

ΜΟΥΣΙΚΗ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟ ΒΥΖΑΝΤΙΝΟ ΜΕΛΟΣ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΔΕΛΒΙΝΙΩΤΗ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΥΡΟΥΠΕΤΡΟΓΛΟΥ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σ' αὐτὴ τὴν μελέτη μετροῦμε μέσῳ ψηφιακῆς ἐπεξεργασίας σήματος τὸ τονικὸ ὕψος μὲ βάση τὴν θεμελιώδη συχνότητα τῶν φθόγγων τῶν μουσικῶν κλιμάκων τῶν τριῶν μουσικῶν γενῶν – διατονικοῦ, χρωματικοῦ (μαλακοῦ - σκληροῦ) καὶ ἑναρμονίου (τριῶν δασκάλων). Κάθε μουσικὴ κλίμακα ψάλλεται χωριστὰ γιὰ τὰ πέντε φωνήματα (α, ε, ι, ο, ου) σὲ ἀνιούσα καὶ κατιούσα μορφή ἀπὸ δεκαπέντε (15) ἔμπειρους καὶ φημισμένους ψάλτες. Τὸ ὑλικὸ αὐτὸ προέρχεται ἀπὸ τὴν Πρότυπη Συλλογὴ Ψαλτικῶν Φωνῶν ΔΑΜΑΣΚΗΝΟΣ. Στὴν ἀρχὴ ὑπολογίζονται τὰ μουσικὰ διαστήματα μὲ βάση τὴν μουσικὴ συγκερασμένη κλίμακα τῶν 72 μορίων. Τὰ μετρούμενα μουσικὰ διαστήματα συγκρίνονται μὲ ἐκεῖνα τῆς Πατριαρχικῆς Ἐπιτροπῆς τοῦ 1881 καὶ στὴν ἀντίστοιχη συγκερασμένη κλίμακα. Τὰ ἀποτελέσματα τῆς μελέτης συνοψίζονται στὰ παρακάτω : 1) Ὑπάρχουν σαφεῖς διαφορὲς μεταξὺ τῶν διαστημάτων τῶν μουσικῶν γενῶν. 2) Ὑπάρχουν μικρὲς διαφορὲς μεταξὺ ἀνιούσας καὶ κατιούσας μορφῆς κλιμάκων. 3) Παρατηρήθηκαν μικρὲς ἀποκλίσεις ἀπὸ τὶς τιμὲς τῆς Πατριαρχικῆς Ἐπιτροπῆς, περίπου κατὰ 1 μόριο σὲ μέσους ὄρους. 4) Παρατηρήθηκε μείξη τοῦ μαλακοῦ καὶ σκληροῦ χρώματος, καὶ μεταξὺ ἑναρμονίου καὶ διατονικοῦ, ἀφοῦ διαστήματα τοῦ ἑνὸς βρέθηκαν μέσα στὸ ἄλλο. 5) Ταυτοποιήθηκαν οἱ διαστηματικὲς κατηγορίες γιὰ τὸν μείζονα τόνο 12,2, τὸν ἐλάσσονα 9,4, τὸν ἐλάχιστο 7,2, τὸν ὑπερμείζονα τοῦ μαλακοῦ χρώματος 14,9, τὸν ὑπερμείζονα τοῦ σκληροῦ χρώματος 18,1, τὸ λείμμα 6,4 καὶ τὸ ἔλασσον ἡμίτονο 5,8 μόρια.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γιὰ πολλὰ χρόνια μετὰ τὴν καθιέρωση τῆς νέας μουσικῆς σημειογραφίας ἀπὸ τοὺς τρεῖς δασκάλους (1818) ὑπῆρξε μιὰ ἀτέλειωτη συζήτηση

περί τῆς ὀρθότητος ἢ μὴ τῶν περιγραφομένων ἀπὸ τὸν Χρῦσανθο¹ μουσικῶν διαστημάτων. Τὰ προβλήματα εἶχαν νὰ κάνουν τόσο μὲ τὸν συνολικὸ ἀριθμὸ τμημάτων διαίρεσης τῆς ὀκτάβας ὅσο καί, κυρίως, μὲ αὐτὴ καθαυτὴ τὴν ὑποδιαίρεσή της². Μὲ βάση τὴν κατατομὴ τοῦ κανόνος ἀπὸ τὸν μαθηματικὸ Εὐκλείδη (3ος αἰ. π.Χ.), ὅπου τὰ μήκη τῶν τμημάτων ἀντιστοιχοῦν στὶς βασικὲς συμφωνίες τοῦ ἀμετάβολου ἀρχαιοελληνικοῦ μουσικοῦ συστήματος, τὸ ἐλάχιστο κοινὸ πολλαπλάσιο τῶν παρονομαστῶν τῶν κλασμάτων τους εἶναι 72³. Ἐπὶ πλεόν ὁ μουσικὸς Ἀριστόξενος (4ος αἰ. π.Χ.) πρότεινε τὸν συγκεκρισμὸ τῆς μουσικῆς κλίμακας σὲ 72 τμήματα⁴. Ὁ Χρῦσανθος καθόρισε τὸν συνολικὸ ἀριθμὸ τμημάτων σὲ 68 τμήματα ἀλλὰ ἡ Πατριαρχικὴ Ἐπιτροπὴ τοῦ 1881-83 ἐπανέφερε τὴν διαίρεση σὲ 72 τμήματα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἐν χρήσει μέχρι σήμερα. Νεώτεροι μουσικοδιδάσκαλοι διεφώνησαν τόσο μὲ τὴν ἐπιτροπὴ τοῦ 1881 ὅσο καί μὲ τὸν Χρῦσανθο.

Ἡ ὑποδιαίρεση τῆς ὀκτάβας ἔχει δυὸ ἱστορικὲς ἀφετηρίες: Τὴν διαίρεση τοῦ μονοχόρδου μὲ βάση τοὺς ἀριθμητικὸς λόγους καὶ τὶς παγκόσμιες διαστηματικὲς συμφωνίες τῆς τετάρτης (4:3), τῆς πέμπτης (3:2), καὶ τῆς διαπασῶν (2:1) (Γεωμετρικὴ διαίρεση - Πυθαγόρας) ἀφενός, καὶ τὴν διαίρεση τῆς μουσικῆς κλίμακας τῆς ὀκτάβας σὲ ἴσα ἀκουστικῶς τμήματα ἀφετέρου (Λογαριθμικὴ διαίρεση - Ἀριστόξενος). Ἡ γεωμετρικὴ διαίρεση τοῦ Πυθαγόρα γιὰ τὸ μαλακὸ διάτονο καταλήγει στὸν μείζονα τόνο 9:8, στὸ λείμμα 256:243, καὶ στὸν ἐλάχιστο τόνο ἢ ἀποτομὴ 2187:2048 (9:8/256:243) καθὼς καὶ σὲ ἄλλα διαστήματα, ὅπως: στὸν ἐλάσσονα τόνο (256/243)², στὸ Πυθαγόρειο κόμμα 531441:524288 (2187:2048/256:243), κ.ἄ.

Ἡ Πατριαρχικὴ Ἐπιτροπὴ τοῦ 1881, ὀργανώνοντας ἓνα ψυχοακουστικὸ πείραμα⁵ προσπάθησε νὰ μετρήσει τὰ ἐν χρήσει μουσικὰ διαστήματα τῆς ἐποχῆς τῆς καὶ στὴ συνέχεια νὰ παραδώσει ἓνα σύστημα προσδιορισμοῦ των, τὸ ὁποῖο θὰ μπορούσε νὰ ἐφαρμοσθεῖ στὴ διδασκαλία τῆς

1. Χρυσάνθου τοῦ ἐκ Μαδύτων, *Θεωρητικὸν Μέγα τῆς Μουσικῆς*, Τεργέστη, 1832.

2. Σίμωνος Καρὰ Ι., *Γένη καὶ διαστήματα εἰς τὴν Βυζαντινὴν Μουσικὴν*, Ἀθήνα 1970, σέλ.19.

3. Χαράλαμπος Σπυρίδης Χ., *Εὐκλείδου κατατομὴ κανόνος*, Ἀθήνα 1998, σσ. 208-212.

4. Νίκου Κυπουργοῦ, «Μερικὲς παρατηρήσεις πάνω στὰ βασικὰ διαστήματα τῆς Ἑλληνικῆς καὶ Ἀνατολικῆς μουσικῆς», *Μουσικολογία*, τεῦχος 2ο, 1985, σσ. 83-93.

5. Μουσικῆς Ἐπιτροπῆς 1883, *Στοιχειώδης διδασκαλία τῆς Ἐκκλησιαστικῆς Μουσικῆς* (Ἐκδόσεις Κουλτούρα), Κωνσταντινούπολη 1888.

