

Χρόνος άντηχίσεως δύο παλαιοχριστιανικῶν βασιλικῶν τῆς Θεσσαλονίκης¹

Τοῦ Ἐμμανουήλ Γ. Τζεκάκη, Ἀρχιτέκτονος, Δρ. Α.Π.Θ.

1. Εἰσαγωγή

Ἡ ἐργασία αὐτή παρουσιάζει μετρήσεις χρόνου άντηχίσεως πού πραγματοποιήθηκαν σέ δύο παλαιοχριστιανικές βασιλικές τῆς Θεσσαλονίκης. Καί τά δύο μνημεῖα θρῖσκονται μέσα στό κέντρο τῆς παλαιᾶς πόλεως. Ὑπάρχουν τουλάχιστον δώδεκα σημαντικές παλαιοχριστιανικές καί βυζαντινές ἐκκλησίες στό κέντρο τῆς παλαιᾶς πόλεως. Τά μνημεῖα πού παρουσιάζονται στήν ἐργασία αὐτή, δηλαδή ὁ Ἅγιος Δημήτριος καί ἡ Ἀχειροποίητος, ἔχουν ἰδιαίτερα μεγάλους ὄγκους, γεγονός πού παρουσιάζει ἐνδιαφέρον σχετικά μέ τούς στόχους αὐτῆς τῆς παρουσιάσεως.

2. Περιγραφές

Ἡ Ἅγιος Δημήτριος εἶναι μιά πολύ γνωστή παλαιοχριστιανική βασιλική πού κατασκευάστηκε κατά τό πρῶτο τέταρτο τοῦ 5ου αἰώνα. Τό κτίριο καταστράφηκε ἀπό πυρκαϊά καί ξανακατασκευάστηκε κατά τή διάρκεια τοῦ 7ου αἰώνα. Λίγο μετά τό 1917 μιά νέα πυρκαϊά κατέστρεψε τό μνημεῖο, καί ἔτσι ἡ σημερινή του μορφή εἶναι ἀποτέλεσμα ἀναστηλώσεων μεγάλης κλίμακας πού ὀλοκληρώθηκαν γύρω στά 1950.

Ἡ βασιλική εἶναι ἓνα μεγάλο ὀρθογώνιο κτίσμα διαστάσεων 57X33 m² μέ ὕψος στόν κεντρικό ἄξονα 18 m. Χωρίζεται μέ τέσσερις σειρές κολῶνες σέ πέντε κλήτη. Ὑπάρχουν ἐξώστες πάνω ἀπό τά τέσσερα πλευρικά κλήτη καί πάνω ἀπό τό νάρθηκα. Τό κεντρικό καί τά πλευρικά κλήτη ἔχουν ξεχωριστές κεκλιμένες ὀροφές.

Ἡ ὀγκος τῆς ἐκκλησίας εἶναι 22.100 m³, καί ἡ συνολική ἐσωτερική τῆς ἐπιφάνεια 6.500 m². Κατά συνέπειαν ἡ μέση ἐλευθέρα διαδρομή εἶναι 13,60 m. Τό δάπεδο καί ἓνα μεγάλο ποσοστό κατακορύφων ἐπιφανειῶν εἶναι καλυμμένα μέ μάρμαρα. Οἱ λοιπές ἐπιφάνειες καλύπτονται μέ μωσαϊκά καί φρέσκο. Ἡ ὀροφή εἶναι κατασκευασμένη ἀπό ὀπλισμένο σκυρόδεμα καί ἀπομιμείται τήν κατεστραμμένη ξύλινη κατασκευή, χωρίς ἐπίπεδη ψευδοροφή.

Ἡ Ἀχειροποίητος εἶναι μιά ἄλλη παλαιοχριστιανική βασιλική, κτισμένη κατά τό 2ο τέταρτο τοῦ 5ου αἰώνα, καί ἔκτοτε δέν ἔχει καταστραφεῖ ἢ ἀλλάξει. Τό κτίσμα εἶναι ἐπίσης μεγάλο καί ὀρθογώνιο, μέ διαστάσεις συγκρίσιμες μέ ἐκείνες τοῦ Ἅγίου Δημητρίου. Χωρίζεται ἀπό δύο σειρές κολῶνες σέ τρία κλήτη. Πάνω ἀπό τά πλευρικά κλήτη ὑπάρχουν ἐξώστες.

