

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΟΥΣΙΚΗΣ & ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

ΔΠΜΣ ΤΕΧΝΕΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Διπλωματική εργασία με τίτλο:

Σύνθεση ηλεκτροακουστικής μουσικής & ηχοτοπία αμφιωτικού ήχου

Φραντζής Κωνσταντίνος

Επιβλέπων: Φίλιππος Θεοχαρίδης

Κέρκυρα 2024

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία ερευνά την σύνθεση ηχοτοπίων αμφιωτικού ήχου. Πέραν του κειμένου συνοδεύεται από δυο ηχοτοπιακές συνθέσεις (σπουδές) που αποτελούν το πρακτικό σκέλος της έρευνας. Για την ολοκληρωμένη προσέγγιση του ερευνητικού ζητούμενου, στο θεωρητικό πλαίσιο εξετάζεται η έννοια του ηχοτοπίου και του τρισδιάστατου (αμφιωτικού) ήχου. Παρουσιάζεται μια προτεινόμενη μεθοδολογία σύνθεσης ηχοτοπίων αμφιωτικού ήχου καθώς και μια σειρά από συμπεράσματα που προκύπτουν τόσο από την βιβλιογραφική έρευνα όσο και από την πρακτική εφαρμογή.

Λέξεις κλειδιά: ηχοτοπίο, αμφιωτικός ήχος, επαυξημένα ηχοτοπία.

Abstract

This thesis investigates the composition of binaural soundscapes. Beyond the text is accompanied by two soundscape compositions (studies) that constitute the practical part of the research. For the comprehensive approach to the research question, the concept of soundscape and three-dimensional (ambient) sound is examined in the theoretical framework. A proposed methodology synthesis of binaural soundscapes is presented as well as a series of conclusions derived from both literature research and practical application.

Keywords: soundscape, binaural sound, augmented soundscapes.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	4
Εισαγωγή	5
1. Ηχοτοπίο και τρισδιάστατος ήχος	6
1.1 Η Σύνθεση ηχοτοπίων και ο εμβυθιστικός ήχος (immersive audio)	6
1.2 Η χωρική ακρόαση (Spatial Hearing)	8
1.3 Καταγραφή & αναπαράσταση τρισδιάστατου ηχητικού πεδίου (sound field)	11
2. Μεθοδολογία σύνθεσης ηχοτοπίων αμφιωτικού ήχου	15
2.1 Γενική προσέγγιση, στοχαστικές αφετηρίες και αισθητικές προσεγγίσεις	15
2.2. Σπουδή 1η: Pebble's Soundscape, περιγραφή και μεθοδολογία σύνθεσης	18
2.3. Σπουδή 2η: Athenian Tempesta Sonorum, περιγραφή και μεθοδολογία σύνθεσης	22
3. Συμπεράσματα και προεκτάσεις	26
Βιβλιογραφία & Αναφορές	29

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας (επιτέλους...) αυτήν την διπλωματική εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τον Απόστολο Λουφόπουλο που με παρότρυνε να παρακολουθήσω το ΔΠΜΣ Τέχνες & Τεχνολογίες του Ήχου και τον Ανδρέα Μνιέστρη, Διευθυντή του ΔΠΜΣ, που μου έδωσε την ευκαιρία να είμαι στον τελευταίο κύκλο του προγράμματος. Τέλος, θέλω να εκφράσω την βαθιά μου εκτίμηση και τις θερμές μου ευχαριστίες στον Φίλιππο Θεοχαρίδη για την σημαντική υποστήριξη και... την υπομονή του.

Κ.

Εισαγωγή

Ο αμφιωτικός ήχος¹ αποτελεί ένα ιδιαίτερο μέσο με πολλές και περίπλοκες διαστάσεις και πτυχές. Πέραν των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που προσφέρει ως μέσο, κρίνεται σκόπιμο να ξεκαθαριστεί εξ αρχής πως το ενδιαφέρον δεν στρέφεται στην εξερεύνηση και στην χρήση του ως πρόσθετο εφέ. Αντιθέτως όπως θα διαπιστωθεί και στην συνέχεια, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της σύνθεσης τρισδιάτων ηχοτοπίων, καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τις δημιουργικές αποφάσεις και τις συνθετικές επιλογές.

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μια απόπειρα εξερεύνησης όλων των παραμέτρων που συνδιαμορφώνουν και καθορίζουν μια (προτεινόμενη) μεθοδολογία σύνθεσης ηχοτοπίων αμφιωτικού ήχου. Χωρίζεται σε 3 κεφάλαια και πέραν του παρόντος κειμένου, η μελέτη συνοδεύεται από δύο² ηχοτοπιακές συνθέσεις (Σπουδές) αμφιωτικού ήχου και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της.

Στο πρώτο κεφάλαιο (Ηχοτοπίο και τρισδιάστατος ήχος) γίνεται μια συνοπτική αναφορά στον ορισμό του ηχοτοπίου, στους τρόπους διάκρισης των διαφορετικών ειδών ηχοτοπίου και στον εμβυσιστικό ήχο. Αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο ο άνθρωπος εντοπίζει τα ηχητικά ερεθισμάτα (sound localization) και παρουσιάζονται οι μέθοδοι καταγραφής και αναπαράστασης του τρισδιάστατου ηχητικού πεδίου (sound field).

Στο δεύτερο κεφάλαιο (Μεθοδολογία σύνθεσης ηχοτοπίων αμφιωτικού ήχου) γίνεται μια συνοπτική αναφορά σε ορισμένες φιλοσοφικές και αισθητικές προσεγγίσεις που αποτέλεσαν “γονιμοποιητικό” παράγοντα για την δημιουργία των δύο σπουδών αμφιωτικού ήχου. Στην συνέχεια ακολουθεί μια αναλυτική παρουσίαση του τρόπου οργάνωσης του ηχητικού υλικού, και της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε ξεχωριστά για κάθε σπουδή.

Τέλος, στο τρίτο κεφάλαιο (Συμπεράσματα και προεκτάσεις) επιχειρείται μια ολιστική θεώρηση του πεδίου διερεύνησης μέσα από την παράθεση γενικών συμπεράσματα, προβλημάτων και αδυναμιών, καθώς και των τρόπων με τους οποίους αντιμετωπίστηκαν. Κλείνοντας, γίνεται και μια συνοπτική αποτύπωση πιθανών προεκτάσεων της έρευνας.

¹ ή διωτικός ή δυωτικός. Ο όρος αναλύεται διεξοδικά στην συνέχεια. Εν συντομία, ο όρος αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος (ή καλύτερα ο ανθρώπινος εγκέφαλος) αντιλαμβάνεται και ερμηνεύει το περιβάλλον γύρω του με την αίσθηση της ακοής (“με δυο αυτιά”)

² η πρώτη σπουδή έχει τίτλο: *Pebble's Soundscape* και η δεύτερη: *Athenian Tempesta Sonorum* (συνημμένα αρχεία .wav)

1. Ηχοτοπίο και τρισδιάστατος ήχος

1.1 Η Σύνθεση ηχοτοπίων και ο εμβυθιστικός ήχος (immersive audio)

Ο όρος ηχοτοπίο χρησιμοποιείται για πρώτη φορά από τον Schafer το 1969 και αφορά το σύνολο των ήχων που συνθέτουν ένα πλήρες ακουστικό περιβάλλον. Την δεκαετία του '70 στον Καναδά, μια ομάδα συνθετών και ερευνητών, με πρωτεργάτες τους Murray Schafer, Hildegard Westerkamp, Barry Truax κ.α., ξεκινά μια συστηματική έρευνα ηχογραφώντας ηχοτοπία πόλεων και φύσης με σκοπό τη διερεύνηση και την αντιμετώπιση της ηχορύπανσης. Μέσα από αυτές τις διεργασίες προέκυψε ο όρος της *Ακουστικής Οικολογίας* ενώ μέσω των διαφόρων πειραματισμών και επεξεργασιών του προηχογραφημένου υλικού, γεννήθηκε η *Σύνθεση Ηχοτοπίου* που σηματοδοτεί και την μετάβαση από τα πραγματικά στα φανταστικά (ή φαντασιακά) ηχοτοπία. (Λουφόπουλος, 2008 & Ετμεκτσόγλου, 2014)

Πιο αναλυτικά, τα συντεθειμένα ηχοτοπία (φανταστικά, φαντασιακά ή εικονικά) διακρίνονται³ σε 3 βασικές κατηγορίες:

- α) τα αληθοφανή: πραγματικοί ηχητικοί χώροι που προκύπτουν από συνδυασμό ηχογραφήσεων ή ηχοτοπιακές συνθέσεις που αναπτύσσονται με βάση το δίπολο “αληθινά γεγονότα - πραγματικός χώρος
- β) τα αφηρημένα: γνώριμοι ή αληθοφανείς χώροι στους οποίους οι ηχητικές σχέσεις μεταξύ πηγών και χώρου αναπτύσσονται στον άξονα “μη πραγματικά γεγονότα - μη πραγματικός χώρος”
- γ) τα υβριδικά: συνδυασμός των 2 προαναφερθέντων κατηγοριών που διαμορφώνουν ένα ηχητικό σύνολο που αναπτύσσεται στον άξονα “εξωπραγματικά γεγονότα - πραγματικός χώρος” ή και αντίστροφα⁴.

Η σύνθεση ηχοτοπίων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την σύνθεση ηλεκτροακουστικής μουσικής καθώς ο παράγοντας “χώρος”, αποτελεί το βασικό τους κοινό μουσικό στοιχείο (ή/και συνθετικό εργαλείο) ενώ παράλληλα οι πολυδιάστατες προσεγγίσεις⁵ στις κατηγορίες, στις μορφές, στις ιδιότητες και στις ερμηνείες του χώρου στην ηλεκτροακουστική μουσική αποτελούν ένα ερευνητικό πεδίο που προσφέρεται για στοχασμό αλλά και για δημιουργικό πειραματισμό.

³ Σύμφωνα με τον Λουφόπουλο (Λουφόπουλος, 2008)

⁴ Δηλ. Πραγματικά/ αληθοφανή γεγονότα - εξωπραγματικός χώρος.

⁵ Βλ. αναλυτικά Κεφάλαιο 10, *Χώρος στο Λώτης, Θ.*, (2023). *Σύνθεση Ηλεκτρονικής Μουσικής*.