Ψαλτικῆς. Ἐν συντομίᾳ, πεπειραμένοι ὄργανοπαῖκτες τοῦ ταμπουρά, ρύθμιζαν τὶς θέσεις τῶν κινητῶν δεσμῶν τοῦ ὄργάνου ἔτσι ὥστε νὰ μπορεῖ νὰ ἀποδοθοῦν γνωστὰ μουσικὰ ἐκκλησιαστικὰ μέλη μὲ ἐπιτυχία. Μία ἐπιτροπὴ μουσικῶν ἀξιολογοῦσε τὸ ἀποτέλεσμα ὑποδεικνύοντας στοὺς ὄργανοπαῖκτες νὰ διορθώσουν τὶς θέσεις τῶν δεσμῶν μέχρις ὅτου τὸ μουσικὸ ἀποτέλεσμα νὰ ἦταν τὸ ἄριστο. Τότε σημείωναν τὶς θέσεις τῶν δεσμῶν καὶ ὑπολόγιζαν τὰ μουσικὰ διαστήματα. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπο κατεγράφησαν τὰ μουσικὰ διαστήματα ἀνὰ γένος καὶ ἀνὰ ἦχο, τὰ ὁποῖα στὴ συνέχεια ἡ Ἐπιτροπὴ ἐπεξεργάσθηκε μαθηματικὰ καὶ προσπάθησε νὰ περιγράψει μὲ ἀριθμητικούς λόγους, ὡς πρὸς τὴν ἀκρίβειά τους ἀλλὰ καὶ μὲ προσεγγιστικούς ἀριθμούς σὲ μία μουσικὴ κλίμακα μὲ ἴσες ὑποδιαιρέσεις, δηλαδὴ σὲ μία ψυχοακουστικὴ κλίμακα⁶.

Τὰ μουσικὰ διαστήματα ποὺ πρότεινε ἡ Πατριαρχικὴ Ἐπιτροπὴ ἦσαν τὰ ἑξῆς: ὁ μείζων τόνος $9/8$ (12.23 μόρια - 203.9cents) σὲ ὅλα τὰ γένη, ὁ ἐλάσσων $(9/8) \times (80/81)^2$ (9.65μ - 160.9c), γιὰ τὸ μαλακὸ διάτονο, ὁ ἐλάχιστος $27/25$ (7.99μ - 133.2c), γιὰ τὸ μαλακὸ διατονικὸ καὶ τὸ μαλακὸ χρωματικὸ, ὁ ὑπερμείζων τοῦ μαλακοῦ χρώματος $(9/8) \times (25/24) \times (80/81)^2$ (13.89μ - 231.5c), τὸ λειμμα $(9/8) \times (24/25) \times (80/81)^2$ (5.41μ - 90.2c), γιὰ τὸ σκληρὸ χρωματικὸ καὶ τὸ ἐναρμόνιο, τὸν ὑπερμείζονα τοῦ σκληροῦ χρώματος $(9/8) \times (27/25)$ (20.23μ - 337.1c) καὶ τὸ ἔλασσον ἡμίτονον $25/24$ (4.24μ - 70.6c), γιὰ τὸ σκληρὸ χρωματικὸ γένος, σὲ μόρια καὶ cents, ἀντίστοιχα μέσα στὶς παρενθέσεις (100 cents εἶναι ἴσα μὲ 6 μόρια). Ὅλες οἱ ἀνωτέρω τιμές σὲ μόρια στρογγυλοποιήθηκαν ἀπὸ τὴν Ἐπιτροπὴ στὶς τιμές 12, 10, 8, 14, 6, 20 καὶ 4 ἀντὶ τῶν τιμῶν 12.23, 9.65, 7.99, 13.89, 5.41, 20.23 καὶ 4.24. Οἱ προσεγγιστικὲς τιμές διαφέρουν ἀπὸ τὶς μετρημένες πειραματικὰ κατὰ ποσότητες κυμαινόμενες ἀπὸ 0.01 μόρια ἕως 0.59 μόρια. Ἀξίζει νὰ σημειωθεῖ ἐδῶ ὅτι τὰ ἀντίστοιχα Πυθαγόρεια διαστήματα σὲ μόρια ὑπολογίζονται σέ: 12,2 τμήματα γιὰ τὸν μείζονα, 10,8 γιὰ τὸν ἐλάσσονα, καὶ 6,8 τμήματα γιὰ τὸν ἐλάχιστο.

Ἡ Πατριαρχικὴ Ἐπιτροπὴ, προκειμένου νὰ ἐκφράσει τὰ μουσικὰ διαστήματα σὲ λόγους βασίσθηκε στὰ διαστήματα ποὺ πρότεινε ὁ Δίδυμος ὁ Ἀλεξανδρεὺς (1ος π.Χ. - 1ος μ.Χ. αἰ.), ὁ ὁποῖος ἔκανε τὴν διαίρεση τοῦ τετραχόρδου εἰσάγοντας τὴν μείζονα τρίτη $5/4$ καὶ ὑπολογίζοντας ἓνα μείζον ἡμίτονο $16/15$, ἓνα ἔλασσον ἡμίτονο $25/24$ καὶ τὸ Διδύμειο κόμμα

6. Δημητρίου Δελβινιώτη, *Εἰσαγωγή στὴ Μουσικὴ Πληροφορικὴ - Σημειώσεις στὸ μάθημα τῆς Μουσικῆς Πληροφορικῆς*, Πανεπιστήμιο Ἀθηνῶν, Τμῆμα Πληροφορικῆς, 2003, σσ. 32-38.

81/80. Τὸ τελευταῖο πιθανὸν χρησιμοποιήθηκε ὑψούμενο στὸ τετράγωνο ἀποκτώντας ἔτσι μία μικρότερη τιμή, ποὺ προσφέρεται γιὰ λεπτές διορθώσεις τῶν μουσικῶν διαστημάτων πρὸς τὴν μετρούμενη πειραματικὰ τιμή.

Μέχρι τώρα δὲν ἔχει γίνει καμμία πειραματικὴ μελέτη σχετικὰ μὲ τὴν μέτρηση τῶν μουσικῶν διαστημάτων στὴν πράξη, δηλαδὴ κατὰ τὴν ψαλτικὴ ἐκτέλεση, πλὴν μιᾶς ἐξαιρέσεως, ἡ ὁποία ὑπῆρξε περιορισμένη μόνο σὲ ἓνα ὑποκείμενο ἀνάλυσης καὶ σὲ σῆμα φωνῆς⁷. Ἐπὶ πλέον ἔλειπε μία συστηματικὴ καταγραφή τῆς πράξεως τῆς Ψαλτικῆς, μὲ ὅσον τὸ δυνατόν ἀκριβέστερο καὶ περιεκτικότερο ἀπὸ πλευρᾶς μουσικῆς καὶ φωνητικῆς πληροφορίας τρόπο, καὶ ἡ δημιουργία μιᾶς βάσεως φωνητικῶν καὶ μουσικῶν δεδομένων⁸.

Στὴν παροῦσα ἐργασία γίνεται προσπάθεια νὰ καθορισθοῦν τὰ μουσικὰ διαστήματα μέσα ἀπὸ τὴν ἀκουστικὴ ἀνάλυση τονικότητας τοῦ φωνητικοῦ μουσικοῦ ἤχου τῆς ἐκκλησιαστικῆς μουσικῆς καὶ νὰ ἐξαχθοῦν συμπεράσματα ὡς πρὸς τὰ τρία μουσικὰ γένη, διατονικό, χρωματικό καὶ ἑναρμόνιο, ὅπως αὐτὰ ἔχουν ὀρισθεῖ ἀπὸ τοὺς τρεῖς δασκάλους Γρηγόριο Πρωτοψάλτη, Χουρμούζιο Χαρτοφύλακα καὶ Χρῦσανθο.

Τὸ ἀκολουθοῦν κείμενο ὁργανώνεται ὡς ἐξῆς: Ἀρχικά, περιγράφεται τὸ πείραμα μετρήσεων καὶ τὰ δεδομένα (ὕλικό) ποὺ προέκυψαν ἀπ' αὐτό. Ἀκολουθεῖ ἡ μέθοδος μέτρησης τονικότητας καθὼς καὶ ἡ μετατροπὴ τῶν συχνοτήτων σὲ βυζαντινὰ μουσικὰ τμήματα. Τὸ πρόβλημα τοῦ καθορισμοῦ τοῦ μουσικοῦ φθόγγου μὲ ἀκουστικὰ κριτήρια καθὼς καὶ οἱ παράμετροι ποὺ τὸ προσδιορίζουν συζητεῖται στὴ συνέχεια ἐνῶ περιγράφονται τὰ μουσικὰ διαστήματα ποὺ καθορίσθηκαν ἀπὸ τὴν ἐπιτροπὴ τοῦ 1881 καὶ στὰ τρία μουσικὰ γένη. Τὰ ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων καὶ ἡ στατιστικὴ τους ἐπεξεργασία ἀκολουθοῦν καὶ τὸ ἄρθρο τελειώνει μὲ τὰ συμπεράσματα καὶ τὴ σχετικὴ συζήτηση ἐπ' αὐτῶν.

2. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Τὸ πείραμα συνίστατο στὴν συλλογὴ ἠχογραφημάτων φωνῆς ἀπὸ 13 ψάλτες ἀποδεδειγμένης ἐμπειρίας καὶ φωνητικῶν μουσικῶν δυνατοτή-

7. K. Tsiappoutas, George E. Ioup, and Juliette W. Ioup, «Measurement and analysis of Byzantine chant frequencies and frequency intervals», *Journal of the Acoustical Society of America*, October 2004, Vol. 116, No. 4, Pt.2.

8. G. Kouroupetroglou, D. Delviniotis, G. Chryssochoidis: «DAMASKINOS: The Model Tagged Acoustic Corpus of Chant Voices», *Proc. of the Conf. ACOUSTICS 2006*, 18-19 Sept. 2006, Heraclion, Greece.

