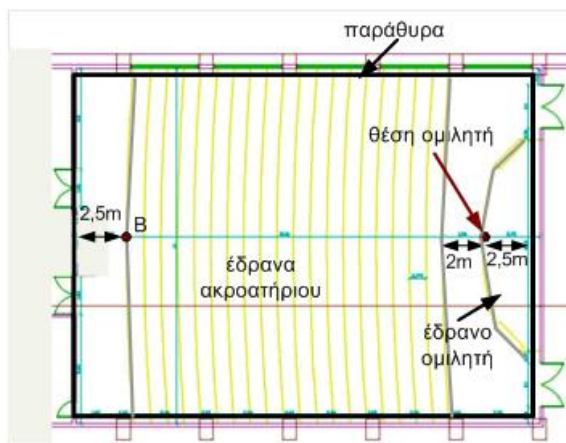


## ΑΣΚΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### Έλεγχος και μείωση αντήχησης σε αμφιθέατρο

Κλειστός ορθογώνιος παραλληλεπίπεδος χώρος αμφιθέατρου έχει διαστάσεις Μ: 22m, Π: 17m, Υ<sub>min</sub>: 5m. Στον χώρο υπάρχουν θέσεις ακροατών με καθίσματα – έδρανα καθώς και έδρανο ομιλητή σε ξύλινο βάθρο. Η μία πλευρά της μεγάλης διάστασης καλύπτεται από παράθυρα ενώ η οροφή είναι καλυμμένη από ηχοαπορροφητική γυψοσανίδα. Η κάτοψη του χώρου δίνεται στο **Σχήμα**.



**Σχήμα**

Ακουστική μέτρηση του χώρου αυτού κατέγραψε τιμή Χρόνου Αντήχησης προς συχνότητα όπως φαίνεται στον **Πίνακα 1**.

Ο χώρος χρησιμοποιείται για μαθήματα, διαλέξεις, τελετές και συνελεύσεις και συνεπώς απαιτείται πρωτίστως βελτίωση της ακουστικής άνεσης ως προς την καταληπτότητα ομιλίας που παράγεται απευθείας από τους ομιλητές.

Η θέση του ομιλητή βρίσκεται στο κέντρο της έδρας και σε απόσταση 2,5m από τον τοίχο που βρίσκεται πίσω από τη σκηνή. Ο ομιλητής εμφανίζει συντελεστή κατευθυντικότητας  $Q = 4$  (σταθερό σε όλες τις συχνότητες).

Για την διαμόρφωση της ακουστικής του χώρου, θα τοποθετηθούν ακουστικά στοιχεία απορρόφησης (ακουστικά πάνελ) έτσι ώστε να μειωθεί η αντήχηση του χώρου και ώστε η τιμή του Χρόνου Αντήχησης (χωρίς ακροατήριο) να είναι της τάξης του 1sec, όπως φαίνεται στον **Πίνακα 1**. Στην επιθυμητή αυτή τιμή θα είναι αποδεκτή απόκλιση της τάξης  $\pm 0,2\text{sec}$ .

**α)** να υπολογισθεί η τιμή του αρχικού συντελεστή απορρόφησης της αίθουσας (πριν την διορθωτική επέμβαση).

**β)** να υπολογισθεί η συνολική επιφάνεια από τέτοια πάνελ που θα απαιτηθεί ώστε ο χώρος αυτός να είναι κατάλληλος για την προβλεπόμενη χρήση ακόμη και χωρίς ακροατήριο και να περιγραφεί και να αιτιολογηθεί σε ποιες από τις επιφάνειες του χώρου θα πρέπει να τοποθετηθούν τα πάνελ αυτά.

**γ)** για τη θέση ακροατή στην τελευταία θέση εδράνων ακροατών (σημείο Β), επί του άξονα της αίθουσας, να υπολογισθεί και να σχολιασθεί η % απώλεια κατανόησης φθόγγων πριν και μετά την επέμβαση στην αίθουσα (ο υπολογισμός να γίνει για συχνότητα 1KHz).

