

## **ΔΑΜΑΣΚΗΝΟΣ: Πρότυπη Επισημειωμένη Συλλογή Ψαλτικών Φωνών**

**Γεώργιος Κουρουπέτρογλου, Δημήτριος Δελβινιώτης και Γεώργιος Χρυσοχοϊδης**

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Πανεπιστημιόπολη, Ιλίσια, 15784 Αθήνα

{koupe, ddelvis, G.Chrysochoidis}@di.uoa.gr

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η σχεδίαση και η υλοποίηση μιας πρότυπης επισημειωμένης συλλογής (corpus) Βυζαντινής Εκκλησιαστικής Ψαλμωδίας (ΒΕΨ) από ένα στατιστικό δείγμα του ύφους της, μέσω καταγραφών από είκοσι καλά επιλεγμένους αντιπροσωπευτικούς ψάλτες, αυστηρά κάτω από τις ίδιες ελεγχόμενες συνθήκες ψηφιακής ηχογράφησης, με παράλληλη-συγχρονισμένη καταγραφή ηλεκτρογλωττιδογραφήματος (EGG) και πίεσης αέρα καθώς και φωνητικές ασκήσεις μέτρησης γλωττιδικής ροής. Η ψαλτική εκτέλεση κάθε υποκειμένου ακολούθησε δομημένο πρωτόκολλο και περιελάμβανε: α) συγκεκριμένα μουσικά μαθήματα (παπαδικά, στιχηραρικά, ειρμολογικά και, γενικά, ποικίλα τροπάρια) όλων των ήχων της ΒΕΨ και β) μουσικές ασκήσεις σε όλες τις μουσικές κλίμακες ανά ήχο. Όλα τα μαθήματα και οι ασκήσεις ηχογραφήθηκαν, εκτός της ψαλμώδησής τους, και κατά την προφορική και έμμελη απαγγελία τους από τα ίδια 20 υποκείμενα, κυρίως σε κανονική ένταση φωνής και στην βασική οκτάβα του ντο3. Ακολούθησε προεπεξεργασία των ηχογραφήσεων και επισημείωση πέντε επιπέδων.

### **1. Εισαγωγή**

Παρόλο που η Βυζαντινή Εκκλησιαστική Ψαλμωδία (ΒΕΨ) αποτελεί σημαντικό μέρος της πολιτιστικής και θρησκευτικής μας κληρονομιάς, μέχρι

σήμερα δεν έχει γίνει αντικείμενο συστηματικής ψηφιακής ακουστικής μελέτης κατά τα πρότυπα των ερευνών άλλων τραγουδιστικών φωνών (π.χ. οπερατική δυτικοευρωπαϊκή φωνή, κινεζική όπερα, μογγολικό τραγούδι, ροκ). Οι ηχογραφήσεις ή το αρχαιακό υλικό που δημιουργήθηκε κάτω από ποικίλες συνθήκες ηχογράφησης, στα οποία βασίστηκαν προηγούμενες έρευνες [1], [2], παρά την μουσική τους πληρότητα, δεν ήσαν κατάλληλα για αξιόπιστη και λεπτομερή επεξεργασία τέτοια ώστε να καθιστούν ασφαλή την εξαγωγή ακουστικών και φωνητικών παραμέτρων. Οι μελέτες αυτές έχουν στόχο τη μοντελοποίηση του φωνητικού οργάνου, όπως χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη φωνητική μουσική, έτσι ώστε τα παραγόμενα μοντέλα να είναι σθεναρά για να μπορούν να εφαρμοσθούν, μεταξύ άλλων, στην ταυτοποίηση και αυτόματη αναγνώριση της ΒΕΨ ή στη διεξαγωγή συγκριτικών μελετών.

Στόχος της εργασίας αυτής ήταν η δημιουργία ενός αξιόπιστου επιστημειωμένου σώματος ηχογραφήσεων ΒΕΨ, τέτοιο που να είναι εύκολα προσπελάσιμο και χρήσιμο για μελλοντικές μελέτες, όπως για παράδειγμα, έρευνες σχετικές με την ταυτοποίηση και την αυτόματη αναγνώριση της ΒΕΨ, τη διεξαγωγή συγκριτικών μελετών και την ψηφιακή σύνθεση ΒΕΨ [3], [4]. Ο όρος σώμα ηχογραφήσεων (corpus) αναφέρεται σε συλλογή ηχογραφήσεων ΒΕΨ μαζί με την κατάλληλη επιστημείωση, τα μετα-δεδομένα και την αντίστοιχη τεκμηρίωση. Ο όρος επιστημείωση αναφέρεται στο σύνολο της πληροφορίας που μπορεί να παρασταθεί μέσω συμβόλων, σημείων διαχωρισμού και ετικετών, που σχετίζονται άμεσα με τα ηχογραφημένα χρονικά σήματα.

