

Επιμέλεια: Κλέα Μπινιάκου  
Επιβλέπων: Κωνσταντίνος-Αλκέτας Ουγγρίνης

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# Εικονικοί «Μπλε» Χώροι:

Ένα Πλαίσιο για την Ενίσχυση της Ευεξίας σε Συνθήκες  
Απομόνωσης και Ακραία Περιβάλλοντα

**Εικονικοί «Μπλε» Χώροι:  
Ένα Πλαίσιο για την Ενίσχυση της Ευεξίας  
σε Συνθήκες Απομόνωσης και Ακραία  
Περιβάλλοντα**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025

Επιμέλεια: Κλέα Μπινιάκου

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος-Αλκέτας Ουγγρίνης

# Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερευνά τον αντίκτυπο της απομόνωσης και του εγκλεισμού στην ανθρώπινη υγεία, με ιδιαίτερη έμφαση στις ψυχολογικές και φυσιολογικές επιπτώσεις. Εξετάζουμε τον ρόλο της φύσης στην υποστήριξη της ανθρώπινης ευεξίας, τονίζοντας τη σημασία των «μπλε» χώρων - περιβαλλόντων με βάση το νερό που παρέχουν μοναδικά οφέλη για την υγεία σε σύγκριση με άλλα φυσικά στοιχεία. Αναγνωρίζοντας τις προκλήσεις που υπάρχουν στα ακραία περιβάλλοντα, όπου η άμεση πρόσβαση στη φύση είναι περιορισμένη, αξιολογούνται οι δυνατότητες των τεχνολογιών μικτής πραγματικότητας για την προσομοίωση φυσικών περιβαλλόντων ως στρατηγική μετριασμού των επιπτώσεων. Με την ενσωμάτωση της εικονικής φύσης σε περιορισμένους χώρους, οι τεχνολογίες μικτής πραγματικότητας προσφέρουν ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για την ανακούφιση από το άγχος και τη βελτίωση της συνολικής ψυχικής υγείας σε απομονωμένα περιβάλλοντα. Μέσω μιας ανασκόπησης των υφιστάμενων εφαρμογών μικτής πραγματικότητας σε ακραία περιβάλλοντα, αξιολογείται η αποτελεσματικότητα αυτών των εικονικών παρεμβάσεων και παρέχεται μια συγκριτική ανάλυση της εικονικής πραγματικότητας και της επαυξημένης πραγματικότητας. Τέλος, προτείνεται ένα πλαίσιο για τον σχεδιασμό μιας πειραματικής διαδικασίας με στόχο την αξιολόγηση των χωρικών και ψυχολογικών επιδράσεων των παρεμβάσεων μικτής πραγματικότητας σε ακραία και απομονωμένα περιβάλλοντα. Η παρούσα εργασία αναδεικνύει τις δυνατότητες της εικονικής φύσης ως θεραπευτική εναλλακτική λύση στην έκθεση στην πραγματική φύση και παρέχει πληροφορίες για τον σχεδιασμό χώρων που δίνουν προτεραιότητα στην ψυχολογική ανθεκτικότητα και ευημερία των ατόμων σε συνθήκες απομόνωσης και ακραία περιβάλλοντα.

# Abstract

This research thesis explores the impact of isolation and confinement on human health, with a particular focus on the psychological and physiological effects. We examine the role of nature in supporting human well-being, highlighting the importance of “blue spaces”- water-based environments that provide unique health benefits compared to other natural elements. Recognizing the challenges that exist in extreme environments where direct access to nature is limited, we evaluate the potential of mixed reality technologies to simulate natural environments as a mitigation strategy. By integrating virtual nature into confined spaces, mixed reality technologies offer a promising tool for relieving stress and improving overall mental health in isolated environments. Through a review of existing mixed reality applications in extreme environments, we evaluate the effectiveness of these virtual interventions and provide a comparative analysis of virtual reality and mixed reality. Finally, we propose a framework for designing an experimental process to evaluate the spatial and psychological effects of mixed reality interventions in extreme environments. This research highlights the potential of virtual nature as a restorative alternative to real-world exposure to nature, and provides insights for designing supportive habitats that prioritize psychological resilience and well-being for individuals in isolation and extreme environments.

## Πρόλογος

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης και είναι το αποτέλεσμα της ερευνητικής μου δραστηριότητας στον τομέα της νευροαρχιτεκτονικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο-Αλκέτα Ουγγρίνη για την υποστήριξή του και το γεγονός ότι δημιουργεί έναν ασφαλή χώρο για όλους μας, δίνοντάς μας τη δυνατότητα να εξερευνήσουμε τον εαυτό μας και τα ενδιαφέροντά μας, πέρα από τα στερεότυπα και τους περιορισμούς των “πρέπει”.

Επίσης, ένα ευχαριστώ στην οικογένειά μου και τους δικούς μου ανθρώπους για την υπομονή, τη στήριξη και την αγάπη τους, σε όλη την αλλοκοτοσύνη μου.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

11	Εισαγωγή	
12-23	1. Ακραία και Απομονωμένα Περιβάλλοντα	3.2.2 Η Μικτή Πραγματικότητα ως Εργαλείο Αναπαράστασης Αφηρημένων Φαινομένων 3.2.3 Η Χρήση της Μικτής Πραγματικότητας σε Ακραία Περιβάλλοντα 3.2.4 Σύγκριση 2D και 3D Περιβαλλόντων στη Μικτή Πραγματικότητα 3.3 Συμπεράσματα
	1.1 Απομόνωση	
	1.1.1 Ακούσια Απομόνωση	
	1.1.2 Εκούσια Απομόνωση	
	1.2 Η Ζωή και η Εργασία σε Ακραία και Απομονωμένα Περιβάλλοντα: Ψυχολογικές και Κοινωνικές Πτυχές	
	1.2.1 Στρεσογόνοι παράγοντες	
	1.2.2 Επιπτώσεις του Στρες και της Απομόνωσης σε Ακραία και Απομονωμένα Περιβάλλοντα	
	1.3 Αντιμετώπιση των Προκλήσεων στα Ακραία και Απομονωμένα Περιβάλλοντα	
	1.4 Συμπεράσματα	
24-33	2. Η Σημασία της Φύσης για τον Άνθρωπο και οι «Μπλε Χώροι»	
	2.1 Οι Αποκαταστατικές Ιδιότητες της Φύσης για τον Άνθρωπο	
	2.2 Η εικονική φύση	
	2.3 Η Σημασία των «Μπλε» Χώρων για την Ψυχική Υγεία και Ευεξία	
	2.4 Συμπεράσματα	
36-53	3. Μικτή Πραγματικότητα	
	3.1 Εικονική Αρχιτεκτονική και Χωρική Εμπειρία	
	3.1.1 Φιλοσοφικές Διαστάσεις της μικτής πραγματικότητας	
	3.1.2 Δυναμική Αρχιτεκτονική Μέσω Προβολών	
	3.1.3 Ενσωμάτωση των Ανθρώπινων Αισθήσεων	
	3.1.4 Ορισμός και Στοιχεία Εμβύθισης	
	3.1.5 Ορισμός της Ναυτία στον Κυβερνοχώρο και Πώς Επηρεάζει	
	3.2 Εφαρμογές Εικονικής και Μικτής Πραγματικότητας	
	3.2.1 Οικειοποίηση του Χώρου και Αποκαταστατικοί Χώροι σε Απομονωμένα Περιβάλλοντα	
54-59	4. Πειράματα Εικονικής και Μικτής Πραγματικότητας	
	4.1 Προκλήσεις και περιορισμοί των τεχνολογιών MR	
	4.2 Πρόταση για στήσιμο πειράματος μικτής πραγματικότητας	
	4.3 Συμπεράσματα	
60-63	5. Επίλογος	
64-69	6. Παράρτημα	
70-80	7. Βιβλιογραφία	

## Εισαγωγή

Η αρχιτεκτονική, ως πεδίο που παραδοσιακά επικεντρώνεται στη σχεδίαση και οργάνωση του χώρου, υφίσταται μια βαθιά μεταμόρφωση. Στη σύγχρονη εποχή, ο ρόλος της δεν περιορίζεται πλέον στη διαμόρφωση του φυσικού περιβάλλοντος με αισθητική και λειτουργική αρτιότητα. Αντίθετα, εξελίσσεται σε μια πολύπλευρη διαδικασία που εστιάζει στη σχεδίαση της ανθρώπινης εμπειρίας. Ο σύγχρονος αρχιτέκτονας δεν είναι απλώς δημιουργός χώρων, αλλά επιμελητής εμπειριών, λαμβάνοντας υπόψη τις ανθρώπινες ανάγκες, τα συναισθήματα και την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.

Αυτή η νέα προσέγγιση απαιτεί διευρυμένη γνώση και κατανόηση διαφορετικών επιστημονικών πεδίων, καθιστώντας τον αρχιτέκτονα έναν επαγγελματία ευέλικτο και ικανό να επιλύει σύνθετα προβλήματα. Η ευελιξία αυτή επιτρέπει στην αρχιτεκτονική να ξεπερνά τα παραδοσιακά όριά της, διαμορφώνοντας γέφυρες με άλλους επιστημονικούς και τεχνολογικούς κλάδους. Ειδικότερα, η σύνδεση της αρχιτεκτονικής με τη βιώσιμη ανάπτυξη, την τεχνολογία, την ψυχολογία και την κοινωνιολογία αναδεικνύει τη διεπιστημονική της φύση, με στόχο τη δημιουργία λύσεων που ανταποκρίνονται στις σύνθετες προκλήσεις του σύγχρονου κόσμου.

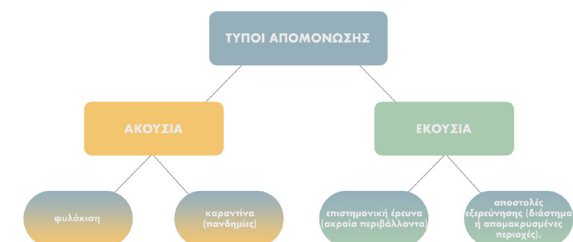
Η βιωσιμότητα αποτελεί μία από τις πιο κρίσιμες διαστάσεις αυτής της μεταμόρφωσης. Σε ακραία περιβάλλοντα, όπως οι άνυδρες έρημοι, οι πολικές και οι υποθαλάσσιες περιοχές ή ακόμα και το διάστημα, οι αρχιτεκτονικές λύσεις οφείλουν να είναι καινοτόμες, προσαρμόσιμες και βιώσιμες. Η μετάβαση αυτή απαιτεί έναν νέο τρόπο σκέψης, όπου η αρχιτεκτονική δεν αποτελεί απλώς εργαλείο σχεδιασμού, αλλά και μέσο ενδυνάμωσης της ανθρώπινης εμπειρίας. Η προσαρμοστικότητα και η διεπιστημονική συνεργασία αναδεικνύονται σε θεμελιώδεις δεξιότητες για το μέλλον, διασφαλίζοντας την ικανότητα της αρχιτεκτονικής να αντιμετωπίζει τις εξελισσόμενες ανάγκες της ανθρωπότητας. Έτσι, η αρχιτεκτονική δεν είναι απλώς η τέχνη της διαμόρφωσης χώρων, αλλά και ένας καταλύτης για τη διαμόρφωση μιας πιο βιώσιμης και ανθρωποκεντρικής κοινωνίας.



## ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

### 1.1 Απομόνωση

Η απομόνωση ορίζεται ως η κατάσταση απομάκρυνσης ή αποκοπής από ένα σύνολο, είτε πρόκειται για κοινωνικό, φυσικό ή άλλο πλαίσιο. Σύμφωνα με το Λεξικό Τριανταφυλλίδη, η απομόνωση μπορεί να αναφέρεται σε κοινωνική ή πολιτική απομόνωση, καθώς και στον εγκλεισμό ενός ατόμου σε περιορισμένο χώρο (Τριανταφυλλίδη, 2024). Το φαινόμενο της απομόνωσης διακρίνεται σε δύο βασικούς τύπους: την ακούσια και την εκούσια απομόνωση, με βάση τη συνθήκη που την προκαλεί.



Διάγραμμα 1: Οι τύποι απομόνωσης.

#### 1.1.1 Ακούσια Απομόνωση

Η ακούσια απομόνωση προκύπτει ως αποτέλεσμα εξωτερικών συνθηκών, όπως η παραβίαση νόμων ή η ύπαρξη σωματικής ή ψυχικής ασθένειας. Στην περίπτωση της παραβίασης νόμων, η απομόνωση συνδέεται συχνά με τη φυλάκιση, η οποία μπορεί να είναι βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη,

ανάλογα με το είδος του αδικήματος. Οι συνθήκες φυλάκισης μπορεί να κυμαίνονται από κοινόβια διαβίωση εντός φυλακής μέχρι απόλυτη απομόνωση, όπου το άτομο βρίσκεται μόνο του, χωρίς κοινωνικές επαφές. Παρόμοια, η απομόνωση λόγω ασθένειας μπορεί να περιλαμβάνει βραχυπρόθεσμο εγκλεισμό σε καραντίνα ή μακροπρόθεσμη νοσηλεία σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους. Κατά την πανδημία του COVID-19, παρατηρήθηκε μαζική απομόνωση σε παγκόσμια κλίμακα, με την καραντίνα να διαρκεί για μήνες σε πολλές περιπτώσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο βαθμός απομόνωσης ποικίλλει σημαντικά, ακόμη και εντός της ίδιας συνθήκης. Για παράδειγμα, η απομόνωση σε ψυχιατρικά ιδρύματα μπορεί να κυμαίνεται από διαμονή σε κοινόχρηστους χώρους έως πλήρη απομόνωση σε ένα μοναδικό δωμάτιο. Παρόμοιες διαβαθμίσεις παρατηρούνται και σε περιόδους πανδημιών, όπου η απομόνωση συχνά αγγίζει την απόλυτη αποκοπή από τον έξω κόσμο.

#### 1.1.2 Εκούσια Απομόνωση

Η εκούσια απομόνωση αφορά περιπτώσεις στις οποίες το άτομο επιλέγει να απομονωθεί για προσωπικούς ή επαγγελματικούς λόγους. Τέτοιες περιπτώσεις περιλαμβάνουν την απομόνωση λόγω μονασμού ή την επιλογή διαμονής σε απομακρυσμένα ερευνητικά

κέντρα, είτε στη Γη είτε στο διάστημα. Η κύρια διαφορά με την ακούσια απομόνωση έγκειται στο γεγονός ότι η εκούσια απομόνωση προκύπτει ως αποτέλεσμα συνειδητής απόφασης για την επίτευξη ενός στόχου, συχνά σημαντικού για την πρόοδο της επιστήμης ή της κοινωνίας.

Η διάρκεια της εκούσιας απομόνωσης ποικίλλει, με τις περισσότερες περιπτώσεις να διαρκούν από λίγες εβδομάδες έως μήνες. Στη Γη, η μακρύτερη διάρκεια εκούσιας απομόνωσης καταγράφηκε στο πλαίσιο της αποστολής Mars 500, όπου οι συμμετέχοντες παρέμειναν απομονωμένοι για 520 ημέρες (European Space Agency, n.d.). Στο διάστημα, η μεγαλύτερη καταγεγραμμένη περίοδος εκούσιας απομόνωσης ανέρχεται σε 437 ημέρες (Polyakov, V. V., n.d.).

Στην παρούσα έρευνα θα επικεντρωθούμε στις περιπτώσεις εκούσιας απομόνωσης που αφορούν ερευνητικούς σκοπούς σε ακραία περιβάλλοντα, όπως απομονωμένα ερευνητικά κέντρα και το διάστημα. Αυτές οι περιπτώσεις αποτελούν ένα ιδιαίτερο πεδίο μελέτης, καθώς εμπεριέχουν μοναδικές ψυχολογικές και κοινωνικές προκλήσεις.

Εικόνα 3: Υδρονάυτες (aquanauts) σε εκπαίδευση σε αποστολή NEEMO (<https://ketonutrition.org/tag/nasa-neemo/>).



Εικόνα 1: Ο αρχιτέκτονας Sebastian Aristotelis (SAGA), στη δοκιμή του διαστημικού αναλόγου που σχεδίασαν, το LUNARK (<https://hypebeast.com/2023/3/saga-multicolor-circadian-light-panel-astronauts-iss-info>).

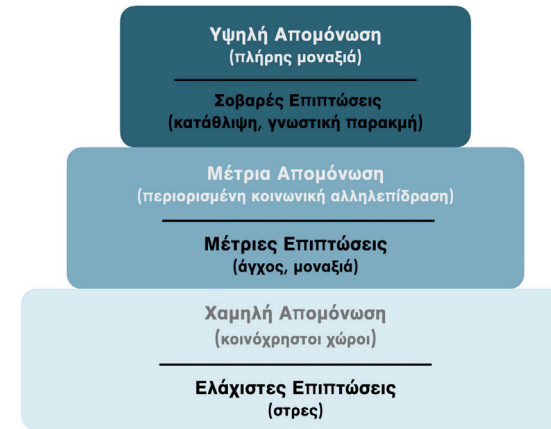


Εικόνα 2: Εκπαίδευση αστροναυτών της αποστολής STS-51-L. (<https://www.chron.com/news/houston-texas/houston/article/NASA-Houston-space-center-moon-13098244.php>).



## 1.2 Η Ζωή και η Εργασία σε Ακραία και Απομονωμένα Περιβάλλοντα: Ψυχολογικές και Κοινωνικές Πτυχές

Η ζωή και η εργασία σε ακραία και απομονωμένα περιβάλλοντα (ΑΠΠ), όπως οι πολικές ερευνητικές βάσεις, τα υποβρύχια και οι διαστημικές αποστολές, συνιστούν μοναδική πρόκληση για την ανθρώπινη ψυχολογία και κοινωνική δυναμική. Τα περιβάλλοντα αυτά χαρακτηρίζονται από έντονα περιοριστικούς φυσικούς και κοινωνικούς παράγοντες, με την απομόνωση, τη μονοτονία και την έλλειψη ιδιωτικότητας να αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά. Η αντιμετώπιση αυτών των συνθηκών απαιτεί υψηλό βαθμό προσαρμοστικότητας και ανθεκτικότητας, καθώς οι επιπτώσεις στην ψυχική υγεία, τη



Διάγραμμα 2: Επίπεδα απομόνωσης και επιπτώσεις.



Εικόνα 4: Η ερευνητική βάση Concordia στην Ανταρκτική (<https://ultima0thule.blogspot.com/2019/03/concordia-station-france-and-italy.html>).

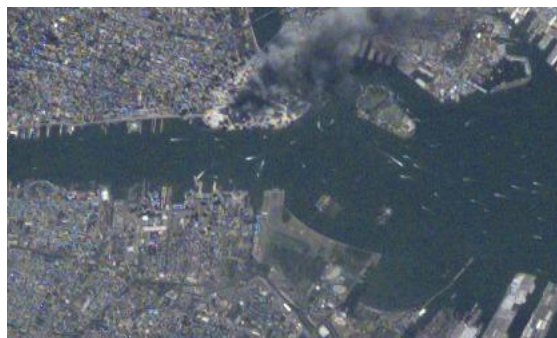


γνωστική απόδοση και τις διαπροσωπικές σχέσεις είναι πολυδιάστατες (Clément & Reschke, 2008, σ. 34; Palinkas et al., 2021, σσ. 415-417).

Ένας από τους κύριους παράγοντες που συμβάλλουν στη διαχείριση αυτών των προκλήσεων είναι η αίσθηση σκοπού. Για τους αστροναύτες, η συμμετοχή σε αποστολές υψηλής επιστημονικής και εξερευνητικής σημασίας προσδίδει βαθύ νόημα και ικανοποίηση στον ρόλο τους. Αυτό το νόημα λειτουργεί ως ψυχολογικός μηχανισμός που τους επιτρέπει να αντεπεξέρχονται στις σωματικές και ψυχολογικές δυσκολίες. Οι αστροναύτες αντιλαμβάνονται τον εαυτό τους ως μέρος μιας μεγαλύτερης αποστολής που συμβάλλει στην ανθρώπινη πρόοδο, γεγονός που ενισχύει την ανθεκτικότητά τους και μειώνει τις ψυχολογικές πιέσεις της μακροχρόνιας απομόνωσης και του περιορισμού (Vakoch, 2011).

Ένας άλλος παράγοντας που ενισχύει την ευημερία τους είναι η σύνδεση με τη Γη. Η παρατήρηση του πλανήτη από το διάστημα, γνωστή ως «overview effect», προκαλεί έντονη συναισθηματική σύνδεση και ενισχύει την αίσθηση ευθύνης προς την ανθρωπότητα και το περιβάλλον (Vakoch, 2011). Η εμπειρία αυτή, όπως περιγράφεται από τον Frank Culbertson, ο οποίος παρατήρησε τις επιθέσεις στους Δίδυμους Πύργους από τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό, αναδεικνύει τη σημασία αυτής της

σύνδεσης. Παρά την απομόνωσή του, ο Culbertson εξέφρασε βαθύτερη εκτίμηση για τις λεπτομέρειες της ζωής στη Γη, όπως το φυσικό περιβάλλον και η ανθρώπινη επαφή (NASA, 2001).



