

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Πτυχιακή Εργασία
«Οπτικοακουστική μελέτη εκδήλωσης»



Της φοιτήτριας
Χριστοδούλου Χρυσούλας
Αρ. Μητρώου: 518181

Επιβλέπων
Ονοματεπώνυμο Κιοσκερίδης
Ιορδάνης

Ημερομηνία 28-05-2025

Τίτλος Π.Ε.: Οπτικοακουστική μελέτη εκδήλωσης

Κωδικός Π.Ε.: 25188

Όνοματεπώνυμο φοιτήτριας: Χριστοδούλου Χρυσούλα 518181

Όνοματεπώνυμο εισηγητή: Κιοσκερίδης Ιορδάνης

Ημερομηνία ανάληψης Π.Ε.: 17-03-2025

Ημερομηνία περάτωσης Π.Ε. 28-05-2025

Βεβαιώνω ότι είμαι η συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Χριστοδούλου Χρυσούλας που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

«Αφιερωμένη στους γονείς μου και το αγόρι μου.»

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Οπτικοακουστική Μελέτη Εκδήλωσης» πραγματεύεται τη διαδικασία σχεδιασμού και εγκατάστασης ενός ολοκληρωμένου συστήματος οπτικοακουστικής υποστήριξης για τη διεξαγωγή συνεδριακής εκδήλωσης. Σε ένα περιβάλλον όπου οι απαιτήσεις για πολυκάμερη κάλυψη, ζωντανή μετάδοση, ποιοτικό ήχο και σωστό φωτισμό ολοένα και αυξάνονται, η τεχνική αρτιότητα και η συντονισμένη λειτουργία των επιμέρους συστημάτων αποτελούν προϋπόθεση για την επιτυχία κάθε σύγχρονης διοργάνωσης. Στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση των τεχνικών αναγκών ενός ιατρικού συνεδρίου, η επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού και η περιγραφή της υλοποίησης, από τη συνδεσμολογία και τις ροές σήματος μέχρι τις δοκιμές και τη ρύθμιση του συστήματος. Παράλληλα, εξετάζονται πρακτικές βελτιστοποιήσεις της εικόνας και του ήχου, καθώς και οι δυνατότητες επέκτασης της εγκατάστασης με τεχνολογίες ασύρματου ελέγχου, και υβριδικές μορφές μετάδοσης. Η εργασία βασίστηκε τόσο σε τεχνικά εγχειρίδια και επαγγελματικά πρότυπα, όσο και σε πρακτική εμπειρία που αποκτήθηκε από την απασχόλησή μου στον κλάδο των οπτικοακουστικών υπηρεσιών, μέσα από την οποία ήρθα σε επαφή με πλήθος διαφορετικών παραγωγών, συνεδρίων και εταιρικών διοργανώσεων. Αυτή η εμπειρική γνώση αποδείχθηκε πολύτιμη για την κατανόηση των πραγματικών αναγκών ενός AV setup και την αντιμετώπιση των προκλήσεων που προκύπτουν στο πεδίο. Ευελπιστώ η εργασία αυτή να αποτελέσει χρήσιμο οδηγό για φοιτητές, τεχνικούς και επαγγελματίες που επιθυμούν να αποκτήσουν μία ολοκληρωμένη εικόνα για τη σχεδίαση και υλοποίηση οπτικοακουστικών εγκαταστάσεων σε χώρους εκδηλώσεων, και να συμβάλει στην περαιτέρω εξέλιξη της οπτικοακουστικής τεχνολογίας στον τομέα των συνεδρίων. Θερμές ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Περίληψη

Η οπτικοακουστική μελέτη εκδήλωσης επικεντρώνεται στην ανάλυση και αξιολόγηση της χρήσης των οπτικών και ηχητικών τεχνικών για τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εμπειρίας για το κοινό. Η παρούσα εργασία θα εστιάσει στην περίπτωση ενός ιατρικού συνεδρίου με στόχο την ανάλυση και την σχεδίαση των τεχνικών μέσων που συνθέτουν μια αποτελεσματική και λειτουργική εμπειρία για το κοινό. Η μελέτη εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο η εικόνα, ο ήχος και ο φωτισμός συνεργάζονται για να υποστηρίξουν τη μετάδοση της πληροφορίας, να ενισχύσουν την ατμόσφαιρα και να διευκολύνουν τη συγκέντρωση και κατανόηση των συμμετεχόντων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην επιλογή και διάταξη του εξοπλισμού στον χώρο, καθώς και στις τεχνολογικές και καλλιτεχνικές στρατηγικές που εφαρμόζονται για τη βελτιστοποίηση της οπτικοακουστικής εμπειρίας σε εκδηλώσεις επιστημονικού χαρακτήρα.

Λέξεις κλειδιά: οπτικοακουστική μελέτη, εικόνα, ήχος, φωτισμός

« Audiovisual event study »

«Christodoulou Chrysoula»

Abstract

The audiovisual event study focuses on the analysis and evaluation of the use of visual and audio techniques to create a comprehensive experience for the audience. This paper will focus on the case of a medical conference with the aim of analyzing and designing the technical means that compose an effective and functional experience for the audience. The study examines the way in which image, sound and lighting work together to support the transmission of information, enhance the atmosphere and facilitate the concentration and understanding of the participants. Particular emphasis is given to the selection and arrangement of equipment in the space, as well as the technological and artistic strategies that are applied to optimize the audiovisual experience in scientific events.

Keywords: audiovisual study, image, sound, lighting

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας και με υποστήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	4
Περίληψη.....	5
Abstract	6
Ευχαριστίες	7
Περιεχόμενα	8
Κατάλογος Σχημάτων	10
Κατάλογος Πινάκων.....	12
Συντομογραφίες.....	13
Κεφάλαιο 1ο: Ήχος	15
1.1 Ήχος και ηχητικά κύματα.....	15
1.2 Τύποι ήχων	16
1.3 Φαινόμενα συνδεδεμένα με τη μετάδοση του ήχου.....	17
1.4 Μέτρηση του ήχου.....	19
1.5 Ακουστική.....	20
1.6 Βασικές έννοιες ακουστικής.....	20
1.7 Ηχητικά πρότυπα.....	24
Κεφάλαιο 2ο: Εικόνα.....	26
2.1 Ορισμός της εικόνας.....	26
2.2 Βασικές ιδιότητες της εικόνας.....	26
2.2.1 Pixel.....	27
2.2.2 Ανάλυση εικόνας.....	27
2.2.3 Μοντέλα RGB και CMYK.....	29
2.2.4 Βάθος πεδίου και προοπτική	30
2.3 Πως επεξεργάζεται ο ανθρώπινος εγκέφαλος τις εικόνες	31
2.4 Η συναισθηματική επίδραση των εικόνων.....	32
2.5 Τεχνολογίες εικόνας.....	33
2.6 Οθόνες και τεχνολογίες απεικόνισης	33
Κεφάλαιο 3ο: Φωτισμός.....	35
3.1 Εισαγωγή στον φωτισμό	35
3.2 Τύποι φωτιστικών σωμάτων.....	35
3.3 Θερμοκρασία χρώματος και χρωματισμός.....	38
Κεφάλαιο 4ο: Ανάλυση χώρου εκδήλωσης.....	40
4.1 Αρχιτεκτονικά Χαρακτηριστικά του χώρου.....	40

4.2	Ακουστική ανάλυση του χώρου	42
4.3	Απαιτήσεις ηχητικής κάλυψης	43
4.4	Οπτική Κάλυψη και Προβολή Περιεχομένου	44
4.5	Φωτιστικές Απαιτήσεις	44
Κεφάλαιο 5ο:	Εξοπλισμός που επιλέχτηκε για το συνέδριο	45
5.1	Ηχητικός εξοπλισμός.....	45
5.2	Εξοπλισμός live stream και εγγραφής συνεδρίου	49
5.3	Σύστημα φωτισμού.....	53
Κεφάλαιο 6ο:	Εγκατάσταση και Σχεδίαση Ολοκληρωμένου Οπτικοακουστικού Συστήματος.....	55
6.1	Διάταξη και Τοποθέτηση Εξοπλισμού	55
6.2	Συνδεσμολογία Οπτικοακουστικού Συστήματος	56
Κεφάλαιο 7ο:	Τεχνική Δοκιμή και Ρύθμιση Συστήματος.....	61
7.1	Έλεγχος και Ρύθμιση Ηχητικού Συστήματος.....	61
7.2	Ρύθμιση και Έλεγχος Βιντεοσυστήματος.....	61
7.3	Δοκιμή Live Streaming και Καταγραφής.....	62
7.4	Έλεγχος Φωτισμού και Οπτικής Ισορροπίας	62
7.5	Προσομοίωση Πλήρους Εκδήλωσης.....	62
Κεφάλαιο 8ο:	Συμπεράσματα και Μελλοντικές Προτάσεις.....	66
8.1	Τεχνικά Συμπεράσματα.....	66
8.2	Προτάσεις για Βελτιώσεις και Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		68

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Μείωση έντασης ήχου	16
Σχήμα 1.2: Παραδείγματα διαφορών φάσης	16
Σχήμα 1.3: Απλός ήχος	16
Σχήμα 1.4: Σύνθετος ήχος	17
Σχήμα 1.5: Θόρυβος.....	17
Σχήμα 1.6: Κρότος.....	17
Σχήμα 1.7: Ανάκλαση του ήχου.....	18
Σχήμα 1.8: Συμβολή του ήχου	18
Σχήμα 1.9: Περίθλαση του ήχου	18
Σχήμα 1.10: Αντήχηση του ήχου	18
Σχήμα 1.11: Ηχώμετρο.....	19
Σχήμα 1.12: Παράδειγμα ψηφιακής επεξεργασίας ήχου μέσω του λογισμικού Audacity	19
Σχήμα 1.13 : Αντήχηση ήχου.....	21
Σχήμα 1.14: Ηχώ	22
Σχήμα 1.15: Πολλαπλή ηχώ	22
Σχήμα 1.16 : Απορροφητικό υλικό	22
Σχήμα 2.1 : Pixel.....	27
Σχήμα 2.2 : Σύγκριση RGB και CMYK.....	29
Σχήμα 2.3 : Παραδείγματα διαφορετικού βάθους πεδίου.....	30
Σχήμα 2.4 : Παράδειγμα γραμμική προοπτικής.....	31
Σχήμα 3.1 : Led φωτιστικά.....	35
Σχήμα 3.2 : Par φωτιστικά.....	36
Σχήμα 3.3 : Ρομποτικά φωτιστικά.....	36
Σχήμα 3.4 : Spot φωτιστικά.....	37
Σχήμα 3.5 : Flood φωτιστικά.....	37
Σχήμα 3.6 : Wash φωτιστικά.....	38
Σχήμα 3.7 : Fresnel φωτιστικά.....	38
Σχήμα 3.8 : Θερμοκρασία χρώματος.....	39
Σχήμα 4.1 : Ακροατήριο.....	41
Σχήμα 4.2 : Οθόνη προβολής και θέσεις ομιλητών.....	41
Σχήμα 4.3 : Ηχοδιαχυτικά τοιχώματα.....	42
Σχήμα 5.1 : Μονάδες ηχείων του σύστημα Line Array.....	45
Σχήμα 5.2 : Κατευθυντικότητα ηχείων.....	46
Σχήμα 5.3 : Συνεδριακό σύστημα BOSCH CCS 900 Ultro.....	46

Σχήμα 5.4 : Μικρόφωνο συνεδριακού συστήματος.....	47
Σχήμα 5.5 : Ασύρματα μικρόφωνα.....	47
Σχήμα 5.6 : Ψηφιακής κονσόλας Behringer X Air XR18.....	48
Σχήμα 5.7 : Εφαρμογή χειρισμού της κονσόλας.....	49
Σχήμα 5.8 : Κάμερα PTZOptics Move SE	50
Σχήμα 5.9 : Roland V-1HD+.....	50
Σχήμα 5.10 : Roland V-1HD+ πίσω όψη.....	51
Σχήμα 5.11 : Vivitek DLP.....	51
Σχήμα 5.12 : Focusrite Scarlett 2i2.....	52
Σχήμα 5.13 : Switch δικτύου.....	52
Σχήμα 5.14 : Περιβάλλον Wirecast.....	53
Σχήμα 5.15 : Φωτισμός στην αίθουσα.....	54
Σχήμα 6.1 : LBB 3316/xx CCS extension cable.....	56
Σχήμα 6.2 : RCA to jack cable.....	56
Σχήμα 6.3 : Συνδεσμολογία μικρόφωνων BOSCH CCS 900.....	57
Σχήμα 6.4 : Συνδεσμολογία μικρόφωνων Sennheiser XSW 1-825.....	57
Σχήμα 6.5 : XLR male to female cable.....	58
Σχήμα 6.6 : HDMI cable.....	58
Σχήμα 6.7 : HDMI splitter	59
Σχήμα 6.8 : HDMI vs HDMI Fiber Optic.....	59
Σχήμα 6.9 : SDI cable.....	60
Σχήμα 6.10 : Συνδεσμολογία με SDI cable.....	60
Σχήμα 7.1 : Προεδρείο και ομιλητής.....	63
Σχήμα 7.2 : Livestream και κάμερες στο control.....	64
Σχήμα 7.3 : Εξοπλισμός της ροής στο control.....	64
Σχήμα 7.4 : Κονσόλα ήχου και πρόγραμμα χειρισμού της.....	65

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Παράμετροι ακουστικής χώρου.....	23
Πίνακας 2.2: Διαφορετικές αναλύσεις εικόνας.....	28

Συντομογραφίες

Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία
ΔΠΙΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
AV	Audio Visual
Hz	Hertz
dB	decibel
RT60	Reverberation Time 60 dB
RT	Reverberation Time
EDT	Early Decay Time
C80	Clarity
D50	Definition
ms	milliseconds
IACC	Interaural Cross-Correlation Coefficient
RASTI	Rapid Speech Transmission Index
RGB	Red-Green-Blue
CMYK	Cyan-Magenta-Yellow-Black
bit	binary digit
HD	High Definition
UHD	Ultra High Definition
QVGA	Quarter Video Graphics Array
VGA	Video Graphics Array
NTSC	National Television System Committee
PAL	Phase Alternating Line
SVGA	Super Video Graphics Array
XGA	Extended Graphics Array
WXGA	Wide Extended Graphics Array
ICC	International Color Consortium
ISO	International Organization for Standardization
LED	light emitting diode
AR	Augmented reality
VR	Virtual reality

LCD	liquid crystal display
OLED	Organic light emitting diodes
DLP	Digital Light Processing
LCoS	Liquid Crystal on Silicon
DMX	Digital multiplex
PAR	Parabolic Aluminized Reflector
K	Kelvin
τ.μ	τετραγωνικά μέτρα
μ	μέτρα
ΚΕ.Δ.Ε.Α	Κέντρο Διάδοσης Ερευνητικών Αποτελεσμάτων
DIN	Deutsches Institut für Normung
STI	Speech Transmission Index
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
Mbps	Megabits per second
XLR	External Line Return
RCA	Radio Corporation of America
SDI	Serial Digital Interface
AUX	Auxiliary
EQ	Equalizer
BUS	Binary Unit System
PC	Personal Computer
A/D	Analog-to-Digital
USB	Universal Serial Bus
VNC	Virtual Network Computing
MP4	MPEG-4 Part 14
VISCA	Video System Control Architecture
IP	Internet protocol

Κεφάλαιο 1ο: Ήχος

1.1 Ήχος και ηχητικά κύματα

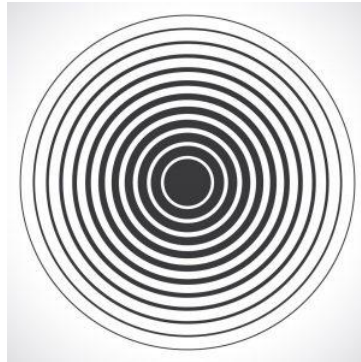
Ήχος είναι είναι μια μηχανική διαταραχή που μεταδίδεται στο χώρο μέσω ενός μέσου όπως ο αέρας, το νερό ή ένα στερεό με τη βοήθεια ηχητικών κυμάτων. Ουσιαστικά αποτελεί μια ταλάντωση των μορίων η οποία δημιουργείται από την ηχητική πηγή και μεταδίδεται μέσω διαδοχικών συμπιέσεων και αραιώσεων. Ένας ήχος δημιουργείται από την δόνηση ενός αντικειμένου για παράδειγμα οι φωνητικές χορδές δονούνται όταν μιλάμε όπως και οι χορδές μιας κιθάρας δονούνται όταν τις χτυπάμε. Ο ήχος γίνεται αντιληπτός από τον άνθρωπο όταν αυτά τα κύματα φτάνουν στο αυτί και μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα, τα οποία ο εγκέφαλος ερμηνεύει ως ήχο. Οι τέσσερις βασικές ιδιότητες του ήχου είναι:

- Το ύψος, διαχωρίζει τους ήχους σε υψηλούς και χαμηλούς.
- Η ένταση, διαχωρίζει τους ήχους σε δυνατούς και σιγανούς.
- Η διάρκεια, εξαρτάται από την αιτία που προκαλεί τον ήχο.
- Η χροιά ή ηχόχρωμα, είναι η ιδιότητα που μας κάνει να ξεχωρίζουμε ήχους ακόμα και όταν δεν βλέπουμε την πηγή.

Καθώς ο ήχος αποτελεί μια πολύπλοκη φυσική διαδικασία που εξαρτάται από διάφορες μεταβλητές, όπως η συχνότητα, η ένταση και η ταχύτητα διάδοσης βασικό για την μελέτη και την κατανόηση του, είναι οι ιδιότητες των ηχητικών κυμάτων. Τα ηχητικά κύματα είναι μηχανικές δονήσεις που διαδίδονται χάρη στην συμπίεση και αποσυμπίεση σωματιδίων σε ένα μέσο. Χαρακτηρίζονται ως διαμήκη κύματα, όπου η ταλάντωση των σωματιδίων συμβαίνει στην ίδια κατεύθυνση με τη διάδοση του κύματος. Τα βασικά χαρακτηριστικά των ηχητικών κυμάτων είναι:

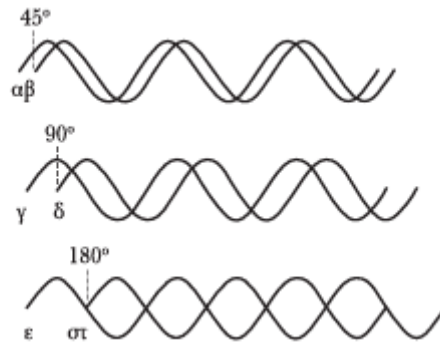
- Φύση και διάδοση: Τα ηχητικά κύματα είναι διαμήκη κύματα που περιλαμβάνουν τη συμπίεση και την αποσυμπίεση σωματιδίων σε ένα μέσο. Μεταφέρουν ενέργεια χωρίς να μεταφέρουν ύλη. Αυτή η μεταφορά ενέργειας είναι που επιτρέπει στον ήχο να ακούγεται ή να μετράται από συσκευές όπως τα μικρόφωνα. Αυτό σημαίνει ότι τα σωματίδια ταλαντώνονται εμπρός και πίσω προς την κατεύθυνση της διαδρομής του κύματος, δημιουργώντας διακυμάνσεις στην πίεση που γίνονται αντιληπτές ως ήχος.
- Μέσο ταξιδιού: Τα ηχητικά κύματα απαιτούν ένα μέσο για να ταξιδέψουν, όπως αέρα, νερό ή στερεά. Η ταχύτητα και η απόσταση που μπορούν να διανύσουν εξαρτώνται από την πυκνότητα και την ελαστικότητα του μέσου, με τον ήχο να ταξιδεύει ταχύτερα στα στερεά και τα υγρά από ότι στα αέρια.
- Συχνότητα και μήκος κύματος: Η συχνότητα ενός ηχητικού κύματος, μετρούμενη σε Hertz (Hz), αναφέρεται στον αριθμό των πλήρων ταλαντώσεων ανά δευτερόλεπτο. Το μήκος κύματος είναι η απόσταση μεταξύ διαδοχικών συμπιέσεων ή αραιώσεων στο κύμα και εξαρτάται από τον χρόνο που απαιτείται για να συμπληρωθεί ένας πλήρης κύκλος. Αυτές οι ιδιότητες καθορίζουν το ύψος και τον τόνο του ήχου. Υψηλές θεωρούνται οι συχνότητες πάνω από 2000 Hz ενώ χαμηλές κάτω από 250 Hz, με το εύρος ακοής που ανθρώπου να είναι περίπου 20 Hz με 20000 Hz ανάλογα με την ηλικία και την υγεία των αυτιών.
- Πλάτος: Το πλάτος ενός ηχητικού κύματος είναι η διαφορά μεταξύ ατμοσφαιρικής πίεσης και πίεσης του ηχητικού κύματος και αποτελεί το μέγιστο σημείο κίνησης του σωματίου. Το υψηλότερο πλάτος οδηγεί σε πιο δυνατούς ήχους (πάνω από 70 dB), ενώ το χαμηλότερο πλάτος οδηγεί σε πιο σιγανούς ήχους (κάτω από 40 dB).
- Ένταση: Μπορεί να ορίσει ως ένταση η δύναμη η οποία μεταβιβάζει το ηχητικό κύμα στην μονάδα επιφάνειας κάθετα προς το κύμα, η οποία μετρείται σε ντεσιμπέλ (dB). Η ένταση

μειώνεται με την αύξηση της απόστασης από την ηχητική πηγή, διότι η ηχητική ενέργεια κατανέμεται σε περισσότερα σώματα (Σχήμα 1.1).



Σχήμα 1.1 : Μείωση έντασης ήχου

- Φάση: Η διαφορά φάσης ενός τονικού κύματος αποτελεί την απόσταση του από το 0 την στιγμή του αρχίζει η δόνηση και ορίζεται συνήθως με γωνίες (Σχήμα 1.2).

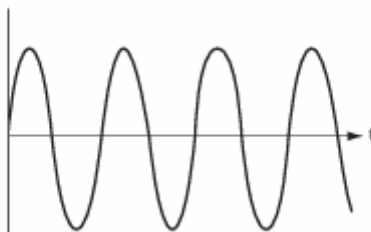


Σχήμα 1.2 : Παραδείγματα διαφορών φάσης

1.2 Τύποι ήχων

Ο ήχος είναι το φαινόμενο το οποίο προκαλείται από την ταλάντωση ενός αντικειμένου υπό την μορφή κύματος. Στη φυσιολογία της ακοής είναι το ερέθισμα, το οποίο διεγείρει το αισθητήριο όργανο της ακοής. Μπορούμε να διακρίνουμε τον απλό ήχο, τον σύνθετο ήχο, το θόρυβο και τον κρότο.

