

## **ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΘΕΑΤΡΩΝ :** **Ηχοπροστασία & Εφαρμογές Σκηνογραφίας**

**Νίκος Κ. Μπάρκας**, δρ. πολιτικός μηχανικός Δ.Π.Θ. - duap ακουστικής Le Mans France

### **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στο ζήτημα της προστασίας των αρχαίων θεάτρων συναντώνται τα προβλήματα διατήρησης ενός μνημείου με τις απαιτήσεις της λειτουργικής του αποκατάστασης. Η αναβίωση του αρχαίου δράματος, το αίτημα επιστροφής στο φυσικό του χώρο (από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα) και το δημοφιλές ρεύμα που αναπτύχθηκε έκτοτε, έθεσαν σε προτεραιότητα τα ζητήματα των ήπιων επεμβάσεων για την εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών θεατρικής λειτουργίας. Οι διαφωνίες, κατά τη διοργάνωση των παραστάσεων, συνήθως αφορούν τον τρόπο και τις θέσεις εγκατάστασης συγχρόνων υποδομών, αλλά κυρίως την προστασία της ορχήστρας και των ερειπίων της σκηνής από τις σκηνικές διευθετήσεις και τις σκηνογραφικές εφαρμογές.

Το αρχαίο ελληνικό θέατρο αποτελεί ένα παλίμψηστο διαδοχικών οικοδομικών φάσεων όπου, με δεδομένες τις διαχρονικές επεμβάσεις και μετατροπές, η αναστήλωση και στερέωση διαπλέκονται με την ερμηνεία των ερειπίων και την αξιόπιστη επαναλειτουργία του θεατρικού χώρου. Ο θεατρικός σχεδιασμός της αρχαιότητας επέλυσε με απλότητα και αρτιότητα ένα σύνολο παραγόντων, όπου συναντώνται η χωροθέτηση, η αρχιτεκτονική σύνθεση, οι τεχνικές στερέωσης - αποστράγγισης των κοίλων και η θεατρική λειτουργία. Στη διάρκεια μιας μακραίωνης πορείας, ανάλογα με τις πολιτιστικές και κοινωνικές αντιλήψεις κάθε περιόδου, οι επιμέρους ιδιαιτερότητες αντιμετωπίστηκαν με ευελιξία. Οι θεατρικές, αρχιτεκτονικές και ακουστικές εξελίξεις ήταν αλληλένδετες, τα προβλήματα ενός τομέα επιλυόταν με την προσαρμογή και συνδρομή των υπολοίπων. Το αρχαίο ελληνικό θέατρο εξελίχθηκε συντηρητικά, χωρίς ριζικές αλλαγές και δραστητικές παρεμβάσεις. [1], [2].

Κατά τη διάρκεια μιας παράστασης, οι απαιτήσεις των ηθοποιών και των θεατών έχουν ως κοινό στόχο την απρόσκοπτη θεατρική επικοινωνία : άνετη οπτική επαφή, ηχοπροστασία, ακουστική ζωντάνια και διαύγεια, καταληπτότητα του θεατρικού λόγου. Οι θεατρικοί χώροι της αρχαιότητας συνδυάζουν με επιτυχία δύο αντιτιθέμενες λειτουργικές απαιτήσεις : μεγάλη χωρητικότητα με άριστη οπτική - ακουστική άνεση. Παλιές και σύγχρονες ακουστικές έρευνες απέδειξαν ότι στα αρχαία θέατρα ισχύουν οι βασικές αρχές σχεδιασμού που εξυπηρετούν την ιδιόμορφη ακουστική συμπεριφορά των υπαιθρίων χώρων :

-εξαφάνιση των εξωτερικών, παρασιτικών οχλήσεων,

-αρμονική ανάπτυξη του θεατρικού χώρου γύρω από τα δρώμενα, γεωμετρικές συναρτήσεις των λειτουργικών στοιχείων (ακτίνα ορχήστρας, κλίση κοίλου, διαστάσεις σκηνής) στα μέτρα της ανθρώπινης φωνητικής και ακουστικής κλίμακας,

-ανάδειξη του κατευθείαν ήχου και ενίσχυσή του με έγκαιρες, θετικές ηχοανακλάσεις, για την εξασφάλιση ενός αυτοδύναμου (παθητικού) μεγαφώνου,

-υποβάθμιση των καθυστερημένων, βλαπτικών ηχοανακλάσεων και της ηχούς, εκμετάλλευση των ακουστικών πλεονεκτημάτων της ανοικτής κάτοψης (έλλειψη οροφής, προσχεδιασμένη κατάργηση των συμπαγών πλευρικών τοιχωμάτων) [2], [3].

## **2. ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΥ ΘΕΑΤΡΟΥ**

### **2.1. Το κοίλο και η υπαίθρια ηχοδιάδοση**

Η εμπειρική αξιοποίηση της πλαγιάς ενός λόφου και στη συνέχεια η βαθμιδωτή διάταξη των θέσεων ευνοεί τις συνθήκες υπαίθριας ηχοδιάδοσης ως συνάρτηση της θερμότητας, της ατμοσφαιρικής πίεσης και της επιρροής του ανέμου. Η σταδιακή υπερθέρμανση της ορχήστρας και των εδωλίων στην διάρκεια της ημέρας (στις αυθεντικές συνθήκες λειτουργίας του θεάτρου κατά την αρχαιότητα) συντελεί στην καθ' ύψος εξέλιξη της ηχοδιάδοσης. Ταυτόχρονα, η πτώση της θερμοκρασίας με την αύξηση του υψομέτρου προκαλεί κύρτωση των ηχητικών ακτίνων (δηλαδή μείωση των ενεργειακών απωλειών) κατά το ανάγλυφο του κοίλου. [4].

### **2.2. Χωροθέτηση και πολεοδομική ένταξη**

Η χωροθέτηση των αρχαίων θεάτρων δεν ακολουθεί κάποιον δεδομένο προσανατολισμό (π.χ. το μεσημβρινό, όπως διατείνεται ο Βιτρούβιος) [5]. Η διεύθυνση του κύριου θεατρικού άξονα διατρέχει όλες τις πιθανές κατευθύνσεις, ανάλογα με τους πνέοντες ανέμους και τις πιθανές πηγές εξωτερικών θορύβων (εγκάρσια στον άξονα μιας κοιλάδας, πάνω στον άξονα μιας χαράδρας, μέσα στην κοιλότητα ενός όρμου, σε τεχνητή επιχωμάτωση).

Η ένταξη του θεάτρου στον πολεοδομημένο χώρο (αγορά, ιερή τοποθεσία, σύμπλεγμα δημοσίων κτιρίων, οργανωμένο ιερό), δεν υπακούει επίσης σε κάποιο πρότυπο. Με ευέλικτες προσαρμογές και δημιουργικές επιτόπιες επιλύσεις, η χωροθέτηση του θεάτρου, ανάλογα με τις πολιτιστικές αντιλήψεις και την κοινωνική οργάνωση μιας περιοχής, εξυπηρετούσε τις θεατρικές, αρχιτεκτονικές και ακουστικές απαιτήσεις κάθε ιστορικής περιόδου [6].

### 2.3. Υπαίθριος χώρος και ορχήστρα

Η υπαίθρια μορφή και το εκτεταμένο σχήμα του θεατρικού χώρου δεν οδηγούν υποχρεωτικά στην υποβάθμιση της καταληπτότητας της ομιλίας. Αντίθετα, η έλλειψη στέγης εξαφανίζει τις ανεπιθύμητες ηχοανακλάσεις, περιορίζοντας τη διάρκεια της αντήχησης στα επιβεβλημένα χρονικά όρια σαφήνειας και διαύγειας του θεατρικού λόγου.