Ἡ ὀγκος τοῦ μνημείου εἶναι 19.250 m³, ἡ συνολική του ἐπιφάνεια 5.900 m², καί ἡ μέση ἐλευθέρα διαδρομή 13,05 m. Τό δάπεδο καλύπτεται ἀπό μάρμαροκαί ἡ ἐπιφάνεια τῶν τοίχων κυρίως ἀπό σοβά. Ἡ ὀροφή εἶναι μιά ξύλινη κατασκευή μέ κλίσεις, χωρίς ψευδοροφή.

Συγκρίνοντας τά δύο μνημεῖα μποροῦν νά παρατηρηθοῦν οἱ ἑξῆς διαφορές:

- Ἡ Ἅγιος Δημήτριος εἶναι λίγο μεγαλύτερος ἀπό τήν Ἀχειροποίητο (περίπου 15% περισσότερο ὄγκο).
- Ἡ Ἅγιος Δημήτριος ἔχει πολύ περισσότερες μαρμάρινες ἐπιφάνειες, σέ σύγκριση μέ τίς ἐπιφάνειες ἀπό σοβά τῆς Ἀχειροποίητου.
- Ἡ Ἅγιος Δημήτριος ἔχει πέντε κλήτη ἐνώ ἡ Ἀχειροποίητος τρία.

- Ἡ Ἀχειροποίητος ἔχει ξύλινη ὀροφή, ἐνώ ὁ Ἅγιος Δημήτριος μιά ἀπομίμηση ξύλινης ὀροφῆς ἀπό σκυρόδεμα.
- Ἡ Ἀχειροποίητος εἶναι τό πρῶτοτυπο κτίσμα ἐνώ ὁ Ἅγιος Δημήτριος τό ἀποτέλεσμα ἀνακατασκευῆς.

3. Μετρήσεις καί ἀποτελέσματα

Μέ στόχο τήν καταγραφή τῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ χρόνου άντηχίσεως τῶν δύο ἐκκλησιῶν, πραγματοποιήθηκαν διεξοδικές μετρήσεις κατά τό καλοκαίρι τοῦ 1976. Οἱ μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μέ τή βοήθεια ἐνός ἐργαστηριακοῦ μαγνητοφώνου, καί πυροβολισμῶν.

Οἱ ταινίες ἀναλύθηκαν μέ τή βοήθεια τοῦ ἐργαστηριακοῦ ἐξοπλισμοῦ, χρησιμοποιώντας τό τυποποιημένο σύστημα ἀναλύσεως ἀνά ἓνα τρίτο τῆς ὀκτάβας.

Δόθηκε ἰδιαίτερη προσοχή ὥστε νά καλυφθοῦν πλήρως οἱ μετρούμενοι χώροι, καί νά ἀποφευχθοῦν ἀβέβαιες τιμές μετρήσεων.

Τά ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων δίδονται στό διάγραμμα τοῦ σχήματος 3. Ἡ ἄνω καμπύλη εἶναι τοῦ Ἅγίου Δημητρίου ἐνώ ἡ κάτω τῆς Ἀχειροποίητου. Εἶναι ἀξιοσημείωτο τό γεγονός ὅτι ἐνῶ καί οἱ δύο ἐκκλησίες ἔχουν περίπου τόν αὐτό ὄγκο, παρουσιάζουν μιά διαφορά χρόνου άντηχίσεως στίς μεσαίες συχνότητες, τῆς τάξεως τῶν 2 δευτερολέπτων.