Εικόνα 5: Η εικόνα από την επίθεση στους Δίδυμους Πύργους, που τράβηξε ο Frank Culbertson από τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό. (<https://www.nasa.gov/topics/nasalife/features/sept11.html.jpg>)

Επιπλέον, η εμπειρία της απομόνωσης επιτρέπει στους αστροναύτες να αναπτύξουν μια νέα εκτίμηση για τις μικρές λεπτομέρειες της καθημερινότητας. Ο Luca Parmitano σημειώνει ότι μετά από παρατεταμένες περιόδους απομόνωσης, οι αστροναύτες αναπτύσσουν μια αίσθηση θαυμασμού για λεπτομέρειες που προηγουμένως θεωρούσαν δεδομένες, γεγονός που ενισχύει την προσωπική τους ανάπτυξη και τη συνειδητοποίηση της αξίας της καθημερινής ζωής (Parmitano, 2022).

Η αίσθηση σκοπού, η σύνδεση με τη Γη και

η ανανεωμένη εκτίμηση για την ανθρώπινη εμπειρία αποτελούν κρίσιμες πτυχές για τη διατήρηση της ψυχολογικής ανθεκτικότητας και της ευημερίας των αστροναυτών. Αυτές οι εμπειρίες προσφέρουν πολύτιμα μαθήματα για τη ζωή σε ακραία περιβάλλοντα, με εφαρμογές τόσο για το διάστημα όσο και για την καθημερινότητα στη Γη.



Εικόνα 6: Αστροναύτης κοιτάζοντας τη Γη από την Cupola του Διεθνή Διαστημικού Σταθμού (<https://spaceadventures.com/iss-cupola-room-with-extraordinary-view-2/>).



Εικόνα 7: Η Γη από τον ΔΔΣ (<https://spaceadventures.com/iss-cupola-room-with-extraordinary-view-2/>).

### 1.2.1 Στρεσογόνοι Παράγοντες

Η ζωή και η εργασία σε ακραία και απομονωμένα περιβάλλοντα (ΑΠΠ), όπως διαστημικές αποστολές, υποβρύχια και πολικές ερευνητικές βάσεις, συνοδεύονται από πολυάριθμες προκλήσεις που επηρεάζουν αρνητικά την ψυχική και σωματική ευημερία των συμμετεχόντων (Palinkas et al., 2000). Οι στρεσογόνοι παράγοντες σε αυτά τα περιβάλλοντα προκύπτουν τόσο από την κοινωνική απομόνωση, όσο και από τις ιδιαιτερότητες του φυσικού περιβάλλοντος, δημιουργώντας απαιτητικές συνθήκες προσαρμογής.

Οι κοινωνικοί παράγοντες, όπως η αποσύνδεση από οικογένεια, φίλους και κοινωνικά δίκτυα, συχνά προκαλούν έντονα συναισθήματα μοναξιάς, ιδιαίτερα όταν οι κοινωνικές ανάγκες δεν ικανοποιούνται. (Tomaka et al., 2006). Η απομόνωση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε συναισθηματική εξάντληση, άγχος και κατάθλιψη, επηρεάζοντας τη συγκέντρωση, τη μνήμη και τη λήψη αποφάσεων (Riva et al., 2022; Tortello et al., 2020). Επιπλέον, η μονοτονία και η έλλειψη διαφοροποίησης στις καθημερινές ρουτίνες ενισχύουν τη βαρεμάρα, επιβαρύνοντας περαιτέρω τη γνωστική απόδοση και την ψυχολογική ευημερία (Palinkas, 2001).

Παράλληλα, οι φυσικές συνθήκες και οι

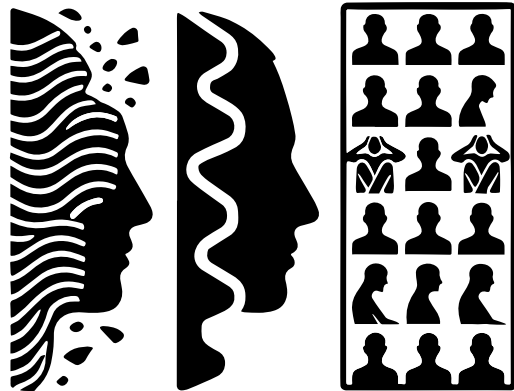


ιδιαιτερότητες του περιβάλλοντος αποτελούν σημαντικούς στρεσογόνους παράγοντες. Για παράδειγμα, η έλλειψη βαρύτητας, οι περιορισμένοι φυσικοί χώροι και οι θορυβώδεις συνθήκες στους διαστημικούς σταθμούς συμβάλλουν στην αύξηση του στρες. Η απουσία φυσικού φωτός, καθαρού αέρα και φυσιολογικών χρονικών δεικτών εντείνει τη δυσφορία, μειώνοντας την αισθητηριακή διέγερση και αυξάνοντας την εξάρτηση από την όραση για αξιόπιστες πληροφορίες (Kanas et al., 2001). Ταυτόχρονα, οι περιορισμένοι προσωπικοί χώροι μειώνουν την ιδιωτικότητα, εντείνοντας τις διαπροσωπικές εντάσεις, ειδικά σε μακροπρόθεσμες αποστολές όπου οι ανάγκες για απομόνωση είναι εντονότερες (Taylor et al., 2018).

Η μονοτονία της καθημερινότητας και η έλλειψη εξωτερικών ερεθισμάτων αποτελούν επίσης προκλήσεις, επιδεινώνοντας τη βαρεμάρα και επηρεάζοντας αρνητικά τη διάθεση. (Palinkas, 2001). Αν και οι απρόβλεπτες καταστάσεις μπορεί να προσφέρουν μια αίσθηση σκοπού, συχνά προκαλούν αυξημένο άγχος, ιδιαίτερα όταν διαταράσσουν τις ρουτίνες ή απειλούν την ασφάλεια. Επιπλέον, η ανεπαρκής ποιότητα φωτισμού και θέρμανσης στα καταλύματα μπορεί να μειώσει την απόδοση και να αυξήσει τη δυσφορία. Η ενσωμάτωση εργονομικών και ευέλικτων σχεδίων διαβίωσης, όπως ιδιωτικοί χώροι και δυναμικά συστήματα φωτισμού, έχει

αποδειχθεί αποτελεσματική στη μείωση της μονοτονίας και στη βελτίωση της βιωσιμότητας του περιβάλλοντος (Connors, Harrison, & Akins, 1985, σ. 57, 59-70, 67).

Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί ολοκληρωμένες στρατηγικές που να λαμβάνουν υπόψη τόσο τους ψυχολογικούς όσο και τους φυσιολογικούς παράγοντες. Οι καινοτόμες προσεγγίσεις στον σχεδιασμό καταλυμάτων, σε συνδυασμό με την ψυχολογική υποστήριξη, είναι κρίσιμες για τη διασφάλιση της ευημερίας σε ακραία και απομονωμένα περιβάλλοντα.



### 1.2.2 Επιπτώσεις του Στρες και της Απομόνωσης σε Ακραία και Απομονωμένα Περιβάλλοντα

Η ζωή και η εργασία σε ακραία και απομονωμένα περιβάλλοντα (ΑΠΠ) έχουν σημαντικές και πολύπλευρες επιπτώσεις τόσο σε φυσιολογικό όσο και σε ψυχολογικό επίπεδο. Οι στρεσογόνοι παράγοντες που συνδέονται με αυτά τα περιβάλλοντα προκαλούν μια σειρά από αρνητικές συνέπειες, επηρεάζοντας τη συνολική υγεία και ευημερία των ατόμων.

#### Φυσιολογικές Επιπτώσεις

Από φυσιολογική άποψη, το χρόνιο στρες επηρεάζει αρνητικά βασικά συστήματα του οργανισμού, όπως το καρδιαγγειακό, το νευρικό και το ανοσοποιητικό σύστημα, αυξάνοντας την ευπάθεια σε ασθένειες και τη θνησιμότητα (Palinkas et al., 2000). Επιπλέον, η παρατεταμένη έκθεση σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας προκαλεί απώλεια οστικής πυκνότητας και μυϊκής μάζας, φαινόμενα που μειώνουν τη φυσική ικανότητα και απαιτούν εξειδικευμένες παρεμβάσεις για την αποκατάσταση. Ταυτόχρονα, η έκθεση σε ακτινοβολία κατά τη διάρκεια διαστημικών αποστολών οδηγεί σε κυτταρική βλάβη και πιθανά προβλήματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα (Palinkas & Suedfeld, 2008). Αυτοί οι φυσιολογικοί παράγοντες υπογραμμίζουν την ανάγκη για συστηματική παρακολούθηση

και υποστήριξη της υγείας των ατόμων που βρίσκονται σε ΑΠΠ.

#### Ψυχολογικές Επιπτώσεις

Σε ψυχολογικό επίπεδο, η απομόνωση συχνά συνοδεύεται από έντονα αρνητικά συναισθήματα, όπως θυμό, λύπη, ενοχές και ντροπή, που συλλογικά υπονομεύουν την ψυχολογική ευεξία.. Αυτά τα συναισθήματα συχνά οδηγούν σε εμμονές, αποξένωση και παραίτηση, μειώνοντας την ικανοποίηση από τις βασικές ψυχολογικές ανάγκες και επηρεάζοντας την πνευματική διαύγεια (Williams et al., 2002). Οι γνωστικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν μειωμένη συγκέντρωση, προβλήματα μνήμης και την μείωση των κινήτρων. Το φαινόμενο του «τρίτου τετάρτου» είναι χαρακτηριστικό αυτών των ψυχολογικών πιέσεων, καθώς τα συμπτώματα στρες και εξάντλησης κορυφώνονται κατά τα τρία τέταρτα μιας αποστολής (Sandal et al., 2018).

#### Συμπεριφορικές Επιπτώσεις

Η παρατεταμένη συνύπαρξη με τα ίδια άτομα σε περιορισμένους χώρους οδηγεί συχνά σε διαπροσωπικές εντάσεις. Η κοινωνική ευερεθιστότητα, οι συγκρούσεις και η δημιουργία υποομάδων αποτελούν συχνά φαινόμενα, ενώ παράγοντες όπως οι πολιτισμικές διαφορές, τα έμφυλα ζητήματα και η έλλειψη ιδιωτικότητας ενισχύουν αυτές

τις δυναμικές (Tachibana, 2019). Σε τέτοιες συνθήκες, η ομάδα μπορεί να καταφύγει σε μηχανισμούς διαχείρισης των εντάσεων, όπως η δημιουργία ενός αποδιοπομπαίου τράγου. Αυτός ο μηχανισμός περιλαμβάνει την άτυπη ανάδειξη ενός ατόμου ως στόχου των αρνητικών συναισθημάτων ή της ευθύνης για τα προβλήματα που προκύπτουν. Αν και αυτή η διαδικασία μπορεί προσωρινά να εκτονώσει την ένταση και να αποκαταστήσει την ισορροπία, συχνά έχει σοβαρές επιπτώσεις για το άτομο που γίνεται αποδέκτης αυτής της πίεσης και μακροπρόθεσμα υπονομεύει τη συνοχή της ομάδας (Balomenaki, 2024). Παρόλο που οι ομάδες συχνά υιοθετούν στρατηγικές αποφυγής ή «κουκούλωσης» των συγκρούσεων, αυτές οι μέθοδοι δεν επιλύουν τις υποκείμενες αιτίες των προβλημάτων (Connors et al., 1985). Ως αποτέλεσμα, τέτοιες πρακτικές μπορεί να οδηγήσουν σε βαθύτερες ρήξεις και μείωση της συνοχής της ομάδας.

Η λήψη μέτρων για την ανακούφιση των επιπτώσεων του στρες και της απομόνωσης είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της ευημερίας και της αποτελεσματικότητας των ατόμων και των ομάδων σε ΑΠΠ. Εξειδικευμένες παρεμβάσεις που συνδυάζουν ψυχολογική υποστήριξη, εργονομικό σχεδιασμό χώρων και προγράμματα φυσικής άσκησης μπορούν να βελτιώσουν τη συνολική ποιότητα ζωής και να μειώσουν τις αρνητικές επιπτώσεις

αυτών των περιβαλλόντων.



Διάγραμμα 3: Ψυχολογικές και Φυσικές Προκλήσεις σε Ακραία Περιβάλλοντα.

### 1.3 Αντιμετώπιση των Προκλήσεων στα Ακραία και Απομονωμένα Περιβάλλοντα

Η αποτελεσματική προσαρμογή σε ακραία και απομονωμένα περιβάλλοντα (ΑΠΠ) αποτελεί μια πολυδιάστατη πρόκληση που απαιτεί συνδυαστικές στρατηγικές. Η ψυχολογική υποστήριξη, ο εργονομικός σχεδιασμός των φυσικών χώρων και στοχευμένες παρεμβάσεις είναι ζωτικής σημασίας για τη διαχείριση των αρνητικών επιπτώσεων της απομόνωσης και του στρες. Οι παρεμβάσεις αυτές στοχεύουν

στην καλλιέργεια της ψυχικής ανθεκτικότητας και στην ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των μελών της ομάδας, δημιουργώντας συνθήκες που προάγουν τη συνολική ευημερία.

#### *Ψυχολογική Προσαρμογή και Ανθεκτικότητα*

Η ενίσχυση της ψυχολογικής ανθεκτικότητας είναι κεντρική για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με την απομόνωση. Η παροχή εξατομικευμένης ψυχολογικής υποστήριξης μπορεί να βοηθήσει τα άτομα να διαχειριστούν συναισθήματα όπως μοναξιά, άγχος ή κατάθλιψη. Ταυτόχρονα, η ενίσχυση της ομαδικής συνεργασίας μέσω δραστηριοτήτων που προάγουν τη συνοχή και τη συναισθηματική σύνδεση είναι καίριας σημασίας. Σε πολλές περιπτώσεις, οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες πριν από την αποστολή, όπως προσομοιώσεις ή εκπαίδευση για τη διαχείριση συγκρούσεων, έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στην προετοιμασία των πληρωμάτων για τις προκλήσεις της ζωής σε απομόνωση (Palinkas et al., 2021).

#### *Σχεδιασμός Φυσικού Περιβάλλοντος*

Ο φυσικός σχεδιασμός του χώρου διαβίωσης μπορεί να μετριάσει τις αρνητικές επιπτώσεις της απομόνωσης και της μονοτονίας. Σε περιβάλλοντα όπως οι διαστημικοί σταθμοί, η απουσία φυσικών στοιχείων όπως το φως της ημέρας και ο καθαρός αέρας απαιτεί

εργονομικές λύσεις που αναπαράγουν αυτές τις συνθήκες. (Connors et al., 1985, σσ. 82-90).

Ο φωτισμός είναι κεντρικός παράγοντας, καθώς επηρεάζει άμεσα τη διάθεση, την απόδοση και τη ρύθμιση των κερκαδικών ρυθμών. Συστήματα φωτισμού που προσομοιώνουν τον φυσικό φωτισμό της ημέρας μπορούν να μειώσουν τις διαταραχές ύπνου, να βελτιώσουν τη διάθεση και να προάγουν τη γενική ευεξία. Αντίθετα, ο κακός φωτισμός μπορεί να ενισχύσει τις επιπτώσεις της μονοτονίας και να οδηγήσει σε συμπτώματα Εποχιακής Συναισθηματικής Διαταραχής (SAD) (Tortello et al., 2020).

Σε τέτοια περιβάλλοντα είναι πολύ σημαντική η μείωση της μονοτονίας. Η χρήση πολύχρωμου φωτισμού έχει αποδειχθεί ότι μειώνει το άγχος και ενισχύει τη διάθεση και αυξάνει την παραγωγικότητα των μελών μιας αποστολής. Σε κοινωνικές δραστηριότητες ή κοινά γεύματα, ο πολύχρωμος φωτισμός μπορεί να δημιουργήσει μια χαλαρή ατμόσφαιρα που ευνοεί τη συνεργασία. Επιπλέον, διαδραστικά οπτικοακουστικά συστήματα μπορούν να δημιουργήσουν αισθητηριακά πλούσια περιβάλλοντα, προσφέροντας στους συμμετέχοντες μια αποκαταστατική διαφυγή από τη μονοτονία και την απομόνωση (Balomenaki et al., 2024).

Εργονομικοί χώροι που προσαρμόζονται στις ανάγκες των χρηστών συμβάλλουν στη

δημιουργία ενός δυναμικού περιβάλλοντος, μειώνοντας τη μονοτονία και προάγοντας την αίσθηση της καινοτομίας. Χώροι που μπορούν να μετασχηματιστούν ανάλογα με τη δραστηριότητα -για εργασία, αναψυχή ή χαλάρωση- προσφέρουν ευελιξία, ενώ εξατομικευμένες επιλογές όπως χρώματα, υλικά και διατάξεις ενισχύουν την ικανοποίηση και την ψυχολογική ανθεκτικότητα (Connors et al., 1985, σ. 59-70, 67).

#### *Υποστήριξη Κοινωνικών και Ατομικών Αναγκών*

Η παροχή προσωπικού υλικού αναψυχής, όπως βιβλία, μουσική ή βιντεοπαιχνίδια, μπορεί να μειώσει την αίσθηση απομόνωσης και να βελτιώσει τη διάθεση. Ειδικά σχεδιασμένοι χώροι αναψυχής και δημιουργικών δραστηριοτήτων, όπως περιοχές παιχνιδιού, επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να χαλαρώσουν, να εκφραστούν δημιουργικά και να αναπτύξουν στρατηγικές για τη διαχείριση του στρες (Bekoff, 2001). Οι χώροι αυτοί προσφέρουν επίσης ευκαιρίες για κοινωνική αλληλεπίδραση, ενισχύοντας την ομαδική συνεργασία και μειώνοντας τις διαπροσωπικές εντάσεις που συχνά προκύπτουν σε ΑΠΠ.

Επιπλέον, οι «έξυπνοι» χώροι που ενσωματώνουν τεχνολογίες, όπως διαδραστικά οπτικοακουστικά συστήματα, δημιουργούν πολυαισθητηριακές εμπειρίες που ενισχύουν την ψυχική ευημερία. Αυτοί οι χώροι μπορούν να

προσαρμοστούν για να παρέχουν αισθητηριακά ερεθίσματα που καταπολεμούν τη μονοτονία και προσφέρουν συναισθηματική ανακούφιση, τόσο κατά τις ώρες αναψυχής, όσο και κατά τη διάρκεια των εργασιακών ωρών (Palinkas et al., 2021).

### **1.4 Συμπεράσματα**

Ο σχεδιασμός των χώρων διαβίωσης στα ακραία και απομονωμένα περιβάλλοντα (ΑΠΠ) αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της απομόνωσης και της μονοτονίας. Η δημιουργία χώρων που εξισορροπούν τις ανάγκες για ιδιωτικότητα και κοινωνική αλληλεπίδραση είναι καίριας σημασίας για τη διατήρηση της ψυχικής ευεξίας και της αποδοτικότητας των ατόμων. Ιδιωτικοί χώροι που προσφέρουν δυνατότητες προσωρινής απόσυρσης, σε συνδυασμό με κοινόχρηστους χώρους που ενθαρρύνουν τη συνεργασία και την κοινωνική σύνδεση, μπορούν να περιορίσουν τις διαπροσωπικές εντάσεις και να ενισχύσουν τη συνοχή των ομάδων.

Η ενσωμάτωση προηγμένων συστημάτων φωτισμού που ρυθμίζουν τους κιρκαδικούς ρυθμούς και βελτιώνουν τη διάθεση, οι εργονομικές διατάξεις που προσαρμόζονται στις ανάγκες των χρηστών, καθώς και η

παροχή δημιουργικών δραστηριοτήτων που εμπλουτίζουν τις αισθητηριακές εμπειρίες, είναι αναγκαία στοιχεία για την αποτελεσματική διαχείριση των ψυχολογικών και φυσιολογικών προκλήσεων στα ΑΠΠ. Αυτές οι παρεμβάσεις συμβάλλουν στη μείωση του στρες και της πλήξης, ενισχύοντας την ψυχική ανθεκτικότητα και τη συνολική ευημερία.

Η ενσωμάτωση αυτών των στρατηγικών στον σχεδιασμό των καταλυμάτων και στη γενικότερη προετοιμασία των ατόμων για τη ζωή σε ΑΠΠ μπορεί να διασφαλίσει τη διατήρηση της ευεξίας και να υποστηρίξει την επιτυχία των αποστολών. Επιπλέον, οι γνώσεις που απορρέουν από την αντιμετώπιση των προκλήσεων στα ΑΠΠ είναι πολύτιμες όχι μόνο για την εξερεύνηση του διαστήματος, αλλά και για την κατανόηση της ανθρώπινης ανθεκτικότητας και προσαρμοστικότητας σε συνθήκες ακραίας απομόνωσης. Η εφαρμογή αυτών των αρχών μπορεί να βελτιώσει τη ζωή σε άλλες απαιτητικές συνθήκες, παρέχοντας σημαντικά μαθήματα για την ψυχική και κοινωνική ευημερία σε ποικίλα πλαίσια.



# 02

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΟΙ “ΜΠΛΕ” ΧΩΡΟΙ

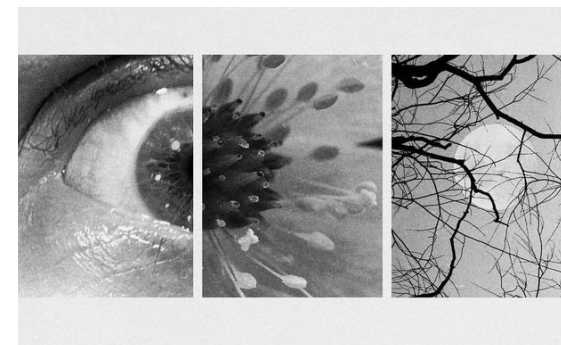


Εικόνα 8: (Araki, N. (2012), *Sentimental Sky*, Rat Hole Gallery).

