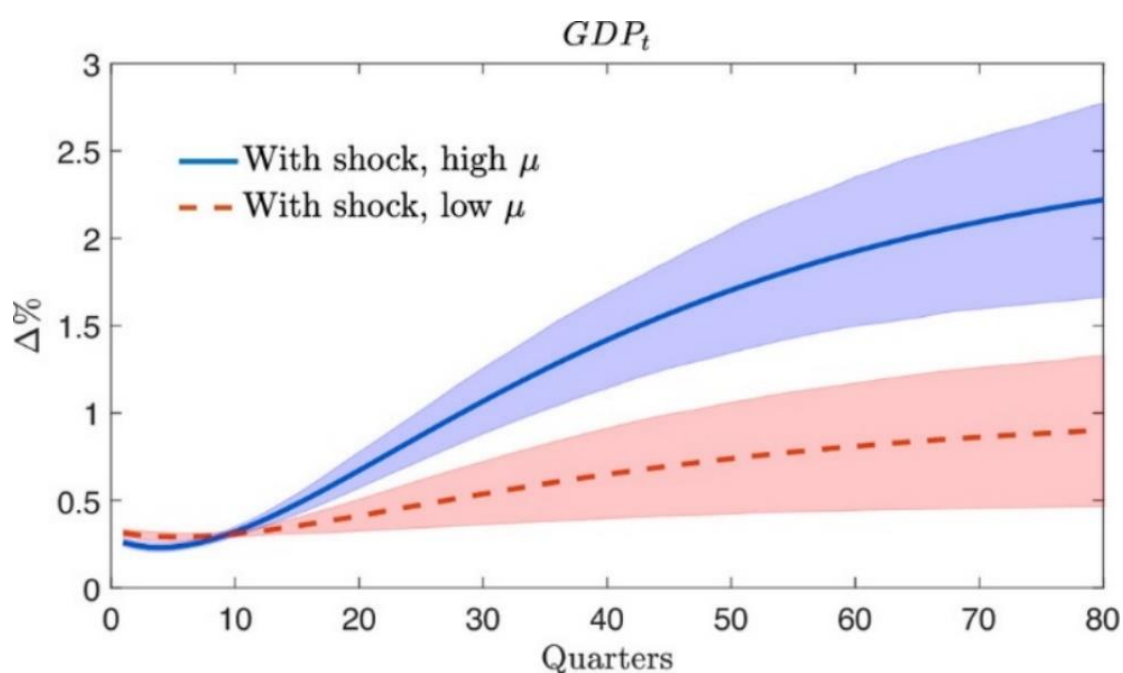
Γράφημα 8. Εκτίμηση της Διάχυσης του Διαστημικού Τομέα (μ_t), Corrado et al (2023)

Τα αποτελέσματα της έρευνας των Corrado et al (2023), δείχνουν ότι η διάχυση του Διαστημικού τομέα είναι σημαντικά υψηλότερη στα αρχικά στάδια της εξερεύνησης του Διαστήματος από ό,τι είναι σήμερα. Το μ_t είναι πάνω από 0,30 κατά τη διάρκεια του προγράμματος Mercury. Η αποστολή Apollo 7 αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό επίτευγμα στην εξερεύνηση του Διαστήματος που ώθησε επαναστατικές τεχνολογικές βελτιώσεις. Συσσωρευμένη διάχυση του διαστημικού τομέα είναι ο λόγος πίσω από το μέγιστο $\mu_t = 0,40$. Υψηλές τιμές διάχυσης παρατηρούνται έως την πρώτη αποστολή του προγράμματος Space Shuttle (1981). Ακολούθησε πτώση μετά από αυτό το γεγονός φθάνοντας στο χαμηλότερο επίπεδό της, τη δεκαετία του 2000, με τιμή $\mu_t = 0,15$. Ακόμα και οι πιο πρόσφατες ιδιωτικές πρωτοβουλίες έχουν διάχυση η οποία είναι στο ίδιο περίπου μέγεθος.

Η συνάρτηση IRF υπολογίζει την αντίδραση κάθε δυναμικού συστήματος σε απάντηση εξωτερικού σοκ.

Η συνάρτηση IRF υπολογίζεται συγκρίνοντας την πορεία του ΑΕΠ στην περίπτωση όπου το $g_{s,t}$ δέχεται μια εξωτερική επίδραση και στην περίπτωση να μην συμβεί, δηλαδή να μη δεχθεί εξωτερική επίδραση. Συγκεκριμένα, η συνάρτηση IRF ποσοτικοποιεί τις επιπτώσεις μιας αύξησης της Διαστημικής δραστηριότητας (π.χ. μια νέα αποστολή της NASA), στην εφεύρεση νέων τεχνολογιών και κατ' επέκταση σε επίπεδο ΑΕΠ.

Στο παρακάτω γράφημα, απεικονίζεται η εκτιμώμενη IRF του ΑΕΠ σε δύο σενάρια (μπλε και κόκκινο χωρίο). Το μπλε αντιπροσωπεύει την δεκαετία του 1970 με την υψηλότερη καταγεγραμμένη διάχυση της Διαστημικής δραστηριότητας ($\mu_t = 0,42$) ενώ το κόκκινο, της δεκαετίας 2000 με τη μικρότερη διάχυση ($\mu_t = 0,15$). Εξετάζεται ένα σοκ στο Διαστημικό τομέα που πλήττει την οικονομία και στα 2 σενάρια μ_t . Οι Corrado et al (2023), διαπίστωσαν ότι ένα σοκ έχει θετική επίδραση στο ΑΕΠ και είναι ισχυρότερο στο πρώτο σενάριο/ υψηλή διάχυση (μπλε χωρίο). Αν ακολουθηθεί αυτό το σενάριο, το ΑΕΠ θα αυξηθεί κατά 2,2% μετά από 80 τρίμηνα. Δεν ισχύει όμως το ίδιο στο σενάριο χαμηλής διάχυσης (κόκκινο χωρίο). Η επίδραση στο ΑΕΠ είναι και εδώ θετική αλλά σαφώς πιο μικρή. Μετά από 80 τρίμηνα, η απόκριση είναι μόνο 0,9%.



Γράφημα 9. Εκτίμηση IRF του ΑΕΠ σε αντίδραση από σοκ, Corrado et al (2023)

2. Η ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ο χώρος του Διαστήματος πέρα από αντικείμενο παρατήρησης και εξερεύνησης, αποτελεί και αντικείμενο εκμετάλλευσης με ποικίλες δυνατότητες δραστηριοποίησης. Ωστόσο, πρέπει να καταστεί σαφές ότι τέτοιας φύσης δραστηριότητες οφείλουν να κινούνται εντός λογικών πλαισίων προκειμένου να αποφευχθεί η υπερεκμετάλλευση με όλα τα δυσμενή της επακόλουθα. Τέτοιου είδους ενέργειες δεν θα αποφέρουν αρμονικά αποτελέσματα, είτε αυτό εξεταστεί από τη ματιά της αγοράς και των ανταγωνιστών, είτε από τη συνειδητοποίηση της σταδιακής μείωσης των Διαστημικών πόρων.

Οι κύριοι τρόποι εκμετάλλευσης του Διαστήματος είναι οι ακόλουθοι:

1. Δραστηριότητες στις τροχιές της Γης μέσω αποστολής δορυφόρων στο Διάστημα
2. Διαστημικός Τουρισμός
3. Αξιοποίηση Διαστημικών πόρων

2.1 ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ

Οι δορυφόροι είναι Διαστημικά οχήματα τα οποία τίθενται σε τροχιά γύρω από τη Γη με σκοπό να παρατηρούν, να συλλέγουν εικόνες και άλλα στοιχεία και στη συνέχεια να τα προωθούν σε επίγειους σταθμούς. Η κατοχή ενός δορυφόρου αποτελεί προβάδισμα για το κράτος που τον έχει σε τροχιά με άμεση συνέπεια την ενίσχυση της εθνικής κυριαρχίας. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος αυτής της μαζικής στροφής όλων των χωρών προς το Διάστημα για εμπορικούς και όχι μόνο σκοπούς. Μετά την εκτόξευση του Sputnik 1 το 1957, το πλήθος των παικτών στην αγορά των δορυφόρων έχει αυξηθεί θεαματικά. Μάλιστα, το 2023 εκτοξεύθηκαν 2.800 δορυφόροι (23% περισσότεροι από το 2022).

Υπάρχει πληθώρα ειδών δορυφόρων με διαφορετικό τομέα δραστηριοποίησης και τρόπο λειτουργίας. Ανάλογα με το αντικείμενο της παρατήρησης τους διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

2.1.1 Μετεωρολογικοί Δορυφόροι

Το αντικείμενο τους είναι η μελέτη της ατμόσφαιρας της Γης καθώς και η παρακολούθηση των καιρικών φαινομένων. Σκοπός τους είναι να ενημερώνουν τους επίγειους μετεωρολογικούς σταθμούς και να δίνουν δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούνται για τις καιρικές προβλέψεις. Ένας μετεωρολογικός χάρτης δημιουργείται μέσω επεξεργασίας του ληφθέντος υλικού. Το εύρος δραστηριοποίησης των δορυφόρων περιλαμβάνει τον έλεγχο των ατμοσφαιρικών συνθήκων πίεσης καθώς και την ταχύτητα πνοής των ανέμων. Η αρχή έγινε με τον TIROS-1, ο οποίος εκτοξεύτηκε το 1960. Αυτή τη στιγμή υπάρχει ένα μεγάλο πλήθος μετεωρολογικών δορυφόρων που δραστηριοποιούνται στο Διάστημα ελεγχόμενοι τόσο από τις ΗΠΑ (7 δορυφόροι: GOES-8, 10, 11, 12 & NOAA-12, 15, 16) όσο και από την Ευρώπη (5 δορυφόροι: METEOSTAT- 5, 6, 7, MSG-1 & METOP-1) αλλά και από τη Ρωσία (4 δορυφόροι: METEOR-2, 3 METEOR 3MN1 & COMSN2), την Κίνα (5 δορυφόροι: FY-2A, 2B, 1C, 1D, 3A), την Ιαπωνία (3 δορυφόροι: GMS5, MTSAT1R, MTSAT2) και την Ινδία (5 δορυφόροι: INSAT-1D, 2B, 3A, METSAT1R & INSAT3D). Πρόκειται για ιδιαιτέρως σύγχρονους δορυφόρους οι οποίοι συγκρινόμενοι με τον TIROS-1, κατά τον Διονύση Σιμπούλο, έχουν εξελιγμένες δυνατότητες και είναι σαν να συγκρίνουμε ένα ακόντιο με πολυβόλο.

2.1.2 Δορυφόροι Γεωλογικού Ενδιαφέροντος

Οι δορυφόροι αυτοί ασχολούνται με την καταγραφή των φαινομένων που παρατηρούνται στην επιφάνεια της Γης. Τα στοιχεία τα οποία συλλέγονται χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές για τη γεωργία, τη γεωλογία, τη χαρτογράφηση, τη χωροταξία κ.α. Συλλέγουν πληροφορίες για φυσικά φαινόμενα όπως σεισμοί και εκρήξεις ηφαιστείων, δεδομένα φυσικών πόρων στην επιφάνεια της Γης και στο εσωτερικό της. Επιπλέον, η συμβολή τους

στην χαρτογράφηση του εδάφους (βουνά, ρήγματα κ.λπ.) στην πυκνότητα υδάτων, στη διασπορά καπνού και σκόνης και στην καταγραφή πετρελαιοκηλίδων είναι ιδιαίτερα σημαντική. Τα στοιχεία τα οποία συλλέγονται χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές για τη γεωργία, τη γεωλογία, τη χαρτογράφηση, τη χωροταξία κ.α.

Ο πρώτος γεωλογικός δορυφόρος, που εκτοξεύτηκε το 1972, ήταν ο ERTS 1 (Earth Resource Technology Satellite). Ακολούθησαν και άλλοι και στη συνέχεια το πρόγραμμα μετονομάστηκε σε LANDSAT. Οι φασματικές ζώνες του LANDSAT 8, μεταξύ άλλων, ανιχνεύουν σκόνη και καπνό, εντοπίζουν τα μολυσμένα εδάφη, διακρίνουν τα ξηρά από τα υγρά εδάφη, καταγράφουν τη θερμοκρασία του εδάφους, το επίπεδο κάλυψης του εδάφους από πάγο, το επίπεδο της θάλασσας, τη βλάστηση και τις μεταβολές που προκύπτουν.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση διεξάγει το Διαστημικό πρόγραμμα Copernicus, το οποίο μέσω των δορυφόρων παρακολουθεί τον πλανήτη και το περιβάλλον προς όφελος των πολιτών της Ευρώπης. Με αρχή το 2014, όταν εκτοξεύτηκε ο Sentinel 1A, γίνεται συλλογή δορυφορικών αλλά και επίγειων παρατηρήσεων τα οποία μπορούν να συγκρίνονται, να παρακολουθούνται οι αλλαγές και να εξάγονται στατιστικά στοιχεία. Στα σχέδια της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η αποστολή 20 επιπλέον δορυφόρων μέχρι το 2030.



Εικόνα 3. Αποτελέσματα κακοκαιρίας Daniel στη Θεσσαλία, Copernicus (11.9.2023)

2.1.3 Τηλεσκόπια - Δορυφόροι Αστρονομικών παρατηρήσεων

Οι δορυφόροι αυτοί πραγματοποιούν αστρονομικές παρατηρήσεις έξω από τη Γήινη ατμόσφαιρα φέροντας τα κατάλληλα όργανα. Η έλλειψη της γήινης ατμοσφαίρας και της φωτορύπανσης εξασφαλίζει καλύτερες εικόνες από επίγεια τηλεσκόπια. Αυτό συμβαίνει διότι απουσιάζει η ατμοσφαιρική διάθλαση του φωτός και η φωτορύπανση. Επιπλέον, η τοποθεσία στην οποία βρίσκονται καλύπτει όλο το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

2.1.4 Στρατιωτικοί Δορυφόροι

Πρόκειται για δορυφόρους οι οποίοι εκτοξεύονται με σκοπό τη συλλογή πληροφοριών, την παρακολούθηση στρατιωτικών βάσεων άλλων κρατών, την στρατιωτική ενδοεπικοινωνία και την πλοήγηση.

Πρωτοεμφανίστηκαν στα μέσα της δεκαετίας του 1950, όταν ανατέθηκε στην Lockheed, συγκεκριμένα στις 29 Οκτωβρίου 1956, η κατασκευή ενός τέτοιου δορυφόρου. Αρχικά, ο WS 117L των Η.Π.Α. μπορούσε να φέρει εις πέρας πολλές αποστολές μεταξύ αυτών τη φωτογράφιση αλλά και την προειδοποίηση για πυραύλους. Μέχρι το τέλος του 1959, εξελίχθηκε σε 3 διαφορετικά Διαστημικά προγράμματα, το πρόγραμμα Discoverer, το SAMOS (Satellite and Missile Observation System) τα οποία ήταν υπεύθυνα για την φωτογραφική αναγνώριση και το MIDAS (Missile Defense Alarm System) το οποίο προειδοποιούσε για πυραύλους.

Η απάντηση των Σοβιετικών ήταν το πρόγραμμα ALMAZ, το οποίο ξεκίνησε τη δεκαετία του 1960, με σκοπό την κατασκοπεία άλλων χωρών. Επρόκειτο για ένα άκρως απόρρητο πρόγραμμα του στρατιωτικού σοβιετικού Διαστημικού σταθμού, που ήταν εξοπλισμένο με όργανα αναγνώρισης και με ένα πυροβόλο RIKHTER 23mm. Προκειμένου να μείνει κρυφός ο κατασκοπευτικός του ρόλος χαρακτηρίστηκε ως μη στρατιωτικός Διαστημικός σταθμός.

Τη δεκαετία του 1960 τέθηκαν σε τροχιά στρατιωτικοί δορυφόροι πλοήγησής του Πολεμικού Ναυτικού των Ηνωμένων Πολιτειών. Ο εντοπισμός τους είναι σχεδόν αδύνατος επιτυγχάνοντας έτσι τον στόχο πίσω από τη κατασκευή τους.

2.1.5 Τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι

Είναι οι μη επανδρωμένοι τεχνητοί δορυφόροι μέσω των οποίων επιτυγχάνονται υπηρεσίες μεγάλων αποστάσεων, τηλεοπτικής μετάδοσης, τηλεφωνικών επικοινωνιών και συνδέσεων ηλεκτρονικών υπολογιστών (Μπούρας, 2014).

Ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος ήταν ο ECHO, ο οποίος ζύγιζε 180 κιλά και είχε διάμετρο 30 μέτρα, εκτοξεύτηκε στις 12 Αυγούστου 1960. Περίπου 2 χρόνια αργότερα, στις 10 Ιουλίου του 1962, εκτοξεύτηκε ο Telstar 1, το βάρος του οποίου ήταν 63,4 κιλά και η διάμετρος του 90 εκατοστά. Αναμετέδιδε τηλεοπτικά προγράμματα, τηλεφωνικές κλήσεις και fax.

Η Ελλάδα περιλαμβάνεται στον κατάλογο των χωρών που διαθέτουν τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους. Η Hellas Sat, που μετά την ίδρυσή της το 2001 δραστηριοποιείται στον τομέα των δορυφορικών συστημάτων και επικοινωνιών και εκτοξεύει δορυφόρους στο Διαστημικό "οικόπεδο", στην τροχιακή θέση δηλαδή της Ελλάδας και της Κύπρου στις 39 μοίρες ανατολικά. Υποστηρίζει την τηλεϊατρική, την τηλεεκπαίδευση, την τηλεργασία και άλλες δραστηριότητες.

Στο δυναμικό της είναι οι δορυφόροι Hellas Sat, 4 συνολικά εκτοξευμένοι με τους 3 να παραμένουν ενεργοί. Ο Hellas Sat 2, ο οποίος εκτοξεύτηκε στις 13 Μαΐου 2003 από το ακρωτήριο Κανάβεραλ με πύραυλο Atlas V, είναι μια κοινοπραξία μεταξύ Ελλάδας και Κύπρου. Αντικαταστάθηκε από τον Hellas Sat 3 που εκτοξεύθηκε 28 Ιουνίου 2017. Ακολούθησε ο Hellas Sat 4, το 2019, του οποίου η τεχνολογία θα του επιτρέψει να έχει μια προβλεπόμενη διάρκεια ζωής 30 έτη. Στο μέλλον αναμένεται η εκτόξευση του Hellas Sat 5 ο οποίος θα έχει ως βάση τεχνολογία laser.

Σημαντικό εδώ να σημειωθεί ότι οι επενδύσεις που έχουν προσελκυσθεί φθάνουν το ύψος των 700 εκατομμυρίων ευρώ όπως έχει αναφέρει ο διευθύνων σύμβουλος της εταιρείας ο κ. Πρωτοπαπάς το 2022.

2.1.6 Διαστημικοί Σταθμοί

Διαστημικοί σταθμοί ονομάζονται τα επανδρωμένα διαστημόπλοια τα οποία παραμένουν στο διάστημα για μεγάλες χρονικές περιόδους και διαθέτουν αποβάθρες από τις οποίες μπορούν να αναχωρήσουν ή να προσδεθούν άλλα διαστημόπλοια. Πρόκειται, λοιπόν, για επιστημονικά εργαστήρια τα οποία βρίσκονται σε τροχιά.

Ήταν πρώτη η ΕΣΣΔ, αυτή που εκτόξευσε Διαστημικό σταθμό, τον Salyut 1, στις 19 Απριλίου του 1971. Η αποστολή αυτή ωστόσο δεν είχε αίσιο τέλος καθώς τα μέλη του πληρώματος έχασαν τη ζωή τους κατά την επιστροφή τους στη Γη. Ωστόσο, η δυσάρεστη αυτή εξέλιξη δεν εμπόδισε τους Σοβιετικούς να συνεχίσουν τις αποστολές. Ακολούθησαν οι Solyut 2, Kosmos 557, Salyut 3, Salyut 4, Salyut 5, Salyut 6 και Salyut 7.

Η απάντηση των ΗΠΑ ήταν ο Skylab. Τέθηκε σε τροχιά το 1973, όπου και παρέμεινε μέχρι το 1979. Εκτοξεύτηκε χωρίς πλήρωμα, ωστόσο στη συνέχεια φιλοξένησε 3 τριμελή πληρώματα.

Ακολούθησε ο MIR, από το 1986 ως το 2001, όταν υποχρεωτικά διέκοψε τη λειτουργία του εξαιτίας της διακοπής χρηματοδότησης του προγράμματος.

Ακολούθησε ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (ISS), ο οποίος αποτελεί το αποτέλεσμα της συνεργασίας της NASA, ROSCOSMOS, JAXA, ESA και CSA, με το κόστος κατασκευής του να αγγίζει τα 120 δισεκατομμύρια Ευρώ. Το πρώτο του τμήμα εκτοξεύτηκε το 1998 και έκτοτε έχει φιλοξενήσει τόσο αστροναύτες όσο και Διαστημικούς τουρίστες. Είναι ένα τροχιακό εργαστήριο στο οποίο διενεργούνται πειράματα βιολογίας, φυσικής σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας.

2.2 ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΣ ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

Ο Διαστημικός Τουρισμός είναι ένα ειδικό τμήμα της αεροπορικής βιομηχανίας που στοχεύει στα Διαστημικά ταξίδια για ψυχαγωγικούς σκοπούς. Κατά τον Hobe (2007), πρόκειται για οποιαδήποτε εμπορική δραστηριότητα, η οποία προσφέρει στους πελάτες άμεση ή έμμεση εμπειρία με Διαστημικά ταξίδια. Ως Διαστημικός τουρίστας ορίζεται κατά την Ο' Brien (2004), αυτός ο οποίος ταξιδεύει προς το και μέσα στο Διάστημα ή σε ένα ουράνιο σώμα για ευχαρίστηση ή/ και αναψυχή.

Αποτελεί το καλύτερο παράδειγμα ότι η ανθρωπότητα πλησιάζει πιο κοντά στην επίτευξη των στόχων της εκμεταλλευόμενη τις δυνατότητές της. Ακολουθώντας τις εξελίξεις της Διαστημικής Τεχνολογίας, ο Διαστημικός Τουρισμός εξελίσσεται σε έναν από τους ισχυρότερους εμπορικούς πυλώνες της Διαστημικής Βιομηχανίας. Άτομα που ανήκουν στην ομάδα των Ultra High-Net-Worth individuals διακρίνουν τα οφέλη και τις προοπτικές της εν λόγω αγοράς και έχουν προχωρήσει σε σχετικές επενδύσεις προκειμένου να γίνουν μέλη αυτής της Παγκόσμιας καινοτόμου επιχείρησης. Το εναρκτήριο λάκτισμα δόθηκε όταν η Roscosmos συνεργαζόμενη με την Space Adventures σχεδίασαν μια σύντομη πτήση προς τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό (ISS). Πιο συγκεκριμένα, ο Dennis Tito πραγματοποίησε ένα ταξίδι στο Διάστημα, διάρκειας 8 ημερών. Αξίζει να σημειωθεί ότι ήταν ο πρώτος ο οποίος επένδυσε δικά του χρήματα, πέταξε με το Soyuz TM-32 και ολοκλήρωσε την αποστολή ISS EP-1. Το κόστος ανήλθε στα 20 εκατομμύρια δολάρια.

Το υψηλό κόστος των Διαστημικών ταξιδιών προκύπτει ως αποτέλεσμα της ανάγκης για υψηλή αξιοπιστία (Life Safety), τη διατήρηση υψηλής ποιότητας, την έλλειψη αντιπάλων αγοράς και του υψηλού κόστους εκτόξευσης. Παράλληλα η πτήση σε συνθήκες χωροχρονικής καμπυλότητας (May, 2022) οδηγεί στις υψηλές τιμές όπως θα αναλυθεί και παρακάτω.

Αυτή και άλλες αποστολές εδραίωσαν το τεράστιο ενδιαφέρον των επενδυτών. Εταιρείες όπως η SpaceX, η Virgin Galactic, η Blue Origin, η Orion Span και αρκετές ακόμα αποπειρώνται συνεχώς νέες πρακτικές με κύριο σκοπό την εισαγωγή του ευρέως κοινού στο κοντινό Διάστημα. Με τα σημερινά δεδομένα, οι επιχειρήσεις οι οποίες

δραστηριοποιούνται στον τομέα του Διαστημικού Τουρισμού προχωρούν σταθερά προς την επίτευξη των στόχων τους. Σύμφωνα με την τελευταία πρόβλεψη του NSR για τον Διαστημικό Τουρισμό υπολογίζεται ότι θα αποφέρει έσοδα ύψους 7,9 δισεκατομμυρίων δολαρίων μέχρι το τέλος της δεκαετίας, εξελισσόμενη σε έναν από τους ισχυρότερους κλάδους της εμπορικής Διαστημικής αγοράς ως το 2031. Ήδη τα δεδομένα του 2023 είναι πολύ ενθαρρυντικά με το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς του Διαστημικού Τουρισμού να φθάνει τα 741,1 εκατομμύρια δολάρια.

Οι εταιρείες μέσω του R&D (Έρευνα και Ανάπτυξη) προσπαθούν να πετύχουν πτώση του κόστους των ταξιδιών αυτών. Κάτι τέτοιο έχει επιτευχθεί μέσω των επαναχρησιμοποιούμενων πυραύλων. Κατ' αυτό τον τρόπο μειώθηκε σημαντικά το κόστος εκτόξευσης. Αξίζει να αναφέρουμε ότι το κόστος της αποστολής αστροναυτών στον ISS με τη χρήση μη επαναχρησιμοποιούμενων πυραύλων άγγιζε το ποσό των 40 δις δολαρίων, ενώ τώρα κοστίζει περίπου 55 εκατομμύρια δολάρια. Τα υποτροχιακά ταξίδια στοιχίζουν περίπου 250.000 δολάρια και δίνουν στον Διαστημικό τουρίστα την ευκαιρία να επισκεφτεί για λίγα λεπτά το Διάστημα και να βρεθεί σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας.

Ακόμη και αν ο Διαστημικός Τουρισμός είναι σε πρώιμο στάδιο, εκτιμάται ότι το πλήθος των Διαστημικών τουριστών θα αυξηθεί σημαντικά στα επερχόμενα έτη. Τον Μάρτιο του 2024, το πλήθος τους ανέρχεται στους 59.