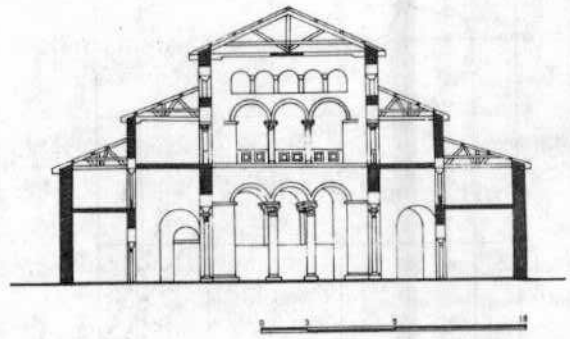
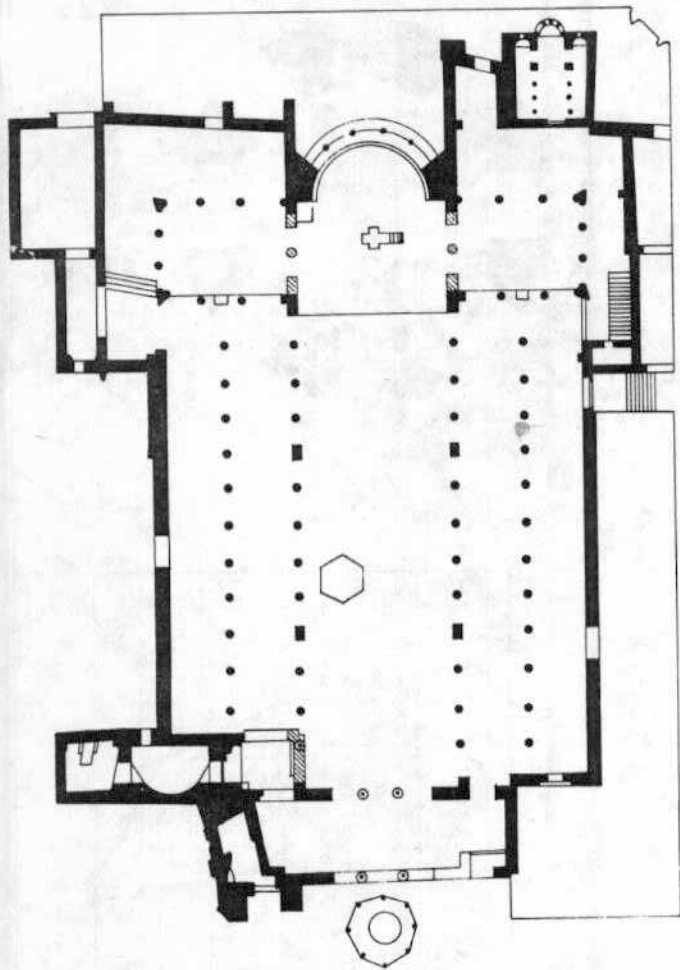
4. Συζήτηση

Οἱ καμπύλες χρόνων άντηχίσεων τῶν δύο ἐκκλησιῶν εἶναι βασικά τῆς αὐτῆς μορφῆς, μέ μιά μικρή ἐπίπεδη περιοχή στίς μεσαίες συχνότητες, καί μιά ἀπότομη μείωση πρός τίς ὑψηλές συχνότητες, λόγω τῶν αὐξανόμενων ἀπορροφητικῶν ιδιοτήτων τῶν μεγάλων ὀγκων ἀέρα.