Η φύση κατέχει θεμελιώδη ρόλο στη διαμόρφωση της ανθρώπινης ύπαρξης, επηρεάζοντας τη φυσική, ψυχολογική και πνευματική μας ευημερία. Ο Edward O. Wilson, στο *Biophilia*, εισάγει την έννοια του βιοφιλικού ενστίκτου, υποστηρίζοντας ότι οι άνθρωποι διαθέτουν μια έμφυτη τάση να συνδέονται με τον φυσικό κόσμο. Αυτή η σύνδεση έχει βαθιές εξελικτικές ρίζες, οι οποίες δεν περιορίζονται μόνο στην περιέργεια, αλλά συμβάλλουν στην ενίσχυση της ψυχικής ανθεκτικότητας και της αίσθησης του νοήματος. Σύμφωνα με τον Wilson, «η ύπαρξή μας εξαρτάται από αυτήν την προδιάθεση, και το πνεύμα μας είναι υφασμένο από αυτήν» (Wilson, 2003, σ. 1–2).

Παράλληλα, ο Gary William Flake, στο *The Computational Beauty of Nature*, αναδεικνύει την πολυπλοκότητα και την αρμονία των φυσικών συστημάτων. Εστιάζει στα φράκταλ και στα περίπλοκα μοτίβα της φύσης, τα οποία ευθυγραμμίζονται με τη γνωστική προτίμηση του ανθρώπινου εγκεφάλου για ισορροπία μεταξύ τάξης και καινοτομίας. Τα μοτίβα αυτά, όπως η διακλάδωση των δέντρων ή η ροή των ποταμών, δεν είναι μόνο αισθητικά ελκυστικά αλλά έχουν και αποκαταστατική επίδραση, μειώνοντας την πνευματική κόπωση και ενισχύοντας την ψυχική ευεξία (Flake, 1998, σ. 23–25).

Η σύνδεση με τη φύση επεκτείνεται στη συναισθηματική και γνωστική σχέση των



Εικόνα 9: (<https://gr.pinterest.com/pin/422281210203205/>, jpg).



Εικόνα 10: (<https://gr.pinterest.com/pin/140806231701268/>, jpg).

ανθρώπων με το φυσικό περιβάλλον. Σύγχρονες προσεγγίσεις, όπως η εμβυθιστική εικονική φύση (Immersive Virtual Nature, IVN), αποδεικνύουν ότι ακόμη και προσομοιωμένα φυσικά περιβάλλοντα μπορούν να ενισχύσουν αυτή τη σύνδεση. Τα συστήματα IVN παρέχουν υψηλά επίπεδα εμβύθισης και αλληλεπίδρασης, ενισχύοντας την αίσθηση



Εικόνα 11: (<https://www.artsy.net/artwork/nobuyoshi-ara-ki-photography-for-a-new-century-2001>).

παρουσίας και συναισθηματικής σύνδεσης. Αυτή η αλληλεπίδραση έχει συνδεθεί με βελτιωμένη ψυχολογική ευεξία, ενίσχυση της διάθεσης και αυξημένο κίνητρο για φυσική αλληλεπίδραση (Brambilla et al., 2024).

Η φύση, με τις εγγενείς της ιδιότητες, ευθυγραμμίζεται με τις βιολογικές μας διεργασίες, τη γνωσιακή μας λειτουργία και τη συναισθηματική μας σταθερότητα. Τα φυσικά μοτίβα και οι ρυθμοί της δημιουργούν ένα αίσθημα γαλήνης και συγχρονισμού, ενώ η διαρκής αλληλεπίδραση με το φυσικό περιβάλλον προάγει την αποκατάσταση της ψυχικής υγείας, τη δημιουργικότητα και την ενίσχυση της σχέσης του ανθρώπου με τον πλανήτη.

## 2.1 Οι Αποκαταστατικές Ιδιότητες της Φύσης για τον Άνθρωπο

Η φύση επηρεάζει θετικά τον άνθρωπο τόσο σε φυσιολογικό όσο και σε ψυχολογικό επίπεδο, προσφέροντας αποκαταστατικά οφέλη για την υγεία και την ευεξία. Η Θεωρία Ανάκαμψης από το Στρες (Stress Recovery Theory - SRT) και η Θεωρία Ανάκτησης Προσοχής (Attention Restoration Theory - ART) παρέχουν τις θεωρητικές βάσεις για την κατανόηση αυτών των επιδράσεων. Σύμφωνα με την SRT, η επαφή με φυσικά περιβάλλοντα προκαλεί

θετικές συναισθηματικές αντιδράσεις, μειώνει το στρες και βελτιώνει τη συνολική ψυχολογική κατάσταση (Mattila et al., 2020). Παράλληλα, η ART υποστηρίζει ότι τα φυσικά περιβάλλοντα, μέσω «ήπιων συναρπάσεων», διευκολύνουν την ανάκαμψη της κατευθυνόμενης προσοχής, μειώνοντας τη γνωστική κόπωση (Kaplan, 1995). Η λέξη «restorative» μπορεί να μεταφραστεί στα ελληνικά ως «αποκαταστατικός» και αναφέρεται σε κάτι που προάγει την θεραπεία ή την ανάκαμψη. Αυτή η πρακτική συνδέεται με την έννοια των αποκαταστατικών περιβαλλόντων, τα οποία βοηθούν τα άτομα να ανακάμψουν από συναισθηματική και πνευματική κόπωση, ενισχύοντας τους προσαρμοστικούς τους μηχανισμούς (von Lindern et al., 2017).

### *Αποκαταστατικά Περιβάλλοντα και «Σαλουτογένεση»*

Ο όρος «salutogenesis» μπορεί να μεταφραστεί στα ελληνικά ως «σαλουτογένεση». Αναφέρεται στην έννοια της εστίασης σε παράγοντες που υποστηρίζουν την ανθρώπινη υγεία και ευεξία, αντί για παράγοντες που προκαλούν ασθένειες (παθογένεση). Η σχέση αποκαταστατικών περιβαλλόντων με τη σαλουτογένεση, όπως περιγράφηκε από τον Antonovsky (1979), επικεντρώνεται στην ενίσχυση της υγείας μέσω της Αίσθησης Συνοχής (Sense of Coherence, SOC) και των Γενικευμένων Πόρων Αντίστασης (Generalized Resistance Resources, GRRs). Αυτά τα περιβάλλοντα

δημιουργούν συνθήκες που μειώνουν το στρες, ενώ ενισχύουν τους προσαρμοστικούς μηχανισμούς των χρηστών (von Lindern et al., 2017). Σε απομονωμένα περιβάλλοντα, οι αρχές της σαλουτογένεσης προσφέρουν μια ευρύτερη βάση για την ανάπτυξη χώρων που υποστηρίζουν την ευημερία.

## 2.2 Η εικονική φύση



Εικόνα 12: W. ATER, Cantoni Crescenti. (<https://es.pinterest.com/pin/479914904035482024/>).

Η τεχνολογία μικτής πραγματικότητας έχει τη δυνατότητα να προσομοιώσει τα αποκαταστατικά οφέλη της φύσης, προσφέροντας παρόμοια αποτελέσματα. Εμβυθιστικά εικονικά περιβάλλοντα (ΕΠ) μειώνουν τους φυσιολογικούς δείκτες στρες,

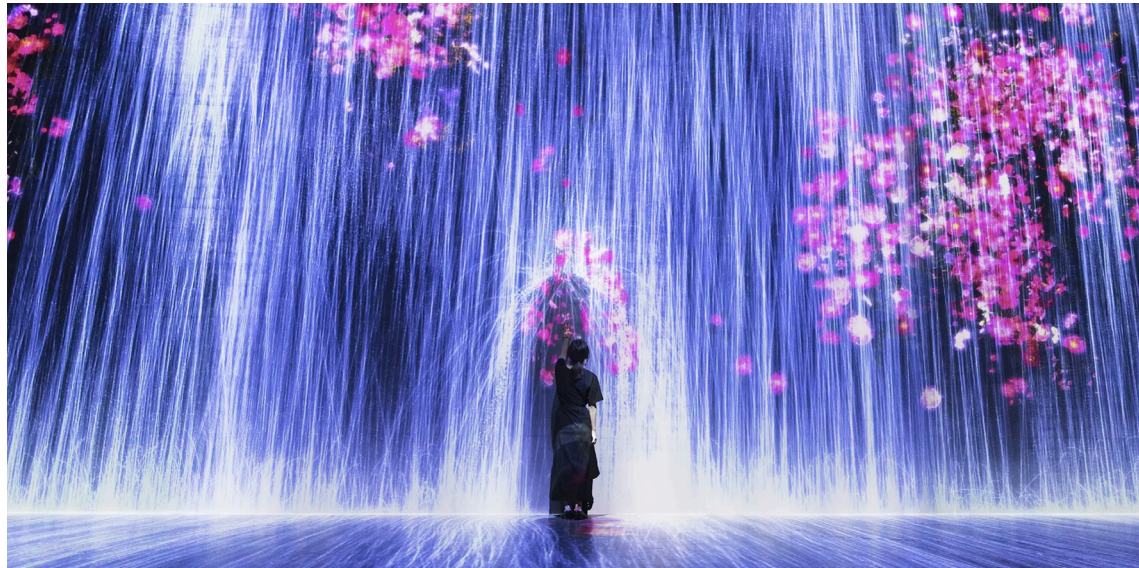


όπως η μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού (Heart Rate Variability - HRV), η οποία αποτελεί δείκτη χαλάρωσης του αυτόνομου νευρικού συστήματος (Gaertner et al., 2023). Η αυξημένη HRV που παρατηρείται στους συμμετέχοντες κατά την έκθεσή τους σε εικονικές φυσικές σκηνές υποδηλώνει βελτιωμένη παρασυμπαθητική δραστηριότητα και μειωμένο άγχος (Li et al., 2021). Παράλληλα, οι χρήστες αναφέρουν συναισθήματα αναζωογόνησης και βελτίωση της διάθεσης, γεγονός που ενισχύει την ψυχική ανθεκτικότητα (Ding & Chen, 2022).

Σύμφωνα με την ART, τα φυσικά και εικονικά

περιβάλλοντα μειώνουν τη γνωστική κόπωση μέσω της ακούσιας προσοχής. Αυτή η διαδικασία είναι ιδιαίτερα σημαντική σε αστικά ή περιορισμένα περιβάλλοντα, όπου τα εικονικά τοπία μπορούν να αντικαταστήσουν τη φυσική φύση, παρέχοντας παρόμοια συναισθηματικά και φυσιολογικά οφέλη (Brambilla et al., 2024). Οι εικονικές εμπειρίες χαλάρωσης έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικές για άτομα με ήπιο έως μέτριο άγχος ή κατάθλιψη. Μέσω πλούσιων οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων, τα εικονικά φυσικά περιβάλλοντα μειώνουν τα επίπεδα κορτιζόλης και ενισχύουν

την ψυχική ευεξία (Gaertner et al., 2023;



Εικόνα 13: Universe of Water Particles, Transcending Boundaries, teamLab, (<https://www.teamlab.art/w/waterparticles-transcending/>)

Smalley et al., 2023). Επιπλέον, έρευνες δείχνουν ότι τα VR περιβάλλοντα ενισχύουν τη συναισθηματική σύνδεση των χρηστών με τη φύση, δημιουργώντας ισχυρότερους δεσμούς με το φυσικό περιβάλλον (Li et al., 2021).

#### *Εικονική Φύση και Αποκαταστατικοί Χώροι*

Η χρήση της MR για την αναπαράσταση φυσικών τοπίων σε περιορισμένα περιβάλλοντα προσφέρει σημαντικά θεραπευτικά οφέλη. Στο έργο του Clarke (1968) «2001: Οδύσσεια του Διαστήματος», η μετατροπή τοίχων σε γήινα τοπία με τη χρήση εικονικών τεχνολογιών συνέβαλε στην ενίσχυση της ψυχικής ανθεκτικότητας και της σύνδεσης των χρηστών με τον φυσικό κόσμο (σσ. 79-80).

Σε περιβάλλοντα όπως οι διαστημικοί σταθμοί, η περιορισμένη πρόσβαση στη φύση καθιστά την MR ένα πολύτιμο εργαλείο υποστήριξης της ψυχικής υγείας. Μέσω εικονικών αναπαραστάσεων της φύσης, οι χρήστες επωφελούνται από αποκαταστατικές εμπειρίες που μειώνουν τον γνωστικό φόρτο και ενισχύουν τη δημιουργικότητα, ενώ προάγουν την αίσθηση της παρουσίας (Zhao et al., 2022).

#### *Γνωστική Απόδοση σε Εικονικά Περιβάλλοντα*

Τα εικονικά αποκαταστατικά περιβάλλοντα (Virtual Restorative Environments - VREs) ενισχύουν τη γνωστική απόδοση,

προσφέροντας σημαντικά οφέλη σε συνθήκες υψηλών απαιτήσεων. Σύμφωνα με την ART, τα αποκαταστατικά χαρακτηριστικά των φυσικών περιβαλλόντων εμπλέκουν την ακούσια προσοχή, επιτρέποντας την ανάκαμψη των εξαντλημένων γνωστικών πόρων. Αυτή η διαδικασία συμβάλλει στη βελτίωση της μνήμης εργασίας, της εστίασης και της γενικότερης γνωστικής απόδοσης (Li et al., 2021; Mattila et al., 2020). Η χρήση ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (EEG) αποκαλύπτει αυξημένα εγκεφαλικά κύματα άλφα κατά την έκθεση σε εικονική φύση, τα οποία συνδέονται με μειωμένο γνωστικό φορτίο και βελτιωμένη ανάκτηση της προσοχής (Li et al., 2021).

#### *Ο Ρόλος του Ήχου στην Εικονική Φύση*

Τα ηχητικά τοπία παίζουν κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση της αποκαταστατικής δυναμικής των εικονικών περιβαλλόντων. Φυσικοί ήχοι, όπως το ρέον νερό ή τα τραγούδια των πουλιών, σχετίζονται με αισθήματα ηρεμίας και δέους, καθώς και με βελτιωμένη γνωστική ανάκαμψη (Smalley et al., 2023). Αυτά τα ακουστικά στοιχεία, σε συνδυασμό με οπτικά ερεθίσματα, ενισχύουν την αίσθηση παρουσίας και συναισθηματικής εμπλοκής, καθιστώντας τις εικονικές εμπειρίες πιο εμβυθιστικές και αποκαταστατικές.

## 2.3 Η Σημασία των «Μπλε» Χώρων για την Ψυχική Υγεία και Ευεξία

### *Σύνδεση Ανθρώπου με «Μπλε» Χώρους*

Οι «μπλε» χώροι, που περιλαμβάνουν ποτάμια, λίμνες και παράκτιες περιοχές, αποτελούν ένα ξεχωριστό στοιχείο του φυσικού περιβάλλοντος, με σημαντικά οφέλη για την ψυχική υγεία και ευεξία. Η συναισθηματική και γνωστική σχέση του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον ενισχύεται ιδιαίτερα από την εγγύτητα και την οπτική πρόσβαση σε υδάτινα στοιχεία. Οι αισθητηριακές εμπειρίες που προσφέρουν οι «μπλε» χώροι διαφοροποιούνται από αυτές των πράσινων, συμβάλλοντας στη μείωση του στρες και στην ενίσχυση της ηρεμίας και της συναισθηματικής ευεξίας. Περιβάλλοντα που περιλαμβάνουν υδάτινα στοιχεία έχουν συνδεθεί με υψηλότερα επίπεδα

θετικών συναισθημάτων, προτίμησης και αντιλαμβανόμενης αποκαταστατικότητας, σε σύγκριση με πράσινες περιοχές που δεν περιλαμβάνουν στοιχεία νερού (White et al., 2020).

Η σχέση του ανθρώπου με το νερό είναι ακόμη πιο βαθιά και πολυδιάστατη, ριζωμένη τόσο στη βιολογία μας όσο και στις εμπειρίες μας. Τα σώματά μας αποτελούνται περίπου 60% από νερό, ενώ η πρώτη μας επαφή με τη ζωή ξεκινά σε ένα θρεπτικό υδάτινο περιβάλλον, το αμνιακό υγρό, που μας περιβάλλει και μας προστατεύει κατά τα πρώιμα στάδια της ανάπτυξής μας. Αυτή η αρχέγονη σύνδεση με το νερό δεν αντικατοπτρίζει μόνο τη φυσιολογική μας εξάρτηση από αυτό, αλλά εξηγεί και την έμφυτη αίσθηση ηρεμίας και ασφάλειας που νιώθουμε όταν βρισκόμαστε κοντά του. Ο ρυθμικός ήχος των κυμάτων, η αίσθηση της



Εικόνα 14: (<https://thedesigntfiles.net/2019/01/women-trailblazing-australian-art-scene/>).



Εικόνα 15 (αριστερά): (<https://mymodernmet.com/insane-underwater-movie-sets>)

Εικόνα 16 (δεξιά): (<https://gr.pinterest.com/pin/171840542002255569/>)

βύθισης στο νερό και η θέα των ρέοντων ποταμών συντονίζονται με μια πρωταρχική μνήμη μέσα μας, ανακαλώντας την προέλευσή μας και υπογραμμίζοντας τον ζωτικό δεσμό μας με το στοιχείο που στηρίζει όλη τη ζωή.

### *Αποκαταστατικές Ιδιότητες των «Μπλε» Χώρων*

Οι «μπλε» χώροι διαθέτουν ισχυρές αποκαταστατικές ιδιότητες, επηρεάζοντας θετικά την ψυχική και γνωστική υγεία. Έρευνες δείχνουν ότι η έκθεση σε «μπλε» περιβάλλοντα μειώνει το άγχος, την κατάθλιψη και την πνευματική κόπωση, παρέχοντας έναν μηχανισμό ανάκαμψης από την αισθητηριακή υπερφόρτωση των αστικών περιοχών. Αυτά τα περιβάλλοντα διευκολύνουν την ανάκαμψη

της προσοχής και ενισχύουν τη γνωστική λειτουργία (Georgiou et al., 2021).

### *Βέλτιστοι Τύποι «Μπλε» Χώρων*

Μεταξύ των διαφόρων τύπων «μπλε» περιοχών, οι παράκτιες περιοχές εμφανίζουν τον ισχυρότερο θετικό αντίκτυπο στην ψυχική υγεία και ευεξία. Έρευνες δείχνουν ότι η εγγύτητα στη θάλασσα συνδέεται με μειωμένη χρήση αντικαταθλιπτικών και χαμηλότερα επίπεδα ψυχολογικής δυσφορίας. Αν και οι λίμνες και τα ποτάμια προσφέρουν επίσης οφέλη, η αποκαταστατική τους επίδραση είναι λιγότερο έντονη σε σύγκριση με τις παράκτιες περιοχές (McDougall et al., 2022, White et al., 2010). Παρ' όλα αυτά, η συχνή επίσκεψη σε ποτάμια και κανάλια μπορεί να ενισχύσει την ψυχική ευεξία, ειδικά σε συνθήκες όπου η πρόσβαση σε παράκτια περιβάλλοντα είναι περιορισμένη.

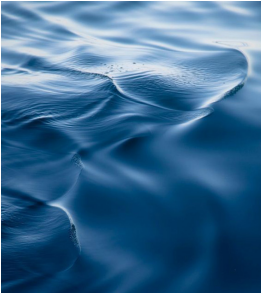


Εικόνα 17: (<https://uk.pinterest.com/pin/573927546283021176/>).

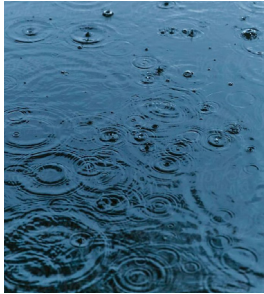


Ο Ρόλος του Ήχου στους «Μπλε» Χώρους

Ο ήχος αποτελεί βασικό στοιχείο που ενισχύει τις αποκαταστατικές και χαλαρωτικές επιδράσεις των «μπλε» περιοχών. Οι φυσικοί ήχοι, όπως τα κύματα και τα ρεύματα, συνδέονται με χαμηλότερα επίπεδα στρες και μεγαλύτερη αίσθηση χαλάρωσης, σε σύγκριση με τεχνητούς ήχους ή τη σιωπή (White et al., 2020). Όταν αυτά τα ακουστικά ερεθίσματα συνδυάζονται με οπτικά στοιχεία, δημιουργούν μια ολοκληρωμένη αισθητηριακή εμπειρία, ενισχύοντας την αποκαταστατική επίδραση των «μπλε» περιοχών (Blue space: The importance of sensory integration in restorative environments).



