

Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας,

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Πτυχιακή εργασία

Σχεδιασμός και ανάπτυξη συστημάτων για την
υλοποίηση ηχητικής διαδραστικής εγκατάστασης με
πεδίο τον άνθρωπο και το οικοσύστημά του

Χρυσάνθη Παναγιώτα Ματσάγκα

TX2014067

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

Τάνια Τσιρίδου

Κέρκυρα, Οκτώβριος 2023

Σύντομη περίληψη

Το παρόν κείμενο αποτελεί καταγραφή του θεωρητικού πλαισίου μίας εγκατάστασης προς υλοποίηση και την ανασκόπηση της δημιουργίας συστημάτων που επιτρέπουν την διεπαφή με φυτά για τη σύνθεση διαδραστικού ηχοτοπίου. Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στα κεντρικά θεωρητικά χαρακτηριστικά του έργου με την ανάλυση του αντικειμένου και του πεδίου της οικολογικής τέχνης στο οποίο εντάσσεται. Στο δεύτερο κεφάλαιο, καταγράφεται ο συλλογισμός που οδηγεί στη ιδέα και την ανάπτυξη του έργου ως μία σειρά από συσχετισμούς για τον άνθρωπο, την πόλη και τη φύση. Το τρίτο κεφάλαιο αφορά το στάδιο της έρευνας και του σχεδιασμού όπου αναλύονται τα επιμέρους στοιχεία του έργου: το σύστημα, ο ήχος, τα φυτά, ο χώρος, η διάδραση και η καταγραφή τους μέσω μίας ιστοσελίδας. Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναλύεται η υλοποίηση των συστημάτων που θα αξιοποιηθούν στη εγκατάσταση με εστίαση στο κομμάτι της αλληλεπίδρασης, της δημιουργίας του ηχοτοπίου και της κατασκευής ιστοσελίδας. Στο πέμπτο κεφάλαιο, αναπτύσσονται τα συμπεράσματα από τη δημιουργία του θεωρητικού πλαισίου για την επικείμενη εγκατάσταση ως ένα έργο οικολογικής τέχνης που θα λειτουργεί στη σύγχρονη εποχή.

Abstract

The present paper is an account of the theoretical framework of an installation to be implemented and a review of the creation of systems that allow interface with plants for the synthesis of an interactive soundscape. In particular, the first chapter introduces the central theoretical features of the project by analyzing the subject matter and the field of ecological art in which it falls. The second chapter records the reasoning that leads to the idea and development of the project as a series of correlations about humans, the city and nature. The third chapter concerns the research and design stage where the individual elements of the project are analyzed: the system, the sound, the plants, the space, the interaction, and their recording through a website. In chapter four, the implementation of the systems to be used in the installation is analyzed, focusing on the part of interaction, the creation of the soundscape and the construction of a website. In chapter five, the conclusions from the creation of the theoretical framework for the upcoming installation are developed as a work of ecological art that will function in the contemporary era.

Website: <https://cmatsagka.github.io/installation-repo/>

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στον σχεδιασμό και τη δημιουργία του θεωρητικού πλαισίου μίας διαδραστικής εγκατάστασης, καθώς και των συστημάτων που θα αξιοποιηθούν για την υλοποίησή της. Αρχικά, πραγματοποιείται μία εισαγωγική παρουσίαση των χαρακτηριστικών του έργου με αναφορές στο αντικείμενο, το πεδίο εφαρμογής και τους σκοπούς της δημιουργίας. Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο παρατίθενται οι βασικοί άξονες που συνθέτουν τη δημιουργία ενός έργου που στοχεύει στον κριτικό στοχασμό αναφορικά με τη θέση του ανθρώπου στο φυσικό χώρο. Επισημαίνεται η ανάγκη ενός *Ανοιχτού έργου* που νοηματοδοτείται και ολοκληρώνεται μέσα από την εμπειρία του επισκέπτη. Ενώ με μία σύντομη περιγραφή της επικείμενης εγκατάστασης, αναφέρονται τα στοιχεία που την αποτελούν, η κίνηση του επισκέπτη και οι συνθήκες που επικρατούν σ' αυτή. Στη συνέχεια, ορίζεται το πεδίο στο οποίο εντάσσεται το έργο ως μία σύμπραξη οικολογίας και τεχνολογίας. Μέσα από μία ιστορική αναδρομή, αναφέρονται κομβικά σημεία που βοήθησαν στην εξάπλωσή της οικολογικής τέχνης, όπως οι εξελίξεις σε τεχνολογία και οικολογία. Ακολουθεί ο βασικός στόχος του έργου, η χρήση του προσωπικού βιώματος του επισκέπτη ως ένα μέσο για ανάδειξη σκέψεων και προβληματισμών αναφορικά με τη δύναμη ή την αδυναμία του εντός του οικοσυστήματος. Τέλος, παρατίθενται ορισμοί βασικών εννοιών που αναφέρονται στο κείμενο και αναλύεται η μεθοδολογική προσέγγιση της δημιουργίας του έργου και της θεωρητικής υποστήριξής του.

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί μία καταγραφή ερωτημάτων και σκέψεων που αποτέλεσαν το σημείο εκκίνησης για τη σύλληψη και την ανάπτυξη της ιδέας. Οι κεντρικοί άξονες πάνω στους οποίους αναπτύσσονται οι σκέψεις είναι συσχετισμοί μεταξύ της πόλης, της φύσης και του ανθρώπου. Αρχικά, πραγματοποιείται μία διερώτηση αναφορικά με το αν ο άνθρωπος θεωρεί ότι είναι μέρος της φύσης ή μέρος της πόλης και αν η καταστροφή που συντελείται στη φύση συσχετίζεται με τις πολιτικές επιλογές. Στη συνέχεια, η ιδέα αναπτύσσεται γύρω από τον χώρο, τη χρήση του και τα αποτελέσματα που αυτή επιφέρει. Καθώς προχωρά ο συλλογισμός, αντιστοιχίζονται στοιχεία της διαδραστικής εγκατάστασης με σκέψεις που προκύπτουν από την ιδέα, όπως η συνύπαρξη στη φύση και τη κοινωνία. Ο συλλογισμός ολοκληρώνεται με το πάρκο ως ανθρώπινο κατασκεύασμα για την επαναφορά της φύσης στις πόλεις.

Το τρίτο κεφάλαιο, εστιάζει στο στάδιο της έρευνας και του σχεδιασμού μέσα από ενότητες που προκύπτουν από τα κεντρικά στοιχεία της εγκατάστασης. Αρχικά, παρουσιάζεται μία εξίσωση μεταξύ του οικοσυστήματος και του χώρου, των φυτών και του ανθρώπου. Επισημαίνεται ότι αποτελεί τον κορμό για τη λειτουργία του συστήματος και αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο θα λειτουργεί στο πλαίσιο της εγκατάστασης. Στη συνέχεια, αποδομείται η ιδέα για το ηχοτοπίο της εγκατάστασης που λειτουργεί σύμφωνα με ένα σχέδιο που απεικονίζει τη δομή ενός φυτού, το οποίο λειτουργεί ως μία γραφική σημειογραφία. Ακολουθεί, μία ανάλυση αναφορικά με τη χρήση των φυτών ως μέσο για τη μετάδοση μηνυμάτων μέσα από τη διάδραση. Επόμενο στοιχείο είναι ο χώρος, ως ένα κενό μέσα στο οποίο οργανώνονται τα στοιχεία και ένα προτεινόμενο σχέδιο της κάτοψης του έργου που τα περιλαμβάνει. Ακόμη, αναλύεται το σενάριο της διάδρασης του επισκέπτη σε σχέση με τις αποφάσεις και τις δράσεις του, ενώ επισημαίνεται το στοιχείο της ελευθερίας στη διάδραση που καθορίζει την έκβαση του έργου. Τέλος, σημειώνεται η απόφαση καταγραφής του έργου μέσω ιστοσελίδας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρατίθεται η ανάπτυξη των στοιχείων της προς υλοποίηση εγκατάστασης, δηλαδή η διάδραση και το ηχοτοπίο. Αρχικά, πραγματοποιείται μία αναφορά στη συσκευή Arduino και στους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται. Στη συνέχεια, αναλύεται η χρήση των δύο αισθητήρων σε σχέση με τα εννοιολογικά στοιχεία που επιφέρουν, την επαφή και την παρουσία. Ακόμη, αναφέρονται ο εξοπλισμός, οι δοκιμές και ο κώδικας που χρησιμοποιείται. Η επόμενη ενότητα αφορά τον ήχο, με την απόδοση της επιδιωκόμενης ατμόσφαιρας του ηχοτοπίου και στη συνέχεια την υλοποίηση του ηχητικού συστήματος. Η υλοποίηση διαχωρίζεται στα στάδια δημιουργίας που προκύπτουν από το λογισμικό και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Τέλος, διαχωρίζονται τα στάδια της δημιουργίας της ιστοσελίδας και επεξηγούνται τα δομικά της στοιχεία.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, πραγματοποιείται μία ανασκόπηση του κειμένου και επισημαίνεται ο κεντρικός προβληματισμός του έργου. Αναδεικνύεται η αναγκαιότητα για επαναπροσδιορισμό της κοινωνίας ως μέρος του οικοσυστήματος που καταστρέφεται. Ακόμη, σχολιάζεται η δημιουργία ενός έργου οικολογικής τέχνης στη σύγχρονη εποχή που χαρακτηρίζεται από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Συγκεκριμένα, δηλώνεται ένας προβληματισμός αναφορικά με τη χρησιμότητα ενός έργου οικολογικής τέχνης που δημιουργείται παράλληλα με τις φυσικές καταστροφές. Ο προβληματισμός χρησιμοποιείται ως σημείο εκκίνησης για δύο επιχειρηματολογίες που προκύπτουν από αντίθετες οπτικές. Η πρώτη οπτική αντικρούει τη δημιουργία του έργου καθώς σχολιάζει πως η πραγματικότητα

εκκινεί από μόνη της τις πιθανές σκέψεις και δράσεις στους θεατές. Ενώ, η δεύτερη χρησιμοποιεί το έργο Flare που αναλύεται στην εισαγωγή για να δείξει την δύναμη της τέχνης που έρχεται από την οικουμενικότητα του έργου. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται ένας σχολιασμός της έκβασης του έργου και των στοιχείων που επιφέρει η παρουσίασή του μέσω ιστοσελίδας. Τέλος, παρατίθεται η βιβλιογραφία και οι ιστοσελίδες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εργασίας και το παράρτημα που περιέχει τον κώδικα για τους αισθητήρες και την ιστοσελίδα.

Περιεχόμενα

Ευρετήριο Εικόνων	6
1 Εισαγωγή.....	9
1.1 Αντικείμενο.....	9
1.1.1 Σύντομη περιγραφή της προς υλοποίηση εγκατάστασης	10
1.2 Πεδίο εφαρμογής.....	11
1.2.1 Ιστορική αναδρομή - Κριτική ανάλυση πεδίου.....	12
1.4 Ορισμοί.....	17
1.5 Μεθοδολογία	18
2 Θεωρητικό πλαίσιο.....	19
2.1 Πόλη - Φύση - άνθρωπος Παύση - σκέψη - δράση	19
2.1.1 Σημείο εκκίνησης - Ιδέα - εξέλιξη.....	20
2.1.2 Ανοιχτό έργο - Ισορ φύσης.....	21
2.2 Χώρος - Φύση - Πόλη - Κήπος/Πάρκο.....	21
3 Έρευνα και Σχεδιασμός.....	23
3.1 Ιδέα - Σύστημα	23
3.2 Ο Ήχος	24
3.3 Τα φυτά	27
3.4 Ο χώρος	29
3.5 Σενάριο διάδρασης	31
3.6 Καταγραφή – Διατήρηση – Επικοινωνιακό εργαλείο	31
4. Υλοποίηση συστημάτων εγκατάστασης.....	32
4.1 Αισθητήρες.....	32
4.1.1 Το άγγιγμα / Η επαφή – Touch Sensor.....	34
4.1.2 Η παρουσία – Ultrasonic Sensor HC-SR04	37

4.2 Ήχος: Περιγραφή - έρευνα – σχεδιασμός	41
4.2.1 Περιγραφή της ατμόσφαιρας του ηχοτοπίου	41
4.2.2 Το σύστημα του ηχοτοπίου	42
4.2.2.1 Ηχητικά δείγματα (samples).....	44
4.2.2.2 Ηλεκτρονικοί ήχοι.....	50
4.2.2.3 Δεδομένα των αισθητήρων	53
4.2.2.4 Το patch	54
4.3 Website	55
4.3.1 Γλώσσες προγραμματισμού	55
4.3.2 Υλοποίηση	57
5 Επίλογος και Συμπεράσματα.....	61
Βιβλιογραφία.....	64
Ηλεκτρονικές πηγές	65
Παράρτημα.....	67
Κώδικας Arduino	67
Κώδικας Ιστοσελίδας.....	68
Ευρετήριο Εικόνων	
Εικόνα 1: John Gerrard, <i>Flare Oceania</i> , 2021, Ζωντανή Προσομοίωση.....	14
Εικόνα 2: Eduardo Kac, <i>Time Capsule</i> , 1997, Bio Art.....	15
Εικόνα 3: Σχέδιο ηχοτοπίου Εικόνα 4: Σχέδιο ηχοτοπίου	24
Εικόνα 5: Γραφική Σημειογραφία Εγκατάστασης	25
Εικόνα 6: Σχέδιο ηχοτοπίου loop	26
Εικόνα 7: <i>Projection 1</i> , Morton Feldman, 1950, Γραφική Σημειολογία.....	26

Εικόνα 8: <i>Treatise p. 145 excerpt</i> , Cornelius Cardew, 1967, Γραφική Σημειογραφία.....	27
Εικόνα 9: Τρισδιάστατη απεικόνιση φυτών	28
Εικόνα 10: Τρισδιάστατη αναπαράσταση χώρου εγκατάστασης.....	29
Εικόνα 11: Προτεινόμενη κάτοψη χώρου εγκατάστασης	30
Εικόνα 12: Σχέδιο κυκλώματος με Capacitive Sensor – Touch Sensor και LED	35
Εικόνα 13: Κώδικας Arduino για Capacitive Sensor και LED	36
Εικόνα 14: Στιγμιότυπο από δοκιμή Arduino με Capacitive Sensor και LED.....	37
Εικόνα 15: Σχέδιο κυκλώματος Arduino για Ultrasonic Sensor	38
Εικόνα 16: Κώδικας Arduino για Ultrasonic Sensor.....	39
Εικόνα 17: Σχέδιο κυκλώματος Arduino για Capacitive Sensor - Ultrasonic Sensor και LED.....	40
Εικόνα 18: Στιγμιότυπο από δοκιμή Arduino με Capacitive Sensor - Ultrasonic Sensor - 2 LED	40
Εικόνα 19: Διάγραμμα λειτουργίας συστήματος ήχου.....	43
Εικόνα 20: Ήχος πριν την εφαρμογή Normalize Εικόνα 21: Ήχος μετά την εφαρμογή Normalize.....	45
Εικόνα 22: Παράδειγμα sample με μίξη πολλών ήχων	46
Εικόνα 23: Reaper επεξεργασία με χρήση EQ από δύο plugins	47
Εικόνα 24: Pure Data, μετρητής.....	47
Εικόνα 25: Pure Data Sliders Fader	48
Εικόνα 26: Pure Data, σύστημα επαναληπτικής αναπαραγωγής	49
Εικόνα 27: Pure Data, σύστημα πιθανοτήτων.....	50
Εικόνα 28: Pure Data, προσθετική σύνθεση Εικόνα 29: Pure Data, διαμορφωτής συχνότητας.....	51
Εικόνα 30: Pure Data, προσθετική σύνθεση	51
Εικόνα 31: Pure Data, διαμόρφωση συχνότητας	52

Εικόνα 32: Pure Data, subpatch μετατροπή δεδομένων	Εικόνα 33: Pure Data, εισαγωγή
δεδομένων Arduino.....	54
Εικόνα 34: Pure Data Patch.....	55
Εικόνα 35: Σχεδιασμός ενοτήτων στο Figma	58
Εξίσωση 1: Βασική εξίσωση λειτουργίας συστήματος.....	23

1 Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο

Υπό το πλαίσιο της διερεύνησης των σχέσεων και αναλογιών που προκύπτουν μεταξύ του ανθρώπου, της πόλης και της φύσης, σχεδιάστηκε μία διαδραστική ηχητική εγκατάσταση με σκοπό να δώσει στον επισκέπτη ένα έναυσμα για κριτικό στοχασμό. Το παρόν κείμενο αναφέρεται στις διαδικασίες σχεδιασμού και ανάπτυξης του θεματικού κέντρου του έργου, καθώς και των επιμέρους συστημάτων της εγκατάστασης. Η παρουσίαση των στοιχείων πραγματοποιείται μέσω ιστοσελίδας που λειτουργεί ως επικοινωνιακό εργαλείο και καταγράφει την πορεία της δημιουργίας. Το έργο θα παρουσιαστεί στο φυσικό χώρο όπου επισκέπτες θα αλληλεπιδράσουν με φυτά και θα ολοκληρώσουν την εγκατάσταση μέσω της εμπειρίας τους. Μία ιδανική διάδραση με την εγκατάσταση, θα έφερνε ως αποτέλεσμα τον συλλογισμό και την διερώτηση για τον τρόπο που έχει δομηθεί το ανθρώπινο δίκτυο εντός του φυσικού χώρου και για τη θέση του ανθρώπου μέσα σε αυτό.

Ο φυσικός χώρος βρίσκεται παντού και περιβάλλει τα πάντα μέσω της ατμόσφαιρας, του εδάφους και του σύμπαντος μέσα στο οποίο ζούμε. Τα φυτά, όπως και ο άνθρωπος, αποτελούν στοιχεία του φυσικού χώρου τα οποία έχουν αναπτυχθεί και έχουν φθάσει στην μορφή που γνωρίζουμε ύστερα από την μακρά εξελικτική περίοδο. Στο μεγαλύτερο μέρος της παρουσίας του στον πλανήτη, ο άνθρωπος ζούσε εντός του φυσικού χώρου και προστατευόταν από τη δύναμη της φύσης δημιουργώντας καταφύγια για να εξασφαλίσει την ασφάλειά και την ευημερία του. Με το πέρασμα του χρόνου, η παρουσία του ανθρώπου στο φυσικό χώρο απέκτησε στοιχεία καταπατητή. Ο άνθρωπος δημιούργησε τον αστικό ιστό που λειτούργησε ως καταφύγιο για τον ίδιο αλλά τον απομάκρυνε από τον φυσικό χώρο. Η φύση εκδιώχθηκε από το χώρο των ανθρώπων επιτρέποντας στον άνθρωπο να νιώσει πανίσχυρος απέναντι της. Η αίσθηση της ισχύος δημιούργησε ένα μονοπάτι καταστροφής, το οποίο ο άνθρωπος επεκτείνει συνεχώς χρησιμοποιώντας ως όχημα τις δομές και το σύστημα που έχει κατασκευάσει για να οργανώσει την κοινωνία.

Οι δομές και το σύστημα της κοινωνίας υπάρχουν σε κάθε φάσμα της ζωής του ανθρώπου, κατά συνέπεια και στη σχέση του με την τέχνη. Όπως σχολιάζει ο Βασίλης Ραφαηλίδης στο *Στοιχειώδης Αισθητική*, «Η τέχνη φτιάχνεται από άτομα και απευθύνεται σε άτομα, όμως είναι φανερά ή κρυφά εξαρτημένη από μύριους όσους κοινωνικούς παράγοντες.»¹ Ένα

¹ Βασίλης Ραφαηλίδης, *Στοιχειώδης Αισθητική* (Αθήνα: Εκδόσεις του Εικοστού Πρώτου, 2010), 91.

καλλιτεχνικό έργο μπορεί να παρουσιάζει το σκοπό του σε πρώτο επίπεδο και να γίνεται άμεσα κατανοητό στο θεατή, χωρίς να εξαρτάται η κατανόησή του από το βαθμό τριβής του θεατή με την τέχνη. Ενδεχομένως, κάποιο έργο πιο πολύπλοκο για το ευρύ κοινό, μπορεί να απαιτεί διεργασίες και συσχετισμούς που να προκύπτουν από πρότερη γνώση και εμπειρία με αποτέλεσμα να απευθύνεται σε ένα πιο εξειδικευμένο κοινό. Η προσέγγιση βάση της οποίας έγινε ο σχεδιασμός της εγκατάστασης, σχετίζεται με το *Ανοιχτό Έργο* του Umberto Eco, κατά το οποίο το έργο ολοκληρώνεται με τη συμμετοχή του θεατή. Ακολουθώντας ένα προκαθορισμένο πλαίσιο που έχει δοθεί κατά τη δημιουργία, ο θεατής νοηματοδοτεί το έργο προσθέτοντας σε αυτό την εμπειρία του². Κατά συνέπεια, το έργο είναι ένας ελεύθερος χώρος όπου κάθε θεατής μπορεί να αφηθεί, εφόσον το επιθυμεί, στα συναισθήματά του, να αντιληφθεί αυτό που αντικρίζει ως έργο τέχνης και να κινητοποιηθούν οι ψυχικές και νοητικές λειτουργίες του³.

1.1.1 Σύντομη περιγραφή της προς υλοποίηση εγκατάστασης

Το έργο αποτελεί μία διαδραστική εγκατάσταση που καλεί τον επισκέπτη να αλληλεπιδράσει με φυτά που βρίσκονται τοποθετημένα στο χώρο, παράγουν ηχοτοπία και φέρουν αισθητήρες που καταγράφουν την απόσταση του επισκέπτη από το φυτό και την επαφή μαζί του. Η εγκατάσταση λειτουργεί με παραγόμενα ηχοτοπία που αρχικά αφορούν την φύση χωρίς να είναι απαραίτητη η παρουσία ανθρώπου στο χώρο. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό, αφορά την προσέγγιση που ακολουθείται που στόχο έχει να αναδείξει την κυριαρχία της φύσης, που εμπεριέχει τον ανθρώπινο πληθυσμό αντίθετα στην αλαζονεία του ανθρώπου που οδηγεί στην καταπάτηση της. Στο χώρο υπάρχει αισθητήρας που εντοπίζει την είσοδο ατόμου στην περιοχή του φυτού και ενημερώνει το σύστημα που ξεκινά να προσθέτει στο ηχοτοπίο ήχους που αφορούν την παρουσία του. Καθώς το άτομο προχωρά προς το φυτό και το αγγίζει το ηχοτοπίο αποκτά περισσότερα στοιχεία που αφορούν τον άνθρωπο. Καθ' όλη την διάρκεια της παρουσίας του ανθρώπου στο χώρο, γίνεται έλεγχος ώστε να κριθεί αν η παρουσία του γίνεται αρμονικά με τα υπόλοιπα στοιχεία ή αν ξεπερνά τα όρια. Εφόσον, ξεπεραστούν το σύστημα προσπαθεί να ειδοποιήσει το άτομο ότι οι ενέργειές του είναι ενοχλητικές και πρέπει να τις ελαττώσει. Η συνέχεια ή το τέλος κρίνεται από τις μετέπειτα αποφάσεις που θα παρθούν από την πλευρά του ανθρώπου και θα οδηγήσουν είτε στην προηγούμενη αρμονική κατάσταση ή στο βίαιο τέλος του ηχοτοπίου και την αναγέννησή του.

² Umberto Eco, *The Open Work* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1989), 54.

³ Ραφαηλίδης, *Στοιχειώδης Αισθητική*, 115-116.

1.2 Πεδίο εφαρμογής

Το αντικείμενο της εργασίας έχει ως πεδίο εφαρμογής την οικολογία, τη τεχνολογία και τη σύμπραξη τους για τη δημιουργία ενός έργου που εντάσσεται στον τομέα της οικολογικής τέχνης. Σταθμός εκκίνησης για το έργο αποτελεί το οικοσύστημα ως ένα σύνολο που λειτουργεί και αναπτύσσεται εντός του περιβάλλοντός του. Ο όρος «οικοσύστημα» μπορεί να αντιστοιχισθεί σε κάθε σύνολο οργανισμών που εντάσσονται σε ένα περιβάλλον. Στα πλαίσια της σύνθεσης του θεματικού κέντρου του έργου, το περιβάλλον αντιστοιχίζεται στην πόλη και το οικοσύστημα στους οργανισμούς που την αποτελούν. Συγκεκριμένα, σχολιάζεται η πόλη ως ένα δημιούργημα του ανθρώπου εντός του φυσικού χώρου και οι επιπτώσεις της δράσης του ανθρώπου στο οικοσύστημα που εντάσσεται. Η φύση αντιπροσωπεύεται με τη τοποθέτηση φυτών και την ενίσχυση τους μέσω της τεχνολογίας ώστε να αποκτήσουν φωνή και να επικοινωνήσουν με τον άνθρωπο. Τα τεχνολογικά μέσα που εντάσσονται στο οικοσύστημα της εγκατάστασης αποτελούν αισθητηριακούς μηχανισμούς που αναγνωρίζουν το ανθρώπινο στοιχείο μέσω της παρουσίας και της αφής.

Σύμφωνα με τον ορισμό, η τεχνολογία είναι η εφαρμογή πρακτικών που χρησιμοποιούν γνώση τεχνικών και μεθόδων με σκοπό την επίτευξη ενός αποτελέσματος. Μέσα από την έρευνα και τον πειραματισμό, η τεχνολογία εξελίσσεται ανοίγοντας νέους δρόμους για το σύνολο της κοινωνίας, άρα και για τον καλλιτεχνικό χώρο. Οι εξελίξεις στο τεχνολογικό χώρο αποτέλεσαν σημεία μετάβασης για τη τέχνη και τη καλλιτεχνική πρακτική αφού έφεραν στο προσκήνιο νέες δυνατότητες με την πρόσβαση σε νέα μέσα και νέες μεθοδολογίες. Εφευρέσεις της μηχανικής, όπως η καταγραφή εικόνων με φωτοευαίσθητα υλικά για τη παραγωγή φωτογραφιών, η μετάβαση στη κινούμενη εικόνα τον 19ο αιώνα και η χρήση του ηλεκτρομαγνητισμού τον 20ο αιώνα για την εικόνα και τον ήχο που εγκαθίδρυσε τις ηλεκτρονικές συσκευές, συντέλεσαν στη δημιουργία νέων μορφών έκφρασης μέσω της φωτογραφίας, του βίντεο, του ήχου και των πειραματισμών τους. Τέλος, η μετάβαση στη ψηφιακή εποχή υπήρξε καθοριστική για τη μετέπειτα πορεία της καλλιτεχνικής έκφρασης, καθώς η δυνατότητα κωδικοποίησης της πληροφορίας ως ένα σύστημα ψηφίων 0-1 και αποθήκευσής της στη μνήμη υπολογιστών, άνοιξε το δρόμο για την ανάπτυξη του προσωπικού υπολογιστή και του διαδικτύου.⁴ Οι τεχνολογικές εξελίξεις οδηγούν σε νέες

⁴ Ματθαίος Σαντορινάιος κ.ά., "Η Γενεαλογία των μέσων", στο *Από τις σύνθετες τέχνες στα υπερμέσα και τους νέους εικονικούς-δυναμικούς χώρους. Ένα εγχειρίδιο για τον καλλιτέχνη που ασχολείται με την ψηφιακή τέχνη.*, (Κάλλιπος, Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις, 2015), 14-17, <https://hdl.handle.net/11419/6076>.

μορφές τέχνης που αξιοποιούν τις ψηφιακές δυνατότητες των νέων μέσων σε ένα συνδυασμό μεθοδολογιών και πρακτικών.

1.2.1 Ιστορική αναδρομή - Κριτική ανάλυση πεδίου

Μεταξύ τέλους δεκαετίας 1960 και αρχών 1970, καλλιτέχνες της Βρετανίας και της Βόρειας Αμερικής ξεκίνησαν να δημιουργούν έργα άμεσα συνδεδεμένα με τη φύση. Τα έργα αποτελούσαν είτε γλυπτά κατασκευασμένα στην κλίμακα του τοπίου, είτε παρουσίαζαν γραπτές και φωτογραφικές αναφορές από τις εκδρομές τους. Οι τοποθεσίες επιλογής τους βρισκόταν σε απρόσιτα σημεία μακριά από ανθρώπινους οικισμούς και συνήθως η διάρκεια ζωής τους ήταν σύντομη λόγω της έκθεσής του στις καιρικές συνθήκες. Τα έργα αυτά περιγράφονται από τον όρο Land Art (τέχνη τοπίου) και αποτέλεσαν την επιστροφή του καλλιτέχνη στη φύση. Καθώς ο σεβασμός στη γη, οι κίνδυνοι της μόλυνσης και οι υπερβολές του καταναλωτισμού βρισκόντουσαν στο δημόσιο διάλογο, η εμφάνιση της Land Art αποτέλεσε σημείο εκκίνησης για τη δημιουργία έργων τέχνης που αποσκοπούσαν στην ευαισθητοποίηση για την προστασία του περιβάλλοντος.⁵

Η οικολογική τέχνη αναπτύχθηκε σχολιάζοντας ζητήματα που αφορούσαν τους κινδύνους που ελλόχευαν για το περιβάλλον και την κοινωνία λόγω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Οι καλλιτέχνες που δημιούργησαν έργα οικολογικής τέχνης κατά τις πρώτες δεκαετίες ύπαρξης του συγκεκριμένου ρεύματος, αναφέρονταν σε ένα κίνδυνο που αποτελούσε μία πιθανή εξέλιξη για τη γη και απαιτούσαν τη αλλαγή κατεύθυνσης για την αποφυγή του. Με το πέρασμα των δεκαετιών και τη συνέχεια της καταστροφικής διαχείρισης δημοσιεύθηκε ένας νέος όρος για να περιγράψει την σύγχρονη γεωλογική εποχή. Ο όρος Ανθρωπόκαινο (Anthropocene) προτάθηκε το 2000 από τον γεωλόγο Paul Crutzen για να ορίσει την εποχή της ιστορίας όπου ο άνθρωπος αναγνωρίζεται ως η κινητήρια δύναμη πίσω από τις περιβαλλοντικές αλλαγές. Η αναγνώριση της σύγχρονης εποχής ως μία καινούρια περίοδο στη γεωλογική ιστορία του πλανήτη, επιβεβαίωσε τις ανησυχίες των προηγούμενων δεκαετιών και την ανάγκη για ραγδαία αλλαγή στις συνθήκες διαχείρισης του περιβάλλοντος. Οι Reichstein, Richardson, Migliavacca, Carvalhais στο κείμενο *Plant-Environment Interactions Across Multiple Scales* σχολιάζουν ότι “οι άνθρωποι έχουν επιβάλει ρυθμούς αλλαγής στη χρήση γης και έχουν προκαλέσει επιπτώσεις σε φυσικές κοινότητες και

⁵ Alfred Pacquement, "Land art", in *Grove Art Online*, last modified May 28, 2015, <https://doi.org/10.1093/gao/9781884446054.article.T049001>.