Η σύνθεση ηχοτοπίων παρόλο που μετράει σχεδόν 50 χρόνια ζωής τόσο ως όρος αλλά και ως ερευνητικό/ δημιουργικό πεδίο με πρακτική εφαρμογή σε ένα ευρύ πλαίσιο (π.χ. κινηματογράφος, παραστατικές τέχνες, video games κ.α.), συνεχίζει να αποτελεί ένα πεδίο που χρήζει διαρκούς εξερεύνησης. Ενώ στο πρόσφατο παρελθόν αποτέλεσε μέχρι και πεδίο δημιουργικής αντιπαράθεσης⁶, στις μέρες μας, που η χρήση εφαρμογών επαυξημένης (Augmented Reality - AR) ή/και εικονικής (Virtual Reality - VR) πραγματικότητας κατακτούν μεγαλύτερο έδαφος σε πολλούς τομείς της καθημερινής ανθρώπινης δραστηριότητας (π.χ ψυχαγωγία, επικοινωνία, social media, ηλεκτρονικό εμπόριο, εικονικές περιηγήσεις, παιχνιδιομηχανές κ.α.), το ενδιαφέρον γίνεται εντονότερο καθώς η ενσωμάτωση του ήχου (άρα και του ηχοτοπίου) αποτελεί βασικό συστατικό και καθοριστικό παράγοντα για την εμβύθιση (immersion) του χρήστη. Προς αυτή την κατεύθυνση, γίνεται προφανές πως η δημιουργία εμβυθιστικών ηχοτοπίων αποτελεί εδώ και αρκετές δεκαετίες μια ενδιαφέρουσα δημιουργική πρόκληση.

Ο εμβυθιστικός (ή τρισδιάστατος/ χωρικός⁷) ήχος μπορεί σήμερα να φαντάζει καινοτόμο τεχνολογικό επίτευγμα ωστόσο είναι κάτι που εντοπίζεται (σε μια “πρωτόγονη” βέβαια μορφή) στα τέλη του 19ου αιώνα, όπου ο Clement Ader εγκαθιστά ένα ζεύγος μικροφώνων στις άκρες της σκηνής στην Όπερα Garnier του Παρισιού και μεταδίδει τον ήχο μέσω δύο τηλεφωνικών γραμμών. Πρόκειται ουσιαστικά για μια πρώτη απόπειρα “εμβύθισης” του ακροατή στον χώρο της εκτέλεσης ενός μουσικού έργου. Αργότερα (αρχές 20ου αιώνα) ακολουθούν, οι “πατέρες” της στερεοφωνίας Harvey Fletcher και Alan Blumlein που εξελίσσουν και αναπτύσσουν τις δικές τους στερεοφωνικές τεχνικές ηχογράφησης ενώ το 1933 “γεννιέται” ο “Oscar”, το πρώτο “Dummy Head”, μια τεχνολογία που αποτελεί ακόμη και σήμερα τον βασικό εξοπλισμό της αμφιωτικής⁸ ηχογράφησης (Mattana A, 2017).

Η ανάπτυξη όλων των παραπάνω τεχνολογιών προσβλέπει στην βελτίωση της εμπειρίας του ακροατή όχι μόνο ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ηχογράφησης αλλά κυρίως ως προς τους παράγοντες πιστότητας (fidelity), αφού ο βασικός στόχος επικεντρώνεται στην “μετάβαση” του χρήστη (μέσω της ακρόασης) στον χώρο της εκτέλεσης ενός μουσικού έργου ή στην περίπτωση μας, στον χώρο ενός συντεθειμένου εμβυθιστικού ηχοτοπίου όπου η χωρική (ακουστική) πληροφορία είναι τεχνητή. Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας είναι το σύστημα αναπαραγωγής (ή ακρόασης) του

⁶ Βλ. Περισσότερα στο Λώτης Θ., *Ηχοτοπίο. Τοπίο για αντιπαράθεση*, διαθέσιμο στο: https://www.academia.edu/35682438/_Soundscapes_Landscapes_of_Confrontation_

⁷ Όροι που στην αγγλική ορολογία συναντιούνται ως: 3D Audio, Immersive Audio, Spatial Audio

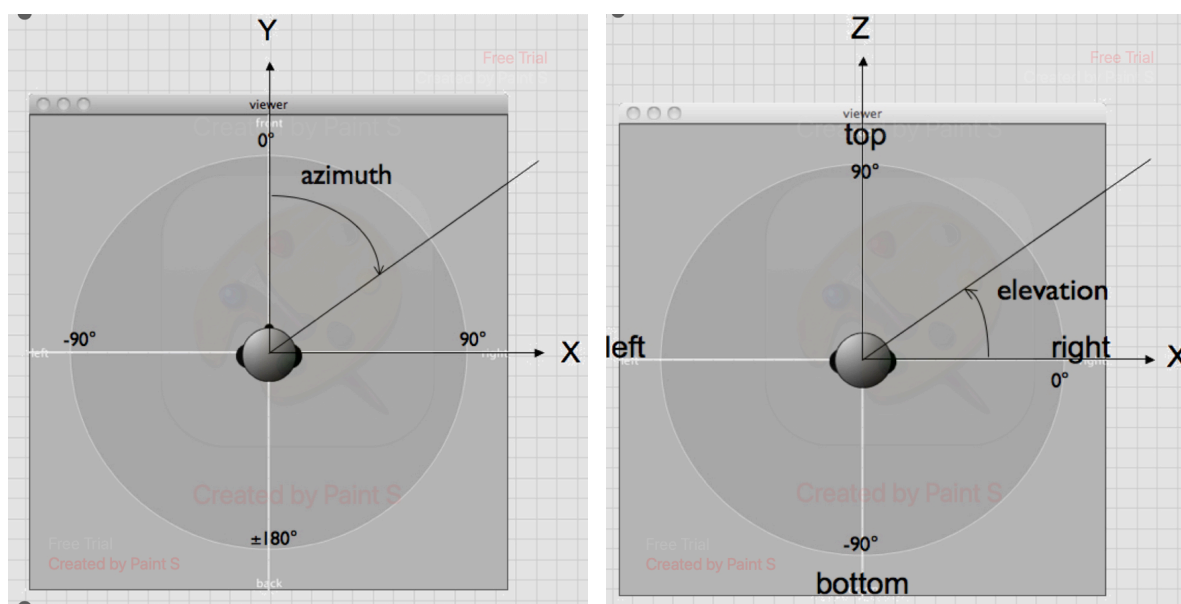
⁸ ο όρος διευκρινίζεται στην συνέχεια

“εμβυθιστικού” ηχογραφήματος ή στην περίπτωση μας του εμβυθιστικού ηχοτοπίου. Προς αυτή την κατεύθυνση αναπτύσσονται εδώ και αρκετές δεκαετίες διάφορα συστήματα αναπαραγωγής που περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό ηχείων ή απλά την ακρόαση μέσω ακουστικών⁹.

1.2 Η χωρική ακρόαση (Spatial Hearing)

Ο ήχος που ακούμε στην καθημερινότητά μας είναι πάντα “χωρικός¹⁰” καθώς τα ηχητικά ερεθίσματα προέρχονται απ’ όλες τις κατευθύνσεις του τρισδιάστατου κόσμου μέσα στον οποίο ζούμε και προσπαθούμε να ερμηνεύσουμε. Ο εντοπισμός των ηχητικών ερεθισμάτων (sound localization) είναι η ικανότητα του ανθρώπου (ή καλύτερα του ανθρώπινου εγκεφάλου) να μπορεί να αντιληφθεί και να ερμηνεύσει την κατεύθυνση (ή την χωρική προέλευση) και την απόσταση μιας ηχητικής πηγής. Είναι μια φυσική δεξιότητα του ανθρώπου που αναπτύσσεται από το ξεκίνημα της ζωής κατά την βρεφική ηλικία.

Για να οριοθετήσουμε τον ήχο και τις ηχητικές πηγές μέσα στον τρισδιάστο χώρο



Οπτική επάνω από τον ακροατή

Οπτική πίσω από τον ακροατή

Εικόνα 1
πηγή: Spat5 by Ircam

εξυπηρετεί η χρήση του συστήματος των πολικών¹¹ ή των καρτεσιανών¹² συντεταγμένων

⁹ εκτενέστερη αναφορά γίνεται σε επόμενη ενότητα

¹⁰ ή τρισδιάστατος. Μετάφραση του όρου Spatial Sound

¹¹ ή σφαιρικών : Azimuth, Elevation, Distance

¹² x: οριζόντιος άξονας (αριστερά - δεξιά), y: μπροστά - πίσω, z: κάθετος άξονας (πάνω - κάτω)

(εικόνα 1) όπου μπορούμε να εντοπίσουμε την οριζόντια γωνία (Azimuth ή άξονας x), την κάθετη γωνία (Elevation ή άξονας z) και την απόσταση (Distance ή άξονας y).

Η ερμηνεία της θέσης μιας ηχητικής πηγής στον *οριζόντιο άξονα* καθορίζεται από δυο βασικές ενδείξεις/ παραμέτρους: τις **διαφορές στην χρονική άφιξη** (Interaural Time Differences- **ITDs**¹³) του ήχου καθώς και τις **διαφορές στην ένταση** (Interaural Level Differences- **ILDs**¹⁴) μεταξύ των δυο αυτιών ενός ακροατή. Π.χ. Αν μια ηχητική πηγή βρίσκεται 2 μέτρα μπροστά και αριστερά (κατά 45 μοίρες) από έναν ακροατή, το ηχητικό κύμα θα φτάσει γρηγορότερα και πιο ισχυρό σε ηχητική πίεση στο αριστερό απ' ότι στο δεξιό αυτί του ακροατή.

Στον εντοπισμό του ήχου στον χώρο υπάρχει ένα τυφλό σημείο στο οποίο ο ακροατής δεν μπορεί να προσδιορίσει εάν το ηχητικό κύμα έρχεται από εμπρός ή από πίσω¹⁵. Αυτό συμβαίνει όταν η ένταση αλλά και η φάση του σήματος που φτάνει σε κάθε αυτί είναι η ίδια. Σε αυτή την περίπτωση ο εντοπισμός γίνεται πιο περίπλοκος καθώς άλλοι παράγοντες που περιγράφονται στην συνέχεια, συμβάλουν για τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης της ηχητικής πηγής.

Αναφορικά με τον εντοπισμό της θέσης μιας ηχητικής πηγής στον *κάθετο άξονα* αλλά και στην *απόσταση* πηγής και ακροατή, η διαδικασία είναι εξίσου περίπλοκη. Οι βασικότεροι παράγοντες που συμβάλουν στην διαδικασία εντοπισμού και ερμηνείας της θέσης είναι: οι **HRTFs (Head Related Transfer Functions)**, οι *φασματικές ενδείξεις* (spectral cues) της ηχητικής πηγής, η *διάρκεια* του ηχητικού ερεθίσματος, η *ένταση*, η *εξοικίωση/ αναγνωρισιμότητα* του ήχου από τον ακροατή, η *ποσόστωση αντήχησης/ ανάκλασης* του ήχου στον χώρο¹⁶. (Blauert, 1997 & Thibaut, 2015)

Πιο αναλυτικά, οι HRTFs (Head Related Transfer Functions) είναι ένα μοντελοποιημένο σύνολο που “περιγράφει” τον τρόπο και τον βαθμό διαμόρφωσης¹⁷ του ηχητικού σήματος από τα ανατομικά χαρακτηριστικά (σχηματισμός αυτιών, κεφαλής, στέρνο, ώμοι κλπ) ενός ακροατή. Οι HRTFs ποικίλουν και είναι *ξεχωριστές/ μοναδικές* για

¹³ Στην βιβλιογραφία συχνά συναντάται και ως Interaural Phase Difference (IPD)

¹⁴ Στην βιβλιογραφία συχνά συναντάται και ως Interaural Intensity Difference (IID)

¹⁵ *Cone of confusion*

¹⁶ π.χ.: ratio of direct and reflected sound

¹⁷ ή φιλτραρίσματος. Π.χ. οι μικρο- χρονικές καθυστερήσεις που επιφέρουν στο ηχητικό σήμα οι πτυχές του πτερυγίου, τροποποιούν το φασματικό περιεχόμενο του ηχητικού σήματος που φτάνει στο εσωτερικό αυτί.