των, ηλικίας μεταξύ 40 και 60 ετών. Οι ήχογραφήσεις έγιναν μέσα σε άνηχωνικό στούντιο με το ίδιο ήχητικό σύστημα – μικρόφωνο, ψηφιακή κονσόλα, και το ρεπερτόριο περιλάμβανε τήν ψαλμώδηση μουσικῶν κλίμακων στα μουσικά γένη – διατονικό (μαλακό & σκληρό), χρωματικό (μαλακό & σκληρό) και έναρμόνιο, για ένα φώνημα τῆς Ἑλληνικῆς γλώσσας, /α/, επαναλαμβανόμενο πέντε φορές. Κάθε ήχογράφημα αποτελοῦνταν ἀπὸ τὸ φωνητικὸ σῆμα πιέσεως, τὸ λαμβανόμενον ἀπὸ τὸ μικρόφωνο, καὶ τὸ ἠλεκτρογλωττιδογραφικὸ σῆμα (EGG), τὸ λαμβανόμενον μετὴ βοήθεια ἠλεκτροδίων τοποθετημένων κατάλληλα στὸν θυρεοειδῆ χόνδρο. Οἱ μουσικὲς κλίμακες ἐκτελέσθησαν καὶ σὲ ἀνιούσα καὶ σὲ κατιούσα μορφή. Ἀναλυτικότερα, γιὰ τὸ μαλακὸ διάτονον, μελωδήθηκε ἡ κλίμακα τοῦ πλαγίου τετάρτου ἤχου ἀπὸ τῆς βάσεως τοῦ ΝΗ μέχρι τὸν φθόγγο τοῦ ΝΗ', γιὰ τὸ μαλακὸ χρῶμα ἐψάλη ἡ κλίμακα τοῦ δευτέρου ἤχου ἀπὸ τοῦ ΝΗ μέχρι τὸν ΝΗ', γιὰ τὸ σκληρὸ χρῶμα ἡ κλίμακα τοῦ πλαγίου δευτέρου ἀπὸ τοῦ ΠΑ μέχρι τὸν ΠΑ' καὶ γιὰ τὸ έναρμόνιο ἐψάλη ἡ κλίμακα τοῦ τρίτου ἤχου ἢ τοῦ βαρέος έναρμονίου κατ' ἐπιλογὴν τοῦ κάθε ψάλτου. Τὸ ἀνωτέρω ὑλικὸ ήχογραφήσεων ἀποτελεῖ μέρος ἐνὸς μεγαλύτερου συνόλου ἀποτελουμένου ἀπὸ ήχογραφήματα δικαναλικά σὲ ποικιλία ἐκκλησιαστικῶν μελῶν ἐκτελούμενα ἀπὸ 20 ψάλτες συνολικά στα πλαίσια τοῦ προγράμματος ΔΑΜΑΣΚΗΝΟΣ τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν⁹.

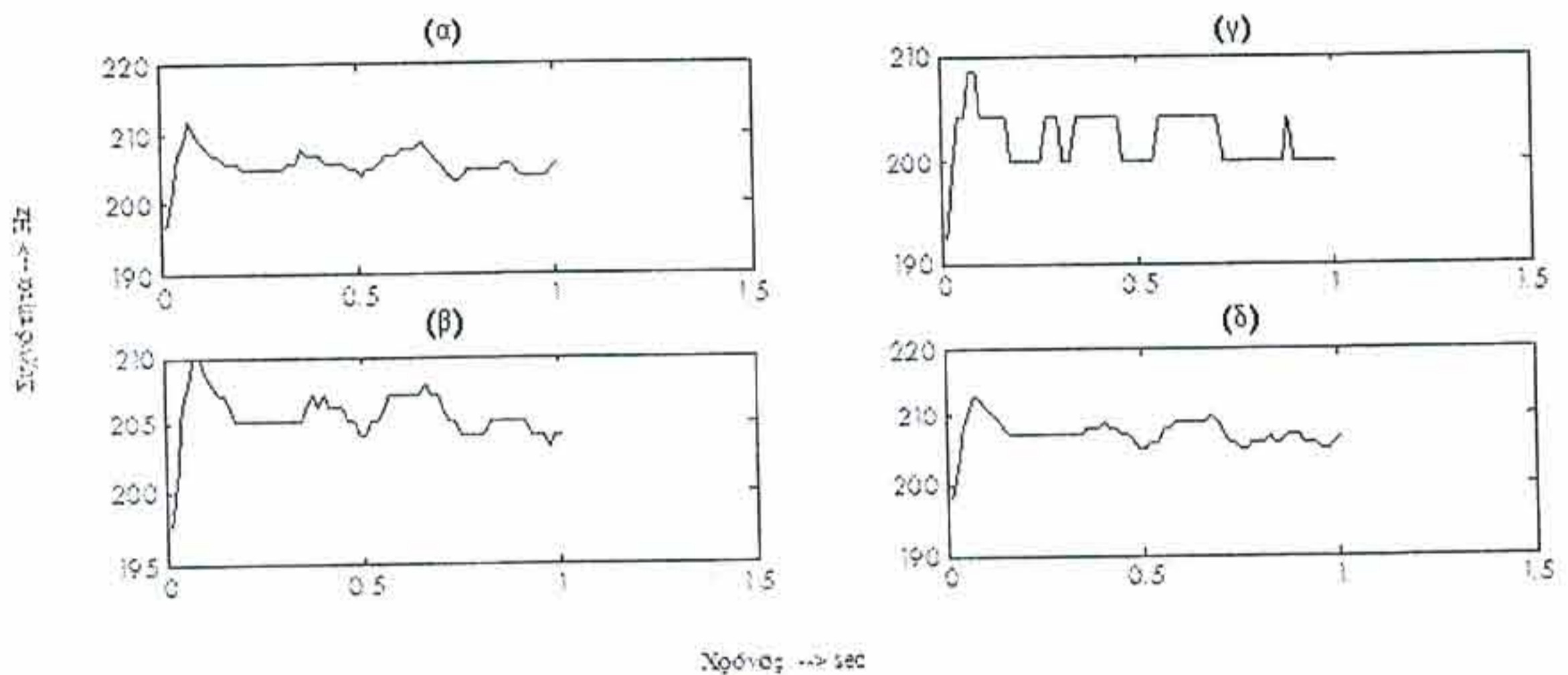
Ἄλλα τὰ ήχογραφήματα ἔχουν ψηφιοποιηθεῖ μετὴ συχνότητα δειγματοληψίας 44100Hz καὶ ἔχουν ἀποθηκευθεῖ μετὴ τὴ μορφή τῶν ἀρχείων wav σὲ κατάλληλα ψηφιακὰ μέσα.

3. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ἀπὸ κάθε ήχογράφημα ἐξήχθησαν τὰ μουσικὰ διαστήματα μετὴ τὴ μέθοδο ἀνάλυσης ποὺ περιγράφεται στὴ συνέχεια. Κάθε ήχογράφημα ἀναλύεται χρησιμοποιώντας καὶ τὰ δύο σήματα ἀκουστικῆς πιέσεως καὶ ἠλεκτρογλωττιδογραφήματος (EGG). Σὲ πρῶτο στάδιο τὸ ήχογράφημα μιᾶς μουσικῆς κλίμακας τεμαχίζεται σὲ τμήματα - σήματα ἔτσι ὥστε τὸ καθένα ἀπ' αὐτὰ νὰ ἀντιστοιχεῖ σὲ ἕνα μόνον φθόγγο τῆς (νότα). Ὁ τεμαχισμὸς βασίζεται στὴν ἀνάλυση τονικότητας καὶ στὴν ὑπόθεση ὅτι κάθε φθόγγος ὀριοθετεῖται ἀπὸ τὰ δύο ἄκρα του - περιοχὲς μετάβασης μετὰξὺ διαδοχικῶν φθόγγων. Στὴ συνέχεια περιορίζεται σὲ τμήμα σταθερῆς

9. Γ. Κουρουπέτρογλου, Δ. Δελβινιώτη, Γ. Χρυσοχοϊδῆ: «ΔΑΜΑΣΚΗΝΟΣ: Πρότυπη Συλλογὴ Ψαλτικῶν Φωνῶν», Πρακτικὰ Γ' Διεθνoῦς Μουσικολογικοῦ καὶ Ψαλτικοῦ Συνεδρίου, Ἀθήνα, 17 - 21 Ὀκτ. 2006.

κατά τὸ δυνατόν τονικότητας βάσει στατιστικῆς ποὺ ὀρίζει τὴν πιθανότερη τιμὴ συχνότητας. Ἡ ἀνάλυση τονικότητας (pitch), γιὰ κάθε φθόγγο, συνίσταται στὴν ταυτόχρονη ἀνάλυση ἀπὸ τρεῖς διαφορετικὲς μεθόδους - ἀλγόριθμους ἐφαρμοζόμενους στὸ σῆμα φωνῆς καὶ ἓναν ἀλγόριθμο ἐφαρμοζόμενο στὸ EGG. Τελικὰ, ἐπιλέγονται τὰ ἀποτελέσματα ἐκείνης τῆς μεθόδου, ποὺ ἐμφανίζει τὸ μικρότερο σφάλμα μέτρησης μεταξύ τῶν τριῶν μεθόδων, ἐφόσον αὐτὰ βρίσκονται σὲ ἀρκετὰ καλὴ συμφωνία μὲ τὰ ἀντίστοιχα γιὰ τὸ σῆμα EGG (Σχῆμα 1).