- Απλός ήχος ή τόνος ονομάζεται η αρμονική ταλάντωση μιας μόνο συχνότητας. Ένας τόνος καθορίζεται από την συχνότητα, την ηχοστάθμη της έντασης και την διάρκεια του. Ο τόνος έχει γραμμικό φάσμα και αποτελείται από μια γραμμή.



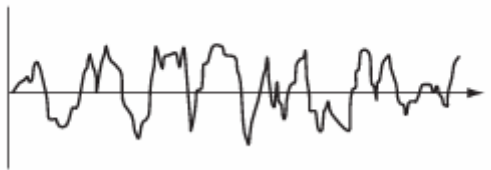
Σχήμα 1.3 : Απλός ήχος

- Σύνθετος ήχος ή φθόγγος ονομάζεται το άθροισμα ενός θεμελιώδους ήχου και πολλών αρμονικών, των οποίων οι συχνότητες είναι πολλαπλάσιες της θεμελιώδους συχνότητας. Έτσι ο τόνος με συχνότητα ν αποτελεί τον θεμελιώδη τόνο, ο τόνος με συχνότητα 2ν αποτελεί τον δεύτερο αρμονικό κ.ο.κ.



Σχήμα 1.4 : Σύνθετος ήχος

- Θόρυβος είναι ο ήχος που προέρχεται από ακανόνιστες, μη περιοδικές δονήσεις. Λόγο της μη περιοδικότητας του εμφανίζει συνεχές φάσμα, καθώς οι συχνότητες που τον αποτελούν συνδέονται μεταξύ τους. Υπάρχει ο λευκός θόρυβος στον οποίο όλες οι συχνότητες έχουν την ίδια ηχοστάθμη έντασης και ο ροζ στον οποίο η ηχοστάθμη μειώνεται κατά 3dB κατά τον διπλασιασμό της συχνότητας.



Σχήμα 1.5 : Θόρυβος

- Κρότος είναι ο θόρυβος όποιος δημιουργείται από ισχυρές δονήσεις που διαρκούν μικρό χρονικό διάστημα. Έχει συνεχές φάσμα και η μεταβολή της πυκνότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο είναι πολύ απότομη.

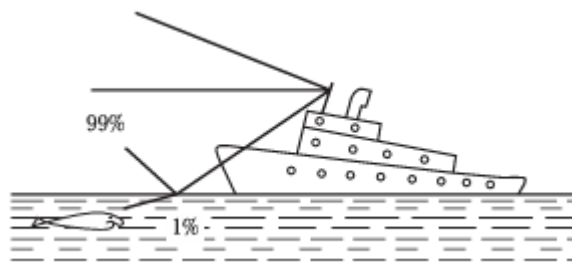


Σχήμα 1.6 : Κρότος

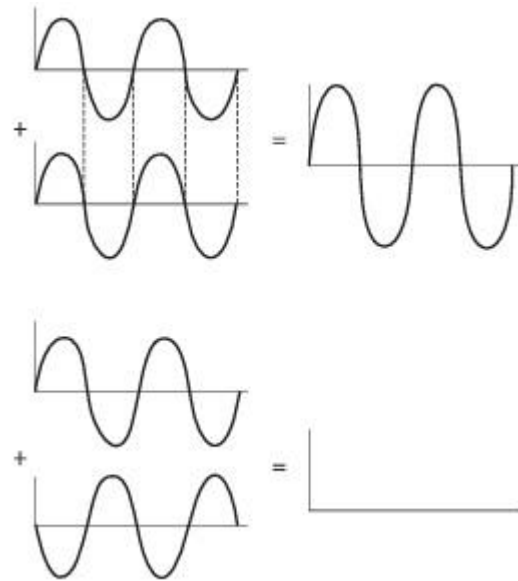
1.3 Φαινόμενα συνδεδεμένα με τη μετάδοση του ήχου

Η μετάδοση του ήχου επηρεάζεται από την ανάκλαση, τη συμβολή, τη περίθλαση και την αντήχηση. Η ανάκλαση του ήχου είναι το φαινόμενο απότομης αλλαγής διεύθυνσης διάδοσης των ηχητικών

κυμάτων. Η ανάκλαση συμβαίνει όταν τα ηχητικά κύματα προσπίπτουν στη διαχωριστική επιφάνεια δυο υλικών χωρίς να αλλάξουν μέσο διάδοσης. Όταν αυτό συμβαίνει μεταξύ δυο διαφορετικών μέσων ανακλάται μερικός στο πρώτο μέσο και μεταδίδεται μερικώς στο δεύτερο μέσο. Η συμβολή του ήχου προκύπτει όταν δυο κύματα ίδιας ή σχεδόν ίδιας συχνότητας προστίθενται το ένα στο άλλο. Όταν τα κύματα είναι ίδιας φάσης το πλάτος ενισχύεται ενώ όταν είναι αντίθετης τα κύματα εξαφανίζονται. Το φαινόμενο της περίθλασης προκύπτει από της μεταβολές του πλάτους ή της φάσης ενός ηχητικού κύματος από την ύπαρξη ενός εμπόδιου. Είναι γνωστό και ως «επίδραση της σκιάς της κεφαλής» και γίνεται περισσότερο αντιληπτό σε ήχους πάνω από 1000 Hz. Τέλος η αντήχηση δημιουργείται όταν ένα ηχητικό κύμα προκαλεί τη δόνηση ενός άλλου οργάνου, το οποίο δονείται με την ίδια συχνότητα. Ο δεύτερος ήχος φθάνει στον ακροατή ενώ ακόμα διαρκεί ο πρώτος χωρίς να μπορούμε να τους ξεχωρίσουμε.



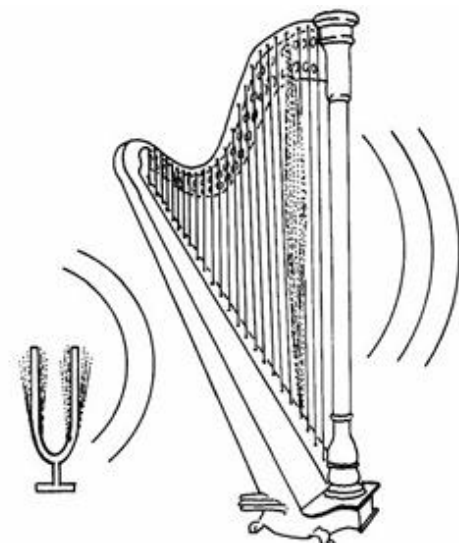
Σχήμα 1.7 : Ανάκλαση του ήχου



Σχήμα 1.8 : Συμβολή του ήχου



Σχήμα 1.9 : Περίθλαση του ήχου



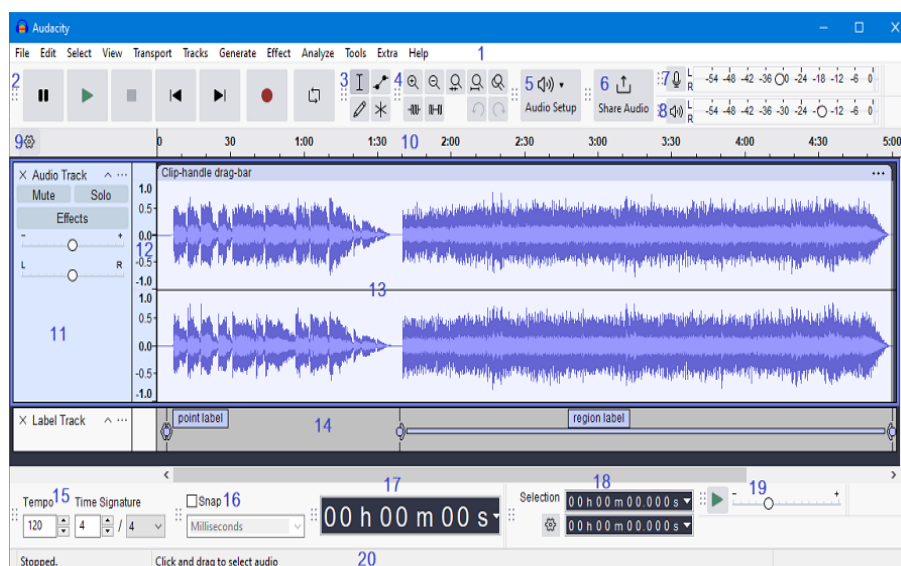
Σχήμα 1.10 : Αντήχηση του ήχου

1.4 Μέτρηση του ήχου

Η μελέτη και η μέτρηση του ήχου αποτελούν θεμελιώδη διαδικασία στη μελέτη της ακουστικής και βασίζονται σε δυο κύριες παραμέτρους, την ένταση και την συχνότητα. Η ένταση του ήχου, η οποία εκφράζει το πόσο δυνατός ή ασθενής είναι ένας ηχητικός παλμός, μετράται σε ντεσιμπέλ (dB) και αντιστοιχεί στο λογαριθμικό μέτρο της ηχητικής πίεσης σε σχέση με μία καθορισμένη τιμή αναφοράς. Η μέτρηση πραγματοποιείται μέσω ειδικών οργάνων, γνωστών ως ηχόμετρα τα οποία καταγράφουν την ηχητική στάθμη σε πραγματικό χρόνο. Αντίστοιχα, η συχνότητα του ήχου, η οποία σχετίζεται με το πόσο υψηλός ή χαμηλός γίνεται αντιληπτός ένας ήχος, μετράται σε Hertz (Hz) και αποτυπώνει τον αριθμό των ταλαντώσεων ανά δευτερόλεπτο. Η καταγραφή της συχνότητας επιτυγχάνεται με τη χρήση αναλυτών συχνοτήτων ή μέσω ψηφιακής επεξεργασίας σήματος με τη βοήθεια εξειδικευμένου λογισμικού (π.χ. Audacity, MATLAB). Η ακρίβεια στη μέτρηση και στην ανάλυση των ακουστικών χαρακτηριστικών είναι απαραίτητη για την ορθή αξιολόγηση ηχητικών φαινομένων, την προστασία της ακοής και τη βελτιστοποίηση ακουστικών συνθηκών σε διάφορους χώρους.



Σχήμα 1.11 : Ηχόμετρο



1.5 Ακουστική

Η ακουστική χώρου είναι μια κρίσιμη πτυχή του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και της ηχομηχανικής και αναφέρεται στον τρόπο και τον οποίο ο ήχος αλληλοεπιδρά τις υλικές επιφάνειες και τα αντικείμενα που υπάρχουν σε ένα χώρο. Ως αποτέλεσμα, ο κάθε χώρος διαθέτει την δική του ακουστική ταυτότητα που επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτός ο ήχος. Η ακουστική περιλαμβάνει τη μελέτη της διάδοσης, της απορρόφησης και της αντανάκλασης του ήχου μέσα σε ένα δωμάτιο, που επηρεάζει τα πάντα, από την ευκρίνεια της ομιλίας έως την ποιότητα της μουσικής απόδοσης. Ένας κατάλληλος ακουστικός σχεδιασμός οπου ο ήχος μεταδίδεται με ακρίβεια αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη ενός ισορροπημένου και ευχάριστου ακουστικού περιβάλλοντος. Η καλή ακουστική είναι απαραίτητη τόσο σε μουσικές αίθουσες, θέατρα αλλά και άλλους χώρους όπως συνεδριακά κέντρα, αίθουσες διαλέξεων, σχολεία και γραφεία, καθώς συμβάλει στη βελτίωση της κατανόησης του λόγου δημιουργώντας ένα περιβάλλον οπου οι άνθρωποι μπορούν να ακούν με σαφήνεια τους ομιλητές, να επικοινωνούν αποτελεσματικά και να είναι πιο παραγωγικοί. Επιπλέον, η καλή ακουστική σε χώρους όπως εστιατόρια νοσοκομεία και κατοικίες βοηθά στην μείωση του θορύβου στον χώρο, βελτιώνοντας έτσι την ακουστική άνεση και ευεξία του ανθρώπου.

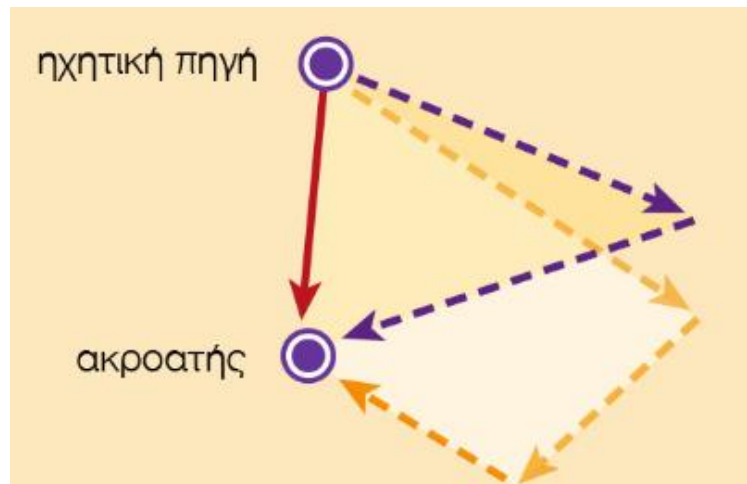
1.6 Βασικές έννοιες ακουστικής

Οι διαστάσεις, η γεωμετρία του χώρου καθώς και οι ηχητικές ιδιότητες των εσωτερικών επενδύσεων και κατασκευών, όπως επίσης των ατόμων και των αντικειμένων που βρίσκονται μέσα στον χώρο επηρεάζουν την ηχητική συμπεριφορά και την καλή ακουστική. Για να επιτύχουμε μια σωστή ακουστική σε έναν χώρο πρέπει να βασιστούμε στις βασικές έννοιες της ακουστικής δωματίων.

- Αντήχηση και Διάδοση Ήχου

Η αντήχηση και η διάδοση του ήχου αποτελούν θεμελιώδεις έννοιες στην επιστήμη της ακουστικής και είναι καθοριστικές για την αξιολόγηση της ποιότητας ενός χώρου από ακουστικής άποψης. Ο χρόνος αντήχησης, εκφράζει το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να μειωθεί η στάθμη του ήχου κατά 60 dB μετά τη διακοπή της πηγής του και αποτελεί μία από τις βασικότερες παραμέτρους της ακουστικής ενός δωματίου. Υπολογίζεται συχνά μέσω του τύπου του Sabine $RT60 = \frac{0.161 \cdot V}{A}$ με RT60 τον χρόνο αντήχησης σε δευτερόλεπτα, V τον όγκο του χώρου σε m³ και A την συνολική απορρόφηση του χώρου σε sabins. Σε πιο σύνθετες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ο τύπος του Eyring $RT60 = \frac{0.161 \cdot V}{-S \cdot \ln(1-\bar{\alpha})}$ με S τον όγκο του χώρου σε m² και $\bar{\alpha}$ ο μέσος συντελεστής απορρόφησης. Ο Eyring λαμβάνει υπ' όψιν όταν υπάρχει μεγάλη απορροφητικότητα π.χ. μοκέτα, κουρτίνες, ηχομονωτικά

πάνελ κ.λπ. Ο βέλτιστος χρόνος αντήχησης (RT60) εξαρτάται από τη χρήση του χώρου, διαφέροντας, για παράδειγμα, ανάμεσα σε χώρους ομιλίας (RT=0,5-0,8 sec) και μουσικής(RT=0,6-1 sec). Παράλληλα, η διάδοση του ήχου στους εσωτερικούς χώρους επηρεάζεται από σύνθετες αλληλεπιδράσεις του ηχητικού κύματος με τις επιφάνειες, τις ανακλάσεις, τις απορροφήσεις, καθώς και από φαινόμενα όπως η περίθλαση και η διάχυση. Οι διαδικασίες αυτές προσεγγίζονται μέσω μοντελοποίησης με βάση τις αρχές της γεωμετρικής ακουστικής, συμβάλλοντας στην πληρέστερη κατανόηση της συμπεριφοράς του ήχου σε διάφορους τύπους χώρων.



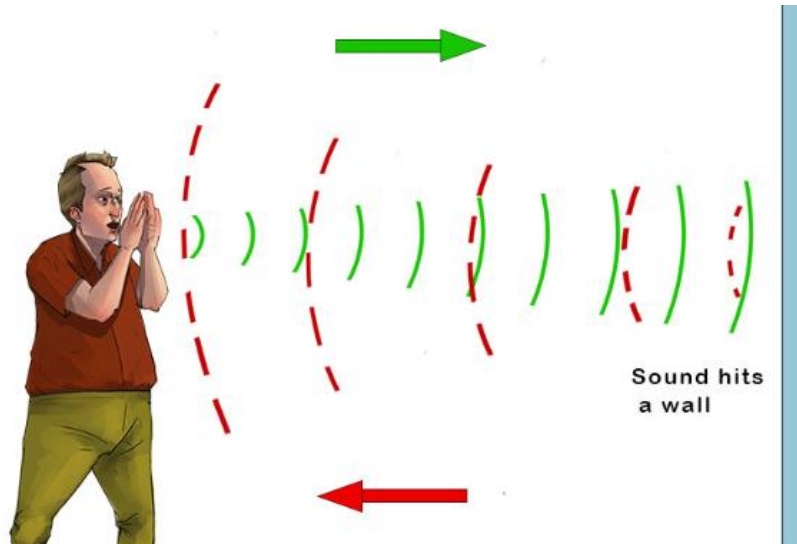
Σχήμα 1.13 : Αντήχηση ήχου

- Ακουστικές Παράμετροι και Μέτρηση

Η αξιολόγηση της ακουστικής ενός χώρου βασίζεται σε τυποποιημένες ακουστικές παραμέτρους, οι οποίες αποτυπώνουν κρίσιμες πτυχές της διάδοσης και αποσύνθεσης του ήχου. Τυποποιημένες ακουστικές παράμετροι όπως T30, Early Decay Time, Clarity και Definition χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ακουστικής του δωματίου. Ο χρόνος αντήχησης T30, μετρά τον ρυθμό αποσύνθεσης του ήχου κατά 30 dB και επιτρέπει ακριβείς εκτιμήσεις του πλήρους χρόνου αντήχησης (RT60). Το Early Decay Time (EDT), εστιάζει στην αποσύνθεση του ήχου στα πρώτα 10 dB μετά την παύση της πηγής και σχετίζεται άμεσα με την ακουστική αντίληψη του ακροατή. Επιπλέον, το Clarity (C80) και το Definition (D50) χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ευκρίνειας της ομιλίας και της μουσικής, υπολογίζοντας τις αναλογίες της πρώιμης προς τη συνολική ενέργεια του ήχου και παρέχοντας κρίσιμη πληροφορία για την ποιότητα της ακουστικής εμπειρίας. Παράλληλα με τις τυποποιημένες μεθόδους, έχουν διερευνηθεί και μη τυποποιημένες ακουστικές μετρήσεις, όπως η ακουστική-οπτική αλληλεπίδραση και η κατευθυντική αντήχηση, οι οποίες προσπαθούν να περιγράψουν πιο ολοκληρωμένα τη συνολική αίσθηση του ήχου, ιδίως σε σύνθετους χώρους όπως οι αίθουσες συναυλιών. Αυτές οι προσεγγίσεις λαμβάνουν υπόψη παράγοντες όπως η χωρική κατανομή της ηχητικής ενέργειας και ο τρόπος με τον οποίο η ακουστική εμπειρία συνδέεται με την αντίληψη του χώρου από τον ακροατή.

- Ηχώ (Echo)

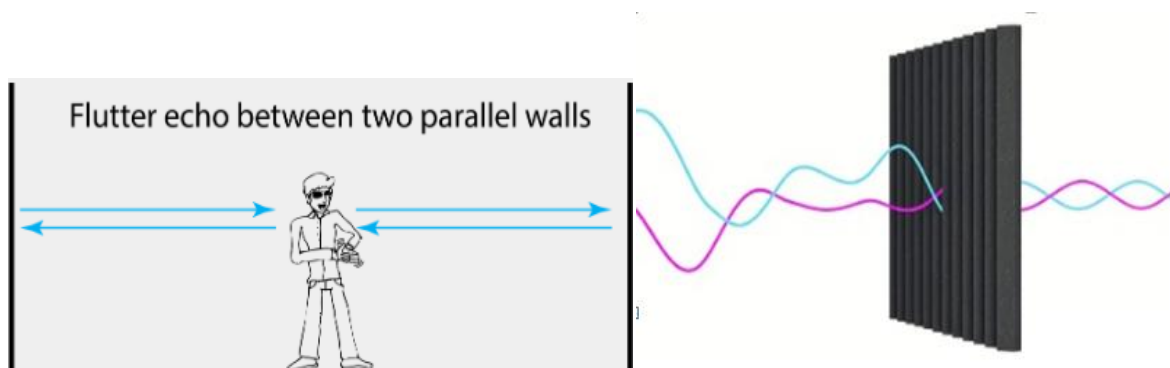
Η ηχώ είναι το φαινόμενο κατά το οποίο το ηχητικό σήμα επιστρέφει στον ακροατή με καθυστέρηση, επειδή ανακλάται από απομακρυσμένες επιφάνειες. Για να γίνει αντιληπτή ως ξεχωριστή ηχώ και όχι ως συνέχεια του αρχικού ήχου, η καθυστέρηση πρέπει να είναι περίπου πάνω από 50–60 χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms). Η ηχώ μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την κατανόηση της ομιλίας καθώς και τη μουσική απόδοση.



Σχήμα 1.14 : Ηχώ

- Πολλαπλή ηχώ (Flutter Echo)

Η πολλαπλή ηχώ ή "flutter echo" είναι ένα φαινόμενο όπου ο ήχος αναπηδά επανειλημμένα μεταξύ δύο παράλληλων επιφανειών, δημιουργώντας μία αίσθηση ταχείας και επαναλαμβανόμενης αντήχησης. Συνήθως ανιχνεύεται σε γυμνούς χώρους με σκληρές, επίπεδες επιφάνειες και ακούγεται σαν "κλικ" ή "φτερούγισμα". Ειδικά στη μουσική ή στην ομιλία, το flutter echo είναι ανεπιθύμητο και μπορεί να διορθωθεί με απορροφητικά ή διαχυτικά υλικά.



Σχήμα 1.15 : Πολλαπλή ηχώ

Σχήμα 1.16 : Απορροφητικό υλικό

- Διακριτότητα (Definition, D50)

Η διακριτότητα (Definition ή D50) μετρά το ποσοστό της πρώιμης ηχητικής ενέργειας (πριν από 50 ms) σε σχέση με τη συνολική ενέργεια που φτάνει στον ακροατή. Υψηλότερες τιμές D50 σημαίνουν καλύτερη καταληπτότητα της ομιλίας και καλύτερη ευκρίνεια στις μουσικές εκτελέσεις. Συνήθως για αίθουσες ομιλίας, επιδιώκεται $D50 > 0.5$ (ή 50%).