Στις επόμενες σελίδες περιγράφεται η σχεδίαση και υλοποίηση της πρότυπης αυτής συλλογής ΔΑΜΑΣΚΗΝΟΣ.

## **2. Μεθοδολογία σχεδίασης και ανάπτυξης της πρότυπης συλλογής**

Βασικές επιλογές στο σχεδιασμό αποτέλεσαν η επιλογή: των ψαλτών, των μουσικών μαθημάτων (μουσικών κειμένων), του χώρου ηχογράφησης και του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε κατά την ηχογράφηση-καταγραφή.

### *2.1 Επιλογή ψαλτών*

Εφαρμόζοντας κάποια γενικά αλλά θεμελιώδη κριτήρια επιλογής συγκεκριμένων καλλιτεχνών έγινε μια προεπιλογή ενός συνόλου προσώπων. Τα κριτήρια αυτά ήσαν: η ηλικία (καθορίστηκε μεταξύ 40 και 70), η καλλιτεχνική εμπειρία (βάσει βιογραφικού) και η φήμη τους (δισκογραφία, εμφανίσεις, κ.λ.π.). Κατόπιν προσωπικής επικοινωνίας και πρόσκλησης των υποψηφίων ψαλτών, πραγματοποιήθηκαν συναντήσεις και ακολούθησε συζήτηση στην οποία ο ψάλτης ενημερώθηκε σχετικά με τους σκοπούς του προγράμματος, το περιεχόμενο και την διαδικασία καταγραφής. Επιπλέον περιηγήθηκε στο χώρο της ηχογράφησης, ενημερώθηκε σχετικά με τα μαθήματα που θα κληθεί να αποδώσει και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί κατά την ηχογράφηση.

Στην περίπτωση που ο ψάλτης εκδήλωνε ενδιαφέρον συμμετοχής εκαλείτο να απαντήσει σε μία σειρά ερωτήσεων σχετικές με το βιογραφικό του. Στοιχεία που συμπεριλήφθησαν σε αυτές τις ερωτήσεις είναι η ηλικία του, ο τόπος γέννησης, η κατάσταση υγείας του, η καλλιτεχνική δραστηριότητα και προέλευση του ψάλτη, δισκογραφική και συγγραφική δραστηριότητα, τα έτη ενεργής παρουσίας σε αναλόγιο, οι δάσκαλοι του, καθώς και άλλα θέματα σχετικά με θέματα της ΒΕΨ, όπως το στυλ, ή θέματα που αφορούν χαρακτηριστικά της φωνής του, κ.λ.π.

## 2.2 Επιλογή μουσικών μαθημάτων - μουσικών ασκήσεων

Τα μαθήματα που επιλέχθηκαν καθώς και η σειρά με την οποία τοποθετήθηκαν στο πρόγραμμα του ρεπερτορίου των ηχογραφήσεων, έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε το υλικό που θα προκύψει να είναι πλήρες από την άποψη των αναγκών της συλλογής, δηλαδή να αποτελεί άρτια συλλογή μουσικών κειμένων της σύγχρονης ψαλτικής πραγματικότητας στην Ελλάδα, και η σειρά τους να διευκολύνει την μουσική εκτέλεση και απόδοση τους από τον ψάλτη.

Η σειρά των μαθημάτων-ασκήσεων είναι η εξής:

- Πρόλογος (Σύντομα Μέλη),
- Μουσικές Κλίμακες,
- Στιχηραρικό Μέλος (Σύντομο – Αργοσύντομο),
- Στιχηραρικό Μέλος (Αργό),
- Ειρμολογικό Μέλος (Αργό),
- Παπαδικό Μέλος,
- Εμμελής απαγγελία Αποστόλου,
- Στίχοι περιέχοντες τις τρεις χρώες.