πληθυσμούς φυτών που είναι πρωτόγνωροι σε σχέση με την επίδραση των φυσικών ζώων στο τοπίο.”⁶ Στη συνέχεια, παρουσιάζουν ως χαρακτηριστικά παραδείγματα ανθρώπινων δραστηριοτήτων που επηρεάζουν τη βλάστηση του περιβάλλοντος, τη χρήση λιπασμάτων, τη διαχείριση δασών και της γης. Συγκεκριμένα, εστιάζουν σε διαταραχές παγκόσμιας κλίμακας όπως η αποψίλωση των δασών, κυρίως λόγω της γεωργίας και τα επηρεασμένα μοτίβα φωτιάς από σκόπιμες ή τυχαίες πυρκαγιές. Δύο δεκαετίες μετά την διάδοση του όρου Ανθρωπόκαινο, η κλιματική αλλαγή έχει ήδη εμφανίσει τις επιπτώσεις της σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ανθρώπινη δραστηριότητα εξακολουθεί να είναι καταστροφική και να συντηρείται σε επικίνδυνα επίπεδα στηριζόμενη σε μία κουλτούρα εκμετάλλευσης με γνώμονα τα οικονομικά και πολιτικά συμφέροντα.

Η ανασκόπηση που προηγήθηκε φανερώνει μία σταδιακή μετάβαση για την οικολογική τέχνη. Από μία καλλιτεχνική πρακτική που αρχικά μιλούσε για ένα πιθανό δυσοίωνο μέλλον και διεκδικούσε τη προστασία της φύσης από τις ενδεχόμενες επιπτώσεις, στην επιβεβαίωση των φόβων με την αναγνώριση της επίδρασης της ανθρώπινης δραστηριότητας ως κυρίαρχης αιτίας για τη καταστροφή του πλανήτη και τέλος σε μία καλλιτεχνική πρακτική που συμβαίνει παράλληλα με τα αποτελέσματα της ιστορίας. Η σύγχρονη οικολογική τέχνη αναφέρεται στο παρόν και στην κλιματική αλλαγή που σταδιακά καταστρέφει το οικοσύστημα του πλανήτη επηρεάζοντας κάθε μορφή ζωής.

Στο έργο *Flare (Oceania) 2021*, ο John Gerrard αναφέρεται στην κλιματική αλλαγή και στο νησιωτικό αρχιπέλαγος Τόνγκα του Ειρηνικού ωκεανού, που απειλείται από τις επιδράσεις της αλλαγής στα κλιματικά μοτίβα του πλανήτη. Χρησιμοποιώντας τεχνολογία που απευθύνεται στο σχεδιασμό παιχνιδιών συνθέτει μία προσομοίωση που λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο και επεξεργάζεται φωτογραφίες για τη σύνθεση ενός θαλάσσιου τοπίου στο οποίο τοποθετεί μία φλεγόμενη σημαία. Το φωτογραφικό υλικό ανήκει στον Uili Lousi, ακτιβιστή με καταγωγή από την Τόνγκα. Μέσω του έργου, ο Gerrard κάνει μία έκκληση στις βιομηχανικές κοινωνίες, για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που απορροφάται από τους ωκεανούς σε ποσοστό 90% και προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του νερού απειλώντας τη θαλάσσια ζωή και τους παράκτιους πληθυσμούς. Η προσομοίωση έχει σχεδιαστεί ώστε μέσω της τοποθέτησης της σημαίας να είναι εμφανής τόσο η θέρμανση

⁶ Markus Reichstein et al., "Plant–Environment Interactions Across Multiple Scales," in *Ecology and the Environment*, ed. Russell K. Monson (New York, NY: Springer New York, 2014), 1–27, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7501-9_22.

του νερού μέσω της αντανάκλασης όσο και η αύξηση της στάθμης του νερού που φανερώνεται στο στύλο της σημαίας.⁷



Εικόνα 1: John Gerrard, *Flare Oceania*, 2021, Ζωντανή Προσομοίωση⁸

Ακόμη, τις τελευταίες δεκαετίες καλλιτέχνες δημιουργούν έργα που πηγάζουν στη σύμπραξη τέχνης και βιοτεχνολογίας. Συγκεκριμένα, το 1981 ο Peter Weibel στο κείμενό του *Biotechnology and Arts* χρησιμοποίησε τον όρο BioArt για να προσδιορίσει την χρήση των βιολογικών συστημάτων ως μέσο καλλιτεχνικής έκφρασης.⁹ Η Bio Art χαρακτηρίζεται από

⁷ “Flare (Oceania), Ζωντανή Προσομοίωση,” Onassis, Στέγη Ιδρύματος Ωνάση, πρόσβαση Σεπτέμβριος 25, 2023, <https://www.onassis.org/el/art/works/flare-oceania>.

⁸ *Flare (Oceania)*.

⁹ Christl Baur, “Art with a Lifespan: Digital Technologies and the Preservation of BioArt,” in *The Routledge Companion to Digital Humanities and Art History*, (London, UK: Routledge, 2020), 254, doi:10.4324/9780429505188-22.

ποικιλία καλλιτεχνικών πρακτικών που αξιοποιούν τεχνολογίες ώστε να δημιουργηθούν έργα προς σχολιασμό. Οι καλλιτέχνες φέρνουν στο προσκήνιο συνολικά τους οργανισμούς αναδεικνύοντας συνήθως ηθικά ζητήματα που προκύπτουν από τη διαχείριση των βιολογικών χαρακτηριστικών. Παράδειγμα αποτελεί το έργο *Time Capsule* (1997) όπου ο καλλιτέχνης Eduardo Kac εμφύτεψε ένα ψηφιακό μικροτσιπ στο σώμα του και έδωσε τη δυνατότητα στο κοινό να ανακτήσει το περιεχόμενό του μέσω του διαδικτύου.¹⁰ Με το *Time Capsule*, ο καλλιτέχνης διαχειρίστηκε τον ίδιο του τον οργανισμό μετατρέποντας τον εαυτό του σε ένα ζωντανό καλλιτεχνικό έργο που σχολιάζει την επέκταση της ψηφιακής τεχνολογίας και τον άνθρωπο.



Εικόνα 2: Eduardo Kac, *Time Capsule*, 1997, Bio Art¹¹

Ταυτόχρονα, με την ανάπτυξη της οικολογικής τέχνης εισήχθη στη μουσική κοινότητα ένα νέο πεδίο όπου πηγή για τη καλλιτεχνική δημιουργία ήταν η φύση. Το περιβάλλον και οι σχέσεις των οργανισμών που το αποτελούν απασχόλησε τη μουσική κοινότητα με αποτέλεσμα οι δημιουργοί να συνθέτουν με ήχους του περιβάλλοντος. Την πρακτική αυτή περιγράφει ο R. Murray Schafer ως Ακουστική Οικολογία. Συγκεκριμένα, την χαρακτηρίζει ως «τη μελέτη των ήχων σε σχέση με τη ζωή και τη κοινωνία» και σχολιάζει πως «μπορεί να

¹⁰ Eduardo Kac, "Time Capsule 1997," KAC, Eduardo Kac, accessed October 26, 2023, <https://www.ekac.org/timcap.html>.

¹¹ *Time Capsule*.

επιτευχθεί μόνο με την επιτόπια εξέταση των επιπτώσεων του ακουστικού περιβάλλοντος στα πλάσματα που ζουν σ' αυτό».¹² Μέσω της Ακουστικής Οικολογίας, ο συνθέτης επικεντρώνεται στον ήχο του περιβάλλοντος και στις αλλαγές που συντελούνται στο οικοσύστημα ως ένα σύνολο ήχων που επιτρέπει την επικοινωνία των οργανισμών. Στο έργο *Beneath the Forest Floor* (1992) η Hildegard Westerkamp συνθέτει ένα ηχοτοπίο από ήχους που έχει ηχογραφήσει στο Carmanah Valley στη Νήσο Βανκούβερ. Σκοπός της είναι το έργο να παρέχει ένα «χώρο στο χρόνο για την εμπειρία μίας βαθιά εσωτερικής γαλήνης»¹³ σαν αυτή που μεταδίδεται από τα δέντρα του δάσους. Ταυτόχρονα, ελπίζει ότι θα ενθαρρύνει τους ακροατές να επισκεφτούν το Carmanah που έχει ήδη καταστραφεί κατά το ήμισυ. Επιθυμεί να κατανοήσουν τι χάνεται αν αυτά τα δάση εξαφανιστούν καθώς «μαζί με τα δέντρα χάνεται και ο εσωτερικός χώρος που δημιουργούν αυτά σ' εμάς.»¹⁴

Η σύντομη ανασκόπηση του πεδίου αναδεικνύει τη ποικιλία των πρακτικών και των μέσων που χρησιμοποιούνται από τους καλλιτέχνες για την δημιουργία των έργων τους. Κοινό σημείο της επικείμενης εγκατάστασης και όσων αναφέρθηκαν είναι η εστίαση της καλλιτεχνικής δημιουργίας στους οργανισμούς, στο περιβάλλον και εν γένει στο οικοσύστημα που μας περιβάλλει.

1.3 Στόχος

Βασικός σκοπός της εγκατάστασης που θα υλοποιηθεί είναι η διερεύνηση των σχέσεων που αναπτύσσονται στο επίπεδο της σχέσης του ανθρώπου με την φύση. Μέσα από τη συνύπαρξη και τη διάδραση επιχειρείται η δημιουργία ενός πλαισίου προσωπικής αναζήτησης στους επισκέπτες. Το άτομο καλείται να αναρωτηθεί για τη θέση στην οποία τοποθετείται στο οικοσύστημα και τη δύναμη που κατέχει μέσα σ' αυτό. Ωστόσο, η εγκατάσταση δεν θα αποσκοπεί στην επιβολή κάποιου ηθικού διδάγματος στους επισκέπτες, αλλά θα στοχεύει στην δημιουργία μιας συνθήκης που θα επιτρέπει μέσα από το προσωπικό βίωμα να αναδειχθούν σκέψεις και προβληματισμοί.

¹² R. Murray Schafer, *The Soundscape: Our Sonic and Environment and the Tuning of the World* (Rochester, Vermont: Destiny Books, 1977), 205, https://monoskop.org/images/d/d4/Schafer_R_Murray_The_Soundscape_Our_Sonic_Environment_and_the_Tuning_of_the_World_1994.pdf.

¹³ Hildegard Westerkamp, "Beneath the Forest Floor" Hildegard Westerkamp: Inside the Soundscape, accessed October 28, 2023, <https://www.hildegardwesterkamp.ca/sound/comp/2/ForestFloor/>.

¹⁴ Hildegard Westerkamp, "Beneath the Forest Floor."

1.4 Ορισμοί

Οικολογία (Ecology): Οι σχέσεις μεταξύ του αέρα, του εδάφους, του νερού, των ζώων, των φυτών, κ.λπ., συνήθως σε μία συγκεκριμένη περιοχή, ή η επιστημονική μελέτη αυτών.¹⁵

Η λέξη οικολογία επινοήθηκε από τον Ernst Haeckel το 1866 ώστε να περιγράψει τη σχέση των ζώων με το οργανικό και το ανόργανο περιβάλλον.¹⁶ Κατά το πέρασμα το δεκαετιών, ο όρος οικολογία συνδέθηκε με πλήθος ερευνητικών ζητημάτων που προκύπτουν από τους προβληματισμούς και τις ανάγκες της εκάστοτε εποχής.

Οικοσύστημα (Ecosystem): Το σύμπλεγμα μίας κοινότητας οργανισμών και το περιβάλλον της που λειτουργεί ως μία οικολογική μονάδα.¹⁷

Περιβάλλον (Environment): Οι περιστάσεις, τα αντικείμενα ή οι συνθήκες από τις οποίες κάποιος περιβάλλεται.¹⁸

Φύση (Nature): Όλα τα ζώα, φυτά, πετρώματα, κ.λπ. στον κόσμο και τα χαρακτηριστικά, οι δυνάμεις και οι διαδικασίες που συμβαίνουν ή υπάρχουν ανεξάρτητα από τον άνθρωπο, όπως ο καιρός, η θάλασσα, τα βουνά, η παραγωγή νεαρών ζώων ή φυτών και η ανάπτυξη.¹⁹

Τεχνολογία (Technology): Η πρακτική εφαρμογή της γνώσης ή ένας τρόπος ολοκλήρωσης μίας εργασίας, ειδικά με τη χρήση τεχνικών διαδικασιών, μεθόδων ή γνώσεων.²⁰

Εγκατάσταση (Installation): Όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μία κατασκευή ή ένα σύνολο σε συγκεκριμένο χώρο και προσκαλεί τον θεατή να ενταχθεί στο έργο συμμετέχοντας ενεργά με τις αισθήσεις του.²¹

Αλγόριθμος: Μία διαδικασία για τη λύση ενός προβλήματος ή την επίτευξη ενός αποτελέσματος σε πεπερασμένο αριθμό βημάτων.²²

¹⁵ Cambridge Dictionary, s.v. "ecology," accessed September 26, 2023, <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/ecology>.

¹⁶ R. Leo Smith and Stuart L. Pimm, "ecology," in *Encyclopedia Britannica*, last modified August 10, 2023, <https://www.britannica.com/science/ecology>.

¹⁷ Merriam-Webster.com Dictionary, s.v. "ecosystem," accessed September 26, 2023, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/ecosystem>.

¹⁸ Merriam-Webster, s.v. "environment," accessed September 25, 2023, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/environment>.

¹⁹ Cambridge Dictionary, s.v. "nature," accessed September 24, 2023, <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/nature>.

²⁰ Merriam-Webster, s.v. "technology," accessed September 25, 2023, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/technology>.

²¹ Grove Art Online, s.v. "installation," accessed September 21, 2023, <https://doi.org/10.1093/gao/9781884446054.article.T041385>.

Ανοιχτού κώδικα (open source): Ένα λογισμικό που διαθέτει ελεύθερα τον πηγαίο κώδικά του ώστε να διορθωθεί, να τροποποιηθεί ή να χρησιμοποιηθεί από την κοινότητα των χρηστών.²³

Γραφική σημειογραφία (Graphic notation): Ένα σύστημα που αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1950 με το οποίο χρησιμοποιούνται οπτικά σχήματα ή μοτίβα αντί ή μαζί με τη συμβατική μουσική σημειογραφία.²⁴

1.5 Μεθοδολογία

Η Μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε στη διάρκεια του σχεδιασμού του επερχόμενου έργου, προκύπτει από σκέψεις και ερωτήματα που πηγάζουν από το βίωμα της σύγχρονης πραγματικότητας και τη συσχέτισή τους με υλικό από εξωτερικές πηγές. Συγκεκριμένα, έγινε έρευνα σε βιβλιογραφικές πηγές, ιστοσελίδες και οπτικοακουστικό υλικό ώστε να αποκτήσουν συνοχή τα επιμέρους στοιχεία του έργου και να λειτουργήσουν ως επιχειρήματα στη θεωρητική ανάπτυξή του. Η διαδικασία της δημιουργίας αναλύεται σε τρία στάδια, την ιδέα, τον σχεδιασμό και την υλοποίηση. Το πρώτο στάδιο αφορά τις διαδικασίες που πραγματοποιήθηκαν ώστε να προσδιοριστεί το θεματικό πλαίσιο του έργου και να επιλεγθούν τα κατάλληλα μέσα για την επίτευξη των σκοπών. Κατά την εκκίνηση της αναζήτησης του θεματικού κέντρου της εργασίας, τέθηκαν ως κεντρικά σημεία ενδιαφέροντος η φύση, η κοινωνία και η πολιτική που τα καθορίζει. Τα τρία ζητήματα καθορίστηκαν με τη μέθοδο του brainstorming όπου συγκεντρώθηκαν ένα πλήθος λέξεων, όρων και ζητημάτων της ζωής τα οποία συσχετίστηκαν ώστε να δημιουργηθούν συνδέσεις. Στη συνέχεια, οι τρεις όροι αναλύθηκαν περισσότερο αναδεικνύοντας συνδέσεις που έγιναν ερωτήματα και καθόρισαν τους στόχους του έργου. Στο στάδιο αυτό μέσα από τη βιβλιογραφική και διαδικτυακή έρευνα εντοπίστηκαν πληροφορίες που ενέπνευσαν ιδέες αναφορικά με τα μέσα, τα υλικά και τις διαδικασίες που αποτέλεσαν την καλλιτεχνική πρακτική. Στο δεύτερο στάδιο, ξεκίνησε η μετατροπή των δεδομένων και των ιδεών που είχαν συλλεχθεί σε οπτικές μορφές ώστε να δομηθούν τα μέρη που συνθέτουν την εγκατάσταση. Συγκεκριμένα, αναλύθηκαν σε σχέδια, κείμενα και μία εξίσωση που αποτέλεσε το κεντρικό δομικό στοιχείο του έργου αφού καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το

²² Merriam-Webster, s.v. "algorithm," accessed September 30, 2023, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/algorithm>.

²³ Merriam-Webster, s.v. "open source," accessed September 22, 2023, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/open-source>.

²⁴ Anthony Pryer, "graphic notation," in *The Oxford Companion to Music*, 2011, <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199579037.001.0001/acref-9780199579037-e-3008>.

σύστημα πίσω από τη διάδραση. Το τρίτο και τελευταίο στάδιο της δημιουργίας αφορά την υλοποίηση συστημάτων που θα αξιοποιηθούν στην εγκατάσταση. Η δημιουργία λειτούργησε σε μεγάλο βαθμό παράλληλα με τον σχεδιασμό καθώς προέκυπταν ζητήματα που απαιτούσαν περαιτέρω διερεύνηση. Σε αυτή τη φάση, πραγματοποιήθηκαν πειραματισμοί και δοκιμές που αφορούν το τεχνολογικό κομμάτι του έργου. Τα τεχνολογικά μέσα αναλύονται στον εξοπλισμό των αισθητηριακών μηχανισμών και στα προγράμματα που μέσω κώδικα επιτρέπουν την διάδραση και τη παραγωγή του ηχοτοπίου. Τέλος, πραγματοποιήθηκε εκ νέου έρευνα και σχεδιασμός για την καταγραφή και παρουσίαση της εξέλιξης του έργου μέσω ιστοσελίδας στην οποία παρουσιάζεται οπτικοακουστικό υλικό από τα στάδια της δημιουργίας.

2 Θεωρητικό πλαίσιο

Τα ερωτήματα και οι σκέψεις που οδηγούν στη δημιουργία του έργου αποτελούν συσχετισμούς μεταξύ των στοιχείων: άνθρωπος – φύση – πόλη – χώρος. Οι συνδυασμοί των στοιχείων προκαλούν με τη σειρά τους νέα ερωτήματα για τη λειτουργία του ανθρώπου στο κοινωνικό πλαίσιο και στα οικοσυστήματα που δημιουργεί. Στη συνέχεια, παρατίθενται σκέψεις και ερωτήματα από το στάδιο της έρευνας και του σχεδιασμού του έργου.

2.1 Πόλη - Φύση - άνθρωπος Παύση - σκέψη - δράση

Άνθρωπος ως μέρος της φύσης και ως μέρος της πόλης.

Η φύση περιέχει την πόλη αλλά η πόλη περιέχει τη φύση;

Ποια είναι τα κοινωνικά και πολιτικά αποτελέσματα αυτής της συνθήκης;

Είναι μία απλή συνθήκη ζωής ή είναι μία πολιτική επιλογή;

Το βίωμα μιας καθημερινότητας που γεμίζει με ασφυκτικές εικόνες φυσικής καταστροφής και των επακόλουθων επιπτώσεων στην κοινωνία, οδηγούν σε μία σειρά από ερωτήματα και σκέψεις αναφορικά με την φύση, τον άνθρωπο και τις δομές του. Πως έφθασε η φύση στο σημείο καμπής όπου βρίσκεται; Τι συμμετοχή είχε και έχει ο άνθρωπος σε αυτή τη μετάβαση; Πώς έχει ορίσει κοινωνικά και πολιτικά την συνέχεια της καταστροφής; Ποια είναι τα αποτελέσματα στην κοινωνία των ανθρώπων και πως αυτοί διαχειρίζονται τις επιπτώσεις;

Όλα αυτά τα ερωτήματα καταλήγουν στη διαπίστωση που αφορά τη θέση του ανθρώπου και των δομών του σε σχέση με τη φύση. Ο άνθρωπος θεωρεί τον εαυτό του ως μέρος της φύσης ή ως μέρος της πόλης που κατοικεί; Η πόλη περιέχεται στη φύση, αλλά η πόλη περιέχει τη φύση; Ποια είναι τα κοινωνικά και πολιτικά αποτελέσματα αυτής της συνθήκης; Είναι μία απλή συνθήκη ζωής ή είναι μία πολιτική επιλογή;

2.1.1 Σημείο εκκίνησης - Ιδέα - εξέλιξη

Ο αστικός χώρος είναι αποκομμένος από τον φυσικό χώρο. Ο κάτοικος ζει σε ένα σύστημα που τον τοποθετεί συνεχώς σε κατάσταση εγρήγορσης. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο δεν έχει τη δυνατότητα να πάρει το χρόνο που χρειάζεται για να κάνει μία παύση και να βγει από αυτό το καταπιεστικό πλαίσιο. Αυτή η συνθήκη αναδεικνύει μία πολιτική επιλογή, καθώς όπως σχολιάζει ο Γ. Πεπόνης στο βιβλίο *Χωρογραφίες* "Μπορούμε όμως να διαπιστώσουμε από τα συμφραζόμενα την κοινή συνείδηση ότι ο κτηριακός χώρος δεν λειτουργεί ως ουδέτερη υποδοχή πραγμάτων και ανθρώπων".²⁵ Ο κτηριακός χώρος δημιουργεί χώρους μεταξύ των κτηρίων που εντάσσονται στη δημόσια σφαίρα. Αυτοί οι χώροι είναι το κενό μέσα στο οποίο ζούμε, επικοινωνούμε και συνεργαζόμαστε ως κοινωνία. Η διαχείριση των δημόσιων χώρων από τις δομές της πολιτείας εκφράζει τον τρόπο που ενεργεί σε σχέση με τον άνθρωπο και τη φύση. Το αποτέλεσμα είναι να παραμένουν ανεκμετάλλευτοι και να παρακαμάζουν χώροι της δημόσιας σφαίρας που θα μπορούσαν να προσφέρουν στο οικοσύστημα. Ως αντίδραση σε αυτό διαμορφώνονται χώροι που μέσα από ένα συλλογικό συνεργατικό πλαίσιο στοχεύουν στη δημιουργία πάρκων που θα επιτρέπουν την επαφή των ανθρώπων. Όπως αναφέρει ο Γ. Πεπόνης στο βιβλίο *Χωρογραφίες*, «Αφού τα κτήρια διατάσσουν το χώρο σύμφωνα με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και αφού πραγματοποιούν στο χώρο κατηγορικές διακρίσεις που είναι θεμελιακές για τη συγκρότηση της κοινωνίας και του πολιτισμού, είναι φυσικό να οργανώνουν το χώρο και ως πεδίο ανθρώπινων σχέσεων, συναναστροφής και επικοινωνίας.»²⁶

²⁵ Γιάννης Πεπόνης, *Χωρογραφίες: Ο αρχιτεκτονικός σχηματισμός του νοήματος*, 2η έκδοση (Αθήνα: Εκδόσεις Αλεξάνδρεια, 2003), 165.

²⁶ Πεπόνης, *Χωρογραφίες*, 166.

2.1.2 Ανοιχτό έργο - loop φύσης

Μία εγκατάσταση είναι ένα έργο τοποθετημένο στο φυσικό χώρο που καλεί το θεατή να ενταχθεί στο χώρο του και να συμμετάσχει σε αυτό. Αντίστοιχα, το μήνυμα που επιδιώκεται να μεταφερθεί είναι αυτό της επιστροφής στο φυσικό χώρο και της επαφής με τη φύση μέσα από ένα πλαίσιο ορίων συνύπαρξης. Η προσθήκη του στοιχείου της διάδρασης, αφορά την ενεργή συμμετοχή του ανθρώπου για την τέλεση ενός έργου και συνδέεται με το ζήτημα της κοινωνικής συμμετοχής και του συμμετοχικού σχεδιασμού. Αντίστοιχα, σε μία διαδραστική εγκατάσταση το κοινό επηρεάζει και αναμορφώνει το έργο προσφέροντας σε αυτό νόημα και λειτουργία. Η σύνδεση της διαδραστικής εγκατάστασης με την αυτοδιαχείριση στις κοινωνικές δομές και τη δημιουργία πάρκων ανάγεται στην λειτουργία και στις σχέσεις αλληλεπίδρασης των βιοκοινοτήτων, σε ένα οικοσύστημα όπου οι οργανισμοί είναι αλληλεξαρτώμενοι προσφέροντας ουσιαστικά στην διατήρηση του οικοσυστήματος τους.

2.2 Χώρος - Φύση - Πόλη - Κήπος/Πάρκο

Ο τρόπος με τον οποίο αντιμετώπισαν οι κοινωνίες την έλλειψη του φυσικού στοιχείου ήταν η δημιουργία κήπων ή πάρκων. Συγκεκριμένα, ως κήπος ορίζεται ένας "οριοθετημένος χώρος που περιλαμβάνει φυτά και δημιουργείται για ποικίλους λόγους, πρακτικούς, κοινωνικούς, πνευματικούς, αισθητικούς, που αποτελούν εκφράσεις της κουλτούρας που τα δημιούργησε". Ακόμη, σημειώνεται ότι "αποτελούν μία εκλεπτυσμένη έκφραση της σχέσης της κοινωνίας με τον χώρο και τη φύση"²⁷.

Στην εγκατάσταση η έννοια του κήπου ή του πάρκου συσχετίζεται με το χώρο στον οποίο είναι τοποθετημένο το φυτό. Όπως αναφέρθηκε, ο κήπος είναι ένα ανθρώπινο δημιούργημα όποτε επιλέγεται ο χώρος της εγκατάστασης να είναι αντιστοίχως ένα ανθρώπινο δημιούργημα μέσα στο οποίο τοποθετείται το φυσικό στοιχείο. Η εγκατάσταση είναι ένα έργο στο οποίο εντάσσεται και διαδρά ο επισκέπτης όπως ο άνθρωπος που βρίσκεται στο χώρο ενός κήπου.

Διαχρονικά, οι κήποι έχουν αποτελέσει ένδειξη δύναμης και υπεροχής σε επίπεδο κοινωνίας φανερώνοντας την κουλτούρα μιας κοινωνίας όπου χρησιμοποιεί το χώρο και τη φύση καταχρηστικά. Για ακόμη μία φορά η φύση αρχικά εκδιώχνεται ώστε να δημιουργηθεί ο χώρος και στη συνέχεια τροποποιείται ώστε να ταιριάζει με τις επιθυμίες του ανθρώπου.

²⁷ Grove Art Online, s.v. "garden," accessed September 21, 2023, <https://doi.org/10.1093/gao/9781884446054.article.T030700>.

Η εκδίωξη της φύσης από την πόλη έχει προκαλέσει ηχητική ταραχή για τους κατοίκους που ζουν μέσα σε ένα διαρκές μείγμα βουής και φασαρίας. Η καθημερινότητα διακατέχεται από συνεχή σύγχυση που καθιστά απαραίτητη την αναζήτηση σημείων σιγής. Η ανάγκη οδηγεί στον σχεδιασμό ζωνών ηρεμίας που συνήθως παίρνουν την μορφή πάρκων στα οποία τοποθετούνται φυσικά στοιχεία όπως δέντρα, λουλούδια και δομικά υλικά που στοχεύουν στον καλλωπισμό του χώρου. Η κατασκευή των πάρκων απαιτεί την εύρεση χώρου, το σχεδιασμό και την υλοποίηση. Οι τρεις αυτές προϋποθέσεις έρχονται σε σύγκρουση με την δομή της πόλης όπου έχει δομηθεί με γνώμονα την κατοίκηση του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού και κατά συνέπεια έχει καλύψει με κτήρια τους διαθέσιμους χώρους. Το σύνολο των προαναφερθέντων προβλημάτων αποτελεί μία απόδειξη της προβληματικής διαχείρισης του χώρου και της φύσης από τον άνθρωπο. Η φύση εκδιώχθηκε, στη θέση της δημιουργήθηκαν κτήρια, τα κτήρια πολλαπλασιάστηκαν και ο χώρος απογυμνώθηκε πλήρως από το φυσικό στοιχείο. Η απογύμνωση έφερε με τη σειρά της στην επιφάνεια τα προβλήματα μιας ζωής αποκομμένης από τη φύση. Πλέον, οι κοινωνίες καλούνται να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που δημιούργησαν και να αναζητήσουν λύσεις που συχνά καταλήγουν να είναι ευκαιριακές και χωρίς ουσία.