- Ευκρίνεια (Clarity, C80)

Η ευκρίνεια (Clarity, ειδικά C80 για μουσική) εκφράζει τη σχέση μεταξύ της πρώιμης και της όψιμης ανακλώμενης ενέργειας του ήχου. Ορίζεται με λογαριθμική κλίμακα (dB). Θετικές τιμές C80 δηλώνουν πιο καθαρή ακουστική για μουσική συνήθως επιθυμούμε $C80 \approx 0$ έως +4 dB, ενώ για ομιλία προτιμάμε ακόμη υψηλότερες τιμές.

- IACC (Interaural Cross-Correlation Coefficient)

Ο IACC είναι δείκτης που μετρά τον βαθμό ομοιότητας του ήχου που φτάνει στα δύο αυτιά (δεξί και αριστερό). Χαμηλός IACC σημαίνει μεγαλύτερη αίσθηση "πλάτους" και "περιβάλλοντος χώρου", κάτι που είναι επιθυμητό σε αίθουσες συναυλιών. Υψηλός IACC σημαίνει ότι ο ήχος φαίνεται να έρχεται από μία πολύ στενή κατεύθυνση, γεγονός που μειώνει την "χώρική αίσθηση".

- RASTI (Rapid Speech Transmission Index)

Ο RASTI είναι μία γρήγορη μέθοδος μέτρησης της καταληπτότητας της ομιλίας σε έναν χώρο. Δίνει τιμές από 0 έως 1 με 0.7–1.0 για πολύ καλή καταληπτότητα, 0.5–0.7 για μέτρια καταληπτότητα και κάτω από 0.5: φτωχή καταληπτότητα. Ο RASTI μετρά τη συνδυασμένη επίδραση του χρόνου αντήχησης, του θορύβου και των ανακλάσεων στην ευκρίνεια της ομιλίας.

Με βάση την ανάλυση όλων των παραπάνω, ο πίνακας 1 παρουσιάζει συνοπτικά τις έννοιες και τις παραμέτρους στην ακουστική των χώρων.

Όρος	Περιγραφή	Τυπικές Τιμές / Στόχοι
Αντήχηση (Reverberation)	Η παρατεταμένη διάρκεια του ήχου μετά τη χρήση: διακοπή της πηγής, λόγω πολλαπλών ανακλάσεων στις επιφάνειες του χώρου.	RT60 εξαρτάται από τη Ομιλία: 0.5–0.8 sec, Συμφωνική Μουσική: 1.8–2.2 sec
Διάδοση του Ήχου	Ο τρόπος με τον οποίο ο ήχος μεταφέρεται στον χώρο μέσω απευθείας διάδοσης και ανακλάσεων, επηρεαζόμενος από την απορρόφηση και τις γεωμετρικές ιδιότητες.	Ομαλή και ελεγχόμενη διάδοση χωρίς ανεπιθύμητες ανακλάσεις.
T30 (Χρόνος αντήχησης μετρώντας 30 dB)	Χρόνος που απαιτείται για την αποσύνθεση του ήχου κατά 30 dB, υπολογισμένος για την εκτίμηση του RT60.	Ανάλογα με τον χώρο (βλ. αντήχηση).
Early Decay Time (EDT)	Χρόνος αποσύνθεσης των πρώτων 10 dB του ήχου, αντανάκλα την πρώτη εντύπωση της αντήχησης στον ακροατή.	Πρέπει να είναι κοντά στο RT60 για καλή ακουστική.
Ευκρίνεια (Clarity, C80)	Λόγος πρώιμης (εντός 80 ms) προς όψιμη ενέργεια ήχου, σε dB. Δείκτης καθαρότητας της ομιλίας.	Μουσική: 0 έως +4 dB Ομιλία: υψηλότερο C80

Όρος	Περιγραφή	Τυπικές Τιμές / Στόχοι
Διακριτότητα (Definition, D50)	μουσικής ή του λόγου. Ποσοστό πρώιμης ηχητικής ενέργειας (μέσα σε 50 ms) ως προς τη συνολική ενέργεια, κρίσιμο για την καταληπτότητα της ομιλίας.	επιθυμητό D50 > 50% για αίθουσες ομιλίας.
Ηχώ (Echo)	Ξεχωριστή αντανάκλαση ήχου που φτάνει με καθυστέρηση μεγαλύτερη από 50 ms, προκαλώντας ηχητική ασάφεια.	Πρέπει να αποφεύγεται σε αίθουσες ομιλίας και μουσικής.
Πολλαπλή (Flutter Echo)	Ηχώ Ταχεία, επαναλαμβανόμενη αντήχηση μεταξύ παράλληλων επιφανειών, ακούγεται σαν "φτερούγισμα" ή "κλικ".	Αντιμετώπιση με ηχοαπορροφητικά ή διαχυτικά υλικά.
IACC (Interaural Cross-Correlation Coefficient)	Συντελεστής που μετρά τη συσχέτιση του ήχου που φτάνει στα δύο αυτιά· δείκτης της χωρικής εντύπωσης.	Χαμηλό IACC για ευρεία ακουστική αίσθηση.
RASTI (Rapid Speech Transmission Index)	Δείκτης γρήγορης μέτρησης της καταληπτότητας της ομιλίας λαμβάνοντας υπόψη αντήχηση και θόρυβο.	>0.7: πολύ καλή καταληπτότητα.

Πίνακας 1.1: Παράμετροι ακουστικής χώρου

1.7 Ηχητικά πρότυπα

Στη σύγχρονη εποχή, ο τομέας των ηχητικών προτύπων χαρακτηρίζεται από ποικιλομορφία και συνεχή εξέλιξη, γεγονός που προκαλεί συχνά σύγχυση. Τα βασικά πρότυπα ξεκινούν από τη μονοφωνία. Είναι η παλαιότερη και απλούστερη μορφή μετάδοσης ήχου, όπου υπάρχει ένα μόνο ηχητικό κανάλι που μεταφέρει το σύνολο της ακουστικής πληροφορίας. Λόγω του ότι πέραν των ενισχυτών δεν απαιτείται επιπλέον εξοπλισμός για την αναπαραγωγή του σήματος, ακόμα και σήμερα χρησιμοποιείται από πολλές συσκευές όπως τηλεοράσεις και βίντεο.. Η επόμενη εξέλιξη ήταν ο στερεοφωνικός ήχος (stereo), με δύο ξεχωριστά κανάλια (αριστερό και δεξί), τα οποία καταγράφουν διαφορετικές ακουστικές πληροφορίες, δημιουργώντας τον στερεοφωνικό ήχο. Η εμφάνιση του stereo ήχου έγινε εξαιτίας της ανάγκης να αποδοθούν καλύτερα στον κινηματογράφο οι σκηνές όπου κάτι διαφορετικό ακουγόταν στο δεξί μέρος της οθόνης από ότι στο αριστερό. Η καινοτομία αυτή πέρασε σταδιακά από το σινεμά στα οικιακά συστήματα αναπαραγωγής ήχου και μάλιστα τους έδωσε και το όνομά τους, τα γνωστά μας στερεοφωνικά. Το Dolby Surround αποτέλεσε ένα σημαντικό βήμα προς τον πολυκαναλικό ήχο, ενσωματώνοντας δύο επιπλέον κανάλια (κεντρικό και περιφερειακό) μέσω ειδικής κωδικοποίησης στα υπάρχοντα stereo κανάλια, χωρίς να απαιτείται νέα υποδομή μετάδοσης. Από το κεντρικό κανάλι ακούγονται όλοι οι διάλογοι όπου μπορεί να υπάρχουν στο σήμα που θέλουμε να μεταδώσουμε. Η μεγάλη καινοτομία όμως ήταν το περιφερειακό κανάλι (surround) όπου στις υλοποιήσεις του αποτελείται από ένα ζευγάρι ηχείων τοποθετημένα στο πίσω και πλαϊνό τμήμα του χώρου όπου βρίσκεται ο ακροατής. Με αυτόν τον τρόπο η μουσική φαίνεται να περιβάλλει τον ακροατή και δημιουργεί τελείως διαφορετική αίσθηση ακουστικότητας. Τα δύο επιπλέον κανάλια κωδικοποιούνται και μεταφέρονται μέσα στα δύο ήδη υπάρχοντα κανάλια του stereo. Έτσι με την ήδη υπάρχουσα υλικοτεχνική υποδομή, με δύο φυσικά κανάλια μπορούν να μεταδοθούν και να μεταφερθούν 4 κανάλια ήχου. Η αποκωδικοποίηση των καναλιών αυτών γινόταν με τη χρήση αποκωδικοποιητών Dolby Pro Logic, επιτρέποντας την αναπαραγωγή τεσσάρων διακριτών ηχητικών

σημάτων. Παίρνουν ως είσοδο το κλασικό στερεοφωνικό καλώδιο των 2 (+2 "κρυμμένων") αναλογικών καναλιών ήχου και ως έξοδο έχουν 4 διαφορετικά ηχητικά σήματα. Ένα σήμα πηγαίνει στο αριστερό ηχείο, ένα άλλο στο δεξί ηχείο, το τρίτο σήμα στο κεντρικό ηχείο και το τέταρτο σήμα στα δύο περιφερειακά ηχεία. Η κορύφωση της τεχνολογίας ήρθε με το Dolby Digital 5.1. Ο ήχος είναι πλήρως ψηφιακός και περιλαμβάνει έξι ανεξάρτητα κανάλια: αριστερό, δεξί, κεντρικό, αριστερό και δεξί surround, καθώς και ένα κανάλι χαμηλών συχνοτήτων (subwoofer). Αυτό συνεπάγεται απaráμιλλη ποιότητα ήχου και κρυστάλλινη απόδοση των εφέ. Η ποιότητα του ψηφιακού ήχου και η πλήρης χωρική απόδοσή του καθιστούν το Dolby Digital αναπόσπαστο στοιχείο στον σύγχρονο κινηματογράφο και στα οικιακά συστήματα ψυχαγωγίας, προσφέροντας μοναδική ακουστική εμπειρία.

Κεφάλαιο 2ο: Εικόνα

2.1 Ορισμός της εικόνας

Η εικόνα ορίζεται ως μια αναπαράσταση ή εντύπωση ενός αντικειμένου, ιδέας ή φαινομένου, η οποία δημιουργείται μέσω διαφόρων μέσων και εξυπηρετεί την επικοινωνία, την κατανόηση και τη μεταφορά πληροφοριών. Μπορεί να είναι φυσική, όπως μια φωτογραφία ή ζωγραφική, οπτική, όπως μια ψηφιακή απεικόνιση, νοητική, δηλαδή μια εσωτερική αναπαράσταση στον ανθρώπινο νου, ή συμβολική, όπως ένα εικονίδιο ή ένα διάγραμμα. Σε επιστημονικά και τεχνικά πλαίσια, η εικόνα συνήθως ορίζεται ως μια δισδιάστατη διάταξη στοιχείων (pixel), όπου κάθε pixel κωδικοποιεί ιδιότητες όπως το χρώμα ή τη φωτεινότητα μεταφέροντας έτσι ακριβείς και λεπτομερείς πληροφορίες για το αντικείμενο ή τη σκηνή που αναπαρίσταται. Οι εικόνες αποτελούν κρίσιμα εργαλεία στην επιστήμη, την τέχνη, τη διαφήμιση και την κοινωνική επικοινωνία, καθώς μπορούν να διευκρινίσουν έννοιες, να προκαλέσουν συναισθήματα, να επηρεάσουν την κατανόηση ή ακόμη και να παραπλανήσουν, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής και ερμηνείας τους. Η ισχύς της εικόνας έγκειται στην ικανότητά της να συμπυκνώνει πολύπλοκες πληροφορίες σε μορφή εύκολα προσλήψιμη και ισχυρά επικοινωνιακή.

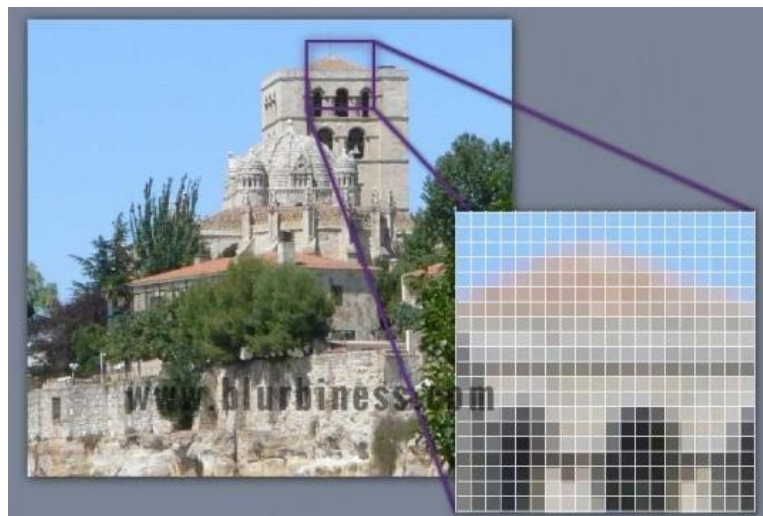
2.2 Βασικές ιδιότητες της εικόνας

Για να μπορέσει να υπάρξει σωστή κατανόηση της εικόνας τόσο σε θεωρητικό όσο και σε τεχνικό επίπεδο με σκοπό την ανάλυση ή την επεξεργασία πρέπει να γνωρίζουμε τις βασικές ιδιότητες της εικόνας. Μια από τις πιο κρίσιμες ιδιότητες είναι η χωρική ανάλυση (spatial resolution), η οποία αναφέρεται στον αριθμό των pixel ανά μονάδα επιφάνειας. Όσο υψηλότερη είναι η ανάλυση, τόσο μεγαλύτερη λεπτομέρεια μπορεί να απεικονίσει η εικόνα. Εξίσου σημαντική είναι η φωτεινότητα (brightness), δηλαδή η ποσότητα φωτός που αποτυπώνεται σε κάθε σημείο της εικόνας. Αυτή καθορίζει τον συνολικό "τόνο" της εικόνας και σχετίζεται άμεσα με την αναγνώριση σχήματος, βάθους και επιφάνειας. Η αντίθεση (contrast) εκφράζει τη διαφορά φωτεινότητας μεταξύ των πιο φωτεινών και σκοτεινών περιοχών μιας εικόνας, και παίζει κεντρικό ρόλο στην οπτική ευκρίνεια και την έμφαση σε σημαντικά χαρακτηριστικά. Μια εικόνα με χαμηλή αντίθεση μπορεί να φαίνεται "θαμπή" ή επίπεδη, ενώ μια εικόνα με υψηλή αντίθεση ενισχύει τη διακρίσιμότητα αντικειμένων. Η χρωματική πληροφορία αποτελεί άλλη μια θεμελιώδη ιδιότητα στις έγχρωμες εικόνες και αποδίδεται μέσω μοντέλων χρώματος όπως το RGB (Red-Green-Blue) για ψηφιακές οθόνες ή το CMYK (Cyan-Magenta-Yellow-Black) για εκτύπωση. Σε αυτά τα μοντέλα, κάθε pixel φέρει πληροφορία για την ένταση των επιμέρους χρωμάτων, δημιουργώντας τον τελικό χρωματικό τόνο. Ο κορεσμός (saturation) εκφράζει την ένταση του χρώματος και επηρεάζει την αισθητική αντίληψη μιας εικόνας. Ένα υπερκορεσμένο χρώμα μπορεί να φαίνεται αφύσικο, ενώ ένα χαμηλά κορεσμένο μπορεί να δείχνει ξεθωριασμένο. Η οξύτητα (sharpness) σχετίζεται με το πόσο καθαρά ή θολά αποδίδονται τα όρια και οι λεπτομέρειες μέσα στην εικόνα και εξαρτάται από το φακό, την ανάλυση και την παρουσία ή απουσία φίλτρων. Η υφή (texture) αναφέρεται στην κατανομή φωτεινών και σκοτεινών μοτίβων που υποδηλώνουν την επιφανειακή σύσταση ενός αντικειμένου (π.χ. τραχύτητα, απαλότητα), ενώ η δομή (structure) αφορά στη χωρική οργάνωση των στοιχείων μέσα στην εικόνα, η οποία συμβάλλει στην κατανόηση του περιεχομένου της. Όλες αυτές οι ιδιότητες, μεμονωμένα και σε

συνδυασμό, επηρεάζουν ουσιαστικά την εικόνα. Η σωστή αξιολόγηση και διαχείρισή τους είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση της ακρίβειας και της αποτελεσματικότητας κάθε εφαρμογής που βασίζεται σε αυτή.

2.2.1 Pixel

Ως pixel (picture element) μπορούμε να ορίσουμε την μικρότερη μονάδα μιας ψηφιακής εικόνας, που λειτουργεί ως θεμελιώδες δομικό στοιχείο για όλο το ψηφιακό οπτικό περιεχόμενο. Κάθε pixel αντιπροσωπεύει ένα μόνο σημείο σε μια εικόνα και συνολικά, εκατομμύρια pixel σχηματίζουν την πλήρη εικόνα που φαίνεται σε οθόνες ή σε ψηφιακά αρχεία. Τα pixel αναπαρίστανται ως μικροσκοπικά τετράγωνα και το καθένα έχει την δική του μοναδική θέση γραμμής και στήλης μέσα στο συνολικό πλέγμα της εικόνας. Αναπαριστάται από μια ακολουθία αριθμών, οι όποιοι κωδικοποιούν πληροφορίες όπως το χρώμα και η φωτεινότητα. Η διάταξη και η σχέση των pixel ορίζουν την δομή και την εμφάνιση της εικόνας, για αυτό και για την επεξεργασία της, απαιτείτε ο χειρισμός αυτών των σχέσεων. Η ποιότητα μιας εικόνας επηρεάζεται από τον αριθμό των pixel ανά ίντσα (PPI), ο οποίος επηρεάζει το πόσο ευκρινής εμφανίζεται η εικόνα. Τα pixel είναι μονάδες και απαιτούν μια συσκευή εξόδου (όπως μια οθόνη ή έναν εκτυπωτή) για να είναι ορατά. Η φυσική εμφάνιση ενός pixel εξαρτάται από την τεχνολογία οθόνης που χρησιμοποιείται. Η διαδικασία μετατροπής δεδομένων σε pixel για προβολή μπορεί να περιλαμβάνει απώλεια πληροφοριών, καθώς σύνθετα δεδομένα συμπιέζονται σε απλούστερες αναπαραστάσεις pixel.



Σχήμα 2.1 : Pixel

2.2.2 Ανάλυση εικόνας

Η ανάλυση εικόνας αποτελεί έναν από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες για την πληροφοριακή αξία κάθε ψηφιακής απεικόνισης. Ορίζεται ως ο αριθμός των pixel που συνθέτουν την εικόνα και επηρεάζει άμεσα το επίπεδο λεπτομέρειας που μπορεί να αποδοθεί. Υψηλότερη ανάλυση σημαίνει περισσότερα pixel ανά μονάδα επιφάνειας (π.χ. ανά ίντσα ή χιλιοστό), επιτρέποντας την απεικόνιση μικρότερων ή λεπτότερων χαρακτηριστικών. Ωστόσο, η αύξηση του αριθμού των pixel οδηγεί συχνά στη μείωση του μεγέθους τους, γεγονός που μπορεί να περιορίσει την ευαισθησία του αισθητήρα στην απορρόφηση φωτός, ειδικά σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Από την άλλη, η τεχνολογική πρόοδος, όπως οι αισθητήρες με νανοδομές και τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα, έχει επιτρέψει τη διατήρηση

υψηλής ποιότητας ακόμη και σε μικροσκοπικά pixel, ανατρέποντας ορισμένα φυσικά όρια. Η ανάλυση χωρίζεται σε επιμέρους κατηγορίες, όπως η χωρική ανάλυση (spatial resolution), που αφορά την πυκνότητα των pixel στον χώρο, η χρονική ανάλυση (temporal resolution), που ορίζει τα καρέ ανά δευτερόλεπτο σε βίντεο, και η ραδιομετρική ανάλυση, που αφορά στο βάθος bit, δηλαδή στην ποσότητα αποθηκευμένης πληροφορίας ανά pixel (π.χ. 8-bit, 16-bit). Τεχνολογίες όπως η υπερανάλυση (Super Resolution) επιτρέπουν την παραγωγή εικόνων υψηλότερης ευκρίνειας από εικόνες χαμηλής ανάλυσης, αξιοποιώντας τεχνικές υπολογιστικής όρασης, επεξεργασίας σήματος και τεχνητής νοημοσύνης. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα υπερανάλυσης συναντάται στις σύγχρονες κάμερες κινητών τηλεφώνων, όπως σε μοντέλα iPhone ή Samsung Galaxy. Κατά τη λήψη φωτογραφιών υπό δύσκολες συνθήκες – όπως σε χαμηλό φωτισμό ή με ψηφιακό ζουμ – το κινητό συνδυάζει πολλαπλά καρέ χαμηλής ανάλυσης και εφαρμόζει αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης ώστε να ανακατασκευάσει μία εικόνα υψηλής ευκρίνειας. Με αυτόν τον τρόπο δεν αυξάνεται απλώς ο αριθμός των pixel, αλλά αποκαθίστανται λεπτομέρειες που δεν ήταν αρχικά ορατές, προσφέροντας μια εντυπωσιακά καθαρή και ρεαλιστική απεικόνιση. Επιπλέον, η ανθρώπινη οπτική αντίληψη παρουσιάζει αξιοσημείωτη ικανότητα στην κατανόηση και κατηγοριοποίηση ακόμα και εικόνων χαμηλής ανάλυσης, γεγονός που καταδεικνύει ότι η "αντιληπτή ποιότητα" μιας εικόνας δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τον αριθμό των pixel. Η επίτευξη της βέλτιστης ανάλυσης είναι επομένως αποτέλεσμα ισορροπίας μεταξύ της ποσότητας πληροφορίας, της φωτοευαισθησίας, της υπολογιστικής πολυπλοκότητας και των απαιτήσεων της εφαρμογής. Για παράδειγμα, μια ανάλυση 1920x1080 (Full HD) επαρκεί για τηλεοπτικές εφαρμογές, ενώ η 4K UHD (4096x2304) χρησιμοποιείται σε επαγγελματική επεξεργασία εικόνας ή σε εφαρμογές επιστημονικής παρατήρησης που απαιτούν εξαιρετικά λεπτομερή καταγραφή. Συνεπώς, η επιλογή της κατάλληλης ανάλυσης δεν είναι απόλυτη, αλλά σχετική με τον σκοπό, το περιβάλλον χρήσης και την επιθυμητή ισορροπία ανάμεσα στην ποιότητα και την αποδοτικότητα. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με όλες τις διαφορετικές αναλύσεις που συναντώνται καθώς και το που χρησιμοποιείται η κάθε μια.