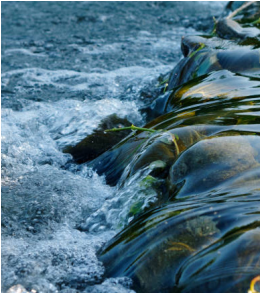
Εικόνα 18: (<https://nz.pinterest.com/pin/633387420178500/>)



Εικόνα 19: (<https://www.stocksy.com/photo/2160359/water-surface-with-raindrops-in-blue-hue>)

2.4 Συμπεράσματα

Η φύση, είτε φυσική είτε εικονική, παίζει καθοριστικό ρόλο στην ψυχική και σωματική υγεία. Οι θεωρίες SRT (Stress Recovery Theory) και ART (Attention Restoration Theory) αναδεικνύουν τις αποκαταστατικές της ιδιότητες, που μειώνουν το στρες, ενισχύουν την ανθεκτικότητα και βελτιώνουν τη γνωστική λειτουργία. Οι τεχνολογίες μικτής πραγματικότητας και εικονικών εμπειριών προσφέρουν καινοτόμες λύσεις ευεξίας σε αστικά περιβάλλοντα. Οι «μπλε» χώροι ξεχωρίζουν, καθώς συνδέουν τον άνθρωπο με τη φύση, προάγοντας ισορροπία, ηρεμία και αίσθηση νοήματος.



Εικόνα 20: (<https://www.istockphoto.com/>)



Εικόνα 21: (<https://www.vecteezy.com/>)



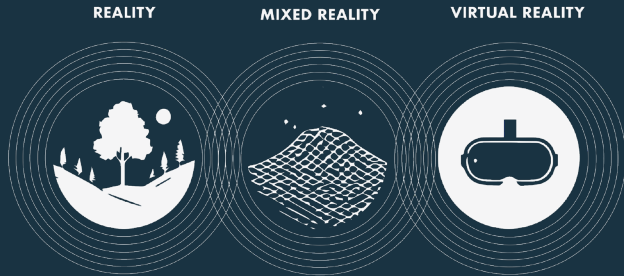
Εικόνα 22: (photo: Chesley Schwantes)

Συνεχές Εικονικότητας

Το Συνεχές Εικονικότητας (Virtuality Continuum) αποτελεί ένα εννοιολογικό μοντέλο που περιγράφει το φάσμα των περιβαλλόντων από το πλήρως πραγματικό έως το πλήρως εικονικό. Το συνεχές αυτό αναδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία συνδυάζει πραγματικά και εικονικά στοιχεία, δημιουργώντας διαφορετικά επίπεδα εμπυθιστικών εμπειριών (Nikaki, 2022).

Στη μία άκρη του συνεχούς βρίσκεται η πλήρως πραγματική εμπειρία, όπου το περιβάλλον αποτελείται αποκλειστικά από φυσικά στοιχεία, χωρίς καμία ενσωμάτωση εικονικής τεχνολογίας. Στην άλλη άκρη βρίσκεται η πλήρως εικονική εμπειρία, η οποία βασίζεται εξολοκλήρου σε ψηφιακά δημιουργημένα περιβάλλοντα και αντικείμενα, χωρίς καμία επαφή με τον φυσικό κόσμο.

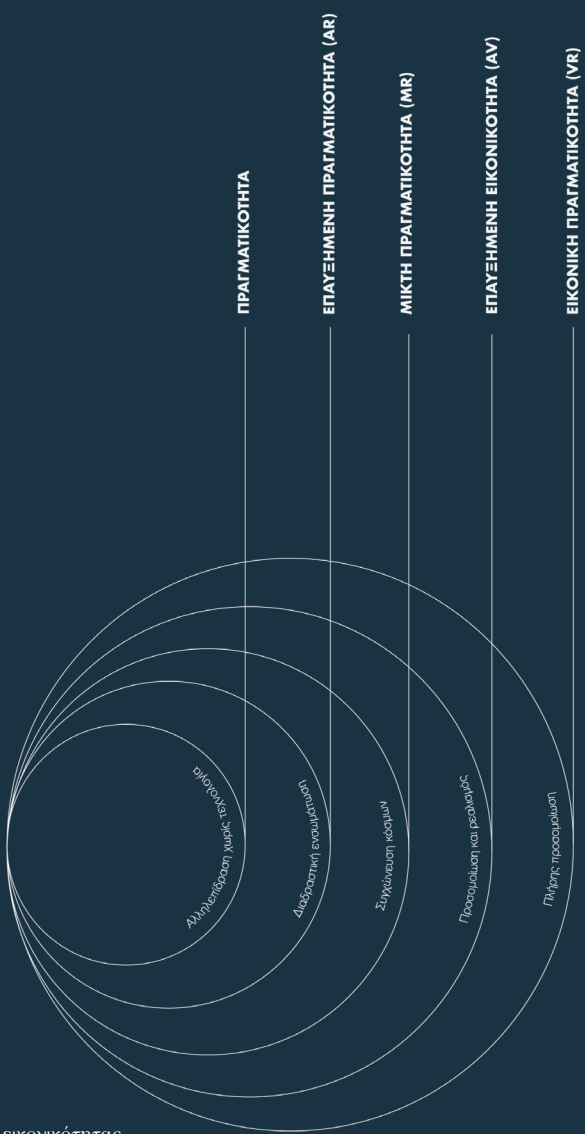
Ανάμεσα σε αυτές τις δύο ακραίες καταστάσεις βρίσκονται διάφορες υβριδικές μορφές, όπως:



**Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality):** Προσθέτει ψηφιακά στοιχεία στο πραγματικό περιβάλλον, ενισχύοντας την αντίληψη του χρήστη χωρίς να αντικαθιστά πλήρως τον φυσικό κόσμο.

**Μικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality):** Συνδυάζει στοιχεία τόσο από το πραγματικό όσο και από το εικονικό περιβάλλον, επιτρέποντας τη να αλληλεπίδραση μεταξύ φυσικών και ψηφιακών στοιχείων.

**Επαυξημένη Εικονικότητα (Augmented Virtuality):** Κυρίως ένα εικονικό περιβάλλον που ενσωματώνει στοιχεία από τον πραγματικό κόσμο. Το Συνεχές Εικονικότητας χρησιμεύει ως εργαλείο κατανόησης για την αλληλεπίδραση μεταξύ φυσικών και εικονικών συστημάτων, προσφέροντας ένα πλαίσιο για τη μελέτη και την ανάπτυξη εμπυθιστικών εμπειριών.



Διάγραμμα 4: Το συνεχές της εικονικότητας.



# 03

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΜΙΚΤΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ



Εικόνα 23: (<https://refikanadolstudio.com/projects/architecting-the-metaverse/>).

«Αν η αρχιτεκτονική είναι ένας συνδυασμός υλικού, συμπαγών στατικών τοίχων, οροφών και δαπέδων, και λογισμικού, εφήμερων ήχων, οσμών, θερμοκρασιών και ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, τότε ίσως η πιο αποτελεσματική αντίληψη ενός αρχιτέκτονα είναι ότι είναι σχεδιαστής λειτουργικών συστημάτων.»

-Usman Haque

Η μικτή πραγματικότητα (Mixed Reality, MR) και οι προβολές αναδεικνύονται ως πρωτοποριακά εργαλεία στον σχεδιασμό και τη διαμόρφωση χώρων, ιδιαίτερα σε ακραία ή περιορισμένα περιβάλλοντα. Αυτές οι τεχνολογίες, με την ικανότητά τους να γεφυρώνουν τον φυσικό και τον εικονικό κόσμο, μετασχηματίζουν στατικούς χώρους σε εμπυθιστικές εμπειρίες, συμβάλλοντας στη βελτίωση της ψυχολογικής ευεξίας και της γνωστικής απόδοσης των χρηστών.

στις ανάγκες του χρήστη, παρέχοντας εξατομικευμένες και δυναμικές εμπειρίες. Σε περιβάλλοντα απομόνωσης, όπως τα διαστημικά καταλύματα, όπου οι χώροι είναι πιο άκαμπτοι και οι φυσικές τροποποιήσεις είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν, οι εφαρμογές αυτές ενισχύουν τη χωρική οικειοποίηση και μειώνουν την ψυχολογική ένταση, δημιουργώντας μια αίσθηση σύνδεσης με το περιβάλλον.

### 3.1 Εικονική Αρχιτεκτονική και Χωρική Εμπειρία

Η εικονική αρχιτεκτονική, όπως αναδεικνύεται από το έργο της Asymptote Architecture, επαναπροσδιορίζει τις γεωμετρικές σταθερές και δημιουργεί «παράλληλες» πραγματικότητες που αναδιαμορφώνουν την αντίληψη του χώρου και του χρόνου (Asymptote, 1999). Μέσω τεχνολογιών όπως η Virtual Reality Markup Language (VRML) και οι ενσωματωμένοι αισθητήρες, αυτοί οι χώροι προσαρμόζονται



Εικόνα 24: Απεικόνιση κληρονομιάς ZHA, μέσω τεχνητής νοημοσύνης στο Infinity Room στο Dongdaemun Design Plaza - Zaha Hadid Architects x Refik Anadol Studio (<https://refikanadolstudio.com/projects/architecting-the-metaverse/>).



### 3.1.1 Φιλοσοφικές Διαστάσεις της MR

Η MR αντλεί τη φιλοσοφική της βάση από την ανθρώπινη ανάγκη για εξερεύνηση και ανακάλυψη. Όπως υπογραμμίζει ο Kaku (2019), οι επιστημονικές και τεχνολογικές καινοτομίες αντικατοπτρίζουν το δέος της ανθρωπότητας για το σύμπαν και την επιθυμία της να γεφυρώσει τον περιορισμένο χώρο με το απέραντο. Μέσα από τη δημιουργία διαδραστικών εμπειριών, η MR εμπνέει δημιουργικότητα και ενισχύει τη διανοητική περιέργεια, αντισταθμίζοντας τη μονοτονία της απομόνωσης. Αυτές οι εφαρμογές όχι μόνο προσφέρουν εκπαιδευτικές δυνατότητες, αλλά δημιουργούν και μία αίσθηση δέσμευσης προς έναν μεγαλύτερο σκοπό.

### 3.1.2 Δυναμική Αρχιτεκτονική Μέσω Προβολών

Η χρήση προβολών στην αρχιτεκτονική συμβάλλει στη δημιουργία δυναμικών και προσαρμοστικών χώρων. Ο Peter Zumthor (2006) περιγράφει την «ψυχή» ενός κτηρίου ως την ικανότητά του να συγκινεί τους χρήστες του. Μέσω προβολών, η στατική αρχιτεκτονική αποκτά ζωντανά χαρακτηριστικά, ενσωματώνοντας οπτική αφήγηση και φωτιστικές μεταβολές που μετασχηματίζουν την εμπειρία του χώρου.

Εμβληματικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση προβολών στον καθεδρικό ναό της Amiens, όπου αναδημιουργείται η αρχική πολυχρωμία της πρόσοψης, προσφέροντας στους επισκέπτες μια ιστορική και συναισθηματικά πλούσια εμπειρία.

### 3.1.3 Ενσωμάτωση των Ανθρώπινων Αισθήσεων

Η MR προσφέρει στους χρήστες τη δυνατότητα να βιώσουν χώρους που προσαρμόζονται στις αισθητηριακές και συναισθηματικές τους ανάγκες. Όπως τονίζει ο Juhani Pallasmaa (1996), η αρχιτεκτονική οφείλει να εμπλέκει όλες τις αισθήσεις, και όχι μόνο την όραση. Οι προβολές μπορούν να ενισχύσουν αυτή τη σύνθεση μέσω φωτός, ήχου και απτικών φευδαισθήσεων, δημιουργώντας εμπειρίες που



Εικόνα 25: (<https://refikanadol.com/works/infinity-room/>).

υπερβαίνουν τους περιορισμούς της φυσικής μορφής. Με αυτό τον τρόπο, η MR γίνεται ένα εργαλείο προσαρμογής και εμπλουτισμού της αρχιτεκτονικής, συμβάλλοντας στην κάλυψη των ψυχολογικών και αισθητηριακών αναγκών των χρηστών.

### 3.1.4 Ορισμός και Στοιχεία Εμβύθισης

Η εμβύθιση χαρακτηρίζεται από την αισθητηριακή, γνωστική και συναισθηματική εμπλοκή του χρήστη, δημιουργώντας μια εμπειρία όπου η αντίληψη της φυσικής πραγματικότητας αντικαθίσταται από ένα τεχνητό περιβάλλον (Χελιδόνης, 2021). Αυτή η διαδικασία ενσωματώνει την ενεργοποίηση πολλαπλών αισθήσεων, όπως η όραση, η ακοή και η αφή, σε συνδυασμό με διαδραστικά στοιχεία που προσαρμόζονται στις κινήσεις και τις αντιδράσεις του σώματος (Nikaki, 2022). Η τεχνολογία MR διευκολύνει τη δημιουργία εμβυθιστικών εμπειριών που παρέχουν στους χρήστες μια αίσθηση παρουσίας σε τεχνητά περιβάλλοντα.

#### Εμβύθιση και Ψυχολογική Ευεξία

Η εμβύθιση έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στη μείωση του άγχους και στην προαγωγή της ψυχολογικής ευεξίας, ιδιαίτερα σε περιορισμένα περιβάλλοντα. Η Θεωρία Αποκατάστασης

Προσοχής (Attention Restoration Theory, ART) υποστηρίζει ότι τα φυσικά περιβάλλοντα προάγουν τη γνωστική αποκατάσταση μέσω χαρακτηριστικών όπως η συνοχή, η συμβατότητα και η γοητεία, τα οποία μπορούν να αναπαραχθούν σε περιβάλλοντα MR (Pals et al., 2014). Σε περιβάλλοντα MR, η αίσθηση ελέγχου και αυτονομίας που βιώνουν οι χρήστες είναι κρίσιμη για τη διαχείριση του άγχους και την ενίσχυση της ψυχικής ανθεκτικότητας (Χελιδόνης, 2021).

#### Σύνδεση της Παρουσίας με το Συναίσθημα

Η αίσθηση παρουσίας στα περιβάλλοντα MR ενισχύει τις συναισθηματικές αντιδράσεις και την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών. Η παρουσία αυξάνει τον ρεαλισμό των προσομοιώσεων, ενισχύοντας τη γνωστική εμπλοκή και προσφέροντας θεραπευτικά οφέλη μέσω της μείωσης του άγχους (Vasser & Aru, 2020). Μελέτες δείχνουν ότι τα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας (3D) είναι πιο καθηλωτικά και συναισθηματικά αποτελεσματικά σε σχέση με τα διδιάστατα (2D) περιβάλλοντα, ενισχύοντας τη συναισθηματική ευεξία και τη δυνατότητα αποκατάστασης (Clemente et al., 2024; Strauss et al., 2024).

#### Σύνδεση με τη Φύση και Εμβύθιση

Η προσομοίωση της φύσης μέσω τεχνολογιών

MR ενισχύει τη σύνδεση των χρηστών με το περιβάλλον τους, δημιουργώντας μια αίσθηση οικειότητας σε τεχνητά περιβάλλοντα. Σε διαστημικούς σταθμούς, όπου η απουσία φυσικών στοιχείων είναι αισθητή, οι εμπειρίες εικονικής φύσης προσφέρουν σημαντικά αποκαταστατικά οφέλη. Αυτές οι εφαρμογές μειώνουν το άγχος και προάγουν την ψυχολογική ανθεκτικότητα, διευκολύνοντας τη διαχείριση της μοναξιάς και της απομόνωσης (Riva, 2007, σσ. 16-19).

### 3.1.5 Ορισμός της ναυτίας στον κυβερνοχώρο και πώς επηρεάζει

Η ναυτία στον κυβερνοχώρο (cybersickness), γνωστή και ως «VR sickness», αποτελεί μια φυσιολογική και γνωστική αντίδραση που εμφανίζεται συχνά κατά τη χρήση τεχνολογιών εικονικής και μικτής πραγματικότητας. Αυτή η κατάσταση είναι παρόμοια με τη ναυτία κίνησης και προκαλείται από αισθητηριακές συγκρούσεις μεταξύ των οπτικών ερεθισμάτων και της αντίληψης του αιθουσαίου συστήματος. Σε εικονικά περιβάλλοντα, το οπτικό σύστημα λαμβάνει πληροφορίες που υποδεικνύουν κίνηση, ενώ το αιθουσαίο σύστημα, υπεύθυνο για την ισορροπία, δεν ανιχνεύει αντίστοιχη φυσική κίνηση. Αυτή η αισθητηριακή σύγκρουση προκαλεί τη δυσφορία που σχετίζεται με την κυβερνοναυτία (Basu et al.,

2020; Strauss et al., 2024). Παράγοντες όπως η χαμηλή συχνότητα καρέ (frame rate), η καθυστέρηση στην απόκριση (latency) και η δυναμική της κίνησης στις εικονικές σκηνές ενισχύουν τα συμπτώματα. Επιπλέον, οι απότομες αλλαγές στο εικονικό περιβάλλον και η υπερβολική χρήση περιφερειακών οπτικών πεδίων αυξάνουν την ένταση της αισθητηριακής σύγκρουσης, εντείνοντας την πιθανότητα εμφάνισης κυβερνοναυτίας (Reece et al., 2022). Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν ναυτία, ζαλάδα, αποπροσανατολισμό, δυσφορία στους οφθαλμούς, κόπωση και μειωμένη συγκέντρωση (Chang et al., 2023).

Η ναυτία στον κυβερνοχώρο επηρεάζει ένα ευρύ φάσμα χρηστών, με συχνότητα εμφάνισης που φτάνει έως και το 60-80%. Οι επιπτώσεις ποικίλλουν ανάλογα με τη διάρκεια έκθεσης, τον σχεδιασμό του περιβάλλοντος VR και τα ατομικά χαρακτηριστικά φυσιολογίας (Chang et al., 2023).

#### *Επιπτώσεις της ναυτίας στον κυβερνοχώρο σε Περιβάλλοντα MR*

Η ναυτία στον κυβερνοχώρο αποτελεί κρίσιμη πρόκληση για την εφαρμογή της MR σε συνθήκες όπου απαιτείται παρατεταμένη παραμονή, όπως οι διαστημικές αποστολές. Η παρουσία αισθητηριακών συγκρούσεων σε περιβάλλοντα MR μπορεί να αυξήσει το γνωστικό φορτίο και να περιορίσει την

ικανότητα εκτέλεσης σύνθετων εργασιών. Επιπλέον, η ψυχική κόπωση και η μείωση της συγκέντρωσης που προκαλεί η κυβερνοναυτία επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των χρηστών, καθιστώντας απαραίτητη την προσαρμογή των τεχνολογιών στις ανάγκες τους (Strauss et al., 2024).

#### *Αντιμετώπιση και Βελτίωση της Εμπειρίας*

Η αντιμετώπιση της ναυτίας στον κυβερνοχώρο περιλαμβάνει τεχνολογικές και σχεδιαστικές παρεμβάσεις που μειώνουν την αισθητηριακή ασυμφωνία και βελτιώνουν την εμπειρία του χρήστη. Αυτές περιλαμβάνουν:

#### 1. Βελτιστοποίηση Τεχνολογιών:

Η χρήση υψηλής συχνότητας καρέ (τουλάχιστον 90 Hz) και χαμηλής καθυστέρησης στις συσκευές VR/MR συμβάλλει στη μείωση της δυσφορίας (Basu et al., 2020).

#### 2. Προσαρμοστικός Σχεδιασμός

**Περιβάλλοντος:** Ομαλές κινήσεις, περιορισμός των απότομων αλλαγών και ενσωμάτωση διαλειμμάτων στα εικονικά περιβάλλοντα έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στη μείωση των συμπτωμάτων (Reece et al., 2022).

#### 3. Προσωποποιημένες Ρυθμίσεις:

Συστήματα που χρησιμοποιούν EEG για την ανίχνευση και προσαρμογή του οπτικού πεδίου σε πραγματικό χρόνο μειώνουν τη δυσφορία και ενισχύουν την εμπειρία του χρήστη (Kim et al., 2008, όπως αναφέρεται στο Chang et al., 2023).

Η κατανόηση και η αντιμετώπιση της ναυτίας στον κυβερνοχώρο είναι ζωτικής σημασίας για τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας και της αποδοχής της MR σε εφαρμογές που απαιτούν εμπιστευτικές εμπειρίες, είτε πρόκειται για διαστημικές αποστολές είτε για καθημερινές χρήσεις στη Γη.



Διάγραμμα 5: Επιπτώσεις ναυτίας στον κυβερνοχώρο και αντιμετώπιση.

### 3.2 Εφαρμογές Εικονικής και Μικτής Πραγματικότητας

Η τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality, VR) και μικτής πραγματικότητας (MR) προσφέρει ευέλικτες και δυναμικές λύσεις για τη δημιουργία προσαρμοσμένων περιβαλλόντων που ανταποκρίνονται στις αισθητηριακές και συναισθηματικές ανάγκες των χρηστών. Παράλληλα, οι εφαρμογές της MR διευρύνουν τις δυνατότητες αυτές, παρέχοντας μια πιο ολοκληρωμένη εμπειρία σύνδεσης με τη φύση, ακόμα και σε περιβάλλοντα ακραίας απομόνωσης.

Η ενσωμάτωση φυσικών τοπίων μέσω MR δεν περιορίζεται μόνο στην οπτική αίσθηση, αλλά μπορεί να περιλαμβάνει πολλαπλά αισθητηριακά ερεθίσματα, όπως ήχους της φύσης ή απτικά ερεθίσματα. Με αυτόν τον τρόπο, οι εφαρμογές MR ενισχύουν την εμπειρία των χρηστών, καθιστώντας τα περιβάλλοντα αυτά πιο βιώσιμα και ψυχολογικά υποστηρικτικά.