Ο Henry David Thoreau στο ημερολόγιο του καταγράφει "Η φύση δεν κάνει θόρυβο. Η καταιγίδα που ουρλιάζει, το φύλλο που θροΐζει, η βροχή που πέφτει σιγανά δεν αποτελούν ενόχληση, υπάρχει σ' αυτά μια ουσιαστική και ανεξιχνίαστη αρμονία. Γιατί, άραγε, η σκέψη κυλάει μ' ένα τόσο βαθύ και σπινθηροβόλο ρεύμα όταν ο ήχος μακρινής μουσικής χτυπάει το αφτί;"²⁸ Το απόσπασμα σχολιάζεται στο βιβλίο *Ακουστική μίμηση* από τον Allen Weiss, "Για τον Thoreau, το να ακροάσαι σημαίνει ήδη να σκέφτεσαι, να συνθέτεις, και όλοι οι φυσικοί ήχοι είναι μουσικοί, όλη η μουσική ανακαλεί έναν κόσμο."²⁹ Η χρήση της λέξης θόρυβος χρησιμοποιείται με την έννοια του ανεπιθύμητου ήχου που παρεμβαίνει στην ακοή του ατόμου³⁰.

Ο ήχος της φύσης έχει τη δυνατότητα να ηρεμεί και να τοποθετεί το άτομο σε μία κατάσταση συνύπαρξης. Οι ποικιλία των ήχων παύει να αποτελεί θόρυβο αλλά αναδεικνύεται σαν μία ευκαιρία προσαρμογής της ακοής σε ένα πλαίσιο που οι ήχοι λειτουργούν ισότιμα. Οι έντονοι και δυνατοί ήχοι δίνουν ρυθμό και εξισορροπούνται μέσα στη ποικιλία τους. Κάθε στοιχείο

²⁸ Allen S. Weiss, *Ακουστική μίμηση: Παραλλαγές πάνω στη μουσική ανάκληση του τοπίου*, μετάφρ. Πάνος Πανόπουλος (Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Νησίδες, 2008), 11.

²⁹ Weiss, 11.

³⁰ Merriam-Webster, s.v. "noise," accessed September 21, 2023, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/noise>.

της φύσης περιμένει να κατανοηθεί και να ερμηνευτεί σε σχέση με τον τρόπο που συνομιλεί με τις υπόλοιπες ηχητικές πηγές.

3 Έρευνα και Σχεδιασμός

3.1 Ιδέα - Σύστημα

Όπως έχει αναφερθεί τα κεντρικά ζητήματα που προέκυψαν κατά το στάδιο της ιδέας ήταν η φύση, ο άνθρωπος και οι δομές του. Ακολουθώντας το συλλογισμό, συσχετίστηκαν τα τρία στοιχεία δημιουργώντας μία ολότητα δηλαδή ένα οικοσύστημα. Μέσα σε αυτό το οικοσύστημα υπάρχει η φύση, ο άνθρωπος και η δομή του, η πόλη. Τα τρία αυτά στοιχεία καταλαμβάνουν διαφορετικό χώρο εντός του οικοσυστήματος αλλά ως μέρη του πρέπει να το διατηρούν σταθερό. Αυτή η σκέψη, πήρε τη μορφή μία εξίσωσης που αποτέλεσε τον κορμό για το κεντρικό σύστημα που συνδέει τα μέρη της εγκατάστασης.

Εξίσωση 1: Βασική εξίσωση λειτουργίας συστήματος

Εγκατάσταση (Οικοσύστημα) = Χώρος (Πόλη) + Φυτά (Φύση) + Άνθρωπος(Επισκέπτης)

Η εξίσωση πρέπει να διατηρείται συνεχώς σε ισορροπία ώστε να υφίσταται. Άρα αν μεταβληθεί ένα στοιχείο πρέπει να μεταβληθεί και κάποιο ακόμη ώστε να ισορροπήσουν. Όπως έχει αναφερθεί, στόχος είναι να αναδειχθεί η φύση ως σύνολο μέσα στο οποίο ζει ο άνθρωπος, άρα η φύση επιτρέπει στον άνθρωπο να καταλαμβάνει χώρο εντός του οικοσυστήματος. Όμως, ως σταθερό στοιχείο είναι αυτή που θα εκδιώξει τον άνθρωπο σε περίπτωση που προσπαθήσει να διαταράξει την ισορροπία του συστήματος παίρνοντας περισσότερο χώρο απ' ότι του αναλογεί. Ένα μέρος της εξίσωσης αποτελεί η δομή που έχει δημιουργήσει ο άνθρωπος δηλαδή η πόλη. Το στοιχείο αυτό μεταφράζεται στην εγκατάσταση με το χώρο, στον οποίο τοποθετούνται τα φυτά που αντιπροσωπεύουν τη φύση. Ο χώρος της εγκατάστασης είναι σταθερός άρα δεν μπορεί να μεταβληθεί ούτε και στην εξίσωση. Παίρνοντας ως δεδομένο ότι ο χώρος και τα φυτά αποτελούν σταθερές μονάδες, το στοιχείο που πρέπει να προσαρμόζεται στο σύστημα είναι ο άνθρωπος. Το οικοσύστημα υπάρχει χωρίς την ύπαρξη του ανθρώπου ωστόσο αυτό μπορεί να αλλάξει με την είσοδο επισκέπτη στο χώρο και την προσθήκη στοιχείων που να τον αντιπροσωπεύουν. Ο τρόπος με τον οποίο ο επισκέπτης θα διαχειριστεί την παραμονή του στο χώρο θα καθορίσει την ισορροπία της εξίσωσης ή την ανάγκη για δραστικές ενέργειες από την φύση ώστε να εξασφαλιστεί.

3.2 Ο Ήχος

«Πρόκειται για γιγαντιαίους και πολύχρωμους ιστούς αράχνης των οποίων οι προκαταρκτικοί υπολογισμοί εξελίσσονται σε ηχητικές απολαύσεις της εντονότερης ποίησης.»³¹

Με αυτή τη φράση ο Messiaen περιγράφει την δομή της σύνθεσης *Διαμορφώσεις* του Ιάννη Ξενάκη και καταφέρει να μεταφέρει τα στοιχεία του ήχου σε μία αναπαράσταση που λειτουργεί στη φαντασία του αναγνώστη. Αυτή η οπτικοποίηση του ήχου αποτέλεσε το σημείο εκκίνησης για το σχεδιασμό της δομής του ηχοτοπίου της εγκατάστασης και των στοιχείων που το αποτελούν. Συγκεκριμένα, η αναζήτηση της δομής ξεκίνησε με την ιδέα ότι ο ήχος μπορεί να δομηθεί σύμφωνα με τον τρόπο που αναπτύσσεται ένα φυτό. Αρχικά, υπάρχει μία ρίζα από την οποία ξεκινά να χτίζεται ο κορμός, τα κλαδιά, τα φύλλα και οι καρποί ή τα άνθη. Αυτά τα τέσσερα μέρη του φυτού συνήθως διαφέρουν σε μέγεθος, κατεύθυνση, πλήθος και χρώμα. Με βάση αυτούς τους διαχωρισμούς, δημιουργήθηκαν σχέδια ώστε να οπτικοποιηθεί η ιδέα και να εμφανιστούν στοιχεία που θα μπορούσαν να αποτελέσουν αναλογίες στο πρακτικό κομμάτι της δημιουργίας του ήχου. Τα στοιχεία που επιλέχθηκαν ήταν η σειρά με την οποία δομείται το φυτό, ο τρόπος με τον οποίο τα επιμέρους στοιχεία αλλάζουν σε πλήθος και μέγεθος, η διασπορά τους στο χώρο δηλαδή η απόσταση και η κατεύθυνση που έχουν σε σχέση με το σημείο εκκίνησης, τη ρίζα. Στις ακόλουθες εικόνες παρουσιάζονται δύο σχέδια για την πολυπλοκότητα και την αντιστοίχισή τους με τις υφές και τη ποικιλία των στοιχείων στα φυτά.



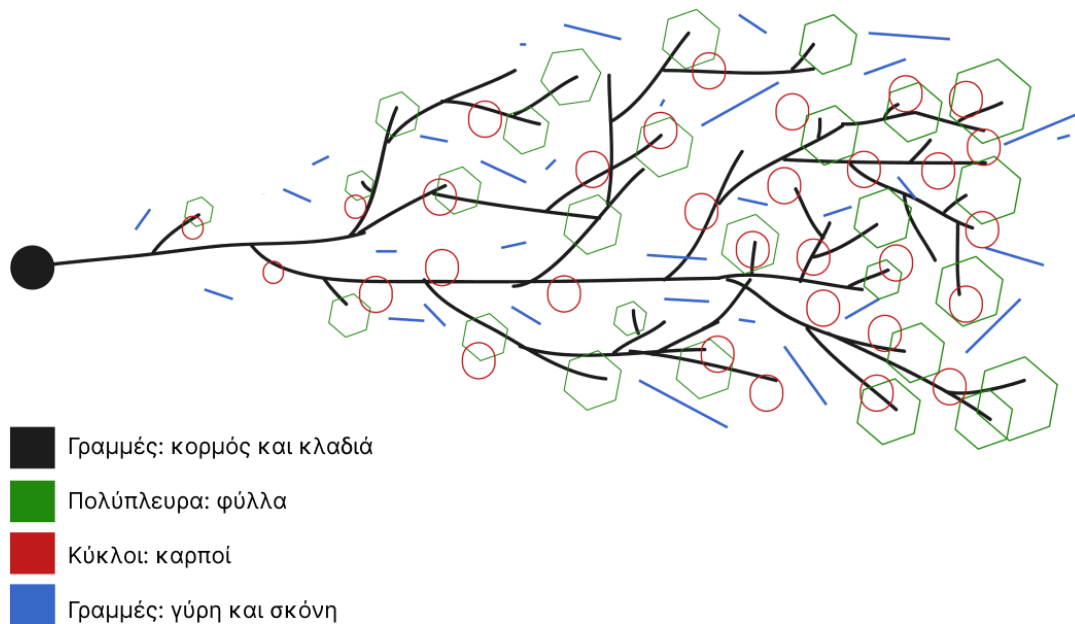
Εικόνα 3: Σχέδιο ηχοτοπίου



Εικόνα 4: Σχέδιο ηχοτοπίου

³¹ Μάκης Σολωμός, *Ιάννης Ξενάκης: Το σύμπαν ενός ιδιότυπου δημιουργού* (Αθήνα: Εκδόσεις Αλεξάνδρεια, 2008), 36.

Τέλος, για κάθε στοιχείο επιλέχθηκε ένα χρώμα και ένα σχήμα ώστε να είναι ευδιάκριτα και να διαχωρίζονται κατά την ανάγνωση του σχεδίου. Το σχέδιο που ακολουθεί παρουσιάζει ένα κύκλο του ηχοτοπίου της φύσης, όπου εκκινεί από τη ρίζα και φθάνει στην πλήρη ανάπτυξη του φυτού. Αρχικά, σχηματίζεται ο κορμός και τα κλαδιά με μαύρες γραμμές που διακλαδώνονται, στη συνέχεια δημιουργούνται με πράσινο χρώμα πολύπλευρα που αντιπροσωπεύουν τα φύλλα, ακολουθούν κόκκινοι κύκλοι για τους καρπούς και μικρές γαλάζιες γραμμές που τοποθετούνται ώστε να δείχνουν μικρότερα στοιχεία όπως γύρη, σκόνη.



Εικόνα 5: Γραφική Σημειογραφία Εγκατάστασης

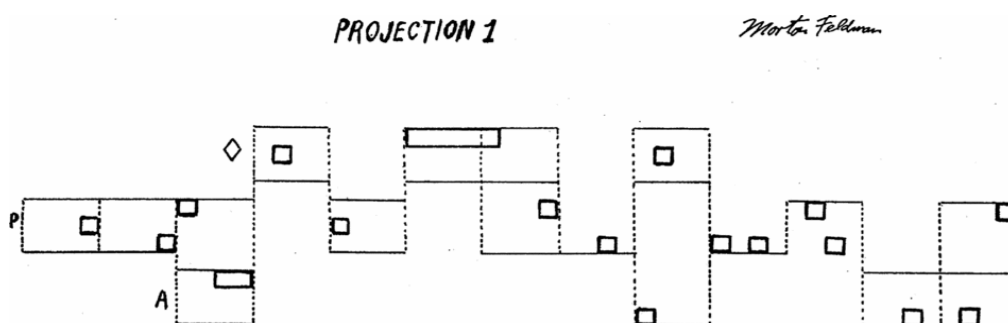
Κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης, το ηχοτοπίο της φύσης, άρα και το σχέδιο, λειτουργεί επαναληπτικά εφόσον δεν υπάρχει μεταβολή του λόγω του ανθρώπινου στοιχείου. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται μία σκέψη για τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να δομείται το ηχοτοπίο της φύσης. Η ήχος εκκινεί από τη ρίζα και δομείται, φθάνει στο πλήρες ηχοτοπίο και μετά από ένα διάστημα αποδομείται επιστρέφοντας στη ρίζα και την επανάληψη του.



Εικόνα 6: Σχέδιο ηχοτοπίου loop

Η διαδικασία που αναλύθηκε πραγματοποιήθηκε ώστε το τελικό σχέδιο να λειτουργεί ως μία γραφική σημειογραφία για το ηχοτοπίο που αντιπροσωπεύει τη φύση στην εγκατάσταση. Οι γραφικές σημειογραφίες μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες που προκύπτουν από το βαθμό επεξήγησης των στοιχείων που τις αποτελούν. Η πρώτη κατηγορία αφορά παρτιτούρες που στοχεύουν στην επικοινωνία συγκεκριμένων στοιχείων μέσω των συμβόλων.³²

Παράδειγμα αποτελεί το *Projection 1* του Morton Feldman (1950-51) που αποτελεί το πρώτο δείγμα γραφικής σημειολογίας, ο ρυθμός καθορίζεται με τη χρήση τετραγώνων που αντιστοιχούν σε χρονική μονάδα αλλά ο τόνος διαχωρίζεται σε τρεις ζώνες, χαμηλή, μεσαία, υψηλή, από τις οποίες ο εκτελεστής μπορεί να επιλέξει τις νότες.³³



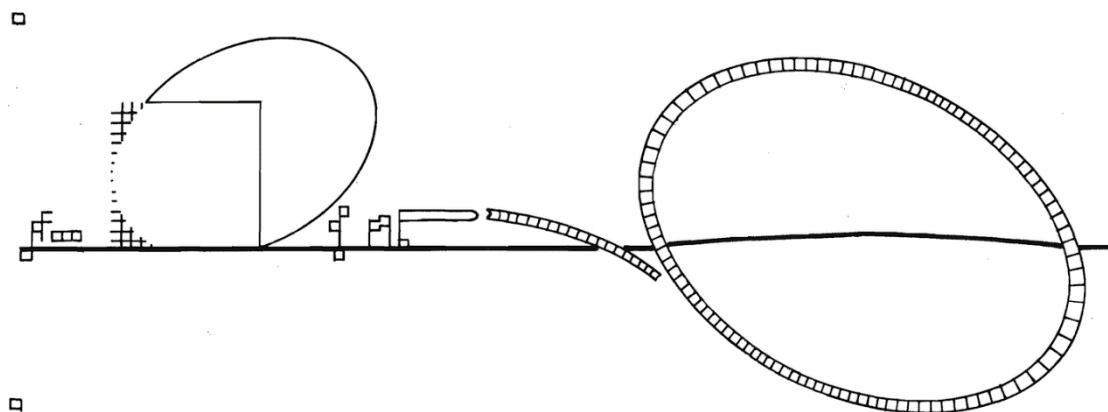
Εικόνα 7: *Projection 1*, Morton Feldman, 1950, Γραφική Σημειολογία³⁴

³² Pryer, "graphic notation."

³³ Brett Boutwell, "Morton Feldman's Graphic Notation: Projections and Trajectories," *Journal of the Society for American Music* 6, no. 4 (2012): 457–482, doi:10.1017/S1752196312000363.

³⁴ *Projection 1*.

Η δεύτερη κατηγορία στις γραφικές σημειογραφίες, χαρακτηρίζεται από την ελευθερία που δίνεται στον εκτελεστή να ερμηνεύσει τα σχέδια με τον τρόπο που επιθυμεί χρησιμοποιώντας την φαντασία του.³⁵ Χαρακτηριστικό παράδειγμα της δεύτερης κατηγορίας είναι το *Treatise* του Cornelius Cardew (1967), μία γραφική σημειογραφία 193 σελίδων χωρίς επεξηγήσεις και σημειώσεις αλλά αποτελούμενη από σχέδια με μαύρες γραμμές.³⁶



Εικόνα 8: *Treatise* p. 145 excerpt, Cornelius Cardew, 1967, Γραφική Σημειογραφία³⁷

3.3 Τα φυτά

Η χρήση φυτών ως μέσο για τη διάδραση έχει επιλεγθεί ώστε να ορίζει ένα άμεσο και ευδιάκριτο πλαίσιο των επιπτώσεων της κακοδιαχείρισης του ανθρώπου ή της αναγκαίας αρμονικής επαφής του με τη φύση.³⁸

Τα φυτά ως μέρος του οικοσυστήματος στο οποίο ζούμε συμμετέχουν μεταφέροντας πληροφορίες. Ο άνθρωπος διαδρά με αυτά και δημιουργεί αποτελέσματα – κώδικες επικοινωνίας με τους υπόλοιπους ζωντανούς οργανισμούς. Στην εγκατάσταση τα φυτά θα αποτελούν ένα μέσο επικοινωνίας, καθώς ο θεατής δημιουργεί μέσω της επαφής του με το έργο ένα ηχητικό μήνυμα που μεταφέρεται στους επόμενους θεατές. Οι πληροφορίες που μεταδίδονται αναλύονται σε δύο επίπεδα, στο άμεσο ακουστικό αποτέλεσμα και στα δεδομένα που προκύπτουν έμμεσα από την διάδραση που προηγήθηκε. Τα έμμεσα αποτελέσματα επεξεργάζονται από τον θεατή σε σχέση με το χώρο, το φυτό, το άτομο και τη διάδραση και

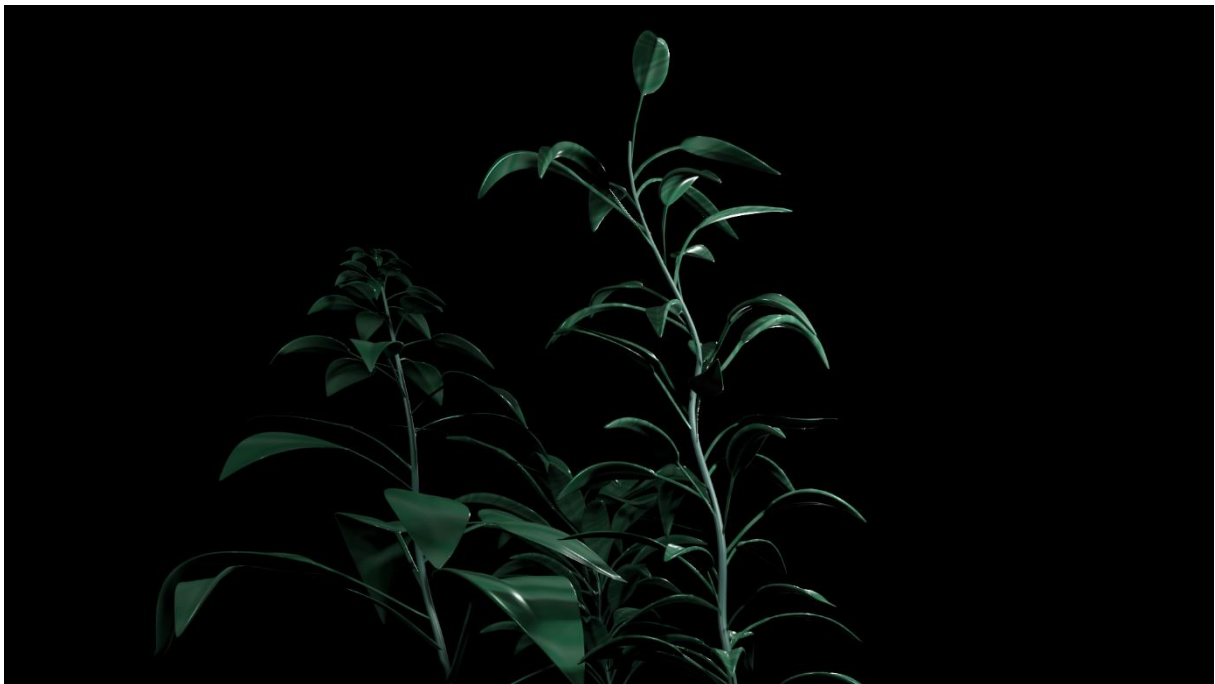
³⁵ Pryer, "graphic notation."

³⁶ David Cline, "Treatise and the Tractatus." *Journal of the Royal Musical Association* 145, no. 1 (2020): 119–166, doi:10.1017/rma.2020.5.

³⁷ *Treatise* p. 145 excerpt.

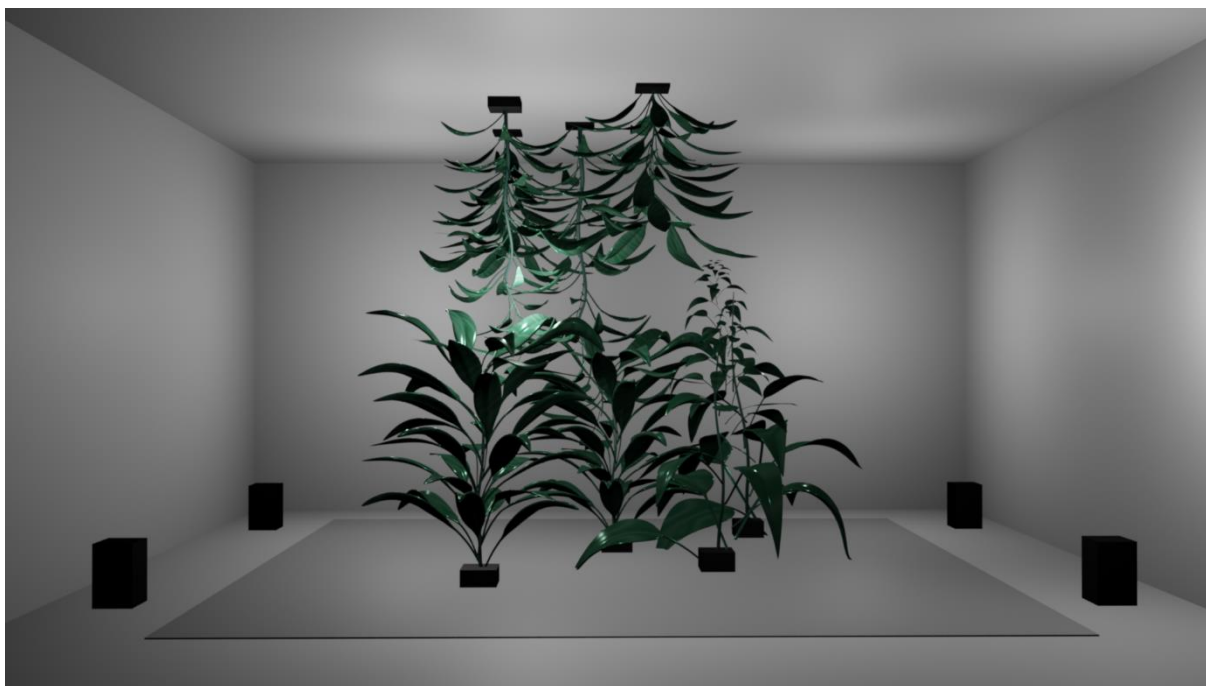
³⁸ Marshall McLuhan, "The Medium is the Message," in *Understanding Media: The Extensions of Man*, (London and New York, 1964), 1-5, <https://web.mit.edu/allanmc/www/mcluhan.mediummessage.pdf>.

θα αποτελέσουν ένα κίνητρο για τη δράση που θα επιλέξει. Οι πληροφορίες που θα λάβει ως παρατηρητής θα συσχετιστούν στη συνέχεια με τη στάση του και θα οδηγήσουν το άτομο στη σκέψη αναφορικά με την εμπειρία του εντός του έργου. Επομένως, τα φυτά λειτουργούν συνδυαστικά με τον ήχο και κωδικοποιούν ένα σύνολο μηνυμάτων που μεταδίδονται και αναμένουν την εμπειρία του επισκέπτη που θα τους αποδώσει νόημα. Το έργο είναι ανοιχτό για τον επισκέπτη ώστε να συντάξει τη δική του αλήθεια που προκύπτει από το συναισθηματικό του κόσμο και όχι από μία γραπτή περιγραφή της εμπειρίας που θα πρέπει να ζήσει. Όπως σημειώνει ο Vilem Flusser αναφερόμενος στους κώδικες επικοινωνίας "υπάρχουν κώδικες που μεταδίδουν πληροφορίες καλύτερα απ' ότι εκείνοι των σημείων γραφής. Και πολλά απ' όσα δεν μπορούσαν να γραφούν, είναι δυνατόν να σημειωθούν μ' αυτούς τους νέους κώδικες."³⁹



Εικόνα 9: Τρισδιάστατη απεικόνιση φυτών

³⁹ Vilem Flusser, *Η γραφή: Έχει μέλλον το γράφειν;*, μετάφρ. Γιώργος Η. Ηλιόπουλος (Αθήνα: Εκδόσεις Ποταμός, 2006), 11.



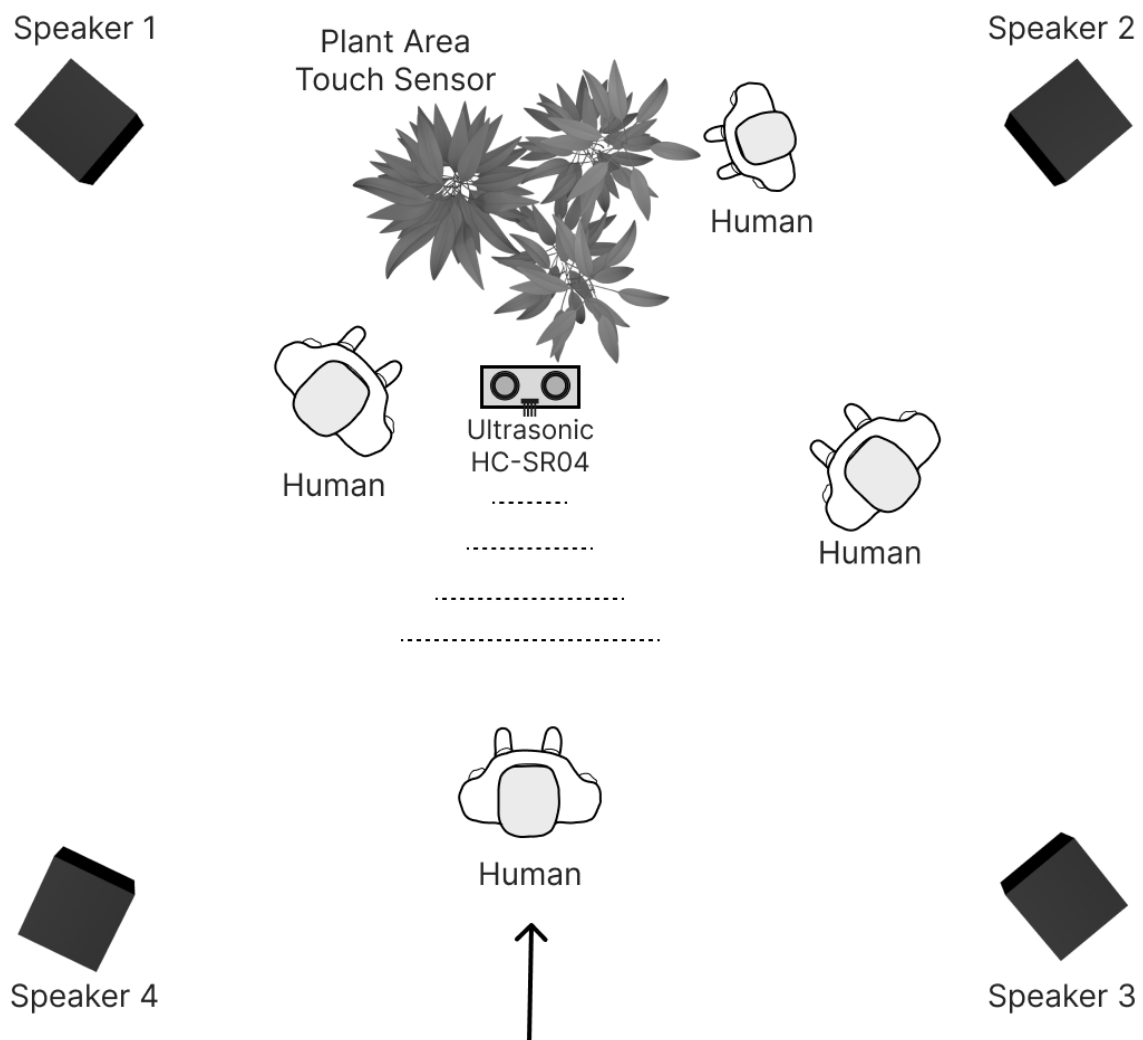
Εικόνα 10: Τρισδιάστατη αναπαράσταση χώρου εγκατάστασης

3.4 Ο χώρος

Η εγκατάσταση, ως ένα έργο που καλεί το θεατή να ενταχθεί στο χώρο της, απαιτεί την ύπαρξη σημείου εισόδου και έναν προκαθορισμένο χώρο δράσης. Ως χώρος εννοείται ένα συνεχές ομοιόμορφο και κενό πεδίο, μέσα στο οποίο τοποθετούνται και αποκτούν μορφή, διαστάσεις και σχέσεις τα πράγματα.⁴⁰ Η εν λόγω εγκατάσταση θα δομείται από τα φυτά, τους αισθητήρες, τα ηχεία και τον χώρο στον οποίο θα κινείται ο επισκέπτης. Η σωστή τοποθέτηση των επιμέρους στοιχείων κρίνεται αναγκαία καθώς θα καθορίσει την σωστή λειτουργία του ηχοτοπίου σε σχέση με τους αισθητήρες. Συγκεκριμένα, μέσω του αισθητήρα απόστασης θα ελέγχεται η ύπαρξη ανθρώπου στο χώρο, που θα εκκινήσει τους ήχους που αντιπροσωπεύουν το ανθρώπινο στοιχείο. Επομένως, το σημείο εισόδου για τους επισκέπτες πρέπει να βρίσκεται εντός του εύρους καταγραφής του αισθητήρα ώστε να λαμβάνονται τα σωστά δεδομένα. Το δεύτερο ζητούμενο για την εγκατάσταση είναι να έχει επαρκή χώρο δράσης για τους επισκέπτες. Το εμβαδόν πρέπει να είναι ικανό ώστε να μπορούν να παρευρίσκονται τουλάχιστον δύο άτομα και να μπορούν να αλληλεπιδράσουν με το φυτό αλλά και μεταξύ τους. Σκοπός είναι μέσω του χώρου, ο επισκέπτης να είναι ελεύθερος να κινηθεί όπως θα έκανε πηγαίνοντας σε ένα πάρκο, δηλαδή να μπορεί να στέκεται, να περπατά, να κάθεται και να επικοινωνεί με τα φυτά και τους υπόλοιπους επισκέπτες. Όπως

⁴⁰ Πεπόνης, *Χωρογραφίες*, 186-187.