Ονομασία	Ανάλυση (px)	Συνολικά Pixel	Αναλογία Διαστάσεων	Χρήση / Εφαρμογή
QVGA	320 × 240	76,800	4:3	Παλιά κινητά, χαμηλής ποιότητας webcam
VGA	640 × 480	307,200	4:3	Πρώμο διαδίκτυο, παρουσιάσεις
NTSC	640 × 482	308,480	≈ 4:3	Τηλεόραση Αμερικής (αναλογική)
PAL	720 × 576	414,720	5:4	Τηλεόραση Ευρώπης (αναλογική)
SVGA	800 × 600	480,000	4:3	Προβολείς, παλιότερες οθόνες
XGA	1024 × 768	786,432	4:3	Κλασικές οθόνες υπολογιστών
WXGA	1280 × 800	1,024,000	16:10	Φορητοί υπολογιστές
HDTV 720p	1280 × 720	921,600	16:9	HD τηλεόραση, streaming
HDTV (1366×768)	1366 × 768	1,049,088	≈16:9	Οθόνες HD έτοιμες
HD+	1600 × 900	1,440,000	16:9	Φορητοί & σταθεροί υπολογιστές
Full HD 1080p	1920 × 1080	2,073,600	16:9	Βίντεο υψηλής ποιότητας, τηλεοράσεις
4K UHD	4096 × 2304	9,437,184	≈16:9	Κινηματογράφος, επαγγελματική χρήση

Πίνακας 2.2: Διαφορετικές αναλύσεις εικόνας

2.2.3 Μοντέλα RGB και CMYK

Το RGB (Red, Green, Blue) είναι ένα θεμελιώδες χρωματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται ευρέως στην απεικόνιση, τις τεχνολογίες οθονών και την ανάλυση χρωμάτων. Βασίζεται στην προσθετική ανάμειξη των τριών βασικών χρωμάτων για την αναπαραγωγή ενός ευρέος φάσματος αποχρώσεων. Κάθε χρώμα στο μοντέλο RGB ορίζεται από την ένταση των τριών συνιστωσών του και εκφράζεται συνήθως σε τιμές από 0 έως 255 για κάθε κανάλι, παράγοντας πάνω από 16 εκατομμύρια χρωματικούς συνδυασμούς σε βάθος χρώματος 24-bit. Ο χρωματικός χώρος RGB απεικονίζεται συχνά ως κύβος τριών διαστάσεων, με κάθε άξονα να αντιπροσωπεύει ένα από τα βασικά χρώματα. Το RGB αποτελεί πρότυπο για τις περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές απεικόνισης, όπως οθόνες, τηλεοράσεις και φωτογραφικές μηχανές, αλλά παρουσιάζει διαφοροποιήσεις ανάλογα με τη συσκευή, το πρότυπο και τη βαθμονόμηση. Οι αισθητήρες RGB χρησιμοποιούνται επίσης για χρωματομετρικές μετρήσεις σε επιστημονικές και τεχνολογικές εφαρμογές. Αντίθετα, το μοντέλο CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, and Key (Black)) είναι ένα αφαιρετικό χρωματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία της εκτύπωσης. Σε αυτό το σύστημα, το χρώμα παράγεται μέσω της αφαίρεσης φωτός που ανακλάται από το λευκό υπόστρωμα, με την ανάμειξη των τεσσάρων βασικών χρωμάτων μελανιού. Όσο περισσότερο μελάνι εφαρμόζεται, τόσο περισσότερο φως απορροφάται και το αποτέλεσμα είναι πιο σκοτεινό. Το CMYK αποτελεί το πρότυπο για όλες σχεδόν τις έγχρωμες εκτυπώσεις – από περιοδικά και φυλλάδια έως επαγγελματικές συσκευασίες – και είναι βιομηχανικά καθορισμένο από οργανισμούς όπως η ICC και το ISO, για διασφάλιση συνέπειας και ακρίβειας στις χρωματικές αποδόσεις. Η βασική διαφορά μεταξύ των δύο μοντέλων έγκειται στη φυσική τους αρχή: το RGB βασίζεται στην εκπομπή φωτός και λειτουργεί προσθετικά, ενώ το CMYK βασίζεται στην απορρόφηση φωτός. Αυτό σημαίνει πως το RGB είναι ιδανικό για χρήση σε ψηφιακές οθόνες, ενώ το CMYK είναι απαραίτητο για έντυπες παραγωγές. Επιπλέον, τα δύο μοντέλα διαφέρουν και στη χρωματική γκάμα που μπορούν να αναπαράγουν: το RGB καλύπτει ευρύτερο φάσμα χρωμάτων από το CMYK, και αυτός είναι ο λόγος που ορισμένα φωτεινά και έντονα χρώματα που εμφανίζονται σε μια οθόνη δεν μπορούν να αποτυπωθούν πιστά στο χαρτί. Συνεπώς, η κατανόηση των διαφορών και των ιδιοτήτων κάθε μοντέλου είναι κρίσιμη τόσο για τους επαγγελματίες της εικόνας όσο και για όσους επιθυμούν ακριβή και συνεπή διαχείριση χρωμάτων σε ψηφιακά και έντυπα μέσα.



Σχήμα 2.2 : Σύγκριση RGB και CMYK

2.2.4 Βάθος πεδίου και προοπτική

Το βάθος πεδίου και η προοπτική είναι δύο θεμελιώδη χαρακτηριστικά στην φωτογραφία και την εικαστική τέχνη που επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον χώρο και την κίνηση μέσα σε μια εικόνα. Το βάθος πεδίου αναφέρεται στην περιοχή της εικόνας που είναι σε εστίαση, και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το διάφραγμα του φακού, η απόσταση του αντικείμενου από την κάμερα και το μήκος του φακού. Με μικρό βάθος πεδίου, μόνο το αντικείμενο ή το θέμα που βρίσκεται σε κοντινές αποστάσεις θα είναι σε εστίαση, ενώ το υπόλοιπο της εικόνας θα εμφανίζεται θολό, κάτι που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί έντονη αντίθεση ή να οδηγηθεί η προσοχή του θεατή σε συγκεκριμένα σημεία της εικόνας. Αντίθετα, το μεγάλο βάθος πεδίου επιτρέπει στην εικόνα να παραμένει καθαρή και σε εστίαση σε μεγάλες αποστάσεις, προσφέροντας μια αίσθηση της πλήρους σκηνής και συχνά χρησιμοποιείται σε τοπία ή αρχιτεκτονικές φωτογραφίες. Η προοπτική, από την άλλη πλευρά, αναφέρεται στον τρόπο που απεικονίζεται το τρισδιάστατο σύμπαν σε μια δισδιάστατη επιφάνεια, δημιουργώντας την αίσθηση του βάθους και της απόστασης. Η προοπτική επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης γραμμών που συγκλίνουν σε έναν ή περισσότερους "οπτικούς πόλους" (γνωστούς και ως σημεία φυγής), και μέσω της εφαρμογής κανόνων όπως η γραμμική προοπτική ή η εξατμιστική προοπτική. Στην γραμμική προοπτική, οι παράλληλες γραμμές φαίνονται να συγκλίνουν όσο απομακρύνονται από τον θεατή, ενώ στην εξατμιστική προοπτική, τα αντικείμενα απομακρύνονται και μειώνονται σε μέγεθος όσο αυξάνεται η απόστασή τους. Η σωστή χρήση αυτών των εργαλείων μπορεί να ενισχύσει την αίσθηση του βάθους και της τρισδιάστατης διάστασης σε μια εικόνα, δημιουργώντας έτσι πιο δυναμικές και ρεαλιστικές αναπαραστάσεις του χώρου.



Σχήμα 2.3 : Παραδείγματα διαφορετικού βάθους πεδίου



Σχήμα 2.4 : Παράδειγμα γραμμική προοπτικής

2.3 Πως επεξεργάζεται ο ανθρώπινος εγκέφαλος τις εικόνες

Η επεξεργασία της εικόνας από τον ανθρώπινο εγκέφαλο αποτελεί μια από τις πιο σύνθετες και ιδιαίτερες διεργασίες του νευρικού μας συστήματος. Η διαδικασία ξεκινά από τη στιγμή που το φως – δηλαδή η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία – αντανακλάται από ένα αντικείμενο και εισέρχεται στο μάτι μέσω του κερατοειδούς και του φακού, οι οποίοι λειτουργούν όπως οι φακοί μιας κάμερας, εστιάζοντας την εικόνα πάνω στον αμφιβληστροειδή. Ο αμφιβληστροειδής περιέχει εκατομμύρια φωτοευαίσθητα κύτταρα, τα λεγόμενα ραβδία, που είναι ευαίσθητα στο φως και χρήσιμα για τη νυχτερινή όραση καθώς και τα κωνία, που είναι υπεύθυνα για την αντίληψη του χρώματος και της λεπτομέρειας. Αυτά τα κύτταρα μετατρέπουν τα φωτεινά ερεθίσματα σε ηλεκτρικά σήματα, τα οποία μεταδίδονται μέσω του οπτικού νεύρου στον εγκέφαλο. Από εκεί, τα σήματα κατευθύνονται στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό (visual cortex – V1), που βρίσκεται στον ινιακό λοβό του εγκεφάλου, στο πίσω μέρος του κρανίου. Ο οπτικός φλοιός είναι υπεύθυνος για την αρχική επεξεργασία των βασικών χαρακτηριστικών της εικόνας: όπως γραμμές, σχήματα, χρώματα, προσανατολισμοί, κίνηση και αντίθεση. Η επεξεργασία δεν σταματά εκεί, στη συνέχεια, η πληροφορία διαμοιράζεται σε δύο κύρια ρεύματα νευρωνικής επεξεργασίας, γνωστά ως οπτικές ροές (visual pathways) την κοιλιακή οδό (ventral stream) και την ραχιαία οδό (dorsal stream),:

- Κοιλιακή οδός: Είναι υπεύθυνη για την αναγνώριση και η νοηματική ερμηνεία των οπτικών ερεθισμάτων. Εκτείνεται από τον ινιακό λοβό προς τον κροταφικό λοβό και μέσω αυτής της οδού αναγνωρίζουμε αντικείμενα, πρόσωπα, σύμβολα και χρώματα.
- Η ραχιαία οδός: Μας βοηθά να κατανοούμε τη θέση, την απόσταση, την κατεύθυνση και την κίνηση των αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο και εκτείνεται από τον ινιακό στον βρεγματικό λοβό.

Ο εγκέφαλος διατηρεί την εντύπωση μιας εικόνας για κάποιο χρονικό διάστημα περίπου 1/12 sec με την ιδιότητα να ονομάζεται μεταίσθημα. Αν σε λιγότερο χρονικό διάστημα δούμε μια άλλη εικόνα, ο εγκέφαλος δεν ξεχωρίζει τις δύο εικόνες. Ωστόσο, η αντίληψη της εικόνας δεν εξαρτάται μόνο από τη φυσιολογική επεξεργασία. Είναι μια ενεργή διαδικασία, στην οποία συμμετέχουν και άλλες περιοχές

του εγκεφάλου που σχετίζονται με τη μνήμη, τα συναισθήματα, τις προσδοκίες και την προηγούμενη εμπειρία του ατόμου. Ο εγκέφαλος δε βλέπει απλώς μια εικόνα την ερμηνεύει βάσει όσων γνωρίζει και αισθάνεται. Για παράδειγμα, το ίδιο οπτικό ερέθισμα μπορεί να προκαλέσει διαφορετικές αντιδράσεις σε διαφορετικά άτομα, ανάλογα με τη διάθεση ή τις προσωπικές τους αναμνήσεις. Αυτό το γεγονός έχει σημαντικές εφαρμογές στην τέχνη, τη διαφήμιση, την ψυχολογία αλλά και την οπτικοακουστική παραγωγή, όπου ο σχεδιασμός της εικόνας στοχεύει όχι μόνο να μεταδώσει πληροφορία, αλλά και να προκαλέσει συναίσθημα, να κατευθύνει την προσοχή, ή ακόμη και να ενισχύσει την αίσθηση του χώρου και του χρόνου μέσα από τις ιδιότητες της εικόνας.

2.4 Η συναισθηματική επίδραση των εικόνων

Η εικόνα αποτελεί ένα από τα πιο άμεσα και ισχυρά μέσα επικοινωνίας, καθώς έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει συναισθηματικές αντιδράσεις με ταχύτητα και ένταση που συχνά υπερβαίνει εκείνη του λόγου ή του ήχου. Αυτή η ιδιότητα της εικόνας δεν είναι τυχαία, αλλά βασίζεται σε νευροφυσιολογικές και ψυχολογικές λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου. Συγκεκριμένα, όταν το μάτι αντιλαμβάνεται μια εικόνα, το οπτικό ερέθισμα μεταφέρεται μέσω του οπτικού νεύρου στον εγκέφαλο και επεξεργάζεται στον οπτικό φλοιό, αλλά και περιοχές που σχετίζονται με το συναίσθημα, όπως η αμυγδαλή. Η αμυγδαλή παίζει σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση συναισθηματικά φορτισμένων ερεθισμάτων, με αποτέλεσμα ορισμένες εικόνες να προκαλούν άμεση συναισθηματική ενεργοποίηση. Οι παράγοντες που συμβάλλουν στη συναισθηματική επίδραση μιας εικόνας είναι πολλαπλοί. Τα χρώματα είναι ένας βασικός φορέας συναισθηματικών συμβολισμών: για παράδειγμα, το κόκκινο συχνά συσχετίζεται με τον κίνδυνο, την ένταση ή το πάθος, το μπλε με τη γαλήνη ή τη μελαγχολία, και το πράσινο με την ισορροπία ή τη φύση. Παράλληλα, η σύνθεση της εικόνας, η τοποθέτηση των στοιχείων, η ένταση του φωτός και η χρήση σκιάσεων μπορούν να επηρεάσουν την ψυχολογική διάθεση του θεατή. Επίσης, η συμβολική σημασία που αποδίδει ο θεατής σε συγκεκριμένες μορφές ή θέματα, βασισμένη στις προσωπικές του εμπειρίες ή στο πολιτισμικό του πλαίσιο, παίζει καθοριστικό ρόλο στην τελική συναισθηματική του αντίδραση. Σε εφαρμοσμένο επίπεδο, η οπτικοακουστική σύνθεση μιας εκδήλωσης αξιοποιεί αυτή την ιδιότητα των εικόνων για να δημιουργήσει συναισθηματική σύνδεση με το κοινό. Για παράδειγμα, σε μια μουσική συναυλία, η ταυτόχρονη χρήση οπτικών εφέ, σκηνογραφίας, χρωματισμών και προβολών μπορεί να ενισχύσει δραματικά την αίσθηση του ρυθμού, της έντασης ή της συγκίνησης. Αντίστοιχα, σε ένα θεματικό event ή μια καλλιτεχνική παρουσίαση, η προσεκτικά σχεδιασμένη εικόνα μπορεί να προκαλέσει ενσυναίσθηση, ενθουσιασμό, δέος ή ακόμη και κοινωνικό προβληματισμό. Οι δημιουργοί περιεχομένου και οι σκηνοθέτες οπτικοακουστικών παραγωγών επιδιώκουν συνειδητά τη δημιουργία οπτικών αφηγήσεων που όχι μόνο μεταδίδουν πληροφορία, αλλά και επιδρούν βαθιά στο συναίσθημα. Επιπλέον, οι εικόνες μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψυχολογικά ερεθίσματα ταύτισης, καθώς επιτρέπουν στον θεατή να προβάλει πάνω τους προσωπικά βιώματα ή επιθυμίες. Αυτή η ταύτιση ενισχύει τη δύναμη της εικόνας να συγκινεί, να εμπνέει ή να καθοδηγεί τη συμπεριφορά. Η χρήση φωτογραφιών, βίντεο, animation ή ζωντανών προβολών δεν είναι απλώς ένα τεχνικό εργαλείο, αλλά ένα μέσο συναισθηματικής αφήγησης που ενισχύει τον πυρήνα του μηνύματος κάθε εκδήλωσης. Συνοψίζοντας, η εικόνα δεν είναι απλά μια αισθητική εμπειρία είναι ένα πολυδιάστατο μέσο ψυχολογικής και συναισθηματικής επιρροής. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι εικόνες επηρεάζουν τον ανθρώπινο ψυχισμό επιτρέπει στους δημιουργούς εκδηλώσεων να κατασκευάζουν πιο αποτελεσματικά και καθηλωτικά οπτικοακουστικά περιβάλλοντα, με άμεσο συναισθηματικό αντίκτυπο στο κοινό.

2.5 Τεχνολογίες εικόνας

Οι τεχνολογίες εικόνας αποτελούν τον θεμέλιο λίθο της σύγχρονης οπτικοακουστικής παραγωγής, καθορίζοντας την ποιότητα, τη λειτουργικότητα και την αισθητική του οπτικού περιεχομένου. Από την αρχική λήψη μέχρι την επεξεργασία και την προβολή, κάθε στάδιο στηρίζεται σε εξελιγμένες τεχνικές και μέσα που συνδυάζουν επιστημονική και καλλιτεχνική γνώση. Οι βασικές τεχνολογίες εικόνας περιλαμβάνουν συστήματα καταγραφής όπως ψηφιακές κάμερες, ψηφιακή επεξεργασία εικόνας μέσω λογισμικών όπως τα Adobe Photoshop, Premiere Pro ή DaVinci Resolve, και τεχνολογίες προβολής, όπως οι σύγχρονοι προβολείς υψηλής ανάλυσης, LED οθόνες και τα διαδραστικά μέσα (π.χ. AR/VR). Ειδικά στις οπτικοακουστικές εκδηλώσεις, η τεχνολογία της εικόνας επιτρέπει τη δυναμική ενσωμάτωση οπτικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο, όπως προβολές video mapping, εφέ φωτισμού συγχρονισμένα με μουσική ή ακόμα και ζωντανή επεξεργασία εικόνας κατά τη διάρκεια μιας παρουσίασης. Η χρήση κάμερας υψηλής ταχύτητας, αισθητήρων βάθους, και τεχνητής νοημοσύνης για αυτόματη προσαρμογή σκηνών και καδραρίσματος είναι όλο και πιο συχνή σε σύγχρονες παραγωγές. Παράλληλα, η εξέλιξη των τεχνολογιών συμπίεσης και μεταφοράς δεδομένων επιτρέπει τη ζωντανή μετάδοση οπτικού υλικού υψηλής ποιότητας μέσω διαδικτύου, κάτι που καθιστά τις εκδηλώσεις προσβάσιμες σε παγκόσμιο επίπεδο. Η συνεχής πρόοδος στον τομέα των οπτικοακουστικών μέσων δεν έχει επηρεάσει μόνο την αισθητική των εικόνων, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται, βιώνονται και αξιολογούνται οι πολιτιστικές, εμπορικές και καλλιτεχνικές εκδηλώσεις.

2.6 Οθόνες και τεχνολογίες απεικόνισης

- LCD (Οθόνη Υγρών Κρυστάλλων)

Οι LCD οθόνες δεν εκπέμπουν φως από μονές τους αλλά βασίζονται σε μια στρώση υγρών κρυστάλλων. Χρησιμοποιεί οπίσθιο φωτισμό (backlight), ο οποίος συνήθως υλοποιείται με led λυχνίες. Αποτελεί την πιο διαδεδομένη τεχνολογία οθόνης λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής, το χαμηλό κόστος παραγωγής και της καλής απόδοσης σε φωτεινά περιβάλλοντα. Ωστόσο έχει περιορισμένες γωνίες θέασης, χαμηλότερες αναλογίες αντίθεσης (επειδή το μαύρο δεν μπορεί να αποδοθεί τέλεια) και λιγότερη ευελιξία θέασης σε σύγκριση με τις νεότερες τεχνολογίες.

- OLED (Οργανική Δίοδος Εκπομπής Φωτός)

Στις OLED οθόνες κάθε pixel παράγει το δικό του φως, εξαλείφοντας την ανάγκη για οπίσθιο φωτισμό. Αυτό σημαίνει ότι τα μαύρα είναι απόλυτα μαύρα γιατί τα pixels απενεργοποιούνται εντελώς, κάτι που προσφέρει εξαιρετικό λόγο αντίθεσης και ζωντανά χρώματα. Προσφέρουν υψηλές αναλογίες αντίθεσης, ευρείες γωνίες θέασης, λεπτά και εύκαμπτα πάνελ και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Όλα αυτά όμως επιφέρουν μικρότερη διάρκεια ζωής, πιθανή καύση και υψηλότερο κόστος κατασκευής, ειδικά για μεγάλες οθόνες.

- Mini-LED

Η τεχνολογία Mini-LED είναι ουσιαστικά μια αναβάθμιση του οπίσθιου φωτισμού στις LCD οθόνες. Χρησιμοποιεί πολύ μικρότερα LED από τα παραδοσιακά, επιτρέποντας χιλιάδες ζώνες τοπικού φωτισμού. Αυτό σημαίνει ότι η φωτεινότητα μπορεί να ελεγχθεί με ακρίβεια σε μικρές περιοχές της

εικόνας, αυξάνοντας την αντίθεση. Οι Mini-LED προσφέρουν υψηλή φωτεινότητα, είναι πιο ανθεκτικές και λιγότερο ακριβές από τις OLED, αλλά εξακολουθούν να βασίζονται στην αρχιτεκτονική LCD, άρα δεν φτάνουν σε απόλυτο μαύρο επίπεδο.

- Micro-LED

Τα Micro-LED θεωρούνται η τεχνολογία του μελλοντος συνδιαζοντας τα καλύτερα στοιχεία των LCD και OLED. Κάθε pixel αποτελείται από μικροσκοπικές αυτοεκπεμπόμενες διόδους που αποδίδουν εξαιρετική φωτεινότητα, χρωματική πιστότητα, μεγάλη διάρκεια ζωής. Οι Micro-LED οθόνες είναι πιο ανθεκτικές και αποδοτικές ενεργειακά, ωστόσο, η μαζική παραγωγή τους παραμένει τεχνικά δύσκολη και ακριβή, καθώς απαιτεί τον τέλειο συγχρονισμό εκατομμυρίων μικροσκοπικών LED σε μεγάλες επιφάνειες χωρίς σφάλματα.