Σχῆμα 1. Ἀνάλυση τονικότητας φθόγγου βάσει τριῶν μεθόδων ἀνάλυσης πάνω στὸ σῆμα πίεσεως (1α, 1β, 1γ) καὶ μία μέθοδο ἀνάλυσης στὸ σῆμα EGG (1δ). Βάσει ὁμοιότητας μεταξύ τουλάχιστον δύο (1α καὶ 1δ) ἐπιλέγεται μία γιὰ περαιτέρω ἀνάλυση.

Στὸ Σχῆμα 1 φαίνεται ὅτι ὑπάρχει μία καλὴ συμφωνία μεταξύ τῆς πρώτης καὶ τῆς τελευταίας τροχιάς τονικότητας καὶ ἔτσι ἐπιλέγεται μία ἀπὸ αὐτὲς γιὰ περαιτέρω ἀνάλυση. Ἀπὸ τὴν τελικὰ ἐπιλεγόμενη τροχιά τονικότητας ὑπολογίζεται ἡ μέση τιμὴ ὅλων τῶν τιμῶν θεμελιώδους συχνότητας, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ τὴν συχνότητα - τονικότητα τοῦ φθόγγου. Γιὰ κάθε ἠχογράφημα μουσικῆς κλίμακας, ὑπολογίζονται ὅλες οἱ μέσες τιμές συχνότητας - τονικότητας τῆς σειρᾶς τῶν μουσικῶν φθόγγων καὶ ἀπὸ αὐτὲς τὰ μουσικὰ διαστήματα ποὺ ὀρίζονται βάσει τῆς σχέσης (1):

$$\Delta f = 72 * \log_2 (f_2 / f_1) \quad (1)$$

ὅπου f_1 καὶ f_2 εἶναι οἱ συχνότητες δύο γειτονικῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακας σὲ Hz. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπο τὰ μουσικὰ διαστήματα μετροῦνται σὲ μόρια (Πατριαρχικὴ Ἐπιτροπὴ) σὲ μία συγκερασμένη μουσικὴ κλίμακα τῶν 72 μορίων ἀνὰ ὀκτάβα (διαπασῶν).

Κάθε άπαγγελόμενη μουσική κλίμακα περιλαμβάνει τὰ μουσικά διαστήματα μιᾶς ὀκτάβας σὲ δομὴ δύο τετραχόρδων διαζευγμένων μὲ ἓνα μείζονα τόνο. Τὰ μουσικά διαστήματα ἀνά γένος ἔχουν ὡς ἑξῆς: γιὰ τὸ μαλακὸ διάτονο, 12 – 10 – 8 – 12 – 12 – 10 – 8 (στρογγυλοποιημένες τιμές), γιὰ τὸ ἑναρμόνιο, 12 – 12 – 6 – 12 – 12 – 12 – 6, γιὰ τὸ μαλακὸ χρωματικὸ, 8 – 14 – 8 – 12 – 8 – 14 – 8 καὶ γιὰ τὸ σκληρὸ χρωματικὸ γένος 6 – 20 – 4 – 12 – 6 – 20 – 4. Διακρίνονται οἱ μείζονες τόνοι μεταξύ διαφορετικῶν γενῶν ἀλλὰ γιὰ τὸ ἴδιο γένος θεωροῦνται ταυτόσημοι. Ἐπίσης τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ στὸν ἐλάσσονα τοῦ μαλακοῦ διατόνου καὶ τοῦ χρώματος. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι α) τὰ δύο τετράχορδα θεωροῦνται ταυτόσημα μεταξύ τους καὶ β) θεωρεῖται κάθε μουσικὸ διάστημα ἀνεξάρτητο τῆς θέσεώς του μέσα στὴν μουσικὴ κλίμακα. Ἀπὸ κάθε ἀνωτέρω στρογγυλοποιημένη τιμὴ μουσικοῦ διαστήματος ἀφαιρέθηκε ἡ ἀντίστοιχη πειραματικὰ μετρούμενη τιμὴ γιὰ νὰ προκύψει ἡ ἀπόκλιση ἀπὸ τὴν προτεινόμενη τιμὴ τῆς Πατριαρχικῆς Ἐπιτροπῆς γιὰ αὐτὴν τὴν τιμὴ βάσει τῆς σχέσης (2):

$$\Delta f_{\text{ἀπόκλισης}} = \Delta f_{\text{ἐπιτροπῆς}} - \Delta f_{\text{πειραματικὴ τιμὴ}} \quad (2)$$

Προφανῶς ἀπὸ τὴν ἀνωτέρω σχέση (2) προκύπτει ὅτι οἱ τιμές ἀποκλίσεων εἶναι τόσο θετικές ὅσο καὶ ἀρνητικές, ὑποδηλώνοντας ὅτι ἡ πειραματικὴ τιμὴ μπορεῖ νὰ εἶναι μικρότερη ἢ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν τιμὴ τοῦ μουσικοῦ διαστήματος τῆς Ἐπιτροπῆς ἀντίστοιχα. Τὸ σύνολο τῶν πειραματικῶν τιμῶν μουσικῶν διαστημάτων οἱ ὁποῖες μετρήθηκαν εἶναι γιὰ κάθε μουσικὸ διάστημα καὶ γένος οἱ ἑξῆς: Γιὰ τὸ διατονικὸ γένος ὁ μείζων τόνος μετρήθηκε 5 ἐπαναλήψεις x (2 τετράχορδα + 1 διαζευκτικὸς τόνος) x 2 κατευθύνσεις κλίμακας (ἀνοδικὴ – καθοδικὴ) x 13 ψάλτες = 390 φορές, ὁ ἐλάσσων τόνος καὶ ὁ ἐλάχιστος μετρήθηκαν 5x2x2x13 = 260 φορές. Γιὰ τὸ ἑναρμόνιο γένος ὁ μείζων τόνος μετρήθηκε 5x(4+1)x2x13 = 650 φορές ἐνῶ τὸ λείμμα μετρήθηκε 5x2x2x13 = 260 φορές. Γιὰ τὸ μαλακὸ χρωματικὸ γένος μετρήθηκαν, ὁ ἐλάχιστος 5x(2+2)x2x13 = 520 φορές, ὁ ὑπερμείζων τοῦ μαλακοῦ χρώματος 5x2x2x13 = 260 φορές καὶ ὁ μείζων τόνος 5x1x2x13 = 130 φορές. Γιὰ τὸ σκληρὸ χρωματικὸ γένος μετρήθηκαν ὅλα τὰ διαστήματα πλὴν τοῦ μείζονος τόνου 5x2x2x13 = 260 φορές ἐνῶ ὁ μείζων τόνος μετρήθηκε 5x1x2x13 = 130 φορές. Τὸ σύνολο τῶν τιμῶν μετρήσεων εἶναι (390+260x2) x 4 γένη = 910 x 4 = 3640 φορές. Γιὰ κάθε μουσικὸ διάστημα τὸ σύνολο τῶν μετρούμενων τιμῶν ὑποδιαιρέθηκε σὲ δύο ὑποσύνολα, ἀπὸ τὰ ὁποῖα τὸ καθένα ἀντιστοιχεῖ σὲ διαφορετικὴ κατεύθυνση ἀπαγγελίας τῆς μουσικῆς κλίμακας: ἀνοδικὴ ἢ κα-

θοδική, έτσι ώστε να εξετασθεί η επίδραση της κατεύθυνσης της μουσικής κλίμακας στην απόκλιση του μουσικού διαστήματος από την τιμή της Έπιτροπής.