Στις 11 Ιουλίου του 2021, ο Richard Branson, πραγματοποίησε μια πτήση στο Διάστημα, φτάνοντας σε ύψος 86 χιλιομέτρων με το VSS Unity, της Virgin Galactic. Λίγες μέρες αργότερα ο Jeff Bezos έκανε και αυτός ένα ταξίδι στο διάστημα με το ιδιόκτητο σκάφος του, το New Shepard, της Blue Origin, ξεπερνώντας όμως το ύψος των 100 χιλιομέτρων. Ακολούθησε ο Elon Musk, στις 16 Σεπτεμβρίου του ίδιου έτους ο οποίος με το Inspiration 4 έφτασε σε ύψος 575 χιλιομέτρων και μετά από 3 ημέρες σε τροχιά γύρω από τη Γη, προσθαλασσώθηκε σε ακτή της Φλόριντα.

Όπως γίνεται αντιληπτό υπάρχουν πολλοί "προορισμοί". Τα ταξίδια παρουσιάζουν διαφορές ως προς το υψόμετρο και τη διάρκεια τους. Πρόκειται για δύο σημαντικούς παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν και το κόστος τους.

Πιο συγκεκριμένα, οι Υποτροχιακές πτήσεις κατά τις οποίες το διαστημόπλοιο εκτοξεύεται από τη Γη και ταξιδεύει στο Διάστημα χωρίς να ολοκληρώσει μια τροχιακή περιστροφή. Για να θεωρηθεί μια πτήση υποτροχιακή θα πρέπει το διαστημόπλοιο να κινείται πάνω από τη γραμμή Karman (100 χλμ πάνω από την επιφάνεια της Γης). Πρόκειται για μια περίπτωση Διαστημικού τουρισμού, η οποία είναι ασφαλής και σαφώς πιο οικονομική. Από την άλλη, οι Τροχιακές πτήσεις είναι αυτές κατά τις οποίες το διαστημόπλοιο κινείται με ταχύτητα 7,8 χιλιόμετρα/ δευτερόλεπτο, δηλαδή την απαιτούμενη ταχύτητα προκειμένου να παραμείνει σε τροχιά. Προς το παρόν, βρίσκεται στο αρχικό στάδιο, ωστόσο σύντομα θα φτάσει το επίπεδο δημοτικότητας των υποτροχιακών πτήσεων.

Βέβαια, ανακύπτουν πολλοί επιχειρηματικοί κίνδυνοι στη LEO τροχιά λόγω των ισχυρών βαρυτικών δυνάμεων της Γης. Οποιαδήποτε Διαστημική εταιρεία ενδεχομένως να χρειαστεί να αντιμετωπίσει δύσκολες καταστάσεις όπως απώλεια ενός πυραύλου λόγω συντριβής. Αυτό σημαίνει απώλεια ακριβού εξοπλισμού και στην έσχατη περίπτωση απώλειες ανθρώπινων ζωών (σε περίπτωση που η αποστολή είναι επανδρωμένη).

Υπάρχει και η περίπτωση της παραμονής σε ένα Διαστημικό ξενοδοχείο. Ένα τέτοιο εγχείρημα είναι μέσα στα σχέδια της Gateway Foundation που έχει ανακοινώσει ότι πρόκειται να ανοίξει το πρώτο ξενοδοχείο στο Διάστημα. Το μεγαλεπίβολο, αυτό, σχέδιο θα υλοποιήσει η Orbital Assembly Corporation. Σκοπός της είναι η εκτόξευση και η λειτουργία το 2027, 2 Διαστημικών σταθμών, του Voyager Station χωρητικότητας 400 ατόμων και του Pioneer Station, το οποίο θα μπορεί να στεγάσει 28 άτομα. Σύμφωνα με τον διευθύνοντα σύμβουλο της Orbital Assembly Corporation, Tim Alatorre, "ο στόχος ήταν πάντα να δοθεί η δυνατότητα σε μεγάλο αριθμό ατόμων να ζήσουν, να εργαστούν και να αναπτυχθούν στο Διάστημα".

Την ώρα που ιδιωτικές εταιρείες προγραμματίζουν τη δημιουργία των ξενοδοχείων αυτών, η NASA προχωράει λίγο περισσότερο τα σχέδια της. Προγραμματίζει την κατασκευή κατοικίας στη Σελήνη, μέχρι το 2040. Σε συνεργασία με την εταιρεία ICON αλλά και άλλες ιδιωτικές εταιρείες και πανεπιστήμια θα προχωρήσει σε εκτόξευση τρισδιάστατου εκτυπωτή, ο οποίος χρησιμοποιώντας υλικά από την επιφάνεια της Σελήνης θα κατασκευάσει το συγκεκριμένο οικοδόμημα. Αυτό το όραμα έρχεται σε

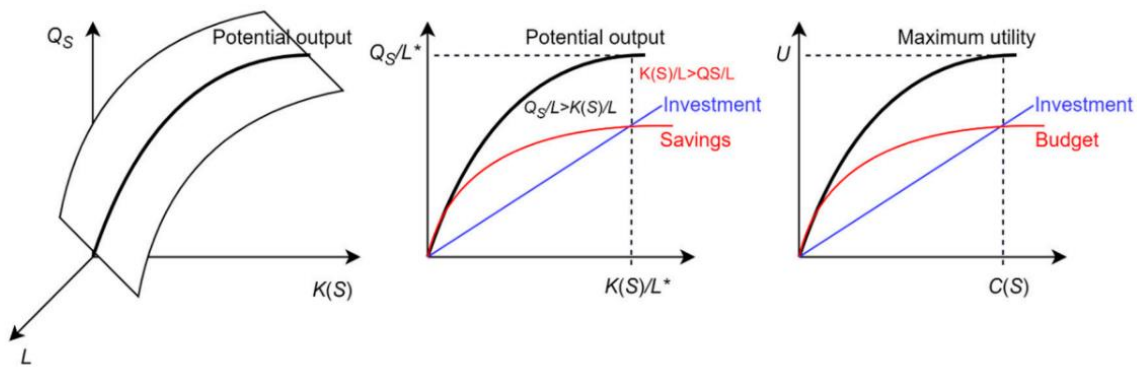
συνέχεια του προγράμματος Artemis. Σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα, θα σταλεί ένα 4-μελές πλήρωμα σε τροχιά γύρω από τη Σελήνη στα τέλη του 2025 και ένα χρόνο αργότερα προγραμματίζεται η επίσκεψη ανθρώπων στη Σελήνη. Και σε περίπτωση που το εν λόγω εγχείρημα επιτύχει, προβλέπεται μία παρόμοια κατασκευή και στον Άρη.

Μια πολύ ιδιαίτερη προσέγγιση έγινε από τους Peng et al (2024), όπου επιτεύχθηκε ο συγκερασμός της τιμολόγησης των Διαστημικών ταξιδιών, με οικονομικές συναρτήσεις και τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας (GRT). Είναι γεγονός ότι η τιμολόγηση σε μια ανερχόμενη βιομηχανία είναι ένα δισεπίλυτο ζήτημα. Ειδικά όταν η βιομηχανία αυτή δραστηριοποιείται στον εξωγήινο χώρο. Σύμφωνα με τους Ariely & Simonson (2003), η τιμολόγηση είναι αυτή που καθοδηγεί τους συμμετέχοντες στην αξιολόγηση της αγοράς προκειμένου να αποτιμήσουν την αξία του προϊόντος και να αποφασίσουν ή όχι στη συναλλαγή.

Η GRT περιγράφει την βαρύτητα ως καμπυλότητα στο χωροχρόνο και αυτό αφορά άμεσα έναν Διαστημικό τουρίστα καθώς καλείται να ταξιδέψει σε συνθήκες μη μηδενικής καμπυλότητας χωροχρόνου.

Εδώ βέβαια αναδύεται και η βασική διαφορά μεταξύ της κοστολόγησης των πτήσεων, αεροπλανικών και Διαστημικών, καθώς το Διαστημικό ταξίδι πραγματοποιείται σε μη μηδενική καμπυλότητα. Άλλες διαφορές εντοπίζονται και στην αγορά-στόχο του Διαστημικού τουρισμού, στους μη κλασσικούς προμηθευτές και στις ασυμμετρίες ισορροπίας στην αγορά (Olya & Han, 2019).

Η ανάπτυξη της Διαστημικής βιομηχανίας συνάδει με το Νεοκλασικό μοντέλο ανάπτυξης και αυτό λόγω της επένδυσης κεφαλαίων μέσω της ενδογενούς παραγωγής στο Διάστημα (Johnson, 1986). Οι εκροές παράγονται στην επιφάνεια της καμπύλης του χωροχρόνου μέσω των εισροών της εργασίας (L) και του κεφαλαίου (K). Η ισορροπία στη παραγωγή επιτυγχάνεται όταν η επένδυση κεφαλαίου ισούται με την ποσότητα εργασίας.



Γράφημα 10. Συνάρτηση Παραγωγής χωροχρόνου, Peng et al (2024)

Η συνάρτηση παραγωγής Cobb-Douglas εκφράζεται ως εξής:

$$Q_S = A L^a K^\beta \quad \text{όπου,}$$

Q_S : Συνολική παραγωγή

A : Παράμετρος απόδοσης

L : Εργασία

K : Κεφάλαιο

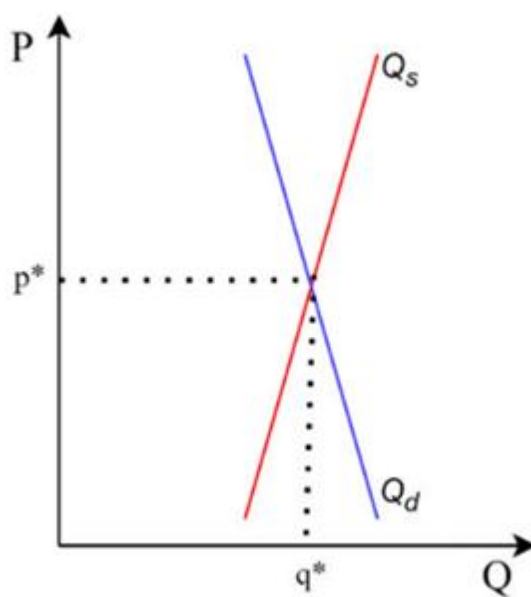
Η συνάρτηση Cobb-Douglas χρησιμοποιείται στη Θεωρία Παραγωγής και η μετεξελιγμένη μορφή αυτής είναι η Συνάρτηση Χρησιμότητας της Μικροοικονομικής Θεωρίας του Καταναλωτή όπου το Q_S τροποποιείται σε U για τη χρησιμότητα (Tohamy & Mixon, 2004). Όταν μεγιστοποιείται η χρησιμότητα, ο καταναλωτής κατανέμει βέλτιστα τον προϋπολογισμό του (εισοδηματικός περιορισμός) έτσι ώστε να απολαύσει το αγαθό (C). Στην περίπτωση του Διαστημικού ταξιδιού (C_{SPACE}), όπου C είναι η κατανάλωση, ο καταναλωτής επιλέγει το προτιμώμενο προϊόν C_{SPACE} σε τιμή p λαμβάνοντας υπ' όψιν τον εισοδηματικό του περιορισμό, B .

$$\max U(C_{SPACE}) \text{ υπό περιορισμό } B$$

Η συνάρτηση Ζήτησης έχει ως εξής:

$$Q_D = f(p, C_{SPACE})$$

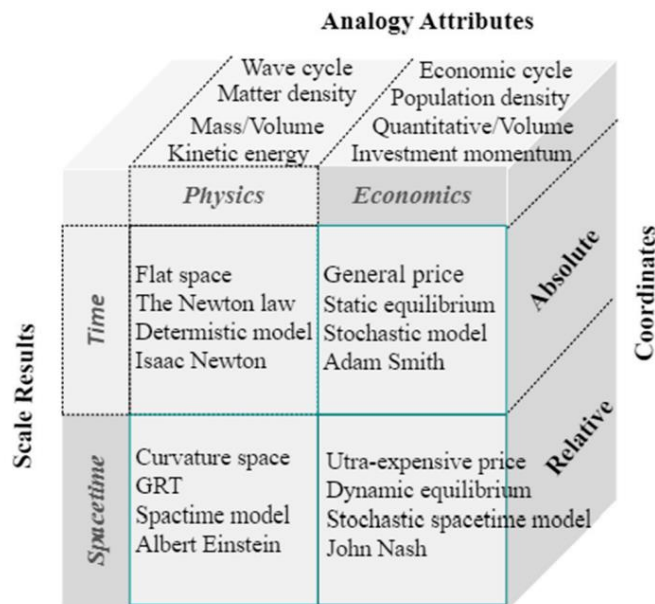
Η τιμή της αγοράς προσδιορίζεται στο σημείο τομής των καμπυλών Q_S και Q_D



Γράφημα 11. Ισορροπία Ζήτησης και Προσφοράς, Peng et al (2024)

Η έρευνα εφαρμόζει την Οικονομική, την εφαρμογή δηλαδή των αρχών της Φυσικής στη μελέτη των χρηματοπιστωτικών αγορών με την υπόθεση ότι ο κόσμος της οικονομίας συμπεριφέρεται όπως μια συλλογή ηλεκτρονίων ή μια ομάδα μορίων νερού που αλληλεπιδρούν (Savoiu & Andronache, 2013). Πρωτοποριακό μοντέλο τιμολόγησης είναι αυτό των Black, Scholes και Merton που αξιολογεί τις επιλογές μετοχών χρησιμοποιώντας τη Θερμοδυναμική στη Χρηματοοικονομική. Στην έρευνα των Peng et al (2024), χρησιμοποιήθηκε η αναλογική μέθοδος όπως παρουσιάζεται και στο παρακάτω σχήμα. Ουσιαστικά, συνδυάζονται δύο τομείς (Φυσική και Οικονομία) και εξάγεται η τιμολόγηση

του Διαστημικού ταξιδιού ανεξάρτητα από το αν η κλίμακα είναι το απόλυτο-αυστηρά καθορισμένο χρονικό πλαίσιο ή ο συγκεκριμένος χωροχρονικός τανυστής.

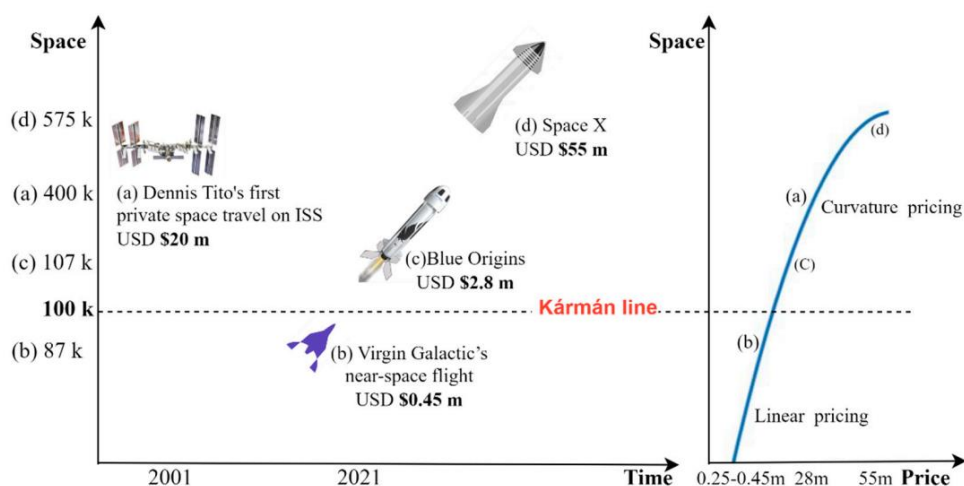


Εικόνα 3. Μεθοδολογική αναλογία, Peng et al (2024)

Εφαρμόζεται, λοιπόν, η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας στο μοντέλο τιμών. Είναι γνωστό ότι οι τιμές των αεροπορικών πτήσεων βασίζονται στην απόσταση που θα διανυθεί. Από την άλλη πλευρά, ο χρόνος είναι μια ανεξάρτητη μεταβλητή. Αναφορικά, όμως, με τα δεδομένα του Διαστήματος πρέπει να συμπεριληφθεί και η χρονική διαστολή στο χωροχρόνο ακολουθώντας το μοντέλο Minkowski ή Schwarzschild.

Οι κυριότεροι παίκτες της βιομηχανίας είναι η Virgin Galactic, η Blue Origin και η SpaceX οι οποίες ακολουθούν διαφορετικές μεθόδους τιμολόγησης. Οι πτήσεις της Blue Origin κυμαίνονται στο ύψος των 107 χλμ, δηλαδή σχεδόν 1,2 φορές υψηλότερο από τη Virgin Galactic. Η προαναφερθείσα πετά σε ύψος 87 χλμ αλλά με τη διαφορά της τιμής του εισιτηρίου να είναι εξαπλάσια. Όσον αφορά τη SpaceX, οι Διαστημικοί τουρίστες

ταξιδεύουν στα 550 χλμ (πέντε φορές υψηλότερο από το αντίστοιχο υψόμετρο της Blue Origin και αντίτιμο 20 φορές μεγαλύτερο). Άμεσο συμπέρασμα είναι ότι η σχέση μεταξύ των τιμών και του χωροχρόνου είναι μη γραμμική.



Γράφημα 12. Τιμολόγηση Διαστημικών ταξιδιών σε διάφορα ύψη, Peng et al (2024)

Δεδομένης της επένδυσης κεφαλαίου για τη ανάπτυξη τεχνολογίας καμπυλότητας του χωροχρόνου, η τιμολόγηση μεγιστοποίησης κέρδους στα Διαστημικά ταξίδια επηρεάζεται θετικά από το κεφάλαιο. Η δαπάνη για να φθάσει το όχημα σε συγκεκριμένο ύψος βασίζεται στη συμπεριφορά τιμολόγησης, στο κίνητρο του καταναλωτή, στη χρησιμότητα και στην ελαστικότητα του καταναλωτή. Όταν συνθέτονταν η Διαστημική Τουριστική Βιομηχανία, η στρατηγική τιμολόγησης καθορίζονταν κυρίως από τους προμηθευτές με τους καταναλωτές οι οποίοι απλά "δέχονταν" την τιμή σε συνθήκες υπερ-ζήτησης. Στο Διαστημικό ταξίδι, ο μηχανισμός τιμολόγησης εξακολουθεί να καθοδηγείται από το αόρατο χέρι της αγοράς ακολουθώντας τις συμπεριφορές της Προσφοράς και Ζήτησης. Σαφώς, το Διαστημικό ταξίδι μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο όταν ο προμηθευτής επενδύει κεφάλαιο για να επιτύχει μια συγκεκριμένη διαστημική καμπυλότητα.

Ένα από τα χαρακτηριστικά του Διαστημικού ταξιδιού είναι ο υψηλός κίνδυνος που διατρέχει κάθε εμπλεκόμενος που συνθέτει από μόνο του μια ξεχωριστή αγορά όπως ο τουρισμός περιπέτειας, ένα είδος εναλλακτικού τουρισμού. Αυτό βέβαια δεν συνεπάγεται τη αναγκαστική μαζική στροφή όλων των καταναλωτών του "ρίσκου" στο Διάστημα και αυτό γιατί κάθε άτομο έχει συγκεκριμένες προτιμήσεις. Ανεξάρτητα από το είδος του κινδύνου, η χρησιμότητα της ζήτησης μπορεί συνήθως να μετρηθεί με βάση το VaR (Value at Risk) που καθορίζει τη πιθανότητα ζημιάς στην αξία. Ένα μοντέλο VaR μπορεί να αξιολογήσει τις επενδύσεις.

$$R(x) = \begin{cases} 0, & \text{αν } 0 \leq x < 1 - \alpha \\ 1, & \text{αν } 1 - \alpha \leq x \leq 1 \end{cases}$$

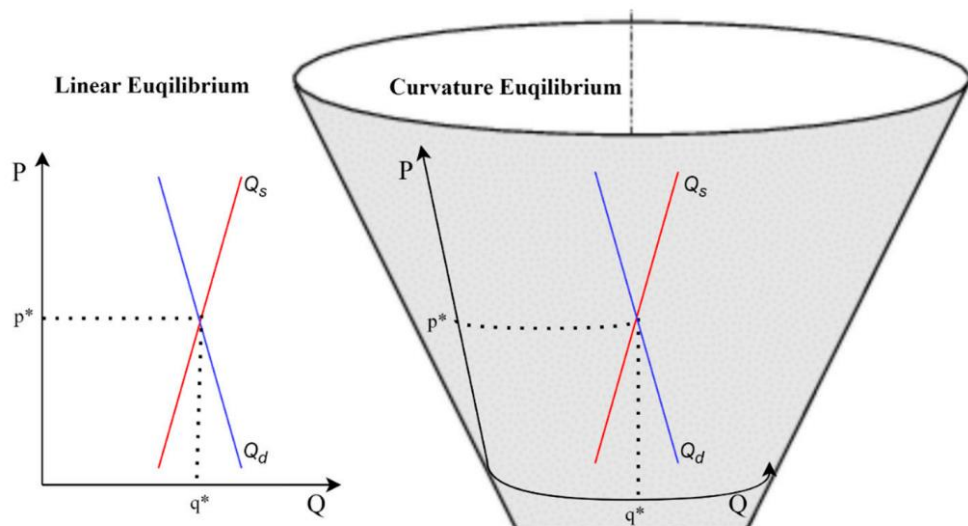
Να σημειωθεί ότι το VaR κυμαίνεται σε επίπεδο α (0-1)

Μια σοβαρή υπόθεση είναι ότι ένας Διαστημικός Τουρίστας θεωρείται επενδυτής που ενδεχομένως θα χάσει τα χρήματα του αν η αποστολή δεν ολοκληρωθεί (Συνθήκη $R(x) = 0$). Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το Διαστημικό ταξίδι μπορεί να είναι μια ζημιογόνος επένδυση σε περίπτωση ατυχήματος.

Ο τανυστής ενέργειας-ορμής μέσω της επένδυσης κεφαλαίων των προμηθευτών/ εταιριών μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των Διαστημικών ταξιδιωτών για το ταξίδι σε συγκεκριμένες χωροχρονικές καμπυλότητες. Από την πλευρά της Προσφοράς, οι εταιρείες είναι πρόθυμες να επενδύσουν Διαστημικό κεφάλαιο στην καμπυλότητα του χωροχρόνου που ταιριάζει με τον τανυστή του αντίστοιχου τροχιακού υψομέτρου. Από την πλευρά της Ζήτησης, υπάρχει μια τιμή που οι καταναλωτές είναι πρόθυμοι και ικανοί να πληρώσουν για ένα συγκεκριμένο ταξίδι/ συγκεκριμένη χωροχρονική καμπυλότητα προκειμένου να καλύψουν την ανάγκη τους.

Η ισορροπία επιτυγχάνεται στην τιμή που συμφωνούν τόσο η προσφορά όσο και η ζήτηση σε συγκεκριμένη καμπυλότητα χωροχρόνου. Ωστόσο, αφού γίνεται λόγος για καμπυλότητα, το διάγραμμα ισορροπίας Προσφοράς και Ζήτησης θα πρέπει να εξελιχθεί

από το παραδοσιακό δισδιάστατο σε χώρο τετραδιάστατο. Η ισορροπία της αγοράς Διαστημικών ταξιδιών επιτυγχάνεται στην καμπυλόγραμμη τομή Ζήτησης και Προσφοράς.



Γράφημα 13. Σύγκριση ισορροπίας καμπυλότητας και γραμμικής ισορροπίας, Peng et al (2024)

2.3 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Σύμφωνα με το Worldometer, ο Παγκόσμιος πληθυσμός στις αρχές του 2024, έχει ύψος 8.095.557.480. Σύμφωνα δε με προβλέψεις, το 2040, θα ξεπεράσει τα 9 δισεκατομμύρια. Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού έχει αρνητικό αντίκτυπο στη βιωσιμότητα. Ο υπερπληθυσμός οδηγεί σε περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως για παράδειγμα η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Έχει επίσης ως άμεσες συνέπειες την σταδιακή αύξηση των αναγκών για τροφή, νερό και ενέργεια. Από το 1993, όταν ο Παγκόσμιος πληθυσμός άγγιζε τα 5.500.000, η IAP (Inter Academy Partnership), έκρουε τον κώδωνα του κινδύνου, συνδέοντας την αύξηση του πληθυσμού με την ιδιαίτερα εξαντλητική χρήση των φυσικών πόρων και τις επακόλουθες αρνητικές συνέπειες στο Γήινο οικοσύστημα.

Γνωρίζουμε ότι κάθε κοινωνία καλείται να αντιμετωπίσει το κύριο οικονομικό πρόβλημα. Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στο πλήθος των αναγκών τις οποίες οι άνθρωποι προσπαθούν να ικανοποιήσουν και στην ποσότητα των αγαθών που υπάρχουν. Εφόσον λοιπόν, τα αγαθά υπολείπονται των ανθρώπινων αναγκών, οι επιστήμονες προσπαθούν να ξεπεράσουν αυτές τις ελλείψεις μέσω ανάπτυξης νέων τεχνολογιών και εξερεύνησης νέων παραγωγικών πόρων. Μια απάντηση, αποτελεί η στροφή στο Διάστημα. Ερευνητές πολλών ειδικοτήτων ασχολούνται με την εξερεύνηση του Διαστήματος προσπαθώντας να βρουν λύσεις μέσω των Διαστημικών εξορύξεων και κατ' επέκταση αξιοποιώντας τα προϊόντα αυτών.

2.3.1 Space Mining

Η διαδικασία του Space Mining περιέχει την εξερεύνηση, εκμετάλλευση και αξιοποίηση πόρων που βρίσκονται σε αστεροειδείς και πλανήτες και όχι για επιτόπια χρήση. Επιστήμονες έχουν διαπιστώσει ότι η Σελήνη διαθέτει οξυγόνο σε ποσότητα ικανή για τη συντήρηση της ανθρωπότητας για τα επόμενα 100.000 χρόνια. Ωστόσο, αυτή η ποσότητα δεν βρίσκεται σε αέρια μορφή αλλά παγιδευμένη εντός πετρωμάτων ρεγόλιθου. Η

περιεκτικότητα ενός κυβικού μέτρου ρεγόλιθου περιλαμβάνει 1,4 τόνους ορυκτών και 630 κιλά οξυγόνου. Για το λόγο αυτό, η ESA έχει ξεκινήσει από το 2019 μια αποστολή για γεωτρήσεις στη Σελήνη, το 2025. Έχει υπογραφεί συμβόλαιο με την Ariane Group, για τη διενέργεια μελέτης για την εξόρυξη ρεγόλιθου.

