



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Αποτίμηση του Οφέλους μιας Εθνικής Πολιτικής
Προστασίας των Πλανητών μεταξύ Γης και Άρη, υπό
το πρίσμα των Αναδυόμενων Ιδιωτικών
Πρωτοβουλιών για το Διάστημα.**

Γεώργιος Κ. Προφητηλιώτης

Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχ. και Μηχ. Υπολογιστών Ε.Μ.Π.
ΜΔΕ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Δεκέμβριος 2020

Επιβλέπουσα:

Καθηγήτρια Μ. Λοϊζίδου

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Καθηγήτρια Μ. Λοϊζίδου

Καθηγητής Γ. Λυμπεράτος

Αν. Καθηγητής Κ.-Α. Ουγγρίνης

Copyright © Γεώργιος Προφητηλιώτης, 2020.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από την Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα. (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Μαρία Λοϊζίδου, τον καθηγητή κ. Γεράσιμο Λυμπεράτο και τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Κωνσταντίνο-Αλκέτα Ουγγρίνη, μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, για την εμπιστοσύνη τους, το ενδιαφέρον τους και την καθοδήγησή τους σε όλα τα στάδια εκπόνησης αυτού του έργου, καθώς επίσης και για τις συζητήσεις μας σχετικά με τα περιβαλλοντικά προβλήματα στο διάστημα, τα συστήματα υποστήριξης ζωής των επανδρωμένων αποστολών και τη δραστηριοποίηση των ιδιωτικών εταιρειών στους νέους τομείς της διαστημικής βιομηχανίας.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Δημήτριο Δαμίγο που με παρακίνησε να ερευνήσω εις βάθος τις εφαρμογές των οικονομικών του περιβάλλοντος σε νέους τομείς ήδη από τις προπτυχιακές μου σπουδές, τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Θεολόγου για τις συζητήσεις μας σχετικά με τις ηθικές και φιλοσοφικές προεκτάσεις της δραστηριοποίησης ιδιωτών στον Άρη, τον επίκουρο καθηγητή κ. Γεώργιο Κυριακόπουλο για την ανταλλαγή ιδεών στα ζητήματα που άπτονται του διαστημικού δικαίου και της πολιτικής Προστασίας των Πλανητών και την καθηγήτρια κ. Αικατερίνη Χαραλάμπους που παρακολούθησε και τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία μου στα συστήματα υποστήριξης ζωής και με παρότρυνε να συνεχίσω την έρευνα σε επίπεδο διδακτορικών σπουδών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους φίλους μου, τους συνεργάτες μου και τους συμφοιτητές μου για την αμέριστη ηθική υποστήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτού του έργου.

«Στην καρδιά του χειμώνα, ανακάλυψα μέσα μου ένα αήττητο καλοκαίρι»

Αλμπέρ Καμύ, Το καλοκαίρι

Εκτεταμένη Περίληψη

Η εμφάνιση αναδύομενων ιδιωτικών πρωτοβουλιών στον τομέα τού διαστήματος έχει αρχίσει να επεκτείνει τα όρια της διαστημικής βιομηχανίας, χάρη σε τεχνολογικές καινοτομίες που σύντομα θα μπορούν να διευκολύνουν σημαντικά την ανάπτυξη πρωτοποριακών τομέων που είχαν παραμεληθεί στο παρελθόν, όπως είναι, για παράδειγμα, η επιστημονική έρευνα στο διάστημα, η εξερεύνηση του διαστήματος, η αξιοποίηση των πόρων τού διαστήματος και η ανθρώπινη παρουσία στο διάστημα. Οι ιδιωτικές πρωτοβουλίες θεωρούνται πλέον καίριος παράγοντας ανάπτυξης για την επέκταση της ανθρώπινης παρουσίας από τη Χαμηλή Περίγεια Τροχιά προς τη Σελήνη και τον Άρη. Η δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών στη Σελήνη έχει ήδη δρομολογηθεί και θα πραγματοποιηθεί στο άμεσο μέλλον, ενώ ο Άρης φαίνεται να αποτελεί τον επιθυμητό μακροπρόθεσμο στόχο ορισμένων εξ αυτών, ιδιαίτερα εκείνων που ενδιαφέρονται να εδραιώσουν την ανθρώπινη παρουσία σε τροχιά γύρω από αυτόν και στην επιφάνειά του. Αυτές οι ιδιωτικές πρωτοβουλίες στους νέους τομείς τής διαστημικής βιομηχανίας αναμένεται να φέρουν στο προσκήνιο σημαντικά ζητήματα πολιτικής, ιδιαίτερα στην περίπτωση των αποστολών στον πλανήτη Άρη, στην εξερεύνηση του οποίου έχουν γίνει πολύ σημαντικές κρατικές επενδύσεις τις τελευταίες δεκαετίες.

Ο Άρης είναι ένας πλανήτης τού ηλιακού μας συστήματος ο οποίος έχει κρατήσει για αρκετές δεκαετίες τεταμένο το επιστημονικό ενδιαφέρον για την πιθανότητα ύπαρξης ζωής εκεί. Εντούτοις, παρά το πλήθος των σχετικών ερευνητικών αποστολών και τα σημαντικά πορίσματα που έχουν ως τώρα προέλθει από αυτές, η εξερεύνησή του, και δη η εξερεύνηση συγκεκριμένων περιοχών στις οποίες οι γήινοι οργανισμοί θα μπορούσαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν και οι οποίες διαθέτουν μεγάλη πιθανότητα να φιλοξενούν αρειανές μορφές ζωής αυτήν τη στιγμή, προαπαιτεί την αυστηρή τήρηση ορισμένων τεχνικών προδιαγραφών που αφορούν στην «Προστασία των Πλανητών».

Με τον όρο «Προστασία των Πλανητών» (Planetary Protection) αναφέρεται το σύνολο των μέτρων, των πολιτικών, των πρακτικών και των τεχνικών που αποσκοπούν στην αποφυγή τής επιμόλυνσης των ουρανίων σωμάτων με βιολογικό υλικό από τη Γη, αλλά και στην αποφυγή τής επιμόλυνσης της βιόσφαιρας της Γης με

πιθανό εξωγήινο βιολογικό υλικό. Η επιμόλυνση των ουρανίων σωμάτων με βιολογικό υλικό από τη Γη ονομάζεται «ευθεία επιμόλυνση» (forward contamination), ενώ η επιμόλυνση της γήινης βιόσφαιρας με πιθανό εξωγήινο βιολογικό υλικό ονομάζεται «αντίστροφη επιμόλυνση» (backward contamination). Το σύνολο των διεθνώς αποδεκτών κατευθυντήριων οδηγιών για την τήρηση των μέτρων Προστασίας των Πλανητών αποτυπώνεται αναλυτικά στη σχετική «Πολιτική Προστασίας των Πλανητών» που διατηρεί ο επιστημονικός οργανισμός COSPAR (Committee On Space Research) του International Council for Science, η ισχύς της οποίας αντλείται κατά βάση από το διεθνές δίκαιο και συγκεκριμένα από τη Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα του 1967. Σύμφωνα με αυτήν, τα Κράτη Μέλη επωμίζονται σε εθνικό επίπεδο την ευθύνη της ευθυγράμμισης με τις προτροπές της διεθνούς Συνθήκης και της εγκαθίδρυσης των κατάλληλων διαδικασιών για την έγκριση και τη διαρκή επίβλεψη των δραστηριοτήτων ακόμη και των μη κρατικών φορέων τους.

Οι περιπτώσεις των αποστολών στον Άρη, συγκεκριμένα, έχουν λάβει ειδική αντιμετώπιση στην Πολιτική Προστασίας των Πλανητών του COSPAR, καθώς το επιστημονικό ενδιαφέρον για την αστροβιολογική του εξερεύνηση είναι σημαντικό. Οι αποστολές διαστημοσυσκευών με προορισμό τους τον Άρη αντιμετωπίζονται από αυτήν την Πολιτική με αυστηρότητα, γι' αυτό και εντάσσονται σε υποκατηγορίες ειδικής αντιμετώπισης. Ωστόσο, οι αποστολές που αποτελούν τη μεγαλύτερη πρόκληση για το συνολικό εγχείρημα της Προστασίας των Πλανητών στην περίπτωση του Άρη είναι εκείνες που περιλαμβάνουν ανθρώπινο πλήρωμα. Αυτήν τη στιγμή, δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη ένα συνολικό πρωτόκολλο για επανδρωμένες αποστολές στον Άρη που να καλύπτει όλα τα ζητήματα Προστασίας των Πλανητών, ενώ δίνεται η υψηλότερη προτεραιότητα Προστασίας των Πλανητών στην προστασία της Γης από πιθανή αντίστροφη επιμόλυνση.

Στην περίπτωση των ιδιωτικών εγχειρημάτων επιστημονικής έρευνας στο διάστημα, εξερεύνησης του διαστήματος, αξιοποίησης των πόρων του διαστήματος και ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα φαίνεται να εμφανίζεται μία σύγκλιση σημαντικών ερευνητικών κενών που σχετίζονται με την αδυναμία επιβολής του διεθνούς δικαίου παρά μόνο μέσω ενσωμάτωσης των προτροπών του στο εθνικό δίκαιο κάθε κράτους, με την ανάπτυξη και την εφαρμογή μέτρων Προστασίας των

Πλανητών για επανδρωμένες αποστολές και με την αποφυγή της αντίστροφης επιμόλυνσης, γεγονός που δημιουργεί μεγάλη αβεβαιότητα σε επίπεδο πολιτικής.

Προκειμένου να γίνει μια προσπάθεια αντιμετώπισης αυτής της αβεβαιότητας σε επίπεδο πολιτικής, η παρούσα διδακτορική διατριβή εισήγαγε για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία μια προσέγγιση Οικονομικών τού Περιβάλλοντος στα προβλήματα Προστασίας των Πλανητών, ιδιαίτερα μεταξύ Γης και Άρη, που δύνανται να ανακύψουν στο μέλλον εξαιτίας της δραστηριοποίησης ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς της διαστημικής βιομηχανίας. Συγκεκριμένα, η προτεινόμενη προσέγγιση θεμελιώθηκε σε θεωρητικές οριοθετήσεις τού ζητήματος της ευθείας επιμόλυνσης και του ζητήματος της αντίστροφης επιμόλυνσης ως προβλημάτων Οικονομικών τού Περιβάλλοντος, αλλά και σε βέλτιστες πρακτικές για την ορθή διεξαγωγή μιας πρωτότυπης εμπειρικής έρευνας με τη χρήση μιας παγιωμένης μεθόδου Οικονομικών τού Περιβάλλοντος, της Μεθόδου Υποθετικής Αξιολόγησης (CVM). Αυτή η εμπειρική εφαρμογή επικεντρώθηκε στην εκ των προτέρων αποτίμηση του εξωτερικού οφέλους -δηλαδή της Ολικής Οικονομικής Αξίας- μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή της ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας των μελλοντικών ιδιωτικών αποστολών, για την περίπτωση της Ελλάδας. Δηλαδή, η εμπειρική έρευνα επιχείρησε να αποτιμήσει την αξία μιας υποθετικής πολιτικής που θα αποσκοπεί στην αποφυγή της επιδείνωσης της ποιότητας του αγαθού της «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη».

Τα αποτελέσματα αυτής της εμπειρικής εφαρμογής έδειξαν πως μόνο το 14,29% των ερωτηθέντων προσδίδει πραγματικά μηδενική αξία στην υιοθέτηση μιας τέτοιας εθνικής πολιτικής. Το 48,26% των ερωτηθέντων είναι πρόθυμο να πληρώσει για την υιοθέτηση αυτής της πολιτικής, ενώ το 37,45% αντιστέκεται σε αυτήν την πολιτική εξαιτίας άρνησης διαμαρτυρίας. Με τη χρήση τριών στατιστικών προσεγγίσεων, η μέση τιμή τού ποσού προθυμίας πληρωμής για την υλοποίηση μιας τέτοιας πολιτικής εκτιμήθηκε από τα δεδομένα ως 14,77€, ως 18,21€ και ως 23,84€, ενώ η διάμεσος εκτιμήθηκε ως 0€ και στις τρεις περιπτώσεις. Αντίστοιχα, η ετήσια Ολική Οικονομική Αξία για το σύνολο του ευρύτερου πληθυσμού υπολογίστηκε ως 131.839.398€, ως 162.545.392€ και ως 212.799.678€, ενώ υπολογίστηκε για κάθε περίπτωση και η Παρούσα Αξία προεξοφλημένη για μια δεκαετία ως 1.068.930.329€, ως 1.317.889.051€ και ως 1.725.341.844€.

Επιπλέον, η περιγραφική ανάλυση και ο έλεγχος συνάφειας των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου τής έρευνας υπέδειξαν τα εξής. Η στάση τής πλειοψηφίας των ερωτηθέντων απέναντι στη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς τής βιομηχανίας τού διαστήματος είναι θετική, τόσο γενικά όσο και ειδικότερα στην περίπτωση των ιδιωτικών εγκαταστάσεων στην Ελλάδα, είτε για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη είτε για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη, γεγονός το οποίο υποδεικνύει πως δεν υπάρχει κάποια αντιληφθείσα σημαντική διαφοροποίηση αυτών των εγκαταστάσεων με βάση, για παράδειγμα, την επικινδυνότητά τους κατά την κρίση των ερωτηθέντων. Σημαντικός παράγοντας στη θετική στάση των ερωτηθέντων απέναντι σε αυτά τα ιδιωτικά εγχειρήματα είναι η εμπιστοσύνη τους προς τις ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών, ενώ ειδικά στην περίπτωση των ιδιωτικών εγκαταστάσεων στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη στη Γη σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η αποδοχή από τους ερωτηθέντες τής επάρκειας των γνώσεων των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση. Αυτή η θετική στάση των ερωτηθέντων προς τα ιδιωτικά εγχειρήματα υπό τον όρο, όμως, τής τήρησης της Προστασίας των Πλανητών και με την προϋπόθεση της επάρκειας των επιστημονικών γνώσεων ειδικά για την προστασία τής Γης πηγάζει από λογικά κίνητρα: οι ερωτηθέντες αντιλαμβάνονται την ύπαρξη οφελών που δύνανται να προκύψουν τόσο από την προστασία τού Άρη όσο και από την προστασία τής Γης. Μάλιστα, ένα σημαντικό ποσοστό εξ αυτών είναι πρόθυμο να πληρώσει για την υιοθέτηση επιπρόσθετων μέτρων που θα εξασφαλίσουν τη λειτουργία των ιδιωτικών εγχειρημάτων με τρόπο που να τηρείται η Προστασία των Πλανητών.

Τόσο η θεωρητική προσέγγιση όσο και η πρακτική εφαρμογή επιχειρήθηκαν για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας και το σχετικό ερωτηματολόγιο που κατασκευάστηκε εκ του μηδενός για τις ανάγκες της αναμένεται να αποτελέσουν καίρια εργαλεία σε διεθνές επίπεδο και να υποστηρίξουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για τη χάραξη νέων πολιτικών Προστασίας των Πλανητών μέσω της αναπαραγωγής αυτής της εφαρμογής και για τις περιπτώσεις άλλων κρατών.

Extended Abstract

The emergence of private space initiatives has begun to expand the boundaries of the space industry, because of technological innovations that will soon be able to facilitate the development of novel sectors that have been neglected in the past, such as scientific research in space, space exploration, space resources utilization, and human access to space. Private initiatives are now considered a key enabling factor in expanding the human presence from the Low Earth Orbit to the Moon and Mars. The activities of private companies on the Moon have already commenced and they will be implemented in the near future, while Mars seems to be the desired long-term goal for some of them, especially for those who are interested in expanding the human presence on its orbit and on its surface. These private initiatives in the aforementioned novel sectors of the space industry are expected to bring to light important policy gaps, especially in the case of missions to Mars, in the exploration of which significant public investments have been made these past decades.

Mars is a planet in our solar system that has held scientific interest for decades due to its potential for life. However, despite the number of relevant exploration missions and the important findings that have come from them so far, its exploration, particularly the exploration of specific regions in which terrestrial organisms could survive and reproduce and which have a high probability of hosting extant Martian life-forms, requires the strict compliance with certain technical requirements for "Planetary Protection".

The term "Planetary Protection" refers to all the measures, policies, practices, and techniques aimed at preventing the contamination of celestial bodies with biological material from Earth and the contamination of the terrestrial biosphere with potential extraterrestrial biological material. The contamination of celestial bodies with biological material from Earth is called "forward contamination", while the contamination of the Earth's biosphere with potential extraterrestrial biological material is called "backward contamination". The body of internationally accepted guidelines for upholding Planetary Protection is reflected in detail in the relevant "Planetary Protection Policy" maintained by the scientific organization COSPAR (Committee On Space Research) of the International Council for Science, the power

of which is essentially drawn from international law, namely from the 1967 United Nations Outer Space Treaty. According to this Treaty, its Member States have a national responsibility to comply with its provisions and to establish appropriate procedures for the approval and the constant supervision of the activities of even their non-state actors.

The case of missions to Mars, in particular, has received special attention in COSPAR's Planetary Protection Policy, as the scientific interest in its astrobiological exploration is significant. Spacecrafts destined for Mars are strictly treated by this Policy, which is why they fall into special treatment subcategories. However, the missions that pose the greatest challenge to the overall Planetary Protection of Mars are those that involve human crews. At the moment, a comprehensive protocol for manned missions to Mars has not yet been developed to cover all Planetary Protection issues, while the highest Planetary Protection priority is given to the protection of the Earth from potential backward contamination.

In the case of private endeavors in space research, in space exploration, in space resources utilization, and in human access to space, there seems to be a convergence of significant knowledge gaps which are related to the inability of enforcing international law without its integration into national law, as well as to the need for the development and implementation of Planetary Protection measures for missions with human crews and for the prevention of backward contamination, which creates great uncertainty at the policy level.

In an attempt to address this policy uncertainty, this doctoral dissertation has introduced for the first time in the international literature an Environmental Economics approach to the problems of Planetary Protection, especially between Earth and Mars, which may arise in the future due to the activities of private companies in novel sectors of the space industry. In particular, the proposed approach was based on theoretical framings of the issues of forward contamination and backward contamination as problems of Environmental Economics, but also on best practices for the proper implementation of an original empirical research using the Contingent Valuation Method (CVM). This empirical application focused on the ex-ante valuation of the external benefit -i.e. the Total Economic Value- of a national policy aiming to prevent forward and backward contamination between Earth and

Mars that could be caused by future private missions, in the case of Greece. In other words, this empirical research attempted to estimate the value of a hypothetical policy aimed at preventing a decrease in the quality of the good of the "interplanetary biological isolation between Earth and Mars".

The results of this empirical research show that only 14.29% of the respondents assign a true zero value to the adoption of such a national policy. 48.26% of the respondents are willing to pay for the adoption of this policy, while 37.45% of them oppose this policy due to protest behavior. Using three statistical approaches, the mean willingness to pay amount for the implementation of such a policy was estimated based on the data at €14.77, €18.21, and €23.84, while the median was estimated at €0 in all three cases. Respectively, the annual Total Economic Value for the general population of interest was estimated at €131,839,398, €162,545,392, and €212,799,678, while the Present Value discounted for a decade was estimated for each case at €1,068,930,329, €1,317,889,051, and €1,725,341,844.

In addition, the descriptive statistics and the correlation tests of the survey questions revealed the following. The attitude of the majority of the respondents towards the activities of private companies in novel sectors of the space industry is positive, both in general and in the particular case of private facilities in Greece, for missions both from Earth to Mars and from Mars to the Earth. This finding indicates that there is no perceived significant differentiation of these facilities by the respondents based on, for example, their level of hazard. An important factor in the positive attitude of the respondents towards these private activities is their trust in private companies for the upholding of Planetary Protection. In the case of private facilities in Greece for return missions from Mars to Earth, in particular, respondents' acceptance of the adequacy of scientists' knowledge internationally about backward contamination plays an important role. This positive attitude of the respondents towards private activities, provided that Planetary Protection will be upheld and on the condition of the adequacy of scientific knowledge for the protection of the Earth, stems from rational motives: the respondents perceive the existence of potential benefits that can arise from both the protection of Mars and the protection of the Earth. In fact, a significant percentage of them are willing to pay for the adoption of additional measures that will ensure the operation of private companies in a way that will be aligned with Planetary Protection.

Both the aforementioned theoretical approach and the empirical application were attempted here for the first time in the published literature. The results of this study and the relevant questionnaire that was built specifically for the needs of this research are expected to be critically useful at the international level and to support the decision-making processes for the development of new Planetary Protection policies through the reproduction of this application in the cases of other states as well.

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	3
Εκτεταμένη Περίληψη.....	4
Extended Abstract	8
Πίνακας Περιεχομένων	12
Κατάλογος Διαγραμμάτων	14
Κατάλογος Πινάκων.....	16
1. Εισαγωγή.....	17
1.1 Περιγραφή και σκοπός της διδακτορικής διατριβής	17
1.2 Δομή και οργάνωση της διδακτορικής διατριβής.....	20
2. Υπόβαθρο Βιβλιογραφίας	23
2.1 Ιδιωτικές πρωτοβουλίες στη διαστημική βιομηχανία.....	23
2.2 Αστροβιολογία και αναζήτηση ζωής στον Άρη	26
2.3 Πολιτική Προστασίας των Πλανητών και η περίπτωση του Άρη.....	32
2.4 Στοιχεία ηθικής για την Προστασία των Πλανητών	48
2.5 Συμπεράσματα ανασκόπησης και ερευνητικά κενά.....	54
3. Θεωρητικό Μέρος	59
3.1 Στοιχεία Οικονομικών και Πολιτικής του Περιβάλλοντος	59
3.2 Η Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης (CVM).....	67
3.3 Θεωρητική προσέγγιση της Ευθείας Επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος.....	83
3.4 Θεωρητική προσέγγιση της Αντίστροφης Επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος	89
4. Μεθοδολογία	99
4.1 Μεθοδολογία εκπόνησης της έρευνας.....	99
4.2 Μεθοδολογία ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας.....	107
5. Υλοποίηση και Αποτελέσματα Έρευνας.....	116
5.1 Υλοποίηση της έρευνας και χαρακτηριστικά του δείγματος.....	116
5.2 Γενικά αποτελέσματα περιγραφικής ανάλυσης.....	122
5.3 Έλεγχος συνάφειας μεταξύ των μεταβλητών	139
5.4 Αποτελέσματα ερωτήσεων αποτίμησης και εκτίμηση του ποσού προθυμίας πληρωμής (WTP)	155

5.5	Αποτίμηση ολικής οικονομικής αξίας μιας εθνικής πολιτικής για την Προστασία των Πλανητών μεταξύ Γης και Άρη.....	176
6.	Συζήτηση και Συμπεράσματα.....	178
6.1	Συζήτηση αποτελεσμάτων.....	178
6.2	Συμβολή και πρωτοτυπία της διδακτορικής διατριβής	183
6.3	Περιορισμοί της έρευνας και προτάσεις για το μέλλον.....	186
6.4	Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα.....	188
	Βιβλιογραφία.....	191
	Παράρτημα: Ερωτηματολόγιο.....	210

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 5.1: Σχετική σημασία εξερεύνησης του διαστήματος	122
Διάγραμμα 5.2: Προτιμώμενη μέθοδος εξερεύνησης του διαστήματος	123
Διάγραμμα 5.3: Σχετική σημασία αναζήτησης εξωγήινων μικροοργανισμών.....	124
Διάγραμμα 5.4: Άποψη σχετικά με την ύπαρξη εξωγήινων μικροοργανισμών στον Άρη....	125
Διάγραμμα 5.5: Άποψη σχετικά με τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα	126
Διάγραμμα 5.6: Παρελθοντική γνώση σχετικά με την Προστασία των Πλανητών.....	127
Διάγραμμα 5.7: Πηγές παρελθοντικής γνώσης σχετικά με την Προστασία των Πλανητών.	128
Διάγραμμα 5.8: Άποψη σχετικά με τις γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση.....	129
Διάγραμμα 5.9: Άποψη σχετικά με τις γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς για την ευθεία επιμόλυνση.....	130
Διάγραμμα 5.10: Άποψη σχετικά με την αναγκαιότητα αποφυγής της αντίστροφης επιμόλυνσης.....	131
Διάγραμμα 5.11: Άποψη σχετικά με την αναγκαιότητα αποφυγής της ευθείας επιμόλυνσης.....	132
Διάγραμμα 5.12: Εμπιστοσύνη προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών.....	133
Διάγραμμα 5.13: Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από Γη προς Άρη.....	134
Διάγραμμα 5.14: Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από Άρη προς Γη.....	135
Διάγραμμα 5.15: Αντιληφθείσα σημασία οφελών από την προστασία της Γης	136
Διάγραμμα 5.16: Αντιληφθείσα σημασία οφελών από την προστασία του Άρη.....	137
Διάγραμμα 5.17: Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών.....	138
Διάγραμμα 5.18: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 6	141
Διάγραμμα 5.19: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 8	142
Διάγραμμα 5.20: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 13	143
Διάγραμμα 5.21: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 15	144
Διάγραμμα 5.22: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 33	145
Διάγραμμα 5.23: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 35	146
Διάγραμμα 5.24: Συσχέτιση Ερώτησης 13 με την Ερώτηση 5	148
Διάγραμμα 5.25: Συσχέτιση Ερώτησης 13 με την Ερώτηση 12	149
Διάγραμμα 5.26: Συσχέτιση Ερώτησης 13 με την Ερώτηση 14	150
Διάγραμμα 5.27: Συσχέτιση Ερώτησης 14 με την Ερώτηση 5	152

Διάγραμμα 5.28: Συσχέτιση Ερώτησης 14 με την Ερώτηση 8	153
Διάγραμμα 5.29: Συσχέτιση Ερώτησης 14 με την Ερώτηση 12	154
Διάγραμμα 5.30: Κύρια αιτία άρνησης οικονομικής συνεισφοράς για υιοθέτηση επιπρόσθετων μέτρων.....	156
Διάγραμμα 5.31: Βεβαιότητα προθυμίας πληρωμής δηλωθέντος ποσού.....	158
Διάγραμμα 5.32: Κύριο κίνητρο προθυμίας πληρωμής για την προστασία του Άρη	160
Διάγραμμα 5.33: Κύριο κίνητρο προθυμίας πληρωμής για την προστασία τής Γης	161
Διάγραμμα 5.34: Διάγραμμα boxplot για εντοπισμό των υπερβολικά υψηλών τιμών ποσού WTP	163
Διάγραμμα 5.35: Καμπύλη επιβίωσης δηλωθέντων ποσών WTP κατά Kaplan-Meier (χωρίς μηδενικές τιμές).....	165
Διάγραμμα 5.36: Διάγραμμα Q-Q τιμών ποσού WTP σε σχέση με τιμές λογαριθμοκανονικής κατανομής.....	166
Διάγραμμα 5.37: Διάγραμμα Q-Q αποκλίσεων τιμών ποσού WTP από τιμές λογαριθμοκανονικής κατανομής	167
Διάγραμμα 5.38: Διάγραμμα ταξινόμησης παρατηρηθεισών απαντήσεων των ερωτηθέντων στις κατηγορίες που προβλέπονται από το δυαδικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης με τις αντίστοιχες πιθανότητες π_i	171
Διάγραμμα 5.39: Διάγραμμα αντιπαραβολής τιμών υπολειμμάτων του μοντέλου με κανονική κατανομή	174

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 5.1: Ταυτότητα τελικού έγκυρου δείγματος, πλαισίου δειγματοληψίας και υπό μελέτη πληθυσμού.....	118
Πίνακας 5.2: Δημογραφικά χαρακτηριστικά τελικού έγκυρου δείγματος και ευρύτερου πληθυσμού.....	119
Πίνακας 5.3: Μέγεθος νοικοκυριού τελικού έγκυρου δείγματος και ευρύτερου πληθυσμού.....	121
Πίνακας 5.4: Αποτελέσματα ελέγχου χ^2 μεταξύ της μεταβλητής «Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών» και άλλων μεταβλητών.....	140
Πίνακας 5.5: Αποτελέσματα ελέγχου χ^2 μεταξύ της μεταβλητής «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη» και άλλων μεταβλητών	147
Πίνακας 5.6: Αποτελέσματα ελέγχου χ^2 μεταξύ της μεταβλητής «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη» και άλλων μεταβλητών	151
Πίνακας 5.7: Ποσοστά (%) του ποσού WTP για την προστασία του Άρη και για την προστασία της Γης.....	159
Πίνακας 5.8: Στατιστικές παράμετροι ποσού WTP μέσω του εκτιμητή Kaplan-Meier.....	165
Πίνακας 5.9: Στοιχεία βέλτιστου δυαδικού μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης.....	169
Πίνακας 5.10: Αντιπαραβολή των παρατηρηθεισών απαντήσεων των ερωτηθέντων με τις τιμές που προβλέπονται από το δυαδικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης.....	171
Πίνακας 5.11: Στοιχεία βέλτιστου μοντέλου πολλαπλής λογαριθμικής-γραμμικής παλινδρόμησης.....	173
Πίνακας 5.12: Αποτελέσματα υπολογισμών μέτρων θέσης ποσού WTP με τρεις στατιστικές προσεγγίσεις.....	176
Πίνακας 5.13: Ετήσια Ολική Οικονομική Αξία & Παρούσα Αξία 10 ετών με τρεις στατιστικές προσεγγίσεις	177

1. Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή και σκοπός της διδακτορικής διατριβής

Η εμφάνιση αναδυόμενων ιδιωτικών πρωτοβουλιών στον τομέα τού διαστήματος έχει αρχίσει να επεκτείνει τα όρια της διαστημικής βιομηχανίας, χάρη σε τεχνολογικές καινοτομίες που σύντομα θα μπορούν να διευκολύνουν σημαντικά την ανάπτυξη πρωτοποριακών τομέων που είχαν παραμεληθεί στο παρελθόν, όπως είναι, για παράδειγμα, η επιστημονική έρευνα στο διάστημα, η εξερεύνηση του διαστήματος, η αξιοποίηση των πόρων τού διαστήματος και η ανθρώπινη παρουσία στο διάστημα. Οι ιδιωτικές πρωτοβουλίες θεωρούνται πλέον καίριος παράγοντας ανάπτυξης για την επέκταση της ανθρώπινης παρουσίας από τη Χαμηλή Περίγεια Τροχιά προς τη Σελήνη και τον Άρη. Η δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών στη Σελήνη έχει ήδη δρομολογηθεί και θα πραγματοποιηθεί στο άμεσο μέλλον, ενώ ο Άρης φαίνεται να αποτελεί τον επιθυμητό μακροπρόθεσμο στόχο ορισμένων εξ αυτών, ιδιαίτερα εκείνων που ενδιαφέρονται να εδραιώσουν την ανθρώπινη παρουσία σε τροχιά γύρω από αυτόν και στην επιφάνειά του. Αυτές οι ιδιωτικές πρωτοβουλίες στους νέους τομείς τής διαστημικής βιομηχανίας αναμένεται να φέρουν στο προσκήνιο σημαντικά ζητήματα πολιτικής, ιδιαίτερα στην περίπτωση των αποστολών στον πλανήτη Άρη, στην εξερεύνηση του οποίου έχουν γίνει πολύ σημαντικές κρατικές επενδύσεις τις τελευταίες δεκαετίες.

Ο Άρης είναι ένας πλανήτης τού ηλιακού μας συστήματος ο οποίος έχει κρατήσει για αρκετές δεκαετίες τεταμένο το επιστημονικό ενδιαφέρον για την πιθανότητα ύπαρξης ζωής εκεί. Εντούτοις, παρά το πλήθος των σχετικών ερευνητικών αποστολών και τα σημαντικά πορίσματα που έχουν ως τώρα προέλθει από αυτές, η εξερεύνησή του, και δη η εξερεύνηση συγκεκριμένων περιοχών στις οποίες οι γήινοι οργανισμοί θα μπορούσαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν και οι οποίες διαθέτουν μεγάλη πιθανότητα να φιλοξενούν αρειανές μορφές ζωής αυτήν

τη στιγμή, προαπαιτεί την αυστηρή τήρηση ορισμένων τεχνικών προδιαγραφών που αφορούν στην «Προστασία των Πλανητών».

Με τον όρο «Προστασία των Πλανητών» (Planetary Protection) αναφέρεται το σύνολο των μέτρων, των πολιτικών, των πρακτικών και των τεχνικών που αποσκοπούν στην αποφυγή τής επιμόλυνσης των ουρανίων σωμάτων με βιολογικό υλικό από τη Γη, αλλά και στην αποφυγή τής επιμόλυνσης της βιόσφαιρας της Γης με πιθανό εξωγήινο βιολογικό υλικό. Η επιμόλυνση των ουρανίων σωμάτων με βιολογικό υλικό από τη Γη ονομάζεται «ευθεία επιμόλυνση» (forward contamination), ενώ η επιμόλυνση της γήινης βιόσφαιρας με πιθανό εξωγήινο βιολογικό υλικό ονομάζεται «αντίστροφη επιμόλυνση» (backward contamination). Το σύνολο των διεθνώς αποδεκτών κατευθυντήριων οδηγιών για την τήρηση των μέτρων Προστασίας των Πλανητών αποτυπώνεται αναλυτικά στη σχετική «Πολιτική Προστασίας των Πλανητών» που διατηρεί ο επιστημονικός οργανισμός COSPAR (Committee On Space Research) του International Council for Science, η ισχύς τής οποίας αντλείται κατά βάση από το διεθνές δίκαιο και συγκεκριμένα από τη Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα του 1967. Σύμφωνα με αυτήν, τα Κράτη Μέλη επωμίζονται σε εθνικό επίπεδο την ευθύνη τής ευθυγράμμισης με τις προτροπές τής διεθνούς Συνθήκης και της εγκαθίδρυσης των κατάλληλων διαδικασιών για την έγκριση και τη διαρκή επίβλεψη των δραστηριοτήτων ακόμη και των μη κρατικών φορέων τους.

Οι περιπτώσεις των αποστολών στον Άρη, συγκεκριμένα, έχουν λάβει ειδική αντιμετώπιση στην Πολιτική Προστασίας των Πλανητών τού COSPAR, καθώς το επιστημονικό ενδιαφέρον για την αστροβιολογική του εξερεύνηση είναι σημαντικό. Οι αποστολές διαστημοσυσκευών με προορισμό τους τον Άρη αντιμετωπίζονται από αυτήν την Πολιτική με αυστηρότητα, γι' αυτό και εντάσσονται σε υποκατηγορίες ειδικής αντιμετώπισης. Ωστόσο, οι αποστολές που αποτελούν τη μεγαλύτερη πρόκληση για το συνολικό εγχείρημα της Προστασίας των Πλανητών στην περίπτωση του Άρη είναι εκείνες που περιλαμβάνουν ανθρώπινο πλήρωμα. Αυτήν τη στιγμή, δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη ένα συνολικό πρωτόκολλο για επανδρωμένες αποστολές στον Άρη που να καλύπτει όλα τα ζητήματα Προστασίας των Πλανητών, ενώ δίνεται η υψηλότερη προτεραιότητα Προστασίας των Πλανητών στην προστασία τής Γης από πιθανή αντίστροφη επιμόλυνση.

Στην περίπτωση των ιδιωτικών εγχειρημάτων επιστημονικής έρευνας στο διάστημα, εξερεύνησης του διαστήματος, αξιοποίησης των πόρων τού διαστήματος και ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα φαίνεται να εμφανίζεται μία σύγκλιση σημαντικών ερευνητικών κενών που σχετίζονται με την αδυναμία επιβολής τού διεθνούς δικαίου παρά μόνο μέσω ενσωμάτωσης των προτροπών του στο εθνικό δίκαιο κάθε κράτους, με την ανάπτυξη και την εφαρμογή μέτρων Προστασίας των Πλανητών για επανδρωμένες αποστολές και με την αποφυγή τής αντίστροφης επιμόλυνσης, γεγονός που δημιουργεί μεγάλη αβεβαιότητα σε επίπεδο πολιτικής.

Προκειμένου να γίνει μια προσπάθεια αντιμετώπισης αυτής της αβεβαιότητας σε επίπεδο πολιτικής, η παρούσα διδακτορική διατριβή θα εισάγει για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία μια προσέγγιση Οικονομικών τού Περιβάλλοντος στα προβλήματα Προστασίας των Πλανητών, ιδιαίτερα μεταξύ Γης και Άρη, που δύνανται να ανακύψουν στο μέλλον εξαιτίας τής δραστηριοποίησης ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς τής διαστημικής βιομηχανίας. Συγκεκριμένα, η προτεινόμενη προσέγγιση θα θεμελιωθεί σε θεωρητικές οριοθετήσεις τού ζητήματος της ευθείας επιμόλυνσης και του ζητήματος της αντίστροφης επιμόλυνσης ως προβλημάτων Οικονομικών τού Περιβάλλοντος, αλλά και σε βέλτιστες πρακτικές για την ορθή διεξαγωγή μιας πρωτότυπης εμπειρικής έρευνας με τη χρήση μιας παγιωμένης μεθόδου Οικονομικών τού Περιβάλλοντος. Αυτή η εμπειρική εφαρμογή θα επικεντρωθεί στην εκ των προτέρων αποτίμηση του εξωτερικού οφέλους -δηλαδή της Ολικής Οικονομικής Αξίας- μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή τής ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας των μελλοντικών ιδιωτικών αποστολών, για την περίπτωση της Ελλάδας. Δηλαδή, η εμπειρική έρευνα θα επιχειρήσει να αποτιμήσει την αξία μιας υποθετικής πολιτικής που θα αποσκοπεί στην αποφυγή τής επιδείνωσης της ποιότητας του αγαθού τής «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη». Τόσο η θεωρητική προσέγγιση όσο και η πρακτική εφαρμογή θα επιχειρηθούν για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας και το σχετικό ερωτηματολόγιο που θα κατασκευαστεί εκ του μηδενός για τις ανάγκες της αναμένεται να αποτελέσουν καίρια εργαλεία σε διεθνές επίπεδο και να υποστηρίξουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για τη χάραξη νέων πολιτικών Προστασίας των Πλανητών μέσω της αναπαραγωγής αυτής της εφαρμογής και για τις περιπτώσεις άλλων κρατών.

1.2 Δομή και οργάνωση της διδακτορικής διατριβής

Στην **Ενότητα 2** αποτυπώνεται ευθύς εξ αρχής η τρέχουσα κατάσταση της διεθνούς βιβλιογραφίας που αφορά στο κεντρικό θέμα της διδακτορικής διατριβής, προκειμένου να τεθεί το βασικό θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο θα στηριχθούν οι υπόλοιπες ενότητες. Αρχικά, παρουσιάζεται το παρόν και το μέλλον σχετικά με τις ιδιωτικές πρωτοβουλίες στη διαστημική βιομηχανία με προορισμό τους τη Σελήνη και τον Άρη, με ιδιαίτερη έμφαση στην επιστημονική έρευνα στο διάστημα, στην εξερεύνηση του διαστήματος, στην αξιοποίηση των πόρων του διαστήματος και στην ανθρώπινη παρουσία στο διάστημα. Στη συνέχεια, διεξάγεται μια συνεκτική και συνολική επισκόπηση της αστροβιολογικής εξερεύνησης του Άρη από το παρελθόν μέχρι σήμερα, στην οποία τονίζονται τα πλέον πρόσφατα πορίσματα, φωτίζονται οι σημαντικότερες επερχόμενες ερευνητικές αποστολές και εξηγούνται τα ζητήματα Προστασίας των Πλανητών που σχετίζονται με το εγχείρημα της αναζήτησης ζωής εκεί. Έπειτα, παρουσιάζεται το θέμα της Προστασίας των Πλανητών, αποτυπώνεται η Πολιτική Προστασίας των Πλανητών του COSPAR μέσα από την εξέλιξη του υποδείγματός της από το παρελθόν μέχρι σήμερα και τονίζεται η συνάφεια αυτού του θέματος συγκεκριμένα με τις μη επανδρωμένες και τις επανδρωμένες αποστολές που έχουν ως προορισμό τους τον πλανήτη Άρη. Έπειτα, παρουσιάζονται ορισμένα σημαντικά στοιχεία ηθικής που σχετίζονται με το θέμα της Προστασίας των Πλανητών, παρατίθενται επιγραμματικά τα πιο κρίσιμα ερωτήματα βιοηθικής που σχετίζονται με την ανθρώπινη παρέμβαση στο διαστημικό περιβάλλον και αποτυπώνονται οι σημαντικότερες απόψεις που έχουν διατυπωθεί στη διεθνή βιβλιογραφία για την ανάγκη πληροφόρησης της Προστασίας των Πλανητών με στοιχεία περιβαλλοντικής ηθικής. Τέλος, τονίζονται τα ερευνητικά κενά που βρέθηκαν κατά τη διάρκεια της προηγούμενης βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

Στην **Ενότητα 3** διεξάγεται μια εκτενής παρουσίαση των θεωρητικών προσεγγίσεων που υιοθετήθηκαν για την επίτευξη του σκοπού της παρούσας έρευνας. Αρχικά, παρατίθενται συνοπτικά ορισμένα θεμελιώδη στοιχεία Οικονομικών του Περιβάλλοντος, συζητούνται οι κεντρικές έννοιες και ορισμοί αυτής της επιστήμης, φωτίζονται οι διάφορες μέθοδοι και τεχνικές της και εξηγείται η σύνδεση αυτών των μεθόδων και τεχνικών με τις διαδικασίες πληροφόρησης και χάραξης

περιβαλλοντικών πολιτικών. Έπειτα, παρουσιάζεται εκτενώς η Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης που ήταν και αυτή που χρησιμοποιήθηκε στην εμπειρική εφαρμογή της παρούσας έρευνας, εξηγούνται οι διάφορες στρεβλώσεις που μπορεί να ανακύψουν κατά την εκπόνηση μιας έρευνας με τη χρήση αυτής της μεθόδου και εκτίθενται αναλυτικά όλα τα στάδια εκπόνησης μιας τέτοιας έρευνας σύμφωνα με τις δημοσιευμένες βέλτιστες πρακτικές. Στη συνέχεια, επιχειρείται για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία η θεωρητική οριοθέτηση του προβλήματος της ευθείας επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος κι ύστερα επιχειρείται η αντίστοιχη θεωρητική οριοθέτηση και του προβλήματος της αντίστροφης επιμόλυνσης, ιδιαίτερα, μάλιστα, για την περίπτωση των ιδιωτικών εγχειρημάτων μεταξύ Γης και Άρη.

Στην **Ενότητα 4** εκτίθεται κάθε στάδιο της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της εμπειρικής έρευνας της παρούσας διδακτορικής διατριβής, καταγράφοντας για κάθε στάδιο όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που ορίζουν οι βέλτιστες δημοσιευμένες πρακτικές. Τέλος, αποτυπώνονται οι θεωρητικές προσεγγίσεις στις οποίες βασίστηκε η μεθοδολογία ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας.

Στην **Ενότητα 5** παρουσιάζεται αναλυτικά το στάδιο της υλοποίησης της έρευνας και τα αποτελέσματά της. Αρχικά, ανακεφαλαιώνονται οι ειδικές λεπτομέρειες υλοποίησης της έρευνας, εξηγείται ο τρόπος ελέγχου και διασφάλισης της ποιότητας των ληφθέντων δεδομένων και αντιπαραβάλλονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του τελικού έγκυρου δείγματος με εκείνα του πλαισίου δειγματοληψίας, του υπό μελέτη πληθυσμού και του ευρύτερου πληθυσμού. Έπειτα, παρατίθενται τα γενικά αποτελέσματα της περιγραφικής ανάλυσης των απαντήσεων που έδωσαν οι ερωτηθέντες. Στη συνέχεια, εκτίθενται τα αποτελέσματα των ελέγχων συνάφειας που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ συγκεκριμένων κατηγορικών μεταβλητών που αντιστοιχούσαν στις εκάστοτε ερωτήσεις της έρευνας. Ύστερα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης των απαντήσεων που έδωσαν οι ερωτηθέντες στις ερωτήσεις της ενότητας αποτίμησης που αφορούσαν στα θεμελιώδη ζητήματα αξίας και οφέλους του ερωτηματολογίου και διεξάγεται η στατιστική εκτίμηση του ποσού προθυμίας πληρωμής. Τέλος, επιχειρείται η αποτίμηση της Ολικής Οικονομικής Αξίας της υπό εξέταση εθνικής πολιτικής και υπολογίζεται η ετήσια Ολική

Οικονομική Αξία και η Παρούσα Αξία προεξοφλημένη για μια δεκαετία, σύμφωνα με τα όσα προέβλεπε το σενάριο υποθετικής αξιολόγησης.

Στην **Ενότητα 6** παρατίθεται η συζήτηση των προαναφερθέντων αποτελεσμάτων τής έρευνας και καταγράφονται τα συμπεράσματα που συνάγονται από αυτά. Αρχικά, παρουσιάζεται μια συνεκτική συζήτηση όλων των αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, με σκοπό να αποκρυσταλλωθεί η κεντρική ουσία τους. Έπειτα, εξηγείται η συμβολή και η πρωτοτυπία τής διδακτορικής διατριβής, καταγράφονται οι πιο ουσιώδεις περιορισμοί τής έρευνας και προτείνονται ορισμένες κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα. Τέλος, ανακεφαλαιώνονται τα βασικά στοιχεία τής έρευνας και σημειώνονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα που συνάχθηκαν από αυτήν.

Τέλος, στο **Παράρτημα** παρατίθεται η τελική μορφή τού ερωτηματολογίου τής διδακτορικής διατριβής που αναπτύχθηκε εκ του μηδενός μετά από μια πολυεπίπεδη επαναληπτική διαδικασία, όπως αυτό χρησιμοποιήθηκε κατά την τελική υλοποίηση της έρευνας στο πεδίο.

2. Υπόβαθρο Βιβλιογραφίας

2.1 Ιδιωτικές πρωτοβουλίες στη διαστημική βιομηχανία

Η εμφάνιση αναδύομενων πρωτοβουλιών στον τομέα τού διαστήματος -και δη ιδιωτικών- έχει αρχίσει να επεκτείνει τα όρια της διαστημικής βιομηχανίας, χάρη σε τεχνολογικές καινοτομίες που σύντομα θα μπορούν να διευκολύνουν σημαντικά την ανάπτυξη πρωτοποριακών τομέων που είχαν παραμεληθεί στο παρελθόν, όπως είναι, για παράδειγμα, η επιστημονική έρευνα στο διάστημα [1], η εξερεύνηση του διαστήματος, η αξιοποίηση των πόρων τού διαστήματος και η ανθρώπινη παρουσία στο διάστημα [2]. Όπως είναι φυσικό, οι πρώτες σχετικές επιχειρηματικές προσπάθειες θα αφορούν στο υποτροχιακό διάστημα και στη Χαμηλή Περίγεια Τροχιά (Low Earth Orbit), μέσω, για παράδειγμα, της λειτουργίας εμπορικών συστημάτων διασυνδεδεμένων στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού (International Space Station, ISS) [3-6]. Στο μέλλον, αναμένεται η επέκταση των σχετικών επιχειρηματικών προσπαθειών σε πιο απομακρυσμένους προορισμούς, όπως είναι η Σελήνη και ο Άρης. Η εμφάνιση ιδιωτικών πρωτοβουλιών σε αυτούς τους τομείς τής διαστημικής βιομηχανίας φαίνεται να διαδραματίζει ήδη καίριο ρόλο στην αναζωογόνηση του κλάδου και στην αναζωπύρωση σχεδίων και ιδεών για το μέλλον της ανθρωπότητας στο διάστημα που είχαν περάσει σε κατάσταση αδράνειας.

Μάλιστα, Σύμφωνα με το “Global Exploration Roadmap” του 2018 [7] που παρήχθη μετά από τη συναίνεση των 14 διαστημικών υπηρεσιών που απαρτίζουν το International Space Exploration Coordination Group (ISECG), υπάρχει διεθνές επιβεβαιωμένο ενδιαφέρον για την επέκταση της ανθρώπινης παρουσίας στο ηλιακό μας σύστημα, με την επιφάνεια του Άρη να αποτελεί τον κοινό επιθυμητό προορισμό. Αν και το Global Exploration Roadmap δεν έχει δεσμευτικό χαρακτήρα, εντούτοις αντανάκλα μια συνεργατική διεθνή προσπάθεια προετοιμασίας για το μέλλον τής διαστημικής εξερεύνησης. Αυτήν τη στιγμή, η ανθρώπινη παρουσία στο διάστημα

περιορίζεται στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό, ο οποίος κατοικείται από πλήρωμα αδιαλείπτως από το 2000 και χρησιμοποιείται ως εργαστήριο επιστημονικών ερευνών σε Χαμηλή Περίγεια Τροχιά. Αυτές οι επιστημονικές έρευνες διεξάγονται σε τροχιά για τους σκοπούς τόσο κυβερνητικών όσο και μη κυβερνητικών οργανισμών, γι' αυτό εξάλλου και το Global Exploration Roadmap θεωρεί τις ιδιωτικές πρωτοβουλίες έναν σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης για την επέκταση της ανθρώπινης παρουσίας από τη Χαμηλή Περίγεια Τροχιά προς τη Σελήνη και τον Άρη. Πιο συγκεκριμένα, οι 14 διαστημικές υπηρεσίες που απαρτίζουν το ISECG, μεταξύ των οποίων η NASA (National Aeronautics and Space Administration) και η ESA (European Space Agency, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος), υποστηρίζουν πως η μελλοντική λειτουργία τού διαστημικού σταθμού “Gateway” σε περισελήνια τροχιά, ο οποίος αναμένεται περίπου στα μέσα της παρούσας δεκαετίας, θα λειτουργήσει καταλυτικά για την πραγμάτωση του απώτερου στόχου, δηλαδή των επανδρωμένων αποστολών στην επιφάνεια του Άρη, μετά το 2035.

Το 2019, η NASA προεπέλεξε μέσω του προγράμματος “Commercial Lunar Payload Services” (CLPS) 14 αμερικανικές εταιρείες, με σκοπό να τους δώσει τη δυνατότητα να συμμετέχουν σε μια ανταγωνιστική διαδικασία προσφοράς υπηρεσιών με συμβάσεις για τη μεταφορά φορτίων στην επιφάνεια της Σελήνης. Δύο εξ αυτών επιλέχθηκαν στις αρχές τού 2020 για να μεταφέρουν φορτία δημόσιων και ιδιωτικών φορέων στην επιφάνεια της Σελήνης το 2021 [8]. Μεταξύ των 14 προεπιλεγμένων εταιρειών, υπάρχουν δύο οι οποίες έχουν δηλώσει πως οι διαστημοσυσσκευές τους θα δύνανται να χρησιμοποιηθούν και στην επιστροφή δειγμάτων από τη Σελήνη στη Γη: η Lockheed Martin με το McCandless Lunar Lander [9] και η Moon Express με το MX-9 Frontier Class Explorer [10]. Η Moon Express, συγκεκριμένα, προετοιμάζεται να εκτελέσει την πρώτη της ιδιωτική αποστολή επιστροφής σεληνιακού δείγματος στο πλαίσιο του προγράμματος Harvest Moon 2020. Αυτά τα σεληνιακά δείγματα που θα επιστραφούν «θα αποτελούν το μοναδικό σεληνιακό υλικό υπό καθεστώς ιδιωτικής ιδιοκτησίας στη Γη και θα χρησιμοποιηθούν προς όφελος της επιστήμης, αλλά και προς όφελος εμπορικών επιδιώξεων» [11]. Επιπλέον, οι διαστημοσυσσκευές της οικογένειας MX της Moon Express, και δη το MX-9 Frontier Class Explorer που διαθέτει τη δυνατότητα υποστήριξης αποστολών επιστροφής σεληνιακού δείγματος, προωθούνται από την εταιρεία ως πλατφόρμες διαστημικής εξερεύνησης για τη Σελήνη και το βαθύ διάστημα [10]. Οι δηλώσεις αυτές φαίνεται να υποδεικνύουν ένα

μακροπρόθεσμο όραμα επέκτασης της προσφερόμενης αξίας των υπηρεσιών προς το εγχείρημα της εμπορικής επιστροφής δειγμάτων από τον Άρη στο μέλλον. Η εμπορική επιστροφή δειγμάτων από τη Σελήνη και τον Άρη ρυθμίστηκε νομικώς στις ΗΠΑ μέσω του “United States Commercial Space Launch Competitiveness Act”, το οποίο ορίζει πως ένας ιδιωτικός οργανισμός των ΗΠΑ θα δικαιούται τα δικαιώματα ιδιοκτησίας οποιουδήποτε πόρου συλλέξει από το διάστημα, συμπεριλαμβανομένων και των δικαιωμάτων κατοχής, ιδιοκτησίας, μεταφοράς, χρήσης και πώλησης [12]. Επιπροσθέτως, τον Απρίλιο του 2020, η NASA απένειμε μέσω του προγράμματος “Next Space Technologies for Exploration Partnerships, Human Landing System” (NextSTEP-2, HLS) συμβόλαια συνολικού ύψους σχεδόν 1 δισεκατομμυρίου δολαρίων σε τρεις αμερικανικές εταιρείες, με σκοπό να τους δώσει τη δυνατότητα να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν συστήματα προσεδάφισης για την επιφάνεια της Σελήνης. Το σύστημα μιας εξ αυτών των εταιρειών θα είναι εκείνο που θα χρησιμοποιηθεί για την προσεδάφιση των αστροναυτών του προγράμματος “Artemis” στην επιφάνεια της Σελήνης έως το 2024, η οποία αποτελεί τον ενδιάμεσο σταθμό για την επερχόμενη επανδρωμένη εξερεύνηση του Άρη [13]. Παράλληλα, την 31^η Μαΐου 2020, για πρώτη φορά στην ιστορία, δύο αστροναύτες της NASA εκτοξεύτηκαν επιτυχώς από αμερικανικό έδαφος και μεταφέρθηκαν προς τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό με τη χρήση διαστημικού οχήματος που κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου από μια ιδιωτική αμερικανική εταιρεία, στο πλαίσιο του προγράμματος “Commercial Crew” [14]. Η εν λόγω εταιρεία είναι μία από τις προαναφερθείσες τρεις που αναπτύσσουν συστήματα προσεδάφισης για την επιφάνεια της Σελήνης. Τέλος, αναφορικά με την εμπλοκή ιδιωτικών οργανισμών στην εξερεύνηση της Σελήνης, αξίζει να αναφερθεί πως το 2019 διεξήχθη η πρώτη αποστολή προσεδάφισης στην επιφάνεια της Σελήνης μιας διαστημοσυσκευής που χρηματοδοτήθηκε εξ ολοκλήρου από ιδιωτικά κεφάλαια. Η διαστημοσυσκευή “Beresheet” απέτυχε να προσεδαφιστεί ομαλά και προσέκρουσε στην επιφάνεια της Σελήνης με καταστροφικό αποτέλεσμα, απελευθερώνοντας στο σημείο της πρόσκρουσης το βιολογικό υλικό των πειραμάτων που εμπεριείχε [15].

Δημοσιευμένες μελέτες έχουν διερευνήσει στο παρελθόν την εφικτότητα της αξιοποίησης αναδυόμενων ιδιωτικών συστημάτων επιστροφής δειγμάτων από τον Άρη στο πλαίσιο κάποιας κυβερνητικής αποστολής [16], καθώς και την εφικτότητα της επιχειρηματικής αξιοποίησης πολύτιμων δειγμάτων εδάφους του Άρη, μέσω της

εμπορικής επιστροφής τους στη Γη, με σκοπό την εξασφάλιση εισοδήματος για τους κατοίκους ιδιωτικών εγκαταστάσεων στον Άρη, τουλάχιστον στα πρώιμα στάδια των αποστολών εκεί [17]. Επιπροσθέτως, η επιτυχημένη λειτουργία των Mars Cube One (MarCO) CubeSats της NASA στο πλαίσιο της πρώτης διαπλανητικής αποστολής που χρησιμοποίησε ποτέ τέτοιες διαστημοσυσκευές [18] έχει αποδείξει την εφικτότητα αξιοποίησης μικρών συστημάτων για τη μη επανδρωμένη εξερεύνηση του Άρη, ανοίγοντας, πιθανώς, τον δρόμο σε αντίστοιχες μελλοντικές ιδιωτικές αποστολές εκεί. Ο τομέας τής ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα φαίνεται, τέλος, να αποτελεί τον επιθυμητό μακροπρόθεσμο στόχο ορισμένων ιδιωτικών εταιρειών που προετοιμάζονται για επανδρωμένες υποτροχιακές πτήσεις ιδιωτών [19,20] και για τουρισμό σε Χαμηλή Περίγεια Τροχιά [21,22], για συστήματα προσσελήνωσης πληρώματος [23], για επανδρωμένες περισελήνιες πτήσεις ιδιωτών [24] και για διαστημικούς σταθμούς με πλήρωμα σε τροχιά γύρω από τον Άρη [25] και στην επιφάνειά του [24]. Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον ιδιωτικών εταιρειών για την εμπλοκή τους στις επανδρωμένες αποστολές στην επιφάνεια του Άρη λαμβάνεται υπόψη και από τη σχετική οδηγία “NASA Interim Directive 8715.129” που δημοσιεύτηκε τον Ιούλιο του 2020 με σκοπό να ξεκινήσει τη διαβούλευση σχετικά με τις επερχόμενες επανδρωμένες αποστολές στον Άρη [26].

Η αναζωογόνηση και η επερχόμενη ανάπτυξη αυτής της νέας διαστημικής οικονομίας στους πρωτοποριακούς τομείς τής επιστημονικής έρευνας στο διάστημα, της εξερεύνησης του διαστήματος, της αξιοποίησης των πόρων τού διαστήματος και της ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα αναμένεται να φέρουν στο προσκήνιο σημαντικά ζητήματα πολιτικής, ιδιαίτερα στην περίπτωση των αποστολών στον πλανήτη Άρη, στην εξερεύνηση του οποίου έχουν γίνει πολύ σημαντικές κρατικές επενδύσεις τις τελευταίες δεκαετίες.

2.2 Αστροβιολογία και αναζήτηση ζωής στον Άρη

Η αστροβιολογία (astrobiology) είναι η επιστήμη που μελετά τη ζωή στο σύμπαν. Διερευνά τις συνθήκες που είναι απαραίτητες για να εμφανιστεί και να εδραιωθεί η ζωή, την απαρχή τής ζωής, τους τρόπους με τους οποίους η ζωή έχει

εξελιχθεί και έχει προσαρμοστεί σε ένα μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών στη Γη, την ύπαρξη ζωής πέρα από τη Γη, την κατοικησιμότητα (habitability) των πλανητικών περιβαλλόντων πέρα από τη Γη, καθώς και το μέλλον της ζωής στη Γη και πέρα από αυτήν. Η αστροβιολογία είναι ένα διεπιστημονικό πεδίο και απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση που υπερβαίνει τους ατομικούς επιστημονικούς τομείς στους οποίους βασίζεται, δηλαδή τη φυσική, τη χημεία, τη βιολογία, την αστρονομία, τη γεωλογία, την πλανητική επιστήμη, τη μικροβιολογία, την ατμοσφαιρική επιστήμη και την ωκεανογραφία. Εξαιτίας της σημασίας του αντικειμένου που μελετά, η αστροβιολογία δύναται να έχει και ευρύτερες επιπτώσεις σε άλλους τομείς, όπως είναι, για παράδειγμα, η ηθική, μιας και καλείται να απαντήσει ερωτήματα με εξαιρετικό ενδιαφέρον για την ανθρωπότητα [27].

Προς το παρόν, δεν έχει ανακαλυφθεί ζωή εκτός Γης, αν και η επιστημονική βιβλιογραφία εμπλουτίζεται τακτικά με νέα δεδομένα που υποδεικνύουν ότι θα μπορούσε δυνητικά να υπάρξει ζωή σε άλλους πλανήτες και στα φεγγάρια τους [27]. Ένας πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος ο οποίος έχει κρατήσει για αρκετές δεκαετίες τεταμένο το επιστημονικό ενδιαφέρον για την πιθανότητα ύπαρξης ζωής εκεί είναι ο Άρης [28]. Η πρώτη επιτυχημένη αποστολή αναζήτησης ζωής στον Άρη ήταν η αποστολή προσεδάφησης “Viking” της NASA του 1976 [28]. Μιας και οι περισσότεροι επιστήμονες θεωρούσαν πως η πιθανή αρειανή ζωή θα περιοριζόταν σε μικροβιακούς οργανισμούς μέσα στο έδαφος του πλανήτη, οι επιστημονικές συσκευές με τις οποίες ήταν εξοπλισμένη η αποστολή αυτή, όπως, για παράδειγμα, το όργανο αέριας χρωματογραφίας - φασματομετρίας μάζας (gas chromatograph - mass spectrometer, GCMS), αποσκοπούσαν στον εντοπισμό οργανικών ενώσεων στο χώμα του πλανήτη [29]. Αρχικά, η ομάδα του οργάνου GCMS ανέφερε πως δεν είχαν εντοπιστεί οργανικές ενώσεις σε συγκέντρωση μεγαλύτερη του 1ppm στα δείγματα χώματος που είχαν αναλυθεί [30], γεγονός το οποίο δημιούργησε απαισιοδοξία σχετικά με την ύπαρξη μικροβιακών οργανισμών μέσα στα δείγματα αυτά [29]. Εντούτοις, αυτό το συμπέρασμα αργότερα επανεξετάστηκε και αμφισβητήθηκε [31]. Μάλιστα, μια επόμενη ανάλυση δειγμάτων πετρωμάτων και χώματος ιζηματικής προέλευσης από το όργανο “Sample Analysis at Mars”, με το οποίο είναι εξοπλισμένο το τροχοφόρο ρομποτικό όχημα “Curiosity” της NASA, έδειξε την ύπαρξη τόσο σουλφονωμένων [32] όσο και χλωριωμένων [33] οργανικών ενώσεων σε εξαιρετικά μικρές συγκεντρώσεις.

Εκτός από το όργανο GCMS, τα δύο ρομποτικά οχήματα της αποστολής “Viking” ήταν επίσης εξοπλισμένα με συστήματα για την εκτέλεση τριών πειραμάτων που αποσκοπούσαν στον εντοπισμό διαφόρων ειδών μεταβολικής δραστηριότητας που θα μπορούσε να προκληθεί από πιθανή μικροβιακή ζωή στα δείγματα χώματος του πλανήτη [29]. Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο από τα πειράματα, το πείραμα Ανταλλαγής Αερίων (Gas Exchange, GEx), αποσκοπούσε στην περιοδική μέτρηση της σύστασης και της ποσότητας των αερίων στο υπερκείμενο τμήμα ενός κλειστού θαλάμου, μέσω της χρήσης ενός οργάνου αέριας χρωματογραφίας. Για την εκτέλεση αυτού του πειράματος, στον κλειστό θάλαμο της διάταξης εισερχόταν δείγμα αρειανού χώματος, το οποίο ερχόταν αργότερα σε επαφή με νερό και θρεπτικά στοιχεία, με τις λεπτομέρειες που όριζε συγκεκριμένο πειραματικό πρωτόκολλο. Ο στόχος τού πειράματος ήταν να παρατηρηθεί κάποια πιθανή μεταβολή σε συγκεντρώσεις αερίων που να σχετίζεται με την ύπαρξη μεταβολικής δραστηριότητας μικροοργανισμών στα δείγματα χώματος [34]. Το δεύτερο από τα πειράματα, το πείραμα Σεσημασμένης Έκλυσης (Labeled Release, LR), αποσκοπούσε στην ανίχνευση έκλυσης $^{14}\text{CO}_2$, ή άλλων αερίων ενώσεων του ^{14}C , στο υπερκείμενο τμήμα ενός κλειστού θαλάμου, μέσω της χρήσης ενός ανιχνευτή τού συγκεκριμένου ισοτόπου. Για την εκτέλεση αυτού του πειράματος, στον κλειστό θάλαμο της διάταξης εισερχόταν δείγμα αρειανού χώματος, το οποίο ερχόταν αργότερα σε επαφή με μια πολύ μικρή ποσότητα ενός εξαιρετικά αραιού διαλύματος νερού και πέντε διαφορετικών οργανικών ενώσεων του ^{14}C . Ο στόχος τού πειράματος ήταν να ανιχνευτούν πιθανές αέριες οργανικές ενώσεις τού ^{14}C που θα μπορούσαν να έχουν προέλθει από τον μεταβολισμό κάποιας ή κάποιων από τις προαναφερθείσες οργανικές ενώσεις που περιείχε το διάλυμα από πιθανούς μικροοργανισμούς [35]. Το τρίτο και τελευταίο από τα πειράματα, το πείραμα Πυρολυτικής Έκλυσης (Pyrolytic Release, PR), αποσκοπούσε στην εξακρίβωση της δέσμευσης σε δείγμα αρειανού χώματος άνθρακα με προέλευση από σεσημασμένα αέρια $^{14}\text{CO}_2$ και ^{14}CO , μέσω της χρήσης ενός ανιχνευτή τού συγκεκριμένου ισοτόπου. Για την εκτέλεση αυτού του πειράματος, στον κλειστό θάλαμο της διάταξης εισερχόταν δείγμα αρειανού χώματος. Έπειτα, στον θάλαμο εισερχόταν μείγμα αερίων $^{14}\text{CO}_2$ και ^{14}CO σε συγκεντρώσεις αντίστοιχες με αυτές της αρειανής ατμόσφαιρας, αλλά και νερό. Μια πηγή φωτός εντός τού θαλάμου εξέπεμπε φως προκειμένου να προκαλέσει την ενεργοποίηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας πιθανών μικροοργανισμών στο δείγμα αρειανού χώματος, η οποία θα οδηγούσε σε δέσμευση του άνθρακα από τα σεσημασμένα αέρια

σε οργανικά μόρια. Έπειτα, στο δείγμα αρειανού χώματος εφαρμοζόταν μια διεργασία πυρόλυσης. Ο στόχος ήταν να ανιχνευτεί στα προϊόντα αυτής της πυρόλυσης ^{14}C που θα μπορούσε να έχει προέλθει από τον μεταβολισμό του αρχικού μείγματος σεσημασμένων αερίων από πιθανούς μικροοργανισμούς [36].

Παρ' όλα αυτά, οι αναλύσεις των αποτελεσμάτων αυτών των πειραμάτων σε συνδυασμό με τους τεχνολογικούς περιορισμούς των επιστημονικών οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν δεν κατάφεραν να οδηγήσουν σε σαφή συμπεράσματα σχετικά με την ύπαρξη οργανικών ενώσεων στον Άρη. Αυτή η αδυναμία των συστημάτων τής αποστολής "Viking" να εξακριβώσουν την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη έστρεψε τόσο τη NASA όσο και την ESA στον επαναπροσδιορισμό των στόχων των μετέπειτα αποστολών εξερεύνησης και στην εστίασή τους στη διερεύνηση της παρελθοντικής κατοικησιμότητας του Άρη [28].

Μείζονος σημασίας για την παρελθοντική κατοικησιμότητα του Άρη θεωρήθηκε από τις διαστημικές αποστολές εξερεύνησης που ακολούθησαν την αποστολή "Viking" η ύπαρξη νερού. Ήδη από το 1999, δημοσιευμένα αποτελέσματα από αναλύσεις δεδομένων τής αποστολής "Mars Global Surveyor" υπέδειξαν πλήθος γεωμορφολογικών σχηματισμών, η ύπαρξη των οποίων οφειλόταν στη δραστηριότητα παρελθοντικών σωμάτων νερού σε υγρή μορφή [37-38]. Λίγα χρόνια αργότερα, η ανάλυση των δεδομένων του οργάνου Φασματοσκοπίας Νετρονίων (Neutron Spectrometer) της αποστολής "Mars Odyssey" οδήγησε στη δημοσίευση αποτελεσμάτων που υπέδειξαν την πιθανή ύπαρξη πάγου νερού κάτω από το αρειανό χώμα, σε βάθος μερικών δεκάδων εκατοστών από την επιφάνεια του πλανήτη [39]. Επιπλέον, αποτελέσματα από αναλύσεις δεδομένων τής αποστολής "Mars Express" και του τροχοφόρου ρομποτικού οχήματος "Mars Exploration Rover Opportunity" που δημοσιεύθηκαν παράλληλα το 2005 υπέδειξαν την ύπαρξη ένυδρων θεικών αλάτων, π.χ. κιζερίτη και γύψου [40], καθώς και ιζηματογενών πετρωμάτων [41], αντίστοιχα. Η ύπαρξη πάγου νερού επιβεβαιώθηκε από το όχημα προσεδάφησης της αποστολής "Phoenix" το 2008, το οποίο αποκάλυψε με τον ρομποτικό του βραχίονα ένα στρώμα πάγου κάτω από το αρειανό χώμα τής περιοχής μελέτης, σε βάθος μεταξύ 5 και 18 εκατοστών από την επιφάνεια του πλανήτη. Δημοσιευμένα αποτελέσματα από αναλύσεις δεδομένων αυτής της αποστολής, μάλιστα, υποδεικνύουν την εμφάνιση χιονόπτωσης και συσσώρευσης παγετού στην επιφάνεια της περιοχής μελέτης κατά τη διάρκεια της νύχτας, καθώς και μια διαρκή

φυσικοχημική αλληλεπίδραση του αρειανού χώματος με πάγο και ατμό νερού. Τα άλατα και τα ορυκτά που εντοπίστηκαν στο αρειανό χώμα της περιοχής μελέτης υποτέθηκε πως πιθανότατα χρειάστηκαν την παρουσία νερού σε υγρή μορφή για τον σχηματισμό τους στο πρόσφατο παρελθόν [42]. Οι προαναφερθείσες παρατηρήσεις οδήγησαν στο συμπέρασμα πως ο Άρης διέθετε στο παρελθόν μεγάλες ποσότητες νερού σε υγρή μορφή, το οποίο αποτελεί αναγκαία συνθήκη για τη ζωή, τουλάχιστον για οργανισμούς βασισμένους στη βιοχημεία που γνωρίζουμε από τη γήινη ζωή [43].

Αν και, όπως αναφέρθηκε, μεγάλες ποσότητες νερού σε υγρή μορφή υπήρχαν στην επιφάνεια του Άρη στο παρελθόν, οι παρούσες συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και πίεσης στην επιφάνεια του πλανήτη είναι τέτοιες που καθιστούν την ύπαρξη επιφανειακού νερού σε υγρή μορφή εξαιρετικά ασταθή [28]. Αποτελέσματα που δημοσιεύθηκαν το 2015, μετά από την ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας ατμόσφαιρας και εδάφους που συλλέχθηκαν από το τροχοφόρο ρομποτικό όχημα “Curiosity”, υπέδειξαν τον παροδικό σχηματισμό υγρής άλμης στα ανώτερα 5 εκατοστά του εδάφους του Κρατήρα Gale κατά τη διάρκεια της νύχτας, η οποία όμως εξατμίζεται με την ανατολή του ήλιου [44]. Η ύπαρξη νερού σε υγρή μορφή στη βάση των πάγων του Βόρειου και Νότιου Πόλου του Άρη είχε υποτεθεί αλλά δεν είχε παρατηρηθεί. Προσφάτως, το 2018, δημοσιευμένα αποτελέσματα ανάλυσης των δεδομένων του οργάνου MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding) της αποστολής “Mars Express” υπέδειξαν την ύπαρξη παγιδευμένου νερού σε υγρή μορφή περίπου 1500 μέτρα κάτω από τους πάγους του Νότιου Πόλου του πλανήτη [45].

Τα ιδιαίτερα ενθαρρυντικά ευρήματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω έχουν εντείνει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για περαιτέρω διερεύνηση. Δύο επερχόμενες αποστολές, η αποστολή “Mars 2020” της NASA και η αποστολή “ExoMars 2020” της ESA, αναμένεται να συνεισφέρουν σημαντικά στην αστροβιολογική εξερεύνηση του πλανήτη. Συγκεκριμένα, η αποστολή “ExoMars 2020” αποσκοπεί κυρίως στην ανακάλυψη ιχνών παρελθοντικής ζωής, χωρίς όμως να αποκλείεται και η πιθανότητα υπάρχουσας ζωής. Σύμφωνα με την επιστημονική στρατηγική της αποστολής που έχει λάβει υπόψη τα ευρήματα των περασμένων ετών, το τροχοφόρο ρομποτικό όχημα της αποστολής έχει εξοπλιστεί με ένα τρυπάνι 2 μέτρων, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για τη λήψη δειγμάτων ιζήματος και οργανικών

ενώσεων από το υπέδαφος, με σκοπό να μελετηθεί υλικό που έχει προστατευθεί από την ακτινοβολία που βομβαρδίζει διαρκώς την επιφάνεια του πλανήτη. Παράλληλα, η αποστολή “Mars 2020” θα αποτελέσει το πρώτο βήμα για την επιστροφή δειγμάτων από τον Άρη στη Γη, με σκοπό το επιστρεφόμενο υλικό να μελετηθεί για πρώτη φορά από κατάλληλα εξοπλισμένα εργαστήρια στη Γη. Σύμφωνα με την επιστημονική στρατηγική αυτής της αποστολής, τα επιστημονικά όργανα του σχετικού τροχοφόρου ρομποτικού οχήματος θα χρησιμοποιηθούν για τον χαρακτηρισμό της χημικής και ορυκτολογικής σύστασης των επιφανειακών πετρωμάτων και για την εξακρίβωση της ύπαρξης οργανικών ενώσεων, έτσι ώστε να υποβοηθηθεί η διαδικασία επιλογής δειγμάτων προς επιστροφή. Τα επιλεγμένα δείγματα θα ληφθούν από βάθος μερικών εκατοστών από την αρειανή επιφάνεια και θα αποθηκευθούν κατάλληλα, ενώ ήδη σχεδιάζεται μια επόμενη αποστολή που θα τα συλλέξει και θα τα επιστρέψει πίσω στη Γη για περαιτέρω ανάλυση [46].

Όπως προαναφέρθηκε, οι αποστολές “Mars 2020” και “ExoMars 2020” αποσκοπούν κυρίως στην αναζήτηση ενδείξεων ύπαρξης παρελθοντικής ζωής και στη διερεύνηση της παρελθοντικής κατοικησιμότητας του Άρη [28]. Εντούτοις, τα τροχοφόρα ρομποτικά οχήματα αυτών των αποστολών θα αποφύγουν να εξετάσουν περιοχές που θα μπορούσαν να φιλοξενούν ζωή αυτήν τη στιγμή [47]. Προς το παρόν, βέβαια, δεν έχουν εξακριβωθεί με βεβαιότητα περιοχές στις οποίες θα μπορούσαν να επιβιώνουν ακόμη αρειανοί μικροοργανισμοί. Οι περιοχές στις οποίες οι γήινοι οργανισμοί θα μπορούσαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν και οι περιοχές με μεγάλη πιθανότητα να φιλοξενούν αρειανές μορφές ζωής αυτήν τη στιγμή ονομάζονται Ιδιαίτερες Περιοχές (Special Regions). Για τον καθορισμό μιας Ιδιαίτερης Περιοχής θα πρέπει κατ’ ελάχιστον να ικανοποιούνται ταυτόχρονα οι εξής βασικές περιβαλλοντικές συνθήκες που έχουν προκύψει από εκτενείς μελέτες σε γήινους μικροοργανισμούς, μετά από την προσθήκη ενός διαστήματος ασφαλείας χάριν συντηρητικής προσέγγισης: η θερμοκρασία του περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον -28°C , ενώ ο δείκτης ενεργότητας του νερού (water activity, a_w , με εύρος τιμών 0-1), δηλαδή το επίπεδο του διαθέσιμου και μη δεσμευμένου νερού στο υπόστρωμα, θα πρέπει να έχει τιμή μεγαλύτερη από 0,5. Αυτήν τη στιγμή, δεν έχουν βρεθεί ακόμη με βεβαιότητα περιοχές στις οποίες αυτές οι παράμετροι να ικανοποιούνται ταυτόχρονα [48-51].

Ο λόγος για τον οποίον κανένα τροχοφόρο ρομποτικό όχημα από την αποστολή “Viking” μέχρι σήμερα δεν έχει προσεγγίσει τέτοιες περιοχές για να διερευνήσει την ύπαρξη ζωής εκεί, αλλά και ο λόγος για τον οποίον ούτε και τα οχήματα των επερχόμενων αποστολών “ExoMars 2020” και “Mars 2020” θα διεξάγουν τέτοιου τύπου έρευνα, είναι το γεγονός ότι η εξερεύνηση των Ιδιαίτερων Περιοχών προαπαιτεί την αυστηρή τήρηση ορισμένων τεχνικών προδιαγραφών που αφορούν στην «Προστασία των Πλανητών» και θα συζητηθούν στην επόμενη υποενότητα.

2.3 Πολιτική Προστασίας των Πλανητών και η περίπτωση του Άρη

Η επιτόπια εξερεύνηση των ουρανίων σωμάτων του ηλιακού μας συστήματος με προσεδαφισμένες διαστημοσυσσκευές για την εύρεση περιοχών στις οποίες η γήινη ζωή θα μπορούσε να επιβιώσει και να αναπαραχθεί ελλοχεύει τον κίνδυνο της διασποράς γήινων μικροοργανισμών σε αυτά τα περιβάλλοντα μέσω των εν λόγω διαστημοσυσσκευών, εκτός κι αν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα που θα παρεμποδίσουν κάτι τέτοιο. Με τον όρο «Προστασία των Πλανητών» (Planetary Protection) αναφέρεται το σύνολο των μέτρων, των πολιτικών, των πρακτικών και των τεχνικών που αποσκοπούν στην αποφυγή της επιμόλυνσης των ουρανίων σωμάτων με βιολογικό υλικό από τη Γη, αλλά και στην αποφυγή της επιμόλυνσης της βιόσφαιρας της Γης με πιθανό εξωγήινο βιολογικό υλικό [52].

Η επιμόλυνση των ουρανίων σωμάτων με βιολογικό υλικό από τη Γη ονομάζεται «ευθεία επιμόλυνση» (forward contamination). Η μεταφορά και η εναπόθεση στα άλλα ουράνια σώματα οργανικού υλικού ή γήινων μικροοργανισμών που θα ήταν δυνατόν να επιβιώσουν για μεγάλες χρονικές περιόδους στην αδρανή μορφή τους θα μπορούσε να ριψοκινδυνεύσει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των επιστημονικών αποστολών αναζήτησης ζωής εκτός Γης, εισάγοντας σφάλματα ερμηνείας. Τα σφάλματα αυτά θα μπορούσαν να οδηγήσουν είτε σε ψευδώς θετικά αποτελέσματα, δηλαδή στην ερμηνεία της επιμόλυνσης των επιστημονικών οργάνων ή των δειγμάτων μελέτης από γήινο βιολογικό υλικό ως ανακάλυψης αρειανής ζωής,

είτε σε ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα, δηλαδή στην ερμηνεία της ανακάλυψης πραγματικών ιχνών αρειανής ζωής ως απλής επιμόλυνσης των επιστημονικών οργάνων ή των δειγμάτων μελέτης από γήινο βιολογικό υλικό. Όπως γίνεται κατανοητό από τα προηγούμενα, η ευθεία επιμόλυνση αποτελεί πρόβλημα για την Προστασία των Πλανητών μόνο στον βαθμό που οι γήινοι οργανισμοί και οι οργανικές ενώσεις που μεταφέρονται από την εκάστοτε διαστημοσυσκευή δύνανται να παρεμποδίσουν την επιστημονική εξερεύνηση ή άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες σε κάποιο ουράνιο σώμα τού ηλιακού μας συστήματος, π.χ. σε κάποιον αστεροειδή, κομήτη, φυσικό δορυφόρο κτλ. Οι γενικές περιβαλλοντικές συνθήκες που είναι γνωστό πως επικρατούν στην πλειονότητα των ουρανίων σωμάτων τού ηλιακού μας συστήματος, δηλαδή η απουσία ατμόσφαιρας και νερού και τα υψηλά επίπεδα ιονίζουσας ακτινοβολίας, είναι τέτοιες που δεν ευνοούν την ανάπτυξη καμίας μορφής γήινης ζωής. Γι' αυτόν τον λόγο, οι διαστημοσυσκευές που επισκέπτονται αυτά τα αφιλόξενα ουράνια σώματα δεν υπόκεινται σε ελέγχους για την αποφυγή της μεταφοράς βιολογικού υλικού από τη Γη προς τα εκεί. Προς το παρόν, μόνο τρία ουράνια σώματα του ηλιακού μας συστήματος πληρούν τις συνθήκες για την υποβολή των διαστημοσυσκευών που τα επισκέπτονται σε αυστηρούς ελέγχους Προστασίας των Πλανητών: ο Άρης, η Ευρώπη και ο Εγκέλαδος [53].

Από την άλλη, η επιμόλυνση της γήινης βιόσφαιρας με πιθανό εξωγήινο βιολογικό υλικό ονομάζεται «αντίστροφη επιμόλυνση» (backward contamination). Η ανησυχία για την προστασία της Γης από αυτόν τον κίνδυνο είναι, μάλιστα, πολύ μεγαλύτερη από την ανησυχία για την προστασία των άλλων ουρανίων σωμάτων από την ευθεία επιμόλυνση. Αυτός ο κίνδυνος αφορά σε διαστημοσυσκευές που όχι μόνο επισκέπτονται άλλα ουράνια σώματα αλλά επιστρέφουν κιόλας στη Γη, φέρνοντας μαζί τους εξωγήινο υλικό, είτε εκούσια είτε ακούσια μετά από την επαφή τους με κάποιο εξωγήινο περιβάλλον. Προκειμένου να προστατευθεί το γήινο περιβάλλον και όλοι οι γήινοι οργανισμοί από την απελευθέρωση εξωγήινων οργανισμών που λειτουργούν σύμφωνα με βιοχημικές διεργασίες συμβατές με τις γήινες περιβαλλοντικές συνθήκες, οι αποστολές που επιστρέφουν από δυνητικώς κατοικήσιμα ουράνια σώματα -και μόνον αυτές- υπόκεινται σε αυστηρούς περιορισμούς. Χάριν συντηρητικής αντιμετώπισης, η πιθανή εξωγήινη ζωή που μπορεί να επιστρέψει στη Γη μέσα σε υλικό από δυνητικώς κατοικήσιμα ουράνια σώματα θεωρείται βιολογικώς επικίνδυνη μέχρι να αποδειχθεί με πειραματικό τρόπο

το αντίθετο. Προς το παρόν, μόνο τρία ουράνια σώματα του ηλιακού μας συστήματος θεωρούνται δυνητικώς κατοικήσιμα: ο Άρης, η Ευρώπη και ο Εγκέλαδος. Μέχρις ότου να εξακριβωθούν κι άλλα ουράνια σώματα που θα μπορούσαν να φιλοξενούν ζωή συμβατή με τις περιβαλλοντικές συνθήκες τής Γης, οι διαστημοσυσσκευές που επιστρέφουν από όλα τα ουράνια σώματα εκτός των τριών προαναφερθέντων δεν υπόκεινται σε ελέγχους για την αποφυγή τής μεταφοράς πιθανού βιολογικού υλικού από εκεί προς τη Γη [53].

Το σύνολο των διεθνώς αποδεκτών κατευθυντήριων οδηγιών για την τήρηση των μέτρων Προστασίας των Πλανητών αποτυπώνεται αναλυτικά στη σχετική «Πολιτική Προστασίας των Πλανητών» που διατηρεί ο επιστημονικός οργανισμός COSPAR (Committee On Space Research) του International Council for Science [50]. Αν και ο COSPAR είναι επιφορτισμένος με τη χάραξη και την προώθηση αυτής της ενδεικτικής «Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών» ως σημείου αναφοράς για την καθοδήγηση των ενδιαφερόμενων φορέων και κρατών, η ισχύς αυτής της πολιτικής αντλείται κατά βάση από το διεθνές δίκαιο. Η Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα του 1967, ή ορθότερα η «Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών επί των αρχών που διέπουν τις δραστηριότητες των κρατών κατά την εξερεύνηση και χρήση του Εξωατμοσφαιρικού Διαστήματος, συμπεριλαμβανομένης της Σελήνης και των άλλων ουρανίων σωμάτων» (“Outer Space Treaty” ή “United Nations Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies”), είναι η κύρια διεθνής συνθήκη που καθορίζει την ορθή συμπεριφορά των Κρατών Μελών που την έχουν κυρώσει αναφορικά με την εξερεύνηση και τη χρήση τού εξωατμοσφαιρικού διαστήματος. Αυτήν τη στιγμή, περισσότερα από 100 κράτη έχουν κυρώσει αυτήν τη Συνθήκη, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται και όλα τα κράτη που εμπλέκονται ή ενδιαφέρονται να εμπλακούν σε δραστηριότητες εξερεύνησης του διαστήματος [54].

Το κύριο άρθρο τής «Συνθήκης για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα» που παραπέμπει στο ζήτημα της Προστασίας των Πλανητών είναι το Άρθρο ΙΧ, το οποίο ορίζει, μεταξύ άλλων, πως «τα Κράτη Μέλη τής Συνθήκης θα πρέπει να επιδιώκουν τη μελέτη τού εξωατμοσφαιρικού διαστήματος, συμπεριλαμβανομένης τής Σελήνης και των άλλων ουρανίων σωμάτων, και να διεξάγουν την εξερεύνηση αυτών με τρόπο που να αποφεύγεται η επιζήμια επιμόλυνσή τους, καθώς και οι δυσμενείς επιπτώσεις

στο περιβάλλον της Γης που δύνανται να προκληθούν από την εισδοχή εξωγήινου υλικού, και, όπου είναι απαραίτητο, θα πρέπει να υιοθετούν κατάλληλα μέτρα για αυτόν τον σκοπό» [54]. Η Πολιτική Προστασίας των Πλανητών του COSPAR συνεισφέρει στη συμμόρφωση των κρατών με αυτό το άρθρο, παρέχοντας καθοδήγηση για την αποφυγή της ευθείας επιμόλυνσης ως έκφανσης της επιζήμιας επιμόλυνσης των ουρανίων σωμάτων και της αντίστροφης επιμόλυνσης ως έκφανσης των δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον της Γης.

Το Άρθρο VI εμπεριέχει επίσης σημαντικές υποχρεώσεις των Κρατών Μελών αναφορικά με την Προστασία των Πλανητών, καθώς ορίζει, μεταξύ άλλων, πως «τα Κράτη Μέλη της Συνθήκης θα πρέπει να φέρουν τη διεθνή ευθύνη για τις εθνικές τους δραστηριότητες στο εξωατμοσφαιρικό διάστημα, συμπεριλαμβανομένης της Σελήνης και των άλλων ουρανίων σωμάτων, είτε αυτές οι δραστηριότητες διεξάγονται από κυβερνητικές υπηρεσίες είτε από μη κυβερνητικές οντότητες». Επιπλέον, ορίζει πως τα Κράτη Μέλη θα πρέπει να εξασφαλίσουν ότι «οι δραστηριότητες των μη κυβερνητικών οντοτήτων στο εξωατμοσφαιρικό διάστημα, συμπεριλαμβανομένης της Σελήνης και των άλλων ουρανίων σωμάτων, θα προαπαιτούν την έγκριση και τη διαρκή επίβλεψη του κατάλληλου Κράτους Μέλους της Συνθήκης» [54]. Τονίζεται, δηλαδή, πως τα Κράτη Μέλη επωμίζονται σε εθνικό επίπεδο την ευθύνη της ευθυγράμμισης με τις προτροπές της διεθνούς Συνθήκης και της εγκαθίδρυσης των κατάλληλων διαδικασιών για την έγκριση και τη διαρκή επίβλεψη των δραστηριοτήτων ακόμη και των μη κρατικών φορέων τους.

Η Ελλάδα κύρωσε αυτήν τη Συνθήκη στις 3 Οκτωβρίου 1970 (ν.δ. 670/1970, Α' 208). Στις 22 Δεκεμβρίου 2017, δημοσιεύθηκε στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας ο Νόμος 4508/2017 με τίτλο: «Αδειοδότηση διαστημικών δραστηριοτήτων - Καταχώριση στο Εθνικό Μητρώο Διαστημικών Αντικειμένων - Ίδρυση Ελληνικού Διαστημικού Οργανισμού και λοιπές διατάξεις». Σύμφωνα με τον Νόμο 4508/2017, απαραίτητοι όροι για την αδειοδότηση μιας διαστημικής δραστηριότητας στην Ελλάδα είναι, μεταξύ άλλων, η διαστημική δραστηριότητα να μην έρχεται «σε αντίθεση με τις υποχρεώσεις της Ελλάδας σύμφωνα με το διεθνές δίκαιο» και να μην προκαλεί «μόλυνση του Διαστήματος ή των ουρανίων σωμάτων ή δυσμενείς αλλαγές στο περιβάλλον». Προκύπτει, δηλαδή, πως έχουν ενσωματωθεί ρητά στο ελληνικό διαστημικό δίκαιο όροι που αφορούν στο

ζήτημα της Προστασίας των Πλανητών και αποσκοπούν στο να αποτρέψουν τόσο την ευθεία επιμόλυνση όσο και την αντίστροφη επιμόλυνση.