Το ανάκλαστρο της ορχήστρας (με κατάλληλη συμπύκνωση του εδάφους και λείανση της επιφάνειάς της) σε απόλυτη εγγύτητα με τους υποκριτές και το χορό, ενισχύει τον κατευθείαν ήχο με ελάχιστη χρονική καθυστέρηση [3]. Αξιοσημείωτο είναι πως οι ηχοανακλάσεις από την ορχήστρα ενισχύουν την ένταση του ωφέλιμου ήχου στις βαθμίδες του κάτω διαζώματος, περιοχή όπου κανένα άλλο πιθανό ανάκλαστρο δεν προσφέρει ουσιαστική βοήθεια.

### 2.4. Το σκηνικό πλαίσιο και η πρόσοψη της σκηνής

Η οργάνωση ενός κτιρίου σκηνής δεν αποτέλεσε πρωτογενές στοιχείο του θεατρικού και ακουστικού σχεδιασμού. Με αφορμή την παράσταση της “Ορέστειας” του Αισχύλου στο κλασικό αθηναϊκό θέατρο του Διόνυσου (458 π.χ.), η λειτουργική ανάπτυξη ενός ξύλινου σκηνικού πλαισίου και η σταδιακή εμπέδωση της αντίστοιχης θεατρικής σύμβασης, εξασφάλιζε έναν εγκάρσιο αρχιτεκτονικό άξονα προβάλλοντας τη θεατρική δράση και εστιάζοντας το δραματικό ενδιαφέρον πίσω από την ορχήστρα [1], [6]. Με αυτόν τον τρόπο, η φωνή του ηθοποιού (πηγή περιορισμένης έντασης, σε σχέση με την πολυφωνική παρουσία του χορού) ενισχυόταν στις ψηλότερες βαθμίδες, περιοχή όπου οι ηχοανακλάσεις από την ορχήστρα εξασθενούν σημαντικά (ηχοαπορρόφηση στα σώματα των θεατών).

Οι μετέπειτα λίθινες κατασκευές στο χώρο της σκηνής του Διονυσιακού θεάτρου (στη διάρκεια του 4ου αιώνα π.χ. πριν την οριστική ανακατασκευή του Λυκούργου), εκτός των άλλων σκοπιμοτήτων, προσέφεραν μειωμένη ηχοαπορροφητικότητα σε σχέση με τις αρχικά υφασμάτινες ή ξύλινες εφαρμογές της μόνιμης σκηνογραφίας των κλασικών χρόνων. Όταν τελικά η μεγέθυνση της σκηνής στον τύπο του ελληνιστικού και ελληνο-ρωμαϊκού θεάτρου οδήγησε στην ανάπτυξη ενός διώροφου ή τριώροφου κτιρίου, εμφανίστηκε ο κίνδυνος της ενίσχυσης των καθυστερημένων ηχοανακλάσεων από την ορχήστρα, με συνέπεια την αύξηση της αντήχησης και τη μείωση της καταληπτότητας στα ψηλότερα διαζώματα.

Για την αντιμετώπιση των ανεπιθύμητων ηχοανακλάσεων, η πρόσοψη της λίθινης σκηνής απέκτησε ένα τυπικό διάκοσμο (εσοχές, ανάγλυφα και γλυπτά συμπλέγματα), ευνοώντας την ηχοδιάχυση στις μικρές και πολυποίκιλες επιφάνειές της [3]. Στη συνέχεια, για να ελαχιστοποιηθούν οι ακουστικές παρενέργειες από τη διαμόρφωση μιας υπερυψωμένης εξέδρας προσκηνίου, στον τύπο του ελληνο-ρωμαϊκού θεάτρου και αργότερα στο ρωμαϊκό θέατρο υιοθετήθηκαν ανακλητές εφαρμογές σκηνογραφίας, (ηχοαπορροφητικές επιφάνειες από ξύλινα πετάσματα και

υφασμάτινες διακοσμήσεις) στα πολυάριθμα ανοίγματα της σκηνής και του υποσκηνίου. Έρευνες σε ρωμαϊκά θέατρα έδειξαν ότι η μετωπική παράθεση του κτιρίου της σκηνής (scaenae frons) με το αμφιθέατρο (auditorium) και η σύνθεσή τους σε ένα ενιαίο, αυτοφερόμενο κέλυφος σχετίζεται με την εγκατάσταση των θεάτρων στα αστικά κέντρα και την ηχοπροστασία του χώρου από τους αστικούς θορύβους [7], [8]

## 2.5. Το προσκήνιο

Η ταυτόχρονη λειτουργία δύο ισχυρών ανάκλαστρων (ορχήστρα - σκηνικό πλαίσιο) στον τύπο του κλασικού θεάτρου έθεσε αναπόφευκτα το πρόβλημα της ομογενοποίησης των διακεκριμένων ηχοανακλάσεων και τη συσσωμάτωσή τους στον κατευθείαν ήχο (αποτροπή ακουστικού μετεϊκάσματος ή ηχούς). Η συνδυασμένη αξιοποίηση των ανάκλαστρων υποχρέωνε τους ηθοποιούς να περιορίσουν τις μετακινήσεις στο χώρο της ορχήστρας, παραμένοντας κοντά στο σκηνικό πλαίσιο (λογείον).

Αυτή η εξέλιξη ανέδειξε τη λειτουργική και δραματική σπουδαιότητα του ενδιαμέσου, προσκήνιου χώρου. Η ακριβής έκταση, το πλάτος του και η πιθανή λειτουργία μίας υπερυψωμένης εξέδρας ανάμεσα στην ορχήστρα και τη σκηνογραφία (την όψη της σκηνής) αποτέλεσαν το σημαντικότερο πρόβλημα ερμηνείας του θεατρικού χώρου της κλασικής – ελληνιστικής εποχής. Οι έρευνες και ερμηνείες των αρχαιολογικών ευρημάτων (η γεωμετρική σχέση της ορχήστρας με τη σκηνή και τις παρόδους), καταλήγουν στο συμπέρασμα ενός στενού ισόγειου χώρου, περιορισμένου ανάμεσα στην νοητή εφαιπτομένη της ορχήστρας, τα παρασκήνια και το σκηνικό πλαίσιο [9], [10]. Πρόκειται για “τη ζώνη Haas”, μία ακουστικά χρήσιμη περιοχή (μπροστά από τη σκηνογραφία), έξω από την οποία αρχίζει να γίνεται αισθητή η διάκριση πηγής - ειδώλων [3].

Επιπλέον, ακουστικά πειράματα σχετικά με την αξιολόγηση των ανάκλαστρων απέδειξαν την υπεροχή μίας χαμηλής εξέδρας προσκήνιου. Δηλαδή επιβεβαίωσαν τις θεατρολογικές αντιλήψεις για τον ισόγειο προσκήνιο χώρο του Διονυσιακού θεάτρου (τέλη του 5ου αιώνα π.χ.), όπου σταδιακά διαμορφώθηκε ένα χαμηλό, περιορισμένο βάθρο (σε επαφή με τον λίθινο πρόβολο, το «θεμέλιο T»), μπροστά στο τυπικό πρόπυλο του κεντρικού θυρώματος της περιοδικής, ξύλινης σκηνογραφίας [2], [7].