Έχει υπογραφεί και σχετική συνθήκη για τη Σελήνη ή αλλιώς “Η Συμφωνία για τις δραστηριότητες των Κρατών στη Σελήνη και τα άλλα Ουράνια Σώματα” που υπογράφηκε το 1979 (Moon Agreement). Επικεντρώνεται πάνω στο διεθνές status quo περί της εκμετάλλευσης των Διαστημικών πόρων και πως οποιαδήποτε σχετική ενέργεια οφείλει να έχει ως γνώμονα το συμφέρον τόσο της παρούσας γενιάς, όσο και της μελλοντικής (αναδύεται η έννοια της Κοινής Κληρονομιάς της Ανθρωπότητας). Η Συμφωνία έχει επικυρωθεί μόνο από 18 κράτη (Bratt, 2014) καθώς πολλά άλλα έκριναν πως είναι περιοριστική για τα σχέδια τους.

Η βασική διαφορά μεταξύ της επιτόπιας αξιοποίησης των Διαστημικών πόρων και του Space Mining είναι ότι στην πρώτη περίπτωση οποιοδήποτε προϊόν που προέρχεται από την εξόρυξη καταναλώνεται στο Διάστημα, ενώ στην περίπτωση του Space Mining πραγματοποιείται εξόρυξη για μελλοντική χρήση και κάλυψη του κενού των περιορισμένων πόρων στη Γη.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποστολής Space Mining είναι η Psyche που εκτοξεύθηκε στις 13 Οκτωβρίου 2023. Η NASA εκτόξευσε ένα Διαστημικό όχημα, το οποίο έχει σκοπό να προσεγγίσει και να εξερευνήσει τον ομώνυμο αστεροειδή. Ο τελευταίος, γνωστός στους αστρονόμους ως 16 Psyche, βρίσκεται στην κύρια ζώνη των αστεροειδών μεταξύ των πλανητών Άρη και Δία. Πρόκειται για έναν ασυνήθιστο αστεροειδή, ο οποίος είναι πολύ σημαντικός καθώς φέρεται να περιέχει τεράστιες ποσότητες μετάλλων. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, αποτελείται από μεγάλες ποσότητες σιδήρου αξίας περίπου 10.000 τετράκις εκατομμυρίων δολαρίων. Και για να γίνει κατανοητό το μέγεθος, αξίζει να το συγκριθεί με το ΑΕΠ των ΗΠΑ για το 2023 που άγγιζε τα 27,356 τρισεκατομμύρια δολάρια. Περιλαμβάνει, επίσης, ποσότητες χρυσού και πλατίνας. Σε περίπτωση που τα συγκεκριμένα μέταλλα υπήρχαν στη Γη σε τέτοιες ποσότητες, θα είχαν αξία μεγαλύτερη από την

παγκόσμια οικονομία, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει η επικεφαλής επιστήμονας της αποστολής, η Elkins-Tanton (2014).

Το μέλημα της NASA δεν είναι η εξόρυξη του αστεροειδή Psyche, όπως αναφέρει ο πλανητικός φυσικός στο Πανεπιστήμιο της Φλόριντα, Metzger (2023), αλλά πρωτίστως όλη η γνώση την οποία θα αποκομίσουν για τους αστεροειδείς τύπου Μ (Μεταλλικούς). Ενδιαφέρον για την εξόρυξη του Psyche υπάρχει και από την startup Astroforge. Η συγκεκριμένη εταιρεία, ξεκίνησε ήδη τις δοκιμές από τον Απρίλιο του 2023, σε κοντινότερο αστεροειδή.

Η εξόρυξη ορυκτών πόρων αυξήθηκε 60 φορές τον 20ο αιώνα ενώ παράλληλα αυξήθηκε και ο πληθυσμός και ο μέσος όρος βιοτικού επιπέδου (Stuermer & Schwerhoff, 2020). Το Διάστημα βρίθει ορυκτών συγκρινόμενο με τη Γη καθώς η μέση γεωλογική αφθονία ορισμένων μετάλλων είναι υψηλότερη στους αστεροειδείς παρά στη Γη. Το συμπέρασμα αυτό βασίζεται σε μελέτες φάσματος, μέσω radar και δείγματα μετεωριτών (Cannon et al, 2023). Οι επιχειρηματίες έχουν γνώση αυτών των μεγεθών αλλά πρέπει να επενδύσουν και να διαπιστώσουν επισήμως ότι τα κοιτάσματα είναι επικερδή εκμεταλλευόμενοι την συνεχή πτώση των τιμών εκτόξευσης (Fleming et al, 2023).

Σε έρευνα που διεξήγαγαν οι Fleming et al (2023), συνέδεσαν την εκμετάλλευση των Διαστημικών πόρων με την οικονομική ανάπτυξη και τις εκπομπές καυσαερίων. Μιλούν για τη μεγιστοποίηση της κοινωνικής ευημερίας (W) που πραγματοποιείται από έναν υποθετικό οικονομικό συντονιστή που λαμβάνει αποφάσεις για την αγορά.

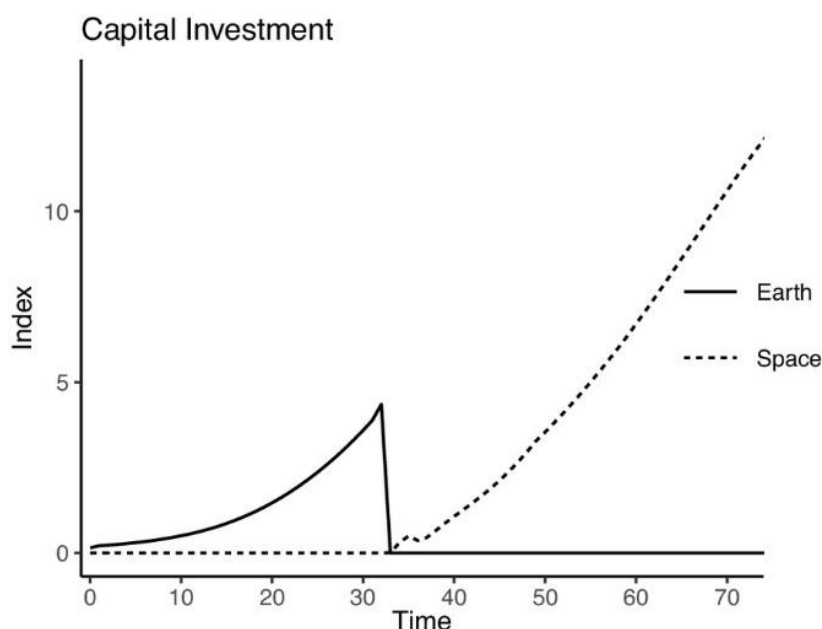
$$\max_{c_t} W = \sum_t \beta_t \frac{c_t^{1-\eta}}{1-\eta} \quad \text{όπου,}$$

c_t : Μειωμένη κατανάλωση

β_t : Παράγοντας έκπτωσης $[= (\frac{(1+g)^\eta}{1+\rho})^{t-1}]$, ρ : Προεξοφλητικό επιτόκιο]

η : Ελαστικότητα υποκατάστασης της κατανάλωσης

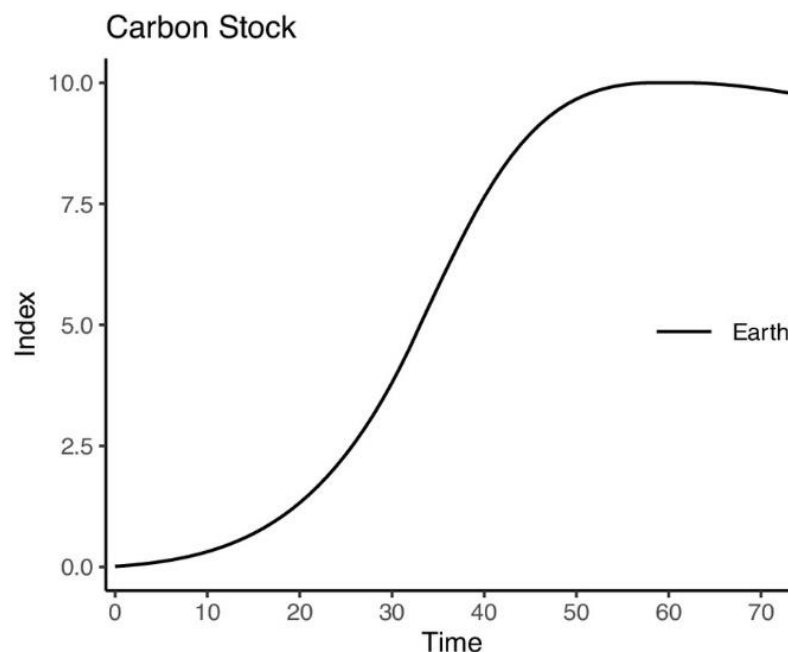
Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τη μετάβαση μεταξύ επενδύσεων κεφαλαίου εξόρυξης στη Γη και στο Διάστημα. Στην αρχική περίοδο (0-30), οι επενδύσεις κεφαλαίων για Γήινη εξόρυξη αυξάνονται σταθερά λόγω του R&D και της συνεχόμενης παραγωγικότητας. Γύρω στην περίοδο 30, αγγίζεται το ανώτατο όριο εκπομπών και οι επενδύσεις μετέπειτα εστιάζουν στη Διαστημική εξόρυξη. Αυτό συμβαίνει εάν και εφόσον έχει διεξαχθεί σχετικό R&D για το Διαστημικό μοντέλο εξόρυξης. Σε ένα σημείο, δεν υπάρχει επένδυση κεφαλαίου, καθώς όλοι οι πόροι που δεν καταναλώνονται αφιερώνονται στην R&D για Διαστημική εξόρυξη, η οποία είναι πιο πολύτιμη από την επένδυση κεφαλαίου στη Γη.



Γράφημα 14. Μετάβαση επενδύσεων εξόρυξης στη Γη και στο Διάστημα, Fleming et al (2023)

Ευκόλως εννοούμενο είναι ότι η Διαστημική παραγωγή είναι μεγάλης έντασης κεφαλαίου συγκρινόμενη με την αντίστοιχη της Γης που είναι σαφώς μικρότερη. Η εργασία ως παραγωγικός συντελεστής κατανέμεται με τέλεια ελαστικότητα μεταξύ των δύο χώρων εξόρυξης, δεδομένου ότι η εργασία για την παραγωγή στο Διάστημα γίνεται σε μεγάλο βαθμό στη Γη. Από την άλλη πλευρά, ο εξοπλισμός εξόρυξης πρέπει να είναι σχεδιασμένος για το περιβάλλον του Διαστήματος (π.χ. κενό, ακτινοβολία κλπ.) (Sivolella, 2019).

Το απόθεμα εκπομπών άνθρακα έχει ένα σχήμα τύπου S καθώς η παραγωγή μετάλλων ξεκινά από τη Γη και καταλήγει στο Διάστημα. Ο οικονομικός συντονιστής βελτιστοποιεί την παραγωγή έτσι ώστε να φτάνει οριακά τον όριο των εκπομπών. Η απότομη άνοδος στη κλίση των εκπομπών (περίοδος 30) συμπίπτει με την κορύφωση των επενδύσεων κεφαλαίων στη Γη. Έπειτα, το κεφάλαιο εξόρυξης στη Γη πέφτει κατακόρυφα και η παραγωγή εστιάζει στην παραγωγή του Διαστημικού προϊόντος. Με την πάροδο των περιόδων, οι πολιτικές για τη προστασία του Γήινου περιβάλλοντος σε συνδυασμό με τη καλύτερη απόδοση επενδύσεων στο Διάστημα έχουν ως αποτέλεσμα την επιλογή της Διαστημικής εξόρυξης.



Γράφημα 15. Εκπομπές άνθρακα κατά την παραγωγή μεταλλευμάτων, Fleming (2023)

2.3.2 Επιτόπια Αξιοποίηση Διαστημικών Πόρων (ISRU)

Η επιτόπια αξιοποίηση των Διαστημικών πόρων ή αλλιώς ISRU (In Situ Resource Utilization) περιλαμβάνει τη συλλογή, επεξεργασία, χρήση και αποθήκευση υλικών και στοιχείων τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα στο Διάστημα και μπορούν να αξιοποιηθούν εκείνη τη στιγμή για την κάλυψη των αναγκών των Διαστημικών αποστολών όπως την παράταση αυτών. Σύμφωνα με τους Γιόκαρη και Κυριακόπουλο (2020), η αξιοποίηση των φυσικών Διαστημικών πόρων μπορεί να υποκαταστήσει τα αγαθά που κρίνονται αναγκαία για την ικανοποίηση των ζωτικών λειτουργιών τόσο των αστροναυτών όσο και του Διαστημικού σκάφους.

Η επιστημονική κοινότητα ασχολείται με την κατασκευή του εξοπλισμού για την ανίχνευση των κατάλληλων πρώτων υλών που θα μπορέσουν να ανεφοδιάζουν τις Διαστημικές αποστολές. Η τεχνική πολυπλοκότητα φυσικά είναι μεγάλη. Η κατάλληλη τεχνογνωσία και ο εξοπλισμός είναι θεμελιώδη, αλλά συνεπάγονται ένα πολύ υψηλό οικονομικό κόστος.

Η NASA ανέθεσε στην εταιρεία Astrobotic την κατασκευή του rover "Viper" (Volatiles Investigating Polar Exploration Rover) με σκοπό την αναζήτηση νερού στο νότιο πόλο της Σελήνης. Εκτιμάται ότι θα εντοπιστούν δισεκατομμύρια τόνοι νερού σε μορφή πάγου. Το όχημα αυτό θα κινείται με ηλιακή ενέργεια και με τη χρήση ανιχνευτικού εξοπλισμού (φασματόμετρα και τρυπάνια) θα προσπαθήσει να εντοπίσει αυτά τα αποθέματα νερού. Η αποστολή, η οποία σύμφωνα με την ιστοσελίδα της NASA, προσδιορίζεται προς τα τέλη του 2024, θα πραγματοποιηθεί με έναν Falcon Heavy της SpaceX.

Σε περίπτωση που το εγχείρημα επιτευχθεί, θα επηρεάσει ευνοϊκά τις μελλοντικές Διαστημικές αποστολές. Το νερό, για οποιαδήποτε χρήση και αν αυτό χρησιμοποιηθεί, είτε ως είδος πρώτης ανάγκης για τα πληρώματα των διαστημοπλοίων, είτε ως συνθετικό καυσίμου, θα επιλύσει προβλήματα ανεφοδιασμού. Τα επόμενα χρόνια, στόχο των επιστημόνων θα αποτελεί, σύμφωνα με την Sommariva et al (2020), η αυτάρκεια των αστροναυτών με πρώτες ύλες αποκλειστικά από το Διάστημα.

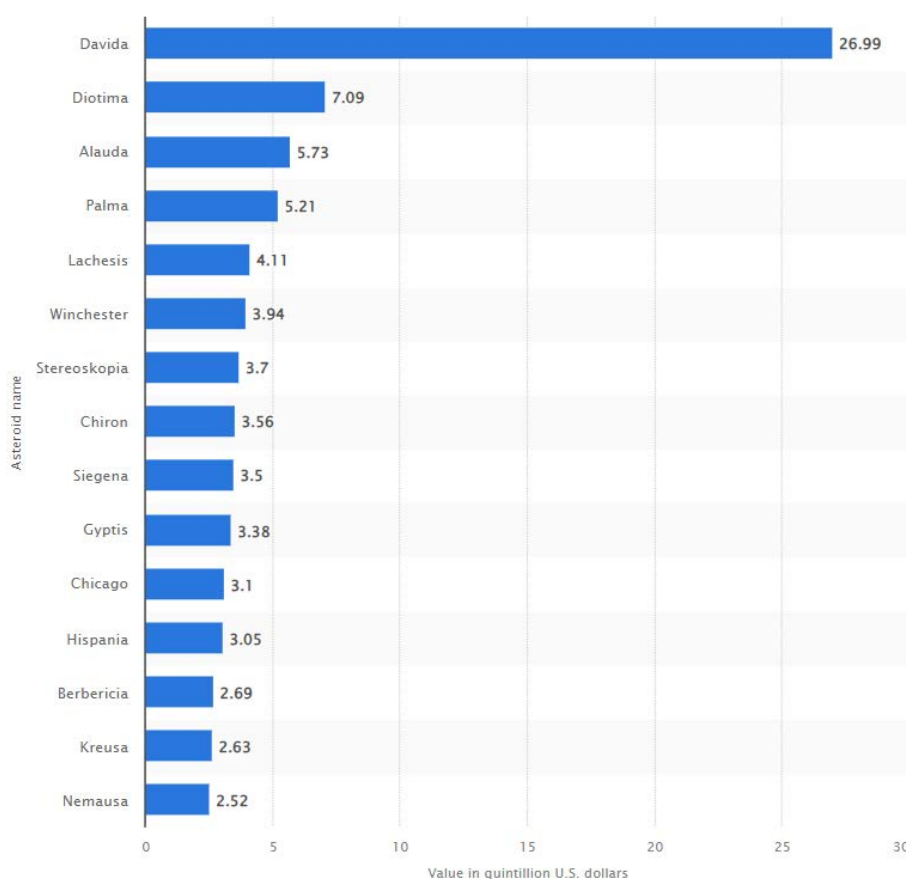
Πέραν του νερού, ο παράγοντας της ηλιακής ενέργειας είναι εξίσου σημαντικός. Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί την πιο κοινή μορφή In Situ αξιοποίησης η οποία χρησιμοποιείται

ήδη σε διαστημόπλοια. Ένα παράδειγμα αυτού αποτελεί και ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός, ο οποίος είναι εξοπλισμένος με ηλιακές συστοιχίες οι οποίες αξιοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία και έτσι εξασφαλίζεται η απαιτούμενη ισχύς για τη λειτουργία του.

Όσον αφορά το οξυγόνο ήδη από τον 2021, η NASA σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο της Μασαχουσέτης και την OxEon Energy, εκτόξευσε το rover "Perseverance" με το MOXIE (Mars Oxygen Resource Utilization Experiment) το οποίο μετά από έρευνες και πειράματα κατάφερε με ηλεκτρόλυση στερεού οξειδίου, να παράξει οξυγόνο από το διοξείδιο του άνθρακα στην επιφάνεια του Άρη. Τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού θα μελετηθούν περαιτέρω προκειμένου να επιτευχθεί η παραγωγή μεγαλύτερων ποσοτήτων οξυγόνου, προωθητικού και νερού ικανών να καλύψουν τις ανάγκες των πληρωμάτων των μελλοντικών αποστολών. Σύμφωνα με τον Reuter (2021), "Αυτό ήταν ένα κρίσιμο πρώτο βήμα για τη μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε οξυγόνο στον Άρη. Το MOXIE έχει ακόμη να κάνει πολλά, αλλά τα αποτελέσματα αυτά είναι γεμάτα υποσχέσεις καθώς προχωράμε στο στόχο μας να δούμε κάποια μέρα ανθρώπους στον Άρη. Το οξυγόνο δεν είναι μόνο το υλικό που αναπνέουμε. Το προωθητικό πυραύλων εξαρτάται από το οξυγόνο και οι μελλοντικοί εξερευνητές θα πρέπει να είναι σε θέση να παράγουν προωθητικό στον Άρη προκειμένου να μπορέσουν να επιστρέψουν στη Γη".

Τέτοιου είδους εξελίξεις θα συμβάλουν σημαντικά στην περαιτέρω εξερεύνηση του Διαστήματος. Ειδικά, την συγκεκριμένη χρονική περίοδο κατά την οποία η ανθρωπότητα βρίσκεται πολύ κοντά στην εκ νέου επίσκεψη ανθρώπων στο Διάστημα (βλ. Αποστολή Artemis). Αν επιλυθούν τα προβλήματα ανεφοδιασμού με την κατασκευή τέτοιων σταθμών, η πορεία του ανθρώπου στο Διάστημα θα καταστεί ευκολότερη. Η ανθρωπότητα θα μπορεί πλέον να φαντάζεται και να προσμένει την εξερεύνηση του απώτερου σύμπαντος. Όσο πιο βαθιά στο Διάστημα προχωρούν οι άνθρωποι, τόσο πιο απαραίτητη θα είναι η επιτόπια αξιοποίηση πόρων. Αυτοί οι σταθμοί ανεφοδιασμού θα έχουν σαν συνέπεια την εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος. Πέραν της ηλιακής ενέργειας, το οξυγόνο, το νερό και το μεθάνιο αποτελούν στοιχεία απαραίτητα για τη συντήρηση των πληρωμάτων αλλά και για τα Διαστημικά συστήματα πρόωσης και ισχύος. Για αυτό το λόγο μέσα στις προτεραιότητες της NASA είναι η αναζήτηση "κοιτασμάτων" προκειμένου να μελετηθεί και ο τρόπος εξόρυξης.

Πέραν της NASA, η ispace, μια ιδιωτική εταιρεία με έδρα την Ιαπωνία, ιδρύθηκε το 2010, με τομέα δραστηριοποίησης την τεχνολογία και την εξερεύνηση του Διαστήματος. Συνεργάζεται με την JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), με σκοπό την αναζήτηση, εξόρυξη και χρήση πόρων στη Σελήνη. Μετά από την Hakuto-R Mission 1, η οποία δεν είχε αίσιο τέλος, ετοιμάζεται για τη Mission 2, η οποία προγραμματίζεται μέσα στο τελευταίο τρίμηνο του 2024. Για το σκοπό αυτό κατασκεύασαν ένα μικρό σεληνιακό όχημα (Lunar rover), το οποίο θα εξερευνήσει την επιφάνεια της Σελήνης και θα συλλέξει δείγματα ρεγόλιθου, στα πλαίσια μιας συμφωνίας με τη NASA. Παράλληλα, η ispace, προετοιμάζει και μια τρίτη αποστολή για το 2026.



Γράφημα 16. Πολύτιμοι αστεροειδείς βάση των χημικών τους στοιχείων, Statista (2016)

Τα οικονομικά οφέλη της επιτόπιας αξιοποίησης των πόρων του Διαστήματος είναι πολλά. Αρχικά, επίτευξη εξοικονόμησης κόστους των Διαστημικών αποστολών. Με τη χρήση των πόρων ουρανίων σωμάτων σημειώνεται κατακόρυφη μείωση στο κόστος των Διαστημικών αποστολών καθώς ελλείψεις οι οποίες ενδεχομένως παρουσιαστούν δεν θα απαιτούν μια εκ νέου εκτόξευση προκειμένου να γίνει ανεφοδιασμός. Παράλληλα, αυτονομείται η ίδια η αποστολή στηριζόμενη στις αρχές της βιωσιμότητας και τέλος αναπτύσσονται νέες αγορές και δυνατότητες κέρδους.

2.3.3 Space Manufacturing

Σε συνέχεια του In Situ Resource Utilization, το In Situ Manufacturing, δίνει τη δυνατότητα στις αποστολές να χρησιμοποιούν τους εξορυγμένους πόρους ως πρώτες ύλες για την κατασκευή εξαρτημάτων και ανταλλακτικών επιτόπου. Για παράδειγμα ο ρεγόλιθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τρισδιάστατους εκτυπωτές και να παράξει εργαλεία, ρομπότ, rover και άλλα, τόσο εντός του διαστημοπλοίου όσο και στις επιφάνειες των ουρανίων σωμάτων. Οι εξορυγμένοι Διαστημικοί πόροι σε συνδυασμό με την ανακύκλωση φθαρμένων ή παλαιών υλικών συμβάλλουν στην βιωσιμότητα των αποστολών.

Κατά τους Edmunson και McLemore (2012), "το κλειδί για μία βιώσιμη παρουσία στο Διάστημα είναι η ικανότητα κατασκευής απαραίτητων εργαλείων, ανταλλακτικών κ.λ.π., επιτόπου, όταν αυτό απαιτείται". Επίσης, ο Uhran (2011) αναφέρει ότι "η κατασκευή στο Διάστημα είναι μια απαραίτητη λειτουργία για τις αποστολές βαθέως Διαστήματος. Η ικανότητα της κατασκευής εργαλείων και εξαρτημάτων προκειμένου να αντικατασταθούν σπασμένα ή απολεσθέντα αντικείμενα είναι απαραίτητη για τέτοιου είδους αποστολές. Προσφέρει ένα επιπλέον επίπεδο ασφάλειας, ειδικά όταν πρόκειται για αντικείμενα που χρειάζονται άμεσα και απαιτείται πολύς χρόνος προκειμένου να αποσταλούν από τη Γη. Πρόκειται για μία απαραίτητη και συνετή επένδυση για τους μελλοντικούς στόχους της NASA".

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου σύμφωνα με τους Edmunson και McLemore (2012) είναι πολλά.

1. Ο φορέας που έχει αναλάβει την αποστολή εξοικονομεί κόστος, μάζα και όγκο στην εκτόξευση. Μέσω της In Situ Manufacturing, οι αποστολές θα απαλλάσσονται από τη μεταφορά εξαρτημάτων τα οποία είναι δύσκολο να μεταφερθούν λόγω υψηλού κόστους, όγκου ή βάρους.
2. Μέσω της χρήσης μοντέλων CAD μπορούν να σχεδιαστούν μοντέλα στη Γη και να μεταδοθούν στα διαστημόπλοια. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να συνεργαστούν άτομα πολλών ειδικοτήτων και να επιτύχουν την επίλυση του προβλήματος.
3. Τα αντικείμενα μπορούν να παραχθούν κατ' απαίτηση και μειώνεται ο χρόνος αναμονής που απαιτείται για την εκτόξευση ενός εξαρτήματος από τη Γη.
4. Τα χρησιμοποιημένα ή κατεστραμμένα εξαρτήματα μπορούν να ανακυκλωθούν και να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη σε επόμενες κατασκευές.
5. Προσφορά ενός επιπέδου ασφάλειας, καθώς μειώνεται ο κίνδυνος αποτυχίας της αποστολής.

Τα σχέδια και οι επιχειρηματικές φιλοδοξίες προχωρούν, όμως αναφύονται διάφορα νομικά και ηθικά ζητήματα. Πέραν των τεχνολογικών και οικονομικών απαιτήσεων του συγκεκριμένου εγχειρήματος, αποτελεί μία εκ των ων ουκ άνευ προϋπόθεση, η λεπτομερής καθιέρωση του Διαστημικού δικαίου που θα καθορίζει με σαφήνεια και χωρίς περιθώρια παρερμηνεύσεων τα θέματα περί της ιδιοκτησίας αλλά και της εκμετάλλευσης των πόρων του Διαστήματος.

3. ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο πρώτος δορυφόρος τέθηκε σε τροχιά το 1957. Και λίγα χρόνια αργότερα, το 1962, επιχειρήθηκε για πρώτη φορά η οικονομική εκμετάλλευση του Διαστήματος, καθώς εκτοξεύτηκε ο δορυφόρος Telstar 1 για τηλεοπτική αναμετάδοση. Μετά από αυτά τα γεγονότα, ο Ο.Η.Ε. (Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών) έκρινε απαραίτητο να θέσει σε ισχύ το Άρθρο 13 του Καταστατικού Χάρτη για την ανάπτυξη του Διεθνούς Δικαίου.

Τον Δεκέμβριο του 1958, με την υπ' αριθμό 1348 απόφαση, τα Ηνωμένα Έθνη προχώρησαν στη σύσταση Ειδικής Επιτροπής για την Ειρηνική Χρήση του Διαστήματος. Την επόμενη χρονιά όμως, στις 12 Δεκεμβρίου 1959, με την απόφαση 1472, αυτή αντικαταστάθηκε από την Επιτροπή Ειρηνικών Χρήσεων του εξωατμοσφαιρικού Διαστήματος. Πρόκειται για την COPUOS (Committee on Peaceful Uses of Outer Space) η οποία συστάθηκε με αντικείμενο τη διαμόρφωση του κατάλληλου πλαισίου για το σκοπό αυτό.

Στις 20 Δεκεμβρίου του 1961, ψηφίστηκε η πρώτη απόφαση σύμφωνα με την οποία καθορίζονταν το νομικό πλαίσιο για την εξερεύνηση και χρήση του εξωατμοσφαιρικού Διαστήματος. Σύμφωνα με αυτή, η εξερεύνηση και χρήση του Διαστήματος θα πρέπει να πραγματοποιείται για το καλό της ανθρωπότητας και προς όφελος όλων των κρατών ανεξαρτήτου επιπέδου οικονομικής ανάπτυξης και χωρίς να υπόκεινται σε εθνική ιδιοποίηση.

Τον Οκτώβριο του 1963, η απόφαση υπ' αριθμόν 1884, απαγόρευε στα κράτη τόσο το να τοποθετούν σε γήινη τροχιά αντικείμενα με πυρηνικά όπλα ή οπλικά συστήματα μαζικής καταστροφής όσο και την εγκατάσταση αυτών σε ουράνια σώματα. Με μια δεύτερη απόφαση, με την απόφαση 1962, τον Δεκέμβριο του 1963, διατυπώθηκαν εννέα αρχές στην Διακήρυξη των Νομικών Αρχών που διέπουν τις δραστηριότητες στο Διάστημα και πλέον υπήρξε μια μετάβαση των κανόνων από εθιμικούς σε συμβατικούς.

Η Συνθήκη για τις Αρχές που Διέπουν τις Δραστηριότητες των Κρατών στην Εξερεύνηση και Χρήση του Εξωτερικού Διαστήματος, συμπεριλαμβανομένης της Σελήνης και άλλων Ουράνιων Σωμάτων (Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration

and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies/ Outer Space Treaty - OST), συνιστά τη βάση του Διεθνούς Διαστημικού Δικαίου. Υπογράφηκε στις 27 Ιανουαρίου του 1967, από τις Η.Π.Α, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη ΕΣΣΔ και τέθηκε σε ισχύ στις 10 Οκτωβρίου του 1967 καλύπτοντας το νομικό κενό που υπήρχε μέχρι εκείνη την περίοδο. Σήμερα, 114 χώρες αποτελούν τα συμβαλλόμενα μέρη, με την Ελλάδα να έχει επικυρώσει τη Συνθήκη τον Ιανουάριο του 1971. Στη Συνθήκη τονίζεται τόσο στο Άρθρο III, όσο και στο Άρθρο IV ότι "τα κράτη κατά την εξερεύνηση και χρήση του Διαστήματος θα αναπτύσσουν δραστηριότητες για τη χρήση και διατήρηση της διεθνούς ειρήνης και ασφάλειας και της προαγωγής της διεθνούς συνεργασίας και κατανόησης" και "τα κράτη θα χρησιμοποιούν τη Σελήνη και τα άλλα ουράνια σώματα αποκλειστικά για ειρηνικούς σκοπούς" αντίστοιχα.

Οι αρχές που καθιερώθηκαν είναι οι ακόλουθες:

- I. Η ελεύθερη εξερεύνηση και εκμετάλλευση του Διαστήματος, της Σελήνης και των άλλων Ουρανίων Σωμάτων προς όφελος όλων των κρατών η οποία θα αποτελεί κοινό κτήμα της ανθρωπότητας.
- II. Απαγόρευση εθνικής ιδιοποίησης με αξίωση κυριαρχίας , μέσω χρήσης ,κατάληψης-κατοχής ή με οποιοδήποτε άλλο μέσο.
- III. Αρχή της κυρίαρχης ισότητας των κρατών
- IV. Απαγόρευση της τοποθέτησης πυρηνικών όπλων ή άλλων όπλων μαζικής καταστροφής σε τροχιά ή στα ουράνια σώματα.
- V. Τα κράτη θα είναι υπεύθυνα για τις εθνικές διαστημικές δραστηριότητες καθώς και για τις ζημιές που προκαλούνται από τα διαστημικά τους αντικείμενα.
- VI. Οι αστροναύτες θεωρούνται ως "απεσταλμένοι" της ανθρωπότητας και τίθενται σε ένα ειδικό καθεστώς ασυλίας και παροχής βοήθειας σε περίπτωση ατυχήματος ή κινδύνου.
- VII. Η διεθνής συνεργασία, υπό την έννοια της υποχρέωσης των κρατών να συνεργάζονται για τη διατήρηση της διεθνούς ειρήνης και ασφάλειας καθώς και της εκπόνησης από κοινού προγραμμάτων για την ειρηνική εξερεύνηση και εκμετάλλευση του Διαστήματος.

Ωστόσο, στη Συνθήκη δεν αποσαφηνίζεται η έννοια των ειρηνικών σκοπών. Στρατιωτική δραστηριότητα στο Διάστημα είναι νόμιμη εφόσον είναι μη επιθετική (παθητική). Τέτοια παραδείγματα αποτελούν οι στρατιωτικοί δορυφόροι οι οποίοι έχουν ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών όπως η συλλογή πληροφοριών και δεδομένων, η επικοινωνία, η πλοήγηση, η επιτήρηση και η αναγνώριση.

Υπάρχει βέβαια και η ενεργητική στρατιωτική δραστηριότητα. Τέτοια παραδείγματα είναι τα αντι-δορυφορικά όπλα τα οποία χρησιμοποιούνται προκειμένου να καταστρέψουν δορυφόρους. Κάτι τέτοιο συνέβη το 2007, όταν η Κίνα κατέστρεψε με βαλλιστικό πύραυλο το μετεωρολογικό της δορυφόρο Feng Yun 1C. Ένα ακόμη παράδειγμα, όταν οι ΗΠΑ, κατέστρεψαν τον κατασκοπευτικό τους δορυφόρο USA-193, το 2008.

Επιπροσθέτως, δεν γίνεται καμιά αναφορά για τα συμβατικά όπλα. Είναι γνωστό ότι όσον αφορά τα ουράνια σώματα συμπεριλαμβανομένης και της Σελήνης ισχύει καθεστώς πλήρους αποστρατικοποίησης, ανάλογο με αυτό που προβλέπεται από τη Συνθήκη της Ανταρκτικής.

Πέραν της OST, υπάρχουν και άλλες διεθνείς συμφωνίες για τη χρήση των στρατιωτικών δορυφόρων, όπως η ITU (International Telecommunication Union). Σύμφωνα με την ITU, όλοι οι στρατιωτικοί δορυφόροι οφείλουν να είναι καταγεγραμμένοι και οι εκπομπές τους να είναι σύμφωνες με τα πρότυπα συχνότητας και ισχύος της.

Τον Μάρτιο του 1972, υπογράφηκε η Σύμβαση για τη Διεθνή Ευθύνη για τις ζημιές που προκαλούνται από τα Διαστημικά αντικείμενα (Liability Convention). Στην ουσία με την Συνθήκη αυτή, ρυθμίζονταν κάποιες λεπτομέρειες αναφορικά με το θέμα των ζημιών, οι οποίες ωστόσο είχαν αναφερθεί και στη Συνθήκη του 1967. Συγκεκριμένα, καθιερώνεται η πλήρης ευθύνη του κράτους εκτόξευσης, όπου ως τέτοιο θεωρείται τόσο το κράτος το οποίο εκτοξεύει ένα Διαστημικό αντικείμενο, όσο και το κράτος από το έδαφος του οποίου εκτοξεύεται. Όσον αφορά το είδος των ζημιών, αυτές περιλαμβάνουν ζημιές σε αντικείμενα στη Γη, στον αέρα και στο Διάστημα. Διευθετείται, επίσης, και το θέμα των ζημιών σε περίπτωση συνεργασίας περισσότερων της μίας χώρας.

Το 1975, υπογράφηκε η Σύμβαση για την καταχώρηση σε μητρώο των Διαστημικών αντικειμένων (Registration Convention). Σύμφωνα με αυτή κάθε εκτοξευόμενο αντικείμενο πρέπει να καταγράφεται με ευθύνη του κράτους εκτόξευσης και να κοινοποιείται στον Γενικό Γραμματέα των Ηνωμένων Εθνών.

Λίγα χρόνια αργότερα, το 1979, υπογράφηκε η Συμφωνία για τις Δραστηριότητες των Κρατών επί της Σελήνης και των άλλων ουρανίων σωμάτων, γνωστή και ως Moon Agreement. Η Συμφωνία αυτή στην ουσία επεκτείνει κάποιες αρχές της Συνθήκης του 1967. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την εξερεύνηση και εκμετάλλευση του διαστήματος προστίθεται σαν κριτήριο "το συμφέρον της παρούσας αλλά και των μελλοντικών γενεών". Αναφορικά με την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων του Διαστήματος, αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα δημιουργίας ενός διεθνούς καθεστώτος το οποίο θα διέπει την εκμετάλλευση τους και εισάγεται η έννοια της "κοινής κληρονομιάς της ανθρωπότητας".

Πέραν των συμβάσεων και των συμφωνιών που αναλύθηκαν παραπάνω υπάρχει και μία σειρά Γενικών Αρχών Δικαίου του Διαστήματος, οι οποίες θα αναφερθούν συνοπτικά. Αξίζει στο σημείο αυτό να αποσαφηνιστούν οι έννοιες σύμβασης και αρχής. Οι μεν συμβάσεις έχουν δεσμευτικό χαρακτήρα που δεσμεύει τα κράτη τα οποία τις έχουν υπογράψει, ενώ οι αρχές αποτελούν κάποιους κανόνες και πρότυπα με βάση τα οποία τα κράτη μπορούν να ρυθμίζουν τις δραστηριότητές τους.

- I. Δήλωση των νομικών αρχών που διέπουν τις δραστηριότητες των κρατών κατά την εξερεύνηση και τη χρήση του Διαστήματος (1963)
- II. Αρχές που διέπουν τη χρήση των τεχνητών δορυφόρων της Γης για διεθνείς ραδιοτηλεοπτικές εκπομπές (1982)
- III. Αρχές που διέπουν την τηλεπισκόπηση της Γης (1986)
- IV. Αρχές για τη χρήση πηγών πυρηνικής ενέργειας στο Διάστημα (1992)
- V. Διακήρυξη της Διεθνούς Συνεργασίας για την εξερεύνηση και χρήση του Διαστήματος προς όφελος και προς το συμφέρον όλων των κρατών, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες των αναπτυσσόμενων χωρών (1996)

Ακολούθησε η Πράξη για την Εμπορική Ανταγωνιστικότητα στο Διάστημα που ψηφίστηκε στις 21 Μαΐου του 2015, (US Commercial Space Launch Competitiveness Act), επί προεδρίας Obama σύμφωνα με την οποία επιτρέπεται σε αμερικανικές εταιρείες να "εμπλακούν σε εμπορική εξερεύνηση και εκμετάλλευση Διαστημικών πόρων", συμπληρώνοντας ωστόσο ότι "οι ΗΠΑ, δεν διεκδικούν με αυτόν τον νόμο κυριαρχία ή αποκλειστικά δικαιώματα ιδιοκτησίας οποιουδήποτε ουρανίου σώματος". Αυτός ο νόμος, στην ουσία δίνει τη δυνατότητα σε ιδιωτικές επιχειρήσεις να έχουν ιδιοκτησιακούς τίτλους σε ορυκτούς πόρους από ουράνια σώματα και αστεροειδείς. Σύμφωνα με το Άρθρο II της OST, περί της μη οικειοποίησης, κάποιοι θεωρούν ότι εννοεί απαγόρευση άσκησης κυριαρχίας σε ένα τμήμα του διαστήματος, άρα είναι θεμιτή η ιδιοκτησία των ορυκτών πόρων που εξορύσσονται.

Αλλά και στην Ευρώπη, συγκεκριμένα στο Λουξεμβούργο, ψηφίστηκε το 2017 ο Νόμος για την Εξερεύνηση και τη Χρήση των Διαστημικών Πόρων (Loi du 20 juillet 2017 sur l'exploration et l'utilisation des ressources de l'espace - Law on the Exploration and Use of Space Resources). Σύμφωνα με το Άρθρο I, προβλέπεται το δικαίωμα ιδιοκτησίας επί Διαστημικών πόρων. Όσον αφορά τη νομική μορφή των εταιρειών στις οποίες μπορεί να χορηγηθεί άδεια προκειμένου να εξερευνήσουν το Διάστημα και να κάνουν χρήση των πόρων του, αυτή προσδιορίζεται στο Άρθρο IV (Κριτήρια για τη χορήγηση της άδειας αποτελούν: Η ύπαρξη έδρας της υποψήφιας εταιρείας στο Λουξεμβούργο, η ύπαρξη κατάλληλου υλικοτεχνικού εξοπλισμού και οικονομικής μελέτης) ενώ οι περιπτώσεις ανάκλησης της άδειας αυτής αναφέρονται στο Άρθρο XIV. Στο Άρθρο XV, αναφέρεται ότι οι αρμόδιοι υπουργοί είναι υπεύθυνοι για τη διαρκή επιτήρηση των αποστολών διερεύνησης και χρήσης Διαστημικών πόρων.

Όποιος εξερευνά και χρησιμοποιεί Διαστημικούς πόρους χωρίς κυβερνητική άδεια υπόκειται σε φυλάκιση από οκτώ ημέρες έως πέντε χρόνια ή/ και σε πρόστιμο από 5.000 έως 1.250.000 ευρώ (περίπου 5.900 - 1.480.000 δολάρια ΗΠΑ). Μόλις χορηγηθεί σε μια εταιρεία έγκριση για τη διεξαγωγή εξερεύνησης και χρήσης Διαστημικών πόρων, η εξουσιοδότηση είναι και μη εκχωρήσιμη (Ιδ. άρθρο 5.). Επομένως, άλλο μέρος δεν μπορεί να πραγματοποιήσει αποστολή εξερεύνησης μέσω ή για λογαριασμό της εξουσιοδοτημένης εταιρείας (Πρωτότυπο άρθρο 2).

4. ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ & ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΤΗΤΕΣ

Η εκμετάλλευση του Διαστήματος πέρα από κέρδη, οδηγεί στον υπερπληθυσμό των Διαστημικών απορριμμάτων τα οποία πρέπει να επαναπροσδιοριστούν λαμβάνοντας υπ' όψιν τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα που βασίζονται σε ένα πρώιμο νομικό καθεστώς (Erlank, 2012).

Σύμφωνα με την Space Debris Coordinating Committee (2012), Διαστημικά σκουπίδια είναι όλα τα αντικείμενα τα οποία έχουν κατασκευαστεί από τον άνθρωπο συμπεριλαμβανομένων θραυσμάτων και στοιχείων τους, τα οποία βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη ή που εισέρχονται εκ νέου στην ατμόσφαιρα, τα οποία είναι μη ελεγχόμενα και δεν εξυπηρετούν σε κάποιο σκοπό. Στο ίδιο μήκος κύματος βρίσκονται και οι Τσιγάνης & Βάρβογλης (2015), οι οποίοι ορίζουν ως Space Debris τα μικροαντικείμενα φυσικής ή κυρίως ανθρωπογενούς προέλευσης τα οποία συγκεντρώνονται στις περιοχές κίνησης των δορυφόρων (κυρίως LEO και GEO). Ο μεγαλύτερος κίνδυνος για τους δορυφόρους προέρχεται από ανθρωπογενούς προέλευσης Διαστημικά σκουπίδια. Μερικά παραδείγματα είναι τμήματα από οχήματα εκτόξευσης, υπολείμματα στερεών αποβλήτων από τους κινητήρες και θραύσματα που προκύπτουν από σύγκρουση με υπάρχοντα συντρίμια.

Αν και έχουν συνήθως μικρό μέγεθος, η μεγάλη κινητική τους ενέργεια δημιουργεί ενδεχόμενα για συγκρούσεις, γεγονός που ανησυχεί την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα. Παραπάνω από 525.000 Διαστημικά απορρίμματα βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη σύμφωνα με στοιχεία του Ιανουαρίου 2022 του Nasa Orbital Debris Program Office. Σε περίπτωση που κάποιο από αυτά συγκρουστεί με κάποιο δορυφόρο "θα μπορούσε να διαταράξει τις υπηρεσίες αντιμετώπισης καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, να ακρωτηριάσει τα παγκόσμια τραπεζικά συστήματα και να διακόψει τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας", σύμφωνα με την Ansdell (2010). Βέβαια, οι Bradley και Wein (2009), εκτιμούν ότι η πιθανότητα σύγκρουσης ενός Διαστημικού οχήματος στη LEO είναι 1:1000. Καθώς, όμως, αυξάνεται ο αριθμός των δορυφόρων στο Διάστημα, αυτό συνεπάγεται ως

έναν βαθμό και αύξηση των Space Debris, τα οποία όμως ύστερα από μεταξύ τους συγκρούσεις οδηγούν στη εκθετική δημιουργία πλήθους απορριμμάτων, δημιουργώντας ένα ντόμινο, γνωστό και ως Σύνδρομο Kessler. Ο επιστήμονας της NASA, Donald Kessler (1978), ανέπτυξε το σύνδρομο Kessler, την κατάσταση, δηλαδή, όπου οι συγκρούσεις μεταξύ Διαστημικών σκουπιδιών στην τροχιά LEO "οδηγούν" στην ανάπτυξη μιας ζώνης συντριμμίων γύρω από τη Γη. Ευκόλως εννοούμενο είναι ότι κάθε σύγκρουση δημιουργεί αλυσιδωτά περισσότερα συντρίμια.

Επιστήμονες κάνουν προβλέψεις ότι η ποσότητα των συντριμμίων θα τριπλασιαστεί κατά τη διάρκεια των επόμενων 200 ετών, προκαλώντας δεκαπλασιασμό της πιθανότητας συγκρούσεων (Liou και Johnson, 2006). Οι Levin και Carroll (2012), εκτιμούν ότι η μέση άμεση οικονομική καταστροφή μιας σύγκρουσης είναι της τάξης των 30.000.000 δολαρίων, αλλά και μια πρόσθετη ζημία ύψους 200.000.000 δολαρίων η οποία θα προκύψει από τα συντρίμια της σύγκρουσης για όλα τα υπάρχοντα Διαστημικά πλεονεκτήματα. Τα συντρίμια της σύγκρουσης προκαλούν "ακαταστασία" στις τροχίες και αρνητική εξωτερικότητα.

Ο Mankiw (2014), ορίζει ως εξωτερικότητα αυτό που προκύπτει όταν ένα άτομο εμπλέκεται σε μια δραστηριότητα που επηρεάζει την ευημερία ενός παρευρισκόμενου (τρίτου) ο οποίος ούτε πληρώνει, ούτε λαμβάνει καμία αποζημίωση για αυτό το αποτέλεσμα. Εάν η επίδραση στον παρευρισκόμενο είναι δυσμενής, ονομάζεται αρνητική εξωτερικότητα. Εάν είναι ωφέλιμο, ονομάζεται θετική εξωτερικότητα. Όταν εμφανίζονται εξωτερικότητες, το επακόλουθο είναι η αναποτελεσματική κατανομή των πόρων (Rosen & Gayer, 2008). Οποιαδήποτε μορφή ρύπανσης, και στην εν λόγω περίπτωση Διαστημική ρύπανση, είναι εξωτερικότητα στο βαθμό που προκύπτουν αποδεδειγμένες και μετρήσιμες αρνητικές επιπτώσεις σε άτομα ή σε κοινότητες.

Τα Διαστημικά συντρίμια είναι ένα εύστοχο παράδειγμα μιας αρνητικής εξωτερικότητας. "Μια μέθοδος επίλυσης του προβλήματος της εξωτερικότητας είναι η "εσωτερίκευση" της μέσω συνδυασμού των εμπλεκόμενων μερών" (Rosen & Gayer, 2008). Εσωτερίκευση επιτυγχάνεται μέσω ιδιωτικών διαπραγματεύσεων ή μέσω κυβερνητικών ενεργειών. Ο Ray

& Andreson (2011), εξήγησαν πως αν τα άτομα λάβουν υπ' υπόψην τις εξωτερικότητες όταν παίρνουν αποφάσεις, εσωτερικεύουν τις εξωτερικότητες.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι να "εσωτερικευθεί" μια εξωτερικότητα.

Ο Coase (1960), δήλωσε ότι όταν τα οικονομικά υποκείμενα επηρεάζονται από την παρουσία εξωτερικών επιδράσεων, είναι δυνατή η επίτευξη ενός ικανοποιητικού αποτελέσματος μέσω διαπραγμάτευσης των εμπλεκόμενων μερών, ανεξαρτήτως του ποιος ευθύνεται για την ύπαρξη αυτών των εξωτερικοτήτων. Αυτό είναι το θεώρημα του Coase. Εάν τα συναλλακτικά κόστη (κόστος διαπραγμάτευσης) είναι αμελητέα, η αποτελεσματική λύση σε ένα πρόβλημα εξωτερικότητας επιτυγχάνεται αρκεί να έχουν αποδοθεί ιδιοκτησιακά δικαιώματα, ανεξάρτητα από το σε ποιον δίνονται τα δικαιώματα αυτά (Rosen & Gayer, 2008). Είναι λογικό, λοιπόν, ότι όσο υψηλότερα είναι τα κόστη διαπραγματεύσεων, τόσο χαμηλότερη η πιθανότητα εξαγωγής μιας επιτυχούς διαπραγμάτευσης. Ο Coase (1960), επεσήμανε ότι στο πρόβλημα εξωτερικότητας υποβόσκει ένα πρόβλημα ιδιοκτησίας. Από τη στιγμή όμως που καθιερωθούν τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα, καμιά κυβερνητική ενέργεια δεν απαιτείται για την αντιμετώπιση των εξωτερικοτήτων.

Σε εξωτερικότητες όπως είναι η Διαστημική ρύπανση εμπλέκονται εκατομμύρια άνθρωποι. Αυτοί που τη προκαλούν αλλά και αυτοί που την υφίστανται. Το πρόβλημα των συντριμμιών δεν απασχολεί μόνο τις εταιρείες αλλά και τους καταναλωτές των προϊόντων τους. Είναι φύση αδύνατον να προσδιοριστεί η κυριότητα της Διαστημικής ρύπανσης και στη περίπτωση που καθορίζονταν οι τίτλοι κυριότητας, οι ιδιοκτήτες δεν θα μπορούσαν να εντοπίσουν τους ρυπαίνοντες. Οι διαπραγματεύσεις όλων των εμπλεκόμενων απαιτούν ένα υπέρμετρο κόστος και επιπλέον θα υπήρχε σημαντικός αριθμός μερών όπου κάθε μέρος θα επιδίωκε τον στόχο να διεκδικήσει πρώτα τα δικά του συμφέροντα. Αυτό

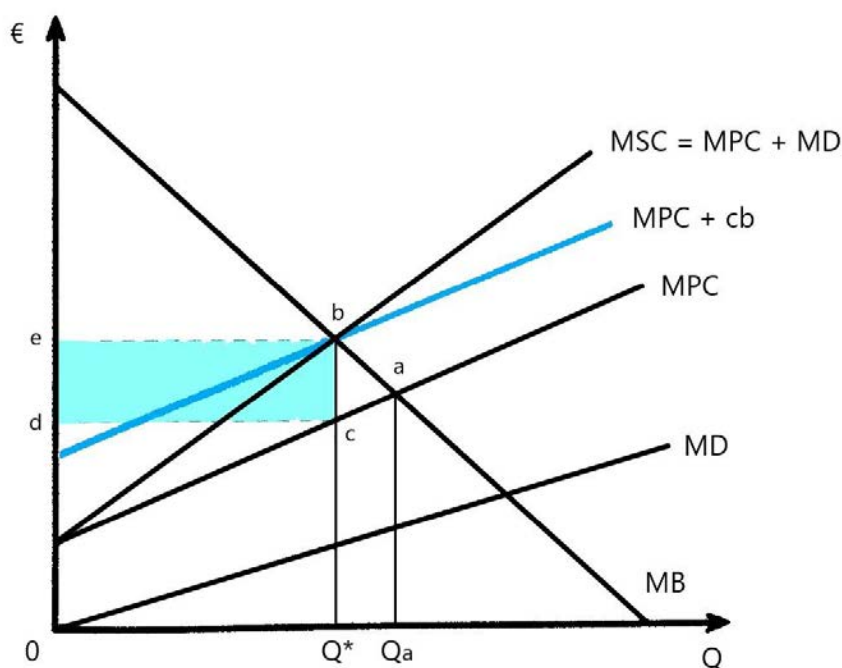
αποτρέπει άμεσα τους διαπραγματευτές να βρουν έναν αποτελεσματικό τρόπο εσωτερίκευσης της αρνητικής εξωτερικότητας. Το θεώρημα του Coase λοιπόν κρίνεται μη επαρκές για τα δεδομένα του Διαστήματος ενώ ενδείκνυται σε περιπτώσεις όπου εμπλέκονται λίγα μόνο μέρη και οι πηγές των εξωτερικοτήτων είναι σαφώς προσδιορισμένες.

Άλλος τρόπος για να εσωτερικευθούν οι εξωτερικότητες είναι ο φόρος Pigou.