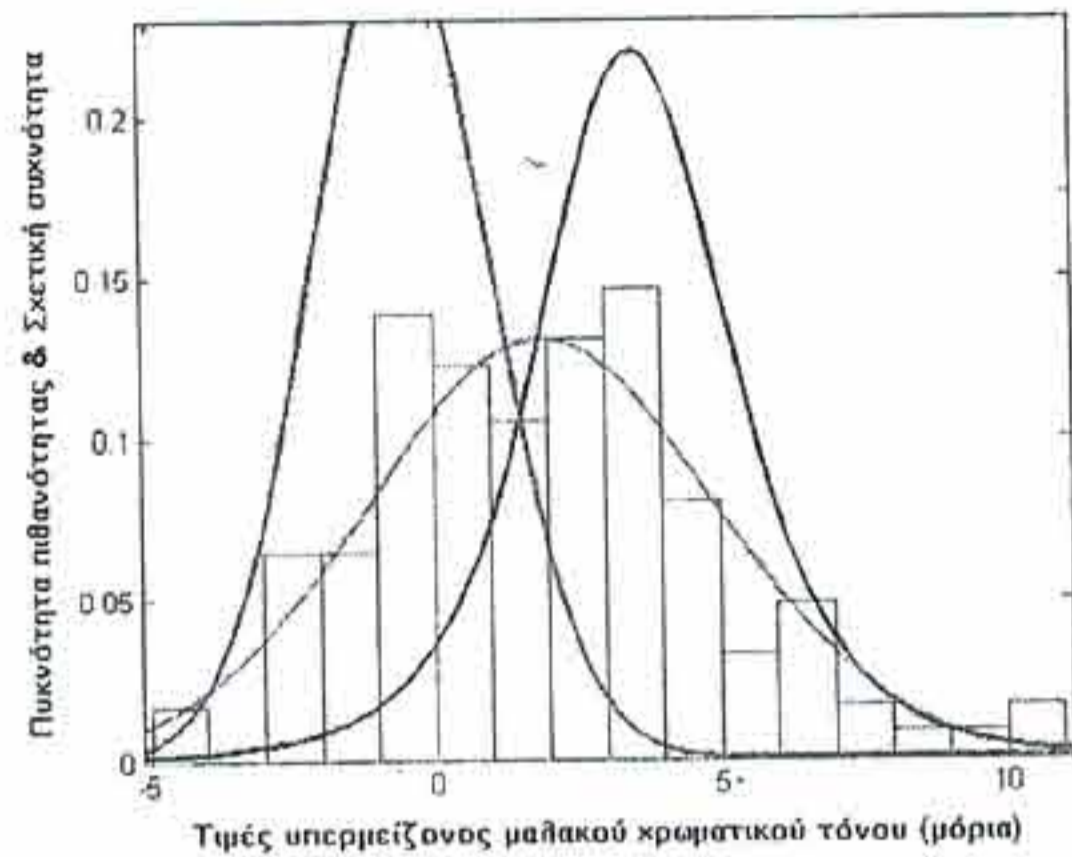
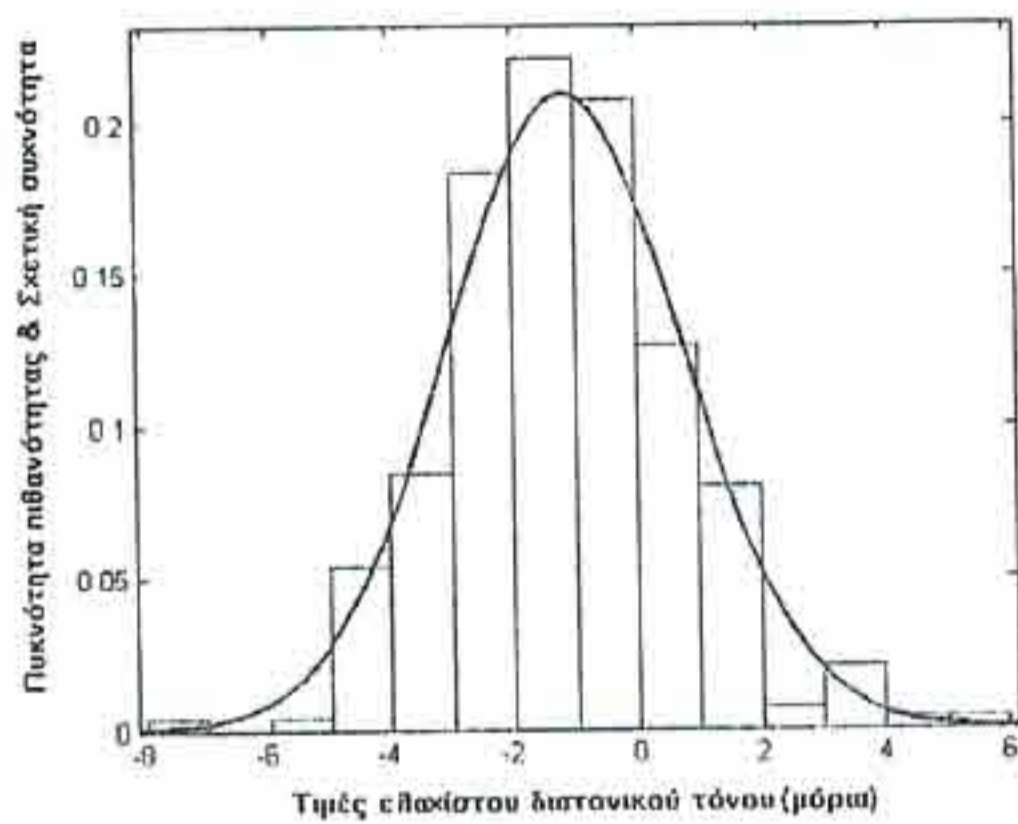
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Μία βασική υπόθεση, η οποία γίνεται αρχικά πριν από κάθε στατιστική μελέτη, είναι το κατά πόσον το σύνολο των τιμών για κάθε μουσικό διάστημα προέρχεται από τον ίδιο πληθυσμό δεδομένων, δηλαδή κατά πόσον οι μετρούμενες τιμές μπορούν να θεωρηθούν ότι παράγονται με τον ίδιο τρόπο παρόλο που προέρχονται από διαφορετικά υποκείμενα - ψάλτες. Μία τέτοια υπόθεση μπορεί να ελεγχθεί μέσω μιας ανάλυσης της διακύμανσης (ANOVA) όλων των τιμών για κάθε ψάλτη, όπου γίνεται έλεγχος του κατά πόσον διαφέρουν οι μέσες τιμές των συνόλων τιμών μεταξύ των ψαλτών. Μία τέτοια ανάλυση έδειξε διαφορές στις μέσες τιμές μεταξύ των ψαλτών για όλα τα διαστήματα μικρότερες των 0,2 μορίων. Η ίδια περίπτωση τιμή 0,2 μόρια προκύπτει και μεταξύ των τιμών των μουσικών διαστημάτων για όλους τους ψάλτες.

Θεωρώντας ότι οι τιμές αποκλίσεων για κάθε διάστημα ακολουθούν κανονική κατανομή ή σχεδόν κανονική, τα ιστογράμματα της κατανομής των τιμών αποκλίσεων προσεγγίστηκαν με κανονικές κατανομές (Σχήμα 2α) και υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις τους. Υπήρξαν όμως περιπτώσεις ιστογραμμάτων, οι οποίες προσεγγίστηκαν με δύο κανονικές κατανομές αντί μιας (Σχήμα 2β), λόγω της μορφής τους και ακολουθώντας έναν πολύπλοκο αλγόριθμο προσέγγισης κατανομών μέσω κανονικών κατανομών, τον EM αλγόριθμο¹⁰. Τα αποτελέσματα ανά γένος αναγράφονται στον κατωτέρω Πίνακα I. Οι αριθμοί σε παρένθεση αντιστοιχούν στις τυπικές αποκλίσεις των κανονικών κατανομών και όπου αναγράφεται εκτός της μέσης τιμής του διαστήματος και ανάλυση του διαστήματος, αυτό σημαίνει ότι το ιστόγραμμα των τιμών του διαστήματος προσεγγίζεται και με υπέρθεση δύο κανονικών κατανομών. Για λόγους σύγκρισης παρατίθενται και τα υπολογιζόμενα βάσει των αναφερομένων στα πρακτικά των εργασιών της Έπιτροπής μουσικά διαστήματα, στην δεύτερη στήλη, με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.

Μία πρώτη παρατήρηση στα δεδομένα αναδεικνύει το ότι οι αποκλίσεις

10. S. Theodoridis and K. Koutroumbas, *Pattern Recognition*. Academic Press, 1999.



ΜΕΣΟΙ ΘΡΟΙ & ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ

Γένος	Διαστ. Επιτρ	Διάτονο		Μαλακό χρώμα		Σκληρό χρώμα		Εναρμόνιο	
		Αιούσα	Κατιούσα	Αιούσα	Κατιούσα	Αιούσα	Κατιούσα	Αιούσα	Κατιούσα
Μείζων τόνος	12,2	12,4(3)	12,1(2,8)	11,6(1,7)	12,7(3,1)	12,4(3,1)	12,1(2,2)	11,9(1,9)	11,8(3,8)
Ανάλυση μείζονος τόνου		-	-	-	-	-	-	9,6(0,5)	9,5(0,7)
		-	-	-	-	-	-	12,7(2,2)	12,6(2,5)
Ελάσσων τόνος	9,7	10,2(2,6)	10,5(3,3)	-	-	-	-	-	-
Ανάλυση ελάσσονος		9,2(0,8)	9,3(1,2)	-	-	-	-	-	-
		11,7(1,1)	11,8(1,3)	-	-	-	-	-	-
Ελάχιστος τόνος	8	7,2(2,2)	7,3(2,2)	7,3(3,7)	6,9(3,6)	-	-	-	-
Υπερμείζων(μαλακού)	13,9	-	-	15,9(9,4)	15,6(7,3)	-	-	-	-
Ανάλυση υπερμείζονος (μαλ)		-	-	13,5(2,4)	13(1,6)	-	-	-	-
		-	-	17,5(5)	16,9(4)	-	-	-	-
Υπερμείζων(σκληρού)	20,2	-	-	-	-	18,3(4,1)	17,7(4,1)	-	-
Ανάλυση υπερμείζονος (σκλη)		-	-	-	-	17(3,3)	16,2(2,5)	-	-
		-	-	-	-	19,1(1,7)	18,8(1,4)	-	-
Λείμμα	5,4	-	-	-	-	6,4(2,2)	5,8(2,6)	6,8(2)	6,8(2,7)
Ελάσσων ημίτονον	4,2	-	-	-	-	5,7(2,7)	6(2,3)	-	-

Σχήμα 2α. Ίστόγραμμα τιμών αποκλίσεων του ελάχιστου διατονικού τόνου και προσέγγισή του με καμπύλη κανονικής κατανομής.