## 2.6. Πάροδοι και παρασκήνια

Οι πάροδοι, εκτός των άλλων τελετουργικών και επικοινωνιακών λειτουργιών, αποτέλεσαν τις βασικές χοάνες εκτόνωσης των πλάγιων ηχοανακλάσεων προς το κοίλο (άμεσα με ηχοαπορρόφηση ή έμμεσα με ηχοδιάχυση - εξασθένιση στη λιθοδομή των αναλημμάτων). Η λειτουργία τους αρχίζει σταδιακά να συρρικνώνεται στον τύπου του ελληνο-ρωμαϊκού θεάτρου (όταν το προσκήνιο αρχίζει να εισχωρεί στον χώρο της ορχήστρας), για να οδηγηθούν σε λειτουργικό

αδιέξοδο στα ρωμαϊκά θέατρα (όταν η εξέδρα του προσκηνίου καταλαμβάνει ολόκληρη την ημιπεριφέρεια της ορχήστρας) [1]. Στη θέση των παρόδων, για τη μερική αντιμετώπιση των σχετικών προβλημάτων αντήχησης, διαμορφώνονται θολωτές στοές (vomitorium, διακοσμημένες με ακανόνιστη λιθοδομή στις εμφανείς παρειές) [4].

Την πλευρική προστασία της σκηνής εξυπηρετούσαν και τα παρασκήνια, αποτρέποντας την ηχώ (μεταξύ αναλημμάτων - σκηνής) και διοχετεύοντας τις καθυστερημένες ηχοανακλάσεις στις παρόδους. Παράλληλα, τα παρασκήνια (οι προεξοχές στις άκρες του κτιρίου - σκηνή) εξασφάλιζαν τον εστιασμό της δέσμης των ηχοανακλάσεων από το σκηνικό πλαίσιο, στοχεύοντας το κοίλο. Όπως επιβεβαιώθηκε με ακουστικά πειράματα, οι χώροι ανοικτής κάτοψης, χάρη στις μικρές, αλλά οριακά κρίσιμες αυτές προβολές (μία σύνθετη γεωμετρική συνάρτηση της αναλογίας του βάθους παρασκηνίου προς το μήκος προσκηνίου), διατηρούν τα πλεονεκτήματα των σχημάτων κλειστής κάτοψης για ομιλία, χωρίς τα πλευρικά μειονεκτήματά τους [11].

## 2.7. Το κοίλο και η αρχιτεκτονική σύνθεση

Η οπτική και ακουστική άνεση των θεατών εξαρτάται από την κλίση του κοίλου. Με κατάλληλη χάραξη των βαθμίδων (αναλογία πλάτους προς ύψος), τα αρχαία θέατρα εμφανίζουν αξιοπρόσεχτα μεγάλες κλίσεις (συχνά μεγαλύτερες στα άνω διαζώματα) υπερκαλύπτοντας τις ελάχιστες απαιτήσεις ( $21^{\circ}$  ως  $30^{\circ}$ , αντί  $13^{\circ}$ ) και αποτρέποντας την ηχοαπορρόφηση του χρήσιμου ήχου στα σώματα των θεατών [4], [7],

Ακουστικές έρευνες απέδειξαν πως η επιτυχής σύνθεση του θεατρικού χώρου (η ταυτόχρονη εξασφάλιση κατευθείαν ήχου και θετικών ηχοανακλάσεων) καθορίζεται από την “κανονική εξίσωση των αρχαίων θεάτρων”, μια σύνθετη τριγωνομετρική συνάρτηση στην οποία υπεισέρχεται η κλίση και το αξονικό ανάπτυγμα του κοίλου, η ακτίνα της ορχήστρας, το βάθος και το ύψος του προσκηνίου, καθώς και η θέση του σκηνικού πλαισίου [3].

Σε προηγούμενη μελέτη, αναφορικά με παραμένουσες δοξασίες για την ακουστική λειτουργία του αρχαίου θεάτρου, διερευνήσαμε αναλυτικά τις συνέπειες από την υπερμεγέθυνση του προσκηνίου. Η σταδιακή διόγκωση του κτιρίου της σκηνής σε συνδυασμό με την αυτονόμηση και υπερύψωση της εξέδρας του προσκηνίου επέφερε την υποβάθμιση της ακουστικής λειτουργίας και τη συρρίκνωση της χωρητικότητας του θεάτρου κατά τη ρωμαϊκή εποχή [5], [6].

## 2.8. Η φυσική μεγαφωνική ενίσχυση και τα οικοδομικά υλικά του θεάτρου

Η ακουστική ποιότητα του αρχαίου θεάτρου οφείλεται στην επιτυχημένη αναλογία της χρήσιμης, συνολικής ηχητικής ενέργειας αναφορικά με την αρχική ένταση του αυθεντικού μηνύματος. Εκφράζεται από το “συντελεστή μεγαφωνικής ενίσχυσης” (δηλαδή την ικανότητα αναπλήρωσης

των ενεργειακών απωλειών εξαιτίας της υπαίθριας ηχοδιάδοσης), ο οποίος εμφανίζεται ιδιαίτερα αυξημένος στις ψηλότερες βαθμίδες του κοίλου [3].

Η ακουστική εξυπηρέτηση υπαιθρίων θεάτρων μεγάλης χωρητικότητας, χωρίς ηλεκτρακουστική ενίσχυση, επιβάλλει τη μεγιστοποίηση της ηχοανακλαστικής ικανότητας των διαθέσιμων επιφανειών κοντά στην πηγή, σε συνδυασμό με τη συρρίκνωση κάθε απομακρυσμένου, πιθανού ηχοανάκλαστρου (ή τη μεγιστοποίηση της ηχοαπορροφητικής ικανότητας των υλικών της επιφάνειάς του) για την αποτροπή καθυστερημένων ηχοανακλάσεων. Σχηματικά, για να αναπληρωθεί η έλλειψη τεχνητής ενίσχυσης, οι οικοδομικές επιλογές οδηγήθηκαν στα ακρότατα :

- υπαίθριος χώρος ανοικτής κάτοψης (ηχοαπορρόφηση στην ατμόσφαιρα),
- μεγάλες, λείες επιφάνειες με υλικά χαμηλής ηχοαπορροφητικής ικανότητας (ορχήστρα, σκηνικό πλαίσιο),
- ηχοδιαχυτικά στοιχεία μικρών διαστάσεων, ακανόνιστου σχήματος στα αναλήμματα, στις περιμετρικές στοές της στέψης του κοίλου, στα υπερυψωμένα τοιχώματα της σκηνής.

Ιδιαίτερη μέριμνα εμφανίζει η κατασκευή των βαθμίδων (το σύμπλεγμα των εδωλίων και των κλιμάκων). Τα ρίχτια τους, (λείες, καμπύλες ή επίπεδες επιφάνειες 17 ως 35 cm από τυποποιημένους λίθους, μονοκόμματους ή συναρθρωμένους, με ή χωρίς κονίαμα) ανταποκρίνονται σε συχνότητες μέγιστης ακουστικής ευαισθησίας και υψηλής φωνητικής διακριτότητας (800 - 2500 Hz). Αυτή η πρόβλεψη (μακριά από την πηγή, κοντά σε κάθε θεατή) εξασφαλίζει την προνομιακή ενίσχυση (ηχοδιάχυση) ενός κρίσιμου συχνοτικού φάσματος [12].