- Projectors

Οι προβολείς αποτελούν βασικό εργαλείο στην υλοποίηση οπτικοακουστικών εκδηλώσεων, επιτρέποντας την προβολή εικόνων και βίντεο σε μεγάλες επιφάνειες με υψηλή φωτεινότητα και καθαρότητα. Οι σύγχρονοι προβολείς χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες όπως DLP (Digital Light Processing), LCD (Liquid Crystal Display) και LCoS (Liquid Crystal on Silicon), οι οποίες προσφέρουν ποικίλα πλεονεκτήματα ανάλογα με την εφαρμογή. Η τεχνολογία DLP, για παράδειγμα, είναι γνωστή για την ομαλή αναπαραγωγή κίνησης και υψηλή αντίθεση, ενώ οι LCD προσφέρουν εξαιρετική χρωματική ακρίβεια και χαμηλότερο κόστος. Η χρήση laser προβολέων έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, λόγω της υψηλής φωτεινότητάς τους, της μεγάλης διάρκειας ζωής και της μειωμένης ανάγκης συντήρησης σε σχέση με τις παραδοσιακές λάμπες. Η ανάλυση, ο λόγος αντίθεσης και η φωτεινότητα (που μετριέται σε lumen) είναι κρίσιμοι παράγοντες για την επιλογή προβολέα, ανάλογα με το μέγεθος του χώρου και τις συνθήκες φωτισμού. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των lumen, τόσο καλύτερη φωτεινότητα και καθαρότητα εικόνας έχει ο προβολέας.

Κεφάλαιο 3ο: Φωτισμός

3.1 Εισαγωγή στον φωτισμό

Ο φωτισμός αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες στη διαμόρφωση της οπτικοακουστικής εμπειρίας, επηρεάζοντας καθοριστικά τόσο την αισθητική όσο και τη λειτουργικότητα μιας εκδήλωσης. Δεν περιορίζεται μόνο στη φωταγώγηση του χώρου, αλλά συνιστά εργαλείο αφήγησης, κατεύθυνσης της προσοχής και διαμόρφωσης ατμόσφαιρας. Μέσα από την κατάλληλη χρήση έντασης, χρώματος και κατεύθυνσης του φωτός, δημιουργούνται συναισθήματα, τονίζεται το περιεχόμενο και υποστηρίζεται ο γενικός στόχος της εκδήλωσης, είτε αυτός είναι ενημερωτικός, ψυχαγωγικός ή διαφημιστικός. Στο πλαίσιο συνεδρίων, όπως ένα ιατρικό συνέδριο, ο φωτισμός καλείται να υπηρετήσει πρακτικές ανάγκες όπως η καθαρή προβολή παρουσιάσεων και η ευκρινής ορατότητα ομιλητών χωρίς να αποσπά ή να κουράζει τους συμμετέχοντες.

3.2 Τύποι φωτιστικών σωμάτων

Στον τομέα των οπτικοακουστικών εκδηλώσεων, η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων δεν είναι απλώς τεχνική απόφαση, αλλά βασικός παράγοντας που επηρεάζει την αισθητική, τη λειτουργικότητα και την επιτυχία μιας παραγωγής. Κάθε τύπος φωτιστικού εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς, ανάλογα με το είδος της εκδήλωσης, τον χώρο εγκατάστασης, τη διάθεση που επιδιώκεται και τις απαιτήσεις φωτεινότητας ή ελέγχου. Ο συνδυασμός τους επιτρέπει τη δημιουργία φωτιστικών ζωνών, εφέ, κατευθυνόμενης εστίασης ή ακόμα και κινηματογραφικής ατμόσφαιρας σε εκδηλώσεις όπως συνέδρια, παραστάσεις και παρουσιάσεις.

LED φωτιστικά: Τα LED (Light Emitting Diode) έχουν αναδειχθεί ως η κυρίαρχη τεχνολογία φωτισμού, λόγω της εξαιρετικά χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, της μεγάλης διάρκειας ζωής και της δυνατότητας δυναμικού ελέγχου των χρωμάτων. Πολλά LED συστήματα ενσωματώνουν δυνατότητα DMX ελέγχου, επιτρέποντας προγραμματισμένες σκηνές και συγχρονισμό με ήχο ή εικόνα. Η χαμηλή εκπομπή θερμότητας τα καθιστά επίσης ιδανικά για μικρούς ή ευαίσθητους χώρους.



Σχήμα 3.1 : Led φωτιστικά

Φωτιστικά PAR (Parabolic Aluminized Reflector): Τα PAR είναι παραδοσιακά και ευρέως χρησιμοποιούμενα φωτιστικά που παράγουν έντονο, κατευθυνόμενο φως. Χρησιμοποιούνται κυρίως

για γενικό ή θεατρικό φωτισμό σκηνής, backlighting ή δημιουργία συγκεκριμένων σκιών και φωτεινών περιοχών. Σήμερα, πολλά PAR έχουν αντικατασταθεί από LED PAR για μεγαλύτερη απόδοση και ευελιξία.



Σχήμα 3.2 : Par φωτιστικά

Moving Heads (κινούμενα φωτιστικά): Τα "moving heads" είναι ρομποτικά φωτιστικά σώματα που μπορούν να περιστραφούν οριζόντια και κατακόρυφα, αλλά και να εναλλάξουν χρώματα, μοτίβα, γωνίες φωτισμού και εφέ. Είναι εξαιρετικά δημοφιλή σε ζωντανές εκδηλώσεις και παρουσιάσεις λόγω της ικανότητάς τους να δημιουργούν δυναμικές μεταβάσεις και εντυπωσιακά οπτικά αποτελέσματα.



Σχήμα 3.3 : Ρομποτικά φωτιστικά

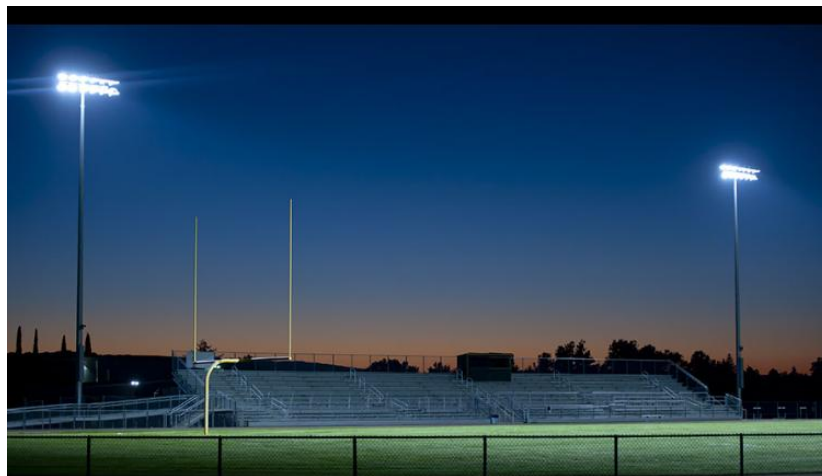
Spot, Flood και Wash φωτιστικά:

- Spot lights παρέχουν στενό, εστιασμένο φωτισμό, ιδανικό για ανάδειξη συγκεκριμένων αντικειμένων ή προσώπων.



Σχήμα 3.4 : Spot φωτιστικά

- Flood lights προσφέρουν ευρύ και ομοιόμορφο φωτισμό, κατάλληλο για γενική κάλυψη σκηνης ή μεγάλων επιφανειών.



Σχήμα 3.5 : Flood φωτιστικά

- Wash lights συνδυάζουν χαρακτηριστικά flood και spot, δημιουργώντας ένα απαλό και ευρύ φωτεινό πεδίο, ιδανικό για βάψιμο σκηνικών ή για δημιουργία συγκεκριμένης ατμόσφαιρας.



Σχήμα 3.6 : Wash φωτιστικά

Profile και Fresnel προβολείς: Οι profile είναι φωτιστικά υψηλής ακρίβειας, κατάλληλα για διαμόρφωση του σχήματος της φωτεινής δέσμης μέσω irises και gobos. Οι Fresnel έχουν πιο απαλό φως και χρησιμοποιούνται κυρίως για θεατρικές και τηλεοπτικές εφαρμογές, λόγω του φυσικού, διαβαθμισμένου φωτισμού που προσφέρουν.



Σχήμα 3.7 : Fresnel φωτιστικά

3.3 Θερμοκρασία χρώματος και χρωματισμός

Η θερμοκρασία χρώματος και ο χρωματισμός του φωτισμού είναι δύο θεμελιώδεις παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα την οπτική αντίληψη, την αισθητική της εκδήλωσης και την ψυχολογική ανταπόκριση του κοινού. Η θερμοκρασία χρώματος μετράται σε βαθμούς Kelvin (K) και περιγράφει την απόχρωση του φωτός. Στα 2700-3500K υπάρχει το θερμό φως (πορτοκαλί), στα 4000-4500K υπάρχει το ουδέτερο φως (λευκό προς κίτρινο) και στα 5000-6500+K υπάρχει το ψυχρό φως (μπλε). Το κάθε είδος φωτός δημιουργεί διαφορετική αίσθηση στον χώρο και εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς. Στις επαγγελματικές εκδηλώσεις, όπως ένα ιατρικό συνέδριο, η θερμοκρασία χρώματος

παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανόηση του περιεχομένου και στη διατήρηση της προσοχής του κοινού. Συνήθως επιλέγεται ουδέτερος έως ψυχρός φωτισμός, καθώς προσφέρει καθαρότητα, ενισχύει την ορατότητα και αποτρέπει την κόπωση των ματιών σε πολύωρες παρουσιάσεις. Αντίθετα, για σκηνικά ή εισαγωγικά μέρη της εκδήλωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί θερμότερος φωτισμός για δημιουργία πιο φιλόξενης ή συναισθηματικής ατμόσφαιρας. Ο χρωματισμός του φωτός αφορά τη χρήση έγχρωμου φωτισμού μέσω φίλτρων, RGB LED φωτιστικών ή DMX συστημάτων ελέγχου. Τα χρώματα χρησιμοποιούνται για να δημιουργούν σκηνικά βάθι και χωρικές διαφοροποιήσεις, να τονίζουν σημαντικά σημεία (όπως ομιλητές, λογότυπα, θεματικές ενότητες), μεταφέρουν διάθεση ή συναίσθημα (π.χ. μπλε για ηρεμία, κόκκινο για ένταση), υποστηρίζουν την ταυτότητα ενός brand ή μιας διοργάνωσης μέσω θεματικών χρωματικών παλετών. Η σωστή χρήση της θερμοκρασίας και των χρωμάτων απαιτεί ισορροπία και συνέπεια. Υπερβολική χρήση χρωμάτων ή λανθασμένος συνδυασμός θερμών/ψυχρών φωτιστικών μπορεί να οδηγήσει σε οπτική σύγχυση, ανεπιθύμητες σκιές ή αλλοίωση της φυσικής απόδοσης των προσώπων και αντικειμένων. Γι' αυτό, οι επαγγελματίες φωτισμού λαμβάνουν υπόψη τη θέση των φωτιστικών, την ανακλαστικότητα των επιφανειών, τις κάμερες που καταγράφουν εφόσον υπάρχει livestream ή βιντεοσκόπηση, καθώς και την τελική επιθυμητή αίσθηση.



Σχήμα 3.8 : Θερμοκρασία χρώματος

Κεφάλαιο 4ο: Ανάλυση χώρου εκδήλωσης

Η παρούσα πτυχιακή αναφέρεται στην επιτυχή υλοποίηση μιας οπτικοακουστικής εγκατάστασης για ένα ιατρικό συνέδριο. Οι απαιτήσεις του συνεδρίου είναι οι έξης: προβολή των παρουσιάσεων των ομιλών σε οθόνη προβολής, άριστη ηχητική κάλυψη, έως 5 ομιλητές και σχολιαστές ταυτόχρονα στην σκηνή, χωρητικότητα τουλάχιστον 100 θεατών ταυτόχρονα στο χώρο και τέλος live stream του συνεδρίου καθώς και καταγραφή του. Σε μεγάλο βαθμό μας επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του φυσικού χώρου όπου θα πραγματοποιηθεί η εκδήλωση. Στο παρόν κεφάλαιο αναλύεται ο συνεδριακός χώρος που έχει επιλεγεί για τη διοργάνωση ιατρικού συνεδρίου, με στόχο την αξιολόγηση της καταλληλότητας και των αναγκών του σε επίπεδο εικόνας, ήχου και φωτισμού.

4.1 Αρχιτεκτονικά Χαρακτηριστικά του χώρου

Ο χώρος που επιλέχθηκε για την διεξαγωγή του συνεδρίου είναι το αμφιθέατρο I στο Κέντρο Διάδοσης Ερευνητικών Αποτελεσμάτων (ΚΕ.Δ.Ε.Α) του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, συνολικής επιφάνειας περίπου 160 τ.μ., με δυνατότητα φιλοξενίας έως και 153 ατόμων. Η διάταξη καθισμάτων είναι αμφιθεατρική, γεγονός που διευκολύνει τη γραμμική μετάδοση του ήχου και την οπτική επαφή με τη σκηνή σε όλα τα σημεία του χώρου. Η σκηνή βρίσκεται στην εμπρόσθια πλευρά της αίθουσας, υπερυψωμένη κατά 40 εκ. από το δάπεδο, με πλάτος 9 μέτρων και βάθος 3 μέτρων. Προσφέρει τον απαραίτητο χώρο για την τοποθέτηση του podium των ομιλητών καθώς και για τα τραπέζια των σχολιαστών. Επιπλέον η θέση του προσφέρει καθαρή οπτική ζώνη, που είναι χρήσιμη τόσο για την ανεμπόδιστη παρακολούθηση από το κοινό όσο και για την καταγραφή και μετάδοση του συνεδρίου. Πίσω από τη σκηνή υπάρχει ενσωματωμένη οθόνη προβολής διαστάσεων 8x4,5 μ. Οι διαστάσεις αυτές αντιστοιχούν σε μια οθόνη περίπου 360", μορφής 16:9 ιδανική για παρουσιάσεις PowerPoint και προβολή βίντεο υψηλής ευκρίνειας. Το ύψος της οροφής κυμαίνεται από 5 έως 6 μέτρα, αποτελώντας το ιδανικό ύψος για συνεδριακούς χώρους καθώς επιτρέπει την σωστή ακουστική συμπεριφορά, διευκολύνει τη σωστή εγκατάσταση φωτιστικών και ηχητικών σωμάτων και αποφεύγει την αίσθηση κλειστοφοβίας ακόμα και με πλήρες ακροατήριο. Τα τοιχώματα του δεν είναι λεία αλλά έχουν κάθετες ανάγλυφες γραμμώσεις. Οι γραμμώσεις αυτές λειτουργούν ως ηχοδιαχυτικά και σπάζοντας την αντήχηση και βοηθούν στην ομοιόμορφη διάχυση του ήχου στον χώρο. Τέλος στην οροφή του χώρου είναι εγκατεστημένα led φωτιστικά τύπου spot και par, τοποθετημένα σε γραμμικές ράγες. Αυτή η διαρρύθμιση προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, καθώς επιτρέπει την εστίαση του φωτός σε συγκεκριμένες περιοχές, όπως το podium του ομιλητή. Η τοποθέτησή τους σε μεγάλο ύψος ευνοεί την ομοιόμορφη διασπορά φωτός, αποτρέποντας έντονες σκιάσεις, ενώ η χρήση ράγας προσδίδει ευελιξία στον φωτιστικό σχεδιασμό, επιτρέποντας προσανατολισμό και προσαρμογή ανάλογα με τις ανάγκες της εκδήλωσης. Επιπλέον μας δίνεται η δυνατότητα επιλογής της σωστής θερμοκρασίας χρώματος που άλλωστε παίζει και καθοριστικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα για να μπορέσουμε να διατήρηση την προσοχή του κοινού εκεί που θέλουμε καθώς και να έχουμε πιστή απόδοση εικόνας κατά τη μαγνητοσκόπηση και τη ζωντανή μετάδοση της εκδήλωσης. Παρακάτω παρουσιάζονται οι εικόνες της αίθουσας όπως περιγράφεται παραπάνω, ο εξοπλισμός που υπάρχει ήδη μέσα στην αίθουσα όπως και το τι επιλέχθηκε τελικά θα περιγράφει αναλυτικά παρακάτω.



Σχήμα 4.1 : Ακροατήριο



Σχήμα 4.2 : Οθόνη προβολής και θέσεις ομιλητών



Σχήμα 4.3 : Ηχοδιαχυτικά τοιχώματα

4.2 Ακουστική ανάλυση του χώρου

Η ακουστική του χώρου αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την κατανόηση του προφορικού λόγου και τη συνολική ηχητική εμπειρία του κοινού, ειδικά στο πλαίσιο ενός ιατρικού συνεδρίου που απαιτεί ευκρίνεια του λόγου, ομοιογενή κάλυψη του κοινού, υποστήριξη πολλαπλών ομιλητών ταυτόχρονα καθώς και την ταυτόχρονη ηχογράφιση και ζωντανή μετάδοση της εκδήλωσης. Παρόλο που στον χώρο έχει πραγματοποιηθεί μια βασική ηχητική μελέτη κατά την κατασκευή του, για να μπορέσουμε να είμαστε σίγουροι για την ακουστική συμπεριφορά του χώρου, πραγματοποιήσαμε επιτόπια αυτοψία και τεχνικές μετρήσεις. Αφού βεβαιωθήκαμε πως όλα στον χώρο ήταν όπως μας είχε περιγραφεί σειρά είχε η μέτρηση του χρόνου αντήχησης (RT60) με την βοήθεια ενός ηχόμετρου για να δούμε κατά ποσό η τιμή του είναι στα ιδανικά πλαίσια για ένα συνέδριο. Η μέτρηση του χρόνου αντήχησης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του ηχομέτρου Extech SDL600, το οποίο επιτρέπει την καταγραφή των επιπέδων ηχητικής πίεσης (SPL) σε πραγματικό χρόνο και την αποθήκευση των μετρήσεων για μεταγενέστερη ανάλυση. Το ηχόμετρο τοποθετήθηκε σε κατάλληλες θέσεις εντός του χώρου, περίπου στο ύψος των αυτιών των ακροατών δηλαδή 1,5 μέτρο από το δάπεδο, και ενεργοποιήθηκε σε ρύθμιση "A-weighting" με χρονική απόκριση "Fast" με ρυθμό δειγματοληψίας 1 μέτρηση ανά δευτερόλεπτο. Ως πηγή ηχητικού παλμού χρησιμοποιήθηκε ένα δυνατό παλαμάκι στο κέντρο της αίθουσας. Καταγράφηκε η άμεση μέγιστη στάθμη SPL στους 95 dB, και μετρήθηκε η χρονική διάρκεια έως την πτώση της στάθμης στους 65 dB, δηλαδή πτώση 30 dB (RT30). Η χρονική διάρκεια για αυτή την πτώση ήταν 0,31 δευτερόλεπτα, και εφαρμόζοντας αναγωγή (επί δύο) εξήχθη τελική τιμή RT60 \approx 0,62 δευτερόλεπτα. Η διαδικασία επαναλήφθηκε σε τέσσερα σημεία του χώρου για την επιβεβαίωση της αξιοπιστίας της μέσης τιμής. Η μέτρηση αυτή τοποθετεί τον συγκεκριμένο χώρο εντός των αποδεκτών προδιαγραφών για λόγο-κεντρικές εκδηλώσεις, σύμφωνα με τα πρότυπα

DIN 18041 και ISO 3382, συμβάλλοντας στην καλή ευκρίνεια και καταληπτότητα του προφορικού λόγου, στον περιορισμό της ηχητικής θολούρας και στη σταθερή λειτουργία μικροφωνικών συστημάτων χωρίς φαινόμενα μικροφωνισμού. Επιπλέον, σε επιλεγμένα σημεία των πλαϊνών τοιχωμάτων έχουν τοποθετηθεί ηχοδιαχτυτικά πάνελ, τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην ομοιόμορφη κατανομή του ήχου εντός της αίθουσας. Τα ηχοδιαχτυτικά λειτουργούν χωρίς να μειώνουν αισθητά τη στάθμη του ήχου, αλλά διασπείρουν τις ανακλώμενες ηχητικές κυματομορφές, αποτρέποντας την εμφάνιση εστιασμένων ανακλάσεων. Το αποτέλεσμα είναι βελτιωμένη διαύγεια στον ήχο και πιο φυσική ηχητική εμπειρία για το ακροατήριο, ανεξαρτήτως θέσης καθίσματος. Η ακουστική ανάλυση έδειξε επίσης απουσία έντονων φαινομένων flutter echo και standing waves, λόγω της μη συμμετρικής γεωμετρίας και της ύπαρξης διακοπτόμενων επιφανειών. Αν και η απουσία απορροφητικών επιφανειών ενδέχεται να οδηγήσει σε μικρή αύξηση του RT60 σε κενό χώρο, η παρουσία ακροατηρίου λειτουργεί ως φυσικός ηχοαπορροφητής, εξισορροπώντας την ακουστική συμπεριφορά. Αναφορικά με την καταληπτότητα του λόγου (Speech Intelligibility), παρόλο που δεν πραγματοποιήθηκε επίσημη μέτρηση του δείκτη STI (Speech Transmission Index), η χαμηλή αντήχηση, ο ικανοποιητικός όγκος του χώρου και η παρουσία διαχτυτικών στοιχείων υποδεικνύουν ότι η φωνητική κατανόηση βρίσκεται σε αποδεκτά έως άριστα επίπεδα. Συμπερασματικά, ο χώρος κρίνεται κατάλληλος για τη φιλοξενία συνεδρίων και εκδηλώσεων που βασίζονται στον προφορικό λόγο. Η φυσική ακουστική συμπεριφορά του σε συνδυασμό με ελεγχόμενες παρεμβάσεις όπως χρήση μικροφωνικής ενίσχυσης και ηχοδιαχτυτικών μέσων, καθιστά τον σχεδιασμό της ηχητικής εγκατάστασης απλό και αποτελεσματικό.

4.3 Απαιτήσεις ηχητικής κάλυψης

Η επιτυχημένη διεξαγωγή ενός ιατρικού συνεδρίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την καθαρότητα και την ομοιογένεια της ηχητικής κάλυψης στον χώρο. Δεδομένου ότι ο προφορικός λόγος αποτελεί το κύριο μέσο επικοινωνίας και μετάδοσης γνώσης, το ηχητικό σύστημα οφείλει να διασφαλίζει άριστη καταληπτότητα σε κάθε σημείο του ακροατηρίου, ανεξαρτήτως απόστασης από τη σκηνή. Οι βασικές λειτουργικές απαιτήσεις του συγκεκριμένου συνεδρίου περιλαμβάνουν: παρουσία έως πέντε ομιλητών και σχολιαστών ταυτόχρονα επί σκηνής, ηχητική κάλυψη για τουλάχιστον 100 θεατές καθώς και δυνατότητα επικοινωνίας με τους ομιλητές για επίλυση αποριών, καταγραφή του ήχου και ζωντανή μετάδοση και τέλος καθαρός και σταθερός ήχος χωρίς μικροφωνισμούς ή απώλειες συχνοτήτων. Λαμβάνοντας υπόψη τις ακουστικές ιδιότητες του χώρου $RT60 = 0,62$ s, την ύπαρξη ηχοδιαχτυτικών πάνελ, και τη γεωμετρία της αίθουσας, αποφασίστηκε πως η κατάλληλη αρχιτεκτονική ηχητικού συστήματος είναι η εξής:

- Μικροφωνική υποστήριξη επί σκηνής με 5 συνεδριακά μικρόφωνα, με δυνατότητα ανεξάρτητης ρύθμισης του gain και του equalization για κάθε κανάλι.
- Μικροφωνική υποστήριξη του ακροατηρίου με 2 ασύρματα μικρόφωνα χειρός για απορίες
- Κύρια ηχητική ενίσχυση μέσω κατευθυνόμενων ηχείων τύπου line array τοποθετημένων αριστερά και δεξιά της σκηνής, ώστε να καλύπτεται ομοιόμορφα το φάσμα της αίθουσας με ελάχιστες ανακλάσεις.
- Κονσόλα μίξης με δυνατότητα σκηνικών presets και ανεξάρτητη τροφοδοσία προς έξοδο streaming/recording.