Το υπόδειγμα των κατευθυντήριων οδηγιών της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών του COSPAR ήταν, στην αρχή, διαφορετικό από το ισχύον, καθώς η προσέγγιση αυτής της πολιτικής αξιολογείται και ανανεώνεται με διεθνή συναίνεση κάθε φορά που νέα επιστημονικά δεδομένα έρχονται στο φως. Αρχικά, η προσέγγιση αυτή ήταν πιθανοκρατική. Σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση, το επίπεδο μείωσης του μικροβιακού φορτίου κάθε διαστημοσυσκευής που προοριζόταν για προσεδάφιση σε κάποιο ουράνιο σώμα ή ακόμη και για διεϊσδυση στην ατμόσφαιρά του θα έπρεπε να ήταν τέτοιο που η πιθανότητα ύπαρξης ενός μοναδικού βιώσιμου μικροοργανισμού πάνω σε ολόκληρη τη διαστημοσυσκευή θα έπρεπε να ήταν μικρότερη από 10^{-4} . Επιπλέον, υπήρχε πολύ πιο αυστηρό όριο επιτρεπτού μικροβιακού φορτίου για την περίπτωση της ακούσιας πρόσκρουσης σε κάποιο ουράνιο σώμα μιας διαστημοσυσκευής που προοριζόταν κανονικά για τροχιά προσέγγισης αυτού του σώματος ή για δορυφορική τροχιά γύρω από αυτό, χωρίς να έχει προηγουμένως υποστεί μείωση μικροβιακού φορτίου. Η βασική αρχή αυτής της πιθανοκρατικής προσέγγισης ήταν η πρόταση του COSPAR να διατηρηθεί η τιμή 10^{-3} ως η μέγιστη τιμή της συνολικής πιθανότητας βιολογικής επιμόλυνσης ενός ουράνιου σώματος που αποτελούσε στόχο αστροβιολογικής εξερεύνησης, καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου της αστροβιολογικής εξερεύνησής του από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα. Αυτό το συνολικό άνω όριο που αφορούσε στο εκάστοτε ουράνιο σώμα θα έπρεπε να λαμβάνεται υπόψη από κάθε κράτος που εμπλεκόταν στην εξερεύνηση του διαστήματος [55]. Μάλιστα, χάριν αυτής της αυστηρότητας, τα δύο οχήματα προσεδάφισης της αποστολής “Viking” στον Άρη, η οποία συζητήθηκε σε προηγούμενη υποενότητα, υπέστησαν καθαρισμό σε βαθμό που το συνολικό μικροβιακό φορτίο που έφεραν στην επιφάνειά τους ήταν μικρότερο από $3 \cdot 10^5$ σπόρια βακτηρίων, ενώ ο μέσος αριθμός σπορίων βακτηρίων ανά τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειάς τους ήταν μικρότερος από 300. Η προσήλωση στη μείωση του μικροβιακού φορτίου αυτής της αποστολής ήταν τέτοια που, μετά τον καθαρισμό τους, κάθε όχημα προσεδάφισης εγκλείστηκε πλήρως σε ένα κέλυφος βιοασπίδας (bioshield) και έπειτα υπέστη μια διεργασία ξηράς αποστείρωσης στους $111,7^{\circ}\text{C}$ για 30 ώρες [56].

Η αλλαγή υποδείγματος της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών του COSPAR συνέβη το 1984. Το νέο υπόδειγμα δεν βασιζόταν πλέον σε πιθανοκρατικές προδιαγραφές. Αντίθετα, παρείχε έναν ευέλικτο τρόπο αντιστοίχισης προδιαγραφών Προστασίας των Πλανητών σε συγκεκριμένους συνδυασμούς διαστημικών αποστολών και ουρανίων σωμάτων προς εξερεύνηση, με στόχο, βεβαίως, την αποφυγή διακινδύνευσης της αστροβιολογικής εξερεύνησης, στο παρόν και στο μέλλον. Αυτό το νέο υπόδειγμα για πρώτη φορά αντιμετώπιζε και τον κίνδυνο της αντίστροφης επιμόλυνσης από την επιστροφή ρομποτικών διαστημοσκευών στη Γη, ενώ η επικαιροποίησή του το 2008 αντιμετώπιζε για πρώτη φορά και τους κινδύνους ευθείας και αντίστροφης επιμόλυνσης από επανδρωμένες αποστολές. Η τρέχουσα μορφή της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών του COSPAR του 2017 έχει προκύψει από τις συχνές ενημερώσεις και επικαιροποιήσεις των κειμένων που ακολούθησαν αυτό το νέο υπόδειγμα [57].

Στην τρέχουσα μορφή της [50], η Πολιτική Προστασίας των Πλανητών του COSPAR διακρίνει συνολικά πέντε κατηγορίες αποστολών: τέσσερις κατηγορίες εξερχόμενων αποστολών -από τη Γη προς άλλα ουράνια σώματα- και μία κατηγορία εισερχόμενων αποστολών -από τη Γη προς άλλα ουράνια σώματα και πάλι πίσω στη Γη-. Οι εξερχόμενες αποστολές κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με το κατά πόσο το ουράνιο σώμα για το οποίο προορίζεται η κάθε αποστολή έχει ενδιαφέρον για την επιστημονική έρευνα σχετικά με την προέλευση και την εξέλιξη της ζωής, αλλά και σύμφωνα με το επιχειρησιακό σχέδιο της εκάστοτε αποστολής.

Στην Κατηγορία I εντάσσονται διαστημικές αποστολές κάθε τύπου με προορισμό τους ουράνια σώματα που δεν έχουν κάποιο επιστημονικό ενδιαφέρον για την κατανόηση της προέλευσης και της εξέλιξης της ζωής. Η Κατηγορία I δεν απαιτεί κάποια περαιτέρω έγγραφη τεκμηρίωση ή την τήρηση άλλων τεχνικών προδιαγραφών.

Στην Κατηγορία II εντάσσονται διαστημικές αποστολές κάθε τύπου με προορισμό τους ουράνια σώματα που να μην έχουν κάποιο επιστημονικό ενδιαφέρον για την κατανόηση της προέλευσης και της εξέλιξης της ζωής αλλά είτε δεν διαθέτουν περιβάλλοντα στα οποία οι γήινοι μικροοργανισμοί θα μπορούσαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν είτε η πιθανότητα να μεταφερθούν γήινοι μικροοργανισμοί σε τέτοια περιβάλλοντα είναι πολύ μικρή. Η Κατηγορία II απαιτεί

μόνο έγγραφη τεκμηρίωση του επιχειρησιακού σχεδίου τής αποστολής και ιδιαίτερα την καταγραφή πιθανών σημείων ακούσιας ή εκούσιας πρόσκρουσης της διαστημοσυσκευής με το υπό εξέταση ουράνιο σώμα. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται αποστολές κάθε τύπου με προορισμό τους τα περισσότερα ουράνια σώματα του ηλιακού μας συστήματος. Η Σελήνη συγκαταλέγεται μεταξύ αυτών των προορισμών, με την επιπρόσθετη απαίτηση της καταλογογράφησης των οργανικών ενώσεων που εμπεριέχονται στις διαστημοσυσκευές που την επισκέπτονται.

Στην Κατηγορία III εντάσσονται διαστημικές αποστολές τύπου προσέγγισης (flyby missions) και δορυφορικής τροχιάς (orbiter missions) με προορισμό τους ουράνια σώματα που έχουν επιστημονικό ενδιαφέρον για την κατανόηση της προέλευσης και της εξέλιξης της ζωής και επίσης διαθέτουν περιβάλλοντα στα οποία οι γήινοι μικροοργανισμοί θα μπορούσαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν, με την πιθανότητα να μεταφερθούν γήινοι μικροοργανισμοί σε αυτά τα περιβάλλοντα μέσω κάποιου εύλογου μηχανισμού να είναι υπολογίσιμη. Η Κατηγορία III απαιτεί τόσο εμπειριστατωμένη έγγραφη τεκμηρίωση του επιχειρησιακού σχεδίου τής αποστολής όσο και συγκεκριμένες διαδικασίες κατά την υλοποίησή της, π.χ. κατάλληλο σχεδιασμό τροχιάς, χρήση χώρων ελεγχόμενης υψηλής καθαρότητας (cleanrooms) κατά τη συναρμολόγηση και τον δοκιμαστικό έλεγχο των διαστημοσυσκευών, ίσως και μείωση μικροβιακού φορτίου. Μολονότι οι αποστολές αυτής της κατηγορίας δεν περιλαμβάνουν εκούσιες προσκρούσεις με τα υπό εξέταση ουράνια σώματα, στην περίπτωση που υπάρχει σημαντική πιθανότητα ακούσιας πρόσκρουσης απαιτείται η καταλογογράφηση των οργανικών ενώσεων που εμπεριέχονται στις εκάστοτε διαστημοσυσκευές. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται αποστολές τύπου προσέγγισης και δορυφορικής τροχιάς με προορισμό τους τον Άρη, την Ευρώπη και τον Εγκέλαδο, προς το παρόν.

Στην Κατηγορία IV εντάσσονται διαστημικές αποστολές τύπου βολιστήρα (probe missions) και προσεδάφισης (lander missions) με προορισμό τους ουράνια σώματα που έχουν επιστημονικό ενδιαφέρον για την κατανόηση της προέλευσης και της εξέλιξης της ζωής και επίσης διαθέτουν περιβάλλοντα στα οποία οι γήινοι μικροοργανισμοί θα μπορούσαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν, με την πιθανότητα να μεταφερθούν γήινοι μικροοργανισμοί σε αυτά τα περιβάλλοντα μέσω κάποιου εύλογου μηχανισμού να είναι υπολογίσιμη. Η Κατηγορία IV χαρακτηρίζεται από αυστηρότερες απαιτήσεις από εκείνες της Κατηγορίας III. Πρώτον, απαιτεί

εξαιρετικά εμπειριστατωμένη έγγραφη τεκμηρίωση όλων των σταδίων της αποστολής, π.χ. βιολογικό προσδιορισμό για την απαρίθμηση του μικροβιακού φορτίου, ανάλυση της πιθανότητας επιμόλυνσης και καταλογογράφηση των οργανικών ενώσεων που εμπεριέχονται στις εκάστοτε διαστημοσυσκευές. Δεύτερον, απαιτεί μεγαλύτερο αριθμό συγκεκριμένων διαδικασιών κατά την υλοποίηση της αποστολής, π.χ. κατάλληλο σχεδιασμό τροχιάς, χρήση χώρων ελεγχόμενης υψηλής καθαρότητας, μείωση μικροβιακού φορτίου, πιθανή αποστείρωση του εξοπλισμού που θα έρθει σε άμεση επαφή με την επιφάνεια του ουράνιου σώματος, αλλά και χρήση βιοασπίδας για τον εγκλεισμό αυτού του εξοπλισμού. Οι τεχνικές προδιαγραφές που απαιτούνται σε αυτήν την κατηγορία είναι γενικά παρόμοιες με αυτές που εφαρμόστηκαν στα οχήματα της αποστολής “Viking”, με εξαίρεση την απαίτηση της πλήρους αποστείρωσης με χρήση βιοασπίδας για ολόκληρη τη διαστημοσυσκευή που είχε εφαρμοστεί στην περίπτωση της εν λόγω αποστολής. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται αποστολές τύπου βολιστήρα και προσεδάφισης με προορισμό τους τον Άρη, την Ευρώπη και τον Εγκέλαδο, προς το παρόν.

Όπως προαναφέρθηκε, στην Κατηγορία V εντάσσονται όλες οι εισερχόμενες διαστημικές αποστολές, δηλαδή οι αποστολές από τη Γη προς άλλα ουράνια σώματα και πάλι πίσω στη Γη. Αξίζει να τονιστεί πως ο έλεγχος των εισερχόμενων διαστημικών αποστολών αποσκοπεί στην προστασία τόσο της Γης όσο και της Σελήνης, μιας και η Σελήνη πρέπει επίσης να προφυλαχθεί από αντίστροφη επιμόλυνση προκειμένου να διατηρηθεί ως έχει η τρέχουσα κατάσταση της ελεύθερης μετακίνησης μεταξύ Γης και Σελήνης χωρίς αυστηρά μέτρα Προστασίας των Πλανητών.

Για όλες τις διαστημικές αποστολές που επιστρέφουν από ουράνια σώματα τα οποία θεωρείται από την επιστημονική κοινότητα πως δεν φιλοξενούν ενδημικές μορφές ζωής ορίζεται η υποκατηγορία «επιστροφής στη Γη χωρίς περιορισμούς» (unrestricted Earth return). Όλες οι διαστημικές αποστολές αυτής της υποκατηγορίας δεσμεύονται από τεχνικές προδιαγραφές που αφορούν μόνο στην εξερχόμενη φάση τους, δηλαδή στη φάση από τη Γη προς το ουράνιο σώμα ενδιαφέροντος, οι οποίες πρέπει να είναι σε συμφωνία με τα όσα ορίζει η κατηγορία στην οποία εμπίπτει η εξερχόμενη φάση τους με βάση τα όσα προειπώθηκαν. Συνήθως, η εξερχόμενη φάση αποστολών επιστροφής στη Γη χωρίς περιορισμούς εμπίπτει στην Κατηγορία I ή

στην Κατηγορία II. Σε αυτήν την υποκατηγορία εντάσσονται εισερχόμενες αποστολές επιστροφής από τη Σελήνη και την Αφροδίτη, προς το παρόν.

Για όλες τις διαστημικές αποστολές που επιστρέφουν από όλα τα υπόλοιπα ουράνια σώματα ορίζεται η υποκατηγορία «επιστροφής στη Γη με περιορισμούς» (restricted Earth return). Αυτή η υποκατηγορία ενέχει τις αυστηρότερες απαιτήσεις, εξαιτίας της υψηλότερης διακύβευσης από όλες τις προηγούμενες. Πρώτον, απαιτείται αδιαπραγμάτευτα η αποφυγή καταστροφικής πρόσκρουσης της διαστημοσυσκευής κατά την επιστροφή, ο βιολογικός περιορισμός (containment) καθ' όλη τη φάση επιστροφής όλου του επιστρεφόμενου εξοπλισμού που ήρθε σε άμεση επαφή με το υπό εξερεύνηση ουράνιο σώμα ή με μη αποστειρωμένο υλικό από το εν λόγω σώμα, καθώς και ο βιολογικός περιορισμός κάθε μη αποστειρωμένου δείγματος που επιστρέφεται στη Γη μετά τη συλλογή του από το υπό εξερεύνηση ουράνιο σώμα. Δεύτερον, μετά την επιστροφή δειγμάτων στη Γη, απαιτείται η έγκαιρη διενέργεια αναλύσεων, υπό συνθήκες αυστηρού βιολογικού περιορισμού, κάθε μη αποστειρωμένου δείγματος που επιστράφηκε στη Γη μετά τη συλλογή του από το εκάστοτε ουράνιο σώμα, με τη χρήση των πιο ευαίσθητων τεχνικών. Στην περίπτωση που στις αναλύσεις κάποιου δείγματος βρεθεί ένδειξη που υποδεικνύει την ύπαρξη κάποιας εξωγήινης αναπαραγόμενης μορφής ζωής, το εν λόγω δείγμα θα πρέπει να παραμείνει υπό βιολογικό περιορισμό, εκτός αν υποστεί κάποια αποτελεσματική διεργασία αποστείρωσης. Σε αυτήν την υποκατηγορία εντάσσονται εισερχόμενες αποστολές επιστροφής από τον Άρη και την Ευρώπη, προς το παρόν.

Οι περιπτώσεις των αποστολών στον Άρη, μάλιστα, έχουν λάβει ειδική αντιμετώπιση στην Πολιτική Προστασίας των Πλανητών του COSPAR, καθώς το επιστημονικό ενδιαφέρον για την αστροβιολογική του εξερεύνηση είναι σημαντικό. Έτσι, οι αποστολές Κατηγορίας IV με προορισμό τους τον Άρη διαχωρίζονται περαιτέρω στην Κατηγορία IVa, στην Κατηγορία IVb και στην Κατηγορία IVc.

Στην Κατηγορία IVa εντάσσονται οι αποστολές τύπου βολιστήρα ή προσεδάφισης των οποίων οι διαστημοσυσκευές δεν διαθέτουν επιστημονικά όργανα για την αναζήτηση υπάρχουσας αρειανής ζωής. Οι κύριες απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούν αυτές οι διαστημοσυσκευές είναι να μη φέρουν στην επιφάνειά τους συνολικό μικροβιακό φορτίο που να είναι μεγαλύτερο από $3 \cdot 10^5$ σπόρια βακτηρίων

και ο μέσος αριθμός σπορίων βακτηρίων ανά τετραγωνικό μέτρο τής επιφάνειάς τους να μην είναι μεγαλύτερος από 300.

Στην Κατηγορία IVb εντάσσονται οι αποστολές τύπου βολιστήρα ή προσεδάφισης των οποίων οι διαστημοσυσκευές αποσκοπούν στην αναζήτηση υπάρχουσας αρειανής ζωής. Οι κύριες απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούν αυτές οι διαστημοσυσκευές είναι όλες οι απαιτήσεις τής Κατηγορίας IVa, με την επιπλέον προσάρτηση μιας εκ των ακόλουθων δύο απαιτήσεων: είτε ολόκληρη η διαστημοσυσκευή θα πρέπει να υποστεί μείωση του επιφανειακού μικροβιακού φορτίου της σε βαθμό που να μην υπάρχουν περισσότερα από 30 σπόρια βακτηρίων πάνω σε αυτήν, ή σε βαθμό που να μην προκαλείται επιμόλυνση των εκάστοτε επιστημονικών οργάνων εντοπισμού ζωής, είτε μόνο τα ειδικά υποσυστήματα που θα εμπλακούν στη λήψη, στη μεταφορά και στην ανάλυση των δειγμάτων υλικού που θα χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό ζωής θα πρέπει να καθαριστούν στον βαθμό που προαναφέρθηκε, δεδομένης, όμως, σε αυτήν την περίπτωση της ύπαρξης κάποιας μεθόδου προφύλαξης των καθαρών υποσυστημάτων και των παρθένων δειγμάτων από τη βιολογική τους επιμόλυνση εξ επαφής με τα άλλα τμήματα της διαστημοσυσκευής.

Στην Κατηγορία IVc εντάσσονται οι αποστολές τύπου βολιστήρα ή προσεδάφισης των οποίων οι διαστημοσυσκευές αποσκοπούν στην εξερεύνηση των Ιδιαίτερων Περιοχών τού Άρη που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη υποενότητα, είτε περιλαμβάνουν πειράματα εντοπισμού ζωής είτε όχι. Οι κύριες απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούν αυτές οι διαστημοσυσκευές είναι, εν πρώτοις, όλες οι απαιτήσεις τής Κατηγορίας IVa. Επιπλέον, διακρίνονται δύο υποπεριπτώσεις αποστολών που επιφορτίζονται με ακόμη δύο διαφορετικές απαιτήσεις. Στην περίπτωση που η περιοχή προσεδάφισης της διαστημοσυσκευής τής αποστολής εμπεριέχεται σε κάποια Ιδιαίτερη Περιοχή, ολόκληρο το προσεδαφιζόμενο σύστημα θα πρέπει να υποστεί μείωση του επιφανειακού μικροβιακού φορτίου του σε βαθμό που να μην υπάρχουν περισσότερα από 30 σπόρια βακτηρίων πάνω σε αυτό. Στην περίπτωση που η διαστημοσυσκευή πρόκειται να προσεγγίσει κάποια Ιδιαίτερη Περιοχή μέσω οριζόντιας ή κάθετης μετακίνησης, είτε θα πρέπει ολόκληρο το προσεδαφιζόμενο σύστημα να υποστεί μείωση του επιφανειακού μικροβιακού φορτίου του σε βαθμό που να μην υπάρχουν περισσότερα από 30 σπόρια βακτηρίων πάνω σε αυτό είτε μόνο τα υποσυστήματα που θα έρθουν σε άμεση επαφή με την Ιδιαίτερη Περιοχή θα πρέπει

να καθαριστούν στον βαθμό που προαναφέρθηκε, δεδομένης, όμως, σε αυτήν την περίπτωση της ύπαρξης κάποιας μεθόδου προφύλαξης των καθαρών υποσυστημάτων από τη βιολογική τους επιμόλυνση εξ επαφής με τα άλλα τμήματα της διαστημοσυσκευής πριν την επαφή τους με την Ιδιαίτερη Περιοχή.

Παράλληλα, όλες οι περιπτώσεις αποστολών Κατηγορίας V με επιστροφή από τον Άρη πίσω στη Γη εντάσσονται στην υποκατηγορία «επιστροφής στη Γη με περιορισμούς». Η εξερχόμενη φάση αυτών των αποστολών εντάσσεται στην Κατηγορία IVb και είναι επιφορτισμένη με όλες τις σχετικές απαιτήσεις, εκτός αν υπάρξει συγκεκριμένος λόγος για να ενταχθεί σε άλλη κατηγορία. Κάθε δείγμα υλικού που έχει συλλεχθεί από τον Άρη και επιστρέφεται στη Γη θα πρέπει είτε να αποστειρωθεί με κάποια αποτελεσματική διεργασία είτε να παραμείνει υπό βιολογικό περιορισμό σε όλες τις φάσεις της αποστολής, ακόμη και μετά την επιστροφή του σε κατάλληλα εξοπλισμένο εργαστήριο στη Γη. Εξοπλισμός που ήρθε σε άμεση ή έμμεση επαφή με το περιβάλλον του Άρη δεν θα πρέπει να επιστρέφεται στη Γη, εκτός κι αν παραμένει υπό βιολογικό περιορισμό. Στην περίπτωση που επιστραφεί στη Γη μη αποστειρωμένο δείγμα από τον Άρη, κανένα τμήμα αυτού του δείγματος δεν θα πρέπει να διαμοιραστεί προτού το δείγμα υποβληθεί σε κατάλληλες διεργασίες είτε αποστείρωσης είτε εντοπισμού ζωής και εξακρίβωσης βιοεπικινδυνότητας.

Από τα προαναφερθέντα, φαίνεται πως οι αποστολές διαστημοσυσκευών με προορισμό τους τον Άρη αντιμετωπίζονται από την Πολιτική Προστασίας των Πλανητών του COSPAR με αυστηρότητα, γι' αυτό και εντάσσονται σε υποκατηγορίες ειδικής αντιμετώπισης. Ωστόσο, οι αποστολές που αποτελούν τη μεγαλύτερη πρόκληση για το συνολικό εγχείρημα της Προστασίας των Πλανητών στην περίπτωση του Άρη είναι εκείνες που περιλαμβάνουν ανθρώπινο πλήρωμα [58]. Σύμφωνα με την τρέχουσα Πολιτική Προστασίας των Πλανητών του COSPAR, η ουσία της Προστασίας των Πλανητών είναι ανεξάρτητη από το αν η εκάστοτε αποστολή εκτελείται με ρομποτικά μέσα ή με ανθρώπινο πλήρωμα. Δηλαδή, οι στόχοι της Προστασίας των Πλανητών δεν θα πρέπει να αλλοιωθούν χάριν επιείκειας προκειμένου να ευνοηθεί η διενέργεια επανδρωμένων αποστολών στον Άρη, ενώ δίνεται η υψηλότερη προτεραιότητα Προστασίας των Πλανητών στην προστασία της Γης από πιθανή αντίστροφη επιμόλυνση. Κατά τα άλλα, πέρα από κάποιες βασικές αρχές και απαιτήσεις, δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη ένα συνολικό πρωτόκολλο για

επανδρωμένες αποστολές στον Άρη που να καλύπτει όλα τα ζητήματα Προστασίας των Πλανητών.

Οι τρεις βασικές αρχές Προστασίας των Πλανητών που θα πρέπει να τηρούνται στην περίπτωση των επανδρωμένων αποστολών στον Άρη προέκυψαν το 2005, μετά από συναίνεση επιστημόνων προερχόμενων από πλήθος γνωστικών πεδίων που άπτονται του θέματος [59], και είναι οι εξής: θα πρέπει να αποφευχθεί η ευθεία επιμόλυνση του Άρη και η διακύβευση της επιστημονικής εξερεύνησής του εξαιτίας γήινου βιολογικού υλικού, θα πρέπει να προστατευθούν οι αστροναύτες από τη μόλυνσή τους και από την επαφή τους με αρειανό υλικό, τόσο μέσα όσο και έξω από τα οικιστικά τους συστήματα, και, τέλος, θα πρέπει να απομονωθούν βιολογικά τα συστήματα που θα έρθουν σε επαφή με αρειανό υλικό ώστε να αποφευχθεί η αντίστροφη επιμόλυνση της γήινης βιόσφαιρας από τις διαστημοσκευές, από τους αστροναύτες και από το συλλεχθέν υλικό που θα επιστραφούν στη Γη.

Η ανθρώπινη παρουσία στον Άρη είναι ένα εξαιρετικά δύσκολο εγχείρημα που διαθέτει κατά βάση δύο κύριες εκφάνσεις: η μία αφορά στις επανδρωμένες εξερευνητικές αποστολές και η άλλη στη μακροχρόνια κατοίκηση του πλανήτη [60]. Αναφορικά με την πρώτη έκφανση, θεωρείται γενικώς πως η ενσωμάτωση αστροναυτών σε μια εξερευνητική αποστολή αναζήτησης ζωής θα μπορούσε να επιφέρει ταχύτερα και περισσότερα επιστημονικά αποτελέσματα από όσα θα επέφερε μια αμιγώς ρομποτική αποστολή. Ωστόσο, η αναζήτηση ζωής στον Άρη μπορεί πραγματικά να ωφεληθεί αποτελεσματικά από τις μοναδικές δεξιότητες του ανθρώπινου πληρώματος μόνο όταν μελετηθεί ικανοποιητικά και τεθεί υπό έλεγχο η βιολογική επιμόλυνση που σχετίζεται με τον ανθρώπινο οργανισμό [58,60]. Η δεύτερη έκφανση της ανθρώπινης παρουσίας στον Άρη είναι η μακροχρόνια κατοίκησή του. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί το όραμα της μακροχρόνιας κατοίκησης του πλανήτη, είναι απαραίτητη η εξακρίβωση της ασφάλειας αυτού του εγχειρήματος για τον άνθρωπο, ιδιαίτερα αναφορικά με την ύπαρξη πιθανών μορφών ζωής με άγνωστες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Επιπλέον, η ελεύθερη ανταλλαγή υλικού και ανθρώπων μεταξύ Άρη και Γης θα έπρεπε να περιοριστεί στην περίπτωση της ύπαρξης αρειανής ζωής, εξαιτίας των άγνωστων επιπτώσεων αυτής της ζωής στη γήινη βιόσφαιρα. Μάλιστα, στην περίπτωση της ανθρώπινης παρουσίας στον Άρη, είναι πιθανόν οι δυνάμει επικίνδυνες επιπτώσεις τής αρειανής ζωής στη

γήινη βιολογία να εμφανιστούν πρώτα επιτόπου στο πλήρωμα και όχι υπό ελεγχόμενες συνθήκες σε κάποιο κατάλληλα εξοπλισμένο εργαστήριο στη Γη [60].

Όπως προαναφέρθηκε, οι τρεις πτυχές τής Προστασίας των Πλανητών στην περίπτωση των επανδρωμένων αποστολών στον Άρη είναι η αποφυγή τής ευθείας επιμόλυνσης του αρειανού περιβάλλοντος, η προστασία τής υγείας των αστροναυτών και η αποφυγή τής αντίστροφης επιμόλυνσης της γήινης βιόσφαιρας.

Οι αστροναύτες θα είναι διαρκείς πηγές βιολογικού κινδύνου για το τοπικό αρειανό περιβάλλον, αφού οι άνθρωποι φέρουν μονίμως μικροβιακό φορτίο πάνω και μέσα στο σώμα τους και -αντίθετα με την περίπτωση των ρομποτικών διαστημοσυσκευών που έχουν σταλεί στον Άρη στο παρελθόν- δεν μπορούν να υποστούν μείωση μικροβιακού φορτίου με τεχνικές απολύμανσης ή αποστείρωσης, μιας και αυτές οι τεχνικές θα απέβαιναν θανάσιμες [58]. Επιπλέον, οι βασικές οικοσυστημικές υπηρεσίες τής ανακύκλωσης των στερεών, υγρών και αέριων μεταβολικών αποβλήτων των αστροναυτών, προς ανάκτηση τροφής, νερού και οξυγόνου, δεν παρέχονται με φυσικό τρόπο έξω από τη γήινη βιόσφαιρα. Τα τεχνητά συστήματα που χρησιμοποιούνται για να καλύψουν αυτές τις ανάγκες στο διάστημα ονομάζονται συστήματα υποστήριξης ζωής (life-support systems, LSS) [61]. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν, για την ώρα, αμιγώς φυσικοχημικές τεχνολογίες για τη διαχείριση των αποβλήτων και τη μερική ανάκτηση ορισμένων πόρων. Στην περίπτωση των μακροχρόνιων αποστολών στον Άρη, όμως, θα χρειαστεί να αξιοποιηθούν και βιολογικά μέσα, συμπεριλαμβανομένων βεβαίως και μικροοργανισμών, για την κάλυψη αυτών των αναγκών με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο [62]. Μολονότι γίνονται σημαντικές προσπάθειες για την ανάπτυξη ολοένα και καλύτερων συστημάτων υποστήριξης ζωής που θα επιτυγχάνουν όσο το δυνατόν υψηλότερο βαθμό ανακύκλωσης με όσο το δυνατόν καλύτερες τεχνολογίες επεξεργασίας αποβλήτων, είναι βέβαιο πως δεν θα είναι εφικτή η διενέργεια κάθε είδους ανθρώπινης δραστηριότητας στην επιφάνεια του Άρη μέσα σε πλήρως κλειστά και απομονωμένα οικιστικά συστήματα. Πέρα από την εκτεταμένη ευθεία επιμόλυνση που θα προκαλούσε κάποιο καταστροφικό ατύχημα που θα μπορούσε να επηρεάσει κάποιο οικιστικό σύστημα ή κάποιο κλειστό εξερευνητικό όχημα των αστροναυτών, ή το σύστημα διαχείρισης ή αποθήκευσης των αποβλήτων τους, ή ακόμη και την πεπιεσμένη στολή κάποιου αστροναύτη, η ευθεία επιμόλυνση του αρειανού περιβάλλοντος θα είναι μάλλον αναπόφευκτη ακόμη και σε συνθήκες

ονομαστικής λειτουργίας [58]. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση της επανδρωμένης αναζήτησης ζωής, οι αστροναύτες θα χρειαστεί αρκετές φορές να συλλέξουν δείγματα υλικού από την αρειανή επιφάνεια. Οι στολές που φορούν οι αστροναύτες κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων εκτός σκάφους (extravehicular activities, EVA) προκειμένου να επιβιώσουν στο εχθρικό περιβάλλον τού διαστήματος διαθέτουν τη δική τους εσωτερική ατμόσφαιρα και μάλιστα σε πίεση κατά πολύ μεγαλύτερη από την πίεση της αραιής ή ανύπαρκτης ατμόσφαιρας του εξωτερικού περιβάλλοντος. Για τον λόγο αυτόν, οι στολές EVA έχουν διαρκώς διαρροή αέρα προς το εξωτερικό περιβάλλον, ειδικά μέσω των μηχανικών αρθρώσεων που συνδέουν τα γάντια με την υπόλοιπη στολή. Υπάρχει, έτσι, ο κίνδυνος να μεταφερθούν γήινοι μικροοργανισμοί από το σώμα των αστροναυτών προς το περιβάλλον τού Άρη ή προς τα συλλεγόμενα δείγματα μέσω αυτών των διαρροών [63,64]. Προκειμένου να διαλευκανθεί αυτό το φαινόμενο, έχουν ήδη ξεκινήσει έρευνες περιβαλλοντικής μικροβιολογίας για την εξακρίβωση του μεγέθους τού αντίκτυπου της βιολογικής επιμόλυνσης απομονωμένων περιοχών μελέτης στη Γη, εξαιτίας τής εξερεύνησής τους από ανθρώπινα πληρώματα [65,66]. Μια άλλη περίπτωση κινδύνου ευθείας επιμόλυνσης σε συνθήκες ονομαστικής λειτουργίας είναι η αξιοποίηση επιτόπιων πόρων (in situ resources utilization, ISRU) του Άρη για την τροφοδοσία τού συστήματος υποστήριξης ζωής, π.χ. με νερό. Σε αυτήν την περίπτωση, γήινοι μικροοργανισμοί θα μπορούσαν να εισαχθούν στο αρειανό περιβάλλον από εξορυκτικά εργαλεία που δεν έχουν αποστειρωθεί σωστά. Μάλιστα, αυτού του είδους η παρέμβαση στο αρειανό περιβάλλον ενέχει και τον κίνδυνο της αντίστροφης επιμόλυνσης [67].

Στην περίπτωση των επανδρωμένων αποστολών στον Άρη, η αντίστροφη επιμόλυνση αφορά τόσο στην υγεία των αστροναυτών όσο και στη γήινη βιόσφαιρα, εκτός κι αν αναφερόμαστε σε αποστολές δίχως επιστροφή. Η υγεία των αστροναυτών μπορεί να κινδυνεύσει εξαιτίας τής αντίστροφης επιμόλυνσης στην περίπτωση που εκτεθούν σε κάποιον βιοεπικίνδυνο αρειανό μικροοργανισμό. Η ακούσια έκθεση των αστροναυτών σε αρειανή ζωή θα μπορούσε, για παράδειγμα, να συμβεί κατά τη διάρκεια μιας δραστηριότητας EVA εξαιτίας κάποιας διαρροής τής στολής, κατά τη συλλογή ή την ανάλυση δειγμάτων αρειανού υλικού, κατά τη μεταφορά αρειανής σκόνης μέσα στο οικιστικό σύστημα ή στο κλειστό εξερευνητικό όχημα των αστροναυτών με την είσοδο και έξοδό τους, ακόμη και εξαιτίας τής μόλυνσης των

συστημάτων αξιοποίησης πόρων για την τροφοδοσία τού συστήματος υποστήριξης ζωής [67-69]. Στην περίπτωση που κάποιο μέλος τού πληρώματος εκτεθεί σε αρειανή ζωή, κρίνεται απαραίτητη η άμεση ενεργοποίηση επιτόπιων μέτρων καραντίνας για τη βιολογική απομόνωση του εκτεθειμένου από το υπόλοιπο πλήρωμα, αλλά και για τη βιολογική απομόνωση του συνόλου τού πληρώματος από τη γήινη βιόσφαιρα [58,68,69]. Βεβαίως, η επιβολή μέτρων καραντίνας σε ένα οικιστικό σύστημα στον Άρη ή σε ένα επανδρωμένο διαστημικό όχημα που επιστρέφει στη Γη εγείρει σημαντικά ρυθμιστικά και ηθικά ζητήματα, καθώς αποτελεί περιορισμό τής ατομικής ελευθερίας των εκτεθειμένων αστροναυτών για την προστασία είτε των υγιών μελών τού πληρώματός τους είτε ακόμη και της γήινης βιόσφαιρας [68]. Η ανησυχία αντίστροφης επιμόλυνσης πρώτα των αστροναυτών και έπειτα, μέσω αυτών, της γήινης βιόσφαιρας δεν είναι θεωρητική: οι πρώτες επανδρωμένες αποστολές τού προγράμματος Apollo της NASA στην επιφάνεια της Σελήνης αντιμετωπίστηκαν με τον ίδιο τρόπο. Η κινητοποίηση και η προετοιμασία για την αποφυγή τής επιμόλυνσης της γήινης βιόσφαιρας από βιοεπικίνδυνους παράγοντες που θα μπορούσαν να υπάρχουν στη Σελήνη είχε ξεκινήσει ήδη από το 1962. Μάλιστα, ακόμη και στις αρχικές συζητήσεις, οι πιθανώς μολυσμένοι αστροναύτες που θα επέστρεφαν από την επιφάνεια της Σελήνης αντιμετωπίζονταν ως το ίδιο επικίνδυνοι με τα δείγματα σεληνιακού υλικού, ενώ η προτεινόμενη διάρκεια των μέτρων καραντίνας των αστροναυτών κυμαινόταν από 21 έως 30 ημέρες. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά το τεράστιο εγχείρημα της επιστροφής των αστροναυτών από την επιφάνεια της Σελήνης χωρίς να κινδυνεύσει η γήινη βιόσφαιρα από αντίστροφη επιμόλυνση, το 1966 ξεκίνησε με πρωτοβουλία τής NASA ο σχηματισμός τής διυπηρεσιακής επιτροπής περί της αντίστροφης επιμόλυνσης (Interagency Committee on Back Contamination, ICBC) με τη συμμετοχή πλήθους ομοσπονδιακών υπηρεσιών των ΗΠΑ. Μια εξειδικευμένη εγκατάσταση σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε για να υποδεχθεί κατάλληλα τους αστροναύτες και τα δείγματα που θα επέστρεφαν από τη Σελήνη με την αποστολή Apollo 11 το 1969. Το σχετικό επιχειρησιακό σχέδιο αποφυγής τής αντίστροφης επιμόλυνσης στην περίπτωση του Apollo 11 δύναται να προσφέρει ορισμένες βέλτιστες πρακτικές και ορισμένα παραδείγματα προς αποφυγή για την προετοιμασία ενός αντίστοιχου σχεδίου για την περίπτωση μιας αποστολής στον Άρη. Ένα παράδειγμα προς αποφυγή είναι, φυσικά, το γεγονός πως ο θάλαμος επιστροφής των αστροναυτών ανοίχτηκε εν μέσω θαλάσσης, προκειμένου να διασφαλιστεί η

ασφάλεια των αστροναυτών και η προφύλαξή τους -μεταξύ άλλων- από τον κίνδυνο της υπερθέρμανσης, και έπειτα το πλήρωμα μεταφέρθηκε με ελικόπτερο από τον θάλαμο επιστροφής στη μονάδα καραντίνας. Σε αυτήν την απόφαση πρόταξης της ασφάλειας των αστροναυτών έναντι της ασφάλειας ολόκληρης της γήινης βιόσφαιρας οδήγησε ένα σύνολο παραβλέψεων και λαθών κατά τον σχεδιασμό που θα πρέπει οπωσδήποτε να αποφευχθούν στο μέλλον. Τελικά, το 1971, μετά τα αρνητικά αποτελέσματα των αναλύσεων εντοπισμού ζωής στα δείγματα που έφεραν οι αποστολές Apollo 11, 12 και 14, η NASA αποφάσισε την κατάργηση των μέτρων καραντίνας για την επιστροφή αστροναυτών και υλικού από τη Σελήνη [70]. Οι μελλοντικές επανδρωμένες αποστολές στον Άρη, όμως, αναμένεται να επαναφέρουν στο προσκήνιο τις σχετικές συζητήσεις.

Από το 2015 και έπειτα, αρκετές δεκαετίες μετά τη λήξη τού προγράμματος Apollo, η NASA, ο COSPAR και η διεθνής επιστημονική κοινότητα, μέσω μιας σειράς διαδοχικών εργαστηρίων και συνεδρίων, ξεκίνησαν μια εντατική προσπάθεια συστηματικής διερεύνησης των κενών αναφορικά με τα ζητήματα Προστασίας των Πλανητών στην ειδική περίπτωση των επανδρωμένων αποστολών στον Άρη, με σκοπό τη διατύπωση σαφώς ορισμένων ποσοτικών τεχνικών προδιαγραφών. Τα κενά που εντοπίστηκαν ανήκουν σε τρεις γενικές κατηγορίες. Η κατηγορία παρακολούθησης μικροοργανισμών και ανθρώπινης υγείας περιλαμβάνει τα ζητήματα παρακολούθησης και αξιολόγησης των μικροβιακών κοινοτήτων που σχετίζονται με τα ανθρώπινα συστήματα, σε επίπεδο τόσο αρχικών συνθηκών όσο και δυναμικών αλλαγών σε βάθος χρόνου. Η κατηγορία τεχνολογιών και πρακτικών ελέγχου επιμόλυνσης περιλαμβάνει τις τεχνολογίες και τις μεθόδους περιορισμού και πρόληψης της βιολογικής επιμόλυνσης. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται, μεταξύ άλλων, τα συστήματα υποστήριξης ζωής και διαχείρισης αποβλήτων, τα συστήματα που σχετίζονται με δραστηριότητες EVA, π.χ. στολές ή κλειστά εξερευνητικά οχήματα, οι μέθοδοι καθαρισμού και επανακαθαρισμού, καθώς και τα συστήματα υποβοήθησης της επιστημονικής έρευνας που ελαχιστοποιούν την επαφή των αστροναυτών με το περιβάλλον τής επιφάνειας και του υπεδάφους τού Άρη. Η κατηγορία τής φυσικής μεταφοράς παραγόντων βιολογικής επιμόλυνσης στον Άρη περιλαμβάνει τα κενά που σχετίζονται με την κατανόηση των περιβαλλοντικών φαινομένων και διεργασιών στον Άρη -αλλά και σε άλλους προορισμούς- που συνεισφέρουν στη μεταφορά, στην αποστείρωση, αλλά και στην πιθανή επιβίωση και

αναπαραγωγή των μικροοργανισμών που δύνανται να απελευθερωθούν στο εξωγήινο περιβάλλον λόγω των δραστηριοτήτων των αστροναυτών. Η χαρτογράφηση των ερευνητικών κενών συνεχίζεται μέχρι σήμερα ακολουθώντας τα ευρήματα και τα πορίσματα των περασμένων σχετικών εργαστηρίων και συνεδρίων. Παράλληλα, διεξάγεται ο κατάλληλος στρατηγικός σχεδιασμός για την κάλυψη αυτών των κενών με τις πιο αποτελεσματικές δραστηριότητες έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης, προκειμένου να καταρτιστούν το συντομότερο δυνατό οι απαραίτητες ποσοτικές τεχνικές προδιαγραφές που θα πρέπει να πληρούνται από τις επερχόμενες επανδρωμένες αποστολές στον Άρη [71].

Είναι εμφανές από τα όσα προαναφέρθηκαν πως το τρέχον υπόδειγμα της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών επικεντρώνεται κυρίως στην προστασία της επιστήμης της αναζήτησης ζωής και στην προστασία της γήινης βιόσφαιρας και της υγείας των αστροναυτών και εν γένει έχει έναν αρκετά περιορισμένο και επιστημοκεντρικό χαρακτήρα, ενώ στη διατύπωση του Άρθρου ΙΧ της «Συνθήκης για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα» αφήνεται ανοιχτό το περιθώριο ερμηνείας. Ορμώμενοι από την περιορισμένη οπτική του τρέχοντος υποδείγματος, ορισμένοι επιστημονικοί οργανισμοί και μεμονωμένοι ακαδημαϊκοί έχουν ξεκινήσει έναν διεθνή διάλογο για την ανάγκη εμπλουτισμού της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών με στοιχεία ηθικής.

2.4 Στοιχεία ηθικής για την Προστασία των Πλανητών

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η επιβολή μέτρων καραντίνας στους αστροναύτες για την αποφυγή της αντίστροφης επιμόλυνσης της Γης κατά την επιστροφή τους από τον Άρη εγείρει σημαντικά ζητήματα, όχι μόνο ρυθμιστικά αλλά και ηθικά [68]. Το συγκεκριμένο θέμα είναι μόνο ένα από τα πολλά ζητήματα βιοηθικής που σχετίζονται με τον διεπιστημονικό τομέα της βιοαστροναυτικής (bioastronautics), δηλαδή της τομής της διαστημικής επιστήμης και τεχνολογίας με τη βιολογία και τους ανθρώπινους παράγοντες, που αφορά τόσο στην ανθρώπινη όσο και στη μη ανθρώπινη ζωή και εμπεριέχει, μεταξύ άλλων, την αστροβιολογία και την Προστασία των Πλανητών [72,73]. Ο Potter εισήγαγε τον όρο «βιοηθική» στην

επιστημονική βιβλιογραφία το 1970, αποδίδοντας με αυτόν τον τρόπο τον διεπιστημονικό κλάδο της εφαρμοσμένης ηθικής που μελετά τα ζητήματα αξιών που αφορούν στις διάφορες πτυχές της ανθρώπινης βιολογίας και της βιόσφαιρας [74]. Μολονότι ορισμένοι ακαδημαϊκοί προσπάθησαν αργότερα να απλουστεύσουν το αντικείμενο της βιοηθικής και να το επικεντρώσουν κυρίως στα ζητήματα βιοϊατρικής ηθικής, ο όρος, όπως προτάθηκε από τον Potter, αφορά σε μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση που γεφυρώνει τα ζητήματα βιοϊατρικής ηθικής και περιβαλλοντικής ηθικής [75,76]. Τα ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με την Προστασία των Πλανητών εμπίπτουν στο ευρύτερο πεδίο της βιοηθικής, καθώς εγείρονται θέματα τόσο περιβαλλοντικής ηθικής -π.χ. επιμόλυνση ουρανίων σωμάτων με γήινους μικροοργανισμούς- όσο και βιοϊατρικής ηθικής -π.χ. μέτρα καραντίνας για αστροναύτες που έχουν εκτεθεί σε εξωγήινο υλικό- [73].

Σύμφωνα με την περιορισμένη και επιστημοκεντρική οπτική τού τρέχοντος υποδείγματος της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών, το αρειανό περιβάλλον θα πρέπει να διατηρηθεί παρθένο από επιμόλυνση με γήινους μικροοργανισμούς, με σκοπό να προφυλαχθεί το εγχείρημα της αναζήτησης εξωγήινης ζωής από ψευδή αποτελέσματα, στο παρόν και στο μέλλον [50]. Εξαιτίας τού επιστημοκεντρισμού της, στο ενδεχόμενο της ανακάλυψης εξωγήινης ζωής, όμως, αυτή η πολιτική αδυνατεί να παρέχει καθοδήγηση αναφορικά με τη στάση μας απέναντι σε αυτήν τη ζωή και αναφορικά με τη διαχείρισή της εν γένει [77,78]. Προκειμένου να καλυφθεί αυτό το κενό εν όψει τής ολοένα και αυξανόμενης πιθανότητας ανακάλυψης εξωγήινης ζωής στο άμεσο μέλλον, ο επιστημονικός οργανισμός COSPAR συγκάλεσε τον Ιούνιο του 2010 το “COSPAR Workshop on Ethical Considerations for Planetary Protection in Space Exploration”, με σκοπό να εξεταστεί το αν η Πολιτική Προστασίας των Πλανητών θα έπρεπε να εμπλουτιστεί και να επεκταθεί με σκοπό την προστασία των πλανητικών περιβαλλόντων σύμφωνα με κάποιο ηθικό πλαίσιο που δεν θα προστατεύει μονάχα την επιστήμη τής αναζήτησης ζωής. Μία από τις προτάσεις στις οποίες κατέληξε η διεπιστημονική ομάδα αυτού του εργαστηρίου ήταν και η «κατάλληλη προστασία τής πιθανής εξωγήινης ζωής» [79]. Πέραν αυτής της πρότασης, αυτήν τη στιγμή, η ευρύτερη κοινότητα του κλάδου τής διαστημικής επιστήμης δεν έχει καταλήξει ακόμη σε ομόφωνη συναίνεση σχετικά με τα ηθικά ζητήματα της εξωγήινης ζωής. Ειδικά στην περίπτωση του Άρη, αυτή η απουσία συναίνεσης οφείλεται, αφ’ ενός, στην αντιπαράθεση της αξίας τής προστασίας τής

πιθανής εξωγήινης ζωής με την αξία των ανθρώπινων δραστηριοτήτων εκεί -και δη των ιδιωτικών εγχειρημάτων που συζητήθηκαν σε προηγούμενη υποενότητα- και, αφ' ετέρου, στη θεμελιώδη διαφωνία σχετικά με το αν η πιθανή εξωγήινη ζωή έχει κάποιου είδους αξία και γενικότερα σχετικά με το ηθικό της καθεστώτος [80-82]. Τα ζητήματα ασυμφωνίας επί τού ηθικού καθεστώτος και επί της εγγενούς και χρηστικής αξίας τής εξωγήινης ζωής, βεβαίως, είναι απόρροιας διαφορετικών πλαισίων ηθικής φιλοσοφίας [83] που είναι δύσκολο, για την ώρα, να γεφυρωθούν.

Παράλληλα, όμως, με τη φιλοσοφική διένεξη, διάφορες ιδιωτικές εταιρείες βρίσκονται ήδη στην πρακτική διαδικασία χάραξης στρατηγικής και προετοιμασίας των τεχνολογικών συστημάτων που θα επιτρέψουν τη δραστηριοποίησή τους στον Άρη, όπως συζητήθηκε σε προηγούμενη υποενότητα, γεγονός το οποίο καθιστά επιτακτικότερη την ανάγκη εύρεσης μιας χρηστικής λύσης στον εν λόγω προβληματισμό. Η γνωστότερη και πιο ακραία μορφή ανθρώπινης παρέμβασης στο πλανητικό περιβάλλον τού Άρη, με υπέρμαχους υψηλόβαθμα στελέχη ιδιωτικών οργανισμών, είναι η γεωπλασία (terraforming) μέρους ή ολόκληρου του Άρη, προκειμένου να καταστεί πιο φιλικός στη γήινη ζωή, η οποία έρχεται σε ευθεία σύγκρουση με τα συμφέροντα της πιθανής εξωγήινης ζωής εκεί και, βεβαίως, με την προστασία της [81,83-87]. Αντίστοιχα, αλλά σε μικρότερο βαθμό, τα εκτεταμένα οικιστικά συστήματα για τον αποικισμό του δύνανται επίσης να επηρεάσουν αρνητικά την πιθανή ενδημική ζωή, ιδιαίτερα στην περίπτωση των ιδιωτικών διαστημικών πρωτοβουλιών για ανθρώπινη δραστηριότητα εκεί, είτε επειδή οι χρηματοδότες αυτών των εγχειρημάτων θα θελήσουν να εκμεταλλευτούν κοιτάσματα νερού που ίσως φιλοξενούν ζωή είτε επειδή θα θελήσουν να αξιοποιήσουν βιοτεχνολογικά τη ζωή αυτή καθ' εαυτήν [80,82,88]. Προκειμένου να βρεθεί μια πρακτική ισορροπία μεταξύ των δύο ακραίων προφανών λύσεων, δηλαδή της πλήρους απαγόρευσης κάθε δραστηριότητας που μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την πιθανή αρειανή ζωή και της πλήρως ελεύθερης ανθρώπινης παρέμβασης στο αρειανό περιβάλλον χωρίς καμία ευθύνη απέναντι στην πιθανή εξωγήινη ζωή, έχει προταθεί η διατήρηση πιθανών αντιπροσωπευτικών ενδημικών οικοσυστημάτων στον Άρη, με τη μορφή ενός συστήματος προστατευόμενων πάρκων, παράλληλα με την ανθρώπινη δραστηριοποίηση σε διαφορετικές ζώνες τού πλανήτη [89-91]. Τέλος, μια άλλη πρόταση που δεν απαγορεύει την ανθρώπινη παρέμβαση στον πλανήτη, αλλά την αντιμετωπίζει υπό το πρίσμα των συμφερόντων τής πιθανής ενδημικής ζωής, είναι

αυτή της «οικοποίησης» (ecopoiesis) του Άρη προς όφελος της πιθανής αρειανής ζωής, δηλαδή της τροποποίησης του πλανητικού του περιβάλλοντος με τρόπο που να αποκαθιστά παρελθοντικά οικοσυστήματα στον πλανήτη και να προστατεύει και να υποστηρίζει την ποικιλότητα και τον πλούτο της πιθανής ενδημικής ζωής, αποτρέποντας, παράλληλα, αυστηρά την επιτόπια ανάμιξή της με τη γήινη ζωή [92-94].

Πέρα από τις ηθικές προεκτάσεις της ευθείας επιμόλυνσης που παρουσιάστηκαν παραπάνω, αξίζει να αναφερθεί και μια περαιτέρω επιπλοκή στο ζήτημα της αντίστροφης επιμόλυνσης των αστροναυτών και, μέσω αυτών, της γήινης βιόσφαιρας. Όπως προαναφέρθηκε, η αναγκαιότητα ενεργοποίησης μέτρων καραντίνας εγείρει ηθικά ερωτήματα. Το ζήτημα των μέτρων καραντίνας για τον βιολογικό περιορισμό των εκτεθειμένων ανθρώπων με σκοπό την προστασία του υγιούς πληρώματος και της γήινης βιόσφαιρας περιπλέκεται στην περίπτωση των επονομαζόμενων ιδιωτών «συμμετεχόντων σε διαστημικές πτήσεις» (spaceflight participants, SFPs), π.χ. ιδιωτών πολιτών ή ιδιωτών επαγγελματιών. Μιας και οι SFPs δεν θεωρούνται τυπικά αστροναύτες, ίσως αντιμετωπιστούν διαφορετικά από τους ιδιωτικούς και δημόσιους φορείς, για παράδειγμα στην περίπτωση που κάποιο μέλος του πληρώματος εμφανίσει συμπτώματα ασθένειας εν πτήση κατά την επιστροφή στη Γη, καθώς οι διεθνείς συνθήκες για το διάστημα επιτάσσουν συγκεκριμένη συμπεριφορά μόνο απέναντι στους αστροναύτες [95]. Ιδιαίτερα στην περίπτωση μιας επιβεβαιωμένης επικίνδυνης μόλυνσης, εγείρεται το ερώτημα της αναγκαιότητας ενεργοποίησης όχι προσωρινών αλλά μόνιμων μέτρων καραντίνας για όλα τα μέλη του πληρώματος, το οποίο ουσιαστικά μετατρέπει τα ίδια τα μέλη σε επιστρεφόμενα δείγματα προς επιστημονική έρευνα [96-100].

Συμπληρωματικά προς τα προαναφερθέντα, αξίζει να τεθούν εδώ συνοπτικά, χάριν ανασκόπησης, ορισμένα ερωτήματα ηθικού περιεχομένου σχετικά με την Προστασία των Πλανητών που πηγάζουν από σχετικούς προβληματισμούς και συλλογισμούς που έχουν διατυπωθεί στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία.

- Θα πρέπει να επιτραπεί η επιστροφή στη Γη αστροναυτών που φαίνεται να έχουν εκτεθεί σε άλλο πλανητικό περιβάλλον και εκδηλώνουν συμπτώματα ασθένειας; Αν ναι, υπό ποιες προϋποθέσεις; [96-100]

- Έχει η εξωγήινη ζωή εγγενή αξία; Ποιο είναι το ηθικό καθεστώς της; [80,83,97,101-111]
- Πρέπει η εξωγήινη ζωή να προστατευθεί; [81,83,84,86,103-106,112-115]
- Πώς αλλάζει η στάση μας ως προς τα προηγούμενα τρία ερωτήματα, αν πρόκειται για ζωή από δεύτερη γένεση, σε σχέση με το αν πρόκειται για ζωή συγγενική με τη γήινη ζωή; [92,109,116]
- Θα πρέπει να αποτρέψουμε την επιτόπια ανάμειξη της γήινης ζωής με την εξωγήινη ζωή; [92,117,118]

Σύμφωνα με τη μελέτη “Protecting the Environment of Celestial Bodies: The Need for Policy and Guidelines” που δημοσιεύθηκε τον Δεκέμβριο του 2010 από τον διεθνή επιστημονικό οργανισμό International Academy of Astronautics, οι ηθικές προεκτάσεις της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών μπορούν να αποτελέσουν μία από τις βασικές συνιστώσες της χάραξης μιας πιο καθολικής πολιτικής προστασίας του περιβάλλοντος των ουρανίων σωμάτων που δεν θα περιορίζεται αυστηρά στους τρέχοντες επιστημοκεντρικούς άξονες της αποφυγής της ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης [119]. Τον Δεκέμβριο του 2012, ο COSPAR, σε συνεργασία με το George Washington University Space Policy Institute, συγκάλεσε ένα ακόμη εργαστήριο με τίτλο “COSPAR Workshop on Developing a Responsible Environmental Regime for Celestial Bodies”, αποσκοπώντας στη διερεύνηση ενός πλαισίου για την υπεύθυνη και αειφόρο ανάπτυξη του διαστημικού περιβάλλοντος που θα παρέχει καθοδήγηση τόσο για τις επιστημονικές όσο και για τις επιχειρηματικές δραστηριότητες, μέσω του εμπλουτισμού της παραδοσιακής Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών με συμπληρωματικές οπτικές [120]. Το ζήτημα των πολλαπλών αξιών, ηθικών και οικονομικών, που αρχίζει να αναδύεται από τη διαφαινόμενη επιστημονική και επιχειρηματική αξιοποίηση του διαστήματος υποδεικνύει την αναγκαιότητα της υιοθέτησης συγκεκριμένων μέτρων, κανονισμών και κατευθυντήριων γραμμών για την προστασία της Γης και των διαστημικών περιβαλλόντων που χρήζουν προστασίας, καθώς και για την υπόδειξη συγκεκριμένων διαστημικών περιβαλλόντων κατάλληλων για βιομηχανική ανάπτυξη, που θα λειτουργήσουν συμπληρωματικά ως προς την υπάρχουσα Πολιτική Προστασίας των Πλανητών [121].

Προς αυτήν την κατεύθυνση έχει προταθεί στη βιβλιογραφία η αντιμετώπιση του συγκεκριμένου αναδυόμενου ζητήματος της προστασίας του διαστημικού περιβάλλοντος ως αναλόγου της περιβαλλοντικής προστασίας στη Γη, η οποία, στην πρώιμη φάση της, παρακινήθηκε εν πολλοίς από τις συζητήσεις σχετικά με την ηθική αξία του φυσικού περιβάλλοντος [112,122]. Κεντρικό στοιχείο της ηθικής προσέγγισης της Προστασίας των Πλανητών που δημιουργεί την προοπτική χάραξης μιας ολοκληρωμένης πολιτικής προστασίας του διαστημικού περιβάλλοντος είναι ο απεγκλωβισμός από έναν απλοϊκό καθορισμό επιτρεπτών και απαγορευμένων ενεργειών και η στροφή προς μια αξιολόγηση των οφελών και των γνωστών και άγνωστων κινδύνων που ενέχει η εκάστοτε δραστηριότητα [99]. Αυτή η προσέγγιση της υπεύθυνης αξιοποίησης του διαστήματος θα πρέπει να λαμβάνει, βεβαίως, υπόψη τις ενέργειες που προτίθενται να υλοποιήσουν όλοι οι ενδιαφερόμενοι που σχετίζονται με την πρόσβαση στο διάστημα, είτε είναι ιδιωτικοί παράγοντες είτε είναι δημόσιοι, και να εξισορροπεί τις ανάγκες και τις επιθυμίες του καθενός, ειδικά σε περιπτώσεις που οι πολλαπλές αξίες και οι επιθυμητές χρήσεις του διαστημικού περιβάλλοντος έρχονται σε σύγκρουση μεταξύ τους [123]. Η εκ των προτέρων αναγνώριση των διάφορων αξιών που εμπλέκονται στα ζητήματα της ανθρώπινης παρέμβασης στο διαστημικό περιβάλλον -και ίσως η ποσοτική εκτίμησή τους για την αποτελεσματική εξισορρόπηση των σχετικών παραγόντων κόστους και οφέλους- αναμένεται να λειτουργήσει καταλυτικά στη μετάβαση από την τρέχουσα Πολιτική Προστασίας των Πλανητών προς ένα πλαίσιο αειφόρου ανάπτυξης στο διάστημα, μέσω της πολύπλευρης ηθικής διάστασης που συζητήθηκε σε αυτήν την υποενότητα [124]. Σε σύμπνοια με τον διεθνή διάλογο για τη χάραξη ενός πλαισίου «Αειφορίας των Πλανητών» (Planetary Sustainability), προτάθηκε μάλιστα το 2019 στη βιβλιογραφία η προσθήκη ενός επιπλέον Στόχου για την Αειφόρο Ανάπτυξη (Sustainable Development Goal, SDG) [125] στους δεκαεπτά ήδη υπάρχοντες: του Στόχου 18 για το Διαστημικό Περιβάλλον (SDG 18: Space Environment) [126].

2.5 Συμπεράσματα ανασκόπησης και ερευνητικά κενά

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, η αναζωογόνηση και η επερχόμενη ανάπτυξη της νέας διαστημικής οικονομίας με ιδιωτικά εγχειρήματα στους πρωτοποριακούς τομείς της επιστημονικής έρευνας στο διάστημα, της εξερεύνησης του διαστήματος, της αξιοποίησης των πόρων του διαστήματος και της ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα αναμένεται να φέρουν στο προσκήνιο σημαντικά ζητήματα πολιτικής, ιδιαίτερα στην περίπτωση των αποστολών στον πλανήτη Άρη, στην εξερεύνηση του οποίου έχουν γίνει πολύ σημαντικές κρατικές επενδύσεις τις τελευταίες δεκαετίες. Ο Άρης είναι ένας πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος ο οποίος έχει κρατήσει για αρκετές δεκαετίες τεταμένο το επιστημονικό ενδιαφέρον για την πιθανότητα ύπαρξης ζωής εκεί, ενώ τα ιδιαίτερα ενθαρρυντικά ευρήματα σχετικά με την παρελθοντική του κατοικησιμότητα και με την ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων νερού σε υγρή μορφή στην επιφάνειά του στο παρελθόν έχουν εντείνει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για περαιτέρω διερεύνηση. Ταυτόχρονα, η αστροβιολογική εξερεύνηση του Άρη είναι μια απαιτητική και λεπτή διαδικασία που πρέπει να διεξάγεται με συγκεκριμένες προδιαγραφές, γι' αυτό και η εξερεύνηση των Ιδιαίτερων Περιοχών του, δηλαδή των περιοχών στις οποίες οι γήινοι οργανισμοί θα μπορούσαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν και των περιοχών με μεγάλη πιθανότητα να φιλοξενούν αρειανές μορφές ζωής αυτήν τη στιγμή, προαπαιτεί την αυστηρή τήρηση ορισμένων τεχνικών προδιαγραφών που αφορούν στην «Προστασία των Πλανητών».

Με τον όρο «Προστασία των Πλανητών» (Planetary Protection) αναφέρεται το σύνολο των μέτρων, των πολιτικών, των πρακτικών και των τεχνικών που αποσκοπούν στην αποφυγή της «ευθείας επιμόλυνσης» των ουρανίων σωμάτων με βιολογικό υλικό από τη Γη, αλλά και στην αποφυγή της «αντίστροφης επιμόλυνσης» της βιόσφαιρας της Γης με πιθανό εξωγήινο βιολογικό υλικό. Η επιτόπια εξερεύνηση του Άρη με προσεδαφισμένες διαστημοσυσκευές για την εύρεση περιοχών στις οποίες η γήινη ζωή θα μπορούσε να επιβιώσει και να αναπαραχθεί ελλοχεύει τον κίνδυνο της διασποράς γήινων μικροοργανισμών σε αυτά τα περιβάλλοντα μέσω των εν λόγω διαστημοσυσκευών. Η Προστασία των Πλανητών υποδεικνύει τα κατάλληλα μέτρα που θα παρεμποδίσουν κάτι τέτοιο. Το σύνολο των διεθνώς αποδεκτών

κατευθυντήριων οδηγιών για την τήρηση των μέτρων Προστασίας των Πλανητών αποτυπώνεται αναλυτικά στη σχετική «Πολιτική Προστασίας των Πλανητών» που διατηρεί ο επιστημονικός οργανισμός COSPAR. Αυτή η ενδεικτική πολιτική λειτουργεί ως σημείο αναφοράς για την καθοδήγηση των ενδιαφερόμενων φορέων και κρατών και η ισχύς της αντλείται κατά βάση από το διεθνές δίκαιο. Η «Συνθήκη για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα» είναι η κύρια διεθνής συνθήκη που καθορίζει την ορθή συμπεριφορά των Κρατών Μελών που την έχουν κυρώσει αναφορικά με την εξερεύνηση και τη χρήση τού εξωατμοσφαιρικού διαστήματος. Στην εν λόγω Συνθήκη, τονίζεται πως τα Κράτη Μέλη επωμίζονται σε εθνικό επίπεδο την ευθύνη της ευθυγράμμισης με τις προτροπές της διεθνούς Συνθήκης και της εγκαθίδρυσης των κατάλληλων διαδικασιών για την έγκριση και τη διαρκή επίβλεψη των δραστηριοτήτων ακόμη και των μη κρατικών φορέων τους. Η Ελλάδα συγκαταλέγεται μεταξύ των Κρατών Μελών που έχουν κυρώσει αυτήν τη Συνθήκη. Επιπλέον, στον ελληνικό Νόμο 4508/2017 έχουν ενσωματωθεί ρητά όροι που αφορούν στο ζήτημα της Προστασίας των Πλανητών και αποσκοπούν στο να αποτρέψουν τόσο την ευθεία επιμόλυνση όσο και την αντίστροφη επιμόλυνση. Ειδική αντιμετώπιση στην Πολιτική Προστασίας των Πλανητών τού COSPAR έχουν λάβει οι περιπτώσεις των αποστολών στον Άρη, καθώς το επιστημονικό ενδιαφέρον για την αστροβιολογική του εξερεύνηση είναι σημαντικό, ενώ οι αποστολές που αποτελούν τη μεγαλύτερη πρόκληση για το συνολικό εγχείρημα της Προστασίας των Πλανητών στην περίπτωση του Άρη είναι εκείνες που περιλαμβάνουν ανθρώπινο πλήρωμα.

Το τρέχον υπόδειγμα της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών επικεντρώνεται κυρίως στην προστασία της επιστήμης της αναζήτησης ζωής και στην προστασία της γήινης βιόσφαιρας και της υγείας των αστροναυτών και εν γένει έχει έναν αρκετά περιορισμένο και επιστημοκεντρικό χαρακτήρα, ενώ στη σχετική διατύπωση της «Συνθήκης για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα» αφήνεται ανοιχτό το περιθώριο ερμηνείας. Ορισμένοι επιστημονικοί οργανισμοί και μεμονωμένοι ακαδημαϊκοί έχουν ξεκινήσει έναν διεθνή διάλογο για την ανάγκη εμπλουτισμού αυτής της περιορισμένης οπτικής της τρέχουσας Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών με στοιχεία ηθικής. Ωστόσο, η ευρύτερη κοινότητα του κλάδου της διαστημικής επιστήμης δεν έχει καταλήξει ακόμη σε ομόφωνη συναίνεση σχετικά με αυτά τα ηθικά ζητήματα που αφορούν εν πολλοίς και στην εξωγήινη ζωή. Ειδικά στην περίπτωση του Άρη, αυτή η απουσία συναίνεσης οφείλεται, αφ' ενός, στην

αντιπαράθεση της αξίας της προστασίας της πιθανής εξωγήινης ζωής με την αξία των ανθρώπινων δραστηριοτήτων εκεί -και δη των ιδιωτικών εγχειρημάτων- και, αφ' ετέρου, στη θεμελιώδη διαφωνία σχετικά με το αν η πιθανή εξωγήινη ζωή έχει κάποιου είδους αξία και γενικότερα σχετικά με το ηθικό της καθεστώ. Καθώς διάφορες ιδιωτικές εταιρείες βρίσκονται ήδη στην πρακτική διαδικασία χάραξης στρατηγικής και προετοιμασίας των τεχνολογικών συστημάτων που θα επιτρέψουν τη δραστηριοποίησή τους στον Άρη και ίσως την πιθανή μεταφορά και επιστροφή ιδιωτών από τον Άρη πίσω στη Γη, καθίσταται επιτακτικότερη η ανάγκη εύρεσης μιας χρηστικής λύσης στον εν λόγω προβληματισμό.

Οι ηθικές προεκτάσεις της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών ίσως μπορούν να αποτελέσουν την αφετηρία για τη χάραξη μιας πιο καθολικής πολιτικής προστασίας του περιβάλλοντος των ουρανίων σωμάτων που δεν θα περιορίζεται αυστηρά στους τρέχοντες επιστημοκεντρικούς άξονες της αποφυγής της ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης. Ένα τέτοιο καθολικό πλαίσιο για την υπεύθυνη και αειφόρο ανάπτυξη του διαστημικού περιβάλλοντος θα μπορούσε να παρέχει καθοδήγηση τόσο για τις επιστημονικές όσο και για τις επιχειρηματικές δραστηριότητες, μέσω του εμπλουτισμού της παραδοσιακής Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών με συμπληρωματικές οπτικές. Η εμφάνιση ιδιωτικών επιχειρηματικών εγχειρημάτων στο διάστημα, παράλληλα με τις επιστημονικές δραστηριότητες, υποδεικνύει την εμφάνιση ενός ζητήματος πολλαπλών αξιών, ηθικών και οικονομικών. Ο απεγκλωβισμός από έναν απλοϊκό καθορισμό επιτρεπών και απαγορευμένων ενεργειών και η στροφή προς μια αξιολόγηση των οφελών και των κινδύνων που ενέχει η εκάστοτε δραστηριότητα -επιστημονική, επιχειρηματική ή άλλης φύσεως- είναι κρίσιμης σημασίας για τον εμπλουτισμό της Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών, όπως είναι και η εξισορρόπηση των αναγκών και επιθυμιών των ενδιαφερόμενων παραγόντων, ιδιωτικών και δημόσιων, ειδικά σε περιπτώσεις που οι πολλαπλές αξίες και οι επιθυμητές χρήσεις του διαστημικού περιβάλλοντος έρχονται σε σύγκρουση μεταξύ τους. Επομένως, η μετάβαση από την τρέχουσα Πολιτική Προστασίας των Πλανητών προς ένα πλαίσιο αειφόρου ανάπτυξης στο διάστημα, μέσω της πολύπλευρης ηθικής διάστασης των σχετικών εγχειρημάτων, αναμένεται να υποβοηθηθεί σημαντικά από την αναγνώριση των διάφορων αξιών που εμπλέκονται στα ζητήματα της ανθρώπινης παρέμβασης στο

διαστημικό περιβάλλον και από την ποσοτική εκτίμησή τους για την αποτελεσματική εξισορρόπηση των σχετικών παραγόντων κόστους και οφέλους.

Συμπερασματικά, τα σημαντικότερα ερευνητικά κενά που φαίνεται να αναδύονται από αυτήν την ανασκόπηση είναι η ανάπτυξη και η εφαρμογή μέτρων Προστασίας των Πλανητών για επανδρωμένες αποστολές, η ανάπτυξη και η εφαρμογή ενός ρυθμιστικού πλαισίου Προστασίας των Πλανητών για ιδιωτικά εγχειρήματα -δεδομένης και της αδυναμίας επιβολής τού διεθνούς δικαίου παρά μόνο μέσω ενσωμάτωσης των προτροπών του στο εθνικό δίκαιο κάθε κράτους-, καθώς και η ανάπτυξη και εφαρμογή μέτρων Προστασίας των Πλανητών για αποστολές «επιστροφής στη Γη με περιορισμούς». Αυτά τα σημαντικά κενά έχουν επισημανθεί, βεβαίως, και στην πρόσφατη επιστημονική βιβλιογραφία [53,57]. Ένα εξίσου σημαντικό κενό, όμως, προκύπτει και από τον επιστημοκεντρικό χαρακτήρα τής τρέχουσας Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών, η οποία, στο ενδεχόμενο της ανακάλυψης εξωγήινης ζωής, αδυνατεί να παρέχει καθοδήγηση αναφορικά με τη στάση μας απέναντι σε αυτήν τη ζωή και αναφορικά με τη διαχείρισή της εν γένει [77,78]. Στην περίπτωση των ιδιωτικών εγχειρημάτων επιστημονικής έρευνας στο διάστημα, εξερεύνησης του διαστήματος, αξιοποίησης των πόρων τού διαστήματος και ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα φαίνεται να εμφανίζεται μία σύγκλιση αυτών των ερευνητικών κενών, γεγονός που δημιουργεί μεγάλη αβεβαιότητα σε επίπεδο πολιτικής.

Στην επόμενη ενότητα της παρούσας διδακτορικής διατριβής εισάγεται για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία μία νέα οπτική στα ζητήματα Προστασίας των Πλανητών, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η σύγκλιση αυτών των ερευνητικών κενών. Αυτή η νέα οπτική αποσκοπεί στην αναγνώριση των διάφορων αξιών που εμπλέκονται στα ζητήματα της ανθρώπινης παρέμβασης στο διαστημικό περιβάλλον και στην ποσοτική εκτίμησή τους για την αποτελεσματική εξισορρόπηση των σχετικών παραγόντων κόστους και οφέλους. Μολονότι η αναγκαιότητα αυτής της προτροπής -που σημειώθηκε και στην προηγούμενη υποενότητα- έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία ως μια κρίσιμη παροχή χρήσιμων πορισμάτων από τη σκοπιά τής ηθικής αξιολόγησης προς τον τομέα τής Πολιτικής Προστασίας των Πλανητών, η ποσοτική εκτίμηση των σχετικών αξιών είχε θεωρηθεί στο παρελθόν αδύνατη [124]. Η νέα οπτική που εισάγεται μέσω της παρούσας διδακτορικής διατριβής επιχειρεί να

γεφυρώσει αυτό το χάσμα μέσω της χρήσης εργαλείων Οικονομικών του Περιβάλλοντος.

3. Θεωρητικό Μέρος

3.1 Στοιχεία Οικονομικών και Πολιτικής του Περιβάλλοντος

Όπως συζητήθηκε στην προηγούμενη υποενότητα, στην περίπτωση των ιδιωτικών εγχειρημάτων επιστημονικής έρευνας στο διάστημα, εξερεύνησης του διαστήματος, αξιοποίησης των πόρων τού διαστήματος και ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα φαίνεται να εμφανίζεται μία σύγκλιση σημαντικών ερευνητικών κενών, γεγονός που δημιουργεί μεγάλη αβεβαιότητα σε επίπεδο πολιτικής για την Προστασία των Πλανητών. Σε αυτήν την ενότητα εισάγεται για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία μία νέα οπτική στα ζητήματα Προστασίας των Πλανητών, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η σύγκλιση αυτών των ερευνητικών κενών. Αυτή η νέα οπτική αποσκοπεί στην αναγνώριση των διάφορων αξιών που εμπλέκονται στα ζητήματα της ανθρώπινης παρέμβασης στο διαστημικό περιβάλλον και στην ποσοτική εκτίμησή τους για την αποτελεσματική εξισορρόπηση των σχετικών παραγόντων κόστους και οφέλους, ιδιαίτερα για την εκ των προτέρων αξιολόγηση νέων πολιτικών Προστασίας των Πλανητών. Για την εν λόγω ποσοτική εκτίμηση, θα υιοθετηθεί μια προσέγγιση από τη σκοπιά των εφαρμοσμένων Οικονομικών τού Περιβάλλοντος που είναι ήδη στενά συνυφασμένα με την επίγεια Πολιτική τού Περιβάλλοντος.

Η επιστήμη των Οικονομικών είναι ανθρωποκεντρική. Οι διάφορες ποσοτικές οικονομικές αξίες, δηλαδή οι αξίες που ένας άνθρωπος προσδίδει σε ορισμένα αγαθά και οι οποίες μπορούν να εκφραστούν μέσω της προθυμίας πληρωμής για την απόκτησή τους ή μέσω της προθυμίας αποδοχής αποζημίωσης για τη στέρησή τους, αποτελούν, βεβαίως, αναπόσπαστο τμήμα αυτής της επιστήμης. Ωστόσο, καθώς η οικονομική ποσοτικοποίηση αυτών των αξιών διαμεσολαβείται από τις προσωπικές προτιμήσεις και τη συμπεριφορά τού κάθε ανθρώπου, οι εν λόγω αξίες δεν είναι πάντοτε αυστηρά ανθρωποκεντρικές, μιας και δεν είναι απαραίτητο κάθε άνθρωπος να ακολουθεί μια αυστηρά ανθρωποκεντρική φιλοσοφία στον τρόπο με τον οποίο

σκέφτεται και δρα [127]. Τα Οικονομικά είναι η επιστήμη που μελετά το πώς και γιατί οι άνθρωποι λαμβάνουν αποφάσεις, σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο, σχετικά με τη χρήση και την κατανομή περιορισμένων πόρων. Τα Οικονομικά τού Περιβάλλοντος (environmental economics) είναι η εφαρμογή των αρχών τής οικονομικής επιστήμης στη μελέτη τής διαχείρισης του φυσικού περιβάλλοντος και επικεντρώνονται κυρίως στο πώς και γιατί οι άνθρωποι λαμβάνουν αποφάσεις που επηρεάζουν το φυσικό περιβάλλον, είτε θετικά είτε -συχνότερα- αρνητικά, καθώς και στο πώς μπορεί να εξισορροπηθεί αυτός ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος με τις ανάγκες των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων μέσα από τους κατάλληλους θεσμούς και πολιτικές. Πιο συγκεκριμένα, τα Οικονομικά τού Περιβάλλοντος επικεντρώνονται στις επιπτώσεις τής ανθρώπινης οικονομικής δραστηριότητας στην ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος, ενώ η μελέτη τού φυσικού περιβάλλοντος από τη σκοπιά τής αξιοποίησης των φυσικών πόρων είναι αντικείμενο των Οικονομικών των Φυσικών Πόρων (natural resource economics) [128]. Ορισμένα ενδεικτικά παραδείγματα ζητημάτων που απασχολούν παραδοσιακά τον κλάδο των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος είναι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος εξαιτίας τής βιομηχανικής ρύπανσης, οι επιπτώσεις τής ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία, η διακύβευση της ανθρώπινης ασφάλειας εξαιτίας επικίνδυνων αποβλήτων κ.ά. [129].

Τα Οικονομικά τού Περιβάλλοντος μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο ως θετικά (positive) εργαλεία, δηλαδή ως αναλυτικά εργαλεία μελέτης ενός υφιστάμενου οικονομικού συστήματος, όσο και ως κανονιστικά (normative) εργαλεία, δηλαδή ως αναλυτικά εργαλεία μελέτης τής συγκεκριμένης κατεύθυνσης που θα έπρεπε να πάρει ένα οικονομικό σύστημα. Αυτός ο κανονιστικός χαρακτήρας των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος τα καθιστά ικανά να συμπληρώσουν τις ηθικές προσεγγίσεις των επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο φυσικό περιβάλλον, ιδιαίτερα σε λιγότερο μακροπρόθεσμους ορίζοντες [128]. Αυτή η σύνδεση των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος με τα διάφορα πλαίσια Περιβαλλοντικής Ηθικής εμφανίζεται, μάλιστα, στα σημαντικότερα ακαδημαϊκά εγχειρίδια Οικονομικών τού Περιβάλλοντος, σε ορισμένα από τα οποία γίνεται και νύξη για την επίδραση της υιοθέτησης μιας συγκεκριμένης στάσης ηθικής φιλοσοφίας στην οικονομική συμπεριφορά τού ανθρώπου. Ωστόσο, αν και η εν λόγω σύνδεση είναι ακόμη υπό εξέλιξη, στα περισσότερα εγχειρίδια υποστηρίζεται η θέση ότι τα οικονομικά διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην πολιτική τού περιβάλλοντος, ενώ οι ηθικές

προσεγγίσεις μπορούν να λειτουργήσουν επικουρικά [130]. Το πρόβλημα του σχεδιασμού αποτελεσματικών και αποδοτικών περιβαλλοντικών πολιτικών είναι εξαιρετικά κρίσιμο και συχνά παραμελείται. Τα ζητήματα που σχετίζονται με τον σχεδιασμό περιβαλλοντικών πολιτικών αποτελούν κεντρικό πυλώνα των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος, τα οποία μπορούν να παρέχουν καθοδήγηση τόσο ως προς την αποτελεσματικότητα του κόστους (cost-effectiveness) μιας περιβαλλοντικής πολιτικής, δηλαδή την επίτευξη του καλύτερου περιβαλλοντικού αποτελέσματος για δεδομένη μονάδα κόστους, όσο και ως προς την αποδοτικότητα μιας τέτοιας πολιτικής, δηλαδή την κατάλληλη εξισορρόπηση του οφέλους και του κόστους που σχετίζονται με ένα περιβαλλοντικό αποτέλεσμα [128].

Από τη σκοπιά των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος, η μεταβολή τής ευημερίας (well-being) ενός ατόμου που προκαλείται από κάποια μεταβολή στην ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος μπορεί να αποτυπωθεί σε χρηματικούς όρους [129], και αυτή η ποσοτική αποτίμηση βασίζεται στην έννοια της Ολικής Οικονομικής Αξίας (Total Economic Value) τού περιβάλλοντος. Από αυτήν τη σκοπιά, σε ένα περιβαλλοντικό αγαθό, λ.χ. σε ένα δάσος, μπορεί να προσδοθεί μια Ολική Οικονομική Αξία που προκύπτει από το άθροισμα ενός συνόλου επιμέρους αξιακών κατηγοριών που σχετίζονται με τα διάφορα χαρακτηριστικά του. Συγκεκριμένα, η Ολική Οικονομική Αξία ενός περιβαλλοντικού αγαθού προκύπτει, συνήθως, από τη σύνθεση δύο κύριων αξιακών κατηγοριών: της αξίας χρήσης (use value) και της αξίας μη χρήσης (non-use value). Η αξία χρήσης προκύπτει, συνήθως, από το άθροισμα της αξίας άμεσης χρήσης (direct use value), της αξίας έμμεσης χρήσης (indirect use value) και της αξίας επιλογής (option value). Από την άλλη, η αξία μη χρήσης προκύπτει, συνήθως, από το άθροισμα της αξίας ύπαρξης (existence value) και της αξίας κληροδοτήματος (bequest value). Πιο συγκεκριμένα, οι επιμέρους αξίες που συνθέτουν τελικά την Ολική Οικονομική Αξία προκύπτουν ως ακολούθως. Η αξία άμεσης χρήσης προκύπτει από την άμεση οικονομική αξιοποίηση ενός περιβαλλοντικού αγαθού στην αγορά. Η αξία έμμεσης χρήσης προκύπτει από τη σημασία ενός περιβαλλοντικού αγαθού ως λειτουργικού στοιχείου τής ανθρώπινης οικονομίας μέσω των οικοσυστημικών υπηρεσιών που παρέχει στους ανθρώπους. Η αξία επιλογής προκύπτει από τη σημασία ενός περιβαλλοντικού αγαθού ως στοιχείου που πρέπει να διατηρηθεί για μελλοντική χρήση. Η αξία ύπαρξης προκύπτει από την ικανοποίηση που δίνει σε έναν άνθρωπο η προστασία τής ύπαρξης ενός

περιβαλλοντικού αγαθού είτε *per se* είτε για χάρη άλλων ανθρώπων, χωρίς όμως να υπάρχει κάποια πρόθεση χρήσης του στο παρόν ή στο μέλλον. Τέλος, η αξία κληροδοτήματος προκύπτει από την ικανοποίηση που δίνει σε έναν άνθρωπο η διατήρηση ενός περιβαλλοντικού αγαθού προς όφελος των μελλοντικών γενεών [131] [132]. Καθώς όμως για τα περισσότερα περιβαλλοντικά αγαθά -και υπηρεσίες- δεν υπάρχει κάποια αγορά μέσω της οποίας αυτά να διατίθενται απευθείας από την παραγωγή προς την κατανάλωση, η άμεση παρατήρηση της τιμής τους που θα προέκυπτε από τις συμπεριφορές προσφοράς και ζήτησης δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσέγγιση της Ολικής Οικονομικής Αξίας τους με χρηματικούς όρους [128].

Οι αγορές, δηλαδή, αδυνατούν μέσω της προσφοράς και της ζήτησης να αποτιμήσουν συνολικά τα περιβαλλοντικά αγαθά και τις υπηρεσίες -που είναι εν πολλοίς μη αγοραία-, γι' αυτό και ο μηχανισμός τους δεν μπορεί να επιφέρει τα κοινωνικά βέλτιστα αποτελέσματα, οδηγώντας έτσι σε «αποτυχία τής αγοράς» (market failure) [128,133]. Οι αποτυχίες τής αγοράς στη διαχείριση των μη αγοραίων αγαθών, δηλαδή οι περιπτώσεις όπου η εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης με τρόπο που το αποτέλεσμα της ποσότητας και της τιμής ενός μη αγοραίου αγαθού να μην αντικατοπτρίζει ένα κοινωνικά βέλτιστο αποτέλεσμα, πηγάζουν συχνά από «εξωτερικότητες» (externalities). Οι εξωτερικότητες είναι οι επιπτώσεις τής οικονομικής συμπεριφοράς ενός οικονομικού υποκειμένου στην ευημερία ενός άλλου, μη εμπλεκόμενου, οικονομικού υποκειμένου. Οι αρνητικές εξωτερικότητες είναι τα εξωτερικά κόστη που σχετίζονται με την οικονομική δραστηριότητα ενός υποκειμένου και επιβαρύνουν ένα άλλο υποκείμενο που δεν συμμετέχει σε αυτήν τη δραστηριότητα, ενώ οι θετικές εξωτερικότητες είναι, αντίστοιχα, τα εξωτερικά οφέλη που πηγάζουν από μια τέτοια δραστηριότητα και τα οποία απολαμβάνει ένα υποκείμενο που δεν συμμετέχει σε αυτήν [134]. Οι περισσότερες περιπτώσεις ρύπανσης και περιβαλλοντικής υποβάθμισης σχετίζονται με αρνητικές εξωτερικότητες, δηλαδή με εξωτερικά κόστη [128].

Λόγω της φύσης τους, τα περιβαλλοντικά αγαθά ενέχουν εξωτερικότητες. Σε αυτήν την περίπτωση, για τον εμπειριστατωμένο υπολογισμό των οφελών και των κοστών που σχετίζονται με αυτά τα αγαθά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι έννοιες του κοινωνικού οφέλους και του κοινωνικού κόστους. Το κοινωνικό κόστος μιας οικονομικής δραστηριότητας προκύπτει από το άθροισμα του ιδιωτικού κόστους που

είναι εσωτερικό σε μια οικονομική δραστηριότητα, δηλαδή του κόστους εξαιτίας της δέσμευσης παραγωγικών συντελεστών που επιβαρύνει ένα οικονομικό υποκείμενο που εμπλέκεται στην εν λόγω δραστηριότητα, και του εξωτερικού κόστους που πηγάζει από τις επιζήμιες εξωτερικές επιπτώσεις της εν λόγω δραστηριότητας. Αντίστοιχα, το κοινωνικό όφελος μιας οικονομικής δραστηριότητας προκύπτει από το άθροισμα του ιδιωτικού οφέλους που είναι εσωτερικό σε μια οικονομική δραστηριότητα, δηλαδή του οφέλους εξαιτίας της χρήσης ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας που απολαμβάνεται από ένα οικονομικό υποκείμενο που εμπλέκεται στην εν λόγω δραστηριότητα, και του εξωτερικού οφέλους που πηγάζει από τις ευεργετικές εξωτερικές επιδράσεις της εν λόγω δραστηριότητας [128]. Για την αποτύπωση σε χρηματικούς όρους τού εξωτερικού κόστους και του εξωτερικού οφέλους που σχετίζονται με κάποιο περιβαλλοντικό αγαθό που δεν διατίθεται μέσω κάποιου μηχανισμού αγοράς έχουν αναπτυχθεί τεχνικές μη αγοραίας αποτίμησης (non-market valuation) [135,136].

Οι τεχνικές μη αγοραίας αποτίμησης του περιβάλλοντος διακρίνονται σε πρωτογενείς τεχνικές, δηλαδή σε αυτές που απαιτούν πρωτογενή δεδομένα, και σε δευτερογενείς τεχνικές, δηλαδή σε αυτές που βασίζονται σε δεδομένα άλλων ερευνών. Η κύρια δευτερογενής τεχνική είναι η μέθοδος Μεταφοράς Οφέλους (Benefit Transfer Method). Αυτή η μέθοδος βασίζεται στη μεταφορά γνωστών δεδομένων περιβαλλοντικής αποτίμησης από μια αρχική περιοχή αναφοράς σε μια νέα περιοχή εφαρμογής με παρόμοια χαρακτηριστικά. Αυτή η μεταφορά μπορεί να γίνει είτε μέσω απλής μεταφοράς τιμής ή μέσης τιμής, είτε μέσω μεταφοράς της συνάρτησης οφέλους, είτε μέσω στατιστικής μετα-ανάλυσης ενός δείγματος σχετικών εμπειρικών μελετών. Οι πρωτογενείς τεχνικές διακρίνονται συνήθως σε δύο κύριες κατηγορίες: στις τεχνικές αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference) και στις τεχνικές δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference) [134,136].