### **3. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

#### **3.1. Υπαίθριοι χώροι ανοικτής κάτοψης**

Η γεωμετρική προσομοίωση της ηχοδιάδοσης με τον υπολογισμό της διαδρομής των ηχητικών ακτίνων και της επίδρασης των ειδώλων - πηγών αποτελεί μία επιστημονικά δόκιμη και τεχνικά εύχρηστη μέθοδο αξιολόγησης της ακουστικής των αιθουσών. Κατά την εξέλιξη ενός ακουστικού γεγονότος, οι διαδοχικές ηχοανακλάσεις στα εσωτερικά τοιχώματα του χώρου προκαλούν μίαν ακολουθία ειδώλων της αυθεντικής πηγής και των ειδώλων πηγών της, δημιουργώντας ένα δίκτυο κόμβων ηχητικής ενέργειας και αναπαράγοντας, στο διηνεκές, ενεργές εικόνες του αρχέτυπου χώρου.

Ως χρονική μονάδα προσδιορισμού των γεγονότων της ηχοδιάδοσης ορίζεται το «πέραςμα», ανάλογα με την απόσταση της πηγής από τον θεατή. Μέτρο αξιολόγησης των επιδράσεων κάθε ειδώλου είναι η απόστασή του από τον θεατή (αθροίζοντας τις επιμέρους ηχοδιαδρομές), το πλήθος και η χρονική κατανομή των ενεργών ειδώλων - πηγών, καθώς και η ηχοαπορροφητική ικανότητα των εσωτερικών επενδύσεων [3]. Εκτενείς έρευνες σε μοντέλα υπαιθρίων χώρων,

ανοικτής κάτοψης, έδειξαν πως ο ακουστικός σχεδιασμός των αρχαίων ελληνικών θεάτρων επιτυγχάνει ιδανικές συνθήκες αντήχησης και καταληπτότητας της ομιλίας, ενισχύοντας συστηματικά την ένταση του κατευθείαν ήχου με έγκαιρες ηχοανακλάσεις, καθώς εμφανίζονται : -κατά το 1ο πέρασμα, ισχυρές ηχοανακλάσεις από την ορχήστρα ή το σκηνικό πλαίσιο (μπροστά ή πίσω από τον ηθοποιό),

-κατά το 2ο πέρασμα, έντονες ηχοανακλάσεις από τη συνδυασμένη επίδραση της ορχήστρας και της σκηνογραφίας (διαδοχικές ηχοανακλάσεις πίσω και μπροστά από τον ηθοποιό),

-ραγδαία πτώση των εντάσεων στα υπόλοιπα περάσματα (δηλαδή υποβάθμιση της επίδρασης των απομακρυσμένων ειδώλων - πηγών) [11].

### 3.2. Θόρυβος βάθους

Θόρυβος βάθους ονομάζεται κάθε μόνιμη ή παροδική ηχητική παρενόχληση της ακουστικής επικοινωνίας. Στους υπαίθριους χώρους κυριαρχεί ο κυκλοφοριακός θόρυβος, ο θόρυβος από γειτονικές μηχανολογικές εγκαταστάσεις, οι θόρυβοι της φύσης, ενώ ειδικά στα θέατρα παρεισφύουν οι απρόβλεπτες ή σπασμωδικές αντιδράσεις του κοινού (ψίθυροι, βηξίματα, κινήσεις). Ο θόρυβος βάθους καλύπτει ένα τμήμα του ωφέλιμου σήματος παρεμβάλλοντας σταθερά ή ευκαιριακά ένα είδος ηχητικής καλύπτρας, “μάσκας”.

Η επίδραση κάθε θορύβου εξαρτάται από το συχνοτικό φάσμα και την ηχητική έντασή του. Η βαρύτητα του φαινομένου είναι ανάλογη της στάθμης όχλησης και μεγεθύνεται επικίνδυνα στη ζώνη της δεσπόζουσας ή των αρμονικών συχνοτήτων του παρασιτικού σήματος. Γενικά οι θόρυβοι παραμορφώνουν τις υψηλές συχνότητες, αλλά οι συνεχείς θόρυβοι σαρώνουν ολόκληρο το φάσμα του μηνύματος. Οι ακουστικές έρευνες έδειξαν ότι η μέγιστη αποτελεσματικότητα ενός θορύβου εμφανίζεται στις μέσες συχνότητες (700 - 1000 Hz). Ειδικά στο θέατρο, το φιλτράρισμα της ομιλίας εξελίσσεται σε μια ψυχοακουστική διαδικασία σύνθετης αποτίμησης (ανάλογα με τη δυνατότητα οπτικής επαφής ή αλλαγής της κατεύθυνσης ακρόασης κάθε θεατή) [12].

### 3.3. Η ανάδυση του ωφέλιμου σήματος

“Ανάδυση” ονομάζεται η διαφορά ηχητικής στάθμης μεταξύ των εντάσεων ενός μηνύματος και του θορύβου. Πρόκειται για το τμήμα της ηχητικής ενέργειας που παραμένει ευδιάκριτο, μετά την ακύρωση του υπολοίπου τμήματος που αντισταθμίζεται από το θόρυβο. Σχηματικά, σε διάγραμμα χρόνου - έντασης, η ανάδυση του μηνύματος εμφανίζεται σαν τη κορυφή του παγόβουνου πάνω από τη θάλασσα του θορύβου.

Το μέγεθος της ανάδυσης, σε σφαιρικές και συχνοτικές τιμές, χαρακτηρίζει την ευκρίνεια της ακουστικής επικοινωνίας και αποτελεί το πρώτιστο μέλημα του ακουστικού σχεδιασμού στα υπαί-

θρια θέατρα. Ποιοτικά διαπλέκεται με τη φασματική πυκνότητα, το “χρωματισμό” της ομιλίας (τη χροιά, τα συχνотικά ιδιοχαρακτηριστικά της ανθρώπινης φωνής), τη “δυνατότητα διαχωρισμού” (την αναγνώριση των επιμέρους τμημάτων της γλωσσικής αλυσίδας), καθώς επίσης και την αντήχηση, την “επιμήκυνση” της ομιλίας (το ρυθμό απόσβεσης της ηχητικής ενέργειας του εκφερόμενου λόγου) [13], [14].

Θόρυβοι καθαρού τόνου έχουν αμελητέα επίδραση στην ομιλία, ακόμη και όταν υπερβαίνουν την ένταση της (έως +10dB). Αν το φάσμα ενός θορύβου μετατοπιστεί από τις υψηλές προς τις χαμηλές συχνότητες, οι επιπτώσεις της επικάλυψης καθίστανται σημαντικές για διαφορεικά μικρότερα μεγέθη ανάδυσσης. Θόρυβοι συνεχούς φάσματος εκμηδενίζουν την καταληπτότητα της ομιλίας ακόμα και σε ισχυρές στάθμες ανάδυσσης (μέχρι -20dB χαμηλότερα από την ένταση του ωφέλιμου σήματος) [12].

### 3.4. Κριτήρια ακουστικής άνεσης

Τα κριτήρια θορύβου (“Noise Criteria”, NC) είναι οι πρότυπες συχνотικές καμπύλες που υιοθετούν οι διεθνείς κανονισμοί (και τα σχέδια του ΕΛΟΤ) για να χαρακτηρίσουν τις διακεκριμένες συνθήκες ακουστικής άνεσης και τα επιβεβλημένα όρια ησυχίας, σε μέση ωριαία, στατιστικά ισοδύναμη ηχοστάθμη [15]. Τα μεγέθη ακουστικής άνεσης του Ελληνικού Κτιριοδομικού Κανονισμού (άρθρο 12), αναφορικά με τη μέγιστη επιτρεπόμενη όχληση στις προσόψεις των κτιρίων, αντιστοιχίζονται (αλλά δεν ταυτίζονται) με τα διεθνή κριτήρια. Η διεθνής πρακτική, για μια συντηρητικά ασφαλή θεώρηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων σε χώρους υψηλής σπουδαιότητας (αρχαιολογικά σύνολα ή πολιτιστικά κέντρα), προτείνει τη διόρθωση της μέσης, ισοδύναμης ηχοστάθμης θορύβου ( $L_{eq}$ ) από τη μέγιστη αναμενόμενη τιμή όχλησης ( $L_{max}$ ) [16].