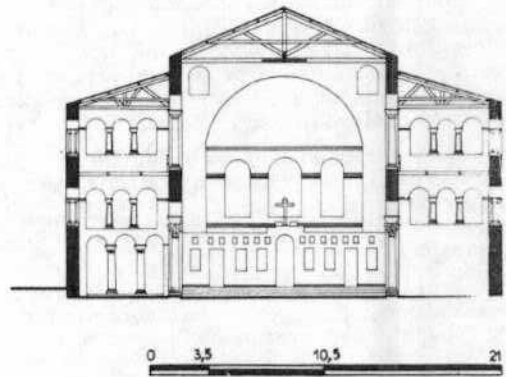
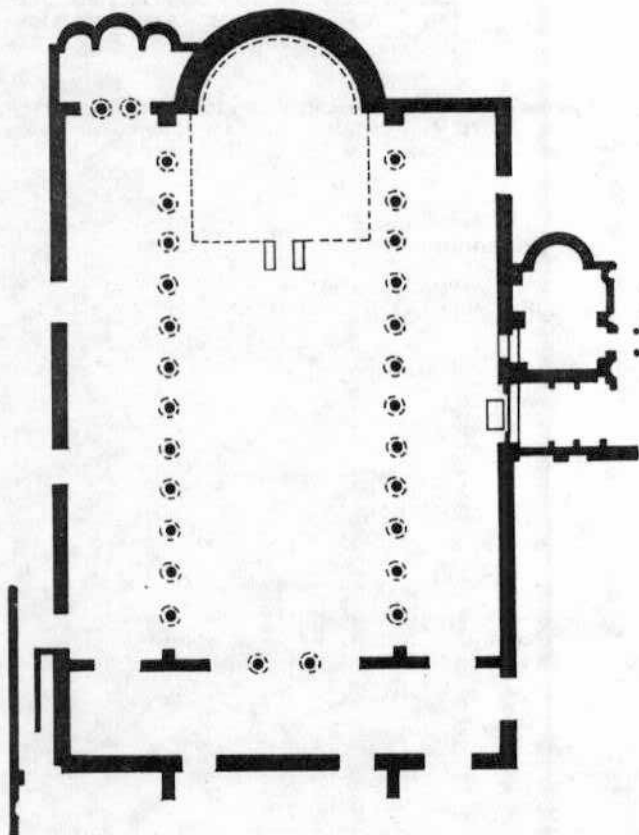
Ἡ διαφορά τῶν δύο δευτερολέπτων πού παρατηρήθηκε ἀνάμεσα στίς δύο καμπύλες εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς διαφορᾶς ὀγκων ἀφ' ἐνός καί τοῦ διαφορετικοῦ ὕλικου κατασκευῆς τῆς ὀροφῆς ἀφ' ἑτέρου. Μιά ξύλινη ὀροφή μέ ἐπιφάνεια πάνω ἀπό χίλια τετραγωνικά μέτρα εἶναι φυσικό νά ἔχει μιά ἀξιοσημείωτη ἐπίδραση στό χρόνο άντηχίσεως τοῦ χώρου. Ἀκόμη, ἡ διαφορετική ἐσωτερική μορφή μπορεῖ νά αὐξήσει τή διαφορά. Καί οἱ δύο ἐκκλησίες εἶναι χωρισμένες ἐσωτερικά σέ ἓναν ἀριθμό μικρότερων χώρων πού συνδέονται μεταξύ τους μέ πολλαπλά ἀνοίγματα. Ἡ μορφή αὐτή δικαιολογεῖ τούς χαμηλούς χρόνους άντηχίσεως πού προέκυψαν. Λαμβάνοντας ὑπόψη τίς σκληρές ἐσωτερικές ἐπιφάνειες τῶν δύο ἐκκλησιῶν, οἱ τιμές τοῦ χρόνου άντηχίσεως πού προβλέπονται θεωρητικά θρῖσκονται περί τά 12 ὄς 15 δευτερόλεπτα. Μιά ἄλλη ἀνάλογη κατάσταση παρουσιάστηκε παλαιότερα, στήν περίπτωση τῆς Ροτόντας Θεσσαλονίκης (βλέπε παραπομπή 2). Ἡ Ροτόντα εἶναι ἓνα ρωμαϊκό μνημεῖο τοῦ τετάρτου αἰώνα μέ ὄγκο 15.600 m³. Αναλυτικές μετρήσεις ἔδωσαν χρόνο άντηχίσεως κάτω ἀπό 5 δευτερόλεπτα, τιμή πολύ χαμηλότερη ἀπό τήν ἀναμενόμενη. Ὁ χώρος παρουσιάζει μόνο ἀνακλαστικές ἐσωτερικές ἐπιφάνειες, ἀλλά ἔχει ταυτόχρονα ἓνα μεγάλο ἀριθμό πλευρικῶν χώρων μικροῦ βάθους, καί διαφορετικῶν διαστάσεων καί σχημάτων, οἱ ὀποιοί δημιουργοῦν διάχυτο πεδίο.

* Εἰδικός Ἐπιστήμων, Ἐργαστήριο Εἰδικῆς Κτιριολογίας, Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ.