Οι τεχνικές αποκαλυπτόμενης προτίμησης βασίζονται στην έμμεση εξαγωγή συμπερασμάτων για τις οικονομικές αξίες των αγαθών, μέσω της παρατήρησης υφιστάμενων ενεργειών, δηλαδή επιλογών, συμπεριφορών και εξόδων, των οικονομικών υποκειμένων στις αγορές. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκει η μέθοδος Κόστους Ταξιδιού (Travel-Cost Method), μέσω της οποίας μπορεί να εξαχθεί η αξία χρήσης ενός περιβαλλοντικού αγαθού που χρησιμοποιείται για αναψυχή, λ.χ. ενός καταφυγίου άγριας ζωής όπου γίνεται παρατήρηση αυτής της ζωής, χρησιμοποιώντας

πληροφορίες που αφορούν στο κόστος τού ταξιδιού με το οποίο βαρύνονται οι επισκέπτες ώσπου να φτάσουν στην περιοχή τού εν λόγω αγαθού αναψυχής. Μια άλλη σημαντική μέθοδος που ανήκει σε αυτήν την κατηγορία είναι η μέθοδος Αγοράς Ωφελμιστικών Χαρακτηριστικών (Hedonic Property Value Method και Hedonic Wage Method), η οποία χρησιμοποιεί ως αφετηρία δεδομένα τής αγοράς, λ.χ. δεδομένα αξίας ακινήτων ή δεδομένα μισθών. Εφαρμόζοντας στατιστική ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης σε αυτά τα δεδομένα, αυτή η μέθοδος αποσκοπεί στην απομόνωση του παράγοντα της αξίας ενός ακινήτου που οφείλεται σε περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά ή στην απομόνωση του παράγοντα της αμοιβής ενός εργαζομένου που οφείλεται στην ανάληψη κάποιου περιβαλλοντικού κινδύνου από τον εργαζόμενο [134]. Εκτός από τις δύο κυρίαρχες μεθόδους που προαναφέρθηκαν, σε αυτήν την κατηγορία εντάσσεται και η μέθοδος Αποτρεπτικής Συμπεριφοράς (Averting Behavior Method), κατά την οποία εκτιμάται το κόστος που προκύπτει εξαιτίας τής προσπάθειας αποφυγής ενός κινδύνου που σχετίζεται με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Το κόστος αυτό μπορεί να αφορά είτε στη λήψη μέτρων για την αποφυγή μιας ζημιάς είτε στην εκτέλεση ενεργειών αποκατάστασης ή υποκατάστασης για την αντιστάθμιση μιας ζημιάς που έχει ήδη συμβεί [136]. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτές οι κυρίαρχες μέθοδοι αποκαλυπτόμενης προτίμησης έχουν χρησιμοποιηθεί στην ακαδημαϊκή βιβλιογραφία με πλήθος παραλλαγών.

Από την άλλη, οι τεχνικές δεδηλωμένης προτίμησης βασίζονται στην άμεση εκμείευση της προτίμησης των ανθρώπων σχετικά με κάποιο αγαθό, μέσω της χρήσης δημοσκοπικής έρευνας. Οι μέθοδοι αυτής της κατηγορίας αποσκοπούν στον υπολογισμό τής προθυμίας πληρωμής (willingness to pay, WTP) ή της προθυμίας αποδοχής αποζημίωσης (willingness to accept, WTA) των ερωτώμενων αναφορικά με μια οριακή βελτίωση ή με μια οριακή επιδείνωση της ποιότητας ενός περιβαλλοντικού αγαθού, προσπαθώντας έτσι να φέρουν στο προσκήνιο την αξία του που είναι αδύνατον να παρατηρηθεί με κάποιον άλλον τρόπο. Το ζήτημα των WTP και WTA θα συζητηθεί εκτενέστερα στην επόμενη παράγραφο. Μια από τις πιο καθιερωμένες μεθόδους αυτής της κατηγορίας είναι η Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης (Contingent Valuation Method, CVM), η οποία κατασκευάζει πρώτα μια υποθετική αγορά βασισμένη σε ένα σενάριο και έπειτα ζητά από τους ερωτώμενους να αναλογιστούν το ποσό που θα ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν, συνθηθέστερα, ή την αποζημίωση που θα ήταν διατεθειμένοι να αποδεχτούν,

σπανιότερα, αναφορικά με κάποια μεταβολή στην ποιότητα ενός περιβαλλοντικού αγαθού, σύμφωνα με την κατασκευασμένη υποθετική αγορά τού σεναρίου. Η δεύτερη πιο καθιερωμένη μέθοδος αυτής της κατηγορίας είναι η μέθοδος των Πειραμάτων Επιλογής (Choice Experiments Method), η οποία, όπως και αρκετές μέθοδοι της προηγούμενης παραγράφου, εμφανίζεται στην ακαδημαϊκή βιβλιογραφία ως μια οικογένεια μεθόδων με πλήθος παραλλαγών. Ο βασικός τρόπος λειτουργίας αυτής της μεθόδου είναι ο ακόλουθος. Πρώτα, το υπό εξέταση περιβαλλοντικό αγαθό αναλύεται στα διάφορα χαρακτηριστικά του. Έπειτα, παρουσιάζονται στους ερωτώμενους εκδοχές αυτού του περιβαλλοντικού αγαθού με διαφοροποιήσεις στα επίπεδα αυτών των χαρακτηριστικών, ένα εκ των οποίων είναι και το χρηματικό αντίτιμο για την εξασφάλιση του εκάστοτε συνόλου χαρακτηριστικών τού αγαθού, δεδομένων των επιπέδων αυτών των χαρακτηριστικών. Ζητώντας από τους ερωτώμενους να επιλέξουν την εκδοχή τού αγαθού που προτιμούν, εξάγεται -συνηθέστερα- η προθυμία πληρωμής τους, μέσω του χρηματικού αντιτίμου τής εκδοχής που επιλέγεται. Οι παραλλαγές αυτής της οικογένειας μεθόδων αφορούν κυρίως στον τρόπο με τον οποίον παρουσιάζονται οι εναλλακτικές εκδοχές των αγαθών στους ερωτώμενους [134,136]. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τεχνικές δεδηλωμένης προτίμησης δύνανται να αποτιμήσουν το σύνολο των αξιών χρήσης και μη χρήσης ενός περιβαλλοντικού αγαθού, ενώ οι τεχνικές αποκαλυπτόμενης προτίμησης περιορίζονται στην αποτίμηση μόνο συγκεκριμένων πτυχών των αξιών χρήσης ενός περιβαλλοντικού αγαθού [136].

Όπως σημειώθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, κεντρικής σημασίας στις τεχνικές δεδηλωμένης προτίμησης είναι οι έννοιες της προθυμίας πληρωμής (willingness to pay, WTP) και της προθυμίας αποδοχής αποζημίωσης (willingness to accept, WTA) αναφορικά με μια οριακή βελτίωση ή με μια οριακή επιδείνωση της ποιότητας ενός περιβαλλοντικού αγαθού. Συνήθως, η WTP χρησιμοποιείται στην περίπτωση κάποιας επιθυμητής θετικής μεταβολής τής ποιότητας, ενώ η WTA στην περίπτωση κάποιας ανεπιθύμητης αρνητικής μεταβολής. Συγκεκριμένα, η WTP είναι το μέγιστο ποσό που θα ήταν κανείς πρόθυμος να πληρώσει, δεδομένου του εισοδήματός του, με αντάλλαγμα να απολαύσει τη βελτίωση μιας κατάστασης ή να αποφύγει την επιδείνωση μιας κατάστασης. Η WTA είναι το ελάχιστο ποσό που θα ήταν κανείς πρόθυμος να δεχτεί ως αποζημίωση, δεδομένου του εισοδήματός του, ως αντάλλαγμα για να υποστεί την επιδείνωση μιας κατάστασης ή για να απαρνηθεί τη

βελτίωση μιας κατάστασης. Όπως προαναφέρθηκε, στις εμπειρικές έρευνες με τεχνικές δεδηλωμένης προτίμησης χρησιμοποιείται κυρίως η WTP για τη βελτίωση της ποιότητας ενός περιβαλλοντικού αγαθού ή για την αποφυγή της επιδείνωσής της ως κριτήριο ευημερίας για τον υπολογισμό της αξίας αυτού του περιβαλλοντικού αγαθού. Ο λόγος για τον οποίον η WTA χρησιμοποιείται σπανιότερα είναι η γνωστή στρέβλωση που εντοπίζεται σε μεγάλο πλήθος εμπειρικών μελετών και δείχνει ότι η υπολογιζόμενη WTA είναι πάρα πολύ μεγαλύτερη από τη WTP για τα ίδια περιβαλλοντικά αγαθά και υπό τις ίδιες συνθήκες, ενώ κανονικά δεν θα έπρεπε να υπάρχει ουσιώδης διαφορά μεταξύ τους. Η παρατηρούμενη στρέβλωση φαίνεται να οφείλεται, μεταξύ άλλων, και σε ψυχολογικά αίτια. Συνεπώς, συνιστάται η χρήση της WTP ως κριτηρίου ευημερίας όταν ο σκοπός μιας μελέτης είναι η εμπειρική εφαρμογή μιας τεχνικής δεδηλωμένης προτίμησης στην αποτίμηση ενός περιβαλλοντικού αγαθού ή μιας περιβαλλοντικής πολιτικής [136,137].

Η οικονομική αποτίμηση περιβαλλοντικών πολιτικών είναι μια καίριας σημασίας εφαρμογή των Οικονομικών του Περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, η Ανάλυση Κόστους και Οφέλους (Cost-Benefit Analysis, CBA) είναι μια θεμελιωμένη και παγιωμένη τακτική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση μιας περιβαλλοντικής πολιτικής ως προς τα -πιθανά- μεγέθη του κοινωνικού κόστους και του κοινωνικού οφέλους που απορρέουν από αυτήν. Υπό αυτήν την οπτική, η καθαρή αξία μιας περιβαλλοντικής πολιτικής ισοδυναμεί με το καθαρό κοινωνικό της όφελος (net social benefit), το οποίο ισούται με το κοινωνικό όφελος αυτής της πολιτικής μείον το κοινωνικό της κόστος. Το αποτέλεσμα της αξιολόγησης μιας πολιτικής μέσω της CBA είναι, εν πρώτοις, θετικό όταν το καθαρό κοινωνικό της όφελος είναι μεγαλύτερο από το μηδέν. Όπως συζητήθηκε στις προηγούμενες παραγράφους, τα κοινωνικά οφέλη και τα κοινωνικά κόστη μιας περιβαλλοντικής πολιτικής δύνανται να υπολογιστούν μέσω τεχνικών μη αγοραίας αποτίμησης για την ποσοτική εκτίμηση των σχετικών εξωτερικών οφελών και των εξωτερικών κοστών. Η CBA για την αξιολόγηση μιας περιβαλλοντικής πολιτικής μπορεί να διεξαχθεί είτε εκ των προτέρων (ex ante CBA) είτε εκ των υστέρων (ex post CBA). Η εφαρμογή της CBA εκ των προτέρων αποσκοπεί στην υποβοήθηση της λήψης αποφάσεων σχετικά με το κατά πόσο θα πρέπει μια κυβέρνηση να αφιερώσει πόρους στην υλοποίηση μιας πολιτικής, όσο αυτή είναι ακόμη υπό συζήτηση. Με αυτόν τον τρόπο, η CBA παρέχει άμεση και ευθεία καθοδήγηση στα ανώτατα κλιμάκια λήψης αποφάσεων της

δημόσιας διοίκησης. Από την άλλη, η εφαρμογή της CBA εκ των υστέρων διεξάγεται μετά την υλοποίηση μιας πολιτικής, ιδιαίτερα τότε που τα κόστη έχουν ήδη λάβει τις τελικές διαστάσεις τους. Η αξία αυτής της αξιολόγησης είναι περισσότερο ευρεία και λιγότερο άμεση για την καθοδήγηση της λήψης αποφάσεων. Ο σκοπός της διεξαγωγής αυτής της αξιολόγησης είναι η παροχή πληροφοριών όχι μόνο σχετικά με μια συγκεκριμένη παρέμβαση μέσω της υπό εξέταση πολιτικής αλλά και σχετικά με άλλες παρόμοιες παρεμβάσεις. Έτσι, η εφαρμογή της CBA εκ των υστέρων δύναται να συνεισφέρει σε μια διαδικασία μάθησης που ωφελεί έμμεσα τη δημόσια διοίκηση αναφορικά με την ανάπτυξη και την υλοποίηση μελλοντικών πολιτικών [128,134,138,139]. Βεβαίως, το θετικό αποτέλεσμα της CBA είναι μόνο ένα πρώιμο κριτήριο για την αξιολόγηση μιας περιβαλλοντικής πολιτικής, καθώς αυτό από μόνο του δεν αρκεί για τη διασφάλιση της κοινωνικής δικαιοσύνης και της ισότιμης κατανομής τού κοινωνικού κόστους και του κοινωνικού οφέλους μεταξύ των διάφορων κοινωνικών ομάδων, στο παρόν και στο μέλλον. Οι σύγχρονες προσεγγίσεις της CBA από τη σκοπιά των Οικονομικών και της Πολιτικής τού Περιβάλλοντος προσπαθούν, μεταξύ άλλων, να αντιμετωπίσουν και αυτά τα ανοιχτά ζητήματα [129,140].

3.2 Η Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης (CVM)

Η τεχνική μη αγοραίας αποτίμησης που εφαρμόστηκε στην εμπειρική έρευνα της παρούσας διδακτορικής διατριβής ήταν η Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης (Contingent Valuation Method, CVM), η οποία παρουσιάστηκε συνοπτικά στην προηγούμενη υποενότητα και θα αναλυθεί εκτενέστερα ευθύς αμέσως.

Αρχικά, η CVM επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη μέθοδος για την εν λόγω εφαρμογή αποτίμησης, επειδή είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική δεδηλωμένης προτίμησης που δύναται να αξιοποιηθεί για την εκ των προτέρων εκτίμηση μελλοντικών περιβαλλοντικών καταστάσεων, αλλά και για τον υπολογισμό τού συνόλου των αξιών χρήσης και μη χρήσης αγαθών και πολιτικών -ακόμη και για τον υπολογισμό κάθε επιμέρους τύπου αυτών των δύο κατηγοριών αξιών, υπό προϋποθέσεις-, κάτι το οποίο αδυνατούν να πετύχουν οι τεχνικές

αποκαλυπτόμενης προτίμησης [141,142]. Επειδή η συγκεκριμένη εμπειρική εφαρμογή της παρούσας διδακτορικής διατριβής αφορούσε στην εκ των προτέρων αποτίμηση του εξωτερικού οφέλους -δηλαδή της Ολικής Οικονομικής Αξίας- μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή της ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας των μελλοντικών ιδιωτικών αποστολών, επιλέχθηκε η CVM ως η καταλληλότερη τεχνική δεδηλωμένης προτίμησης· δεν δόθηκε έμφαση σε άλλες τεχνικές αποτίμησης, καθώς θεωρήθηκαν ανεπαρκείς με βάση τον προηγούμενο συλλογισμό. Αξίζει, μάλιστα, να σημειωθεί ότι τεχνικές δεδηλωμένης προτίμησης έχουν χρησιμοποιηθεί σε παρελθοντικές εμπειρικές έρευνες για την αποτίμηση άλλων απόμακρων, ανοικείων και ασυνήθιστων αγαθών, παρ' όλο που αυτή είναι η πρώτη φορά που εφαρμόζεται μια τέτοια μέθοδος σε ένα θέμα Προστασίας των Πλανητών [143-148].

Η CVM -που εφαρμόστηκε και στην παρούσα έρευνα- είναι μια δημοφιλής και εδραιωμένη μέθοδος που χρησιμοποιείται εδώ και αρκετές δεκαετίες και έχει παράξει χιλιάδες έρευνες παγκοσμίως, οι περισσότερες εκ των οποίων διεξήχθησαν με σκοπό την υποβοήθηση των σχετικών διαδικασιών λήψης αποφάσεων [149]. Η CVM τοποθετεί τους ερωτώμενους σε υποθετικές καταστάσεις και έπειτα τους θέτει ένα άμεσο ερώτημα στο οποίο οι ερωτώμενοι καλούνται να απαντήσουν -συνηθέστερα- με την προθυμία πληρωμής τους (willingness to pay, WTP) για κάποιο χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος ή για κάποιο αποτέλεσμα που συνδέεται στενά με την κατάσταση του περιβάλλοντος [128]. Για κάθε καταναλωτή, η πραγματική συνολική WTP του για κάποιο αγαθό -ή για κάποιο αποτέλεσμα- ισούται γενικά με τη συνολική αξία και άρα και με τα οφέλη που κάθε καταναλωτής αναμένει να απολαύσει από την απόκτησή του [128,134]. Έτσι, η WTP που υπολογίζεται μέσω μιας έρευνας CVM ισοδυναμεί με την αντιληφθείσα αξία και άρα και με το αντιληφθέν όφελος που αναμένουν οι ερωτώμενοι από ένα περιβαλλοντικό αγαθό, ή από ένα περιβαλλοντικό αποτέλεσμα, ή από μια περιβαλλοντική πολιτική [134].

Όπως αναφέρθηκε συνοπτικά στην προηγούμενη υποενότητα, η CVM βασίζεται στη χρήση δημοσκοπικής έρευνας για την άμεση εκμείωση πληροφοριών σχετικά με τις προτιμήσεις των ερωτώμενων, μέσω των οποίων εκτιμάται τελικά η εκάστοτε υπό διερεύνηση οικονομική αξία, λ.χ. η αξία ενός περιβαλλοντικού αγαθού ή μιας περιβαλλοντικής πολιτικής. Μετά τις πρώιμες επιτυχείς έρευνες με τη χρήση CVM για το περιβάλλον, το πεδίο εφαρμογής της άρχισε να διευρύνεται, αγγίζοντας

μέχρι σήμερα και ζητήματα στον χώρο της υγείας, του πολιτισμού και άλλων τομέων για τους οποίους δεν υπάρχουν δεδομένα της αγοράς προς υποστήριξη της λήψης αποφάσεων. Σημαντικό ορόσημο στην εδραίωση αυτής της μεθόδου ήταν ο «Νόμος Περιεκτικής Περιβαλλοντικής Ανταπόκρισης Αποζημιώσεων και Αντικειμενικής Ευθύνης» (Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act, CERCLA) του 1980 στις ΗΠΑ, μέσω του οποίου οι αποτιμήσεις οικονομικής αξίας με τη χρήση CVM άρχισαν να χρησιμοποιούνται ως δεδομένα στη δικαστική διεκδίκηση αποζημιώσεων από φορείς που ευθύνονταν για μεγάλης κλίμακας ρύπανση του περιβάλλοντος. Μεθοδολογικά, η CVM εξελίχθηκε και βελτιώθηκε σημαντικά στις δεκαετίες που ακολούθησαν, σε βαθμό που υπάρχουν πλέον βέλτιστες πρακτικές για τον σχεδιασμό και τη διεξαγωγή τέτοιων ερευνών με τρόπο που θα αποφέρει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα [150].

Στη μεθοδολογία της CVM διαδραματίζει καίριο ρόλο ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του εργαλείου της δημοσκοπικής έρευνας, δηλαδή του ερωτηματολογίου. Κεντρικά σημεία σε κάθε ερωτηματολόγιο CVM είναι τόσο το θέμα της λεκτικής απόδοσης του υποθετικού σεναρίου όσο και τα θέματα της επιλογής της κατάλληλης κεντρικής ερώτησης για την αποτίμηση και ιδιαίτερα της επιλογής της κατάλληλης τεχνικής εκμαίευσης του ποσού. Το σενάριο υποθετικής αξιολόγησης που αποτυπώνεται σε ένα ερωτηματολόγιο CVM αποτελεί τον θεμέλιο λίθο στον οποίο βασίζεται η αποτίμηση της εκάστοτε αξίας. Κάθε σενάριο πλαισιώνεται από υποστηρικτικές ερωτήσεις οι οποίες παρέχουν περισσότερα δεδομένα υποβάθρου αναφορικά με τους ερωτώμενους που δύνανται να χρησιμοποιηθούν στο στάδιο της στατιστικής ανάλυσης για να αποκαλύψουν περαιτέρω πληροφορίες. Καθώς όμως ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου και η ανάλυση των συλλεχθέντων δεδομένων μπορούν να επηρεάσουν τον τελικό υπολογισμό της WTP -που είναι το κριτήριο ευημερίας που χρησιμοποιείται συνηθέστερα-, απαιτείται προσεκτική προσέγγιση κάθε σταδίου και αξιοποίηση βέλτιστων πρακτικών που έχουν προέλθει από προηγούμενες θεωρητικές και εφαρμοσμένες έρευνες CVM [136].

Το πρώτο μεθοδολογικό στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM είναι η αναγνώριση της μεταβολής -θετικής ή αρνητικής- στην ποσότητα ή, συνηθέστερα, στην ποιότητα ενός περιβαλλοντικού αγαθού που οι ερωτώμενοι θα κληθούν να αποτιμήσουν. Για παράδειγμα, στην περίπτωση μιας πολιτικής ή ενός συνόλου προγραμματικών μέτρων για την αποφυγή της επιδείνωσης της ποιότητας ενός

αγαθού εξαιτίας τής ανθρωπογενούς ρύπανσής του, η αξία που θα αποτιμηθεί μπορεί να οριστεί με τη βοήθεια της ακόλουθης εξίσωσης: $v(P_0, Q_1, y) = v(P_0, Q_0, y - WTP)$. Σε αυτήν την εξίσωση, η v είναι η έμμεση συνάρτηση ωφέλειας, το y είναι το εισόδημα, το P_0 είναι ένα διάνυσμα των τιμών όλων των αγοραίων αγαθών και θεωρείται σταθερό, η Q_0 είναι η τρέχουσα ποιότητα του εν λόγω αγαθού και η Q_1 είναι η ποιότητα του εν λόγω αγαθού μετά την επιδείνωση που θα προκύψει αν δεν υλοποιηθεί η προτεινόμενη πολιτική ή τα προγραμματικά μέτρα (δηλαδή, $Q_0 > Q_1$). Όπως έχει συζητηθεί και σε προηγούμενες παραγράφους, η WTP είναι το κριτήριο ευημερίας που χρησιμοποιείται για την αποτίμηση της αξίας τής προστασίας τού εν λόγω αγαθού από τη ρύπανση, δηλαδή της αποφυγής τής επιδείνωσης της ποιότητάς του. Έτσι, η προαναφερθείσα εξίσωση αποτυπώνει το γεγονός ότι η ωφέλεια που θα αποκομίζει ένας άνθρωπος με εισόδημα y όταν η ποιότητα του υπό εξέταση περιβαλλοντικού αγαθού επιδεινωθεί και φτάσει στο επίπεδο Q_1 θα ισούται με την ωφέλεια που αποκομίζει ο ίδιος άνθρωπος όταν η ποιότητα του εν λόγω περιβαλλοντικού αγαθού βρίσκεται στο τρέχον επίπεδο Q_0 και το εισόδημά του έχει μειωθεί και βρίσκεται στο επίπεδο $y - WTP$, εξαιτίας τής προθυμίας του να θυσιάσει από το εισόδημά του (y) το ποσό WTP για να διατηρήσει το τρέχον επίπεδο ποιότητας Q_0 . Συνεπώς, η περιγραφή τής μεταβολής τής ποιότητας που οι ερωτώμενοι καλούνται να αποτιμήσουν είναι καίριας σημασίας σε ένα ερωτηματολόγιο CVM. Δηλαδή, στο παράδειγμα της πολιτικής για την προστασία ενός περιβαλλοντικού αγαθού από την ανθρωπογενή ρύπανση, ένα ερωτηματολόγιο CVM θα πρέπει να παρέχει στους ερωτώμενους πληροφορίες σχετικά με το τι επιπτώσεις θα μπορούσε να έχει η αποτυχία υλοποίησης της προτεινόμενης πολιτικής στην ποιότητα του εν λόγω αγαθού, δηλαδή πληροφορίες για το πώς η τρέχουσα ποιότητά του δύναται να επιδεινωθεί αν δεν προστατευτεί. Στην περίπτωση που αυτές οι επιπτώσεις δεν είναι απολύτως γνωστές, κάτι που συμβαίνει συχνά όταν η αποτίμηση γίνεται εκ των προτέρων με σκοπό να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων, ο σχεδιασμός ενός ερωτηματολογίου CVM θα πρέπει να προχωρήσει σύμφωνα με τη διαθέσιμη γνώση αναφορικά με την προτεινόμενη πολιτική και με τις ουσιαστικότερες συνέπειες της αποτυχίας υλοποίησής της. Αυτά θα πρέπει να παρουσιαστούν με τρόπο σύντομο, σαφή, κατανοητό και απλό, έτσι ώστε οι ερωτώμενοι να μπορούν να συλλάβουν τι ακριβώς είναι αυτό που διακυβεύεται και πρέπει να προστατευθεί μέσω της δικής τους προθυμίας πληρωμής. Γι' αυτόν τον λόγο, κρίνεται απαραίτητη η καταγραφή όλων των σχετικών παραδοχών και

πληροφοριών που παρέχει μια μελέτη CVM τέτοιου τύπου στους ερωτώμενους, προκειμένου να καταστεί δυνατή η καλύτερη εκ των υστέρων ερμηνεία των αποτελεσμάτων της [136,150].

Το δεύτερο στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM είναι η αναγνώριση του ευρύτερου πληθυσμού των ανθρώπων που δύνανται να επηρεαστούν από τη μεταβολή στην ποιότητα ενός περιβαλλοντικού αγαθού και προσδίδουν την αποτιμώμενη αξία στο εν λόγω αγαθό. Αυτός είναι και ο πληθυσμός για τον οποίον οι ερευνητές ενδιαφέρονται να εξάγουν τα τελικά τους συμπεράσματα. Μιας και κάθε έρευνα CVM βασίζεται στη χρήση ερωτηματολογίου, σε αυτό το στάδιο είναι επίσης απαραίτητο να εντοπιστεί τόσο ο υπό μελέτη πληθυσμός (study population), δηλαδή εκείνο το τμήμα του ευρύτερου πληθυσμού που αποτελείται από ανθρώπους που δύνανται να επιλεγούν κατά τον σχηματισμό δείγματος, όσο και η διαδικασία δειγματοληψίας, αν, δηλαδή, εν πρώτοις, θα είναι δειγματοληψία με πιθανότητα (probability sampling) ή χωρίς πιθανότητα (non probability sampling). Αυτές οι λεπτομέρειες είναι απαραίτητες για τον καθορισμό του κατάλληλου πλαισίου δειγματοληψίας (sampling frame), δηλαδή του καταλόγου που θα περιλαμβάνει ολόκληρο τον υπό μελέτη πληθυσμό ή τουλάχιστον ένα ικανοποιητικό τμήμα αυτού, και, τελικά, για τον σχηματισμό του δείγματος (sample). Το ερωτηματολόγιο της CVM θα πρέπει να απαντηθεί από ανθρώπους που θα ανήκουν σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού, έτσι ώστε τα συμπεράσματα της έρευνας να είναι γενικεύσιμα. Σημαντική πληροφορία για μια έρευνα CVM είναι το αν η αποτιμώμενη αξία είναι τιμή κατά κεφαλήν ή κατά νοικοκυριό, έτσι ώστε να μπορεί να υπολογιστεί η συνολική αξία με τον κατάλληλο πολλαπλασιασμό· αυτή η πληροφορία θα πρέπει να γνωστοποιείται με σαφήνεια και στους ερωτώμενους. Σημαντικό ρόλο στην επιλογή της κατά κεφαλήν ή κατά νοικοκυριού τεχνικής αποτίμησης διαδραματίζει και ο τρόπος με τον οποίον θα γίνει η συλλογή της πληρωμής από τους ερωτώμενους, ο οποίος θα συζητηθεί εκτενέστερα σε επόμενη παράγραφο [136,150].

Το τρίτο στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM αφορά στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου συλλογής πρωτογενών δεδομένων. Η συλλογή των δεδομένων μπορεί να γίνει μέσω προσωπικών συνεντεύξεων, μέσω τηλεφώνου, μέσω παραδοσιακής αλληλογραφίας και, τα τελευταία χρόνια, μέσω διαδικτυακών εργαλείων. Σημαντικοί παράγοντες που διαμορφώνουν την επιλογή της εκάστοτε

μεθόδου συλλογής δεδομένων είναι το κόστος ανά μονάδα συμπληρωμένου ερωτηματολογίου, ο χρόνος εκτέλεσης της έρευνας, η πρόσβαση σε βοηθητικό προσωπικό και το εκτιμώμενο ποσοστό απόκρισης (response rate). Κάθε μέθοδος συλλογής ενέχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Για παράδειγμα, οι προσωπικές συνεντεύξεις θεωρούνται η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την παροχή πληροφοριών στους ερωτώμενους, καθώς, σε περίπτωση που ο ερωτώμενος έχει κάποια απορία ή αμφιβολία, ο συνεντευκτής που συλλέγει τα δεδομένα είναι σε θέση να παρέχει άμεσα διευκρινίσεις. Ταυτόχρονα, η διεξαγωγή μιας έρευνας CVM με τη μέθοδο των προσωπικών συνεντεύξεων είναι και αυτή που κοστίζει περισσότερο από όλες τις άλλες μεθόδους. Η συλλογή δεδομένων μέσω διαδικτυακών εργαλείων έχει αρχίσει τελευταία να γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής, κυρίως λόγω του πολύ μικρότερου κόστους της από όλες τις άλλες μεθόδους [136,150].

Το τέταρτο στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM αφορά στην επιλογή τού μεγέθους τού δείγματος. Η επιλογή τού κατάλληλου μεγέθους τού δείγματος είναι πολύ σημαντική, αφού έχει άμεση επίπτωση στη χρησιμότητα των τελικών αποτελεσμάτων. Οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή τού μεγέθους τού δείγματος είναι το επιθυμητό επίπεδο εμπιστοσύνης (confidence level), το μέγιστο ανεκτό σφάλμα δειγματοληψίας (sampling error), το μέγεθος της διασποράς (variance) που χαρακτηρίζει τη μεταβλητή ενδιαφέροντος για τον υπό μελέτη πληθυσμό, καθώς και το μέγεθος του υπό μελέτη πληθυσμού από τον οποίον θα σχηματιστεί το δείγμα. Το τυπικό σφάλμα (standard error, SE_M) τής μέσης τιμής τής WTP εξαρτάται από την τυπική απόκλιση (standard deviation, σ) και από το μέγεθος του δείγματος (sample size, N), σύμφωνα με τον τύπο: $SE_M = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$. Δηλαδή, με δεδομένη τυπική απόκλιση, η απόλυτη τιμή του τυπικού σφάλματος μπορεί να μειωθεί με την αύξηση του μεγέθους τού δείγματος. Μέσω αυτού του τύπου, θα ήταν δυνατόν να υπολογιστεί το κατάλληλο μέγεθος δείγματος, με δεδομένο ένα μέγιστο ανεκτό σφάλμα δειγματοληψίας, αν η τυπική απόκλιση ήταν γνωστή. Καθώς, όμως, η τυπική απόκλιση σπανίως είναι εκ των προτέρων γνωστή, στην πράξη, οι περισσότερες έρευνες CVM επιλέγουν όσο μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος μπορούν να υποστηρίξουν με βάση το κόστος τής χρησιμοποιούμενης μεθόδου συλλογής πρωτογενών δεδομένων. Πρακτικά, στην περίπτωση της απλής τυχαίας δειγματοληψίας, ένα μέγεθος δείγματος περίπου 370-390 ατόμων επαρκεί για να περιοριστεί το τυπικό σφάλμα σε λιγότερο από $\pm 5\%$ σε έρευνες που αφορούν υπό

μελέτη πληθυσμούς μεγέθους 10.000 ή περισσότερων ατόμων, με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Αυτό σημαίνει ότι η πιθανότητα να απέχει η εκτίμηση μιας τιμής που προκύπτει από ένα τυχαίο δείγμα αυτού του μεγέθους (370-390 ατόμων) που σχηματίζεται από έναν υπό μελέτη πληθυσμό μεγέθους 10.000 ή περισσότερων ατόμων κατά λιγότερο από $\pm 5\%$ από την πραγματική τιμή του υπό μελέτη πληθυσμού θα είναι 95%. Βεβαίως, αυτές οι τιμές μεγέθους δείγματος αφορούν στο επιθυμητό μέγεθος δείγματος, δηλαδή στο πλήθος των συμπληρωμένων ερωτηματολογίων που θα αναλυθούν. Είναι πιθανό, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο συλλογής δεδομένων, να πρέπει το αρχικό δείγμα ατόμων στα οποία, για παράδειγμα, θα σταλούν με παραδοσιακή αλληλογραφία τα ερωτηματολόγια να είναι αρκετά μεγαλύτερο από το επιθυμητό, καθώς υπεισέρχεται και ο παράγοντας του ποσοστού απόκρισης, το οποίο δεν είναι πάντα 100% [136,151].

Το πέμπτο στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM αφορά στην κατάλληλη επιλογή των πληροφοριών που θα πρέπει να παρέχονται από το ερωτηματολόγιο στους ερωτώμενους. Αυτές οι πληροφορίες σχετίζονται με το τι ακριβώς είναι αυτό που θα πρέπει οι ερωτώμενοι να αποτιμήσουν οικονομικά, με το με ποιον τρόπο θα γίνει η παρέμβαση στο εκάστοτε ζήτημα μεταβολής της ποιότητας ενός περιβαλλοντικού αγαθού, αλλά και με το με ποιον τρόπο θα γίνει η συλλογή της πληρωμής από τους ερωτώμενους. Οι εν λόγω πληροφορίες αποτελούν ουσιαστικά τα θεμέλια του υποθετικού σεναρίου της έρευνας CVM, το οποίο θα πρέπει να σχεδιαστεί με τρόπο που να πείθει τους ερωτώμενους ότι η αποτιμώμενη μεταβολή της ποιότητας του εκάστοτε περιβαλλοντικού αγαθού είναι όντως ρεαλιστική και εφικτή, αλλά και με τρόπο που τα χαρακτηριστικά αυτής της μεταβολής που παρατίθενται να μην έχουν υπερβολική επίδραση στην εκτίμηση του κριτηρίου ευημερίας. Οι πληροφορίες συνήθως παρέχονται μέσω γραπτού ή προφορικού λόγου, ενώ δύνανται να χρησιμοποιηθούν και οπτικές πληροφορίες, λ.χ. γραφήματα ή φωτογραφίες, για να βοηθήσουν τους ερωτώμενους να κατανοήσουν καλύτερα το σενάριο. Το σενάριο, βεβαίως, θα πρέπει να είναι μια δίκαιη και ουδέτερη περιγραφή της αποτιμώμενης μεταβολής της ποιότητας του εκάστοτε περιβαλλοντικού αγαθού, δηλαδή της τρέχουσας και της μελλοντικής του κατάστασης, και θα πρέπει επίσης να εξηγεί για ποιον λόγο ζητείται από τους ερωτώμενους να διεξάγουν αυτήν την αποτίμηση. Ο όγκος και το είδος των πληροφοριών που απαιτούνται δεν μπορεί να προκαθοριστεί χωρίς ποιοτική δοκιμή του ερωτηματολογίου. Η ποιοτική δοκιμή

μπορεί να παρέχει στους ερευνητές κάποια καθοδήγηση σχετικά με το πώς να καταλήξουν στον κατάλληλο όγκο και στο κατάλληλο είδος πληροφοριών που να μην είναι ούτε ελλιπείς, κάτι που μπορεί να οδηγήσει τους ερωτώμενους σε παρανοήσεις, ούτε και υπερβολικά αναλυτικές, κάτι που μπορεί να αποσπάσει την προσοχή των ερωτώμενων από τα ουσιαστικότερα και πιο κρίσιμα σημεία. Επιπλέον, σε κάθε έρευνα CVM θα πρέπει να αποκαλύπτεται στους ερωτώμενους ο τρόπος με τον οποίον θα υλοποιηθεί η παρέμβαση στο εκάστοτε ζήτημα μεταβολής της ποιότητας του υπό εξέταση περιβαλλοντικού αγαθού (provision mechanism). Αν δεν αποκαλυφθεί αυτή η πληροφορία, υπάρχει ο κίνδυνος οι ερωτώμενοι να θεωρήσουν την παρέμβαση μη ρεαλιστική και αναξιόπιστη. Για παράδειγμα, στην περίπτωση μιας πολιτικής για την προστασία ενός περιβαλλοντικού αγαθού από ανθρωπογενή ρύπανση, ένας τρόπος υλοποίησης της πολιτικής θα ήταν η λήψη μέτρων που θα παρεμποδίζουν τις δραστηριότητες που δύνανται να προκαλέσουν ρύπανση. Η επιλογή και η αποκάλυψη του τρόπου υλοποίησης της παρέμβασης είναι επίσης ένα δύσκολο ζήτημα που δεν μπορεί να προεκτιμηθεί χωρίς ποιοτική δοκιμή του ερωτηματολογίου. Σε μια ποιοτική δοκιμή μπορεί να φανερωθεί το πιο κρίσιμο σημείο αυτής της παραμέτρου, δηλαδή το αν οι ερωτώμενοι κατανοούν τον τρόπο υλοποίησης και, βεβαίως, το αν τον θεωρούν αξιόπιστο, ρεαλιστικό και ικανό να πετύχει τον σκοπό της παρέμβασης. Εξίσου σημαντικός είναι, φυσικά, και ο τρόπος με τον οποίον θα γίνει η συλλογή της πληρωμής από τους ερωτώμενους (payment vehicle). Παραδείγματα τρόπων πληρωμής είναι ένας ειδικός ετήσιος φόρος σε εθνικό επίπεδο, μια αύξηση της τιμής σε κάποιο αγαθό ή μια υπηρεσία, μια εθελοντική δωρεά, μια αύξηση στα δημοτικά τέλη για μια υπηρεσία, μια χρέωση με τη μορφή εισιτηρίου για την είσοδο σε έναν χώρο κ.ά. Βασικός στόχος της επιλογής του κατάλληλου τρόπου συλλογής της πληρωμής είναι η επίτευξη της συμβατότητάς του με τα κίνητρα των ερωτώμενων (incentive compatibility), δηλαδή το να υποβοηθηθεί μέσω του τρόπου συλλογής πληρωμής η αποκάλυψη των πραγματικών προτιμήσεων των ερωτώμενων αναφορικά με την αξία που αποδίδουν στο αποτιμώμενο αγαθό. Και αυτή η παράμετρος, όμως, όπως και οι προηγούμενες, χρειάζεται προσεκτική εξισορρόπηση. Ο τρόπος συλλογής πληρωμής θα πρέπει να είναι ρεαλιστικός και αληθοφανής για να επιτευχθεί η συμβατότητα με τα κίνητρα των ερωτώμενων· αυτός ο ρεαλισμός, όμως, δύναται να οδηγήσει τους ερωτώμενους στην απόρριψη του σεναρίου λόγω διαμαρτυρίας τους προς τον τρόπο συλλογής πληρωμής. Ο τρόπος συλλογής πληρωμής θα πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένος και

με τις υπόλοιπες λεπτομέρειες του υποθετικού σεναρίου για να υπάρχει εσωτερική συνέπεια. Μια ποιοτική δοκιμή τού ερωτηματολογίου μπορεί να παρέχει καθοδήγηση ως προς αυτό το ζήτημα. Επιπροσθέτως, καίριας σημασίας είναι και η συνθήκη υλοποίησης (decision rule), δηλαδή η διαδικασία σύμφωνα με την οποία τα ευρήματα μιας έρευνας CVM θα χρησιμοποιηθούν για να υποβοηθήσουν τη λήψη τής απόφασης σχετικά με την υλοποίηση της παρέμβασης στο εκάστοτε ζήτημα μεταβολής τής ποιότητας του υπό εξέταση περιβαλλοντικού αγαθού. Ένα παράδειγμα συνθήκης υλοποίησης είναι μια ερώτηση προκαθορισμένης επιλογής (dichotomous choice) τύπου δημοψηφίσματος· η συνθήκη υλοποίησης σε αυτήν την περίπτωση θα είναι η συγκέντρωση μιας πλειοψηφίας θετικών απαντήσεων, δηλαδή ποσοστό θετικών απαντήσεων μεγαλύτερο από 50%. Η συνθήκη επιλογής σχετίζεται άμεσα και με τον τρόπο συλλογής πληρωμής, λ.χ. η συνθήκη δημοψηφίσματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ομαλά μαζί με έναν ετήσιο εθνικό φόρο. Κεντρικός στόχος τής επιλογής τής κατάλληλης συνθήκης υλοποίησης είναι η συνθήκη αυτή να είναι αληθοφανής, προκειμένου να εκμαιεύσει τις πραγματικές προτιμήσεις των ερωτώμενων, αλλά και δεσμευτική, δηλαδή η συλλογή πληρωμής να είναι υποχρεωτική στην περίπτωση υλοποίησης της παρέμβασης, ενώ οι ερωτώμενοι θα πρέπει να μπορούν να επηρεάσουν με τις απαντήσεις τους το αν η παρέμβαση θα υλοποιηθεί ή όχι. Μια άλλη σημαντική παράμετρος του υποθετικού σεναρίου είναι το χρονικό πλαίσιο συλλογής πληρωμής, δηλαδή το πόσες φορές και πόσο συχνά θα συλλέγεται το ποσό πληρωμής από τους ερωτώμενους, λ.χ. εφάπαξ ή ετησίως για 20 χρόνια. Το χρονικό πλαίσιο μπορεί να έχει επίπτωση στον νοερό υπολογισμό τής επιλογής τού ποσού πληρωμής από την πλευρά των ερωτώμενων, γι' αυτό και θα πρέπει να διερευνάται μέσω ποιοτικής δοκιμής τού ερωτηματολογίου. Τέλος, στο υποθετικό σενάριο μιας έρευνας CVM θα πρέπει να παρέχονται και πληροφορίες σχετικά με υποκατάστατα αγαθά και με τον περιορισμό τού εισοδήματος των ερωτώμενων. Δηλαδή, θα πρέπει να υπενθυμίζεται στους ερωτώμενους ότι το εισόδημά τους είναι περιορισμένο και ότι η δέσμευσή τους να πληρώσουν ένα ποσό για την υλοποίηση μιας παρέμβασης θα μειώσει τα χρήματα που θα έχουν διαθέσιμα για την αγορά άλλων αγαθών ή υπηρεσιών. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να διασφαλιστεί η εγκυρότητα περιεχομένου (content validity), δηλαδή η κάλυψη των διαφορετικών θεωρητικών οικονομικών διαστάσεων του μετρούμενου κριτηρίου ευημερίας [136,150].

Το έκτο στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM είναι υψίστης σημασίας και αφορά στον σχεδιασμό της κεντρικής ερώτησης υποθετικής αξιολόγησης. Πρώτον, είναι κρίσιμη η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής εκμείευσης ποσού. Πλέον χρησιμοποιούνται τρεις κύριοι τύποι τέτοιων τεχνικών: η τεχνική της ερώτησης ανοιχτού τύπου (open-ended), κατά την οποία ζητείται άμεσα από τους ερωτώμενους να προσδιορίσουν τη μέγιστη WTP τους, η τεχνική της κάρτας πληρωμής (payment card), κατά την οποία ζητείται από τους ερωτώμενους να επιλέξουν ένα ποσό από μια λίστα διαθέσιμων ποσών WTP, και η οικογένεια των τεχνικών της προκαθορισμένης επιλογής (dichotomous choice), κατά την οποία ζητείται από τους ερωτώμενους να απαντήσουν θετικά ή αρνητικά στο αν θα πλήρωναν ένα προκαθορισμένο ποσό WTP. Μια άλλη τεχνική που χρησιμοποιούταν στο παρελθόν ήταν αυτή της επαναληπτικής προσφοράς (bidding game), κατά την οποία ζητούνταν πρώτα από τους ερωτώμενους να απαντήσουν θετικά ή αρνητικά στο αν θα πλήρωναν ένα προκαθορισμένο ποσό WTP και έπειτα, αν οι ερωτώμενοι απαντούσαν αρχικά θετικά, τους ζητούνταν να κάνουν το ίδιο για νέα ποσά που αυξάνονταν κατά ένα συγκεκριμένο ποσό μέχρις ότου να απαντήσουν αρνητικά, ενώ, αν απαντούσαν αρχικά αρνητικά, τους ζητούνταν να κάνουν το ίδιο για νέα ποσά που μειώνονταν κατά ένα συγκεκριμένο ποσό μέχρις ότου να απαντήσουν θετικά. Κάθε μία από τις τεχνικές εκμείευσης ποσού ενέχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή της καταλληλότερης για την εκάστοτε εφαρμογή. Μια σημαντική παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό της κεντρικής ερώτησης υποθετικής αξιολόγησης είναι και το ζήτημα των μηδενικών τιμών WTP. Μια μηδενική τιμή προθυμίας πληρωμής υποδηλώνει είτε ότι ο ερωτώμενος απορρίπτει κάποιο στοιχείο τού σεναρίου για κάποιον λόγο (protest zero) είτε ότι ο ερωτώμενος πραγματικά προσδίδει μηδενική αξία στην αποτιμώμενη μεταβολή της ποιότητας του εκάστοτε περιβαλλοντικού αγαθού. Ένας τρόπος να επιτραπεί η δήλωση μηδενικής προθυμίας πληρωμής είναι με τη χρήση μιας ερώτησης προκαθορισμένης επιλογής τύπου δημοψηφίσματος πριν από την κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης, έτσι ώστε η κεντρική ερώτηση να παρουσιαστεί μόνο σε όσους απαντήσουν θετικά στο αν είναι, εν πρώτοις, γενικά πρόθυμοι να πληρώσουν ή όχι. Έπειτα, είναι εφικτό να γίνει αξιολόγηση της αρνητικής απάντησης αναφορικά με το αν αυτή η μηδενική WTP υποδηλώνει πραγματικά μηδενική αξία ή αν υποδηλώνει κάποιου τύπου δήλωση διαμαρτυρίας τού ερωτώμενου στο υποθετικό σενάριο αξιολόγησης. Στη δεύτερη περίπτωση, ένας ερωτώμενος που όντως προσδίδει μια μη

μηδενική αξία στην αποτιμώμενη μεταβολή της ποιότητας του εκάστοτε περιβαλλοντικού αγαθού μπορεί να δηλώσει μηδενική WTP, προκειμένου να εκδηλώσει την αντίθεσή του σε κάποιο στοιχείο τού σεναρίου, λ.χ. στην επιβολή ενός νέου φόρου ή μιας αύξησης δημοτικών τελών. Προκειμένου να αξιολογηθεί μια καταγεγραμμένη μηδενική WTP και να ταξινομηθεί είτε σε πραγματικά μηδενική WTP είτε σε δήλωση διαμαρτυρίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διευκρινιστικές ερωτήσεις που διερευνούν την αιτία δήλωσης μηδενικής WTP [136,150].

Το έβδομο στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM αφορά στην ανάπτυξη επικουρικών ερωτήσεων για τη συλλογή δεδομένων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια της στατιστικής ανάλυσης των απαντήσεων στην κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης, αλλά και να αξιοποιηθούν στην πληροφόρηση διαδικασιών λήψης αποφάσεων πέρα από τα ευρήματα της κεντρικής ερώτησης υποθετικής αξιολόγησης. Στις επικουρικές ερωτήσεις, έχει σημασία και το αν εμφανίζονται πριν ή μετά την κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης. Για παράδειγμα, οι δημογραφικές ερωτήσεις, λ.χ. αυτές που σχετίζονται με το εισόδημα, έχει καθιερωθεί να τοποθετούνται στην τελευταία ενότητα του ερωτηματολογίου, καθώς οι απαντήσεις τους είναι αντικειμενικές. Από την άλλη, οι ερωτήσεις στις οποίες ζητείται η άποψη των ερωτώμενων, και οι οποίες δύνανται να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια της ανάλυσης των απαντήσεων στην κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης, θα πρέπει να τοποθετούνται πριν την κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης. Σε περίπτωση που τέτοιες ερωτήσεις τοποθετηθούν μετά την κεντρική ερώτηση, οι απαντήσεις των ερωτώμενων θα πρέπει να θεωρηθεί πως έχουν στρεβλωθεί από την κεντρική ερώτηση και πως δεν αντικατοπτρίζουν τις αυθόρμητες απόψεις και πεποιθήσεις τους. Η μελέτη άλλων ερευνών CVM για ίδια ή παρόμοια θέματα μπορεί επίσης να βοηθήσει στην επιλογή χρήσιμων επικουρικών ερωτήσεων, ιδιαίτερα μάλιστα αν υπάρχει ενδιαφέρον για άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων με ήδη δημοσιευμένα ευρήματα [136,150].

Το όγδοο στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM αφορά στην προκαταρκτική δοκιμή τού ερωτηματολογίου και στην τελική υλοποίηση της έρευνας στο πεδίο για τη συλλογή των δεδομένων. Όπως αναφέρθηκε και σε αρκετά από τα προηγούμενα στάδια, η δοκιμή τού ερωτηματολογίου είναι απαραίτητη για τη ρύθμιση και την εξισορρόπηση αρκετών παραμέτρων του, λ.χ. του όγκου και του είδους των πληροφοριών που θα λάβουν οι ερωτώμενοι. Η δοκιμή ακολουθεί

συνήθως μια επαναληπτική διαδικασία που περιλαμβάνει κάποιον συνδυασμό προσωπικών συνεντεύξεων (personal interviews), ομάδων εστιασμένης συζήτησης (focus groups) και πιλοτικών δοκιμών στο πεδίο (pilot survey field trials). Η επιλογή τού κατάλληλου συνδυασμού ορισμένων από τις προαναφερθείσες τεχνικές δοκιμής εξαρτάται κυρίως από την πολυπλοκότητα του υπό εξέταση ζητήματος και από τη διαθεσιμότητα και το ύψος της χρηματοδότησης για τη διεξαγωγή της έρευνας. Η βέλτιστη πρακτική για την επαναληπτική διαδικασία δοκιμής τού ερωτηματολογίου εξέτασης ενός πολύπλοκου ζητήματος -δεδομένης μιας σημαντικής διαθέσιμης χρηματοδότησης- είναι να διερευνώνται αρχικά οι γνώσεις και οι πεποιθήσεις των δυνητικώς ερωτώμενων για το υπό εξέταση ζήτημα σε ομάδες εστιασμένης συζήτησης, έπειτα να γίνεται δοκιμή τού υποθετικού σεναρίου τού ερωτηματολογίου σε ομάδες εστιασμένης συζήτησης, στη συνέχεια να χρησιμοποιούνται προσωπικές συνεντεύξεις για την εις βάθος διαλεύκανση των απόψεων των δυνητικώς ερωτώμενων αναφορικά με το σενάριο και τις άλλες πληροφορίες τού ερωτηματολογίου χωρίς την επιρροή άλλων ανθρώπων, ακολούθως να γίνεται μια πρώιμη δοκιμή μιας ολοκληρωμένης εκδοχής τού συνολικού ερωτηματολογίου σε ομάδες εστιασμένης συζήτησης και τέλος να διεξάγεται μια πιλοτική δοκιμή στο πεδίο για να αποκαλυφθούν για πρώτη φορά πρώιμες ποσοτικές πληροφορίες σχετικά με τις απαντήσεις των δυνητικώς ερωτώμενων στις διάφορες ερωτήσεις και δη στην κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης. Ο απώτερος σκοπός της δοκιμής τού ερωτηματολογίου είναι να διασφαλιστεί το ότι οι ερωτώμενοι θα κατανοούν τις ερωτήσεις, το ότι οι ερωτήσεις όντως εκμαιεύουν τις πληροφορίες που πρέπει να εκμαιεύσουν, καθώς και το ότι οι απαντήσεις όντως επαρκούν για να υποστηρίξουν τη στατιστική ανάλυση των συλλεχθέντων δεδομένων. Μετά τη δοκιμή, το ερωτηματολόγιο μπορεί να εφαρμοστεί στο κατάλληλο δείγμα με την κατάλληλη μέθοδο συλλογής πρωτογενών δεδομένων, η επιλογή των οποίων συζητήθηκε σε προηγούμενα στάδια της μεθοδολογίας [136,150].

Το ένατο και προτελευταίο στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM αφορά στην ανάλυση των συλλεχθέντων δεδομένων. Οι μαθηματικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε αυτό το στάδιο διαφέρουν ανάλογα με την τεχνική εκμαίευσης ποσού που χρησιμοποιήθηκε στην κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης και κυμαίνονται από στατιστικές τεχνικές, έως τεχνικές οικονομετρίας και μοντελοποίησης. Εκτός από τον υπολογισμό της μέσης τιμής της WTP, η ανάλυση

των δεδομένων θα πρέπει να διερευνήσει και τη διασπορά και το τυπικό σφάλμα που χαρακτηρίζουν αυτήν τη μεταβλητή, ιδιαίτερα στην περίπτωση που αποσκοπεί στην υποστήριξη διαδικασιών λήψης αποφάσεων, καθώς η εκτίμηση της WTP είναι χρήσιμη σε αυτές της διαδικασίες μόνο αν είναι αξιόπιστη [136,150].

Το δέκατο και τελευταίο στάδιο στην εκπόνηση μιας έρευνας CVM αφορά στην εξαγωγή και παρουσίαση των ευρημάτων που θα υποστηρίξουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να διερευνηθεί το αν τα αποτελέσματα της ανάλυσης του προηγούμενου σταδίου είναι γενικεύσιμα από το δείγμα προς τον ευρύτερο πληθυσμό ενδιαφέροντος. Αν τα αποτελέσματα είναι γενικεύσιμα, θα μπορεί να υπολογιστεί από τη μέση WTP τού δείγματος η συνολική WTP τού πληθυσμού ενδιαφέροντος, δηλαδή η συνολική αξία που προσδίδει ο εν λόγω πληθυσμός στην υπό εξέταση μεταβολή τής κατάστασης του περιβάλλοντος ή στην υπό εξέταση περιβαλλοντική πολιτική και άρα και τα οφέλη που ο εν λόγω πληθυσμός αναμένει να απολαύσει από αυτήν τη μεταβολή ή την πολιτική. Αυτά τα συνολικά μέτρα ευημερίας θα πρέπει εν τέλει να παρουσιαστούν και να δημοσιευτούν μαζί με όλες τις παραδοχές σχεδιασμού και ανάλυσης, με την περιγραφή των σταδίων που ακολουθήθηκαν και με τους περιορισμούς τής έρευνας CVM. Με αυτόν τον τρόπο, η ενδελεχής τεκμηρίωση και δημοσίευση της εκάστοτε έρευνας CVM θα μπορέσει όντως να συνεισφέρει στην υποβοήθηση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων αλλά και στη μετέπειτα αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της για τη διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας στο ίδιο ή ακόμη και σε άλλο πεδίο εφαρμογής [136,150].

Η συστηματικότητα της μεθόδου που συζητήθηκε ανωτέρω και οι απορρέουσες βέλτιστες πρακτικές αποσκοπούν στο να ελεγχθεί και να περιοριστεί -ή να προληφθεί- η εμφάνιση στρεβλώσεων (biases) που δύνανται να επηρεάσουν τα ευρήματα μιας έρευνας CVM. Συγκεκριμένα, το γεγονός ότι η CVM βασίζεται σε ένα υποθετικό κατασκευασμένο σενάριο για να δημιουργήσει μια αγορά και έπειτα ζητά από τους ερωτώμενους να απαντήσουν με τη WTP τους σε μια ερώτηση αξιολόγησης που στηρίζεται στην ενδεχομενική ύπαρξη αυτής της αγοράς δημιουργεί έναν μείζονα προβληματισμό: οι απαντήσεις των ερωτώμενων ίσως ενέχουν στρεβλώσεις [134,149]. Ένας μεγάλος όγκος δημοσιευμένων ερευνών στη διεθνή βιβλιογραφία έχει καταλήξει στην αναγνώριση συγκεκριμένων κατηγοριών πιθανών στρεβλώσεων οι οποίες δύνανται να επηρεάσουν τα ευρήματα μιας έρευνας CVM και οι οποίες θα

συζητηθούν ευθύς αμέσως. Στην κατηγορία τής στρέβλωσης στρατηγικής (strategic bias) περιλαμβάνονται οι στρεβλώσεις που προκύπτουν εξαιτίας δύο μοτίβων στρατηγικής συμπεριφοράς από την πλευρά των ερωτώμενων, δηλαδή εξαιτίας τής επιτηδευμένης δήλωσης υψηλότερης WTP από την πραγματική ή χαμηλότερης WTP από την πραγματική. Στην πρώτη περίπτωση, ο ερωτώμενος επιθυμεί να αλλοιώσει τη λήψη αποφάσεων με τρόπο που να επηρεάσει θετικά το μέλλον τού υπό εξέταση περιβαλλοντικού ζητήματος, γι' αυτό και δηλώνει υψηλότερη WTP από την πραγματική, προκειμένου να αποκομίσει όφελος από τη διασφάλιση αυτού του θετικού μέλλοντος, με την προϋπόθεση, όμως, ότι η δηλούμενη WTP δεν θα χρησιμοποιηθεί ως κατευθυντήρια γραμμή για να τον επιβαρύνει στην πραγματικότητα με κάποιο κόστος. Στη δεύτερη περίπτωση, ο ερωτώμενος λειτουργεί παρασιτικά εις βάρος άλλων πολιτών και δηλώνει χαμηλότερη WTP από την πραγματική προκειμένου να αποκομίσει όφελος από τη διασφάλιση ενός περιβαλλοντικού αγαθού χάρη στις συνεισφορές των άλλων, χωρίς να χρειαστεί να συνεισφέρει ο ίδιος οικονομικά. Μια άλλη κατηγορία στρεβλώσεων είναι αυτή της στρέβλωσης πληροφορίας (information bias). Όπως συζητήθηκε και σε προηγούμενες παραγράφους, ο όγκος και το είδος των πληροφοριών που παρουσιάζονται στους ερωτώμενους μέσω του υποθετικού σεναρίου ενός ερωτηματολογίου CVM δύνανται να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της έρευνας. Οι στρεβλώσεις πληροφορίας εμφανίζονται όταν ζητείται από τους ερωτώμενους να αποτιμήσουν ένα αγαθό το οποίο δυσκολεύονται να κατανοήσουν, ή για το οποίο έχουν μια προϋπάρχουσα λανθασμένη αντίληψη, ή με το οποίο έχουν ελάχιστη ή μηδενική εξοικείωση. Η στρέβλωση αγκίστρωσης (starting-point bias) είναι μια επιπλέον κατηγορία στρεβλώσεων που σχετίζεται με τα στάδια του σχεδιασμού τού ερωτηματολογίου. Στην περίπτωση των ερωτηματολογίων που χρησιμοποιούν τεχνικές εκμείωσης ποσού κλειστού τύπου που ζητούν από τους ερωτώμενους να επιλέξουν τη WTP τους από ένα περιορισμένο εύρος επιλογών που έχει προκαθοριστεί από τους ερευνητές, λ.χ. τεχνικές κάρτας πληρωμής, ή τεχνικές προκαθορισμένης επιλογής, ή τεχνικές επαναληπτικής προσφοράς, οι ερωτώμενοι μπορεί να αγκιστρωθούν σε μια από αυτές τις επιλογές εξαιτίας τής σειράς εμφάνισής της ή της θέσης της σε σχέση με τις άλλες τιμές και έτσι να δηλώσουν μια WTP που θα έχει επηρεαστεί από αυτήν την αγκίστρωση. Η στρέβλωση υπόθεσης (hypothetical bias) είναι μία από τις σημαντικότερες κατηγορίες στρεβλώσεων. Αυτή η στρέβλωση δύναται να εμφανιστεί εξαιτίας τού γεγονότος ότι οι ερωτώμενοι έρχονται αντιμέτωποι με ένα υποθετικό

-και όχι πραγματικό- σύνολο ερωτήσεων και επιλογών και γι' αυτό ίσως να αντιμετωπίσουν το ερωτηματολόγιο με προχειρότητα και βιασύνη και ίσως να δηλώσουν υπερεκτιμημένα και απερίσκεπτα ποσά WTP, έχοντας την πεποίθηση πως δεν θα κληθούν να πληρώσουν όντως το δηλούμενο ποσό. Μια ακόμη κατηγορία στρεβλώσεων είναι η στρέβλωση τρόπου πληρωμής (payment vehicle bias). Αυτή η στρέβλωση εμφανίζεται όταν οι ερωτώμενοι προσδίδουν μεν οικονομική αξία στο υπό εξέταση αγαθό, αλλά ταυτόχρονα αντιδρούν αρνητικά στον τρόπο πληρωμής, δηλαδή στον τρόπο με τον οποίον, κατά το υποθετικό σενάριο, θα γινόταν η συλλογή της δηλούμενης WTP τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εμφάνισης αυτής της στρέβλωσης είναι οι αντιδράσεις των ερωτώμενων που διαμαρτύρονται κατά της ιδέας χρήσης επιπρόσθετων φόρων για τη συλλογή της -κατά τα άλλα υποθετικής- πληρωμής, η οποία, όμως, μπορεί να επηρεαστεί από τα χαρακτηριστικά του δείγματος και από το κοινωνικοοικονομικό πλαίσιο της έρευνας, αφού η χρήση φόρου σε ορισμένες περιπτώσεις φαίνεται να είναι η πιο αποτελεσματική επιλογή. Η στρέβλωση μέρους-όλου (part-whole bias ή embedding effect) είναι μια επιπλέον κατηγορία που περιλαμβάνει στρεβλώσεις που εμφανίζονται σε ερωτηματολόγια στα οποία ζητείται από τους ερωτώμενους πρώτα να δηλώσουν τη WTP τους για ένα μέρος ενός περιβαλλοντικού αγαθού και αργότερα να δηλώσουν τη WTP τους για ολόκληρο το αγαθό. Το αποτέλεσμα αυτής της στρέβλωσης είναι οι ερωτώμενοι να δηλώνουν ποσά με πολύ κοντινές τιμές, γεγονός το οποίο υποδηλώνει ότι αδυνατούν να αντιληφθούν διαφορές κλίμακας και εύρους που ενυπάρχουν μεταξύ δύο αγαθών εκ των οποίων το πρώτο αποτελεί μέρος του δεύτερου. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί και η κατηγορία στρέβλωσης που σχετίζεται με την παρατηρούμενη απόκλιση του δηλούμενου ποσού όταν χρησιμοποιείται ως κριτήριο ευημερίας η προθυμία πληρωμής (WTP) σε σχέση με το όταν χρησιμοποιείται η προθυμία αποδοχής αποζημίωσης (WTA) (WTP versus WTA bias). Ενώ, σύμφωνα με τα όσα προβλέπει η οικονομική θεωρία, το δηλούμενο ποσό θα έπρεπε να είναι το ίδιο και στα δύο κριτήρια ευημερίας, αυτό το οποίο παρατηρείται εμπειρικά στις έρευνες CVM είναι ότι οι ερωτώμενοι τείνουν να δηλώνουν στη σχετική ερώτηση για βελτίωση ή επιδείνωση ενός περιβαλλοντικού αποτελέσματος πολύ μεγαλύτερα ποσά στην περίπτωση που χρησιμοποιείται η WTA ως κριτήριο ευημερίας από αυτά που δηλώνουν στην περίπτωση που χρησιμοποιείται η WTP. Για αυτόν τον λόγο, όπως σημειώθηκε και σε προηγούμενη υποενότητα, προτείνεται η χρήση μόνο της WTP ως κριτηρίου ευημερίας στις εμπειρικές έρευνες CVM [134,149,152].

Μολονότι η ύπαρξη των στρεβλώσεων που εν συντομία προαναφέρθηκαν είναι αδιαμφισβήτητη και τροφοδοτεί τους προβληματισμούς αρκετών ερευνητών που εξετάζουν τα θεωρητικά και μεθοδολογικά ζητήματα της CVM, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα ερωτηματολόγιο CVM που έχει σχεδιαστεί και έχει δοκιμαστεί σχολαστικά και επιμελώς μπορεί είτε να ελαττώσει την εμφάνιση τέτοιων προβλημάτων σε ανεκτά επίπεδα είτε ακόμη και να τα εξαλείψει εντελώς [134,152]. Προς αυτήν την κατεύθυνση, δημοσιεύτηκε το 2017 στην επιστημονική βιβλιογραφία ένα σύνολο συγκεκριμένων και σαφών κατευθυντήριων οδηγιών και βέλτιστων πρακτικών για τον ορθό σχεδιασμό ερευνών δεδηλωμένης προτίμησης, συμπεριλαμβανομένων και ερευνών CVM, με βάση τα πορίσματα και τα ευρήματα χιλιάδων ερευνών που είχαν δημοσιευθεί ως τότε στη διεθνή βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, αυτές οι 23 προτεινόμενες οδηγίες επικεντρώνονται τόσο σε βέλτιστες πρακτικές σχεδιασμού ερωτηματολογίων όσο και σε βέλτιστες πρακτικές υλοποίησης έρευνας στο πεδίο [141]. Στο πλαίσιο της εφαρμοσμένης εμπειρικής έρευνας CVM τής παρούσας διδακτορικής διατριβής ακολουθήθηκαν προσεκτικά αυτές οι προτεινόμενες οδηγίες, καθώς και άλλες συστηματικές κατευθυντήριες γραμμές μείζονος σημασίας που έχουν δημοσιευθεί στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τα στάδια εκπόνησης μιας έρευνας CVM [136,153], με σκοπό να ελαχιστοποιηθούν οι επιδράσεις των στρεβλώσεων στην εκτίμηση της υπό εξέταση οικονομικής αξίας και να ενισχυθεί η εγκυρότητα της αποτίμησης. Στην τελευταία υποενότητα αυτής της ενότητας καταγράφονται οι λεπτομέρειες για όλα τα μεθοδολογικά στάδια της CVM που ακολουθήθηκαν κατά τον σχεδιασμό τού σχετικού ερωτηματολογίου και την υλοποίηση της εμπειρικής έρευνας.

Εν κατακλείδι, παρά τις πιθανές στρεβλώσεις, αλλά και τα γενικά μεθοδολογικά ζητήματά της, που διαρκώς ερευνώνται και εξελίσσονται, η CVM συνεχίζει να χρησιμοποιείται ευρέως σε έρευνες μη αγοραίας αποτίμησης. Η σημαντική πρόοδος που έχει γίνει τα τελευταία χρόνια στη βελτίωση αυτής της τεχνικής και γενικότερα των τεχνικών δεδηλωμένης προτίμησης φαίνεται πλέον να καθιστά τα ποσοτικά μεγέθη που αποτιμώνται με προσοχή μέσω αυτών των τεχνικών χρησιμότερα από την πλήρη έλλειψη οποιασδήποτε ποσοτικής τιμής, τουλάχιστον στην πλειονότητα των περιπτώσεων [154].

3.3 Θεωρητική προσέγγιση της Ευθείας Επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος

Μιας και, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενες υποενότητες, η έρευνα της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι η πρώτη εμπειρική εφαρμογή της CVM -και γενικότερα των τεχνικών των Οικονομικών του Περιβάλλοντος- σε ένα θέμα Προστασίας των Πλανητών, κρίνεται σκόπιμο να καταγραφεί η συλλογιστική πορεία αυτής της προσέγγισης προτού περιγραφούν οι λεπτομέρειες για όλα τα μεθοδολογικά στάδια της CVM που ακολουθήθηκαν κατά τον σχεδιασμό του σχετικού ερωτηματολογίου και την υλοποίηση της εμπειρικής έρευνας. Μια προσέγγιση της ευθείας επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος δημοσιεύτηκε από τον υποψήφιο διδάκτορα στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία το 2019 [155] και θα παρουσιαστεί ευθύς αμέσως.

Στο Άρθρο I της «Συνθήκης για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα», η οποία συζητήθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, αναφέρεται ότι η εξερεύνηση και η χρήση της Σελήνης και των άλλων ουρανίων σωμάτων εμπίπτουν στη «δικαιοδοσία όλης της ανθρωπότητας» (“the province of all mankind”) [156]. Αυτή η δήλωση -η οποία έχει κυρωθεί από περισσότερα από 100 κράτη, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται και όλα τα κράτη που εμπλέκονται ή ενδιαφέρονται να εμπλακούν σε δραστηριότητες εξερεύνησης του διαστήματος- φαίνεται να συνδέει τα ουράνια σώματα με την έννοια των «πάνδημων χώρων» (commons), οι οποίοι αποτελούν κεντρικό θέμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος.

Στο πλαίσιο των Οικονομικών του Περιβάλλοντος [128], η ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος είναι ουσιαστικά ένα αγαθό με αδυναμία αποκλεισμού (non-excludable), καθώς είναι δύσκολο για έναν καταναλωτή -ή για μια ομάδα καταναλωτών- να αποκλείσει άλλους καταναλωτές από το να το απολαύσουν, ενώ το ίδιο το φυσικό περιβάλλον μπορεί να θεωρηθεί «πάνδημος χώρος» (“a commons”), με την οικονομική έννοια του όρου, δηλαδή μια περιοχή στην οποία βρίσκονται αγαθά με αδυναμία αποκλεισμού. Συγκεκριμένα, αναλόγως της διαιρετότητας ή της ανταγωνιστικότητάς τους (subtractability ή rivalry), δηλαδή του κατά πόσο η χρήση τους από ορισμένους καταναλωτές ελαττώνει τη διαθεσιμότητά τους για εκμετάλλευση από άλλους καταναλωτές, τα περιβαλλοντικά αγαθά μπορούν να

διακριθούν περαιτέρω σε κοινόκτητους πόρους (common-pool resources), δηλαδή αγαθά υψηλής διαιρετότητας ή ανταγωνιστικότητας -όπως είναι, για παράδειγμα, ο αριθμός των αλιεύσιμων άγριων ψαριών σε έναν ιχθυότοπο-, και σε δημόσια αγαθά (public goods), δηλαδή αγαθά χαμηλής διαιρετότητας ή ανταγωνιστικότητας -όπως είναι, για παράδειγμα, η ποσότητα του αέρα στο κέντρο μιας πόλης- [157].

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, οι επιπτώσεις αξιοποίησης ενός περιβαλλοντικού αγαθού με αδυναμία αποκλεισμού εκτείνονται και πέρα από τα όρια του μικροσυστήματος της οικονομικής δραστηριότητας που σχετίζεται με αυτήν την αξιοποίηση. Αυτές οι επιπτώσεις συζητήθηκαν σε προηγούμενη ενότητα και αποτελούν τις θετικές και αρνητικές εξωτερικότητες [158]. Με μια προσεκτική ματιά, τα ζητήματα της Προστασίας των Πλανητών φαίνεται να έχουν έντονες ομοιότητες με τα προβλήματα των αρνητικών εξωτερικοτήτων που ήδη αντιμετωπίζουν τα Οικονομικά τού Περιβάλλοντος. Ήδη από το 1960, ο Joshua Lederberg συνειδητοποίησε -και προειδοποίησε- ότι η αποτυχία συμμόρφωσης ενός μόνο κράτους στις προδιαγραφές αποφυγής τής ευθείας επιμόλυνσης θα αρκούσε για να επιφέρει ολέθρια αποτελέσματα στις τρέχουσες και μελλοντικές αστροβιολογικές έρευνες κάθε άλλου κράτους [159]. Η παρατήρηση αυτή σκιαγραφεί έντονα την ευθεία επιμόλυνση των ουρανίων σωμάτων ως μια αρνητική εξωτερικότητα των ανεύθυνων ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οι οποίες δύνανται να ρυπάνουν -εν προκειμένω, να επιμολύνουν- ανεπιστρεπτί τα ουράνια σώματα που διατηρούνταν έως τώρα σε μια παρθένα κατάσταση. Τα Οικονομικά τού Περιβάλλοντος κατατάσσουν τα προβλήματα αυτού του είδους σε δύο τύπους: στα προβλήματα «τραγωδίας των κοινών» (tragedy of the commons), που αφορούν σε κοινόκτητους πόρους, και στα «προβλήματα λαθρεπιβάτη» (free-rider problem), που αφορούν σε δημόσια αγαθά [160].

Μολονότι η οπτική που αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο εσωκλείει την κύρια πτυχή τής ευθείας επιμόλυνσης ως μιας αρνητικής εξωτερικότητας που υποβαθμίζει την ποιότητα του αγαθού τής επιστημονικής γνώσης, η οποία είναι ένα αγαθό με αδυναμία αποκλεισμού, με το να δυσχεράνει σημαντικά τις έρευνες αναζήτησης ζωής εκτός γης εισάγοντας σφάλματα ερμηνείας [161], επιπλέον πτυχές μπορούν επίσης να προστεθούν για να συμπεριληφθούν και άλλες πιθανές ανθρώπινες δραστηριότητες, πέραν της επιτόπιας επιστημονικής έρευνας, ιδιαίτερα μάλιστα στην περίπτωση του πλανήτη Άρη. Μια τέτοια επιπλέον πτυχή τής ευθείας

επιμόλυνσης, η οποία αποτελεί και το αντικείμενο έντονων εν εξελίξει συζητήσεων στους ακαδημαϊκούς κύκλους της περιβαλλοντικής ηθικής -και εν γένει της βιοηθικής-, είναι εκείνη που την αποτυπώνει ως μια αρνητική εξωτερικότητα που υποβαθμίζει την ποιότητα του αγαθού της εξωγήινης βιοποικιλότητας, με το να θέσει σε κίνδυνο ή να διαταράξει πιθανές παρθένες οικοθέσεις (niches) μικροβιακής οικολογίας [162]. Μια τρίτη πτυχή της ευθείας επιμόλυνσης, η οποία φαίνεται να είναι και μείζονος σημασίας για τις μελλοντικές ιδιωτικές δραστηριότητες στο διάστημα, είναι εκείνη που την αποτυπώνει ως μια αρνητική εξωτερικότητα που υποβαθμίζει την ποιότητα των φυσικών πόρων που υπάρχουν στα ουράνια σώματα, με το να εναποθέσει ανθεκτικούς γήινους μικροοργανισμούς επί τόπου σε κοιτάσματα πόρων, λ.χ. σε υπόγειους υδροφορείς, δυσχεραίνοντας έτσι τη μελλοντική τους αξιοποίηση εξαιτίας βιολογικής ρύπανσης (biofouling) [163]. Τέλος, μια τέταρτη πτυχή της ευθείας επιμόλυνσης είναι εκείνη που την αποτυπώνει ως μια αρνητική εξωτερικότητα που υποβαθμίζει την προοπτική της μελλοντικής «οικοποίησης» (ecopoiesis) ενός ουρανίου σώματος, δηλαδή της τροποποίησης των αβιοτικών παραγόντων του περιβάλλοντος ενός ουρανίου σώματος δίχως ζωή ώστε να δημιουργηθεί ένα βιώσιμο οικοσύστημα, με την ακούσια εισαγωγή γήινων μικροοργανισμών που δύνανται να παρεμποδίσουν τις πιθανές μελλοντικές προσπάθειες τροποποίησης, εξαιτίας τού διαειδικού ανταγωνισμού τους με άλλα χρήσιμα είδη ζωής που θα εισαχθούν εσκεμμένα [164]. Και οι τέσσερις αυτές πτυχές της ευθείας επιμόλυνσης αφορούν σε υποβάθμιση της ποιότητας αγαθών με αδυναμία αποκλεισμού που βρίσκονται σε ουράνια σώματα εκτός Γης, και δη στον πλανήτη Άρη που είναι το ουράνιο σώμα ενδιαφέροντος αυτής της διδακτορικής διατριβής. Η σύνθεση αυτών των τεσσάρων εξωγήινων αγαθών από την οπτική του τι δύναται να υποβαθμιστεί εξαιτίας της ευθείας επιμόλυνσης μπορεί να διευρύνει την αντιμετώπιση του προβλήματος των σχετικών εξωτερικοτήτων μέσω μεθόδων και εργαλείων των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος, υποβοηθώντας, έτσι, την έρευνα στον κλάδο της Πολιτικής της Προστασίας των Πλανητών.

Η έννοια της Ολικής Οικονομικής Αξίας που συζητήθηκε σε προηγούμενη υποενότητα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ποσοτική εκτίμηση του συνόλου των τεσσάρων αγαθών με αδυναμία αποκλεισμού που προαναφέρθηκαν. Συγκεκριμένα, η πτυχή τού αγαθού της «αστροβιολογικής επιστημονικής γνώσης» θα μπορούσε να προσεγγιστεί ως ειδική κατηγορία τού δημόσιου αγαθού της

επιστημονικής γνώσης [165]. Υπό αυτό το πρίσμα, η Ολική Οικονομική Αξία του θα αποτελείται τόσο από αξίες χρήσης -με τη μορφή των ευεργετικών αποτελεσμάτων της έρευνας, της καινοτομίας και της τεχνολογίας, για παράδειγμα μέσω νέων προϊόντων ή υπηρεσιών, αλλά και με τη μορφή της ανάπτυξης ανθρώπινων πόρων και του πολιτισμικού αντίκτυπου της επικοινωνίας της επιστήμης- όσο και από αξίες μη χρήσης -με τη μορφή βασικής έρευνας- [166]. Η πτυχή του αγαθού της «εξωγήινης βιοποικιλότητας» θα μπορούσε να προσεγγιστεί ως ανάλογη περίπτωση του δημόσιου αγαθού της γήινης βιοποικιλότητας [167]. Υπό αυτό το πρίσμα, η Ολική Οικονομική Αξία του θα αποτελείται τόσο από αξίες μη χρήσης -κυρίως από την αξία κληροδοτήματος και την αξία ύπαρξης- όσο και από αξίες χρήσης [168], ιδιαίτερα από την αξία άμεσης χρήσης και την αξία επιλογής των εμπορικώς αξιοποιήσιμων γενετικών και βιολογικών πόρων, κάτι το οποίο ήδη ισχύει στην περίπτωση της γήινης βιοποικιλότητας στην Ανταρκτική [169]. Η πτυχή του αγαθού των «πλανητικών πόρων» θα μπορούσε να προσεγγιστεί ως παρόμοια περίπτωση με τους γήινους παγκόσμιους κοινόκτητους πόρους [170]. Υπό αυτό το πρίσμα, η Ολική Οικονομική Αξία του θα αποτελείται από αξίες χρήσης και από αξίες μη χρήσης. Επίγεια παραδείγματα τέτοιων παγκόσμιων κοινόκτητων πόρων είναι οι ιχθυότοποι της ανοιχτής θάλασσας και οι φυσικοί πόροι του πυθμένα των ωκεανών, τα οποία παρέχουν οφέλη που αυξάνουν την ανθρώπινη ευημερία τόσο μέσω της αξιοποίησής τους στην αγορά όσο και μέσω της προστασίας τους και της διατήρησής τους [171]. Τέλος, η πτυχή του αγαθού της «μελλοντικής οικοποίησης» θα μπορούσε να προσεγγιστεί ως περίπτωση παράλληλη με το δημόσιο αγαθό της άμβλυνσης της κλιματικής αλλαγής για τις μελλοντικές γενιές [172]. Υπό αυτό το πρίσμα, η Ολική Οικονομική Αξία του θα αποτελείται τόσο από αξίες μη χρήσης -κυρίως από την αξία κληροδοτήματος που αφορά στη διατήρηση ενός παγκόσμιου κλίματος που να είναι βιώσιμο για τις επόμενες γενιές- όσο και από αξίες χρήσης -ιδιαίτερα από την αξία έμμεσης χρήσης του ως λειτουργικού στοιχείου που επιτρέπει τη διενέργεια άλλων οικονομικών δραστηριοτήτων- [173].

Αυτή η προσέγγιση του ζητήματος της ευθείας επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος αποκτά, μάλιστα, ιδιαίτερο βάρος δεδομένης της ανάπτυξης του νέου υποδείγματος της διαστημικής οικονομίας που δίνει τη δυνατότητα σε ιδιωτικές πρωτοβουλίες να στοχεύσουν σε ορισμένες αγορές τις οποίες εξυπηρετούσαν παραδοσιακά μόνο οι δημόσιες διαστημικές υπηρεσίες. Αυτό

το γεγονός, σε συνδυασμό με την απουσία ενός υποχρεωτικού υπερεθνικού πλαισίου για την επιβολή των προδιαγραφών Προστασίας των Πλανητών σε ιδιωτικές εταιρείες που θα μπορούσαν να εκτοξεύσουν μια αποστολή από κάθε κράτος [174], δημιουργεί την ανάγκη για νέες ρυθμιστικές παρεμβάσεις από τις νομικές αρχές των κρατών που εμπλέκονται ή ενδιαφέρονται να εμπλακούν σε δραστηριότητες εξερεύνησης του διαστήματος. Ως τώρα, οι ιδιωτικές διαστημικές εταιρείες δεσμεύονταν από τις τεχνικές προδιαγραφές που απέρρεαν από τις ανώτερες κατευθυντήριες γραμμές Προστασίας των Πλανητών που διατηρούσαν οι δημόσιες διαστημικές υπηρεσίες. Μολονότι αυτή η πρακτική κατάφερε επιτυχώς να ελέγξει την ποιότητα και τη συμμόρφωση των παραδοτέων των ιδιωτών εργολάβων προς τους κυβερνητικούς εργοδότες τους, το γεγονός ότι οι νέες διαστημικές επιχειρήσεις σταδιακά αποκτούν και αναπτύσσουν τους πόρους και τις δεξιότητες που θα επιτρέψουν την αυτόνομη λειτουργία τους δημιουργεί την επιτακτική ανάγκη εναρμόνισης της Προστασίας των Πλανητών με τους κύκλους ανάπτυξης τεχνολογίας αυτών των ιδιωτικών εταιρειών. Η δραστηριοποίηση ολοένα και περισσότερων ιδιωτικών εταιρειών στους τομείς της επιστημονικής έρευνας στο διάστημα, της εξερεύνησης του διαστήματος, της αξιοποίησης των πόρων του διαστήματος και της ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα αναμένεται να αναδείξει ακόμη περισσότερο τη χρησιμότητα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος στην αντιμετώπιση των προβλημάτων ευθείας επιμόλυνσης που προαναφέρθηκαν.

Με βάση τις τρέχουσες πρακτικές, οι ιδιωτικές εταιρείες που λειτουργούν ως εργολάβοι των δημόσιων διαστημικών υπηρεσιών μεταχειρίζονται τα κόστη που απορρέουν από την απαραίτητη συμμόρφωσή τους στις κατευθυντήριες γραμμές Προστασίας των Πλανητών των δημόσιων διαστημικών υπηρεσιών ως εσωτερικά λειτουργικά κόστη. Το γεγονός ότι οι δημόσιες διαστημικές υπηρεσίες επενδύουν σημαντικά ποσά στα μέτρα Προστασίας των Πλανητών καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής συγκεκριμένων αποστολών, τόσο αναφορικά με τις δικές τους εσωτερικές λειτουργίες όσο και αναφορικά με τους εργολάβους τους, έχει οδηγήσει ορισμένους ακαδημαϊκούς στο να υποστηρίζουν την ιδέα της χαλάρωσης των σχετικών προδιαγραφών έτσι ώστε να μειωθούν τα απορρέοντα κόστη [175]. Από την άλλη, μολονότι οι ελάχιστοι δημοσιευμένοι υπολογισμοί του κόστους των μέτρων Προστασίας των Πλανητών διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους -έως και μία τάξη μεγέθους- και έχουν μια μη γραμμική σχέση με το συνολικό κόστος μιας αποστολής

[176], ορισμένες μελέτες περιπτώσεων έχουν δείξει πως αυτές οι δαπάνες δεν είναι απαγορευτικές και εκτιμώνται σε περίπου 10% του συνολικού κόστους της αποστολής “Viking”, ενώ το συνολικό κόστος της αποστολής στην περίπτωση ενός υποθετικού ρομποτικού τροχοφόρου οχήματος με μείωση μικροβιακού φορτίου κατά τα πρότυπα των οχημάτων της αποστολής “Viking” εκτιμάται πως είναι 14% υψηλότερο από αυτό της εναλλακτικής επιλογής που δεν περιλαμβάνει καμία μείωση μικροβιακού φορτίου [177].

Εξαιτίας της δομημένης διαδικασίας μηχανικής διαστημικών συστημάτων, μέχρι τώρα οι προδιαγραφές Προστασίας των Πλανητών και τα απορρέοντα κόστη κατανέμονταν μεταξύ των διάφορων εργολάβων των δημόσιων διαστημικών υπηρεσιών, ενώ η συνολική δαπάνη βάρυνε τους δημόσιους προϋπολογισμούς. Αυτό, όμως, δεν θα ισχύει στην περίπτωση μιας αυτόνομης και εξ ολοκλήρου ιδιωτικής διαστημικής αποστολής, λ.χ. μιας αυτόνομης και εξ ολοκλήρου ιδιωτικής αποστολής στον Άρη. Σε αυτήν την περίπτωση, η εκάστοτε ιδιωτική εταιρεία θα πρέπει να επωμιστεί το σύνολο του κόστους που θα απορρέει από την τήρηση των μέτρων Προστασίας των Πλανητών. Αν και αυτό το κόστος τήρησης των μέτρων θα ήταν ένα σχετικά μικρό ποσοστό του συνολικού κόστους της αποστολής για μη επανδρωμένες διαστημοσυσσκευές, στην περίπτωση των επανδρωμένων συστημάτων η μείωση μικροβιακού φορτίου αναμένεται να απαιτεί εντελώς νέες τεχνικές [58] που μπορεί να οδηγήσουν σε έντονη αύξηση των σχετικών δαπανών. Ταυτόχρονα, η ελαχιστοποίηση των ιδιωτικών δαπανών Προστασίας των Πλανητών που θα χρειαστεί να επωμιστεί μια ιδιωτική εταιρεία κατά την εκτέλεση αυτόνομων και εξ ολοκλήρου ιδιωτικών αποστολών αναμένεται να είναι ένας κεντρικός στόχος της νέας διαστημικής βιομηχανίας [178]. Αν και η πρόληψη της υποβάθμισης του περιβάλλοντος είναι συχνά λιγότερο κοστοβόρα από την αποκατάστασή του [179], το γεγονός ότι οι ιδιωτικές εταιρείες δεν δεσμεύονται αυτήν τη στιγμή νομικά για την τήρηση των μέτρων Προστασίας των Πλανητών για αυτόνομες και εξ ολοκλήρου ιδιωτικές αποστολές, παρά μόνο για αποστολές που χρηματοδοτούνται από τις δημόσιες διαστημικές υπηρεσίες με τη μορφή εργολαβίας, σημαίνει ότι ο κίνδυνος της εμφάνισης των αρνητικών εξωτερικοτήτων που συζητήθηκαν προηγουμένως είναι υπαρκτός. Σε ανάλογες περιπτώσεις στη Γη, τα μέτρα περιορισμού και ελέγχου της περιβαλλοντικής ρύπανσης δημιουργούν τόσο δημόσιες όσο και ιδιωτικές δαπάνες, ενώ φαίνεται να υπάρχει μια προσπάθεια να μειωθούν οι δημόσιες και να

αυξηθούν οι ιδιωτικές [180], μέσω μηχανισμών εσωτερίκευσης (internalization) των αρνητικών εξωτερικοτήτων από τη βιομηχανία [181].

Στην περίπτωση των δαπανών Προστασίας των Πλανητών, η εσωτερίκευση των αρνητικών εξωτερικοτήτων θα ερχόταν σε σύγκρουση με την προσπάθεια ελαχιστοποίησης του ιδιωτικού κόστους που αναμένεται να αποτελέσει καίριο πυλώνα των μελλοντικών διαστημικών εγχειρημάτων. Όπως, όμως, συζητήθηκε και στην αρχή αυτής της ενότητας, δεν αρκεί η παράμετρος του ιδιωτικού κόστους για να ληφθούν οι απαραίτητες αποφάσεις για τη χάραξη πολιτικής, παρά το γεγονός ότι αυτή η παράμετρος προτάσσεται συχνά ως η σημαντικότερη από την πλευρά της βιομηχανίας. Προκειμένου να διερευνηθούν μηχανισμοί εσωτερίκευσης που να αφορούν στις αρνητικές εξωτερικότητες που δύνανται να προκληθούν εξαιτίας της πιθανής ανεύθυνης συμπεριφοράς των ιδιωτικών εταιρειών προς τα περιβαλλοντικά αγαθά με αδυναμία αποκλεισμού που βρίσκονται σε ουράνια σώματα εκτός Γης, και δη στον Άρη, είναι απαραίτητη η πληροφόρηση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων με ποσοτικές πληροφορίες για τα εσωτερικά και εξωτερικά κόστη και οφέλη που θα καθοδηγήσουν μελλοντικές μελέτες CBA.