#### 3.2.1 Οικειοποίηση του Χώρου και Αποκαταστατικοί Χώροι σε Απομονωμένα Περιβάλλοντα

Η οικειοποίηση του χώρου αποτελεί μια διαδικασία μέσω της οποίας τα άτομα προσαρμόζονται και συνδέονται με το

περιβάλλον τους, καθιστώντας το λειτουργικό και οικείο. Σε ακραία και απομονωμένα περιβάλλοντα, όπως οι διαστημικοί σταθμοί ή οι υπόγειες βάσεις, η διαδικασία αυτή είναι καίρια για τη διατήρηση της ψυχικής υγείας και της ευεξίας.

#### 3.2.2 Η Μικτή Πραγματικότητα ως Εργαλείο Αναπαράστασης Αφηρημένων Φαινομένων

Η μικτή πραγματικότητα (MR) προσφέρει πρωτοποριακές δυνατότητες για την αναπαράσταση αφηρημένων φαινομένων, ενσωματώνοντας καλλιτεχνικές και επιστημονικές προσεγγίσεις. Μέσω της MR, αφηρημένες έννοιες, όπως η βαρύτητα ή η έλλειψη βαρύτητας, μπορούν να οπτικοποιηθούν σε καθηλωτικές εμπειρίες που ενισχύουν την κατανόηση και την αισθητηριακή εμπλοκή.

Αυτή η τεχνολογία έχει σημαντικές εφαρμογές, τόσο στην τέχνη όσο και στην επιστήμη, συνδυάζοντας καινοτόμα εργαλεία με αισθητικές και γνωστικές διεργασίες.

*Εγκατάσταση «Universe of Water Particles Under Satellite's Gravity»*

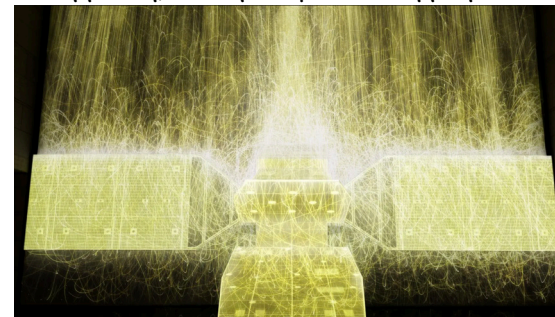
Η εγκατάσταση *Universe of Water Particles Under Satellite's Gravity* από την καλλιτεχνική ομάδα *teamLab* αποτελεί ένα παράδειγμα της



Εικόνα 26: (<https://www.teamlab.art/w/satellites-gravity/>).

ενσωμάτωσης της MR στην τέχνη.

Η εγκατάσταση *Universe of Water Particles Under Satellite's Gravity* από την καλλιτεχνική ομάδα *teamLab* αποτελεί ένα παράδειγμα της ενσωμάτωσης της MR στην τέχνη. Παρουσιάστηκε στο Μουσείο Σύγχρονης Τέχνης στο Τόκιο και συνδυάζει φυσικά και ψηφιακά στοιχεία. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει ένα φυσικό μοντέλο του δορυφόρου ALOS-2, πλαισιωμένο από έναν ψηφιακό προβεβλημένο καταρράκτη, που προσομοιώνει τη ροή του

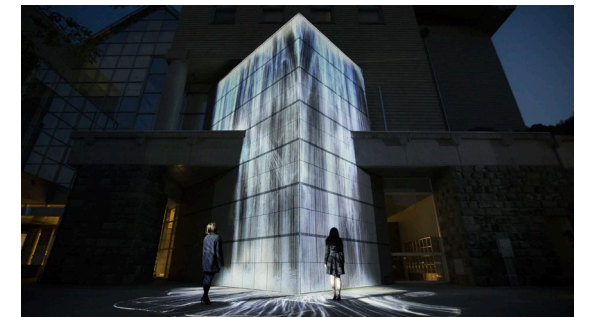


Εικόνα 27: ([https://www.teamlab.art/w/satellites-gravity\\_gold/](https://www.teamlab.art/w/satellites-gravity_gold/)).

νερού σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας. Μέσω φυσικής μηχανής, η βαρυτική έλξη του δορυφόρου αναπαριστάται με ακρίβεια, προσφέροντας μια καθηλωτική εμπειρία που συνδυάζει την επιστημονική ακρίβεια με την καλλιτεχνική ευαισθησία. Η χρήση καμπυλόγραμμων γραμμών, εμπνευσμένων από την παραδοσιακή ιαπωνική αισθητική, ενισχύει την αίσθηση της ροής και της ζωτικότητας (teamLab, 2014).

*Εγκατάσταση «Universe of Water Particles on Bunkanomori Park»*

Το «*Universe of Water Particles on Bunkanomori Park*» είναι μια διαδραστική ψηφιακή εγκατάσταση της ομάδας *teamLab*, που παρουσιάστηκε το 2017 στο Tokushima Bunkanomori Park της Ιαπωνίας. Το έργο περιλαμβάνει μια τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση του κτηρίου του πάρκου, πάνω στο οποίο προβάλλεται ένας προσομοιωμένος



Εικόνα 28: ([https://www.teamlab.art/w/waterparticles\\_bunkanomori/](https://www.teamlab.art/w/waterparticles_bunkanomori/)).



καταρράκτης. Η προβολή χαρτογραφείται πάνω στη φυσική δομή του κτηρίου μέσω συστήματος δυναμικής προβολής, ενώ το νερό αποδίδεται ως μια ροή από πολυάριθμα σωματίδια. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των σωματιδίων υπολογίζονται προσεκτικά ώστε να αποτυπώνουν τη ρεαλιστική δυναμική της ροής. Όταν οι επισκέπτες στέκονται στην πορεία του καταρράκτη, λειτουργούν ως εμπόδια, μεταβάλλοντας τη ροή του νερού. Το αποτέλεσμα είναι μια διαρκώς εξελισσόμενη απεικόνιση, μοναδική σε κάθε στιγμή, καθώς κανένα σημείο του καταρράκτη δεν παραμένει ίδιο με το προηγούμενο.

Η αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το κτήριο είναι μια δυναμική σχέση, όπου η αρχιτεκτονική δεν λειτουργεί απλώς ως στατικό περίβλημα, αλλά ως ενεργό περιβάλλον που επηρεάζει την αντίληψη, τη συμπεριφορά και τα συναισθήματα. Μέσω της κίνησης, του φωτός και της υλικότητας, το κτήριο «συνομιλεί» με τον άνθρωπο, διαμορφώνοντας μοναδικές εμπειρίες. Ο χώρος ανταποκρίνεται στις ενέργειες του χρήστη, ενώ ο άνθρωπος προσαρμόζεται στις ποιότητες του χώρου, δημιουργώντας μια αμφίδρομη σχέση που αναδεικνύει την αρχιτεκτονική ως ζωντανό μέρος της ανθρώπινης εμπειρίας (teamLab, 2017).



Εικόνα 29: ([https://www.teamlab.art/w/waterparticles\\_bunkanomori/](https://www.teamlab.art/w/waterparticles_bunkanomori/)).

«*We Live in an Ocean of Air*»: Διασύνδεση Ανθρώπου και Φύσης



Εικόνα 30: (<https://www.onassis.org/art/works/we-live-in-an-ocean-of-air-video-edition>).

Το *We Live in an Ocean of Air*, που παρουσιάστηκε από το Onassis Foundation, αποτελεί μια πολυαισθητηριακή εγκατάσταση που εξερευνά τη ζωτική αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και φύσης. Με τη χρήση MR, η εγκατάσταση οπτικοποιεί τη σχέση του ανθρώπου με τα δέντρα, αναδεικνύοντας την κυκλοφορία του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα. Η εγκατάσταση δημιουργεί έναν αισθητηριακό κόσμο όπου τα όρια μεταξύ φυσικού και ανθρώπινου περιβάλλοντος καταργούνται, ενισχύοντας τη σύνδεση του θεατή με τη φύση (Onassis Foundation, 2018).

Τα Έργα του Refik Anadol

«Τι θα συνέβαινε αν η τυχαιότητα της μηχανής μπορούσε να δημιουργήσει χώρο που μπορεί επίσης να γίνει αντιληπτός αν μπαίνατε μέσα σε αυτόν στην πραγματικότητα».

-Refik Anadol

Ο Refik Anadol αναδεικνύει τη μικτή πραγματικότητα ως μέσο οπτικοποίησης δεδομένων και δημιουργίας καθηλωτικών εμπειριών που ενισχύουν την ανθρώπινη εμπειρία. Τα έργα του εστιάζουν στη σχέση ανθρώπου, δεδομένων και φυσικών φαινομένων, αξιοποιώντας την τεχνολογία για να δημιουργήσουν πολυαισθητηριακά περιβάλλοντα που εμπλουτίζουν την κατανόηση της φύσης.



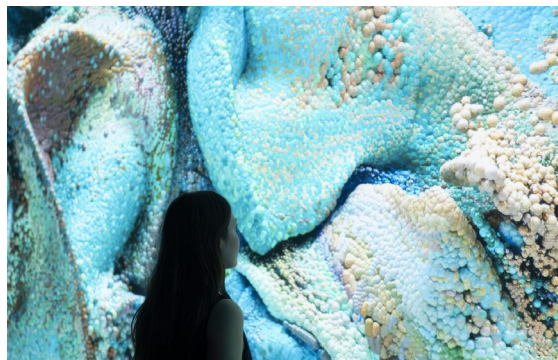
Εικόνα 31: «We live in an Ocean of Air» (<https://www.onassis.org/art/works/we-live-in-an-ocean-of-air-video-edition>).



*Echoes of the Earth: Living Archive:* Το έργο αντλεί δεδομένα από γεωγραφικές και οικολογικές πηγές, αναπαριστώντας φυσικά φαινόμενα όπως τη ροή του νερού και τα καιρικά συστήματα. Η MR δημιουργεί έναν αισθητηριακό χώρο που ενισχύει την ηρεμία και τη σύνδεση του θεατή με τη φύση (Anadol, 2024).

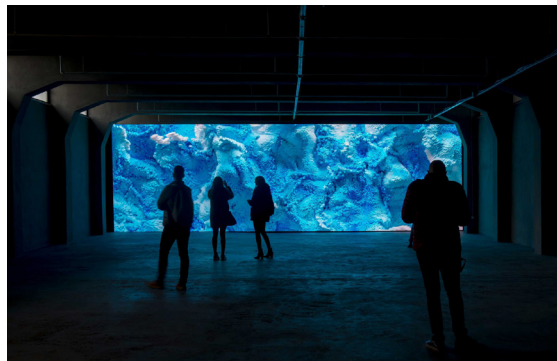


Εικόνα 32: (<https://refikanadol.com/works/echoes-of-the-earth-living-archive/>).

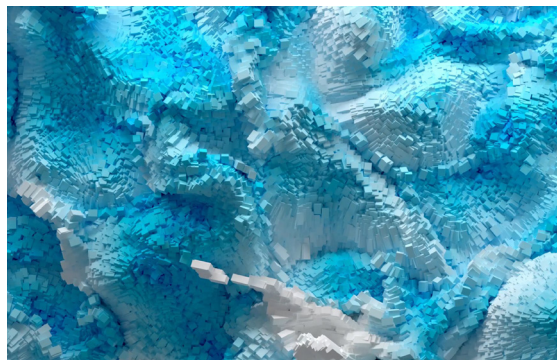


Εικόνα 33: (<https://refikanadol.com/works/echoes-of-the-earth-living-archive/>).

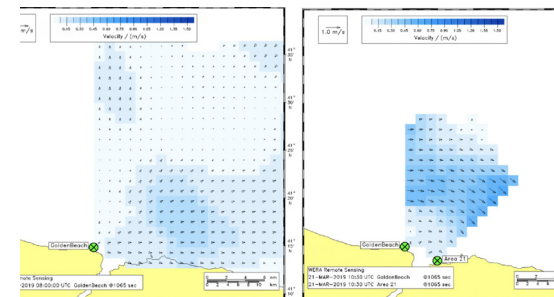
*Bosphorus:* Σε αυτό το έργο, ο Anadol αναπαριστά τη ροή της επιφάνειας του νερού του Βοσπόρου μέσω εικονικών και ακουστικών εμπειριών. Η MR ενσωματώνει δεδομένα για να αναδείξει τη συνεχή κίνηση και αλλαγή των φυσικών συστημάτων. (Anadol, 2018).



Εικόνα 34: (<https://refikanadol.com/works/bosphorus/>).

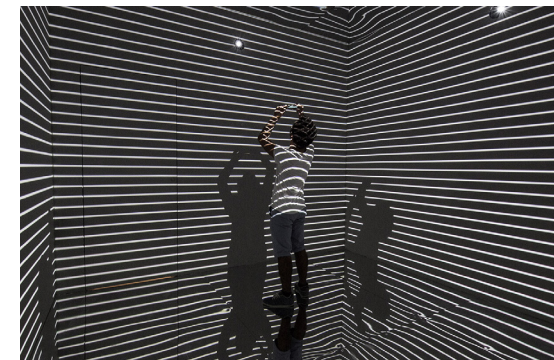


Εικόνα 35: Λεπτομέρεια έργου *Bosphorous* (<https://refikanadol.com/works/bosphorus/>).



Εικόνα 36: Δείγμα δεδομένων (<https://refikanadol.com/works/bosphorus/>).

*Infinity Room:* Με τη χρήση φωτός, κίνησης και αντανάκλασεων, το *Infinity Room* δημιουργεί την ψευδαίσθηση του άπειρου. Οι θεατές εισέρχονται σε έναν χώρο όπου τα όρια του φυσικού περιβάλλοντος εξαφανίζονται, δημιουργώντας μια ενισχυμένη αντίληψη του χώρου και της διάστασης (Anadol, 2015).



Εικόνα 37: (<https://refikanadol.com/works/infinity-room/>).

*Liminal Room:* Αυτό το έργο επικεντρώνεται στη διασύνδεση φωτός και χρόνου, δημιουργώντας μια εμπειρία που εξερευνά τη μεταβατικότητα του χώρου. Οι τεχνικές της MR επιτρέπουν στους θεατές να νιώσουν μια αίσθηση απεραιτοσύνης, καθιστώντας την κατάλληλη για εφαρμογές σε περιορισμένα περιβάλλοντα, όπως οι διαστημικές κάψουλες (Anadol, 2015).

Η μικτή πραγματικότητα αναδεικνύεται ως ένα ισχυρό εργαλείο για την αναπαράσταση αφηρημένων φαινομένων, συνδυάζοντας την τεχνολογική καινοτομία με την αισθητηριακή και καλλιτεχνική εξερεύνηση.

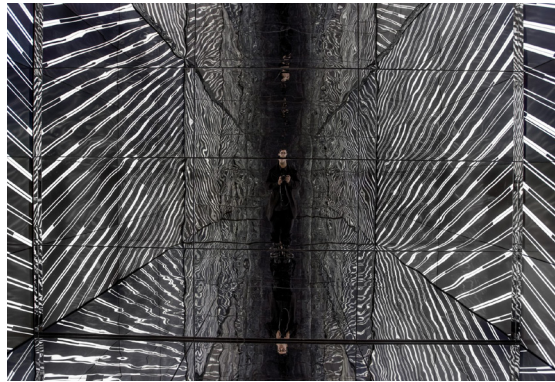
#### *Συνοχή και Καινοτομία στη Μικτή Πραγματικότητα*

Η μικτή πραγματικότητα αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που συνδυάζει φαντασία, τεχνολογία και φυσική αισθητική, δημιουργώντας πολυδιάστατες εμπειρίες.



Εικόνα 38: Infinity Room (<https://www.exploratorium.edu/exhibits/infinity-room>).





Εικόνα 39: (<https://refikanadol.com/works/liminal-room/>).

Έργα όπως αυτά του *teamLab*, του Aldin Poraja και του Refik Anadol καταδεικνύουν τη δυνατότητα της MR να γεφυρώνει το πραγματικό και το εικονικό, επαναπροσδιορίζοντας τη σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον και εμπλουτίζοντας την κατανόηση της τέχνης και της φύσης.



Εικόνα 40: (<https://refikanadol.com/works/liminal-room/>).

### 3.2.3 Η Χρήση της Μικτής Πραγματικότητας σε Ακραία Περιβάλλοντα

Η μικτή πραγματικότητα έχει αναδειχθεί ως ένα κρίσιμο εργαλείο για τη διαχείριση των προκλήσεων που προκύπτουν σε ακραία και περιορισμένα περιβάλλοντα, όπως τα διαστημικά οικήματα. Μέσω της ενσωμάτωσης πραγματικών και εικονικών στοιχείων, η MR προσφέρει καθηλωτικές εμπειρίες που ενισχύουν την ψυχική ευεξία, μειώνουν το άγχος και βελτιώνουν τη γνωστική απόδοση.

#### *Προσομοιώσεις Φυσικών Περιβαλλόντων*

Η προσομοίωση φυσικών τοπίων μέσω MR έχει αναδειχθεί ως σημαντική καινοτομία στη διαστημική αρχιτεκτονική. Η NASA έχει αξιοποιήσει την MR για την απεικόνιση τοπίων όπως δάση και ωκεανοί, στοχεύοντας στη μείωση του στρες των αστροναυτών και στην ενίσχυση της σύνδεσής τους με τη Γη. Κατά τη διάρκεια της αποστολής *Mars500*, δυναμικές προβολές εξωτερικών τοπίων χρησιμοποιήθηκαν για την παροχή αποκαταστατικών διαλειμμάτων στους συμμετέχοντες, βελτιώνοντας την ψυχολογική τους ανθεκτικότητα (Häuplik-Meusburger, 2011, σσ. 74–76). Η χρήση δυναμικών προβολών που απεικονίζουν τοπία όπως δάση και ωκεανοί έχει χρησιμοποιηθεί σε διαστημικά περιβάλλοντα για την αντιμετώπιση της

απομόνωσης και της μονοτονίας. Αυτές οι προβολές ενισχύουν την ψυχική ισορροπία και προσφέρουν συναισθηματική ανακούφιση (Häuplik-Meusburger, 2011, σσ. 64–66).

Η αναπαράσταση φυσικών τοπίων μέσω MR έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη για την προαγωγή της ψυχικής υγείας και ευεξίας σε απομονωμένα περιβάλλοντα, όπως οι διαστημικές αποστολές. Έρευνες δείχνουν ότι η έκθεση σε εικονικές αναπαραστάσεις φυσικών στοιχείων, όπως δάση και ωκεανοί, μειώνει το άγχος και βελτιώνει τη διάθεση, μιμούμενη τα οφέλη της φυσικής πρόσβασης στη φύση (Reece et al., 2022; Jiang et al., 2022). Αυτές οι προσεγγίσεις είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές για την αντιμετώπιση της αισθητηριακής στέρησης και της μονοτονίας που συνοδεύουν μακροχρόνιες αποστολές (Peldszus et al., 2014).

#### *Εικονικά Παράθυρα και Ενίσχυση Χώρων Εργασίας*

Η MR παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας εικονικών παραθύρων που προβάλλουν θέες της Γης ή φυσικών περιβαλλόντων, ενισχύοντας την αίσθηση σύνδεσης με τον έξω κόσμο και μειώνοντας την αίσθηση περιορισμού. Επιπλέον, οι χώροι εργασίας που ενσωματώνουν διαδραστικές προβολές βελτιώνουν την παραγωγικότητα των αστροναυτών, παρέχοντας εργαλεία για τη διαχείριση δεδομένων και τη διευκόλυνση κρίσιμων αποστολών (Häuplik-Meusburger, S.,

& Bishop, S., 2021).

#### *Ψυχολογικά Οφέλη και Δυναμικές Προβολές*

Η MR έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στη μείωση του άγχους και στη διατήρηση της ψυχολογικής ανθεκτικότητας κατά τη διάρκεια μακροχρόνιων αποστολών. Οι δυναμικές προβολές φυσικών σκηνών, συνοδευόμενες από ήχο και κίνηση, δημιουργούν καταπραϋντικές εμπειρίες που ενισχύουν τη γνωστική λειτουργία και την ευεξία των αστροναυτών (Basu et al., 2020). Επιπλέον, η χρήση MR βελτιώνει την ικανότητα ανάκαμψης από την ψυχική κόπωση και υποστηρίζει τη συναισθηματική ανθεκτικότητα των χρηστών (Peldszus et al., 2014).

#### *Ενίσχυση Γνωστικής Απόδοσης*

Η MR ενισχύει τη γνωστική απόδοση μέσω διαδραστικού και δυναμικού περιεχομένου. Οι προβολές φυσικών τοπίων ή άλλων καταπραϋντικών οπτικοποιήσεων έχουν αποδειχθεί ότι μειώνουν τη νοητική κόπωση, ενώ βελτιώνουν τη συγκέντρωση και την παραγωγικότητα. Σε περιορισμένα περιβάλλοντα, όπως οι διαστημικοί σταθμοί, οι τεχνολογίες MR παρέχουν εργαλεία για τη μείωση της πνευματικής εξάντλησης, διατηρώντας υψηλά επίπεδα λειτουργικότητας και γνωστικής απόδοσης (Häuplik-Meusburger & Bannova, 2016, σσ. 110–112).