αναφέρεται στο *Χωρογραφίες* του Γιάννη Πεπόνη, "τα κτίρια οργανώνουν το χώρο ως υποδοχή των ανθρώπινων σχέσεων και δραστηριοτήτων, η θέα και η συνάντηση των ανθρώπινων σωμάτων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του τρόπου που τα αντιλαμβανόμαστε."⁴¹ Σημαντικό στοιχείο είναι η επικοινωνία μέσω της παρατήρησης όλων των ατόμων που θα υπάρχουν εντός των ορίων του χώρου. "Μέσα από την αμοιβαιότητα του κοιτάγματος, η κτηριακή μορφή παύει να είναι απλός δέκτης του βλέμματος που της απευθύνουμε και λειτουργεί ως φορέας ο οποίος μας εντάσσει στο εν δυνάμει βλέμμα των άλλων που αυτή οργανώνει."⁴²



Εικόνα 11: Προτεινόμενη κάτοψη χώρου εγκατάστασης

⁴¹ Πεπόνης, 176.

⁴² Πεπόνης, 176.

3.5 Σενάριο διάδρασης

Ο επισκέπτης εντάσσεται στην εγκατάσταση και γίνεται κομμάτι της, συμμετέχοντας σε μία συλλογική δράση που φέρνει ως αποτέλεσμα την ολοκλήρωση του έργου. Μέσω της διάδρασης και των επακόλουθων αποφάσεων που καλείται να λάβει το άτομο, έρχεται αντιμέτωπο με το αντίκτυπο των πράξεων του. Ως μέρος του συγκεκριμένου οικοσυστήματος, φθάνει η στιγμή να αποφασίσει αν θα προσαρμοστεί συνεισφέροντας στην ισορροπία του περιβάλλοντος. Οι κινήσεις του αποκτούν σημασία καθώς καθορίζουν το πόσο υποφερτή θα είναι η παραμονή του εντός της εγκατάστασης. Όσο το άτομο διαδρά με τα φυτά, στο ηχοτοπίο προστίθενται ήχοι που υποδηλώνουν την παρουσία του ανθρώπου στο οικοσύστημα. Το επίπεδο της διάδρασης αρχικά είναι ήπιο, όπως και το ακουστικό αποτέλεσμα που ευνοεί την παραμονή του ατόμου στο χώρο. Η συνέχεια κρίνεται από την περιέργεια του ατόμου, που θα το οδηγήσει στην εξερεύνηση των επιλογών του και τα αποτελέσματα που θα επιφέρουν στον ήχο. Καθώς ξεπερνά τα προκαθορισμένα όρια διάδρασης, ο ήχος μετατρέπεται ώστε η φύση να αμυνθεί και να επιστρέψει το σύστημα σε επίπεδα συνύπαρξης. Το τελευταίο κριτήριο στην εξέλιξη του έργου είναι η αλαζονεία που θα παρουσιάσει το άτομο, καθώς θα είναι αυτή που θα φέρει την τελευταία άμυνα της φύσης, δηλαδή την καταστροφή και την αναδόμηση της, που θα αφήσει εκτός πλαισίου τον άνθρωπο.

Ένα ακόμη στοιχείο της διάδρασης είναι η δυνατότητα που δίνεται σε ένα άτομο να επηρεάσει αρνητικά την κατάσταση που βιώνουν τα άτομα γύρω του. Συγκεκριμένα, η εγκατάσταση δομείται με τρόπο που δίνει τη δυνατότητα στον επισκέπτη να παραμείνει στο χώρο χωρίς να διαδρά με το σύστημα. Ο επισκέπτης είναι ελεύθερος να αποφασίσει αν θα ενεργεί στο οικοσύστημα επηρεάζοντας το αποτέλεσμα ή αν θα υπάρχει μέσα σε αυτό με το ρόλο του παρατηρητή. Όπως έχει αναφερθεί, είναι σημαντική η προσωπική εντύπωση που θα αποκτήσει για το έργο κάθε επισκέπτης. Γι' αυτό το λόγο, κρίνεται αναγκαίο για το κάθε άτομο να μπορεί να αντιμετωπίσει την εγκατάσταση με φυσικότητα στις κινήσεις και στις αποφάσεις του.

3.6 Καταγραφή – Διατήρηση – Επικοινωνιακό εργαλείο

Για λόγους καταγραφής και παρουσίασης δημιουργήθηκε μία ιστοσελίδα που θα λειτουργεί ως αρχείο για το σύνολο του έργου. Μέσω της ιστοσελίδας παρουσιάζονται τόσο τα τεχνικά όσο και τα αφηγηματικά στοιχεία της εγκατάστασης από τον σχεδιασμό στο πείραμα και την

υλοποίηση. Περιλαμβάνονται σύντομες περιγραφές του έργου που πλαισιώνονται από τη θεωρία και τις ιδέες που αποτέλεσαν τη δομή για την ανάπτυξη του. Το δεύτερο σκέλος των περιεχομένων της ιστοσελίδας καταλαμβάνει μεγαλύτερο χώρο καθώς αφορά όλα τα βήματα για την κατασκευή της εγκατάστασης και των στοιχείων που την αποτελούν. Συγκεκριμένα, γίνεται παράθεση του εξοπλισμού, των προγραμμάτων που λειτουργούν ώστε να πραγματοποιείται η διάδραση και η σύνθεση του ήχου σε ζωντανό χρόνο και των προγραμμάτων που προηγήθηκαν ώστε να σχηματιστούν τα επιμέρους κομμάτια αυτών. Η παρουσίαση των στοιχείων γίνεται με χρήση κειμένου, φωτογραφιών, βίντεο, screenshots, screen recordings και κώδικα ώστε να μπορούν να συντελέσουν στη μετέπειτα πορεία του έργου. Στο κείμενο *In between performance and documentation* ο Dragan Espenschied περιγράφει την καταγραφή των τεχνικών στοιχείων ως ένα οδηγό για τη συντήρηση, τη τοποθέτηση και την αναπαραγωγή του έργου καθώς καταγράφονται καθαρές οδηγίες για όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για την τέλεση ενός ψηφιακού έργου. Επιπλέον, αναφέρεται στην αφηγηματική τεκμηρίωση που στοχεύει στα στοιχεία του έργου που βρίσκονται πέρα από την ύπαρξη του ως κατασκευάσμα και γεφυρώνουν τις διάφορες εννοιολογικές πτυχές του⁴³.

4. Υλοποίηση συστημάτων εγκατάστασης

Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα συστήματα που δημιουργήθηκαν και θα αξιοποιηθούν για την υλοποίηση της εγκατάστασης. Συγκεκριμένα, αρχικά θα παρουσιαστεί το σύστημα της διάδρασης με την ανάλυση των αισθητήρων που επιτρέπουν τη λήψη των δεδομένων για τις κινήσεις του επισκέπτη. Στη συνέχεια, θα αναλυθεί το ηχητικό σύστημα που συνθέτει το ηχοτοπίο του οικοσυστήματος της επικείμενης εγκατάστασης. Τέλος, θα αναλυθεί η δημιουργία της ιστοσελίδας που λειτουργεί ως επικοινωνιακό εργαλείο για την εξέλιξη του έργου.

4.1 Αισθητήρες

Η διάδραση στο έργο θα επιτυγχάνεται μέσω ενός συστήματος αισθητήρων που συνδέονται σε μία πλακέτα Arduino και λειτουργούν σύμφωνα με τις εντολές που καθορίζονται στον

⁴³ Dragan Espenschied, "In between Performance and Documentation," Rhizome, last modified May 5, 2023, <https://rhizome.org/editorial/2023/may/05/in-between-performance-and-documentation/>.

κώδικα που έχει διαμορφωθεί και φορτωθεί σε αυτό. Το Arduino (Arduino board) είναι μία πλακέτα με ενσωματωμένου μικροεπεξεργαστή στον οποίο εκτελούνται εντολές που δημιουργούνται μέσω του open source λογισμικού *Arduino Software (IDE)* και της γλώσσας προγραμματισμού *Arduino*.⁴⁴ Μέσω της πλακέτας μπορούν να δημιουργηθούν κυκλώματα αποτελούμενα από τη σύνδεση των ενσωματωμένων και εξωτερικών εξαρτημάτων, όπως αισθητήρες, κινητήρες, φωτάκια led και shields (πλακέτες που συνδέονται ως plugins). Τα ενσωματωμένα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των κυκλωμάτων είναι σειρές ψηφιακών και αναλογικών pins, για την μεταφορά ψηφιακών και αναλογικών μηνυμάτων από και προς τη πλακέτα. Οι συνδέσεις της πλακέτας με εξωτερικά εξαρτήματα γίνονται με την χρήση καλωδίων που ξεκινούν από το αντίστοιχο pin και καταλήγουν σε μία εξωτερική πλακέτα δοκιμών, το breadboard. Στο Arduino υπάρχουν pins τα οποία συνδέονται με το breadboard για την παροχή ρεύματος +5V και τη γείωση ανάλογα με τις ανάγκες των εξωτερικών εξαρτημάτων. Ακόμη, στη πλακέτα υπάρχουν ενδείξεις led για τη διευκόλυνση του debugging, θύρα USB για τη φόρτωση sketch (κώδικα) και την επικοινωνία της πλακέτας με τον υπολογιστή. Τέλος, η παροχή του ρεύματος στην πλακέτα πραγματοποιείται είτε μέσω του USB είτε με την σύνδεση εξωτερικής πηγής τάσης 7-12V στην αντίστοιχη θέση.

Η χρήση του Arduino για την δημιουργία μίας διαδραστικής εγκατάστασης αποτελεί ιδανική επιλογή, καθώς παρέχει πλήθος λειτουργιών με τη χρήση των κατάλληλων εξαρτημάτων και τη σωστή τοποθέτησή τους στο χώρο. Στην εγκατάσταση, η σωστή λειτουργία και τοποθέτησή τους θα καθορίζει το βαθμό στον οποίο θα γίνει αντιληπτή η επίδραση του επισκέπτη στο έργο και θα εκκινήσει τις περαιτέρω ψυχικές διεργασίες στο άτομο. Το σύστημα αποτελείται από δύο αισθητήρες που τοποθετούνται στο φυτό και αντιλαμβάνονται τον επισκέπτη σε δύο θέσεις. Ο πρώτος αισθητήρας τοποθετείται ώστε να αναγνωρίζει την είσοδο του ατόμου στο χώρο και να δηλώνει την παρουσία του. Είναι ένας αισθητήρας απόστασης που αντιλαμβάνεται το άτομο ως εμπόδιο εντός του πεδίου καταγραφής του και για το λόγο αυτό, η επιθυμητή του θέση βρίσκεται στη βάση του φυτού. Ο δεύτερος σε σειρά αισθητήρας που λειτουργεί, εντοπίζει το άγγιγμα και γενικότερα την επαφή του επισκέπτη με το φυτό. Η τοποθέτηση του πραγματοποιείται με ένα καλώδιο που πιάνει το φυτό και το μετατρέπει ολόκληρο σε αισθητήρα. Στη συνέχεια, θα αναλυθούν οι αισθητήρες σύμφωνα με τον τρόπο που λειτουργούν σε εννοιολογικό και πρακτικό πλαίσιο, θα παρουσιαστεί ο τρόπος σύνδεσής τους και ο κώδικας που χρησιμοποιείται ώστε να προγραμματιστούν κατάλληλα.

⁴⁴ “What is Arduino?,” Arduino, last modified February 5, 2018, <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>.

4.1.1 Το άγγιγμα / Η επαφή – Touch Sensor

Κεντρικό στοιχείο της εγκατάστασης είναι η προβληματική της αφής, του αγγίγματος, της αλληλεπίδρασης και της επιρροής που εν τέλει αναζητείται στο φάσμα συμβίωσης – δυνάστευσης. Η εγκατάσταση μέσα από την επαφή θεατή – φυτού διερευνά την σχέση του ανθρώπου με το «άλλο», όποιο και αν είναι αυτό. Το στοιχείο αυτό εκπληρώνεται με την δημιουργία ενός αισθητήρα αφής.

Το άγγιγμα αποτελεί μία λέξη που μπορεί να λάβει πολλές ερμηνείες. Μπορεί να λάβει κυριολεκτική ερμηνεία αν αναφέρεται σε μία χειρονομία που στοχεύει στην αναζήτηση μίας αίσθησης μέσω της αφής ή σε μία ασυναίσθητη κίνηση χωρίς συγκεκριμένο κίνητρο. Μεταφορικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να δηλώσει την πρόκληση ενός συναισθήματος. Στην εγκατάσταση το άγγιγμα εντοπίζεται μέσω της επαφής του ανθρώπου με το φυτό. Η επαφή κρίνεται από τον επισκέπτη που θα επιλέξει τον τρόπο με τον οποίο θα χειριστεί το φυτό και θα νοηματοδοτήσει την κίνησή του. Το εν λόγω άγγιγμα μπορεί να γίνει αφορμή για συναισθήματα ή να μετατραπεί σε μία κίνηση καταστροφής.

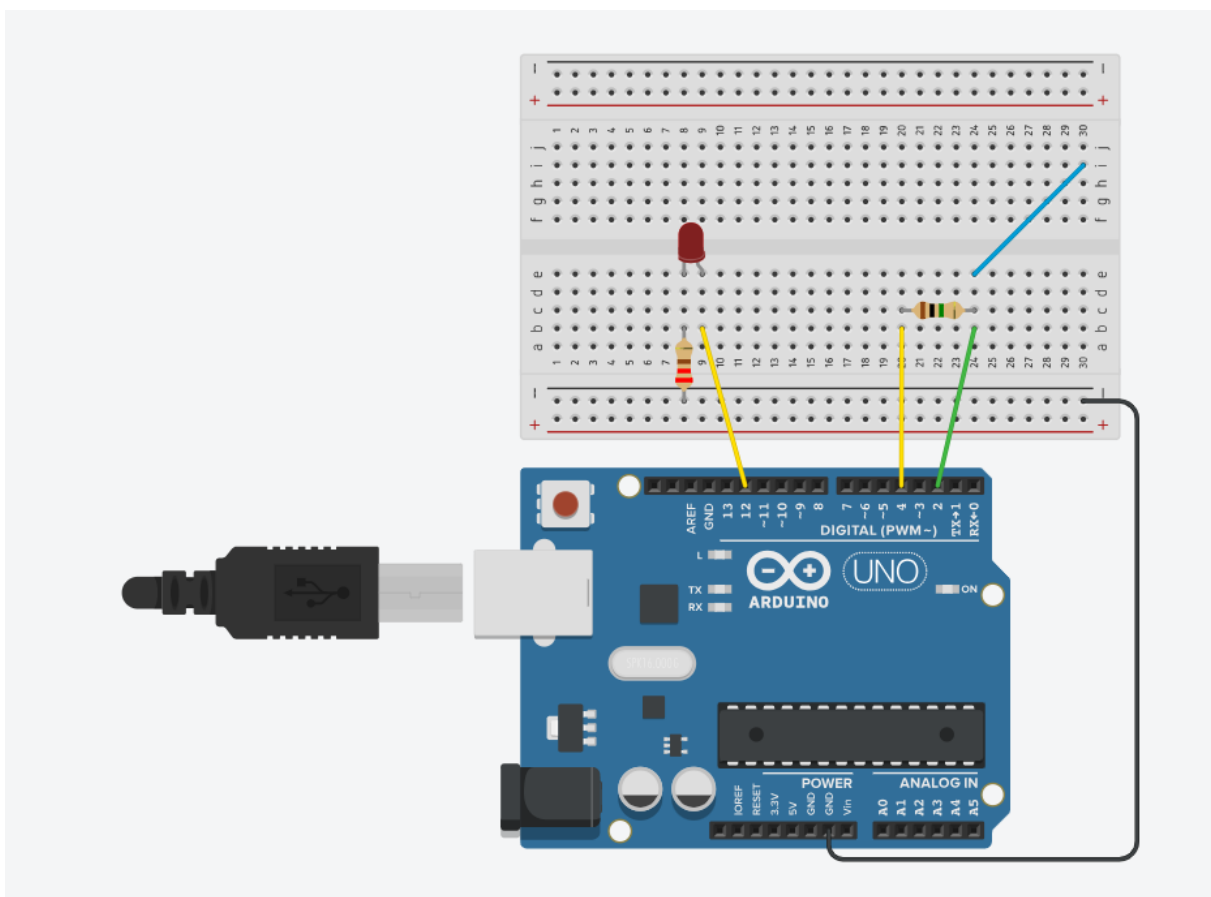
Ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται για την μέτρηση της διάδρασης του επισκέπτη με το φυτό λειτουργεί ως αισθητήρας αφής και ουσιαστικά αποτελεί ένα μετρητή χωρητικότητας ηλεκτρικού φορτίου. Η κατασκευή του βασίζεται στη βιβλιοθήκη *CapacitiveSensor* by Paul Badger, Paul Stoffregen, που επιτρέπει τη δημιουργία αισθητήρων χωρητικότητας που μπορούν να εντοπίσουν την αφή ελέγχοντας την ηλεκτρική χωρητικότητα του ανθρώπινου σώματος.⁴⁵ Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι μία μέση προς υψηλή αντίσταση, καλώδια για τη σύνδεση των pins του Arduino με το breadboard και ένα καλώδιο που χρησιμεύει ως το σημείο διεπαφής. Στην περίπτωση της εγκατάστασης, η διεπαφή πραγματοποιείται μέσω του φυτού στο οποίο συνδέεται το ελεύθερο άκρο του καλωδίου που ξεκινά από το breadboard και ο αισθητήρας αισθάνεται τον άνθρωπο μέσα από το άγγιγμα. Ανάλογα με το βαθμό στον οποίο ο άνθρωπος ακουμπά το φυτό, ο αισθητήρας δέχεται και διαφορετικές τιμές καθώς αυξάνεται ή μειώνεται η επιφάνεια της διεπαφής. Επομένως, ο αισθητήρας λειτουργεί εντός του επιθυμητού πλαισίου της εγκατάστασης, καθώς διακρίνεται το άγγιγμα ενός ατόμου από το ταυτόχρονο άγγιγμα πολλών ή από την υπερβολική πίεση στο σημείο διεπαφής.

Ο αισθητήρας λειτουργεί με την αποστολή μίας νέας κατάστασης μέσω του ενός pin και την αναμονή για την αλλαγή του δεύτερου pin ώστε να ταιριάζει στην κατάσταση του πρώτου. Το

⁴⁵ Paul Badger and Paul Stoffregen, “CapacitiveSensor – Arduino Reference,” Arduino, accessed August 25, 2023, <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/capacitivesensor/>.

στοιχείο που ελέγχεται είναι ο χρόνος που μεσολαβεί μέχρι να αποκτήσουν κοινή κατάσταση τα δύο pin. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με τη χρήση μίας σταθεράς που καθορίζεται από τη τιμή της αντίστασης, τη χωρητικότητα στο δεύτερο pin που δέχεται την αλλαγή και την πρόσθεση σε αυτό όποιας άλλης χωρητικότητας έχει προκύψει από το σημείο διεπαφής.⁴⁶

Ο εξοπλισμός που συνθέτει τον αισθητήρα αφής, δηλαδή τον αισθητήρα χωρητικότητας, είναι δύο καλώδια συνδεδεμένα στα pin 2 και pin 4, μία αντίσταση 1 MEGOHM που συνδέεται στις δύο άκρες των καλωδίων στο breadboard και ένα καλώδιο με ελεύθερο το ένα άκρο που συνδέεται σε σειρά με το καλώδιο (pin 2) και την αντίσταση στο breadboard.



Εικόνα 12: Σχέδιο κυκλώματος με Capacitive Sensor – Touch Sensor και LED

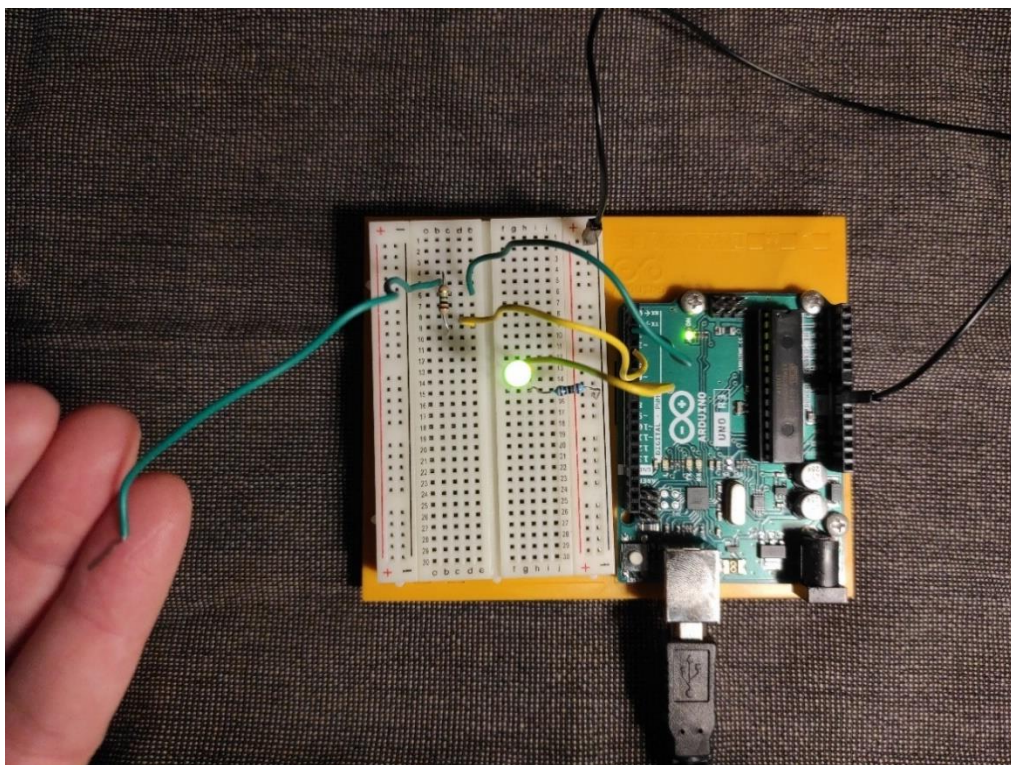
⁴⁶ Paul Badger, “Capacitive Sensing Library,” Arduino Playground, Arduino, accessed October 1, 2023, <https://playground.arduino.cc/Main/CapacitiveSensor/>.

Πριν τη σύνδεση του αισθητήρα με το φυτό, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές με τη χρήση ενός led και τον προγραμματισμό του Arduino ώστε να ανάβει το λαμπάκι με το άγγιγμα του καλωδίου. Για το λόγο αυτό προστέθηκαν στο κύκλωμα ένα led, μία αντίσταση 220 OHM που το συνδέει με τη γείωση, ένα καλώδιο για τη σύνδεση του με το pin 12 και ένα καλώδιο για τη γείωση στο breadboard. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο κώδικας⁴⁷ μέσω screenshot και μία φωτογραφία από τη δοκιμή του συστήματος.

```
1 //Arduino Project Book, Project 13
2 //CapacitiveSensor library by Paul Badger, Paul Stoffregen
3
4 #include <CapacitiveSensor.h>
5 CapacitiveSensor capSensor = CapacitiveSensor(4,2);
6 //pin 4 sends to the conductive sensor through the resistor,
7 //pin 2 is the sense pin
8
9 int threshold = 1000; // sensor threshold
10 const int ledPin = 12;
11
12 void setup() {
13   Serial.begin(9600); //to see the values of the sensor
14   pinMode(ledPin, OUTPUT);
15 }
16
17 void loop() {
18   long sensorValue = capSensor.capacitiveSensor(30); //sensor reads 30 samples
19   Serial.println(sensorValue);
20   if (sensorValue > threshold) {
21     digitalWrite(ledPin, HIGH);
22   }
23   else {
24     digitalWrite(ledPin, LOW);
25   }
26   delay(10);
27 }
```

Εικόνα 13: Κώδικας Arduino για Capacitive Sensor και LED

⁴⁷ “Project 13 – Touchy Feely Lamp,” in *The Arduino Projects Book*, eds. Scott Fitzgerald and Michael Shiloh (n.p. Arduino, 2015), 136-141.



Εικόνα 14: Στιγμιότυπο από δοκιμή Arduino με Capacitive Sensor και LED

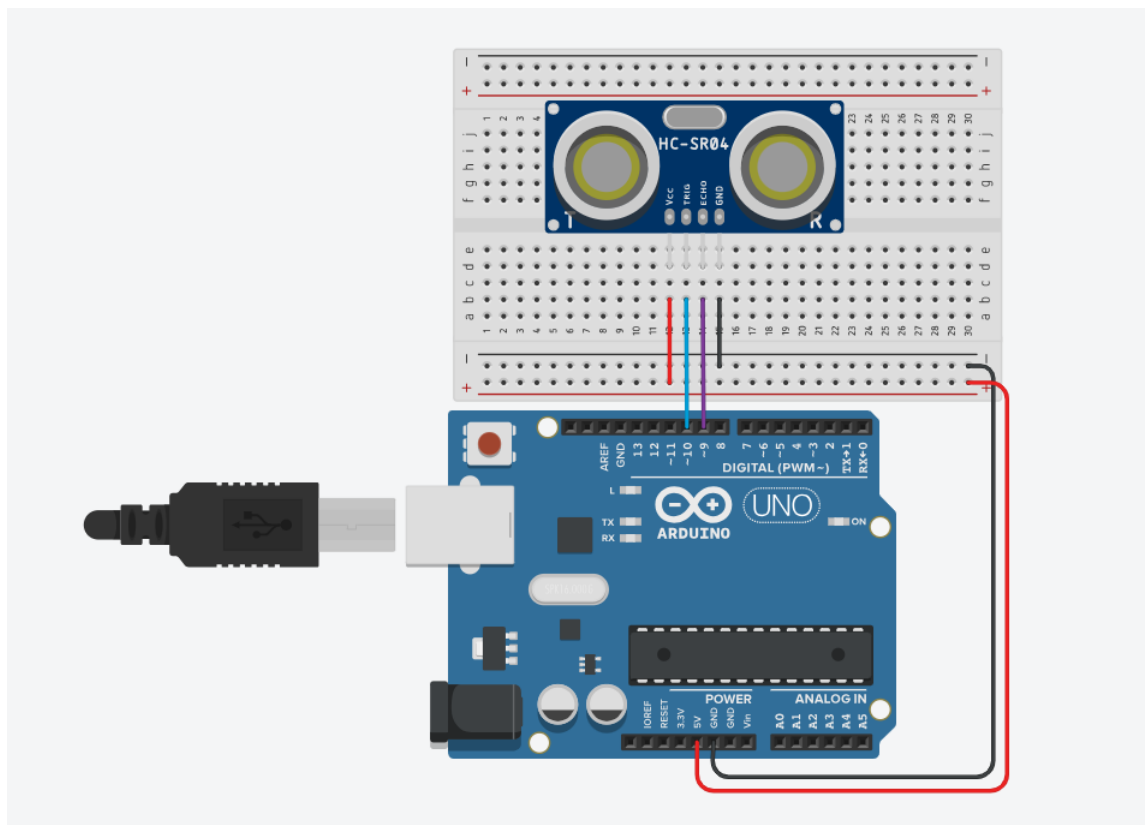
4.1.2 Η παρουσία – Ultrasonic Sensor HC-SR04

Το δεύτερο στοιχείο του συστήματος της διάδρασης είναι ένας αισθητήρας απόστασης που ανιχνεύει την είσοδο ατόμων στο χώρο. Με τον έλεγχο της εισόδου υποδηλώνεται η παρουσία του ανθρώπου στο χώρο της εγκατάστασης άρα και το στοιχείο της συνύπαρξης. Η παρουσία είναι το πρώτο βήμα για τη συμμετοχή του ανθρώπου στο οικοσύστημα της εγκατάστασης και μπορεί να αποτελέσει το μοναδικό. Αυτό συμβαίνει καθώς ο επισκέπτης είναι ελεύθερος να επιλέξει τον τρόπο με τον οποίο θα λειτουργήσει εντός της εγκατάστασης. Επομένως, μπορεί απλά κάποιος να υπάρξει εντός του χώρου χωρίς να αγγίζει το φυτό και το στοιχείο της πόλης να λειτουργεί μέσω της παρουσίας του. Η επιλογή αυτή αναδεικνύει την παρουσία ως ένα στοιχείο που καθιστά τον επισκέπτη παρατηρητή και ακροατή εντός του οικοσυστήματος που αποτελείται από τα φυτά και την ενδεχόμενη δράση άλλων ατόμων.

Ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των ατόμων είναι ένας αισθητήρας υπερήχων HC-SR04 ικανός να μετρήσει αποστάσεις από 2 έως 400cm. Είναι μία συσκευή που αποτελείται από δύο μετατροπείς υπερήχων (ultrasonic transducers) όπου ο ένας εκπέμπει ηχητικά κύματα υπερήχων και ο άλλος λαμβάνει την αντανάκλασή τους. Ο υπολογισμός της απόστασης πραγματοποιείται μέσω του υπολογισμού του χρόνου που

χρειάστηκε για το κύμα να επιστρέψει στον αισθητήρα σε σχέση με την ταχύτητα που ταξιδεύουν οι υπέρηχοι. Στη συσκευή υπάρχουν 4 pins για τη σύνδεση με το Arduino, το VCC για τα 5V, το GND για τη γείωση, το Trig που εκπέμπει τους υπέρηχους και το Echo που λαμβάνει την επιστροφή. Τα δύο τελευταία pin συνδέονται με τα ψηφιακά pin στο Arduino και λειτουργούν με την αποστολή 8 κύκλων σταθερού σήματος διάρκειας 10μs που χρειάζονται 38ms για να επιστρέψουν στο ECHO όταν δεν εντοπίζουν κάποιο εμπόδιο.⁴⁸ Συνεπώς, κάθε μικρότερη τιμή σηματοδοτεί την παρουσία ατόμου στο χώρο.

Η σύνδεση του αισθητήρα γίνεται μέσω συνολικά τεσσάρων καλωδίων που ξεκινούν από τα pins 5V, GND, pin 9, pin 10 του Arduino και συνδέονται στο breadboard. Μέσω του pin 10 γίνεται η αποστολή του σήματος στο pin Trig και στο pin 9 συνδέεται το pin Echo που λαμβάνει την επιστροφή. Ακολουθεί σχηματική ανάλυση και ο κώδικας⁴⁹ με τον οποίο λειτουργεί ο αισθητήρας απόστασης.



Εικόνα 15: Σχέδιο κυκλώματος Arduino για Ultrasonic Sensor

⁴⁸ Dejan Nedelkovski, “Ultrasonic Sensor HC-SR04 and Arduino – Complete Guide”, How to Mechatronics, accessed September 22, 2023, <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/>.

⁴⁹ Dejan Nedelkovski HowToMechatronics, “Ultrasonic Sensor HC-SR04 and Arduino Tutorial,” code, <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/>.

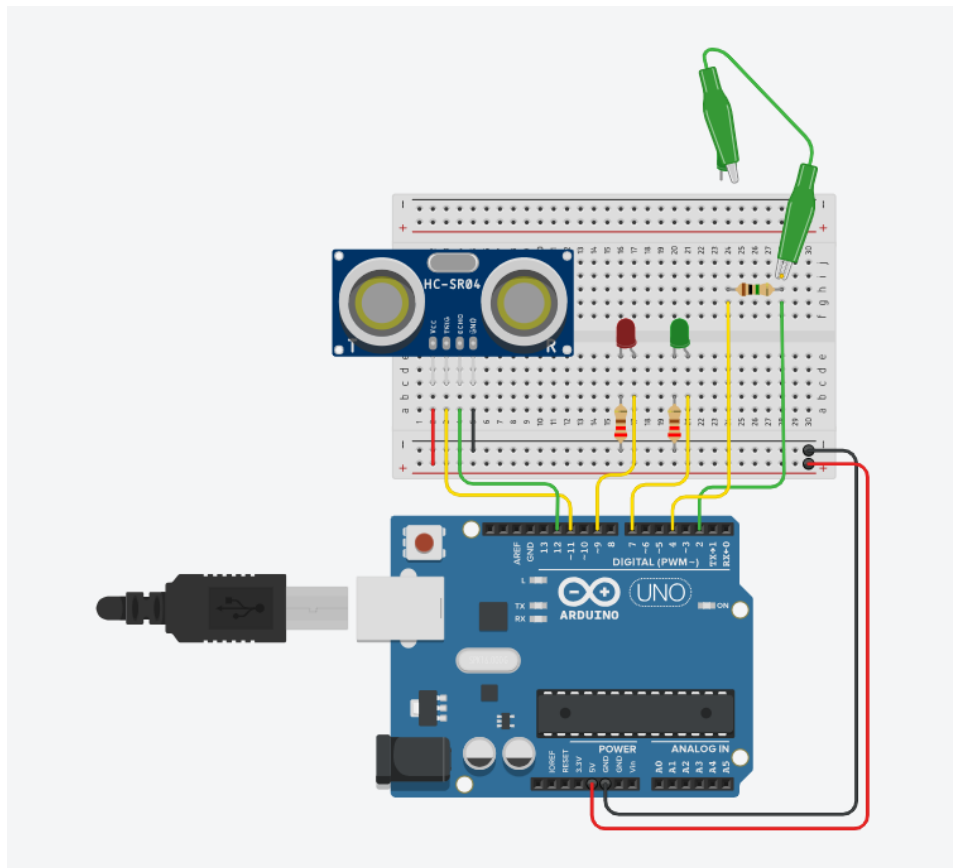
```

sketch_ultrasonic_sensor.ino
1 //Ultrasonic Sensor HC-SR04
2 //https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/
3
4 const int trigPin = 10;
5 const int echoPin = 9;
6
7 int duration, distance;
8
9 void setup() {
10   pinMode(trigPin, OUTPUT);
11   pinMode(echoPin, INPUT);
12   Serial.begin(9600);
13 }
14
15 void loop() {
16   //clears the trigPin
17   digitalWrite(trigPin, LOW);
18   delayMicroseconds(2);
19   digitalWrite(trigPin, HIGH);
20   delayMicroseconds(10);
21   digitalWrite(trigPin, LOW);
22
23   duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
24   distance = (duration * 0.0343)/2;
25
26   Serial.println(distance);
27   delay(500);
28 }

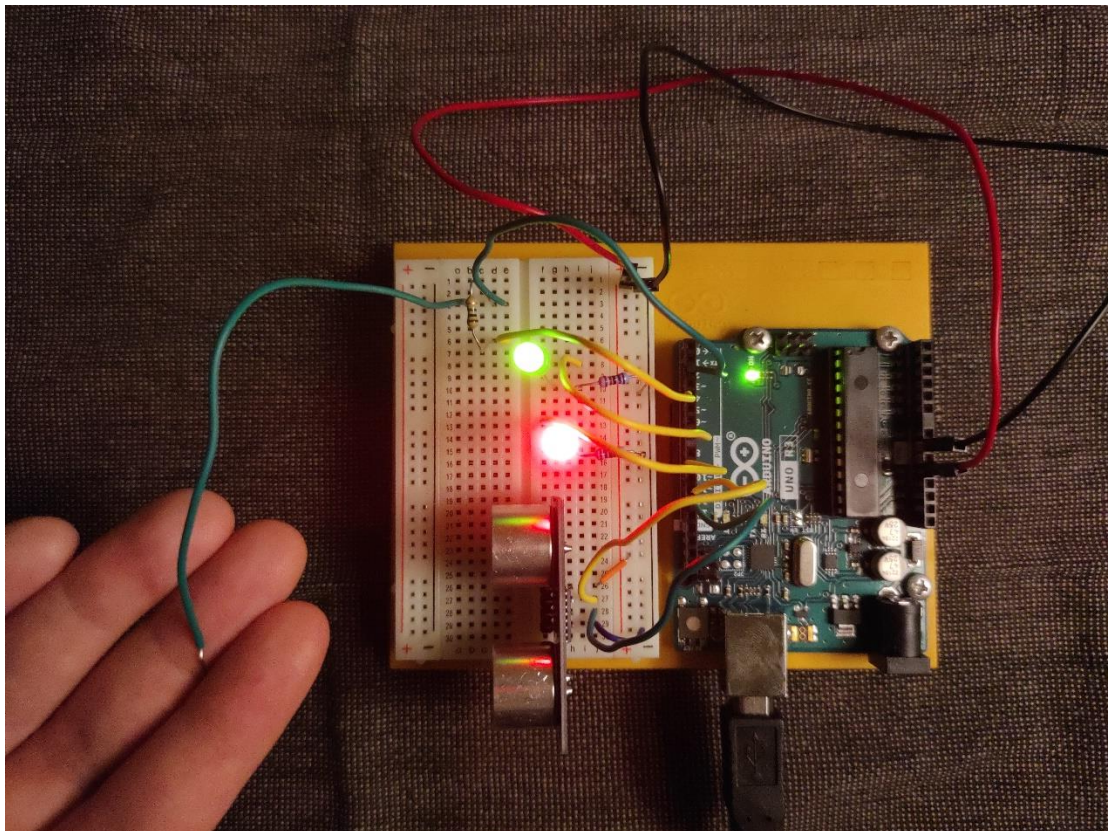
```

Εικόνα 16: Κώδικας Arduino για Ultrasonic Sensor

Το επόμενο στάδιο στον σχηματισμό του συστήματος της διάδρασης, ήταν η ταυτόχρονη λειτουργία των αισθητήρων και η δοκιμή τους με λαμπάκια led. Ο κώδικας της κοινής τους λειτουργίας αποτελεί μία συρραφή των δύο sketch που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Στο επόμενο σχέδιο φαίνεται η συνδεσμολογία που χρησιμοποιήθηκε για τους αισθητήρες και τα λαμπάκια. Παράλληλα, φαίνεται η αντικατάσταση του καλωδίου διεπαφής του αισθητήρα αφής, με ένα καλώδιο που στις άκρες του έχει alligator clips. Η αλλαγή έγινε ώστε να υπάρχει μεγαλύτερος έλεγχος στο επόμενο βήμα όπου ο αισθητήρας χρησιμοποιεί ως διεπαφή τα φυτά. Στη συνέχεια, ακολουθεί μία φωτογραφία από τη ταυτόχρονη διάδραση με τους δύο αισθητήρες.



Εικόνα 17: Σχέδιο κυκλώματος Arduino για Capacitive Sensor - Ultrasonic Sensor και LED



Εικόνα 18: Στιγμιότυπο από δοκιμή Arduino με Capacitive Sensor - Ultrasonic Sensor - 2 LED

Το τελευταίο σημαντικό στοιχείο για την λειτουργία του Arduino είναι η μετάδοση των δεδομένων από τους αισθητήρες στο Pure Data. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η λειτουργία, αρχικά ξεκινά η σειριακή επικοινωνία με την εντολή *Serial.begin(9600)* εντός του *void setup()* και στη συνέχεια μέσω του *Serial.print(distance)*, *Serial.print(" ")* και *Serial.println()* στέλνονται τα δεδομένα ώστε να χρησιμοποιηθούν από το Pure Data με τους τρόπους που θα αναλυθούν στην επόμενη ενότητα. Η χρήση του *Serial.print(" ")* δημιουργεί ένα κενό μεταξύ των δεδομένων που αποστέλλονται για την απόσταση και την αφή, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια από το Pure Data ως δύο διακριτές τιμές.

4.2 Ήχος: Περιγραφή - έρευνα – σχεδιασμός

Το ηχητικό μέρος της προς υλοποίηση εγκατάστασης αποτελείται από τις δύο κεντρικές δομές, τη φύση και την πόλη. Η δομή της φύσης αποτελείται από τέσσερις επιμέρους ηχητικές δομές που δημιουργούνται σταδιακά αντιπροσωπεύοντας τη δημιουργία και την εξέλιξη στη φύση. Η δομή της πόλης χωρίζεται στην πρώτη κατάσταση που αφορά το κομμάτι της συνύπαρξης και στην δεύτερη που αντιπροσωπεύει την καταπάτηση από τον άνθρωπο και την αντίδραση της φύσης. Στη συνέχεια θα αναλυθεί ο ήχος ως προς την ατμόσφαιρα που επιδιώκεται και ως το σύστημα μέσα από το οποίο δημιουργείται το ηχοτοπίο.

4.2.1 Περιγραφή της ατμόσφαιρας του ηχοτοπίου

Όπως αναφέρθηκε, το ηχοτοπίο της φύσης σχηματίζεται σταδιακά κατά το πέρασμα του χρόνου καθώς ολοκληρώνονται τα τέσσερα μέρη του. Ο βαθμιαίος σχηματισμός του ηχοτοπίου συμβάλει στην αίσθηση της εξέλιξης καθώς κάθε επιμέρους τμήμα αυξάνει την πολυπλοκότητα στο ηχοτοπίο μέσω της ποικιλίας και της ποιότητας των ήχων. Το πρώτο μέρος χαρακτηρίζεται από μία απόκοσμη ατμόσφαιρα στην οποία συντελούνται εσωτερικές διεργασίες και επικρατούν σκοτεινοί ήχοι χαμηλής συχνότητας. Στο δεύτερο μέρος, ο ήχος διαχωρίζεται σε νέες δομές και δέχεται υφές που θα εξελιχθούν σε διακριτά στοιχεία στο τρίτο μέρος. Η ολοκλήρωση του ηχοτοπίου γίνεται στο τέταρτο μέρος όπου οι ήχοι είναι πλέον αναγνωρίσιμοι και οικείοι στον επισκέπτη καθώς προκύπτουν από ηχογραφημένους

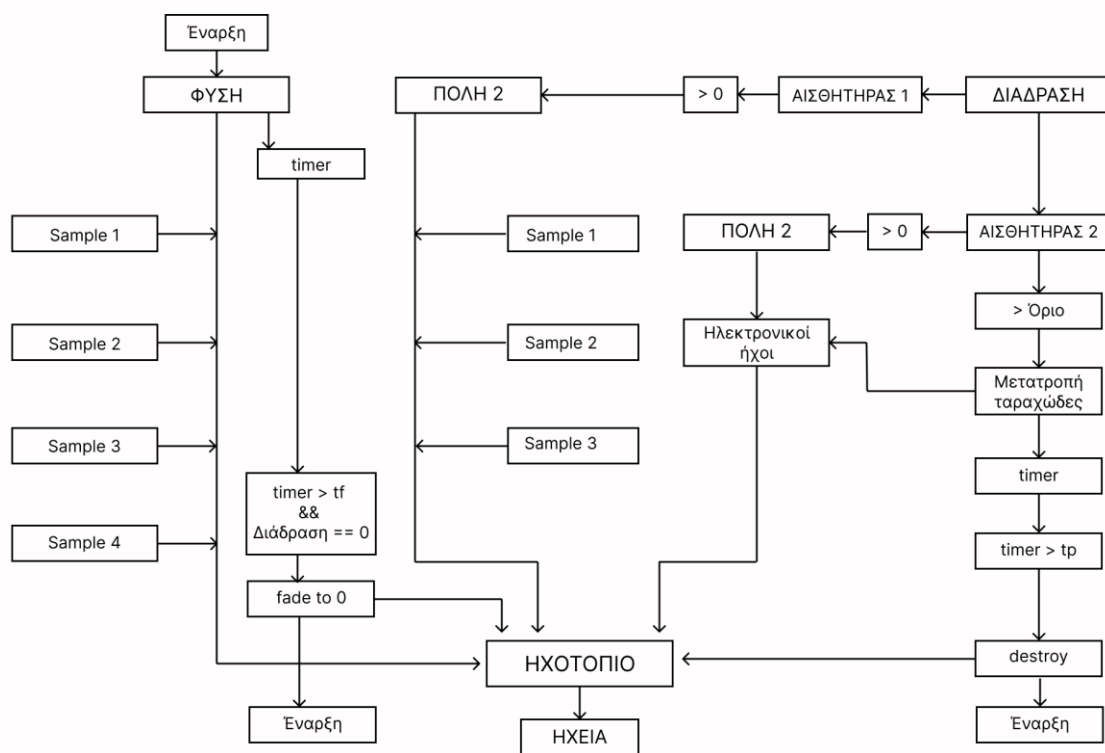
ήχους του φυσικού χώρου. Κάθε τμήμα είναι πιθανό να εκτελείται σε διαφορετική χρονική διάρκεια και ένταση. Συγκεκριμένα, το τέταρτο μέρος διαρκεί για περισσότερο χρόνο ώστε ο επισκέπτης να αισθανθεί οικειότητα καθώς αφορά το χρονικό πλαίσιο το οποίο αναγνωρίζει. Στόχος είναι να δημιουργηθούν οι συνθήκες για τη διάδραση με τα φυτά, να συνεχιστεί η εγκατάσταση με την προσθήκη του ηχοτοπίου της πόλης και να καταλήξει στις μετέπειτα αποφάσεις που θα πρέπει να λάβει ο επισκέπτης.

Ο κανόνας σύμφωνα με τον οποίο λειτουργεί το ηχοτοπίο της πόλης, προκύπτει από τη θεώρηση πως η συνύπαρξη του ανθρώπου και της φύσης μπορεί να αναδείξει ένα κλίμα ευημερίας όταν τηρούνται οι ισορροπίες μεταξύ τους. Ωστόσο, αν ο άνθρωπος προσπαθήσει να υπερισχύσει και γίνει πολύ επιδραστικός θα δεχθεί την επίθεση/άμυνα της φύσης που στην εγκατάσταση θα αποδίδεται με την μετατροπή του ηχοτοπίου σε ταραχώδες και αφιλόξενο. Ο επισκέπτης έρχεται αντιμέτωπος με δύο επιλογές, είτε να καταλάβει το πρόβλημα αλλάζοντας τη στάση του και να επιστρέψει στην προηγούμενη πιο ευχάριστη κατάσταση, είτε να συνεχίσει να είναι παρεμβατικός οδηγώντας τη φύση στο απόλυτο ηχητικό χάος και την καταστροφή του ηχοτοπίου. Εφόσον η διάδραση φτάσει στο σημείο της καταστροφής, ο ήχος θα διακόπτεται και στην εγκατάσταση θα επικρατεί σιγή. Ύστερα από ένα σύντομο χρονικό διάστημα το ηχοτοπίο της φύσης ξεκινά και πάλι να χτίζεται χωρίς τον άνθρωπο, ακολουθώντας το σκεπτικό ότι η φύση υπάρχει και θα υπάρχει με ή χωρίς αυτόν. Το ηχοτοπίο της συνύπαρξης, πόλη και φύση, αποτελεί ένα συνδυασμό ηχογραφημένων και ηλεκτρονικών ήχων που θα υπάρχουν παράλληλα με το ηχοτοπίο της φύσης. Η εναλλαγή στη δεύτερη εκδοχή του ηχοτοπίου της πόλης γίνεται με την παραμόρφωση του σήματος και την προσθήκη θορύβου. Όσο η διάδραση πλησιάζει το όριο της καταστροφής τόσο η ένταση αυξάνεται, το περιβάλλον γίνεται χαοτικό και τελικά καταστρέφεται φέρνοντας τη σιγή.

4.2.2 Το σύστημα του ηχοτοπίου

Οι δύο δομές, φύση και πόλη, συνδέονται ώστε να δημιουργήσουν το κεντρικό ηχοτοπίο της εγκατάστασης, με την πόλη να μεταβάλλεται ανάλογα με τα δεδομένα που προκύπτουν από τους αισθητήρες. Κατά συνέπεια, το σύστημα διαχωρίζεται σε τρεις ηχητικές καταστάσεις που προκύπτουν από τις πηγές που συμμετέχουν στο τελικό ακουστικό αποτέλεσμα. Η πρώτη κατάσταση αφορά την σταθερή λειτουργία του ηχοτοπίου που αναλογεί στη φύση που δομείται, ολοκληρώνεται και επαναλαμβάνεται. Η δεύτερη κατάσταση αφορά τη συνύπαρξη των ηχοτοπίων της φύσης και της πόλης εφόσον εντοπιστεί από τον αισθητήρα απόστασης η

παρουσία επισκέπτη στο χώρο και ο αισθητήρας αφής λειτουργεί εντός των προκαθορισμένων ορίων. Η τρίτη κατάσταση ελέγχεται από τον αισθητήρα αφής και προκύπτει με τον χαρακτηρισμό της διάδρασης ως υπερβάλλουσας μόλις τα δεδομένα καταγραφής ξεπεράσουν τα όρια. Οι τρεις καταστάσεις λειτουργούν μέσω ενός συστήματος που εκτελείται σε πραγματικό χρόνο στο λογισμικό Pure Data και δέχεται τα δεδομένα των αισθητήρων που στέλνονται μέσω διασύνδεσης με την πλακέτα Arduino. Η ακόλουθη εικόνα παρουσιάζει ένα διάγραμμα από το στάδιο του σχεδιασμού του συστήματος, που παρουσιάζει την αλληλουχία των συνδέσεων για τη δημιουργία του ηχοτοπίου.



Εικόνα 19: Διάγραμμα λειτουργίας συστήματος ήχου

Το Pure Data είναι ένα open source λογισμικό για visual programming, δηλαδή "ένα πρόγραμμα που υλοποιεί έναν αλγόριθμο ήχου διαγραμματικά συνδέοντας διαφορετικά αντικείμενα γραφικών στη σειρά."⁵⁰ Όπως κάθε πρόγραμμα visual programming, το Pure Data λειτουργεί με τη σύνδεση γραφικών αντικειμένων μέσω του patch chord (καλώδιο σύνδεσης). Τα αντικείμενα υλοποιούν συγκεκριμένες λειτουργίες ανάλογα με τις οποίες

⁵⁰ Ταξιάρχης Διαμαντόπουλος, *Η Μουσική των Υπολογιστών* (Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ, 2014), 129.

εμφανίζονται σημεία εισόδου και εξόδου ώστε να συνδέονται μέσω του patch chord. Η ένωση των διάφορων αντικειμένων κατ' αυτόν τον τρόπο ονομάζεται patch και αποτελεί μία ηχητική δομή στην οποία μεταδίδονται πληροφορίες για τον ήχο και τον τρόπο λειτουργίας του.⁵¹

Η χρήση του Pure Data επιτρέπει τη δημιουργία του ηχοτοπίου ως ένα προϊόν αλγοριθμικής σύνθεσης. Σύμφωνα με τους Θ. Λώτη και Τ. Διαμαντόπουλο στο βιβλίο *Μουσική πληροφορική και μουσική με υπολογιστές*, «στη μουσική με υπολογιστές χρησιμοποιούμε τρία δομικά πρότυπα ή δομικά επίπεδα συχνά αλληλοσυμπληρούμενα, το μικροσκοπικό επίπεδο, το επίπεδο της νότας και το επίπεδο των δομικών μονάδων (building blocks).»⁵² Η σύνθεση του ηχοτοπίου αναλύεται σε δύο επίπεδα, αρχικά σε δομικές μονάδες με τη χρήση ηχογραφημένων ηχητικών δειγμάτων (samples) για τη φύση και τη πόλη, και στη συνέχεια σε μικροσκοπικό επίπεδο δημιουργώντας ηλεκτρονικούς ήχους με την χρήση παραμέτρων όπως η συχνότητα, η ένταση και η διάρκεια. Στο μικροσκοπικό επίπεδο εισάγονται και οι τιμές που προκύπτουν από τον αισθητήρα αφής που μεταβάλλουν τις παραμέτρους των ηλεκτρονικών ήχων.

Η ανάλυση του ηχητικού συστήματος θα πραγματοποιηθεί σε τέσσερα μέρη, στη δημιουργία και διαχείριση των ηχητικών δειγμάτων (samples), στη δημιουργία των ηλεκτρονικών ήχων, στην είσοδο και διαχείριση των δεδομένων από τους αισθητήρες και στη συνολική λειτουργία του patch ως ένα σύστημα που παράγει ένα κοινό αποτέλεσμα.

4.2.2.1 Ηχητικά δείγματα (samples)

Η υλοποίηση του ηχητικού μέρους της εγκατάστασης πραγματοποιήθηκε σε τέσσερα στάδια. Το πρώτο στάδιο αφορά την λήψη αποφάσεων για το είδος των ήχων και την ηχογράφησή τους. Αρχικά, έγινε η περιγραφή των χαρακτηριστικών των ήχων που θα αποτελούσαν το ηχοτοπίο της φύσης. Οι ήχοι χαρακτηρίστηκαν είτε ως ποιότητες (π.χ. απαλός, τραχύς, έντονος) είτε ως αναγνωρίσιμους ήχους περιβάλλοντος (π.χ. ποτάμι, βροχή, πέτρες, κλαδιά). Εφόσον δημιουργήθηκε μία λίστα με επιθυμητούς ήχους, πραγματοποιήθηκαν ηχογραφήσεις σε δύο τοποθεσίες με διαφορετικό βαθμό ανθρώπινης παρέμβασης. Η πρώτη τοποθεσία είναι ένας μικρός οικισμός όπου ηχογραφήθηκαν ήχοι όπως βροχή, βροντές, μέταλλα, οικίσματα ζώα και οχήματα. Η δεύτερη τοποθεσία βρίσκεται σε δασικό χώρο και μακριά από

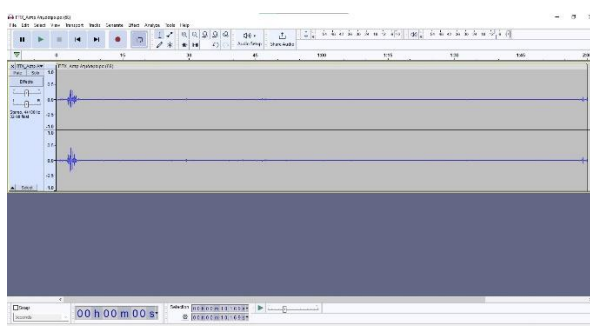
⁵¹ Διαμαντόπουλος, 233.

⁵² Θεόδωρος Λώτης και Ταξιάρχης Διαμαντόπουλος, *Μουσική πληροφορική και μουσική με υπολογιστές* (Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις, 2015), 73, <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/4907>.

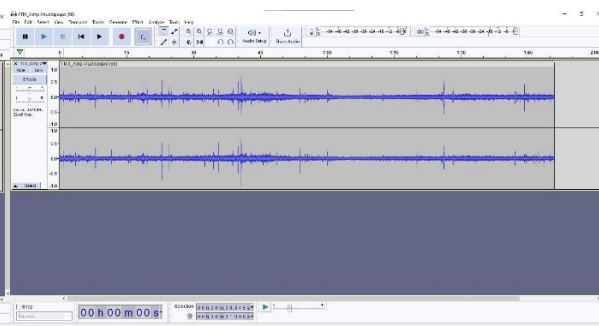
οποιαδήποτε ανθρώπινη παρέμβαση, το δάσος διατρέχεται από ποτάμι το οποίο ηχογραφήθηκε. Στο επόμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε διαλογή ήχων και επεξεργασία στο Audacity ώστε να βελτιωθούν και να είναι πιο διαχειρίσιμοι. Το τρίτο στάδιο αφορά την επεξεργασία και τη σύνθεση των ηχητικών δειγμάτων του ηχοτοπίου μέσω του Reaper. Τέλος, στο τέταρτο στάδιο ενώνονται τα ηχητικά δείγματα για τη φύση και τη πόλη. Στη συνέχεια θα αναλυθούν οι διαδικασίες και οι λειτουργίες που αφορούν τα τρία λογισμικά.

Audacity

Το Audacity, όπως και το Reaper που θα αναλυθεί στη συνέχεια, είναι ψηφιακά συστήματα ηχητικής επεξεργασίας (DAW - Digital Audio Workstation) και αποτελούν ολοκληρωμένους σταθμούς για την ηχογράφιση, την επεξεργασία και τη παραγωγή ηχητικών αρχείων.⁵³ Η χρήση του Audacity έγινε για βασικές επεξεργασίες ώστε να βελτιωθούν οι ήχοι. Συγκεκριμένα, αφαιρέθηκαν διαστήματα σιγής, θόρυβοι και ήχοι ώστε κάθε αρχείο να αφορά μία συγκεκριμένη πηγή ή κατάσταση και έγινε fade in/out όπου κρίθηκε αναγκαίο. Ωστόσο, η πιο σημαντική επεξεργασία που έγινε ήταν η διαμόρφωση της τελικής στάθμης του ήχου με τη χρήση normalize καθώς ανέδειξε ήχους που λόγω θορύβου ήταν αδύνατο να ακουστούν ενώ έκρυβαν πολύτιμες πληροφορίες όπως το κελάηδισμα πουλιών. Η χρήση του normalize φαίνεται στις ακόλουθες κυματομορφές που παρουσιάζουν το πριν και το μετά της επεξεργασίας σε ένα αρχείο που στόχευε στην καταγραφή ατμόσφαιρας. Πριν τη χρήση του normalize, το ακουστό αποτέλεσμα ήταν κάποιες συχνότητες χωρίς ξεκάθαρη προέλευση, αλλά όπως φαίνεται στη δεύτερη κυματομορφή εμφανίστηκαν διακριτοί ήχοι όμως με την ενίσχυση του θορύβου.