**Υπόδειξη:** Οι απαντήσεις στα ερωτήματα α) και β) θα πρέπει να συμπληρωθούν και στα αντίστοιχα κελιά του **Πίνακα 1**.

	Συχνотική ζώνη (Hz)				
	250	500	1000	2000	4000
Αρχική τιμή RT <sub>60</sub> (s)	2.24	2.05	1.91	1.82	1.54
Αρχικός συντελεστής απορρόφησης					
Επιθυμητή τιμή RT <sub>60</sub> (s)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Επιπλέον επιφάνεια απορρόφησης (m <sup>2</sup> )					
Συντελεστής απορρόφησης πάνελ	0.95	0.98	0.82	0.87	0.86

**Πίνακας 1**

## Λύση

**α)**

$$V = 1870\text{m}^3$$

$$S = 1138\text{m}^2$$

Από τη σχέση για το Χρόνο Αντήχησης (Sabine) από το τυπολόγιο, προκύπτουν οι τιμές για Αρχικό συντελεστή απορρόφησης,  $\alpha$  (**Πίνακας 1**)

**β)**

Με βάση την απάντηση στο α), η αρχική απορρόφηση  $A$  (sabine) του χώρου δίνεται στον **Πίνακα 1**.

Αφού η Επιθυμητή τιμή  $RT$  θα είναι 1s σε όλες τις ζώνες, τότε και η επιθυμητή απορρόφηση  $A'$  (sabine) σε όλες τις ζώνες θα είναι:

$$A' = \frac{0,161 \times 1870}{1} = 301,07 \text{ sabine}$$

Με την τοποθέτηση των πάνελ, ο ενεργός συντελεστής απορρόφησης  $\alpha'$  προκύπτει από την διαφορά του συντελεστή απορρόφησης των πάνελ και του αρχικού συντελεστή, δηλαδή  $\alpha' = \alpha_{\text{πάνελ}} - \alpha$ , π.χ. για τη ζώνη 1 KHz,  $\alpha' = 0,82 - 0,14 = 0,68$ .

Η επιθυμητή απορρόφηση θα επιτευχθεί από πάνελ που καλύπτουν Επιπλέον επιφάνεια ηχο-απορρόφησης  $S$ (m<sup>2</sup>) που προκύπτει από τη σχέση:  $A' = A + S \alpha'$  (ανά ζώνη συχνότητας) και θα είναι π.χ. για τη ζώνη 1 KHz,  $S = (A' - A) / \alpha' = 211,9$  (m<sup>2</sup>) (**Πίνακας 2**):

	Συχνотική ζώνη (Hz)				
	250	500	1000	2000	4000
<b>Αρχικός συντελεστής απορρόφησης, <math>\alpha</math></b>	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17
Αρχική απορρόφηση, $A$ (sabine)	134,4	146,9	157,6	165,4	195,5
Επιθυμητή απορρόφηση, $A'$ (sabine)	301,7	301,7	301,7	301,7	301,7
Ενεργός συντελεστής απορρόφησης, $\alpha'$ (sabine)	0,83	0,85	0,68	0,55	0,69
<b>Επιπλέον επιφάνεια απορρόφησης <math>S</math> (m<sup>2</sup>)</b>	200	181,4	211,9	188,5	153

**Πίνακας 2**

Με δεδομένο ότι η οροφή εμφανίζει ήδη ηχο-απορρόφηση, τα παράθυρα δεν είναι σκόπιμο να καλυφθούν και γενικά θα πρέπει να αποφεύγεται ηχο-απορρόφηση από τον τοίχο πίσω από την πηγή, θα πρέπει να καλυφθούν αρχικά οι επιφάνειες απέναντι και πλευρικά του ομιλητή με συνολικό εμβαδόν περίπου 195m<sup>2</sup>.

γ)

Κατά Peutz, η % μείωση της καταληπτότητας των φωνηέντων της ομιλίας που θα φθάσει στον δέκτη, δίνεται από την σχέση:

$$\%AL_{CONS} = \frac{200r^2RT_{60}^2}{VQ}$$

Με βάση τις τιμές  $RT_{60}$  που εμφανίζονται για πριν και μετά τις επεμβάσεις (Πίνακας 1) και για τη μέγιστη απόσταση  $r=17m$ , η σχέση για το Ποσοστό απώλειας κατανόησης φθόγγων, προκύπτει για τη ζώνη 1 KHz, ως εξής:

τιμή πριν την επέμβαση  $\%AL_{CONS} = 28,2\%$

τιμή μετά την επέμβαση  $\%AL_{CONS} = 7,72\%$