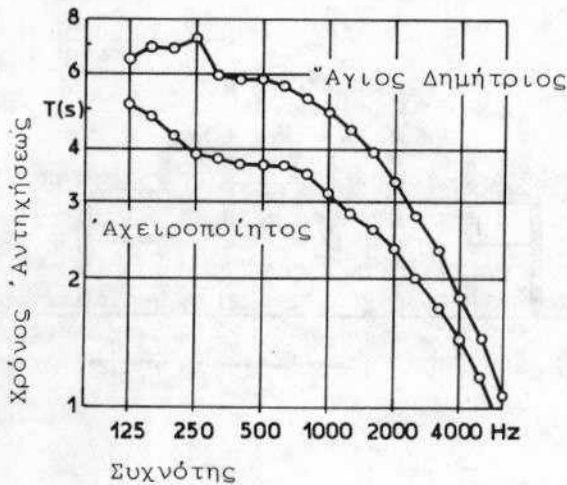
1. Τίτλος ἐπιστημονικῆς ἀνακοινώσεως, πού παρουσιάστηκε τόν Ἰούλιο τοῦ 1977 στό 9ο Διεθνές Συνέδριο Ἀκουστικῆς στή Μαδρίτη.



Σχήμα 1: Κάτοψη και τομή του Ἁγίου Δημητρίου.



Σχήμα 2: Κάτοψη και τομή της Ἀχειροποιήτου.



Σχήμα 3: 'Αποτελέσματα μετρήσεων χρόνου αντηχήσεως των δύο εκκλησιών. Άνω καμπύλη: Άγιος Δημήτριος. Κάτω καμπύλη: Άχειροποίητος.

Τό χαρακτηριστικό σχέδιο και τὰ εσωτερικά στοιχεία μιὰς βασιλικῆς, δημιουργοῦν ικανοποιητικὴ διάχυση, ἡ ὁποία παίζει ιδιαίτερο ρόλο στὴ δημιουργία τοῦ χαμηλοῦ χρόνου ἀντηχήσεως.

Ανάλογη κατάσταση ἀναφέρθηκε παλαιότερα (βλέπε παραπομπή 2) στὴν περίπτωση ἐνὸς ἀριθμοῦ βασιλικῶν στὴ Ρώμη, μὲ ἀνάλογα ἀποτελέσματα.

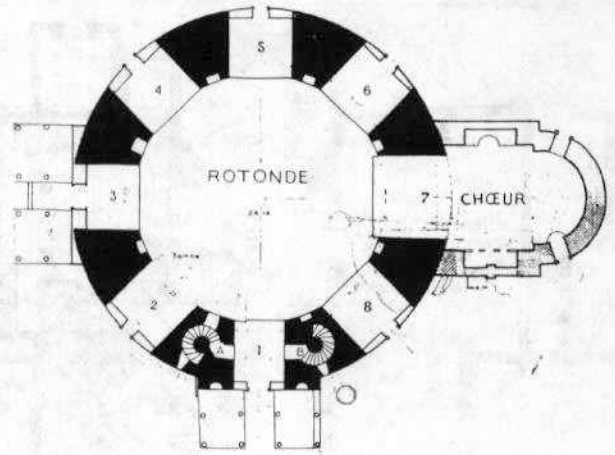
5. Συμπεράσματα

Τὰ ἀποτελέσματα πού ἀναφέρονται σ' αὐτὴν τὴν ἐργασία ὁδηγοῦν στὸ συμπέρασμα ὅτι χώροι πού ἀποτελοῦνται ἀπὸ πολλοὺς μικροὺς συνεδμεμένους ὄγκους, καὶ παρουσιάζουν ἀρκετὰ διαχυτικὰ στοιχεῖα, παρουσιάζουν πολὺ χαμηλοὺς χρόνους ἀντηχήσεως, οἱ ὁποῖοι δὲν εἶναι δυνατό νά προβλεφθοῦν μὲ ὑπολογισμοὺς χρησιμοποιώντας τοὺς γνωστοὺς τύπους ὑπολογισμοῦ χρόνου ἀντηχήσεως.