3.4 Θεωρητική προσέγγιση της Αντίστροφης Επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος

Στην προηγούμενη υποενότητα παρουσιάστηκε η συλλογιστική πορεία προσέγγισης του προβλήματος της ευθείας επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος, η οποία αποτέλεσε το ένα από τα τρία βασικά θεμέλια της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην παρούσα διδακτορική διατριβή, φυσικά μαζί με τις βέλτιστες πρακτικές ορθής διεξαγωγής όλων των σταδίων μιας έρευνας CVM που ήταν επίσης ένα από τα τρία θεμέλια. Η εμπειρική εφαρμογή της παρούσας διδακτορικής διατριβής αφορούσε στην εκ των προτέρων αποτίμηση του εξωτερικού οφέλους -δηλαδή της Ολικής Οικονομικής Αξίας- μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή της ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας των μελλοντικών ιδιωτικών αποστολών. Ως εκ τούτου, σε αυτήν την υποενότητα θα παρουσιαστεί η συλλογιστική πορεία

προσέγγισης του προβλήματος της αντίστροφης επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος, η οποία αποτέλεσε το τρίτο βασικό θεμέλιο της μεθοδολογίας. Η εν λόγω προσέγγιση επίσης δημοσιεύτηκε από τον υποψήφιο διδάκτορα στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία το 2019 [182].

Κρίνοντας από τους κανονισμούς καραντίνας του προγράμματος “Apollo” [183], οι ιδιωτικές αποστολές μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσαν δυνητικά να προκαλέσουν προβλήματα αντίστροφης επιμόλυνσης είναι εκείνες που απαιτούν την επιστροφή πίσω στη Γη εξωγήινου υλικού που έχει συλλεχθεί, καθώς και οχημάτων, εξοπλισμού, ανθρώπων ή άλλου γήινου υλικού -ζωντανού ή μη- που έχουν εκτεθεί σε εξωγήινο υλικό. Όπως συζητήθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, όλες οι διαστημικές αποστολές που επιστρέφουν από τον Άρη εντάσσονται στην υποκατηγορία «επιστροφής στη Γη με περιορισμούς» στην τρέχουσα Πολιτική Προστασίας των Πλανητών του COSPAR [50]. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι ορισμένοι ακαδημαϊκοί έχουν εκδηλώσει στη διεθνή βιβλιογραφία την ανησυχία τους για προβλήματα αντίστροφης επιμόλυνσης που μπορεί να ανακύψουν κατά τις συχνές μελλοντικές εμπορικές αποστολές εισαγωγής στη Γη εξωγήινου υλικού και από άλλα σώματα πέραν του Άρη [184,185], ακόμη και στην περίπτωση των επανδρωμένων ή μη επανδρωμένων δραστηριοτήτων εξόρυξης πόρων από αστεροειδείς ή από άλλα ουράνια σώματα [12,186-189].

Στην περίπτωση του Άρη που είναι και το ουράνιο σώμα ενδιαφέροντος της παρούσας διδακτορικής διατριβής, δύο συγκεκριμένα παραδείγματα δραστηριοτήτων που ενέχουν τον κίνδυνο της αντίστροφης επιμόλυνσης είναι οι πιθανές επιχειρηματικές ιδέες του διαστημικού τουρισμού και της επιστροφής δειγμάτων για εμπορικούς λόγους. Μολονότι προς το παρόν αυτές οι δραστηριότητες δεν φαίνεται να αποτελούν σημαντική απειλή, κρίνοντας από τις πιο άμεσες περιπτώσεις του τουρισμού στη Σελήνη και της επιστροφής σεληνιακών δειγμάτων για εμπορικούς σκοπούς που ήδη σχεδιάζονται από ιδιωτικές εταιρείες, θα ήταν φρόνιμο να ληφθούν υπόψη κατά τη χάραξη πολιτικής, προτού επέλθει μια ξαφνική και ανεξέλεγκτη αύξηση σχετικών αιτημάτων και απαιτήσεων από την πλευρά των επιχειρήσεων [123], αλλά και δραστηριοτήτων βιομηχανικής ανάπτυξης [119].

Σύμφωνα με το Άρθρο IX της «Συνθήκης για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα», «οι δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον της Γης που δύνανται να

προκληθούν από την εισδοχή εξωγήινου υλικού» θα πρέπει να αποφεύγονται [54]. Με βάση αυτήν την προτροπή, ο COSPAR, στην τρέχουσα Πολιτική του για την Προστασία των Πλανητών, έχει θέσει ως κύρια προτεραιότητα κατά την εξερεύνηση του Άρη την προστασία της Γης από πιθανή αντίστροφη επιμόλυνση [50]. Αυτή η ιεράρχηση των προτεραιοτήτων φαίνεται να είναι ευθυγραμμισμένη με τις αναμενόμενες ανησυχίες των πολιτών παγκοσμίως αναφορικά με τις αποστολές επιστροφής από τον Άρη, καθώς οι πολίτες σε μια τέτοια περίπτωση αναμένεται να επικεντρωθούν λιγότερο στα ζητήματα ευθείας επιμόλυνσης του Άρη [190,191], ενώ αναμένεται να εξετάσουν ενεργά και εξονυχιστικά τους πιθανούς κινδύνους για το περιβάλλον, την υγεία και την ασφάλεια που δύνανται να προκύψουν από ένα ενδεχόμενο γεγονός αντίστροφης επιμόλυνσης [190,192]. Αυτό σημαίνει ότι διάφορες ομάδες πολιτών αναμένεται να ελέγξουν τα μέτρα πρόληψης της αντίστροφης επιμόλυνσης που θα ληφθούν στην περίπτωση κάποιας αποστολής επιστροφής από τον Άρη και, σε περίπτωση που τα θεωρήσουν ανεπαρκή, ίσως προσφύγουν ενώπιον της δικαιοσύνης κατά τού οργανισμού που υλοποιεί την αποστολή [193], αξιοποιώντας διάφορους νόμους που θα αφορούν στο εν λόγω ζήτημα [194]. Μολονότι η δημοσιευμένη βιβλιογραφία έχει διερευνήσει στο παρελθόν αυτήν την πιθανή επιπλοκή στην περίπτωση των κυβερνητικών αποστολών, το επίπεδο επαγρύπνησης των πολιτών δεν αναμένεται να είναι χαμηλότερο στην περίπτωση των ιδιωτικών αποστολών, ιδιαίτερα μάλιστα αν ληφθούν υπόψη οι ασάφειες σχετικά με τη δικαιοδοσία και την εφαρμοσιμότητα των τρεχόντων κανονισμών στις αποστολές τού ιδιωτικού τομέα [195].

Όπως συζητήθηκε και σε προηγούμενες υποενότητες, οι αρνητικές εξωτερικότητες των διαφόρων οικονομικών δραστηριοτήτων είναι ένα κεντρικό πεδίο έρευνας των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος. Καθώς οι ιδιωτικές αποστολές επιστροφής από τον Άρη θα περιλαμβάνουν, μετά τη φάση επανεισόδου στη Γη, μια φάση ανάκτησης, μεταφοράς, υποδοχής και διανομής των συλλεχθέντων δειγμάτων, καθώς και διαχείρισης των ανθρώπων και κάθε άλλου γήινου υλικού που επιστράφηκε [192], οποιαδήποτε ζημιά δύναται να προκληθεί κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης στο περιβάλλον, στην υγεία και στην ασφάλεια εξαιτίας κάποιου εξωγήινου βιολογικού παράγοντα μπορεί να θεωρηθεί υποβάθμιση της ποιότητας συγκεκριμένων αγαθών εξαιτίας των αρνητικών εξωτερικοτήτων της αντίστροφης επιμόλυνσης. Τα κόστη που θα προκληθούν εξαιτίας πιθανών αρνητικών επιπτώσεων

αυτού του τύπου θα είναι εξωτερικά προς την οικονομική δραστηριότητα του οργανισμού που υλοποιεί τη σχετική αποστολή και δεν θα επηρεάσουν άμεσα τη λειτουργία του οργανισμού αυτού, εκτός κι αν ληφθούν συγκεκριμένα μέτρα για τη διόρθωση αυτής της αποτυχίας της αγοράς.

Ορισμένοι ακαδημαϊκοί έχουν ήδη υπογραμμίσει στο παρελθόν ότι, κατά την εκτίμηση του κόστους και του οφέλους μιας τέτοιας αποστολής επιστροφής από τον Άρη, «το ενδεχόμενο να συμβεί επιζήμια επιμόλυνση θα πρέπει να συγκριθεί με τα ενδεχόμενα οφέλη προς όλους (όχι μόνο προς τους επιστήμονες)» [196], αλλά και ότι «η δίκαιη κατανομή των κινδύνων και των οφελών» [190] θα επηρεάσει σημαντικά την αντίληψη του κινδύνου από την πλευρά των πολιτών. Αυτές οι παροτρύνσεις αποσκοπούν στο να αποφευχθεί η δημιουργία της εντύπωσης στους πολίτες ότι η επιστημονική κοινότητα «θα αποκομίσει τα ενδεχόμενα οφέλη ενός επιτυχημένου πειράματος» και θα αναγκάσει «τον γενικό ή τον τοπικό πληθυσμό» να υποστεί «τους κινδύνους για την υγεία και το περιβάλλον, στην περίπτωση που συμβεί κάποιο ατύχημα» [197]. Μολονότι οι εν λόγω παροτρύνσεις αφορούν σε κυβερνητικές αποστολές, η ουσία τους θα μπορούσε να ευσταθεί κατά βάση και στην περίπτωση των ιδιωτικών αποστολών, όπου οι επιστήμονες και η επιστημονική κοινότητα αντικαθίστανται ως παράγοντες στην αντίληψη των πολιτών από τον εκάστοτε ιδιωτικό οργανισμό. Υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος, τα προαναφερθέντα φανερώνουν μια σύνδεση με δύο ακόμη σημαντικές έννοιες αυτού του ακαδημαϊκού πεδίου: με την έννοια του κοινωνικού κόστους και του κοινωνικού οφέλους, που συζητήθηκαν σε προηγούμενες υποενότητες, και με την έννοια της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης (environmental equity), που είναι η δίκαιη κατανομή των κοινωνικών οφελών και των κοινωνικών κοστών μεταξύ των διαφόρων κοινωνικών ομάδων [128]. Δηλαδή, με όρους Οικονομικών του Περιβάλλοντος, στις εν λόγω ακαδημαϊκές δημοσιεύσεις που παρατέθηκαν προηγουμένως τονίζεται η σημασία σύγκρισης των εξωτερικών κοστών της αντίστροφης επιμόλυνσης με τα σχετικά κοινωνικά οφέλη, καθώς και το ζήτημα της κατανομής των ιδιωτικών οφελών και των εξωτερικών κοστών. Μια ορθότερη και πληρέστερη προσέγγιση Οικονομικών του Περιβάλλοντος στην ανάλυση ενός ιδιωτικού εγχειρήματος επιστροφής από τον Άρη με τον ενδεχόμενο κίνδυνο αντίστροφης επιμόλυνσης θα αποτελούταν, πρώτον, από τον υπολογισμό του καθαρού κοινωνικού οφέλους -δηλαδή από την αξιολόγηση του αν το κοινωνικό όφελος είναι μεγαλύτερο από το

κοινωνικό κόστος- και, δεύτερον, από τη διερεύνηση του κατάλληλου τρόπου επίτευξης της δίκαιης κατανομής των κοινωνικών οφελών και των κοινωνικών κοστών μεταξύ των διαφόρων κοινωνικοοικονομικών ομάδων [198].

Η σημασία της δίκαιης κατανομής -ιδιαίτερα στην περίπτωση της αντίστροφης επιμόλυνσης που είναι για τους πολίτες ένα πολύ πιο επίμαχο θέμα από την ευθεία επιμόλυνση- δεν θα πρέπει να υποτιμηθεί. Ζητήματα περιβαλλοντικής δικαιοσύνης εμφανίζονται συχνά κατά τη χωροθέτηση και την κατασκευή επίγειων αναπτυξιακών έργων με επιβλαβή χαρακτήρα (noxious), η γεωγραφική θέση των οποίων αποτελεί συνήθως ένα εξαιρετικά ευαίσθητο ζήτημα, λ.χ. χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, μονάδων θερμικής επεξεργασίας απορριμμάτων, εγκαταστάσεων διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων και άλλων τοπικώς ανεπιθύμητων χρήσεων γης (locally-unwanted land uses) [199]. Όπως προαναφέρθηκε, οι ιδιωτικές αποστολές επιστροφής από τον Άρη θα περιλαμβάνουν, μετά τη φάση επανεισόδου στη Γη, μια φάση ανάκτησης, μεταφοράς, υποδοχής και διανομής των συλλεχθέντων δειγμάτων, καθώς και διαχείρισης των ανθρώπων και κάθε άλλου γήινου υλικού που επιστράφηκε. Ένα καίριο στοιχείο που θα καταστήσει δυνατή την υλοποίηση τέτοιων αποστολών θα είναι ένα δίκτυο εγκαταστάσεων βιολογικού περιορισμού (biocontainment), στις οποίες θα γίνεται η υποδοχή των επιστρεφόμενων ανθρώπων, δειγμάτων, εξοπλισμού και άλλου υλικού, με τρόπο παρόμοιο με αυτόν των επανδρωμένων αποστολών επιστροφής σεληνιακών δειγμάτων τού προγράμματος “Apollo”. Στην περίπτωση των κυβερνητικών μη επανδρωμένων αποστολών επιστροφής δειγμάτων, έχει προταθεί η κατασκευή δύο διακριτών εγκαταστάσεων επιστροφής δειγμάτων, η μία εκ των οποίων θα έχει υποστηρικτικό χαρακτήρα και θα χρησιμοποιείται για την κατάλληλη αποθήκευση και διατήρηση ενός μέρους των δειγμάτων στην παρθένα κατάστασή τους για μελλοντική αξιοποίηση [200]. Στην περίπτωση των ιδιωτικών αποστολών επιστροφής από τον Άρη που αναμένεται να δημιουργήσουν την ανάγκη διαχείρισης τόσο υλικού όσο και ανθρώπων, ίσως απαιτηθεί ακόμη μεγαλύτερος αριθμός τέτοιων εγκαταστάσεων, χάριν πρακτικών διευκολύνσεων των εκάστοτε επιχειρησιακών σχεδίων. Ο σχεδιασμός, η χωροθέτηση και η κατασκευή αυτών των αναγκαίων εγκαταστάσεων βιολογικού περιορισμού αναμένονται να εγείρουν αρκετά ερωτήματα από την πλευρά των πολιτών, ιδιαίτερα εξαιτίας τού ενδεχομένου αντίστροφης επιμόλυνσης στο μέλλον [201]. Μάλιστα, η επιλογή της κατάλληλης γεωγραφικής θέσης για εγκαταστάσεις αυτού του είδους

θεωρείται τόσο προβληματική που έχει προταθεί στο παρελθόν η κατασκευή τέτοιων εγκαταστάσεων πάνω σε πλοία στα διεθνή ύδατα [202] ή ακόμη και στο διάστημα, εντελώς εκτός Γης [203]. Δεν θα πρέπει να αποκλειστεί το ενδεχόμενο οι πολίτες να διχαστούν όταν έρθουν αντιμέτωποι με την πιθανή ανάπτυξη ενός τέτοιου έργου σε τοποθεσία που να μην απέχει πολύ από τις καθημερινές τους ασχολίες. Μια παρελθοντική πιλοτική κοινωνική έρευνα [204] έδειξε πως η διαβίωση «εντός μιας απόστασης 20 μιλίων από ένα εργαστήριο ανάλυσης δειγμάτων από τον Άρη» θα ήταν αποδεκτή μόνο από ένα ορισμένο ποσοστό κατοίκων μιας περιοχής. Εξαιτίας προβλημάτων μη τεχνολογικής φύσεως σχετικών με το ζήτημα της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης [205], μια αντίδραση τύπου NIMBY (Not-In-My-Backyard) θα μπορούσε να αναδυθεί από τις ενέργειες διαφόρων κοινωνικών ομάδων [190]. Αυτή η αντίσταση θα μπορούσε να τροφοδοτηθεί και από τις εγγενείς διαφορές μεταξύ των τοπικών ομάδων των κατοίκων μιας περιοχής ως προς τα επίπεδα αποδεκτού κινδύνου [206], καθώς ο βαθμός αποδοχής κινδύνου φαίνεται να είναι συνάρτηση της αντιληφθείσας καθαρής αξίας [207]. Άλλα ερωτήματα που μπορεί να ενισχύσουν αυτήν την αντίσταση καλλιεργώντας τη δυσπιστία των πολιτών είναι το πρόβλημα της δυνατότητας πρακτικής εφαρμογής και επιβολής κανονισμών καραντίνας σε ιδιώτες [68] και σε υλικό που αποτελεί ιδιωτική ιδιοκτησία, εξαιτίας των ζητημάτων της προσωπικής ελευθερίας και των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας [183,193], ή ακόμη και τα ιστορικά παραδείγματα σημαντικών λαθών τού παρελθόντος, όπως ήταν η περίπτωση της εσκεμμένα καθυστερημένης δημοσιοποίησης των κανονισμών καραντίνας τού προγράμματος “Apollo”, προκειμένου να αποφευχθεί ο έλεγχός τους από τους πολίτες, καθώς και η κατ’ ουσίαν παραβίασή τους κατά την επιστροφή των αστροναυτών τής αποστολής “Apollo 11” [193,197].

Η προαναφερθείσα πιθανή αντίσταση των προβληματισμένων πολιτών κατά των ιδιωτικών αποστολών μεταξύ Γης και Άρη εξαιτίας τού κινδύνου αντίστροφης επιμόλυνσης και των σχετικών αρνητικών εξωτερικοτήτων μπορεί όχι μόνο να επιφέρει άμεσα και έμμεσα κόστη στις ιδιωτικές εταιρείες, λ.χ. μέσω του πολύπλοκου νομικού συστήματος, ή μέσω των πιθανών καθυστερήσεων στις δραστηριότητες κατασκευής μιας εγκατάστασης, ή ακόμη και μέσω των χαμένων ευκαιριών εκτόξευσης (launch windows) μιας αποστολής προς τον Άρη [190,193], αλλά ακόμη και να οδηγήσει στην ανάδυση μιας αρνητικής στάσης ορισμένων κρατών προς τέτοιες ιδιωτικές πρωτοβουλίες [186], καθώς η γνώμη των πολιτών είναι μια από τις

παραμέτρους που επηρεάζουν τη χάραξη της δημόσιας πολιτικής [119]. Μάλιστα, δεν θα πρέπει να αποκλειστεί και η πιθανότητα χρήσης της «αρχής της προφύλαξης» (precautionary principle) από τον νομοθέτη προκειμένου να ρυθμιστούν προκαταβολικά τα περιβαλλοντικά προβλήματα που μπορεί να προκληθούν από τέτοιες διαστημικές αποστολές [185]. Μια παρακωλυτική πολιτική αυτού του τύπου, όμως, θα μπορούσε να μεταφέρει έπειτα το πρόβλημα της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης από το τοπικό επίπεδο στο παγκόσμιο. Κρίνοντας από την τρέχουσα κατάσταση των βιομηχανιών διάλυσης πλοίων [208] και διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων [209], ορισμένα μη προνομιούχα κράτη ίσως να προσπαθούσαν να προσελκύσουν τη συσσώρευση τέτοιων κατά τα άλλα ανεπιθύμητων εγκαταστάσεων προκειμένου να προσελκύσουν επενδύσεις και να ενισχύσουν την οικονομική τους ανάπτυξη. Εντούτοις, στο ενδεχόμενο ενός συμβάντος παραβίασης της καραντίνας, ένα μη προνομιούχο κράτος δεν θα μπορούσε να ανταποκριθεί εγκαίρως, καθώς οι στρατηγικές και οι μέθοδοι που διαθέτουν αυτά τα κράτη για τη διαχείριση ακόμη και γήινων επικίνδυνων υλικών είναι ακόμη σε πολύ πρώιμο στάδιο [210].

Η προαναφερθείσα αλληλουχία πιθανών γεγονότων, δηλαδή η πορεία από την αγνόηση των αρνητικών εξωτερικοτήτων προς τα τοπικά προβλήματα περιβαλλοντικής δικαιοσύνης, έπειτα προς τον διχασμό των πολιτών και την επακόλουθη αντίδραση και αντίσταση ορισμένων ομάδων πολιτών και, τέλος, προς την επίδραση της κοινής γνώμης στη χάραξη μιας παρακωλυτικής κρατικής πολιτικής, υποδεικνύει ότι, αν αυτή η αποτυχία της αγοράς δεν διορθωθεί στην πηγή της, τότε τα προβλήματα περιβαλλοντικής δικαιοσύνης και η πιθανή υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος, της υγείας και της ασφάλειας θα μεταφερθούν απλώς σε κάποιο άλλο μη προνομιούχο και πρόθυμο κράτος, όπου η διαχείριση ενός συμβάντος παραβίασης της καραντίνας θα είναι ακόμη δυσκολότερη. Μια προσέγγιση Οικονομικών του Περιβάλλοντος στο εν λόγω ζήτημα θα μπορούσε να φωτίσει τη ρίζα των ζητημάτων της αντίδρασης και της αντίστασης που δύνανται να μεταθέσουν το πρόβλημα της αντίστροφης επιμόλυνσης σε διεθνές επίπεδο. Η ρίζα αυτών των ζητημάτων φαίνεται να είναι η περιβαλλοντικώς άδικη κατανομή των αναμενόμενων κοινωνικών οφελών και κοινωνικών κοστών, στα οποία συμπεριλαμβάνονται βεβαίως και οι αρνητικές εξωτερικότητες, τουλάχιστον κατά την αντίληψη των διαφόρων ομάδων πολιτών.

Σύμφωνα με τη δημοσιευμένη βιβλιογραφία [206,207,211,212], τόσο η ευρύτερη ακαδημαϊκή κοινότητα όσο και οι πολίτες υποστηρίζουν ότι κάθε υλικό που επιστρέφεται στη Γη από τον Άρη θα πρέπει να θεωρείται βιολογικώς επικίνδυνο μέχρι αποδείξεως του αντιθέτου. Μέχρι στιγμής, καμία έρευνα δεν έχει μελετήσει τη στάση των ακαδημαϊκών και των πολιτών ως προς την επιστροφή ανθρώπων και όχι απλώς υλικού, αν και μπορεί να υποτεθεί, δεδομένων και των κανονισμών καραντίνας τού προγράμματος “Apollo”, ότι δεν θα ήταν λιγότερο επιφυλακτική. Παρά αυτήν την ευρεία συμφωνία, όμως, η σοβαρότητα του συνολικού αντίκτυπου [206] μιας ενδεχόμενης απελευθέρωσης πιθανώς επικίνδυνου αστροβιολογικού υλικού είναι ακόμη αντικείμενο διενέξεων, καθώς η επιστημονική γνώμη δεν επαρκεί για την επίτευξη γενικής συναίνεσης [207]. Μάλιστα, εν μέσω αυτής της ακαδημαϊκής αβεβαιότητας και διχογνωμίας, ορισμένοι προβληματισμένοι επιστήμονες έχουν προειδοποιήσει και συνεχίζουν να προειδοποιούν τους πολίτες για τους κινδύνους τής αντίστροφης επιμόλυνσης [213]. Η αδυναμία καθησυχασμού των πολιτών [190] και επίτευξης ομοφωνίας μεταξύ των ειδικών αναμένεται να οξύνει ακόμη περισσότερο το ανοιχτό ζήτημα της έκτασης των συνεπειών ενός συμβάντος αντίστροφης επιμόλυνσης [207], ιδιαίτερα αν ληφθεί υπόψη η πεποίθηση πως ο ιδιωτικός τομέας επιδεικνύει συχνά μια ανεύθυνη περιβαλλοντική συμπεριφορά [191] [12]. Η ανοίκεια [214] και τρομακτική φύση [201] αυτής της απειλής αναμένεται επίσης να εντείνει τις ανησυχίες συγκεκριμένων ομάδων πολιτών με τρόπο που οι παραδοσιακές προσεγγίσεις επικοινωνίας με το κοινό να καταστούν αναποτελεσματικές στην άμβλυνση της εμφάνισης αντίδρασης και αντίστασης – για κάποιους πολίτες, η άγνοια ίσως να είναι όντως ευτυχία [204]. Εξαιτίας τού εγγενούς της ενδιαφέροντος και του φόβου που προκαλεί, η απειλή τής αντίστροφης επιμόλυνσης εξάπτει εύκολα τη φαντασία [119]. Οι ανησυχίες των πολιτών αναμένεται να επικεντρωθούν αρκετά στο ενδεχόμενο ατυχημάτων, στα χειρότερα δυνατά σενάρια και σε ερωτήσεις σχετικά με την επάρκεια των μέτρων πρόληψης της παραβίασης της καραντίνας [193]. Η εγγύτητα στο αντιληφθέν επίκεντρο εμφάνισης των σχετικών επιπτώσεων [215] και το γεγονός ότι μια απώλεια συνήθως επιφέρει τον διπλάσιο συναισθηματικό αντίκτυπο σε έναν άνθρωπο από ένα όφελος ίδιου κατ’ ουσίαν απόλυτου μεγέθους [216] αναμένεται να ενισχύσουν αυτές τις συμπεριφορές. Αυτό σημαίνει ότι οι πολίτες ίσως να επιδείξουν μια συμπεριφορά αναισθησίας στην πιθανότητα (insensitivity to probability) [217], δηλαδή ίσως να δώσουν δυσανάλογα μεγάλη σημασία στις τρομακτικές συνέπειες της αντίστροφης επιμόλυνσης κατά την

εκτίμηση αυτού του κινδύνου, εξαιτίας του ισχυρού αρνητικού συναισθήματος που προκαλούν αυτές, ενώ η πιθανότητα εμφάνισης αυτών ίσως να ληφθεί λιγότερο υπόψη ή ακόμη και να αγνοηθεί εντελώς.

Σε παρελθοντική δημοσίευση [218], η αντίστροφη επιμόλυνση έχει αναφερθεί ως ένα παράδειγμα «σπάνιου, ακραίου, υπερ-καταστροφικού και ασυνήθιστου κινδύνου», στην περίπτωση του οποίου η αντίδραση των πολιτών αναμένεται να επηρεαστεί σημαντικά από τη χρήση ευρετικών τεχνικών (heuristics) και την εμφάνιση στρεβλώσεων (biases). Επομένως, προκειμένου οι πολίτες να αντιληφθούν την κατανομή των κοινωνικών κοστών και των κοινωνικών οφελών όντως ως περιβαλλοντικώς δίκαιη, θα πρέπει να διερευνηθεί η συλλογιστική πορεία πίσω από την τρομακτική αποτύπωση των αρνητικών επιπτώσεων της αντίστροφης επιμόλυνσης στο μυαλό των πολιτών. Έχει ήδη σημειωθεί σε παρελθοντική βιβλιογραφία πως η σύλληψη και η αποτύπωση αυτών των επιπτώσεων στο μυαλό των πολιτών ίσως να περιλαμβάνει αναλογίες με επίγεια περιβαλλοντικά προβλήματα [196,204,212], καθώς και επιρροές από την επιστημονική φαντασία στις διάφορες δημοφιλείς εκφάνσεις της [204,206,219,220]. Αυτές οι ευρετικές τεχνικές με τη σειρά τους δύνανται να προκαλέσουν στρεβλώσεις στην κρίση των πολιτών, κάτι το οποίο έχει παρατηρηθεί και στην περίπτωση της αντίληψης και της αξιολόγησης και ορισμένων επίγειων περιβαλλοντικών προβλημάτων [221-223]. Εντούτοις, παρελθοντικές έρευνες έχουν δείξει πως το κοινό των πολιτών δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ένα ομογενές, παράλογο και αδαές «ανθρώπινο κοπάδι» [224] και ότι οι πατερναλιστικές απόψεις σχετικά με τη διαχείριση κινδύνου και η πόλωση των ειδικών εναντίον τού κοινού θα πρέπει να αποφευχθούν, αφού οι στρεβλώσεις επηρεάζουν όλους τους ανθρώπους, τόσο τους ειδικούς όσο και τους μη ειδικούς [225]. Ναι μεν οι πολίτες δύνανται να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους ως ένα εργαλείο για την αντίληψη και την αξιολόγηση των σχετικών κινδύνων [225], αλλά δεν αποκλείεται επίσης να αξιοποιήσουν και στοιχεία από τη δημοσιευμένη επιστημονική βιβλιογραφία ή ακόμη και τις ανεξάρτητες γνώμες εμπειρογνομόνων και επιστημόνων για να διανθίσουν την επιχειρηματολογία τους [226,227]. Ορισμένα τέτοια υποθετικά παραδείγματα επιχειρηματολογίας παρουσιάστηκαν από τον υποψήφιο διδάκτορα σε σχετική επιστημονική δημοσίευση [182].

Με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν, φαίνεται ότι το ζήτημα της δίκαιης κατανομής των κοινωνικών κοστών και των κοινωνικών οφελών αναμένεται να

διαδραματίζει καίριο ρόλο στην περίπτωση των προβλημάτων αντίστροφης επιμόλυνσης, ενώ στην περίπτωση της ευθείας επιμόλυνσης αντίστοιχο ρόλο αναμένεται να διαδραματίζει η διαφορά των κοινωνικών κοστών και των κοινωνικών οφελών. Αυτή η επιπλέον παράμετρος της δίκαιης κατανομής τους φαίνεται να είναι ευθυγραμμισμένη με την τρέχουσα πραγματικότητα σχετικά με άλλα επίγεια περιβαλλοντικά ζητήματα που σχετίζονται με τη χωροθέτηση και την κατασκευή αναπτυξιακών έργων με επιβλαβή χαρακτήρα. Η χρήση μεθόδων των Οικονομικών του Περιβάλλοντος μπορεί να καθοδηγήσει τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για να αποφευχθεί η εμφάνιση τοπικής αντίστασης απέναντι σε ιδιωτικά εγχειρήματα, η οποία είναι πιθανόν εν τέλει να οδηγήσει απλώς σε μετάθεση των προβλημάτων της πιθανής υποβάθμισης της ποιότητας του περιβάλλοντος, της υγείας και της ασφάλειας σε κάποιο άλλο μη προνομιούχο και πρόθυμο κράτος, όπου η διαχείριση ενός συμβάντος παραβίασης της καραντίνας θα είναι ακόμη δυσκολότερη.

4. Μεθοδολογία

4.1 Μεθοδολογία εκπόνησης της έρευνας

Συνοψίζοντας, αρχικά, τα όσα προαναφέρθηκαν, η εμπειρική έρευνα της παρούσας διδακτορικής διατριβής αφορούσε στην εκ των προτέρων αποτίμηση του εξωτερικού οφέλους -δηλαδή της Ολικής Οικονομικής Αξίας- μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή τής ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας των μελλοντικών ιδιωτικών αποστολών. Ως περίπτωση ενός κράτους που θα υλοποιούσε δυνητικά μια τέτοια εθνική πολιτική επιλέχθηκε η Ελλάδα, σύμφωνα με τη γενική πρόβλεψη του Νόμου 4508/2017. Παράλληλα, η Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης (CVM) επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη τεχνική δεδηλωμένης προτίμησης για την εν λόγω αποτίμηση σε αυτήν την εφαρμογή, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της που συζητήθηκαν σε προηγούμενη υποενότητα. Για τη θεμελίωση του υποθετικού σεναρίου που αποτελεί τον πυρήνα κάθε έρευνας CVM, αξιοποιήθηκαν οι νέες προσεγγίσεις τής ευθείας επιμόλυνσης και της αντίστροφης επιμόλυνσης υπό το πρίσμα των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος που συζητήθηκαν στις προηγούμενες δύο υποενότητες και δημοσιεύτηκαν, μαζί με επιπλέον υλικό, σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά με σύστημα κριτών [155,182]. Παρακάτω παρουσιάζονται οι λεπτομέρειες για όλα τα μεθοδολογικά στάδια της CVM που ακολουθήθηκαν κατά τον σχεδιασμό τού σχετικού ερωτηματολογίου και την υλοποίηση της εμπειρικής έρευνας, σύμφωνα με τις γενικές κατευθύνσεις και τις βέλτιστες πρακτικές [136,141,150] που συζητήθηκαν θεωρητικά σε προηγούμενη υποενότητα. Η τελική μορφή τού ερωτηματολογίου που σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε κατά την υλοποίηση της εμπειρικής έρευνας παρατίθεται στο Παράρτημα της διατριβής. Σημειώνεται πως η έρευνα διεξήχθη χωρίς χρηματοδότηση – όλα τα σχετικά έξοδα καλύφθηκαν από τον υποψήφιο διδάκτορα. Το ερευνητικό πρωτόκολλο της έρευνας εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας τής Έρευνας του ΕΜΠ (Αριθμός & Ημερομηνία Απόφασης: Συνεδρίαση 14.04.2020, Θέμα 1.2).

Το πρώτο μεθοδολογικό στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM ήταν η αναγνώριση της μεταβολής στην ποιότητα του αγαθού που έπρεπε να αποτιμήσουν οι ερωτώμενοι. Εν προκειμένω, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να αποτιμήσουν εκ των προτέρων το εξωτερικό όφελος μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή της ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας των μελλοντικών ιδιωτικών αποστολών. Μια πολιτική Προστασίας των Πλανητών -και δη μία που να αφορά σε δραστηριότητες μεταξύ Γης και Άρη σαν αυτές που συζητήθηκαν σε αυτήν την ενότητα- δεν μπορεί να είναι πλήρης αν δεν αντιμετωπίζει παράλληλα και τις δύο πτυχές της επιμόλυνσης, δηλαδή την ευθεία και την αντίστροφη. Συνεπώς, αναδιατυπώνοντας, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να αποτιμήσουν εκ των προτέρων το εξωτερικό όφελος μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή της επιδείνωσης της ποιότητας του αγαθού της «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη» εξαιτίας της ανθρωπογενούς βιολογικής επιμόλυνσης αυτών των δύο ουρανίων σωμάτων από μελλοντικές ιδιωτικές αποστολές. Το αγαθό της «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη» ικανοποιεί συνολικά την ανάγκη να διατηρηθεί η βιόσφαιρα της Γης καθαρή από αρειανούς μικροοργανισμούς και ταυτόχρονα να διατηρηθεί το περιβάλλον του Άρη καθαρό από γήινους μικροοργανισμούς. Η αξία που αποτιμήθηκε μπορεί να οριστεί με τη βοήθεια της ακόλουθης εξίσωσης: $v(P_0, Q_1, y) = v(P_0, Q_0, y - WTP)$. Σε αυτήν την εξίσωση, η v είναι η έμμεση συνάρτηση ωφέλειας, το y είναι το εισόδημα, το P_0 είναι ένα διάνυσμα των τιμών όλων των αγοραίων αγαθών και θεωρείται σταθερό, η Q_0 είναι η τρέχουσα ποιότητα του αγαθού της «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη» και η Q_1 είναι η ποιότητα του εν λόγω αγαθού μετά την επιδείνωση που θα προκύψει αν δεν υλοποιηθεί η προτεινόμενη πολιτική (δηλαδή, $Q_0 > Q_1$). Η WTP είναι το κριτήριο ευημερίας που χρησιμοποιήθηκε για την αποτίμηση της αξίας της προστασίας του εν λόγω αγαθού από την επιδείνωση της ποιότητάς του.

Το δεύτερο στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM ήταν η αναγνώριση του ευρύτερου πληθυσμού των ανθρώπων που δυνητικά θα επηρεάζονταν από τη μη υλοποίηση της υπό εξέταση πολιτικής για την αποφυγή της επιδείνωσης της ποιότητας του αγαθού της «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη» και θα προσέδιδαν αξία στην προστασία αυτού του αγαθού. Εξαιτίας των υποχρεώσεων που απορρέουν από τη «Συνθήκη για το

Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα» προς τα Κράτη Μέλη της, μια τέτοια πολιτική θα έπρεπε να υλοποιηθεί σε εθνικό επίπεδο από τα ενδιαφερόμενα Κράτη Μέλη. Στην παρούσα έρευνα CVM, επιλέχθηκε η Ελλάδα ως περίπτωση ενός κράτους που θα υλοποιούσε δυνητικά μια τέτοια εθνική πολιτική, σύμφωνα με τη γενική πρόβλεψη του Νόμου 4508/2017. Εξαιτίας αυτής της επιλογής και εξαιτίας της επιλογής τού συγκεκριμένου τρόπου συλλογής της πληρωμής που θα αναφερθεί σε επόμενη παράγραφο, ο ευρύτερος πληθυσμός για τον οποίον θα έπρεπε να εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα της έρευνας CVM ήταν οι ενήλικοι Έλληνες πολίτες. Επίσης, η αποτιμώμενη αξία ήταν τιμή κατά κεφαλήν. Εξαιτίας της συγκεκριμένης μεθόδου συλλογής δεδομένων που θα αναφερθεί σε επόμενη παράγραφο, ο υπό μελέτη πληθυσμός (study population) ήταν το κλάσμα τού ευρύτερου πληθυσμού που αποτελούνταν από χρήστες τού διαδικτύου. Η διαδικασία δειγματοληψίας που επιλέχθηκε ήταν απλή τυχαία δειγματοληψία (simple random sampling). Καθώς η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσω εταιρείας μέλους τού «Συλλόγου Εταιρειών Δημοσκοπήσης και Έρευνας Αγοράς» με μέθοδο που θα αναφερθεί σε επόμενη παράγραφο, το πλαίσιο δειγματοληψίας (sampling frame) που χρησιμοποιήθηκε για τον σχηματισμό τού δείγματος (sample) ήταν ο διαδικτυακός κατάλογος κοινού (online panel) που διατηρούσε η εν λόγω εταιρεία.

Το τρίτο στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM ήταν η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου συλλογής πρωτογενών δεδομένων. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με τη μέθοδο της έρευνας μέσω διαδικτύου (Computer Assisted Web Interviewing, CAWI), κατά την οποία οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να επισκεφθούν έναν συγκεκριμένο διαδικτυακό ιστότοπο στον οποίον συμπλήρωσαν ηλεκτρονικά το ερωτηματολόγιο της έρευνας. Η μέθοδος αυτή επιλέχθηκε εξαιτίας τού χαμηλότερου κόστους της ανά μονάδα συμπληρωμένου ερωτηματολογίου από κάθε άλλη μέθοδο.

Το τέταρτο στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM ήταν η επιλογή τού μεγέθους τού δείγματος. Η επιλογή τού κατάλληλου μεγέθους τού δείγματος έγινε με βάση το κόστος της χρησιμοποιούμενης μεθόδου συλλογής πρωτογενών δεδομένων, δηλαδή της μεθόδου έρευνας μέσω διαδικτύου. Εξαιτίας της έλλειψης χρηματοδότησης και της συλλογής των δεδομένων ιδίως εξόδως, το μέγιστο κεφάλαιο που μπορούσε να διατεθεί για τη συλλογή ήταν περιορισμένο. Υπό αυτόν τον περιορισμό, επιλέχθηκε το μέγιστο δυνατό μέγεθος δείγματος: 500 άτομα.

Το πέμπτο στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM αφορούσε στην κατάλληλη επιλογή των πληροφοριών που θα έπρεπε να παρουσιαστούν μέσω του ερωτηματολογίου στους ερωτώμενους. Οι πληροφορίες παρουσιάστηκαν αμιγώς μέσω γραπτού λόγου. Μετά από τα υποστηρικτικά στάδια των ποιοτικών δοκιμών, επιλέχθηκε ο κατάλληλος όγκος και το είδος των πληροφοριών που θα θεμελιώναν το σενάριο. Η ακριβής διατύπωση του σεναρίου και η παρουσίαση της αποτιμώμενης εθνικής πολιτικής για την αποφυγή τής επιδείνωσης της ποιότητας του αγαθού τής «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη» εξαιτίας τής ανθρωπογενούς βιολογικής επιμόλυνσης αυτών των δύο ουρανίων σωμάτων από μελλοντικές ιδιωτικές αποστολές έχουν καταγραφεί στην τελική μορφή τού ερωτηματολογίου στο Παράρτημα της διατριβής. Ο τρόπος υλοποίησης αυτής της πολιτικής (provision mechanism) στο πλαίσιο του σεναρίου ήταν η υιοθέτηση επιπρόσθετων μέτρων για τον έλεγχο των ιδιωτικών δραστηριοτήτων που μπορούν να προκαλέσουν μεταφορά βιολογικού υλικού από τη Γη στον Άρη και πιθανού βιολογικού υλικού από τον Άρη στη Γη. Ο τρόπος με τον οποίον θα γινόταν η συλλογή τής πληρωμής από τους ερωτώμενους (payment vehicle) ήταν η θέσπιση ενός ειδικού ετήσιου φόρου για κάθε ενήλικο Έλληνα πολίτη, χάριν ρεαλισμού, αληθοφάνειας και εσωτερικής συνέπειας του σεναρίου, ενώ η συνθήκη υλοποίησης (decision rule) ήταν μια ερώτηση προκαθορισμένης επιλογής (dichotomous choice) τύπου δημοψηφίσματος. Για το χρονικό πλαίσιο συλλογής πληρωμής επιλέχθηκε η ετήσια συλλογή πληρωμής έως το 2030. Τέλος, υπήρξε υπενθύμιση προς τους ερωτώμενους ότι το εισόδημά τους ήταν περιορισμένο και ότι η δέσμευσή τους να πληρώσουν ένα ποσό για την υλοποίηση αυτής της πολιτικής θα μείωνε τα χρήματα που θα είχαν διαθέσιμα για την αγορά άλλων αγαθών ή υπηρεσιών.

Το έκτο στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM αφορούσε στον σχεδιασμό τής κεντρικής ερώτησης υποθετικής αξιολόγησης. Για την εκμαίευση ποσού επιλέχθηκε η τεχνική τής ερώτησης ανοιχτού τύπου (open-ended), κατά την οποία ζητήθηκε άμεσα από τους ερωτώμενους να προσδιορίσουν τη μέγιστη WTP τους. Αυτή η τεχνική επιλέχθηκε εξαιτίας τού περιορισμένου μεγέθους δείγματος και της πλήρους απουσίας άλλων αντίστοιχων ερευνών CVM στη διεθνή ακαδημαϊκή βιβλιογραφία, ζητήματα τα οποία δημιούργησαν την ανάγκη μιας ανοιχτής διερεύνησης της μεταβλητής τής WTP με τρόπο που θα μπορούσε να οδηγήσει σε χρήσιμα πορίσματα. Προκειμένου να επιτραπεί η δήλωση μηδενικής προθυμίας

πληρωμής, χρησιμοποιήθηκε μια ερώτηση προκαθορισμένης επιλογής τύπου δημοψηφίσματος πριν από την κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης: η κεντρική ερώτηση παρουσιάστηκε μόνο σε όσους απάντησαν θετικά στο αν ήταν, εν πρώτοις, γενικά πρόθυμοι να πληρώσουν ή όχι. Για την αξιολόγηση κάθε καταγεγραμμένης μηδενικής WTP και για την ταξινόμησή της είτε σε πραγματικά μηδενική WTP είτε σε δήλωση διαμαρτυρίας, χρησιμοποιήθηκαν διευκρινιστικές ερωτήσεις που διερεύνησαν την αιτία δήλωσης μηδενικής WTP.

Το έβδομο στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM αφορούσε στην ανάπτυξη επικουρικών ερωτήσεων για τη συλλογή δεδομένων, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια της στατιστικής ανάλυσης των απαντήσεων στην κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης, αλλά και να αξιοποιηθούν στην πληροφόρηση διαδικασιών λήψης αποφάσεων πέρα από τα ευρήματα της κεντρικής ερώτησης υποθετικής αξιολόγησης. Για την ανάπτυξη αυτών των ερωτήσεων διεξήχθη βιβλιογραφική έρευνα με σκοπό τον εντοπισμό σημαντικών ερωτήσεων ή θεμάτων κρίσιμης σημασίας για την κεντρική προβληματική τού ερωτηματολογίου. Δεδομένης τής πλήρους απουσίας άλλων αντίστοιχων ερευνών CVM για την Προστασία των Πλανητών, η βιβλιογραφία που μελετήθηκε για την αναγνώριση χρήσιμων ερωτήσεων και θεμάτων αφορούσε κυρίως στις πιο σχετικές δημοσκοπικές κοινωνικές έρευνες για την Προστασία των Πλανητών, για τις κυβερνητικές αποστολές επιστροφής δειγμάτων από τον Άρη και για την αστροβιολογία [204,207,212,214,228-230]. Οι ερωτήσεις και τα θέματα που εντοπίστηκαν στις εν λόγω δημοσιεύσεις τροποποιήθηκαν κατάλληλα για να ενταχθούν στο ερωτηματολόγιο μαζί με άλλες πρωτότυπες ερωτήσεις που αναπτύχθηκαν από τον υποψήφιο διδάκτορα. Οι ερωτήσεις ομαδοποιήθηκαν στις εξής τρεις ενότητες, με σειρά εμφάνισης στο ερωτηματολόγιο: στην εισαγωγική ενότητα που διερευνούσε κυρίως απόψεις και θέσεις των ερωτώμενων ως προς ορισμένα γενικά ζητήματα, στη συμπεριφορική ενότητα που διερευνούσε τις τρέχουσες και τις αναμενόμενες στάσεις και συμπεριφορές των ερωτώμενων ως προς ορισμένα περισσότερο συγκεκριμένα ζητήματα και στην ενότητα αποτίμησης που διερευνούσε τα κεντρικά ζητήματα αξίας και οφέλους τού ερωτηματολογίου. Μια τέταρτη και τελευταία ενότητα ερωτήσεων αποσκοπούσε στη συγκέντρωση δεδομένων για τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων. Όλες αυτές οι ερωτήσεις παρουσιάζονται με την ακριβή τους διατύπωση στην τελική μορφή τού ερωτηματολογίου στο Παράρτημα της διατριβής.

Το όγδοο στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM αφορούσε στην προκαταρκτική δοκιμή τού ερωτηματολογίου και στην τελική υλοποίηση της έρευνας στο πεδίο για τη συλλογή των δεδομένων. Υπό τον περιορισμό τής αυτοχρηματοδότησης της έρευνας, για την προκαταρκτική δοκιμή τού ερωτηματολογίου ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία. Πρώτα αναπτύχθηκε από τον υποψήφιο διδάκτορα μια πρώτη εκδοχή τού ερωτηματολογίου στα ελληνικά και στα αγγλικά, η οποία στάλθηκε για έλεγχο περιεχομένου σε καταξιωμένους εμπειρογνώμονες στην Ελλάδα και στο εξωτερικό στους τομείς τής Προστασίας των Πλανητών, της αστροβιολογίας, της περιβαλλοντικής μικροβιολογίας, των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος και των κοινωνικών και συμπεριφορικών επιστημών. Το στάδιο ελέγχου περιεχομένου πραγματοποιήθηκε την περίοδο μεταξύ 15^{ης} Ιουλίου 2019 και 5^{ης} Αυγούστου 2019. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, ζητήθηκε από τους ειδικούς να διαβάσουν την πρώτη εκδοχή τού ερωτηματολογίου και να σημειώσουν οποιοδήποτε σχόλιό τους επί της επιστημονικής ορθότητας του περιεχομένου τού υποθετικού σεναρίου, επί της μορφής και του περιεχομένου των ερωτήσεων και ιδιαίτερα επί της μορφής και του περιεχομένου τής κεντρικής ερώτησης υποθετικής αξιολόγησης. Τα σχόλια των εμπειρογνομόνων παρείχαν την καθοδήγηση για την ανάπτυξη της πρώτης αναθεωρημένης εκδοχής τού ερωτηματολογίου. Έπειτα, η πρώτη αναθεωρημένη εκδοχή τού ερωτηματολογίου επανεξετάστηκε ποιοτικά στην Ελλάδα μέσω προσωπικών συνεντεύξεων που πραγματοποίησε ο υποψήφιος διδάκτωρ με έναν περιορισμένο αριθμό δυνητικώς ερωτώμενων. Αυτό το στάδιο των προσωπικών συνεντεύξεων πραγματοποιήθηκε την περίοδο μεταξύ 8^{ης} Αυγούστου 2019 και 11^{ης} Αυγούστου 2019. Οι προσωπικές συνεντεύξεις διήρκησαν περίπου 25 λεπτά έκαστη. Κατά τη διάρκειά τους, ζητήθηκε από τους δυνητικώς ερωτώμενους να διαβάσουν το ερωτηματολόγιο και να το συμπληρώσουν, εξωτερικεύοντας στην πορεία κάθε τους σκέψη προφορικά. Μέσω αυτής της τεχνικής βρέθηκαν ασάφειες και αμφισημίες, καθώς και λέξεις και εκφράσεις τού υποθετικού σεναρίου και των ερωτήσεων που δεν ήταν εύκολα κατανοητές. Το σύνολο των παρατηρήσεων και των σχολίων που προέκυψαν από τις προσωπικές συνεντεύξεις παρείχε καθοδήγηση για την ανάπτυξη της δεύτερης αναθεωρημένης εκδοχής τού ερωτηματολογίου. Στη συνέχεια, διεξήχθη μια πιλοτική δοκιμή τής δεύτερης αναθεωρημένης εκδοχής τού ερωτηματολογίου στο πεδίο στην Ελλάδα. Αυτό το στάδιο της πιλοτικής δοκιμής πραγματοποιήθηκε την περίοδο μεταξύ 13^{ης} Αυγούστου 2019 και 19^{ης} Αυγούστου 2019. Για τις ανάγκες τής

πιλοτικής δοκιμής, χρησιμοποιήθηκε το διαδικτυακό εργαλείο “Google Forms”. Στη διαδικτυακή φόρμα που αναπτύχθηκε με αυτό το εργαλείο ενσωματώθηκε το ερωτηματολόγιο, το πληροφοριακό έντυπο με όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την έρευνα, καθώς και το απαραίτητο έντυπο συναίνεσης για τους ερωτώμενους. Η διανομή τής φόρμας έγινε μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, κατά βάση μέσω του Facebook και του LinkedIn, πρώτα από τον υποψήφιο διδάκτορα και έπειτα από αρκετούς άλλους χρήστες αυτών των μέσων που το προώθησαν οικειοθελώς στα δικά τους δίκτυα. Καμία άλλη ενέργεια δεν πραγματοποιήθηκε από τον υποψήφιο διδάκτορα για τον σχηματισμό τού δείγματος. Ο αριθμός των συμμετεχόντων που συναίνεσαν στην καταγραφή και στην ανάλυση των απαντήσεών τους και απάντησαν σε όλες τις ερωτήσεις τού ερωτηματολογίου ήταν 221. Σκοπός αυτής της πιλοτικής δοκιμής ήταν η εκμείευση πρώιμων ποσοτικών πληροφοριών σχετικά με τις απαντήσεις των δυνητικώς ερωτώμενων στις διάφορες ερωτήσεις και δη στην κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης. Τα πορίσματα αυτής της δοκιμής παρείχαν καθοδήγηση για την ανάπτυξη της τρίτης αναθεωρημένης εκδοχής τού ερωτηματολογίου. Η προαναφερθείσα διαδικασία επαναλήφθηκε άλλη μια φορά με τον ίδιο τρόπο, όπως σημειώνεται ακολούθως. Η τρίτη αναθεωρημένη εκδοχή τού ερωτηματολογίου στάλθηκε ξανά για έλεγχο περιεχομένου σε εμπειρογνώμονες, την περίοδο μεταξύ 6^{ης} Νοεμβρίου 2019 και 27^{ης} Νοεμβρίου 2019. Τα σχόλια των εμπειρογνώμων παρείχαν την καθοδήγηση για την ανάπτυξη της τέταρτης αναθεωρημένης εκδοχής τού ερωτηματολογίου. Στη συνέχεια, η τέταρτη αναθεωρημένη εκδοχή τού ερωτηματολογίου επανεξετάστηκε ξανά στην Ελλάδα μέσω προσωπικών συνεντεύξεων, την περίοδο μεταξύ 6^{ης} Δεκεμβρίου 2019 και 9^{ης} Δεκεμβρίου 2019. Οι προσωπικές συνεντεύξεις διήρκησαν περίπου 15 λεπτά έκαστη. Το σύνολο των ευρημάτων που προέκυψαν από τις προσωπικές συνεντεύξεις παρείχε καθοδήγηση για την ανάπτυξη της πέμπτης αναθεωρημένης εκδοχής τού ερωτηματολογίου. Τέλος, διεξήχθη ξανά μια πιλοτική δοκιμή τής πέμπτης αναθεωρημένης εκδοχής τού ερωτηματολογίου στο πεδίο στην Ελλάδα, την περίοδο μεταξύ 27^{ης} Δεκεμβρίου 2019 και 1^{ης} Φεβρουαρίου 2020. Αυτήν τη φορά, ο αριθμός των συμμετεχόντων που συναίνεσαν στην καταγραφή και στην ανάλυση των απαντήσεών τους και απάντησαν σε όλες τις ερωτήσεις τού ερωτηματολογίου ήταν 426. Τα πορίσματα αυτής της δοκιμής παρείχαν καθοδήγηση για την ανάπτυξη της έκτης αναθεωρημένης εκδοχής τού ερωτηματολογίου που αποτέλεσε και τη μορφή τού ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε στην τελική υλοποίηση της έρευνας στο

πεδίο και παρατίθεται στο Παράρτημα της διατριβής. Η τελική συλλογή των δεδομένων στο πεδίο έγινε, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, μέσω εταιρείας μέλους του «Συλλόγου Εταιρειών Δημοσκόπησης και Έρευνας Αγοράς» με τη μέθοδο της έρευνας μέσω διαδικτύου, την περίοδο μεταξύ 18^{ης} Μαΐου 2020 και 21^{ης} Μαΐου 2020. Παράλληλα με την τελική συλλογή των δεδομένων στο πεδίο, διεξήχθη μια ειδική μικρής κλίμακας δοκιμή του ερωτηματολογίου στην Ελλάδα μέσω προσωπικών συνεντεύξεων, με σκοπό να καταγραφούν οι συνολικές διάρκειες συμπλήρωσης όλων των ερωτήσεων για κάθε ερωτώμενο. Σε αυτήν τη δοκιμή, ζητήθηκε από τους δυνητικώς ερωτώμενους να διαβάσουν το ερωτηματολόγιο και να το συμπληρώσουν σιωπηλά, ενώ μετά την ολοκλήρωση της συμπλήρωσης ακολούθησε σύντομη συνέντευξη με τον υποψήφιο διδάκτορα επί των απαντήσεων για να επιβεβαιωθεί ότι οι απαντήσεις δεν ήταν απρόσεκτες και βεβιασμένες. Η τελική υλοποίηση της έρευνας θα συζητηθεί εκτενώς στην επόμενη ενότητα.

Το ένατο και προτελευταίο στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM αφορούσε στην ανάλυση των συλλεχθέντων δεδομένων, η οποία θα συζητηθεί εκτενώς στην επόμενη ενότητα. Η ανάλυση διεξήχθη με τη χρήση του λογισμικού IBM® SPSS® Statistics (Version 23), χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία που παρουσιάζεται στην επόμενη υποενότητα.

Το δέκατο και τελευταίο στάδιο στην εκπόνηση της παρούσας έρευνας CVM αφορούσε στην εξαγωγή και παρουσίαση των ευρημάτων που θα υποστηρίξουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Τα αποτελέσματα και τα ευρήματα της έρευνας θα παρουσιαστούν εκτενώς στην επόμενη ενότητα, ενώ η παρούσα διδακτορική διατριβή αποτελεί κατ' ουσίαν την ενδεδειγμένη τεκμηρίωση και τη δημοσίευση όλων των πορισμάτων, των παραδοχών σχεδιασμού και ανάλυσης, των σταδίων που ακολούθηθηκαν και των περιορισμών της εν λόγω έρευνας, έτσι ώστε να μπορέσει όντως να συνεισφέρει στην υποβοήθηση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων αλλά και στη μετέπειτα αξιοποίηση των αποτελεσμάτων.

4.2 Μεθοδολογία ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας

Για την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας και την εξαγωγή αλληλοσυμπληρωματικών συμπερασμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι εξής θεωρητικές προσεγγίσεις.

Πρώτον, διερευνήθηκαν οι ενδεχόμενες συσχετίσεις μεταξύ συγκεκριμένων κατηγορικών μεταβλητών που αντιστοιχούσαν στις εκάστοτε ερωτήσεις της έρευνας, προκειμένου να εξαχθούν υποστηρικτικά πορίσματα. Συγκεκριμένα, διεξήχθη έλεγχος συνάφειας χ^2 για να εξεταστεί η ύπαρξη ή η απουσία συσχέτισης των επιλεγμένων μεταβλητών με τις υπόλοιπες μεταβλητές της έρευνας. Ο στατιστικός έλεγχος χ^2 προτάθηκε από τον Karl Pearson [231] περίπου το 1900 για τον έλεγχο μιας μηδενικής υπόθεσης H_0 ότι δύο κατηγορικές μεταβλητές είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Το αποτέλεσμα αυτού του ελέγχου οδηγεί είτε στην αποδοχή είτε στην απόρριψη της υπόθεσης H_0 . Στην περίπτωση της απόρριψης, συμπεραίνεται ότι ισχύει μια υπόθεση H_1 , δηλαδή ότι υπάρχει σχέση μεταξύ των δύο κατηγορικών μεταβλητών που εξετάστηκαν. Η τιμή του χ^2 αποτελεί ουσιαστικά ένα μέτρο της απόστασης μεταξύ των τιμών των παρατηρούμενων και των αναμενόμενων συχνοτήτων που θα έπρεπε να παρατηρούνταν αν ίσχυε η H_0 σύμφωνα με μια θεωρητική κατανομή ως προς την οποία γίνεται ο έλεγχος. Ο έλεγχος αυτός δηλώνει τελικά τη στατιστική σημαντικότητα της σχέσης μεταξύ των δύο υπό εξέταση κατηγορικών μεταβλητών. Κατά τον Karl Pearson, το χ^2 υπολογίζεται ως εξής:

$$\chi^2 = \sum_{i,j} \frac{(n_{i,j} - \mu_{i,j})^2}{\mu_{i,j}} \quad (4.2.1)$$

Στη σχέση (4.2.1), $n_{i,j}$ είναι οι τιμές των παρατηρούμενων συχνοτήτων, ενώ $\mu_{i,j}$ είναι οι τιμές των αναμενόμενων συχνοτήτων που θα έπρεπε να παρατηρούνταν αν ίσχυε η H_0 σύμφωνα με μια θεωρητική κατανομή ως προς την οποία γίνεται ο έλεγχος. Η παραπάνω σχέση υποδεικνύει ότι όσο μεγαλύτερες είναι οι διαφορές μεταξύ των $n_{i,j}$ και των $\mu_{i,j}$ για ένα δεδομένο δείγμα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η τιμή που λαμβάνει το χ^2 . Βεβαίως, με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν για την H_0 , οι μεγάλες τιμές του χ^2 δεν συνάδουν με την αποδοχή της H_0 . Ως τιμή σημαντικότητας (p-value) ορίζεται η πιθανότητα το χ^2 να λάβει τιμή μεγαλύτερη ή ίση της τιμής που παρατηρήθηκε με δεδομένο η H_0 να είναι αληθής. Ως κατώφλι της τιμής

σημαντικότητας (α) συνήθως ορίζεται η τιμή 5%. Αυτό είναι και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας του ελέγχου. Δηλαδή, αν η p-value είναι μικρότερη ή ίση του 0,05, τότε η H_0 απορρίπτεται, το οποίο συνεπάγεται πως οι υπό εξέταση μεταβλητές δεν είναι ανεξάρτητες αλλά υπάρχει σχέση μεταξύ τους [231].

Για τον έλεγχο συνάφειας μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών κατασκευάζεται ο πίνακας συνάφειας (contingency table). Στην περίπτωση ελέγχου δύο κατηγορικών μεταβλητών, στις γραμμές και στις στήλες ενός πίνακα συνάφειας δύο διαστάσεων αντιστοιχίζονται τα επίπεδα της κάθε μίας εκ των δύο υπό εξέταση μεταβλητών. Έτσι, σε κάθε κελί του πίνακα συνάφειας αποτυπώνεται η τιμή της συχνότητας των παρατηρήσεων που εμπίπτουν στο επίπεδο της μιας κατηγορικής μεταβλητής που υποδηλώνει η σχετική στήλη και στο επίπεδο της δεύτερης κατηγορικής μεταβλητής που υποδηλώνει η σχετική γραμμή. Η επάρκεια και η ποιότητα του ελέγχου χ^2 εξαρτώνται από την τήρηση της ακόλουθης προϋπόθεσης ελάχιστων συχνοτήτων: το μέγιστο αποδεκτό ποσοστό των κελιών του πίνακα συνάφειας τα οποία εμπεριέχουν αναμενόμενες συχνότητες με τιμές μικρότερες του 5 είναι 20% [231].

Δεύτερον, η ανάλυση των ποσών WTP διεξήχθη με τρεις αλληλοσυμπληρωματικές στατιστικές προσεγγίσεις για την εκτίμηση των μέτρων θέσης του ποσού WTP από τα δεδομένα των ερωτήσεων αποτίμησης, δηλαδή της μέσης τιμής και της διαμέσου του ποσού WTP: με τη μη παραμετρική εκτίμηση, με τη παραμετρική εκτίμηση χωρίς διερευνητικές μεταβλητές (no covariates) και με τη παραμετρική εκτίμηση με διερευνητικές μεταβλητές (with covariates).

Η μη παραμετρική στατιστική προσέγγιση εξετάζει τις δηλωθείσες τιμές ποσών WTP του δείγματος ανεξάρτητα από τις πιθανές παραμέτρους που ενδέχεται να τις επηρεάζουν και δεν απαιτεί την αποδοχή θεωρητικών υποθέσεων σχετικά με τη φύση της κατανομής που ακολουθούν οι εν λόγω τιμές. Στην παρούσα έρευνα, η μη παραμετρική ανάλυση διεξήχθη μέσω του εμπειρικού εκτιμητή «Kaplan-Meier» [232], ο οποίος έχει χρησιμοποιηθεί πάμπολλες φορές στη βιβλιογραφία των Οικονομικών του Περιβάλλοντος -λ.χ. στο [233]-. Ο εν λόγω εκτιμητής εντάσσεται στην ανάλυση επιβίωσης (survival analysis), καθώς παρέχει για κάθε τιμή του ποσού WTP την πιθανότητα υπέρβασής της, σύμφωνα με τις υπόλοιπες τιμές ποσών WTP του δείγματος [234]. Η εφαρμογή του εκτιμητή Kaplan-Meier ακολουθεί τα εξής στάδια. Πρώτα, σε ένα δείγμα N απαντήσεων, όλες οι ξεχωριστές J μη αρνητικές

τιμές ποσών WTP κατατάσσονται σε αύξουσα σειρά, από τη χαμηλότερη προς την υψηλότερη. Με αυτόν τον τρόπο, κάθε τιμή ποσού WTP συμβολίζεται με C_j , με το j να ανήκει στο διάστημα $[1, J]$, όπου $J \leq N$. Επιπλέον, η τιμή C_0 τίθεται ίση με το μηδέν, ενώ η τιμή C_J είναι ουσιαστικά η υψηλότερη τιμή ποσού WTP στο δείγμα. Σημειώνεται ότι αν κάθε ερωτηθείς του δείγματος απαντά δίνοντας μια μοναδική τιμή ποσού WTP, τότε η τιμή J θα ισούται με τη συνολική τιμή N του δείγματος. Αν, όμως, κάποιος ερωτηθέντες απαντούν δίνοντας την ίδια τιμή ποσού WTP, τότε η τιμή J θα είναι μικρότερη από την τιμή N του δείγματος. Έπειτα, για κάθε C_j υπολογίζεται ο συνολικός αριθμός των απαντήσεων στο δείγμα με τιμή ποσού WTP μεγαλύτερη από την τιμή του C_j , σύμφωνα με τη σχέση: $n_j = \sum_{k=j+1}^J h_k$, όπου h_k ο αριθμός των απαντήσεων στο δείγμα με τιμή ποσού WTP ίση με C_k , δηλαδή μεγαλύτερη από C_j , αφού $k=j+1$ και οι τιμές C_j είναι καταταγμένες σε αύξουσα σειρά. Στη συνέχεια, η συνάρτηση επιβίωσης μιας συγκεκριμένης τιμής ποσού WTP υπολογίζεται από το πλήθος των μεγαλύτερων τιμών ποσού WTP ως ποσοστό επί του συνολικού μεγέθους του δείγματος. Αν η υπό εξέταση τιμή ποσού WTP είναι η υψηλότερη δυνατή, τότε η συνάρτηση επιβίωσης λαμβάνει την τιμή μηδέν, αφού η πιθανότητα να υπάρξει μεγαλύτερη τιμή είναι ίση με το μηδέν. Η γραφική αναπαράσταση της καμπύλης επιβίωσης βασίζεται στην υπόθεση ότι μεταξύ δύο διαδοχικών τιμών ποσού WTP C_j και C_{j+1} η καμπύλη επιβίωσης παραμένει σταθερή. Με βάση τα προλεχθέντα, η εμπειρική εκτίμηση της συνάρτησης επιβίωσης μιας τιμής C_j δίνεται από τη σχέση: $\hat{S}(C_j) = \frac{n_j}{N}$, όπου το j ανήκει στο διάστημα $[0, J]$. Τελικά, η μέση τιμή των ποσών WTP υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\bar{C} = \sum_{j=0}^J \hat{S}(C_j) \cdot [C_{j+1} - C_j] \quad (4.2.2)$$

Στην εξίσωση (4.2.2), η \bar{C} είναι η μέση τιμή των ποσών WTP, οι C_j είναι οι τιμές ποσών WTP που είναι καταταγμένες σε αύξουσα σειρά, με τη C_0 να είναι ίση με το μηδέν και τη C_J να είναι η μεγαλύτερη τιμή ποσού WTP στο δείγμα, και, τέλος, η $\hat{S}(C_j)$ είναι η εμπειρικά εκτιμώμενη τιμή της συνάρτησης επιβίωσης σε κάθε C_j . Η διάμεσος ισούται με την τιμή ποσού WTP για την οποία η συνάρτηση επιβίωσης λαμβάνει την τιμή 0,5 -δηλαδή την πιθανότητα 50%-.

Η δεύτερη εκ των τριών στατιστικών προσεγγίσεων που ακολουθήθηκαν ήταν η παραμετρική εκτίμηση χωρίς διερευνητικές μεταβλητές (no covariates). Στην παρούσα έρευνα, η παραμετρική εκτίμηση χωρίς διερευνητικές μεταβλητές διεξήχθη με τη χρήση ενός μαθηματικού μοντέλου που έχει προταθεί στη διεθνή βιβλιογραφία και αναθέτει μια μη μηδενική πιθανότητα p στο να εμφανιστούν μηδενικές τιμές ποσών WTP, δηλαδή αρνήσεις πληρωμής. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο με αιχμή στο σημείο μηδέν (spike model) [234-236], ο ευρύτερος πληθυσμός ενδιαφέροντος για την εκάστοτε μελέτη μπορεί να θεωρηθεί πως αποτελείται από δύο υποπληθυσμούς: τα άτομα που ανήκουν στον πρώτο υποπληθυσμό δεν είναι πρόθυμα να πληρώσουν κανένα ποσό για το αποτιμώμενο αγαθό, ενώ τα άτομα που ανήκουν στον δεύτερο υποπληθυσμό είναι πρόθυμα να πληρώσουν και δηλώνουν ποσά WTP τέτοια που η κατανομή τους θεωρείται πως είναι συνεχής. Προκειμένου να διεξαχθεί η παραμετρική ανάλυση με βάση αυτό το μαθηματικό μοντέλο χωρίς τη χρήση διερευνητικών μεταβλητών, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

Πρώτα, ορίζουμε p την πιθανότητα ένα τυχαία επιλεγμένο άτομο να δηλώσει ποσό $WTP = 0$ και ορίζουμε $F(x)$, με $x > 0$, τη συνεχή αθροιστική συνάρτηση κατανομής (cumulative distribution function, cdf) του υποπληθυσμού που αποτελείται από άτομα που είναι πρόθυμα να πληρώσουν. Επιπλέον, η αθροιστική συνάρτηση κατανομής μιας πραγματικής τυχαίας μεταβλητής Y συμβολίζεται γενικά ως $F_Y(x)$ και ορίζεται ως η πιθανότητα να λάβει η μεταβλητή Y τιμή μικρότερη ή ίση του x , δηλαδή να συμβεί το γεγονός $\{Y \leq x\}$. Συνεπώς, γενικά, ισχύει ο εξής ορισμός συμβολισμών: $F_Y(x) \triangleq P(\{Y \leq x\})$ [237]. Με βάση τα παραπάνω, ορίζεται από το μοντέλο η αθροιστική συνάρτηση κατανομής των δηλούμενων ποσών WTP -δηλαδή η πιθανότητα να έχει ένα δηλούμενο ποσό WTP τιμή μικρότερη ή ίση μιας τιμής w - στην ερώτηση ανοιχτού τύπου ως μια κλαδική συνάρτηση τριών κλάδων που αντιστοιχούν σε τρεις περιπτώσεις τιμών του w :

$$P(\{WTP \leq w\}) = \begin{cases} 0, & w < 0 \\ p, & w = 0 \\ p + (1 - p)F(w), & w > 0 \end{cases} \quad (4.2.3)$$

Για ένα παρατηρηθέν τυχαίο δείγμα n ατόμων, ορίζουμε $\delta_i = 1$ εάν για το ποσό προθυμίας πληρωμής του i -οστού ατόμου ισχύει $w_i = 0$. Εάν για το ποσό προθυμίας πληρωμής του i -οστού ατόμου ισχύει $w_i > 0$, τότε ορίζεται $\delta_i = 0$. Συνεπώς, η συνάρτηση πιθανοφάνειας μπορεί να γραφεί ως ανάλογη της

$$\prod_{i=1}^n p^{\delta_i} [(1-p)f(w_i)]^{1-\delta_i} = \prod_{i=1}^n p^{\delta_i} (1-p)^{1-\delta_i} \prod_{w_i > 0} f(w_i) \quad (4.2.4)$$

Στην εξίσωση (4.2.4), η f είναι η παράγωγος της F και το $\prod_{w_i > 0}$ συμβολίζει το γινόμενο που υπολογίζεται για όλα τα άτομα που δήλωσαν ποσό προθυμίας πληρωμής για το οποίο ισχύει $w_i > 0$. Η συνάρτηση f , όπως και η F , εξαρτώνται από άγνωστες παραμέτρους που θα πρέπει να εκτιμηθούν. Η προαναφερθείσα συνάρτηση πιθανοφάνειας μπορεί να διαιρεθεί στα ακόλουθα δύο ανεξάρτητα μέρη, τα οποία μπορούν να μεγιστοποιηθούν ξεχωριστά, προκειμένου να υπολογιστούν οι εκτιμήσεις μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood estimates, MLEs) των αγνώστων παραμέτρων από τις οποίες εξαρτώνται οι συναρτήσεις f και F : $\prod_{i=1}^n p^{\delta_i} (1-p)^{1-\delta_i}$ και $\prod_{w_i > 0} f(w_i)$.

Με τη μεγιστοποίηση του μέρους $\prod_{i=1}^n p^{\delta_i} (1-p)^{1-\delta_i}$ υπολογίζεται η εκτίμηση μέγιστης πιθανοφάνειας ως $\hat{p} = \frac{\sum \delta_i}{n}$, το οποίο ουσιαστικά αποτελεί το ποσοστό των μηδενικών τιμών ποσού WTP -δηλαδή των αρνήσεων πληρωμής- τού δείγματος των n ατόμων. Για να καταστεί εφικτή η μεγιστοποίηση και του δεύτερου ανεξάρτητου μέρους τού γινομένου, θα πρέπει πρώτα να επιλεγεί μια κατάλληλη μορφή κατανομής που να περιγράφει τη συνάρτηση F .

Η επιλογή της κατάλληλης μορφής της F και η εκτίμηση μέγιστης πιθανοφάνειας των παραμέτρων της μπορούν έπειτα να χρησιμοποιηθούν, μαζί με την εκτίμηση μέγιστης πιθανοφάνειας της πιθανότητας p , για τον υπολογισμό των μέτρων θέσης τού ποσού WTP, βάσει της εξίσωσης (4.2.3).

Η τρίτη εκ των τριών στατιστικών προσεγγίσεων που ακολουθήθηκαν ήταν η παραμετρική εκτίμηση με διερευνητικές μεταβλητές (with covariates). Στην παρούσα έρευνα, η παραμετρική εκτίμηση με διερευνητικές μεταβλητές διεξήθη με τη χρήση μιας επέκτασης του μαθηματικού μοντέλου με αιχμή στο σημείο μηδέν (spike model) που χρησιμοποιήθηκε και στην παραμετρική εκτίμηση χωρίς διερευνητικές μεταβλητές, η οποία έχει δημοσιευθεί στη διεθνή βιβλιογραφία [234,236]. Συγκεκριμένα, η επέκταση αυτού του μαθηματικού μοντέλου χρησιμοποιεί δύο μεθόδους παλινδρόμησης για να διερευνήσει, πρώτον, τις παραμέτρους που επηρεάζουν το αν τα άτομα του ευρύτερου πληθυσμού ενδιαφέροντος είναι αρχικά πρόθυμα να πληρώσουν -δηλαδή την πρόθεση ψήφου τους υπέρ της προτεινόμενης πολιτικής, στην παρούσα εφαρμογή- και, δεύτερον, τις παραμέτρους που επηρεάζουν

τις τιμές των ποσών WTP των ατόμων που είναι πρόθυμα να πληρώσουν. Έτσι, όπως προηγουμένως, ο ευρύτερος πληθυσμός ενδιαφέροντος μπορεί να θεωρηθεί πως αποτελείται από δύο υποπληθυσμούς. Ακόμη, για ένα i -οστό άτομο, η πιθανότητα p_i και οι κατανομές F_i και f_i δύνανται να επηρεαστούν από τις τιμές ορισμένων διερευνητικών μεταβλητών που χαρακτηρίζουν το εν λόγω άτομο, λ.χ. από την ηλικία. Βασική υπόθεση σε αυτό το επεκταμένο μοντέλο είναι το ότι η επίδραση μιας διερευνητικής μεταβλητής στην κατανομή F_i είναι ανεξάρτητη από την επίδρασή της στην πιθανότητα p_i . Δηλαδή, οι F_i και p_i μπορούν να επηρεάζονται από εντελώς διαφορετικές διερευνητικές μεταβλητές. Σύμφωνα με τη συλλογιστική που ακολουθήθηκε και προηγουμένως, αυτή η υπόθεση επιτρέπει και πάλι τη διαίρεση της σχετικής συνάρτησης πιθανοφάνειας στα ακόλουθα δύο ανεξάρτητα μέρη, τα οποία μπορούν να μεγιστοποιηθούν ξεχωριστά: $\prod_{i=1}^n p_i^{\delta_i} (1 - p_i)^{1-\delta_i}$ και $\prod_{w_i > 0} f_i(w_i)$.

Για τη διαχείριση του $\prod_{i=1}^n p_i^{\delta_i} (1 - p_i)^{1-\delta_i}$, προτείνεται ο υπολογισμός και η μοντελοποίηση της πιθανότητας p_i ως συνάρτησης των διαφόρων διερευνητικών μεταβλητών x_j -δηλαδή, των ανεξάρτητων μεταβλητών $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ για κάθε i -οστό άτομο- μέσω ενός δυαδικού μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης (binary logistic regression). Αυτή η μέθοδος παλινδρόμησης αποσκοπεί στην πρόβλεψη της πιθανότητας να λάβει μια εξαρτημένη κατηγορική μεταβλητή Y μία εκ των τιμών 1 και 0, που αντιστοιχούν στην ύπαρξη και στην απουσία ενός χαρακτηριστικού, μέσω των τιμών ενός συνόλου ανεξάρτητων μεταβλητών.

Στην παρούσα έρευνα, η δυαδική λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη της πιθανότητας δήλωσης θετικής απάντησης στην ερώτηση σχετικά με την πρόθεση ψήφου υπέρ της προτεινόμενης πολιτικής, δηλαδή η τιμή $Y=1$ της εξαρτημένης κατηγορικής μεταβλητής αντιστοιχίζεται στη δήλωση θετικής απάντησης -προθυμίας- και η τιμή $Y=0$ στη δήλωση αρνητικής απάντησης -άρνησης-. Επίσης, ορίζεται ως π_i η πιθανότητα να λάβει η εξαρτημένη μεταβλητή την τιμή 1, δηλαδή $\pi = P(Y=1)$. Η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και των ανεξάρτητων μεταβλητών περιγράφεται από την εξίσωση:

$$\ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = A + B_1x_1 + B_2x_2 + \dots + B_nx_n \quad (4.2.5)$$

Στην εξίσωση (4.2.5), π_i είναι η πιθανότητα που προβλέπεται από το μοντέλο για το i -οστό άτομο να λάβει η εξαρτημένη μεταβλητή Y την τιμή 1, x_1, x_2, \dots, x_n είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές που επιδρούν σε αυτήν την πιθανότητα, B_1, B_2, \dots, B_n είναι οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα υπολογιστούν από το μοντέλο παλινδρόμησης με βάση τη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας και A είναι μια σταθερά που υπολογίζεται επίσης από το μοντέλο.

Αν υιοθετηθεί ο εξής συμβολισμός για το δεξιό τμήμα της εξίσωσης (4.2.5) $A + B_1x_1 + B_2x_2 + \dots + B_nx_n = z$, τότε θα ισχύει: $\ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = z$.

$$\text{Δηλαδή: } \pi_i = \frac{e^z}{1+e^z} = 1 - p_i \quad (4.2.6)$$

Μετά τον υπολογισμό της σταθεράς A και των συντελεστών B από το μοντέλο παλινδρόμησης, από την εξίσωση (4.2.6) είναι εφικτός ο υπολογισμός της προβλεπόμενης πιθανότητας για ένα i -οστό άτομο να λάβει η εξαρτημένη μεταβλητή Y την τιμή 1, σύμφωνα με τις τιμές που έχουν για την περίπτωση του i -οστού ατόμου οι ανεξάρτητες μεταβλητές x_1, x_2, \dots, x_n . Αυτές οι προβλεπόμενες πιθανότητες λαμβάνουν τιμές στο διάστημα $[0,1]$, καθώς συχνά τα μοντέλα παλινδρόμησης δεν είναι τέλεια ώστε να μπορούν να προβλέψουν με απόλυτη βεβαιότητα, δηλαδή με τιμή προβλεπόμενης πιθανότητας ίση με 1, το να λάβει η εξαρτημένη μεταβλητή Y την τιμή 1 -και, αντίστοιχα, με τιμή προβλεπόμενης πιθανότητας ίση με 0 το να λάβει η Y την τιμή 1, άρα να λάβει με απόλυτη βεβαιότητα η Y την τιμή 0-. Ορίζοντας ένα κατώφλι τιμής -συνηθέστερα ίσο με 0,5- για τον διαχωρισμό αυτών των προβλεπόμενων πιθανοτήτων, ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης ταξινομεί κάθε i -οστό άτομο είτε στην κατηγορία $Y=1$ είτε στην κατηγορία $Y=0$ [238]. Τα αποτελέσματα της ταξινόμησης χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του μοντέλου.

Επιπροσθέτως, για τη διαχείριση του $\prod_{w_i > 0} f_i(w_i)$, είναι και πάλι απαραίτητη η επιλογή μιας κατάλληλης μορφής κατανομής που να περιγράφει τη συνάρτηση F_i . Στη βιβλιογραφία [236] προτείνεται η επιλογή της μορφής λογαριθμοκανονικής κατανομής με ανεξάρτητο και κοινό σ για κάθε i -οστό άτομο και με εξαρτημένο μ_i .

Αν η F_i έχει τη μορφή λογαριθμοκανονικής κατανομής, θα πρέπει να ισχύει: $F_i(z) = \Phi_i\left(\frac{\log z - \mu_i}{\sigma}\right)$ και $\Phi_i(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du$. Για την εκτίμηση των άγνωστων

παραμέτρων μ και σ^2 προτείνεται [236] η εφαρμογή ενός μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Στην παρούσα έρευνα, χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο πολλαπλής λογαριθμικής-γραμμικής παλινδρόμησης (log-linear regression) για τη μοντελοποίηση της εξαρτημένης μεταβλητής $\ln(WTP_i)$ ως συνάρτησης των διαφόρων διερευνητικών μεταβλητών x_j -δηλαδή, των ανεξάρτητων μεταβλητών $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ για κάθε i -οστό άτομο-. Η σχέση μεταξύ τής εξαρτημένης μεταβλητής και των ανεξάρτητων μεταβλητών θα πρέπει να περιγράφεται από την εξίσωση:

$$\ln(WTP_i) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon_i \quad (4.2.7)$$

Στην εξίσωση (4.2.7), $\ln(WTP_i)$ είναι ο φυσικός λογάριθμος της τιμής ποσού WTP_i που δηλώνει ο i -οστός ερωτηθείς, x_1, x_2, \dots, x_n είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές που επιδρούν σε αυτήν την τιμή, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ είναι οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα υπολογιστούν ως B_1, B_2, \dots, B_n από το μοντέλο παλινδρόμησης με βάση τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων, α είναι μια σταθερά που υπολογίζεται επίσης ως A από το μοντέλο και ε_i είναι το ανεξάρτητο υπόλειμμα (residual), δηλαδή η διαφορά τής παρατηρηθείσας τιμής τής εξαρτημένης μεταβλητής από την τιμή που προβλέπει το μοντέλο. Αν το μοντέλο προσαρμόζεται καλά στα δεδομένα, οι τιμές ε_i θα πρέπει να ακολουθούν κανονική κατανομή με μηδενική μέση τιμή και ίσες διακυμάνσεις σε κάθε τιμή των x_i . Έτσι, το εν λόγω μοντέλο θα έχει τη γενική μορφή:

$$\mu_i = \ln(\widehat{WTP}_i) = A + B_1 x_1 + B_2 x_2 + \dots + B_n x_n \quad (4.2.8)$$

με κοινή διακύμανση εκτιμήσεων σ^2 .

Οι εκτιμήσεις της πιθανότητας p και των παραμέτρων της συνάρτησης F από τα δεδομένα του δείγματος για ένα «μέσο άτομο» (“on average”) του δείγματος [239,240] μπορούν έπειτα να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των μέτρων θέσης τού ποσού WTP , βάσει της εξίσωσης (4.2.3).

Τέλος, με βάση το σενάριο υποθετικής αξιολόγησης της έρευνας, το ποσό WTP που δηλώθηκε από τους ερωτηθέντες αφορούσε σε μία πληρωμή ανά άτομο ανά έτος για δέκα έτη. Η ετήσια Ολική Οικονομική Αξία υπολογίζεται βάσει των μέτρων θέσης τού ποσού WTP που προκύπτουν από τις τρεις προσεγγίσεις που συζητήθηκαν παραπάνω. Καθώς το σενάριο προέβλεπε πληρωμές για δέκα έτη -έως το 2030-, κρίθηκε σκόπιμο να διεξαχθεί και ένας υπολογισμός τής Παρούσας Αξίας (Present

Value, PV) των μελλοντικών οφελών. Για τον υπολογισμό τής παρούσας αξίας των υπό εξέταση οφελών σε μία περίοδο δέκα ετών, χρησιμοποιήθηκε μια κλασική οικονομική προσέγγιση εκθετικής προεξόφλησης (exponential discounting) [241] με ένα σταθερό -κοινωνικό- επιτόκιο προεξόφλησης (return rate, r) ίσο με 5% και με μια σταθερή ετήσια ροή οφελών ίση με την ετήσια Ολική Οικονομική Αξία που προκύπτει από την προαναφερθείσα συλλογιστική πορεία. Έτσι, η PV υπολογίστηκε με βάση την ακόλουθη εξίσωση:

$$PV = \sum_{t=0}^n \frac{Annual_Value_t}{(1+r)^t} \quad (4.2.9)$$

Στην εξίσωση (4.2.9), t είναι το εκάστοτε έτος -με το 2020 να ταυτίζεται με το t=0 και το t=9 να αφορά στο τελευταίο έτος των 10 ετών τής περιόδου-, r είναι το σταθερό επιτόκιο προεξόφλησης που θεωρήθηκε ίσο με 5% και Annual_Value_t είναι η ετήσια Ολική Οικονομική Αξία για το εκάστοτε έτος.

5. Υλοποίηση και Αποτελέσματα Έρευνας

5.1 Υλοποίηση της έρευνας και χαρακτηριστικά του δείγματος

Ανακεφαλαιώνοντας, το αντικείμενο της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση των απόψεων των ενήλικων Ελλήνων πολιτών, ηλικίας 18 ετών και άνω, σχετικά με την Προστασία των Πλανητών, ιδιαίτερα υπό το πρίσμα των μελλοντικών ιδιωτικών διαστημικών αποστολών, καθώς και η οικονομική αποτίμηση του εξωτερικού οφέλους μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή τής ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας τέτοιων αποστολών. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την αποτίμηση ήταν η CVM. Ο ευρύτερος πληθυσμός για τον οποίον θα έπρεπε να εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα της έρευνας CVM ήταν οι ενήλικοι Έλληνες πολίτες. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με τη μέθοδο της έρευνας μέσω διαδικτύου (Computer Assisted Web Interviewing, CAWI), μέσω εταιρείας μέλους τού «Συλλόγου Εταιρειών Δημοσκόπησης και Έρευνας Αγοράς». Συνεπώς, ο υπό μελέτη πληθυσμός (study population) ήταν το κλάσμα τού ευρύτερου πληθυσμού που αποτελούταν από χρήστες τού διαδικτύου, ενώ το πλαίσιο δειγματοληψίας (sampling frame) που χρησιμοποιήθηκε για τον σχηματισμό τού δείγματος (sample) ήταν ο διαδικτυακός κατάλογος κοινού (online panel) που διατηρούσε η εν λόγω εταιρεία. Η διαδικασία δειγματοληψίας που επιλέχθηκε ήταν απλή τυχαία δειγματοληψία (simple random sampling). Υπό τον περιορισμό τής έλλειψης χρηματοδότησης και της συλλογής των δεδομένων ιδίοις εξόδοις, επιλέχθηκε το μέγιστο δυνατό μέγεθος δείγματος: 500 άτομα. Η τελική συλλογή των δεδομένων στο πεδίο έγινε την περίοδο μεταξύ 18^{ης} Μαΐου 2020 και 21^{ης} Μαΐου 2020. Το ποσοστό απόκρισης (response rate) ήταν 40,06%, αφού συμπληρώθηκαν 500 ερωτηματολόγια από τα 1248 που είχαν αποσταλεί.

Εξαιτίας τής φύσης τής μεθόδου έρευνας μέσω διαδικτύου, είναι δυνατόν ορισμένοι ερωτώμενοι να λειτουργήσουν απρόσεκτα και να απαντήσουν βιαστικά

στις ερωτήσεις, σε χρόνο κατά πολύ μικρότερο από τον χρόνο που απαιτείται για την κατανόησή τους και για την κατανόηση των πληροφοριών τού υποθετικού σεναρίου που αποτελεί και τον πυρήνα τής έρευνας [242,243]. Χάριν διασφάλισης της ποιότητας των δεδομένων και των πορισμάτων που θα εξαχθούν από την ανάλυσή τους, τα ερωτηματολόγια των ερωτώμενων που επιδεικνύουν συμπεριφορά βεβιασμένης ολοκλήρωσης της έρευνας (speeding behavior) προτείνεται στη βιβλιογραφία να εξαιρούνται από το δείγμα και να μην προωθούνται στο στάδιο της ανάλυσης όταν υπάρχει κίνδυνος αλλοίωσης της έρευνας [244-246]. Μιας και δεν υπάρχει ακόμη ομοφωνία ως προς τη βέλτιστη πρακτική για την εξαίρεση των ερωτηματολογίων αυτού του τύπου, όλες οι πρακτικές που έχουν καταγραφεί στο παρελθόν στη βιβλιογραφία επιλέγονταν κατά περίπτωση σύμφωνα με την κρίση τής εκάστοτε ερευνητικής ομάδας [247]. Το κριτήριο εντοπισμού των ερωτηματολογίων αυτού του τύπου που επιλέχθηκε στην παρούσα έρευνα CVM ήταν η συνολική διάρκεια απάντησης όλων των ερωτήσεων (completion time), από την πρώτη έως και την τελευταία. Με βάση τα πορίσματα που προέκυψαν από τον τελευταίο γύρο τής ειδικής μικρής κλίμακας δοκιμής τής τελικής μορφής τού ερωτηματολογίου μέσω προσωπικών συνεντεύξεων, το κατώφλι συνολικής διάρκειας απάντησης όλων των ερωτήσεων που επιλέχθηκε ήταν τα 520 δευτερόλεπτα (8 λεπτά και 40 δευτερόλεπτα). Αυτή ήταν η μικρότερη συνολική διάρκεια απάντησης όλων των ερωτήσεων που καταγράφηκε κατά τον τελευταίο γύρο προσωπικών συνεντεύξεων και αφορούσε στη συντομότερη δυνατή συνολική διαδρομή δια μέσου των ερωτήσεων με συνθήκη διακλάδωσης.