Εικόνα 20: Ήχος πριν την εφαρμογή Normalize

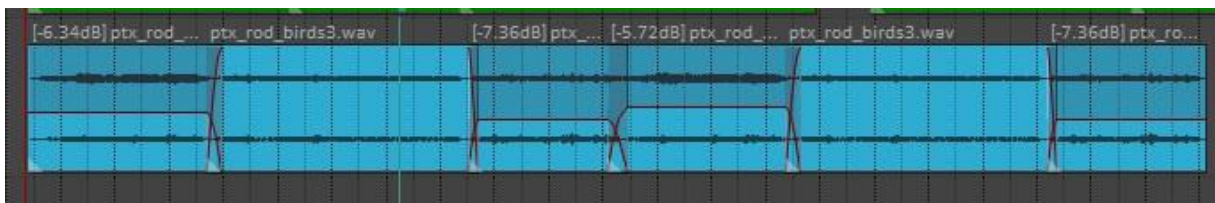


Εικόνα 21: Ήχος μετά την εφαρμογή Normalize

⁵³ Λώτης και Διαμαντόπουλος, *Μουσική πληροφορική*, 154.

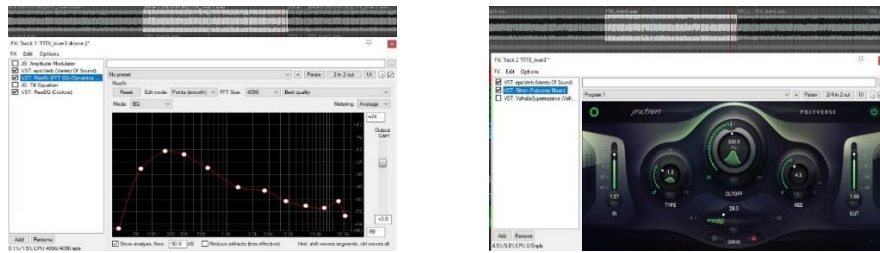
Reaper

Η χρήση του Reaper επιλέχθηκε για την περαιτέρω επεξεργασία και την μίξη των ηχογραφημένων ήχων ώστε να δημιουργηθούν ηχητικά δείγματα (samples) με τα χαρακτηριστικά που ορίστηκαν από την σημειογραφία κατά το στάδιο της ιδέας. Οι επεξεργασίες πραγματοποιήθηκαν για να δημιουργηθούν samples που θα λειτουργούν είτε ως drone είτε ως ευδιάκριτα στοιχεία με διάρκεια από 5 έως 30 δευτερόλεπτα. Για κάποιους ήχους που ακολουθούν τα κεντρικά στοιχεία της παρτιτούρας, όπως ο κορμός και τα κλαδιά, επιλέχθηκε μεγαλύτερη διάρκεια και επεξεργασία ώστε η αρχή και το τέλος να μπορούν να ενωθούν δημιουργώντας την αίσθηση ενός drone. Ενώ για τα υπόλοιπα στοιχεία, η διάρκεια είναι σύντομη με ευδιάκριτα σημεία ώστε να λειτουργούν σε ένα πιο τυχαίο και αυτόνομο πλαίσιο. Ορισμένα samples δημιουργήθηκαν με την μίξη περισσότερων ήχων ώστε να αποδοθεί ένα σύνθετο ηχητικό αποτέλεσμα με περισσότερες υφές. Ένα παράδειγμα αποτελεί το sample που δημιουργήθηκε από την μίξη ήχων διαφόρων πουλιών και παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα. Η μίξη τους έγινε με την επιλογή συγκεκριμένων σημείων από τις ηχογραφήσεις, την προσαρμογή της έντασης στο κάθε απόσπασμα και την ένωσή τους με crossfade.



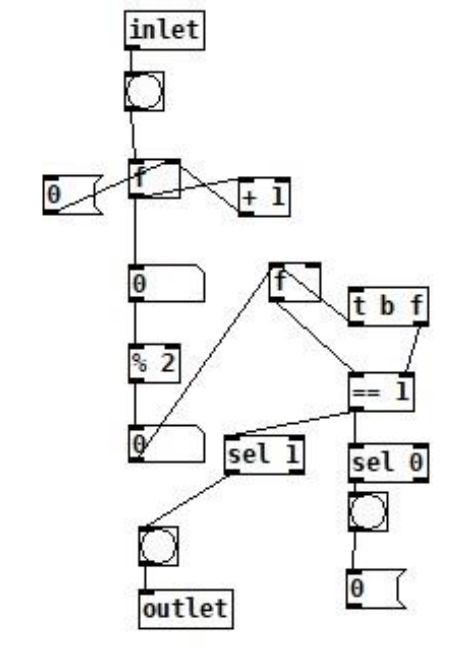
Εικόνα 22: Παράδειγμα sample με μίξη πολλών ήχων

Οι επόμενες επεξεργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο Reaper έγιναν ώστε να αποκτήσουν τα samples τα στοιχεία της ατμόσφαιρας του ηχοτοπίου. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν plugins όπως το equalizer (EQ), το reverb και το delay με τα οποία δημιουργήθηκαν διαφορετικές εκδοχές για τους ίδιους ήχους και διορθώθηκαν προβλήματα όπως ο υπερβολικός θόρυβος που προέκυψε με τη χρήση normalize στο Audacity. Ένα παράδειγμα αποτελούν οι ήχοι των πουλιών στους οποίους χρησιμοποιήθηκε το normalize ώστε να γίνουν ακουστά, αλλά ενισχύθηκε και ο θόρυβος με αποτέλεσμα να είναι εκκωφαντικός κατά την μίξη του με άλλους ήχους. Η διόρθωση έγινε με τη χρήση του EQ που έκοψε τις χαμηλές συχνότητες χωρίς πρόβλημα καθώς οι ήχοι των πουλιών είχαν υψηλή συχνότητα.



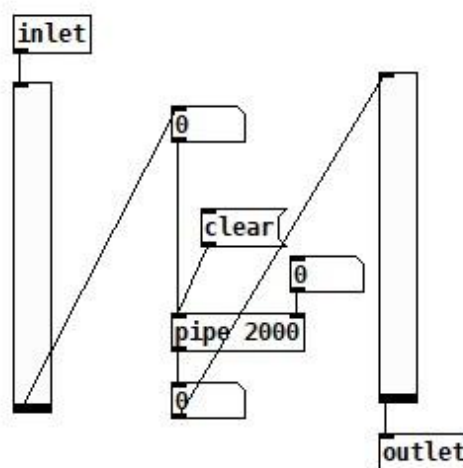
Pure Data

Εφόσον δημιουργήθηκαν τα samples για τη φύση και τη πόλη τέθηκαν ως ηχητικές πηγές στο γενικό σύστημα του Pure Data στις αντίστοιχες θέσεις εντός του patch. Κατά την περιγραφή της γραφικής σημειογραφίας, αναφέρθηκε ότι τα μέρη του φυτού αλλάζουν σταδιακά το μέγεθος τους ώστε να δώσουν χώρο στα νέα στοιχεία να αναπτυχθούν. Το ηχοτοπίο της φύσης ξεκινά με ήχους που εμφανίζονται με γραμμικό τρόπο και στην συνέχεια αποκτά ήχους που αντιστοιχούν σε πιο ευδιάκριτα και τυχαία στοιχεία όπως η γύρη. Ο τρόπος με τον οποίο δομούνται οι ήχοι που εμφανίζονται γραμμικά, είναι με τη χρήση μετρητή που τροφοδοτείται κάθε φορά που ολοκληρώνει ένας ήχος μία αναπαραγωγή του. Συγκεκριμένα, ο μετρητής μετρά πόσες φορές έχει εκτελεστεί ένας ήχος και στη συνέχεια ελέγχει μέσω συνθήκης τις φορές που έχει αναπαραχθεί. Μόλις εκπληρωθεί η συνθήκη του μετρητή πυροδοτείται ο επόμενος ήχος που εντάσσεται στο ηχοτοπίο.



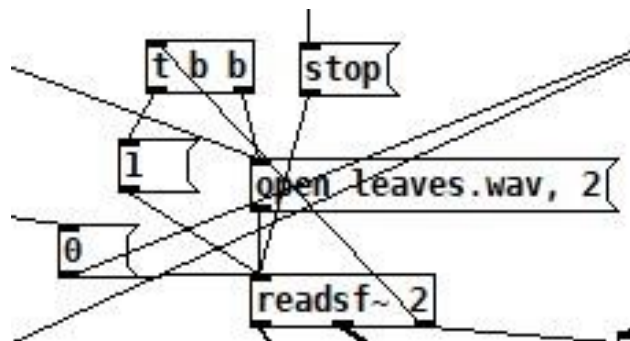
Εικόνα 24: Pure Data, μετρητής

Αυτή η προσαρμογή του μεγέθους και του χώρου που καταλαμβάνουν τα στοιχεία αντιστοιχίστηκε με την ένταση των samples που ακούγονται σε κάθε σημείο του ηχοτοπίου. Επομένως, έπρεπε να δημιουργηθεί ένας μηχανισμός μέσω του οποίου θα αλλάζει η ένταση των προηγούμενων στοιχείων ώστε με την προσθήκη των νέων ήχων να διατηρείται η συνολική ηχητική στάθμη σταθερή. Ο μηχανισμός που δημιουργήθηκε μειώνει την ένταση της ηχητικής πηγής ως αναλογία της αύξησης της νέας. Για παράδειγμα, το πρώτο sample που εκκινεί το ηχοτοπίο είναι το drone που αναλογεί στο πρώτο μέρος της σύνθεσης για τη φύση και κατά συνέπεια καταλαμβάνει όλο τον ηχητικό χώρο. Με την έλευση του δεύτερου drone που συνθέτει το πρώτο μέρος, πρέπει να πραγματοποιηθεί μία εξομάλυνση στις ηχητικές στάθμες με το πρώτο sample να μειώνεται και το δεύτερο να αυξάνεται. Αντιστοίχως, με το πέρασμα του χρόνου και την έλευση των επόμενων στοιχείων προσαρμόζεται η ένταση και για τα υπόλοιπα samples. Ο μηχανισμός λειτουργεί με τη χρήση sliders δηλαδή αντικειμένων που παράγουν διαδοχικές τιμές στην έξοδο τους καθώς μετακινείται ο δείκτης τους. Τα sliders συνδέονται και μεταξύ τους παρεμβάλλεται μία εντολή που αποκόπτει το ανάλογο ποσοστό από τον πρώτο slider. Στη συνέχεια, το εισάγει στο δεύτερο δημιουργώντας ένα ομαλό fade με τη χρήση ορίσματος για την καθυστέρηση της αλλαγής. Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται ένας μηχανισμός με sliders που λειτουργεί ως fade κατά την εκκίνηση ενός νέου ήχου. Ο μηχανισμός λειτουργεί εντός subpatch που έχει δημιουργηθεί στο οποίο εισάγεται μία τιμή με τη χρήση του inlet και εξάγεται ένα αποτέλεσμα μέσω του outlet. Στο μηχανισμό κεντρικό στοιχείο είναι το pipe που λειτουργεί ως καθυστέρηση ανάλογα με την τιμή του αριθμού που δίνεται ως όρισμα σ' αυτό.



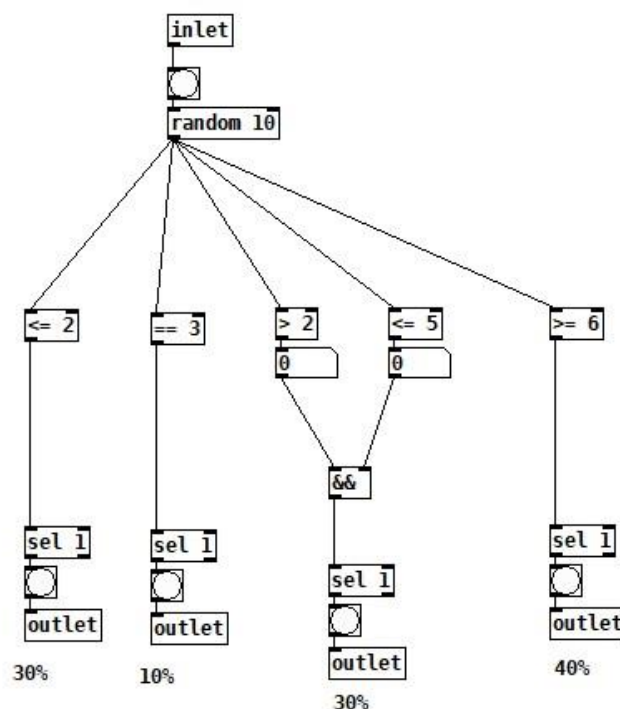
Εικόνα 25: Pure Data Sliders Fader

Αρχικά, τα samples στα πρώτα στάδια έχουν μεγαλύτερη διάρκεια, λειτουργούν επαναληπτικά και αλλάζουν μόνο στην ένταση αναπαραγωγής. Η επαναληπτική αναπαραγωγή των ήχων προκύπτει από έναν σύστημα που προκαλεί συνεχώς την εκκίνηση ενός ήχου αφού ολοκληρωθεί η διάρκειά του. Ο μηχανισμός αρχικά ανοίγει το αρχείο του ήχου με το message open, στην συνέχεια πραγματοποιεί την πρώτη αναπαραγωγή με την εντολή readsf~ και εφόσον ολοκληρωθεί το αρχείο πυροδοτείται εκ νέου η εντολή read μέσω του object trigger t b b. Το αντικείμενο trigger στέλνει από ένα bang (εντολή πυροδότησης) στο open και στο read με παρεμβολή μηνύματος με τιμή 1. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται σταθερά ώσπου να δοθεί το μήνυμα stop όπου θα σταματήσει την αναπαραγωγή του ήχου και κατά συνέπεια την λούπα.



Εικόνα 26: Pure Data, σύστημα επαναληπτικής αναπαραγωγής

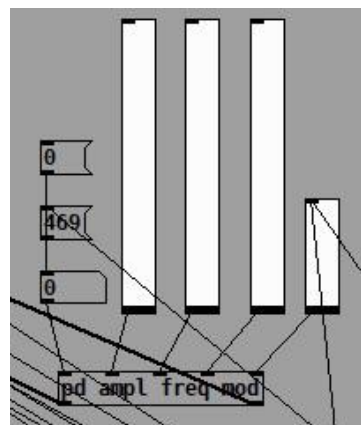
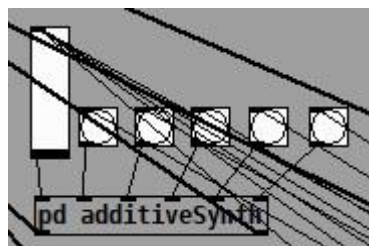
Καθώς τα samples που χρησιμοποιούνται γίνονται πιο ευδιάκριτα αλλάζει και ο τρόπος με τον οποίο αναπαράγονται. Τα samples που εμφανίζονται στη συνέχεια για τη φύση και την πόλη είναι σύντομα και έχουν χαρακτηριστικούς ήχους που κρίνεται προτιμότερο να μην αναπαράγονται γραμμικά. Επομένως, εντάσσεται στο σύστημα ένας μηχανισμός που παράγει τυχαίες τιμές οι οποίες ελέγχονται με βάση την πιθανότητα εμφάνισης που έχει επιλεγεί για κάθε ένα. Με αυτό τον τρόπο το σύστημα που αναπαράγει το ηχοτοπίο γίνεται δυναμικό και επιτρέπει την επανάληψη του ηχητικού μέρους της εγκατάστασης. Αυτό συμβαίνει καθώς προκύπτει ένα πλήθος ενδεχόμενων ηχοτοπίων από τις πιθανές εναλλαγές στη σειρά αναπαραγωγής των samples για τη φύση και τη πόλη αντίστοιχα. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το subpatch που αναπαράγει τυχαία τιμές μεταξύ 0-9 και στη συνέχεια εκτελεί τη συνθήκη στην οποία αντιστοιχεί ο αριθμός. Κάθε ποσοστό αντιστοιχίζεται στο βασικό Patch σε ένα συγκεκριμένο ήχο που αναπαράγεται κάθε φορά που λειτουργεί η συνθήκη που τον αφορά.



Εικόνα 27: Pure Data, σύστημα πιθανοτήτων

4.2.2.2 Ηλεκτρονικοί ήχοι

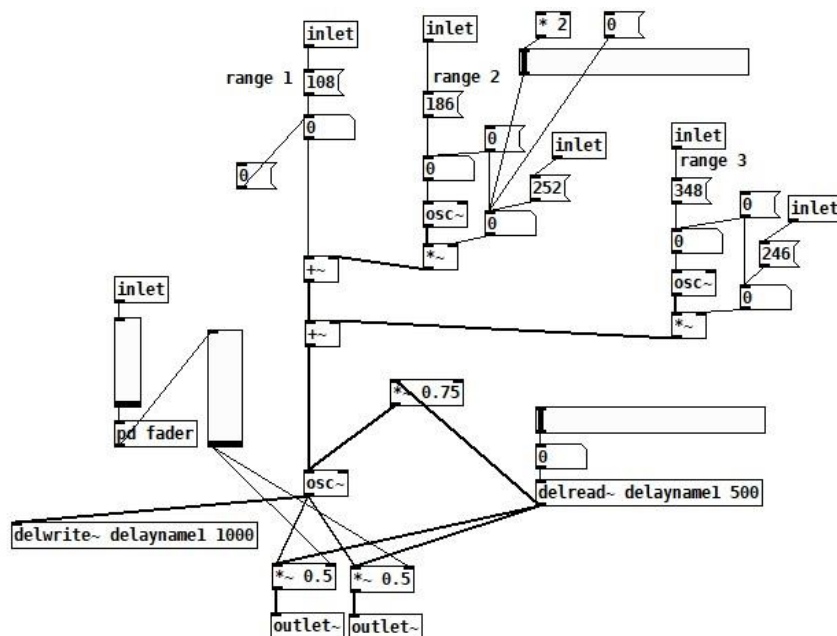
Ο δεύτερος τρόπος με τον οποίο δομείται το ηχοτοπίο είναι η σύνθεση ηλεκτρονικών ήχων κατά την αναγνώριση της διάδρασης μέσω του αισθητήρα αφής. Η επιλογή για τη σύνδεση της αφής με τους ηλεκτρονικούς ήχους, γίνεται ώστε να συσχετιστεί η αλλαγή του ηχοτοπίου με τη κίνηση του επισκέπτη. Η σύνθεση του ήχου γίνεται αρχικά ώστε να λειτουργεί αρμονικά σε σχέση με τους ήδη υπάρχοντες ήχους που ακούγονται με την αναπαραγωγή των samples. Εφόσον, συντρέχουν οι συνθήκες για την μετατροπή του ηχοτοπίου λόγω της υπερβολικής χρήσης του φυτού, οι ηλεκτρονικοί ήχοι μετατρέπονται κατάλληλα και προστίθενται σε αυτούς στοιχεία που θα τονώσουν το αίσθημα ταραχής. Η σύνθεση των ηλεκτρονικών ήχων πραγματοποιείται με δύο τρόπους: με προσθετική σύνθεση και με διαμόρφωση συχνοτήτων. Οι δύο τεχνικές εκφράζονται στο βασικό Patch με δύο subpatches που δέχονται τις ενέργειες που προκύπτουν από τους αισθητήρες. Οι εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζουν το subpatch για την προσθετική σύνθεση και το subpatch του διαμορφωτή συχνοτήτων όπως αυτά φαίνονται στο βασικό Patch του συστήματος.



Εικόνα 28: Pure Data, προσθετική σύνθεση

Εικόνα 29: Pure Data, διαμορφωτής συχνότητας

Αρχικά, η σύνθεση των ηλεκτρονικών ήχων γίνεται με τη χρήση ημιτονοειδών ταλαντωτών που λειτουργούν διακριτικά ενταγμένοι στο συνολικό ηχοτοπίο της συνύπαρξης φύσης και πόλης. Οι ηλεκτρονικοί ήχοι δημιουργούνται με την αποστολή bang στο Subpatch στο οποίο πραγματοποιείται προσθετική σύνθεση. Συγκεκριμένα, εντός του subpatch δημιουργούνται ήχοι με την εκτέλεση μηνυμάτων που στέλνουν καθορισμένες συχνότητες στον ταλαντωτή $\text{osc} \sim$ ώστε να δημιουργηθεί ένα ημιτονοειδές σήμα. Όσο εντοπίζονται αλλαγές στις τιμές του αισθητήρα προστίθενται στο σήμα νέες συχνότητες που αφορούν το επίπεδο της διάδρασης του επισκέπτη και εμπλουτίζουν το αρχικό σήμα. Η πρόσθεση των νέων συχνοτήτων πραγματοποιείται με χρήση του αντικειμένου πρόσθεσης σήματος $+\sim$.



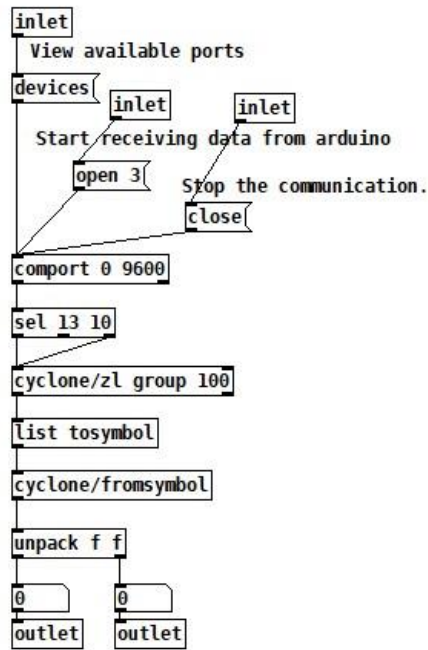
Εικόνα 30: Pure Data, προσθετική σύνθεση

4.2.2.3 Δεδομένα των αισθητήρων

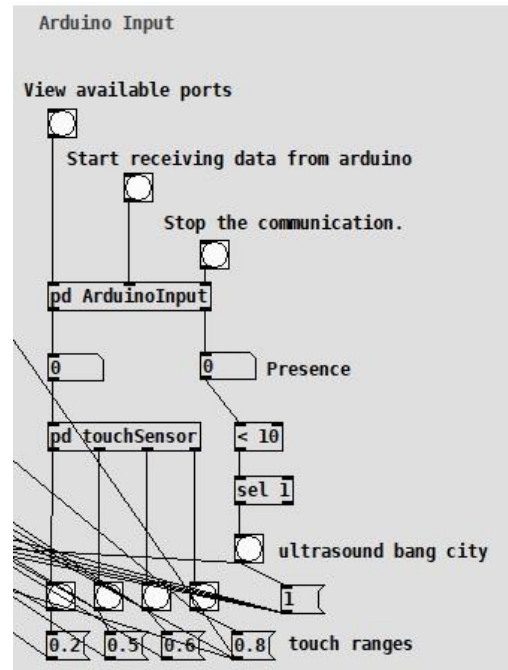
Όπως έχει αναφερθεί, στο σύστημα ο ήχος της πόλης δομείται σε δύο επίπεδα, με τη χρήση *sample* και με τη δόμηση του σε επίπεδο συχνοτήτων. Ωστόσο, κάθε ήχος που αντιστοιχεί στην πόλη και κατά συνέπεια στον άνθρωπο προκύπτει από τη διάδραση του επισκέπτη στο χώρο της εγκατάστασης. Η διάδραση ελέγχεται από τους δύο αισθητήρες που λαμβάνουν τα δεδομένα τους, τα στέλνουν στο Arduino και μέσω μίας εντολής στον κώδικα του στέλνονται στο Pure Data όπου λαμβάνονται από την αντίστοιχη εντολή ώστε να διαβαστούν και να επηρεάσουν το ηχοτοπίο. Η σύνδεση των δύο λογισμικών γίνεται με την εξασφάλιση μίας πόρτας επικοινωνίας μεταξύ τους και την αποστολή πακέτων σειριακής επικοινωνίας. Η επικοινωνία τους πραγματοποιείται σύμφωνα με το μοντέλο *client-server* όπου η μία πλευρά (*client*) κάνει ένα αίτημα και η άλλη (*server*) το δέχεται και το εξυπηρετεί.⁵⁵ Το πακέτο που επιστρέφει στο Pure Data από τον αισθητήρα αφής είναι ένα σήμα με εύρος τιμών 0 έως 1023 ενώ από τον αισθητήρα απόστασης λαμβάνεται το εύρος απόστασης του δηλαδή 2 έως 400. Για να επιτευχθεί η επικοινωνία μεταξύ του Arduino και του Pure Data απαιτείται η επικοινωνία μέσω συγκεκριμένου *port*, σε αυτή την περίπτωση το *serial port 3*.

Η ενεργοποίηση της επικοινωνίας πραγματοποιείται στο *subpatch ArduinoInput* κατά την εκκίνηση της εγκατάστασης. Εκεί ελέγχονται οι διαθέσιμες συσκευές μέσω του μηνύματος *devices* και επιτυγχάνεται η επικοινωνία μέσω του μηνύματος *open 3*, με το 3 να αναφέρεται στο διαθέσιμο *port*. Η επικοινωνία σταματάει μέσω του μηνύματος *close*. Στο σύστημα χρησιμοποιείται το αντικείμενο *comport* και η βιβλιοθήκη *cyclone* ώστε να γίνει η λήψη των μηνυμάτων και να μεταφραστούν σε διακριτές τιμές. Στη συνέχεια, μέσω του αντικειμένου *unpack f f* όπου *f = float*, δηλαδή δεκαδικός αριθμός, λαμβάνονται οι τιμές για κάθε αισθητήρα. Η διαδικασία συνεχίζεται στο βασικό Patch όπου ελέγχονται οι τιμές των αισθητήρων ώστε να σταλθεί η κατάλληλη τιμή που θα επηρεάσει την αντίστοιχη δομή του ήχου της πόλης.

⁵⁵ Διαμαντόπουλος, *Η μουσική των Υπολογιστών*, 349.



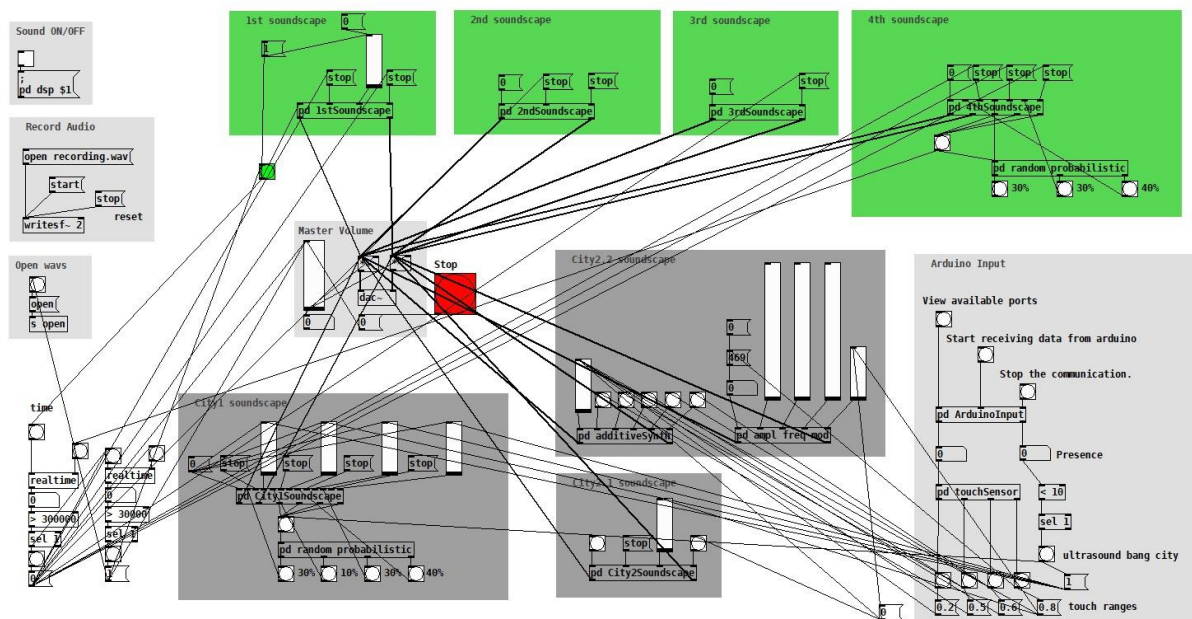
Εικόνα 32: Pure Data, subpatch μετατροπή δεδομένων



Εικόνα 33: Pure Data, εισαγωγή δεδομένων Arduino

4.2.2.4 To patch

Όσα στοιχεία έχουν αναφερθεί έως τώρα ολοκληρώνονται ως μέρη του γενικού ηχητικού συστήματος, δηλαδή ως επιμέρους δομές του κεντρικού patch. Σ' αυτό τοποθετείται κάθε στοιχείο και ενεργοποιείται ανάλογα με τους κανόνες λειτουργίας του συστήματος όπως έχουν οριστεί κατά την περιγραφή. Στο patch λειτουργούν μικροί μηχανισμοί που επιτρέπουν τη διαχείριση των κεντρικών δομών και τη σύνδεση τους με το τελικό ηχοτοπίο που αναπαράγεται από τα ηχεία. Οι διαδικασίες που πραγματοποιούνται στο γενικό πλαίσιο του συστήματος είναι η εκκίνηση του συστήματος με την ενεργοποίηση των μηχανισμών της φύσης, η χρονομέτρηση του συστήματος και ο έλεγχος για την ύπαρξη διάδρασης, ο έλεγχος των ορίων για τη διάδραση, η χρονομέτρηση του κακού χειρισμού από τον επισκέπτη και η αποστολή εντολών για διακοπή του ηχοτοπίου και την επανεκκίνηση. Ακόμη, μέσω του κεντρικού patch ενεργοποιείται ο ήχος, διαχειρίζεται η ηχητική στάθμη του τελικού σήματος και η επικοινωνία με τους αισθητήρες που αναφέρθηκε προηγουμένως. Στο patch υπάρχουν οι μηχανισμοί που λειτουργούν κρυμμένοι από το σύνολο μέσα στα subpatch ώστε να είναι ξεκάθαρες οι κεντρικές δομικές συνθέσεις. Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται το συνολικό Patch του συστήματος που περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία του συστήματος.