κάθε άτομο και κάθε αυτί¹⁸. Καθορίζουν σημαντικά τον εντοπισμό της προέλευσης του ήχου κυρίως στο κατακόρυφο αλλά και στο οριζόντιο επίπεδο, ενώ αποτελούν την βασική παράμετρο στην βάση της οποίας ο ακροατής “ερμηνεύει” αν ο ήχος προέρχεται από μπροστά ή πίσω, πάνω ή κάτω και ειδικότερα σε περιπτώσεις όπως αυτήν του τυφλού σημείου που αναφέρθηκε παραπάνω.

Στην περίπτωση της σύνθεσης και αναπαραγωγής εμβυσιστικών ηχοτοπίων αμφιωτικού ήχου¹⁹, θα ήταν ιδανική η εξατομικευμένη ακρόαση για κάθε χρήστη/ακροατή μέσα από την χρήση βιβλιοθηκών HRTFs²⁰. Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν είναι εύκολα εφικτή η εξατομίκευση. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται γενικές HRTFs (presets) που προέρχονται είτε από μέσες τιμές HRTFs του γενικού πληθυσμού, είτε απο δεδομένα HRTFs από ψευδοκεφαλή/dummy head, γεγονός που δημιουργεί μια σειρά από αντιθέσεις και προβληματισμούς που θα μας απασχολήσουν και στην συνέχεια της παρούσας μελέτης.

Τέλος, πέραν των φυσικών, νευροφυσιολογικών και ψυχοακουστικών παραμέτρων που ήδη αναφέρθηκαν συνοπτικά²¹, η έρευνα στο πεδίο της “χωρικής ακρόασης” και στον εντοπισμό του ήχου στον χώρο, εμπεριέχει μια σειρά από προεκτάσεις που ερευνώνται και από το πεδίο των νευροεπιστημών.

¹⁸ καθώς κάθε ανθρώπινο αυτί έχει μια μοναδική καμπύλη συχνοτικής απόκρισης

¹⁹ Βλ. επόμενη ενότητα

²⁰ Βλ. Περισσότερες πληροφορίες στο [https://sofaconventions.org/mediawiki/index.php/SOFA_\(Spatially_Oriented_Format_for_Acoustics\)](https://sofaconventions.org/mediawiki/index.php/SOFA_(Spatially_Oriented_Format_for_Acoustics))

²¹ Μια διεξοδική και εις βάθος μελέτη αποτελεί το βιβλίο του Jens Blauert με τίτλο “*Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization*” (Revised Edition). MIT Press.

1.3 Καταγραφή & αναπαράσταση τρισδιάστατου ηχητικού πεδίου (sound field)

Σύμφωνα με την Hildegard Westerkamp [...*Το αυτί και το μικρόφωνο αποτελούν τα σημεία αφετηρίας ενός συνθέτη ηχοτοπίων...*] (Westerkamp, 2002). Εδώ και αρκετές δεκαετίες, ο συνθέτης ηχοτοπίων έχει στην διαθεσή του διάφορα τεχνικά μέσα με τα οποία επιδιώκει να αναπαραστήσει (αφηρημένα ή/και ρεαλιστικά) το “πραγματικό” ηχητικό πεδίο (sound field). Αξίζει να τονίσουμε πως η χρήση του όρου²² γίνεται με σκοπό να υποδηλώσει την συμπεριφορά των ηχητικών συμβάντων/ ερεθισμάτων/ πηγών καθώς και την (ακουστική) χωρική πληροφορία που εντοπίζουμε μέσα στο ηχητικό σύμπαν μιας ηχοτοπιακής σύνθεσης τρισδιάστατου ήχου. Τα τεχνικά μέσα εντοπίζονται τόσο στο πεδίο της ηχογράφησης πεδίου (field recording) όσο και στα επίπεδα της επεξεργασίας ανασύνθεσης/ αναπαράστασης και αναπαραγωγής.

Ξεκινώντας από τα βασικά εργαλεία της ηχογράφησης η πιο βασική τεχνική για την τρισδιάστατη λήψη του ηχητικού πεδίου είναι η Αμφιωτική Τεχνική (Binaural). Σκοπός είναι η σύλληψη και καταγραφή του ήχου όπως ακριβώς λαμβάνεται από τον ανθρώπινο μηχανισμό ακοής. Βασίζεται στον τρόπο εντοπισμού των ηχητικών πηγών όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Τον βασικό εξοπλισμό ηχογράφησης αποτελούν: τα “dummy heads” (ή ψευδοκεφαλές/ ομοιώματα ανθρώπινου κεφαλιού με ομοιώματα αυτιών με μικρόφωνα τοποθετημένα στο σημείο των τυμπάνων), ο δίσκος του Jecklin²³ ή ειδικά ακουστικά²⁴ που περιλαμβάνουν δυο παντοκατευθυντικά μικρόφωνα και ο χρήστης²⁵ τα φοράει στα αυτιά του κατά την διάρκεια της ηχογράφησης. Η αμφιωτική τεχνική²⁶ ηχογράφησης είναι σχεδιασμένη ούτως ώστε η χωρική πληροφορία να αποτυπώνεται με σαφήνεια **μόνο** όταν η **αναπαραγωγή** του στερεοφωνικού αρχείου ήχου γίνεται **με την χρήση ακουστικών**.

Σε μια ιδανική κατάσταση, επιτυγχάνεται ένα υψηλό επίπεδο χωρικής πιστότητας αποδίδοντας μια καλή πανοραμική ηχητική σκηνή με ικανοποιητική απόδοση της χωρικής προέλευσης & δραστηριότητας των ηχητικών πηγών. Η επιτυχία της τεχνικής είναι, ωστόσο, ευρέως μεταβλητή. Το βασικότερο πρόβλημα κατά την ακρόαση μιας αμφιωτικής ηχογράφησης είναι η ασάφεια (μερικές φορές) μεταξύ του τι βρίσκεται

²² ενν. “πραγματικό”

²³ Jecklin Disk, εναλλακτική εφαρμογή με ειδικό δίσκο διαχωρισμού και χρήση ζεύγους παντοκατευθυντικών μικροφώνων. Η μέθοδος ονομάζεται και Baffled Stereo

²⁴ π.χ. Sennheiser Ambeo Smart Headset

²⁵ ο ηχολήπτης

²⁶ ή διωτική / με δύο αυτιά

μπροστά/ πίσω ή επάνω/ κάτω. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στην τάση του ανθρώπινου εγκεφάλου να προσδιορίζει τον εντοπισμό των ηχητικών πηγών σύμφωνα με όσα έχουμε ήδη αναφέρει αλλά και με τις κινήσεις του κεφαλιού καθώς και την οπτική του ηχολήπτη προς την ηχητική πηγή. Πολλές φορές ο ακροατής του αμφιωτικού ηχογραφήματος θα βιώσει μια ηχητική σκηνή που φαίνεται να ξετυλίγεται γύρω από το πίσω μέρος του κεφαλιού ή κυκλωτικά από κάτω προς τα επάνω (ή αντίστροφα). Άλλες φορές το αμφιωτικό ηχογράφημα μπορεί να φέρνει όλη την ηχητική πληροφορία “μέσα ή κοντά στο κεφάλι” μη αποδίδοντας σωστά την αίσθηση την απόστασης και του βάθους (depth). Τέλος, στην πιστότητα αναπαραγωγής παίζει μεγάλο ρόλο και η μοντελοποίηση του εξωτερικού αυτιού δηλ. οι HRTFs στις οποίες ήδη αναφερθήκαμε. (Εμμανουήλ, 2020 & Barnard, 2010)

Πέραν της αμφιωτικής τεχνικής, εντοπίζονται και μια σειρά από άλλες τεχνικές ηχογράφησης που κάνουν χρήση πολλών μικροφώνων και στοχεύουν στην καταγραφή του ηχητικού πεδίου περικυκλωτικά (surround). Η εκτενής παρουσίαση αυτών των τεχνικών αφενός ξεπερνά τις προσδοκίες της παρούσας εργασίας²⁷ και αφετέρου οι περικυκλωτικές τεχνικές καταγράφουν το ηχητικό πεδίο με αυτό που λέμε “καναλική προσέγγιση” (channel based approach²⁸) ενώ κατά την αναπαραγωγή του ηχογραφήματος το ηχητικό πεδίο αποτυπώνεται σε δυο διαστάσεις (2D).

Η τεχνική και η μέθοδος ηχογράφησης **Ambisonic** αποτελεί την ιδανικότερη τεχνική ηχογράφησης αλλά και ένα ισχυρό εργαλείο αναπαράστασης και ανακατασκευής του τρισδιάστατου ηχητικού πεδίου (sound field). Αυτό γίνεται εφικτό καθώς πρόκειται για τεχνική περιφωνικής καταγραφής του ηχητικού πεδίου. Στην απλούστερη εκδοχή της, χρησιμοποιείται ένα ειδικό μικρόφωνο τεσσάρων διαφραγμάτων που βρίσκονται τοποθετημένα στο ίδιο σημείο αλλά με τις κάψες τους στις κατευθύνσεις που προκύπτουν από την διάταξη ενός κανονικού τετράεδρου. Με αυτή την εκδοχή, η λήψη είναι σφαιρική (360 μοίρες) και η καταγραφή του ηχητικού πεδίου γίνεται σε αυτό που στην γλώσσα των ambisonics παρουσιάζεται ως A-Format. Μέσα από μια ειδική αποκωδικοποίηση (decoding) το ηχητικό πεδίο αναλύεται σε σφαιρικές αρμονικές και μετατρέπεται σε αυτό που στην ορολογία των ambisonics εντοπίζουμε ως B-Format.

Σε αντίθεση με άλλα συστήματα πολυκάναλης αναπαραγωγής (π.χ. stereo, 5.1 surround κλπ) που η χωρική τοποθέτηση των ηχητικών σημάτων προϋποθέτει μια δεδομένη θέση για κάθε ηχείο και η χωροθεσία των πηγών γίνεται κατ’ αντιστοιχία σε

²⁷ Βλ. αναλυτικότερα στο Εμμανουήλ, 2020

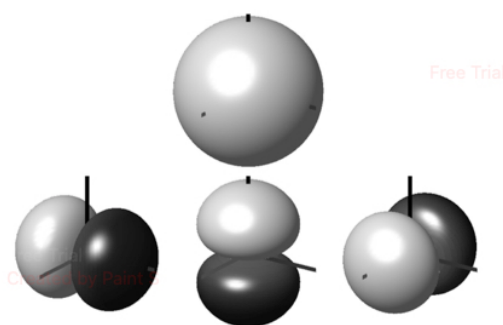
²⁸ Σε ένα πολυκάναλο σύστημα αναπαραγωγής channel-based κάθε κανάλι αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο ηχείο αναπαραγωγής σε μια δεδομένη χωρική διάταξη αποδίδοντας έτσι την χωρική πληροφορία/συμπεριφορά των ηχητικών πηγών.