Βαθμονομώντας τις στάθμες ανάδυσσης του ωφέλιμου σήματος, για την αξιολόγηση θεατρικών και συναυλιακών χώρων, οι ακουστικές έρευνες υιοθετούν τις παρακάτω ταξινομήσεις [2], [14] :

-άριστη συμπεριφορά ( > 25 dB), καλή συμπεριφορά ( 20 - 25 dB)

-μέτρια συμπεριφορά (15 - 20 dB), μη ικανοποιητική συμπεριφορά ( < 15 dB)

## 4. Η ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΘΕΑΤΡΟΥ ΤΩΝ ΦΙΛΙΠΠΩΝ

### 4.1 Το γεωμετρικό μοντέλο

Στην κατάστρωση ενός γεωμετρικού μοντέλου ηχητικών ακτίνων και ειδώλων - πηγών στο αρχαίο θέατρο των Φιλίππων αξιοποιήθηκαν γεωμετρικές σχέσεις και μεγέθη (πριν και μετά τις ρωμαϊκές επεμβάσεις), όπως εμφανίζονται στις αποτυπώσεις των αρχικών ανασκαφών της Γαλλικής Αρχαιολογικής Αποστολής και διασταυρώθηκαν με σχέδια από το αρχείο του Μουσείου της Καβάλας και προσωπικές επιτόπιες μετρήσεις (την περίοδο 1985 –1987) [17].

Σε προηγούμενη έρευνα, χρησιμοποιήσαμε αυτό το γεωμετρικό μοντέλο για την ακουστική αποτίμηση της αποκατάστασης του κοίλου (στην υφιστάμενη μορφή του, από την περίοδο 1958 – 1960 με αφορμή την έναρξη των παραστάσεων αρχαίου δράματος), την αξιολόγηση των διαστάσεων του προσκηνίου (βάθος και ύψος πιθανής εξέδρας), καθώς και για τη σύγκριση των υπολογιστικών ακουστικών δεδομένων με τις επιτόπιες ηχητικές μετρήσεις σε ποικίλες περιστάσεις (άδειο ή γεμάτο θέατρο, πρόβα ή θεατρική παράσταση, με ή χωρίς εξέδρα συναυλιών, με λειτουργία ή διακοπή της κυκλοφορίας στην εγγύς εθνική οδό) [2].

Στην παρούσα έρευνα (για συγκριτικούς λόγους και επειδή η μορφή του θεατρικού χώρου, όπου τις τελευταίες δεκαετίες δίνονται παραστάσεις, παραμένει σταθερή) συνεχίζουμε να χρησιμοποιούμε τα ίδια σχέδια και υπολογιστικά δεδομένα, μολονότι πλέον υπάρχουν πρόσφατες αποτυπώσεις, με σύγχρονες μεθόδους [18].

Για τη συγκρότηση του καταλόγου των μεταβλητών της παρούσας έρευνας επιλέχθηκαν τρεις ομάδες :

α) η θέση του θεατή (τέσσερα σημεία, μεταβαλλόμενη γωνιακή απόκλιση από τον κύριο άξονα του κοίλου, ανάλογα με τη θέση της πηγής),

Στον προσδιορισμό της θέσης των θεατών συνυπολογίστηκε το περιμετρικό ρωμαϊκό στηθαίο, οι υψομετρικές και καμπύλες ασυμμετρίες των κερκίδων (το σχήμα της ρωμαϊκής αρένας), καθώς και η καταστροφή του βαθμιδωτού αναπτύγματος στις χαμηλές βαθμίδες (εξαιτίας ρωμαϊκών μετατροπών), επεμβάσεις που διατηρήθηκαν κατά την αποκατάσταση του κοίλου,

β) η στάση του ηθοποιού (τρία σημεία, μεταβαλλόμενη απόσταση πηγής - δέκτη),

Η θέση των ηθοποιών μετακινείται πάνω στον κύριο άξονα του θεάτρου, στο πίσω ημικύκλιο της ορχήστρας (προς τα ερείπια της σκηνής),

γ) η εφαρμογή σκηνογραφίας (ενεργοποίηση του ανάκλαστρου ανάλογα με τη διεύθυνση της σχετικής απόστασης πηγής - δέκτη).

Η υποτιθέμενη σκηνογραφία (ένα χαμηλό, επίμηκες σκηνικό βάθος με τις προεξοχές των παρασκηνίων στα άκρα) τοποθετήθηκε μπροστά από τα ερείπια της σκηνής (στη περιοχή όπου συνήθως τοποθετούνται οι σκηνογραφίες των σύγχρονων παραστάσεων), με το όριο του προσκηνίου (τη νοητή πρόσοψη των παρασκηνίων) στην επαπτόμενη της υφιστάμενης ορχήστρας - αρένας, εγκάρσια στον κύριο άξονα του χώρου.

#### 4.2. Η αξιολόγηση της σκηνογραφίας

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρατίθενται στον Πίνακα 1. Ο άξονας 1 αφορά τις κεντρικές κερκίδες, τα σημεία Θ1 & Θ2 τις θέσεις στο κάτω & άνω διάζωμα. Ο άξονας 2 αφορά τις πλάγιες κερκίδες, τα σημεία Θ3 & Θ4 τις θέσεις στο κάτω & άνω διάζωμα. Η θέση Κ της πηγής

τοποθετήθηκε 13,8m πίσω από το ρωμαϊκό στηθαίο, η θέση Π της πηγής τέθηκε στο νοητό όριο του προσκηνίου της παράστασης (24,4m πίσω από το ρωμαϊκό στηθαίο), ενώ η θέση Ε της πηγής στην ενδιάμεση απόσταση. Οι τιμές των τεσσάρων αρχικών στηλών καταγράφουν αποστάσεις πηγής (ή ειδώλου) - δέκτη. Οι υπόλοιπες στήλες περιγράφουν αρνητικές στάθμες (δηλαδή απομειώσεις της αρχικής) ηχητικής έντασης.

#### 4.2.1. Ο κατευθείαν ήχος (στήλη $I_{αν}$ )

Το κυκλικό σχήμα και η βαθμιδωτή διάταξη του κοίλου περιορίζει τις αρνητικές συνέπειες των μεγάλων διαστάσεων του χώρου. Ομογενοποιείται η κατανομή των ακουστικών εντάσεων, μεταξύ ψηλών και χαμηλών θέσεων (μέγιστες αποκλίσεις 3 ως 4 dB). Οι αποκλίσεις καθίστανται εντονότερες όσο η πηγή προσεγγίζει το κέντρο της ορχήστρας – αρένας (0,5 ως 1 dB) και αυξάνουν στις πλάγιες θέσεις (ως 1 dB). Στην περίπτωση τοπικών ανωμαλιών (στο βαθμιδωτό ή στην καμπυλότητα των κερκίδων), η εξέλιξη των ηχητικών εντάσεων εμφανίζει ακουστικές κηλίδες, καταστρέφοντας την ομαλή κατανομή σε μία ευρύτερη περιοχή (0,5 ως 1 dB). Όσο η πηγή υποχωρεί προς τη σκηνογραφία, οι αποκλίσεις τονίζονται.