Εικόνα 34: Pure Data Patch

4.3 Website

4.3.1 Γλώσσες προγραμματισμού

Όπως έχει αναφερθεί, για λόγους καταγραφής δημιουργήθηκε μία ιστοσελίδα αποκλειστικά για το έργο και την διαδικασία της δημιουργίας του. Η δομή της ιστοσελίδας είναι γραμμένη με HTML (HyperText Markup Language), για την εμφάνιση και τη μορφοποίηση έχει χρησιμοποιηθεί CSS και για μερικά επιμέρους λειτουργικά ζητήματα έχει δημιουργηθεί κώδικας σε JavaScript.

Η HTML αποτελεί το βασικό δομικό στοιχείο του διαδικτύου καθώς αφορά το περιεχόμενο που συνθέτει μία ιστοσελίδα. Ο όρος "Hypertext" (Υπερκείμενο) αναφέρεται στους συνδέσμους που συνδέουν τις σελίδες είτε εντός της ίδιας ιστοσελίδας είτε μεταξύ άλλων ιστοσελίδων στο διαδίκτυο. Όπως σημειώνεται στο αποθετήριο Mdn Web Docs, "Οι σύνδεσμοι είναι μία θεμελιώδης πτυχή του διαδικτύου. Με το ανέβασμα περιεχομένου στο διαδίκτυο και στη σύνδεσή του με σελίδες άλλων ανθρώπων, γίνεσαι ένας ενεργός συμμετέχων στον Παγκόσμιο Ιστό." Η λέξη "Markup" (σήμανση) αναφέρεται στη πρόσθεση και διαχείριση των κειμένων, εικόνων και άλλων υλικών που παρουσιάζονται στο πρόγραμμα περιήγησης (browser) του επισκέπτη της ιστοσελίδας.⁵⁶

⁵⁶ "HTML: HyperText Markup Language," Mdn Web Docs, Mozilla, last modified July 18, 2023, <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>.

Το δεύτερο επίπεδο επεξεργασίας τις ιστοσελίδας πραγματοποιήθηκε με χρήση της CSS. Η CSS, συντομογραφία του Cascading Style Sheets, χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση του περιεχομένου της σελίδας που έχει δημιουργηθεί ως δομή με την HTML. Η CSS περιγράφει πως θα πρέπει να απεικονιστούν τα στοιχεία στην οθόνη προβολής του επισκέπτη.⁵⁷ Μέσω της CSS προσδιορίζεται το στυλ και η διάταξη της ιστοσελίδας δηλαδή ιδιότητες όπως τα χρώματα, οι γραμματοσειρές, τα μεγέθη, τα κενά ή ο τρόπος που τοποθετούνται τα στοιχεία σε στήλες και σε σειρές. Η CSS λειτουργεί στοχεύοντας στοιχεία που έχουν δημιουργηθεί μέσω της HTML, για παράδειγμα παραγράφους, εικόνες, επικεφαλίδες, στα οποία δίνονται συγκεκριμένες εντολές για την εμφάνισή τους. Τα στοιχεία, μέσω της HTML, έχουν ήδη κάποια προκαθορισμένη μορφή που προκύπτει από το πρόγραμμα περιήγησης του επισκέπτη, ωστόσο είναι απαραίτητη η διαμόρφωση τους ώστε η μορφή της ιστοσελίδας να λειτουργεί ομοιόμορφα για όλους τους χρήστες ανεξάρτητα από τον περιηγητή τους.

Τέλος, το τρίτο επίπεδο στην κατασκευή της ιστοσελίδας είναι η δημιουργία script που στοχεύουν στη διευθέτηση λειτουργικών ζητημάτων ή κάποιων κανόνων συμπεριφοράς. Η δημιουργία των script πραγματοποιήθηκε με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού JavaScript. Σύμφωνα με το αποθετήριο Mdn Web Docs, η JavaScript "επιτρέπει να εφαρμοστούν πολύπλοκες λειτουργίες στις ιστοσελίδες. Οι αλλαγές που εφαρμόζονται κάνουν μία ιστοσελίδα να παρουσιάζει πολλά περισσότερα από στατικές πληροφορίες, όπως για παράδειγμα διαδραστικούς χάρτες, κινούμενα 2D/3D γραφικά και ενημερώσεις."⁵⁸ Στην περίπτωση της ιστοσελίδας που δημιουργήθηκε για την εγκατάσταση, η χρήση της JavaScript έγινε ώστε το μενού που χρησιμοποιείται για τις μεγάλες οθόνες να μετατρέπεται σε εικονίδιο στις μικρότερες οθόνες προβολής. Κατά τη σμίκρυνση της οθόνης και μόλις ξεπεραστεί ένα καθορισμένο όριο, οι λέξεις που αποτελούν το μενού εξαφανίζονται και στη θέση τους τοποθετείται ένα εικονίδιο που με το πάτημά του εμφανίζει το μενού που πλέον καταλαμβάνει το σύνολο της οθόνης. Επιπλέον, υπάρχει ένα νέο εικονίδιο που εμφανίζεται κάτω από τις λέξεις ώστε να κλείνει το μενού και να επιστρέφει ο χρήστης στην αρχική οθόνη.

Παράλληλα με την υλοποίηση της ιστοσελίδας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Git που αποτελεί σύστημα ελέγχου εκδόσεων. "Τα συστήματα ελέγχου εκδόσεων είναι συστήματα που επιτρέπουν την καταγραφή αλλαγών σε ένα αρχείο ή σε ένα σύνολο αρχείων έτσι ώστε

⁵⁷ "CSS: Cascading Style Sheets," Mdn Web Docs, Mozilla, last modified July 22, 2023, <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS>.

⁵⁸ "JavaScript," Mdn Web Docs, Mozilla, last modified September 25, 2023, <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>.

να μπορούμε να ανακαλέσουμε συγκεκριμένες εκδόσεις."⁵⁹ Το Git καταγράφει τα δεδομένα που αλλάζουν ως μία ροή από στιγμιότυπα κάθε φορά που ο χρήστης υποβάλει ή αλλάζει την κατάσταση του αρχείου του. Οι λειτουργίες του πραγματοποιούνται μέσα από τη γραμμή εντολών όπου ο χρήστης εκχωρεί συγκεκριμένες εντολές για να διαχειριστεί την έκδοση του αρχείου του. Το σύνολο των αλλαγών που υποβάλει ο χρήστης αποθηκεύονται σε ένα αποθετήριο, τοπικό ή απομακρυσμένο, που έχει οριστεί από το χρήστη. Το αποθετήριο μπορεί να λειτουργεί απομακρυσμένα δηλαδή να βρίσκεται στο διαδίκτυο και ο χρήστης να το επεξεργάζεται στον υπολογιστή του μέσω της γραμμής εντολών. Η χρήση απομακρυσμένων αποθετηρίων επιτρέπει την εύκολη κοινοποίηση αρχείων σε τρίτους και τη συμμετοχή σε ευρύτερα Project.

Η ιστοσελίδα της εγκατάστασης λειτουργεί μέσω ενός απομακρυσμένου αποθετηρίου που φιλοξενείται στο GitHub.⁶⁰ Για τη δημιουργία αποθετηρίου (repository) στο GitHub απαιτείται η δημιουργία λογαριασμού και μία σειρά από ρυθμίσεις που συμβάλουν στη ταυτοποίηση του χρήστη. Μέσω του GitHub μπορούμε να δημιουργήσουμε ιδιωτικά ή δημόσια αποθετήρια με την προσωπική μας δουλειά ή να συμβάλλουμε σε άλλα δημόσια αποθετήρια που αποτελούν open source προγράμματα/λογισμικά. Η επιλογή του GitHub ως απομακρυσμένο αποθετήριο επιτρέπει την άμεση και λειτουργική κοινοποίηση της ιστοσελίδας μέσα από το repository που τη φιλοξενεί και την γρήγορη ενημέρωση των αλλαγών που υποβάλλονται από τον δημιουργό.

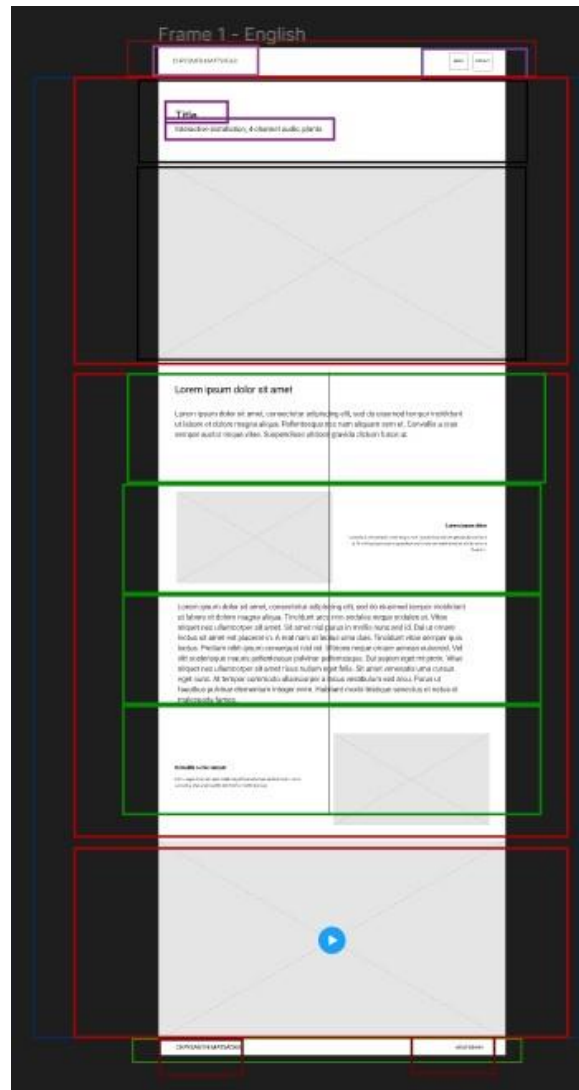
4.3.2 Υλοποίηση

Η κατασκευή του website πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια, το σχεδιασμό, την δημιουργία του κώδικα και την εισαγωγή του περιεχομένου. Ο σχεδιασμός της διεπαφής της ιστοσελίδας πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό Figma, όπου η σελίδα δομήθηκε ως ένα σύνολο στοιχείων με καθορισμένες λειτουργίες που τοποθετούνται κατακόρυφα και στη συνέχεια διαχωρίζονται σε επιμέρους στοιχεία. Η πρώτη δομική ενότητα της ιστοσελίδας είναι το *header* όπου τοποθετείται το μενού για τη πλοήγηση εντός της σελίδας. Επόμενη είναι η ενότητα *main* όπου προβάλλεται το σύνολο του περιεχομένου της ιστοσελίδας, δηλαδή τίτλοι, κείμενα, εικόνες και βίντεο. Το *main* διαχωρίζεται σε επιμέρους δομικά στοιχεία όπως το hero section που περιλαμβάνει τον τίτλο και μία εικόνα που δίνει την ατμόσφαιρα της σελίδας και

⁵⁹ Scott Chason and Ben Straub, "1.1 Getting Started – About Version Control," in *Pro Git*, 2nd Edition (n.p. Apress, 2014), <https://git-scm.com/book/en/v2/Getting-Started-About-Version-Control>.

⁶⁰ "GitHub: Let's build from here," GitHub, GitHub, Inc., accessed September 24, 2023, <https://github.com/>.

ενότητες στις οποίες παρουσιάζεται το περιεχόμενο με συνδυασμό κειμένου και εικόνας. Η τελευταία δομική ενότητα της ιστοσελίδας είναι το *footer* που βρίσκεται στο τέλος της και περιλαμβάνει στοιχεία του δημιουργού δηλαδή όνομα και email επικοινωνίας. Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο από το σχεδιασμό της δομής της σελίδας στο Figma.



Εικόνα 35: Σχεδιασμός ενότητων στο Figma

Στο επόμενο στάδιο της κατασκευής, πραγματοποιήθηκε η υλοποίηση με τη χρήση των γλωσσών προγραμματισμού που αναλύθηκαν στην ενότητα 4.3.1.. Αρχικά, δημιουργήθηκε ο βασικός κορμός και μεταφράστηκαν σε κώδικα HTML τα δομικά στοιχεία της σελίδας που είχαν σχεδιαστεί. Οι ενότητες που αφορούν το βασικό περιεχόμενο της σελίδας, δημιουργήθηκαν ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με τις ανάγκες που θα

προκύπτουν κατά το ανέβασμα περιεχομένου στη σελίδα. Δηλαδή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επαναληπτικά χωρίς να αλλάξουν τα λειτουργικά τους στοιχεία αλλά να χρησιμοποιούν διαφορετικές θέσεις για την εικόνα, το κείμενο ή τα βίντεο. Στο στάδιο της δημιουργίας του μηχανισμού της σελίδας έγινε χρήση κειμένων που προκύπτουν από μία γεννήτρια που παράγει *Lorem Ipsum*, δηλαδή κείμενα άνευ ουσίας που χρησιμοποιούνται ως δείγματα. Με την χρήση αυτών των κειμένων πραγματοποιήθηκαν οι κατάλληλες προσαρμογές στη σελίδα σε επίπεδο HTML και η αρχική μορφοποίησή της μέσω της CSS. Ακόμη, χρησιμοποιήθηκαν εικονίδια *svg* από τη σελίδα *heroicons*⁶¹, που λειτουργούν ως σημεία διεπαφής για την είσοδο στο μενού και την έξοδο από αυτό.

Η μορφοποίηση έγινε με γνώμονα το περιεχόμενο που θα φιλοξενούσε η ιστοσελίδα, δηλαδή ότι έχει δημιουργηθεί ώστε να παρουσιάζει ένα καλλιτεχνικό έργο. Με βάση αυτό το στόχο, επιλέχθηκε η ιστοσελίδα να ακολουθεί την ατμόσφαιρα του έργου όπου το κεντρικό θέμα είναι τα φυτά. Άρα τα φυτά μέσω των εικόνων, αποτελούν το κυρίαρχο στοιχείο στην ιστοσελίδα και τα πλαισιώνουν τα υπόλοιπα στοιχεία όπως το *background*, τα χρώματα και οι γραμματοσειρές. Τα χρώματα επιλέχθηκαν από αποχρώσεις που υπάρχουν στη γραφική σημειογραφία, ενώ για τη γραμματοσειρά επιλέχθηκε μία ευανάγνωστη γραμματοσειρά που παρέχεται από τα *Google Fonts*.⁶² Ο προσδιορισμός των ιδιοτήτων όπως χρώμα και μέγεθος, έγινε στη CSS με την δημιουργία μίας σειράς μεταβλητών με συγκεκριμένη τιμή, που καθορίζεται στην αρχή του κώδικα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις επόμενες εντολές. Ακόμη, δημιουργήθηκαν *Utility Classes* που λειτουργούν ως επιπρόσθετα χαρακτηριστικά σε ένα αντικείμενο το οποίο έχει μορφοποιηθεί ήδη μέσω των γενικών ιδιοτήτων που καθορίζονται για τις ομάδες στοιχείων. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 4.3.1., οι *browsers* λειτουργούν με κάποια προκαθορισμένα χαρακτηριστικά όπως γραμματοσειρά, μέγεθος τα οποία μπορούν να προκαλέσουν διαφοροποιήσεις στην προβολή της ίδιας ιστοσελίδας από διαφορετικούς *browsers*. Για την διαχείριση αυτού του φαινομένου χρησιμοποιείται το *A Modern css reset* του Andy Bell⁶³ που εντάσσεται στην *css* ώστε να διορθώσει τις διαφορές και να καθορίσει μία κοινή αρχή για όλους τους *browsers*.

Η διάταξη των στοιχείων έγινε με τη χρήση *flexbox*, μίας μεθόδου για τη διαχείριση του περιεχομένου της σελίδας, που τοποθετεί τα στοιχεία είτε ως σειρές είτε ως στήλες. Συγκεκριμένα, το *flexbox* χρησιμοποιείται ώστε να προσδιοριστεί η θέση ενός αντικειμένου

⁶¹ “HeroIcons,” Tailwindcss, accessed September 29, 2023, <https://heroicons.com/>.

⁶² “Browse fonts – Google Fonts,” Google Fonts, accessed September 29, 2023, <https://fonts.google.com/>.

⁶³ Andy Bell, “A Modern CSS Reset,” code, last modified October 1, 2019, <https://andy-bell.co.uk/a-modern-css-reset/>.

ως στοιχείο σε μία ενότητα, μέσω της κατεύθυνσης του και του τρόπου με τον οποίο αλληλεπιδρά με τα υπόλοιπα αντικείμενα. Για παράδειγμα, οι ενότητες του κειμένου περιλαμβάνουν κείμενο, εικόνες και βίντεο τα οποία διατάσσονται σε σειρά για οθόνες με ελάχιστο πλάτος 1024px. Καθώς οι διαστάσεις της οθόνης προβολής μικραίνουν, η κατεύθυνση αλλάζει και τοποθετεί τα αντικείμενα κατακόρυφα ώστε να λειτουργούν σωστά σε tablet και κινητά. Η αρχική μορφοποίηση της σελίδας έγινε για μικρές οθόνες που παρουσιάζουν όλο το περιεχόμενο σε κάθετη μορφή και για την εναλλαγή χρησιμοποιούνται τα ελάχιστα μεγέθη για κάθε κατηγορία οθονών. Τέλος, μέσω της CSS τροποποιήθηκε το scrollbar ώστε να αλλάξει το χρώμα και το μέγεθός του.

Η δημιουργία της πλοήγησης για τις συσκευές με μικρές οθόνες έγινε με συνδυασμό HTML, CSS και JavaScript. Μέσω της HTML δημιουργήθηκε μία καινούρια ενότητα που περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία της αρχικής πλοήγησης και ένα svg αρχείο για το κουμπί εξόδου. Τα στοιχεία της νέας πλοήγησης mobile-nav, μορφοποιούνται στη CSS όπου δέχονται χαρακτηριστικά διάδρασης, όπως η εναλλαγή χρωμάτων με τη τοποθέτηση του δείκτη του ποντικιού πάνω σε ένα απ' αυτά. Ακόμη, στη CSS προστίθεται το στοιχείο του βάθους, ώστε όταν ενεργοποιείται το μενού να τοποθετείται «πάνω» από τα υπόλοιπα στοιχεία της σελίδας και να φαίνεται ως ξεχωριστό παράθυρο. Η λειτουργία της μετάβασης μεταξύ των δύο παραθύρων, γίνεται με τη δημιουργία script της JavaScript, όπου ελέγχεται και ενεργοποιείται η μετάβαση αναλόγως με το στοιχείο που έχει επιλεγεί. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης χρησιμοποιεί ένα κινητό τηλέφωνο και επιλέξει το εικονίδιο του μενού, το κείμενο θα χαθεί και στη θέση του θα υπάρχουν τα στοιχεία πλοήγησης πάνω σε ένα μονόχρωμο background. Όταν επιλέξει ένα από τα στοιχεία, η οθόνη θα αλλάξει και θα επιστρέψει στο σημείο του κειμένου που αντιστοιχεί σε αυτό. Τέλος, η κατασκευή της ιστοσελίδας ολοκληρώθηκε με την εισαγωγή του περιεχομένου σε ενότητες που περιλαμβάνουν κείμενο, εικόνες και βίντεο. Η διαδικασία έγινε με τη χρήση των εννοιών της HTML, που είχαν δημιουργηθεί ώστε να λειτουργούν σαν δείγματα. Το περιεχόμενο χωρίστηκε νοηματικά και στη συνέχεια εντάχθηκε στο κείμενο με την επιλογή του κατάλληλου δείγματος χωρίς να απαιτούνται νέες μορφοποιήσεις.

5 Επίλογος και Συμπεράσματα

Ανατρέχοντας στο σύνολο των ζητημάτων που τίγονται στο πλαίσιο του κειμένου, γίνεται αντιληπτός ο κεντρικός προβληματισμός που αποτελεί τη βάση της εγκατάστασης. Η αναγκαιότητα για επίγνωση της ευθραυστότητας του οικοσυστήματος και επαναπροσδιορισμό της κοινωνίας των ανθρώπων μέσα σ' αυτό. Ο ρυθμός καταστροφής του περιβάλλοντος αυξάνεται λόγω της παρέμβασης του ανθρώπου στο φυσικό χώρο και επηρεάζει κάθε στοιχείο του οικοσυστήματος. Ο άνθρωπος πρέπει να κατανοήσει την ύπαρξη του ως ένα στοιχείο του οικοσυστήματος και να αντιμετωπίσει το παρόν εμποδίζοντας την απόλυτη κυριαρχία της καταστροφής.

Όπως αναφέρθηκε κατά την ιστορική αναδρομή της οικολογικής τέχνης, οι καλλιτέχνες δημιούργησαν εντός του πλαισίου και των δεδομένων της εποχής τους. Οι θεωρίες για την πορεία του πλανήτη ως χώρο δράσης του ανθρώπου, χαρακτηρίστηκαν από την θεώρηση της σύγχρονης εποχής υπό τον όρο Ανθρωπόκαινο, που σηματοδότησε επίσημα την ευθραυστότητα του οικοσυστήματος. Τα αποτελέσματα της δράσης του ανθρώπου εμφανίζονται παράλληλα με τη σύγχρονη ζωή συνθέτοντας ένα δυστοπικό τοπίο που φανερώνει την αβεβαιότητα του μέλλοντος. Οι οργανισμοί του οικοσυστήματος καλούνται να διαχειριστούν τα νέα δεδομένα και να επιβιώσουν χάνοντας το καταφύγιο τους, είτε αυτό ονομάζεται θάλασσα, δάσος, παγόβουνο, είτε κατοικία.

Η δημιουργία του παρόντος κειμένου συνέπεσε με μία περίοδο έντονης περιβαλλοντικής καταστροφής, που έπληξε το σύνολο των στοιχείων του οικοσυστήματος, φυσικών και ανθρώπινων. Το οπτικοακουστικό υλικό που συνόδευσε τη καταστροφική περίοδο εμφάνισε την αγριότητα με την οποία λειτουργεί ο άνθρωπος ως ον που αποφασίζει και επηρεάζει τη φύση και το κοινωνικό σύνολο. Το περιβάλλον, που φιλοξενεί στα δάση και τα νερά του την άγρια ζωή, αλλά και στους οικισμούς τους ανθρώπους και τα εξημερωμένα ζώα, κήκε, πλημμύρισε και έπνιξε με καπνούς τους κατοίκους του. Η ανάπτυξη ενός έργου οικολογικής τέχνης στην συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ανέδειξε μία σειρά από ερωτήματα αναφορικά με τη χρησιμότητα και την ουσία των έργων περιβαλλοντικής τέχνης σε ένα ήδη κατεστραμμένο περιβάλλον. Πως ένα έργο, συγκεκριμένα της οικολογικής τέχνης που αναφέρεται στη σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον, θα εκκινήσει ψυχικές και νοητικές διεργασίες στον θεατή, όταν ο ρεαλισμός της πραγματικότητας δεν το καταφέρνει;

Ακολουθώντας μία πιο αισιόδοξη προσέγγιση, αποκαλύπτεται μία ουσιαστική δυνατότητα της τέχνης. Το έργο μπορεί να αποτελέσει ένα οικουμενικό μέσο διάδοσης μηνυμάτων και πληροφοριών που μέσω του βιώματος του θεατή θα νοηματοδοτηθούν, ξεπερνώντας τα όρια μίας πραγματικότητας που βιώνεται από λίγους. Ένα παράδειγμα που περιγράφει αυτή τη προσέγγιση έρχεται από το έργο Flare (Oceania) που αναλύθηκε στην εισαγωγή. Μέσω μιας προσομοίωσης αναπτύσσεται ένα θαλάσσιο τοπίο που δέχεται τις επιδράσεις των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από μία σημαία που αναφλέγεται. Το έργο αναφέρεται στο νησιωτικό σύμπλεγμα Τόνγκα του Ειρηνικού ωκεανού που σταδιακά βυθίζεται λόγω της κλιματικής αλλαγής που προκαλείται από τις βιομηχανίες άλλων χωρών. Η δυναμική του έργου προκύπτει από την ικανότητά του να διεγείρει ερωτήματα και σκέψεις μέσω της ταύτισης του θεατή, είτε ως θύτη, είτε ως θύμα των ενεργειών που θίγονται. Το θαλάσσιο τοπίο και η σημαία μπορούν να ερμηνευτούν αναλόγως με την εμπειρία του θεατή, καθώς αποτελούν σύμβολα μίας κατάστασης και όχι μίας συγκεκριμένης πολιτισμικής περιοχής. Κατά συνέπεια, μέσω ενός ανοιχτού πλαισίου στο έργο τέχνης, μεταδίδονται τα μηνύματα του Gerrard υπέρ ενός μικρού νησιωτικού συμπλέγματος που πλήττεται από τους χειρισμούς όσων ασκούν εξουσία στον πλανήτη.

Οι δύο οπτικές για την οικολογική τέχνη περιγράφουν την ουσία της ως ένα είδος που προκύπτει από τη διερώτηση για τη ζωή, τη φύση και τον άνθρωπο, στοιχεία που συντελούν και επηρεάζουν τον πλανήτη και τις δομές που λειτουργούν σε αυτόν. Η καλλιτεχνική πρακτική που ορίζεται από τις μεθοδολογίες, τα μέσα και τα υλικά που επιλέγει ο καλλιτέχνης καθορίζει και το πλαίσιο μέσω του οποίου προσεγγίζει τα εν λόγω ζητήματα.

Όπως έχει αναφερθεί, η δημιουργία μίας διαδραστικής εγκατάστασης προϋποθέτει την συμμετοχή του επισκέπτη που θα διαδράσει και θα ολοκληρώσει το έργο. Τα προσωπικά του βιώματα, οι σκέψεις και οι ανησυχίες θα συνθέσουν την εμπειρία του και θα αποδώσουν νόημα στο έργο. Η διαδραστική ηχητική εγκατάσταση που μελετάται στην παρούσα εργασία, αναμένει την ολοκλήρωσή της με την παρουσίασή της στο κοινό. Επομένως, ο σχολιασμός της λειτουργίας του έργου ως προς τα πρακτικά του χαρακτηριστικά, μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο σε θεωρητικό πλαίσιο. Ωστόσο, μέσω της ιστοσελίδας που κατασκευάστηκε για την καταγραφή και επικοινωνία του έργου, μπορούν να προκληθούν κάποιες σκέψεις στον επισκέπτη, καθώς το συνθέτει στη φαντασία του. Συγκεκριμένα, τα θεωρητικά στοιχεία του έργου και οι εικόνες που προβάλλονται, μπορούν να αποτελέσουν σημείο εκκίνησης για προβληματισμό και ένα έναυσμα για κριτική στο ανθρώπινο είδος. Όμως, η επεξήγηση του έργου μέσω της ιστοσελίδας αποκαλύπτει τον μηχανισμό πίσω από

την εγκατάσταση και οδηγεί σε μία καθοδηγούμενη εμπειρία. Αυτή η συνθήκη ξεφεύγει από μία σημαντική συνιστώσα του έργου, την έννοια του *Ανοιχτού έργου*. Κατά συνέπεια, αναδεικνύεται η διττή λειτουργία της ιστοσελίδας ως επικοινωνιακό μέσο για την παρουσίαση ενός έργου.

Ύστερα από την μακρά περίοδο της σύλληψης, του σχεδιασμού και της υλοποίησης των στοιχείων του έργου, φανερώνεται η πολυπλοκότητα που κρύβεται πίσω από τη δημιουργία μίας διαδραστικής ηχητικής εγκατάστασης. Οι σκέψεις και τα ερωτήματα πρέπει να μετατραπούν σε σχέδια, διαγράμματα και κώδικες που απαιτούν συνεχή ανασκόπηση, ανάπτυξη και έρευνα. Ο σχεδιασμός και η έρευνα πρέπει να δώσουν τη θέση τους στην υλοποίηση, η οποία πάλι θα οδηγήσει σε ανασκόπηση και αλλαγή. Το τελικό στάδιο, αυτό της παρουσίασης του έργου, θα θέσει ένα τέλος στη διαρκή αναζήτηση της καλύτερης λύσης και θα φέρει τον δημιουργό αντιμέτωπο με το δημιούργημά του καθώς θα υλοποιούνται ή θα απορρίπτονται οι στόχοι και οι σκοποί του.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, όσα έχουν αναφερθεί λειτουργούν μέσα σ' ένα αντικρουόμενο πλαίσιο όπου οι στόχοι που θέτει ο καλλιτέχνης κατά τη δημιουργία του έργου, αναμένουν τις κατάλληλες συνθήκες για να φανερωθούν στους θεατές. Οι συνθήκες είναι εξαρτώμενες από παράγοντες που εμπίπτουν στις επιλογές του καλλιτέχνη, στο κοινό και στο χρονικό πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτά λαμβάνουν χώρα. Καταληκτικά, κρίνεται απαραίτητη η επικοινωνία του έργου με γνώμονα τις σκέψεις και τους στόχους, ώστε να εντοπιστεί ο κατάλληλος τρόπος με τον οποίο οι επισκέπτες θα πλησιάσουν στην ιδέα του καλλιτέχνη και θα φθάσουν στο νόημα μέσω της προσωπικής τους εμπειρίας.