Συνεπώς, από το αρχικό δείγμα εξαιρέθηκαν όλα τα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν σε χρόνο μικρότερο από 520 δευτερόλεπτα, ενώ το μέγεθος του τελικού έγκυρου δείγματος ανήλθε στα 259 ερωτηματολόγια. Η ταυτότητα του τελικού έγκυρου δείγματος, του πλαισίου δειγματοληψίας και του υπό μελέτη πληθυσμού παρουσιάζεται στον **Πίνακα 5.1**. Σημειώνεται ότι για τα χαρακτηριστικά τού πλαισίου δειγματοληψίας και του υπό μελέτη πληθυσμού χρησιμοποιήθηκαν τα πλέον επίκαιρα στοιχεία (2019) που διατηρούσε η εταιρεία μέσω της οποίας συλλέχθηκαν τα δεδομένα. Όπως φαίνεται στον πίνακα, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά τού υπό μελέτη πληθυσμού και του τελικού έγκυρου δείγματος εμφανίζουν ορισμένες μικρές διαφορές.

Πίνακας 5.1: Ταυτότητα τελικού έγκυρου δείγματος, πλαισίου δειγματοληψίας και υπό μελέτη πληθυσμού

	Υπό Μελέτη Πληθυσμός		Πλαίσιο Δειγματοληψίας		Τελικό Έγκυρο Δείγμα	
	Πλήθος	Ποσοστό (%)	Πλήθος	Ποσοστό (%)	Πλήθος	Ποσοστό (%)
ΣΥΝΟΛΟ	6.782.000	100,0	7.101	100,0	259	100,0
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΦΥΛΟ						
Άνδρες	3.338.300	49,2	2.909	41,0	115	44,4
Γυναίκες	3.444.500	50,8	4.192	59,0	144	55,6
ΗΛΙΚΙΑ						
18-29	1.277.200	18,8	1.120	15,8	44	17,0
30-39	1.382.200	20,4	2.468	34,8	62	23,9
40-49	1.592.900	23,5	2.200	31,0	48	18,5
50-59	1.351.600	19,9	1.014	14,2	61	23,6
60-74	1.178.900	17,4	299	4,2	44	17,0
ΠΕΡΙΟΧΗ						
Αττική	2.534.100	37,4	4.186	58,9	146	56,3
Θεσσαλονίκη	731.900	10,8	874	12,4	38	14,7
Επαρχία	3.516.700	51,8	2.041	28,7	75	29,0

Επιπροσθέτως, στον **Πίνακα 5.2** παρατίθενται όλα τα αναλυτικά δημογραφικά χαρακτηριστικά του τελικού έγκυρου δείγματος και αντιπαραβάλλονται με εκείνα του ευρύτερου πληθυσμού για τον οποίον θα έπρεπε να εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα, δηλαδή των ενήλικων Ελλήνων πολιτών. Σημειώνεται ότι τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του ευρύτερου πληθυσμού προέκυψαν μετά από επεξεργασία των στοιχείων που προήλθαν από τις πιο πρόσφατες «Γενικές Απογραφές Κτηρίων και Πληθυσμού - Κατοικιών 2011» της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) και δη από την απογραφή του μόνιμου πληθυσμού για το 2011 [248]. Και σε αυτήν την αντιπαραβολή, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του ευρύτερου πληθυσμού -δηλαδή του μόνιμου πληθυσμού τής Ελλάδας, ηλικίας 18 ετών και άνω- και του τελικού έγκυρου δείγματος εμφανίζουν ορισμένες μικρές διαφορές.

Πίνακας 5.2: Δημογραφικά χαρακτηριστικά τελικού έγκυρου δείγματος και ευρύτερου πληθυσμού

	Ευρύτερος Πληθυσμός (Μόνιμος, Ελλάδα, 18+)		Τελικό Έγκυρο Δείγμα	
	Πλήθος	Ποσοστό (%)	Πλήθος	Ποσοστό (%)
ΣΥΝΟΛΟ	8.926.161	100,0	259	100,0
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΦΥΛΟ				
Άνδρες	4.334.875	48,6%	115	44,4
Γυναίκες	4.591.286	51,4%	144	55,6
ΗΛΙΚΙΑ				
18-29	1.583.287	17,7	44	17,0
30-39	1.635.304	18,3	62	23,9
40-49	1.581.095	17,7	48	18,5
50-59	1.391.854	15,6	61	23,6
60-69	1.134.045	12,7	35	13,5
70+	1.600.576	18,0	9	3,5
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ				
Άγαμοι	2.339.479	26,2	79	30,5
Έγγαμοι	5.362.751	60,1	129	49,8
Σε συμβίωση	1.746	0,02	24	9,3
Χήροι	820.518	9,2	7	2,7
Διαζευγμένοι	331.954	3,7	17	6,5
Σε διάσταση	69.713	0,78	3	1,2
ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ				
Διδακτορικό	41.312	0,5	3	1,15
Μεταπτυχιακό	155.532	1,7	59	22,8
ΑΕΙ/ΤΕΙ (3+ έτη φοίτησης)	1.521.843	17,1	115	44,4
ΙΕΚ/Κολλέγιο (2 έτη φοίτησης)	590.850	6,6	27	10,4
Επαγγελματικό Λύκειο	589.253	6,6	12	4,6
Λύκειο	2.075.449	23,3	39	15,1
Γυμνάσιο	932.460	10,4	3	1,15
Δημοτικό	2.259.470	25,3	1	0,4
Δεν έχει ολοκληρωθεί δημοτικό	759.992	8,5	0	0,0

ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	Ευρύτερος Πληθυσμός (Μόνιμος, Ελλάδα, 18+)		Τελικό Έγκυρο Δείγμα	
	Πλήθος	Ποσοστό (%)	Πλήθος	Ποσοστό (%)
ΣΥΝΟΛΟ	8.926.161	100,0	259	100,0
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ				
Μισθωτοί, πλήρους απασχόλησης	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	107	41,3
Μισθωτοί, μερικής απασχόλησης	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	17	6,6
Αυτοαπασχολούμενοι	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	40	15,4
<i>Σύνολο απασχολούμενων</i>	3.717.194	41,6	164	63,3
Άνεργοι - αναζητούν εργασία	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	35	13,5
Άνεργοι - δεν αναζητούν εργασία	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	7	2,7
<i>Σύνολο ανέργων</i>	841.793	9,4	42	16,2
Οικιακά	1.216.641	13,6	5	1,9
Συνταξιούχοι	2.407.222	27,1	33	12,8
Φοιτητές	502.663	5,6	15	5,8
Εισοδηματίες, λοιποί	240.648	2,7	-	-
ΚΑΘΑΡΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ				
Λιγότερο από €6.000	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	60	23,2
€6.000-9.999	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	54	20,8
€10.000-14.999	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	58	22,4
€15.000-19.999	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	43	16,6
€20.000-24.999	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	19	7,3
€25.000-29.999	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	10	3,9
€30.000-34.999	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	7	2,7
€35.000-39.999	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	4	1,5
€40.000-50.000	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	3	1,2
Περισσότερο από €50.000	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	<i>Ελλιπή στοιχεία</i>	1	0,4
ΠΕΡΙΟΧΗ				
Περιφέρεια Αττικής	3.190.820	35,7	146	56,3
Επαρχία	5.735.341	64,3	113	43,7

Χάριν πληρότητας της συγκριτικής παρουσίασης των δημογραφικών χαρακτηριστικών, στον **Πίνακα 5.3** αντιπαραβάλλεται και το μέγεθος νοικοκυριού των ατόμων τού τελικού έγκυρου δείγματος με εκείνο του ευρύτερου πληθυσμού για τον οποίον θα έπρεπε να εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα.

Πίνακας 5.3: Μέγεθος νοικοκυριού τελικού έγκυρου δείγματος και ευρύτερου πληθυσμού

	Νοικοκυριά Συνόλου Χώρας		Νοικοκυριά Τελικού Έγκυρου Δείγματος	
	Πλήθος	Ποσοστό (%)	Πλήθος	Ποσοστό (%)
ΣΥΝΟΛΟ	4.134.540	100,0	259	100,0
ΜΕΛΗ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΟΥ				
1 μέλος	1.061.547	25,6	51	19,7
2 μέλη	1.218.466	29,5	71	27,4
3 μέλη	817.921	19,8	55	21,2
4 μέλη	726.554	17,6	62	23,9
5 μέλη	209.565	5,1	11	4,3
6 μέλη	68.602	1,6	5	1,9
7 μέλη και άνω	31.881	0,8	4	1,6

Συμπληρωματικά προς τον παραπάνω πίνακα, από τους 259 ερωτηθέντες, οι 163 (62,9%) απάντησαν πως δεν υπάρχει κανένα άτομο κάτω των 18 ετών στο νοικοκυριό τους, οι 43 (16,6%) απάντησαν πως υπάρχει 1 άτομο, οι 44 (17,0%) απάντησαν πως υπάρχουν 2 άτομα, ενώ οι 9 (3,5%) απάντησαν πως υπάρχουν 3 ή περισσότερα άτομα.

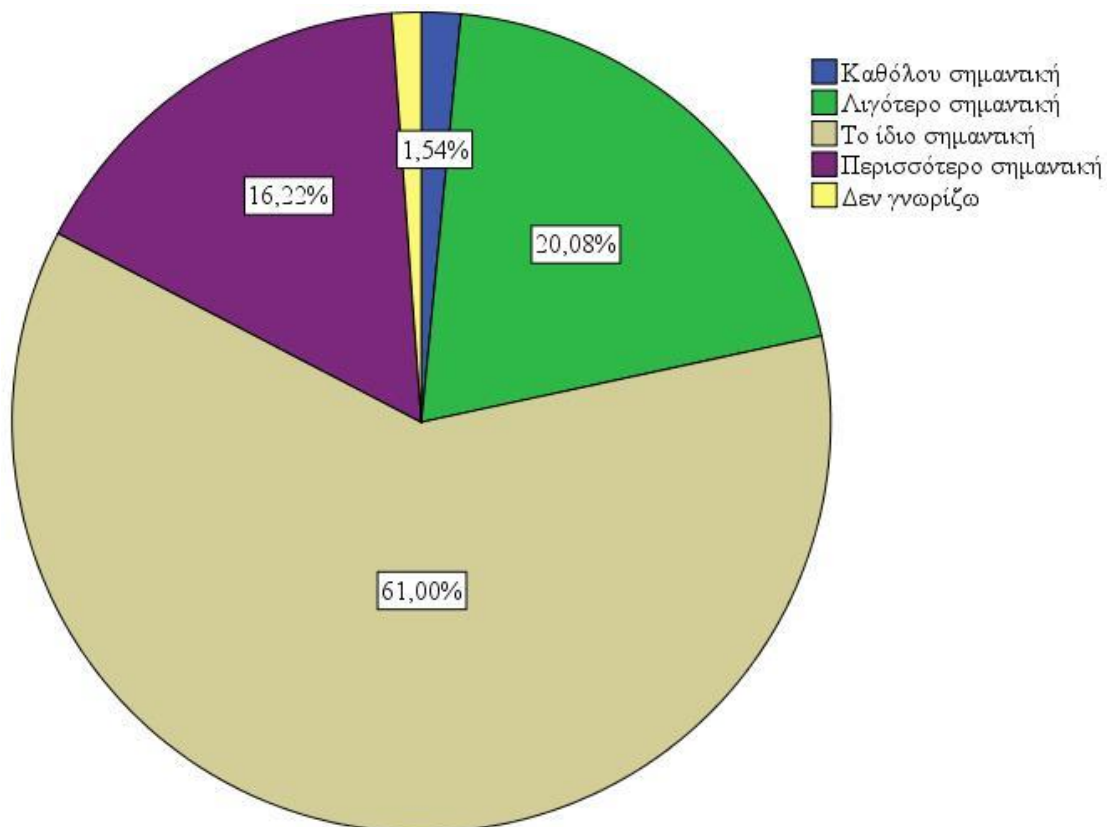
Τέλος, σημειώνεται ότι, από τους 259 ερωτηθέντες, οι 187 (72,2%) απάντησαν πως δεν έχουν δωρίσει χρήματα σε κάποια περιβαλλοντική οργάνωση τους τελευταίους 12 μήνες, οι 42 (16,2%) απάντησαν πως έχουν δωρίσει, ενώ οι 30 (11,6%) απάντησαν πως δεν έχουν δωρίσει αλλά σκέφτονται να δωρίσουν. Επιπλέον, από τους 259 ερωτηθέντες, οι 208 (80,3%) απάντησαν πως δεν είναι μέλη κάποιας περιβαλλοντικής οργάνωσης, οι 29 (11,2%) απάντησαν πως είναι μέλη, ενώ οι 22 (8,5%) απάντησαν πως δεν είναι μέλη αλλά σκέφτονται να γίνουν.

5.2 Γενικά αποτελέσματα περιγραφικής ανάλυσης

Στην παρούσα υποενότητα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της περιγραφικής ανάλυσης των απαντήσεων που έδωσαν οι 259 ερωτηθέντες στις ερωτήσεις τής εισαγωγικής ενότητας, οι οποίες διερευνούσαν κυρίως απόψεις και θέσεις ως προς ορισμένα γενικά ζητήματα, στις ερωτήσεις τής συμπεριφορικής ενότητας, οι οποίες διερευνούσαν τις τρέχουσες και τις αναμενόμενες στάσεις και συμπεριφορές ως προς ορισμένα περισσότερο συγκεκριμένα ζητήματα, και σε ορισμένες ερωτήσεις τής ενότητας αποτίμησης, οι οποίες διερευνούσαν κάποια από τα ζητήματα αξίας και οφέλους τού ερωτηματολογίου.

Ερώτηση 1: Κατά την άποψή σας, πόσο σημαντική είναι η εξερεύνηση του διαστήματος σε σχέση με άλλους τομείς επιστημονικών ερευνών;

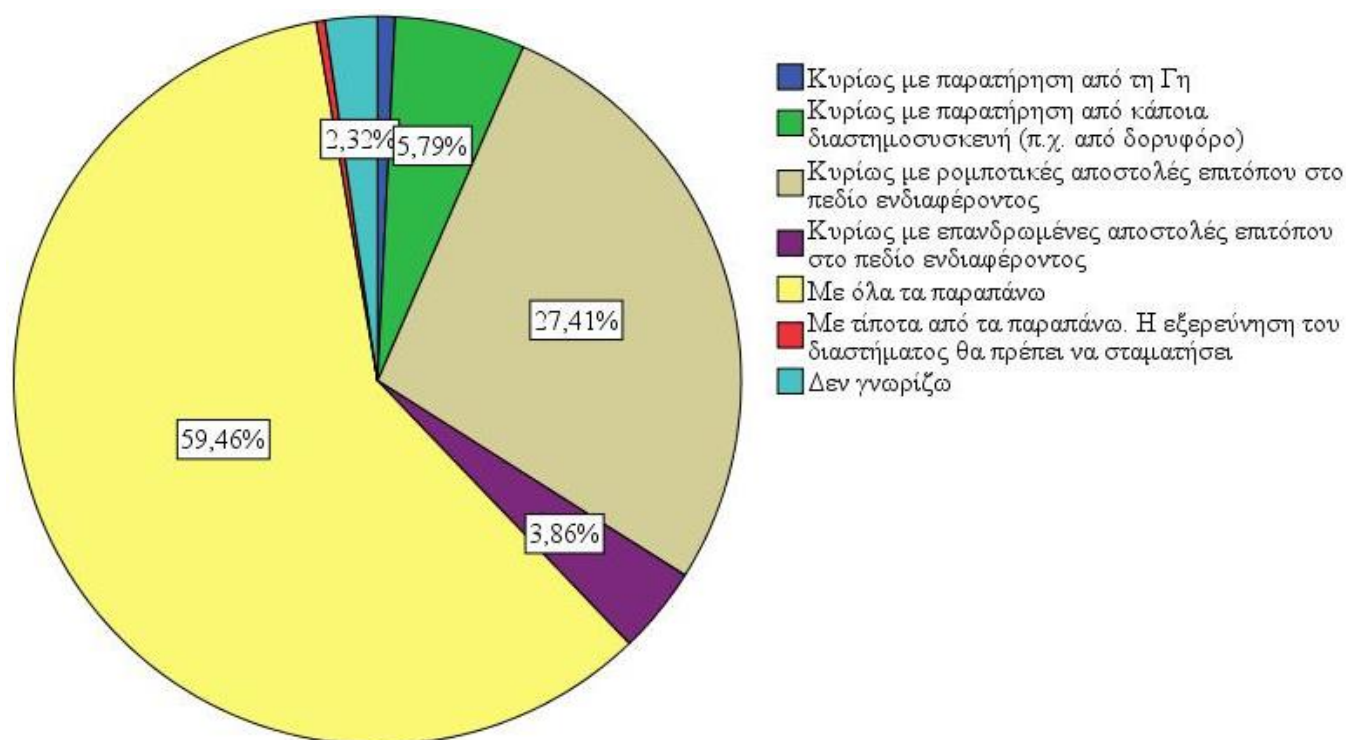
Διάγραμμα 5.1: Σχετική σημασία εξερεύνησης του διαστήματος



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η εξερεύνηση του διαστήματος είναι για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων (61,00%) το ίδιο σημαντική με άλλους τομείς επιστημονικών ερευνών. Περισσότερο σημαντική θεωρείται από το 16,22% των ερωτηθέντων, λιγότερο σημαντική από το 20,08%, καθόλου σημαντική από το 1,54%, ενώ το 1,16% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 2: Κατά την άποψή σας, η εξερεύνηση του διαστήματος θα πρέπει να γίνεται:

Διάγραμμα 5.2: Προτιμώμενη μέθοδος εξερεύνησης του διαστήματος

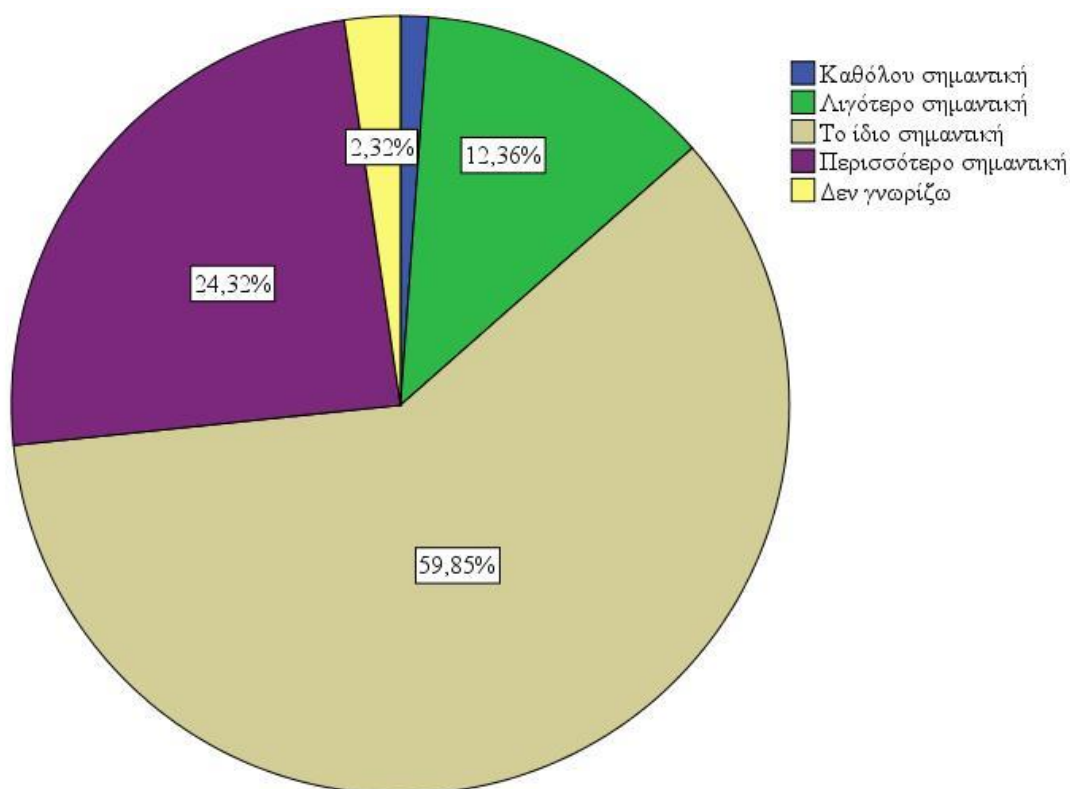


Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η εξερεύνηση του διαστήματος για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων (59,46%) θα πρέπει να γίνεται με παρατήρηση από τη Γη, με παρατήρηση από κάποια διαστημοσυσκευή, με ρομποτικές αποστολές επιτόπου στο πεδίο ενδιαφέροντος και με επανδρωμένες αποστολές επιτόπου στο πεδίο ενδιαφέροντος. Το 27,41% δήλωσε πως η εξερεύνηση του διαστήματος θα πρέπει να γίνεται κυρίως με ρομποτικές αποστολές επιτόπου στο πεδίο ενδιαφέροντος. Το 5,79% δήλωσε πως η εξερεύνηση του διαστήματος θα πρέπει να γίνεται κυρίως με παρατήρηση από κάποια διαστημοσυσκευή -π.χ. από δορυφόρο-,

ενώ μόλις το 3,86% δήλωσε πως θα πρέπει να γίνεται κυρίως με επανδρωμένες αποστολές επιτόπου στο πεδίο ενδιαφέροντος. Μόλις το 0,77% δήλωσε πως η εξερεύνηση του διαστήματος θα πρέπει να γίνεται κυρίως με παρατήρηση από τη Γη, ενώ το 0,38% δήλωσε πως η εξερεύνηση του διαστήματος θα πρέπει να σταματήσει. Το 2,33% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 3: Κατά την άποψή σας, πόσο σημαντική είναι η αναζήτηση εξωγήινων μικροοργανισμών στο ηλιακό μας σύστημα σε σχέση με άλλους τομείς της εξερεύνησης του διαστήματος; Άλλοι τομείς εξερεύνησης του διαστήματος είναι, για παράδειγμα, η αναζήτηση πλανητών σε άλλα αστέρια, η μελέτη της γεωλογίας της Σελήνης, η μελέτη της ατμόσφαιρας της Αφροδίτης κ.ά.

Διάγραμμα 5.3: Σχετική σημασία αναζήτησης εξωγήινων μικροοργανισμών

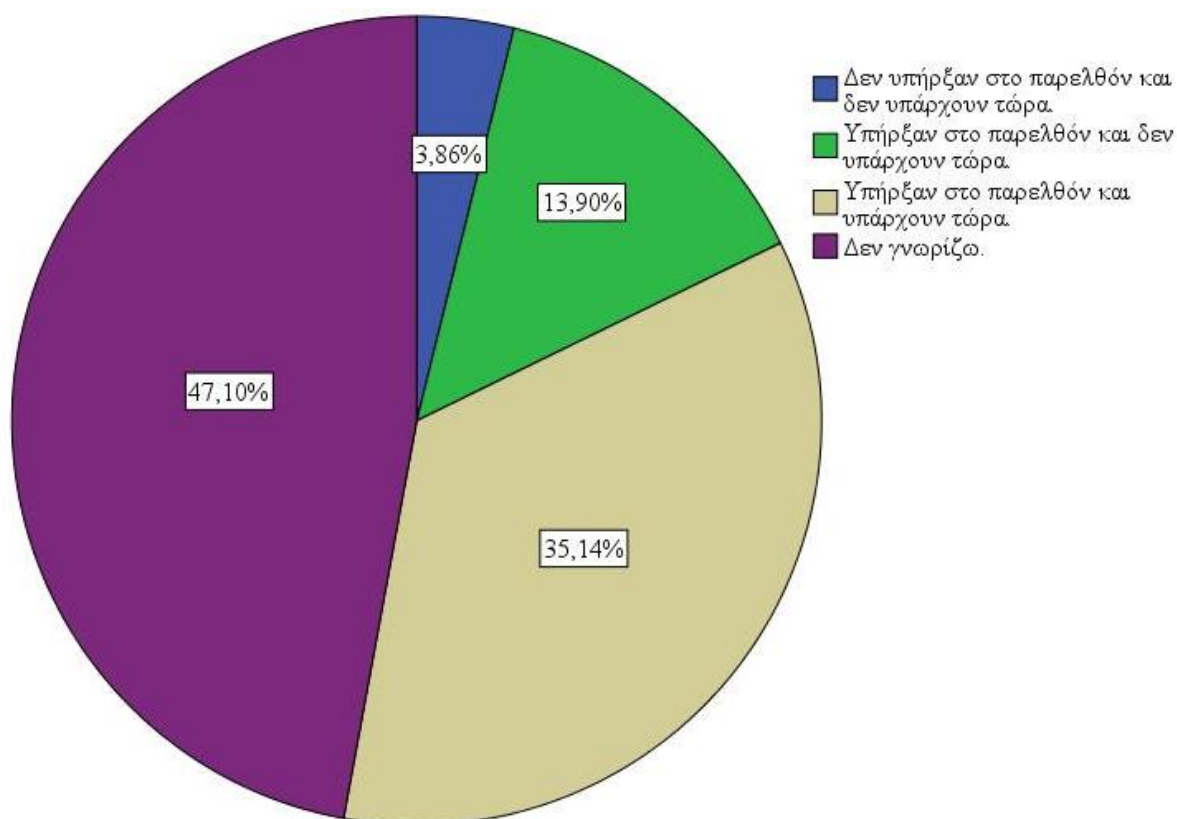


Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η αναζήτηση εξωγήινων μικροοργανισμών στο ηλιακό μας σύστημα είναι για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων (59,85%) το ίδιο σημαντική με άλλους τομείς της εξερεύνησης του διαστήματος. Περισσότερο σημαντική θεωρείται από το 24,32% των ερωτηθέντων,

λιγότερο σημαντική από το 12,36%, καθόλου σημαντική από το 1,15%, ενώ το 2,32% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 4: Ποια είναι η άποψή σας σχετικά με την ύπαρξη εξωγήινων μικροοργανισμών στον πλανήτη Άρη;

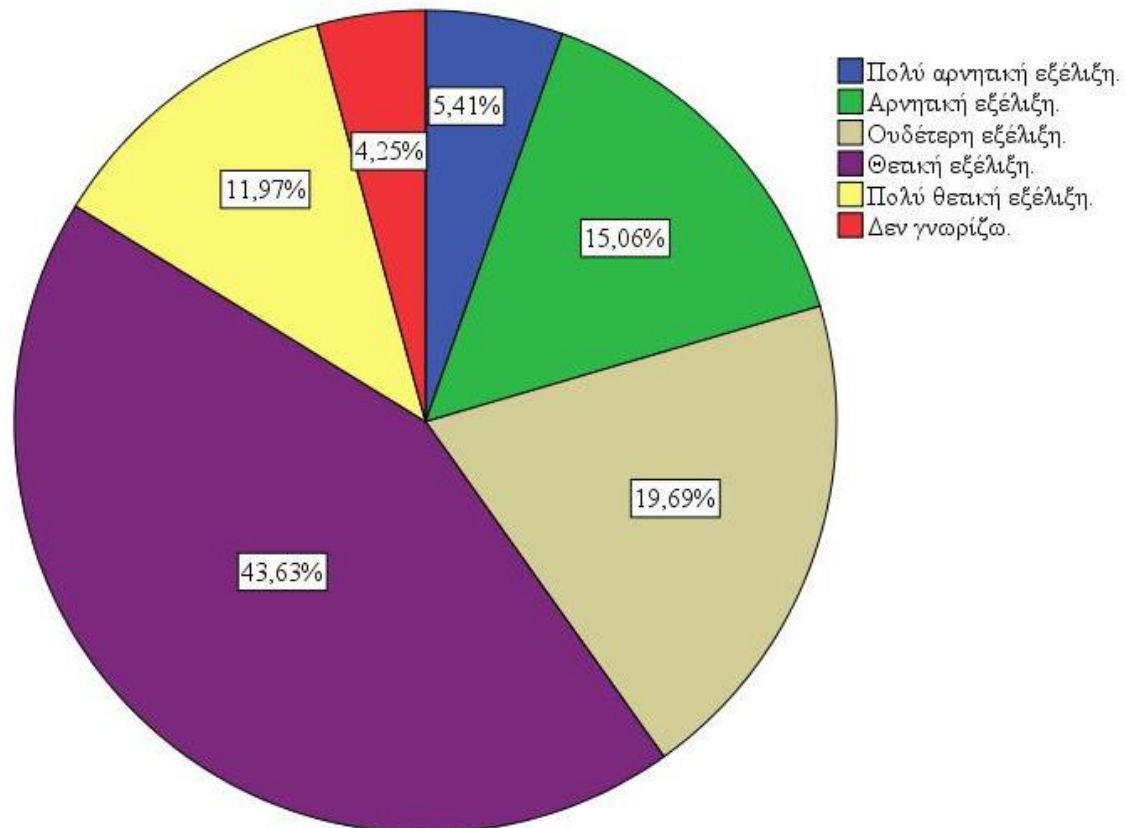
Διάγραμμα 5.4: Άποψη σχετικά με την ύπαρξη εξωγήινων μικροοργανισμών στον Άρη



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η άποψη του 35,14% των ερωτηθέντων σχετικά με την ύπαρξη εξωγήινων μικροοργανισμών στον πλανήτη Άρη ήταν πως υπήρξαν στο παρελθόν και υπάρχουν τώρα. Η άποψη του 13,90% ήταν πως υπήρξαν στο παρελθόν και δεν υπάρχουν τώρα, ενώ η άποψη του 3,86% ήταν πως δεν υπήρξαν στο παρελθόν και δεν υπάρχουν τώρα. Η πλειοψηφία, όμως, των ερωτηθέντων (47,10%) δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 5: Κατά την άποψή σας, η δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών στους τομείς [της διεξαγωγής επιστημονικών ερευνών στο διάστημα, της εξερεύνησης του διαστήματος, της αξιοποίησης των πόρων του διαστήματος και της ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα] είναι μια:

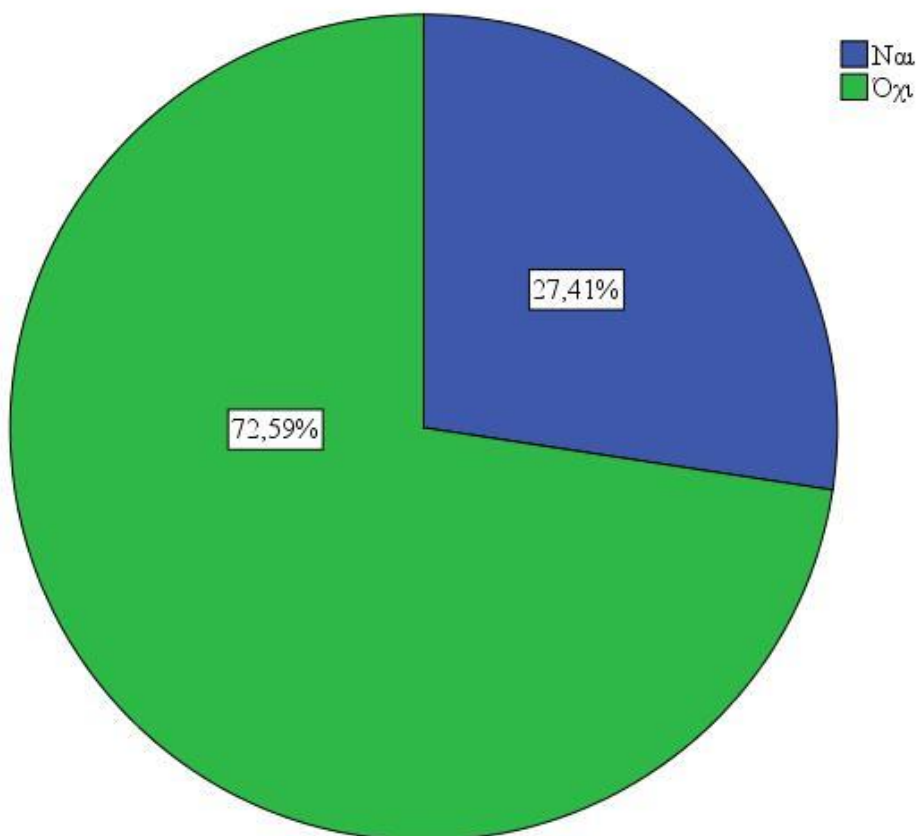
Διάγραμμα 5.5: Άποψη σχετικά με τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών στους τομείς της διεξαγωγής επιστημονικών ερευνών στο διάστημα, της εξερεύνησης του διαστήματος, της αξιοποίησης των πόρων του διαστήματος και της ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα είναι για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων (55,60%) μια θετική ή πολύ θετική εξέλιξη (43,63% και 11,97% αντίστοιχα). Η εν λόγω εξέλιξη είναι αρνητική ή πολύ αρνητική για το 20,47% των ερωτηθέντων (15,06% και 5,41% αντίστοιχα), ενώ είναι ουδέτερη για το 19,69% των ερωτηθέντων. Το 4,24% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 6: Πριν την παρούσα έρευνα, είχατε ακούσει ποτέ στο παρελθόν για το πρόβλημα της «Προστασίας των Πλανητών» από βιολογική επιμόλυνση;

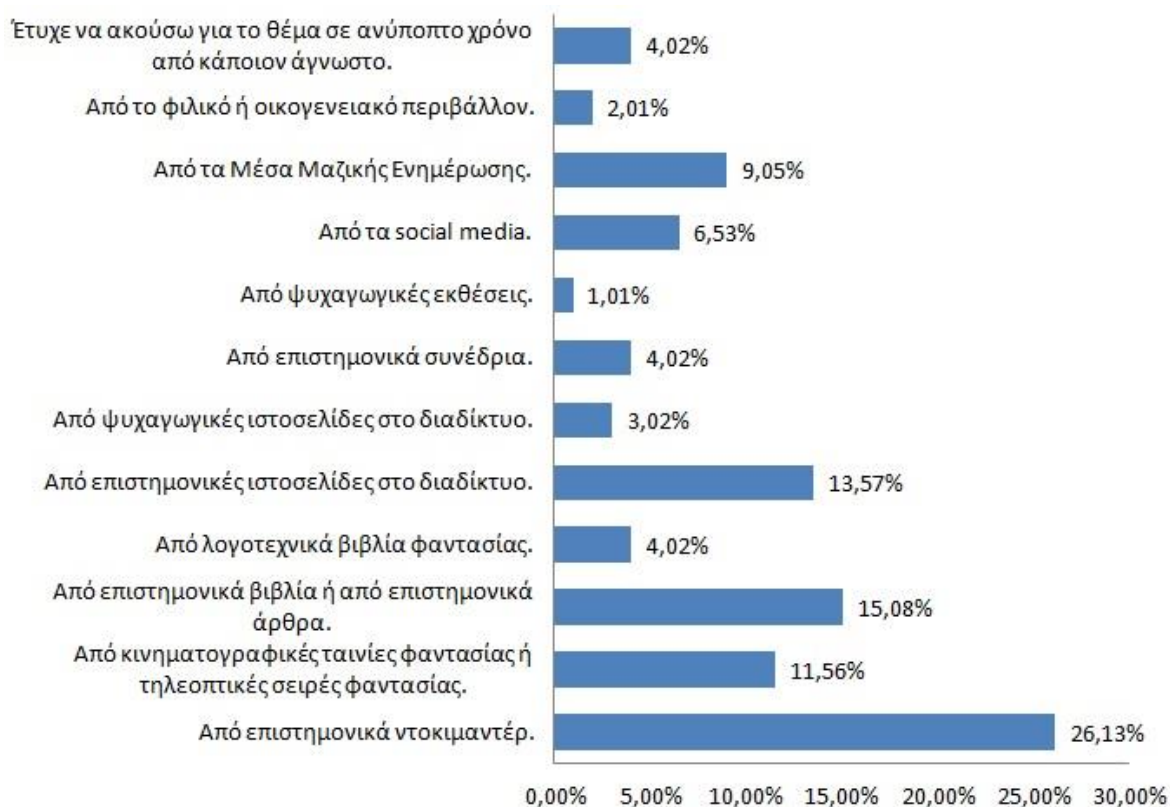
Διάγραμμα 5.6: Παρελθοντική γνώση σχετικά με την Προστασία των Πλανητών



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (72,59%) δήλωσε πως δεν είχε ακούσει ποτέ στο παρελθόν, πριν την παρούσα έρευνα, για το πρόβλημα της «Προστασίας των Πλανητών» από βιολογική επιμόλυνση. Το 27,41% των ερωτηθέντων δήλωσε πως είχε ακούσει στο παρελθόν για το εν λόγω πρόβλημα. Στην επόμενη ερώτηση διερευνήθηκαν οι πηγές από τις οποίες είχαν ακούσει στο παρελθόν για το εν λόγω πρόβλημα οι ερωτηθέντες που έδωσαν θετική απάντηση.

Ερώτηση 7 (για όσους απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 6): Από ποιες πηγές είχατε ακούσει στο παρελθόν για το πρόβλημα της «Προστασίας των Πλανητών» από βιολογική επιμόλυνση;

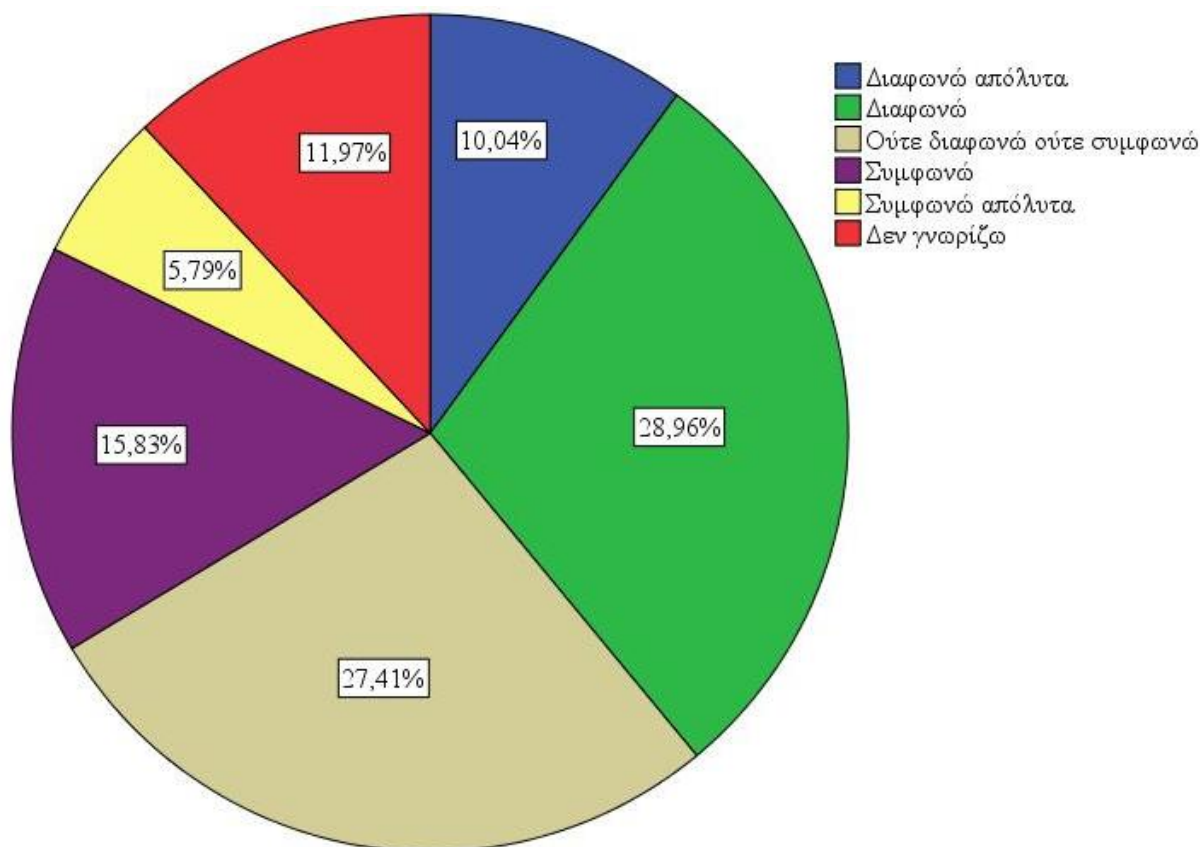
Διάγραμμα 5.7: Πηγές παρελθοντικής γνώσης σχετικά με την Προστασία των Πλανητών



Αρχικά, σημειώνεται ότι τα ποσοστά τού παραπάνω διαγράμματος αναφέρονται στο σύνολο των απαντήσεων που δόθηκαν από τους ερωτηθέντες που είχαν απαντήσει θετικά στην Ερώτηση 6 και όχι στο πλήθος των ερωτηθέντων που είχαν απαντήσει θετικά στην Ερώτηση 6. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ερωτηθέντες είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν μία ή περισσότερες απαντήσεις σε αυτήν την ερώτηση. Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η επικρατέστερη πηγή παρελθοντικής πληροφόρησης των ερωτηθέντων για το πρόβλημα της «Προστασίας των Πλανητών» από βιολογική επιμόλυνση ήταν τα επιστημονικά ντοκιμαντέρ (26,13%), ακολουθούμενη από τα επιστημονικά βιβλία ή τα επιστημονικά άρθρα (15,08%) και από τις επιστημονικές ιστοσελίδες στο διαδίκτυο (13,57%). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η αμέσως δημοφιλέστερη πηγή ήταν οι κινηματογραφικές ταινίες φαντασίας ή οι τηλεοπτικές σειρές φαντασίας (11,56%), καθώς και τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (9,05%).

Ερώτηση 8: Οι γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς αυτήν τη στιγμή είναι αρκετές για να μπορούν να προβλέψουν με σιγουριά τις επιδράσεις που μπορούν να έχουν στο γήινο περιβάλλον οι εξωγήινοι μικροοργανισμοί που ίσως υπάρχουν στον πλανήτη Άρη.

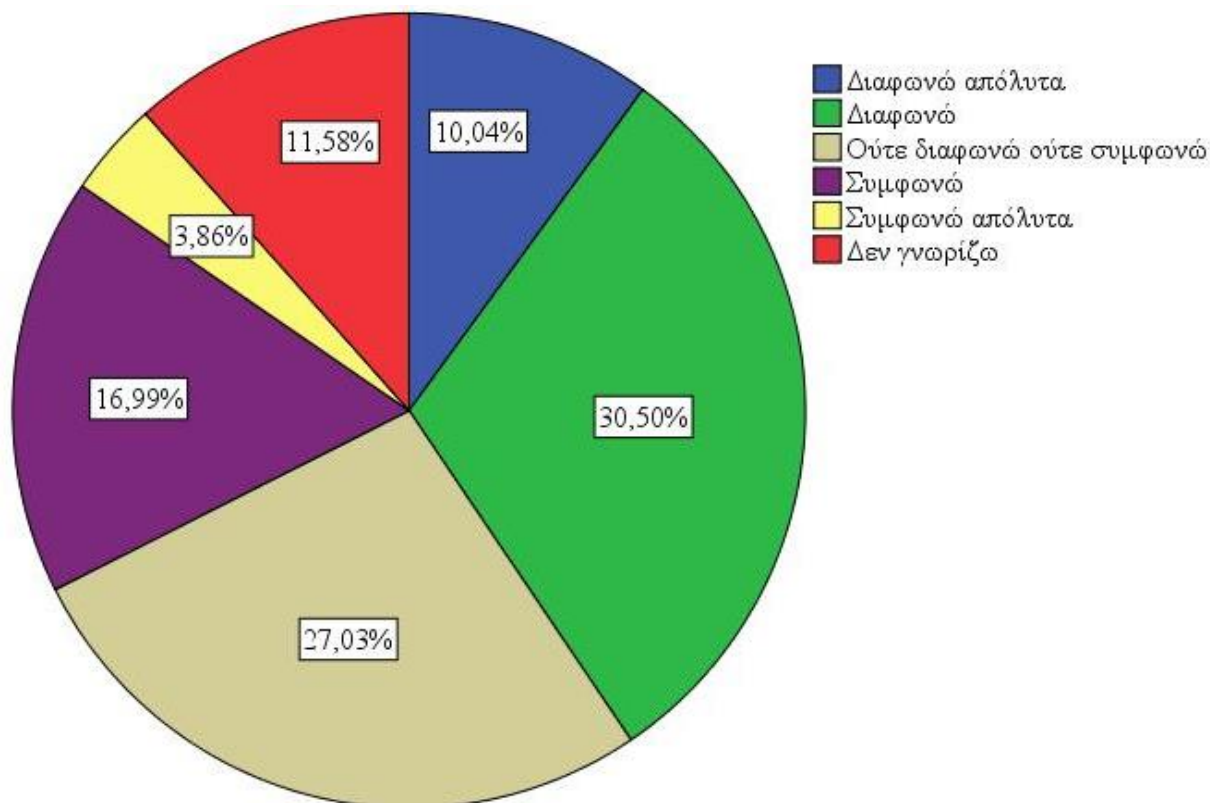
Διάγραμμα 5.8: Άποψη σχετικά με τις γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (39,00%) διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα (28,96% και 10,04% αντίστοιχα) με το ότι οι γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς αυτήν τη στιγμή είναι αρκετές για να μπορούν να προβλέψουν με σιγουριά τις επιδράσεις που μπορούν να έχουν στο γήινο περιβάλλον οι εξωγήινοι μικροοργανισμοί που ίσως υπάρχουν στον πλανήτη Άρη. Το 27,41% ούτε διαφωνεί ούτε συμφωνεί με αυτήν τη θέση, ενώ το 21,62% συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα (15,83% και 5,79%). Το 11,97% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 9: Οι γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς αυτήν τη στιγμή είναι αρκετές για να μπορούν να προβλέψουν με σιγουριά τις επιδράσεις που μπορούν να έχουν στο περιβάλλον του πλανήτη Άρη οι γήινοι μικροοργανισμοί.

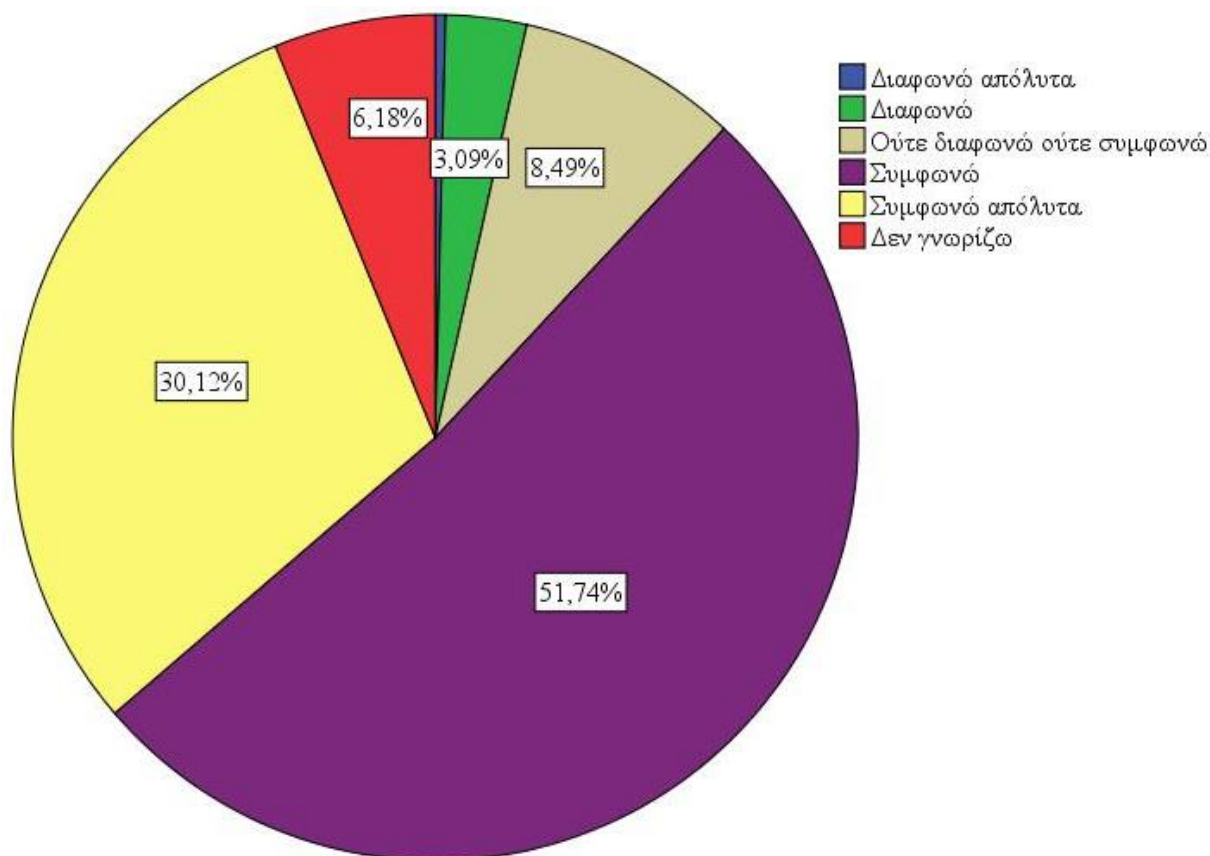
Διάγραμμα 5.9: Αποψη σχετικά με τις γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς για την ευθεία επιμόλυνση



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (40,54%) διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα (30,50% και 10,04% αντίστοιχα) με το ότι οι γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς αυτήν τη στιγμή είναι αρκετές για να μπορούν να προβλέψουν με σιγουριά τις επιδράσεις που μπορούν να έχουν στο περιβάλλον του πλανήτη Άρη οι γήινοι μικροοργανισμοί. Το 27,03% ούτε διαφωνεί ούτε συμφωνεί με αυτήν τη θέση, ενώ το 20,85% συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα (16,99% και 3,86%). Το 11,58% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 10: Κάθε επιστροφή και υποδοχή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων, δειγμάτων και άλλου υλικού από τον Άρη πίσω στη Γη θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ζήτημα βιολογικού κινδύνου, εάν υπήρξε απευθείας έκθεσή τους στο περιβάλλον του Άρη, μέχρι να αποδειχθεί το αντίθετο.

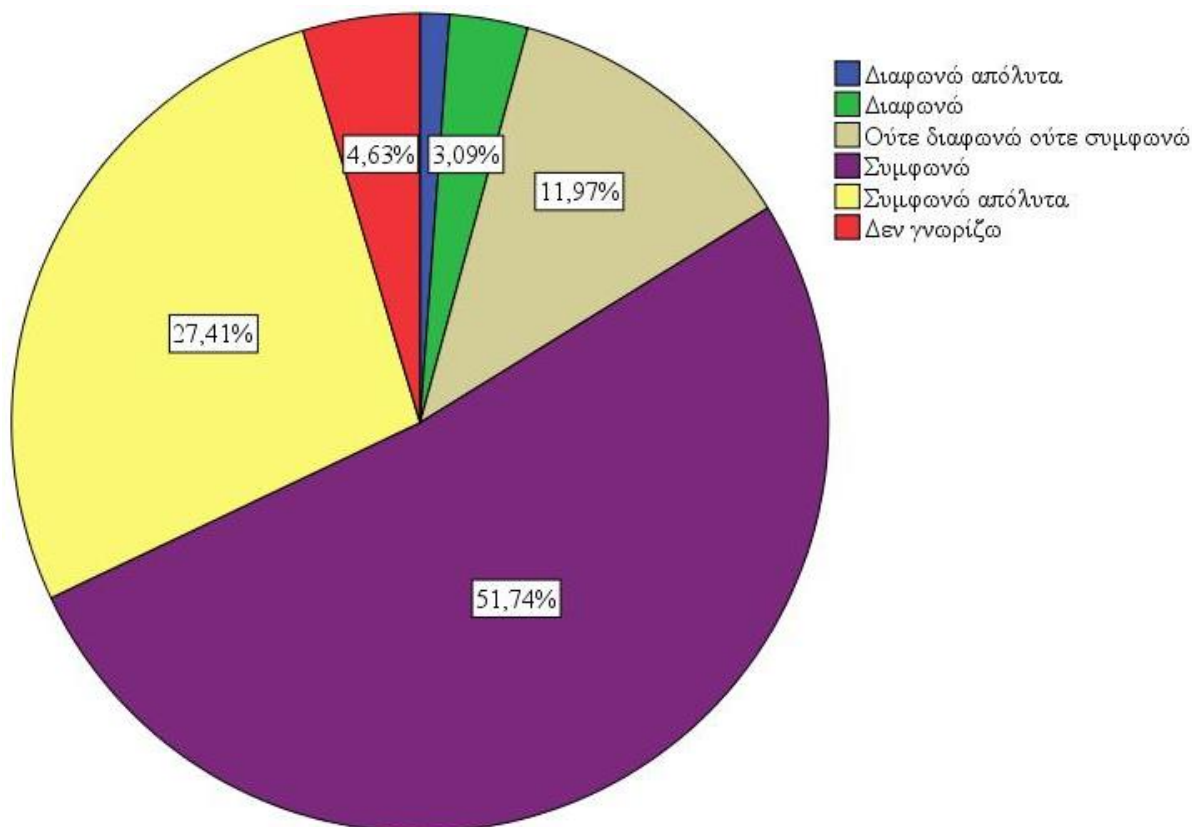
Διάγραμμα 5.10: Άποψη σχετικά με την αναγκαιότητα αποφυγής της αντίστροφης επιμόλυνσης



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (81,86%) συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα (51,74% και 30,12% αντίστοιχα) με το ότι κάθε επιστροφή και υποδοχή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων, δειγμάτων και άλλου υλικού από τον Άρη πίσω στη Γη θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ζήτημα βιολογικού κινδύνου, εάν υπήρξε απευθείας έκθεσή τους στο περιβάλλον του Άρη, μέχρι να αποδειχθεί το αντίθετο. Το 8,49% ούτε διαφωνεί ούτε συμφωνεί με αυτήν τη θέση, ενώ το 3,47% διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα (3,09% και 0,38%). Το 6,18% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 11: Κάθε αποστολή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων και άλλου υλικού από τη Γη στον Άρη θα πρέπει να αποφεύγει την επιμόλυνση του Άρη με γήινο βιολογικό υλικό.

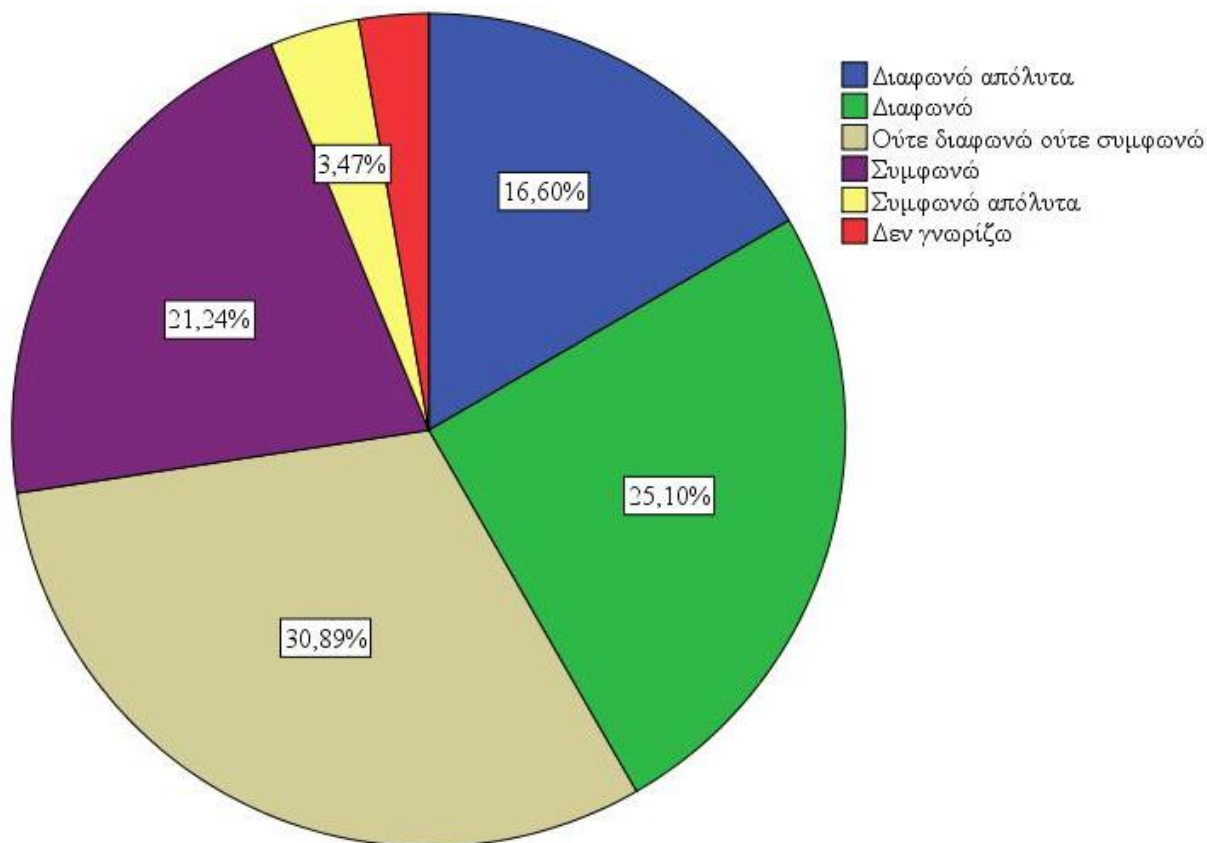
Διάγραμμα 5.11: Αποψη σχετικά με την αναγκαιότητα αποφυγής της ευθείας επιμόλυνσης



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (79,15%) συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα (51,74% και 27,41% αντίστοιχα) με το ότι κάθε αποστολή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων και άλλου υλικού από τη Γη στον Άρη θα πρέπει να αποφεύγει την επιμόλυνση του Άρη με γήινο βιολογικό υλικό. Το 11,97% ούτε διαφωνεί ούτε συμφωνεί με αυτήν τη θέση, ενώ το 4,25% διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα (3,09% και 1,16%). Το 4,63% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 12: Θα εμπιστευόμουν μια ιδιωτική εταιρεία να αναλάβει με υπευθυνότητα όλα τα ζητήματα της προστασίας της Γης και του Άρη από βιολογική επιμόλυνση που μπορεί να προκληθεί εξαιτίας των δραστηριοτήτων της.

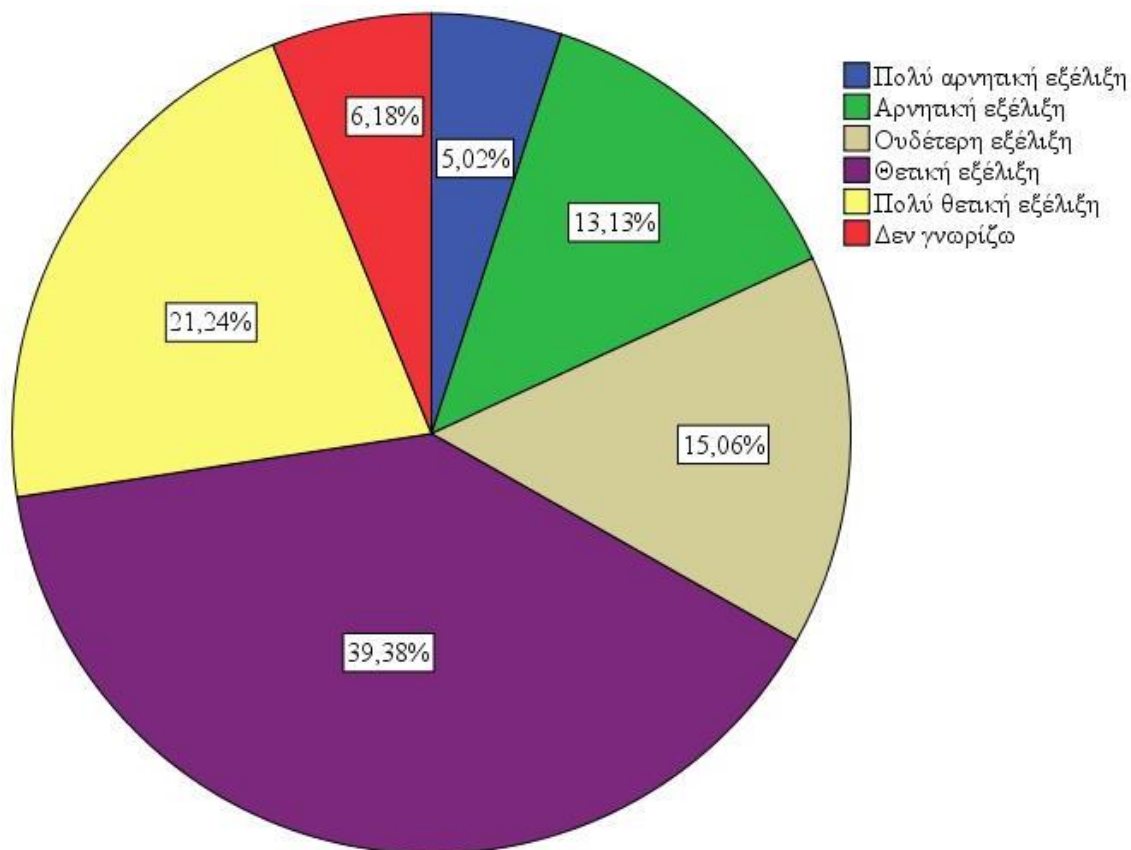
Διάγραμμα 5.12: Εμπιστοσύνη προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (41,70%) διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα (25,10% και 16,60% αντίστοιχα) με την υπόθεση ότι θα εμπιστευόταν μια ιδιωτική εταιρεία να αναλάβει με υπευθυνότητα όλα τα ζητήματα της προστασίας της Γης και του Άρη από βιολογική επιμόλυνση που μπορεί να προκληθεί εξαιτίας των δραστηριοτήτων της. Το 30,89% ούτε διαφωνεί ούτε συμφωνεί με αυτήν την υπόθεση, ενώ το 24,71% συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα (21,24% και 3,47%). Το 2,70% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 13: Κατά την άποψή σας, η μελλοντική κατασκευή και λειτουργία στην Ελλάδα των εγκαταστάσεων μιας ιδιωτικής εταιρείας για την αποστολή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων και άλλου υλικού από τη Γη στον Άρη θα ήταν μια:

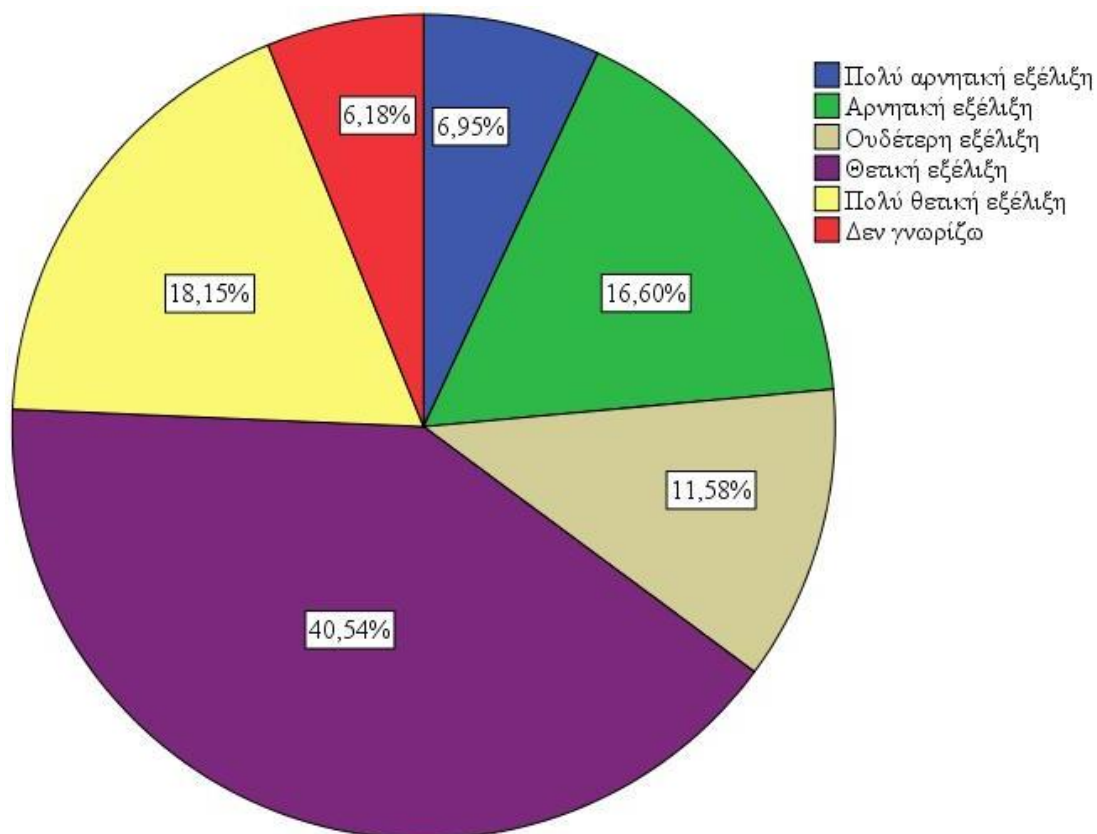
Διάγραμμα 5.13: Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από Γη προς Άρη



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η μελλοντική κατασκευή και λειτουργία στην Ελλάδα των εγκαταστάσεων μιας ιδιωτικής εταιρείας για την αποστολή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων και άλλου υλικού από τη Γη στον Άρη είναι για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων (60,62%) μια θετική ή πολύ θετική εξέλιξη (39,38% και 21,24% αντίστοιχα). Η εν λόγω εξέλιξη είναι αρνητική ή πολύ αρνητική για το 18,15% των ερωτηθέντων (13,13% και 5,02% αντίστοιχα), ενώ είναι ουδέτερη για το 15,05% των ερωτηθέντων. Το 6,18% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 14: Κατά την άποψή σας, η μελλοντική κατασκευή και λειτουργία στην Ελλάδα των εγκαταστάσεων μιας ιδιωτικής εταιρείας για την επιστροφή και την υποδοχή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων, δειγμάτων και άλλου υλικού από τον Άρη στη Γη θα ήταν μια:

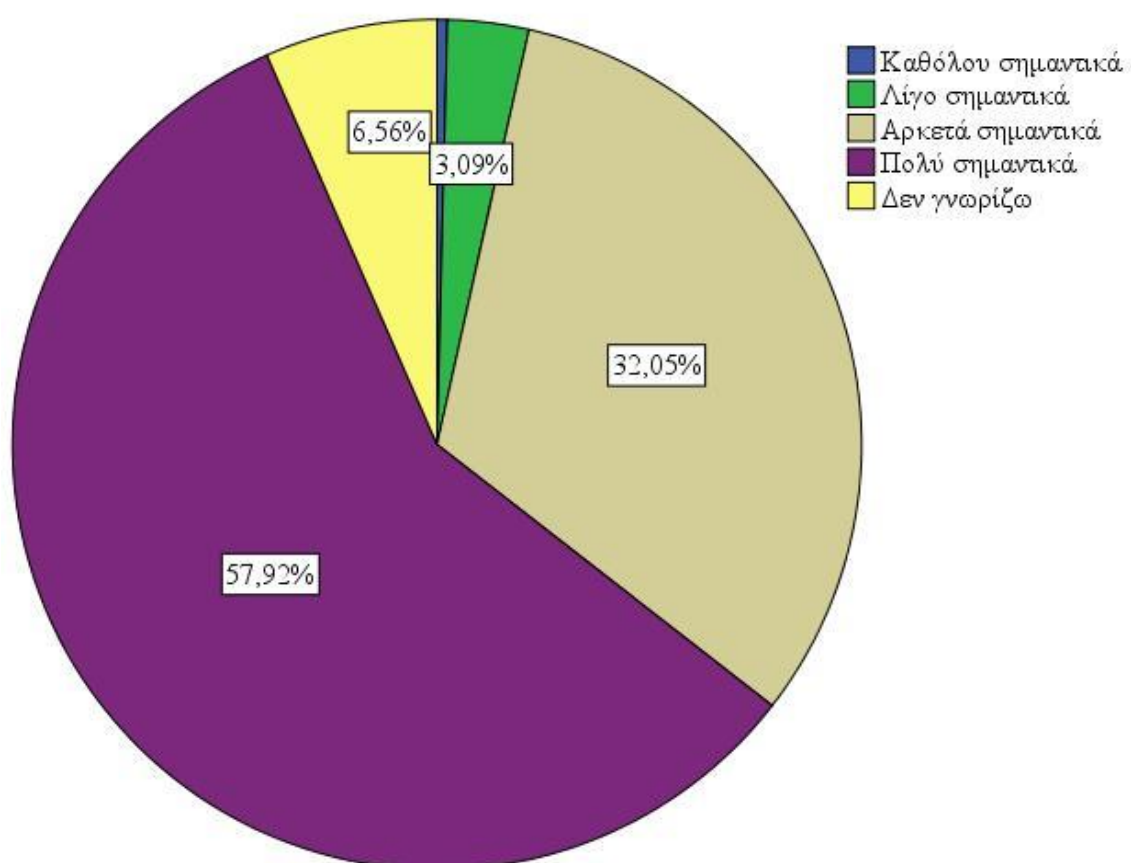
Διάγραμμα 5.14: Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από Άρη προς Γη



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η μελλοντική κατασκευή και λειτουργία στην Ελλάδα των εγκαταστάσεων μιας ιδιωτικής εταιρείας για την επιστροφή και την υποδοχή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων, δειγμάτων και άλλου υλικού από τον Άρη στη Γη είναι για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων (58,69%) μια θετική ή πολύ θετική εξέλιξη (40,54% και 18,15% αντίστοιχα). Η εν λόγω εξέλιξη είναι αρνητική ή πολύ αρνητική για το 23,55% των ερωτηθέντων (16,60% και 6,95% αντίστοιχα), ενώ είναι ουδέτερη για το 11,58% των ερωτηθέντων. Το 6,18% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 15: Με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν, πόσο σημαντικά είναι για εσάς τα οφέλη που θα επιτευχθούν από την προστασία της Γης, χάρη στην υιοθέτηση αυτών των επιπρόσθετων μέτρων;

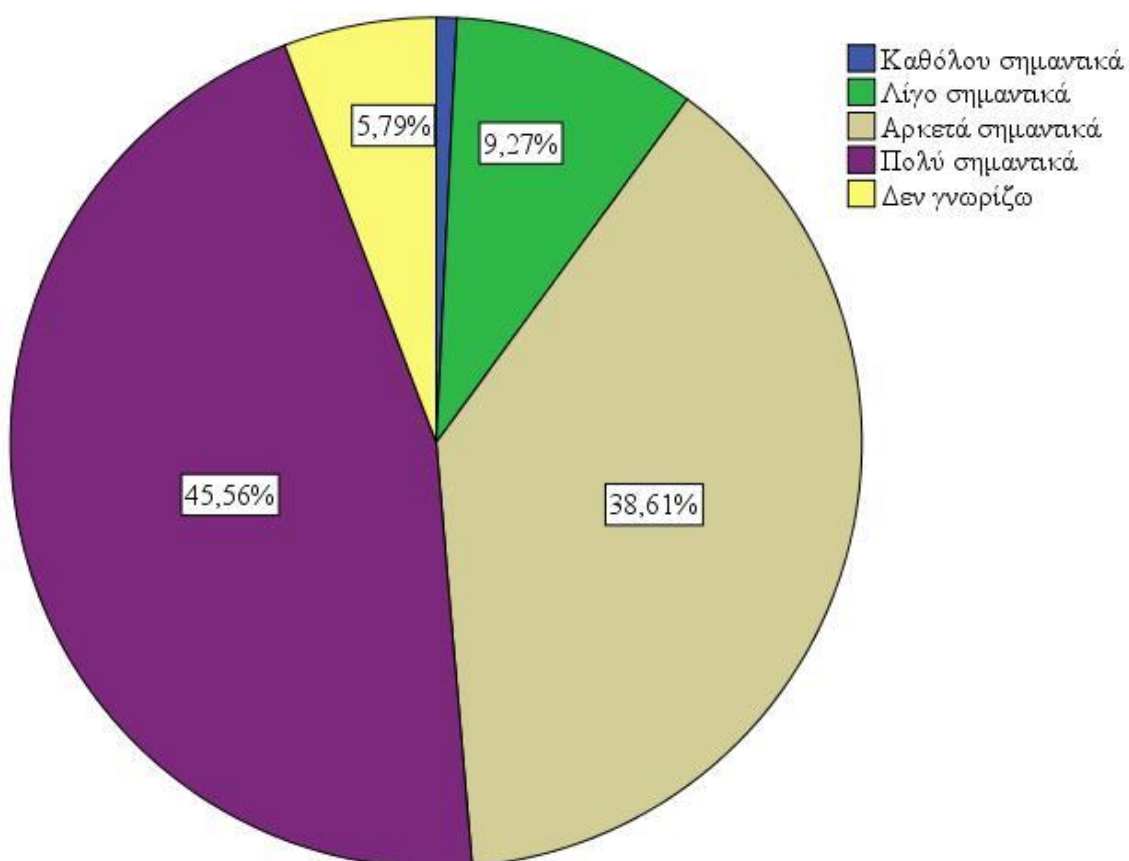
Διάγραμμα 5.15: Αντιληφθείσα σημασία οφελών από την προστασία της Γης



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, τα οφέλη που θα επιτευχθούν από την προστασία της Γης χάρη στην υιοθέτηση των επιπρόσθετων μέτρων που προτείνονται στο υποθετικό σενάριο της έρευνας είναι για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων (89,97%) αρκετά σημαντικά ή πολύ σημαντικά (32,05% και 57,92% αντίστοιχα). Τα εν λόγω οφέλη είναι λίγο σημαντικά ή καθόλου σημαντικά για το 3,47% των ερωτηθέντων (3,09% και 0,38% αντίστοιχα), ενώ το 6,56% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 16: Με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν, πόσο σημαντικά είναι για εσάς τα οφέλη που θα επιτευχθούν από την προστασία του Άρη, χάρη στην υιοθέτηση αυτών των επιπρόσθετων μέτρων;

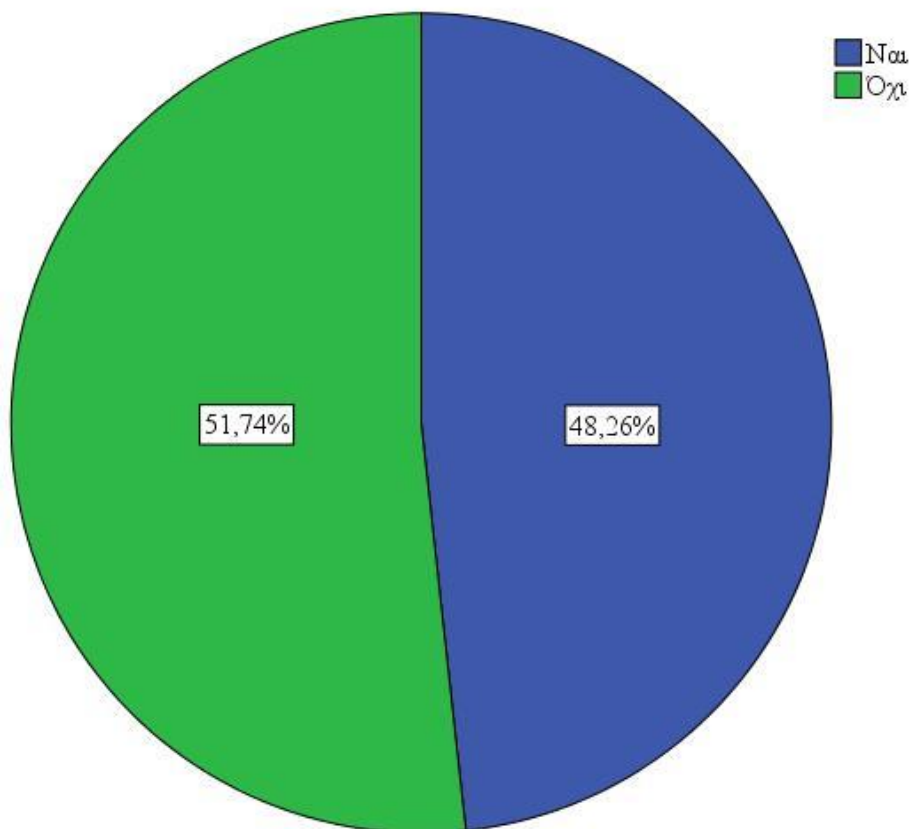
Διάγραμμα 5.16: Αντίληφθείσα σημασία οφελών από την προστασία του Άρη



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, τα οφέλη που θα επιτευχθούν από την προστασία τού Άρη χάρη στην υιοθέτηση των επιπρόσθετων μέτρων που προτείνονται στο υποθετικό σενάριο της έρευνας είναι για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων (84,17%) αρκετά σημαντικά ή πολύ σημαντικά (38,61% και 45,56% αντίστοιχα). Τα εν λόγω οφέλη είναι λίγο σημαντικά ή καθόλου σημαντικά για το 10,04% των ερωτηθέντων (9,27% και 0,77% αντίστοιχα), ενώ το 5,79% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει.

Ερώτηση 17: Θα ψηφίζατε υπέρ της υιοθέτησης αυτών των μέτρων σε εθνικό επίπεδο, έτσι ώστε η Ελλάδα να έχει ευθυγραμμιστεί με τις διεθνείς απαιτήσεις για την Προστασία των Πλανητών έως το 2030; Πριν απαντήσετε σε αυτήν την ερώτηση, έχετε κατά νου ότι η σύμφωνη γνώμη της πλειοψηφίας με αυτήν την πρόταση θα οδηγήσει στην υλοποίησή της. Ο ειδικός φόρος που θα κληθείτε να πληρώσετε για αυτήν την πρόταση σημαίνει πως θα έχετε λιγότερα διαθέσιμα χρήματα για να καλύψετε τις άλλες ανάγκες σας (π.χ. φαγητό, ρούχα, διασκέδαση).

Διάγραμμα 5.17: Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (51,74%) δήλωσε πως δεν θα ψήφιζε υπέρ της υιοθέτησης των προτεινόμενων μέτρων σε εθνικό επίπεδο, έτσι ώστε η Ελλάδα να έχει ευθυγραμμιστεί με τις διεθνείς απαιτήσεις για την Προστασία των Πλανητών έως το 2030. Από την άλλη, το 48,26% των ερωτηθέντων δήλωσε πως θα ψήφιζε υπέρ αυτής της πρότασης.

Στην **Υποενότητα 5.4** θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν εκτενώς οι απαντήσεις στις Ερωτήσεις 18-24, οι οποίες εξαρτώνται άμεσα από τις απαντήσεις σε αυτήν την ερώτηση και ήταν οι τελευταίες πριν τις δημογραφικές ερωτήσεις.

5.3 Έλεγχος συνάφειας μεταξύ των μεταβλητών

Σε αυτήν την υποενότητα θα διερευνηθούν οι ενδεχόμενες συσχετίσεις μεταξύ συγκεκριμένων κατηγορικών μεταβλητών που αντιστοιχούν στις εκάστοτε ερωτήσεις τής έρευνας, προκειμένου να εξαχθούν υποστηρικτικά πορίσματα σχετικά με τις θέσεις και την αναμενόμενη συμπεριφορά των ερωτώμενων αναφορικά με την αποφυγή τής ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη, ιδιαίτερα υπό το πρίσμα των μελλοντικών ιδιωτικών διαστημικών αποστολών. Συγκεκριμένα, ο έλεγχος συνάφειας θα διεξαχθεί με εστίαση σε τρεις κομβικές μεταβλητές τής έρευνας οι οποίες είναι η πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών (Ερώτηση 17), η άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη (Ερώτηση 13) και η άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη (Ερώτηση 14). Ο στατιστικός έλεγχος χ^2 που συζητήθηκε στην **Υποενότητα 4.2** θα χρησιμοποιηθεί για να εξεταστεί η ύπαρξη ή η απουσία συσχέτισης αυτών των τριών μεταβλητών με τις υπόλοιπες μεταβλητές τής έρευνας. Στην παρούσα έρευνα, όλοι οι στατιστικοί έλεγχοι χ^2 διεξήχθησαν με τη χρήση του λογισμικού IBM® SPSS® Statistics (Version 23).

Στον **Πίνακα 5.4** παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των ελέγχων χ^2 που πραγματοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της ύπαρξης συσχέτισης της μεταβλητής που αφορά στην πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών (Ερώτηση 17) με άλλες μεταβλητές τής έρευνας στις περιπτώσεις των οποίων εντοπίστηκε συσχέτιση.

Πίνακας 5.4: Αποτελέσματα ελέγχου χ^2 μεταξύ της μεταβλητής «Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών» και άλλων μεταβλητών

Μεταβλητές (ερωτήσεις) της έρευνας που εμφανίζουν συσχέτιση με την υπό εξέταση μεταβλητή	Τιμή χ^2	Τιμή p-value
Ερ.6: Παρελθοντική γνώση σχετικά με την Προστασία των Πλανητών	4,648	0,031
Ερ.8: Άποψη σχετικά με τις γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση	10,305	0,006
Ερ.13: Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από Γη προς Άρη	11,573	0,003
Ερ.15: Αντιληφθείσα σημασία οφελών από την προστασία της Γης	6,706	0,035
Ερ.33: Ανώτερο ολοκληρωμένο επίπεδο σπουδών	4,101	0,043
Ερ.35: Καθαρό προσωπικό εισόδημα - ετήσιο, από κάθε πηγή εσόδων	22,222	0,001

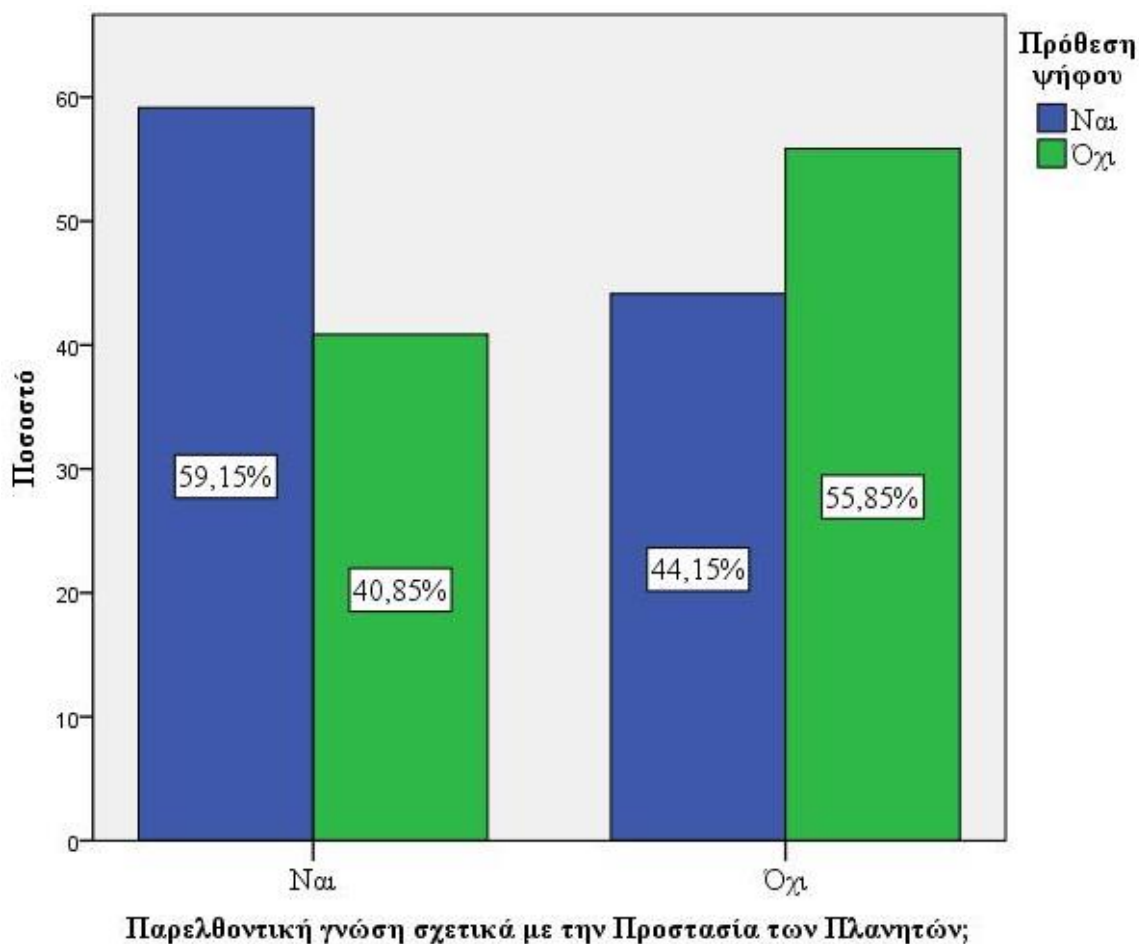
Όπως παρατηρείται, εντοπίστηκαν αρκετές συσχετίσεις ανάμεσα στη βασική μεταβλητή και στις υπόλοιπες. Συγκεκριμένα, από όλους τους ελέγχους χ^2 που διεξήχθησαν, η μηδενική υπόθεση απορρίφθηκε στους 6, δηλαδή βρέθηκαν 6 συσχετίσεις μεταβλητών ($p\text{-value} \leq 0,05$). Ακολουθούν αναλυτικά τα αποτελέσματα αυτών των ελέγχων. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις μεταβλητών το ποσοστό των κελιών τού πίνακα συνάφειας που εμπεριείχαν αναμενόμενες συχνότητες με τιμές μικρότερες του 5 ξεπερνούσε το 20%. Συνεπώς, σε αυτές τις περιπτώσεις κρίθηκε αναγκαία η ομαδοποίηση ορισμένων επιπέδων των κατηγορικών μεταβλητών με τρόπους που εξηγούνται παρακάτω για κάθε περίπτωση ελέγχου χ^2 . Επιπλέον, το επίπεδο «Δεν γνωρίζω» ορισμένων κατηγορικών μεταβλητών αντιμετωπίστηκε ως απουσία απάντησης, κωδικοποιήθηκε ως “missing” και εξαιρέθηκε από τους ελέγχους χ^2 στις περιπτώσεις που το προαναφερθέν πρόβλημα ήταν εντονότερο εξαιτίας απαντήσεων αυτού του είδους.

Συσχέτιση Ερ.17 «Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών» με την

Ερ.6 «Παρελθοντική γνώση σχετικά με την Προστασία των Πλανητών».

Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 4,648$ και $p\text{-value} = 0,031$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που είχαν παρελθοντική γνώση σχετικά με την Προστασία των Πλανητών είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών, ενώ η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που δεν είχαν παρελθοντική γνώση δεν είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ της υιοθέτησης τέτοιων μέτρων.