#### 4.2.2. Συσχέτιση του κατευθείαν με τον συνολικό ήχο (στήλες $I_{αν} - \Sigma$ )

Σε ολόκληρο το κοίλο εμφανίζονται απόλυτα κέρδη ακουστικής έντασης (+3 ως +6 dB). Το μέγεθος του κέρδους συναρτάται με την υποχώρηση της πηγής, δηλαδή με την επιρροή του ανάκλαστρου της σκηνογραφίας. Η αναπλήρωση των ενεργειακών απωλειών (λόγω απόστασης) γίνεται ιδιαίτερα αισθητή στις ψηλές και πλάγιες θέσεις.

#### 4.2.3. Συσχέτιση του κατευθείαν ήχου & των ηχοανακλάσεων από την ορχήστρα με τον συνολικό ήχο (στήλες $I_{αν+ο} - \Sigma$ )

Η ορχήστρα ενισχύει αποφασιστικά το σύνολο των θέσεων, για το σύνολο των μετακινήσεων της πηγής (σταθερά +3 dB). Χάρη στις ηχοανακλάσεις από την ορχήστρα, η κατανομή του συνολικού ήχου επιτυγχάνει μια εμφανή απομείωση των αρχικών αποκλίσεων μεταξύ κεντρικών και πλάγιων κερκίδων (0,5 ως 1dB). Η βελτίωση του τελικού αποτελέσματος είναι θεαματική στο άνω διάζωμα, όσο η πηγή υποχωρεί προσεγγίζοντας τη σκηνογραφία (0,5 ως 2 dB).

#### 4.2.4. Η ενίσχυση του κατευθείαν ήχου από τη σκηνογραφία (στήλες $I_{αν} - I_{σκ}$ )

Η συσσωμάτωση των ηχοανακλάσεων από τη σκηνογραφία στον κατευθείαν ήχο γίνεται ακουστικά εφικτή και αριθμητικά ουσιώδης, όταν η πηγή απομακρύνεται από την κεντρική περιοχή της ορχήστρας (+1 ως +2dB). Αντίθετα, όσο η πηγή προωθείται, οι πλάγιες προεξοχές των παρασκηνίων και οι πάροδοι αναλαμβάνουν την εξουδετέρωση πλάγιων ηχοανακλάσεων από λοξές διευθύνσεις. Η ενίσχυση των ακουστικών εντάσεων επικεντρώνεται στις θέσεις του άνω διαζώματος (+0,5 ως +1 dB). Η βελτίωση περιορίζεται στις κεντρικές κερκίδες, ενώ στις πλάγιες κερκίδες εμφανίζονται αποκλίσεις (ως 1 dB).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Laη	Lo	Lσκ	Lo+σκ	Iaη	Iο	Iσκ	Io+σκ	Iaη+ο	Iσκ+συν	ΣI
m	m	m	m	dB (-)	dB (-)	dB (-)	dB (-)	dB (-)	dB (-)	dB (-)

<b>Άξονας 1</b>
-----------------

Πηγή Κ											
Θ1	19,7	20,3			25,9	26,1			22,9		<b>22,9</b>
Θ2	31,8	32,8			30,0	30,3			27,0		<b>27,0</b>
Πηγή Ε											
Θ1	23,3	23,9	46	46,3	27,3	27,6	33,3	33,3	24,3	30,3	<b>23,8</b>
Θ2	35,5	36,5	57,9	58,4	31,0	31,2	35,3	35,3	28,0	32,2	<b>27,0</b>
Πηγή Π											
Θ1	28,4	28,8	43,7	44	29,1	29,2	32,8	32,9	26,1	29,8	<b>24,6</b>
Θ2	40,4	41,1	55,5	56	32,1	32,3	34,9	35,0	29,1	31,9	<b>27,1</b>

<b>Άξονας 2</b>
-----------------

Πηγή Κ											
Θ3	19,2	19,9			25,7	26,0			22,7		<b>22,7</b>
Θ4	31,4	32,4			29,9	30,2			26,9		<b>26,9</b>
Πηγή Ε											
Θ3	20,19	20,85	57,83	58,13	26,1	26,4	35,2	35,3	23,1	32,2	<b>23,1</b>
Θ4	32,4	33,32	63,6	70,14	30,2	30,5	36,1	36,9	27,2	33,1	<b>26,7</b>
Πηγή Π											
Θ3	22,14	22,74	44,87	45,18	26,9	27,1	33,0	33,1	23,9	30	<b>23,9</b>
Θ4	34,38	35,3	56,79	57,35	30,7	31,0	35,1	35,2	27,7	32,1	<b>26,7</b>

4.2.5. Η ενίσχυση του κατευθείαν ήχου από τη συνδυασμένη επιρροή ορχήστρας και σκηνογραφίας (στήλες  $I_{a\eta} - I_{o+\sigma\kappa}$ )

Η δυνατότητα αξιοποίησης των διαδοχικών ηχοανακλάσεων στην ορχήστρα και στη σκηνογραφία αυξάνει, όσο η πηγή υποχωρεί προς το προσκήνιο (+2 ως +3 dB). Η ενίσχυση του κατευθείαν ήχου είναι εντυπωσιακή στην κεντρική περιοχή του κοίλου. Μεταξύ κεντρικών και πλαγίων κερκίδων (όσο αυξάνει η απόκλιση από τον κεντρικό άξονα) οι διαφορές στην κατανομή των ηχητικών εντάσεων γίνονται κρίσιμες ( 0,5 ως 2 dB).

4.2.6. Ο συνολικός ήχος (στήλη ΣI)

Η συνάθροιση των χρήσιμων ηχοανακλάσεων και η συσσωμάτωσή τους στον κατευθείαν ήχο αναπληρώνει τις αρχικές ενεργειακές απώλειες (λόγω απόστασης ή γωνιακής απόκλισης) σε ο-

λόκληρο το κοίλο και για όλες τις θέσεις της πηγής. Ο υπαίθριος θεατρικός χώρος αποκτά ακουστική ομοιογένεια, με μικρές αποκλίσεις (max +/-3 dB) μεταξύ χαμηλών - ψηλών ή κεντρικών - πλαγίων θέσεων.

### 4.3. Ηχοπροστασία & ανάδυση του ωφέλιμου σήματος

Σε προηγούμενη έρευνα, με επιτόπιες ηχομετρήσεις σε ποικίλες χρονικές περιστάσεις, καταγράψαμε στο αρχαίο θέατρο των Φιλίππων τις παρακάτω χαρακτηριστικές στάθμες θορύβων,:

-περιβάλλον με δυνατό άνεμο (58 ως 62 dB), άπνοια με τζιτζίκια ή γρύλους (50 ως 55 dB).

-κυκλοφοριακός θόρυβος στην εγγύς εθνική οδό (60 ως 64 dB), περάσματα φορτηγών ή αγροτικών μηχανημάτων (68 ως 78 dB)

-αγροτικές εργασίες, κυκλοφορία σε παρακαμπτηρίου αγροτικού δρόμου (κατά τη διακοπή της κυκλοφορίας στην εθνική οδό, 46 ως 52 dB) [2].