ηχείο/κανάλι αναπαραγωγής, στην μέθοδο των ambisonics δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην επεξεργασία των ηχητικών πληροφοριών εστιάζοντας στις φυσικές ιδιότητες (physical properties) του ακουστικού/ ηχητικού πεδίου όπως είναι οι αυξομειώσεις στην ένταση και οι πληροφορίες σε σχέση με την κατεύθυνση των ηχητικών πηγών στον τρισδιάστατο χώρο.

Η βασική ιδέα της μεθόδου είναι η κωδικοποίηση του ηχητικού σήματος σε 4 κανάλια (W, X,Y,Z) όπου:

α) το κανάλι W περιέχει την πληροφορία σχετικά με την απευθείας μετάδοσή της ηχητικής πηγής από οποιαδήποτε κατεύθυνση του χώρου (θα μπορούσε να αντιστοιχεί στην εγγραφή από ένα παντοκαντευθυντικό μικροφώνο (omni-directional)).

β) τα κανάλια X, Y και Z²⁹ εμπεριέχουν την πληροφορία της κατεύθυνσης του ηχητικού σήματος πάνω στους αντίστοιχους άξονες του τρισδιάστατου χώρου (θα μπορούσε να αντιστοιχεί στην εγγραφή τριών δι-κατευθυντικών μικροφώνων (bi-directional, figure of eight) / ένα για κάθε διάσταση).



Εικόνα 2

3D polar patterns of an omnidirectional microphone (top) and three figure-of-eight directional microphones in each one of the directions (bottom).

Πηγή: Artega D., (2023) Introduction to Ambisonics

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και πλεονέκτημα που έχει η τεχνική και η μέθοδος των Ambisonics είναι ότι μπορεί να αποκωδικοποιηθεί (decoding) σε πολλές και διαφορετικές διατάξεις ηχείων. Παράλληλα η ανάλυση του ηχητικού πεδίου με βάση την θεωρία των σφαιρικών αρμονικών δίνει την δυνατότητα ανασύνθεσης του ηχητικού πεδίου σε μεγαλύτερες τάξεις ambisonics (higher orders of ambisonics)³⁰ αποδίδοντας με μεγαλύτερη ακρίβεια και πιστότητα την χωρική πληροφορία του ηχητικού πεδίου. Τέλος, μέσω της συνέλιξης (convolution) του ηχητικού σήματος με HRTFs και HRIR³¹, γίνεται

²⁹ Αξίζει να αποσαφηνιστεί πως εδώ το σύστημα αξόνων x,y,z διαφέρει από αυτό που περιγράψαμε νωρίτερα καθώς το κανάλι x στην αποκωδικοποίηση των ambisonics αφορά τον άξονα μπροστά/πίσω, και τα y, z σε δεξιά/αριστερά και πάνω/κάτω αντίστοιχα.

³⁰ Βλ. αναλυτικότερα στο Artega, 2023.

³¹ Head Related Impulse Response.

εφικτή η αποκωδικοποίηση του τρισδιάστατου ηχητικού πεδίου για αναπαραγωγή και ακρόαση με την χρήση ακουστικών (binaural). (Artega,2023)

Η χρήση της μεθόδου των ambisonics αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο και στο επίπεδο σύνθεσης/ σχεδιασμού και παραγωγής (production) τρισδιάτων ηχοτοπίων. Πέραν των ηχογραφήματων που έχουν καταγραφεί με την τεχνική ambisonic, ακόμα και μονοφωνικά ή στερεοφωνικά αρχεία ήχου μπορούν να τοποθετηθούν στο τρισδιάστατο ηχητικό πεδίο με την χρήση ειδικών λογισμικών (plug-in). Στην περίπτωση μελέτης που παρουσιάζεται στην συνέχεια της εργασίας έγινε χρήση του λογισμικού REAPER και της σειράς IEM Plug-in Suite³² για την σύνθεση του ηχοτοπίου με τίτλο “*Pebble’s Soundscape*” και αποκωδικοποίηση για αναπαραγωγή με την χρήση ακουστικών (ηχοτοπίο αμφιωτικού ήχου). Η ηχοτοπιακή σύνθεση με τίτλο “*Athenian Tempesta Sonorum*” αποτελεί μια διαφορετική προσέγγιση η οποία θα αναλυθεί διεξοδικά στην επόμενη ενότητα.

³² IEM Plug-in Suite, διαθέσιμο στο σύνδεσμο <https://plugins.iem.at/>

2. Μεθοδολογία σύνθεσης ηχοτοπίων αμφιωτικού ήχου

2.1 Γενική προσέγγιση, στοχαστικές αφετηρίες και αισθητικές προσεγγίσεις

Στην παρούσα ενότητα της εργασίας επιχειρείται μια αναλυτική παρουσίαση της μεθοδολογίας στην βάση της οποίας δημιουργήθηκαν οι δύο ηχοτοπιακές συνθέσεις³³ αμφιωτικού ήχου που αποτελούν και το πρακτικό σκέλος της παρούσας εργασίας. Ωστόσο πριν προχωρήσουμε στο αποκλειστικά τεχνικό/ πρακτικό σκέλος, κρίνεται ωφέλιμη μια αναφορά σε ορισμένες φιλοσοφικές και αισθητικές προσεγγίσεις που αποτέλεσαν “γονιμοποιητικό” παράγοντα για την δημιουργία των έργων.

Οι ήχοι από το φυσικό και το αστικό περιβάλλον, καθώς και η δημιουργική τους διαχείριση ως βασική ηχητική ύλη για τη σύνθεση ακουσματικής μουσικής, αποτελούν αντικείμενο μελέτης και ενδιαφέροντος για συνθέτες και ερευνητές εδώ και δεκαετίες. Ο Murray Schafer αποτυπώνει ενθουσιωδώς την δυνητική “μουσικογενή” διάσταση που εμπεριέχουν οι ήχοι που μας περιβάλλουν στην καθημερινότητά μας ως ένα *συνεχές πεδίο πιθανοτήτων*. (Schafer M., 1994) Κατά την διαδικασία σύνθεσης με ήχους δανεισμένους από την φύση (ή/και το αστικό περιβάλλον) [...*η μορφή των ηχοτοπίων μεταβάλλεται και μεταμορφώνεται...*]. (Λουφόπουλος, Α., 2008) Ο “ηθικός αυτουργός” αυτών των μεταμορφώσεων είναι ο συνθέτης/ δημιουργός και μέσα από το δημιούργημά του, το πρωτογενές³⁴ υλικό επανανοηματοδοτείται και αποκτά νέες διαστάσεις.

Ειδικότερα, η σύνθεση ηχοτοπίων με την χρήση³⁵ αμφιωτικών ηχογραφήσεων φέρνει στο προσκήνιο μια σειρά από παραμέτρους που λειτουργούν ως δημιουργική πρόκληση για τον συνθέτη ενώ παράλληλα σε μεγάλο βαθμό καθορίζουν ή/και περιορίζουν τις συνθετικές αποφάσεις.

Η πρώτη παράμετρος που εντοπίζεται στην χρήση του αμφιωτικού ήχου είναι αυτή της προοπτικής³⁶. Οι ιδιαιτερότητες που προσφέρει η αμφιωτική μέθοδος ως προς την αναγνώριση της προοπτικής εντοπίζονται στο δίπολο συνθέτη/ καταγραφέα του ηχητικού πεδίου και του ακροατή του ηχογραφήματος. Π.χ. στην περίπτωση του ήχου για τον κινηματογράφο ο Michel Chion³⁷ εντοπίζει δύο διακριτούς τύπους ακουστικής

³³ η πρώτη ηχοτοπιακή σύνθεση έχει τίτλο: *Pebble's soundscape* (διάρκειας: 9'05") και η δεύτερη έχει τίτλο: *Athenian Tempesta Sonorum* (διάρκειας: 4'15").

³⁴ ηχογραφήσεις πεδίου (field recordings)

³⁵ ή και χωρίς την χρήση πρωτογενών ηχογραφήσεων αλλά με την αναπαράσταση του τρισδιάστατου ηχητικού πεδίου με άλλες μεθόδους όπως αυτές που περιγράφονται στην συνέχεια.

³⁶ Η περίπτωση της προοπτικής βέβαια ισχύει και στις περιπτώσεις της στερεοφωνίας ή του περικυκλωτικού ήχου.

³⁷ βλ. αναλυτικά στο Chion, M., (1994)

προοπτικής: την χωρική και την υποκειμενική προοπτική και αίσθηση ακρόασης. Η παράμετρος της προοπτικής λοιπόν στην σύνθεση ενός αμφιωτικού ηχοτοπίου αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο που καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τις συνθετικές επιλογές αφού ουσιαστικά αποτελεί το κοινό, νοητό (ή/και νοητικό) πεδίο εξερεύνησης και σύνδεσης συνθέτη και ακροατή, ενώ η αξιοποίηση του από τον πρώτο, δύναται να αποτελέσει στοιχείο αφηγηματικότητας στο πλαίσιο μιας ηχητικής σύνθεσης.

Η δεύτερη παράμετρος εντοπίζεται στην ίδια την “φύση” των αμφιωτικών ηχογραφήσεων πεδίου και την χρήση τους ως βασική ηχητική ύλη σύνθεσης. Σχετίζεται με τον *βαθμό παρέμβασης*³⁸ του συνθέτη/καταγραφέα του ηχητικού πεδίου. Πιο συγκεκριμένα, κατά την διάρκεια μιας ηχογράφησης πεδίου, η παρουσία³⁹ του καταγραφέα εντός του ηχητικού πεδίου καθώς και οι επιλογές του ως προς τα σημεία έμφασης, καθορίζουν σημαντικά τον βαθμό των εναλλαγών του χώρου ή/και την ανάδειξη ηχητικών στοιχείων και ερεθισμάτων ενός ηχοτοπίου. Ηχητικά στοιχεία που δεν πρωταγωνιστούν στο ηχοτοπίο αλλά κεντρίζουν την προσοχή του καταγραφέα λόγω οπτικών ή ακόμα και οσφρητικών ερεθισμάτων, αναδεικνύονται κατόπιν της συνειδητής (ή μερικές φορές ασυνείδητης) επιλογής του συνθέτη/καταγραφέα. Σε κάθε περίπτωση, ο *βαθμός παρέμβασης* αποτελεί μια ακόμη πτυχή που παίζει καθοριστικό ρόλο για τις δημιουργικές επιλογές καθώς μπορεί να καθοδηγήσει τον ακροατή ποικιλοτρόπως. (Barnard, 2010)

Οι θεωρίες του *αρνητικού χώρου* και του *φασματικού υδατογραφήματος*⁴⁰ αποτελούν ακόμη δυο καταλυτικούς παράγοντες που χρήζουν στοχασμού και λειτουργούν γόνιμα ή και περιοριστικά στην δημιουργική διαδικασία σύνθεσης ηχοτοπίων αμφιωτικού ήχου. Αναλυτικότερα, ο *βαθμός παρέμβασης* που αναφέρθηκε νωρίτερα, στην περίπτωση του αμφιωτικού ήχου ξεκινά από το πρωταρχικό στάδιο που θέλει τον καταγραφέα να φοράει τον εξοπλισμό της ηχογράφησης⁴¹. Σε αυτό το στάδιο ο καταγραφέας γίνεται αναπόσπαστο κομμάτι του εξοπλισμού ηχογράφησης καθώς το φασματικό περιεχόμενο του ηχογραφήματος επηρεάζεται από τις HRTFs του. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω γίνεται προφανές πως το φασματικό προφίλ των αυτιών και της κεφαλής του καταγραφέα αποθηκεύεται ανεξίτηλα στην ηχογράφιση. Αυτό ο Barnard το αναφέρει με τον όρο *φασματικό υδατογράφημα* (spectral watermark) ενώ παράλληλα κάνει λόγο για

³⁸ *Interventionism* βλ. περισσότερα στο Barnard, 2010.