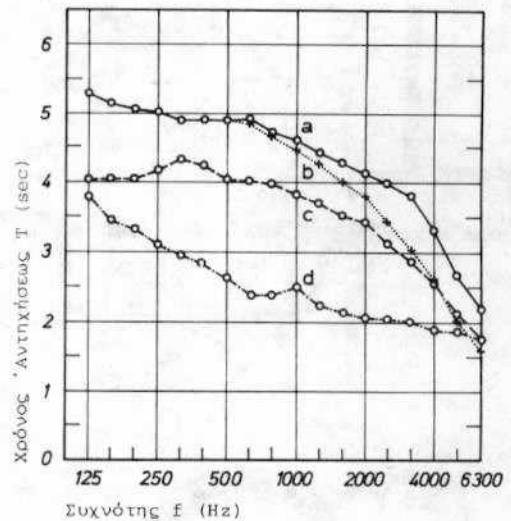
Πρὸς τὸ αὐτὸ συμπέρασμα ὁδηγοῦν τὰ ἀποτελέσματα ἄλλων μελετῶν πού πραγματοποιήθηκαν παλαιότερα σὲ χώρους μὲ ἀνάλογα χαρακτηριστικά.

6. Εὐχαριστίες

Ἰδιαίτερες εὐχαριστίες οφείλονται στὸν καθηγητὴ κ. Ι.Δ. Τριανταφυλλίδη, τῆς Ἐδρας Εἰδικῆς Κτιριολογίας τῆς Πολυτεχνικῆς Σχολῆς τοῦ Ἀριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, ὅπου ἀνήκει τὸ ἐργαστήριο, γιὰ τὴν πολύπλευρη συμπαράστασή του.



Σχήμα 4: Κάτοψη τῆς Ροτόντας.



Σχήμα 5: 'Αποτελέσματα μετρήσεων χρόνου ἀντηχήσεως τῆς Ροτόντας. Άνω καμπύλη a: χώρος ἀδειος. Κάτω καμπύλη d: χώρος μὲ θεατῆς.

7. Παραπομπές

1. R.S. Shankland, H. K. Shankland, *Journal of the Acoustical Society of America*, (1971) τόμος 50, σελ. 389.
2. E. G. Tzekakis, *Journal of the Acoustical Society of America*, (1975) τόμος 57, σελ. 1207.

Reverberation times of two Early-Christian Basilicas of Thessaloniki

By **Emmanuel Tzekakis***, Architect, Dr-Eng.

Introduction

The basilicas of Acheiropoietos and St. Demetrius are two of the earliest existing monuments of early-christian architecture, both build in the centre of the old town of Thessaloniki.

Description

St. Demetrius basilica was build during the first quarter of the 5th century and has been destroyed twice by fire. The now existing building is the result of a recent total reconstruction. The church is divided in five aisles.

The volume of the church is 22,100 m³ and the total internal surface is 6,500 m².

Acheiropoietos basilica was build during the second quarter of the 5th centuy and has never been destroyed or altered. The church is a three aisled basilica of similar construction as St. Demetrius.

The total volume of the church is 19,250 m³ and the internal surface is 5,900 m².

Measurements

Both churches have been measured with the aid of an instrumenta-

tion tape recorder and a shotgun, and the tapes were analyzed with standard laboratory equipment.

The reverberation times of both churches (empty) are given in the included diagram (fig. 1, upper curve St. Demetrius, lower curve Acheiropoietos).

Conclusions

Both churches are showing much lower than expected reverberation times. The actual calculated absorption coefficients for both churches (> 0,10) are highly improvable, because most of the surfaces are plaster or marble. It is evident that the low reverberation time values, are resulting from the fact that each rooms total volume is divided in a number of smaller, coupled-together volumes.

The presented results are in agreement with measurements made in basilicas in Rome (1) and with measurements, reported earlier by the author, in an other large-volume monument (2).

References

1. *R.S. Shankland and H.K. Shankland*, J.A.S.A. (1971) 50, 389.
2. *E.G. Tzekakis*, J.A.S.A. (1975) 57, 1207.

*School of Technology, Laboratory of Architectural Design Aristotle University of Thessaloniki, Greece.