Σχήμα 2β. Ίστόγραμμα τιμών αποκλίσεων του υπερμείζονος μαλακού χρωματικού τόνου και προσέγγισή του με δυο κανονικές κατανομές.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

των πειραματικών τιμών από τις αντίστοιχες της Επιτροπής δέν υπερβαίνουν σε μέσους όρους τὰ 2,5 μόρια (υπερμείζων σκληρός χρωματικός), όπου οι μεγαλύτερες αποκλίσεις συμβαίνουν στους υπερμείζονες τόνους των δύο χρωματικών γενών και οι μικρότερες στον μείζονα τόνο για όλα τὰ γένη. Η μέση απόκλιση ανάλογα ισχύει και για τις διακυμάνσεις των τιμών γύρω από τή μέση τιμή: Η μεγαλύτερη διακύμανση παρατηρείται στον υπερμείζονα του μαλακού χρώματος (9,4 και 7,3 μόρια) με άμέσως επόμενο τον υπερμείζονα του σκληρού χρώματος (4,1 και 4,1 μόρια). Η μικρότερη διακύμανση τιμών παρατηρείται στον ελάχιστο τόνο (2,2 και 2,2 μόρια) στο διατονικό γένος. Υπάρχει μία μικρή διαφορά μεταξύ των

μέσων τιμών για την άνιούσα και κατιούσα κλίμακα, ή όποια άλλοτε είναι άμελητέα, όπως στον ελάχιστο τόνο του διατονικού γένους (7,2 και 7,3 μόρια, δηλ. 0,1 μόρια) ή μηδενική, όπως στο λείμμα του έναρμονίου (6,8 και 6,8 μόρια), και άλλοτε είναι σημαντική, όπως στον μείζονα μαλακό χρωματικό τόνο (11,6 και 12,7 μόρια, δηλ. 1,1 μόρια). Όμως, ή μέση διαφορά μεταξύ των δύο κατευθύνσεων της κλίμακας είναι περίπου 0,3 μόρια, τιμή που μόλις υπερβαίνει την άνωτέρω διαφορά των 0,2 μορίων μεταξύ των ψαλτών για όλα τα διαστήματα.

Η προσέγγιση των ιστογραμμάτων με δυο κανονικές κατανομές βάσει των μοντέλων μειγμάτων κανονικών κατανομών (GMM) αποκάλυψε την ταυτόχρονη παρουσία μέσα στις τιμές αποκλίσεων δύο διαφορετικών μουσικών διαστημάτων. Έτσι, για τον υπερμείζονα του μαλακού χρώματος βρέθηκε ότι συνυπάρχει με αυτό το διάστημα (13,5 και 13 μόρια) και το διάστημα του υπερμείζονος του σκληρού χρώματος (17,5 και 16,9 μόρια), αν και ελαττωμένος από την αντίστοιχη τιμή της Έπιτροπής, όμως πολύ κοντά στην μετρούμενη συνολική τιμή (18,3 και 17,7 μόρια) σ' αυτή την έρευνα. Παρόμοια ισχύουν για τον μείζονα τόνο του έναρμονίου, ελάσσονα τόνο του διατονικού γένους και υπερμείζονα του σκληρού χρώματος. Βρέθηκε για τον πρώτο ότι μαζί με το διάστημα του μείζονος του έναρμονίου, το όποιο υπάρχει ελαφρά αύξημένο (12,7 και 12,6 μόρια), υπάρχει και ο ελάσσων τόπος του διατονικού με πάρα πολύ καλή προσέγγιση (9,6 και 9,7 μόρια). Επίσης, για τον δεύτερο, βρέθηκε ότι συνυπάρχει λίγο ελαττωμένος (9,2 και 9,3 μόρια) με τον μείζονα διατονικό τόνο, επίσης λίγο ελαττωμένο (11,7 και 11,8 μόρια). Ο υπερμείζων του σκληρού χρώματος εξακολουθεί να υπάρχει, αν και λίγο ελαττωμένος (18,8 και 19,1 μόρια) ενώ ταυτόχρονα υπάρχει και ένα "μαλακότερο" χρωματικά διάστημα (16,2 και 17 μόρια), το όποιο τοποθετείται, επίσης, πλησίον της συνολικής τιμής του υπερμείζονος του μαλακού χρώματος, αν και αύξημένο (15,9 και 15,6 μόρια).

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΣΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η έπιλογή των μουσικών κλιμάκων ως ρεπερτορίου ήχογραφήσεων έγινε με σκοπό να καταγραφούν κατά το δυνατόν σταθερής τονικότητας φθόγγοι ώστε να καταστεί δυνατή ή έξαγωγή σχετικά σταθερών τιμών συχνότητας, πράγμα που είναι πολύ δύσκολο κατά τη διάρκεια της μελωδίας, δεδομένου ότι υπάρχουν μικρομελωδικές φράσεις με ταχύτατες διαστηματικές μεταβολές αλλά και μελωδικές έλξεις με διαστηματικές

ἀλλοιώσεις. Ένα μειονέκτημα τῆς ἐκτέλεσης τῶν μουσικῶν κλιμάκων εἶναι τὸ ὅτι οἱ φθόγγοι δὲν ἀφοροῦν τὴν ἴδια τὴν μουσικὴ ἄμεσα, ἀφοῦ δὲν περιλαμβάνονται σ' αὐτὲς οὔτε μελικὲς γραμμὲς οὔτε λόγος, ὅμως οἱ ψάλτες τὶς ἔψαλλαν προσπαθώντας νὰ ἀποδώσουν πιστὰ τὶς διαστηματικές σχέσεις τῶν φθόγγων τοῦ συγκεκριμένου ἤχου. Μὲ λίγα λόγια ἂν ἐπιλέγονταν φθόγγοι μέσα ἀπὸ μουσικὰ ἠχογραφήματα μελωδημάτων τροπαρίων, οἱ παράγοντες ἀλλοίωσης τῶν μουσικῶν διαστημάτων θὰ ἦταν πολὺ περισσότεροὶ κάνοντας περίπλοκη τὴν ἀκριβῆ μέτρησή τους.

Μὲ δεδομένο λοιπὸν ὅτι κατὰ τὴν ἐκτέλεση τῶν κλιμάκων δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἀποφευχθοῦν ἐντελῶς διάφορα φαινόμενα ἀλλοιώσεως τῶν μουσικῶν διαστημάτων, ὅπως, ἐπὶ παραδείγματι, οἱ ἔλξεις μεταξὺ γειτονικῶν φθόγγων, εἶναι πιθανὸ οἱ πειραματικὲς τιμές αὐτῆς τῆς ἔρευνας νὰ διαφέρουν ἀπὸ τὶς προτεινόμενες ἀπὸ τὴν Πατριαρχικὴ Ἐπιτροπὴ κατὰ μία ἀπόκλιση τῆς τάξεως τῶν 2 μορίων, ἢ ὁποία ἀναφέρεται σὰν ἡ ἐλάχιστη ἔλξη ἀπὸ τὴν Ἐπιτροπὴ¹¹. Παρόλο πὺ τὸ σύνολο δεδομένων τιμῶν ἀποκλίσεων ἦταν ἀρκετὰ μεγάλο ἔτσι ὥστε νὰ ἀναιρεθοῦν ἀπὸ τὸ πλῆθος τῶν τιμῶν φαινόμενα ἔλξεων καὶ νὰ μὴν ἐπηρεασθεῖ ἡ μέση τιμὴ τοῦ συνόλου, ἴσως ἓνα μεγαλύτερο σύνολο δεδομένων νὰ ἔδινε λίγο διαφορετικὰ ἀποτελέσματα στὶς μέσες τιμές τῶν διαστηματικῶν ἀποκλίσεων. Ὅμως αὐτὰ θὰ βρισκόνταν μέσα στὰ διαστήματα στατιστικῆς ἐμπιστοσύνης (confidence intervals), πὺ μετρήθηκαν στὸ ἐπίπεδο 95%, τὸ εὖρος τῶν ὁποίων βρέθηκε ὅτι κυμαίνεται μεταξὺ τοῦ 0,3 καὶ 1,7 μορίων. Ἀναλυτικότερα βρέθηκαν οἱ τιμές: $\pm 0,4$ (CM12), $\pm 1,7$ (CM14), $\pm 0,5$ (CM8), $\pm 0,6$ (CM_12), $\pm 1,2$ (CM_14), $\pm 0,4$ (CM_8), $\pm 0,7$ (CR12), $\pm 0,7$ (CR20), $\pm 0,5$ (CR4), $\pm 0,4$ (CR6), $\pm 0,5$ (CR_12), $\pm 0,7$ (CR_20), $\pm 0,4$ (CR_4), $\pm 0,4$ (CR_6), $\pm 0,3$ (DI10), $\pm 0,3$ (DI12), $\pm 0,3$ (DI8), $\pm 0,5$ (I_10), $\pm 0,3$ (I_12), $\pm 0,3$ (I_8), $\pm 0,2$ (EN12), $\pm 0,3$ (EN6), $\pm 0,4$ (EN_12), $\pm 0,4$ (EN_6), ὅπου CM, τὸ μαλακὸ χρωματικὸ, CR, τὸ σκληρὸ χρωματικὸ, DI τὸ διατονικὸ καὶ EN τὸ ἑναρμόνιο γένος, ἐνῶ ἡ ὑπογράμμιση (–) σημαίνει κατιοῦσα κλίμακα καὶ ἡ μὴ ὑπογράμμιση ἀνιοῦσα. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπο, μία ὑπολογιζόμενη μέση τιμὴ διαστήματος 7,2 μόρια, θὰ μπορούσε νὰ εἶχε ὅποια-δήποτε τιμὴ στὴν περιοχὴ τιμῶν $7,2 \pm 0,3$, δηλαδὴ ἀπὸ 6,9 μέχρι 7,5 μόρια, διαφέροντας ἔτσι ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχη τῆς Ἐπιτροπῆς μόνο κατὰ 0,5 μόρια κατ' ἐλάχιστο ἢ 1,1 μόρια κατὰ μέγιστη ἀπόκλιση.