4.4 Οπτική Κάλυψη και Προβολή Περιεχομένου

Η σαφής και ευδιάκριτη παρουσίαση των διαφανειών των ομιλητών είναι βασικό στοιχείο κάθε επιστημονικής εκδήλωσης. Για τον σκοπό αυτό, η αίθουσα διαθέτει ενσωματωμένη οθόνη προβολής διαστάσεων 8x4,5 μ., η οποία θεωρείται επαρκής για το μέγεθος του χώρου και τον αριθμό των θεατών. Ωστόσο, για να διασφαλιστεί υψηλή ποιότητα εικόνας, απαιτείται η χρήση ενός projector υψηλής φωτεινότητας, άνω των 6.000 ANSI lumens, ώστε να είναι ορατό το περιεχόμενο ακόμη και υπό συνθήκες μερικού φωτισμού της αίθουσας. Ενδείκνυται επίσης η χρήση ενός laptop με έξοδο HDMI για την ομαλή μετάδοση του οπτικού υλικού προς τον προβολέα. Για την τεκμηρίωση και τη διαδικτυακή παρακολούθηση του συνεδρίου, απαιτείται ένα σύστημα πολυκάμερης κάλυψης. Προτείνεται η χρήση δύο τουλάχιστον καμερών PTZ (pan-tilt-zoom) ή κινητή κάμερα, τοποθετημένες σε κατάλληλη γωνία για κοντινά πλάνα των ομιλητών, των παρουσιαστών καθώς και δυνατότητα γενικού πλάνου στο κοινό. Η σύνδεση των καμερών με video switcher, σε συνδυασμό με λογισμικό μετάδοσης (π.χ. Wirecast), δίνει τη δυνατότητα εναλλαγής πλάνων σε πραγματικό χρόνο. Η ζωντανή μετάδοση απαιτεί σταθερή σύνδεση internet (τουλάχιστον 10 Mbps upload) και προτείνεται να γίνεται μέσω καλωδιακού Ethernet για αξιοπιστία. Παράλληλα, το ίδιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ψηφιακή εγγραφή του συνεδρίου.

4.5 Φωτιστικές Απαιτήσεις

Ο φωτισμός παίζει κρίσιμο ρόλο στην καθαρότητα της εικόνας, τόσο για τους παρευρισκόμενους όσο και για τις κάμερες. Στην αίθουσα υπάρχουν Spot και PAR lights τα οποία με τις κατάλληλες ρυθμίσεις σε θερμοκρασία χρώματος, φωτεινότητα αλλά και κατεύθυνση είναι ιδανικά για τις σκηνικές ανάγκες του συνεδρίου. Με τα Spot μπορούμε να ατυχούμε τον τέλειο εντοπισμό των βασικών ομιλητών και με τα PAR έναν ευρύτερο wash φωτισμό της σκηνής. Η θερμοκρασία χρώματος θα πρέπει να ρυθμιστεί περίπου στους 5.600K (Daylight) ώστε να διασφαλίζεται φυσική απόδοση στα πρόσωπα των ομιλητών και να αποφεύγονται χρωματικές αλλοιώσεις στις κάμερες. Σημαντικό επίσης είναι να προσέξουμε ο φωτισμός να μην επηρεάζει την απόδοση του projector στη οθόνη προβολής. Όλες οι παραπάνω απαιτήσεις τις εκδήλωσης πρέπει να συνεργάζονται τέλεια μεταξύ τους έτσι ώστε στο τέλος να έχουμε ένα άριστο αποτέλεσμα τηρώντας τις προδιαγραφές τις εκδήλωσης.

Κεφάλαιο 5ο: Εξοπλισμός που επιλέχτηκε για το συνέδριο

5.1 Ηχητικός εξοπλισμός

Ο ήχος αποτελεί βασικό άξονα για την επιτυχημένη διεξαγωγή του συνεδρίου, καθώς είναι απαραίτητη η καθαρή και κατανοητή αναπαραγωγή του λόγου σε ολόκληρο τον χώρο, καθώς και η σταθερή έξοδος προς σύστημα καταγραφής και live streaming. Ο χώρος διαθέτει ήδη ένα βασικό εξοπλισμό από τον οποίο κάποια ικανοποιούν τις ανάγκες της εκδήλωσης και κάποια θα αντικατασταθούν με καινούργιο εξοπλισμό. Υπάρχει ένα ηχητικό σύστημα Line Array d&b Audioteknik καθώς και ένα συνεδριακό σύστημα μικροφώνων Bosch που περιλαμβάνει 7 επιτραπέζια μικρόφωνα στο προεδρείο και 64 ενσύρματα μικρόφωνα κοινού εγκατεστημένα στις θέσεις κοινού. Το σύστημα Line Array της εταιρείας d&b audioteknik, το οποίο είναι τοποθετημένο στην οροφή δεξιά και αριστερά του προεδρείου, δημιουργώντας συμμετρική ηχητική κάλυψη προς το ακροατήριο. Η επιλογή αυτής της διαμόρφωσης επιτρέπει τη στοχευμένη και κατευθυνόμενη διασπορά του ήχου, εξασφαλίζοντας υψηλή ευκρίνεια λόγου και ομοιογενή στάθμη σε όλο το φάσμα των θέσεων ακρόασης. Το συγκεκριμένο Line Array απαρτίζεται από μικρά full-range στοιχεία τύπου Y-Series τα οποία είναι ειδικά σχεδιασμένα για μεσαίου μεγέθους συνεδριακούς και θεατρικούς χώρους. Κάθε συστοιχία περιλαμβάνει τέσσερις μονάδες ηχείων, οι οποίες έχουν ονομαστική κατευθυντικότητα 80° οριζόντια και 20° κάθετα, καθιστώντας τις κατάλληλες για μεσαίου μεγέθους συνεδριακούς χώρους με προσανατολισμένη ακουστική απαίτηση. Η κάθε μονάδα διαθέτει οδηγό κυμάτων (waveguide) που διασφαλίζει στενό οριζόντιο και ελεγχόμενο κάθετο λοβό διάχυσης, περιορίζοντας ανεπιθύμητες ανακλάσεις από τοίχους και την οροφή. Η κατευθυντική κάλυψη έχει ρυθμιστεί κατάλληλα για να εξυπηρετεί τις θέσεις των θεατών, ελαχιστοποιώντας των απωλειών ενέργειας προς το ταβάνι και το πίσω μέρος της αίθουσας, γεγονός που συντελεί στην αύξηση της καθαρότητας του λόγου. Η ενίσχυση των Line Arrays γίνεται μέσω ενισχυτών d&b D20, οι οποίοι ενσωματώνουν DSP επεξεργασία για ισοστάθμιση, καθυστέρηση, δυναμικό έλεγχο (limiting) και προφίλ λειτουργίας ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε γεγονότος. Ο συντονισμός και ο απομακρυσμένος έλεγχος του συστήματος πραγματοποιείται μέσω του λογισμικού d&b R1 Remote, επιτρέποντας προσαρμογές σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με τις συνθήκες φόρτου του χώρου. Ο συνδυασμός του συγκεκριμένου Line Array με τον βελτιωμένο χρόνο αντήχησης του χώρου RT60 \approx 0,62 s παρέχει άριστες συνθήκες ακουστότητας, ακόμη και σε καταστάσεις με πολλαπλούς ταυτόχρονους ομιλητές ή εναλλασσόμενους διαλόγους. Το σύστημα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις ηχητικής καθαρότητας και συνέπειας που θέτει ένα επιστημονικό ιατρικό συνέδριο, τόσο για το παρόν κοινό όσο και για τις ανάγκες καταγραφής και live streaming.



Σχήμα 5.1 : Μονάδες ηχείων του συστήμα Line Array



Σχήμα 5.2 : Κατευθυντικότητα ηχείων

Στον τομέα του μικροφωνισμού, αν και στον χώρο είναι εγκατεστημένο ένα παλαιότερης γενιάς συνεδριακό σύστημα Bosch, επιλέχθηκε η χρήση νέου υβριδικού συστήματος, αποτελούμενου από:

- Δύο ασύρματα μικρόφωνα χειρός, κατάλληλα για εναλλασσόμενους ομιλητές ή παρεμβάσεις από το κοινό.
- Ένα σύγχρονο συνεδριακό σύστημα για σταθερές θέσεις π.χ. πάνελ σχολιαστών ή ομιλητής συνεδρίας.

Για τις σταθερές θέσεις του προεδρείου και των ομιλητών, αξιοποιείται το συνεδριακό σύστημα BOSCH CCS 900 Ultro, το οποίο περιλαμβάνει μονάδες μικροφώνου τύπου CCS-DS, με ενσωματωμένο ηχείο για ανατροφοδότηση, φωτεινή ένδειξη λειτουργίας και πλήκτρο ενεργοποίησης/απενεργοποίησης. Το σύστημα επιτρέπει την ταυτόχρονη ενεργοποίηση συγκεκριμένου αριθμού μικροφώνων και παρέχει ευανάγνωστη, σταθερή απόδοση λόγου, εξαιρετικά χρήσιμη σε πάνελ πολλών συμμετεχόντων.



Σχήμα 5.3 : Συνεδριακό σύστημα BOSCH CCS 900 Ultro



Σχήμα 5.4 : Μικρόφωνο συνεδριακού συστήματος

Για τις ανάγκες του κοινού, θα χρησιμοποιηθούν δύο ασύρματα μικρόφωνα χειρός Sennheiser XSW 1-825 Dual A-Band, τα οποία παρέχουν καθαρό σήμα φωνής, υψηλή ευαισθησία και σταθερότητα μετάδοσης στο bank A (548–572 MHz). Τα μικρόφωνα αυτά είναι ιδανικά για κινητικότητα επάνω στη σκηνή ή για χρήση από το κοινό κατά τη διάρκεια ερωταπαντήσεων, ενώ υποστηρίζονται από δέκτη διπλού καναλιού με δυνατότητα εξόδου XLR και ρύθμιση στάθμης.



Σχήμα 5.5 : Ασύρματα μικρόφωνα

Όλα τα μικροφωνικά σήματα καταλήγουν σε μια ψηφιακής κονσόλας Behringer X Air XR18 στην οποία γίνεται η επεξεργασία και η δρομολόγηση του ηχητικού σήματος. Προσφέρει 18 εισόδους (16 XLR + 2 aux) και επεξεργασία κάθε καναλιού με 4-band EQ, gate, compressor και effects rack. Ο χειρισμός της κονσόλας γίνεται ασύρματα μέσω tablet ή υπολογιστή, επιτρέποντας απομακρυσμένο και ευέλικτο έλεγχο κατά τη διάρκεια της εκδήλωσης. Παράλληλα, η κονσόλα διαθέτει ξεχωριστά Bus/Aux sends για την ανεξάρτητη διαχείριση των σημάτων προς:

- Τα Line Array ηχεία d&b audiotechnik Y-Series, που είναι αναρτημένα δεξιά και αριστερά του προεδρείου και καλύπτουν ομοιογενώς τον ακροασιακό χώρο.
- Το σύστημα live streaming, το οποίο απαιτεί προσαρμοσμένη στάθμη και ισοστάθμιση.
- Τη συσκευή καταγραφής.

Η εν λόγω διαμόρφωση προσφέρει υψηλό επίπεδο ελέγχου, ευελιξίας και ποιότητας, ανταποκρινόμενη στις απαιτήσεις ενός συνεδρίου με έως πέντε ταυτόχρονους ομιλητές και κοινό άνω των 100 ατόμων. Η συνολική λύση διασφαλίζει άριστη κατανόηση λόγου, χαμηλό θόρυβο και συνεπή ακουστική απόδοση, τόσο για το παρόν όσο και για το απομακρυσμένο κοινό.



Σχήμα 5.6 : Ψηφιακής κονσόλας Behringer X Air XR18



Σχήμα 5.7 : Εφαρμογή χειρισμού της κονσόλας

5.2 Εξοπλισμός live stream και εγγραφής συνεδρίου

Η ανάγκη για ζωντανή μετάδοση (live streaming) και καταγραφή του ιατρικού συνεδρίου καλύπτεται μέσω επαγγελματικού εξοπλισμού, σχεδιασμένου να προσφέρει ευελιξία, σταθερότητα και υψηλή ποιότητα εικόνας και ήχου. Μέτα από μελέτη των αναγκών του συγκεκριμένου συνεδρίου καταλήξαμε στον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιήσουμε για να καλύψουμε πλήρως της ανάγκες του. Η εικόνα καταγράφεται από δύο ρομποτικές κάμερες PTZOptics Move SE με 20x Zoom, οι οποίες υποστηρίζουν NDI|HX (Network Device Interface - High Efficiency), ένα πρωτόκολλο μετάδοσης που επιτρέπει την αποστολή και λήψη υψηλής ποιότητας πολυμέσων μεταξύ συμβατών συσκευών σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας το υπάρχον δίκτυο Ethernet χωρίς την ανάγκη επιπλέον καλωδιώσεων (όπως HDMI ή SDI). Επιπλέον Χρησιμοποιεί H.264 κωδικοποίηση, διατηρώντας πολύ καλή ποιότητα εικόνας με χαμηλό latency (καθυστέρηση), ενώ μπορεί να λειτουργήσει αξιόπιστα ακόμα και σε περιβάλλοντα με περιορισμένο δίκτυο.. Ο χειρισμός των καμερών πραγματοποιείται μέσω PTZ Controller, προσφέροντας δυνατότητα προεπιλεγμένων θέσεων (presets) και ομαλής κίνησης κατά τη διάρκεια του συνεδρίου. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να έχουμε αποθηκευμένες τις 3 βασικές θέσεις που θα χρειαστούμε (rodium, προεδρείο και γενικό πλάνο στο κοινό) με σκοπό την ταυτόχρονη εμφάνιση δυο διαφορετικών πλάνων στο live streaming αλλά και την δυνατότητα πολύ γρήγορων αλλαγών στο πλάνο. Ο PTZ Controller συνδέεται με τις κάμερες μέσω δικτύου Ethernet χρησιμοποιώντας το ίδιο τοπικό δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένες και οι PTZ κάμερες. Κάθε μια συσκευή έχει μοναδική IP διεύθυνση εντός του ίδιου υποδικτύου και εφόσον ο controller εντοπίσει τις κάμερες στο δίκτυο, ο τεχνικός μπορεί να τις επιλέξει ανά πάσα στιγμή) να ζουμάρει ή να ρυθμίσει το focus με την βοήθεια Joystick υψηλής ακρίβειας καθώς και να αποθηκεύσει ή να επαναφέρει τις ήδη υπάρχουσες σκηνές με τα πλήκτρα presets σε πραγματικό χρόνο, επιτυγχάνοντας δυναμικά πλάνα χωρίς να απαιτείται φυσική παρουσία κάμεραμαν στο χώρο.



Σχήμα 5.8 : Κάμερα PTZOptics Move SE

Το σήμα των καμερών μεταφέρεται μέσω HDMI στον Roland V-1HD+. Πρόκειται για ένα ψηφιακό μίκτη βίντεο (video switcher), σχεδιασμένος για τη ζωντανή εναλλαγή σημάτων HDMI από πολλαπλές πηγές εικόνας. Υποστηρίζει 4 εισόδους HDMI, που μπορούν να δεχθούν σήματα από κάμερες, υπολογιστές ή media players, και δύο εξόδους HDMI για ταυτόχρονη προβολή (π.χ. σε projector και σε σύστημα καταγραφής ή live stream). Επιπλέον περιλαμβάνει εφέ μετάβασης (cut, mix, wipe) καθώς και ενσωματωμένο audio mixer, με δυνατότητα ανάμειξης ήχου από τις HDMI εισόδους ή εξωτερικές πηγές (2x stereo line in). Στο πλαίσιο του ιατρικού συνεδρίου, το Roland V-1HD χρησιμοποιείται ως κεντρικός κόμβος για τη διαχείριση των ροών βίντεο: λαμβάνει σήμα από τις δύο ρομποτικές PTZ κάμερες καθώς και από το laptop του podium, και εξάγει το τελικό σήμα προς το σύστημα livestream (PC με Wirecast) και προς την οθόνη προβολής της αίθουσας.



Σχήμα 5.9 : Roland V-1HD+



Σχήμα 5.10 : Roland V-1HD+ πίσω όψη

Για την εξαγωγή του τελικού σήματος που προβάλετε στην οθόνη αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε τον projector Vivitek DLP που υπάρχει ήδη εγκατεστημένος στην αίθουσα. Προκειται για έναν επαγγελματικό προβολέα σχεδιασμένο για μεσαίου και μεγάλου μεγέθους χώρους, όπως συνεδριακές αίθουσες ή αμφιθέατρα. Προσφέρει ανάλυση full HD (1920x1080), κατάλληλη για προβολή παρουσιάσεων PowerPoint, διαγραμμάτων, βίντεο ή κάμερας καθώς και δυνατότητα ρύθμισης της γωνίας και του zoom μέσω του φακού. Επιπλέον η υψηλή φωτεινότητα (5000 ANSI lumens) διασφαλίζει ευκρινή προβολή ακόμα και σε περιβάλλοντα με υψηλό επίπεδο φωτισμού, χωρίς την ανάγκη πλήρους συσκότισης κάτι που μας είναι απαραίτητο κατά τη διάρκεια των ομιλιών.



Σχήμα 5.11 : Vivitek DLP

Για τη σύνδεση του ήχου από την κονσόλα Behringer X Air XR18 στον υπολογιστή μετάδοσης, χρησιμοποιείται κάρτα ήχου Focusrite Scarlett 2i2. Προκειται για μια από τις πλέον διαδεδομένες εξωτερικές κάρτες ήχου USB, κατάλληλη για ηχογράφηση, επεξεργασία και ζωντανή μετάδοση ήχου σε επαγγελματικό και ημιεπαγγελματικό περιβάλλον λόγω της αξιοπιστίας, της απλότητας στη χρήση και της εξαιρετικής ποιότητας μετατροπής αναλογικού ήχου σε ψηφιακό (A/D conversion), αλλά και το αντίστροφο (D/A conversion). Τα κύρια χαρακτηριστικά της είναι: 2 είσοδοι combo XLR/ jack (Mic/Line/Instrument) με ενισχυτές προενίσχυσης (preamps) υψηλής ποιότητας, 2 έξοδοι jack balanced για σύνδεση σε ηχεία, μίκτες ή συστήματα αναπαραγωγής, ανάλυση ήχου έως 24-bit / 192 kHz προσφέροντας υψηλή ανάλυση και ελάχιστο θόρυβο (ultra-low noise), σύνδεση μέσω USB-C που παρέχει τροφοδοσία και μεταφορά δεδομένων χωρίς εξωτερικό ρεύμα, Direct monitoring χωρίς latency μέσω κουμπιού που επιτρέπει ακρόαση του εισερχόμενου σήματος σε πραγματικό χρόνο,

φυσικός διακόπτης 48V phantom power για μικρόφωνα πυκνωτικού τύπου και ένδειξη σήματος “halo” γύρω από τα gain knobs για άμεση οπτική επιβεβαίωση στάθμης και αποφυγή clipping. Ο ήχος τροφοδοτείται στον Wirecast συγχρονισμένα με το βίντεο, εξασφαλίζοντας υψηλής ποιότητας ακουστική εμπειρία για τους απομακρυσμένους θεατές.



Σχήμα 5.12 : Focusrite Scarlett 2i2

Συμπληρωματικά, χρησιμοποιούνται τρεις επιπλέον φορητοί υπολογιστές (laptops) για υποστήριξη λειτουργιών του συνεδρίου:

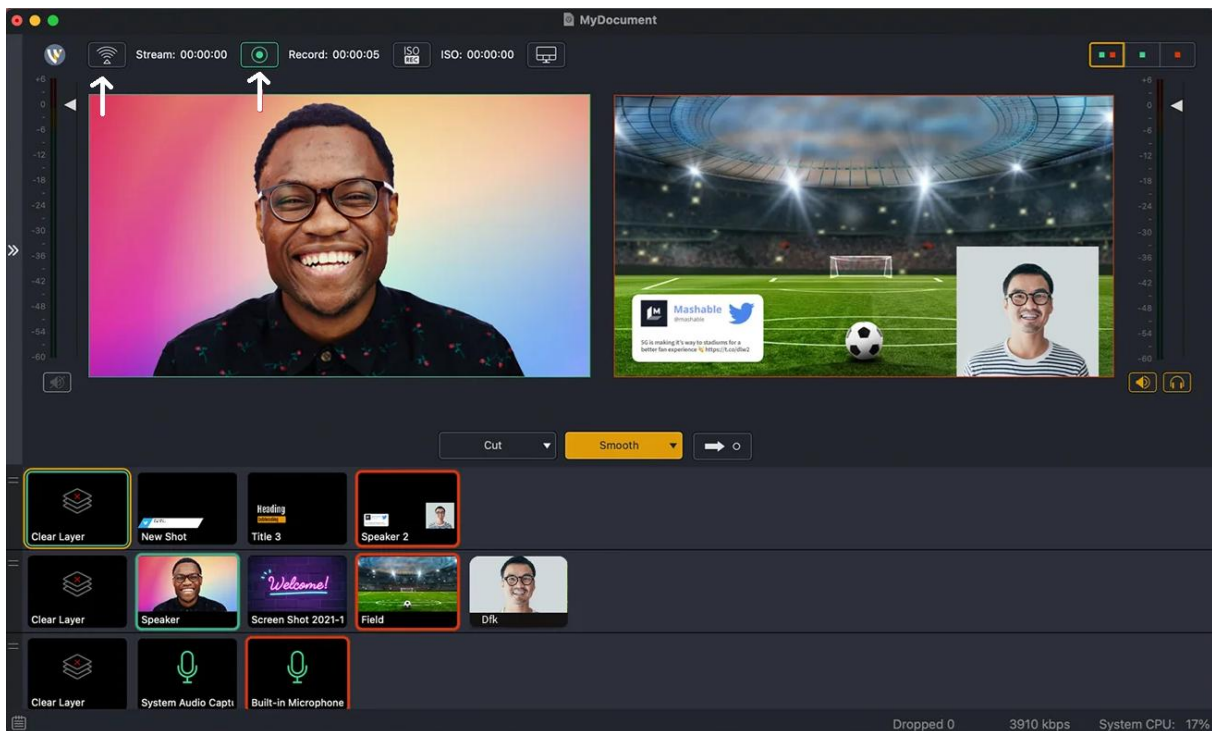
- Ένα laptop στο podium συνδέεται μέσω λογισμικού απομακρυσμένου ελέγχου (VNS) με τον υπολογιστή παρουσίασης, επιτρέποντας στον ομιλητή να ελέγχει τις διαφάνειες άμεσα.
- Ένα laptop στους τεχνικούς που συνδέεται μέσω λογισμικού απομακρυσμένου ελέγχου (VNS) με το laptop στο podium για την προετοιμασία των διαφανειών των ομιλητών και τον απομακρυσμένο έλεγχο τις διαδικασίας σε περίπτωση κάποιου προβλήματος
- Ένα laptop που χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη προβολή των ονομάτων των ομιλητών που εμφανίζονται στην τηλεόραση που θα τοποθετηθεί μπροστά από το podium.