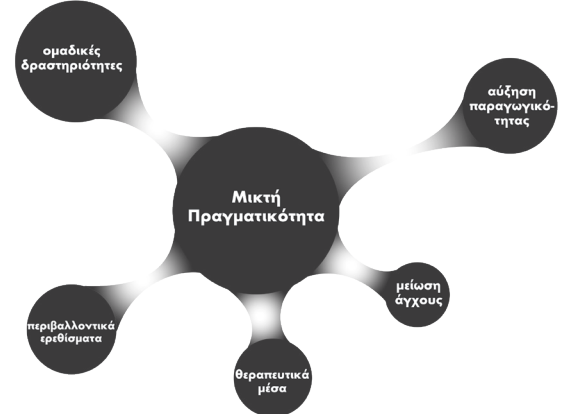
### Εφαρμογές σε Διαστημικά Περιβάλλοντα

Στα διαστημικά περιβάλλοντα, οι εφαρμογές της MR περιλαμβάνουν τη δημιουργία εικονικών παραθύρων, την ενσωμάτωση προσομοιώσεων φυσικών σκηνών και την παροχή δυναμικών οπτικοποιήσεων που εξυπηρετούν χαλάρωση ή εργασία. Στο έργο *Mars500* και άλλες σχετικές πρωτοβουλίες, η χρήση προβολών που απεικονίζουν τοπία της Γης απέδειξε τη δυνατότητα παροχής αποκαταστατικών διαλειμμάτων, τα οποία μείωσαν το άγχος και ενίσχυσαν τη συναισθηματική ευεξία των συμμετεχόντων (Häuplik-Meusburger, 2011, σσ. 74–76). Η ενσωμάτωση τέτοιων συστημάτων σε διαστημικά καταλύματα δημιούργησε ευέλικτους χώρους που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των αστροναυτών, βελτιώνοντας τη συνολική ποιότητα ζωής τους.

### Διαστημική Αρχιτεκτονική και Διεπιστημονική Προσέγγιση

Στον τομέα της διαστημικής αρχιτεκτονικής, η MR και οι προβολές συνθέτουν μια διεπιστημονική προσέγγιση για τη δημιουργία λειτουργικών, αισθητικά ευχάριστων και ψυχολογικά υποστηρικτικών χώρων. Οι αρχιτέκτονες, όντας εκπαιδευμένοι στη σύνθεση επιστημονικών και καλλιτεχνικών πεδίων, μπορούν να ενσωματώσουν στοιχεία όπως φως, ήχο και υφή σε δυναμικά

περιβάλλοντα, που προάγουν την ευημερία των χρηστών (Griffin, 2014). Όπως σημειώνει ο Welch (2014), αυτή η διεπιστημονικότητα είναι κρίσιμη για την αντιμετώπιση των σύνθετων



Διάγραμμα 6: Εφαρμογές μικτής πραγματικότητας.

προβλημάτων που παρουσιάζονται σε περιορισμένα περιβάλλοντα, όπως το διάστημα, όπου η σπανιότητα των πόρων και η απομόνωση απαιτούν καινοτόμες λύσεις.

### Διαδραστικότητα και Εξατομίκευση

Η δυνατότητα της MR να παρέχει εξατομικευμένες εμπειρίες μέσω διαδραστικών ελέγχων ενισχύει την αίσθηση ελέγχου και αυτονομίας των χρηστών. Ευπροσάρμοστα περιβάλλοντα MR επιτρέπουν την προσαρμογή αισθητηριακών παραμέτρων, όπως ο φωτισμός, ο ήχος και το περιεχόμενο των προβολών προσαρμοσμένων στις ιδιαίτερες ανάγκες των

χρηστών. Αυτές οι δυνατότητες ενισχύουν την ψυχολογική ανθεκτικότητα και παρέχουν μηχανισμούς αντιμετώπισης του στρες σε απομονωμένα και αφιλόξενα περιβάλλοντα (Oungrinis et al., 2013).

### Πολυαισθητηριακές Εμπειρίες

Η MR παρέχει πολυαισθητηριακές εμπειρίες που συνδυάζουν οπτικά, ακουστικά και απτικά ερεθίσματα, ενισχύοντας την εμπλοκή των χρηστών και προσφέροντας ποικιλία αισθητηριακών ερεθισμάτων. Σε περιβάλλοντα με έλλειψη φυσικών ερεθισμάτων, οι δυναμικές απεικονίσεις τοπίων, όπως ο ουρανός ή το νερό, δημιουργούν μια καταπραϊντική ατμόσφαιρα που ενισχύει τη γνωστική λειτουργία και την συναισθηματική ευεξία (von Lindern et al., 2017).

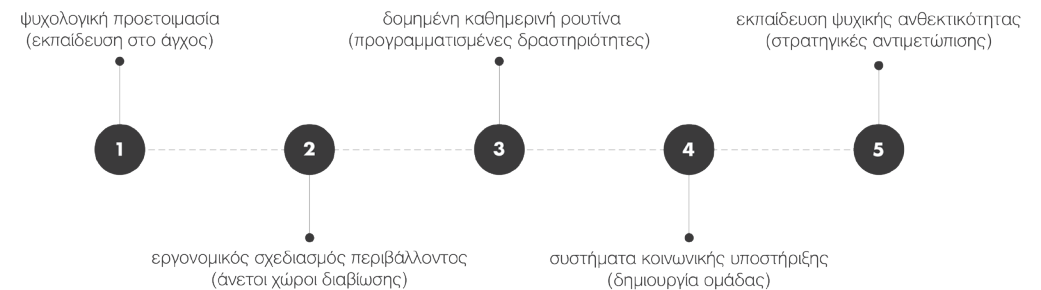
### Η Εμβύθιση σε Ακραία Περιβάλλοντα

Η εμβύθιση (immersion) αναφέρεται στην

πλήρη απορρόφηση και συμμετοχή ενός ατόμου σε ένα περιβάλλον, φυσικό ή τεχνητό. Σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες μικτής πραγματικότητας, η εμβύθιση προσφέρει καινοτόμες λύσεις για τη διαχείριση των προκλήσεων σε ακραία και περιορισμένα περιβάλλοντα, όπως οι διαστημικές αποστολές και οι απομονωμένοι χώροι εργασίας.

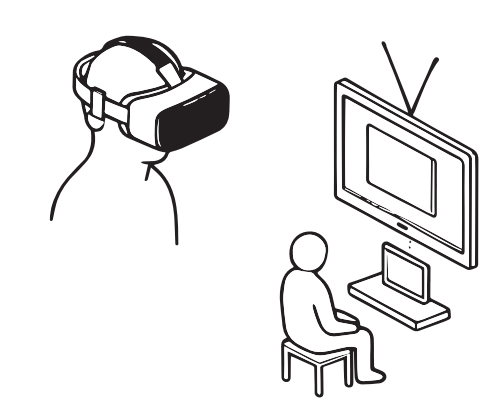
### Ο Ρόλος του Ήχου στη Μικτή Πραγματικότητα

Η ενσωμάτωση του ήχου στα περιβάλλοντα μικτής πραγματικότητας ενισχύει σημαντικά την εμβύθιση και τη συναισθηματική εμπλοκή των χρηστών. Χαμηλής συχνότητας, καταπραϊντικοί ήχοι, όπως ο παφλασμός των κυμάτων ή απαλή ατμοσφαιρική μουσική, ενισχύουν την οπτική εμπειρία, προάγουν τη χαλάρωση και μειώνουν το άγχος (Dastan et al., 2024). Αυτή η πολυαισθητηριακή προσέγγιση δημιουργεί μια ολιστική εμπειρία για τον χρήστη, καθιστώντας την ιδιαίτερα



Διάγραμμα 7 : Προσαρμοστικές Στρατηγικές σε Ακραία Περιβάλλοντα.

αποτελεσματική σε θεραπευτικά περιβάλλοντα



Εικόνα 40: Εικονική πραγματικότητα vs. μικρή οθόνη.

ή σε χώρους όπου η ψυχική ευεξία αποτελεί προτεραιότητα.

Η ενσωμάτωση φυσικών ή εξατομικευμένων ακουστικών στοιχείων σε MR περιβάλλοντα επιτρέπει στους σχεδιαστές να δημιουργούν εμπυθιστικούς χώρους που προάγουν τη συναισθηματική σύνδεση και ενισχύουν την ικανότητα συγκέντρωσης. Η χρήση φυσικών ήχων, όπως του ανέμου ή της βροχής, προσθέτει ρεαλισμό και ενισχύει την αίσθηση παρουσίας, ενώ εξατομικευμένοι ακουστικοί τόνοι μπορούν να στοχεύσουν συγκεκριμένες ανάγκες των χρηστών, όπως η μείωση του στρες σε απομονωμένα περιβάλλοντα (Häuplik-Meusburger, S., & Bishop, S., 2021).

3.2.4 Σύγκριση 2D και 3D Περιβαλλόντων

Οι συγκριτικές μελέτες μεταξύ δισδιάστατων (2D) και τρισδιάστατων (3D) περιβαλλόντων αποδεικνύουν την ανωτερότητα των 3D εικονικών χώρων στη δημιουργία εμπύθισης και παρουσίας. Ενώ τα 2D περιβάλλοντα παρέχουν κάποια αποκαταστατικά οφέλη, όπως η μείωση του άγχους, το βάθος και η διαδραστικότητα των 3D περιβαλλόντων ενισχύουν σημαντικά αυτά τα αποτελέσματα, καθιστώντας τα πιο αποτελεσματικά για τη γνωστική εμπλοκή και τη συναισθηματική σύνδεση (Reece et al., 2022).

Κατηγορία	2D MR Περιβάλλοντα	3D MR Περιβάλλοντα
Εμβύθιση	Μέτρια	Υψηλή
Συναισθηματική Εμπλοκή	Μέτρια	Υψηλή
Αποτελεσματικότητα	Καλή	Πολύ Υψηλή

Πίνακας 1: Σύγκριση ιδιοτήτων 2D & 3D προβολών.

Η VR, που προσφέρει πλήρη εμπύθιση απομονώνοντας τους χρήστες από τον πραγματικό κόσμο, διαφέρει από τη μικτή πραγματικότητα, η οποία ενσωματώνει εικονικά στοιχεία σε πραγματικά περιβάλλοντα. Η ευελιξία της MR την καθιστά ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν ταυτόχρονη αλληλεπίδραση με φυσικούς και εικονικούς χώρους. Για παράδειγμα, οι αστροναύτες σε διαστημικές κατοικίες επωφελούνται από MR περιβάλλοντα που επιτρέπουν την επικάλυψη

εικονικών αποκαταστατικών στοιχείων στους περιορισμένους φυσικούς χώρους τους. Αυτή η δυνατότητα υποστηρίζει την ψυχική τους ευεξία και ενισχύει την προσαρμοστικότητά τους σε απαιτητικές συνθήκες (Strauss et al., 2024; Jiang et al., 2022).

3.3 Συμπεράσματα

Η MR και οι προβολές αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για τη διαμόρφωση χώρων σε ακραία περιβάλλοντα. Μέσω της γεφύρωσης του φυσικού και του εικονικού κόσμου, προσφέρουν εξατομικευμένες και δυναμικές εμπειρίες που ενισχύουν την ευημερία και την απόδοση. Από τη φιλοσοφική τους βάση έως τις πρακτικές τους εφαρμογές, αυτές οι τεχνολογίες παρέχουν νέα εργαλεία για την προσαρμογή σε περιβάλλοντα απομόνωσης, προάγοντας τη δημιουργικότητα, τη συνεργασία και την ψυχολογική ανθεκτικότητα.

Τεχνικές Προκλήσεις και Μελλοντικές Εξελίξεις

Παρά τις δυνατότητες της MR, τεχνικές προκλήσεις, όπως η ενεργειακή αποδοτικότητα και η αντοχή των συστημάτων σε διαστημικές συνθήκες, παραμένουν σημαντικά εμπόδια. Ο προσεκτικός σχεδιασμός των προβολών είναι απαραίτητος για τη μεγιστοποίηση των ψυχολογικών οφελών, ειδικά σε περιβάλλοντα

όπου οι πόροι είναι περιορισμένοι (Häuplik-Meusburger, S., & Bishop, S., 2021).





## ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΙΚΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

### 4.1 Προκλήσεις και Περιορισμοί των τεχνολογιών MR

#### Τεχνολογικοί Περιορισμοί

Παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις, περιορισμοί όπως η χαμηλή ανάλυση, η μειωμένη οπτική πιστότητα και η έλλειψη πολυαισθητηριακής εμπλοκής επηρεάζουν αρνητικά τον ρεαλισμό και την οικολογική εγκυρότητα των περιβαλλόντων VR. Το βάρος των συσκευών και η ανάγκη για εξειδικευμένο εξοπλισμό περιορίζουν τη συμμετοχή, ιδίως σε μεγάλης κλίμακας μελέτες.

#### Ναυτία Προσομοιωτή (Virtual-Induced Motion Sickness - VIMS)

Η ναυτία προσομοιωτή αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στη χρήση VR, με συμπτώματα όπως ζάλη και δυσφορία να μειώνουν την εμπειρία των χρηστών. Μελέτες EEG έχουν εντοπίσει νευροφυσιολογικούς συσχετισμούς που εξηγούν τη VIMS, παρέχοντας πληροφορίες για μελλοντικές βελτιώσεις στον σχεδιασμό περιβαλλόντων VR.

#### Διαχείριση Δειγμάτων και Διάρκειας Πειραμάτων

Οι μεγάλες μελέτες (>90 συμμετέχοντες) περιορίζονται συχνά σε απλούστερα ερεθίσματα λόγω του υψηλού κόστους και των τεχνικών απαιτήσεων. Πολυαισθητηριακές μελέτες, αν και αυξάνουν την οικολογική εγκυρότητα, απαιτούν περισσότερους πόρους, γεγονός που επηρεάζει την ευρύτητα των αποτελεσμάτων.

Επιπλέον, πειράματα με μεγάλη διάρκεια συχνά ενσωματώνουν διαλείμματα για τη μείωση της κόπωσης.

#### Ηθικές Ανησυχίες

Η συλλογή ευαίσθητων δεδομένων και η έντονη συναισθηματική εμπλοκή εγείρουν ηθικά ζητήματα σχετικά με την ιδιωτικότητα και την ψυχολογική ευημερία των συμμετεχόντων. Η διασφάλιση συναίνεσης και η προστασία των δεδομένων είναι ουσιώδεις παράμετροι για τη διεξαγωγή τέτοιων πειραμάτων.

#### Συσχετίσεις Μεταβλητών και Τάσεις

Η ανάλυση των σχέσεων μεταξύ διαφόρων παραμέτρων όπως η διάρκεια των πειραμάτων, ο αριθμός των συμμετεχόντων και το είδος των ερεθισμάτων αναδεικνύει ορισμένες τάσεις:--

1. **Μικρότερη Διάρκεια και Απλούστερα Ερεθίσματα:** Σύντομα πειράματα (~20 λεπτά) χρησιμοποιούν στατικές εικόνες ή μονοαισθητηριακά ερεθίσματα, διευκολύνοντας τη συμμετοχή περισσότερων ατόμων.

2. **Πολυαισθητηριακή Εμπλοκή και Μικρότερα Δείγματα:** Μελέτες που περιλαμβάνουν πολυαισθητηριακή εμπλοκή βασίζονται σε μικρότερα δείγματα λόγω της πολυπλοκότητας και του κόστους τους.

3. **Ανάγκη Διαλειμμάτων:** Πειράματα με μεγαλύτερη διάρκεια συχνά ενσωματώνουν

Study	What is the study about	Methods Used	Number of Participants	Stimuli	VR or Screen Used	Visuals	Location	Experiment Duration	Stimulus Duration	Rest Intervals
2D vs. 3D Video Effects (Yu et al.)	EEG-based analysis of functional brain networks while watching 2D and 3D videos	EEG	40 participants	2D and 3D videos (urban landscapes of Shanghai)	VR Headset	2D/3D Videos	Laboratory	~79 seconds per video	~79 seconds	Not specified
Auditory-Visual Stimuli in Urban Green Spaces (Deng et al.)	Evaluates restorative potential and aesthetic preferences of auditory-visual stimuli	SRRPS Questionnaire	200 participants	Natural water, shrubs, flowers, birdsong, human activities	Screen	Pictures and Sounds	Laboratory	~40 minutes	~2-3 minutes	~1 minute
Biophilic Design in VR (Kim & Gero)	Examines brainwave response to biophilic design in classrooms	EEG for alpha and beta wave analysis	17 male undergraduates	Biophilic design cases in classrooms	VR Headset and Computer Display	Visual stimuli	Laboratory	~15-30 minutes	~ 2-3 minutes per case	Short intervals (~1 minute)
Cognitive Effects of VR Natural Environments (Benedetti et al.)	Investigates anxiety effects on cognitive control in virtual nature	Go/No-Go task, trait anxiety inventory	30 participants	Forest and urban environments	VR Headset	VR environments	Laboratory	~60 minutes	~10 minutes per condition	~5 minutes
Cross-Day Emotion Recognition (He et al.)	Studies emotion recognition across multiple days using EEG signals	EEG	12 participants	Emotionally evocative videos from Chinese Affective Video System	Screens	Video stimuli	Laboratory	6 days/ ~35 minutes	~5minutes	5 minutes
Exposure to Green, Blue, and Historic Spaces (Reece et al.)	Investigates mental well-being from green, blue, and historic environments	EEG, subjective measures	95 participants	Natural (green/blue), historic, and urban scenes	VR Headset & Flat Screens	360° videos	Laboratory	~45 minutes	~2-5 minutes	~1-2 minutes
Heart Rate Variability Biofeedback (Rocktroh et al.)	Explores VR-based heart rate variability biofeedback as a stress-reduction tool.	ECG for HRV measurement	Randomized controlled groups (sample size not specified)	Virtual nature environments	VR Headset	VR environments	Laboratory	~30 minutes	~5 minutes	~1-2 minutes between stimuli
Landscape Preferences in VR (Yuan et al.)	Explores factors influencing landscape preferences and emotions in VR	Self-reported preferences	95 participants	360° videos of beaches, rainforests, greenery	VR Headset	360° videos	Laboratory	~45 minutes	~1-2 minutes per video	~2 minutes
Mental Health in Bluespaces (Luo et al.)	Differentiates mental health benefits of falling, flowing, and static bluespaces	EEG, Restorative Components Scale	30 participants	Photographs of falling, flowing, static water, and urban streetspaces	Screen	Pictures	Laboratory	~20 minutes	3 minutes	~1 minute rest
Relaxation in VR vs. Real Spaces (Pratviel et al.)	Compares stress and anxiety reduction in VR vs. real spaces using HRV biofeedback	HRV biofeedback, STAI-Y Questionnaire	36 participants	Relaxing virtual and real environments	VR Headset and Real Space	VR and Real Scenes	Laboratory	~30 minutes per condition	~10 minutes per session	Not specified
Restorative Environments (Únal et al.)	Validates VR for assessing the restorative quality of environments.	Perceived Restorative Scale	23 (real settings), 26 (virtual settings)	Natural and urban environments	VR and real-world comparison	Real-world and virtual simulation	Real and laboratory settings	~20-30 minutes	~5-10 minutes per setting	~2-5 minutes
Restorative Potential of Landscapes (Kuper)	Evaluates fascination and restorative potential of digital landscape designs	Perceived Restorativeness Scale	65 participants	Digital landscapes with manipulated tree heights and arrangements	Screen	Pictures	Laboratory	Varies	~1-2 minutes	~1-2 minutes
Stress Recovery with VR Natural Scenes (Ding et al.)	Tests relaxation effects of VR natural scenes with varying immersion	EEG, blood pressure, heart rate variability	68 participants	Natural scenes with varying levels of immersion	VR Headset	VR landscapes	Laboratory	~40 minutes	~5-7 minutes	~2-3 minutes
Urban Nature Effects in VR (Seiz et al.)	Examines restorativeness of urban greenspaces using VR	EEG, perceived restorativeness scale	21 participants	Vacant urban site vs. greenspace redesign	VR Headset	VR environments	Laboratory	~30 minutes	~10 minutes per site	~3 minutes
Visually Induced Motion Sickness (Andrievskaia et al.)	Studies neural correlates of visually induced motion sickness	EEG, subjective scales	33 participants	Visual motion patterns	Three adjacent monitors	Moving patterns	Laboratory	~30 minutes	~10 minutes per trial	~2-3 minutes
Window View Composition Effects (Yao et al.)	Examines effects of window views with sky, green space, and buildings	EEG, Heart Rate	160 participants	Window views with varying proportions of natural and urban elements	Screen	Pictures	Laboratory	~30 minutes	~3 minutes per scene	~1 minute

Πίνακας 2: Σύγκριση πειραμάτων εικονικής και μικτής πραγματικότητας.

διαλείμματα για τη μείωση της κόπωσης, ενώ αυτά μικρότερης διάρκειας συνήθως παραλείπουν αυτή τη δυνατότητα.