Ἡ διακύμανση τῆς ἐκτιμώμενης ὡς μέσης τιμῆς συχνότητας γιὰ κάθε φθόγγο βρέθηκε νὰ εἶναι τῆς τάξης τῶν 6 μορίων περίπου, ἐνῶ, κατὰ

11. Στοιχειώδης διδασκαλία ..., ὅπ.π., σσ. 48-49.

τὴν ὀριοθέτηση τοῦ φθόγγου, ἢ ἀπόρριψη τιμῶν συχνοτήτων στὰ ἄκρα του παράγει ἓνα σφάλμα ἐκτίμησης τῆς μέσης τιμῆς συχνότητας, τὸ ὁποῖο κυρίως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ χρονικὴ διάρκεια τοῦ φθόγγου, ἢ ὁποῖα ὅσο μεγαλύτερη εἶναι τόσο μικρότερο εἶναι τὸ σφάλμα. Πάντως, αὐτὸ εἶναι ἀρκετὰ μικρὸ λόγῳ τῆς ἀπόρριψης τῶν σπάνια ἐμφανιζόμενων τιμῶν κατὰ τὴν ἐπεξεργασία τοῦ φθόγγου - σήματος καὶ δὲν ἐπηρεάζει οὐσιαστικὰ τὸ τελικὸ ἀποτέλεσμα.

Γιὰ νὰ ἐκτιμηθεῖ ἡ μέση τιμὴ καθενὸς μουσικοῦ διαστήματος ἀπὸ τὶς μετρούμενες τοῦ Πίνακα I χρειάζεται νὰ γίνουν οἱ ἐξῆς δύο ὑποθέσεις: α) Κάθε μουσικὸ διάστημα πρέπει νὰ ἐμφανίζει τὴν ἴδια τιμὴ παρόλο ποὺ ἀνήκει σὲ διαφορετικὰ γένη, π.χ. ὁ ἐλάσσων τόνος χρωματικὸς καὶ διατονικός. β) Ἄν ἓνα μουσικὸ διάστημα “ἐμπεριέχεται” σὲ σύνολο τιμῶν ἄλλου σχετικοῦ διαστήματος τότε θὰ πρέπει νὰ θεωρηθεῖ ξεχωριστὸ ὡς πρὸς αὐτὸ τὸ ἄλλο διάστημα, π.χ. ὁ ὑπερμείζων τοῦ μαλακοῦ μέσα στὸν ὑπερμείζονα τοῦ σκληροῦ καὶ ἀντίστροφα. Ἡ πρώτη ὑπόθεση βασίζεται στὴν ἀρχὴ τῆς μοναδικότητος ἑνὸς μουσικοῦ διαστήματος, ἀλλὰ ἀποτελεῖ καὶ θέμα ὀρισμοῦ του, ἀφοῦ δὲν πρέπει νὰ διαφοροποιεῖται ἀνάλογα μὲ τὰ συμφραζόμενα. Ἡ δευτέρη ὑπόθεση ἔχει σχέση μὲ τὴν ἀκούσια μεταβολὴ τῆς τιμῆς τοῦ συγκεκριμένου μουσικοῦ διαστήματος ἔτσι ὥστε νὰ τείνει νὰ πλησιάσει πρὸς τὴν τιμὴ κάποιου συγγενοῦς διαστήματος. Αὐτὸ τὸ φαινόμενο εἶναι συνηθισμένο κατὰ τὴν μουσικὴ ἐκτέλεση. Ὑπάρχει, ὅμως, ἓνα ἐρώτημα τοῦ κατὰ πόσον ἢ ἀκοῆ διαχωρίζει αὐτὰ τὰ δύο διαστήματα κατὰ τὴν ἀκρόαση. Θὰ ἦταν πράγματι πολὺ σπουδαία μία τέτοια μελέτη, ἂν γινόταν, καὶ θὰ μπορούσε νὰ βελτιώσει τὴν γνώση μας γιὰ τὴν ἀντίληψη τῶν μουσικῶν διαστημάτων. Πρὸς τὸ παρόν, ἡ σκέψη ὅτι τὰ δύο συνυπάρχοντα διαστήματα διαφέρουν πλέον τῶν 2 μορίων, ποὺ εἶναι ἀκουστὴ διαφορά, καὶ τὸ γεγονός ὅτι οἱ τιμές τους ἀποτελοῦν καμπύλες κανονικῶν κατανομῶν, δηλαδὴ μὲ πλῆθος τιμῶν γύρω τους ὅπου τονίζεται ἡ μέση τιμὴ, ὀδηγεῖ στὴν διατύπωση αὐτῆς τῆς ὑπόθεσης.

Ἡ μέτρηση τοῦ μείζονος τόνου σὲ ὅλα τὰ γένη ἀποκαλύπτει τὴν σταθερότητά του στὸ διαστηματικὸ σύστημα, ἂν καὶ ἐμφανίζει ἓνα διάστημα ἐμπιστοσύνης ἀπὸ $\pm 0,2$ (ἐναρμόνιο) ἕως $\pm 0,7$ (σκληρὸ χρωματικὸ). Ἡ μέση τιμὴ του γιὰ ὅλα τὰ γένη βρίσκεται ἀπὸ τὸν Πίνακα I, ἐκπληκτικὰ ὅτι εἶναι 12,2 μόρια, τιμὴ ποὺ κυμαίνεται μέσα σὲ $\pm 0,3$ μόρια κατ' ἐκτίμηση. Ὁ ἐλάσσων τόνος, ἂν ληφθεῖ ὑπ' ὄψιν ὁ διαχωρισμὸς τῶν κανονικῶν κατανομῶν, ἔχει μία συνολικὴ μέση τιμὴ 9,4 μόρια, τιμὴ ποὺ διαφέρει ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχη τῆς Ἐπιτροπῆς κατὰ 0,3 μόρια. Παρόμοια, ὁ ἐλάχιστος τόνος ἐκτιμᾶται ὅτι εἶναι 7,2 μόρια, δηλαδὴ 0,8 μόρια μικρότερος

ἐκείνου τῆς Ἐπιτροπῆς, οἱ ὑπερμείζονες τοῦ μαλακοῦ καὶ σκληροῦ χρώματος ἐκτιμῶνται ὅτι εἶναι 14,9 καὶ 18,1 ἀντίστοιχα, δηλαδή μεγαλύτερος κατὰ 1 μόριο καὶ μικρότερος κατὰ 2,1 μόρια ἀντίστοιχα ἐκείνων τῆς Ἐπιτροπῆς. Τὸ λειμμα ἐκτιμήθηκε ὅτι εἶναι 6,4 ἀντὶ 5,4 μόρια καὶ τὸ ἔλασσον ἡμίτονον 5,8 ἀντὶ 4,2 μόρια τῆς Ἐπιτροπῆς, δηλαδή κατὰ 1 καὶ 1,6 μόρια μεγαλύτερα, ἀντίστοιχα.

Ἡ μεγάλη διακύμανση τῶν τιμῶν γύρω ἀπὸ τὴν μέση τιμὴ γιὰ τὰ διαστήματα τοῦ ὑπερμείζονος τόνου στὸ μαλακὸ καὶ σκληρὸ χρωματικὸ γένος φανερώνει τὴν ἀβεβαιότητα στὴν ἀπόδοση αὐτῶν τῶν μουσικῶν διαστημάτων κατὰ τὴν ἐκτέλεση τῶν μουσικῶν κλιμάκων. Αὐτὸ τὸ γεγονός δὲν φανερώνει δυσκολία στὴν μουσικὴ ἐκτέλεση, ἀφοῦ ὅλες οἱ τιμές γιὰ τὸ ἴδιο μουσικὸ διάστημα δὲν παράγουν κάποιο παράφωνο ἀποτέλεσμα ἀλλὰ ἐναρμονίζονται μέσα στὸ σύνολο τῆς κλίμακας. Σχετικὴ ἔρευνα στὴν φωνητικὴ μουσικὴ τῆς ἀνατολῆς δὲν ἔχει ὑπάρξει στὸ παρελθὸν καὶ θὰ ἐξηγοῦσε, ἂν γινόταν, πολλὰ ἀπὸ τὰ διαστηματικὰ φαινόμενα. Ἄν μελετήσουμε προσεκτικὰ τὰ πρακτικὰ τῆς Ἐπιτροπῆς τοῦ 1881 θὰ διαπιστώσουμε ὅτι μεταβολές τῆς τονικότητας τῶν φθόγγων τῆς τάξης τοῦ 1 μορίου καὶ πλέον, δὲν θὰ πρέπει νὰ θεωροῦνταν ἀκουστὲς κατὰ τὴν διεξαγωγὴ τοῦ ψυχοακουστικοῦ πειράματος μετρήσεων. Ἔτσι, οἱ διαφορὲς ποὺ προέκυψαν ἀπ' αὐτὴν τὴν ἔρευνα ἐμπίπτουν στὴν περιοχὴ ἀβεβαιότητας τῆς Ἐπιτροπῆς, χωρὶς βέβαια νὰ σημαίνει αὐτὸ ὅτι τέτοιες διαφορὲς εἶναι ἀκουστὲς σήμερα. Πάντως, χρειάζεται ἓνα σχετικὸ πείραμα γιὰ νὰ ἐξετασθεῖ κατὰ πόσο εἶναι ἀκουστὲς τέτοιες μεταβολές στὴν τονικότητα. Σὲ μεμονωμένους φθόγγους καὶ σὲ ἄλλα μουσικὰ εἶδη ἔχει βρεθεῖ ὅτι ἡ φωνητικὴ ἀκρίβεια στὴν τονικότητα εἶναι τῆς τάξης τῶν 0.3 μορίων ἢ 5 cents¹² ὑπὸ τὴν παρουσία ἢ ὄχι vibrato, ἀλλὰ μέσα σὲ μία μουσικὴ κλίμακα τὰ πράγματα προφανῶς διαφέρουν.