³⁹ *Soundwalk & Soundmaking*, βλ. περισσότερα στο Truax, B. (1999) *Handbook for Acoustic Ecology* & στο Barnard, M. (2010).

⁴⁰ βλ. αναλυτικά στο Barnard, 2010.

⁴¹ ο Barnard αναφέρεται εδώ στις περιπτώσεις που η ηχογράφιση γίνεται με την χρήση ειδικών ακουστικών για τα οποία έγινε αναφορά και στην προηγούμενη ενότητα.

μια συμμετρία μεταξύ καταγραφέα και ακροατή που αλληλοεκτοπίζονται στον εικονικό πλέον χώρο του ηχογραφήματος. (Barnard, 2010)

Με την θεωρία του *αρνητικού χώρου* (negative space) ο Barnard συνεχίζει τον παραπάνω συλλογισμό. Δανείζεται τον όρο από τις εικαστικές τέχνες όπου χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον χώρο γύρω από ένα ή περισσότερα αντικείμενα μιας εικόνας δίνοντας έμφαση στην εναλλαγή του τρόπου εστίασης και στις οπτικές ψευδαισθήσεις (ή οφθαλμαπάτες) που δημιουργεί, βλέπε το παράδειγμα του βάζου του Rubin (εικόνα 3). Σε μια προσπάθεια αντιστοίχισης και εφαρμογής του *αρνητικού χώρου*



Εικόνα 3.
Το βάζο του Rubin

στον αμφιωτικό ήχο, ορίζει ως τον θετικό χώρο (positive space) τον ήχο⁴² που αντιλαμβάνεται ο ακροατής ενός αμφιωτικού ηχογραφήματος και την υπέρθεση του ηχογραφημένου χώρου σε έναν εικονικό χώρο όπου ο καταγραφέας πρόκειται να αντικατασταθεί (displacement) από τον ακροατή. Η παρουσία του σιωπηλού καταγραφέα που εν πρώτης δεν είναι το κύριο σημείο εστίασης αλλά επηρεάζει βαθιά την ηχογράφιση που προκρίπτει, υποδηλώνει για τον Barnard έναν *αρνητικό χώρο* ο οποίος αποκτά οντολογικό ενδιαφέρον κάθε φορά που γίνεται η αναπαραγωγή του ηχογραφήματος από άλλον ακροατή.

Η αναφορά στις παραπάνω θεωρίες και προσεγγίσεις κρίθηκε απαραίτητη κατά την ανάπτυξη αυτού του σκέλους της εργασίας καθώς άλλες περισσότερο κι άλλες λιγότερο (ή καθόλου), καθόρισαν κι επηρέασαν σε ανάλογο βαθμό τις συνθετικές επιλογές κατά την δημιουργική διαδικασία των δύο σπουδών αμφιωτικού ήχου που περιγράφονται διεξοδικά στην συνέχεια.

⁴² δηλαδή το πραγματικό καταγεγραμμένο ηχητικό πεδίο

2.2. Σπουδή 1η: *Pebble's Soundscape*, περιγραφή και μεθοδολογία σύνθεσης

Η σπουδή με τίτλο *Pebble's Soundscape* είναι μια ηχοτοπιακή σύνθεση διάρκειας 9 λεπτών και 6 δευτερολέπτων. Αποτελεί ένα υβριδικό⁴³ ηχοτοπίο καθώς βασίζεται στον άξονα γνώριμος/αληθοφανής χώρος⁴⁴ - μη πραγματικά γεγονότα. Το έργο αποτελείται από 3 διαδοχικά μέρη. Επιδιώκει να αποτυπώσει ελεύθερα μέσα από μια καλλιτεχνική οπτική το ηχοτοπίο ενός βότσαλου και εντάσσεται κι αυτό στο πλαίσιο μιας προσωπικής εμμονής στην καλλιτεχνική εξερεύνηση της πέτρας⁴⁵. Από την οπτική της αφηγηματικότητας το ηχοτοπίο ξεκινά από ένα ασαφές σημείο μιας απροσδιόριστης ακτής όπου ακούγονται μόνο οι γεωφυσικοί ήχοι ενώ η πρόθεση ως προς την *προοπτική* είναι να ταυτιστεί ο ακροατής με το βότσαλο (μετάβαση από το χωρικό στο υποκειμενικό σημείο ακρόασης) “εκεί που σκάει το κύμα”. Στην συνέχεια και πάλι από πλευράς αφηγηματικότητας, η “δράση” μετατοπίζεται στον βυθό (2ο μέρος⁴⁶). Ενώ σταδιακά με μια (τόσο ηχητική όσο και ρεαλιστική) χειρονομία το βότσαλο αναδύεται ξανά στην επιφάνεια (3ο μέρος⁴⁷) όπου και ξεκινά ένα παιχνίδισμα με το μέσα-έξω από το νερό. Η σύνθεση στοχεύει αφενός στην “απεικόνιση” και την ανάδειξη της σχέσης της πέτρας με το υγρό στοιχείο και πιο συγκεκριμένα με το νερό της θάλασσας και τον βυθό. Αφετέρου επιχειρείται η ανάδειξη των αντιθέσεων της σκληρότητας/ ακαμπτότητας και της ρευστότητας ως ηχητικές υφές (textures) ενώ ενδιαφέρουσα πρόκληση αποτέλεσε η επεξεργασία του ηχητικού υλικού της πέτρας με σκοπό την μετατροπή του σε ηχητικές υφές που υποδηλώνουν ρευστότητα.

Σε μια ολιστική θεώρηση του βασικού ηχητικού υλικού διακρίνεται σε:

A) 3 αμφιωτικές ηχογραφήσεις πεδίου που έχουν πραγματοποιηθεί με την χρήση του ακουστικών αμφιωτικής ηχογράφησης. Οι ηχογραφήσεις αυτές περιλαμβάνουν:

⁴³ με βάση την διάκριση που προτείνεται από τον Λουφόπουλο και αναφέρθηκε στη 1η ενότητα.

⁴⁴ μέχρι και το 2'57"

⁴⁵ ως ηχογόνο πηγή αλλά και πιο ελεύθερα μέσα από διάφορα καλλιτεχνικά εγχειρήματα που ξεκίνησαν το 2019 με την Site Specific Performance “SCHEMATA”. Βλ. περισσότερα: <https://omadakentro.com/portfolio/schemata/>. Απο τότε μέχρι σήμερα έχει δημιουργηθεί μια σειρά έργων και καλλιτεχνικών δράσεων όπως π.χ. την οπτικοακουστική μινιατούρα *Λήθη 0.1* (2020), την αυτοσχεδιαστική performance για 4 ηχεία και 2 πέτρες με καλώδια με τίτλο *Στον Κύκλο της πέτρας* (2024), ενώ στο πλαίσιο του ΔΠΜΣ Τέχνες & Τεχνολογίες του ήχου αναπτύχθηκε το διαδραστικό όργανο LithOSCillator ver.1. (2022), ver.2. (2024, υπό ανακατασκευή)

⁴⁶ 2'59"

⁴⁷ 6'54"

1. Ηχοτοπίο ήρεμης θάλασσας/ απαλός κυματισμός⁴⁸ από ύψος περίπου 5m από την επιφάνεια της θάλασσας/ τοποθεσία: παραλία Άμμες, Κεφαλονιά, ημ/νια ηχογράφησης: 31/12/2023.

2. Ηχοτοπίο ήρεμης θάλασσας / απαλός κυματισμός⁴⁹ από απόσταση 50cm έως 1.5m από την επιφάνεια της θάλασσας / τοποθεσία: Μύτικας, Αιτωλοακαρνανίας, ημ/νια ηχογράφησης: 5/6/2022.

3. Ηχοτοπίο τζιτζικιών⁵⁰ από απόσταση περίπου 7-10m / τοποθεσία: Θαλασσόμυλος, Αργοστόλι, ημ/νια ηχογράφησης: 14/07/2024.

B) Μονοφωνικές ηχογραφήσεις ήχων:

1) νερού, π.χ. σταγόνες, ανάδευση διαφόρων ποσοτήτων νερού σε πλαστικά, μεταλλικά δοχεία και γυάλινο μπουκάλι, παφλασμός νερού σε μεγάλο πλαστικό δοχείο κ.α. Το υλικό αυτό άλλες φορές παρατίθενται αυτούσιο κι άλλες φορές έπειτα από διάφορες επεξεργασίες π.χ. προσθήκη τεχνητής αντήχησης και τονική μετατόπιση⁵¹,

2) χτυπήματα διαφόρων βότσαλων και πετρών (διάφορα ιζηματογενή πετρώματα, ψαμμίτης, βιομηχανικοί κυβόλιθοι κ.α.),

3) το χτύπημα καθώς και την μετακίνηση ενός βόλου (μερικές φορές και περισσότερων) επάνω σε επίπεδη πέτρα διαστάσεων περίπου 20cm X 20cm. Η ηχογράφηση στην προκειμένη περίπτωση έγινε με την χρήση πιεζοηλεκτρικού μικροφώνου (contact mic) και το υλικό υπέστη διάφορες επεξεργασίες σε πραγματικό χρόνο όπως κοκκώδης επεξεργασία κα⁵²

B) Τεχνητοί ήχοι που μιμούνται το κροτάλισμα των βότσαλων από το κύμα⁵³. Οι ήχοι αυτοί φτιάχτηκαν με την χρήση της κοκκώδους σύνθεσης και επεξεργασίες όπως την τονική μετατόπιση (pitch shifting), την αλλαγή στην χρονική διάρκεια και την συχνότητα αναπαραγωγής των κόκκων. Συμπληρωματικά, με την χρήση και την μερική

⁴⁸ από την αρχή μέχρι και το 2'57"

⁴⁹ από το 6'54" και μετά μέχρι το τέλος (αποσπασματικά, σχεδόν αυτούσιο αλλά και με επεξεργασίες που περιγράφονται στο βασικό κορμό του κειμένου)

⁵⁰ από το 6'54" και μετά μέχρι το 8'20" (αποσπασματικά, σχεδόν αυτούσιο αλλά και με επεξεργασίες που περιγράφονται στο βασικό κορμό του κειμένου)

⁵¹ π.χ βαθύς ήχος νερού στο 4'26"

⁵² οι επεξεργασίες αυτές όπως και άλλες που αναφέρονται στην συνέχεια, στόχευαν στην απόδοση ηχητικών υφών ρευστότητας. Πραγματοποιήθηκαν με την υπό-κατασκευή δεύτερη εκδοχή του διαδραστικού οργάνου LithOSCillator το οποίο συνοπτικά αποτελεί μια αλγοριθμική αλυσίδα διαφόρων ψηφιακών επεξεργασιών σήματος στο προγραμματιστικό περιβάλλον MAX/MSP.