Η ύπαρξη των Διαστημικών συντριμμιών είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δράσης στο Διάστημα. Είναι ευκόλως αντιληπτό ότι είναι ένα δυσμενές επακόλουθο, ωστόσο δεν πρέπει να παραγνωριστεί ότι είναι συνέπεια Διαστημικών δραστηριοτήτων που προσφέρουν χρήσιμες και απαραίτητες για την καθημερινότητα υπηρεσίες.

Λύση για το πρόβλημα, λοιπόν, αποτελεί ο φόρος Pigou. Ο φόρος επιβάλλεται στον φορέα που δημιουργεί την εξωτερικότητα και το ύψος του ισούται με την οριακή ζημία που προκαλείται.

Ο Pigou (1920), στο έργο του "The Economics of Welfare" ανέφερε ότι οι ιδιωτικές επιχειρήσεις επιδιώκουν τα δικά τους οριακά ιδιωτικά συμφέροντα. Οι επιχειρηματίες δεν ενδιαφέρονται για το εξωτερικό κόστος, με αποτέλεσμα την απώλεια ευημερίας του κοινωνικού συνόλου. Όταν υπάρχει απόκλιση ανάμεσα στο κοινωνικό και στο ιδιωτικό όφελος μπορεί να δοθεί λύση μέσω κρατικής παρέμβασης και επιβολής ενός Πιγκουβιανού φόρου ή μιας Πιγκουβιανής επιδότησης. Με τη φορολογία κατά Pigou, γίνεται προσπάθεια να εσωτερικευθεί το εξωτερικό κόστος μιας επιβλαβούς ενέργειας. Κάτι τέτοιο θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόκλισης, οδηγώντας σε βελτίωση της κοινωνικής ευημερίας.



Γράφημα 17. Ανάλυση φόρου Pigou, Ιδία επεξεργασία

Αρχικά η επιχείρηση έχει συμφέρον να παράγει όσο το οριακό της όφελος ξεπερνά το οριακό της κόστος ($MB > MPC$). Στην προκειμένη περίπτωση την επιχείρηση τη συμφέρει να παράγει μέχρι τη ποσότητα προϊόντος Q_a , γιατί $MPC = MB$. Εξαιτίας όμως των εξωτερικοτήτων και την επιβολή του φόρου Pigou, μεταβάλλεται το ύψος του οριακού κόστους κατά το ύψος του φόρου (cb). Το ύψος του φόρου Pigou ισούται με την οριακή ζημία που προκαλείται στο αποτελεσματικό επίπεδο προϊόντος Q^* . Η καμπύλη του MPC μετατοπίζεται παράλληλα προς τα πάνω κατά cb . Η νέα καμπύλη οριακού κόστους είναι η $(MPC + cb)$. Η μεγιστοποίηση του κέρδους πλέον επιτυγχάνεται στην παραγωγή ποσότητας Q^* , γιατί $MPC + cb = MB$. Το Q^* είναι το αποτελεσματικό επίπεδο παραγωγής.

Ο Salter (2016), εξετάζει την καταλληλότητα των φόρων αυτών στην εκμετάλλευση του Διαστήματος και συγκεκριμένα στο τροχιακό περιβάλλον με την ιδέα ότι οι Διαστημικές δραστηριότητες μπορούν να δημιουργήσουν αρνητικές εξωτερικές επιδράσεις. Εάν η παραγωγή ενός αγαθού συνδέεται με αρνητικές εξωτερικότητες, όπως τα συντρίμια που παράγονται από την εκτόξευση Διαστημικών σκαφών, τότε ο δημόσιος τομέας μπορεί να

παρακινήσει τον παραγωγό να λάβει υπόψη αυτό το κόστος, επιβάλλοντας του έναν φόρο, με το μέγεθος του να ισούται με το μέγεθος της αρνητικής εξωτερικότητας.

Οι ρυπαίνοντες θα πρέπει να επιλέξουν ανάμεσα στην καταβολή του φόρου και άρα τη συνέχιση της ρύπανσης με επιπλέον κόστος ή την αποφυγή του φόρου εφόσον περιορίσουν την Διαστημική τους δραστηριότητα.

Εξαιτίας της σοβαρότητας του προβλήματος των Space Debris και των χρηματικών κεφαλαίων τα οποία διακυβεύονται, οι Adilon et al (2015), κατασκεύασαν ένα μοντέλο για το πρόβλημα των Space Debris και την καθιέρωση ενός φόρου Pigou προκειμένου να αποτραπεί η "ακαταστασία" στις τροχιές και η αρνητική εξωτερικότητα. Για παράδειγμα, εάν η παραγωγή ενός αγαθού συνδέεται με αρνητικές εξωτερικές επιδράσεις, όπως τα συντρίμια που παράγονται από την εκτόξευση Διαστημικών σκαφών, τότε θεωρητικά, ο δημόσιος τομέας μπορεί να παρακινήσει τον παραγωγό να λάβει υπόψη αυτό το κόστος, φορολογώντας τον, με το μέγεθος του φόρου να ισούται με το μέγεθος της αρνητικής εξωτερικότητας.

Ο φόρος Pigou είναι ένα εργαλείο εσωτερίκευσης των αρνητικών εξωτερικών επιδράσεων. Ωστόσο, στην προκειμένη περίπτωση των Space Debris, δεν αποτελεί πανάκεια. Ανακύπτουν προβλήματα αναφορικά με την εφαρμογή του.

Το πρώτο πρόβλημα εντοπίζεται στον φορέα ο οποίος πρέπει να επιβάλλει αυτό το φόρο. Θα είναι η κυβέρνηση; Η απάντηση εννοείται πως είναι θετική. Ωστόσο θα υπάρχουν δυσκολίες αν ο συγκεκριμένος φόρος εφαρμοστεί σε ορισμένες χώρες, και όχι σε όλες. Με την υιοθέτηση ενός τέτοιου φόρου, πλήττεται η ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων των συγκεκριμένων χωρών.

Επιπλέον, υπάρχει δυσκολία στον προσδιορισμό του οριακού κοινωνικού κόστους και κατά συνέπεια είναι δύσκολη και η εξεύρεση του κατάλληλου ύψους φόρου.

Από την άλλη πλευρά, οι Πιγκουβιανοί φόροι έχουν το θετικό ότι αποθαρρύνουν από συμπεριφορές που δημιουργούν αρνητικές εξωτερικές επιδράσεις, όπως η Διαστημική ρύπανση. Οι επιχειρήσεις με σκοπό να αποφύγουν την φορολόγηση μπορούν να μειώσουν τις επισκέψεις στο Διάστημα. Αυτό θα σημαίνει λιγότερο output για την επιχείρηση αλλά δεν θα επιβαρυνθούν με φόρο. Επιπλέον, δίνεται το έναυσμα σε επιχειρήσεις για επένδυση σε R&D για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που θα ελαττώσουν την ρύπανση και κατά συνέπεια, την αποφυγή του φόρου. Παράλληλα, από κρατικής άποψης, ένας φόρος Pigou αποτελεί έσοδο για το κράτος.

Η πρακτική εφαρμογή του φόρου είναι πολύ δύσκολη διότι είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί/ μετρηθεί η οριακή ζημιά. Η επιβολή του φόρου στην πράξη μπορεί να μην οδηγήσει στο κοινωνικά άριστο αποτέλεσμα, αλλά παρόλα αυτά μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ισχύουσα κατάσταση

Η μόνη ίσως λύση θα ήταν η καθιέρωση μιας κοινής πολιτικής αυστηρών μέτρων αναφορικά με τη ρύπανση, η οποία θα είχε υποχρεωτικό χαρακτήρα και θα υιοθετούνταν από τις κυβερνήσεις όλων των χωρών.

5. Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΩΣ ΑΓΑΘΟ

Όπως είναι γνωστό, ο τομέας της Διαστημικής έχει εξελιχθεί στο πέρασμα των δεκαετιών. Από την εποχή των πρώτων προσπαθειών εξερεύνησης έως τις συνηθισμένες, πλέον, εκτοξεύσεις και τις απόπειρες χρήσης του Διαστήματος και των πόρων του.

Είναι ορθός ο χαρακτηρισμός του Διαστήματος ως ένα κοινό αγαθό; Ο σαφής χαρακτηρισμός της έννοιας του Διαστήματος είναι ιδιαίτερα θολός με τις απόψεις να δίστανται. Ο Weeden (2012), κατατάσσει το Διάστημα μαζί με τους ωκεανούς και τον εναέριο χώρο ως παγκόσμια αγαθά καθώς είναι μεγάλης κλίμακας περιβάλλοντα πόρων που είναι εγγενώς διεθνή, εξαιρετικά δύσκολο να τα κατέχει κάποιος εν' όλο ή εν μέρει και είναι προσβάσιμα σε οποιοδήποτε. Ο Buck (1988), ο οποίος είναι μελετητής των κοινών, συγκαταλέγει το Διάστημα στην ομάδα των παγκόσμιων κοινών, όπως επίσης και την Ανταρκτική αλλά και τις τηλεπικοινωνίες. Στο ίδιο μήκος κύματος βρίσκεται και η Hess (2008) όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 4. Παγκόσμια Κοινά, Hess (2003)

Ο ΟΕCD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2008), προσδιορίζει τα παγκόσμια κοινά ως “φυσικά περιουσιακά στοιχεία, εκτός εθνικής δικαιοδοσίας”, δίνοντας μάλιστα το Διάστημα ως παράδειγμα. Αλλά και η Έκθεση Brundland στη Διεθνή Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (1987), σε παρόμοιο μήκος κύματος, θεωρεί “το Διάστημα ως παγκόσμιο κοινό” συγκαταλέγοντας το με τους ωκεανούς και την Ανταρκτική.

Το Διάστημα δεν μπορεί να θεωρηθεί ως κάτι ενιαίο. Οι Γεωκεντρικές τροχιές, τα ουράνια σώματα και ο διαπλανητικός χώρος, αποτελούν τμήματα του. Τα αγαθά που καλούνται “κοινά”, έχουν δύο χαρακτηριστικά. Πρόκειται για αγαθά ανταγωνιστικά και μη αποκλείσιμα. Είναι ευκόλως εννοούμενο ότι δύο διαστημόπλοια δεν μπορούν να καταλάβουν την ίδια τροχιά (επιβεβαιώνεται το χαρακτηριστικό της ανταγωνιστικότητας, δηλαδή αν η χρήση του πόρου από ένα άτομο μειώνει τη διαθεσιμότητα του σε άλλους χρήστες, Feeny et al, 1990). Επιπλέον, σύμφωνα με πρώτο άρθρο της Συνθήκης για τις αρχές που διέπουν τις δραστηριότητες των κρατών στην εξερεύνηση και τη χρήση του εξωτερικού Διαστήματος, “το Διάστημα, συμπεριλαμβανομένης της Σελήνης και άλλων ουρανίων σωμάτων, θα είναι ελεύθερο για εξερεύνηση και χρήση από όλα τα κράτη χωρίς καμία διάκριση”. Συνεπώς δεν νοείται αποκλεισμός τον οποίον ο Theesfeld (2001) ορίζει ως τον περιορισμό των δυνητικών χρηστών από την κατανάλωση του πόρου.

Τα αγαθά που ανήκουν στην κατηγορία των “Common - Pool Resources” είναι αγαθά τα οποία λειτουργούν ως υβρίδια μεταξύ των δημόσιων και των ιδιωτικών αγαθών, καθώς είναι κοινόχρηστα και διαθέσιμα σε όλους αλλά ταυτόχρονα βρίσκονται σε σπανιότητα, με πεπερασμένη προσφορά. Είναι επιρρεπή σε υπερεκμετάλλευση και μείωση της διαθεσιμότητάς τους εφόσον ο κάθε χρήστης επιδιώκει το δικό του συμφέρον (Hayes, 2022). Τα προβλήματα των Common - Pool Resources, όπως η “Τραγωδία των Κοινών”, προκύπτουν εξαιτίας αυτού του ανταγωνισμού στην κατανάλωση των σπάνιων πόρων σε συνδυασμό με το γεγονός ότι είναι μη αποκλείσιμα. Είναι αγαθά που είναι φυσικώς διαθέσιμα. Δεν υπάρχει παραγωγός, υπάρχουν όμως φυσικά αποθέματα. Το βασικό πρόβλημα, λοιπόν, που προκύπτει είναι η βιώσιμη χρήση τους η οποία επιλύεται με τη θέσπιση κανόνων που ρυθμίζουν την κατανάλωση. Σε αυτή τη κατηγορία υπόκεινται το Διάστημα καθώς πληρεί τις παραπάνω προϋποθέσεις.

Τα χαρακτηριστικά των κοινόκτητων πόρων επηρεάζουν τα προβλήματα του σχεδιασμού των καθεστώτων διαχείρισης ή δομών διακυβέρνησης (Ostrom et al, 1999). Όταν τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα δεν ορίζονται σαφώς εμφανίζονται προβλήματα εξωτερικών επιδράσεων και έτσι δεν επιτυγχάνεται αποτελεσματική κατά Pareto κατανομή των πόρων. Μια τέτοια πολύ γνωστή αναποτελεσματικότητα, είναι αυτή της “Τραγωδίας των Κοινών” (Varian, 2006).

Για τον Hollingsworth (2013), είναι απαραίτητη η αναγνώριση του Διαστήματος ως Παγκόσμιου κοινού καθώς είναι “σύμβολο ηθικής δέσμευσης ... για την προώθηση της διαχείρισης για την προστασία του Διαστήματος ως πόρου για όλα τα έθνη”. Μια διαφορετική άποψη εκφράζουν οι Pace (2017) και Goehring (2020). Θεωρούν ότι κάτι τέτοιο θα αποτελούσε ανασταλτικό παράγοντα για τις ιδιωτικές επιχειρήσεις προκειμένου να ασχοληθούν με την εκμετάλλευση των Διαστημικών πόρων. Η έλλειψη σαφήνειας του ορισμού των κοινών κατά τους Hertzfeld, Weeden και Johnson (2015) αποτελεί “εμπόδιο για τη βιωσιμότητα των Διαστημικών δραστηριοτήτων”. Κάτι ανάλογο εμφανίζεται και στο εκτελεστικό διάταγμα επί προεδρίας Trump το οποίο θα εμφανιστεί και παρακάτω “Η αβεβαιότητα σχετικά με το δικαίωμα ανάκτησης και χρήσης των Διαστημικών πόρων ... αποθαρρύνει ορισμένες εμπορικές οντότητες από τη συμμετοχή σε αυτή την επιχείρηση”.

Βιβλιογραφική Αναφορά	Ταξινόμηση
Brundland (1987)	Παγκόσμιο Κοινό
Buck (1988)	Παγκόσμιο Κοινό
Goehring (2020)	Μη κοινό αγαθό
Hess (2008)	Παγκόσμιο Κοινό
Hollingsworth (2013)	Παγκόσμιο Κοινό
OECD (2008)	Παγκόσμιο Κοινό
Pace (2017)	Μη κοινό αγαθό
Weeden (2012)	Παγκόσμιο Αγαθό

Πίνακας 3. Ιδία Επεξεργασία

Ωστόσο, σε επίπεδο κρατών, υπάρχουν διαφορές ως προς την οπτική του συγκεκριμένου θέματος.

Κάνοντας αρχή με τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, οι πρόεδροι που εναλλάσσονται δεν έχουν σύμφωνες απόψεις. Ο Obama, υπέγραψε τον Νοέμβριο του 2015, το Commercial Space Launch Competitiveness Act, όπου αναφέρεται το Διάστημα ως "κοινόχρηστος πόρος". "...Απαιτείται συλλογική δράση για να διασφαλιστεί η πρόσβαση στους κοινόχρηστους χώρους - Κυβερνοχώρος, Διάστημα, αέρας και ωκεανοί - όπου οι επικίνδυνες συμπεριφορές ορισμένων μας απειλούν όλους..." ανέφερε χαρακτηριστικά. Στο Joint Operating Environment 2035 (JOE 2035), το οποίο παρατίθεται στο Παράρτημα 3, και συγκεκριμένα στη σελίδα 88, αναφέρεται ότι "Η ευημερία των ΗΠΑ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αδιαμφισβήτητη ικανότητά τους να έχει πρόσβαση και να χρησιμοποιεί τα παγκόσμια κοινά, τα οποία αποτελούνται από εκείνες τις περιοχές που δεν ανήκουν σε κανένα κράτος και παρέχουν πρόσβαση σε μεγάλο μέρος του πλανήτη. Τα κοινά περιλαμβάνουν χώρους στη θάλασσα και στον αέρα έξω από τα χωρικά ύδατα ενός κράτους (γενικά ορίζονται ως 12 από μια παράκτια γραμμή βάσης) και το εξωτερικό Διάστημα (ιδιαίτερα σε τροχιά από 60 έως 22300 μίλια από την επιφάνεια της Γης)".

Η αλλαγή ηγεσίας όμως στο Λευκό Οίκο, σήμανε αλλαγές στη θεώρηση των πραγμάτων καθώς οι απόψεις των 2 ηγετών απέιχαν παρασάγγας. Τον Απρίλιο του 2020, επί προεδρίας Trump, στο εκτελεστικό διάταγμα 13914 (το οποίο παρατίθεται στο Παράρτημα 4, σελ. 108) και συγκεκριμένα στην πρώτη ενότητα, αναφέρεται πως "Οι Αμερικανοί θα πρέπει να έχουν το δικαίωμα να συμμετέχουν σε εμπορική εξερεύνηση, ανάκτηση και χρήση πόρων στο Διάστημα, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Το Διάστημα είναι ένας νομικά και φυσικά μοναδικός τομέας ανθρώπινης δραστηριότητας και οι Ηνωμένες Πολιτείες δεν το θεωρούν ως παγκόσμιο κοινό. Συνεπώς, η πολιτική των Ηνωμένων Πολιτειών θα είναι να ενθαρρύνουν τη διεθνή υποστήριξη για τη δημόσια και ιδιωτική ανάκτηση και χρήση πόρων στο διάστημα, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία".

Στην ίδια ενότητα αμφισβητείται η Συμφωνία της Σελήνης καθώς όπως αναφέρεται "οι Η.Π.Α. δεν (την) έχουν υπογράψει, ούτε επικυρώσει". Και στη δεύτερη ενότητα, αναφέρεται ξεκάθαρα ότι "οι Ηνωμένες Πολιτείες δεν θεωρούν τη Συμφωνία για τη Σελήνη ως

αποτελεσματικό ή απαραίτητο μέσο για την καθοδήγηση των εθνικών κρατών όσον αφορά την προώθηση της εμπορικής συμμετοχής στη μακροπρόθεσμη εξερεύνηση, επιστημονική ανακάλυψη και χρήση της Σελήνης, του Άρη ή άλλων ουράνιων σωμάτων". Υπάρχουν και περιπτώσεις χωρών, όπως η Κίνα, οι οποίες χαρακτηρίζουν το Διάστημα ως παγκόσμιο κοινό, ωστόσο παράλληλα προετοιμάζουν και προγράμματα εκμετάλλευσης των διαστημικών πόρων.

Ανάμεσα στις χώρες τις οποίες θεωρούν το Διάστημα ως παγκόσμιο κοινό, υπάρχουν διαφωνίες ως προς τη χρήση του. Ωστόσο, προκειμένου να υπάρξει ωφέλεια για την παγκόσμια κοινότητα απαιτείται να υπάρχει αποτελεσματική Διαστημική πολιτική. Πολιτική η οποία θα βασίζεται στην αποτελεσματική διαχείριση των κοινών, με σκοπό τη Διαστημική βιωσιμότητα. Η τελευταία μπορεί να επιτευχθεί μόνο αν όλες οι χώρες συμφωνήσουν για την ειρηνική χρήση του Διαστήματος, την από κοινού προστασία του και την μεγιστοποίηση της αξιοποίησής του, μέσω περιβαλλοντικής, οικονομικής και ασφαλούς εξερεύνησής του.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της μελέτης που πραγματοποιήθηκε από τους Pic et al (2023), η οποία ερευνά τη συσχέτιση ανάμεσα στο Κατά Κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν κάθε χώρας και τη χρήση μιας αρχής που να σχετίζεται με τα κοινά. Από τα στοιχεία, λοιπόν, προέκυψε ότι χώρες οι οποίες έχουν πλούσια Διαστημική δραστηριότητα και υψηλό Κατά Κεφαλήν Α.Ε.Π., συμμετέχουν σε μεγάλο αριθμό Διαστημικών διακανονισμών. Επιπλέον, θεωρείται σχεδόν απίθανη η ενσωμάτωση αρχών που να σχετίζονται με τα κοινά. Και συγκεκριμένα, παρατίθενται παραδείγματα ορισμένων χωρών.

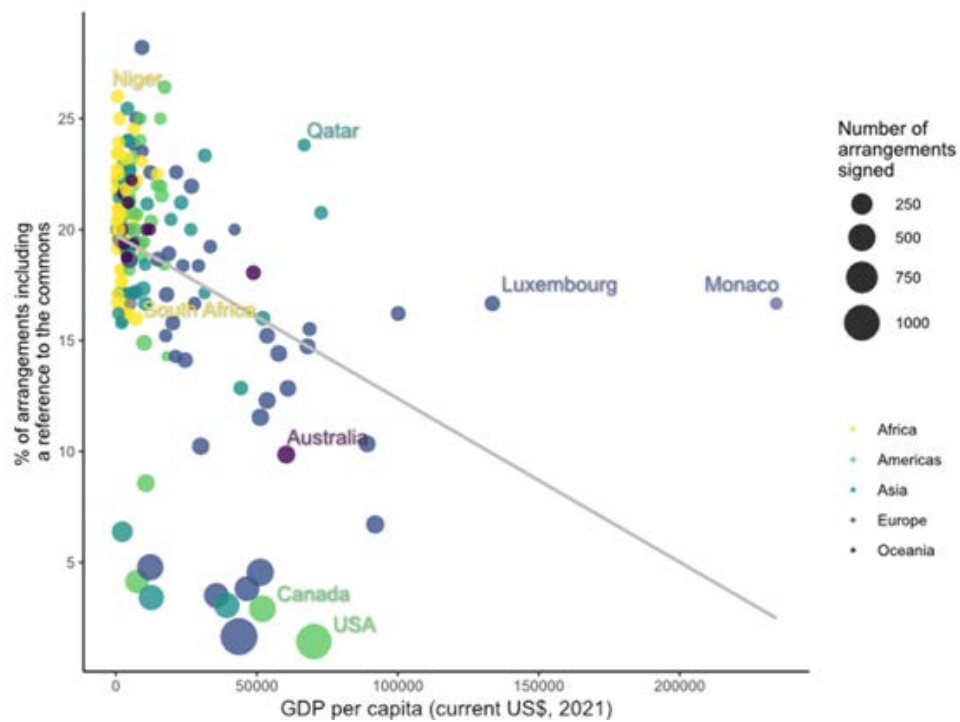
Η πιθανότητα να ενσωματώσουν στις συμφωνίες κάποια αρχή που να σχετίζεται με τα κοινά, είναι μηδαμινές. Για τις Η.Π.Α, το ποσοστό είναι της τάξης του 1,4%, για τη Ρωσία 4,8%, την Κίνα 3,4% και για την Ιαπωνία 3%. Αντιθέτως, χώρες με χαμηλό Κατά Κεφαλήν Α.Ε.Π και χαμηλή Διαστημική δραστηριότητα έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να συμπεριλάβουν στις ρυθμίσεις τους έστω και μια αρχή που να σχετίζεται με τα κοινά. Τονίζονται τα παραδείγματα δύο χωρών, της Κένυας και της Νιγηρίας. Το Κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. της Κένυας, σύμφωνα με το International Monetary Fund είναι 2.190 δολάρια. Η

Διαστημική της δραστηριότητα είναι μικρή, αφού μόλις τον Μάιο του 2018 έθεσε σε τροχιά τον 1KUNS-PF, τον πρώτο της δορυφόρο ο οποίος κατασκευάστηκε από το Πανεπιστήμιο του Ναϊρόμπι. Η πιθανότητα να υπογράψει μια συνθήκη η οποία να περιλαμβάνει έστω και μια αρχή για τα κοινά αγγίζει το 19,6%.

Όσον αφορά τη Νιγηρία, είναι μια χώρα με κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. ύψους 1.730 δολάρια. Η NASRDA, το Διαστημικό Κέντρο της Νιγηρίας έχει εκτοξεύσει 4 δορυφόρους μεταξύ των ετών 2003 και 2009. Μάλιστα, σύμφωνα με τη Space Daily (2021), οι NigeriaSat-2 έχει ικανότητες υψηλής ανάλυσης. Η πιθανότητα να συμπεριλάβει η Νιγηρία κάποια αρχή για τα κοινά ανέρχεται σε 22%. Γενικότερα, το μέσο ποσοστό για τις χώρες οι οποίες δεν διαθέτουν δορυφόρο είναι 74,4%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τις χώρες οι οποίες δεν διαθέτουν Διαστημική υπηρεσία είναι 63,1%.

Από τη μελέτη αυτή, οι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι πιο εύρωστες οικονομικά χώρες, οι οποίες παράλληλα έχουν ανεπτυγμένη Διαστημική δραστηριότητα είναι "λιγότερο διατεθειμένες να πλαισιώσουν τις δραστηριότητές τους σύμφωνα με μια αρχή που σχετίζεται με τα κοινά".

Είναι λογικό χώρες που επενδύουν ένα εύλογο ποσοστό του Α.Ε.Π. τους σε Διαστημικά προγράμματα να μην ενστερνίζονται την άποψη ότι το Διάστημα είναι ένας πόρος που ανήκει σε όλους ανεξαιρέτως. Δεν είναι συμφέρον για τις χώρες-επενδυτές να εμπλέκονται στον "χώρο" τους, χώρες που είτε προσφέρουν μικρότερα ποσά είτε απλώς παρατηρούν τις εξελίξεις και πιθανώς στο μέλλον να κάνουν χρήση των καινοτομιών των χωρών που ασχολήθηκαν/ επένδυσαν.