Ἄν οἱ ἀνωτέρω διαφορὲς μεταξὺ τῶν πειραματικῶν τιμῶν σ' αὐτὴν τὴν ἐργασία καὶ τῶν ἀντιστοίχων τῆς Πατριαρχικῆς Ἐπιτροπῆς πράγματι δὲν εἶναι ἀντιληπτές ἀπὸ τὸν ἐξασκημένο ἀκροατὴ, τότε εἶναι φανερό ὅτι ἡ ἀκρίβεια κατὰ τὴν ἐκτέλεση τῶν μουσικῶν διαστημάτων περιορίζεται ἀκόμα περισσότερο ἀφοῦ ὁ ψάλτης ρυθμίζει τὴν τονικότητα τῶν φθόγγων τοῦ μὲ ἐπαναληπτικὴ ἀνάδραση μεταξὺ ἀκοῆς καὶ λάρυγγος¹³. Λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν ὅτι ὑπάρχει αὐτὴ ἡ σχετικὰ ἀυξημένη ἀβεβαιότητα στὴν

12. Johan Sundberg, *The Science of the Singing Voice*, Northern Illinois University Press 1987, p. 177.

13. Ὁπ.π., σσ. 57-62.

άντίληψη και έκτέλεση τῶν φθόγγων συγκεκριμένης τονικότητας μέσα στο περιβάλλον τῆς μουσικῆς κλίμακας και τοῦ μουσικοῦ ἤχου, τότε οἱ μετρούμενες μέσες τιμές διαστημάτων δὲν διαφέρουν ἀπὸ ἐκεῖνες τῆς Πατριαρχικῆς Ἐπιτροπῆς μέσα στὰ ὅρια αὐτῆς τῆς ἀβεβαιότητας.

Ἡ ταυτόχρονη συνύπαρξη δυὸ συγγενικῶν μουσικῶν διαστημάτων μέσα στὸ σύνολο τιμῶν τοῦ ἑνὸς ἀπὸ τὰ δύο διαστήματα δὲν μπορεῖ παρά νὰ σημαίνει ὅτι ἀναμειγνύονται μεταξύ τους. Ἡ πιὸ εὐκόλη ἐξήγηση γι' αὐτὸ εἶναι ὅτι, λόγω τῆς συγγενικότητας τῶν γενῶν στὰ ὁποῖα ἀνήκουν, ὅπως γιὰ παράδειγμα οἱ δυὸ χρωματικοὶ ὑπερμείζονες τόνοι, τὸ ἀποτέλεσμα τῆς προσπάθειας ἐκτέλεσης τοῦ ἑνὸς διαστήματος μπορεῖ νὰ παρεκκλίνει ἐφόσον ἡ μουσικὴ ποιότητα δὲν ἀλλάζει δραματικά. Μία ἄλλη, ἐπίσης πιθανὴ ἀλλὰ πιὸ σύνθετη ἐξήγηση, εἶναι ἡ ἐπίδραση τῶν σύγχρονων μουσικῶν ἀκουσμάτων - μελωδιῶν βασισμένων σὲ συγκεκριμένες κλίμακες μὲ ἐλάχιστο μουσικὸ διάστημα τὸ ἡμιτόνιο (6 μόρια), ἡ ὁποία ἔχει τὴν τάση νὰ παράγει διαστήματα μεγέθους ποὺ εἶναι ἀκέραια πολλαπλάσια τοῦ ἑνὸς ἡμιτονίου. Πράγματι, μπορεῖ κανεὶς νὰ παρατηρήσει τὴν ὑπαρξὴ τιμῆς διαστηματοῦ μεγέθους 18 ἀντὶ 20 (ὑπερμείζων σκληροῦ χρώματος) ἢ τὸ μέγεθος 6 ἀντὶ 4 (ἐλασσον ἡμίτονον) ἢ 12 ἀντὶ 10 (ἐλάσσων τόνος), ἀλλὰ αὐτὸ θὰ μπορούσε νὰ εἶναι ἐπίσης τὸ ἀντικείμενο μίας ἄλλης ἐρευνητικῆς ἐργασίας στὸ μέλλον.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σ' αὐτὴ τὴν πρωτότυπη μελέτη κατεγράφησαν γιὰ πρώτη φορὰ στὶς μέρες μας τὰ μουσικὰ διαστήματα τῆς σύγχρονης Ψαλτικῆς Τέχνης. Διαπιστώθηκαν μικρὲς ἀποκλίσεις ἀπὸ τὶς τιμές τῆς Πατριαρχικῆς Ἐπιτροπῆς τοῦ 1881, περίπου κατὰ 1 μόριο κατὰ μέσο ὄρο, μὲ ἀκρότατες τιμές στὸν ὑπερμείζονα σκληρὸ χρωματικὸ (2,1 μόρια) και στὸ ἐλασσον ἡμίτονον (1,6 μόρια). Παρατηρήθηκε μείξη τοῦ μαλακοῦ μὲ τὸ σκληρὸ χρωματικὸ γένος και τοῦ διατονικοῦ μὲ τὸ ἑναρμόνιο. Μικρὲς διαφορὲς μετρήθηκαν μεταξύ τῆς ἀνιούσας και κατιούσας κλίμακας και ταυτοποιήθηκαν οἱ διαστηματικὲς κατηγορίες τῶν θεμελιωδῶν μουσικῶν διαστημάτων.

Εὐχαριστίες

Ἡ ἐργασία αὐτὴ χρηματοδοτήθηκε μέσω τοῦ ἔργου ΑΟΙΔΟΣ τοῦ Προγράμματος ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ (ΕΠΕΛΕΚ) τὸ ὁποῖο συγχρηματοδοτεῖται ἀπὸ τὸ Εὐρωπαϊκὸ Κοινωνικὸ Ταμεῖο και Ἐθνικοὺς πόρους.

“Θεωρία
και Πράξη
τῆς Ψαλτικῆς
Τέχνης”

Γ' ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΜΟΥΣΙΚΟΛΟΓΙΚΟ
ΚΑΙ ΨΑΛΤΙΚΟ

Ἀθήνα, 17-21 Ὀκτωβρίου 2006

Ἡ Ὀκταηχία

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

ἐκδίδει ὁ Γρ. Θ. Στάθης

ΑΘΗΝΑ 2010



HOLY SYNOD OF THE CHURCH OF GREECE
INSTITUTE OF BYZANTINE MUSICOLOGY

THEORIA AND PRAXIS OF THE PSALTIC ART

The Octaechia

ACTA

of the III Conference
Musicological and Psaltic

Athens, 17-21 October 2006



Edited by *Gregorios Stathis*



ATHENS 2010

322
19
ΔΜΨΣ2006
9
2010

ΙΕΡΑ ΣΥΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΕΚΚΛΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΙΔΡΥΜΑ ΒΥΖΑΝΤΙΝΗΣ ΜΟΥΣΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

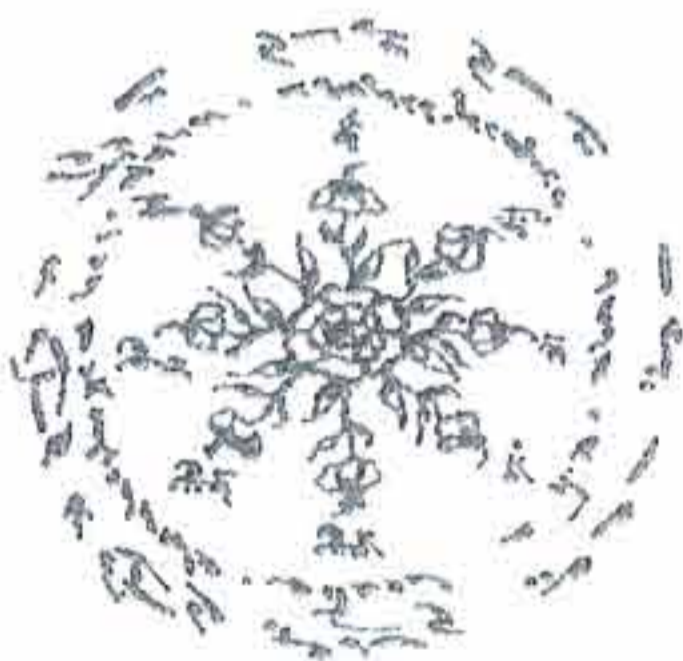
ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΠΡΑΞΗ ΤΗΣ ΨΑΛΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΗΣ

Ἡ Ὀκταηχία

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Γ' Διεθνούς Συνεδρίου
Μουσικολογικοῦ καὶ Ψαλτικοῦ

Ἀθήνα, 17-21 Ὀκτωβρίου 2006



ΤΜΗΜΑ
ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ
Ε. ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ
10/12246

Ἐκδότης Γρ. Θ. Στάθης



ΑΘΗΝΑ 2010