⁵³ από την αρχή μέχρι και το 2'59"

παραμετροποίηση μιας πρωτότυπης (μή ολοκληρωμένης- prototype) εκδοχής ενός κοκκοποιητή που εντοπίστηκε στην εξωτερική βιβλιοθήκη SPAT5⁵⁴ στο προγραμματιστικό περιβάλλον MAX/MSP, οι υφές των κόκκων διαμοιράστηκαν σε 8 διαφορετικά κανάλια ούτως ώστε να διαχειριστούν ευκολότερα από πλευράς χωροθεσίας⁵⁵.

Γ) Τεχνητοί ήχοι που αποτυπώνουν υψίσυχνες υφές ρευστότητας⁵⁶. Οι ήχοι αυτοί φτιάχτηκαν με την χρήση γεννήτριας κρουστικών αποκρίσεων⁵⁷ (impulses), χρήση τεχνητής αντίληψης, ζωνοπερατά φίλτρα, εφέ χρονικής καθυστέρησης (delay) και κοκκώδη επεξεργασία.

Δ) Ηχητικά στρώματα⁵⁸ (drones) που προέκειψαν είτε από φασματικό πάγωμα (spectral freeze) κρουστικών ήχων της πέτρας με χρήση τεχνίτης αντήχησης και άλλες φασματικές επεξεργασίες και χρονικές επεξεργασίες (time stretching)

Ε) Ηχητικά αντικείμενα με έντονο ρυθμικό χαρακτήρα και δραστηριότητα⁵⁹. Αυτά τα ηχητικά αντικείμενα φτιάχτηκαν κυρίως με την τεχνική Σύνθεσης Ήχου Αλυσιδωτής Συνένωσης⁶⁰ (Concatenative Synthesis)

Ως προς τις συνθετικές επιλογές οργάνωσης του ηχητικού υλικού και την χωροθέτηση των ηχητικών πηγών στο τρισδιάστατο ηχητικό πεδίο, όπως ήδη αναφέρθηκε έγινε χρήση της μεθόδου των Ambisonics, του λογισμικού REAPER και της σειράς IEM Plug-in Suite. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η σύνθεση του τρισδιάστατου ηχητικού πεδίου σε 5η τάξη ambisonics με σκοπό την απόδοση μιας αρκετά λεπτομερούς⁶¹ ηχητικής εικόνας με ακρίβεια ως προς την αναπαράσταση στην χωρική πληροφορία, και αποκωδικοποίηση για ακρόαση με την χρήση ακουστικών. Στο πρώτο και στο τρίτο μέρος

⁵⁴ βλ. Περισσότερα: <https://forum.ircam.fr/projects/detail/spat/>

⁵⁵ εκτενέστερη αναφορά γίνεται στην συνέχεια

⁵⁶ π.χ. από το 3'02 έως 4'32. Το παραγόμενο αρχείο ήχου ήταν στερεοφωνικό.

⁵⁷ το αντικείμενο click~ στο προγραμματιστικό περιβάλλον του MAX/MSP

⁵⁸ 2'55" έως 5'45"

⁵⁹ π.χ. 7'40" έως 8'08" ρυθμικές ακολουθίες από ήχους πέτρας και υγρών.

⁶⁰ χρησιμοποιείται η μετάφραση του όρου έτσι όπως εντοπίζεται στο Καραμανλής, Ο., (2021). *Σύνθεση και Επεξεργασία Ήχου με το Supercollider*, Εκδ. ΦΥΛΑΤΟΣ

⁶¹ κατα πόσο αυτό επιτυγχάνεται; θα γίνει ειδικότερη αναφορά στην επόμενη ενότητα.

του ηχοτοπίου, συνυπάρχουν⁶² οι αμφιωτικές ηχογραφήσεις με το τεχνητό αμφιωτικό ηχοτοπίο που έχει δημιουργηθεί με την μέθοδο των ambisonics. Αξίζει να τονίσουμε πως οι αμφιωτικές ηχογραφήσεις δεν “περνάνε” μέσα από την διαδικασία αποκωδικοποίησης αλλά παρατίθενται σχεδόν αυτούσιες⁶³, σε ξεχωριστό στερεοφωνικό κανάλι εντός του λογισμικού REAPER.

Ο οκτακάναλος τεχνητός ήχος που μιμείται το κροτάλισμα των βότσων από το κύμα έχει “μοιραστεί” στο τρισδιάστατο ηχητικό πεδίο με την χρήση⁶⁴ του MultiEncoder (Εικόνα 4) ενώ με αυτοματισμούς και την χρήση ταλαντωτών χαμηλής συχνότητας (LFO) τα στρώματα των κόκκων κινούνται στην οριζόντια γωνία (παράμετρος master Azimuth) αλλά και στην κάθετη (παράμετρος master Roll- κυρίως μικροκινήσεις). Συμπληρωματικά



Εικόνα 4.
MultiEncoder

έχει γίνει χρήση τεχνητής αντίχησης (FdnReverb) για να δοθεί η αίσθηση της απόστασης και του βάθους (depth).

Με αντίστοιχους τρόπους αντιμετωπίζονται και οι υπόλοιπες ηχητικές πηγές αναφορικά με την χωροθεσία. Οι (περισσότερες) μονοφωνικές με τον RoomEncoder, και οι στερεοφωνικές με τον StereoEncoder. Ενώ για την χάραξη περιστροφικών τροχιών (κυκλικών, τυχαίων, σπειροειδών κλπ) έχουν ακολουθηθεί διάφοροι συνδυασμοί

⁶² Σχεδόν καθόλη την διάρκεια του πρώτου μέρους και πιο αποσπασματικά στο τρίτο

⁶³ Στην περίπτωση της πρώτης ηχογράφησης (αρχή έως 2'59") έχει τοποθετηθεί ένα υπερβατό φίλτρο με συχνότητα αποκοπής στα 180Hz για την αποφυγή μασκαρισμάτων με τον τεχνητό ήχο του κυματισμού και των βότσων. Εξαιρέση ωστόσο αποτελούν οι ηχογραφήσεις του 3ου μέρους (6'54" μέχρι τέλος) που για να αποδοθεί η αίσθηση του μέσα έξω από το νερό έχει γίνει χρήση χαμηλοπερατών και ζωνοπερατών φίλτρων καθώς και τονική μετατόπιση στην ηχογράφηση των τζίτζικιών.

⁶⁴ κάθε ζεύγος καναλιών έχει οδηγηθεί (routing) σε ένα ζεύγος ηχητικών πηγών στον MultiEncoder

αυτοματισμών με LFOs ή/και καταγραφή (record envelope) της κίνησης της πηγής σε πραγματικό χρόνο και μετέπειτα μικροεπεξεργασίες της καταγεγραμμένης πειβάλλουσας.



Εικόνα 4.
RoomEncoder & StereoEncoder

2.3. Σπουδή 2η: Athenian Tempesta Sonorum, περιγραφή και μεθοδολογία σύνθεσης

Η σπουδή με τίτλο *Athenian Tempesta Sonorum* είναι μια σύντομη ηχοτοπιακή σύνθεση με χαρακτήρα ηχοπερίπατου (soundwalk⁶⁵) συνολικής διάρκειας 4 λεπτών και 17 δευτερολέπτων. Με βάση την διάκριση ηχοτοπίων που έχουμε ήδη αναφέρει μπορεί να καταταχθεί στα αληθοφανή καθώς αναπτύσσεται στο δίπολο πραγματικοί χώροι - αληθινά γεγονότα. Η συγκεκριμένη σύνθεση αποτελεί μια διαφορετική⁶⁶ προσέγγιση σαν μεθοδολογία σύνθεσης ηχοτοπίων αμφίωτικού ήχου τόσο ως προς το επίπεδο των συνθετικών επιλογών όσο και ως προς το τεχνικό της μέρος.

Το ηχητικό υλικό διαχωρίζεται ως εξής:

A) Ένα τεχνητό⁶⁷ ηχοτοπίο καταιγίδας που απαρτίζεται από:

⁶⁵ βλ. περισσότερα στο Truax, 1999.

⁶⁶ Σε σχέση με αυτήν που αναλύθηκε στην προηγούμενη υποενότητα.

⁶⁷ παρόμοια με αυτή που αναφέρθηκε νωρίτερα με συνδυασμό της μεθόδου ambisonics (5ης τάξη) και αμφιωτικής ηχογράφησης με την χρήση του λογισμικού REAPER & IEM Plug-in Suite.

1) αμφιωτική ηχογράφηση⁶⁸ που ο ήχος ενδιαφέροντος (βροντές) έχει απομονωθεί με προσεκτική και λεπτομερή αποθορυβοποίηση (de-noise), ενώ για να δωθεί μεγαλύτερος όγκος στις χαμηλές συχνότητες και στον ήχο της βροντής έχει υποστεί και τονική μετατόπιση (-1 ή και -2 οκτάβες) χωρίς όμως να επηρεαστεί⁶⁹ ο ρυθμός αναπαραγωγής του αρχείου και χαθεί η φακτούρα⁷⁰ αλλά και η χωρική πληροφορία.

2) έναν τεχνητό ήχο βροχής⁷¹ που έχει παραχθεί από γεννήτρια κρουστικών αποκρίσεων⁷², εφέ χρονικής καθυστέρησης, χρήση ζωνοπερατών φίλτρων και bit reduction.

3) έναν δεύτερο τεχνητό ήχο βροχής⁷³ σχεδιασμένο με παρόμοιο τρόπο με τον προηγούμενο με την διαφορά ότι έχει υποστεί και μια κοκκώδη επεξεργασία δίνοντας έμφαση στην τονική μετατόπιση των κόκκων με σκοπό να αποδοθεί μια υγρή/ ρευστή υφή.

4) έναν τεχνητό ήχο αέρα⁷⁴ που έχει σχεδιαστεί με την χρήση γεννήτριας ροζ θορύβου και χρήση φίλτρων εγκοπής (notch) με αυτοματοποιημένες κινήσεις στις συχνότητες συντονισμού σε στερεοφωνικό ισοσταθμιστή (equalizer)

5) έναν τεχνητό ήχο ριπών ανέμου⁷⁵ που έχει σχεδιαστεί με την χρήση γεννήτριας ροζ θορύβου και χρήση φίλτρων εγκοπής (notch) με αυτοματοποιημένες κινήσεις στις συχνότητες συντονισμού σε στερεοφωνικό ισοσταθμιστή (equalizer)

⁶⁸ Η ακριβής ημερομηνία της ηχογράφησης δυστυχώς έχει χαθεί, ωστόσο η τοποθεσία της ήταν σε μια πλαγιά του Αίνου της Κεφαλονιάς, μακριά από ανθρωπογενείς και βιομηχανικούς ήχους, σε μια στιγμή νηνεμίας, λίγα λεπτά πριν από την άφιξη μια ισχυρής καταιγίδας

⁶⁹ όχι τουλάχιστον σημαντικά

⁷⁰ βλ. Λώτης, 2023.