Αυτός ο κατάλογος αποκαλύπτει πως, με τη δεδομένη οργάνωση της περιοχής, το θέατρο των Φιλίππων παρενοχλείται από κυκλοφοριακό θόρυβο αντίστοιχο της καμπύλης NC - 55 (σταθερή και μόνιμη όχληση, με ισχυρές υπερβάσεις εξαιτίας της πυκνότητας των βαρέων οχημάτων). Είναι επίσης φανερό ότι, παρά τα αστυνομικά μέτρα κατά τη διάρκεια των παραστάσεων, οι αναπόφευκτες διαταράξεις της φύσης (περιορισμένης διάρκειας και συχνοτικής έκτασης) και οι οχλήσεις του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος (παραμένουσας διάρκειας και εκτεταμένου φάσματος) επιβαρύνουν τη λειτουργία του θεατρικού χώρου με θόρυβο βάθους αντίστοιχο της καμπύλης NC – 30.

Στην παρούσα έρευνα, για να μελετήσουμε τις συνέπειες του θορύβου βάθους στην ανάδυση του ωφέλιμου σήματος, χρησιμοποιούμε τα δεδομένα της παραπάνω (4.2) προσομοίωσης, στη περίπτωση στάσης του ηθοποιού στην κεντρική περιοχή της ορχήστρας – αρένας (πηγή K).

Αρχικά στο σχήμα 1 εμφανίζεται η κατανομή των εντάσεων του συνολικού ήχου (κατευθείαν ήχος και ηχοανακλάσεις από την ορχήστρα και τη σκηνογραφία) στο κοίλο, με πηγή στάθμης 87dB στο 1m (ομιλία δυνατής έντασης). Περιλαμβάνει διακυμάνσεις της έντασης από 68dB χαμηλά ως 59 dB ψηλά, στις κεντρικές κερκίδες, με απομειώσεις από 64dB χαμηλά ως 55dB ψηλά, στις ακραίες κερκίδες

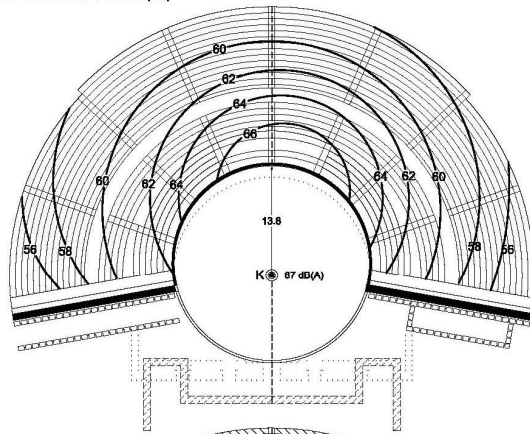
Στη συνέχεια, η ανάδυση του ωφέλιμου ήχου (οι διαφορές στάθμης από τον θόρυβο βάθους) απεικονίζεται με διαφορετική γραμμοσκίαση (ανάλογη της ακουστικής διαύγειας) σε τρεις διακριτές περιπτώσεις, αντίστοιχες των διεθνών κριτηρίων ακουστικής άνεσης και ησυχίας :

α) στο σχήμα 2, με στάθμη θορύβου 45 dB[A] (αντίστοιχη της καμπύλης θορύβου NC-35), για μέτριες ακουστικές συνθήκες,

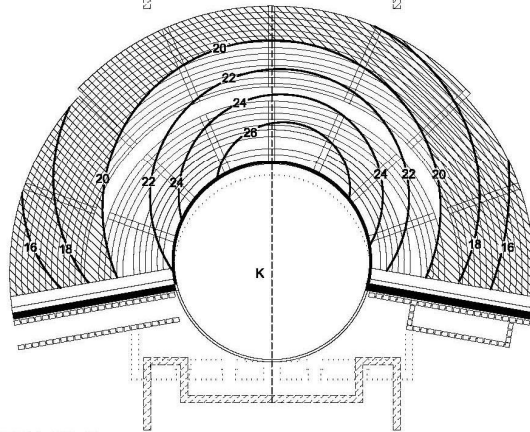
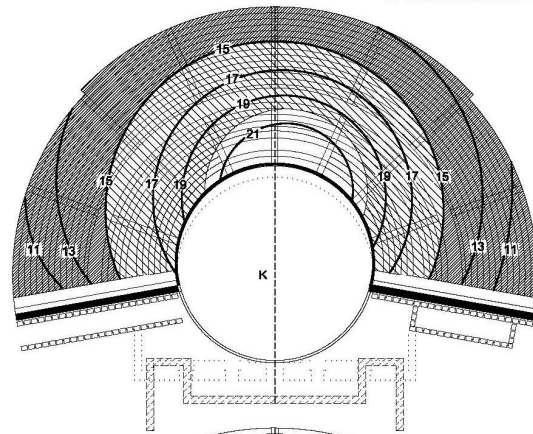
β) στο σχήμα 3 με στάθμη θορύβου 40 dB[A] (αντίστοιχη της καμπύλης θορύβου NC-30), για καλές ακουστικές συνθήκες,

γ) στο σχήμα 4 με στάθμη θορύβου 35 dB[A] (αντίστοιχη της καμπύλης θορύβου NC-25), για πολύ καλές ακουστικές συνθήκες [15].

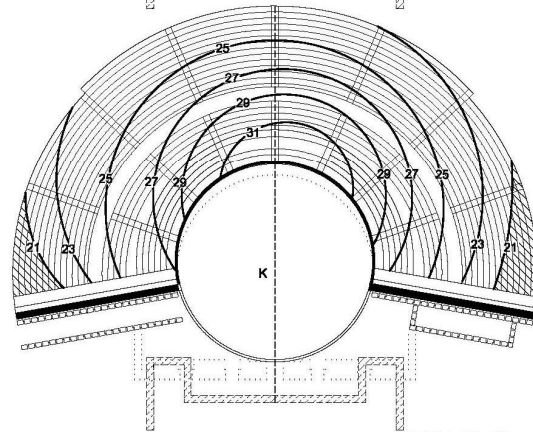
ΣΧΗΜΑ 1 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ  
ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΗΧΟΥ (dB)



ΣΧΗΜΑ 2 : NC - 35  
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΑΝΑΔΥΣΗΣ (dB)



ΣΧΗΜΑ 3 : NC - 30  
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΑΝΑΔΥΣΗΣ (dB)



ΣΧΗΜΑ 4 : NC - 25  
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΑΝΑΔΥΣΗΣ (dB)

#### 4.3.1. Θόρυβος βάθους NC - 35, η ανάδυση του ωφέλιμου σήματος κυμαίνεται από +22 ως +10 dB.

Η εξασθένιση της ανάδυσης (κάτω από την κρίσιμη στάθμη +20 dB) εκτείνεται από τα πλάγια του κάτω διαζώματος μέχρι την κεντρική περιοχή του άνω διαζώματος. Σημαντική έκταση του κοίλου στα πλάγια του άνω διαζώματος κυριαρχείται από χαμηλή ανάδυση (< +15 dB). Το επιγενόμενο αυτής της κατάστασης είναι η συρρίκνωση της πραγματικής χωρητικότητας του θεάτρου και οι δικαιολογημένες δυσχέρειες των ηθοποιών στη φάση της πρόβας (άδειο κοίλο). Η ακουστική του χώρου υποβαθμίζεται από την επικράτηση πλευρικών ηχοανακλάσεων (μειωμένη ηχοαπορροφητική ικανότητα), την επιλεκτική αύξηση της αντήχησης και, κατά συνέπεια, τη μείωση της καταληπτότητας .