Διάγραμμα 5.18: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 6

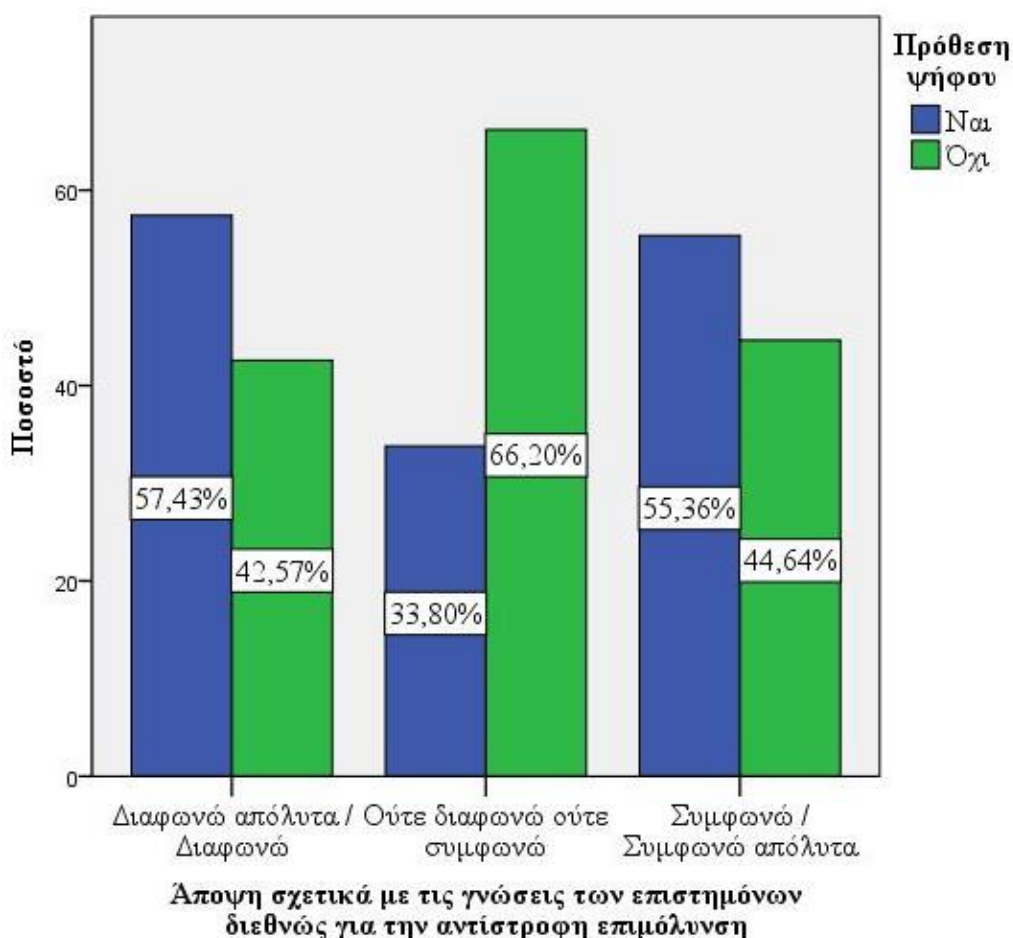


Συσχέτιση Ερ.17 «Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών» με την

Ερ.8 «Άποψη σχετικά με τις γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση».

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «Διαφωνώ απόλυτα» και «Διαφωνώ», όπως και τα επίπεδα «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ απόλυτα», και δημιουργήθηκαν τα νέα επίπεδα που φαίνονται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 10,305$ και $p\text{-value} = 0,006$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που δεν είχαν διαμορφώσει άποψη σχετικά με την επάρκεια των γνώσεων των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση δεν είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών, ενώ η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που διαφωνούν ή διαφωνούν απόλυτα με την επάρκεια αυτών των γνώσεων είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ.

Διάγραμμα 5.19: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 8

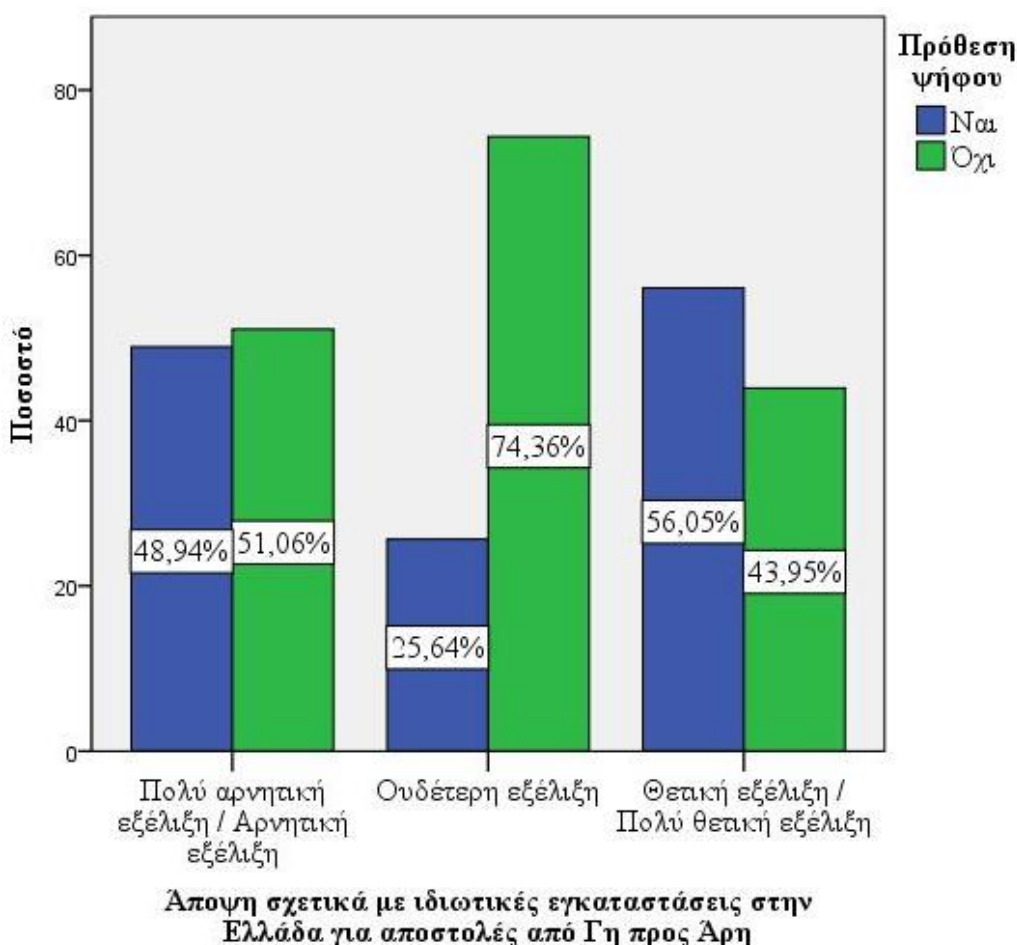


Συσχέτιση Ερ.17 «Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών» με την

Ερ.13 «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από Γη προς Άρη»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «Πολύ αρνητική εξέλιξη» και «Αρνητική εξέλιξη», όπως και τα επίπεδα «Θετική εξέλιξη» και «Πολύ θετική εξέλιξη», και δημιουργήθηκαν τα νέα επίπεδα που φαίνονται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 11,573$ και $p\text{-value} = 0,003$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που θεωρούν ουδέτερη εξέλιξη τις ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη δεν είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών, ενώ η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που τις θεωρούν θετική ή πολύ θετική εξέλιξη είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ.

Διάγραμμα 5.20: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 13

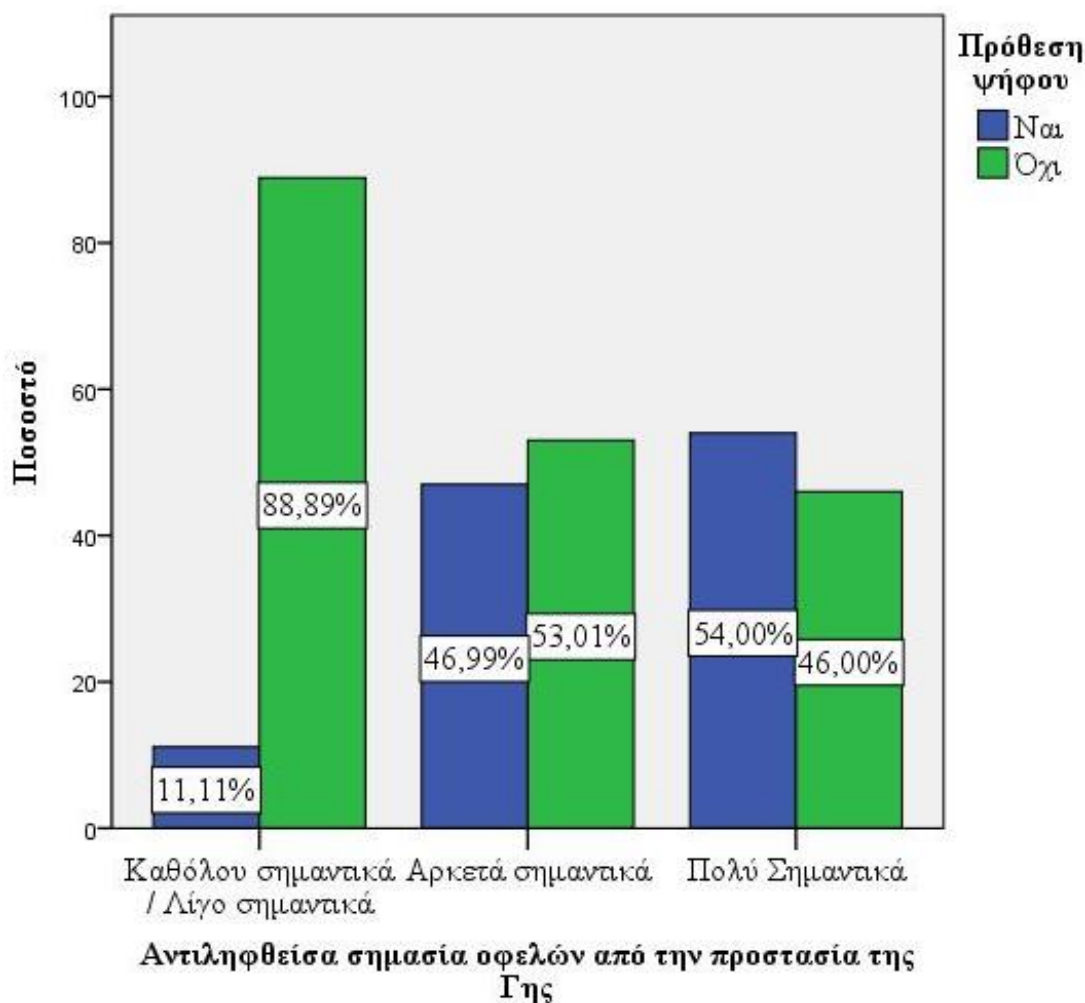


Συσχέτιση Ερ.17 «Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών» με την

Ερ.15 «Αντιληφθείσα σημασία οφελών από την προστασία της Γης»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «Καθόλου σημαντικά» και «Λίγο σημαντικά» και δημιουργήθηκε ένα νέο επίπεδο, όπως φαίνεται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 6,706$ και $p\text{-value} = 0,035$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι καθώς μειώνεται η σημασία των οφελών από την προστασία της Γης, όπως την αντιλαμβάνονται οι ερωτηθέντες, αυξάνεται η προθυμία των ερωτηθέντων να ψηφίσουν κατά της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών.

Διάγραμμα 5.21: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 15

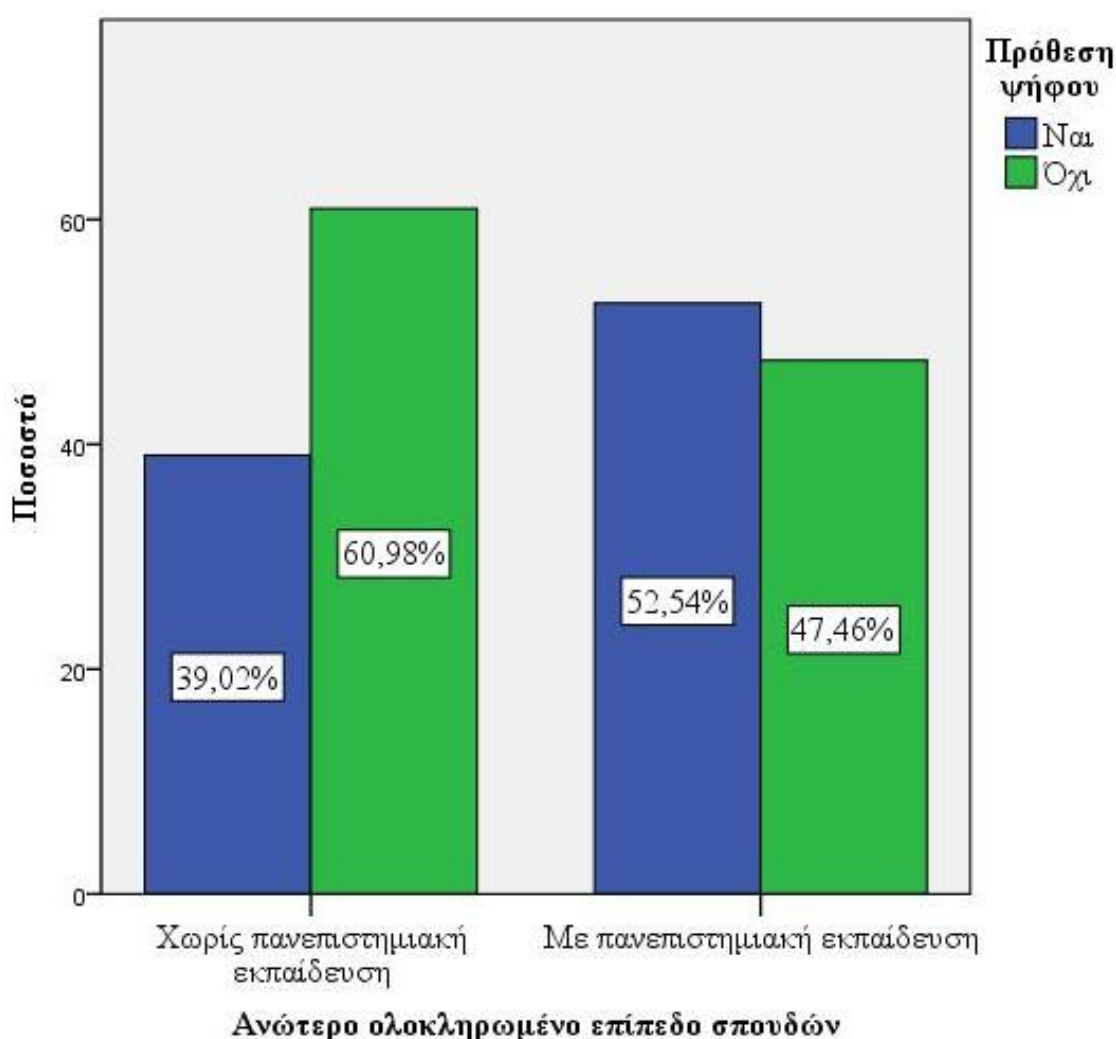


Συσχέτιση Ερ.17 «Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών» με την

Ερ.33 «Ανώτερο ολοκληρωμένο επίπεδο σπουδών»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν μεταξύ τους τα επίπεδα εκπαίδευσης «ΤΕΙ/ΑΕΙ», «Μεταπτυχιακό» και «Διδακτορικό», καθώς και τα εναπομείναντα μεταξύ τους, όπως φαίνεται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 4,101$ και $p\text{-value} = 0,043$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται κυρίως ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων χωρίς πανεπιστημιακή εκπαίδευση δεν είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών, ενώ η οριακή πλειοψηφία των ερωτηθέντων που είχαν πανεπιστημιακή εκπαίδευση είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ της υιοθέτησης τέτοιων μέτρων.

Διάγραμμα 5.22: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 33

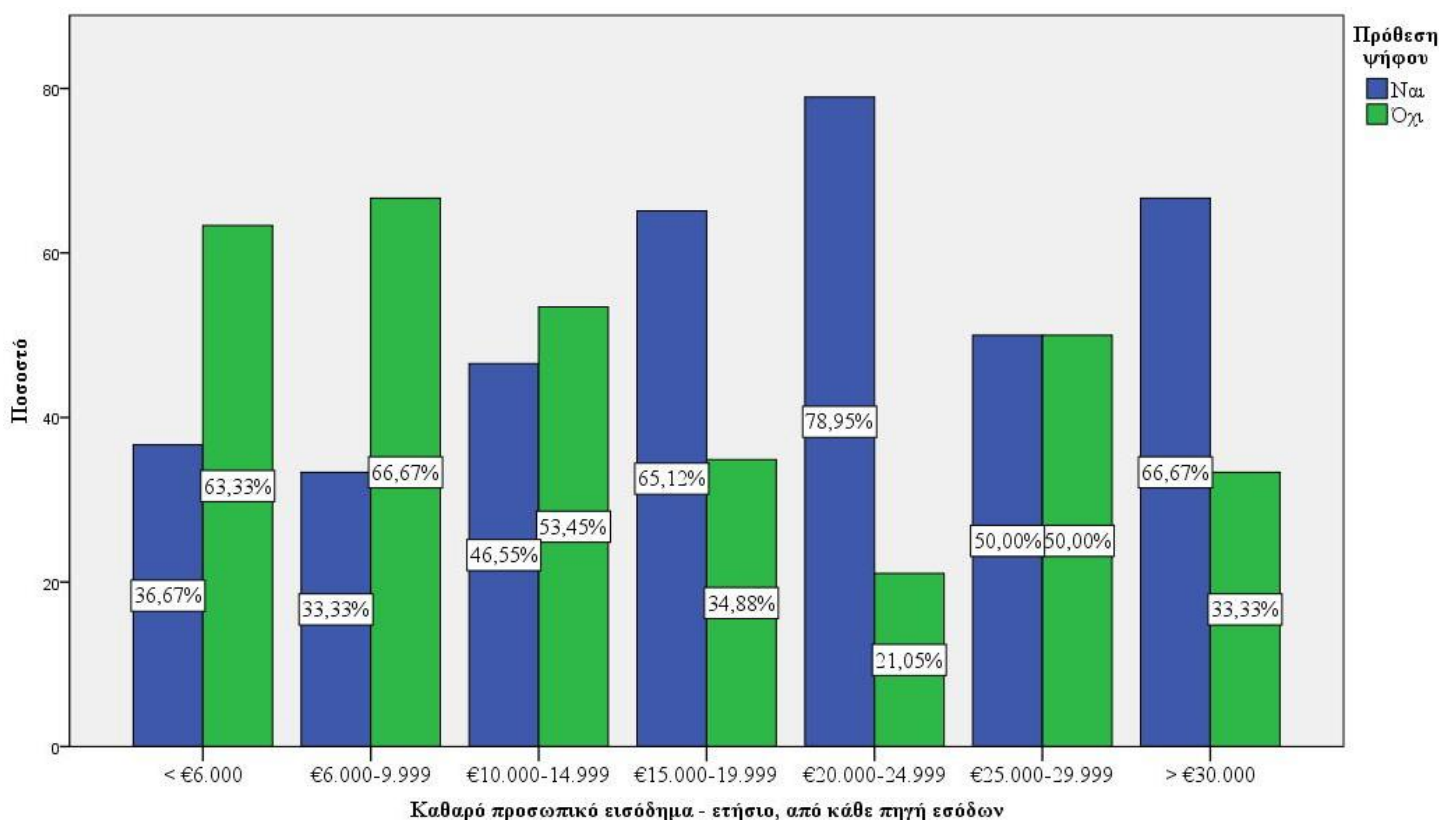


Συσχέτιση Ερ.17 «Πρόθεση ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών» με την

Ερ.35 «Καθαρό προσωπικό εισόδημα - ετήσιο, από κάθε πηγή εισόδων»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «€30.000-34.999», «€35.000-39.999», «€40.000-50.000» και «Περισσότερο από €50.000», όπως φαίνεται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 22,222$ και $p\text{-value} = 0,001$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι, κατά βάση, καθώς αυξάνεται το καθαρό ετήσιο προσωπικό εισόδημα των ερωτηθέντων από κάθε πηγή εισόδων, αυξάνεται και η προθυμία των ερωτηθέντων να ψηφίσουν υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών.

Διάγραμμα 5.23: Συσχέτιση Ερώτησης 17 με την Ερώτηση 35



Στον **Πίνακα 5.5** παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των ελέγχων χ^2 που πραγματοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της ύπαρξης συσχέτισης της μεταβλητής που αφορά στην άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη (Ερώτηση 13) με άλλες μεταβλητές της έρευνας στις περιπτώσεις των οποίων εντοπίστηκε συσχέτιση.

Πίνακας 5.5: Αποτελέσματα ελέγχου χ^2 μεταξύ της μεταβλητής «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη» και άλλων μεταβλητών

Μεταβλητές (ερωτήσεις) της έρευνας που εμφανίζουν συσχέτιση με την υπό εξέταση μεταβλητή	Τιμή χ^2	Τιμή p-value
Ερ.5: Άποψη σχετικά με τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα	78,462	0,0001
Ερ.12: Εμπιστοσύνη προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών	35,687	0,0001
Ερ.14: Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από Άρη προς Γη	203,002	0,0001

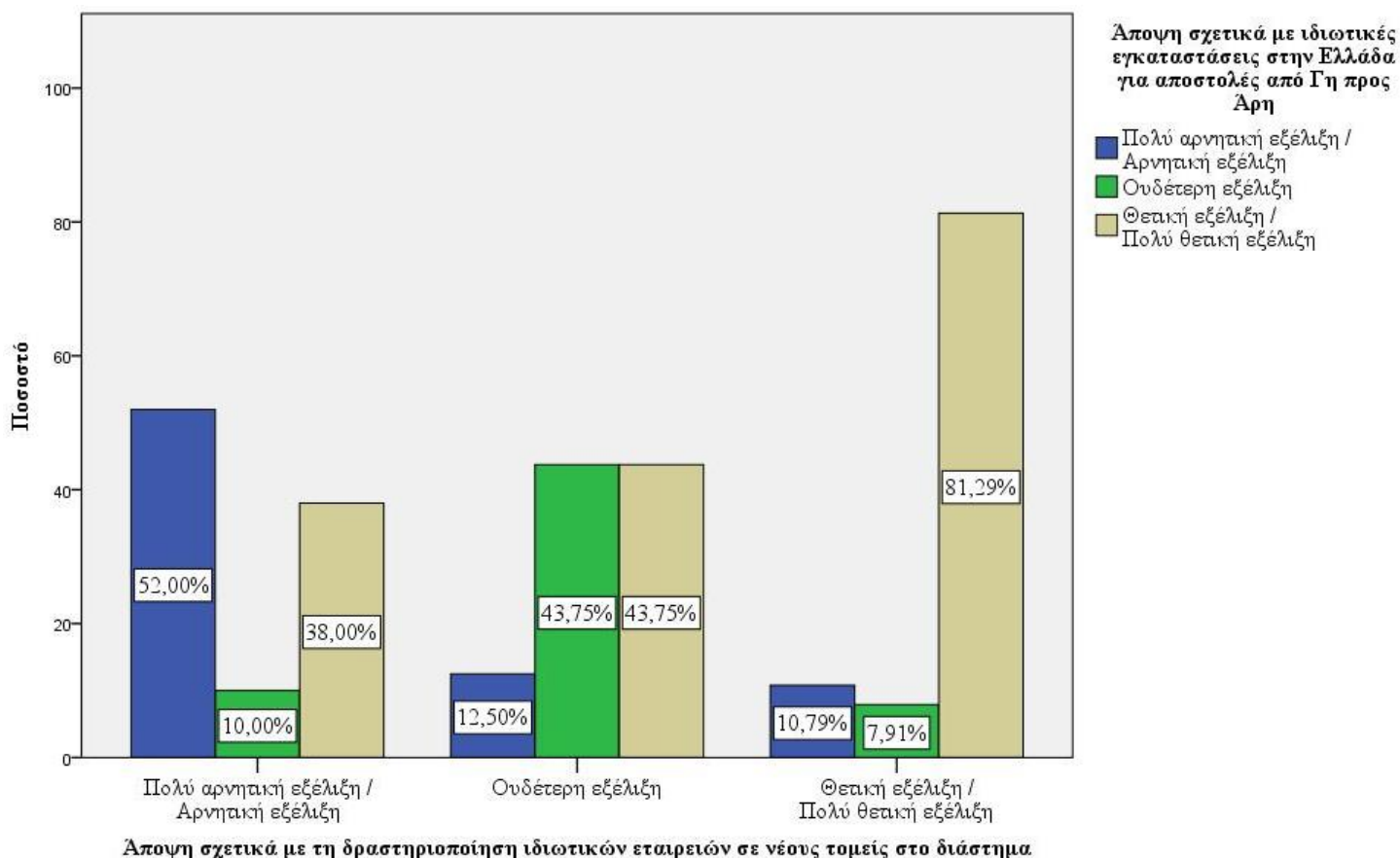
Όπως παρατηρείται, εντοπίστηκαν ορισμένες συσχετίσεις ανάμεσα στη βασική μεταβλητή και στις υπόλοιπες. Συγκεκριμένα, από όλους τους ελέγχους χ^2 που διεξήχθησαν, η μηδενική υπόθεση απορρίφθηκε στους 3, δηλαδή βρέθηκαν 3 συσχετίσεις μεταβλητών ($p\text{-value} \leq 0,05$). Ακολουθούν αναλυτικά τα αποτελέσματα αυτών των ελέγχων. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις μεταβλητών το ποσοστό των κελιών του πίνακα συνάφειας που εμπειριείχαν αναμενόμενες συχνότητες με τιμές μικρότερες του 5 ξεπερνούσε το 20%. Συνεπώς, σε αυτές τις περιπτώσεις κρίθηκε αναγκαία η ομαδοποίηση ορισμένων επιπέδων των κατηγορικών μεταβλητών με τρόπους που εξηγούνται παρακάτω για κάθε περίπτωση ελέγχου χ^2 . Επιπλέον, το επίπεδο «Δεν γνωρίζω» ορισμένων κατηγορικών μεταβλητών αντιμετωπίστηκε ως απουσία απάντησης, κωδικοποιήθηκε ως “missing” και εξαιρέθηκε από τους ελέγχους χ^2 στις περιπτώσεις που το προαναφερθέν πρόβλημα ήταν εντονότερο εξαιτίας απαντήσεων αυτού του είδους.

Συσχέτιση Ερ.13 «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη» **με την**

Ερ.5 «Άποψη σχετικά με τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «Πολύ αρνητική εξέλιξη» και «Αρνητική εξέλιξη», όπως και τα επίπεδα «Θετική εξέλιξη» και «Πολύ θετική εξέλιξη», και δημιουργήθηκαν τα νέα επίπεδα που φαίνονται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 78,462$ και $p\text{-value} = 0,0001$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι καθώς βελτιώνεται, κινούμενη από τα αρνητικά προς τα θετικά, η άποψη των ερωτηθέντων για τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα βελτιώνεται και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη.

Διάγραμμα 5.24: Συσχέτιση Ερώτησης 13 με την Ερώτηση 5

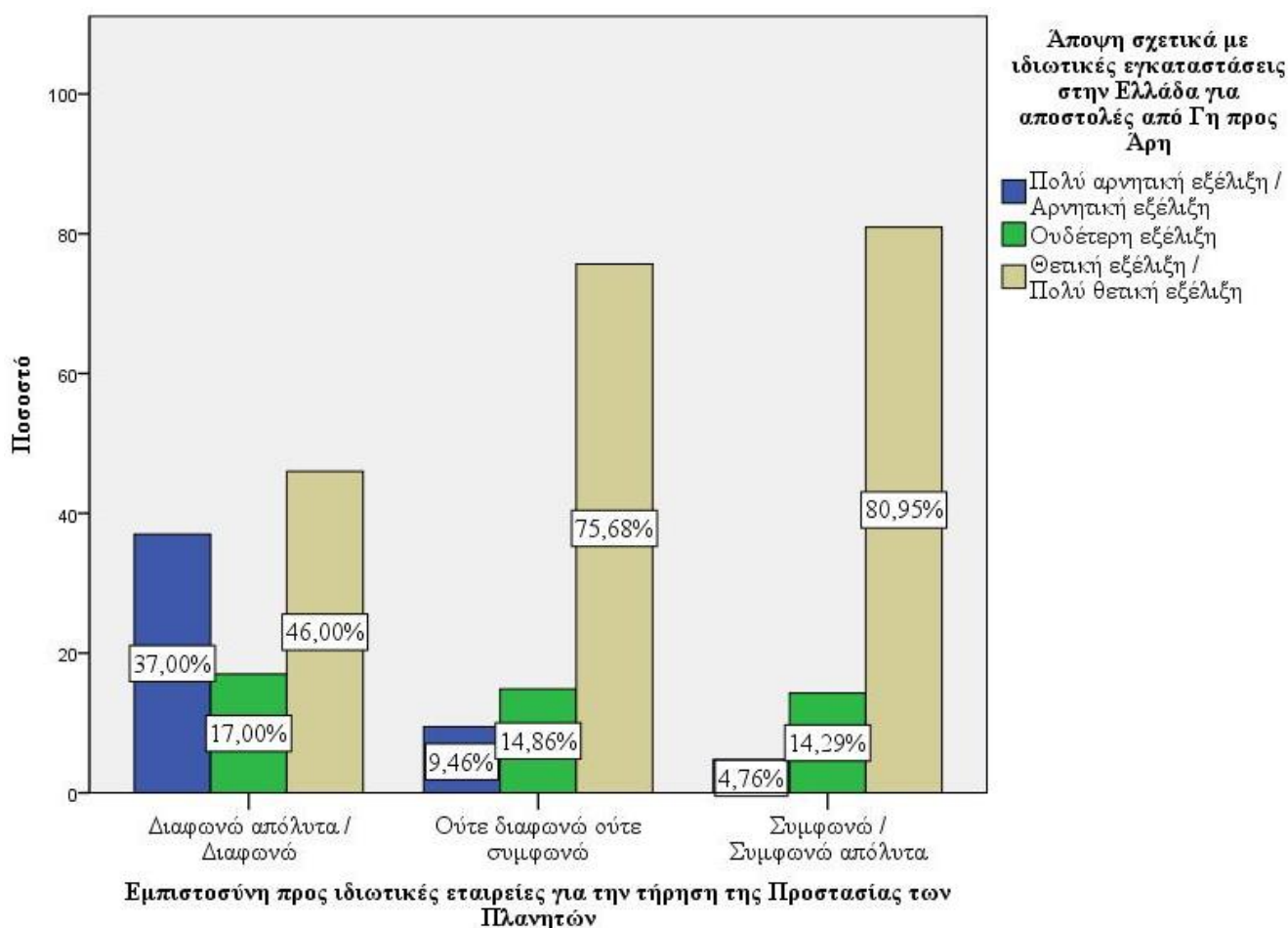


Συσχέτιση Ερ.13 «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη» με την

Ερ.12 «Εμπιστοσύνη προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «Πολύ αρνητική εξέλιξη» και «Αρνητική εξέλιξη», τα επίπεδα «Θετική εξέλιξη» και «Πολύ θετική εξέλιξη», τα επίπεδα «Διαφωνώ απόλυτα» και «Διαφωνώ», όπως και τα επίπεδα «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ απόλυτα», και δημιουργήθηκαν τα νέα επίπεδα που φαίνονται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 35,687$ και $p\text{-value} = 0,0001$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι καθώς αυξάνεται, κινούμενη από τη διαφωνία προς τη συμφωνία, η εμπιστοσύνη των ερωτηθέντων προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών, βελτιώνεται και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη.

Διάγραμμα 5.25: Συσχέτιση Ερώτησης 13 με την Ερώτηση 12

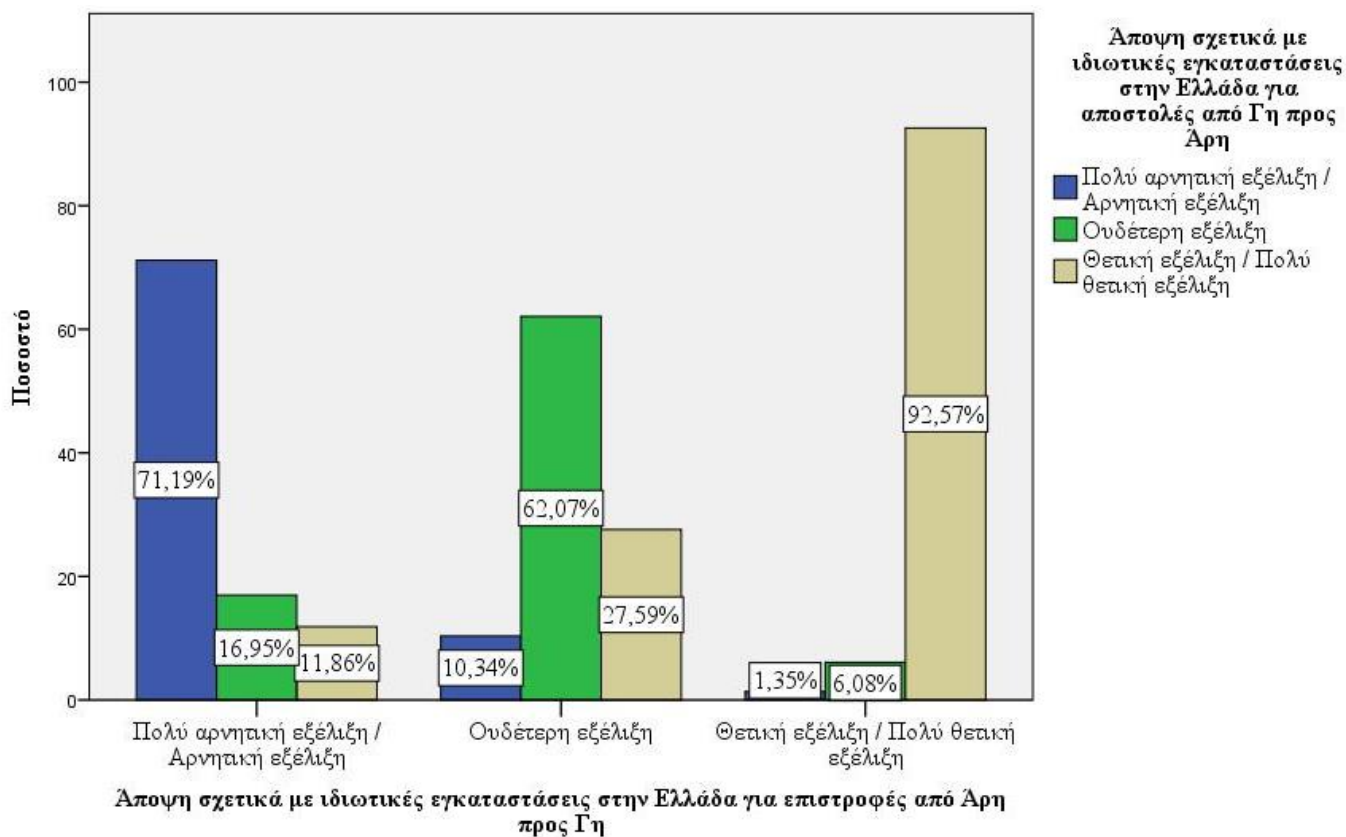


Συσχέτιση Ερ.13 «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη» **με την**

Ερ.14 «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από Άρη προς Γη»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «Πολύ αρνητική εξέλιξη» και «Αρνητική εξέλιξη», όπως και τα επίπεδα «Θετική εξέλιξη» και «Πολύ θετική εξέλιξη», και δημιουργήθηκαν τα νέα επίπεδα που φαίνονται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 203,002$ και $p\text{-value} = 0,0001$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι καθώς βελτιώνεται, κινούμενη από τα αρνητικά προς τα θετικά, η άποψη των ερωτηθέντων σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη βελτιώνεται και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη.

Διάγραμμα 5.26: Συσχέτιση Ερώτησης 13 με την Ερώτηση 14



Στον **Πίνακα 5.6** παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των ελέγχων χ^2 που πραγματοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της ύπαρξης συσχέτισης της μεταβλητής που αφορά στην άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη (Ερώτηση 14) με άλλες μεταβλητές της έρευνας στις περιπτώσεις των οποίων εντοπίστηκε συσχέτιση.

Πίνακας 5.6: Αποτελέσματα ελέγχου χ^2 μεταξύ της μεταβλητής «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη» και άλλων μεταβλητών

Μεταβλητές (ερωτήσεις) της έρευνας που εμφανίζουν συσχέτιση με την υπό εξέταση μεταβλητή	Τιμή χ^2	Τιμή p-value
Ερ.5: Άποψη σχετικά με τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα	60,291	0,0001
Ερ.8: Άποψη σχετικά με τις γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση	15,403	0,004
Ερ.12: Εμπιστοσύνη προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών	53,567	0,0001
Ερ.13: Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από Γη προς Άρη	203,002	0,0001

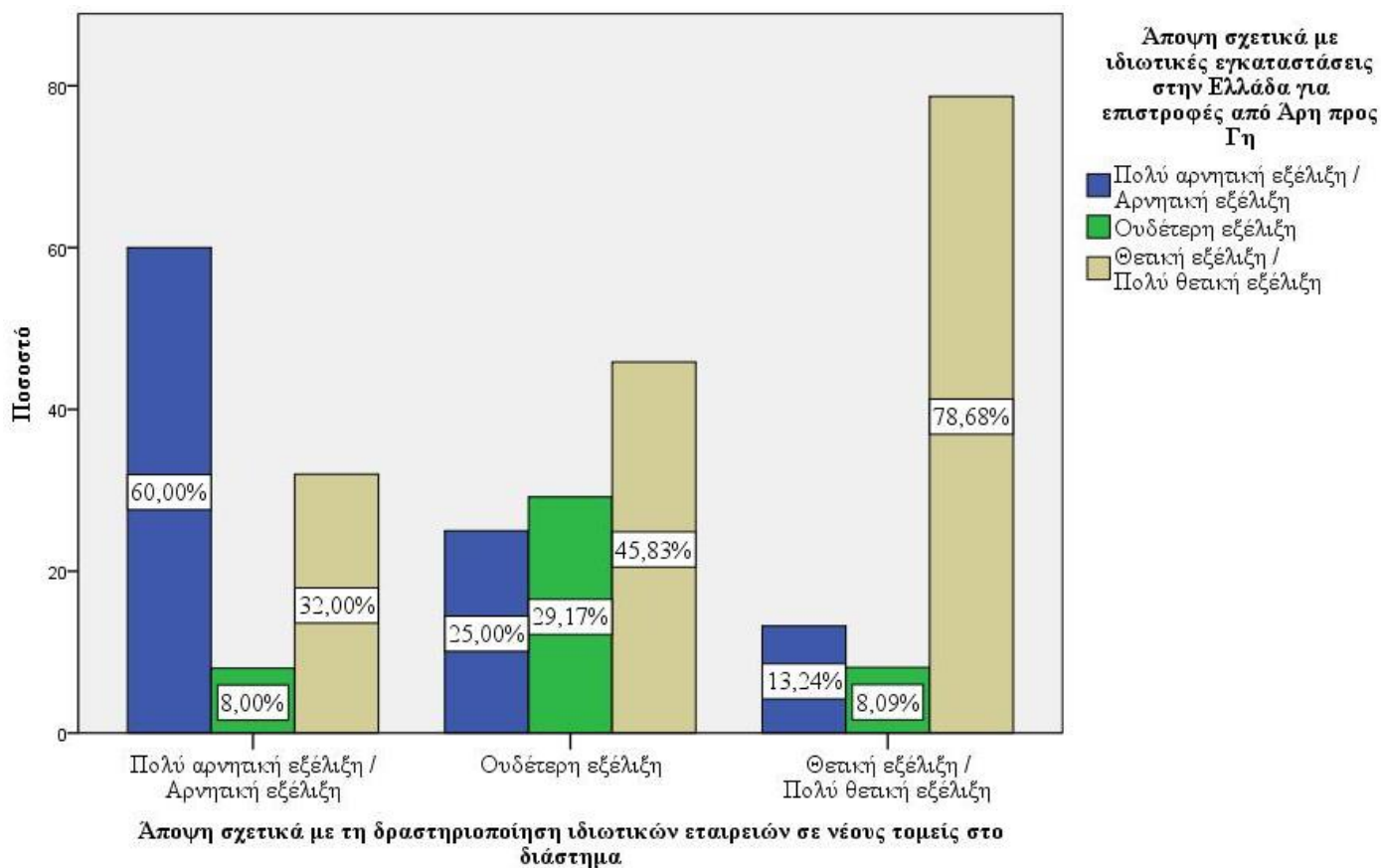
Όπως παρατηρείται, εντοπίστηκαν ορισμένες συσχετίσεις ανάμεσα στη βασική μεταβλητή και στις υπόλοιπες. Συγκεκριμένα, από όλους τους ελέγχους χ^2 που διεξήχθησαν, η μηδενική υπόθεση απορρίφθηκε στους 4, δηλαδή βρέθηκαν 4 συσχετίσεις μεταβλητών ($p\text{-value} \leq 0,05$). Ακολουθούν αναλυτικά τα αποτελέσματα αυτών των ελέγχων, εκτός από τον έλεγχο με την Ερώτηση 13 που παρουσιάστηκε ήδη στο **Διάγραμμα 5.26**. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις μεταβλητών το ποσοστό των κελιών τού πίνακα συνάφειας που εμπεριείχαν αναμενόμενες συχνότητες με τιμές μικρότερες του 5 ξεπερνούσε το 20%. Συνεπώς, σε αυτές τις περιπτώσεις κρίθηκε αναγκαία η ομαδοποίηση ορισμένων επιπέδων των κατηγορικών μεταβλητών με τρόπους που εξηγούνται παρακάτω για κάθε περίπτωση ελέγχου χ^2 . Επιπλέον, το επίπεδο «Δεν γνωρίζω» ορισμένων κατηγορικών μεταβλητών αντιμετωπίστηκε ως απουσία απάντησης, κωδικοποιήθηκε ως “missing” και εξαιρέθηκε από τους ελέγχους χ^2 στις περιπτώσεις που το προαναφερθέν πρόβλημα ήταν εντονότερο εξαιτίας απαντήσεων αυτού του είδους.

Συσχέτιση Ερ.14 «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη» **με την**

Ερ.5 «Άποψη σχετικά με τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «Πολύ αρνητική εξέλιξη» και «Αρνητική εξέλιξη», όπως και τα επίπεδα «Θετική εξέλιξη» και «Πολύ θετική εξέλιξη», και δημιουργήθηκαν τα νέα επίπεδα που φαίνονται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 60,291$ και $p\text{-value} = 0,0001$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι καθώς βελτιώνεται, κινούμενη από τα αρνητικά προς τα θετικά, η άποψη των ερωτηθέντων για τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα βελτιώνεται και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη.

Διάγραμμα 5.27: Συσχέτιση Ερώτησης 14 με την Ερώτηση 5

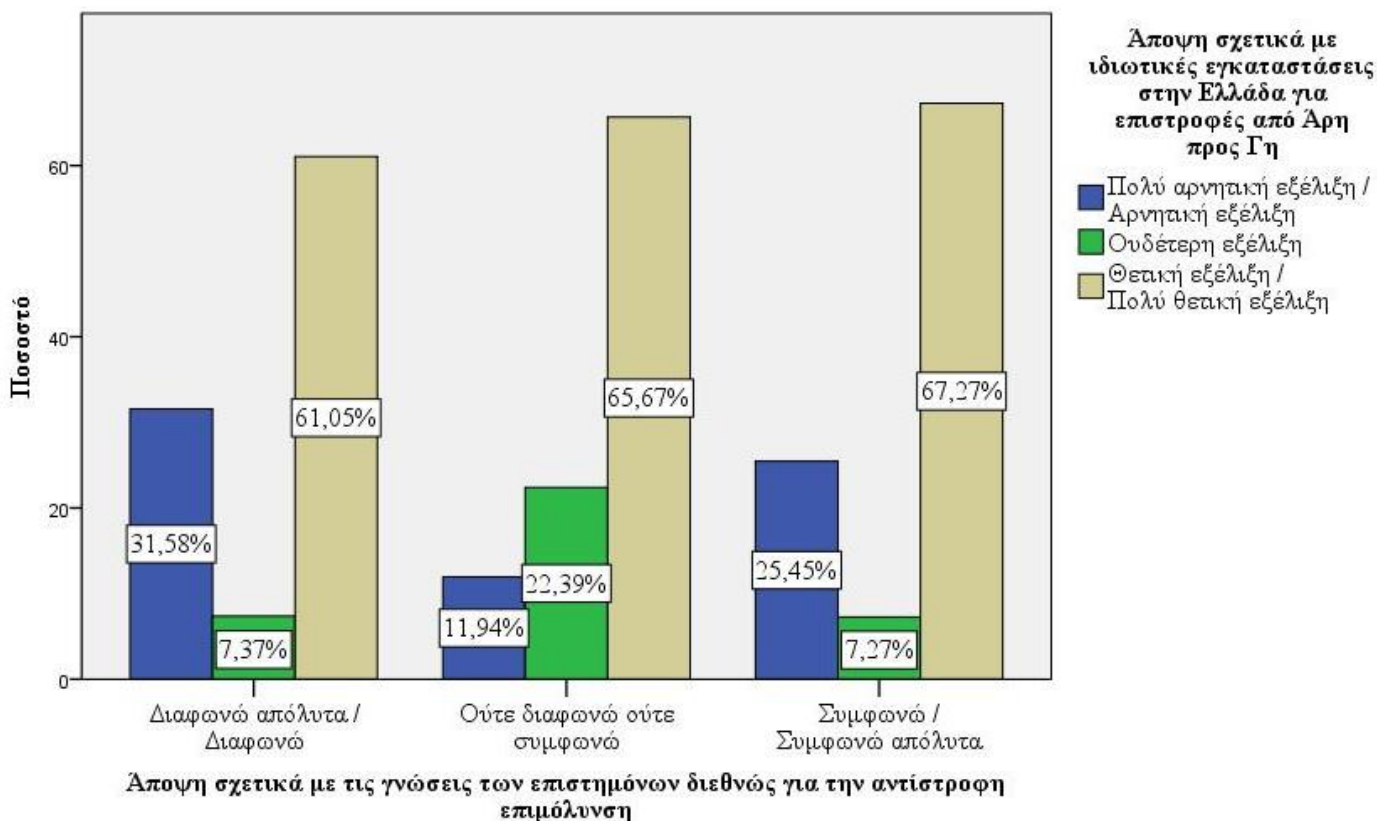


Συσχέτιση Ερ.14 «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη» **με την**

Ερ.8 «Άποψη σχετικά με τις γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «Πολύ αρνητική εξέλιξη» και «Αρνητική εξέλιξη», τα επίπεδα «Θετική εξέλιξη» και «Πολύ θετική εξέλιξη», τα επίπεδα «Διαφωνώ απόλυτα» και «Διαφωνώ», όπως και τα επίπεδα «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ απόλυτα», και δημιουργήθηκαν τα νέα επίπεδα που φαίνονται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 15,403$ και $p\text{-value} = 0,004$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι καθώς αυξάνεται, κινούμενη από τη διαφωνία προς τη συμφωνία, η αποδοχή από τους ερωτηθέντες της επάρκειας των γνώσεων των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση, βελτιώνεται οριακά και η άποψη των ερωτηθέντων σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη.

Διάγραμμα 5.28: Συσχέτιση Ερώτησης 14 με την Ερώτηση 8

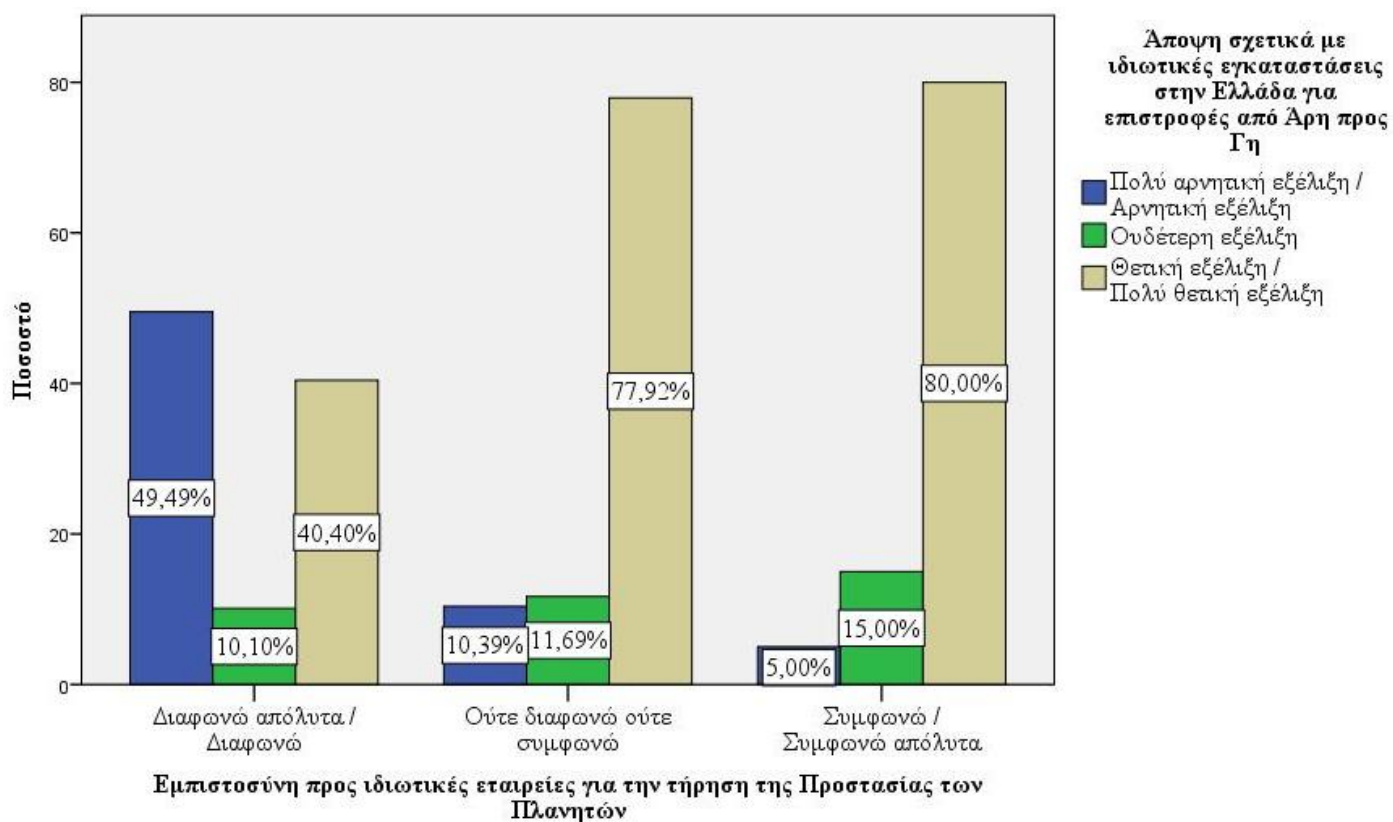


Συσχέτιση Ερ.14 «Άποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη» **με την**

Ερ.12 «Εμπιστοσύνη προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών»

Σε αυτήν την περίπτωση, ομαδοποιήθηκαν τα επίπεδα «Πολύ αρνητική εξέλιξη» και «Αρνητική εξέλιξη», τα επίπεδα «Θετική εξέλιξη» και «Πολύ θετική εξέλιξη», τα επίπεδα «Διαφωνώ απόλυτα» και «Διαφωνώ», όπως και τα επίπεδα «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ απόλυτα», και δημιουργήθηκαν τα νέα επίπεδα που φαίνονται παρακάτω. Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ($\chi^2 = 53,567$ και $p\text{-value} = 0,0001$). Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι καθώς αυξάνεται, κινούμενη από τη διαφωνία προς τη συμφωνία, η εμπιστοσύνη των ερωτηθέντων προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών, βελτιώνεται και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη.

Διάγραμμα 5.29: Συσχέτιση Ερώτησης 14 με την Ερώτηση 12



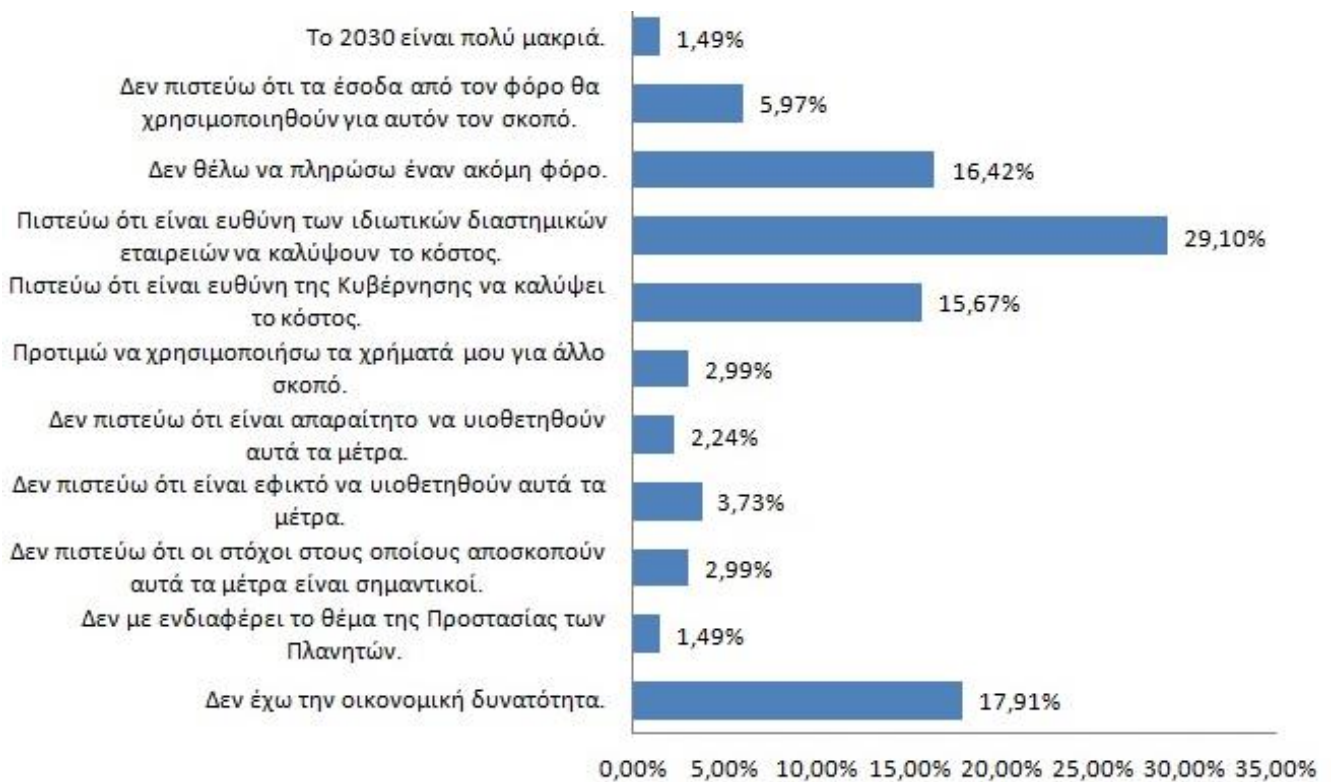
5.4 Αποτελέσματα ερωτήσεων αποτίμησης και εκτίμηση του ποσού προθυμίας πληρωμής (WTP)

Στην παρούσα υποενότητα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της ανάλυσης των απαντήσεων που έδωσαν οι ερωτηθέντες στις υπόλοιπες ερωτήσεις της ενότητας αποτίμησης που αφορούσαν στα θεμελιώδη ζητήματα αξίας και οφέλους του ερωτηματολογίου και δη στην εκτίμηση του ποσού προθυμίας πληρωμής (WTP). Οι αναλύσεις των απαντήσεων διεξήχθησαν με τη χρήση του λογισμικού IBM® SPSS® Statistics (Version 23).

Όπως παρουσιάστηκε στο **Διάγραμμα 5.17**, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (51,74%) δήλωσε πως δεν θα ψήφιζε υπέρ της υιοθέτησης των προτεινόμενων μέτρων σε εθνικό επίπεδο, έτσι ώστε η Ελλάδα να έχει ευθυγραμμιστεί με τις διεθνείς απαιτήσεις για την Προστασία των Πλανητών έως το 2030. Από την άλλη, το 48,26% των ερωτηθέντων δήλωσε πως θα ψήφιζε υπέρ αυτής της πρότασης. Για την αξιολόγηση κάθε αρνητικής ψήφου στην Ερώτηση 17 και για την ταξινόμησή της είτε σε πραγματική άρνηση είτε σε άρνηση διαμαρτυρίας, χρησιμοποιήθηκε μία διευκρινιστική ερώτηση, η Ερώτηση 18, που διερεύνησε την κύρια αιτία δήλωσης αρνητικής ψήφου, όπως φαίνεται παρακάτω.

Ερώτηση 18 (για όσους απάντησαν αρνητικά στην Ερώτηση 17): Ποιος είναι ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο αρνείστε να συνεισφέρετε οικονομικά στην υιοθέτηση σε εθνικό επίπεδο επιπρόσθετων μέτρων για τον έλεγχο των ιδιωτικών δραστηριοτήτων που μπορούν να προκαλέσουν μεταφορά βιολογικού υλικού από τη Γη στον Άρη και πιθανού βιολογικού υλικού από τον Άρη στη Γη;

Διάγραμμα 5.30: Κύρια αιτία άρνησης οικονομικής συνεισφοράς για υιοθέτηση επιπρόσθετων μέτρων



Αρχικά, σημειώνεται ότι τα ποσοστά τού παραπάνω διαγράμματος αναφέρονται στο πλήθος των ερωτηθέντων που είχαν απαντήσει αρνητικά στην Ερώτηση 17. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι να διαχωριστούν οι αρνητικές απαντήσεις σε πραγματικές αρνήσεις και σε αρνήσεις διαμαρτυρίας. Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (44,77%) που αρνούνται να συνεισφέρουν οικονομικά δηλώνουν ως κύρια αιτία τη θέση τους ότι είναι ευθύνη των ιδιωτικών διαστημικών εταιρειών (29,10%) ή της Κυβέρνησης (15,67%) να καλύψουν το σχετικό κόστος. Το 17,91% δηλώνει ως κύρια αιτία το ότι αδυνατεί να στηρίξει οικονομικά τη σχετική πρόταση, ενώ το 16,42% δηλώνει ως κύρια αιτία την αντίρρησή του στη θέσπιση του προτεινόμενου επιπρόσθετου φόρου. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία [152,249,250], η επιλογή μιας εκ των απαντήσεων «Δεν έχω την οικονομική δυνατότητα», «Δεν με ενδιαφέρει το θέμα της Προστασίας των Πλανητών», «Δεν πιστεύω ότι οι στόχοι στους οποίους αποσκοπούν αυτά τα μέτρα είναι σημαντικοί», «Δεν πιστεύω ότι είναι απαραίτητο να υιοθετηθούν αυτά τα μέτρα» και «Προτιμώ να χρησιμοποιήσω τα χρήματά μου για άλλο σκοπό» υποδεικνύει την ύπαρξη πραγματικής άρνησης των ερωτηθέντων. Συνεπώς, το συνολικό ποσοστό των αρνητικών απαντήσεων που ήταν πραγματικές αρνήσεις είναι 27,62%. Από την άλλη, η επιλογή μιας εκ των απαντήσεων «Δεν πιστεύω ότι είναι

εφικτό να υιοθετηθούν αυτά τα μέτρα», «Πιστεύω ότι είναι ευθύνη της Κυβέρνησης να καλύψει το κόστος», «Πιστεύω ότι είναι ευθύνη των ιδιωτικών διαστημικών εταιρειών να καλύψουν το κόστος», «Δεν θέλω να πληρώσω έναν ακόμη φόρο», «Δεν πιστεύω ότι τα έσοδα από τον φόρο θα χρησιμοποιηθούν για αυτόν τον σκοπό» και «Το 2030 είναι πολύ μακριά» υποδεικνύει την ύπαρξη άρνησης διαμαρτυρίας των ερωτηθέντων. Δηλαδή, οι ερωτηθέντες που επέλεξαν ως κύρια αιτία άρνησης οικονομικής συνεισφοράς μία από τις προαναφερθείσες διαμαρτύρονται σχετικά με τη χρήση τού φόρου ως τρόπου συλλογής τής πληρωμής ή σχετικά με κάποιο άλλο στοιχείο τού υποθετικού σεναρίου και δείχνουν τη διαμαρτυρία τους μέσω αυτής της άρνησης, χωρίς αυτό να σημαίνει πως προσδίδουν πραγματικά μηδενική αξία στο θέμα που τους ζητείται να αποτιμήσουν. Συνεπώς, το συνολικό ποσοστό των αρνητικών απαντήσεων που ήταν αρνήσεις διαμαρτυρίας είναι 72,38%. Από τα προαναφερθέντα, υπολογίζεται τελικά πως από το σύνολο των 259 ερωτηθέντων το 48,26% δήλωσε πως θα ψήφιζε υπέρ τής πρότασης για την υιοθέτηση των προτεινόμενων επιπρόσθετων μέτρων, το 37,45% ψήφισε κατά αυτής της πρότασης εξαιτίας άρνησης διαμαρτυρίας, ενώ το 14,29% ψήφισε κατά αυτής της πρότασης εξαιτίας πραγματικής άρνησης. Άρα, το 14,29% των ερωτηθέντων προσδίδει πραγματικά μηδενική αξία στην υιοθέτηση μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή τής ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας μελλοντικών ιδιωτικών διαστημικών αποστολών.

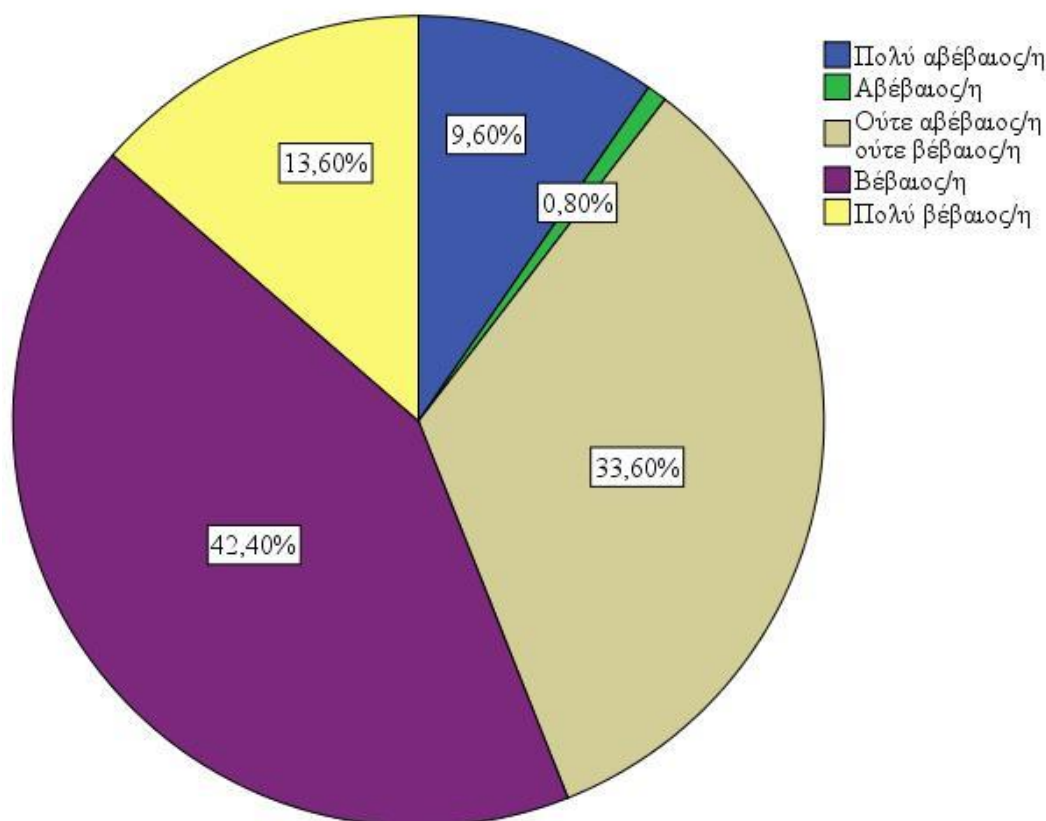
Προκειμένου να εκτιμηθεί το ποσό τής προθυμίας πληρωμής (WTP), χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη ερώτηση ανοιχτού τύπου:

Ερώτηση 19 (για όσους απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17): Ποιο είναι ακριβώς το μέγιστο ποσό σε ευρώ που θα ήσασταν διατεθειμένος/η να πληρώσετε ετησίως για την υιοθέτηση σε εθνικό επίπεδο επιπρόσθετων μέτρων για τον έλεγχο των ιδιωτικών δραστηριοτήτων που μπορούν να προκαλέσουν μεταφορά βιολογικού υλικού από τη Γη στον Άρη και πιθανού βιολογικού υλικού από τον Άρη στη Γη; Σας υπενθυμίζω ότι ο ειδικός φόρος που θα κληθείτε να πληρώσετε για αυτήν την πρόταση σημαίνει πως θα έχετε λιγότερα διαθέσιμα χρήματα για να καλύψετε τις άλλες ανάγκες σας (π.χ. φαγητό, ρούχα, διασκέδαση). Ο φόρος θα συλλέγεται ετησίως έως το 2030 από κάθε ενήλικα Έλληνα πολίτη.

Οι απαντήσεις των ερωτηθέντων στην Ερώτηση 19 θα αναλυθούν στη συνέχεια αυτής της υποενότητας, αφού αποτελούν το θεμέλιο της αποτίμησης. Πριν την ανάλυση αυτών των απαντήσεων, παρουσιάζεται εδώ η περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των ερωτηθέντων στις συνοδευτικές ερωτήσεις που ακολούθησαν την κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης που ήταν και οι τελευταίες πριν τις δημογραφικές ερωτήσεις, καθώς δύνανται να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες συγκεκριμένου για την οικονομική αποτίμηση.

Ερώτηση 20 (για όσους απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17): Πόσο βέβαιος/η είστε για την προθυμία σας να πληρώσετε αυτό το ποσό;

Διάγραμμα 5.31: Βεβαιότητα προθυμίας πληρωμής δηλωθέντος ποσού



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία (56,00%) των ερωτηθέντων που απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17, δηλαδή δήλωσαν κάποιο ποσό WTP, επέλεξε την απάντηση «Βέβαιος/η» ή «Πολύ βέβαιος/η» αναφορικά με τη βεβαιότητα προθυμίας πληρωμής τού δηλωθέντος ποσού (42,40% και 13,60%

αντίστοιχα). Το 33,60% επέλεξε την απάντηση «Ούτε αβέβαιος/η ούτε βέβαιος/η», ενώ το 10,40% επέλεξε την απάντηση «Αβέβαιος/η» ή «Πολύ αβέβαιος/η» αναφορικά με τη βεβαιότητα προθυμίας πληρωμής τού δηλωθέντος ποσού (0,80% και 9,60% αντίστοιχα).

<p>Ερώτηση 21 (για όσους απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17): Τι ποσοστό (%) από αυτό το ακριβές ποσό που δηλώσατε πιστεύετε ότι θα πρέπει να δαπανηθεί για μέτρα που θα εξασφαλίσουν την προστασία του πλανήτη Άρη από την επιμόλυνσή του με μικροοργανισμούς από τη Γη;</p>
<p>Ερώτηση 22 (για όσους απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17): Τι ποσοστό (%) από αυτό το ακριβές ποσό που δηλώσατε πιστεύετε ότι θα πρέπει να δαπανηθεί για μέτρα που θα εξασφαλίσουν την προστασία της Γης από την πιθανή επιμόλυνσή της με μικροοργανισμούς από τον πλανήτη Άρη;</p>

Πίνακας 5.7: Ποσοστά (%) του ποσού WTP για την προστασία τού Άρη και για την προστασία τής Γης

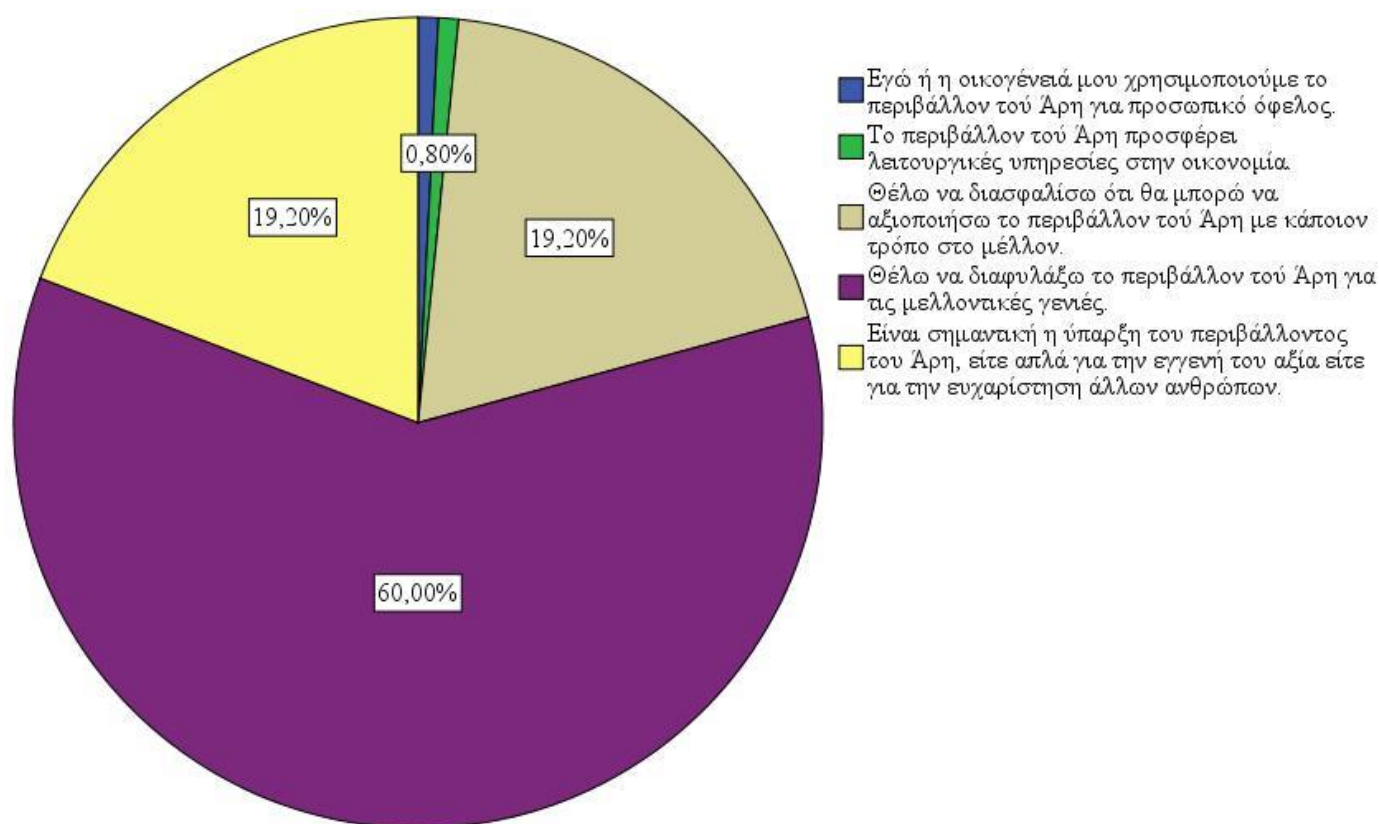
	Αριθμητικός μέσος
Ποσοστό (%) του ποσού WTP για την προστασία του πλανήτη Άρη από την επιμόλυνσή του με μικροοργανισμούς από τη Γη	39,56
Ποσοστό (%) του ποσού WTP για την προστασία της Γης από την πιθανή επιμόλυνσή της με μικροοργανισμούς από τον πλανήτη Άρη	60,44

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, οι ερωτηθέντες που απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17, δηλαδή δήλωσαν κάποιο ποσό WTP, πιστεύουν πως, κατά μέσο όρο, το ποσοστό τού δηλωθέντος ποσού που θα πρέπει να δαπανηθεί για μέτρα που θα εξασφαλίσουν την προστασία τού πλανήτη Άρη από την επιμόλυνσή του με μικροοργανισμούς από τη Γη είναι 39,56% (αριθμητικός μέσος). Αντίστοιχα, οι ίδιοι ερωτηθέντες πιστεύουν πως, κατά μέσο όρο, το ποσοστό τού δηλωθέντος ποσού που θα πρέπει να δαπανηθεί για μέτρα που θα εξασφαλίσουν την προστασία τής Γης από

την πιθανή επιμόλυνσή της με μικροοργανισμούς από τον πλανήτη Άρη είναι 60,44% (αριθμητικός μέσος).

Ερώτηση 23 (για όσους απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17): Ποιος είναι ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο επιθυμείτε να συνεισφέρετε οικονομικά στην αποφυγή της επιμόλυνσης του Άρη με μικροοργανισμούς από τη Γη;

Διάγραμμα 5.32: Κύριο κίνητρο προθυμίας πληρωμής για την προστασία του Άρη

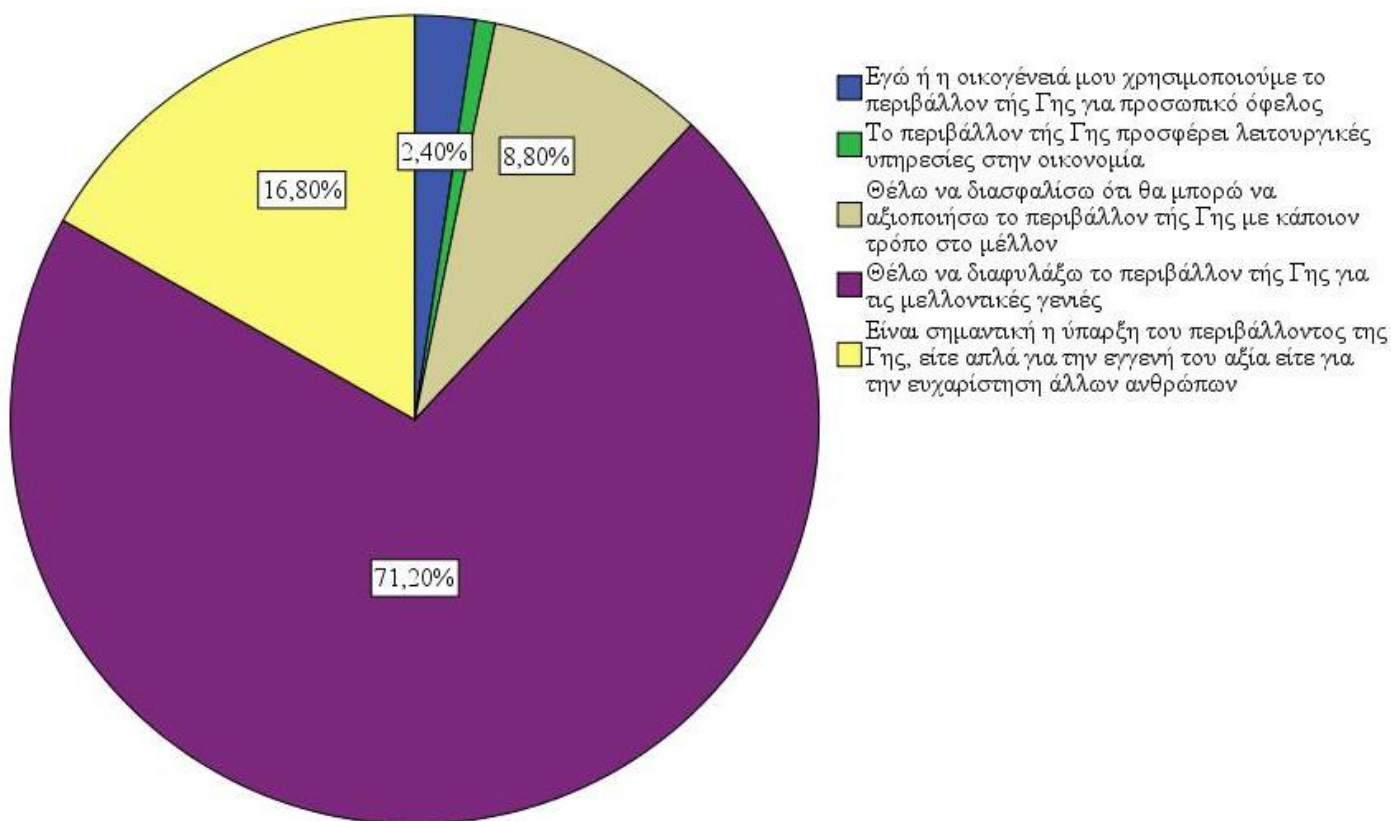


Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία (79,20%) των ερωτηθέντων που απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17, δηλαδή δήλωσαν κάποιο ποσό WTP, σημείωσε ως κύριο κίνητρο πίσω από την προθυμία πληρωμής για την προστασία του Άρη μία εκ των απαντήσεων «Θέλω να διαφυλάξω το περιβάλλον του Άρη για τις μελλοντικές γενιές» (60,00%) και «Είναι σημαντική η ύπαρξη του περιβάλλοντος του Άρη, είτε απλά για την εγγενή του αξία είτε για την ευχαρίστηση άλλων ανθρώπων» (19,20%), οι οποίες είναι επιμέρους αξίες που συνθέτουν την αξία μη χρήσης -η πρώτη αντικατοπτρίζει την αξία κληροδοτήματος και η δεύτερη την

αξία ύπαρξης-. Το υπόλοιπο 20,80% σημείωσε ως κύριο κίνητρο μία εκ των απαντήσεων «Θέλω να διασφαλίσω ότι θα μπορώ να αξιοποιήσω το περιβάλλον τού Άρη με κάποιον τρόπο στο μέλλον» (19,20%), «Το περιβάλλον τού Άρη προσφέρει λειτουργικές υπηρεσίες στην οικονομία» (0,80%) και «Εγώ ή η οικογένειά μου χρησιμοποιούμε το περιβάλλον τού Άρη για προσωπικό όφελος» (0,80%), οι οποίες είναι επιμέρους αξίες που συνθέτουν την αξία χρήσης -η πρώτη αντικατοπτρίζει την αξία επιλογής, η δεύτερη την αξία έμμεσης χρήσης και η τρίτη την αξία άμεσης χρήσης-.

Ερώτηση 24 (για όσους απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17): Ποιος είναι ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο επιθυμείτε να συνεισφέρετε οικονομικά στην αποφυγή της επιμόλυνσης της Γης με πιθανούς μικροοργανισμούς από τον Άρη;

Διάγραμμα 5.33: Κύριο κίνητρο προθυμίας πληρωμής για την προστασία τής Γης



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η πλειοψηφία (88,00%) των ερωτηθέντων που απάντησαν θετικά στην Ερώτηση 17, δηλαδή δήλωσαν κάποιο ποσό WTP, σημείωσε ως κύριο κίνητρο πίσω από την προθυμία πληρωμής για την

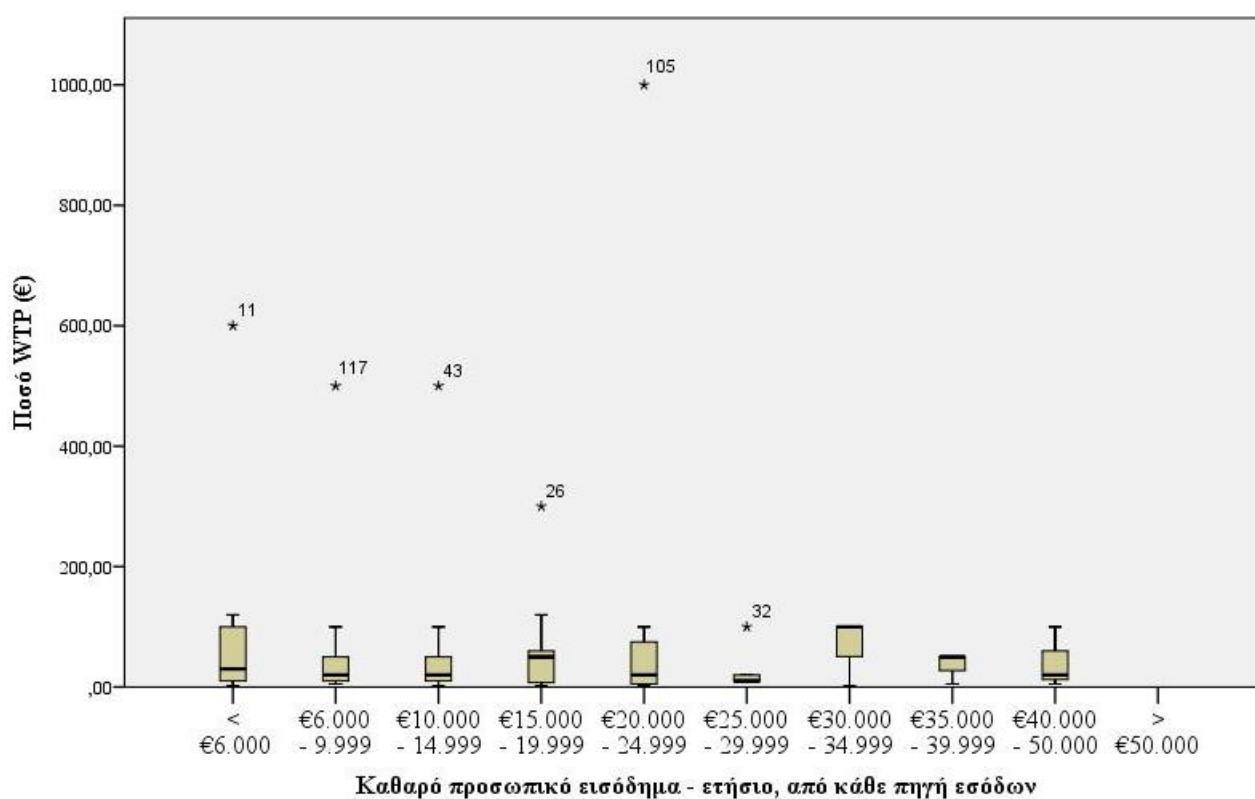
προστασία της Γης μία εκ των απαντήσεων «Θέλω να διαφυλάξω το περιβάλλον της Γης για τις μελλοντικές γενιές» (71,20%) και «Είναι σημαντική η ύπαρξη του περιβάλλοντος της Γης, είτε απλά για την εγγενή του αξία είτε για την ευχαρίστηση άλλων ανθρώπων» (16,80%), οι οποίες είναι επιμέρους αξίες που συνθέτουν την αξία μη χρήσης -η πρώτη αντικατοπτρίζει την αξία κληροδοτήματος και η δεύτερη την αξία ύπαρξης-. Το υπόλοιπο 12,00% σημείωσε ως κύριο κίνητρο μία εκ των απαντήσεων «Θέλω να διασφαλίσω ότι θα μπορώ να αξιοποιήσω το περιβάλλον της Γης με κάποιον τρόπο στο μέλλον» (8,80%), «Το περιβάλλον της Γης προσφέρει λειτουργικές υπηρεσίες στην οικονομία» (0,80%) και «Εγώ ή η οικογένειά μου χρησιμοποιούμε το περιβάλλον της Γης για προσωπικό όφελος» (2,40%), οι οποίες είναι επιμέρους αξίες που συνθέτουν την αξία χρήσης -η πρώτη αντικατοπτρίζει την αξία επιλογής, η δεύτερη την αξία έμμεσης χρήσης και η τρίτη την αξία άμεσης χρήσης-.

Ακολούθως, αναλύονται οι απαντήσεις των ερωτηθέντων στην Ερώτηση 19, δηλαδή στην κεντρική ερώτηση υποθετικής αξιολόγησης, η οποία, όπως παρουσιάστηκε προηγουμένως, ήταν ερώτηση ανοιχτού τύπου. Για την εκτίμηση της μέσης τιμής τού ποσού WTP, διεξήχθη πρώτα έλεγχος για το αν οι δηλωθείσες τιμές ακολουθούν την κανονική κατανομή και βρέθηκε ότι οι εν λόγω τιμές δεν είναι κανονικά κατανομημένες. Το γεγονός αυτό, παράλληλα με το υψηλό ποσοστό μηδενικών απαντήσεων, δηλαδή άρνησης πληρωμής, οδήγησε στην επιλογή των εξής τριών στατιστικών προσεγγίσεων για την εκτίμηση των μέτρων θέσης τού ποσού WTP από τα δεδομένα των ερωτήσεων αποτίμησης, δηλαδή της μέσης τιμής και της διαμέσου τού ποσού WTP: της μη παραμετρικής εκτίμησης, της παραμετρικής εκτίμησης χωρίς διερευνητικές μεταβλητές (no covariates) και της παραμετρικής εκτίμησης με διερευνητικές μεταβλητές (with covariates).

Πριν τη στατιστική ανάλυση των απαντήσεων της Ερώτησης 19, διεξήχθη έλεγχος και αφαίρεση των ακραίων τιμών (outliers) που θα μπορούσαν να αλλοιώσουν το αποτέλεσμα της επεξεργασίας. Συγκεκριμένα, ακολουθήθηκε μια μέθοδος εντοπισμού ακραίων τιμών δύο σταδίων που έχει δημοσιευθεί στο παρελθόν στη διεθνή βιβλιογραφία [251]. Αρχικά, κατασκευάστηκε το διάγραμμα πλαισίου-απολήξεων (boxplot) των δηλωθέντων ποσών WTP σε συνάρτηση με την εισοδηματική κατηγορία (**Διάγραμμα 5.34**), ώστε να αναδειχθούν εν πρώτοις οι τιμές που ήταν υπερβολικά υψηλές σε σχέση με τις υπόλοιπες. Στη συνέχεια,

δημιουργήθηκε μια νέα μεταβλητή που περιείχε τον λόγο τού ποσού WTP προς την κεντρική τιμή τής εκάστοτε εισοδηματικής κατηγορίας, δηλαδή προς την τιμή «3000» για την εισοδηματική κατηγορία «Λιγότερο από €6.000», προς την τιμή «8000» για την εισοδηματική κατηγορία «€6.000-9.999» κ.ο.κ. Σε αυτό το στάδιο εντοπίστηκαν επιπλέον ακραίες τιμές, με κατώφλι λόγου ποσού WTP προς κεντρική τιμή τής εκάστοτε εισοδηματικής κατηγορίας το 2%. Αυτό το στάδιο βασίστηκε στην παραδοχή ότι η προθυμία πληρωμής δεν μπορεί να ξεπερνά τη δυνατότητα πληρωμής [234].

Διάγραμμα 5.34: Διάγραμμα boxplot για εντοπισμό των υπερβολικά υψηλών τιμών ποσού WTP



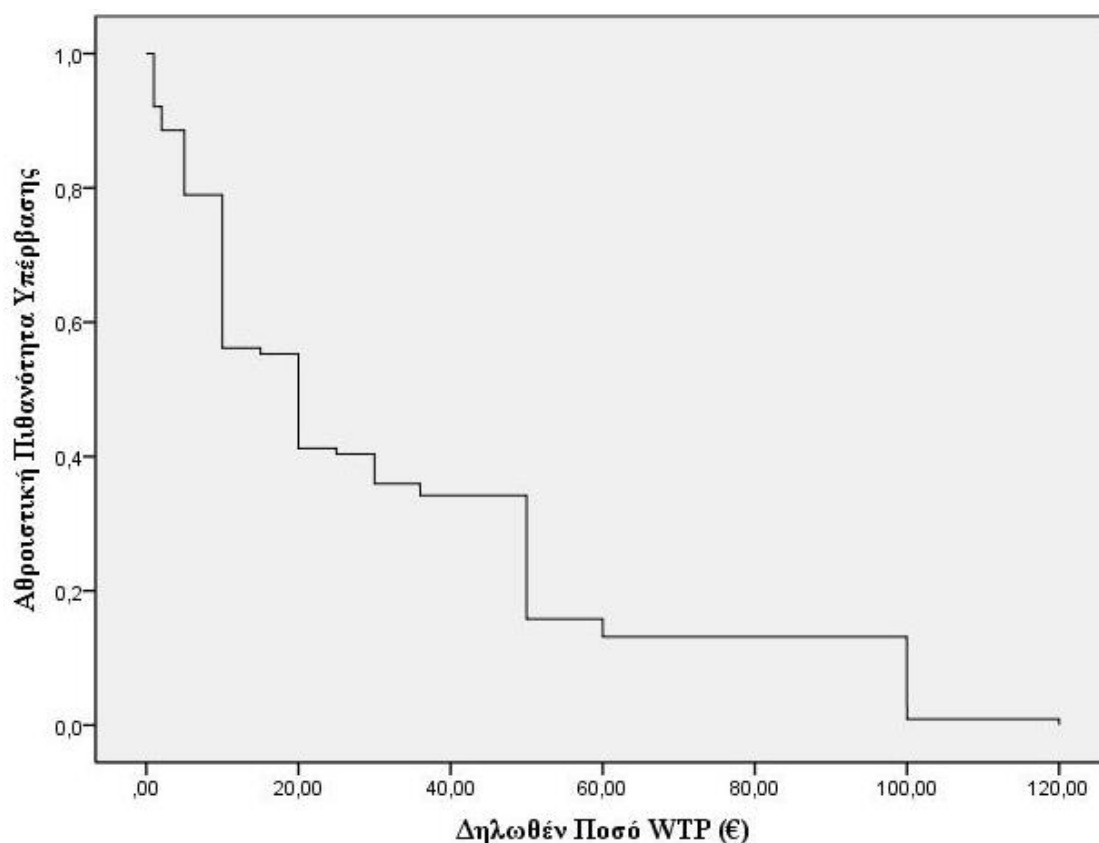
Με βάση τις υποδείξεις τού παραπάνω διαγράμματος, εντοπίστηκαν αρχικά 6 ακραίες τιμές ποσών WTP που ήταν υπερβολικά υψηλές σε σχέση με τις υπόλοιπες τιμές στην εκάστοτε εισοδηματική κατηγορία. Περαιτέρω διερεύνηση υπέδειξε 5 επιπλέον τιμές ποσών WTP που ξεπερνούσαν το 2% της κεντρικής τιμής τής εκάστοτε εισοδηματικής κατηγορίας. Αυτές οι 11 τιμές εξαιρέθηκαν από τις στατιστικές αναλύσεις που ακολουθούν. Όλες οι εναπομείνουσες θετικές τιμές (n=114) αντιστοιχούν σε ποσά WTP που είναι μικρότερα από το 1,67% της κεντρικής τιμής τής εκάστοτε εισοδηματικής κατηγορίας, γι' αυτό και θεωρήθηκαν ρεαλιστικές και αποδεκτές για περαιτέρω ανάλυση.