⁷¹ ο ήχος αυτός (στερεοφωνικό αρχείο) εντοπίζεται από την αρχή του ηχοτοπίου και είναι τοποθετημένος στην κάθετη γωνία: StereoEncoder, παράμετρος Elevation στις 85 μοίρες, το εύρος (width) της πηγής στις 50 μοίρες και αυτοματισμό (LFO) στην κίνηση των καναλιών του στερεοφωνικού αρχείου μέσω της παραμέτρου Roll.

⁷² το αντικείμενο click~ στο προγραμματιστικό περιβάλλον του MAX/MSP

⁷³ ο ήχος αυτός (στερεοφωνικό αρχείο) εντοπίζεται από την αρχή του ηχοτοπίου και είναι τοποθετημένος στην κάθετη γωνία: StereoEncoder, παράμετρος Elevation στις -65 μοίρες, και αυτοματισμό (LFO) στην κίνηση των καναλιών του στερεοφωνικού αρχείου μέσω της παραμέτρου Width (τιμές -54 έως -22 περίπου μοίρες)

⁷⁴ ο ήχος αυτός (στερεοφωνικό αρχείο) εντοπίζεται από την αρχή του ηχοτοπίου και είναι τοποθετημένος ακριβώς μπροστά: StereoEncoder, παράμετρος Azimuth & Elevation 0 μοίρες, παράμετρος Width (εύρος πηγής) στις 82 περίπου μοίρες.

⁷⁵ ο ήχος αυτός (στερεοφωνικό αρχείο) εντοπίζεται για παράδειγμα στο 0'49": StereoEncoder, αυτοματοποιημένες κινήσεις (σχεδόν ημικυκλικής τροχιάς) στην παράμετρο Azimuth και χρήση του Directional Compressor με επιλογή σημείου έμφασης (spatial mask) τις 180 μοίρες (πίσω ουσιαστικά από τον ακροατή).

6) μια στερεοφωνική ηχογράφηση (ORTF) με κυρίαρχο ήχο το θρόισμα φύλλων ⁷⁶ δέντρων αλλά και πουλιών, εντόμων και χτυπήματος σχοινιού σε μεταλικό ιστό (ήχοι υποβάθρου)

Β) Ένα σώμα⁷⁷ αμφιωτικών ηχογραφήσεων αστικών ηχοτοπίων (δρόμος, κίνηση, εσωτερικοί χώροι σταθμών ηλεκτρικού και μετρό, βαγόνι τρένου, διαδήλωση, πεζόδρομοι, λαϊκή αγορά, πλατείας κ.α.) Οι ηχογραφήσεις αυτές έλαβαν χώρα στην Αθήνα κατά τον μήνα Νοέμβριο του 2023 και αποσπάσματα τους παρατίθενται σχεδόν αυτούσια ή με ελάχιστες επεξεργασίες κυρίως με σκοπό την ανάδειξη στοιχείων των καταγεγραμμένων ηχοτοπίων ή την αποφυγή φασματικής επικάλυψης.

Γ) Ηχητικά αντικείμενα και μεγαλύτερες ηχητικές μάζες/δομές με έντονο ρυθμικό χαρακτήρα και εναλλαγές στην φασματική πυκνότητα. Αυτοί οι ήχοι φτιάχτηκαν με την τεχνική Σύνθεσης Ήχου Αλυσιδωτής Συνένωσης.

Δ) Επεξεργασμένη Φωνή από μηχανή τεχνητής νοημοσύνης (AI voice generator)⁷⁸

Ε) Ρυθμικές υψίσυχνες ακολουθίες (ημίτονο στα 15kHz) με κυκλωτική κίνηση⁷⁹ με σκοπό να αποδοθεί η έννοια του χρόνου, το ηχόσημο⁸⁰ του 1kHz τοποθετημένο μπροστά και αριστερά (περίπου στις 45 μοίρες στην οριζόντια γωνία), μια συστοιχία ημίτονων σε προοδευτική τονική μετατόπιση προς τα επάνω που δημιουργεί το ψυχοακουστικό φαινόμενο Shepard Tone⁸¹ και διάφοροι άλλοι υψίσυχνι ήχοι που η χωρική τους τοποθέτηση στο τρισδιάστατο ηχητικό πεδίο είναι τεχνητή.

Σε μια προσπάθεια ολιστικής προσέγγισης της μεθοδολογίας και των συνθετικών επιλογών, στην παρούσα ηχητική σύνθεση εντοπίζονται 2 βασικοί άξονες:

1) Η αφηγηματικότητα διαμορφώνεται σε μια οριζόντια και παράλληλη σχέση με τον χρόνο και τον χώρο καθώς οι παράγοντες του *βαθμού παρεμβατικότητας* και της

⁷⁶ ο ήχος αυτός (στερεοφωνικό αρχείο) εντοπίζεται από την αρχή του ηχοτοπίου και είναι τοποθετημένος στην κάθετη γωνία : StereoEncoder, παράμετρος Azimuth 0 & Elevation 82 μοίρες, παράμετρος Width (εύρος πηγής) στις 35 περίπου μοίρες.

⁷⁷ *Corpus*: ο όρος συναντάται κυρίως στην Τεχνική Σύνθεσης Ήχου Αλυσιδωτής Συνένωσης.

⁷⁸ 3'13" έως 3'20"

⁷⁹ π.χ 0'28" έως 0'47"

⁸⁰ 0'30"

⁸¹ 2'30"

προοπτικής εντοπίζονται σχεδόν σε όλη την διάρκεια της σύνθεσης. Οι εναλλαγές μεταξύ των ηχογραφημένων χώρων, των διακριτών ειδών προοπτικής και η υπέρθεσή τους σε έναν τεχνητό υπερ-χώρο (το τεχνητό ηχοτοπίο της καταιγίδας) διαμορφώνουν μια ενοποιημένη *επαυξημένη ηχητική πραγματικότητα*.

- 2) Η χωροθεσία των ηχητικών πηγών και των ηχητικών αντικειμένων στη συγκεκριμένη ηχοτοπιακή σύνθεση πραγματοποιείται σε 2 επίπεδα, αυτό της τεχνητής αμφιωτικής χωροθέτησης⁸² και αυτό της αξιοποίησης της χωρικής πληροφορίας που ούτως ή άλλως υπάρχει μέσα στα αμφιωτικά ηχογραφήματα. Η αξιοποίηση των αμφιωτικών ηχογραφημάτων με τις τεχνικές του ηχητικού μοντάζ ή της Σύνθεσης Αλυσιδωτής Συνένωσης που δημιουργούν ηχητικές μάζες/ δομές και ηχητικά αντικείμενα που μεταφέρουν/αποτυπώνουν χωρική πληροφορία στον ακροατή, αποτελεί μια ακόμη δημιουργική επιλογή στο πλαίσιο της σύνθεσης ηχοτοπίων αμφιωτικού ήχου.

⁸² με την χρήση της μεθόδου των ambisonics

3. Συμπεράσματα και προεκτάσεις

Η παρούσα εργασία αποτέλεσε μια ευκαιρία δημιουργικής εξερεύνησης του πεδίου του αμφιωτικού ήχου τόσο σε σχέση με το θεωρητικό του υπόβαθρο όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Μέσα από την βιβλιογραφική έρευνα και μέσα από την πρακτική εφαρμογή κατά την δημιουργική διαδικασία της σύνθεσης των 2 σπουδών αμφιωτικού ήχου που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, προκύπτει μια σειρά συμπερασμάτων σε σχέση με τις αδυναμίες αλλά και τις δημιουργικές επιλογές και τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις που προσφέρει ο αμφιωτικός ήχος ως μέσο.

Ξεκινώντας από τις αδυναμίες, τόσο στο επίπεδο της βιβλιογραφικής έρευνας όσο και μέσα από την ίδια την δημιουργική διαδικασία, αναλύθηκαν και παρουσιάστηκαν διεξοδικά οι δυσκολίες στην “αντικειμενική” πρόσληψη και την ερμηνεία⁸³ του χώρου και της χωρικής συμπεριφοράς των ηχητικών πηγών του παραγόμενου (αλλά και του ηχογραφημένου) αμφιωτικού ηχοτοπίου. Πέρα από την περιπλοκότητα με την οποία ο ανθρώπινος εγκέφαλος εντοπίζει τα ηχητικά ερεθίσματα (sound localization) καθώς και τις προσωποποιημένες ανατομικές παραμέτρους (HRTFs κλπ) που αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες ερμηνείας και πρόσληψης της χωρικής πληροφορίας, σε πρακτικό/τεχνικό επίπεδο και ιδιαίτερα στην περίπτωση σύνθεσης της 1ης σπουδής⁸⁴, διαπιστώθηκε πως η χρήση διαφορετικών αποκωδικοποιητών⁸⁵ μάλλον διευρύνει το πρόβλημα αντί να το μειώνει καθώς:

1. Η απόδοση της χωρικής πληροφορίας⁸⁶ διαφοροποιείται αναλόγως α) της επιλογής μεταξύ των διαφορετικών μεθόδων αποκωδικοποίησης⁸⁷ και β) των επιλογών των προ-επεξεργαστικών (pre-proc) παραμέτρων της συνέλιξης με τις HRTFs και τις HRIR⁸⁸
2. Εκτός από τις διαφοροποιήσεις στην απόδοση της χωρικής πληροφορίας, εντοπίστηκαν και διαφοροποιήσεις στην απόδοση και διαμόρφωση του φασματικού περιεχομένου του παραγόμενου ηχοτοπίου (κυρίως για συχνότητες πάνω από τα 1000Hz).

⁸³ η αναφορά γίνεται πάντοτε σε συνάρτηση με τις συνθετικές επιλογές και κυρίως ως προς τις προθέσεις που σχετίζονται με την χωροθεσία των ηχητικών πηγών.