Γράφημα 18. Σχέση ανάμεσα στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ και το ποσοστό συνθηκών αναφερόμενων στο Διάστημα ως κοινό αγαθό, Pic et al (2023)

Το Διάστημα είναι ένας μηχανισμός. Μηχανισμός παραγωγής ερωτημάτων, νέων ανακαλύψεων και κέρδους. Έχει τη δυνατότητα να συμβάλλει στην ανάπτυξη της οικονομίας με μεθόδους επένδυσης ασυνήθιστους και πρωτοποριακές επιχειρηματικές ιδέες. Αυτό καθορίζεται από το επίπεδο της τεχνολογικής γνώσης της ανθρωπότητας που ορίζει τις δυνατότητες εκμετάλλευσης του Διαστημικού περιβάλλοντος. Ανακύπτει εδώ το ερώτημα, κατά πόσο είναι οικονομικά ορθολογική η εκμετάλλευση του Διαστήματος. Από μια βραχυπρόθεσμη άποψη, οι Γήινοι πόροι είναι επαρκείς και φθάνουν για την ικανοποίηση των αναγκών του παγκόσμιου πληθυσμού. Ωστόσο, σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, τα μέσα ικανοποίησης των αναγκών δεν θα είναι αρκετά. Η απάντηση, λοιπόν, είναι σαφής. Φυσικά, στη Γη υπάρχουν άλλα ζητήματα που χρειάζονται άμεση επίλυση και τα κεφάλαια που δαπανώνται στο Διάστημα θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για αυτό τον σκοπό. Αλλά ο λόγος που ο άνθρωπος συνεχίζει να έχει τα μάτια του στραμμένα προς το Διάστημα είναι παραπάνω από ένας. Πρώτον, είναι η ανθρώπινη περιέργεια για το τι βρίσκεται γύρω. Έπειτα, είναι η ανάγκη για εξέλιξη και επέκταση των "συνόρων". Η αποίκηση σε άλλους πλανήτες είναι μέχρι στιγμής ένα σενάριο που μελετάται.

Υπάρχουν φιλόδοξοι επιχειρηματίες οι οποίοι επενδύουν ποσά για σχέδια τα οποία δεκαετίες πριν φαινόταν αδύνατα. Σημαντική εδώ είναι και η Παγκόσμια συνεργασία, αφενός μεν σε κρατικό επίπεδο, αφετέρου σε ιδιωτικό. Η συμμετοχή όσο των δυνατών περισσότερων χωρών, οι οποίες θα λειτουργούν υπό συνθήκες αρμονικής συνεργασίας, είναι απαραίτητη έτσι ώστε να υπάρχει ουσιαστική εκπροσώπηση στο εξωατμοσφαιρικό Διάστημα. Ενδεχομένως να παρατηρηθεί νέο υψηλότερο peak στη Διαστημική διάχυση λόγω των εφευρέσεων. Ή μπορεί η τεχνολογία να επιτρέψει στην ανθρωπότητα την κατοίκηση σε κάποιο άλλο ουράνιο σώμα. Τα σενάρια είναι άπειρα. Το θέμα είναι ο άνθρωπος να αξιοποιήσει στο μέγιστο τις δυνατότητες του. Παρ' όλα αυτά, έχει ήδη κάνει αυτό το πολυσυζητημένο "μεγάλο βήμα". Ο χρόνος θα αποδείξει την ύπαρξη περισσότερων...

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A guide: GEO, LEO and MEO Satellites (2023) OceanWeb. Διαθέσιμο στο: <https://www.oceanweb.com/a-guide-geo-leo-and-meo-satellites/> (Ανακτήθηκε: 5 Νοεμβρίου 2023).
- Adilov, N. et al (2013) 'Earth Orbit Debris: An Economic Model', p. 25. (<http://ssrn.com/abstract=2264915>).
- Andronache, C. & Savoiu, G. (2013) "The potential of econophysics for the study of economic processes", Econophysics background and applications in economics, finance, and sociophysics, pp. 91-133.
- Ansdell, M. (2010). "Active Space Debris Removal: Needs, Implications, and Recommendations for Today's Geopolitical Environment", Journal of Public and International Affairs, 21, pp. 7-22
- April 12, 1981: Launch of the First Shuttle Mission (no date) NASA. Διαθέσιμο στο: <https://www.nasa.gov/image-article/april-12-1981-launch-of-first-shuttle-mission/> (Ανακτήθηκε: 10 Νοεμβρίου 2023).
- Ariely, D. and Simonson, I. (2003) "Buying, Bidding, Playing, Or Competing? Value Assessment and Decision Dynamics in Online Auctions", Journal of Consumer Psychology, 13(1), pp. 113–123. (doi: 10.1207/153276603768344834).
- Asteroid Psyche, A Unique, Metal Rich World, NASA. Διαθέσιμο στο: <https://www.oceanweb.com/a-guide-geo-leo-and-meo-satellites/> (Ανακτήθηκε: 26 Οκτωβρίου 2023).
- Bradley, A.M. and Wein, L.M. (2009) "Space debris: Assessing risk and responsibility", Advances in Space Research, 43(9), pp. 1372–1390. (doi: 10.1016/j.asr.2009.02.006).
- Cannon, K. et al. (2022). Precious and structural metals on asteroids. Planetary and Space Science. 225. (105608. 10.1016/j.pss.2022.105608).

Coase, R. H. (1960). "The Problem of Social Cost". The Journal of Law & Economics, 3, pp. 1–44.

Copernicus in detail, Copernicus. Διαθέσιμο στο: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus/copernicus-detail> (Ανακτήθηκε: 12 Νοεμβρίου 2023).

Corrado, L. et al. (2023) "The macroeconomic spillovers from space activity", Proceedings of the National Academy of Sciences, 120(43). (doi: 10.1073/pnas.2221342120).

Daglis, I., (2009), "Why is space exploration worthwhile?", Διαθέσιμο στο: <http://www.kathimerini.gr/357418/article/epikairothta/kosmos/giati-einai-skopimh-h-e3ereynhsh-toy-diasthmatos>

Devezas, T. et al. (2012) "The Struggle for Space: Past and future of the Space Race", Technological Forecasting and Social Change", 79(5), pp. 963–985. (doi: 10.1016/j.techfore.2011.12.006).

Edmunson, J. and McLemore, C.A. (2012). "IN SITU MANUFACTURING IS A NECESSARY PART OF ANY PLANETARY ARCHITECTURE".

Erlank, W. (2012). "Rethinking Terra Nullius and Property Law in Space". SSRN Electronic Journal. (10.2139/ssrn.2216602).

ESA EduSpace, ESA, Διαθέσιμο στο: https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEM5M8WO1FG_0.html (Ανακτήθηκε: 28 Νοεμβρίου 2023).

Feeny, D. et al (1990). "The Tragedy of the Commons: Twenty-Two Years Later", Human Ecology. 18. pp:1-19. (10.1007/BF00889070).

Fishman, C. (2020), "One Giant Leap: The Impossible Mission That Flew Us to the Moon", Simon & Schuster (978-1501106293)

Fleming, M. et al. (2023) "Mining in space could spur sustainable growth", Proceedings of the National Academy of Sciences", 120(43). (doi: 10.1073/pnas.2221345120).

Gateway Spaceport, Διαθέσιμο στο: <https://gatewayspaceport.com/> (Ανακτήθηκε: 2 Νοεμβρίου 2023).

HellasSat, Διαθέσιμο στο: <https://www.hellas-sat.net/> (Ανακτήθηκε: 23 Νοεμβρίου 2023).

Hayes, A., (2022) "Common - Pool Resource: Definition, How It Works, and Examples", Investopedia, Διαθέσιμο στο: <https://www.investopedia.com/terms/c/common-pool.asp> (Ανακτήθηκε: 10 Δεκεμβρίου 2023)

Hobe, S. (2007) "Legal Aspects of Space Tourism", Nebraska Law Review.

How Things Work: Environmental Satellites, (2010), Our World, UNU, Διαθέσιμο στο: <https://ourworld.unu.edu/en/how-things-work-environmental-satellites> (Ανακτήθηκε: 9 Νοεμβρίου 2023).

IADC. Διαθέσιμο στο: https://iadc-home.org/what_iadc (Ανακτήθηκε: 30 Οκτωβρίου 2023).

Johnson-Freese, J. and Weeden, B. (2012) "Application of Ostrom's Principles for Sustainable Governance of Common-Pool Resources to Near-Earth Orbit", Global Policy. Blackwell Publishing Ltd, 3(1), pp. 72–81. (doi: 10.1111/j.1758- 5899.2011.00109.x).

Johnson, H.G. (1966) "The neo-classical one-sector growth model: A geometrical exposition and extension to a monetary economy", *Economica*, 33(131), p. 265. (doi: 10.2307/2552404).

Lampkin, J. and White, R. (2023) "The Global Space Industry", *Space Criminology*, pp. 25–47. (doi: 10.1007/978-3-031-39912-1_2).

Levin, E. and Carroll, J. (2012) "THE COST OF FUTURE COLLISIONS IN LEO".

Liou, J.C. and Johnson, N.L. (2006) "Risks in space from orbiting debris", *Science*, 311(5759), pp. 340–341. (doi: 10.1126/science.1121337).

Mankiw, N.G. and Taylor, M.P. (2023) *Economics*. Andover: Cengage.

May, A. (2022) *The Space Business: From Hotels in orbit to mining the Moon - How Private Enterprise is transforming space*. Thriplow, UK: Icon Books.

MOXIE, NASA SCIENCE. Διαθέσιμο στο: <https://mars.nasa.gov/mars2020/spacecraft/instruments/moxie/> (Ανακτήθηκε: 19 Νοεμβρίου 2023).

Morales, P. et al (2022) "A Modified Black-Scholes-Merton Model for Option Pricing", Mathematics. 10(9): p. 1492 (doi: 10.3390/math10091492).

Morgan Stanley. Διαθέσιμο στο: <https://www.morganstanley.com/Themes/global-space-economy> (Ανακτήθηκε: 26 Νοεμβρίου 2023).

NASA selects two missions to explore the early solar system. (2017) NASA. Διαθέσιμο στο: <https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=6713> (Ανακτήθηκε: 20 Νοεμβρίου 2023).

Nasa Orbital Debris Program Office, Διαθέσιμο στο: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/faq/> (Ανακτήθηκε: 28 Νοεμβρίου 2023).

O'Brien, Z.N. (2004) "Liability for Inquiry, Loss or Damage to the Space Tourist", 47th Colloquium for the International Institute of Space Law.

OECD. Διαθέσιμο στο: <https://www.oecd.org/> (Ανακτήθηκε: 20 Δεκεμβρίου 2023).

Olya, H.G. and Han, H. (2019) "Antecedents of space traveler behavioral intention", Journal of Travel Research, 59(3), pp. 528–544. (doi: 10.1177/0047287519841714).

Orbiting Now Active Satellite Orbit Data, Διαθέσιμο στο: https://orbit.ing-now.com/#google_vignette (Ανακτήθηκε: 10 Μαρτίου 2024).

Ostrom, E. et al. (1999) "Revisiting the Commons: Local Lessons, Global Challenges", Science, 284(5412), pp. 278–282. (doi: 10.1126/science.284.5412.278).

Overview: In-situ resource utilization (2023) NASA. Διαθέσιμο στο: <https://www.nasa.gov/overview-in-situ-resource-utilization/> (Ανακτήθηκε: 28 Οκτωβρίου 2023).

Pic, P., Evoy, P. and Morin, J.-F. (2023) "Outer Space as a global commons: An empirical study of space arrangements", *International Journal of the Commons*, 17(1), pp. 288–301. (doi: 10.5334/ijc.1271).

Pigou, A.C. (1920) *The Economics of Welfare*.

Ray, M.A. and Anderson, D.A. (2011) *Krugman's Economics for AP*. New York, NY: BFW/Worth Publishers.

Rosen, H. and Gayer, T. (2008) "Public Finance", 8th Edition, The McGraw Hill Companies, Inc.

Salter, A.W. (2016) "Space debris: A law and economics analysis of the Orbital Commons", *SSRN Electronic Journal*. (doi: 10.2139/ssrn.3191395).

Sivolella, D. (2019) "Space Mining and Manufacturing: Off-World Resources and Revolutionary Engineering Techniques", Springer Nature (10.1007/978-3-030-30881-0)

Sommariva, A. et al. (2020) 'The Economics of Moon Mining', *Acta Astronautica*, 170, pp. 712–718. (doi: 10.1016/j.actaastro.2020.01.042).

Spellman, J. (2015) "SATELLITE SYSTEMS – Reconnaissance Satellites". Διαθέσιμο στο: <https://www.losangeles.spaceforce.mil/Portals/16/documents/AFD-150806-078.pdf> (Ανακτήθηκε: 25 Οκτωβρίου 2023)

Stuermer, M. & Schwerhoff, G. (2015) "Non-Renewable Resources, Extraction Technology, and Endogenous Growth". FRB of Dallas Working Paper, 1506, (<http://dx.doi.org/10.24149/wp1506r1>)

Theesfeld, I. (2001) "CONSTRAINTS FOR COLLECTIVE ACTION IN BULGARIA IS IRRIGATION SECTOR".

The Space Report – Space Foundation Διαθέσιμο στο: <https://www.thespacereport.org/> (Ανακτήθηκε: 15 Δεκεμβρίου 2023)

Tohamy, S.M. & Mixon, J.W. (2004) "Illustrating consumer theory with the CES utility function", *The Journal of Economic Education*, pp. 251-258.

Uhran, M. (2011). "Positioning the International Space Station for the Utilization Era". (10.2514/6.2011-1340).

Varian, H. (2015). "Intermediate Microeconomics: A modern approach", 9th Edition, W. W. Norton & Company, Inc.

Weather Satellites, (2023), National Oceanic and Atmospheric Administration, Διαθέσιμο στο: <https://www.noaa.gov/jetstream/weather-satellites> (Ανακτήθηκε: 17 Νοεμβρίου 2023)

Γιόκαρης, Ά. και Κυριακόπουλος, Γ. (2020), "Διεθνές δίκαιο: Εναέριου χώρου-Διαστήματος", Νομική Βιβλιοθήκη (978-960-622-840-7)

Μπούρας, Χ., (2014). "Δίκτυα δημόσιας χρήσης και διασύνδεση δικτύων. Δορυφορικές Επικοινωνίες". Έκδοση: 2.0. Πάτρα 2017. Διαθέσιμο στο: <https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1064/> (Ανακτήθηκε: 1 Δεκεμβρίου 2023)

Πρωτοπαπάς, Χ. (no date), "Hellas Sat: Η νέα γενιά δορυφόρων θα χρησιμοποιεί τεχνολογίες laser για τη μετάδοση πληροφοριών", Οικονομικός Ταχυδρόμος. Διαθέσιμο στο: <https://www.ot.gr/2022/04/09/tehnologia/hellas-sat-i-neo-genia-doryforon-tha-xrisimopoiiei-texnologies-laser-gia-ti-metadosi-pliroforion/> (Ανακτήθηκε: 5 Δεκεμβρίου 2023)

Τσιγάνης, Κ., & Βάρβογλης, Χ. (2015), Πλανητικά Συστήματα. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις (<https://hdl.handle.net/11419/2595>)

JOURNAL OFFICIEL

DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



MÉMORIAL A

N° 674 du 28 juillet 2017

Loi du 20 juillet 2017 sur l'exploration et l'utilisation des ressources de l'espace.

Nous Henri, Grand-Duc de Luxembourg, Duc de Nassau,

Notre Conseil d'État entendu;

De l'assentiment de la Chambre des Députés;

Vu la décision de la Chambre des députés du 13 juillet 2017 et celle du Conseil d'État du 14 juillet 2017 portant qu'il n'y a pas lieu à second vote;

Avons ordonné et ordonnons:

Art. 1^{er}.

Les ressources de l'espace sont susceptibles d'appropriation.

Art. 2.

(1) Aucune personne ne peut explorer ou utiliser les ressources de l'espace sans être en possession d'un agrément de mission écrit du ou des ministres ayant dans leurs attributions l'économie et les activités de l'espace (ci-après „les ministres”).

(2) Nul ne peut être agréé à exercer l'activité visée au paragraphe 1^{er} soit sous le couvert d'une autre personne, soit comme personne interposée pour l'exercice de cette activité.

(3) L'exploitant agréé ne peut exercer l'activité visée au paragraphe 1^{er} qu'en conformité avec les conditions de son agrément et les obligations internationales du Luxembourg.

(4) La présente loi ne s'applique pas aux communications par satellite, aux positions orbitales ou à l'usage de bandes de fréquence.

Art. 3.

L'agrément est accordé à un exploitant pour une mission d'exploration et d'utilisation des ressources de l'espace à des fins commerciales sur demande écrite adressée aux ministres.

Art. 4.

L'agrément pour une mission ne peut être accordé que si le demandeur est une société anonyme, une société en commandite par actions ou une société à responsabilité limitée de droit luxembourgeois ou une société européenne ayant son siège social au Luxembourg.

Art. 5.

L'agrément est personnel et non cessible.

Art. 6.

La demande d'agrément doit être accompagnée de tous les renseignements utiles à son appréciation ainsi que d'un programme de mission.

Art. 7.

(1) L'agrément est subordonné à la justification de l'existence au Luxembourg de l'administration centrale et du siège statutaire de l'exploitant à agréer, y inclus la structure administrative et comptable.

(2) L'exploitant à agréer doit disposer d'un solide dispositif de procédures et modalités financières, techniques et juridiques par lesquelles la mission d'exploration et d'utilisation, y compris la commercialisation, des ressources de l'espace sont planifiées et mises en œuvre. Il doit encore disposer d'un solide dispositif de gouvernance interne comprenant notamment une structure organisationnelle claire avec un partage des responsabilités qui est bien défini, transparent et cohérent, des processus efficaces de détection, de gestion, de contrôle et de déclaration des risques auxquels il est ou pourrait être exposé, des mécanismes adéquats de contrôle interne, y compris des procédures administratives et comptables saines ainsi que des mécanismes de contrôle et de sécurité de ses systèmes et applications techniques.

(3) Les dispositifs, les processus, les procédures et les mécanismes visés au présent article sont exhaustifs et adaptés à la nature, à l'échelle et à la complexité des risques inhérents au modèle d'entreprise de l'exploitant à agréer de même qu'à la mission pour laquelle l'agrément est demandé.

Art. 8.

(1) L'agrément est subordonné à la communication aux ministres de l'identité des actionnaires ou associés, directs ou indirectes, personnes physiques ou morales, qui détiennent une participation directe ou indirecte d'au moins 10 pour cent du capital ou des droits de vote dans l'exploitant, et du montant de ces participations ou, si ce seuil de 10 pour cent n'est pas atteint, de l'identité des vingt principaux actionnaires ou associés.

L'agrément est refusé si, compte tenu de la nécessité de garantir une exploitation saine et prudente, la qualité desdits actionnaires ou associés n'est pas satisfaisante.

(2) La notion d'exploitation saine et prudente est appréciée à la lumière des critères suivants:

- a) l'honorabilité professionnelle de l'exploitant à agréer et des actionnaires et associés visés au paragraphe 1^{er};
- b) l'honorabilité, les connaissances, les compétences et l'expérience de tout membre de l'organe de direction des actionnaires et associés visés au paragraphe 1^{er};
- c) la solidité financière des actionnaires et associés visés au paragraphe 1^{er};
- d) l'existence de motifs raisonnables de soupçonner qu'une opération ou une tentative de blanchiment de capitaux ou de financement du terrorisme est en cours ou a eu lieu en rapport avec la mission d'exploration envisagée ou l'utilisation envisagée des ressources de l'espace ou que cette mission d'exploration ou cette utilisation pourrait en augmenter le risque.

L'honorabilité des membres de l'organe de direction des actionnaires ou associés visés au paragraphe 1^{er} s'apprécie selon les termes de l'article 9, paragraphe 1^{er}, seconde phrase.

Art. 9.

(1) L'agrément est subordonné à la condition que les membres de l'organe de direction de l'exploitant disposent à tout moment de l'honorabilité, des connaissances, des compétences et de l'expérience nécessaires à l'exercice de leurs attributions. L'honorabilité s'apprécie sur base des antécédents judiciaires et de tous les éléments susceptibles d'établir que les personnes visées jouissent d'une bonne réputation et présentent toutes les garanties d'une activité irréprochable.

(2) Les personnes chargées de la gestion de l'exploitant doivent être au moins à deux et doivent être habilitées à déterminer effectivement l'orientation de l'activité. Elles doivent posséder une expérience professionnelle adéquate par le fait d'avoir déjà exercé des activités analogues à un niveau élevé de responsabilité et d'autonomie dans le secteur de l'espace ou un secteur connexe.

(3) Toute modification dans le chef des personnes visées au paragraphe 1^{er} doit être communiquée au préalable aux ministres.

Les ministres peuvent demander tous renseignements nécessaires sur les personnes susceptibles de devoir remplir les conditions légales d'honorabilité ou d'expérience professionnelles. Les ministres s'opposent au changement envisagé si ces personnes ne jouissent pas d'une honorabilité professionnelle adéquate. d'une

expérience professionnelle adéquate ou s'il existe des raisons objectives et démontrables d'estimer que le changement envisagé risque de compromettre une exploitation saine et prudente.

(4) L'octroi de l'agrément implique pour les membres de l'organe de direction l'obligation de notifier aux ministres spontanément par écrit et sous une forme complète, cohérente et compréhensible tout changement concernant les informations substantielles sur lesquelles les ministres se sont fondés pour instruire la demande d'agrément.

Art. 10.

(1) La demande d'agrément doit être accompagnée d'une évaluation des risques de la mission. Elle précise la couverture de ces risques par des moyens financiers propres, par une police d'assurance d'une entreprise d'assurances n'appartenant pas au même groupe que l'exploitant à agréer ou par une garantie d'un établissement de crédit n'appartenant pas au même groupe que l'exploitant à agréer.

(2) L'agrément est subordonné à l'existence d'assises financières appropriées aux risques associés à la mission.

Art. 11.

(1) L'agrément est subordonné à la condition que l'exploitant à agréer confie le contrôle de ses documents comptables annuels à un ou plusieurs réviseurs d'entreprises agréés qui justifient d'une expérience professionnelle adéquate.

(2) Toute modification dans le chef des réviseurs d'entreprises agréés doit être autorisée au préalable par les ministres.

(3) L'institution des commissaires pouvant former un conseil de surveillance, prévue dans la loi du 10 août 1915 sur les sociétés commerciales telle que modifiée, ne s'applique aux exploitants que dans les cas où la loi sur les sociétés commerciales la prescrit obligatoirement même s'il existe un réviseur d'entreprise.

Art. 12.

L'agrément décrit la manière dont l'exploitant à agréer satisfait aux conditions des articles 6 à 11, paragraphe 1^{er}. Il peut contenir en outre des dispositions sur:

- a) les activités devant être exercées sur le territoire du Grand-Duché ou à partir de celui-ci;
- b) les limites dont pourrait être assortie la mission;
- c) les modalités de surveillance de la mission;
- d) les conditions servant à assurer le respect par l'exploitant à agréer de ses obligations.

Art. 13.

Pour chaque demande d'agrément, une redevance est fixée par les ministres pour couvrir les frais administratifs occasionnés par le traitement de la demande. Cette redevance varie entre 5.000 et 500.000 euros suivant la complexité de la demande et le volume du travail.

Un règlement grand-ducal détermine la procédure applicable à la perception de la redevance.

Art. 14.

(1) L'agrément est retiré si les conditions de son octroi ne sont plus remplies.

(2) L'agrément est retiré si l'exploitant n'en fait pas usage dans un délai de trente-six mois à partir de son octroi, y renonce ou a cessé d'exercer son activité au cours des six derniers mois.

(3) L'agrément est encore retiré s'il a été obtenu au moyen de fausses déclarations ou par tout autre moyen irrégulier.

Art. 15.

Les ministres sont en charge de la surveillance continue des missions pour lesquelles un agrément a été accordé.

Art. 16.

L'exploitant qui a obtenu un agrément pour une mission est pleinement responsable des dommages causés à l'occasion de la mission, y inclus à l'occasion de tous travaux et devoirs de préparation.

Art. 17.

L'obtention d'un agrément pour une mission ne dispense pas de la nécessité d'obtenir d'autres agréments ou autorisations requis.

Art. 18.

(1) Est puni d'un emprisonnement de huit jours à cinq ans et d'une amende de 5.000 à 1.250.000 euros ou d'une de ces peines seulement celui qui a contrevenu ou tenté de contrevenir à l'article 2.

(2) Est puni d'un emprisonnement de huit jours à un an et d'une amende de 1.250 à 500.000 euros ou d'une de ces peines seulement celui qui a contrevenu ou tenté de contrevenir aux dispositions respectivement des articles 5, 9, paragraphe 3, alinéa 1^{er}, 11, paragraphe 1^{er} ou 2 ou aux termes de l'agrément.

(3) Sans préjudice des paragraphes 1^{er} et 2, la juridiction saisie peut prononcer la cessation de l'exploitation contraire aux dispositions de la présente loi sous peine d'astreinte dont le maximum ne peut excéder 1.000.000 d'euros par jour d'infraction constatée.

Mandons et ordonnons que la présente loi soit insérée au Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg pour être exécutée et observée par tous ceux que la chose concerne.

Le Ministre de l'Économie,
Étienne Schneider

Cabasson, le 20 juillet 2017.
Henri

Doc. parl. 7093; sess. ord. 2016-2017.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ANNEX

TREATY ON PRINCIPLES GOVERNING THE ACTIVITIES OF STATES IN THE EXPLORATION AND USE OF OUTER SPACE, INCLUDING THE MOON AND OTHER CELESTIAL BODIES

The States Parties to this Treaty,

Inspired by the great prospects opening up before mankind as a result of man's entry into outer space,

Recognizing the common interest of all mankind in the progress of the exploration and use of outer space for peaceful purposes,

Believing that the exploration and use of outer space should be carried on for the benefit of all peoples irrespective of the degree of their economic or scientific development,

Desiring to contribute to broad international co-operation in the scientific as well as the legal aspects of the exploration and use of outer space for peaceful purposes,

Believing that such co-operation will contribute to the development of mutual understanding and to the strengthening of friendly relations between States and peoples,

Recalling resolution 1962 (XVIII), entitled "Declaration of Legal Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space", which was adopted unanimously by the United Nations General Assembly on 13 December 1963,

Recalling resolution 1884 (XVIII), calling upon States to refrain from placing in orbit around the earth any objects carrying nuclear weapons or any other kinds of weapons of mass destruction or from installing such weapons on celestial bodies, which was adopted unanimously by the United Nations General Assembly on 17 October 1963,

Taking account of United Nations General Assembly resolution 110 (II) of 3 November 1947, which condemned propaganda designed or likely to provoke or encourage any threat to the peace, breach of the peace or act of aggression, and considering that the aforementioned resolution is applicable to outer space,

Convinced that a Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, will further the purposes and principles of the Charter of the United Nations,

Have agreed on the following:

ARTICLE I

The exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies, shall be carried out for the benefit and in the interests of all countries, irrespective of their degree of economic or scientific development, and shall be the province of all mankind.