Όλα τα παραπάνω (σταθερός υπολογιστής για stream, laptops, κάμερες, PTZ controller και Behringer X Air) θα συνδεθούν ενσύρματα με την βοήθεια ενός switch δικτύου δημιουργώντας έτσι ένα τοπικό δίκτυο με άμεση απομακρυσμένη πρόσβαση σε όλους τους υπολογιστές. Το ενσύρματο δίκτυο είναι πολύ πιο σταθερό και ασφαλές σε σχέση με την ασύρματη μετάδοση, η οποία ενδέχεται να παρουσιάσει καθυστερήσεις ή αποσυνδέσεις σε περιβάλλοντα με πολύ κόσμo



Σχήμα 5.13 : Switch δικτύου

Η καταγραφή της εκδήλωσης και η ζωντανή μετάδοση πραγματοποιείται σε υπολογιστή υψηλών προδιαγραφών μέσω του Wirecast. Αποτελεί μία επαγγελματική πλατφόρμα πολυκάμερης παραγωγής, η οποία επιτρέπει τον συνδυασμό πολλαπλών πηγών εικόνας και ήχου σε πραγματικό χρόνο και την αποστολή τους σε online πλατφόρμες όπως YouTube ή Vimeo. Επιπλέον μας δίνει την δυνατότητα καταγραφής της εκδήλωσης σε μορφή MP4/H.264 υψηλής ανάλυσης με ρυθμίσεις ελέγχου bitrate και frame rate, με δυνατότητα εξαγωγής για αρχειοθέτηση ή μεταγενέστερη επεξεργασία. Τέλος μπορούμε να προσθέσουμε επαγγελματικά γραφικά όπως ονόματα ομιλητών, τίτλοι, ή λογότυπα καθώς και να κάνουμε χρήση transitions προσφέροντας ένα ακόμα πιο επαγγελματικό αποτέλεσμα στην αλλαγή των πλανών. Η παραπάνω υποδομή προσφέρει ένα πλήρως επαγγελματικό και αυτοματοποιημένο σύστημα, ικανό να διαχειριστεί πολυκάμερη λήψη, ποιοτικό ήχο, υποστήριξη παρουσιάσεων και σταθερή μετάδοση, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις ενός σύγχρονου υβριδικού συνεδρίου.



Σχήμα 5.14 : Περιβάλλον Wirecast

5.3 Σύστημα φωτισμού

Ο φωτισμός αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην οπτικοακουστική ποιότητα μιας εκδήλωσης, επηρεάζοντας τόσο την εμπειρία των θεατών εντός της αίθουσας όσο και την ποιότητα της καταγραφής και της ζωντανής μετάδοσης για τους απομακρυσμένους θεατές. Στην παρούσα εγκατάσταση, αξιοποιείται ο μόνιμος φωτιστικός εξοπλισμός της αίθουσας, ο οποίος περιλαμβάνει σταθερά φωτιστικά τύπου PAR και Spot. Τα PAR φωτιστικά είναι τοποθετημένα κυρίως στην οροφή και χρησιμοποιούνται για γενικό φωτισμό της σκηνής παρέχοντας ομοιογενή κάλυψη στους ομιλητές. Πρόκειται για σταθερές πηγές φωτός, με θερμοκρασία χρώματος κοντά στα 5600K (daylight), καθιστώντας τα κατάλληλα για κάμερες και ζωντανή προβολή. Επιπλέον η θερμοκρασία χρώματος δημιουργεί ένα φιλικό περιβάλλον ως προς τους θεατές κάνοντας την παρακολούθηση του συνεδρίου πιο ξεκούραστη. Από την άλλη τα Spot φωτιστικά προσφέρουν κατευθυνόμενο φωτισμό με μεγαλύτερη ένταση, αναδεικνύοντας συγκεκριμένες περιοχές της σκηνής δηλαδή τους ομιλητές και το

προεδρείο. Ο υπόλοιπος γενικός φωτισμός της αίθουσας ελέγχεται από το βασικό πίνακα φωτισμού, ρυθμίζοντας την ένταση και τον συνδυασμό των φωτιστικών έτσι ώστε να μην επηρεάζει την εικόνα στην οθόνη προβολής αλλά και να μην κουράζει το κοινό. Παρότι δεν υποστηρίζονται πολύπλοκα σκηνικά εφέ ο διαθέσιμος εξοπλισμός επαρκεί για την καθαρή και ισορροπημένη κάλυψη της σκηνής, χωρίς έντονες σκιές ή υπερέκθεση. Άλλος ένας λόγος που επιλέχτηκαν αυτά τα φωτιστικά σώματα είναι η άψογη συνεργασία τους με τις κάμερες PTZ καθώς προσφέρουν σταθερό φωτισμό χωρίς flicker, γεγονός που τα καθιστά κατάλληλα για βιντεοσκόπηση και live streaming.



Σχήμα 5.15 : Φωτισμός στην αίθουσα

Κεφάλαιο 6ο: Εγκατάσταση και Σχεδίαση Ολοκληρωμένου Οπτικοακουστικού Συστήματος

Η επιτυχής υλοποίηση της οπτικοακουστικής υποστήριξης του συνεδρίου προϋποθέτει τον προσεκτικό σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός ολοκληρωμένου AV (Audio-Visual) συστήματος, το οποίο να εξασφαλίζει την ομαλή ροή εικόνας, ήχου και δεδομένων μεταξύ των διαφόρων συσκευών. Αφού στον προηγούμενο κεφαλαίο αναφέραμε τον εξοπλισμό που μας είναι απαραίτητος στο παρόν κεφάλαιο θα περιγράψει η συνολική αρχιτεκτονική της εγκατάστασης, των ροών σήματος, των συνδέσεων και της φυσικής τοποθέτησης του εξοπλισμού στον χώρο.

6.1 Διάταξη και Τοποθέτηση Εξοπλισμού

Ο εξοπλισμός έχει καταμετρηθεί στον χώρο με βάση τη λειτουργικότητα και την εργονομία. Θα πρέπει να βρεθούν οι ιδανικές θέσεις με σκοπό να διατηρηθεί το αισθητικό κομμάτι της εκδήλωσης στον μέγιστο βαθμό αλλά ταυτόχρονα να μην επηρεάζεται το τεχνικό αποτέλεσμα και να μην δυσκολεύει η δουλειά των τεχνικών. Η σκηνή θα φιλοξενεί τους ομιλητές και το προεδρείο, ενώ στο πίσω μέρος της αίθουσας ακριβώς απέναντι από την σκηνή βρίσκεται το control booth. Η θέση αυτή επιλέχτηκε με σκοπό οι τεχνικοί να έχουν άμεση οπτική επαφή με το τι συμβαίνει στην σκηνή. Ένα κομμάτι του εξοπλισμού τοποθετείτε στην σκηνή και τα υπόλοιπα τοποθετούνται στο control booth. Επάνω στην σκηνή θα τοποθετηθούν:

- Τα συνεδριακά μικρόφωνα BOSCH CCS 900, ένα στο podium για τον ομιλητή και τέσσερα στο προεδρείο για τις θέσεις των σχολιαστών.
- Το laptop στο podium για να ελέγχουν οι ομιλητές τις παρουσιάσεις τους.
- Μια τηλεόραση 42” στο podium για να μπορούμε να εμφανίζουμε τα ονόματα των ομιλητών.

Στο control booth θα τοποθετηθούν:

- Η κονσόλα ήχου Behringer X Air XR18 μαζί με το laptop που χρειάζεται για τον χειρισμό της.
- Ο σταθερός υπολογιστής με το Wirecast για το stream.
- Η κάρτα ήχου Focusrite Scarlett 2i2 που θα τροφοδοτεί το stream με ήχο.
- Το video switcher Roland V-1HD.
- Οι δύο PTZ κάμερες που τοποθετούνται μπροστά από το control booth, σε σημεία με καθαρή οπτική επαφή με τη σκηνή χωρίς τον κίνδυνο να κουνηθούν από κάποιο θεατή.
- Ο PTZ Controller για τον χειρισμό των καμερών.
- Οι μονάδες για τα δύο ασύρματα μικρόφωνα για το κοινό.
- Τα δυο laptop χρειάζονται για τον απομακρυσμένο έλεγχο του laptop και της τηλεόρασης στο podium.
- Το switch δικτύου.

Τέλος υπάρχουν κάποια πράγματα που θα τοποθετηθούν σε διαφορετικές τοποθεσίες στον χώρο:

- Ο προβολέας Vivitek DLP τοποθετείται κεντρικά, στο ταβάνι της αίθουσας σε εγκατάσταση που υπάρχει ήδη στο χώρο, με προσανατολισμό προς την ενσωματωμένη οθόνη .
- Τα Spot και PAR φωτιστικά είναι ήδη εγκατεστημένα στην οροφή και ενεργοποιούνται σε διαφορετικές σκηνές μέσω χειροκίνητου πίνακα.
- Το ηχητικό σύστημα Line Array που είναι τοποθετημένο σε βάσεις στο ταβάνι δεξιά και αριστερά της σκηνής με κατεύθυνση προς το κοινό.

6.2 Συνδεσμολογία Οπτικοακουστικού Συστήματος

Η συνδεσμολογία του συστήματος πραγματοποιείται με τρόπο που εξασφαλίζει την αδιάλειπτη ροή ήχου, εικόνας και δεδομένων μεταξύ των επιμέρους μονάδων, με προτεραιότητα στην ποιότητα και τη σταθερότητα. Όλες οι συνδέσεις έχουν σχεδιαστεί ώστε να είναι σαφείς, προσβάσιμες και ελεγμένες πριν την έναρξη της εκδήλωσης.

Ήχος

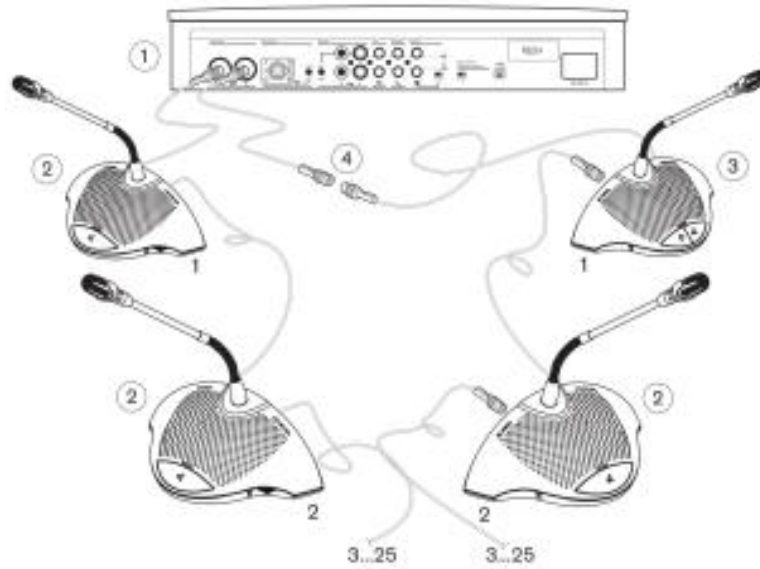
- Τα πέντε συνεδριακά μικρόφωνα BOSCH CCS 900 (1 στο podium, 4 στο προεδρείο) αφού συνδεθούν μεταξύ τους με τα πολυπινα καλώδια LBB 3316/xx CCS extension cable, με το ίδιο καλώδιο συνδέονται στη μονάδα ελέγχου BOSCH, η οποία στη συνέχεια στέλνει αναλογικό balanced σήμα μέσω καλωδίου RCA to jack στην κονσόλα Behringer X Air XR18.



Σχήμα 6.1 : LBB 3316/xx CCS extension cable



Σχήμα 6.2 : RCA to jack cable



Σχήμα 6.3 : Συνδεσμολογία μικρόφωνων BOSCH CCS 900

- Οι δέκτες των δύο ασύρματων μικροφώνων Sennheiser XSW 1-825 επίσης συνδέονται με την XR18 μέσω XLR, το καθένα στο δικό του κανάλι στην κονσόλα.



Σχήμα 6.4 : Συνδεσμολογία μικρόφωνων Sennheiser XSW 1-825



Σχήμα 6.5 : XLR male to female cable

- Η XR18 στέλνει:
 - Main Out προς τα ενισχυτικά συστήματα των Line Array ηχείων (XLR → ενισχυτής → ηχεία) για να ακούγεται ο ήχος στην αίθουσα.
 - Aux Send προς την Focusrite Scarlett 2i2, με καλώδιο jack balanced για να λαμβανει τον ήχο της αίθουσας το stream.
- Η Scarlett 2i2 συνδέεται στον υπολογιστή Wirecast μέσω USB-C, μεταφέροντας καθαρό A/D ήχο στο livestream.

Στην συνδεσμολογία του ήχου χρησιμοποιούνται μόνο balanced καλώδια κυρίως για τη μείωση των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και τη σταθερή μεταφορά σήματος σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς απώλεια ποιότητας. Αποτελείται από τρεις αγωγούς, το θετικό σήμα (+), το αρνητικό σήμα (-) και τη γείωση. Το ίδιο σήμα μεταδίδεται από τον πομπό στους δύο αγωγούς (+ και -) αλλά σε αντίθετη φάση. Όταν το σήμα φτάσει στον δέκτη (π.χ. στην κονσόλα), η φάση του ενός αντιστρέφεται και συνδυάζεται με το άλλο. Οι κοινές παρεμβολές που εισχώρησαν και στους δύο αγωγούς ακυρώνονται, με αποτέλεσμα να παραμένει μόνο το καθαρό αρχικό ηχητικό σήμα.

Εικόνα

- Οι δύο PTZOptics κάμερες, τοποθετημένες μπροστά από το control booth, συνδέονται στον σταθερό υπολογιστή μέσω καλωδίων HDMI υψηλής ταχύτητας, για παροχή εικόνας HD στο σύστημα, για εναλλαγή των σωστών πλάνων από τον χειριστή κατά την διάρκεια του stream.



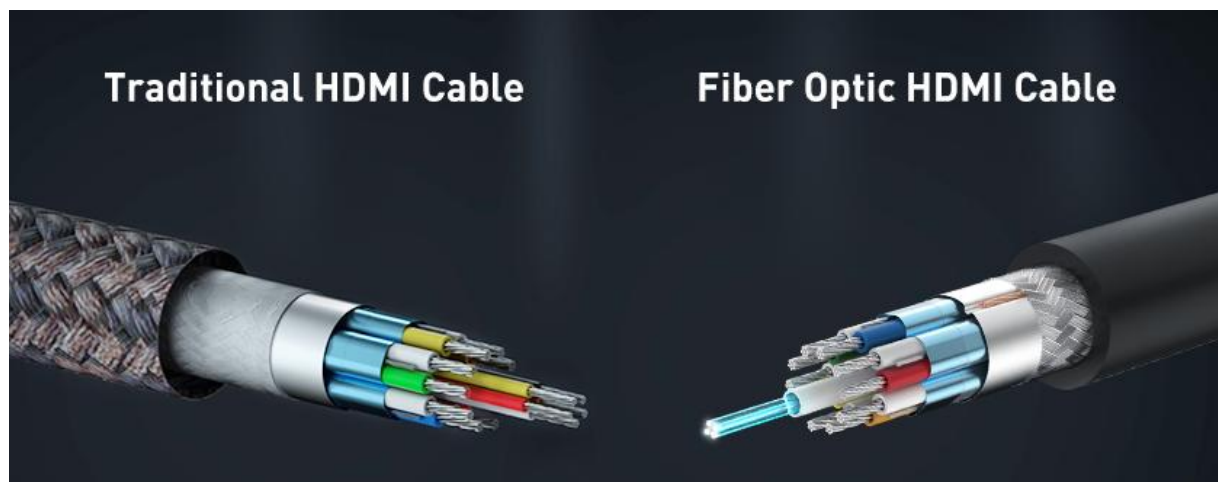
Σχήμα 6.6 : HDMI cable

- Το laptop στο podium, το οποίο προβάλλει τις παρουσιάσεις των ομιλητών, συνδέεται στον Roland μέσω HDMI για να μπορούμε να δείχνουμε τις παρουσιάσεις στην οθόνη προβολής μέσω του projector.
- Η έξοδος HDMI (PGM Out) του Roland αποστέλλεται:
 - Στον projector Vivitek DLP, με καλώδιο HDMI μέσω HDMI splitter, με στόχο να προβάλλεται το τελικό πρόγραμμα της εκδήλωσης (PGM) στην ενσωματωμένη οθόνη της αίθουσας.
 - Στον υπολογιστή Wirecast, μέσω HDMI capture card που υπάρχει ήδη στον υπολογιστή(USB 3.0 interface).
- Η τηλεόραση 42" στο podium συνδέεται με HDMI σε ένα από τα laptops του control booth και εμφανίζει τα ονόματα των ομιλητών μέσω λογισμικού γραφικών.



Σχήμα 6.7 : HDMI splitter

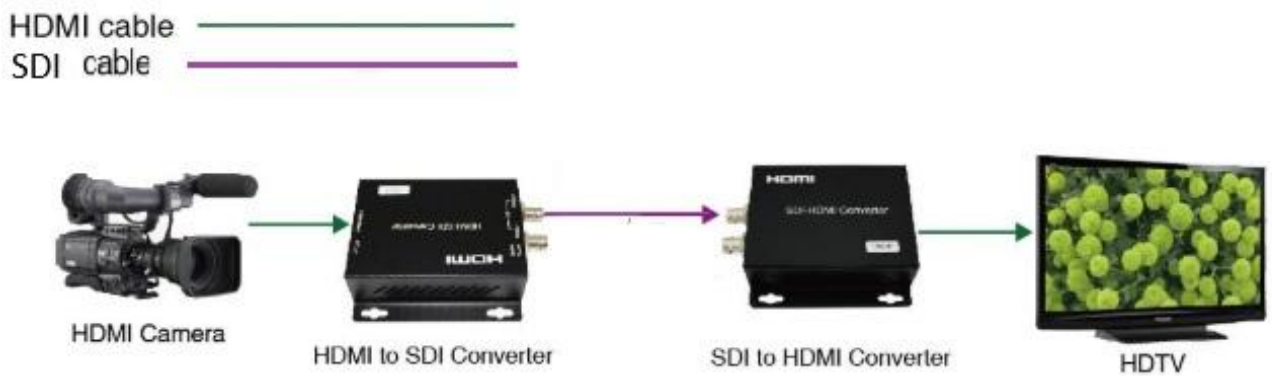
Σε όλες τις παραπάνω συνδέσεις χρησιμοποιήθηκε HDMI καλώδιο καθώς οι αποστάσεις ήταν μικρότερες των 20 μέτρων. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις το HDMI δεν μπορεί να μεταφέρει το σήμα καθώς αρχίζει να υποβαθμίζεται σημαντικά (ειδικά στα 1080p ή 4K), λόγω απωλειών και παρεμβολών. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ή HDMI over Fiber Optic (χρησιμοποιεί οπτική ίνα με HDMI μετατροπείς) ή SDI (Serial Digital Interface) που χρειάζεται όμως για να λειτουργήσει HDMI→SDI converter στην πηγή και SDI→HDMI στον προβολέα/οθόνη.



Σχήμα 6.8 : HDMI vs HDMI Fiber Optic



Σχήμα 6.9 : SDI cable



Σχήμα 6.10 : Συνδεσμολογία με SDI cable

Δίκτυο

- Όλες οι IP συσκευές (XR18, κάμερες PTZ, PTZ Controller, laptops, PC) συνδέονται στο Network Switch με καλώδια Ethernet, ώστε να:
 - Υποστηρίζεται ο χειρισμός των καμερών μέσω VISCA over IP από τον PTZ Controller.
 - Επιτρέπεται απομακρυσμένος έλεγχος του laptop στο podium και της τηλεόρασης με χρήση VNC/remote desktop.
- Τα δύο laptops που βρίσκονται στο control booth (ένας για remote control, ένας για τίτλους/οθόνη) είναι επίσης συνδεδεμένα στο ίδιο switch.

Κεφάλαιο 7ο: Τεχνική Δοκιμή και Ρύθμιση Συστήματος

Με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης του οπτικοακουστικού εξοπλισμού στον χώρο της εκδήλωσης, ακολουθεί η κρίσιμη φάση της τεχνικής δοκιμής και ρύθμισης του συστήματος. Η φάση αυτή διασφαλίζει ότι ο ήχος, η εικόνα, ο φωτισμός, η καταγραφή και η μετάδοση λειτουργούν ορθά, και συνεργάζονται απολύτως με τα υπόλοιπα στοιχεία του συστήματος με σκοπό την ομαλή διεξαγωγή του συνεδρίου.