Μολονότι βέλτιστες πρακτικές για τη διαχείριση των αρνήσεων διαμαρτυρίας και των ακραίων τιμών δεν έχουν ακόμη καταγραφεί στη βιβλιογραφία με ευρεία συναίνεση, είναι σίγουρα αναγκαία χάριν διαφάνειας η ρητή δήλωση σχετικά με το αν αυτού του είδους οι τιμές συμπεριλαμβάνονται στις στατιστικές αναλύσεις ή όχι [141]. Συνηθέστερα, οι αρνήσεις διαμαρτυρίας και οι ακραίες τιμές εξαιρούνται από τις στατιστικές αναλύσεις [250]. Όπως προαναφέρθηκε, στην παρούσα έρευνα εξαιρέθηκαν οι ακραίες τιμές από τις στατιστικές αναλύσεις που ακολουθούν. Εντούτοις, για τη διαχείριση των αρνήσεων διαμαρτυρίας ακολουθήθηκε η σύσταση της διεθνούς βιβλιογραφίας να θεωρούνται πραγματικές αρνήσεις όλες οι αρνητικές απαντήσεις όταν η αποτίμηση αφορά σε ένα υποθετικό σενάριο πολιτικής [252,253]. Καθώς η περίπτωση αποτίμησης της παρούσας έρευνας CVM αφορούσε σε ένα υποθετικό σενάριο μιας εθνικής πολιτικής Προστασίας των Πλανητών, αποφασίστηκε όλες οι αρνήσεις διαμαρτυρίας να θεωρηθούν πραγματικές αρνήσεις, προκειμένου να ληφθούν υπόψη εκείνες οι προτιμήσεις των ερωτώμενων που θα εναντιώνονταν στην προτεινόμενη πολιτική και θα την καταψήφιζαν.

Όπως προαναφέρθηκε στην **Υποενότητα 4.2**, η πρώτη εκ των τριών στατιστικών προσεγγίσεων που ακολουθήθηκαν για την εκτίμηση των μέτρων θέσης τού ποσού WTP από τα δεδομένα των ερωτήσεων αποτίμησης ήταν η μη παραμετρική εκτίμηση. Η μη παραμετρική στατιστική προσέγγιση εξετάζει τις δηλωθείσες τιμές ποσών WTP του δείγματος ανεξάρτητα από τις πιθανές παραμέτρους που ενδέχεται να τις επηρεάζουν και δεν απαιτεί την αποδοχή θεωρητικών υποθέσεων σχετικά με τη φύση της κατανομής που ακολουθούν οι εν λόγω τιμές. Στην παρούσα έρευνα, η μη παραμετρική ανάλυση διεξήχθη μέσω του εμπειρικού εκτιμητή «Kaplan-Meier» [232].

Εν προκειμένω, ο εμπειρικός εκτιμητής Kaplan-Meier εφαρμόστηκε σε δύο περιπτώσεις: πρώτα, στο σύνολο των θετικών τιμών των δηλωθέντων ποσών WTP -μετά την αφαίρεση των ακραίων τιμών- και έπειτα στο σύνολο αυτών των θετικών τιμών -μετά την αφαίρεση των ακραίων τιμών-, μαζί όμως με όλες τις αρνητικές απαντήσεις που αντιμετωπίστηκαν ως πραγματικά μηδενικά ποσά WTP. Στο **Διάγραμμα 5.35** παρουσιάζεται η συνάρτηση επιβίωσης του εκτιμητή Kaplan-Meier για την πρώτη περίπτωση (θετικές τιμές χωρίς ακραίες τιμές και χωρίς μηδενικές τιμές), ενώ στον **Πίνακα 5.8** παρατίθενται οι εκτιμώμενες στατιστικές παράμετροι, τόσο για την πρώτη όσο και για τη δεύτερη περίπτωση εφαρμογής.

Διάγραμμα 5.35: Καμπύλη επιβίωσης δηλωθέντων ποσών WTP κατά Kaplan-Meier (χωρίς μηδενικές τιμές)



Πίνακας 5.8: Στατιστικές παράμετροι ποσού WTP μέσω του εκτιμητή Kaplan-Meier

	Μέση τιμή ποσού WTP (€)				Διάμεσος τιμή ποσού WTP (€)			
	Τιμή	Τυπικό σφάλμα	Διάστημα εμπιστοσύνης 95%		Τιμή	Τυπικό σφάλμα	Διάστημα εμπιστοσύνης 95%	
			Κάτω όριο	Άνω όριο			Κάτω όριο	Άνω όριο
Χωρίς μηδενικές τιμές	32,140	3,016	26,229	38,052	20,000	1,642	16,781	23,219
Με μηδενικές τιμές	14,774	1,718	11,407	18,142	0,000	-	-	-

Δηλαδή, για το σύνολο των θετικών τιμών -μετά την αφαίρεση των ακραίων τιμών-, μαζί όμως με όλες τις αρνητικές απαντήσεις που αντιμετωπίστηκαν ως πραγματικά μηδενικά ποσά WTP, ισχύει:

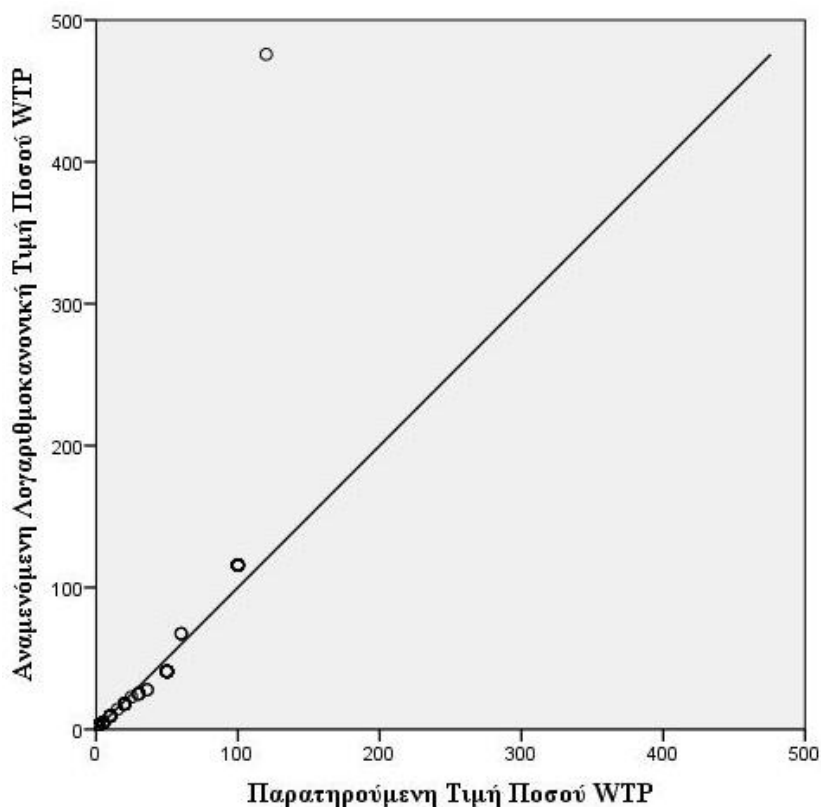
Μέση Τιμή Ποσού WTP = 14,77 € και

Διάμεσος Τιμή Ποσού WTP = 0,00 €.

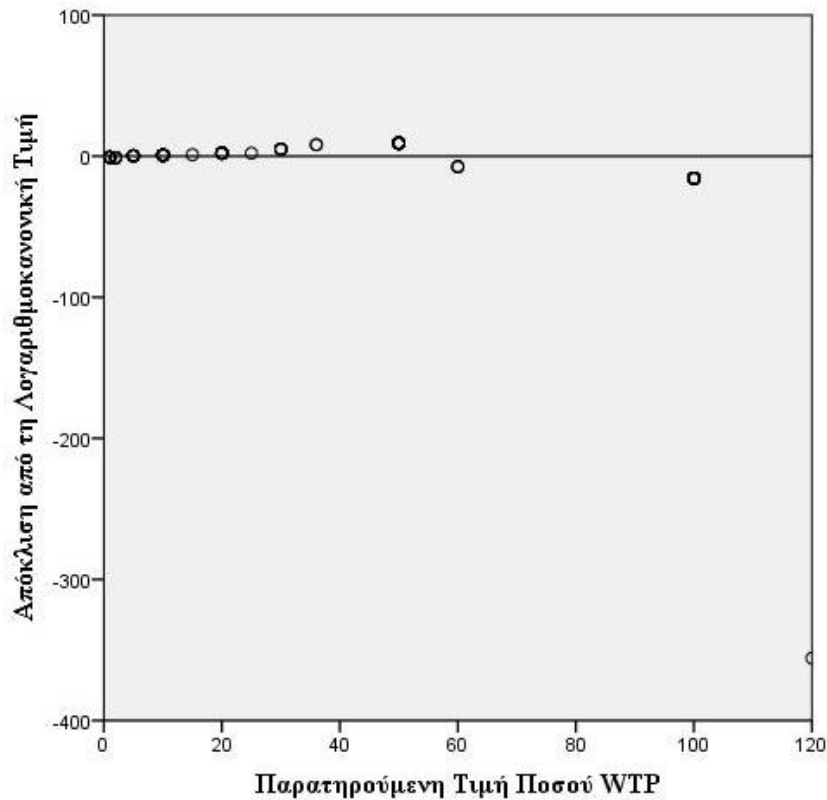
Η δεύτερη εκ των τριών στατιστικών προσεγγίσεων που ακολουθήθηκαν για την εκτίμηση των μέτρων θέσης τού ποσού WTP από τα δεδομένα των ερωτήσεων αποτίμησης ήταν, όπως προαναφέρθηκε στην **Υποενότητα 4.2**, η παραμετρική εκτίμηση χωρίς διερευνητικές μεταβλητές (no covariates). Η ύπαρξη μηδενικών τιμών ποσού WTP εξαιτίας άρνησης πληρωμής έπρεπε να ληφθεί υπόψη και σε αυτήν την περίπτωση. Στην παρούσα έρευνα, η παραμετρική εκτίμηση χωρίς διερευνητικές μεταβλητές διεξήχθη με τη χρήση του μαθηματικού μοντέλου με αιχμή στο σημείο μηδέν (spike model) [234-236]. Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στην **Υποενότητα 4.2**, για τον υπολογισμό των μέτρων θέσης τού ποσού WTP βάσει της εξίσωσης (4.2.3) είναι αναγκαία η εκτίμηση μέγιστης πιθανοφάνειας της πιθανότητας p και των παραμέτρων της συνάρτησης F .

Για την επιλογή της κατάλληλης μορφής κατανομής που να περιγράφει τη συνάρτηση F διεξήχθη εμπειρικός έλεγχος καλής προσαρμογής (goodness of fit) των θετικών δηλωθέντων ποσών WTP σε πλήθος πρότυπων κατανομών μέσω γραφημάτων Q-Q (Q-Q plots) και βρέθηκε τελικά ότι η λογαριθμοκανονική κατανομή είχε την καλύτερη προσαρμογή, όπως φαίνεται στο **Διάγραμμα 5.36** και στο **Διάγραμμα 5.37**.

Διάγραμμα 5.36: Διάγραμμα Q-Q τιμών ποσού WTP σε σχέση με τιμές λογαριθμοκανονικής κατανομής



Διάγραμμα 5.37: Διάγραμμα Q-Q αποκλίσεων τιμών ποσού WTP από τιμές λογαριθμοκανονικής κατανομής



Κάνοντας την εύλογη, με βάση τα παραπάνω διαγράμματα, υπόθεση πως η συνάρτηση F θα έχει τη μορφή λογαριθμοκανονικής κατανομής, θα πρέπει να ισχύει:

$$F(z) = \Phi\left(\frac{\log z - \mu}{\sigma}\right) \text{ και } \Phi(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du \quad (5.4.1)$$

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία [234,236], η μέση τιμή και η διάμεσος τιμή των ποσών WTP προκύπτουν από την εξίσωση (4.2.3), δεδομένης της γενικής μορφής των συναρτήσεων F και Φ της λογαριθμοκανονικής κατανομής που παρουσιάστηκαν στις σχέσεις (5.4.1), ως εξής:

$$\text{Μέση Τιμή} = (1 - p)e^{\mu + \sigma^2/2} \quad \text{και}$$

$$\text{Διάμεσος Τιμή} = \begin{cases} (1 - p)e^{\mu}, & p < \frac{1}{2} \\ 0, & p \geq \frac{1}{2} \end{cases}$$

Για τον υπολογισμό των άγνωστων παραμέτρων μ και σ^2 μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος εκτίμησης μέγιστης πιθανοφάνειας για τη λογαριθμοκανονική κατανομή, μέσω της χρήσης των παρακάτω σχέσεων [254]: $\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i$ και

$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \hat{\mu})^2$, όπου X_i είναι οι τιμές ενός τυχαίου δείγματος μεγέθους n από μια λογαριθμοκανονική κατανομή, με το i να ανήκει στο διάστημα $[1, n]$. Εν προκειμένω, υποθέτοντας ότι οι τιμές των θετικών δηλωθέντων ποσών WTP έχουν επιλεγεί τυχαία από μια λογαριθμοκανονική κατανομή, με το πλήθος τους να είναι $n = 114$, οι εκτιμήσεις μέγιστης πιθανοφάνειας υπολογίστηκαν [255] ως εξής: $\hat{\mu} = 2,8252$ και $\hat{\sigma}^2 = 1,7074$. Επίσης, όπως προαναφέρθηκε, η εκτίμηση μέγιστης πιθανοφάνειας του p υπολογίζεται ως το ποσοστό των μηδενικών τιμών ποσού WTP τού συνολικού δείγματος των $n = 248$ ερωτηθέντων, δηλαδή $\hat{p} = 0,5403$.

Με γνωστές τις εκτιμήσεις των p , μ και σ^2 , είναι πλέον εφικτό να υπολογιστούν η Μέση Τιμή και η Διάμεσος Τιμή από τις εξισώσεις που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Έτσι, υπολογίζεται ότι:

Μέση Τιμή Ποσού WTP = 18,21 € και

Διάμεσος Τιμή Ποσού WTP = 0,00 €.

Η τρίτη εκ των τριών στατιστικών προσεγγίσεων που ακολουθήθηκαν για την εκτίμηση των μέτρων θέσης τού ποσού WTP από τα δεδομένα των ερωτήσεων αποτίμησης ήταν, όπως προαναφέρθηκε στην **Υποενότητα 4.2**, η παραμετρική εκτίμηση με διερευνητικές μεταβλητές (with covariates). Στην παρούσα έρευνα, η παραμετρική εκτίμηση με διερευνητικές μεταβλητές διεξήθη με τη χρήση μιας επέκτασης του μαθηματικού μοντέλου με αιχμή στο σημείο μηδέν (spike model) που χρησιμοποιήθηκε και στην παραμετρική εκτίμηση χωρίς διερευνητικές μεταβλητές, η οποία έχει δημοσιευθεί στη διεθνή βιβλιογραφία [234,236]. Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στην **Υποενότητα 4.2**, για τον υπολογισμό των μέτρων θέσης τού ποσού WTP βάσει της εξίσωσης (4.2.3) είναι αναγκαία η εκτίμηση της πιθανότητας p_i και των παραμέτρων της συνάρτησης F_i από τα δεδομένα του δείγματος μέσω των κατάλληλων μοντέλων παλινδρόμησης.

Συγκεκριμένα, μετά τον υπολογισμό τής σταθεράς A και των συντελεστών B από το δυαδικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης που περιγράφεται από την εξίσωση (4.2.5), είναι εφικτή μέσω του εν λόγω μοντέλου και της εξίσωσης (4.2.6) η εκτίμηση τής προβλεπόμενης πιθανότητας π_i για ένα i -οστό άτομο να λάβει η

εξαρτημένη μεταβλητή Y την τιμή 1, σύμφωνα με τις τιμές που έχουν για την περίπτωση του i -οστού ατόμου οι ανεξάρτητες μεταβλητές x_1, x_2, \dots, x_n . Επιπλέον, ισχύει $\pi_i = 1 - p_i$.

Η κατασκευή τού βέλτιστου δυαδικού μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης για την παρούσα έρευνα βασίστηκε στη διεξαγωγή μεγάλου πλήθους δοκιμών με την αξιοποίηση διαφόρων συνδυασμών ανεξάρτητων μεταβλητών. Κατά τη διαδικασία διεξαγωγής των δοκιμών, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές εισέρχονταν και καταχωρούνταν στο μοντέλο ταυτόχρονα. Σημειώνεται ότι, χάριν κατασκευής τού βέλτιστου μοντέλου, κατασκευάστηκαν αρκετές τεχνητές ψευδομεταβλητές (dummy variables) βασισμένες στα δεδομένα των μεταβλητών που ήδη υπήρχαν. Στον **Πίνακα 5.9** παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία των ψευδομεταβλητών που οδήγησαν τελικά στο βέλτιστο δυαδικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, καθώς και των σχετικών συντελεστών και της σταθεράς που υπολογίστηκαν μέσω αυτού.

Πίνακας 5.9: Στοιχεία βέλτιστου δυαδικού μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης

Μεταβλητή x_j	Συντελεστής B_j	$\text{Exp}(B_j)$	Περιγραφή Μεταβλητής x_j
FIFTEENK_PLUS	0,725**	2,066	(Ερ.35) Καθαρό προσωπικό εισόδημα - ετήσιο, από κάθε πηγή εσόδων. [1: €15.000 ή περισσότερο / 0: Άλλο]
VPOS_MARS_EARTH	0,619*	1,858	(Ερ.14) Αποψη σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από Άρη προς Γη. [1: Πολύ θετική εξέλιξη / 0: Άλλο]
IMP_PROT_EARTH	1,179**	3,251	(Ερ.15) Αντιληφθείσα σημασία οφελών από την προστασία της Γης. [1: Αρκετά σημαντικά ή Πολύ σημαντικά / 0: Άλλο]
HEARD_OF_PP	0,395	1,485	(Ερ.6) Παρελθοντική γνώση σχετικά με την Προστασία των Πλανητών. [1: Ναι / 0: Όχι]
WITH_PARTNER	0,580*	1,786	(Ερ.29) Οικογενειακή κατάσταση. [1: Έγγαμος/ή ή Συζώ / 0: Άλλο]
FIFTY_PLUS	0,343	1,410	(Ερ.28) Ηλικιακή ομάδα. [1: 50 ετών και άνω / 0: Άλλο]
DIS_SCI_BACKCO	0,707**	2,027	(Ερ.8) Αποψη σχετικά με τις γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς για αντίστρ. επιμόλυνση. [1: Διαφωνώ ή Διαφωνώ απόλυτα / 0: Άλλο]
FULL_T_EMPL	0,711**	2,036	(Ερ.34) Παρούσα επαγγελματική κατάσταση. [1: Μισθωτός/ή υπάλληλος πλήρους απασχόλησης / 0: Άλλο]
AEI_PLUS	0,396	1,486	(Ερ.33) Ανώτερο ολοκληρωμένο επίπεδο σπουδών. [1: TEI/AEI ή Μεταπτυχιακό ή Διδακτορικό / 0: Άλλο]
EOS_4_18_PLUS	-1,126	0,324	(Ερ.31) Αριθμός ατόμων 18 ετών και άνω στο νοικοκυριό. [1: Έως και 4 άτομα / 0: Άλλο]
Σταθερά μοντέλου	-1,963	0,140	-
*: Τιμή στατιστικά σημαντική σε επίπεδο 90% ($\alpha=0,10$),		**: Τιμή στατιστικά σημαντική σε επίπεδο 95% ($\alpha=0,05$)	
Παρατηρήσεις: 248	-2 Log likelihood = 291,538	Cox & Snell $R^2 = 0,185$	Nagelkerke $R^2 = 0,247$
Omnibus Tests of Model Coeff.: $\chi^2 = 50,648$ & p-value = 0,0001		Hosmer & Lemeshow Test: $\chi^2 = 8,561$ & p-value = 0,381	

Με βάση τα αποτελέσματα της προσαρμογής τού μοντέλου που παρουσιάζονται στον **Πίνακα 5.9**, φαίνεται ότι το μοντέλο είναι συνεπές προς τα πρόσημα των συντελεστών κάθε μεταβλητής που αναμένονταν με βάση τα αποτελέσματα των ελέγχων συνάφειας που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη υποενότητα. Συγκεκριμένα, από το εν λόγω μοντέλο προβλέπεται πως η πιθανότητα για κάποιο άτομο η εξαρτημένη μεταβλητή Y να πάρει την τιμή 1, δηλαδή η πιθανότητα ένα άτομο να δηλώσει θετική απάντηση στην ερώτηση σχετικά με την πρόθεση ψήφου υπέρ της προτεινόμενης πολιτικής, επηρεάζεται ως ακολούθως. Όταν ένα άτομο αντιλαμβάνεται ως αρκετά ή πολύ σημαντικά τα οφέλη που δύνανται να προκύψουν από την προστασία της Γης, τότε ο λόγος $\frac{\pi_i}{1-\pi_i}$ αυξάνεται. Μάλιστα, αυτή η μεταβλητή φαίνεται να έχει και τη μεγαλύτερη θετική επίδραση ($\text{Exp}(B_j) = 3,251$) σε αυτόν τον λόγο, διατηρώντας, βεβαίως, όλες τις άλλες παραμέτρους σταθερές.

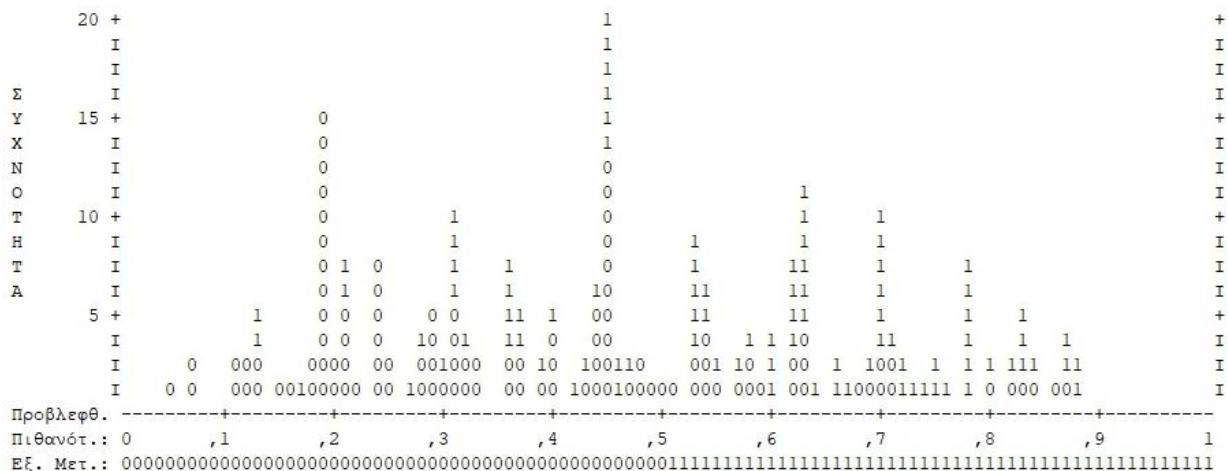
Αντίστοιχα θετική επίδραση σε αυτόν τον λόγο φαίνεται να έχουν και το αν το καθαρό ετήσιο εισόδημα ενός ατόμου είναι κατ' ελάχιστον €15.000, το αν ένα άτομο απασχολείται ως μισθωτός υπάλληλος πλήρους απασχόλησης, η διαφωνία ή η απόλυτη διαφωνία ενός ατόμου σχετικά με την επάρκεια των γνώσεων των επιστημόνων διεθνώς για τα ζητήματα αντίστροφης επιμόλυνσης, η θέση ενός ατόμου πως μια ιδιωτική εγκατάσταση για επιστροφές αποστολών από τον Άρη στη Γη θα αποτελούσε μια πολύ θετική εξέλιξη, το αν ένα άτομο είναι εντός γάμου ή συζεί, το αν ένα άτομο έχει ολοκληρώσει κάποια βαθμίδα πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, το αν ένα άτομο είχε πρότερη γνώση σχετικά με την Προστασία των Πλανητών και το αν η ηλικία ενός ατόμου είναι κατ' ελάχιστον 50 έτη. Τέλος, φαίνεται ότι το αν ο αριθμός των ενηλίκων στο νοικοκυριό ενός ατόμου είναι μικρότερος από 5 έχει αρνητική επίδραση: δηλαδή, η επίδραση αυτής της παραμέτρου στον υπό εξέταση λόγο είναι θετική όταν το άτομο ανήκει σε νοικοκυριό που αποτελείται από τουλάχιστον 5 ενήλικες. Αξίζει να σημειωθεί πως όλες οι προαναφερθείσες επιδράσεις είναι εύλογες, ενώ για το πλήθος των ενηλίκων στο νοικοκυριό μπορεί να υποτεθεί πως ίσως τα άτομα να παρακινούνται εντονότερα από μια αντίληψη της Προστασίας των Πλανητών ως κληροδότημα όταν ζουν σε νοικοκυριά με τουλάχιστον άλλους 4 ενήλικες. Η υπόθεση του κληροδοτήματος θα μπορούσε, ίσως, να εξηγήσει και την εντονότερη παρακίνηση δήλωσης θετικής προθυμίας πληρωμής των ατόμων ηλικίας 50 ετών και άνω.

Αναφορικά, τώρα, με την αξιολόγηση της προσαρμογής τού μοντέλου στα πραγματικά δεδομένα, διεξήχθη αντιπαραβολή των πραγματικών τιμών τής εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή της πρόθεσης ψήφου -προθυμίας πληρωμής-, με τις τιμές που προβλέπονται από το μοντέλο. Στον **Πίνακα 5.10** παρουσιάζονται τα επιμέρους ποσοστά σωστών προβλέψεων του μοντέλου για την πρόθεση θετικής ψήφου και για την άρνηση, καθώς και το συνολικό ποσοστό σωστών προβλέψεων του μοντέλου, ενώ στο **Διάγραμμα 5.38** παρουσιάζεται εποπτικά η ταξινόμηση των τιμών που παρατηρήθηκαν στις δύο κατηγορίες τιμών που προέβλεψε το μοντέλο με τις αντίστοιχες πιθανότητες π_i κάθε πρόβλεψης.

Πίνακας 5.10: Αντιπαραβολή των παρατηρηθεισών απαντήσεων των ερωτηθέντων με τις τιμές που προβλέπονται από το δυαδικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης

Παρατηρηθείσες Τιμές		Προβλεφθείσες Τιμές		
		Πρόθεση ψήφου		Ποσοστό σωστών προβλέψεων
		Όχι (0)	Ναι (1)	
Πρόθεση ψήφου	Όχι (0)	101	33	75,4%
	Ναι (1)	41	73	64,0%
Συνολικό Ποσοστό:				70,2%

Διάγραμμα 5.38: Διάγραμμα ταξινόμησης παρατηρηθεισών απαντήσεων των ερωτηθέντων στις κατηγορίες που προβλέπονται από το δυαδικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης με τις αντίστοιχες πιθανότητες π_i



Όπως φαίνεται στον **Πίνακα 5.10**, το επιμέρους ποσοστό σωστών προβλέψεων του μοντέλου για την άρνηση είναι 75,4%, ενώ το επιμέρους ποσοστό σωστών προβλέψεων του μοντέλου για την πρόθεση θετικής ψήφου είναι 64,0%. Το συνολικό ποσοστό των σωστών προβλέψεων (accuracy) του μοντέλου είναι 70,2% και κρίνεται αποδεκτό και ικανοποιητικό (acceptable). Από τα στοιχεία αυτού του πίνακα είναι, επίσης, δυνατόν να υπολογιστούν οι δείκτες ακρίβειας (precision) και ανάκλησης (recall) ως εξής:

$$\text{Ακρίβεια} = \frac{\text{τιμές που κατατάχθηκαν ορθώς ως 1}}{\text{σύνολο τιμών που κατατάχθηκαν ως 1}}$$

$$\text{Ανάκληση} = \frac{\text{τιμές που κατατάχθηκαν ορθώς ως 1}}{\text{τιμές που κατατάχθηκαν ορθώς ως 1} + \text{τιμές που κατατάχθηκαν εσφαλμένα ως 0}}$$

Δηλαδή, η ακρίβεια του μοντέλου είναι 68,9% και η ανάκλησή του είναι 64%.

Τέλος, η εφαρμογή τού μοντέλου για την εκτίμηση της πιθανότητας π για ένα «μέσο άτομο» (“on average”) του δείγματος [239,240] ($n = 248$), θέτοντας στις ανεξάρτητες μεταβλητές τις επικρατούσες τιμές (mode) των δεδομένων του δείγματος για κάθε μεταβλητή -που είναι τα κατάλληλα μέτρα θέσης σε αυτήν την περίπτωση κατηγορικών μεταβλητών-, παράγει το αποτέλεσμα $\hat{\pi} = 0,2821$. Δηλαδή η πιθανότητα δήλωσης μηδενικής WTP για ένα «μέσο άτομο» του δείγματος είναι $\hat{p} = 0,7179$.

Επιπροσθέτως, όπως προαναφέρθηκε στην **Υποενότητα 4.2**, για την περιγραφή της συνάρτησης F_i επιλέχθηκε η μορφή λογαριθμοκανονικής κατανομής με ανεξάρτητο και κοινό σ για κάθε i -οστό άτομο και με εξαρτημένο μ_i , όπως προτείνεται στη βιβλιογραφία [236]. Μετά τον υπολογισμό τής σταθεράς A και των συντελεστών B από το μοντέλο πολλαπλής λογαριθμικής-γραμμικής παλινδρόμησης που περιγράφεται από την εξίσωση (4.2.8), είναι εφικτή μέσω του εν λόγω μοντέλου η εκτίμηση της παραμέτρου μ_i ως $\ln(\widehat{WTP}_i)$, σύμφωνα με τις τιμές που έχουν για την περίπτωση του i -οστού ατόμου οι ανεξάρτητες μεταβλητές x_1, x_2, \dots, x_n , καθώς και της κοινής παραμέτρου σ^2 .

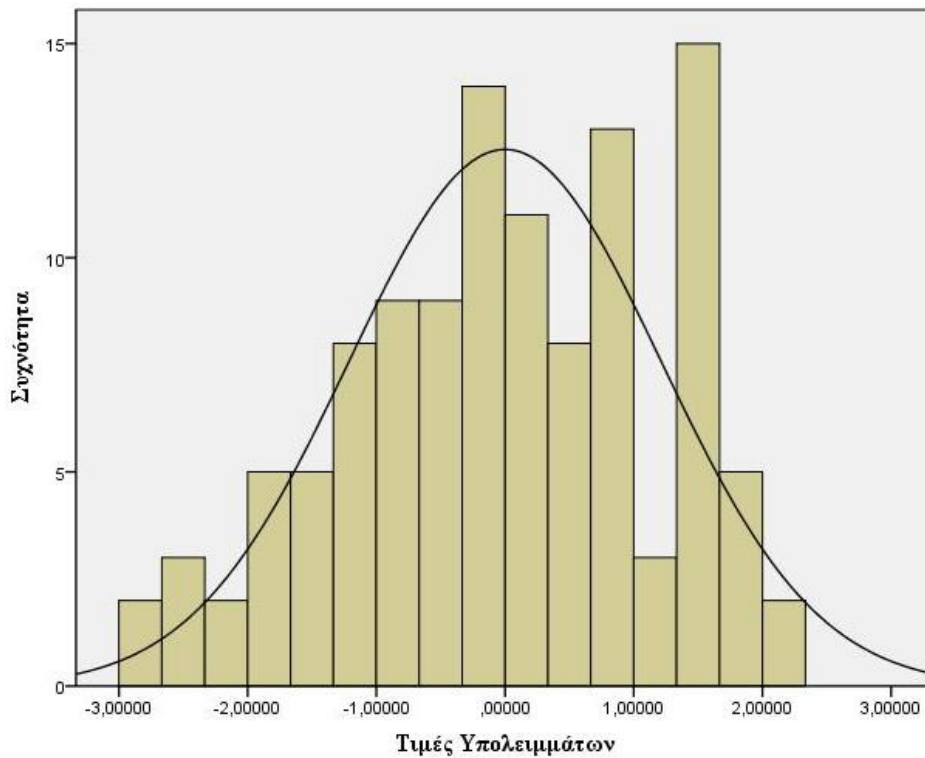
Η κατασκευή τού βέλτιστου μοντέλου πολλαπλής λογαριθμικής-γραμμικής παλινδρόμησης βασίστηκε στη διεξαγωγή μεγάλου πλήθους δοκιμών με την αξιοποίηση διαφόρων συνδυασμών ανεξάρτητων μεταβλητών. Κατά τη διαδικασία

διεξαγωγής των δοκιμών, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές εισέρχονταν και καταχωρούνταν στο μοντέλο ταυτόχρονα. Χάριν κατασκευής τού βέλτιστου μοντέλου, κατασκευάστηκαν ξανά τεχνητές ψευδομεταβλητές. Στον **Πίνακα 5.11** παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία των ψευδομεταβλητών που οδήγησαν τελικά στο βέλτιστο μοντέλο πολλαπλής λογαριθμικής-γραμμικής παλινδρόμησης, καθώς και των σχετικών συντελεστών και της σταθεράς που υπολογίστηκαν μέσω αυτού. Επιπλέον, στο **Διάγραμμα 5.39** παρουσιάζεται προς αξιολόγηση της προσαρμογής τού μοντέλου το ιστόγραμμα των συχνοτήτων των ϵ_i , τα οποία ακολουθούν κανονική κατανομή με μηδενική μέση τιμή. Η κανονικότητα της κατανομής των ϵ_i επιβεβαιώθηκε και με έλεγχο κανονικότητας Kolmogorov-Smirnov (p -value = 0,2).

Πίνακας 5.11: Στοιχεία βέλτιστου μοντέλου πολλαπλής λογαριθμικής-γραμμικής παλινδρόμησης

Μεταβλητή x_j	Συντελεστής B_j	Περιγραφή Μεταβλητής x_j
SEX	-0,402*	(Ερ.27) Βιολογικό φύλο. [1: Άνδρας / 2: Γυναίκα]
OP_PRIV_ACT	0,477**	(Ερ.5) Άποψη σχετικά με τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα. [1: Πολύ αρνητική εξέλιξη ή Αρνητική εξέλιξη / 2: Ουδέτερη εξέλιξη ή Δεν γνωρίζω / 3: Θετική εξέλιξη ή πολύ θετική εξέλιξη]
NEC_PREV_BACKC	0,634**	(Ερ.10) Άποψη σχετικά με την αναγκαιότητα αποφυγής της αντίστροφης επιμόλυνσης. [1: Διαφωνώ απόλυτα ή Διαφωνώ / 2: Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ ή Δεν γνωρίζω / 3: Συμφωνώ ή Συμφωνώ απόλυτα]
NR_MINORS	-0,230*	(Ερ.30) Αριθμός ατόμων κάτω των 18 ετών στο νοικοκυριό. [1: 0 άτομα / 2: 1 άτομο / 3: 2 άτομα / 4: 3 ή περισσότερα άτομα]
TRUST_PRIV_PP	-0,306*	(Ερ.12) Εμπιστοσύνη προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών. [1: Διαφωνώ απόλυτα ή Διαφωνώ / 2: Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ ή Δεν γνωρίζω / 3: Συμφωνώ ή Συμφωνώ απόλυτα]
LOC_RESID	0,429*	(Ερ.32) Μόνιμος τόπος κατοικίας. [1: Αττική / 2: Επαρχία]
Σταθερά μοντέλου	0,840	-
*: Τιμή στατιστικά σημαντική σε επίπεδο 90% ($\alpha=0,10$),		***: Τιμή στατιστικά σημαντική σε επίπεδο 99% ($\alpha=0,01$)
Παρατηρήσεις: 114	$R^2 = 15,0\%$	Adj. $R^2 = 10,3\%$ Τυπικό Σφάλμα Εκτίμησης (σ) = 1,2434
ANOVA: F-value = 3,151 & p-value = 0,007		

Διάγραμμα 5.39: Διάγραμμα αντιπαραβολής τιμών υπολειμμάτων του μοντέλου με κανονική κατανομή



Με βάση τα αποτελέσματα της προσαρμογής τού μοντέλου που παρουσιάζονται στον **Πίνακα 5.11**, φαίνεται ότι το μοντέλο είναι εύλογο αναφορικά με τα πρόσημα των συντελεστών των περισσότερων μεταβλητών. Συγκεκριμένα, από το εν λόγω μοντέλο προβλέπεται πως όσο λιγότερη εμπιστοσύνη δείχνει ένα άτομο προς τις ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών τόσο μεγαλύτερο ποσό είναι πρόθυμο να πληρώσει για την προτεινόμενη πολιτική -βεβαίως, διατηρώντας όλες τις άλλες παραμέτρους σταθερές-. Επιπλέον, όσο πιο αναγκαία θεωρεί ένα άτομο την αποφυγή τής αντίστροφης επιμόλυνσης τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσό που δηλώνει. Παρατηρείται, ακόμη, ότι όσο πιο θετική άποψη έχει ένα άτομο σχετικά με τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσό που δηλώνει. Αυτό θα μπορούσε να ερμηνευτεί υπό το πρίσμα μιας πιθανής στάσης των ατόμων υπέρ τής υπεύθυνης και ελεγχόμενης οικονομικής ανάπτυξης του διαστήματος. Αρνητική επίδραση στο ύψος τού ποσού που δηλώνεται έχει ο αριθμός των παιδιών στα νοικοκυριά των ατόμων, το οποίο είναι επίσης εύλογο υπό τον περιορισμό τού διαθέσιμου εισοδήματος. Τέλος, τα αποτελέσματα δείχνουν πως οι άντρες είναι πρόθυμοι να πληρώσουν μεγαλύτερα ποσά από τις γυναίκες, αλλά και ότι οι μόνιμοι κάτοικοι Αττικής είναι πρόθυμοι να πληρώσουν λιγότερο από τους κατοίκους τής επαρχίας.

Αυτά τα δύο τελευταία πορίσματα είναι δημογραφικές ιδιαιτερότητες που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

Στον ίδιο πίνακα φαίνεται επίσης ο δείκτης R^2 που υποδεικνύει ότι το 15,0% της διακύμανσης των λογαρίθμων των ποσών WTP μπορεί να ερμηνευτεί από το μοντέλο. Μολονότι μια τιμή του δείκτη κοντύτερα στο 100% θα ήταν περισσότερο επιθυμητή, αυτή ήταν η καλύτερη τιμή που επιτεύχθηκε κατά τη διαδικασία των δοκιμών για τον σχηματισμό του βέλτιστου μοντέλου ($Adj. R^2 = 10,3\%$).

Το μοντέλο που περιγράφεται στην εξίσωση (4.2.8) δύναται να εκτιμήσει τη μέση τιμή του λογαρίθμου του ποσού WTP ενός i -οστού ατόμου με βάση τις τιμές των αντίστοιχων ανεξάρτητων μεταβλητών που το χαρακτηρίζουν, σύμφωνα με τον ορισμό των μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης. Αυτή η μέση τιμή, σύμφωνα με την αρχική παραδοχή για τη λογαριθμοκανονική συνάρτηση F_i κάθε i -οστού ατόμου, δεν είναι η ίδια για κάθε i -οστό άτομο. Ταυτόχρονα, από το μοντέλο εκτιμήθηκε ήδη η διακύμανση, μέσω του τυπικού σφάλματος εκτίμησης, η οποία αποτελεί κοινή παράμετρο για τη λογαριθμοκανονική συνάρτηση F_i κάθε i -οστού ατόμου, σύμφωνα με την αρχική παραδοχή. Δηλαδή, $\hat{\sigma}^2 = 1,5460$. Η εφαρμογή του μοντέλου για την πρόβλεψη της μέσης τιμής μ για ένα «μέσο άτομο» (“on average”) του δείγματος [239,240] ($n = 114$), θέτοντας στις ανεξάρτητες μεταβλητές τις επικρατούσες τιμές (mode) των δεδομένων του δείγματος για κάθε μεταβλητή -που είναι τα κατάλληλα μέτρα θέσης σε αυτήν την περίπτωση κατηγορικών μεταβλητών-, παράγει το αποτέλεσμα $\hat{\mu} = 3,6640$.

Με γνωστές τις εκτιμήσεις των p , μ και σ^2 για ένα «μέσο άτομο» (“on average”) του δείγματος [239,240], είναι πλέον εφικτό, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία [234,236], να υπολογιστούν η Μέση Τιμή και η Διάμεσος Τιμή ως:

$$\text{Μέση Τιμή} = (1 - p_i)e^{\mu_i + \sigma^2/2} \quad \text{και}$$

$$\text{Διάμεσος Τιμή} = \begin{cases} (1 - p_i)e^{\mu_i}, & p_i < \frac{1}{2} \\ 0, & p_i \geq \frac{1}{2} \end{cases}$$

$$\text{Μέση Τιμή Ποσού WTP} = 23,84 \text{ € και}$$

$$\text{Διάμεσος Τιμή Ποσού WTP} = 0,00 \text{ €}.$$

5.5 Αποτίμηση ολικής οικονομικής αξίας μιας εθνικής πολιτικής για την Προστασία των Πλανητών μεταξύ Γης και Άρη

Η παρούσα εμπειρική έρευνα της παρούσας διδακτορικής διατριβή αφορούσε στην εκ των προτέρων αποτίμηση του εξωτερικού οφέλους -δηλαδή της Ολικής Οικονομικής Αξίας- μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή τής ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας των μελλοντικών ιδιωτικών αποστολών. Προκειμένου να αποτιμηθεί η υπό εξέταση Ολική Οικονομική Αξία, εκτιμήθηκαν τα μέτρα θέσης τού ποσού WTP από τα δεδομένα των ερωτήσεων αποτίμησης μέσω τριών στατιστικών προσεγγίσεων: της μη παραμετρικής εκτίμησης, της παραμετρικής εκτίμησης χωρίς διερευνητικές μεταβλητές (no covariates) και της παραμετρικής εκτίμησης με διερευνητικές μεταβλητές (with covariates). Στον **Πίνακα 5.12** παρατίθενται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα αυτών των τριών στατιστικών προσεγγίσεων.

Πίνακας 5.12: Αποτελέσματα υπολογισμών μέτρων θέσης ποσού WTP με τρεις στατιστικές προσεγγίσεις

Στατιστική προσέγγιση	Μέση τιμή (€)	Διάμεσος (€)
Μη παραμετρική εκτίμηση Kaplan-Meier (με τις μηδενικές τιμές)	14,77	0,00
Παραμετρική εκτίμηση χωρίς διερευνητικές μεταβλητές	18,21	0,00
Παραμετρική εκτίμηση με διερευνητικές μεταβλητές	23,84	0,00

Σημειώνεται ότι σε εφαρμογές αποτίμησης που αποσκοπούν στην πληροφόρηση μιας Ανάλυσης Κόστους και Οφέλους η μέση τιμή είναι το μέτρο που χρησιμοποιείται στη διαδικασία αποτίμησης της Ολικής Οικονομικής Αξίας [198]. Η μέση τιμή τού ποσού WTP είναι το μέτρο που χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα έρευνα. Σύμφωνα με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά τού τελικού έγκυρου δείγματος και του ευρύτερου πληθυσμού των ενήλικων Ελλήνων πολιτών που παρουσιάστηκαν στον **Πίνακα 5.2**, οι επιμέρους μικρές αποκλίσεις μπορούν να θεωρηθούν αποδεκτές προκειμένου τα ευρήματα της έρευνας με βάση το τελικό έγκυρο δείγμα να μπορούν

να γενικευτούν ικανοποιητικά στον ευρύτερο πληθυσμό, υπό την παραδοχή της αντιπροσωπευτικότητας, για να διεξαχθεί μια πρώτη αδρή αποτίμηση της υπό εξέταση Ολικής Οικονομικής Αξίας.

Με βάση το σενάριο υποθετικής αξιολόγησης της έρευνας, το ποσό WTP που δηλώθηκε από τους ερωτηθέντες αφορούσε σε μία πληρωμή ανά άτομο ανά έτος για δέκα έτη. Η αναγωγή της μέσης τιμής του ποσού WTP έγινε, συνεπώς, στο σύνολο των Ελλήνων ηλικίας τουλάχιστον 18 ετών, το πλήθος των οποίων, με βάση τα δεδομένα του **Πίνακα 5.2**, είναι 8.926.161. Η υπό εξέταση Ολική Οικονομική Αξία που υπολογίστηκε για κάθε μία από τις τρεις μέσες τιμές που προέκυψαν από τις τρεις στατιστικές προσεγγίσεις παρουσιάζεται στον **Πίνακα 5.13**. Καθώς το σενάριο υποθετικής αξιολόγησης της έρευνας προέβλεπε πληρωμές για δέκα έτη -έως το 2030-, κρίθηκε σκόπιμο να διεξαχθεί και ένας υπολογισμός της Παρούσας Αξίας (Present Value, PV) των μελλοντικών οφελών, όπως προαναφέρθηκε στην **Υποενότητα 4.2**. Η PV που υπολογίστηκε από την εξίσωση (4.2.9) για κάθε μία από τις τρεις μέσες τιμές που προέκυψαν από τις τρεις στατιστικές προσεγγίσεις παρουσιάζεται επίσης στον **Πίνακα 5.13**.

Πίνακας 5.13: Ετήσια Ολική Οικονομική Αξία & Παρούσα Αξία 10 ετών με τρεις στατιστικές προσεγγίσεις

Στατιστική προσέγγιση	Ετήσια Ολική Οικον. Αξία (€)	Παρούσα Αξία δεκαετίας (€)
Μη παραμετρική εκτίμηση Kaplan-Meier (με τις μηδενικές τιμές)	131.839.398	1.068.930.329
Παραμετρική εκτίμηση χωρίς διερευνητικές μεταβλητές	162.545.392	1.317.889.051
Παραμετρική εκτίμηση με διερευνητικές μεταβλητές	212.799.678	1.725.341.844

6. Συζήτηση και Συμπεράσματα

6.1 Συζήτηση αποτελεσμάτων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, η εξερεύνηση του διαστήματος θεωρείται το ίδιο σημαντική με άλλους τομείς επιστημονικών ερευνών από την πλειοψηφία των ερωτηθέντων. Στην ερώτηση σχετικά με τους τρόπους με τους οποίους θα πρέπει να διεξάγεται η εξερεύνηση του διαστήματος, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε πως αυτή η εξερεύνηση θα πρέπει να γίνεται με παρατήρηση από τη Γη, με παρατήρηση από κάποια διαστημοσυσκευή, με ρομποτικές αποστολές επιτόπου στο πεδίο ενδιαφέροντος και με επανδρωμένες αποστολές επιτόπου στο πεδίο ενδιαφέροντος. Συγκεκριμένα, αναφορικά με την αναζήτηση εξωγήινων μικροοργανισμών στο ηλιακό μας σύστημα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων τη θεωρεί το ίδιο σημαντική με άλλους τομείς της εξερεύνησης του διαστήματος. Ειδικότερα, σχετικά με την ύπαρξη εξωγήινων μικροοργανισμών στον πλανήτη Άρη, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε άγνοια, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι περισσότερο από το 1/3 των ερωτηθέντων δήλωσε πως θεωρεί πως υπήρξαν μικροοργανισμοί στον πλανήτη Άρη στο παρελθόν και υπάρχουν τώρα.

Η δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών στους τομείς της διεξαγωγής επιστημονικών ερευνών στο διάστημα, της εξερεύνησης του διαστήματος, της αξιοποίησης των πόρων τού διαστήματος και της ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα είναι για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων μια θετική ή πολύ θετική εξέλιξη. Επιπροσθέτως, η σημαντική πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν είχε ακούσει ποτέ στο παρελθόν, πριν την παρούσα έρευνα, για το πρόβλημα της «Προστασίας των Πλανητών» από βιολογική επιμόλυνση, ενώ οι επικρατέστερες πηγές πληροφόρησης για όσους είχαν ακούσει στο παρελθόν για αυτό το πρόβλημα ήταν τα επιστημονικά ντοκιμαντέρ, τα επιστημονικά βιβλία ή τα επιστημονικά άρθρα, οι επιστημονικές ιστοσελίδες στο διαδίκτυο, αλλά και οι κινηματογραφικές ταινίες φαντασίας ή οι τηλεοπτικές σειρές φαντασίας.

Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τους ερωτηθέντες να δηλώσουν την άποψή τους σχετικά με την επάρκεια των γνώσεων των επιστημόνων διεθνώς για την ευθεία και την αντίστροφη επιμόλυνση. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα με το ότι οι γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς αυτήν τη στιγμή είναι αρκετές για να μπορούν να προβλέψουν με σιγουριά τις επιδράσεις που μπορούν να έχουν στο περιβάλλον του πλανήτη Άρη οι γήινοι μικροοργανισμοί. Το ίδιο ισχύει και για την αντίστροφη περίπτωση: η πλειοψηφία των ερωτηθέντων διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα με το ότι οι γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς αυτήν τη στιγμή είναι αρκετές για να μπορούν να προβλέψουν με σιγουριά τις επιδράσεις που μπορούν να έχουν στο γήινο περιβάλλον οι εξωγήινοι μικροοργανισμοί που ίσως υπάρχουν στον πλανήτη Άρη. Αναφορικά με την αναγκαιότητα αποφυγής της ευθείας επιμόλυνσης, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα με το ότι κάθε αποστολή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων και άλλου υλικού από τη Γη στον Άρη θα πρέπει να αποφεύγει την επιμόλυνση του Άρη με γήινο βιολογικό υλικό. Το ίδιο ισχύει και για την αντίστροφη περίπτωση: η πλειοψηφία των ερωτηθέντων συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα με το ότι κάθε επιστροφή και υποδοχή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων, δειγμάτων και άλλου υλικού από τον Άρη πίσω στη Γη θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ζήτημα βιολογικού κινδύνου, εάν υπήρξε απευθείας έκθεσή τους στο περιβάλλον του Άρη, μέχρι να αποδειχθεί το αντίθετο. Σχετικά με την εμπιστοσύνη των ερωτηθέντων προς τις ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα με την υπόθεση ότι θα εμπιστευόταν μια ιδιωτική εταιρεία να αναλάβει με υπευθυνότητα όλα τα ζητήματα της προστασίας της Γης και του Άρη από βιολογική επιμόλυνση που μπορεί να προκληθεί εξαιτίας των δραστηριοτήτων της.

Για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων, η μελλοντική κατασκευή και λειτουργία στην Ελλάδα των εγκαταστάσεων μιας ιδιωτικής εταιρείας για την αποστολή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων και άλλου υλικού από τη Γη στον Άρη είναι μια θετική ή πολύ θετική εξέλιξη. Το ίδιο ισχύει και για τη μελλοντική κατασκευή και λειτουργία στην Ελλάδα των εγκαταστάσεων μιας ιδιωτικής εταιρείας για την επιστροφή και την υποδοχή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων, δειγμάτων και άλλου υλικού από τον Άρη στη Γη. Παράλληλα, για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων, τα οφέλη που θα επιτευχθούν από την προστασία της Γης χάρη στην υιοθέτηση των επιπρόσθετων μέτρων που προτείνονται στο υποθετικό σενάριο της

έρευνας είναι αρκετά σημαντικά ή πολύ σημαντικά, ενώ το ίδιο ισχύει και για τα οφέλη που θα επιτευχθούν από την προστασία του Άρη. Εντούτοις, η οριακή πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν θα ψήφιζε υπέρ της υιοθέτησης των προτεινόμενων μέτρων σε εθνικό επίπεδο, έτσι ώστε η Ελλάδα να έχει ευθυγραμμιστεί με τις διεθνείς απαιτήσεις για την Προστασία των Πλανητών έως το 2030. Συγκεκριμένα, από το σύνολο των 259 ερωτηθέντων το 48,26% δήλωσε πως θα ψήφιζε υπέρ της πρότασης για την υιοθέτηση των προτεινόμενων επιπρόσθετων μέτρων, το 37,45% ψήφισε κατά αυτής της πρότασης εξαιτίας άρνησης διαμαρτυρίας, ενώ το 14,29% ψήφισε κατά αυτής της πρότασης εξαιτίας πραγματικής άρνησης. Άρα, το 14,29% των ερωτηθέντων προσδίδει πραγματικά μηδενική αξία στην υιοθέτηση μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή της ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας μελλοντικών ιδιωτικών διαστημικών αποστολών. Τέλος, μια μειοψηφία 10,4% των ερωτηθέντων που ψήφισαν υπέρ αυτής της πρότασης δήλωσε αβεβαιότητα ως προς την πληρωμή τού ποσού που θα ήταν πρόθυμη να συνεισφέρει.

Η εκτίμηση των μέτρων θέσης τού ποσού WTP από τα δεδομένα των ερωτήσεων αποτίμησης, συνυπολογίζοντας ως πραγματικά μηδενικές αξίες όλες τις δηλωθείσες αρνήσεις πληρωμής, διεξήχθη μέσω τριών στατιστικών προσεγγίσεων. Η μέση τιμή εκτιμήθηκε ως 14,77€, ως 18,21€ και ως 23,84€, ενώ η διάμεσος εκτιμήθηκε ως 0€ και στις τρεις περιπτώσεις, αφού η οριακή πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε άρνηση πληρωμής. Αντίστοιχα, η ετήσια Ολική Οικονομική Αξία για το σύνολο του ευρύτερου πληθυσμού υπολογίστηκε ως 131.839.398€, ως 162.545.392€ και ως 212.799.678€, ενώ υπολογίστηκε για κάθε περίπτωση και η Παρούσα Αξία προεξοφλημένη για μια δεκαετία ως 1.068.930.329€, ως 1.317.889.051€ και ως 1.725.341.844€.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ερωτηθέντες που δήλωσαν προθυμία πληρωμής πιστεύουν πως, κατά μέσο όρο, το ποσοστό τού δηλωθέντος ποσού που θα πρέπει να δαπανηθεί για μέτρα που θα εξασφαλίσουν την προστασία τού πλανήτη Άρη από την επιμόλυνσή του με μικροοργανισμούς από τη Γη είναι 39,56%, ενώ το ποσοστό τού δηλωθέντος ποσού που θα πρέπει να δαπανηθεί για μέτρα που θα εξασφαλίσουν την προστασία τής Γης από την πιθανή επιμόλυνσή της με μικροοργανισμούς από τον πλανήτη Άρη είναι 60,44% (αριθμητικοί μέσοι). Τέλος, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που δήλωσαν προθυμία πληρωμής προτάσσει ως κύριο κίνητρο πίσω

από την προθυμία πληρωμής για την προστασία του Άρη αξίες που συνθέτουν την αξία μη χρήσης, είτε αξία κληροδοτήματος είτε αξία ύπαρξης. Το ίδιο συμβαίνει και για την προστασία της Γης: η πλειοψηφία των ερωτηθέντων προτάσσει ως κύριο κίνητρο αξίες που συνθέτουν την αξία μη χρήσης, είτε αξία κληροδοτήματος είτε αξία ύπαρξης. Αυτά τα δύο στοιχεία ίσως συνηγορούν θετικά υπέρ της οριοθέτησης ενός αγαθού «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη» που ικανοποιεί συνολικά την ανάγκη να διατηρηθεί η βιόσφαιρα της Γης καθαρή από αρειανούς μικροοργανισμούς και ταυτόχρονα να διατηρηθεί το περιβάλλον του Άρη καθαρό από γήινους μικροοργανισμούς. Αυτό το αγαθό είχε υποτεθεί στην **Ενότητα 4** ως εκείνο το αγαθό του οποίου η ποιότητα θα επιδειωνόταν από τη μη υλοποίηση της πολιτικής που εξέτασε η παρούσα έρευνα. Το γεγονός ότι οι ερωτηθέντες δεν διαχωρίζουν σημαντικά μεταξύ τους τις περιπτώσεις της προστασίας της Γης και του Άρη, ούτε ως προς την κατάτμηση του ποσού σε κάθε μία από τις δύο περιπτώσεις, ούτε ως προς τις κύριες αξίες που τους παρακινούν για να δηλώσουν προθυμία πληρωμής, αλλά ούτε και ως προς τη σημασία των οφελών που αναμένουν να επιτευχθούν από την προστασία των δύο ουρανίων σωμάτων, θα μπορούσε να θεωρηθεί ένδειξη που υποδηλώνει πως οι ερωτηθέντες αντιλαμβάνονται όντως ως μια συνολική έννοια αυτό το αγαθό που είχε υποτεθεί.

Οι έλεγχοι συνάφειας έδειξαν τα παρακάτω. Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της παρελθοντικής γνώσης σχετικά με την Προστασία των Πλανητών και της πρόθεσης θετικής ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών: η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που είχαν παρελθοντική γνώση ήταν πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ. Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της άποψης σχετικά με την επάρκεια των γνώσεων των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση και της πρόθεσης θετικής ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών: η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που διαφωνούν ή διαφωνούν απόλυτα με την επάρκεια αυτών των γνώσεων είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ. Παρατηρείται, επιπλέον, ότι καθώς μειώνεται η σημασία των οφελών από την προστασία της Γης, όπως την αντιλαμβάνονται οι ερωτηθέντες, αυξάνεται η πρόθεση των ερωτηθέντων να ψηφίσουν κατά της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών. Μια τέταρτη συσχέτιση είναι εκείνη μεταξύ της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης και της πρόθεσης θετικής ψήφου υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών: η πλειοψηφία των ερωτηθέντων χωρίς πανεπιστημιακή εκπαίδευση δεν

είναι πρόθυμη να ψηφίσει υπέρ. Τέλος, καθώς αυξάνεται το καθαρό ετήσιο προσωπικό εισόδημα των ερωτηθέντων από κάθε πηγή εσόδων, αυξάνεται και η πρόθεση των ερωτηθέντων να ψηφίσουν υπέρ της υιοθέτησης εθνικών μέτρων Προστασίας των Πλανητών.

Άλλα σημαντικά πορίσματα των ελέγχων συνάφειας είναι τα παρακάτω. Καθώς βελτιώνεται η άποψη των ερωτηθέντων για τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς στο διάστημα βελτιώνεται και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη, αλλά και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη. Ακόμη, καθώς αυξάνεται η εμπιστοσύνη των ερωτηθέντων προς ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών, βελτιώνεται και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη, αλλά και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη. Επιπλέον, καθώς βελτιώνεται η άποψη των ερωτηθέντων σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη, βελτιώνεται και η άποψή τους σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη. Τέλος, καθώς αυξάνεται η αποδοχή από τους ερωτηθέντες της επάρκειας των γνώσεων των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση, βελτιώνεται οριακά και η άποψη των ερωτηθέντων σχετικά με ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα, φαίνεται ότι η στάση της πλειοψηφίας των ερωτηθέντων απέναντι στη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς της βιομηχανίας τού διαστήματος είναι θετική, τόσο γενικά όσο και ειδικότερα στην περίπτωση των ιδιωτικών εγκαταστάσεων στην Ελλάδα, καθώς υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των δύο. Συσχέτιση υπάρχει και μεταξύ της στάσης απέναντι στις ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη και για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη, γεγονός το οποίο υποδεικνύει πως δεν υπάρχει κάποια αντιληφθείσα σημαντική διαφοροποίηση αυτών των εγκαταστάσεων με βάση, για παράδειγμα, την επικινδυνότητά τους κατά την κρίση των ερωτηθέντων. Σημαντικός παράγοντας στη θετική στάση των ερωτηθέντων απέναντι σε αυτά τα ιδιωτικά εγχειρήματα είναι η εμπιστοσύνη τους προς τις ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών, ενώ ειδικά στην περίπτωση των ιδιωτικών

εγκαταστάσεων στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη στη Γη σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η αποδοχή από τους ερωτηθέντες της επάρκειας των γνώσεων των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση.

Αυτή η θετική στάση των ερωτηθέντων προς τα ιδιωτικά εγχειρήματα υπό τον όρο, όμως, της τήρησης της Προστασίας των Πλανητών και με την προϋπόθεση της επάρκειας των επιστημονικών γνώσεων ειδικά για την προστασία της Γης πηγάζει από λογικά κίνητρα: οι ερωτηθέντες αντιλαμβάνονται την ύπαρξη οφελών που δύνανται να προκύψουν τόσο από την προστασία του Άρη όσο και από την προστασία της Γης. Μάλιστα, ένα σημαντικό ποσοστό των ερωτηθέντων είναι πρόθυμο να πληρώσει για την υιοθέτηση επιπρόσθετων μέτρων που θα εξασφαλίσουν τη λειτουργία των ιδιωτικών εγχειρημάτων με τρόπο που να τηρείται η Προστασία των Πλανητών, ενώ σημαντικό ρόλο σε αυτήν την πρόθεση πληρωμής διαδραματίζει η παρελθοντική γνώση σχετικά με την Προστασία των Πλανητών, η ολοκλήρωση κάποιου επιπέδου πανεπιστημιακής εκπαίδευσης και το ύψος του καθαρού ετήσιου προσωπικού εισοδήματος.

6.2 Συμβολή και πρωτοτυπία της διδακτορικής διατριβής

Όπως συζητήθηκε στην **Ενότητα 2**, στην περίπτωση των ιδιωτικών εγχειρημάτων επιστημονικής έρευνας στο διάστημα, εξερεύνησης του διαστήματος, αξιοποίησης των πόρων του διαστήματος και ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα φαίνεται να εμφανίζεται μία σύγκλιση σημαντικών ερευνητικών κενών, γεγονός που δημιουργεί μεγάλη αβεβαιότητα σε επίπεδο πολιτικής για την Προστασία των Πλανητών. Η παρούσα διδακτορική διατριβή εισήγαγε για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία μία νέα οπτική στα ζητήματα Προστασίας των Πλανητών, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η σύγκλιση αυτών των ερευνητικών κενών. Αυτή η νέα οπτική αξιοποιήθηκε για να επιτευχθεί η αναγνώριση των διάφορων αξιών που εμπλέκονται στα ζητήματα της ανθρώπινης παρέμβασης στο διαστημικό περιβάλλον και στην ποσοτική εκτίμησή τους για την αποτελεσματική εξισορρόπηση των σχετικών παραγόντων κόστους και οφέλους, ιδιαίτερα για την εκ των προτέρων αξιολόγηση νέων πολιτικών Προστασίας των Πλανητών. Συγκεκριμένα, για την εν λόγω

ποσοτική εκτίμηση, υιοθετήθηκε μια προσέγγιση από τη σκοπιά των εφαρμοσμένων Οικονομικών του Περιβάλλοντος που είναι ήδη στενά συνυφασμένα με την επίγεια Πολιτική του Περιβάλλοντος.

Η προσέγγιση του ζητήματος της ευθείας επιμόλυνσης εξαιτίας των ιδιωτικών διαστημικών εγχειρημάτων υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος φανέρωσε για πρώτη φορά τέσσερις πτυχές της ευθείας επιμόλυνσης ως μιας αρνητικής εξωτερικότητας που υποβαθμίζει την ποιότητα τεσσάρων αγαθών με αδυναμία αποκλεισμού που βρίσκονται στον πλανήτη Άρη: του αγαθού της αστροβιολογικής επιστημονικής γνώσης, του αγαθού της εξωγήινης βιοποικιλότητας, του αγαθού των πλανητικών πόρων και του αγαθού της μελλοντικής οικοποίησης. Δεδομένης της τρέχουσας έλλειψης ενός υποχρεωτικού υπερεθνικού νομικού πλαισίου για την επιβολή των προδιαγραφών Προστασίας των Πλανητών σε ιδιωτικές εταιρείες που θα μπορούσαν να εκτοξεύσουν μια αποστολή από κάθε κράτος, αλλά και της προσπάθειας ελαχιστοποίησης του ιδιωτικού κόστους που αναμένεται να αποτελέσει καίριο πυλώνα των μελλοντικών διαστημικών εγχειρημάτων, τονίστηκε ο κίνδυνος να προκληθούν αρνητικές εξωτερικότητες εξαιτίας της πιθανής ανεύθυνης συμπεριφοράς των ιδιωτικών εταιρειών προς τα περιβαλλοντικά αγαθά με αδυναμία αποκλεισμού που βρίσκονται στον Άρη.

Η προσέγγιση του ζητήματος της αντίστροφης επιμόλυνσης εξαιτίας των ιδιωτικών διαστημικών εγχειρημάτων υπό το πρίσμα των Οικονομικών του Περιβάλλοντος φανέρωσε για πρώτη φορά ότι το ζήτημα της δίκαιης κατανομής των κοινωνικών κοστών και των κοινωνικών οφελών είναι αυτό που αναμένεται να διαδραματίσει καίριο ρόλο σε αυτήν την περίπτωση, όχι απλώς η διαφορά των κοινωνικών κοστών και των κοινωνικών οφελών που είναι καίριας σημασίας στην περίπτωση της ευθείας επιμόλυνσης. Στην περίπτωση της αντίστροφης επιμόλυνσης, η ρίζα του προβλήματος δεν είναι η ύπαρξη νομικών κενών, αλλά η έλλειψη περιβαλλοντικής δικαιοσύνης. Αυτή η έλλειψη δύναται να οδηγήσει σε διχασμό των πολιτών, στην επακόλουθη αντίδραση και αντίσταση ορισμένων ομάδων πολιτών και, τέλος, στην επίδραση της κοινής γνώμης στη χάραξη μιας παρακωλυτικής κρατικής πολιτικής που θα παρεμποδίσει τέτοια αμφιλεγόμενα ιδιωτικά εγχειρήματα. Το αποτέλεσμα, όμως, δεν θα έχει καθολική αποτρεπτική ισχύ: η πιθανή υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος, της υγείας και της ασφάλειας εξαιτίας ενός γεγονότος αντίστροφης επιμόλυνσης θα μεταφερθεί απλώς σε κάποιο άλλο μη προνομιούχο και

πρόθυμο κράτος, όπου η διαχείριση ενός συμβάντος παραβίασης της καραντίνας θα είναι ακόμη δυσκολότερη.

Προς αποφυγή αυτών των προβλημάτων παγκόσμιας κλίμακας που δύνανται να προκύψουν και στις δύο περιπτώσεις, προτάθηκε η πληροφόρηση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων με ποσοτικές πληροφορίες για τα εσωτερικά και εξωτερικά κόστη και οφέλη για την καθοδήγηση μελλοντικών μελετών CBA, αλλά και για τη διερεύνηση της κατανομής αυτών των κοστών και των οφελών με περιβαλλοντικώς δίκαιο τρόπο. Ειδικότερα, μάλιστα, στο πλαίσιο της παρούσας διδακτορικής διατριβής διεξήχθη μια εμπειρική έρευνα για την εκ των προτέρων αποτίμηση του εξωτερικού οφέλους -δηλαδή της Ολικής Οικονομικής Αξίας- μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή τής ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας των μελλοντικών ιδιωτικών αποστολών. Ως περίπτωση ενός κράτους που θα υλοποιούσε δυνητικά μια τέτοια εθνική πολιτική επιλέχθηκε η Ελλάδα, σύμφωνα με τη γενική πρόβλεψη του Νόμου 4508/2017. Αυτή ήταν η πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία που διεξήχθη μια τέτοια μελέτη αποτίμησης της αξίας μιας πολιτικής για την αποφυγή τής επιδείνωσης της ποιότητας του αγαθού τής «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη» με τη χρήση μεθόδων των Οικονομικών τού Περιβάλλοντος. Τόσο η τιμή τής προθυμίας πληρωμής και της Ολικής Οικονομικής Αξίας που υπολογίστηκαν όσο και το ερωτηματολόγιο που κατασκευάστηκε εκ του μηδενός για τις ανάγκες αυτής της έρευνας αναμένεται να αποτελέσουν καίρια εργαλεία σε διεθνές επίπεδο και να υποστηρίξουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για τη χάραξη νέων πολιτικών Προστασίας των Πλανητών μέσω της αναπαραγωγής αυτής της εφαρμογής και για τις περιπτώσεις άλλων κρατών.

Παράλληλα, η παρούσα διδακτορική διατριβή αποκάλυψε για πρώτη φορά μέσω των επικουρικών ερωτήσεων της έρευνας αποτίμησης και άλλα στοιχεία σχετικά με τις στάσεις, τις θέσεις, τις πεποιθήσεις, τις απόψεις και τις προτιμήσεις των ενήλικων Ελλήνων πολιτών, τα οποία δύνανται να φανούν χρήσιμα τόσο για επόμενες έρευνες αναφορικά με την εξερεύνηση του διαστήματος, την αστροβιολογία, την Προστασία των Πλανητών και τη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών στο διάστημα όσο και για τη χάραξη διαστημικής πολιτικής σε εθνικό επίπεδο.

6.3 Περιορισμοί της έρευνας και προτάσεις για το μέλλον

Ο σημαντικότερος περιορισμός της παρούσας έρευνας ήταν η έλλειψη χρηματοδότησης και η κάλυψη του συνόλου τού κόστους ιδίως εξόδοις από τον υποψήφιο διδάκτορα. Μια μελλοντική υλοποίηση αυτής της έρευνας χωρίς αυτόν τον περιορισμό θα μπορούσε να στοχεύσει σε μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος, στη δοκιμή διαφορετικών τεχνικών εκμείωσης ποσού, αλλά και στη χρήση διαφορετικής μεθόδου συλλογής πρωτογενών δεδομένων, για παράδειγμα στη χρήση τηλεφωνικών συνεντεύξεων. Ένας επιπλέον περιορισμός της έρευνας ήταν η πλήρης έλλειψη παρόμοιων ερευνών στη διεθνή βιβλιογραφία, γεγονός το οποίο οδήγησε σε σημαντικούς συμβιβασμούς προκειμένου να διατηρηθεί το μέγεθος του ερωτηματολογίου αρκετά μικρό, ώστε η συμπλήρωσή του να μην είναι υπερβολικά χρονοβόρα, αλλά και αρκετά μεγάλο, ώστε να συμπεριληφθούν οι σημαντικότερες ερωτήσεις που θα μπορούσαν να αποκαλύψουν χρήσιμες πληροφορίες για τους ερωτηθέντες. Τα πορίσματα αυτής της έρευνας θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε μελλοντικές ερευνητικές υλοποιήσεις, προκειμένου να εξεταστεί και η χρήση διαφορετικών ερωτήσεων, είτε ως προς τη διατύπωση είτε ως προς το περιεχόμενο. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί πως η γενίκευση των πορισμάτων από το δείγμα προς τον ευρύτερο πληθυσμό ήταν μεν εύλογη, με βάση τις μικρές διαφοροποιήσεις στα χαρακτηριστικά των δύο πληθυσμών, διεξήχθη όμως με την επιφύλαξη της πρώτης προσέγγισης. Μια επανάληψη της έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα θα μπορούσε να λειτουργήσει συμπληρωματικά ως προς αυτά τα πρώτα αποτελέσματα και να βελτιώσει την ακρίβεια των οικονομικών εκτιμήσεων. Επιπλέον, η παρούσα έρευνα περιορίστηκε στην αποτίμηση της αξίας μιας πολιτικής για την αποφυγή της επιδείνωσης της ποιότητας του αγαθού της «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη». Η πολιτική που αποτιμήθηκε ήταν γενική, αφορούσε ταυτόχρονα στη Γη και στον Άρη, χάριν ευκολίας και απλότητας, και δεν περιέγραφε εξαντλητικά συγκεκριμένες ενέργειες και πρακτικές, λόγω έλλειψης παρόμοιων ερευνών στη διεθνή βιβλιογραφία. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εξετάσουν πιο συγκεκριμένες και λεπτομερείς προτάσεις πολιτικής ώστε να βρεθεί αν οδηγούν σε διαφορετικά ποσά προθυμίας πληρωμής.

Επιπροσθέτως, η παρούσα έρευνα περιορίστηκε στην εκμείωση πληροφοριών από τους ερωτηθέντες για προταθείσες ιδιωτικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα σε επίπεδο κράτους. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εξετάσουν συγκεκριμένες τιμές μιας μεταβλητής απόστασης της κατοικίας των ερωτηθέντων από τις προταθείσες εγκαταστάσεις, ώστε να διερευνηθεί η ενδεχόμενη επίδραση του γεωγραφικού παράγοντα στις στάσεις των ερωτηθέντων. Χάρην διευκόλυνσης της υλοποίησης της έρευνας και δεδομένου τού περιορισμού τής αυτοχρηματοδότησής της, το κράτος που επιλέχθηκε για την παρούσα εφαρμογή ήταν η Ελλάδα, η οποία δεν εμπλέκεται προς το παρόν εντατικά σε δραστηριότητες εξερεύνησης του διαστήματος, ούτε και διαθέτει ιδιωτική διαστημική βιομηχανία που να δραστηριοποιείται στους τομείς που περιέγραψε το υποθετικό σενάριο. Η μελλοντική υλοποίηση της έρευνας σε κράτη που δραστηριοποιούνται ενεργά σε αυτόν τον χώρο και διαθέτουν ήδη τέτοιες ιδιωτικές εταιρείες, λ.χ. στις ΗΠΑ, κρίνεται, επομένως, υψίστης σημασίας για την πληροφόρηση των σχετικών διαδικασιών χάραξης πολιτικής. Φυσικά, η παρούσα έρευνα περιορίστηκε στην ποσοτική αποτίμηση μόνο τού εξωτερικού οφέλους που αναμένεται να προκύψει από την προστασία τού αγαθού τής «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη». Η μελλοντική ποσοτική αποτίμηση και των υπόλοιπων παραγόντων που συνθέτουν το κοινωνικό κόστος και το κοινωνικό όφελος θα ήταν απαραίτητη για τη διενέργεια μιας πλήρους μελέτης CBA, αλλά και για τη διερεύνηση της περιβαλλοντικώς δίκαιης κατανομής των κοινωνικών οφελών και των κοινωνικών κοστών, για κάποια σαφώς ορισμένη περίπτωση με πρακτικό ενδιαφέρον για τη χάραξη σχετικής πολιτικής.

Τέλος, ένας απρόβλεπτος περιορισμός ήταν η χρονική περίοδος συλλογής των δεδομένων τής τελικής υλοποίησης της έρευνας στο πεδίο. Η συλλογή αυτών των δεδομένων διεξήχθη εν μέσω τής πανδημίας COVID-19 του 2020, γεγονός το οποίο μπορεί να επηρέασε είτε θετικά είτε αρνητικά τις απαντήσεις των ερωτηθέντων, ιδιαίτερα στις κεντρικές ερωτήσεις αποτίμησης του ερωτηματολογίου. Μια επαναληπτική διεξαγωγή τής έρευνας στο μέλλον θα μπορούσε να διαλευκάνει το αν η εν λόγω πανδημία είχε όντως κάποια επίδραση στις προτιμήσεις που δήλωσαν οι ερωτηθέντες.

6.4 Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα

Ανακεφαλαιώνοντας, η παρούσα διδακτορική διατριβή εισήγαγε για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία μια προσέγγιση Οικονομικών τού Περιβάλλοντος στα προβλήματα Προστασίας των Πλανητών, ιδιαίτερα μεταξύ Γης και Άρη, που δύνανται να ανακύψουν στο μέλλον εξαιτίας τής δραστηριοποίησης ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς τής διαστημικής βιομηχανίας. Τα δύο από τα τρία θεμέλια αυτής της προσέγγισης ήταν οι θεωρητικές οριοθετήσεις τού ζητήματος της ευθείας επιμόλυνσης και του ζητήματος της αντίστροφης επιμόλυνσης ως προβλημάτων Οικονομικών τού Περιβάλλοντος, σύμφωνα με τη συλλογιστική πορεία που παρουσιάστηκε στην **Ενότητα 3**. Το τρίτο θεμέλιο αυτής της προσέγγισης ήταν οι βέλτιστες πρακτικές ορθής διεξαγωγής όλων των σταδίων μιας έρευνας CVM που παρουσιάστηκαν στην **Ενότητα 4**.

Βασισμένη σε αυτά τα θεμέλια, η εμπειρική εφαρμογή τής παρούσας διδακτορικής διατριβής αφορούσε στην εκ των προτέρων αποτίμηση του εξωτερικού οφέλους -δηλαδή της Ολικής Οικονομικής Αξίας- μιας εθνικής πολιτικής για την αποφυγή τής ευθείας και της αντίστροφης επιμόλυνσης μεταξύ Γης και Άρη που θα μπορούσε να προκληθεί εξαιτίας των μελλοντικών ιδιωτικών αποστολών, για την περίπτωση της Ελλάδας. Αναδιατυπώνοντας, στόχος τής εν λόγω υποθετικής πολιτικής ήταν η αποφυγή τής επιδείνωσης της ποιότητας του αγαθού τής «διαπλανητικής βιολογικής απομόνωσης μεταξύ Γης και Άρη», το οποίο ορίστηκε συνολικά επίσης για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία.

Τα αποτελέσματα αυτής της εμπειρικής εφαρμογής έδειξαν πως μόνο το 14,29% των ερωτηθέντων προσδίδει πραγματικά μηδενική αξία στην υιοθέτηση μιας τέτοιας εθνικής πολιτικής. Το 48,26% των ερωτηθέντων είναι πρόθυμο να πληρώσει για την υιοθέτηση αυτής της πολιτικής, ενώ το 37,45% αντιστέκεται σε αυτήν την πολιτική εξαιτίας άρνησης διαμαρτυρίας. Η εκτίμηση των μέτρων θέσης τού ποσού WTP από τα δεδομένα των ερωτήσεων αποτίμησης, συνυπολογίζοντας ως πραγματικά μηδενικές αξίες όλες τις δηλωθείσες αρνήσεις πληρωμής, διεξήχθη μέσω τριών στατιστικών προσεγγίσεων. Η μέση τιμή εκτιμήθηκε ως 14,77€, ως 18,21€ και ως 23,84€, ενώ η διάμεσος εκτιμήθηκε ως 0€ και στις τρεις περιπτώσεις, αφού η οριακή πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε άρνηση πληρωμής. Αντίστοιχα, η

ετήσια Ολική Οικονομική Αξία για το σύνολο του ευρύτερου πληθυσμού υπολογίστηκε ως 131.839.398€, ως 162.545.392€ και ως 212.799.678€, ενώ υπολογίστηκε για κάθε περίπτωση και η Παρούσα Αξία προεξοφλημένη για μια δεκαετία ως 1.068.930.329€, ως 1.317.889.051€ και ως 1.725.341.844€.

Συμπληρωματικά προς τα παραπάνω αποτελέσματα, η περιγραφική ανάλυση και ο έλεγχος συνέπειας των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου της έρευνας υπέδειξαν τα εξής. Η στάση της πλειοψηφίας των ερωτηθέντων απέναντι στη δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών σε νέους τομείς της βιομηχανίας τού διαστήματος είναι θετική, τόσο γενικά όσο και ειδικότερα στην περίπτωση των ιδιωτικών εγκαταστάσεων στην Ελλάδα, είτε για αποστολές από τη Γη προς τον Άρη είτε για επιστροφές από τον Άρη προς τη Γη, γεγονός το οποίο υποδεικνύει πως δεν υπάρχει κάποια αντιληφθείσα σημαντική διαφοροποίηση αυτών των εγκαταστάσεων με βάση, για παράδειγμα, την επικινδυνότητά τους κατά την κρίση των ερωτηθέντων. Σημαντικός παράγοντας στη θετική στάση των ερωτηθέντων απέναντι σε αυτά τα ιδιωτικά εγχειρήματα είναι η εμπιστοσύνη τους προς τις ιδιωτικές εταιρείες για την τήρηση της Προστασίας των Πλανητών, ενώ ειδικά στην περίπτωση των ιδιωτικών εγκαταστάσεων στην Ελλάδα για επιστροφές από τον Άρη στη Γη σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η αποδοχή από τους ερωτηθέντες της επάρκειας των γνώσεων των επιστημόνων διεθνώς για την αντίστροφη επιμόλυνση. Αυτή η θετική στάση των ερωτηθέντων προς τα ιδιωτικά εγχειρήματα υπό τον όρο, όμως, της τήρησης της Προστασίας των Πλανητών και με την προϋπόθεση της επάρκειας των επιστημονικών γνώσεων ειδικά για την προστασία της Γης πηγάζει από λογικά κίνητρα: οι ερωτηθέντες αντιλαμβάνονται την ύπαρξη οφελών που δύνανται να προκύψουν τόσο από την προστασία τού Άρη όσο και από την προστασία της Γης. Μάλιστα, όπως παρουσιάστηκε, ένα σημαντικό ποσοστό εξ αυτών είναι πρόθυμο να πληρώσει για την υιοθέτηση επιπρόσθετων μέτρων που θα εξασφαλίσουν τη λειτουργία των ιδιωτικών εγχειρημάτων με τρόπο που να τηρείται η Προστασία των Πλανητών.

Εν κατακλείδι, η παρούσα διδακτορική διατριβή εισήγαγε για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία μία νέα οπτική στα ζητήματα Προστασίας των Πλανητών, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η σύγκλιση σημαντικών ερευνητικών κενών. Τόσο η τιμή της προθυμίας πληρωμής και της Ολικής Οικονομικής Αξίας που υπολογίστηκαν κατά τη διεξαγωγή της εμπειρικής έρευνας της διδακτορικής διατριβής όσο και το

ερωτηματολόγιο που κατασκευάστηκε εκ του μηδενός για τις ανάγκες αυτής της έρευνας αναμένεται να αποτελέσουν καίρια εργαλεία σε διεθνές επίπεδο και να υποστηρίξουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για τη χάραξη νέων πολιτικών Προστασίας των Πλανητών μέσω της αναπαραγωγής αυτής της εφαρμογής και για τις περιπτώσεις άλλων κρατών. Η μελλοντική ποσοτική αποτίμηση και των υπόλοιπων παραγόντων που συνθέτουν το κοινωνικό κόστος και το κοινωνικό όφελος ενός σχετικού έργου ή μιας σχετικής πολιτικής θα ήταν απαραίτητη για τη διενέργεια μιας πλήρους μελέτης CBA, αλλά και για τη διερεύνηση της περιβαλλοντικής δίκαιης κατανομής των κοινωνικών οφελών και των κοινωνικών κοστών, για κάποια σαφώς ορισμένη περίπτωση με πρακτικό ενδιαφέρον. Τέτοιου τύπου σαφώς ορισμένες περιπτώσεις με πρακτικό ενδιαφέρον αναμένεται να ανακύψουν στο εγγύς μέλλον σε κράτη που δραστηριοποιούνται ενεργά στον χώρο των νέων τομέων της διαστημικής βιομηχανίας και διαθέτουν ήδη ιδιωτικές εταιρείες με αντίστοιχα ενδιαφέροντα, λ.χ. στις ΗΠΑ.

Βιβλιογραφία

- [1] A. González, "A Snapshot of Commercial Space: an EU Fellowship Report," Center for Science and Technology Policy Research, Boulder, CO, USA, 2017.
- [2] A. Vernile, *The Rise of Private Actors in the Space Sector*, Vienna, Austria: European Space Policy Institute, 2018.
- [3] KIWI, "KIWI: your ticket to microgravity," 2019. [Online]. Available: <http://www.kiwi-microgravity.com/>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [4] Space Applications Services NV/SA, "ICE CUBES," 2019. [Online]. Available: <http://www.icecubesservice.com/#whats-is>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [5] ISS U.S. National Laboratory, "Science in space to benefit life on Earth," 2019. [Online]. Available: <https://www.issnationallab.org/>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [6] Airbus Defence and Space GmbH, "Bartolomeo," 2019. [Online]. Available: <https://www.airbus.com/space/space-infrastructures/bartolomeo.html>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [7] ISECG, "The Global Exploration Roadmap," NASA, Washington, DC, 2018.
- [8] NASA, "First Commercial Moon Delivery Assignments to Advance Artemis," 2020. [Online]. Available: <https://www.nasa.gov/feature/first-commercial-moon-delivery-assignments-to-advance-artemis>. [Accessed 26 / 1 / 2020].
- [9] Lockheed Martin Corporation, "Lockheed Martin Selected for NASA's Commercial Lunar Lander Payload Services Contract," 2018. [Online]. Available: <https://news.lockheedmartin.com/2018-11-29-Lockheed-Martin-Selected-for-NASAs-Commercial-Lunar-Lander-Payload-Services-Contract>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [10] Moon Express, "SCALABLE ROBOTIC SPACECRAFT," 2020. [Online]. Available: <http://moonexpress.com/#explorers>. [Accessed 25 / 1 / 2020].
- [11] Moon Express, "THREE MAIDEN EXPEDITIONS," 2020. [Online]. Available: <http://moonexpress.com/#expeditions>. [Accessed 25 / 1 / 2020].
- [12] R. Loder, "Asteroid Mining: Ecological Jurisprudence beyond Earth," *Virginia Environmental Law Journal*, vol. 36, no. 1, pp. 275-317, 2018.
- [13] NASA, "NASA Names Companies to Develop Human Landers for Artemis Moon Missions," 2020. [Online]. Available: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-names-companies-to-develop-human-landers-for-artemis-moon-missions>. [Accessed 10 / 7 / 2020].

- [14] NASA, "NASA Astronauts Launch from America in Historic Test Flight of SpaceX Crew Dragon," 2020. [Online]. Available: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-astronauts-launch-from-america-in-historic-test-flight-of-spacex-crew-dragon>. [Accessed 10 / 7 / 2020].
- [15] K. Shahar and D. Greenbaum, "Lessons in space regulations from the lunar tardigrades of the Beresheet hard landing," *Nature Astronomy*, vol. 4, pp. 208-209, 2020.
- [16] A. A. Gonzales and C. R. Stoker, "An efficient approach for Mars Sample Return using emerging commercial capabilities," *Acta Astronautica*, vol. 123, pp. 16-25, 2016.
- [17] C. M. Entrena Utrilla and C. Welch, "Development Roadmap and Business Case for a Private Mars Settlement," *New Space*, vol. 5, no. 3, pp. 170-185, 2017.
- [18] NASA/JPL, "Beyond Mars, the Mini MarCO Spacecraft Fall Silent," 2019. [Online]. Available: <https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=7327>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [19] Blue Origin, "Suborbital Spaceflight: New Shepard," 2019. [Online]. Available: <https://www.blueorigin.com/new-shepard/>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [20] Virgin Galactic, "Mission: What We Do," 2019. [Online]. Available: <https://www.virgingalactic.com/mission/>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [21] Axiom Space, "Space Tourism," 2019. [Online]. Available: <https://axiomspace.com/space-tourism/>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [22] Forbes.com, "Mankind's First Space Hotel Is Coming In 2021 - Probably," 2018. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/duncanmadden/2018/03/09/mankinds-first-space-hotel-is-coming-in-2021-probably/>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [23] Blue Origin, "Lunar Transport: Blue Moon," 2019. [Online]. Available: <https://www.blueorigin.com/blue-moon>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [24] SpaceX, "Missions to Mars," 2017. [Online]. Available: <https://www.spacex.com/mars>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [25] Lockheed Martin Corporation, "Mars Base Camp," 2019. [Online]. Available: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/mars-base-camp.html>. [Accessed 2 / 8 / 2019].
- [26] NASA, "NID 8715.129 - Subject: Biological Planetary Protection for Human Missions to Mars," 2020. [Online]. Available: https://nodis3.gsfc.nasa.gov/OPD_docs/NID_8715_129_.pdf. [Accessed 10 / 7 / 2020].
- [27] S. D. Domagal-Goldman, K. E. Wright, K. Adamala, L. A. De La Rubia, J. Bond, L. R. Dartnell, A. D. Goldman, K. Lynch, M. E. Naud, I. G. Paulino-Lima, K. Singer and M. Walter-Antonio, "The Astrobiology Primer v2.0," *Astrobiology*, vol. 16, no. 8, pp. 561-653, 2016.
- [28] Y. Yoshimura, "Chapter 23: The Search for Life on Mars," in *Astrobiology: From the Origins of Life to the Search for Extraterrestrial Intelligence*, A. Yamagishi, T. Kakegawa and T. Usui, Eds.,

Singapore, Springer Nature, 2019, pp. 367-381.