Outer space, including the moon and other celestial bodies, shall be free for exploration and use by all States without discrimination of any kind, on a basis of equality and in accordance with international law, and there shall be free access to all areas of celestial bodies.

There shall be freedom of scientific investigation in outer space, including the moon and other celestial bodies, and States shall facilitate and encourage international co-operation in such investigation.

ARTICLE II

Outer space, including the moon and other celestial bodies, is not subject to national appropriation by claim of sovereignty, by means of use or occupation, or by any other means.

ARTICLE III

States Parties to the Treaty shall carry on activities in the exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies, in accordance with international law, including the Charter of the United Nations, in the interest of maintaining international peace and security and promoting international co-operation and understanding.

ARTICLE IV

States Parties to the Treaty undertake not to place in orbit around the earth any objects carrying nuclear weapons or any other kinds of weapons of mass destruction, install such weapons on celestial bodies, or station such weapons in outer space in any other manner.

The moon and other celestial bodies shall be used by all States Parties to the Treaty exclusively for peaceful purposes. The establishment of military bases, installations and fortifications, the testing of any type of weapons and the conduct of military manoeuvres on celestial bodies shall be forbidden. The use of military personnel for scientific research or for any other peaceful purposes shall not be prohibited. The use of any equipment or facility necessary for peaceful exploration of the moon and other celestial bodies shall also not be prohibited.

ARTICLE V

States Parties to the Treaty shall regard astronauts as envoys of mankind in outer space and shall render to them all possible assistance in the event of accident, distress, or emergency landing on the territory of another State Party or on the high seas. When astronauts make such a landing, they shall be safely and promptly returned to the State of registry of their space vehicle.

In carrying on activities in outer space and on celestial bodies, the astronauts of one State Party shall render all possible assistance to the astronauts of other States Parties.

States Parties to the Treaty shall immediately inform the other States Parties to the Treaty or the Secretary-General of the United Nations of any phenomena they discover in outer space, including the moon and other celestial bodies, which could constitute a danger to the life or health of astronauts.

ARTICLE VI

States Parties to the Treaty shall bear international responsibility for national activities in outer space, including the moon and other celestial bodies, whether such activities are carried on by governmental agencies or by non-governmental entities, and for assuring that national activities are carried out in conformity with the provisions set forth in the present Treaty. The activities of non-governmental entities in outer space, including the moon and other celestial bodies, shall require authorization and continuing supervision by the appropriate State Party to the Treaty. When activities are carried on in outer space, including the moon and other celestial bodies, by an international organization, responsibility for compliance with this Treaty shall be borne both by the international organization and by the States Parties to the Treaty participating in such organization.

ARTICLE VII

Each State Party to the Treaty that launches or procures the launching of an object into outer space, including the moon and other celestial bodies, and each State Party from whose territory or facility an object is launched, is internationally liable for damage to another State Party to the Treaty or to its natural or juridical persons by such object or its component parts on the Earth, in air or in outer space, including the moon and other celestial bodies.

ARTICLE VIII

A State Party to the Treaty on whose registry an object launched into outer space is carried shall retain jurisdiction and control over such object, and over any personnel thereof, while in outer space or on a celestial body. Ownership of objects launched into outer space, including objects landed or constructed on a celestial body, and of their component parts, is not affected by their presence in outer space or on a celestial body or by their return to the Earth. Such objects or component parts found beyond the limits of the State Party to the Treaty on whose registry they are carried shall be returned to that State Party, which shall, upon request, furnish identifying data prior to their return.

ARTICLE IX

In the exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies, States Parties to the Treaty shall be guided by the principle of co-operation and mutual assistance and shall conduct all their activities in outer space, including the moon and other celestial bodies, with due regard to the corresponding interests of all other States Parties to the Treaty. States Parties to the Treaty shall pursue studies of outer space, including the moon and other celestial bodies, and conduct exploration of them so as to avoid their harmful contamination and also adverse changes in the environment of the Earth resulting from the introduction of extraterrestrial matter and, where necessary, shall adopt appropriate measures for this purpose. If a State Party to the Treaty has reason to believe that an activity or experiment planned by it or its nationals in outer space, including the moon and other celestial bodies, would cause potentially harmful interference with activities of other States Parties in the peaceful exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies, it shall undertake appropriate international consultations before proceeding with any such activity or experiment. A State Party to the Treaty which has reason to believe that an activity or experiment planned by another State Party in outer space, including the moon and other celestial bodies, would cause potentially harmful interference with activities in the peaceful exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies, may request consultation concerning the activity or experiment.

ARTICLE X

In order to promote international co-operation in the exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies, in conformity with the purposes of this Treaty, the States Parties to the Treaty shall consider on a basis of equality any requests by other States Parties to the Treaty to be afforded an opportunity to observe the flight of space objects launched by those States. The nature of such an opportunity for observation and the conditions under which it could be afforded shall be determined by agreement between the States concerned.

ARTICLE XI

In order to promote international co-operation in the peaceful exploration and use of outer space, States Parties to the Treaty conducting activities in outer space, including the moon and other celestial bodies, agree to inform the Secretary-General of the United Nations as well as the public and the international scientific community, to the greatest extent feasible and practicable, of the nature, conduct, locations and results of such activities. On receiving the said information, the Secretary-General of the United Nations should be prepared to disseminate it immediately and effectively.

ARTICLE XII

All stations, installations, equipment and space vehicles on the moon and other celestial bodies shall be open to representatives of other States Parties to the Treaty on a basis of reciprocity. Such representatives shall give reasonable advance notice of a projected visit, in order that appropriate consultations may be held and that maximum precautions may be taken to assure safety and to avoid interference with normal operations in the facility to be visited.

ARTICLE XIII

The provisions of this Treaty shall apply to the activities of States Parties to the Treaty in the exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies, whether such activities are carried on by a single State Party to the Treaty or jointly with other States, including cases where they are carried on within the framework of international intergovernmental organizations.

Any practical questions arising in connection with activities carried on by international intergovernmental organizations in the exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies, shall be resolved by the States Parties to the Treaty either with the appropriate international organization or with one or more States members of that international organization, which are Parties to this Treaty.

ARTICLE XIV

1. This Treaty shall be open to all States for signature. Any State which does not sign this Treaty before its entry into force in accordance with paragraph 3 of this article may accede to it at anytime.
2. This Treaty shall be subject to ratification by signatory States. Instruments of ratification and instruments of accession shall be deposited with the Governments of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Union of Soviet Socialist Republics and the United States of America, which are hereby designated the Depositary Governments.
3. This Treaty shall enter into force upon the deposit of instruments of ratification by five Governments including the Governments designated as Depositary Governments under this Treaty.
4. For States whose instruments of ratification or accession are deposited subsequent to the entry into force of this Treaty, it shall enter into force on the date of the deposit of their instruments of ratification or accession.
5. The Depositary Governments shall promptly inform all signatory and acceding States of the date of each signature, the date of deposit of each instrument of ratification of and accession to this Treaty, the date of its entry into force and other notices.
6. This Treaty shall be registered by the Depositary Governments pursuant to Article 102 of the Charter of the United Nations.

ARTICLE XV

Any State Party to the Treaty may propose amendments to this Treaty. Amendments shall enter into force for each State Party to the Treaty accepting the amendments upon their acceptance by a majority of the States Parties to the Treaty and thereafter for each remaining State Party to the Treaty on the date of acceptance by it.

ARTICLE XVI

Any State Party to the Treaty may give notice of its withdrawal from the Treaty one year after its entry into force by written notification to the Depositary Governments. Such withdrawal shall take effect one year from the date of receipt of this notification.

ARTICLE XVII

This Treaty, of which the English, Russian, French, Spanish and Chinese texts are equally authentic, shall be deposited in the archives of the Depositary Governments. Duly certified copies of this Treaty shall be transmitted by the Depositary Governments to the Governments of the signatory and acceding States.

IN WITNESS WHEREOF the undersigned, duly authorized, have signed this Treaty.

DONE in triplicate, at the cities of London, Moscow and Washington, the twenty-seventh day of January, one thousand nine hundred and sixty-seven.



PUBLIC LAW 114-90—NOV. 25, 2015

U.S. COMMERCIAL SPACE LAUNCH COMPETITIVENESS ACT

Public Law 114–90
114th Congress

An Act

Nov. 25, 2015
[H.R. 2262]

U.S. Commercial
Space Launch
Competitiveness
Act.
51 USC 10101
note.

To facilitate a pro-growth environment for the developing commercial space industry by encouraging private sector investment and creating more stable and predictable regulatory conditions, and for other purposes.

Be it enacted by the Senate and House of Representatives of the United States of America in Congress assembled,

SECTION 1. SHORT TITLE; TABLE OF CONTENTS; REFERENCES.

(a) **SHORT TITLE.**—This Act may be cited as the “U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act”.

(b) **TABLE OF CONTENTS.**—The table of contents of this Act is as follows:

Sec. 1. Short title; table of contents; references.

TITLE I—SPURRING PRIVATE AEROSPACE COMPETITIVENESS AND ENTREPRENEURSHIP

Sec. 101. Short title.

Sec. 102. International launch competitiveness.

Sec. 103. Indemnification for space flight participants.

Sec. 104. Launch license flexibility.

Sec. 105. Licensing report.

Sec. 106. Federal jurisdiction.

Sec. 107. Cross waivers.

Sec. 108. Space authority.

Sec. 109. Orbital traffic management.

Sec. 110. Space surveillance and situational awareness data.

Sec. 111. Consensus standards and extension of certain safety regulation requirements.

Sec. 112. Government astronauts.

Sec. 113. Streamline commercial space launch activities.

Sec. 114. Operation and utilization of the ISS.

Sec. 115. State commercial launch facilities.

Sec. 116. Space support vehicles study.

Sec. 117. Space launch system update.

TITLE II—COMMERCIAL REMOTE SENSING

Sec. 201. Annual reports.

Sec. 202. Statutory update report.

TITLE III—OFFICE OF SPACE COMMERCE

Sec. 301. Renaming of office of space commercialization.

Sec. 302. Functions of the office of space commerce.

TITLE IV—SPACE RESOURCE EXPLORATION AND UTILIZATION

Sec. 401. Short title.

Sec. 402. Title 51 amendment.

Sec. 403. Disclaimer of extraterritorial sovereignty.

(c) **REFERENCES TO TITLE 51, UNITED STATES CODE.**—Except as otherwise expressly provided, wherever in this Act an amendment or repeal is expressed in terms of an amendment to, or

repeal of, a section or other provision, the reference shall be considered to be made to a section or other provision of title 51, United States Code.

TITLE I—SPURRING PRIVATE AEROSPACE COMPETITIVENESS AND ENTREPRENEURSHIP

Spurring Private Aerospace Competitiveness and Entrepreneurship Act of 2015.

SEC. 101. SHORT TITLE.

51 USC 10101 note.

This title may be cited as the “Spurring Private Aerospace Competitiveness and Entrepreneurship Act of 2015” or “SPACE Act of 2015”.

SEC. 102. INTERNATIONAL LAUNCH COMPETITIVENESS.

(a) **SENSE OF CONGRESS.**—It is the sense of Congress that it is in the public interest to update the methodology used to calculate the maximum probable loss from claims under section 50914 of title 51, United States Code, with a validated risk profile approach in order to consistently compute valid and reasonable maximum probable loss values.

(b) **IMPLEMENTATION.**—Not later than 180 days after the date of enactment of this Act, the Secretary of Transportation, in consultation with the commercial space sector and insurance providers, shall—

Deadline.
Consultation.
Evaluation.
Plans.

(1) evaluate the methodology used to calculate the maximum probable loss from claims under section 50914 of title 51, United States Code, and, if necessary, develop a plan to update that methodology;

(2) in evaluating or developing a plan under paragraph (1)—

(A) ensure that the Federal Government is not exposed to greater costs than intended and that launch companies are not required to purchase more insurance coverage than necessary; and

(B) consider the impact of the cost to both the industry and the Government of implementing an updated methodology; and

(3) submit the evaluation, and any plan, to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives.

(c) **INDEPENDENT ASSESSMENT.**—Not later than 270 days after the date the evaluation is submitted under subsection (b)(3), the Comptroller General shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives an assessment of—

Deadline.

(1) the analysis and conclusions provided by the Secretary of Transportation in the evaluation, and any plan, under subsection (b);

(2) the implementation schedule proposed by the Secretary in the plan described in paragraph (1);

(3) the suitability of the plan described in paragraph (1) for implementation; and

(4) any further actions needed to implement the plan described in paragraph (1) or otherwise accomplish the purpose of this section.

51 USC 50915. (d) LAUNCH LIABILITY EXTENSION.—Section 50915(f) is amended by striking “December 31, 2016” and inserting “September 30, 2025”.

SEC. 103. INDEMNIFICATION FOR SPACE FLIGHT PARTICIPANTS.

(a) IN GENERAL.—Chapter 509 is amended—

51 USC 50914.

(1) in section 50914(a)—

(A) in paragraph (4), by adding at the end the following:

“(E) space flight participants.”; and

(B) by adding at the end the following:

“(5) Subparagraph (E) of paragraph (4) ceases to be effective September 30, 2025.”; and

(2) in section 50915(a)—

(A) in paragraph (1), by striking “a licensee or transferee under this chapter, a contractor, subcontractor, or customer of the licensee or transferee, or a contractor or subcontractor of a customer, but not against a space flight participant,” and inserting “a person described in paragraph (3)(A)”; and

(B) by adding at the end the following:

“(3)(A) A person described in this subparagraph is—

“(i) a licensee or transferee under this chapter;

“(ii) a contractor, subcontractor, or customer of the licensee or transferee;

“(iii) a contractor or subcontractor of a customer; or

“(iv) a space flight participant.

“(B) Clause (iv) of subparagraph (A) ceases to be effective September 30, 2025.”.

Termination
date.

SEC. 104. LAUNCH LICENSE FLEXIBILITY.

51 USC 50906.

Section 50906 is amended—

(1) in subsection (d)—

(A) in the matter preceding paragraph (1), by striking “that will be launched or reentered” and inserting “or reusable launch vehicles that will be launched into a sub-orbital trajectory or reentered under that permit”;

(B) by amending paragraph (1) to read as follows:

“(1) research and development to test design concepts, equipment, or operating techniques;” and

(C) in paragraph (3)—

(i) by striking “prior to obtaining a license”; and

(ii) by inserting “or vehicle” after “design of the rocket”;

(2) in subsection (e)—

(A) in paragraph (1), by striking “suborbital rocket design” and inserting “suborbital rocket or suborbital rocket design, or for a particular reusable launch vehicle or reusable launch vehicle design;” and

(B) in paragraph (2), by inserting “or launch vehicle” after “the suborbital rocket”;

(3) by amending subsection (g) to read as follows:

“(g) The Secretary may issue a permit under this section notwithstanding any license issued under this chapter. The issuance of a license under this chapter may not invalidate a permit issued under this section.”; and

(4) in subsection (h), by inserting “or reusable launch vehicle” after “suborbital rocket”.

SEC. 105. LICENSING REPORT.

Not later than 120 days after the date of enactment of this Act, the Secretary of Transportation shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives a report on approaches for streamlining the licensing and permitting process of launch vehicles, reentry vehicles, or components of launch or reentry vehicles, to enable non-launch flight operations related to space transportation. The report shall include approaches to improve efficiency, reduce unnecessary costs, resolve inconsistencies, remove duplication, and minimize unwarranted constraints. The report shall also include an assessment of existing private and government infrastructure, as appropriate, in future licensing activities.

Assessment.

SEC. 106. FEDERAL JURISDICTION.

Section 50914 is amended by adding at the end the following: “(g) FEDERAL JURISDICTION.—Any claim by a third party or space flight participant for death, bodily injury, or property damage or loss resulting from an activity carried out under the license shall be the exclusive jurisdiction of the Federal courts.”.

51 USC 50914.

SEC. 107. CROSS WAIVERS.

Section 50914(b)(1) is amended to read as follows:

“(1)(A) A launch or reentry license issued or transferred under this chapter shall contain a provision requiring the licensee or transferee to make a reciprocal waiver of claims with applicable parties involved in launch services or reentry services under which each party to the waiver agrees to be responsible for personal injury to, death of, or property damage or loss sustained by it or its own employees resulting from an activity carried out under the applicable license.

“(B) In this paragraph, the term ‘applicable parties’ means—

Definition.

“(i) contractors, subcontractors, and customers of the licensee or transferee;

“(ii) contractors and subcontractors of the customers; and

“(iii) space flight participants.

“(C) Clause (iii) of subparagraph (B) ceases to be effective September 30, 2025.”.

Termination date.

SEC. 108. SPACE AUTHORITY.

(a) IN GENERAL.—Not later than 120 days after the date of enactment of this Act, the Director of the Office of Science and Technology Policy, in consultation with the Secretary of State, the Secretary of Transportation, the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration, the heads of other relevant Federal agencies, and the commercial space sector, shall—

Deadline.
Consultation.

(1) assess current, and proposed near-term, commercial non-governmental activities conducted in space;

Assessment.

(2) identify appropriate authorization and supervision authorities for the activities described in paragraph (1);

Recommendations.	(3) recommend an authorization and supervision approach that would prioritize safety, utilize existing authorities, minimize burdens to the industry, promote the U.S. commercial space sector, and meet the United States obligations under international treaties; and
Reports.	(4) submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives a report on the activities described in paragraphs (1), (2), and (3). (b) EXCEPTION.—Nothing in this section shall apply to the activities of the ISS national laboratory as described in section 504 of the National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2010 (42 U.S.C. 18354), including any research or development projects utilizing the ISS national laboratory.
SEC. 109. ORBITAL TRAFFIC MANAGEMENT.	
Deadline. Consultation.	(a) SENSE OF CONGRESS.—It is the sense of the Congress that an improved framework may be necessary for space traffic management of United States Government assets and United States private sector assets in outer space and orbital debris mitigation.
	(b) STUDY.—Not later than 90 days after the date of enactment of this Act, the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration, in consultation with the Secretary of Transportation, the Chair of the Federal Communications Commission, the Secretary of Commerce, and the Secretary of Defense, shall enter into an arrangement with an independent systems engineering and technical assistance organization to study alternate frameworks for the management of space traffic and orbital activities.
Assessments.	(c) CONTENTS.—The study shall include the following: (1) An assessment of current regulations, best practices, and industry standards that apply to space traffic management and orbital debris mitigation. (2) An assessment of current statutory authorities granted to the Federal Communications Commission, the Department of Transportation, and the Department of Commerce that apply to space traffic management and orbital debris mitigation and how those agencies utilize and coordinate those authorities.
Review.	(3) A review of all space traffic management and orbital debris requirements under treaties and other international agreements to which the United States is a signatory, and other nonbinding international arrangements in which the United States participates, and the manner and extent to which the Federal Government complies with those requirements and arrangements. (4) An assessment of existing Federal Government assets used to conduct space traffic management and space situational awareness. (5) An assessment of the risk to space traffic management associated with smallsats and any necessary Government coordination for their launch and utilization to avoid congestion of the orbital environment and improve space situational awareness. (6) An assessment of existing private sector information sharing activities associated with space situational awareness and space traffic management.

(7) Recommendations related to the appropriate framework for the protection of the health, safety, and welfare of the public and economic vitality of the space industry. Recommendations.

(d) **REPORT.**—Not later than 1 year after the date of enactment of this Act, the Administrator shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives the study required in subsection (b).

(e) **DEPARTMENT OF DEFENSE AUTHORITIES.**—

(1) **SENSE OF CONGRESS.**—It is the sense of Congress that the Department of Defense plays a vital and unique role in protecting national security assets in space.

(2) **RULE OF CONSTRUCTION.**—Nothing in this section may be construed to affect the authority of the Secretary of Defense as it relates to safeguarding the national security.

SEC. 110. SPACE SURVEILLANCE AND SITUATIONAL AWARENESS DATA.

Not later than 120 days after the date of enactment of this Act, the Secretary of Transportation in concurrence with the Secretary of Defense shall— Deadline.

(1) in consultation with the heads of other relevant Federal agencies, study the feasibility of processing and releasing safety-related space situational awareness data and information to any entity consistent with national security interests and public safety obligations of the United States; and Consultation.

(2) submit a report on the feasibility study to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives. Reports.

SEC. 111. CONSENSUS STANDARDS AND EXTENSION OF CERTAIN SAFETY REGULATION REQUIREMENTS.

Section 50905(c) is amended— 51 USC 50905.

(1) in paragraph (1), by inserting “IN GENERAL.—” before “The Secretary”;

(2) in paragraph (2), by inserting “REGULATIONS.—” before “Regulations”;

(3) by striking paragraph (3);

(4) by redesignating paragraph (4) as paragraph (10);

(5) by inserting after paragraph (2) the following:

“(3) **FACILITATION OF STANDARDS.**—The Secretary shall continue to work with the commercial space sector, including the Commercial Space Transportation Advisory Committee, or its successor organization, to facilitate the development of voluntary industry consensus standards based on recommended best practices to improve the safety of crew, government astronauts, and space flight participants as the commercial space sector continues to mature.

“(4) **COMMUNICATION AND TRANSPARENCY.**—Nothing in this subsection shall be construed to limit the authority of the Secretary to discuss potential regulatory approaches, potential performance standards, or any other topic related to this subsection with the commercial space industry, including observations, findings, and recommendations from the Commercial Space Transportation Advisory Committee, or its successor organization, prior to the issuance of a notice of proposed rule-making. Such discussions shall not be construed to permit

the Secretary to promulgate industry regulations except as otherwise provided in this section.

“(5) INTERIM VOLUNTARY INDUSTRY CONSENSUS STANDARDS REPORTS.—

Deadlines.
Consultation.

“(A) IN GENERAL.—Not later than December 31, 2016, and every 30 months thereafter until December 31, 2021, the Secretary, in consultation and coordination with the commercial space sector, including the Commercial Space Transportation Advisory Committee, or its successor organization, shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives a report on the progress of the commercial space transportation industry in developing voluntary industry consensus standards that promote best practices to improve industry safety.

“(B) CONTENTS.—The report shall include, at a minimum—

Assessment.

“(i) any voluntary industry consensus standards that have been accepted by the industry at large;

“(ii) the identification of areas that have the potential to become voluntary industry consensus standards that are currently under consideration by the industry at large;

“(iii) an assessment from the Secretary on the general progress of the industry in adopting voluntary industry consensus standards;

“(iv) any lessons learned about voluntary industry consensus standards, best practices, and commercial space launch operations;

“(v) any lessons learned associated with the development, potential application, and acceptance of voluntary industry consensus standards, best practices, and commercial space launch operations; and

Recommendations.

“(vi) recommendations, findings, or observations from the Commercial Space Transportation Advisory Committee, or its successor organization, on the progress of the industry in developing voluntary industry consensus standards that promote best practices to improve industry safety.

Consultation.

“(6) REPORT.—Not later than 270 days after the date of enactment of the SPACE Act of 2015, the Secretary, in consultation and coordination with the commercial space sector, including the Commercial Space Transportation Advisory Committee, or its successor organization, shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives a report specifying key industry metrics that might indicate readiness of the commercial space sector and the Department of Transportation to transition to a safety framework that may include regulations under paragraph (9) that considers space flight participant, government astronaut, and crew safety.

Consultation.

“(7) REPORTS.—Not later than March 31 of each of 2018 and 2022, the Secretary, in consultation and coordination with the commercial space sector, including the Commercial Space

Transportation Advisory Committee, or its successor organization, shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives a report that identifies the activities, described in this subsection and subsection (d) most appropriate for a new safety framework that may include regulatory action, if any, and a proposed transition plan for such safety framework.

“(8) INDEPENDENT REVIEW.—Not later than December 31, 2022, an independent systems engineering and technical assistance organization or standards development organization contracted by the Secretary shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives an assessment of the readiness of the commercial space industry and the Federal Government to transition to a safety framework that may include regulations. As part of the review, the contracted organization shall evaluate—

Deadline.
Contracts.
Assessment.

“(A) the progress of the commercial space industry in adopting voluntary industry consensus standards as reported by the Secretary in the interim assessments included in the reports under paragraph (5);

“(B) the progress of the commercial space industry toward meeting the key industry metrics identified by the report under paragraph (6), including the knowledge and operational experience obtained by the commercial space industry while providing services for compensation or hire; and

“(C) whether the areas identified in the reports under paragraph (5) are appropriate for regulatory action, or further development of voluntary industry consensus standards, considering the progress evaluated in subparagraphs (A) and (B) of this paragraph.

Evaluation.

“(9) LEARNING PERIOD.—Beginning on October 1, 2023, the Secretary may propose regulations under this subsection without regard to subparagraphs (C) and (D) of paragraph (2). The development of any such regulations shall take into consideration the evolving standards of the commercial space flight industry as identified in the reports published under paragraphs (5), (6), and (7).”; and

Effective date.

(6) in paragraph (10), as redesignated, by inserting “RULE OF CONSTRUCTION.—” before “Nothing”.

SEC. 112. GOVERNMENT ASTRONAUTS.

(a) FINDINGS AND PURPOSE.—Section 50901(15) is amended by inserting “, government astronauts,” after “crew” each place it appears.

51 USC 50901.

(b) SENSE OF CONGRESS.—The National Aeronautics and Space Administration has a need to fly government astronauts (as defined in section 50902 of title 51, United States Code, as amended) within commercial launch vehicles and reentry vehicles under chapter 509 of that title. This need was identified by the Secretary of Transportation and the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration due to the intended use of commercial launch vehicles and reentry vehicles developed under the Commercial Crew Development Program, authorized in section

51 USC 20113
note.

402 of the National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2010 (124 Stat. 2820; Public Law 111-267). It is the sense of Congress that the authority delegated to the Administration by the amendment made by subsection (d) of this section should be used for that purpose.

(c) DEFINITION OF GOVERNMENT ASTRONAUT.—Section 50902 is amended—

(1) by redesignating paragraphs (4) through (22) as paragraphs (7) through (25), respectively; and

(2) by inserting after paragraph (3) the following:

“(4) ‘government astronaut’ means an individual who—

“(A) is designated by the National Aeronautics and Space Administration under section 20113(n);

“(B) is carried within a launch vehicle or reentry vehicle in the course of his or her employment, which may include performance of activities directly relating to the launch, reentry, or other operation of the launch vehicle or reentry vehicle; and

“(C) is either—

“(i) an employee of the United States Government, including the uniformed services, engaged in the performance of a Federal function under authority of law or an Executive act; or

“(ii) an international partner astronaut.