#### 4.3.2. Θόρυβος βάθους NC - 30, η ανάδυση του ωφέλιμου σήματος κυμαίνεται από +27 ως +15 dB.

Η πτώση της ανάδυσσης κάτω από το κρίσιμο όριο (+20 dB) περιορίζεται στα άκρα και τις ψηλότερες βαθμίδες του άνω διαζώματος. Οι υψηλές στάθμες ανάδυσσης, σε εκτεταμένη περιοχή του κοίλου, εξασφαλίζουν κατάλληλες ακουστικές συνθήκες για θεατρική παράσταση. Αυτή η εξέλιξη οφείλεται σε μία κρίσιμη επαύξηση των εντάσεων του συνολικού ήχου (ιδίως στο άνω διάζωμα) χάρη στην ευεργετική λειτουργία της σκηνογραφίας. Στην περίπτωση απουσίας ενός τέτοιου ανάκλαστρου, η κατανομή της ανάδυσσης εκπίπτει στην προηγούμενη, δυσμενή κατάσταση.

#### 4.3.3. Θόρυβος βάθους NC - 25, η ανάδυση του ωφέλιμου σήματος κυμαίνεται από +32 ως +20 dB.

Σε όλο το κοίλο επικρατεί ισχυρή ανάδυση (στάθμες πάνω από το κρίσιμο όριο +20 dB). Η κατάσταση χαρακτηρίζεται από συνθήκες μειωμένων οχλήσεων (σε σχέση με το υφιστάμενο θορυβικό περιβάλλον), δηλαδή την εφαρμογή αυξημένων μέτρων ηχοπροστασίας που διευκολύνουν τη σύγχρονη θεατρική λειτουργία και αποκαθιστούν, παρά τα όποια προβλήματα καταστροφών και επεμβάσεων, την περίφημη ακουστική ποιότητα του αρχαίου θεάτρου.

## **5. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η υπολογιστική διερεύνηση της ακουστικής συμπεριφοράς ενός ανάκλαστρου σκηνογραφίας αποδεικνύει τη λειτουργική του σπουδαιότητα. Η διαμόρφωση ενός σκηνικού πλαισίου (με στενό προσκήνιο και τις προεξοχές των παρασκηνίων στο νοητό όριο της εφάπτομένης) πίσω από την ορχήστρα ενισχύει τις απομακρυσμένες βαθμίδες του άνω διαζώματος, επαυξάνει τη θετική επίδραση του ανάκλαστρου της ορχήστρας και εξασφαλίζει την ακουστική ομογενοποίηση του θεάτρου.

Η εφαρμογή ενός χαμηλού, λιτού και αισθητικά ουδέτερου σκηνικού βάθους, ενός ελαφρού και ανακλητού ανάκλαστρου, σε σωστή θέση και κατάλληλο ανάπτυγμα, αποτελεί ήπια επέμβαση στο χώρο του μνημείου, κατά την περίοδο των παραστάσεων, μέτρο που σε τίποτε δεν μειώνει την καλλιτεχνική ελευθερία για επιλογή σκηνογραφίας ή άλλης σκηνικής κατασκευής (αναρτημένης ή τοποθετημένης μπροστά στο φόντο), ή την υιοθέτηση ελάχιστων σκηνογραφικών παρεμβάσεων με σκηνικά αντικείμενα, ή την απόλυτη απουσία σκηνογραφίας. Σε τελευταία ανάλυση, η καλλιτεχνική δημιουργία στις αναπαραστατικές τέχνες κρίνεται καταβάλλοντας το τίμημα του λειτουργικού αποτελέσματος.

Τα γεωμετρικά μεγέθη των θεάτρων, η φυσική (παθητική) μεγαφωνική δυνατότητα του θεατρικού χώρου και τα φυσιολογικά, φωνητικά - ακουστικά δεδομένα δεν επιτρέπουν την εύρυθμη θεατρική λειτουργία με οχλήσεις περιβάλλοντος υψηλότερες της καμπύλης NC - 30. Η παραπάνω εκτίμηση είναι συντηρητική, επειδή χωρίς το ανάκλαστρο της σκηνογραφίας, η απαίτηση ησυχίας στο περιβάλλον των αρχαίων θεάτρων δεν μπορεί να υπολείπεται του διεθνούς κριτηρίου NC - 25.

Η προστασία της λειτουργίας των θεατρικών χώρων της αρχαιότητας επιβάλλει την θέσπιση κριτηρίου ησυχίας στην περιοχή του μνημείου, την επιβολή αναγκαστικών μέτρων ηχοπροστασίας (για βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή άλλες οχλούσες χρήσεις) σε ακτίνα 1 - 2 Km και την υιοθέτηση προσωρινών ή ευκαιριακών μέτρων απαγόρευσης της κυκλοφορίας σε μία ευρύτερη ζώνη 3 ως 10 Km, μέχρι την οριστική απομάκρυνση του άξονα ταχείας κυκλοφορίας από την περιοχή.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Αθανασόπουλος Χ.Γ.: **Προβλήματα στις Εξελίξεις του Συγχρόνου Θεάτρου**, Ι. Σιδέρης, 1976, Αθήνα
- [2] Μπάρκας Ν.Κ.: **Αρχαίο Ελληνικό Θέατρο – Σχεδιασμός και Λειτουργία**, διδακτορική διατριβή, 1992, Ξάνθη
- [3] Canac Fr.: **L` Acoustique des Theatres Antiques**, CNRS, 1967, Paris
- [4] Lehmann R.: **L` Acoustique des Theatres Antiques, Grecs et Romaine**, πανεπιστημιακή έκδοση, Le Mans
- [5] Vitruvii : **De Architectura**, μετάφραση Π. Λέφας, τόμος Α, βιβλίο V, Πλέθρον, 1997, Αθήνα
- [6] Μπάρκας Ν.Κ.: **Η Ακουστική ως Παράμετρος Σχεδιασμού στο Αρχαίο Ελληνικό Θέατρο**, περιοδικό Μνημείο & Περιβάλλον, τεύχος 2, 1994, Θεσσαλονίκη
- [7] Izenour G. C.: **Theater Design**, Mc Graw-Hill, 1977, New York
- [8] Hunningher B.: **Acoustics and Acting in the Theatre of Dionysus Eleuthereus**, διδακτορική διατριβή, 1956, Amsterdam
- [9] Doerpfeld W. – Reisch E.: **Das Griechische Theater**, Barth und von Hirst, 1896, Athen
- [10] Allen J. T.: **The Key to the Reconstruction of the Fifth Century Theater**, πανεπιστημιακή έκδοση, 1918, California
- [11] Canac Fr.: **Nouvelles Recherches sur les Theatres en Plein Air**, CRSIM, πανεπιστημιακή έκδοση, 1957, Marseille
- [12] Lehmann R.: **Elements de Physio et de Psychoacoustique**, Dunod, 1969, Paris
- [13] Μπάρκας Ν. Κ.: **Χρόνος Αντήρησης και Κριτήρια Ακουστικής Αξιολόγησης**, πρακτικά συνεδρίου της Ελληνικής Ακουστικής Εταιρείας, 1992, Αθήνα
- [14] Liepp E.: **Qualites Acoustiques des Lieux d`Ecoute**, CNRS, 1981, Paris
- [15] Αθανασόπουλος Χ.Γ.: **Προστασία κτιρίων**, 1991, Αθήνα
- [16] Stryjenski J.: **L` Acoustique Applique a l` Urbanisme**, πανεπιστημιακή έκδοση, 1975, Geneve.
- [17] Collard P.: **Philippes**, τόμος Ι, Boccard, 1937, Paris
- [18] Καραδέδος Γ. – Κουκούλη Χ.: **Θέατρο Φιλίππων 2000 -2001**, ΑΕΜΘ τ. 15, 2001, σελ. 83- 89