- [29] C. C. Benton, "Chapter 12.4: Searching for Extraterrestrial Life in Our Solar System," in *Handbook of Astrobiology*, V. M. Kolb, Ed., Boca Raton, Florida, CRC Press, 2019, pp. 801-817.
- [30] K. Biemann, J. I. I. P. T. Oro, P. Toulmin III, L. E. Orgel, A. O. Nier, D. M. Anderson, P. G. Simmonds, D. Flory, A. V. Diaz, D. R. Rushneck, J. E. Biller and A. L. Lafleur, "The search for organic substances and inorganic volatile compounds in the surface of Mars," *Journal of Geophysical Research*, vol. 82, no. 28, pp. 4641-4658, 1977.
- [31] R. Navarro-González and C. P. McKay, "Reply to comment by Biemann and Bada on "Reanalysis of the Viking results suggests perchlorate and organics at midlatitudes on Mars"," *Journal of Geophysical Research: Planets*, vol. 116, no. E12002, pp. 1-6, 2011.
- [32] J. L. Eigenbrode, R. E. Summons, A. Steele, C. Freissinet, M. Millan, R. Navarro-González, B. Sutter, A. C. McAdam, H. B. Franz, D. P. Glavin, P. D. Archer, P. R. Mahaffy, P. G. Conrad, J. A. Hurowitz, J. P. Grotzinger, S. Gupta, D. W. Ming, D. Y. Sumner, C. Szopa, C. Malespin, A. Buch and P. Coll, "Organic matter preserved in 3-billion-year-old mudstones at Gale crater, Mars," *Science*, vol. 360, no. 6393, pp. 1096-1101, 2018.
- [33] C. Freissinet, D. P. Glavin, P. R. Mahaffy, K. E. Miller, J. L. Eigenbrode, R. E. Summons, A. E. Brunner, A. Buch, C. Szopa, P. D. Archer Jr, H. B. Franz, S. K. Atreya, W. B. Brinckerhoff, M. Cabane, P. Coll, P. G. Conrad, D. J. D. Marais, J. P. Dworkin, A. G. Fairén, P. François, J. P. Grotzinger, S. Kashyap, K. ILt, L. A. Leshin, C. A. Malespin, M. G. Martin, F. J. Martin-Torres, A. C. McAdam, D. W. Ming, R. Navarro-González, A. A. Pavlov, B. D. Prats, S. W. Squyres, A. Steele, J. C. Stern, D. Y. Sumner, B. Sutter and M. P. Zorzano, "Organic molecules in the Sheepbed Mudstone, Gale Crater, Mars," *Journal of Geophysical Research: Planets*, vol. 120, no. 3, pp. 495-514, 2015.
- [34] H. P. Klein, "The Viking biological experiments on Mars," *Icarus*, vol. 34, no. 3, pp. 666-674, 1978.
- [35] G. V. Levin and P. A. Straat, "Viking Labeled Release biology experiment: interim results," *Science*, vol. 194, no. 4271, pp. 1322-1329, 1976.
- [36] N. H. Horowitz, G. L. Hobby and J. S. Hubbard, "The Viking carbon assimilation experiments: interim report," *Science*, vol. 194, no. 4271, pp. 1321-1322, 1976.
- [37] M. C. Malin and M. H. Carr, "Groundwater formation of Martian valleys," *Nature*, vol. 397, no. 6720, pp. 589-591, 1999.
- [38] M. C. Malin and K. S. Edgett, "Sedimentary rocks of early Mars," *Science*, vol. 290, no. 5498, pp. 1927-1937, 2000.
- [39] W. C. Feldman, W. V. Boynton, R. L. Tokar, T. H. Prettyman, O. Gasnault, S. W. Squyres, R. C. Elphic, D. J. Lawrence, S. L. Lawson, S. Maurice, G. W. McKinney, K. R. Moore and R. C. Reedy, "Global distribution of neutrons from Mars: Results from Mars Odyssey," *Science*, vol. 297, no. 5578, pp. 75-78, 2002.

- [40] A. Gendrin, N. Mangold, J. P. Bibring, Y. Langevin, B. Gondet, F. Poulet, G. Bonello, C. Quantin, J. Mustard, R. Arvidson and S. LeMouélic, "Sulfates in Martian layered terrains: the OMEGA/Mars Express view," *Science*, vol. 307, no. 5715, pp. 1587-1591, 2005.
- [41] S. W. Squyres and A. H. Knoll, "Sedimentary rocks at Meridiani Planum: Origin, diagenesis, and implications for life on Mars," *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 240, no. 1, pp. 1-10, 2005.
- [42] P. H. Smith, L. K. Tamppari, R. E. Arvidson, D. Bass, D. Blaney, W. V. Boynton, A. Carswell, D. C. Catling, B. C. Clark, T. Duck, E. DeJong, D. Fisher, W. Goetz, H. P. Gunnlaugsson, M. H. Hecht, V. Hipkin, J. Hoffman, S. F. Hviid, H. U. Keller, S. P. Kounaves, C. F. Lange, M. T. Lemmon, M. B. Madsen, W. J. Markiewicz, J. Marshall, C. P. McKay, M. T. Mellon, D. W. Ming, R. V. Morris, W. T. Pike, N. Renno, U. Staufer, C. Stoker, P. Taylor, J. A. Whiteway and A. P. Zent, "H₂O at the Phoenix landing site," *Science*, vol. 325, no. 5936, pp. 58-61, 2009.
- [43] J. Lasue, N. Mangold, E. Hauber, S. Clifford, W. Feldman, O. Gasnault, C. Grima, S. Maurice and O. Mousis, "Quantitative assessments of the martian hydrosphere," *Space Science Reviews*, vol. 174, no. 1-4, pp. 155-212, 2013.
- [44] F. J. Martin-Torres, M. P. Zorzano, P. Valentín-Serrano, A. M. Harri, M. Genzer, O. Kempainen, E. G. Rivera-Valentin, I. Jun, J. Wray, M. B. Madsen, W. Goetz, A. S. McEwen, C. Hardgrove, N. Renno, V. F. Chevrier, M. Mischna, R. Navarro-González, J. Martinez-Frias, P. Conrad, T. McConnochie, C. Cockell, G. Berger, A. R. Vasavada, D. Sumner and D. Vaniman, "Transient liquid water and water activity at Gale crater on Mars," *Nature Geoscience*, vol. 8, pp. 357-361, 2015.
- [45] R. Orosei, S. E. Lauro, E. Pettinelli, A. Cicchetti, M. Coradini, B. Cosciotti, F. Di Paolo, E. Flamini, E. Mattei, M. Pajola, F. Soldovieri, M. Cartacci, F. Cassent, A. Frigeri, S. Giuppi, R. Martufi, A. Masdea, G. Mitri, C. Nenna, R. Noschese, M. Restano and R. Seu, "Radar evidence of subglacial liquid water on Mars," *Science*, vol. 361, no. 6401, pp. 490-493, 2018.
- [46] F. Westall and K. Hickman-Lewis, "Chapter 8.7: Fossilization of Bacteria and Implications for the Search for Early Life on Earth and Astrobiology Missions to Mars," in *Handbook of Astrobiology*, V. M. Kolb, Ed., Boca Raton, CRC Press, 2019, pp. 609-631.
- [47] A. G. Fairén, D. Schulze-Makuch, L. Whyte, V. Parro, A. Pavlov, J. Gómez-Elvira, A. Azua-Bustos, W. Fink and V. Baker, "Planetary protection and the astrobiological exploration of Mars: proactive steps in moving forward," *Advances in Space Research*, vol. 63, no. 5, pp. 1491-1497, 2019.
- [48] D. W. Beaty, K. L. Buxbaum, M. A. Meyer, N. Barlow, W. Boynton, B. Clark, J. Deming, P. T. Doran, S. H. K. Edgeh, J. Head, M. Hecht, V. Hipkin, T. Kiei, R. Mancinelli, E. McDonald, C. McKay, M. Mellon, H. Newsom, G. Ori, D. Paige, A. C. Schuerger, M. Sogin, J. A. Spry, A. Steele, K. Tanaka and M. Voytek, "Findings of the Mars special regions science analysis group," *Astrobiology*, vol. 6, pp. 677-732, 2006.
- [49] J. D. Rummel, D. W. Beaty, M. A. Jones, C. Bakermans, N. G. Barlow, P. J. Boston, V. F. Chevrier, B. C. Clark, J.-P. P. de Vera, R. V. Gough, J. E. Hallsworth, J. W. Head, V. J. Hipkin, T.

- L. Kieft, A. S. McEwen, M. T. Mellon, J. A. Mikucki, W. L. Nicholson, C. R. Omelon, R. Peterson, E. E. Roden, B. Sherwood Lollar, K. L. Tanaka, D. Viola and J. J. Wray, "A new analysis of mars "Special regions": findings of the second MEPAG special regions science analysis group (SR-SAG2)," *Astrobiology*, vol. 14, no. 11, pp. 887-968, 2014.
- [50] G. Kminek, C. Conley, V. Hipkin and H. Yano, COSPAR's Planetary Protection Policy, Paris: COSPAR, 2017.
- [51] G. Kminek, V. J. Hipkin, A. Anesio, J. Barengoltz, P. Boston, B. C. Clark, C. A. Conley, A. Coustenis, E. Detsis, P. Doran, O. Grasset, K. Hand, Y. Hajime, E. Hauber, I. Kolmasová, R. E. Lindberg, M. Meyer, F. Raulin, G. Reitz, N. O. Rennó, P. Rettberg, J. D. Rummel, M. P. Saunders, G. Schwehm, B. Sherwood, D. H. Smith, P. E. Stabekis and J. Vago, "COSPAR Panel on Planetary Protection Colloquium, Bern, Switzerland, September 2015 (Meeting Reports)," *Space Research Today*, vol. 195, pp. 42-67, 2016.
- [52] A. Frick, R. Mogul, P. Stabekis, C. A. Conley and P. Ehrenfreund, "Overview of current capabilities and research and technology developments for planetary protection," *Advances in Space Research*, vol. 54, no. 2, pp. 221-240, 2014.
- [53] C. A. Conley, "Chapter 12.5: Planetary Protection," in *Handbook of Astrobiology*, V. M. Kolb, Ed., Boca Raton, CRC Press, 2019, pp. 819-834.
- [54] UNODA, "Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies," 2018. [Online]. Available: http://disarmament.un.org/treaties/t/outer_space. [Accessed 21 / 5 / 2018].
- [55] M. Meltzer, "Chapter 3: Developing Effective Planetary Protection Approaches," in *When biospheres collide: a history of NASA's planetary protection programs*, Washington, DC, USA, NASA, 2011, pp. 77-112.
- [56] J. D. Rummel and L. Billings, "Issues in planetary protection: policy, protocol and implementation," *Space Policy*, vol. 20, pp. 49-54, 2004.
- [57] J. D. Rummel, "From Planetary Quarantine to Planetary Protection: A NASA and International Story," *Astrobiology*, vol. 19, no. 4, pp. 1-4, 2019.
- [58] C. A. Conley and J. D. Rummel, "Planetary protection for human exploration of Mars," *Acta Astronautica*, vol. 66, pp. 792-797, 2010.
- [59] J. A. Hogan, M. S. Race, J. W. Fisher, J. A. Joshi and J. D. Rummel, "Results Summary of the Life Support and Habitation and Planetary Protection Workshop," *SAE Transactions*, vol. 115, no. 1, pp. 15-25, 2006.
- [60] J. D. Rummel, "Planetary protection for human missions: Options and implications," in *IEEE Aerospace Conference, 5-12 March 2016*, Big Sky, MT, USA, 2016.
- [61] P. Eckart, "Fundamentals of Life Support Systems," in *Spaceflight Life Support and Biospherics*, 2nd ed., Springer Science+ Business Media Dordrecht, 1996, pp. 79-174.

- [62] M. M. Shaw and O. L. de Weck, "An Analysis of Hybrid Life Support Systems For Sustainable Habitats," Tucson, Arizona, 2014.
- [63] M. A. Rucker, D. Hood, M. Walker, K. J. Venkateswaran and A. C. Schuerger, "EVA swab tool to support planetary protection and astrobiology evaluations," in *2018 IEEE Aerospace Conference*, 3-10 March 2018, Big Sky, MT, USA, 2018.
- [64] G. E. Groemer, M. Storrie-Lombardi, B. Sattler, O. Hauser, K. Bickert, E. Hauth, S. Hauth, U. Luger, D. Schildhammer, D. Foeger and J. Klauck, "Reducing biological contamination by a space suited astronaut: Laboratory and field test results from Aouda X," *Acta Astronautica*, vol. 68, no. 1-2, pp. 218-225, 2011.
- [65] S. Leuko, K. Koskinen, C. Moissl-Eichinger, J. De Waele and P. Rettberg, "The contamination impact of human exploration to a subterranean environment and the implications for further crewed space exploration," in *16th EANA Astrobiology Conference*, 27-30 September 2016, Athens, Greece, 2016.
- [66] S. Leuko, K. Koskinen, L. Sanna, I. M. D'Angeli, J. De Waele, P. Marcia, C. Moissl-Eichinger and P. Rettberg, "The influence of human exploration on the microbial community structure and ammonia oxidizing potential of the Su Bentu limestone cave in Sardinia, Italy," *PLoS ONE*, vol. 12, no. 7, p. e0180700, 2017.
- [67] J. A. Spry, "Consideration of Planetary Protection Issues in the Context of the M-WIP Study," in *47th International Conference on Environmental Systems*, 16-20 July 2017, Charleston, South Carolina, 2017.
- [68] J. R. Cain, "Astronaut Health - Planetary Exploration and the Limitations on Freedom," in *The Meaning of Liberty Beyond Earth*, C. S. Cockell, Ed., Cham, Switzerland, Springer International Publishing Switzerland, 2015, pp. 139-163.
- [69] C. A. Conley and J. D. Rummel, "Planetary protection for humans in space: Mars and the Moon," *Acta Astronautica*, vol. 63, pp. 1025-1030, 2008.
- [70] M. Meltzer, "Chapter 4: Back Contamination: The Apollo Approach," in *When biospheres collide: a history of NASA's planetary protection*, Washington, DC, USA, NASA, 2011, pp. 116-246.
- [71] J. A. Spry, M. Race, G. Kminek, B. Siegel and C. Conley, "Planetary protection knowledge gaps for future mars human missions: Stepwise progress in identifying and integrating science and technology needs," in *48th International Conference on Environmental Systems*, 8-12 July 2018, Albuquerque, New Mexico, 2018.
- [72] L. R. Young, "Bioastronautics: Definition and Scope," in *Encyclopedia of Bioastronautics*, L. Young and J. Sutton, Eds., Cham, Springer, 2017, pp. 1-2.
- [73] G. Profitiliotis, "Bioethics of Bioastronautics," *Bioethica*, vol. 6, no. 1, pp. 6-24, 2020.
- [74] V. R. Potter, "Bioethics, The Science of Survival," *Perspectives in Biology and Medicine*, vol. 14, no. 1, pp. 127-153, 1970.

- [75] J. Johnson, "Bioethics as a Way of Life: The Radical Bioethos of Van Rensselaer Potter," *Literature and Medicine*, vol. 34, no. 1, pp. 7-24, 2016.
- [76] C. Dupras, V. Ravitsky and B. Williams-Jones, "Epigenetics and the environment in bioethics," *Bioethics*, vol. 28, no. 7, pp. 327-334, 2014.
- [77] M. S. Race and R. O. Randolph, "The need for operating guidelines and a decision making framework applicable to the discovery of non-intelligent extraterrestrial life," *Advances in Space Research*, vol. 30, no. 6, pp. 1583-1591, 2002.
- [78] S. J. Dick, "Astropolicy: Preparing for Discovery," in *Astrobiology, discovery, and societal impact*, Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press, 2018, pp. 269-302.
- [79] J. D. Rummel, M. S. Race and G. Horneck, "Ethical considerations for planetary protection in space exploration: a Workshop," *Astrobiology*, vol. 12, no. 11, pp. 1017-1023, 2012.
- [80] Z. Lehmann Imfeld and A. Losch, Eds., "A philosophical outlook on potential conflicts between planetary protection, astrobiology and commercial use of space," in *Our Common Cosmos: Exploring the Future of Theology, Human Culture and Space Sciences*, London, Bloomsbury, 2018, pp. 141-160.
- [81] E. Kendal, "'No Conscience of Its Own': The Need for Global Space Ethics Review," in *Planetary Defense*, N. Schmidt, Ed., Cham, Springer, 2019, pp. 261-274.
- [82] W. R. Kramer, "Colonizing mars—An opportunity for reconsidering bioethical standards and obligations to future generations," *Futures*, vol. 43, no. 5, pp. 545-551, 2011.
- [83] J. Haqq-Misra, "An ecological compass for planetary engineering," *Astrobiology*, vol. 12, no. 10, pp. 985-997, 2012.
- [84] E. M. Daly and R. Frodeman, "Separated at birth, signs of rapprochement: environmental ethics and space exploration," *Ethics and the Environment*, vol. 13, no. 1, pp. 131-151, 2008.
- [85] D. Palhares and Í. dos Santos, "Astronomic Bioethics: Terraforming X Planetary protection," *Bangladesh Journal of Bioethics*, vol. 8, no. 2, pp. 1-10, 2017.
- [86] I. Levchenko, S. Xu, S. Mazouffre, M. Keidar and K. Bazaka, "Global Challenges," in *Mars colonization: beyond getting there*, vol. 3, 2019, p. 1800062.
- [87] J. S. Schwartz, "On the Moral Permissibility of Terraforming," *Ethics and the Environment*, vol. 18, no. 2, pp. 1-34, 2013.
- [88] C. Cockell, "Ethics and Extraterrestrial Life," in *Humans in Outer Space – Interdisciplinary Perspectives*, N. Remuss, K. Schrogl, J. Worms and U. Landfester, Eds., New York, Springer, 2011, pp. 80-101.
- [89] C. S. Cockell, "Duties to extraterrestrial microscopic organisms," *Journal of the British Interplanetary Society*, vol. 58, no. 11-12, pp. 367-373, 2005.

- [90] C. S. Cockell and G. Horneck, "Planetary parks—formulating a wilderness policy for planetary bodies," *Space Policy*, vol. 22, no. 4, pp. 256-261, 2006.
- [91] C. Cockell and G. Horneck, "A planetary park system for Mars," *Space Policy*, vol. 20, no. 4, pp. 291-295, 2004.
- [92] C. P. McKay, "Prerequisites to human activity on mars: Scientific and ethical aspects," *Theology and Science*, vol. 17, no. 3, pp. 317-323, 2019.
- [93] A. R. Johnson, "Biodiversity requirements for self-sustaining space colonies," *Futures*, vol. 117, pp. 24-27, 2019.
- [94] C. P. McKay, "Planetary ecosynthesis on Mars: restoration ecology and environmental ethics," in *Exploring the origin, extent, and future of life: Philosophical, ethical, and theological perspectives*, C. M. Bertka, Ed., Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press, 2009, pp. 245-260.
- [95] S. M. Langston, "Commercial space travel understanding the legal, ethical and medical implications for commercial spaceflight participants and crew," in *8th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST), 19-22 June 2017, Istanbul, Turkey, 2017*.
- [96] J. R. Cain, "The Meaning of Liberty Beyond Earth," in *Astronaut health—planetary exploration and the limitations on freedom*, C. S. Cockell, Ed., Cham, Switzerland, Springer, 2015, pp. 139-163.
- [97] K. Abney and P. Lin, "Enhancing Astronauts: The Ethical, Legal and Social Implications," in *Commercial Space Exploration: Ethics, Policy and Governance*, J. Galliot, Ed., New York, NY, Routledge, 2015.
- [98] J. Arnould, "Invaders," in *Icarus' Second Chance*, Vienna, Springer, 2011, pp. 155-177.
- [99] J. Arnould and A. Debus, "An ethical approach to planetary protection," *Advances in Space Research*, vol. 42, no. 6, pp. 1089-1095, 2008.
- [100] J. Arnould, "From Quarantine to Exploration: Space Agencies and the Ethical Challenge of Astrobiology," *Astropolitics*, vol. 10, no. 2, pp. 176-182, 2012.
- [101] J. S. Schwartz, "On the methodology of space ethics," in *The Ethics of Space Exploration*, J. Schwartz and T. Milligan, Eds., Cham, Springer, 2016, pp. 93-107.
- [102] O. A. Chon-Torres, "Disciplinary nature of astrobiology and astrobioethic's epistemic foundations," *International Journal of Astrobiology*, pp. 1-8, 2018.
- [103] T. Peters, "Ten Ethical Issues in Exploring Our Solar Ghetto," *Journal of Astrobiology & Outreach*, vol. 4, no. 1, pp. 1-8, 2016.
- [104] K. Szocik, T. Wójtowicz, M. B. Rappaport and C. Corbally, "Ethical issues of human enhancements for space missions to Mars and beyond," *Futures*, vol. 115, p. 102489, 2020.

- [105] T. Peters, "Toward a Galactic Common Good: Space Exploration Ethics," in *The Palgrave Handbook of Philosophy and Public Policy*, D. Boonin, Ed., Cham, Palgrave Macmillan, 2018, pp. 827-843.
- [106] J. S. Schwartz and T. Milligan, "Introduction," in *The Ethics of Space Exploration*, T. Milligan and J. S. Schwartz, Eds., Cham, Switzerland, Springer International Publishing, 2016, pp. 1-11.
- [107] E. Wilson and C. E. Cleland, "The moral subject of astrobiology Guideposts for exploring our ethical and political responsibilities towards extraterrestrial life," in *The Impact of Discovering Life Beyond Earth*, S. J. Dick, Ed., Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press, 2016, pp. 207-221.
- [108] T. Peters, "Does extraterrestrial life have intrinsic value? An exploration in responsibility ethics," *International Journal of Astrobiology*, vol. 18, no. 4, pp. 304-310, 2019.
- [109] C. S. Cockell, "The ethical status of microbial life on earth and elsewhere: In defence of intrinsic value," in *The ethics of space exploration*, J. Schwartz and T. Milligan, Eds., Cham, Springer, 2016, pp. 167-179.
- [110] E. Persson, "The moral status of extraterrestrial life," *Astrobiology*, vol. 12, no. 10, pp. 976-984, 2012.
- [111] E. Persson, "What does it take to establish that a world is uninhabited prior to exploitation? A question of ethics as well as science," *Challenges*, vol. 5, no. 2, pp. 224-238, 2014.
- [112] M. Williamson, "Space ethics and protection of the space environment," *Space Policy*, vol. 19, no. 1, pp. 47-52, 2003.
- [113] M. L. Teeney, M. A. Eilingsfeld, M. D. Kasaboski, M. L. Pivovarova, M. R. Terlević, M. S. Van, M. Ophem and R. Venugopal, "One-Way Missions to Mars," in *65th International Astronautical Congress, 29 September - 3 October 2014*, Toronto, Canada, 2014.
- [114] M. J. Legato, "Personalized Medicine and the Icarus Project: Ethical and Moral Issues in Sending Humans into Space," *Gender and the Genome*, vol. 3, pp. 1-3, 2019.
- [115] O. A. Chon-Torres, "Moral challenges of going to Mars under the presence of non-intelligent life scenario," *International Journal of Astrobiology*, vol. 19, no. 1, pp. 49-52, 2020.
- [116] M. Lupisella, "The search for extraterrestrial life: epistemology, ethics, and worldviews," in *Exploring the origin, extent, and future of life: Philosophical, ethical and theological perspectives*, C. M. Bertka, Ed., Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press, 2009, pp. 186-204.
- [117] M. S. Race, J. Moses, C. McKay and K. J. Venkateswaran, "Synthetic biology in space: considering the broad societal and ethical implications," *International Journal of Astrobiology*, vol. 11, no. 2, pp. 133-139, 2012.
- [118] G. M. Goh and B. Kazeminejad, "Mars through the looking glass: an interdisciplinary analysis of forward and backward contamination," *Space Policy*, vol. 20, no. 3, pp. 217-225, 2004.

- [119] M. Hofmann, P. Rettberg and W. Williamson, "Protecting the Environment of Celestial Bodies: The Need for Policy and Guidelines," International Academy of Astronautics (IAA), Paris, France, 2010.
- [120] P. Ehrenfreund, H. Hertzfeld and K. Howells, "Workshop Report: COSPAR Workshop on Developing a Responsible Environmental Regime for Celestial Bodies," The Space Policy Institute, George Washington University, Committee On Space Research of the International Council for Science, Washington, DC, 2013.
- [121] J. D. Rummel, "Chapter 10: Providing for sustainable exploration and use of outer space environments," in *Human Governance Beyond Earth*, C. S. Cockell, Ed., Cham, Springer, 2015, pp. 139-147.
- [122] B. Minteer, *Nature in common? Environmental ethics and the contested foundations of environmental policy*, Temple: University Press, 2009.
- [123] P. Ehrenfreund, M. Race and D. Labdon, "Responsible space exploration and use: Balancing stakeholder interests," *New Space*, vol. 1, no. 2, pp. 60-72, 2013.
- [124] M. K. Macauley, "Environmentally Sustainable Human Space Activities: Can Challenges of Planetary Protection be Reconciled?," *Astropolitics: The International Journal of Space Politics & Policy*, vol. 5, no. 3, pp. 209-236, 2007.
- [125] United Nations, "Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development," 2015. [Online]. Available: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>. [Accessed 15 / 4 / 2020].
- [126] A. Galli and A. Losch, "Beyond planetary protection: What is planetary sustainability and what are its implications for space research?," *Life Sciences in Space Research*, vol. 23, pp. 3-9, 2019.
- [127] D. Pearce, "Economic Values and the Natural Environment," *University College London. Discussion papers in Economics*, vol. 87, no. 8, pp. 1-20, 1987.
- [128] B. C. Field and M. K. Field, *Environmental Economics: an Introduction*, 7th ed., Dubuque, IA, USA: McGraw-Hill Education, 2017.
- [129] D. J. Phaneuf and T. Requate, *A Course in Environmental Economics: Theory, Policy, and Practice*, New York, USA: Cambridge University Press, 2017.
- [130] R. Eriksson, "On the ethics of environmental economics as seen from textbooks," *Ecological Economics*, vol. 52, pp. 421-435, 2005.
- [131] J. Dixon and S. Pagiola, "Economic Analysis and Environmental Assessment: Environmental Assessment Sourcebook Update, Number 23," The World Bank, Washington, D.C., 1998.
- [132] E. Plottu and B. Plottu, "The concept of Total Economic Value of environment: A reconsideration within a hierarchical rationality," *Ecological Economics*, vol. 61, pp. 52-61, 2007.

- [133] R. Baker and B. Ruting, " Environmental policy analysis: a guide to non-market valuation," Productivity Commission Staff Working Paper, Canberra, 2014.
- [134] T. Tietenberg and L. Lewis, *Environmental and Natural Resource Economics*, 11th ed., New York, USA: Routledge, 2018.
- [135] P. J. H. Van Beukering, M. A. van Drunen, C. Dorland, H. M. A. Jansen, E. Ozdemiroglu and D. W. Pearce, "External Economic Benefits and Costs in Water and Solid Waste Investments: Methodology, Guidelines and Case Studies," Institute for Environmental Studies (IVM) and Economics for The Environment Consultancy Ltd. (EFTEC), Amsterdam, 1998.
- [136] P. A. Champ, K. J. Boyle and T. C. Brown, Eds., *A Primer on Nonmarket Valuation*, 2nd ed., Dordrecht, The Netherlands: Springer Science+Business Media B.V., 2017.
- [137] T. C. Haab and K. E. McConnell, *Valuing environmental and natural resources: the econometrics of non-market valuation*, Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, 2003.
- [138] A. E. Boardman, D. H. Greenberg, A. R. Vining and D. L. Weimer, *Cost-benefit analysis: concepts and practice*, 4th Edition ed., Essex: Pearson Education Limited, 2014.
- [139] OECD, *Cost-Benefit Analysis and the Environment: Further Developments and Policy Use*, Paris: OECD Publishing, 2018.
- [140] M. R. Greenberg, *Environmental Policy Analysis and Practice*, Piscataway, New Jersey: Rutgers University Press, 2007.
- [141] R. J. Johnston, K. J. Boyle, W. Adamowicz, J. Bennett, R. Brouwer, T. A. Cameron, W. M. Hanemann, N. Hanley, M. Ryan, R. Scarpa and R. Tourangeau, "Contemporary guidance for stated preference studies," *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, vol. 4, no. 2, pp. 319-405, 2017.
- [142] S. Troiano, D. Vecchiato, F. Marangon, T. Tempesta and F. Nassivera, "Households' Preferences for a New 'Climate-Friendly' Heating System: Does Contribution to Reducing Greenhouse Gases Matter?," *Energies*, vol. 12, no. 13, p. 2632, 2019.
- [143] N. Jobstvogt, N. Hanley, S. Hynes, J. Kenter and U. Witte, "Twenty thousand sterling under the sea: estimating the value of protecting deep-sea biodiversity," *Ecological Economics*, vol. 97, pp. 10-19, 2014.
- [144] H. Glenn, P. Wattage, S. Mardle, T. Van Rensburg, A. Grehan and N. Foley, "Marine protected areas—substantiating their worth," *Marine Policy*, vol. 34, no. 3, pp. 421-430, 2010.
- [145] M. Aanesen, C. Armstrong, M. Czajkowski, J. Falk-Petersen, N. Hanley and S. Navrud, "Willingness to pay for unfamiliar public goods: preserving cold-water coral in Norway," *Ecological Economics*, vol. 112, pp. 53-67, 2015.
- [146] E. D. Sandorf, M. Aanesen and S. Navrud, "Valuing unfamiliar and complex environmental goods: A comparison of valuation workshops and internet panel surveys with videos," *Ecological*

- economics*, vol. 129, pp. 50-61, 2016.
- [147] A. McVittie and D. Moran, "Valuing the non-use benefits of marine conservation zones: An application to the UK Marine Bill," *Ecological Economics*, vol. 70, pp. 413-424, 2010.
- [148] R. Brouwer, S. Brouwer, M. A. Eleveld, M. Verbraak, A. J. Wagtendonk and H. J. van der Woerd, "Public willingness to pay for alternative management regimes of remote marine protected areas in the North Sea," *Marine Policy*, vol. 68, pp. 195-204, 2016.
- [149] D. Damigos, "An overview of environmental valuation methods for the mining industry," *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, no. 3-4, pp. 234-247, 2006.
- [150] A. Alberini and J. R. Kahn, Eds., Handbook on contingent valuation, Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited, 2006.
- [151] D. A. Dillman, J. D. Smyth and L. M. Christian, Internet, mail and mixed-mode surveys: The tailored design method, 3rd ed., New York: John Wiley & Sons, 2009.
- [152] D. Damigos, M. Menegaki and D. Kaliampakos, "Monetizing the social benefits of landfill mining: Evidence from a Contingent Valuation survey in a rural area in Greece," *Waste Management*, vol. 51, pp. 119-129, 2016.
- [153] J. C. Whitehead, "A practitioner's primer on the contingent valuation method," in *Handbook on contingent valuation*, A. Alberini and J. R. Kahn, Eds., Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing Limited, 2006, pp. 66-91.
- [154] C. L. Kling, D. J. Phaneuf and J. Zhao, "From Exxon to BP: Has some number become better than no number?," *Journal of Economic Perspectives*, vol. 25, no. 4, pp. 3-26, 2012.
- [155] G. Profitiliotis and M. Loizidou, "Planetary protection issues of private endeavours in research, exploration, and human access to space: An environmental economics approach to forward contamination," *Advances in Space Research*, vol. 63, no. 1, pp. 598-605, 2019.
- [156] UNODA - United Nations Office for Disarmament Affairs, "Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies," 2018. [Online]. Available: http://disarmament.un.org/treaties/t/outer_space. [Accessed 21 / 5 / 2018].
- [157] S. J. Buck, The Global Commons: an Introduction, 1st ed., Washington, DC, USA: Island Press, 1998.
- [158] J. van den Bergh, "Externality or sustainability economics?," *Ecological Economics*, vol. 69, pp. 2047-2052, 2010.
- [159] J. Lederberg, "Exobiology: Approaches to Life beyond the Earth," *Science*, vol. 132, no. 3424, pp. 393-400, 1960.
- [160] L. Viikari, "Environmental Impact Assessment and space activities," *Advances in Space Research*,

vol. 34, pp. 2363-2367, 2004.

- [161] D. P. Glavin, J. P. Dworkin, M. Lupisella, G. Kminek and J. D. Rummel, "Biological contamination studies of lunar landing sites: implications for future planetary protection and life detection on the Moon and Mars," *International Journal of Astrobiology*, vol. 3, no. 3, pp. 265-271, 2004.
- [162] W. R. Kramer, "Colonizing mars—An opportunity for reconsidering bioethical standards and obligations to future generations," *Futures*, vol. 43, no. 5, pp. 545-551, 2011.
- [163] J. D. Rummel, "Planetary protection for human missions: Options and implications," Big Sky, MT, USA, 2016.
- [164] C. P. McKay, "The search on Mars for a second genesis of life in the solar system and the need for biologically reversible exploration," *Biological Theory*, vol. 13, no. 2, pp. 103-110, 2018.
- [165] D. Dalrymple, "Scientific knowledge as a global public good: Contributions to innovation and the economy," in *The role of scientific and technical data and information in the public domain: proceedings of a symposium*, J. M. Esanu and P. F. Uhler, Eds., Washington DC, USA, National Academies Press, 2003, pp. 35-49.
- [166] M. Florio and F. Giffoni, "Willingness-to-Pay for Science as a Public Good: A Contingent Valuation Experiment," Departmental Working Papers, Department of Economics, Management and Quantitative Methods at Università degli Studi di Milano, Milano, 2017.
- [167] H. Doremus, "A policy portfolio approach to biodiversity protection on private lands," *Environmental Science & Policy*, vol. 6, pp. 217-232, 2003.
- [168] N. Beaumont, M. Austen, S. Mangi and M. Townsend, "Economic valuation for the conservation of marine biodiversity," *Marine Pollution Bulletin*, vol. 56, no. 3, pp. 386-396, 2008.
- [169] B. P. Herber, "Bioprospecting in Antarctica: The search for a policy regime," *Polar Record*, vol. 42, no. 2, pp. 139-146, 2006.
- [170] E. Louka, "Chapter 2. Foundations of International Environmental Law," in *International Environmental Law: fairness, effectiveness, and world order*, New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2006, pp. 59-113.
- [171] M. V. Folkersen, C. M. Fleming and S. Hasan, "The economic value of the deep sea: A systematic review and meta-analysis," *Marine Policy*, vol. 94, pp. 71-80, 2018.
- [172] R. Uehleke and B. Sturm, "The Influence of Collective Action on the Demand for Voluntary Climate Change Mitigation in Hypothetical and Real Situations," *Environmental and Resource Economics*, vol. 67, no. 3, pp. 429-454, 2017.
- [173] R. Brouwe, L. Brander and P. Van Beukering, "'A convenient truth': air travel passengers' willingness to pay to offset their CO2 emissions," *Climatic Change*, vol. 90, no. 3, pp. 299-313, 2008.

- [174] D. A. Porras, "Astro-propriation: Investment Protections for and from Space Mining Operations," in *Space India 2.0: Commerce, Policy, Security and Governance Perspectives*, R. P. Rajagopalan and N. Prasad, Eds., New Delhi, India, Observer Research Foundation, 2017, pp. 311-334.
- [175] A. G. Fairén and D. Schulze-Makuch, "The overprotection of Mars," *Nature Geoscience*, vol. 6, no. 7, p. 510, 2013.
- [176] C. A. Conley and J. D. Rummel, "Appropriate protection of Mars," *Nature Geoscience*, vol. 6, no. 8, pp. 587-588, 2013.
- [177] J. D. Rummel and C. A. Conley, "Four fallacies and an oversight: searching for martian life," *Astrobiology*, vol. 17, no. 10, pp. 971-974, 2017.
- [178] C. J. Newman, "The new space ethics: COSPAR, Planetary Protection and beyond," 2015. [Online]. Available: https://room.eu.com/article/The_new_space_ethics_COSPAR_Planetary_Protection_and_beyond_. [Accessed 2 / 6 / 2018].
- [179] J. Rabinovitch, "Global, regional and local perspectives towards sustainable urban and rural development," in *Environmental Strategies for Sustainable development in Urban Areas: Lessons from Africa and Latin America*, Aldershot, England, Ashgate, 1998, pp. 16-44.
- [180] D. Pearce and C. Palmer, "Public and private spending for environmental protection: a cross-country policy analysis," *Fiscal studies*, vol. 22, no. 4, pp. 403-456, 2001.
- [181] G. Long, W. Lei, C. Sijie and W. Bo, "Research on Internalization of environmental costs of Economics," *IERI Procedia*, vol. 2, pp. 460-466, 2012.
- [182] G. Profitiliotis and M. Loizidou, "Planetary Protection Issues of Private Endeavors in Research, Exploration, and Human Access to Space: An Environmental Economics Approach to Backward Contamination," *Space Policy*, vol. 50, p. 101332, 2019.
- [183] G. S. Robinson, "Earth Exposure to Extraterrestrial Trial Matter: NASA's Quarantine Regulations," *The International Lawyer*, vol. 5, no. 2, pp. 219-248, 1971.
- [184] R. S. Jakhu and J. N. Pelton, "Space Environmental Issues," in *Global Space Governance: An International Study*, 1st ed., Cham, Switzerland, Springer, 2017, pp. 435-477.
- [185] S. M. Langston, "Reimagining Icarus: Ethics, Law and Policy Considerations for Commercial Human Spaceflight," in *Into Space: A Journey of How Humans Adapt and Live in Microgravity*, T. Russomano, Ed., London, UK, IntechOpen Limited, 2018, pp. 1-16.
- [186] T. Hlimi, "The Next Frontier: An Overview of the Legal and Environmental Implications of Near-Earth Asteroid Mining," *Annals of Air and Space Law*, vol. 39, pp. 409-453, 2014.
- [187] A. Froehlich, "Analysis of the Views of Both Established and Emerging Space Nations Regarding the Topic and Also Regarding the New US CSLCA of 2015," in *Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation*, A. Froehlich, Ed., Cham, Switzerland, Springer

- International Publishing AG, 2018, pp. 41-80.
- [188] R. J. Lee, "Meeting the Challenges and Balancing the Competing Interests in Creating a Legal and Regulatory Framework," in *Law and Regulation of Commercial Mining of Minerals in Outer Space*, Heidelberg, Germany, Springer Science+Business Media B.V., 2012, pp. 273-313.
- [189] A. Losch, "The need of an ethics of planetary sustainability," *International Journal of Astrobiology*, pp. 1-8, 2018.
- [190] M. S. Race, "Societal issues as Mars mission impediments: planetary protection and contamination concerns," *Advances in Space Research*, vol. 15, no. 3, pp. 285-292, 1995a.
- [191] D. De Vincenzi, H. Klein and J. Bagby, "Planetary Protection Issues and Future Mars Missions. NASA Conference Publication 10086," NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, USA, 1991.
- [192] M. S. Race, "Mars sample return and planetary protection in a public context," *Advances in Space Research*, vol. 22, no. 3, pp. 391-399, 1998.
- [193] M. S. Race, "Planetary protection, legal ambiguity and the decision making process for Mars sample return," *Advances in Space Research*, vol. 18, no. 1/2, pp. 345-350, 1996.
- [194] G. M. Goh and B. Kazeminejad, "Mars through the looking glass: an interdisciplinary analysis of forward and backward contamination," *Space Policy*, vol. 20, no. 3, pp. 217-225, 2004.
- [195] R. Jakhu, "Regulatory Aspects Associated with Response to Man-Made Cosmic Hazards," in *Handbook of Cosmic Hazards and Planetary Defense*, J. N. Pelton and F. Allahdadi, Eds., Cham, Switzerland, Springer International Publishing Switzerland, 2015, pp. 1069-1084.
- [196] J. D. Rummel, "Scientific issues regarding the release of extraterrestrial materials collected by spaceflight missions," *Advances in Space Research*, vol. 22, no. 3, pp. 383-389, 1998.
- [197] M. S. Race, "Integration of planetary protection activities. Report/Patent Number: NASA-CR-200223," National Aeronautics and Space Administration, Ames Research Center, Mountain View, California, U.S., 1995b.
- [198] OECD, "Cost-Benefit Analysis and the Environment: Further Developments and Policy Use," OECD Publishing, Paris, France, 2018.
- [199] J. Sze, *Noxious New York: The racial politics of urban health and environmental justice*, Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2006.
- [200] T. Haltigin, C. Lange, R. Mugnuolo, C. Smith and i. W. G. (2016), "iMARS Phase 2: A Draft Mission Architecture and Science Management Plan for the Return of Samples from Mars. Phase 2 Report of the International Mars Architecture for the Return of Samples (iMARS) Working Group," *Astrobiology*, vol. 18, no. S1, pp. 1-124, 2018.
- [201] M. S. Race, "Planning the Mars Sample Receiving Facility: Biohazards, Societal Issues and Risk

- Communication," Big Sky, MT, USA , 2008.
- [202] Y. Takano, H. Yano, Y. Sekine, R. Funase and K. Takai, "Planetary protection on international waters: An onboard protocol for capsule retrieval and biosafety control in sample return mission," *Advances in Space Research*, vol. 53 , no. 7, pp. 1135-1142, 2014.
- [203] B. C. Dickson, "Mars Sample Return: A Need for Revisions to Current Policy to Safeguard Ecological Diversity," in *On to Mars: colonizing a new world*, R. Zubrin, Ed., Burlington, Ontario, Canada, Apogee Books, 2002.
- [204] R. E. Lofstedt, "Public perceptions of the Mars sample return program," *Space Policy*, vol. 19, pp. 283-292, 2003.
- [205] J. D. Rummel, "Implementing planetary protection requirements for sample return missions," *Advances in Space Research*, vol. 26, no. 12, pp. 1893-1899, 2000.
- [206] W. Ammann, J. Baross, A. Bennett, J. Bridges, J. Fragola, A. Kerrest, K. Marshall-Bowman, H. Raoul, P. Rettberg, J. Rummel and M. Salminen, "Mars Sample Return backward contamination – Strategic advice and requirements: Report from the ESF-ESSC Study Group on MSR Planetary Protection Requirements," European Science Foundation, Strasbourg, France, 2012.
- [207] M. S. Race and D. G. MacGregor, "Integrating public perspectives in sample return planning," *Advances in Space Research*, vol. 26, no. 12, pp. 1901-1909, 2000.
- [208] F. Demaria, "Can the Poor Resist Capital? Conflicts over ‘Accumulation by Contamination’ at the Ship Breaking Yard of Alang (India) - How Struggles for Environmental Justice Contribute to the Environmental Sustainability of the Economy," in *Nature, Economy and Society - Understanding the Linkages*, N. Ghosh, P. Mukhopadhyay, A. Shah and M. Panda, Eds., New Delhi, India, Springer (India) Pvt. Ltd., 2016, pp. 273-304.
- [209] S. Sthiannopkao and M. H. Wong, "Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences," *Science of The Total Environment*, Vols. 463-464, pp. 1147-1153, 2013.
- [210] H. Zhang, H. Duan, J. Zuo, M. Song, Y. Zhang, B. Yang and Y. Niu, "Characterization of post-disaster environmental management for Hazardous Materials Incidents: Lessons learnt from the Tianjin warehouse explosion, China," *Journal of Environmental Management*, vol. 199, pp. 21-30, 2017.
- [211] National Research Council, "Assessment of Planetary Protection Requirements for Mars Sample Return Missions," The National Academies Press, Washington, DC, USA, 2009.
- [212] D. G. MacGregor, P. Slovic and M. S. Race, "Lay and expert perceptions of planetary protection - Brief Report," Decision Science Research Institute, Eugene, Oregon, USA, 1996.
- [213] R. W. Miller, "View Point: Millennial Fever, Extremophiles, NASA, Astroenvironmentalism, and Planetary Protection," *Electronic Green Journal*, vol. 1, no. 22, pp. 1-9, 2005.

- [214] S. Joyce, C. Ferguson and P. Weinstein, "Public support for Mars missions: The importance of informing the next generation," *Acta Astronautica*, vol. 64, no. 7-8, pp. 718-723, 2009.
- [215] P. Lujala, H. Lein and J. K. Rød, "Climate change, natural hazards, and risk perception: the role of proximity and personal experience," *Local Environment*, vol. 20, no. 4, pp. 489-509, 2015.
- [216] D. Laibson and J. A. List, "Principles of (Behavioral) Economics," *American Economic Review*, vol. 105, no. 5, pp. 385-390, 2015.
- [217] P. Slovic and E. Peters, "Risk perception and affect," *Current directions in psychological science*, vol. 15, no. 6, pp. 322-325, 2006.
- [218] J. B. Wiener, "The tragedy of the uncommons: On the politics of apocalypse," *Global Policy*, vol. 7, pp. 67-80, 2016.
- [219] P. Bertrand, Z. Pirtle and D. Tomblin, "Participatory technology assessment for Mars mission planning: Public values and rationales," *Space Policy*, vol. 42, pp. 41-53, 2017.
- [220] L. Gringé, "Science fiction works for the development of the aerospace sector," *Space Policy*, vol. 41, pp. 42-47, 2017.
- [221] J. E. Boscarino, "From Three Mile Island to Fukushima: the impact of analogy on attitudes toward nuclear power," *Policy Sciences*, vol. 51, pp. 1-22, 2018.
- [222] A. W. von Mossner, "Facing The Day After Tomorrow: filmed disaster, emotional engagement, and climate risk perception," in *American Environments: Climate, Cultures, Catastrophe*, C. Mauch and S. Mayer, Eds., Heidelberg, Germany, Universitätsverlag Winter, 2012, pp. 97-115.
- [223] A. Bulfin, "Popular culture and the "new human condition": Catastrophe narratives and climate change," *Global and Planetary Change*, vol. 156, pp. 140-146, 2017.
- [224] C. Marris, "The Construction of Imaginaries of the Public as a Threat to Synthetic Biology," *Science as Culture*, vol. 24, no. 1, pp. 83-98, 2015.
- [225] M. Coeckelbergh, "Risk and public imagination: Mediated risk perception as imaginative moral judgment," in *The ethics of technological risk*, L. Asveld and S. Roeser, Eds., London, UK, Earthscan, 2009, pp. 202-219.
- [226] A. Gesser-Edelsburg and Y. Shir-Raz, "Science vs. fear: the Ebola quarantine debate as a case study that reveals how the public perceives risk," *Journal of Risk Research*, vol. 20, no. 5, pp. 611-633, 2017.
- [227] R. Fjelland, "When laypeople are right and experts are wrong: Lessons from love canal," *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, vol. 22, pp. 105-125, 2016.
- [228] S. Joyce, C. S. Tomkins and P. Weinstein, "Mars sample return: Do Australians trust NASA?," *Advances in Space Research*, vol. 42, no. 6, pp. 1096-1102, 2008.

- [229] M. Entradas, Who's for the planets? An analysis of the "public for space exploration" and views of practitioners of science communication on "their publics" and public communication in the UK. Doctoral dissertation, London, UK: University College London, 2011.
- [230] J. S. Schwartz, "Myth-Free Space Advocacy Part IV: The Myth of Public Support for Astrobiology," in *Social and Conceptual Issues in Astrobiology*, K. C. Smith and C. Mariscal, Eds., New York, USA, Oxford University Press, In press.
- [231] A. Agresti, *An Introduction to Categorical Data Analysis*, 2nd ed., Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- [232] E. L. Kaplan and P. Meier, "Nonparametric estimation from incomplete observations," *Journal of the American statistical association*, vol. 53, no. 282, pp. 457-481, 1958.
- [233] A. Kontogianni, D. Damigos, C. Tourkolias, M. Vousdoukas, A. Velegrakis, B. Zanou and M. Skourtos, "Eliciting beach users' willingness to pay for protecting European beaches from beachrock processes," *Ocean & Coastal Management*, vol. 98, pp. 167-175, 2014.
- [234] I. J. Bateman, R. T. Carson, B. Day, M. Hanemann, N. Hanley, T. Hett, M. Jones-Lee, G. Loomes, S. Mourato, E. Ozdemiroglu, D. W. Pearce, R. Sugden and J. Swanson, "Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A Manual," Edward Elgar, Cheltenham, UK, 2002.
- [235] B. Kriström, "Spike models in contingent valuation," *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 79, no. 3, pp. 1013-1023, 1997.
- [236] B. Reiser and M. Shechter, "Incorporating zero values in the economic valuation of environmental program benefits," *Environmetrics: The official journal of the International Environmetrics Society*, vol. 10, no. 1, pp. 87-101, 1999.
- [237] K. I. Park, *Fundamentals of Probability and Stochastic Processes with Applications to Communications*, Holmdel, New Jersey: Springer International Publishing AG, 2018.
- [238] J. E. King, "Binary Logistic Regression," in *Best Practices in Quantitative Methods*, J. Osborne, Ed., Thousand Oaks, California, Sage Publications, Inc., 2008, pp. 358-384.
- [239] S. Giannakopoulou, D. Damigos and D. Kaliampakos, "Assessing the economic value of vernacular architecture of mountain regions using contingent valuation," *Journal of Mountain Science*, vol. 8, no. 5, pp. 629-640, 2011.
- [240] D. Damigos, C. Tourkolias and D. Diakoulaki, "Households' willingness to pay for safeguarding security of natural gas supply in electricity generation," *Energy Policy*, vol. 37, no. 5, pp. 2008-2017, 2009.
- [241] F. Vasquez-Lavín, R. D. P. Oliva, J. I. Hernández, S. Gelcich, M. Carrasco and M. Quiroga, "Exploring dual discount rates for ecosystem services: Evidence from a marine protected area network," *Resource and Energy Economics*, vol. 55, pp. 63-80, 2019.
- [242] E. D. Sandorf, "Did You Miss Something? Inattentive Respondents in Discrete Choice

- Experiments," *Environmental and Resource Economics*, vol. 73, no. 4, pp. 1197-1235, 2019.
- [243] T. Börger, "Are fast responses more random? Testing the effect of response time on scale in an online choice experiment," *Environmental and Resource Economics*, vol. 65, no. 2, pp. 389-413, 2016.
- [244] R. Greszki, M. Meyer and H. Schoen, "The impact of speeding on data quality in nonprobability and freshly recruited probability-based online panels," in *Online Panel Research: Data Quality Perspective*, A. M. Callegaro, R. Baker, J. Bethlehem, A. S. Göritz and J. A. Krosnick, Eds., Chichester, West Sussex, John Wiley & Sons, Ltd, 2014, pp. 238-262.
- [245] R. Greszki, M. Meyer and H. Schoen, "Exploring the effects of removing "too fast" responses and respondents from web surveys," *Public Opinion Quarterly*, vol. 79, no. 2, pp. 471-503, 2015.
- [246] P. Bonsall and B. Lythgoe, "Factors affecting the amount of effort expended in responding to questions in behavioural choice experiments," *Journal of Choice Modelling*, vol. 2, no. 2, pp. 216-236, 2009.
- [247] M. Matjašič, V. Vehovar and K. Manfreda, "Web survey paradata on response time outliers: A systematic literature review," *Metodološki zvezki*, vol. 15, no. 1, pp. 23-41, 2018.
- [248] Ελληνική Στατιστική Αρχή, "Απογραφή Πληθυσμού-Κατοικιών 2011," 2011. [Online]. Available: <https://www.statistics.gr/el/2011-census-pop-hous>. [Accessed 13 / 6 / 2020].
- [249] E. Nieminen, H. Ahtiainen, C. J. Lagerkvist and S. Oinonen, "The economic benefits of achieving Good Environmental Status in the Finnish marine waters of the Baltic Sea," *Marine Policy*, vol. 99, pp. 181-189, 2019.
- [250] M. Noring, L. Hasselström, C. Håkansson, Å. Soutukorva and Å. Gren, "Valuation of oil spill risk reductions in the Arctic," *Journal of Environmental Economics and Policy*, vol. 5, no. 3, pp. 298-317, 2016.
- [251] G. Tentes and D. Damigos, "The lost value of groundwater: The case of Asopos River Basin in Central Greece," *Water Resources Management*, vol. 26, no. 1, pp. 147-164, 2012.
- [252] J. M. Halstead, A. E. Luloff and T. H. Stevens, "Protest Bidders in Contingent Valuation," *Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 21, pp. 160-169, 1992.
- [253] D. Damigos, G. Tentes, M. Balzarini, F. Furlanis and A. Vianello, "Revealing the economic value of managed aquifer recharge: Evidence from a contingent valuation study in Italy," *Water Resources Research*, vol. 53, no. 8, pp. 6597-6611, 2017.
- [254] A. Batsidis, P. Economou and G. Tzavelas, "Tests of fit for a lognormal distribution," *Journal of Statistical Computation and Simulation*, vol. 86, no. 2, pp. 215-235, 2016.
- [255] P. Wessa, "Free Statistics Software, Office for Research Development and Education, version 1.2.1, URL <https://www.wessa.net/>" [Online].

Παράρτημα: Ερωτηματολόγιο

Έρευνα για την Προστασία των Πλανητών

Βασικές Πληροφορίες

Χαίρετε. Ονομάζομαι Γιώργος Προφητηλιώτης και είμαι υποψήφιος διδάκτωρ στη Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Διεξάγουμε μια έρευνα για να κατανοήσουμε τις απόψεις και τις στάσεις των Ελλήνων πολιτών ως προς την εξερεύνηση του διαστήματος, με έμφαση στον τομέα της «Προστασίας των Πλανητών». Δεν απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις για τις απαντήσεις, καθώς ενδιαφερόμαστε μόνο για τις απόψεις και τις στάσεις σας.

Σκοπός της έρευνας:

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η καταγραφή των απόψεων και των στάσεων των Ελλήνων πολιτών ως προς την εξερεύνηση του διαστήματος για την αναζήτηση ζωής με τη μορφή μικροοργανισμών, με έμφαση στον τομέα της «Προστασίας των Πλανητών». Μέσω της συμμετοχής σας σε αυτήν την έρευνα, θα κληθείτε να δηλώσετε τις απόψεις, τις στάσεις και τις προτιμήσεις σας ως προς τα παραπάνω ζητήματα, βοηθώντας, έτσι, στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν θα εμπλουτίσουν την ελληνική και παγκόσμια βιβλιογραφία, μιας και οι έρευνες αυτού του τύπου είναι σπάνιες έως ανύπαρκτες.

Τι απαιτεί η συμμετοχή σας:

Η συμμετοχή σας στην έρευνα είναι εθελοντική. Οι απαντήσεις σας στις ερωτήσεις είναι ανώνυμες. Δεν καταγράφονται τα προσωπικά στοιχεία των συμμετεχόντων. Οποιαδήποτε στιγμή, έχετε τη δυνατότητα και το δικαίωμα να αποσυρθείτε από την έρευνα ώστε να μη ληφθούν υπόψη οι απαντήσεις σας, χωρίς να χρειαστεί να δικαιολογήσετε την απόφασή σας. Ο χρόνος που απαιτείται για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι περίπου 10 λεπτά.

Αξιοποίηση των δεδομένων:

Τα δεδομένα της έρευνας θα χρησιμοποιηθούν στην εκπόνηση της διδακτορικής διατριβής του ερευνητή, στη συγγραφή επιστημονικών άρθρων, στη σύνθεση παρουσιάσεων για επιστημονικά συνέδρια και στην πληροφόρηση διαδικασιών λήψης αποφάσεων και χάραξης πολιτικής. Τα δεδομένα θα αξιοποιηθούν, επίσης, για τη βελτιστοποίηση των επόμενων σταδίων της παρούσας έρευνας.

Υπεύθυνος επικοινωνίας για περισσότερες διευκρινίσεις ή απορίες σχετικά με τη διεξαγωγή της έρευνας:

Σε περίπτωση που έχετε αμφιβολίες ή απορίες σχετικά με τη διεξαγωγή της έρευνας, μπορείτε να επικοινωνήσετε με τον ερευνητή, Γιώργο Προφητηλιώτη, στο e-mail: gprofitil@mail.ntua.gr

ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ:

Η συμμετοχή αφορά μόνο σε ενήλικες πολίτες (κατώτατο όριο ηλικίας τα 18 έτη) που διαμένουν μόνιμα στην Ελλάδα.

Το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο. Η καταγραφή των απαντήσεών σας δεν συμπεριλαμβάνει πληροφορίες ταυτοποίησης ούτε και προσωπικά στοιχεία, εκτός από τα ανώνυμα δημογραφικά στοιχεία που ζητούνται ρητώς.

Η έρευνα δεν χρηματοδοτείται από καμία πηγή.

Συναινείτε στην καταγραφή και στην επεξεργασία των απαντήσεών σας σύμφωνα με τα παραπάνω;

- a. Ναι
- b. Όχι

A. Απόψεις σχετικά με την εξερεύνηση του διαστήματος και την αναζήτηση ζωής

1. Κατά την άποψή σας, πόσο σημαντική είναι η εξερεύνηση του διαστήματος σε σχέση με άλλους τομείς επιστημονικών ερευνών;
 - a. Καθόλου σημαντική.
 - b. Λιγότερο σημαντική.
 - c. Το ίδιο σημαντική.
 - d. Περισσότερο σημαντική.
 - e. Δεν γνωρίζω.
2. Κατά την άποψή σας, η εξερεύνηση του διαστήματος θα πρέπει να γίνεται:
 - a. Κυρίως με παρατήρηση από τη Γη.
 - b. Κυρίως με παρατήρηση από κάποια διαστημοσυσκευή (για παράδειγμα, από δορυφόρο).
 - c. Κυρίως με ρομποτικές αποστολές επιτόπου στο πεδίο ενδιαφέροντος.
 - d. Κυρίως με επανδρωμένες αποστολές επιτόπου στο πεδίο ενδιαφέροντος.
 - e. Με όλα τα παραπάνω.
 - f. Με τίποτα από τα παραπάνω. Η εξερεύνηση του διαστήματος θα πρέπει να σταματήσει.
 - g. Δεν γνωρίζω.
3. Κατά την άποψή σας, πόσο σημαντική είναι η αναζήτηση εξωγήινων μικροοργανισμών στο ηλιακό μας σύστημα σε σχέση με άλλους τομείς της εξερεύνησης του διαστήματος; Άλλοι τομείς εξερεύνησης του διαστήματος είναι, για παράδειγμα, η αναζήτηση πλανητών σε άλλα αστέρια, η μελέτη της γεωλογίας της Σελήνης, η μελέτη της ατμόσφαιρας της Αφροδίτης κ.ά.
 - a. Καθόλου σημαντική.

- b. Λιγότερο σημαντική.
- c. Το ίδιο σημαντική.
- d. Περισσότερο σημαντική.
- e. Δεν γνωρίζω.

Το ενδιαφέρον της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας για την αναζήτηση μικροοργανισμών στο ηλιακό μας σύστημα αυτήν τη στιγμή είναι στραμμένο στον πλανήτη Άρη και σε ορισμένα φεγγάρια του πλανήτη Δία και του πλανήτη Κρόνου.

4. Ποια είναι η άποψή σας σχετικά με την ύπαρξη εξωγήινων μικροοργανισμών στον πλανήτη Άρη;
- a. Δεν υπήρξαν στο παρελθόν και δεν υπάρχουν τώρα.
 - b. Υπήρξαν στο παρελθόν και δεν υπάρχουν τώρα.
 - c. Υπήρξαν στο παρελθόν και υπάρχουν τώρα.
 - d. Δεν γνωρίζω.

B. Ιδιωτικές εταιρείες και Προστασία των Πλανητών από βιολογική επιμόλυνση

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών στους τομείς της διεξαγωγής επιστημονικών ερευνών στο διάστημα, της εξερεύνησης του διαστήματος, της αξιοποίησης των πόρων του διαστήματος και της ανθρώπινης παρουσίας στο διάστημα.

5. Κατά την άποψή σας, η δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών στους τομείς που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι μια:
- a. Πολύ αρνητική εξέλιξη.
 - b. Αρνητική εξέλιξη.
 - c. Ουδέτερη εξέλιξη.
 - d. Θετική εξέλιξη.
 - e. Πολύ θετική εξέλιξη.
 - f. Δεν γνωρίζω.

Σύμφωνα με τη Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών επί των αρχών που διέπουν τις δραστηριότητες των κρατών κατά την εξερεύνηση και χρήση του Εξωατμοσφαιρικού Διαστήματος, συμπεριλαμβανομένης της Σελήνης και άλλων ουράνιων σωμάτων, που έχει υπογραφεί στις 27 Ιανουαρίου 1967 και κυρώθηκε από την Ελλάδα στις 3 Οκτωβρίου 1970 (ν.δ. 670/1970, Α' 208), η εξερεύνηση των ουρανίων σωμάτων θα πρέπει να γίνεται με τρόπο που να αποφεύγεται η επιζήμια επιμόλυνσή τους, αλλά και οι δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον της Γης που μπορεί να προκληθούν από την εισδοχή εξωγήινου υλικού.

Η αποφυγή της μεταφοράς βιολογικού υλικού από τη Γη σε άλλα ουράνια σώματα του ηλιακού μας συστήματος και της μεταφοράς πιθανού εξωγήινου βιολογικού υλικού από άλλα ουράνια σώματα του ηλιακού μας συστήματος στη Γη ονομάζεται «Προστασία των Πλανητών».

6. Πριν την παρούσα έρευνα, είχατε ακούσει ποτέ στο παρελθόν για το πρόβλημα της «Προστασίας των Πλανητών» από βιολογική επιμόλυνση;
- Ναι.
 - Όχι.

[Η ερώτηση 7 εμφανίζεται σε όσους έδωσαν την απάντηση «Ναι» στην ερώτηση 6]

7. Από ποιες πηγές είχατε ακούσει στο παρελθόν για το πρόβλημα της «Προστασίας των Πλανητών» από βιολογική επιμόλυνση;
- [Δυνατή η επιλογή πολλαπλών απαντήσεων]
- Από επιστημονικά ντοκιμαντέρ.
 - Από κινηματογραφικές ταινίες φαντασίας ή τηλεοπτικές σειρές φαντασίας.
 - Από επιστημονικά βιβλία ή από επιστημονικά άρθρα.
 - Από λογοτεχνικά βιβλία φαντασίας.
 - Από επιστημονικές ιστοσελίδες στο διαδίκτυο.
 - Από ψυχαγωγικές ιστοσελίδες στο διαδίκτυο.
 - Από επιστημονικά συνέδρια.
 - Από ψυχαγωγικές εκθέσεις.
 - Από τα social media.
 - Από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης.
 - Από το φιλικό ή οικογενειακό περιβάλλον.
 - Έτυχε να ακούσω για το θέμα σε ανύποπτο χρόνο από κάποιον άγνωστο.

Αυτήν τη στιγμή, τουλάχιστον μία ιδιωτική εταιρεία έχει δηλώσει την πρόθεσή της για τη διεξαγωγή ιδιωτικών επανδρωμένων αποστολών στον πλανήτη Άρη στο μέλλον, με τη μορφή διαστημικού τουρισμού. Η μελλοντική δραστηριοποίηση ιδιωτικών εταιρειών στους τομείς της ρομποτικής εξερεύνησης του Άρη ή της ανθρώπινης παρουσίας στον Άρη μπορεί να οδηγήσει και στη μετέπειτα επιστροφή και υποδοχή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων, δειγμάτων και άλλου υλικού από τον Άρη πίσω στη Γη. Εάν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα, αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να προκαλέσουν μεταφορά βιολογικού υλικού από τη Γη στον Άρη και πιθανού βιολογικού υλικού από τον Άρη στη Γη.

Πείτε μας τη γνώμη σας σχετικά με τις παρακάτω προτάσεις.

8. Οι γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς αυτήν τη στιγμή είναι αρκετές για να μπορούν να προβλέψουν με σιγουριά τις επιδράσεις που μπορούν να έχουν στο γήινο περιβάλλον οι εξωγήινοι μικροοργανισμοί που ίσως υπάρχουν στον πλανήτη Άρη.
- Διαφωνώ απόλυτα.
 - Διαφωνώ.
 - Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ.
 - Συμφωνώ.
 - Συμφωνώ απόλυτα.
 - Δεν γνωρίζω.
9. Οι γνώσεις των επιστημόνων διεθνώς αυτήν τη στιγμή είναι αρκετές για να μπορούν να προβλέψουν με σιγουριά τις επιδράσεις που μπορούν να έχουν στο περιβάλλον του πλανήτη Άρη οι γήινοι μικροοργανισμοί.
- Διαφωνώ απόλυτα.
 - Διαφωνώ.

- c. Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ.
 - d. Συμφωνώ.
 - e. Συμφωνώ απόλυτα.
 - f. Δεν γνωρίζω.
10. Κάθε επιστροφή και υποδοχή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων, δειγμάτων και άλλου υλικού από τον Άρη πίσω στη Γη θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ζήτημα βιολογικού κινδύνου, εάν υπήρξε απευθείας έκθεσή τους στο περιβάλλον του Άρη, μέχρι να αποδειχθεί το αντίθετο.
- a. Διαφωνώ απόλυτα.
 - b. Διαφωνώ.
 - c. Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ.
 - d. Συμφωνώ.
 - e. Συμφωνώ απόλυτα.
 - f. Δεν γνωρίζω.
11. Κάθε αποστολή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων και άλλου υλικού από τη Γη στον Άρη θα πρέπει να αποφεύγει την επιμόλυνση του Άρη με γήινο βιολογικό υλικό.
- a. Διαφωνώ απόλυτα.
 - b. Διαφωνώ.
 - c. Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ.
 - d. Συμφωνώ.
 - e. Συμφωνώ απόλυτα.
 - f. Δεν γνωρίζω.
12. Θα εμπιστευόμουν μια ιδιωτική εταιρεία να αναλάβει με υπευθυνότητα όλα τα ζητήματα της προστασίας της Γης και του Άρη από βιολογική επιμόλυνση που μπορεί να προκληθεί εξαιτίας των δραστηριοτήτων της.
- a. Διαφωνώ απόλυτα.
 - b. Διαφωνώ.
 - c. Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ.
 - d. Συμφωνώ.
 - e. Συμφωνώ απόλυτα.
 - f. Δεν γνωρίζω.

Γ. Εφαρμογή πολιτικών Προστασίας των Πλανητών από βιολογική επιμόλυνση

Το ζήτημα της Προστασίας των Πλανητών που προβλέπεται από τη Συνθήκη για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα των Ηνωμένων Εθνών είναι δεσμευτικό για τα κράτη που έχουν υπογράψει τη Συνθήκη, αλλά δεν επιβάλλεται αυτομάτως σε κάθε δημόσιο ή ιδιωτικό διαστημικό οργανισμό από τα Ηνωμένα Έθνη ή από κάποιον άλλον διεθνή θεσμό. Κάθε κράτος προτρέπει να ενσωματώσει τις αρχές της Προστασίας των Πλανητών σε έναν συνολικό εθνικό νόμο για το διάστημα, τον οποίο θα μπορεί και θα οφείλει να επιβάλλει με δικά του μέσα σε κάθε διαστημικό οργανισμό, είτε δημόσιο είτε ιδιωτικό, στον οποίο έχει δικαιοδοσία. Σε περίπτωση που κάποιο κράτος που έχει υπογράψει τη Συνθήκη για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα δεν καταφέρει να ελέγξει και να ρυθμίσει τις δραστηριότητες των δημόσιων και ιδιωτικών οργανισμών στους οποίους έχει δικαιοδοσία, και οι

δραστηριότητες αυτές παραβιάσουν την Προστασία των Πλανητών, υπόλογο στα Ηνωμένα Έθνη θα βρεθεί αυτό το κράτος και όχι ο οργανισμός που έκανε την παραβίαση.

13. Κατά την άποψή σας, η μελλοντική κατασκευή και λειτουργία στην Ελλάδα των εγκαταστάσεων μιας ιδιωτικής εταιρείας για την αποστολή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων και άλλου υλικού από τη Γη στον Άρη θα ήταν μια:
- Πολύ αρνητική εξέλιξη.
 - Αρνητική εξέλιξη.
 - Ουδέτερη εξέλιξη.
 - Θετική εξέλιξη.
 - Πολύ θετική εξέλιξη.
 - Δεν γνωρίζω.
14. Κατά την άποψή σας, η μελλοντική κατασκευή και λειτουργία στην Ελλάδα των εγκαταστάσεων μιας ιδιωτικής εταιρείας για την επιστροφή και την υποδοχή ανθρώπων, εξοπλισμού, οχημάτων, δειγμάτων και άλλου υλικού από τον Άρη στη Γη θα ήταν μια:
- Πολύ αρνητική εξέλιξη.
 - Αρνητική εξέλιξη.
 - Ουδέτερη εξέλιξη.
 - Θετική εξέλιξη.
 - Πολύ θετική εξέλιξη.
 - Δεν γνωρίζω.

Αυτήν τη στιγμή, οι διαστημικές αποστολές στον πλανήτη Άρη διεξάγονται από δημόσιους οργανισμούς, εθνικούς, όπως για παράδειγμα η NASA, ή διεθνείς, όπως για παράδειγμα ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (ESA). Επειδή αυτοί οι δημόσιοι οργανισμοί έχουν εναρμονίσει τις εσωτερικές πολιτικές τους με τις απαιτήσεις για την Προστασία των Πλανητών, δεν έχει υπάρξει κάποια παραβίασή τους μέχρι αυτήν τη στιγμή. Παρ' όλα αυτά, αυτές οι εσωτερικές πολιτικές των δημόσιων οργανισμών δεν μπορούν να επιβληθούν σε ιδιωτικούς οργανισμούς που θα θελήσουν στο μέλλον να διεξάγουν εξ ολοκλήρου και ανεξάρτητα μια δική τους διαστημική αποστολή. Τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν από τους ιδιωτικούς οργανισμούς θα επιφέρουν σε αυτούς τους οργανισμούς επιπλέον κόστη που δεν θα υπήρχαν, αν δεν τηρούνταν οι απαιτήσεις για την Προστασία των Πλανητών.

Σύμφωνα με τον ελληνικό Νόμο 4508/2017, απαραίτητος όρος για την αδειοδότηση μιας διαστημικής δραστηριότητας στην Ελλάδα είναι η διαστημική δραστηριότητα να μην προκαλεί μόλυνση του Διαστήματος ή των ουράνιων σωμάτων ή δυσμενείς αλλαγές στο περιβάλλον. Αυτήν τη στιγμή, δεν υπάρχει κάποια άλλη πρόβλεψη σε εθνικό επίπεδο για την τήρηση των απαιτήσεων για την Προστασία των Πλανητών, πέρα από αυτήν τη διατύπωση στον παραπάνω νόμο.

Προκειμένου να υπάρξει πλήρης ευθυγράμμιση με τις διεθνείς απαιτήσεις για την Προστασία των Πλανητών έως το 2030, είναι απαραίτητη σε εθνικό επίπεδο η υιοθέτηση επιπρόσθετων μέτρων για τον έλεγχο των ιδιωτικών δραστηριοτήτων που μπορούν να προκαλέσουν μεταφορά βιολογικού υλικού από τη Γη στον Άρη και πιθανού βιολογικού υλικού από τον Άρη στη Γη.

Τα μέτρα αυτά θα αποσκοπούν στην προστασία του γήινου περιβάλλοντος (π.χ. της άγριας ζωής, αλλά και των οικοσυστημάτων και παραγωγικών ζώων και των αγροτικών καλλιεργειών) και της ανθρώπινης υγείας από πιθανούς βιολογικούς κινδύνους με προέλευση τον Άρη. Επιπλέον, τα μέτρα αυτά θα αποσκοπούν στην αποφυγή της διατάραξης των επιστημονικών αποστολών αναζήτησης εξωγήινων μικροοργανισμών στον Άρη, εξαιτίας της επιμόλυνσής του με γήινους μικροοργανισμούς, καθώς και στην προστασία των πιθανών εξωγήινων μικροοργανισμών του Άρη και των άλλων στοιχείων του περιβάλλοντός του (π.χ. του πιθανού αποθέματος νερού και άλλων πόρων, του εδάφους, της ατμόσφαιρας, αλλά και των τοπικών κλιματικών συνθηκών) από την επαφή τους με γήινους μικροοργανισμούς.

15. Με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν, πόσο σημαντικά είναι για εσάς τα οφέλη που θα επιτευχθούν από την προστασία της Γης, χάρη στην υιοθέτηση αυτών των επιπρόσθετων μέτρων;

Υπενθύμιση: Τα εν λόγω μέτρα θα αποσκοπούν στην προστασία του γήινου περιβάλλοντος (π.χ. της άγριας ζωής, αλλά και των οικοσυστημάτων και παραγωγικών ζώων και των αγροτικών καλλιεργειών) και της ανθρώπινης υγείας από πιθανούς βιολογικούς κινδύνους με προέλευση τον Άρη. Επιπλέον, τα μέτρα αυτά θα αποσκοπούν στην αποφυγή της διατάραξης των επιστημονικών αποστολών αναζήτησης εξωγήινων μικροοργανισμών στον Άρη, εξαιτίας της επιμόλυνσής του με γήινους μικροοργανισμούς, καθώς και στην προστασία των πιθανών εξωγήινων μικροοργανισμών του Άρη και των άλλων στοιχείων του περιβάλλοντός του (π.χ. του πιθανού αποθέματος νερού και άλλων πόρων, του εδάφους, της ατμόσφαιρας, αλλά και των τοπικών κλιματικών συνθηκών) από την επαφή τους με γήινους μικροοργανισμούς.

- a. Καθόλου σημαντικά.
- b. Λίγο σημαντικά.
- c. Αρκετά σημαντικά.
- d. Πολύ σημαντικά.
- e. Δεν γνωρίζω.

16. Με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν, πόσο σημαντικά είναι για εσάς τα οφέλη που θα επιτευχθούν από την προστασία του Άρη, χάρη στην υιοθέτηση αυτών των επιπρόσθετων μέτρων;

Υπενθύμιση: Τα εν λόγω μέτρα θα αποσκοπούν στην προστασία του γήινου περιβάλλοντος (π.χ. της άγριας ζωής, αλλά και των οικοσυστημάτων και παραγωγικών ζώων και των αγροτικών καλλιεργειών) και της ανθρώπινης υγείας από πιθανούς βιολογικούς κινδύνους με προέλευση τον Άρη. Επιπλέον, τα μέτρα αυτά θα αποσκοπούν στην αποφυγή της διατάραξης των επιστημονικών αποστολών αναζήτησης εξωγήινων μικροοργανισμών στον Άρη, εξαιτίας της επιμόλυνσής του με γήινους μικροοργανισμούς, καθώς και στην προστασία των πιθανών εξωγήινων μικροοργανισμών του Άρη και των άλλων στοιχείων του περιβάλλοντός του (π.χ. του πιθανού αποθέματος νερού και άλλων πόρων, του εδάφους, της ατμόσφαιρας, αλλά και των τοπικών κλιματικών συνθηκών) από την επαφή τους με γήινους μικροοργανισμούς.

- a. Καθόλου σημαντικά.
- b. Λίγο σημαντικά.
- c. Αρκετά σημαντικά.

- d. Πολύ σημαντικά.
- e. Δεν γνωρίζω.

Αυτά τα επιπρόσθετα μέτρα σε εθνικό επίπεδο θα πρέπει να χρηματοδοτηθούν μέσω ενός ειδικού φόρου για την Προστασία των Πλανητών. Ο φόρος αυτός θα συλλέγεται ετησίως από κάθε ενήλικα Έλληνα πολίτη έως το 2030. Επιπλέον, τα άλλα κράτη που έχουν υπογράψει τη Συνθήκη για το Εξωατμοσφαιρικό Διάστημα θα φροντίσουν για την υιοθέτηση τέτοιων μέτρων που θα χρηματοδοτηθούν επίσης με αντίστοιχους ειδικούς φόρους που θα συλλέγονται ετησίως από τους πολίτες τους. Επιπροσθέτως, οι ιδιωτικές διαστημικές εταιρείες που μπορούν να προκαλέσουν βιολογική επιμόλυνση της Γης ή του Άρη εξαιτίας των δραστηριοτήτων τους θα συνεισφέρουν επίσης οικονομικά στη χρηματοδότηση αυτών των μέτρων με αντίστοιχο τρόπο.

Υπενθύμιση: Τα εν λόγω μέτρα θα αποσκοπούν στην προστασία του γήινου περιβάλλοντος (π.χ. της άγριας ζωής, αλλά και των οικόσπιτων και παραγωγικών ζώων και των αγροτικών καλλιεργειών) και της ανθρώπινης υγείας από πιθανούς βιολογικούς κινδύνους με προέλευση τον Άρη. Επιπλέον, τα μέτρα αυτά θα αποσκοπούν στην αποφυγή της διατάραξης των επιστημονικών αποστολών αναζήτησης εξωγήινων μικροοργανισμών στον Άρη, εξαιτίας της επιμόλυνσής του με γήινους μικροοργανισμούς, καθώς και στην προστασία των πιθανών εξωγήινων μικροοργανισμών του Άρη και των άλλων στοιχείων του περιβάλλοντός του (π.χ. του πιθανού αποθέματος νερού και άλλων πόρων, του εδάφους, της ατμόσφαιρας, αλλά και των τοπικών κλιματικών συνθηκών) από την επαφή τους με γήινους μικροοργανισμούς.

17. Θα ψηφίζατε υπέρ της υιοθέτησης αυτών των μέτρων σε εθνικό επίπεδο, έτσι ώστε η Ελλάδα να έχει ευθυγραμμιστεί με τις διεθνείς απαιτήσεις για την Προστασία των Πλανητών έως το 2030; Πριν απαντήσετε σε αυτήν την ερώτηση, έχετε κατά νου ότι η σύμφωνη γνώμη της πλειοψηφίας με αυτήν την πρόταση θα οδηγήσει στην υλοποίησή της. Ο ειδικός φόρος που θα κληθείτε να πληρώσετε για αυτήν την πρόταση σημαίνει πως θα έχετε λιγότερα διαθέσιμα χρήματα για να καλύψετε τις άλλες ανάγκες σας (π.χ. φαγητό, ρούχα, διασκέδαση).
- a. Ναι.
 - b. Όχι.

[Η ερώτηση 18 εμφανίζεται σε όσους έδωσαν την απάντηση «Όχι» στην ερώτηση 17]

18. Ποιος είναι ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο αρνείστε να συνεισφέρετε οικονομικά στην υιοθέτηση σε εθνικό επίπεδο επιπρόσθετων μέτρων για τον έλεγχο των ιδιωτικών δραστηριοτήτων που μπορούν να προκαλέσουν μεταφορά βιολογικού υλικού από τη Γη στον Άρη και πιθανού βιολογικού υλικού από τον Άρη στη Γη;
- a. Δεν έχω την οικονομική δυνατότητα.
 - b. Δεν με ενδιαφέρει το θέμα της Προστασίας των Πλανητών.
 - c. Δεν πιστεύω ότι οι στόχοι στους οποίους αποσκοπούν αυτά τα μέτρα είναι σημαντικοί.
 - d. Δεν πιστεύω ότι είναι εφικτό να υιοθετηθούν αυτά τα μέτρα.
 - e. Δεν πιστεύω ότι είναι απαραίτητο να υιοθετηθούν αυτά τα μέτρα.
 - f. Προτιμώ να χρησιμοποιήσω τα χρήματά μου για άλλο σκοπό.
 - g. Πιστεύω ότι είναι ευθύνη της Κυβέρνησης να καλύψει το κόστος.

- h. Πιστεύω ότι είναι ευθύνη των ιδιωτικών διαστημικών εταιρειών να καλύψουν το κόστος.
- i. Δεν θέλω να πληρώσω έναν ακόμη φόρο.
- j. Δεν πιστεύω ότι τα έσοδα από τον φόρο θα χρησιμοποιηθούν για αυτόν τον σκοπό.
- k. Το 2030 είναι πολύ μακριά.

[Η ερώτηση 19 εμφανίζεται σε όσους έδωσαν την απάντηση «Ναι» στην ερώτηση 17]

19. Ποιο είναι ακριβώς το μέγιστο ποσό σε ευρώ που θα ήσασταν διατεθειμένος/η να πληρώσετε ετησίως για την υιοθέτηση σε εθνικό επίπεδο επιπρόσθετων μέτρων για τον έλεγχο των ιδιωτικών δραστηριοτήτων που μπορούν να προκαλέσουν μεταφορά βιολογικού υλικού από τη Γη στον Άρη και πιθανού βιολογικού υλικού από τον Άρη στη Γη; Σας υπενθυμίζω ότι ο ειδικός φόρος που θα κληθείτε να πληρώσετε για αυτήν την πρόταση σημαίνει πως θα έχετε λιγότερα διαθέσιμα χρήματα για να καλύψετε τις άλλες ανάγκες σας (π.χ. φαγητό, ρούχα, διασκέδαση). Ο φόρος θα συλλέγεται ετησίως έως το 2030 από κάθε ενήλικα Έλληνα πολίτη.
- a. _____ €

[Η ερώτηση 20 εμφανίζεται σε όσους έδωσαν την απάντηση «Ναι» στην ερώτηση 17]

20. Πόσο βέβαιος/η είστε για την προθυμία σας να πληρώσετε αυτό το ποσό;
- a. Πολύ αβέβαιος/η.
 - b. Αβέβαιος/η.
 - c. Ούτε αβέβαιος/η ούτε βέβαιος/η.
 - d. Βέβαιος/η.
 - e. Πολύ βέβαιος/η.

[Η ερώτηση 21 εμφανίζεται σε όσους έδωσαν την απάντηση «Ναι» στην ερώτηση 17]

21. Τι ποσοστό (%) από αυτό το ακριβές ποσό που δηλώσατε πιστεύετε ότι θα πρέπει να δαπανηθεί για μέτρα που θα εξασφαλίσουν την προστασία του πλανήτη Άρη από την επιμόλυνσή του με μικροοργανισμούς από τη Γη;
- a. _____ %

[Η ερώτηση 22 εμφανίζεται σε όσους έδωσαν την απάντηση «Ναι» στην ερώτηση 17]

22. Τι ποσοστό (%) από αυτό το ακριβές ποσό που δηλώσατε πιστεύετε ότι θα πρέπει να δαπανηθεί για μέτρα που θα εξασφαλίσουν την προστασία της Γης από την πιθανή επιμόλυνσή της με μικροοργανισμούς από τον πλανήτη Άρη;
- a. _____ %

[Εάν το άθροισμα των 21 και 22 δεν είναι 100%]

Το άθροισμα των απαντήσεών σας είναι _____ %. Επιθυμείτε να αλλάξετε κάπου την απάντησή σας;

[Διορθώνουμε τις απαντήσεις, όπου απαιτείται]

[Η ερώτηση 23 εμφανίζεται σε όσους έδωσαν την απάντηση «Ναι» στην ερώτηση 17]

23. Ποιος είναι ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο επιθυμείτε να συνεισφέρετε οικονομικά στην αποφυγή της επιμόλυνσης του Άρη με μικροοργανισμούς από τη Γη;
- Εγώ ή η οικογένειά μου χρησιμοποιούμε το περιβάλλον τού Άρη για προσωπικό όφελος.
 - Το περιβάλλον τού Άρη προσφέρει λειτουργικές υπηρεσίες στην οικονομία.
 - Θέλω να διασφαλίσω ότι θα μπορώ να αξιοποιήσω το περιβάλλον τού Άρη με κάποιον τρόπο στο μέλλον.
 - Θέλω να διαφυλάξω το περιβάλλον τού Άρη για τις μελλοντικές γενιές.
 - Είναι σημαντική η ύπαρξη του περιβάλλοντος του Άρη, είτε απλά για την εγγενή του αξία είτε για την ευχαρίστηση άλλων ανθρώπων.

[Η ερώτηση 24 εμφανίζεται σε όσους έδωσαν την απάντηση «Ναι» στην ερώτηση 17]

24. Ποιος είναι ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο επιθυμείτε να συνεισφέρετε οικονομικά στην αποφυγή της επιμόλυνσης της Γης με πιθανούς μικροοργανισμούς από τον Άρη;
- Εγώ ή η οικογένειά μου χρησιμοποιούμε το περιβάλλον τής Γης για προσωπικό όφελος.
 - Το περιβάλλον τής Γης προσφέρει λειτουργικές υπηρεσίες στην οικονομία.
 - Θέλω να διασφαλίσω ότι θα μπορώ να αξιοποιήσω το περιβάλλον τής Γης με κάποιον τρόπο στο μέλλον.
 - Θέλω να διαφυλάξω το περιβάλλον τής Γης για τις μελλοντικές γενιές.
 - Είναι σημαντική η ύπαρξη του περιβάλλοντος της Γης, είτε απλά για την εγγενή του αξία είτε για την ευχαρίστηση άλλων ανθρώπων.

Δ. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

25. Έχετε δωρίσει χρήματα σε κάποια περιβαλλοντική οργάνωση τους τελευταίους 12 μήνες;
- Ναι.
 - Όχι, αλλά σκέφτομαι να δωρίσω.
 - Όχι.
26. Είστε μέλος κάποιας περιβαλλοντικής οργάνωσης;
- Ναι.
 - Όχι, αλλά σκέφτομαι να γίνω.
 - Όχι.
27. Φύλο:
- Γυναίκα
 - Άνδρας
 - Άλλο
 - Προτιμώ να μην απαντήσω

28. Σε ποια ηλικιακή ομάδα ανήκετε;
- 18-29 ετών
 - 30-39 ετών
 - 40-49 ετών
 - 50-59 ετών
 - 60-69 ετών
 - 70 ετών και άνω
29. Ποια είναι η οικογενειακή σας κατάσταση;
- Άγαμος/η
 - Έγγαμος/η
 - Συζώ με τον/την σύντροφό μου
 - Χήρος/α
 - Διαζευγμένος/η
 - Σε διάσταση
30. Πόσα άτομα κάτω των 18 ετών υπάρχουν στο νοικοκυριό σας;
- _____
31. Πόσα άτομα των 18 ετών και άνω υπάρχουν στο νοικοκυριό σας, μαζί με εσάς;
- _____
32. Ποιος είναι ο μόνιμος τόπος κατοικίας σας σε επίπεδο δημοτικής ενότητας;
- _____
33. Ποιο είναι το ανώτερο επίπεδο σπουδών που έχετε ολοκληρώσει;
- Δεν έχω πάει σχολείο
 - Δημοτικό
 - Γυμνάσιο
 - Λύκειο
 - Επαγγελματικό Λύκειο
 - ΙΕΚ/Κολλέγιο (2 έτη φοίτησης)
 - ΤΕΙ/ΑΕΙ (3 ή περισσότερα χρόνια)
 - Μεταπτυχιακό
 - Διδακτορικό
34. Ποια είναι η παρούσα επαγγελματική σας κατάσταση;
- Μισθωτός/ή υπάλληλος, πλήρους απασχόλησης
 - Μισθωτός/ή υπάλληλος, μερικής απασχόλησης
 - Αυτοαπασχολούμενος/η
 - Άνεργος/η και αναζητώ εργασία
 - Άνεργος/η και δεν αναζητώ προς το παρόν εργασία
 - Φοιτητής/Φοιτήτρια
 - Οικιακά
 - Συνταξιούχος

35. Ποιο είναι το καθαρό προσωπικό εισόδημα που λαμβάνετε ετησίως από κάθε πηγή εισόδων;

- a. Λιγότερο από €6,000
- b. €6,000 - 9,999
- c. €10,000 - 14,999
- d. €15,000 - 19,999
- e. €20,000 - 24,999
- f. €25,000 - 29,999
- g. €30,000 - 34,999
- h. €35,000 - 39,999
- i. €40,000 - 50,000
- j. Περισσότερο από €50,000

36. Έχετε κάποιο σχόλιο για την παρούσα έρευνα;

- a. _____

Ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας σε αυτήν την έρευνα!