“(5) ‘international partner astronaut’ means an individual designated under Article 11 of the International Space Station Intergovernmental Agreement, by a partner to that agreement other than the United States, as qualified to serve as an International Space Station crew member.

“(6) ‘International Space Station Intergovernmental Agreement’ means the Agreement Concerning Cooperation on the International Space Station, signed at Washington January 29, 1998 (TIAS 12927).”.

51 USC 20113. (d) POWERS OF THE NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION IN PERFORMANCE OF FUNCTIONS.—Section 20113 is amended by adding at the end the following:

Designation. “(n) IDENTIFICATION OF GOVERNMENT ASTRONAUTS.—For purposes of a license issued or transferred by the Secretary of Transportation under chapter 509 to launch a launch vehicle or to reenter a reentry vehicle carrying a government astronaut (as defined in section 50902), the Administration shall designate a government astronaut in accordance with requirements prescribed by the Administration.”.

51 USC 50902. (e) DEFINITION OF LAUNCH.—Paragraph (7) of section 50902, as redesignated, is amended by striking “and any payload, crew, or space flight participant” and inserting “and any payload or human being”.

(f) DEFINITION OF LAUNCH SERVICES.—Paragraph (9) of section 50902, as redesignated, is amended by striking “payload, crew (including crew training), or space flight participant” and inserting “payload, crew (including crew training), government astronaut, or space flight participant”.

(g) DEFINITION OF REENTER AND REENTRY.—Paragraph (16) of section 50902, as redesignated, is amended by striking “and its payload, crew, or space flight participants, if any,” and inserting “and its payload or human beings, if any,”.

(h) **DEFINITION OF REENTRY SERVICES.**—Paragraph (17) of section 50902, as redesignated, is amended by striking “payload, crew (including crew training), or space flight participant, if any,” and inserting “payload, crew (including crew training), government astronaut, or space flight participant, if any.” 51 USC 50902.

(i) **DEFINITION OF SPACE FLIGHT PARTICIPANT.**—Paragraph (20) of section 50902, as redesignated, is amended to read as follows:

“(20) ‘space flight participant’ means an individual, who is not crew or a government astronaut, carried within a launch vehicle or reentry vehicle.”.

(j) **DEFINITION OF THIRD PARTY.**—Paragraph (24)(E) of section 50902, as redesignated, is amended by inserting “, government astronauts,” after “crew”.

(k) **RESTRICTIONS ON LAUNCHES, OPERATIONS, AND REENTRIES; SINGLE LICENSE OR PERMIT.**—Section 50904(d) is amended by striking “activities involving crew or space flight participants” and inserting “activities involving crew, government astronauts, or space flight participants”. 51 USC 50904.

(l) **LICENSE APPLICATIONS AND REQUIREMENTS; APPLICATIONS.**—Section 50905 is amended— 51 USC 50905.

(1) in subsection (a)(2), by striking “crews and space flight participants” and inserting “crew, government astronauts, and space flight participants”;

(2) in subsection (b)(2)(D), by striking “crew or space flight participants” and inserting “crew, government astronauts, or space flight participants”; and

(3) in subsection (c)—

(A) in paragraph (1), by striking “crew and space flight participants” and inserting “crew, government astronauts, and space flight participants”; and

(B) in paragraph (2), by striking “to crew or space flight participants” each place it appears and inserting “to crew, government astronauts, or space flight participants”.

(m) **MONITORING ACTIVITIES.**—Section 50907(a) is amended by striking “at a site used for crew or space flight participant training” and inserting “at a site not owned or operated by the Federal Government or a foreign government used for crew, government astronaut, or space flight participant training”. 51 USC 50907.

(n) **ADDITIONAL SUSPENSIONS.**—Section 50908(d)(1) is amended by striking “to crew or space flight participants” each place it appears and inserting “to any human being”. 51 USC 50908.

(o) **RELATIONSHIP TO OTHER EXECUTIVE AGENCIES, LAWS, AND INTERNATIONAL OBLIGATIONS; NONAPPLICATION.**—Section 50919(g) is amended to read as follows: 51 USC 50919.

“(g) **NONAPPLICATION.**—

“(1) **IN GENERAL.**—This chapter does not apply to—

“(A) a launch, reentry, operation of a launch vehicle or reentry vehicle, operation of a launch site or reentry site, or other space activity the Government carries out for the Government; or

“(B) planning or policies related to the launch, reentry, operation, or activity under subparagraph (A).

“(2) **RULE OF CONSTRUCTION.**—The following activities are not space activities the Government carries out for the Government under paragraph (1):

“(A) A government astronaut being carried within a launch vehicle or reentry vehicle under this chapter.

“(B) A government astronaut performing activities directly relating to the launch, reentry, or other operation of the launch vehicle or reentry vehicle under this chapter.”.

51 USC 50918
note.

SEC. 113. STREAMLINE COMMERCIAL SPACE LAUNCH ACTIVITIES.

(a) SENSE OF CONGRESS.—It is the sense of Congress that eliminating duplicative requirements and approvals for commercial launch and reentry operations will promote and encourage the development of the commercial space sector.

(b) REAFFIRMATION OF POLICY.—Congress reaffirms that the Secretary of Transportation, in overseeing and coordinating commercial launch and reentry operations, should—

(1) promote commercial space launches and reentries by the private sector;

(2) facilitate Government, State, and private sector involvement in enhancing U.S. launch sites and facilities;

(3) protect public health and safety, safety of property, national security interests, and foreign policy interests of the United States; and

(4) consult with the head of another executive agency, including the Secretary of Defense or the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration, as necessary to provide consistent application of licensing requirements under chapter 509 of title 51, United States Code.

(c) REQUIREMENTS.—

Consultation.

(1) IN GENERAL.—The Secretary of Transportation under section 50918 of title 51, United States Code, and subject to section 50905(b)(2)(C) of that title, shall consult with the Secretary of Defense, the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration, and the heads of other executive agencies, as appropriate—

(A) to identify all requirements that are imposed to protect the public health and safety, safety of property, national security interests, and foreign policy interests of the United States relevant to any commercial launch of a launch vehicle or commercial reentry of a reentry vehicle; and

Evaluation.

(B) to evaluate the requirements identified in subparagraph (A) and, in coordination with the licensee or transferee and the heads of the relevant executive agencies—

(i) determine whether the satisfaction of a requirement of one agency could result in the satisfaction of a requirement of another agency; and

(ii) resolve any inconsistencies and remove any outmoded or duplicative requirements or approvals of the Federal Government relevant to any commercial launch of a launch vehicle or commercial reentry of a reentry vehicle.

Determination.
Consultation.

(2) REPORTS.—Not later than 180 days after the date of enactment of this Act, and annually thereafter until the Secretary of Transportation determines no outmoded or duplicative requirements or approvals of the Federal Government exist, the Secretary of Transportation, in consultation with the Secretary of Defense, the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration, the commercial space sector,

and the heads of other executive agencies, as appropriate, shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate, the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives, and the congressional defense committees a report that includes the following:

(A) A description of the process for the application for and approval of a permit or license under chapter 509 of title 51, United States Code, for the commercial launch of a launch vehicle or commercial reentry of a reentry vehicle, including the identification of—

(i) any unique requirements for operating on a United States Government launch site, reentry site, or launch property; and

(ii) any inconsistent, outmoded, or duplicative requirements or approvals.

(B) A description of current efforts, if any, to coordinate and work across executive agencies to define interagency processes and procedures for sharing information, avoiding duplication of effort, and resolving common agency requirements.

(C) Recommendations for legislation that may further—

Recommendations.

(i) streamline requirements in order to improve efficiency, reduce unnecessary costs, resolve inconsistencies, remove duplication, and minimize unwarranted constraints; and

(ii) consolidate or modify requirements across affected agencies into a single application set that satisfies the requirements identified in paragraph (1)(A).

(3) DEFINITIONS.—For purposes of this subsection—

(A) any applicable definitions set forth in section 50902 of title 51, United States Code, shall apply;

Applicability.

(B) the terms “launch”, “reenter”, and “reentry” include landing of a launch vehicle or reentry vehicle; and

(C) the terms “United States Government launch site” and “United States Government reentry site” include any necessary facility, at that location, that is commercially operated on United States Government property.

SEC. 114. OPERATION AND UTILIZATION OF THE ISS.

(a) SENSE OF CONGRESS.—It is the sense of Congress that—

(1) maximum utilization of partnerships, scientific research, commercial applications, and exploration test bed capabilities of the ISS is essential to ensuring the greatest return on investments made by the United States and its international partners in the development, assembly, and operations of that unique facility; and

(2) every effort should be made to ensure that decisions regarding the service life of the ISS are based on the station’s projected capability to continue providing effective and productive research and exploration test bed capabilities.

(b) CONTINUATION OF THE INTERNATIONAL SPACE STATION.—

(1) IN GENERAL.—Section 501 of the National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2010 (42 U.S.C. 18351) is amended—

(A) in the heading, by striking “THROUGH 2020”; and

(B) in subsection (a), by striking “through at least 2020” and inserting “through at least 2024”.

(2) MAINTENANCE OF THE UNITED STATES SEGMENT AND ASSURANCE OF CONTINUED OPERATIONS OF THE INTERNATIONAL SPACE STATION.—Section 503 of the National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2010 (42 U.S.C. 18353) is amended—

(A) in subsection (a), by striking “through at least September 30, 2020” and inserting “through at least September 30, 2024”; and

(B) in subsection (b)(1), by striking “In carrying out subsection (a), the Administrator” and inserting “The Administrator”.

(3) RESEARCH CAPACITY ALLOCATION AND INTEGRATION OF RESEARCH PAYLOADS.—Section 504(d) of the National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2010 (42 U.S.C. 18354(d)) is amended by striking “September 30, 2020” each place it appears and inserting “at least September 30, 2024”.

(4) MAINTAINING USE THROUGH AT LEAST 2024.—Section 70907 is amended to read as follows:

“§ 70907. Maintaining use through at least 2024

“(a) POLICY.—The Administrator shall take all necessary steps to ensure that the International Space Station remains a viable and productive facility capable of potential United States utilization through at least September 30, 2024.

“(b) NASA ACTIONS.—In furtherance of the policy under subsection (a), the Administrator shall ensure, to the extent practicable, that the International Space Station, as a designated national laboratory—

“(1) remains viable as an element of overall exploration and partnership strategies and approaches;

“(2) is considered for use by all NASA mission directorates, as appropriate, for technically appropriate scientific data gathering or technology risk reduction demonstrations; and

“(3) remains an effective, functional vehicle providing research and test bed capabilities for the United States through at least September 30, 2024.”.

(5) TECHNICAL AND CONFORMING AMENDMENTS.—

(A) TABLE OF CONTENTS OF 2010 ACT.—The item relating to section 501 in the table of contents in section 1(b) of the National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2010 (124 Stat. 2806) is amended by striking “through 2020”.

(B) TABLE OF CONTENTS OF CHAPTER 709.—The table of contents for chapter 709 is amended by amending the item relating to section 70907 to read as follows:

“70907. Maintaining use through at least 2024.”.

SEC. 115. STATE COMMERCIAL LAUNCH FACILITIES.

(a) SENSE OF CONGRESS.—It is the sense of Congress that—

(1) State involvement, development, ownership, and operation of launch facilities can enable growth of the Nation’s commercial suborbital and orbital space endeavors and support both commercial and Government space programs;

51 USC
prec. 70901.

(2) State launch facilities and the people and property in the affected launch areas of those facilities may be subject to risks resulting from an activity carried out under a license under chapter 509 of title 51, United States Code; and

(3) to ensure the success of the commercial launch industry and the safety of the people and property in the affected launch areas of those facilities, States and State launch facilities should seek to take proper measures to protect themselves, to the extent of their potential liability for involvement in launch services or reentry services, and compensate third parties for possible death, bodily injury, or property damage or loss resulting from an activity carried out under a license under chapter 509 of title 51, United States Code, to which the State or State launch facility is involved in the launch services or reentry services.

(b) **REPORT.**—Not later than 1 year after the date of enactment of this Act, the Comptroller General shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives a report on the potential inclusion of all government property, including State and municipal property, in the existing indemnification regime established under section 50914 of title 51, United States Code.

SEC. 116. SPACE SUPPORT VEHICLES STUDY.

(a) **IN GENERAL.**—Not later than 1 year after the date of enactment of this Act, the Comptroller General shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives a report on the use of space support vehicle services in the commercial space industry.

Deadline.
Reports.

(b) **CONTENTS.**—This report shall include—

(1) the extent to which launch providers rely on such services as part of their business models;

(2) the statutory, regulatory, and market barriers to the use of such services; and

(3) recommendations for legislative or regulatory action that may be needed to ensure reduced barriers to the use of such services if such use is a requirement of the industry.

Recommendations.

SEC. 117. SPACE LAUNCH SYSTEM UPDATE.

(a) **IN GENERAL.**—Chapter 701 is amended—

(1) in the heading by striking “**SPACE SHUTTLE**” and inserting “**SPACE LAUNCH SYSTEM**”;

51 USC
prec. 70101.

(2) in section 70101—

51 USC 70101.

(A) in the heading, by striking “**space shuttle**” and inserting “**space launch system**”; and

(B) by striking “space shuttle” and inserting “space launch system”;

(3) by amending section 70102 to read as follows:

“§ 70102. Space launch system use policy

“(a) **IN GENERAL.**—The Space Launch System may be used for the following circumstances:

“(1) Payloads and missions that contribute to extending human presence beyond low-Earth orbit and substantially benefit from the unique capabilities of the Space Launch System.

“(2) Other payloads and missions that substantially benefit from the unique capabilities of the Space Launch System.

“(3) On a space available basis, Federal Government or educational payloads that are consistent with NASA’s mission for exploration beyond low-Earth orbit.

“(4) Compelling circumstances, as determined by the Administrator.

“(b) AGREEMENTS WITH FOREIGN ENTITIES.—The Administrator may plan, negotiate, or implement agreements with foreign entities for the launch of payloads for international collaborative efforts relating to science and technology using the Space Launch System.

Deadline.
Determination.
Notification.

“(c) COMPELLING CIRCUMSTANCES.—Not later than 30 days after the date the Administrator makes a determination under subsection (a)(4), the Administrator shall transmit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science of the House of Representatives written notification of the Administrator’s intent to select the Space Launch System for a specific mission under that subsection, including justification for the determination.”;

51 USC 70103. (4) in section 70103—

(A) in the heading, by striking “SPACE SHUTTLE” and inserting “SPACE LAUNCH SYSTEM”; and

(B) in subsection (b), by striking “space shuttle” each place it appears and inserting “space launch system”; and
(5) by adding at the end the following:

51 USC 70104. **“§ 70104. Definition of Space Launch System**

“In this chapter, the term ‘Space Launch System’ means the Space Launch System authorized under section 302 of the National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2010 (42 U.S.C. 18322).”.

(b) TECHNICAL AND CONFORMING AMENDMENTS.—

51 USC
prec. 10101. (1) TABLE OF CHAPTERS.—The table of chapters of title 51 is amended by amending the item relating to chapter 701 to read as follows:

“701. Use of space launch system or alternatives 70101”.

51 USC
prec. 70101. (2) TABLE OF CONTENTS OF CHAPTER 701.—The table of contents of chapter 701 is amended—

(A) in the item relating to section 70101, by striking “space shuttle” and inserting “space launch system”;

(B) in the item relating to section 70102, by striking “Space shuttle” and inserting “Space launch system”;

(C) in the item relating to section 70103, by striking “space shuttle” and inserting “space launch system”; and

(D) by adding at the end the following:

“70104. Definition of Space Launch System.”.

51 USC 50131. (3) REQUIREMENT TO PROCURE COMMERCIAL SPACE TRANSPORTATION SERVICES.—Section 50131(a) of chapter 51 is amended by inserting “or in section 70102” after “in this section”.

TITLE II—COMMERCIAL REMOTE SENSING

SEC. 201. ANNUAL REPORTS.

(a) IN GENERAL.—Subchapter III of chapter 601 is amended by adding at the end the following:

“§ 60126. Annual reports

51 USC 60126.

“(a) IN GENERAL.—The Secretary shall submit a report to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives not later than 180 days after the date of enactment of the U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act, and annually thereafter, on—

“(1) the Secretary’s implementation of section 60121, including—

Lists.

“(A) a list of all applications received in the previous calendar year;

“(B) a list of all applications that resulted in a license under section 60121;

“(C) a list of all applications denied and an explanation of why each application was denied, including any information relevant to the interagency adjudication process of a licensing request;

“(D) a list of all applications that required additional information; and

“(E) a list of all applications whose disposition exceeded the 120 day deadline established in section 60121(c), the total days overdue for each application that exceeded such deadline, and an explanation for the delay;

“(2) all notifications and information provided to the Secretary under section 60122; and

Notifications.

“(3) a description of all actions taken by the Secretary under the administrative authority granted by paragraphs (4), (5), and (6) of section 60123(a).

“(b) CLASSIFIED ANNEXES.—Each report under subsection (a) may include classified annexes as necessary to protect the disclosure of sensitive or classified information.

“(c) SUNSET.—The reporting requirement under this section terminates effective September 30, 2020.”.

(b) TABLE OF CONTENTS.—The table of contents of chapter 601 is amended by inserting after the item relating to section 60125 the following:

51 USC
prec. 60101.

“60126. Annual reports.”.

SEC. 202. STATUTORY UPDATE REPORT.

Not later than 1 year after the date of enactment of this Act, the Secretary of Commerce, in consultation with the heads of other appropriate Federal agencies and the National Oceanic and Atmospheric Administration’s Advisory Committee on Commercial Remote Sensing, shall submit to the Committee on Commerce, Science, and Transportation of the Senate and the Committee on Science, Space, and Technology of the House of Representatives a report on statutory updates necessary to license private remote sensing space systems. In preparing the report, the Secretary shall

Consultation.

take into account the need to protect national security while maintaining United States private sector leadership in the field, and reflect the current state of the art of remote sensing systems, instruments, or technologies.

TITLE III—OFFICE OF SPACE COMMERCE

SEC. 301. RENAMING OF OFFICE OF SPACE COMMERCIALIZATION.

(a) CHAPTER HEADING.—

51 USC
prec. 50701.

(1) AMENDMENT.—The heading for chapter 507 is amended by striking “COMMERCIALIZATION” and inserting “COMMERCE”.

51 USC
prec. 10101.

(2) CONFORMING AMENDMENT.—The item relating to chapter 507 in the table of chapters for title 51 is amended by striking “Commercialization” and inserting “Commerce”.

51 USC 50701.

(b) DEFINITION OF OFFICE.—Section 50701 is amended by striking “Commercialization” and inserting “Commerce”.

51 USC 50702.

(c) RENAMING.—Section 50702(a) is amended by striking “Commercialization” and inserting “Commerce”.

SEC. 302. FUNCTIONS OF THE OFFICE OF SPACE COMMERCE.

Section 50702(c) is amended by striking “Commerce.” and inserting “Commerce, including—

“(1) to foster the conditions for the economic growth and technological advancement of the United States space commerce industry;

“(2) to coordinate space commerce policy issues and actions within the Department of Commerce;

“(3) to represent the Department of Commerce in the development of United States policies and in negotiations with foreign countries to promote United States space commerce;

“(4) to promote the advancement of United States geospatial technologies related to space commerce, in cooperation with relevant interagency working groups; and

“(5) to provide support to Federal Government organizations working on Space-Based Positioning Navigation, and Timing policy, including the National Coordination Office for Space-Based Position, Navigation, and Timing.”.

Space Resource
Exploration and
Utilization Act of
2015.

TITLE IV—SPACE RESOURCE EXPLORATION AND UTILIZATION

51 USC 10101
note.

SEC. 401. SHORT TITLE.

This title may be cited as the “Space Resource Exploration and Utilization Act of 2015”.

SEC. 402. TITLE 51 AMENDMENT.

51 USC
prec. 51301.

(a) IN GENERAL.—Subtitle V is amended by adding at the end the following:

**“CHAPTER 513—SPACE RESOURCE COMMERCIAL
EXPLORATION AND UTILIZATION**

“Sec.

“51301. Definitions.

“51302. Commercial exploration and commercial recovery.

“51303. Asteroid resource and space resource rights.

“§ 51301. Definitions

51 USC 51301.

“In this chapter:

“(1) **ASTEROID RESOURCE.**—The term ‘asteroid resource’ means a space resource found on or within a single asteroid.

“(2) **SPACE RESOURCE.**—

“(A) **IN GENERAL.**—The term ‘space resource’ means an abiotic resource in situ in outer space.

“(B) **INCLUSIONS.**—The term ‘space resource’ includes water and minerals.

“(3) **UNITED STATES CITIZEN.**—The term ‘United States citizen’ has the meaning given the term ‘citizen of the United States’ in section 50902.

“§ 51302. Commercial exploration and commercial recovery

President.
51 USC 51302.

“(a) **IN GENERAL.**—The President, acting through appropriate Federal agencies, shall—

“(1) facilitate commercial exploration for and commercial recovery of space resources by United States citizens;

“(2) discourage government barriers to the development in the United States of economically viable, safe, and stable industries for commercial exploration for and commercial recovery of space resources in manners consistent with the international obligations of the United States; and

“(3) promote the right of United States citizens to engage in commercial exploration for and commercial recovery of space resources free from harmful interference, in accordance with the international obligations of the United States and subject to authorization and continuing supervision by the Federal Government.

“(b) **REPORT.**—Not later than 180 days after the date of enactment of this section, the President shall submit to Congress a report on commercial exploration for and commercial recovery of space resources by United States citizens that specifies—

“(1) the authorities necessary to meet the international obligations of the United States, including authorization and continuing supervision by the Federal Government; and

“(2) recommendations for the allocation of responsibilities among Federal agencies for the activities described in paragraph (1).

Recommendations.

“§ 51303. Asteroid resource and space resource rights

“A United States citizen engaged in commercial recovery of an asteroid resource or a space resource under this chapter shall be entitled to any asteroid resource or space resource obtained, including to possess, own, transport, use, and sell the asteroid resource or space resource obtained in accordance with applicable law, including the international obligations of the United States.”.

51 USC
prec. 10101.

(b) TABLE OF CHAPTERS.—The table of chapters for title 51 is amended by adding at the end of the items for subtitle V the following:

“513. Space resource commercial exploration and utilization 51301”.

SEC. 403. DISCLAIMER OF EXTRATERRITORIAL SOVEREIGNTY.

It is the sense of Congress that by the enactment of this Act, the United States does not thereby assert sovereignty or sovereign or exclusive rights or jurisdiction over, or the ownership of, any celestial body.

Approved November 25, 2015.

LEGISLATIVE HISTORY—H.R. 2262:

HOUSE REPORTS: No. 114–119 (Comm. on Science, Space, and Technology).
CONGRESSIONAL RECORD, Vol. 161 (2015):

May 21, considered and passed House.
Nov. 10, considered and passed Senate, amended.
Nov. 16, House concurred in Senate amendment.



Executive Order on Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources

— INFRASTRUCTURE & TECHNOLOGY | Issued on: April 6, 2020



By the authority vested in me as President by the Constitution and the laws of the United States of America, including title IV of the U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act (Public Law 114-90), it is hereby ordered as follows:

Section 1. Policy. Space Policy Directive-1 of December 11, 2017 (Reinvigorating America’s Human Space Exploration Program), provides that commercial partners will participate in an “innovative and sustainable program” headed by the United States to “lead the return of humans to the Moon for long-term exploration and utilization, followed by human missions to Mars and other destinations.”

Successful long-term exploration and scientific discovery of the Moon, Mars, and other celestial bodies will require partnership with commercial entities to recover and use resources, including water and certain minerals, in outer space.

Uncertainty regarding the right to recover and use space resources, including the extension of the right to commercial recovery and use of lunar resources, however, has discouraged some commercial entities from participating in this enterprise. Questions as to whether the 1979 Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies (the “Moon Agreement”) establishes the legal framework for nation states concerning the recovery and use

of space resources have deepened this uncertainty, particularly because the United States has neither signed nor ratified the Moon Agreement. In fact, only 18 countries have ratified the Moon Agreement, including just 17 of the 95 Member States of the United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. Moreover, differences between the Moon Agreement and the 1967 Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies — which the United States and 108 other countries have joined — also contribute to uncertainty regarding the right to recover and use space resources.

Americans should have the right to engage in commercial exploration, recovery, and use of resources in outer space, consistent with applicable law. Outer space is a legally and physically unique domain of human activity, and the United States does not view it as a global commons. Accordingly, it shall be the policy of the United States to encourage international support for the public and private recovery and use of resources in outer space, consistent with applicable law.

Sec. 2. The Moon Agreement. The United States is not a party to the Moon Agreement. Further, the United States does not consider the Moon Agreement to be an effective or necessary instrument to guide nation states regarding the promotion of commercial participation in the long-term exploration, scientific discovery, and use of the Moon, Mars, or other celestial bodies. Accordingly, the Secretary of State shall object to any attempt by any other state or international organization to treat the Moon Agreement as reflecting or otherwise expressing customary international law.

Sec. 3. Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources. The Secretary of State, in consultation with the Secretary of Commerce, the Secretary of Transportation, the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration, and the head of any other executive department or agency the Secretary of State determines to be appropriate, shall take all appropriate actions to encourage international support for the public and

private recovery and use of resources in outer space, consistent with the policy set forth in section 1 of this order. In carrying out this section, the Secretary of State shall seek to negotiate joint statements and bilateral and multilateral arrangements with foreign states regarding safe and sustainable operations for the public and private recovery and use of space resources.

Sec. 4. Report on Efforts to Encourage International Support for the Recovery and Use of Space Resources. No later than 180 days after the date of this order, the Secretary of State shall report to the President, through the Chair of the National Space Council and the Assistant to the President for National Security Affairs, regarding activities carried out under section 3 of this order.

Sec. 5. General Provisions. (a) Nothing in this order shall be construed to impair or otherwise affect:

(i) the authority granted by law to an executive department or agency, or the head thereof; or

(ii) the functions of the Director of the Office of Management and Budget relating to budgetary, administrative, or legislative proposals.

(b) This order shall be implemented consistent with applicable law and subject to the availability of appropriations.

(c) This order is not intended to, and does not, create any right or benefit, substantive or procedural, enforceable at law or in equity by any party against the United States, its departments, agencies, or entities, its officers, employees, or agents, or any other person.

DONALD J. TRUMP

THE WHITE HOUSE,
April 6, 2020.