7.1 Έλεγχος και Ρύθμιση Ηχητικού Συστήματος

Η τεχνική δοκιμή του ηχητικού συστήματος ξεκινά με την επιβεβαίωση της σωστής συνδεσμολογίας των μικροφωνικών πηγών στην κονσόλα ήχου Behringer X Air XR18. Αρχικά ελέγχεται η σωστή λειτουργία των πέντε συνεδριακών μικροφώνων BOSCH CCS 900 (ένα στο podium και τέσσερα στο προεδρείο) καθώς και των δύο ασύρματων μικροφώνων Sennheiser XSW 1-825. Η σύνδεσή τους γίνεται μέσω ισορροπημένων XLR καλωδίων, ώστε να διασφαλιστεί καθαρό σήμα χωρίς παρεμβολές. Αρχικά δοκιμάζουμε το κάθε μικρόφωνο για να δούμε ότι καθαρό σήμα από το καθένα ξεχωριστά καταλήγει στην κονσόλα ήχου χωρίς θόρυβο. Ακολουθεί η ρύθμιση του input gain για κάθε μικρόφωνο, ώστε να επιτυγχάνεται επαρκής στάθμη σήματος χωρίς παραμόρφωση. Ενεργοποιείται high-pass filter (περίπου στα 80 Hz) για την εξάλειψη βόμβων και ανεπιθύμητων χαμηλών συχνοτήτων. Επιπλέον, ρυθμίζονται τα equalizers ώστε να ενισχυθούν οι φωνητικές συχνότητες (2–4 kHz) και να μειωθούν πιθανές ενοχλητικές περιοχές. Στη συνέχεια εφαρμόζονται δυναμικά εργαλεία, όπως compressors για σταθερότητα της έντασης και noise gates για αποκοπή του ανεπιθύμητου περιβαλλοντικού θορύβου. Η έξοδος της κονσόλας δρομολογείται τόσο προς τα ηχεία Line Array της d&b audiotechnik για την κάλυψη της αίθουσας, όσο και προς την κάρτα ήχου Focusrite Scarlett 2i2, μέσω ξεχωριστής έξοδου Aux. Η έξοδος αυτή είναι ισορροπημένη, και παρέχει το μείγμα ήχου που χρησιμοποιείται από τον υπολογιστή για την εγγραφή και το live streaming. Έχοντας κάνει τις βασικές αυτές ρυθμίσεις η ποιότητα του ήχου που ακούγεται μέσα στην αίθουσα και στο live streaming έχει φτάσει σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο, με την έναρξη της εκδήλωσης το μονό που μας μένει να κάνουμε είναι να παραμετροποιήσουμε τις ρυθμίσεις αυτές ελαφρώς στα μετρά του κάθε ομιλητή για να μπορέσουμε να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

7.2 Ρύθμιση και Έλεγχος Βιντεοσυστήματος

Η διαδικασία ρύθμισης του συστήματος εικόνας ξεκινά με την επαλήθευση της σωστής λειτουργίας των δύο PTZ Optics Move SE καμερών. Οι κάμερες συνδέονται μέσω HDMI στο σταθερό υπολογιστή, και επιβεβαιώνεται η σταθερότητα και ποιότητα του σήματος. Ακολουθεί ρύθμιση βασικών παραμέτρων εικόνας όπως του white balance στα 5600K (πρέπει να είναι στα ίδια επίπεδα με τα φωτιστικά σώματα) και auto-focus, ώστε κάθε λήψη να παραμένει καθαρή και φωτιστικά ισορροπημένη καθώς υπάρχει η πιθανότητα οι ομιλητές να μην βρίσκονται σε ένα σταθερό σημείο. Καθορίζονται preset θέσεις λήψης για κάθε κάμερα μέσω του PTZ Controller (π.χ. podium, panel, ακροατήριο), ώστε η εναλλαγή να είναι άμεση και ομαλή κατά τη διάρκεια της εκδήλωσης. Παράλληλα, πραγματοποιείται έλεγχος λειτουργίας του Roland V-1HD, με δοκιμές σε λειτουργίες όπως cut και fade για την εναλλαγή των πλάνων, καθώς η έξοδος του Roland διαχωρίζεται σε ένα HDMI καλώδιο που μεταφέρεται στον προβολέα Vivitek DLP για τοπική παρακολούθηση στην αίθουσα, ενώ ένα δεύτερο οδηγείται σε capture card στον υπολογιστή του Wirecast για livestream και καταγραφή. Η ποιότητα της εικόνας επαληθεύεται τόσο στην έξοδο του προβολέα όσο και στην

προεπισκόπηση του Wirecast. Στη συνέχεια συνδέεται το laptop παρουσιάσεων στο podium με VNC με το laptop παρουσιάσεων στο control και ελέγχεται η μετάδοση εικόνας σε πραγματικό χρόνο. Τέλος ελέγχουμε την ομαλή και χωρίς διακοπές μετάδοση των ονομάτων των ομιλητών από το laptop στην τηλεόραση που βρίσκεται στο podium.

7.3 Δοκιμή Live Streaming και Καταγραφής

Ο υπολογιστής με εγκατεστημένο το λογισμικό Wirecast λαμβάνει την εικόνα από τις κάμερες μέσω HDMI capture card και τον ήχο από την κάρτα Focusrite Scarlett 2i2. Μέσα από το περιβάλλον του Wirecast πραγματοποιείται έλεγχος συγχρονισμού ήχου-εικόνας (lip sync), στάθμης ήχου, καθώς και ποιότητας εικόνας. Οι ρυθμίσεις εξόδου για το live stream διαμορφώνονται σε ανάλυση Full HD (1920×1080), frame rate 30 fps και bitrate 4–6 Mbps, ανάλογα με το διαθέσιμο upload του δικτύου, έτσι ώστε να παρέχουμε το επαγγελματικό αποτέλεσμα που απαιτητέ στην εκδήλωση. Επιλέγεται πλατφόρμα μετάδοσης (π.χ. YouTube), και εκτελείται δοκιμαστική μετάδοση σε μη δημόσιο κανάλι έτσι ώστε να μπορέσουμε να δούμε το τελικό αποτέλεσμα και να είμαστε σίγουροι πως όλα δουλεύουν και δεν υπάρχει κάποια απώλεια σήματος. Παράλληλα, ενεργοποιείται η τοπική καταγραφή του stream στο Wirecast σε αρχείο MP4 για αρχειοθέτηση και μελλοντική χρήση. Βεβαία για να υπάρχει η ασφάλεια, σε περίπτωση καταστροφής του παραπάνω αρχείου μπορούμε πάντοτε να κατεβάσουμε το τελικό αρχείο του stream από την εκάστοτε πλατφόρμα που πραγματοποιήθηκε το live stream.

7.4 Έλεγχος Φωτισμού και Οπτικής Ισορροπίας

Ο φωτισμός της σκηνής ελέγχεται χειροκίνητα μέσω του πίνακα φωτισμού που υπάρχει στον χώρο και διαχειρίζεται τα εγκατεστημένα Spot και PAR φωτιστικά. Επιλέγεται το κατάλληλο φωτιστικό "σενάριο" για την κάλυψη του podium και του προεδρείου, αποφεύγοντας σκιές και περιοχές υπερέκθεσης «κατευθύνοντας» το βλέμμα το θεατή στα σωστά σημεία. Η οπτική αίσθηση του φωτισμού συντονίζεται με τις ρυθμίσεις των καμερών ώστε να επιτευχθεί φυσική, ευχάριστη απεικόνιση των προσώπων και της σκηνής χωρίς ανακλάσεις στην οθόνη προβολής ή θάμπωμα των φακών. Αν η θερμοκρασία χρώματος είναι διαφορετική στην κάμερα από ότι στα φώτα το αποτέλεσμα που θα πάρουμε είναι μη ρεαλιστικά χρώματα στην εικόνα, κάτι θα επηρεάσει το τελικό αποτέλεσμα στο live stream. Σκοπός μας είναι να δημιουργήσουμε ένα ευχάριστο και ξεκούραστο περιβάλλον για τον θεατή.

7.5 Προσομοίωση Πλήρους Εκδήλωσης

Πριν την πραγματική διεξαγωγή του συνεδρίου και αφού έχουμε κάνει έναν ξεχωριστό έλεγχο για το κάθε πόστο, πραγματοποιείται δοκιμαστική προσομοίωση της πλήρους ροής της εκδήλωσης, με στόχο την επαλήθευση της ορθής λειτουργίας όλων των επιμέρους συστημάτων (ήχου, εικόνας, παρουσίασης, καταγραφής και μετάδοσης) υπό τις συνθήκες που θα υπάρχουν κατά την διάρκεια του συνεδρίου. Η διαδικασία περιλαμβάνει την ενεργοποίηση όλων των συσκευών, την εναλλαγή εικονικών ομιλητών στο προεδρείο και στο podium, την πραγματική χρήση των συνεδριακών μικροφώνων BOSCH, των ασύρματων Sennheiser, καθώς και του συστήματος ήχου Line Array, ώστε να αξιολογηθεί η ακουστική συμπεριφορά στον χώρο. Ταυτόχρονα, πραγματοποιείται παρουσίαση μέσω του laptop στο podium, το οποίο ελέγχεται απομακρυσμένα μέσω VNC, για δοκιμή της ομαλής αλλαγής διαφανειών και της επικοινωνίας μεταξύ τεχνικού και ομιλητή. Οι PTZ κάμερες μετακινούνται μέσω του PTZ Controller σε προρυθμισμένες θέσεις (presets), καλύπτοντας διαδοχικά podium, προεδρείο και γενική άποψη της αίθουσας. Στο Roland V-1HD πραγματοποιούνται εναλλαγές εικόνας στο projector, ενώ γίνεται και εναλλαγή των ονομάτων των ομιλητών από το αντίστοιχο laptop. Το σήμα βίντεο και ήχου αποστέλλεται στον υπολογιστή παραγωγής, όπου μέσω

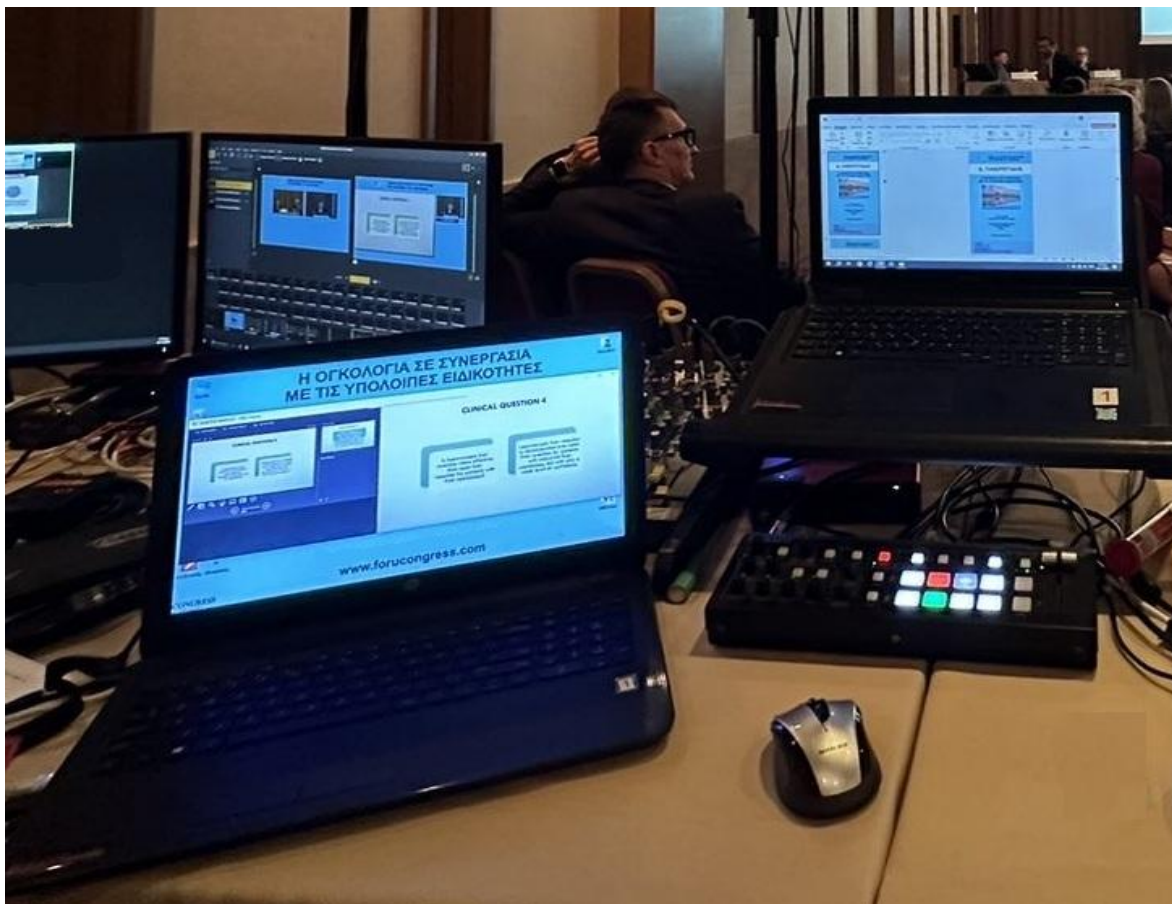
του Wirecast πραγματοποιείται ταυτόχρονη ζωντανή μετάδοση (δοκιμαστικό livestream) και τοπική καταγραφή της συνεδρίας σε αρχείο MP4. Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, ο τεχνικός παρακολουθεί: την απόκριση (latency) του video και του ήχου, τη σταθερότητα του δικτύου, τη φόρτωση CPU και μνήμης στο σύστημα παραγωγής, τη συγχρονισμένη απόδοση εικόνας και ήχου (lip sync). Τέλος, μετά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης, πραγματοποιείται επαναφορά όλων των συσκευών στις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις (presets) και αποθήκευση όλων των ρυθμίσεων (scenes, audio mixes, PTZ θέσεων, Wirecast project), ώστε το σύστημα να είναι απόλυτα έτοιμο και λειτουργικό για την ημέρα της εκδήλωσης, χωρίς να απαιτούνται επαναρυθμίσεις την τελευταία στιγμή. Παρακάτω παρουσιάζονται φωτογραφίες της διεξαγωγής του συνεδρίου.



Σχήμα 7.1 : Προεδρείο και ομιλητής



Σχήμα 7.2 : Livestream και κάμερες στο control



Σχήμα 7.3 : Εξοπλισμός της ροής στο control



Σχήμα 7.4 : Κονσόλα ήχου και πρόγραμμα χειρισμού της

Κεφάλαιο 8ο: Συμπεράσματα και Μελλοντικές Προτάσεις

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επικεντρώθηκε στη μελέτη, τον σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου οπτικοακουστικού συστήματος υποστήριξης για τη διεξαγωγή ενός ιατρικού συνεδρίου σε υβριδικό περιβάλλον. Μέσα από την ανάλυση των τεχνικών απαιτήσεων της εκδήλωσης και των χωρικών περιορισμών της αίθουσας, υλοποιήθηκε μια λύση η οποία κάλυψε με επιτυχία τις ανάγκες σε ήχο, εικόνα, φωτισμό, live streaming και καταγραφή. Η επιλογή επαγγελματικού εξοπλισμού, όπως οι PTZ καμέρες, η ψηφιακή κονσόλα XR18, ο video switcher Roland V-1HD και η πλατφόρμα Wirecast, συνέβαλε καθοριστικά στη σταθερή και ευέλικτη λειτουργία του συστήματος. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη σωστή ρύθμιση των συσκευών, στη διασφάλιση συγχρονισμού ήχου και εικόνας, καθώς και στην αξιοπιστία του δικτύου, μέσω δομημένης καλωδίωσης και στατικής διαχείρισης IP. Η προσομοίωση της εκδήλωσης επιβεβαίωσε την εύρυθμη συνεργασία όλων των υποσυστημάτων, ενώ η χρήση preset ρυθμίσεων, αυτοματοποιήσεων και απομακρυσμένου ελέγχου (PTZ, VNC, DMX) διευκόλυνε την εργασία της τεχνικής ομάδας και μείωσε τα περιθώρια σφάλματος κατά τη διάρκεια του συνεδρίου.

8.1 Τεχνικά Συμπεράσματα

Κάποια τεχνικά συμπεράσματα που θα μπορούσαμε να παρατηρήσουμε μετά και την επιτυχημένη προσομοίωση του συνεδρίου είναι ότι η χρήση balanced καλωδίων, όσο αφορά την ηχητική κάλυψη και η κατάλληλη διαχείριση gain απέτρεψαν την εμφάνιση θορύβου και μικροφωνισμών. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας χρώματος των καμερών στα ίδια επίπεδα με τον φωτισμό της σκηνής απέδωσε μια φυσική εικόνα στο live stream χωρίς να επηρεάζονται τα πραγματικά χρώματα. Η χρήση PTZ καμερών με preset κινήσεις πρόσφερε επαγγελματική κινηματογραφική κάλυψη χωρίς την ανάγκη χειριστών και χωρίς να υπάρχει καθυστέρηση στην εναλλαγή των πλάνων. Η λειτουργία του live stream μέσω του Wirecast, με την παροχή της εικόνας απευθείας από είσοδο HDMI και του ήχου από κάρτα ήχου με είσοδο USB, είχε ως αποτέλεσμα μια σταθερή και συγχρονισμένη μετάδοση του συνεδρίου, ενώ παράλληλα η τοπική καταγραφή εξασφάλισε αντίγραφο υψηλής ποιότητας. Η στατική δικτυακή δρομολόγηση μεταξύ καμερών, controller και υπολογιστή Wirecast απέτρεψε προβλήματα σύνδεσης και καθυστέρησης, διασφαλίζοντας σταθερότητα στο σύστημα ελέγχου. Ο έλεγχος του laptop του podium μέσω VNC επέτρεψε την εναλλαγή παρουσιάσεων χωρίς φυσική παρέμβαση, προσφέροντας ευελιξία και εργονομία στην ροή της εκδήλωσης. Όλα τα παραπάνω ήταν μικρά πράγματα που έκαναν την ροή της εκδήλωσης ευκολότερη και δημιούργησαν μια ευελιξία στην αντιμετώπιση πιθανών προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν.

8.2 Προτάσεις για Βελτιώσεις και Μελλοντικές Επεκτάσεις

Παρότι το σύστημα ανταποκρίθηκε πλήρως στις απαιτήσεις της εκδήλωσης, μπορούν να εξεταστούν στο μέλλον τα εξής με σκοπό την αναβάθμιση του όλου συστήματος. Η τοποθέτηση μιας μικρής οθόνης στο προεδρείο και στο podium για να δύναται η δυνατότητα να μπορούν να βλέπουν τι προβάλλεται στο stream. Επιπλέον θα μπορούσε να προστεθεί άλλη μια οθόνη στο προεδρείο για να μπορούν να παρακολουθούν τα slides των ομιλητών χωρίς να χρειάζεται να στρέφονται πίσω. Θα

μπορούσαμε επίσης να δίνουμε την δυνατότητα υλοποίησης διαδραστικών υβριδικών συνεδρίων, με real-time συμμετοχή απομακρυσμένων ομιλητών μέσω λογισμικών όπως Zoom ή Microsoft Teams, ενσωματωμένα στο switcher και το livestream. Έτσι το event γίνεται πλήρως υβριδικό, με αλληλεπίδραση από οπουδήποτε στον κόσμο. Παράλληλα, χρήσιμη θα ήταν και η ενσωμάτωση της τεχνολογίας NDI (Network Device Interface) που δίνει την δυνατότητα για μεταφορά του σήματος της εικόνας μέσω του τοπικού δικτύου και θα μπορούσε να καταργήσει την ανάγκη για φυσικά καλώδια HDMI ή capture cards, απλοποιώντας την καλωδίωση και διευκολύνοντας την επέκταση του συστήματος με επιπλέον κάμερες ή ασύρματες πηγές εικόνας. Τέλος, θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη η προσθήκη παράλληλου ηχητικού καναλιού για μετάφραση ή live σχολιασμό, είτε μέσω δεύτερης ροής livestream είτε μέσω τοπικής μετάδοσης (π.χ. σε ακουστικά). Η δυνατότητα αυτή θα εξυπηρετούσε τόσο το διεθνές κοινό όσο και εξειδικευμένες ομάδες παρακολούθησης, προσφέροντας μια πιο προσβάσιμη και πολυγλωσσική εμπειρία συνεδρίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] N. W. Adelman-Larsen, “Principles of Acoustics and Hearing,” *Rock and Pop Venues*, pp. 1-24, Jan. 2014.
- [2] Vasiliadis, Στοιχεία ακουστικής, 2015.
- [3] The Enchanting Tale of dB Measurement, Jul. 2023 Ανακτήθηκε από: <https://decibel.shop/el/blogs/stories-about-noise-sound-and-life/the-enchanting-tale-of-db-measurement>.
- [4] Κάλλος Ευθύμιος, Ήχος και ηχητικά πρότυπα, Ανακτήθηκε από: http://www.cslab.ece.ntua.gr/~ekall/Science/personal_docs/ixos.htm.
- [5] Richard E. Berg, “Sound,” *The Editors of Encyclopedia Britannica*, Apr. 2025.
- [6] Μελέτη ακουστικής χώρων, Ανακτήθηκε από: <https://www.amds.gr/meleth-akoystikhs-xwron.html>
- [7] Τιμαγένης Θεόδωρος, “Ακουστική χώρων,” *Hotel Design Magazine*, Dec.2013.
- [8] Φυσικές ιδιότητες του ήχου, Ανακτήθηκε από: https://sitestatic.shopster.gr/6150c0d864787b561e67912f/023437_de.pdf
- [9] Binias Dimitrios, Είδη και χαρακτηριστικά ήχων, Oct. 2010.
- [10] T. Sengupta, Y. Bhumkar, “Acoustic Wave Equation”, *Computational Aerodynamics and Aeroacoustics*, pp.357-377, May. 2020.
- [11] James F.Peters, “Working with Pixels”, *Foundations of Computer Vision*, pp.87-124, Mar. 2017.
- [12] Xiandong Cheng, Qian Cao, Yushan Jiang, “Exploration of Digital Visual Design”, *Design, User, Experience and Usability: Design Thinking and Practice in Contrmporary and Emerging Technologies*, pp.291-299, Jun. 2022.
- [12] Yuxia Wang, Ye Wu, Lekai Luo , Fei Li, Structural and functional alterations in the brains of patients with anisometropic and strabismic amblyopia: a systematic review of magnetic resonance imaging studies, Mar. 2023
- [13] Mark Buchanan, *Sound Waves Carry Mass*, Mar.2019
- [14] Τι είναι τα Kelvin και το Χρώμα Φωτισμού, Ανακτήθηκε από: https://ledokosmos.gr/blog?journal_blog_post_id=9&srsltid=AfmBOoozrqr_MSB0BIPKrCCleVZTj_xTfaKr0Krz8EwqeIHSq4-DgU06.
- [15] RGB vs CMYK: Color Modes Explained, Ανακτήθηκε από: <https://graphicimage.net/rgb-cmyk-color-modes/>
- [16] Bosch Security Systems B.V., “CCS 900 Ultro Discussion System,” manual, Jun. 2010.
- [17] Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, “XS Wireless 1 | XS Wireless 2,” Instraction manual, Aug. 2021.
- [18] Behringer, “X AIR User Manual,” manual.

[19] Roland Corporation, “HD VIDEO SWITCHER V-1HD⁺ Ver 1.10 and later”, Reference Manual, 2020.

[20] PTZ Optics, “Product-Documentation-PT-MOVE-SE-G3-Data-Sheet”, data sheet, Apr. 2023.

[21] PTZ Optics, “Product-Documentation-PT-JOY-Data-Sheet”, data sheet, Sep. 2023.