### 4.2 Πρόταση για στήσιμο πειράματος μικτής πραγματικότητας

Ο σχεδιασμός ενός πειράματος Μικτής Πραγματικότητας (MR) θα πρέπει να βασίζεται σε επιστημονικά ευρήματα και να λαμβάνει υπόψη τις προκλήσεις που σχετίζονται με την Εικονική Πραγματικότητα (VR), ώστε να αποφεύγονται προβλήματα και να εξασφαλίζονται έγκυρα αποτελέσματα. Η χρήση εξοπλισμού υψηλής πιστότητας, όπως συσκευές MR με υψηλή ανάλυση και επαρκές οπτικό πεδίο, είναι απαραίτητη για τη βελτίωση του ρεαλισμού και της καθηλωτικότητας. Ελαφριά και εργονομικά headset μπορούν να μειώσουν την κόπωση των συμμετεχόντων. Παράλληλα, η ενσωμάτωση πολυαισθητηριακών στοιχείων, όπως ήχος, αφή και οσμή, ενισχύει την οικολογική εγκυρότητα του πειράματος, ενώ η ισορροπημένη πολυπλοκότητα αυτών των στοιχείων αποφεύγει την υπερβολική φόρτιση των συμμετεχόντων. Η διαχείριση των δειγμάτων είναι εξίσου σημαντική. Ένα ιδανικό μέγεθος δείγματος είναι 30-50 άτομα, που εξισορροπεί την ποιότητα των δεδομένων και την πρακτικότητα. Για μεγαλύτερα δείγματα (>90

άτομα), είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται απλούστερα ερεθίσματα λόγω της αυξημένης πολυπλοκότητας και του κόστους. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με την τεχνολογία MR ή να τους παρέχεται χρόνος εξοικείωσης για τη μείωση προβλημάτων πλοήγησης. Η διάρκεια του πειράματος θα πρέπει να διατηρείται μεταξύ 20 και 30 λεπτών, καθώς αυτή η διάρκεια επαρκεί για τη συλλογή έγκυρων δεδομένων χωρίς να προκαλείται κόπωση στους συμμετέχοντες. Σε πειράματα που υπερβαίνουν αυτή τη διάρκεια, είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση διαλειμμάτων 2-5 λεπτών για τη μείωση της ψυχολογικής και φυσιολογικής κόπωσης. Τα χαρακτηριστικά των ερεθισμάτων θα πρέπει να κλιμακώνονται σταδιακά. Ξεκινήστε με απλά ερεθίσματα, όπως στατικές εικόνες ή βασικά MR σενάρια, και προχωρήστε σε πιο σύνθετα περιβάλλοντα, για να αποφύγετε την υπερφόρτωση των συμμετεχόντων. Επιπλέον, τα προσαρμοσμένα σενάρια που αντανακλούν ρεαλιστικές καταστάσεις είναι πιο αποτελεσματικά για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων. Για την πρόληψη της ναυτίας προσομοιωτή, είναι σημαντικό να αποφεύγονται οι απότομες κινήσεις και οι μεγάλες ταχύτητες μετάβασης στο περιβάλλον MR. Αντίθετα, προτιμώνται η φυσική ροή και οι ομαλές μεταβάσεις. Η συλλογή δεδομένων EEG μπορεί να βοηθήσει στη συλλογή ακριβέστερων δεδομένων για τη συναισθηματική κατάσταση των

συμμετεχόντων, με βάση τις φυσιολογικές τους αποκρίσεις. Τέλος, οι ηθικές παράμετροι πρέπει να αποτελούν προτεραιότητα. Η διασφάλιση της ανωνυμίας και η σωστή διαχείριση των ευαίσθητων δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας. Οι συμμετέχοντες πρέπει να ενημερώνονται πλήρως για τους πιθανούς κινδύνους του πειράματος, ενώ πρέπει να παρέχεται κατάλληλη συναισθηματική υποστήριξη εάν προκύψει δυσφορία.

4.3 Συμπεράσματα

Ένα καλά σχεδιασμένο πείραμα MR θα πρέπει να χρησιμοποιεί εξοπλισμό υψηλής πιστότητας, να περιορίζει τη διάρκεια στα 20-30 λεπτά, να προσαρμόζει την πολυπλοκότητα των ερεθισμάτων στις δυνατότητες των συμμετεχόντων, να στοχεύει σε μέγεθος δείγματος 30-50 ατόμων και να αντιμετωπίζει ηθικά ζητήματα με κατάλληλες πολιτικές. Αυτός ο σχεδιασμός μειώνει τους κινδύνους, ενισχύει τη συμμετοχή και εξασφαλίζει αξιόπιστα και γενικεύσιμα αποτελέσματα.

- Βασιστείτε σε προηγούμενα επιστημονικά ευρήματα
- Υψηλή ανάλυση, εργονομικά headset
- Ήχος, αφή, οσμή για ρεαλισμό
- Δείγμα 30-50 για ισορροπία ποιότητας/πρακτικότητας
- Εκπαίδευση ή χρόνος εξοικείωσης με MR
- 20-30 λεπτά με διαλείμματα >30 λεπτά
- Απλά προς σύνθετα ερεθίσματα
- Ομαλές μεταβάσεις, αποφυγή απότομων κινήσεων
- EEG για ακριβείς φυσιολογικές αποκρίσεις
- Ανωνυμία, συναισθηματική υποστήριξη

Διάγραμμα 8: Σχεδιασμός πειράματος μικτής πραγματικότητας.



# 05

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΕΠΙΛΟΓΟΣ



Εικόνα 41: Οι ηγέτες του Αμαζονίου συζητούν τη χρήση των δεδομένων της NASA για την προστασία του Αμαζονίου (<https://www.nasa.gov/image-detail/amazonian-leaders-discuss-using-nasa-data-to-protect-the-amazon/>).

Η ανθρώπινη δραστηριότητα σε ακραία και απομονωμένα περιβάλλοντα (ΑΠΠ), όπως οι διαστημικές αποστολές, οι πολικές ερευνητικές βάσεις, τα υποβρύχια και άλλες απομονωμένες περιοχές, φέρνει στο προσκήνιο μοναδικές ψυχολογικές, κοινωνικές και φυσιολογικές προκλήσεις. Τα χαρακτηριστικά αυτών των περιβαλλόντων περιλαμβάνουν την απομόνωση, τη μονοτονία, την απουσία φυσικών τοπίων, την έλλειψη ιδιωτικότητας και τους περιορισμένους πόρους. Οι επιπτώσεις αυτών των παραγόντων, όπως το άγχος, η γνωστική κόπωση και οι διαπροσωπικές εντάσεις, επισημαίνουν την ανάγκη για καινοτόμες λύσεις που ενισχύουν την ανθρώπινη ανθεκτικότητα και ευεξία.

Μία από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογικές εξελίξεις για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων είναι η Μικτή Πραγματικότητα (MR). Η MR προσφέρει ευκαιρίες για τη δημιουργία εικονικών περιβαλλόντων που ενσωματώνουν φυσικά στοιχεία, όπως τοπία δασών, ωκεανών ή ουρανού, τα οποία αποδεδειγμένα έχουν αποκαταστατικές ιδιότητες για την ψυχική υγεία. Μέσα από τη χρήση δυναμικών προβολών, πολυαισθητηριακών ερεθισμάτων και διαδραστικών δυνατοτήτων, η MR συμβάλλει στη μείωση της αισθητηριακής στέρησης, του στρες και της μονοτονίας. Παράλληλα, δημιουργεί ευκαιρίες για ενίσχυση της ψυχικής

ανθεκτικότητας, της συγκέντρωσης και της δημιουργικότητας.

Η MR δεν λειτουργεί μόνο ως εργαλείο χαλάρωσης, αλλά και ως μέσο ενίσχυσης της γνωστικής απόδοσης και υποστήριξης της εργασιακής αποτελεσματικότητας. Σε συνθήκες αυξημένων απαιτήσεων, όπως οι διαστημικές αποστολές, οι εικονικές εμπειρίες μπορούν να προσαρμόσουν το περιβάλλον, παρέχοντας ευκαιρίες για αναψυχή, γνωστική αποκατάσταση και βελτιωμένη αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών της ομάδας. Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή υποστηρίζει την εξάσκηση δεξιοτήτων και τη διαχείριση κρίσεων, δημιουργώντας ρεαλιστικά σενάρια σε ασφαλή πλαίσια.

Ο σχεδιασμός χώρων που ενσωματώνουν εργονομία, ευελιξία και αισθητηριακή ποικιλότητα αναδεικνύεται ως καίριος παράγοντας για την ευημερία σε ΑΠΠ. Οι πολυλειτουργικοί χώροι που προσαρμόζονται στις ανάγκες των χρηστών συμβάλλουν στη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ προσωπικού χρόνου και συλλογικής δραστηριότητας, προάγοντας την ομαδική συνοχή. Ειδικότερα, ο φωτισμός, ο ήχος και τα χρώματα λειτουργούν ως βασικά στοιχεία που επηρεάζουν τη διάθεση, τη συγκέντρωση και την αίσθηση ελέγχου.

Παρόλα αυτά, παραμένουν σημαντικές προκλήσεις. Οι τεχνολογικοί περιορισμοί, όπως

η ναυτία στον κυβερνοχώρο (cybersickness), η υψηλή κατανάλωση ενέργειας και η ανάγκη για διαχείριση των δεδομένων, αποτελούν εμπόδια που απαιτούν περαιτέρω έρευνα. Επιπλέον, ζητήματα που αφορούν την ηθική, όπως η προστασία της ιδιωτικότητας και η αντιμετώπιση της ψυχολογικής δυσφορίας, πρέπει να ενσωματωθούν στον σχεδιασμό και την υλοποίηση αυτών των τεχνολογιών.

Συνολικά, η αποτελεσματική ενσωμάτωση τεχνολογιών MR, σε συνδυασμό με τη σωστή διαχείριση χώρων και τη χρήση διεπιστημονικών στρατηγικών, μπορεί να εξασφαλίσει την ευημερία και τη λειτουργικότητα των ανθρώπων σε ΑΠΠ. Τα επιστημονικά δεδομένα και οι τεχνολογικές καινοτομίες προσφέρουν μια μοναδική ευκαιρία για την κατανόηση της ανθρώπινης προσαρμοστικότητας και την ανάπτυξη βιώσιμων λύσεων για το μέλλον της ανθρώπινης δραστηριότητας σε ακραία περιβάλλοντα.

#### *Μελλοντική Έρευνα*

Βάσει των ευρημάτων της παρούσας μελέτης, αναδεικνύεται η ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης του τρόπου με τον οποίο η έκθεση σε εικονικούς γαλάζιους χώρους επηρεάζει τα επίπεδα άγχους και διάθεσης, ειδικά σε σύγκριση με αγγωτικά περιβάλλοντα. Επιπλέον, τίθεται το ερώτημα σχετικά με το ποιοι τύποι γαλάζιων χώρων, όπως οι παράκτιες

περιοχές, τα ποτάμια και οι λίμνες, διαθέτουν τις ισχυρότερες αποκαταστατικές ιδιότητες όταν προσομοιώνονται μέσω τεχνολογιών εικονικής ή μικτής πραγματικότητας (VR/MR). Η απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα θα μπορούσε να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για τον σχεδιασμό αποτελεσματικών εικονικών περιβαλλόντων που προάγουν την ψυχική ευεξία και την αποκατάσταση.



Εικόνα 42: Αίθουσα συνεδριάσεων - σκηνή από την ταινία “Blade Runner 2049” (<https://lukedownloading.com/blade-runner-2049-4k-screen-shots/>).





Εικόνα 43: Ο αστροναύτης Frank Culbertson ([https://en.wikipedia.org/wiki/Frank\\_L\\_Culbertson\\_Jr](https://en.wikipedia.org/wiki/Frank_L_Culbertson_Jr)).

*Το γράμμα του αστροναύτη Frank Culbertson*

*September 14, 2001; 22:49*

An update to the last letter... Fortunately, it's been a busy week up here. And to prove that, like our country, we are continuing on our intended path with business as usual (as much as possible). Tonight the latest addition to the station, the Russian Docking Compartment will be launched from Baikonur, Kazakhstan. On Saturday night (US time), it will dock with us, at a port never used before on the nadir side of the Service Module. This new module will give us another place to dock a Progress or Soyuz and will provide a large airlock with two useable hatches for conducting EVA's in Russian Orlan suits, which we will do a few of before we come home.

The problem before in dealing with this week was too little news. The problem now is too much. It came all at once when email was restored, and there's not enough time to read it all! Plus it's too hard to deal with all of it at once. But I appreciate getting it, and I really appreciate the great letters of support and friendship I am receiving.

We are doing well on board, getting our work done, and talking about things. Last night we had a long discussion over dinner about the significance of these events, the possible actions to follow, and what should be done. After dinner, Michael made a point of telling me that every email he received from friends in Russia said specifically to tell me how sorry they were that this happened, extending their condolences, and asking how I was doing. Vladimir taught me the Russian word for "condolences" after talking to the previous CDR, Yuri Usachev, on the phone in Star City. (Both the Russian and the English words are much too long to pronounce easily.) Very kind people.

For the last two days, the Russian MCC has been good enough to transmit live broadcasts of radio news about the event and associated stories, to make sure I was well informed. Every specialist who has come on the line to discuss a procedure or a problem has at some point extended greetings to me with kind words. Tonight the Russian capcom told us that because of the special day of remembrance in the US, all day people had been bringing flowers and lining all the walls of the US embassy in Moscow, and this evening they were lighting candles in the street outside the embassy. How the world has changed.



People everywhere seem to recognize the senselessness and horror in this attack. And the tremendous loss. Moscow has dealt with these kind of problems in the last few years with apartment and subway bombings, so they are as anxious to get rid of this threat as we are. But the bottom line is that there are good people everywhere who want to live in peace. I read that a child asked, “America is so good to other countries, we always help everyone, how can they hate us so much?”

I hope the example of cooperation and trust that this spacecraft and all the people in the program demonstrate daily will someday inspire the rest of the world to work the same way. They must!

Unfortunately, we won’t be flying over the US during the time people are lighting candles. Don’t know if we could see that anyway. We did, however, see a very unusual and beautiful sight a few minutes ago: the launch of our Docking Compartment on a Soyuz booster. We were overtaking it and it came into view about three minutes after its launch from Baikonur as the sun hit our station, so it was still in the dark. It looked like a large comet with a straight, wide tail silhouetted against the dark planet beneath. Despite some bad lighting for a while as the sun hit our window at a low angle, I managed some video of it as first we passed the rocket, and then watched it begin to catch up as it gained altitude and speed. I filmed until main engine cutoff and booster separation occurred just as we approached sunrise on the Himalayas. An unforgettable sight in an unforgettable week...

Life goes on, even in space. We’re here to stay...

Frank

Last Updated: Aug 7, 2017

Editor: NASA Content Administrator

-----

*14 Σεπτεμβρίου 2001, 22:49*

Ενημέρωση της τελευταίας επιστολής...

Ευτυχώς, αυτή ήταν μια γεμάτη εβδομάδα εδώ πάνω. Και για να αποδείξουμε ότι, όπως και η χώρα μας, συνεχίζουμε την προγραμματισμένη πορεία μας, όσο το δυνατόν πιο κανονικά. Απόψε, η τελευταία προσθήκη στον σταθμό, το ρωσικό Διαστημικό Διαμέρισμα Σύνδεσης, θα εκτοξευθεί από το Μπαϊκονούρ του Καζακστάν. Το Σάββατο βράδυ (ώρα ΗΠΑ), θα συνδεθεί μαζί μας σε ένα λιμάνι που δεν έχει χρησιμοποιηθεί ποτέ πριν, στην κατώτερη πλευρά του Μοντέλου Υπηρεσιών. Αυτό το νέο τμήμα θα μας προσφέρει έναν ακόμα χώρο για τη σύνδεση ενός Progress ή Soyuz, καθώς και μια μεγάλη θύρα εκτόξευσης με δύο χρησιμοποιήσιμες καταπακτές για την πραγματοποίηση διαστημικών περιπάτων (EVA) με ρωσικές στολές Orlan, τις οποίες θα χρησιμοποιήσουμε μερικές φορές πριν επιστρέψουμε στη Γη.

Το πρόβλημα τις προηγούμενες μέρες ήταν η έλλειψη ειδήσεων. Τώρα το πρόβλημα είναι η υπερβολική πληροφόρηση. Ήρθαν όλα ταυτόχρονα όταν αποκαταστάθηκε το email, και δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για να τα διαβάσω όλα! Επιπλέον, είναι δύσκολο να τα διαχειριστώ όλα μαζί. Ωστόσο, εκτιμώ που τα λαμβάνω, και πραγματικά εκτιμώ τις υπέροχες επιστολές υποστήριξης και φιλίας που λαμβάνω.

Εδώ πάνω τα πάμε καλά, ολοκληρώνοντας τη δουλειά μας και συζητώντας για τα γεγονότα. Χθες το βράδυ, είχαμε μια μακρά συζήτηση κατά τη διάρκεια του δείπνου σχετικά με τη σημασία αυτών των γεγονότων, τις πιθανές ενέργειες που μπορεί να ακολουθήσουν και το τι θα έπρεπε να γίνει. Μετά το δείπνο, ο Michael μου είπε ότι κάθε email που έλαβε από φίλους στη Ρωσία ανέφερε συγκεκριμένα να μου μεταφέρει πόσο λυπούνται που συνέβη αυτό, προσφέροντας συλλυπητήρια και ρωτώντας πώς είμαι. Ο Vladimir μου έμαθε τη ρωσική λέξη για τα «συλλυπητήρια» αφού μίλησε με τον προηγούμενο διοικητή, Yuri Usachev, στο τηλέφωνο από την Πόλη των Άστρων. (Τόσο η ρωσική όσο και η αγγλική λέξη είναι υπερβολικά μακροσκελείς για να προφέρονται εύκολα.) Πολύ ευγενικοί άνθρωποι.

Τα τελευταία δύο 24ωρα, το ρωσικό κέντρο ελέγχου έχει μεταδώσει ζωντανές ραδιοφωνικές ειδήσεις σχετικά με το γεγονός και τις σχετικές ιστορίες, για να βεβαιωθούν ότι είμαι καλά ενημερωμένος. Κάθε ειδικός που επικοινωνήσε μαζί μας για να συζητήσει μια διαδικασία ή ένα πρόβλημα μου μετέφερε κάποια στιγμή λόγια υποστήριξης. Απόψε, ο ρωσικός carcom μας είπε

ότι, λόγω της ειδικής ημέρας μνήμης στις ΗΠΑ, όλη την ημέρα οι άνθρωποι έφερναν λουλούδια και στόλιζαν τους τοίχους της αμερικανικής πρεσβείας στη Μόσχα, και απόψε άναβαν κεριά στον δρόμο έξω από την πρεσβεία. Πώς έχει αλλάξει ο κόσμος.

Οι άνθρωποι παντού φαίνεται να αναγνωρίζουν την παραφροσύνη και τον τρόμο αυτής της επίθεσης. Και την τεράστια απώλεια. Η Μόσχα έχει αντιμετωπίσει τέτοιου είδους προβλήματα τα τελευταία χρόνια με τις βομβιστικές επιθέσεις σε διαμερίσματα και μετρό, οπότε είναι εξίσου ανήσυχη να απαλλαγεί από αυτήν την απειλή όπως κι εμείς. Ωστόσο, το συμπέρασμα είναι ότι υπάρχουν καλοί άνθρωποι παντού που θέλουν να ζουν ειρηνικά. Διάβασα ότι ένα παιδί ρώτησε: «Η Αμερική είναι τόσο καλή με τις άλλες χώρες, πάντα βοηθάμε τους πάντες. Πώς μπορούν να μας μισούν τόσο πολύ;»

Ελπίζω το παράδειγμα συνεργασίας και εμπιστοσύνης που δείχνει αυτό το διαστημικό σκάφος και όλοι οι άνθρωποι στο πρόγραμμα καθημερινά να εμπνεύσει κάποτε τον υπόλοιπο κόσμο να λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο. Πρέπει!

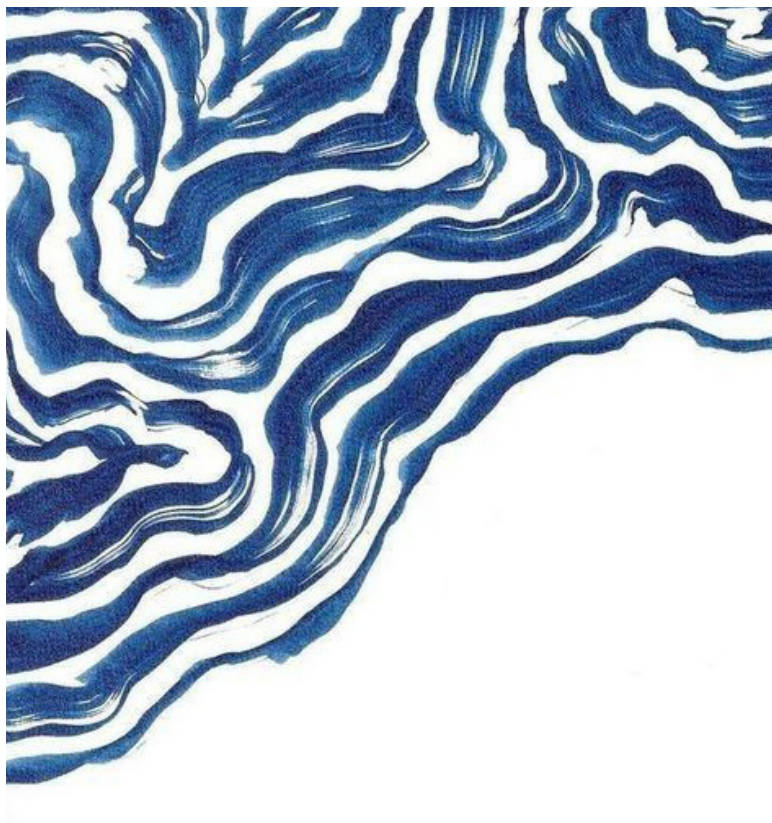
Δυστυχώς, δεν θα πετάζουμε πάνω από τις ΗΠΑ τη στιγμή που οι άνθρωποι θα ανάβουν κεριά. Δεν ξέρω αν θα μπορούσαμε να το δούμε αυτό ούτως ή άλλως. Ωστόσο, είδαμε ένα πολύ ασυνήθιστο και όμορφο θέαμα πριν από λίγα λεπτά: την εκτόξευση του Διαμερίσματος Σύνδεσης μας με έναν πύραυλο Soyuz. Το προλάβουμε και έγινε ορατό περίπου τρία λεπτά μετά την εκτόξευσή του από το Μπαϊκονούρ, καθώς ο ήλιος φώτιζε τον σταθμό μας, ενώ βρισκόταν ακόμα στο σκοτάδι. Έμοιαζε με μεγάλο κομήτη με μια ευθεία, φαρδιά ουρά, διαγραμμένη πάνω στον σκοτεινό πλανήτη από κάτω. Παρά τον κακό φωτισμό για λίγο, καθώς ο ήλιος χτυπούσε το παράθυρό μας υπό χαμηλή γωνία, κατάφερα να καταγράψω βίντεο καθώς πρώτα προσπεράσαμε τον πύραυλο, και στη συνέχεια τον παρακολουθήσαμε να μας πλησιάζει καθώς αποκτούσε ύψος και ταχύτητα. Κατέγραφα μέχρι τη διακοπή του κύριου κινητήρα και τη διαχωρισμό των προωθητικών, που συνέβη ακριβώς καθώς πλησιάζαμε την ανατολή του ηλίου πάνω από τα Ιμαλάια. Μια αξέχαστη εικόνα σε μια αξέχαστη εβδομάδα...