⁸⁴ με την χρήση της μεθόδου των ambisonics και την αποκωδικοποίηση του τρισδιάστατου ηχητικού πεδίου για ακρόαση με χρήση ακουστικών

⁸⁵ κατά την σύνθεση του ηχοτοπίου με τίτλο Pebble's Soundscape δοκιμάστηκε ο αμφιωτικός αποκωδικοποιητής από την σειρά IEM Plugin Suite (που χρησιμοποιεί γενικές (default) HRTFs και η μοναδική παράμετρος που ο χρήστης επιρεάζει είναι αυτή της ισοστάθμισης των ακουστικών) και στην συνέχεια δοκιμάστηκε και ο αποκωδικοποιητής AmbiBin της σειράς S.P.A.R.T.A., διαθέσιμο στο σύνδεσμο <https://leomccormack.github.io/sparta-site/docs/plugins/sparta-suite/> (Ημ. Προσπέλασης: 24/07/2024)

⁸⁶ τόσο στην παράμετρο της απόστασης, όσο και της γωνίας στον οριζόντιο και στον κάθετο άξονα

⁸⁷ βλ. Περισσότερα στο S.P.A.R.T.A

⁸⁸ αφορά μόνο την περίπτωση του αποκωδικοποιητή AmbiBin

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, η τελική επιλογή αποκωδικοποιητή/ μεθόδου κλπ, έγινε σε κάθε περίπτωση με βάση το επιδιωκόμενο κάθε φορά ζητούμενο. Π.χ. στην περίπτωση του Peeble's Soundscape επιλέχθηκε η χρήση του αποκωδικοποιητή AmbiBin καθώς φαίνεται να αποδίδεται καλύτερα η οριζόντια γωνία (Azimuth) ενώ στην περίπτωση του τεχνητού ηχοτοπίου της καταιγίδας στο Athens Tempesta Sonorum ο αποκωδικοποιητής της σειράς IEM απέδιδε καλύτερα την αίσθηση του ύψους (κατακόρυφη γωνία/ Elevation). Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να διευκρινιστεί πως οι παραπάνω επιλογές έγιναν με βάση το προσωπικό /αισθητηριακό και υποκειμενικό κριτήριο. Θα είχε ωστόσο μεγάλο ενδιαφέρον και θα ενδυνάμωνε το κύρος της παρούσας μελέτης η διεξαγωγή μιας ποιοτικής έρευνας σε ένα στοχευμένο δείγμα ακροατών, κάτι που όμως ξεπερνούσε τις προσδοκίες της παρούσας εργασίας.

Μια ακόμα αδυναμία⁸⁹ εντοπίζεται στις θεωρίες του “φασματικού υδατογραφήματος” που παρουσιάστηκε στην 2η ενότητα αλλά στην θεωρία του “καλωδιωμένου χώρου⁹⁰”. Οι όροι αυτοί περιγράφουν μια σειρά από περιορισμούς⁹¹ και δυσκολίες που σχετίζονται με την “ακαμψία” (inflexible) σε φασματικές πληροφορίες, σε περιστροφές και επανατοποθετήσεις των αμφιωτικών ηχογραφήματων. Ωστόσο, μέσα από την πειραματική εφαρμογή της ιδέας της “υπέρθεσης” των αμφιωτικών ηχογραφήματων στον τεχνητό “υπερ-χώρο”, έτσι όπως περιγράφεται στην περίπτωση της 2ης σπουδής, η “αποθηκευμένη” χωρική πληροφορία των αμφιωτικών ηχογραφήσεων δύναται να αξιοποιηθεί δημιουργικά.

Η ιδέα του “υπερ-χώρου” που εγκιβωτίζει τεχνητά και πραγματικά⁹² ηχοτοπία, καθώς και η υιοθέτησή της ως δημιουργική πρακτική, μπορεί να αποτελέσει πεδίο στοχασμού για τον εμπλουτισμό και την τεκμηρίωση του όρου “επαυξημεμένα ηχοτοπία”. Ειδικότερα στην περίπτωση των ηχοτοπιακών συνθέσεων που προορίζονται αποκλειστικά για ακρόαση με την χρήση ακουστικών, η διαμόρφωση της εμπειρίας του ακροατή εντοπίζεται τόσο σε πολύπλοκους τεχνολογικούς όσο και ανθρωποκεντρικούς παράγοντες. Η υιοθέτηση και προέκταση δημιουργικών πειραματικών μεθόδων λειτουργεί απελευθερωτικά ξεπερνώντας την πολυπλοκότητα και τα εμπόδια που παρουσιάστηκαν.

Συνοψίζοντας, το πρακτικό σκέλος της παρούσας μελέτης περιελάμβανε την σύνθεση 2 σπουδών αμφιωτικού ήχου. Η πρώτη σπουδή με τίτλο *Peeble's soundscape*

⁸⁹ τόσο στο πρακτικό σκέλος όσο και στην βιβλιογραφική έρευνα και αφορά κυρίως την χρήση αμφιωτικών ηχογραφήματων ως την βασική ηχητική ύλη για την σύνθεση αμφιωτικών ηχοτοπίων

⁹⁰ Βλ. περισσότερα στο Bernard, 2010.

⁹¹ αναφερόμαστε κυρίως στην ανεξίτηλη φασματική διαμόρφωση των αμφιωτικών ηχογραφήματων από τις HRTFs του καταγραφέα καθώς και τον βαθμό παρέμβασης του. Βλ. Περισσότερα στο 2.1

⁹² δηλ. ηχογραφημένα

επικεντρώθηκε στην σύνθεση ενός τρισδιάστατου ηχοτοπίου κυρίως μέσω χρήσης της τεχνητής χωροθέτησης ηχητικών πηγών με την μέθοδο των Ambisonics. Στη δεύτερη σπουδή με τίτλο *Athenian Tempesta Sonorum* το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε στην απόδοση του χαρακτήρα “ηχοπερίπατου” σαν το βασικό αφηγηματικό εργαλείο και σε επίπεδο μεθοδολογίας διευρενήθηκε ο εγκιβωτισμός της τεχνητής χωροθέτησης του ηχητικού υλικού με την παράλληλη χρήση αμφιωτικών ηχογραφήσεων. Η κάθε σπουδή προσεγγίζει τον αμφιωτικό ήχο μέσα από διαφορετικές οπτικές και τεχνικές μεθόδους. Η ολοκλήρωσή τους και μια εκ των υστέρων ανασκόπηση, μας τροφοδοτεί με μια σειρά από γόνιμα συμπεράσματα συμβάλλοντας διαφωτιστικά στην εξερεύνηση του αμφιωτικού ήχου.

Κλείνοντας, κρίνεται γόνιμη μια μελλοντική επέκταση της έρευνας σε επίπεδο βιβλιογραφίας, αλλά και συνδυαστικά με περιπτωσιολογικές μελέτες, για την περαιτέρω τεκμηρίωση του όρου “επαυξημένα ηχοτοπία”. Σε δημιουργικό/καλλιτεχνικό επίπεδο, η εμπειρία που κατακτήθηκε με την χρήση της μεθόδου Ambisonics, ξεκλειδώνει το ευρύτερο πεδίο της σύνθεσης ηλεκτροακουστικής μουσικής και ηχοτοπίων για τρισδιάστατα συστήματα ηχητικής προβολής με πολλές και διαφορετικές διατάξεις ηχείων. Η προέκταση της ιδέας του “υπερ-χώρου” σε συνδυασμό με την χρήση⁹³ ηχογραφήσεων με την τεχνική Ambisonic, αποτελεί ακόμα μια πιθανή προέκταση και δημιουργική πρόκληση. Τέλος, η πειραματική εφαρμογή της μεθοδολογίας που παρουσιάστηκε σε ένα πλαίσιο που ξεπερνά τα όρια της αμιγούς ηχητικής τέχνης (π.χ. στο ευρύτερο πλαίσιο παραστατικών τεχνών και οπτικοακουστικών έργων, εφαρμογών κλπ.) αποτελεί ακόμη μια ερευνητική και δημιουργική πρόκληση.

⁹³ με αντίστοιχους ή και άλλους τρόπους επεξεργασίας, όπως αυτούς που περιγράφονται στο Κεφάλαιο 2.

Βιβλιογραφία & Αναφορές

Artega, D. (2023). *Introduction to Ambisonics*. Ανακτήθηκε στις 19/07/2024, από https://www.researchgate.net/publication/280010078_Introduction_to_Ambisonics

Barnard, M. (2010). *The Sound of Displacement: A Portfolio of Binaural Compositions* (Διδακτορική διατριβή). University of Hull. Ανακτήθηκε στις 18/07/2024, από https://www.academia.edu/1881063/PhD_Thesis_Sounds_of_Displacement_A_portfolio_of_binaural_compositions?sm=b

Blauert, J. (1997). *Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization* (Revised Edition). MIT Press.

Chion, M. (1994). *Audio-vision: Sound on Screen* (C. Gorman, Μετάφρ.). New York: Columbia University Press.

Εμμανουήλ, Μ. (2020). *Σημειώσεις μαθήματος Μουσικής Παραγωγής*. ΠΜΣ Τέχνες & Τεχνολογίες του Ήχου, Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

Ετρεκτσόγλου, Ι. (2014). *Βασική Ορολογία Ακουστικής Οικολογίας για Παιδιά & Ενήλικες*. Κέρκυρα: Ελληνική Εταιρεία Ακουστικής Οικολογίας.

Gerzon, M. A. (1980). Practical periphony: The reproduction of full-sphere sound. In *Audio Engineering Society Convention 65*.

Καραμανλής, Ο. (2021). *Σύνθεση και Επεξεργασία Ήχου με το SuperCollider*. Εκδ. ΦΥΛΑΤΟΣ.

Λουφόπουλος, Α. (2008). *Το ηχοτοπίο ως πρωτογενές υλικό για τη σύνθεση ηλεκτροακουστικής μουσικής* (Μεταδιδακτορική διατριβή). Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Κέρκυρα.

Λώτης, Θ. (2023). *Σύνθεση Ηλεκτρονικής Μουσικής* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Ανακτήθηκε στις 18/07/2024, από <https://dx.doi.org/10.57713/kallipos-301>

Λώτης, Θ. *Ηχοτοπίο. Τοπίο για αντιπαράθεση*. Ανακτήθηκε στις 18/07/2024, από <https://www.academia.edu/35682438/SoundscapesLandscapesofConfrontation>

IEM Plug-in Suite. Ανακτήθηκε στις 18/07/2024, από <https://plugins.iem.at/>

Mattana, A. (2017). *The History of Binaural Audio, Part 1: The First Experiments, 1881-1939*. Ανακτήθηκε στις 18/07/2024, από <https://www.linkedin.com/pulse/history-binaural-audio-part-1-anthony-mattana/>

Schafer, R. M. (1994). *The Soundscape; Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. New York: Knopf.

SP.A.R.T.A. Ανακτήθηκε στις 24/07/2024, από <https://leomccormack.github.io/sparta-site/docs/plugins/sparta-suite/>

Spat. Ανακτήθηκε στις 24/07/2024, από <https://forum.ircam.fr/projects/detail/spat/>

Thibaut, C. (2015). Binaural synthesis with the Web Audio API. In *1st Web Audio Conference (WAC)*, Paris, France. Ανακτήθηκε από hal-01247528

Truax, B. (1999). *Handbook for Acoustic Ecology*. Ανακτήθηκε στις 24/07/2024, από <https://www.sfu.ca/sonic-studio-webdav/handbook/index.html>

Vande Gorne, A. *Space, Sound and Acousmatic Music* (J. Guillamat, Μετάφρ.). Ανακτήθηκε στις 19/07/2024, από https://www.academia.edu/9065377/Space_sound_and_acousmatic_music

Westerkamp, H. (2002). *Soundscape Composition: Linking Inner and Acoustic Ecology*. Ανακτήθηκε στις 19/07/2024, από https://hildegardwesterkamp.ca/writings/writings-by/?post_id=15&title=linking-soundscape-composition-and-acoustic-ecology