Βιβλιογραφία

- Baur, Christl. “Art With a Lifespan: Digital Technologies and the Preservation of BioArt.” In *The Routledge Companion to Digital Humanities and Art History*. Chapter 18. London, UK: Routledge, 2020.
- Boutwell, Brett. “Morton Feldman's Graphic Notation: Projections and Trajectories.” *Journal of the Society for American Music* 6, no. 4 (2012): 457–482. doi:10.1017/S1752196312000363.
- Chason, Scott and Straub, Ben. “1.1 Getting Started – About Version Control.” In *Pro Git*. 2nd Edition. N.p.: Apress, 2014. <https://git-scm.com/book/en/v2>.
- Cline, David. “Treatise and the Tractatus.” *Journal of the Royal Musical Association* 145, no. 1 (2020): 119–66. doi:10.1017/rma.2020.5.
- Eco, Umberto. *The Open Work*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1989.
- Espenschied, Dragan. “In between Performance and Documentation.” Rhizome. Last modified May 5, 2023. <https://rhizome.org/editorial/2023/may/05/in-between-performance-and-documentation/>.
- Flusser, Vilém. *Η γραφή: Έχει μέλλον το γράφειν*. Μετάφραση Γιώργος Η. Ηλιόπουλος. Αθήνα: Εκδόσεις Ποταμός, 2006.
- McCluhan, Marshall. “The Medium is the Message.” In *Understanding Media: The Extensions of Man*. Chapter 1. London and New York: n.p., 1964. <https://web.mit.edu/allanmc/www/mcluhan.mediummessage.pdf>.
- Pacquement, Alfred. “Land art.” In *Grove Art Online*. Last modified May 28, 2015. <https://doi.org/10.1093/gao/9781884446054.article.T049001>.
- Pryer, Anthony. “Graphic notation.” In *The Oxford Companion to Music*. Edited by Alison Latham. 2011. <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199579037.001.0001/acref-9780199579037-e-3008>
- Reichstein, M., Richardson, A.D., Migliavacca, M. and Carvalhais, N. “Plant–Environment Interactions Across Multiple Scales.” In *Ecology and the Environment. The Plant Sciences*, vol 8. Edited by Monson, R. New York, NY: Springer, 2014. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7501-9_22.

Schafer, R. Murray. *The Soundscape: Our Sonic and Environment and the Tuning of the World*. Rochester, Vermont: Destiny Books, 1977.
https://monoskop.org/images/d/d4/Schafer_R_Murray_The_Soundscape_Our_Sonic_Environment_and_the_Tuning_of_the_World_1994.pdf.

The Arduino Project Book. Edited by Scott Fitzgerald and Michael Shiloh. N.p., 2015.

The Oxford Companion to Music. edited by Latham, Alison. Oxford University Press, 2011.
doi:10.1093/acref/9780199579037.001.0001.

Weiss, Allen S. *Ακουστική μίμηση: Παραλλαγές πάνω στη μουσική ανάκληση του τοπίου*. Μετάφραση Πάνος Πανόπουλος. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Νησίδες, 2008.

Διαμαντόπουλος, Ταξιάρχης. *Η Μουσική των Υπολογιστών*. Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ, 2014.

Λώτης, Θεόδωρος και Διαμαντόπουλος, Ταξιάρχης. *Μουσική πληροφορική και μουσική με υπολογιστές*. Κάλλιπος, Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις, 2015.
<http://hdl.handle.net/11419/4920>.

Ραφαηλίδης, Βασίλης. *Στοιχειώδης Αισθητική*. Αθήνα: Εκδόσεις του Εικοστού Πρώτου, 2010.

Σαντοριναίος, Ματθαίος κ.ά. *Από τις σύνθετες τέχνες στα υπερμέσα και τους νέους εικονικούς-δυναμικούς χώρους. Ένα εγχειρίδιο για τον καλλιτέχνη που ασχολείται με την ψηφιακή τέχνη*. Κάλλιπος, Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις, 2015.
<https://hdl.handle.net/11419/6076>.

Σολωμός, Μάκης. *Ιάnnης Ξενάκης: Το σύμπαν ενός ιδιότυπου δημιουργού*. Αθήνα: Εκδόσεις Αλεξάνδρεια, 2008.

Ηλεκτρονικές πηγές

Badger, Paul. “Capacitive Sensing Library.” Arduino Playground. Arduino. Accessed October 1, 2023. <https://playground.arduino.cc/Main/CapacitiveSensor/>.

Badger, Paul and Stoffregen, Paul. “CapacitiveSensor – Arduino Reference.” Arduino. Accessed August 25, 2023.
<https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/capacitivesensor/>.

Bell, Andy. “A Modern CSS Reset.” Code. Last modified October 1, 2019. <https://andy-bell.co.uk/a-modern-css-reset/>.

Westerkamp, Hildegard. “Beneath the Forest Floor.” Hildegard Westerkamp: Inside the Soundscape. Accessed October 28, 2023. <https://www.hildegardwesterkamp.ca/sound/comp/2/ForestFloor/>.

Kac, Eduardo. “Time Capsule 1997.” KAC. Eduardo Kac. Accessed October 26, 2023. <https://www.ekac.org/timcap.html>.

“Flare (Oceania), Ζωντανή Προσομοίωση.” Onassis. Στέγη Ιδρύματος Ωνάση. Πρόσβαση Σεπτέμβριος 25, 2023. <https://www.onassis.org/el/art/works/flare-oceania>.

Nedelkovski, Dejan. “Ultrasonic Sensor HC-SR04 and Arduino Tutorial.” Code. <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/>.

Powell, Kevin. “Build a responsive website with HTML & CSS.” YouTube. July 5, 2022. Video, 49:37. https://www.youtube.com/watch?v=h3bTwCqX4ns&ab_channel=KevinPowell.

Slaying the dragon. “Build your portfolio website – HTML CSS JS.” YouTube. March 27, 2023. Video, 3:32:18. https://www.youtube.com/watch?v=dLDn_k8GmaU&t=1544s&ab_channel=SlayingTheDragon.

“Ultrasonic Sensor HC-SR04 and Arduino – Complete Guide.” How to Mechatronics. Accessed September 22, 2023. <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/>.

“What is Arduino.” Arduino. Last Modified February 25, 2018. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>.

“Web Technology References.” Mdn web docs. Mozilla. Last modified July 19, 2023. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web>.

Παράρτημα

Κώδικας Arduino

```
Code based on
//Touch and Ultrasonic Sensor HC-SR04
//https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/64
//Arduino Project Book, Project 13 - Capacitive65 Sensor-Touch66

#include <CapacitiveSensor.h>
CapacitiveSensor capSensor = CapacitiveSensor(4,2);
//pin 4 sends to the conductive sensor through the resistor,
//pin 2 is the sense pin
int threshold = 500; // sensor threshold

const int trigPin = 11;
const int echoPin = 12;

int duration, distance;

void setup() {
  //ultrasonic
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);

  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  //ultrasonic sensor
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = (duration*.0343)/2;
  //

  //capacitive sensor - touch
  long sensorValue = capSensor.capacitiveSensor(30); //sensor reads 30 samples
```

⁶⁴ Dejan Nedelkovski HowToMechatronics, “Ultrasonic Sensor HC-SR04 and Arduino Tutorial,” code, <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/>.

⁶⁵ Paul Badger, “Capacitive Sensing Library,” Arduino Playground, Arduino, accessed October 1, 2023, <https://playground.arduino.cc/Main/CapacitiveSensor/>.

⁶⁶ “Project 13 – Touchy Feely Lamp,” in *The Arduino Projects Book*, eds. Scott Fitzgerald and Michael Shiloh (n.p. Arduino, 2015), 136-141.

```
//

Serial.print(sensorValue);
Serial.print(" ");

Serial.print(distance);
Serial.print(" ");
Serial.println();

delay(500)
}
```

Κώδικας Ιστοσελίδας

HTML

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="el">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <link rel="preconnect" href="https://fonts.googleapis.com">
  <link rel="preconnect" href="https://fonts.gstatic.com" crossorigin>
  <link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Roboto:wght@300;400;500&display
=swap" rel="stylesheet">
  <link rel="stylesheet" href="style.css">
  <title>Χρυσάνθη Ματσάγκα</title>
</head>
<body>
  <header class="header container">
    <a class="header__logo" href="#">Χρυσάνθη Ματσάγκα</a>
    <nav>
      <ul class="header__menu">
        <li>
          <a class="header__link" href="#about">Περιγραφή</a>
        </li>
        <li>
          <a class="header__link" href="#space">Χώρος</a>
        </li>
        <li>
          <a class="header__link" href="#sound">Ήχος</a>
        </li>
        <li>
          <a class="header__link" href="#plants">Φυτά</a>
        </li>
        <li>
          <a class="header__link" href="#system">Σύστημα</a>
        </li>
      </ul>
    </nav>
  </header>
</body>
</html>
```

```

        </li>
        <li>
            <a class="header__link" href="#showcase">Video</a>
        </li>
    </ul>
    <button class="header__bars">
        <svg xmlns="http://www.w3.org/2000/svg" fill="none" viewBox="0
0 24 24" stroke-width="1.5" stroke="currentColor">
            <path stroke-linecap="round" stroke-linejoin="round"
d="M3.75 9h16.5m-16.5 6.75h16.5" />
        </svg>
    </button>
</nav>
</header>

<!-- Mobile Navigation -->
<div class="mobile-nav">
    <nav>
        <ul class="mobile-nav__menu">
            <li>
                <a class="mobile-nav__link" href="#about">Περιγραφή</a>
            </li>
            <li>
                <a class="mobile-nav__link" href="#space">Χώρος</a>
            </li>
            <li>
                <a class="mobile-nav__link" href="#sound">Ηχος</a>
            </li>
            <li>
                <a class="mobile-nav__link" href="#plants">Φυτά</a>
            </li>
            <li>
                <a class="mobile-nav__link" href="#system">Σύστημα</a>
            </li>
            <li>
                <a class="mobile-nav__link" href="#showcase">Video</a>
            </li>
            <li>
                <button class="mobile-nav__x">
                    <svg
                        xmlns="http://www.w3.org/2000/svg"
                        fill="none" viewBox="0 0 24 24"
                        stroke-width="1.5" stroke="currentColor">
                            <path stroke-linecap="round" stroke-
linejoin="round" d="M6 18L18 6M6 6l12 12" />
                        </svg>
                    </button>
                </li>
        </ul>

```

```

        </nav>
    </div>
    <!-- End of mobile navigation -->

    <main>
        <section class="hero container">
            <!-- <h1 class="hero__title">Τίτλος</h1> -->
            <h1 class="hero__title">Διαδραστική ηχητική εγκατάσταση</h1>
            
        </section>
        <section class="text-space container section center">
            <div class="text-space__content">
                <h2 id="about" class="text-space__title">Περιγραφή</h2>
                <p class="text-space__description">Διαδραστική ηχητική
εγκατάσταση ... μαζί τους.</p>
            </div>
        </section>
        <section class="text-space container section">
            <div class="text-space__img-wrapper">
                
            </div>
            <div class="text-space__content">
                <p class="text-space__description text-center">Ένα άτομο ...ρόλο
του παρατηρητή.</p>
            </div>
        </section>
        <section class="text-space container section center">
            <div class="text-space__content">
                <p class="text-space__description text-center">Βασικός σκοπός
... φύση.</p>
            </div>
        </section>
        <section class="text-space container section center">
            
        </section>
        <section class="text-space container section center">
            <div class="text-space__content text-center">
                <h2 class="text-space__title">Σύντομη περιγραφή
<br>εγκατάστασης</h2>
                <p class="text-space__description">
                    Η εγκατάσταση ...ανθρώπινο στοιχείο.</p>
            </div>
        </section>
        <section class="text-space container section center">
            <div class="text-space__content text-center">
                <p class="text-space__description">Ο κανόνας ... μεταξύ
τους.</p>
            </div>
        </section>
    </main>

```

```

</section>
<section class="text-space container section center">
  <div class="text-space__content text-center">
    <h2 id="space" class="text-space__title text-center">0 χώρος
</h2>
    <p class="text-space__description">
      Η εγκατάσταση ... ένα πάρκο.</p>
    </div>
  </section>
  <section class="text-space container section center">
    
  </section>
  <section class="text-space container section center">
    <div class="text-space__content text-center">
      <h2 id="sound" class="text-space__title text-center">0
ήχος</h2>
      <p class="text-space__description">
        «Πρόκειται για ... ποίησης.»</p>
      <p class="text-space__description">
        Μάκης ... 36.</p>
    </div>
  </section>
  <section class="text-space container section center">
    <div class="text-space__content text-center">
      <p class="text-space__description">
        Το σύστημα ... παρτιτούρα.</p>
    </div>
  </section>
  <section class="text-space container section">
    <div class="text-space__img-wrapper">
      
    </div>
    <div class="text-space__content">
      <p class="text-space__description text-center">Μία ρίζα
...χρώμα. </p>
    </div>
  </section>
  <section class="text-space container section">
    <div class="text-space__content">
      <h2 class="text-space__title text-center">Περιγραφή της
ατμόσφαιρας ηχοτοπίου</h2>
      <p class="text-space__description text-center">
        Η ποικιλία ... οικείοι.</p>
    </div>
    <div class="text-space__img-wrapper">
      

```

```

        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section">
        <div class="text-space__img-wrapper">
            
        </div>
        <div class="text-space__content">
            <p class="text-space__description text-center">
                Κατά τη διάρκεια ... στοιχείου.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Στόχος ...ο επισκέπτης.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section">
        <div class="text-space__content">
            <p class="text-space__description text-center">
                Όσο το άτομο ... συνύπαρξης.</p>
            <p class="text-space__description text-center">
                Το τελευταίο ... άνθρωπο.</p>
        </div>
        <div class="text-space__img-wrapper">
            
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Αν ο άνθρωπος ... αφιλόξενο. </p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Το έργο ... του κόσμο.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Ο άνθρωπος ... καταστροφής.</p>
        </div>
    </section>

```

```

        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section">
        <div class="text-space__img-wrapper">
            
        </div>
        <div class="text-space__content">
            <p class="text-space__description text-center">
                Μέσα ... προβληματισμούς.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <h2 class="text-space__title text-center">... επιλογή;</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Πως ... επιπτώσεις;</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                0 ... επιλογή;</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <h2 class="text-space__title text-center">Ιδέα - Σύστημα</h2>
            <p class="text-space__description text-center">Εγκατάσταση
(Οικοσύστημα) = Χώρος (Πόλη) + Φυτά (Φύση) + Άνθρωπος(Επισκέπτης)</p>
            <p class="text-space__description">
                Η ... ο άνθρωπος.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Η ...ν άνθρωπο.
            </p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Τα ... της αφής.</p>
        </div>
    </section>

```

```

        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <h2 class="text-space__title text-center">Αισθητήρες</h2>
            <p class="text-space__description">
                Η διάδραση ... φυτό.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <h3 class="text-space__title text-center">Το άγγιγμα / Η
επαφή<br> – Touch Sensor</h3>
        </div>
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Η ... ερμηνείες.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section">
        <div class="text-space__img-wrapper">
            
        </div>
        <div class="text-space__content text-center">
            <h2 id="plants" class="text-space__title text-center">Τα
φυτά</h2>
            <p class="text-space__description">
                Η χρήση ...pdf</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                ... επικοινωνίας.
            </p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section">
        <div class="text-space__content text-center">
            <div class="text-space__content text-center">
                <h2 id="system" class="text-space__title text-center">Το
σύστημα του ηχοτοπίου</h2>
            </div>
            <div class="text-space__content text-center">
                <p class="text-space__description">
                    Το σύστημα ... αποτέλεσμα.
                </p>
            </div>
        </div>
    </section>

```

```

        </div>
        <div class="text-space__img-wrapper">
            
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section">
        <div class="text-space__content text-center flex-dir-row">
            <p class="text-space__description">
                Η ... επαναλαμβάνεται.</p>
            <p class="text-space__description">
                Η ... όρια.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Οι ... Arduino.
            </p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <p class="text-space__description">
                Η ...ήχων.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        <div class="text-space__content text-center">
            <h2 class="text-space__title text-center">Δεδομένα των
αισθητήρων</h2>
            <p class="text-space__description">
                Η ... Pure Data.</p>
        </div>
    </section>
    <section class="text-space container section center">
        
    </section>
    <section class="feature container section">
        <div class="text-space__content text-center">
            <h2 id="showcase" class="text-space__title center">Video</h2>
        </div>
        <div class="feature__video">
            <video
                controls width="250">
                <source src="video/touch_plant01.mp4" type="video/mp4">
            <p>
                Your browser doesn't support HTML video. Here is a

```

```

        <a href="myVideo.mp4">link to the video</a> instead.
    </p>
</video>
</div>
</section>
</main>
<footer class="footer container">
    <a class="footer__logo" href="#">Χρυσάνθη Ματσάγκα</a>
    <p class="footer__email">t14mats@ionio.gr</p>
</footer>
<script src="mobile-nav.js"></script>
</body>
</html>

```

CSS

```

/* https://piccalil.li/blog/a-modern-css-reset*/67
/* Extra modifying from https://www.youtube.com/watch?v=h3bTwCqX4ns&list=PL4-
IK0AVhVjNDRHoXGort7sDWcna8cGPA&index=1&ab_channel=KevinPowell */

/* Box sizing rules */
*,
*::before,
*::after {
    box-sizing: border-box;
}

/* Remove default margin */
* {
    margin: 0;
    padding: 0;
    font: inherit;
}

/* Remove list styles on ul, ol elements with a list role, which suggests
default styling will be removed */
ul[role='list'],
ol[role='list'] {
    list-style: none;
}

/* Set core root defaults */
html:focus-within {
    scroll-behavior: smooth;
}

```

⁶⁷ Andy Bell, “A Modern CSS Reset,” code, last modified October 1, 2019, <https://andy-bell.co.uk/a-modern-css-reset/>.

```

html,
body{
    height: 100%;
}

/* Set core body defaults */
body {
    text-rendering: optimizeSpeed;
    line-height: 1.5;
}

/* A elements that don't have a class get default styles */
a:not([class]) {
    text-decoration-skip-ink: auto;
}

/* Make images easier to work with */
img,
picture,
svg {
    max-width: 100%;
    display: block;
}

/* Remove all animations, transitions and smooth scroll for people that prefer
not to see them */
@media (prefers-reduced-motion: reduce) {
    html:focus-within {
        scroll-behavior: auto;
    }

    *,
    *::before,
    *::after {
        animation-duration: 0.01ms !important;
        animation-iteration-count: 1 !important;
        transition-duration: 0.01ms !important;
        scroll-behavior: auto !important;
    }
}

/* ----- */
:root {
/*Color variables */
    --clr-dark: #020617;
    --clr-light: #f0fdf4;
    --clr-green400: #4ade80;
    --clr-green700: #15803d;

```

```

--clr-sky900: #0c4a6e;
--clr-sky900dark: #051f2e;
--clr-white: white;

/*Size variables */
--sizes-xxs: 0.5rem;
--sizes-xs: 0.75rem;
--sizes-sm: 0.875rem;
--sizes-base: 1rem;
--sizes-lg: 1.125rem;
--sizes-xl: 1.25rem;
--sizes-2xl: 1.5rem;
--sizes-3xl: 1.875rem;
--sizes-4xl: 2.25rem;
--sizes-5xl: 3rem;
--sizes-6xl: 3.75rem;
--sizes-7xl: 4.5rem;
--sizes-8xl: 6rem;
--sizes-9xl: 8rem;
--sizes-10xl: 10rem;
}

/* General Styling */
* {
  margin: 0;
  line-height: calc(1em + 0.5rem);
}

html {
  scroll-behavior: smooth;
}

body {
  font-family: 'Roboto', sans-serif;
  background-color: var(--clr-white);
  color: var(--clr-dark);
}

a {
  color: var(--clr-green700);
}

strong {
  color: var(--clr-sky900);
}

img,
video,
canvas,

```

```

svg,
picture {
  display: block;
  max-width: 100%;
  user-select: none;
}

button {
  display: inline-block;
  padding: 0;
  border: none;
  background: none;
  cursor: pointer;
}

.header {
  display: flex;
  justify-content: space-around;
  align-items: center;
  flex-wrap: wrap;
  padding-top: 1.5rem;
  padding-bottom: 1.5rem;
}

.header__logo {
  flex: 1;
  align-items: center;
  padding: 0;

  text-decoration: none;
  font-size: var(--sizes-xs);
  font-weight: 600;
  color: var(--clr-accent600);
  letter-spacing: -0.01em;
}

.header__menu {
  display: none;
}

.header__bars {
  color: var(--clr-dark);
  width: var(--sizes-2x1);
  height: var(--sizes-2x1);
  display: block;
}

.hero {

```

```

    text-align: center;
    display: flex;
    flex-direction: column;
    justify-content: center;
    align-items: center;
    gap: 1rem;
    margin-top: 2rem;
}

.hero__title {
    color: var(--clr-dark);
    font-size: var(--sizes-lg);
    letter-spacing: -0.05em;
    line-height: 0.9;
}

.hero__description {
    max-width: 60ch;
    font-size: var(--sizes-base);
    color: var(--clr-dark);
    line-height: 0.9;
}

.hero_img {
    border-radius: 50%;
    width: 6rem;
    height: 6rem;
}

.text-space {
    display: flex;
    flex-direction: column;
    gap: 1rem;
}

.text-space__content {
    display: flex;
    flex-direction: column;
    gap: 1rem;
}

.text-space__title {
    font-size: var(--sizes-xl);
    color: var(--clr-sky900dark);
}

.text-space__description {
    max-width: 60ch;
    font-size: var(--sizes-sm);
}

```

```

    color: var(--clr-dark);
}

.feature__video {
    display: flex;
    justify-content: space-around;
    align-items: center;
    flex-wrap: wrap;
    gap: 2rem;
}

.footer {
    display: flex;
    justify-content: space-around;
    align-items: center;
    flex-wrap: wrap;
    padding-top: 1.5rem;
    padding-bottom: 1.5rem;
}

.footer__logo {
    align-items: center;
    padding: 0;

    text-decoration: none;
    font-size: var(--sizes-sm);
    font-weight: 600;
    color: var(--clr-accent600);
    letter-spacing: -0.01em;
}

.footer_email {
    align-items: center;
    padding: 0;

    font-size: var(--sizes-xxs);
    font-weight: 600;
    color: var(--clr-accent600);
    letter-spacing: -0.01em;
}

/* Mobile nav */
/*Basic code from https://youtu.be/dLDn_k8GmaU?si=0ZF4-Uy0Xds5V3UX&t=809368 */
.mobile-nav {
    position: absolute;
    top: 0;

```

⁶⁸ Slaying the Dragon, “Build Your Portfolio Website – HTML CSS JS,” YouTube, March 27, 2023, video, 3:32:18, https://youtu.be/dLDn_k8GmaU?si=0ZF4-Uy0Xds5V3UX&t=8093.

```

    left: 0;
    z-index: 999;
    width: 100%;
    height: 100%;
    background-color: var(--clr-light);
    display: none;
    justify-content: center;
    align-items: center;
    text-align: center;
}

.mobile-nav__menu {
    list-style: none;
    padding: 0;
    display: flex;
    flex-direction: column;
    justify-content: center;
    align-items: center;
    gap: 1rem;
}

.mobile-nav__link {
    font-size: var(--sizes-sm);
    text-decoration: none;
    font-weight: 600;
    color: var(--clr-dark);
    letter-spacing: -0.05em;
    transition: color 0.3s;
}

.mobile-nav__link:hover {
    color: var(--clr-green400);
}

.mobile-nav__x {
    display: block;
    width: var(--sizes-xl);
    height: var(--sizes-xl);
    color: var(--clr-dark);
}

.mobile-nav__x:hover {
    color: var(--clr-green400);
}
/* End of mobile nav */

/* Media sizes */
/* Basic code for responsive, mobile first

```

```

https://www.youtube.com/watch?v=dLDn\_k8GmaU&t=1544s&ab\_channel=SlayingTheDragon69 */

/* xs */
@media (min-width: 475px) {
  .hero {
    gap: 1.5rem;;
  }

  .hero__title {
    font-size: var(--sizes-4xl);
  }

  .hero__description {
    font-size: var(--sizes-lg);
  }

  .hero_img {
    width: 6.5rem;
    height: 6.5rem;
  }

  .text-space {
    gap: 1.5rem;
  }

  .text-space__content {
    gap: 1.5rem;
  }

  .text-space__title {
    font-size: var(--sizes-3xl);
  }

  .text-space__description {
    font-size: var(--sizes-base);
  }
}

/* sm */
@media (min-width: 640px) {
  .text-space__img-wrapper {
    margin: 0 auto;
  }

  .text-space__img {
    width: 28.6875rem;
  }
}

```

⁶⁹ Slaying The Dragon, “Build Your Portfolio Website,” https://www.youtube.com/watch?v=dLDn_k8GmaU&t=1544s&ab_channel=SlayingTheDragon.

```

    }
}
/* md */
@media (min-width: 768px) {

    .header__menu {
        display: flex;
        align-items: center;
        list-style: none;
        padding: 0;
        gap: 1.5em;
    }

    .header__link {
        font-size: var(--sizes-xs);
        text-decoration: none;
        font-weight: 600;
        color: var(--clr-dark);
        letter-spacing: -0.05em;
        transition: color 0.3s;
    }

    .header__link:hover {
        color: var(--clr-green400);
    }

    .header__bars {
        display: none;
    }
}
/* Lg */
@media (min-width: 1024px) {

    .header__link {
        font-size: var(--sizes-lg);
    }

    .header__logo {
        font-size: var(--sizes-lg);
    }

    .hero__title {
        font-size: var(--sizes-6xl);
    }

    .hero__description {
        font-size: var(--sizes-2xl);
    }
}

```

```

.hero_img {
  width: 8rem;
  height: 8rem;
}

.text-space {
  flex-direction: row;
  justify-content: space-between;
  align-items: center;
}

.text-space__title {
  font-size: var(--sizes-4xl);
}

.text-space__description {
  font-size: var(--sizes-lg);
}
}

/* xL */
@media (min-width: 1280px) {
  .hero {
    gap: 2rem;
  }

  .hero__title {
    font-size: var(--sizes-8xl);
  }

  .hero__description {
    font-size: var(--sizes-4xl);
  }

  .hero_img {
    width: 10rem;
    height: 10rem;
  }

  .text-space__content {
    gap: 2rem;
  }

  .text-space__title {
    font-size: var(--sizes-5xl);
  }

  .text-space__description {

```

```

    font-size: var(--sizes-xl);
}

.text-space__img {
    width: 30.75rem;
}

.footer__logo {
    font-size: var(--sizes-sm);
    font-weight: 600;
}

.footer__email {
    font-size: var(--sizes-sm);
    font-weight: 600;
}
}

/* Utility Classes */
.container {
    --max-width: 1110px;
    --padding: 1rem;

    width: min(var(--max-width), 100% - (var(--padding) * 2));
    margin-inline: auto;
}

.section {
    margin-top: 10rem;
}

.center {
    justify-content: center;
}

.text-center {
    text-align: center;
}

.text-right {
    text-align: right;
}

.flex-dir-row {
    flex-direction: row;
}

/* Scrollbar */

```

```

/*Code from https://youtu.be/dLDn_k8GmaU?si=brjzRpAgxOwYKdGH&t=1204970 */
body::-webkit-scrollbar {
  width: 8px;
}

body::-webkit-scrollbar-track {
  box-shadow: inset 0 0 0px rgba(0, 0, 0, 0);
}

body::-webkit-scrollbar-thumb {
  background-color: var(--clr-green700);
  outline: 1px solid var(--clr-green400);
}

```

JavaScript

```

//Mobile navigation
//Basic code from https://youtu.be/dLDn_k8GmaU?si=LuXZcdFbhd2dJ9aG&t=860271

const mobileNav = () => {
  const headerBtn = document.querySelector('.header__bars');
  const mobileNav = document.querySelector('.mobile-nav');
  const xIcon = document.querySelector('.mobile-nav__x');
  const mobileLinks = document.querySelectorAll('.mobile-nav__link');

  // State
  let isMobileNavOpen = false;

  headerBtn.addEventListener('click', () => {
    isMobileNavOpen = !isMobileNavOpen;

    if (isMobileNavOpen) {
      mobileNav.style.display = 'flex';
      document.body.style.overflowY = 'hidden';
    };
  });

  xIcon.addEventListener('click', () => {
    if (isMobileNavOpen){
      mobileNav.style.display = 'none';
      document.body.style.overflowY = 'auto';
    };
  });
}

```

⁷⁰ Slaying The Dragon, “Build Your Portfolio Website,”
https://youtu.be/dLDn_k8GmaU?si=brjzRpAgxOwYKdGH&t=12049.

⁷¹ Slaying The Dragon, “Build Your Portfolio Website,”
https://youtu.be/dLDn_k8GmaU?si=LuXZcdFbhd2dJ9aG&t=8602.

```
});  
  
mobileLinks.forEach(Link => {  
  Link.addEventListener('click', () => {  
    isMobileNavOpen = false;  
    mobileNav.style.display = 'none';  
    document.body.style.overflowY = 'auto';  
  });  
});  
  
};  
mobileNav();
```