Η ζωή συνεχίζεται, ακόμα και στο διάστημα. Είμαστε εδώ για να μείνουμε...  
Frank

Τελευταία Ενημέρωση: 7 Αυγούστου 2017

Επιμέλεια: NASA Content Administrator





## Βιβλιογραφία

- Antonovsky, A. (1979). *Health, stress, and coping: New perspectives on mental and physical well-being*. Jossey-Bass.
- Asymptote Architecture. (1999). *Flux: Asymptote architecture*. Phaidon Press.
- Clarke, A. C. (1968). 2001: A space odyssey. New American Library
- Clément, G., & Reschke, M. F. (2008). Neuroscience in space. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-78950-7>
- Flake, G. W. (1998). *The computational beauty of nature: Computer explorations of fractals, chaos, complex systems, and adaptation*. MIT Press.
- Häuplik-Meusburger, S. (2011). *Architecture for astronauts: An activity-based approach*. Springer.
- Häuplik-Meusburger, S., & Bannova, O. (2016). *Space architecture education for engineers and architects: Designing and planning beyond Earth*. Springer International Publishing.
- Pallasmaa, J. (1996). *The eyes of the skin: Architecture and the senses*. Wiley.
- Vakoch, D. A. (Ed.). (2011). *Psychology of Space Exploration: Contemporary Research in Historical Perspective*. NASA History Series.
- Wilson, E. O. (2003). *Biophilia*. Harvard University Press.
- Zumthor, P. (2006). *Atmospheres: Architectural environments – Surrounding objects*. Birkhäuser.
- Νικάκη, Α. (2022). *Hybrid Worlds: Immersion in Time*. Ερευνητική εργασία. Πολυτεχνείο Κρήτης.
- Χελιδόνης, Ε. (2021). *Semantics and Immersion*. Ερευνητική εργασία. Πολυτεχνείο Κρήτης.

## Άρθρα

- Andrievskaia, P., Berti, S., Spaniol, J., & Keshavarz, B. (2023). Exploring neurophysiological correlates of visually induced motion sickness using electroencephalography (EEG). *Experimental Brain Research*, 241, 2463–2473. [https://doi.org/10.1007/s00221-023-06690-x&#8203;;contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](https://doi.org/10.1007/s00221-023-06690-x&#8203;;contentReference[oaicite:0]{index=0})
- Balomenaki, C., & Oungrinis, K.-A. (2024). Shaping the prerequisites for the development of Earth-Space humanity. Proceedings of the 75th International Astronautical Congress (IAC), Milan, Italy, 14-18 October 2024. International Astronautical Federation.
- Balomenaki, C., Chrysochoou, I., Tsilia, A., Biniakou, K., & Oungrinis, K.-A. (2024). Proposition for modular space habitat. Proceedings of the 75th International Astronautical Congress (IAC), Milan, Italy, 14-18 October 2024. International Astronautical Federation.
- Basu, T., Bannova, O., & Camba, J. D. (2020). Mixed reality architecture in space habitats. *Acta Astronautica*, 178, 548–555. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.09.036>
- Bekoff, M. (2001). Playing with play: What can we learn about cognition, negotiation, and evolution? *Behavioral and Brain Sciences*, 24(4), 626–627. <https://doi.org/10.1017/S0140525X01274105>
- Benedetti, V., Giganti, F., Cotugno, M., Noferini, C., Gavazzi, G., Gronchi, G., ... & Viggiano, M. P. (2024). Interplay among anxiety, digital environmental exposure, and cognitive control: Implications of natural settings. *Behavioral Sciences*, 14(4), 323. [https://doi.org/10.3390/bs14040323&#8203;;contentReference\[oaicite:1\]{index=1}](https://doi.org/10.3390/bs14040323&#8203;;contentReference[oaicite:1]{index=1})
- Brambilla, E., Petersen, E., Stendal, K., Sundling, V., MacIntyre, T. E., & Calogiuri, G. (2024). Effects of immersive virtual nature on nature connectedness: A systematic review and meta-analysis. *Digital Health*, 10, 1–25. <https://doi.org/10.1177/20552076241234639>
- Chang, E., Billingham, M., & Yoo, B. (2023). Brain activity during cybersickness: A scoping review. *Virtual Reality*, 27(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10055-02300670-2>

Clemente, D., Theodorou, A., Romano, L., Russo, C., Rodelli, R., Casagrande, G., & Panno, A. (2024). The effect of exposure to VR vs. 2D virtual environments on restorativeness: The mediating role of the sense of presence. *International Journal of Human–Computer Interaction*.

Deng, L., Luo, H., Ma, J., Huang, Z., Sun, L.-X., Jiang, M.-Y., ... & Li, X. (2020). Effects of integration between visual stimuli and auditory stimuli on restorative potential and aesthetic preference in urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 53, 126702. [https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126702&#8203;;contentReference\[oaicite:4\]{index=4}](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126702&#8203;;contentReference[oaicite:4]{index=4})

Ding, X., & Chen, Y. (2022). The stress recovery effect of virtual reality natural scenes with different immersion on knowledge talents. Proceedings of the 2022 5th International Conference on Big Data and Education (ICBDE'22), 8 pages. <https://doi.org/10.1145/3524383.3524409>

Ding, X., & Chen, Y. (2022). The stress recovery effect of virtual reality natural scene with different immersion on knowledge talents. In *The 2022 5th International Conference on Big Data and Education (ICBDE'22)*, February 26–28, 2022, Shanghai, China (pp. 1–8). ACM. [https://doi.org/10.1145/3524383.3524409&#8203;;contentReference\[oaicite:8\]{index=}](https://doi.org/10.1145/3524383.3524409&#8203;;contentReference[oaicite:8]{index=})

Gaertner, R. J., Kossmann, K. E., Benz, A. B. E., Bentele, U. U., Meier, M., Denk, B. F., ... & Pruessner, J. C. (2023). Relaxing effects of virtual environments on the autonomic nervous system indicated by heart rate variability: A systematic review. *Journal of Environmental Psychology*, 88, 102035. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102035>

Georgiou, M., Morison, G., Smith, N., Tieges, Z., & Chastin, S. (2021). Mechanisms of impact of blue spaces on human health: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2486. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052486>

Georgiou, M., Morison, G., Smith, N., Tieges, Z., & Chastin, S. (2021). Mechanisms of impact of blue spaces on human health: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2486. [https://doi.org/10.3390/ijerph18052486&#8203;;contentReference\[oaicite:10\]{index=10}](https://doi.org/10.3390/ijerph18052486&#8203;;contentReference[oaicite:10]{index=10})

Griffin, B. N. (2014). Space architecture: The role, work and aptitude. AIAA Space and Astronautics Forum and Exposition, 2014–4404, 4–7 August 2014, San Diego, California.

Häuplik-Meusburger, S., & Bishop, S. (2021). Habitability and the golden rule of space architecture. Presented at the 52nd International Conference on Environmental Systems (ICES), July 12–15, 2021. ICES-2022-22.

Häuplik-Meusburger, S., & Bishop, S. (2021). Habitats for our future extraterrestrial homes. Presented at the 51st International Conference on Environmental Systems (ICES), July 12–15, 2021. ICES-2021-23.

He, Z., Zhuang, N., Bao, G., Zeng, Y., & Yan, B. (2022). Cross-day EEG-based emotion recognition using transfer component analysis. *Electronics*, 11(651). <https://doi.org/10.3390/electronics11040651>;:contentReference[oaicite:2]{index=2}

Jiang, A., Schlacht, I. L., Yao, X., Foing, B., Fang, Z., Westland, S., Hemingray, C., & Yao, W. (2022). Space habitat astronautics: Multicolour lighting psychology in a 7-day simulated habitat. *Space: Science & Technology*.

Kanas, N., Salnitskiy, V., Weiss, D. S., Gushin, V., & Marmar, C. R. (2001). Psychosocial adaptation and group dynamics on a long-term space mission: Results from Shuttle–Mir. *Acta Astronautica*, 49(3), 243–261. [https://doi.org/10.1016/S0094-5765\(01\)00098-8](https://doi.org/10.1016/S0094-5765(01)00098-8)

Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169–182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)

Kim, J., Yoo, J., & Rensink, R. A. (2008). Attention in cybersickness: Investigating visual motion in virtual environments. *Virtual Reality*, 12(1), 17–27. <https://doi.org/10.1007/s10055-007-0072-4>

Kim, N., & Gero, J. (2022). Neurophysiological responses to biophilic design: A pilot experiment using VR and EEG. *Preprint*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/359892380>;:contentReference[oaicite:5]{index=5}

Kuper, R. (2017). Restorative potential, fascination, and extent for designed digital landscape models. *Urban Forestry & Urban Greening*, 28, 118–130. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.002>

Li, J., Ma, Y., Li, P., & Butz, A. (2021). A journey through nature: Exploring virtual restorative environments as a means to relax in confined spaces. *Creativity and Cognition*, 9, 1–9. <https://doi.org/10.1145/3450741.3465248>;:contentReference[oaicite:13]{index=13}

Luo, L., Yu, P., & Jiang, B. (2023). Differentiating mental health promotion effects of various bluespaces: An electroencephalography study. *Journal of Environmental Psychology*, 88, 102010. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102010>;:contentReference[oaicite:3]{index=3}

Mattila, O., Korhonen, A., Pöyry, E., Hauru, K., Holopainen, J., & Parvinen, P. (2020). Restoration in a virtual reality forest environment. *Computers in Human Behavior*, 107, 106295. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106295>;:contentReference[oaicite:14]{index=14}

McDougall, C. W., Hanley, N., Quilliam, R. S., & Oliver, D. M. (2022). Blue space exposure, health and well-being: Does freshwater type matter? *Landscape and Urban Planning*, 224, 104446. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104446>;:contentReference[oaicite:11]{index=11}

Oungrinis, G. (2013). Mixed Reality and Human Adaptation in Space. Proceedings of the International Space Architecture Symposium.

Palinkas, L. A. (2001). Psychosocial issues in long-term space flight: Overview. *Gravitational and Space Biology Bulletin*, 14(2), 25–34.

Palinkas, L. A., & Suedfeld, P. (2008). Psychological effects of polar expeditions. *The Lancet*, 371(9607), 153–163. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61056-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61056-3)

Palinkas, L. A., & Suedfeld, P. (2021). Psychosocial issues in isolated and confined extreme environments. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 126, 413–429. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.03.032>



Palinkas, L. A., Johnson, J. C., & Boster, J. S. (2000). Social support and the psychological adaptation to isolated and confined environments. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 71(6), 619–625.

Palinkas, L. A., Suedfeld, P., & Steel, G. D. (2000). Psychological and cultural adaptation to winter-over in Antarctica. *Environment and Behavior*, 32(1), 110–118.

Pals, R., Steg, L., Dontje, J., & Siero, F. W. (2014). Physical features, coherence and positive outcomes of person-environment interactions: A virtual reality study. *Journal of Environmental Psychology*, 40, 108–116.

Peldszus, R., Dalke, H., Pretlove, S., & Welch, C. (2014). The perfect boring situation—Addressing the experience of monotony during crewed deep space missions through habitability design. *Acta Astronautica*, 94, 262–276. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2013.04.024>;contentReference[oaicite:12]{index=12}

Pratviel, Y., Bouny, P., & Deschodt-Arsac, V. (2024). Immersion in a relaxing virtual reality environment is associated with similar effects on stress and anxiety as heart rate variability biofeedback. *Frontiers in Virtual Reality*, 5, Article 1358981. <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1358981>

Reece, R., Bornioli, A., Bray, I., Newbutt, N., Satenstein, D., & Alford, C. (2022). Exposure to green, blue, and historic environments and mental well-being: A comparison between virtual reality head-mounted display and flat screen exposure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9457).

Reece, R., Bornioli, A., Bray, I., Newbutt, N., Satenstein, D., & Alford, C. (2022). Exposure to green, blue and historic environments and mental well-being: A comparison between virtual reality head-mounted display and flat screen exposure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9457). <https://doi.org/10.3390/ijerph19159457>;contentReference[oaicite:6]{index=6}

Riva, G., Mantovani, F., & Preziosa, A. (2007). Affective interactions using virtual reality: The link between presence and emotions. *Cyberpsychology & Behavior*, 10(1), 45–56. <https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9993>

Riva, P., Rusconi, P., Pancani, L., & Chterev, K. (2022). Social isolation in space: An investigation of LUNARK, the first human mission in an Arctic Moon analog habitat. *Acta Astronautica*, 195, 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.03.007>

Rockstroh, C., Blum, J., & Göritz, A. S. (2019). Virtual reality in the application of heart rate variability biofeedback. *International Journal of Human-Computer Studies*, 130, 209–220. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.06.011>;contentReference[oaicite:2]{index=2}

Sandal, G. M., van de Vijver, F. J. R., & Smith, N. (2018). Psychological hibernation in Antarctica. *Frontiers in Psychology*, 9, 2235. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02235>

Seiz, A., Kweon, B.-S., Ellis, C. D., Oh, H., & Pietro, K. (2023). Exploring the psychophysiological effects of viewing urban nature through virtual reality using electroencephalography and perceived restorativeness scale measures. *Sustainability*, 15(13090). <https://doi.org/10.3390/su151713090>;contentReference[oaicite:5]{index=5}

Smalley, A. J., White, M. P., Sandiford, R., Desai, N., Watson, C., Smalley, N., ... & Fleming, L. E. (2023). Soundscapes, music, and memories: Exploring the factors that influence emotional responses to virtual nature content. *Journal of Environmental Psychology*, 89, 102060. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102060>;contentReference[oaicite:20]{index=20}

Strauss, D. J., Francis, A. L., Vibell, J., & Corona-Strauss, F. I. (2024). The role of attention in immersion: The two-competitor model. *Brain Research Bulletin*, 210, 110923.

Tachibana, R. (2019). Social isolation and cultural differences: Implications for long-term crewed space missions. *Frontiers in Psychology*, 10, 2354.

Taylor, A. J., Ryan, C. M., & Duda, J. L. (2018). Privacy needs in confined environments: Implications for short- and long-duration spaceflight. *Space Policy*, 46, 1–6.

Tomaka, J., Thompson, S., & Palacios, R. (2006). The relation of social isolation, loneliness, and social support to disease outcomes among the elderly. *Journal of Aging and Health*, 18(3), 359–384.

Tortello, C., Agostino, P. V., Folgueira, A., et al. (2020). Subjective time estimation in Antarc-

tica: The impact of extreme environments and isolation on a time production task. *Neuroscience Letters*, 725. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.134893>

Ünal, A. B., Pals, R., Steg, L., Siero, F. W., & van der Zee, K. I. (2022). Is virtual reality a valid tool for restorative environments research? *Urban Forestry & Urban Greening*, 74, 127673. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127673>

Vasser, M., & Aru, J. (2020). Guidelines for immersive virtual reality in psychological research. *Current Opinion in Psychology*, 36, 71–76.

von Lindern, E., Lymeus, F., & Hartig, T. (2017). The restorative environment: A complementary concept for salutogenesis studies. In M. Mittelman, S. Sagy, M. Eriksson, G. Bauer, J. Pelikan, B. Lindström, & G. Espnes (Eds.), *The handbook of salutogenesis* (pp. 181–194). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-04600-6\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-04600-6_17)

Welch, C. (2014). Guest statement: The essence of interdisciplinarity. In *SpEd: Space architecture education for engineers and architects*. Springer.

White, M. P., Elliott, L. R., Gascon, M., Roberts, B., & Fleming, L. E. (2020). Blue space, health and well-being: A narrative overview and synthesis of potential benefits. *Environmental Research*, 191, 110169. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110169>

White, M., Smith, A., Humphries, K., Pahl, S., Snelling, D., & Depledge, M. (2010). Blue space: The importance of water for preference, affect, and restorativeness ratings of natural and built scenes. *Journal of Environmental Psychology*, 30(4), 482–493. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.04.004>

Williams, K. D., Forgas, J. P., & von Hippel, W. (2002). The social outcast: Ostracism, social exclusion, rejection, and bullying. *Psychological Inquiry*, 13(4), 252–258.

Yao, T., Lin, W., Bao, Z., & Zeng, C. (2024). Natural or balanced? The physiological and psychological benefits of window views with different proportions of sky, green space, and buildings. *Sustainable Cities and Society*, 104, 105293. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105293>

Yu, M., Li, Y., & Tian, F. (2021). Responses of functional brain networks while watching 2D and 3D videos: An EEG study. *Biomedical Signal Processing and Control*, 68, 102613. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102613>

Yuan, S., Browning, M. H. E. M., McAnirlin, O., Sindelar, K., Shin, S., Drong, G., ... & Heller, W. (2023). A virtual reality investigation of factors influencing landscape preferences: Natural elements, emotions, and media creation. *Landscape and Urban Planning*, 230, 104616. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104616>

Zhao, L., Zhang, X., & Lin, S. (2022). The effect of virtual-reality-based restorative environments on creativity and presence. *Journal of Environmental Psychology*, 80, 101734. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101734>

## Ηλεκτρονικές Πηγές

Anadol, R. (2024). Echoes of the Earth: Living Archive. Retrieved from [<https://refikanadol.com/works/echoes-of-the-earth-living-archive/>].

Anadol, R. (2018). Bosphorus. Retrieved from [<https://refikanadol.com/works/bosphorus/>].

Anadol, R. (2015). Infinity Room. Retrieved from [<https://refikanadol.com/works/infinity-room/>].

Anadol, R. (2015). Liminal Room. Retrieved from [<https://refikanadol.com/works/liminal-room/>]

European Space Agency. (n.d.). *End of the Mars500 520-day isolation*. Retrieved November 30, 2024, from [[https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Mars500/End\\_of\\_the\\_Mars500\\_520-day\\_isolation?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Mars500/End_of_the_Mars500_520-day_isolation?utm_source=chatgpt.com)]

Kaku, M. (2019). Lex Fridman Podcast: The Kardashev Scale of Civilizations [Video]. Retrieved October 11, 2023, from [<https://lexfridman.com/michio-kaku/>].

NASA. (2001, September 11). *Astronaut Frank Culbertson: Letter from September 11, 2001*. NASA. Retrieved from <https://www.nasa.gov/general/astronaut-frank-culbertson-letter-from-september-11-2001/>

Onassis Foundation. (2018). *We Live in an Ocean of Air*. Retrieved from [<https://www.onassis.org/art/works/we-live-in-an-ocean-of-air-video-edition>].

Parmitano, L. (2022, July 22). *Astronauti si diventa con Luca Parmitano* [Podcast episode]. In *Muschio Selvaggio*. Retrieved from <https://muschioselvaggio.com>

Polyakov, V. V. (n.d.). In *Βικιπαίδεια*. Retrieved November 30, 2024, from [[https://el.wikipedia.org/wiki/Βαλέρι\\_Πολυάκοφ](https://el.wikipedia.org/wiki/Βαλέρι_Πολυάκοφ)]

teamLab. (2014). *Universe of Water Particles Under Satellite's Gravity*. Retrieved from [[https://www.teamlab.art/w/satellites-gravity\\_gold/](https://www.teamlab.art/w/satellites-gravity_gold/)].

teamLab. (2017). *Universe of water particles on Bunkanomori Park*. Retrieved from [[https://www.teamlab.art/w/waterparticles\\_bunkanomori/](https://www.teamlab.art/w/waterparticles_bunkanomori/)]

Λεξικό Τριανταφυλλίδη. (n.d.). Απομόνωση. Retrieved September 27, 2024, from Greek Language Portal

*Ίσως να μην χρειαζόμαστε πια τις οθόνες, ίσως η αρχιτεκτονική μπορεί να γίνει ο καμβάς.*

*-Frank Ghery*