Το σύνολο των μουσικών κειμένων, των κλιμάκων, καθώς και το κείμενο του Αποστόλου, που κλήθηκαν να αποδώσουν οι ψάλτες, συγκεντρώθηκε σε ένα τόμο 50 σελίδων, που μοιράστηκε σε κάθε ψάλτη πριν την ηχογράφιση [5]. Στην αρχή της ηχογράφησης επιλέχθηκαν σύντομα μέλη κατάλληλα για προθέρμανση της φωνής του εκτελεστή, ώστε η φωνή του ψάλτη να προετοιμαστεί σταδιακά για την εκτέλεση πιο απαιτητικών φωνητικά μαθημάτων και ασκήσεων. Στη συνέχεια το πρόγραμμα ηχογραφήσεων περιλάμβανε απαγγελία μουσικών κλιμάκων σε όλα τα γένη του διατονικού (μαλακού διατόνου), εναρμονίου (σκληρού διατόνου), καθώς και του μαλακού και σκληρού χρώματος σε όλα τα φωνήεντα (α, ε, ι, ο, ου), όπου το υποκείμενο,

δηλαδή ο ψάλτης, έπρεπε να ψάλλει με ένα φωνήεν κάθε φορά ολόκληρη την μουσική κλίμακα.

Στη συνέχεια περιλαμβάνονταν οι ασκήσεις - μετρήσεις του *αεροφώνου* (Σχήμα 1), όπου μέσω της απαγγελίας μιας επαναλαμβανόμενης συλλαβής [πι] τρεις φορές και φορώντας την μάσκα της συσκευής, μπορούν να μετρηθούν η ροή αέρα διά μέσου της γλωττίδας, η ένταση φωνής και να προσδιοριστούν κατόπιν επεξεργασίας, η υπογλωττιδική πίεση του ψάλτη (Σχήμα 2) (*περισσότερες λεπτομέρειες δίδονται παρακάτω*).

### 2.3 Πειραματικός εξοπλισμός

Η καταγραφή έγινε με τη χρήση της επαγγελματικής φορητής κονσόλας AW16G της εταιρίας YAMAHA. Πρόκειται για μία ψηφιακή κονσόλα που καταγράφει απευθείας σε σκληρό δίσκο ενσωματωμένο στο εσωτερικό της. Για μικρόφωνο χρησιμοποιήθηκε το πυκνωτικό μοντέλο K2 της RODE. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκε και συσκευή *ηλεκτρογλωττιδογράφου* (ElectroGlottoGraph - EGG) [6] η οποία περιλαμβάνει δύο ηλεκτρόδια που τοποθετούνται εξωτερικά στον λαιμό του ψάλτη στο ύψος του θυρεοειδούς χόνδρου και ανιχνεύουν μεταβολές εμπέδησης στις φωνητικές χορδές κατά τη διάρκεια του γλωττιδικού κύκλου (κύκλος ταλάντωσης των φωνητικών χορδών). Το σήμα του ηλεκτρογλωττιδογράφου αποθηκεύεται με την μορφή ενός μονοφωνικού σήματος στην ψηφιακή κονσόλα. Η κυματομορφή του σήματος αυτού μπορεί να δώσει πληροφορίες για την επαφή μεταξύ των φωνητικών χορδών κατά τη διάρκεια του γλωττιδικού κύκλου. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται επικουρικά με το σήμα πίεσεως για να εξαχθούν στοιχεία για την λειτουργία της γλωττίδας.

Για τις ανάγκες της ηχογράφησης χρησιμοποιήθηκαν δύο από τα δεκαέξι κανάλια της κονσόλας. Στο πρώτο κανάλι ηχογραφήθηκε σε κάθε περίπτωση το

σήμα της φωνής και στο δεύτερο το σήμα του ηλεκτρογλωττιδογράφου. Η καταγραφή των δύο σημάτων έγινε με δειγματοληψία 44,1KHz και ακρίβεια 16 bits.

Προκειμένου να καταστεί δυνατή η σύγκριση μεταξύ των τιμών παραμέτρων οι οποίες θα προκύψουν για όλα τα ηχογραφήματα, διατηρήσαμε την στάθμη των προενισχυτών για τα δύο κανάλια ηχογράφησης σταθερή και κοινή σε όλες τις ηχογραφήσεις.

Χρησιμοποιήθηκε η συσκευή του αεροφώνου Aerophone II της εταιρείας F-J Electronics [7]) για την καταγραφή των ανωτέρω αεροδυναμικών παραμέτρων φώνησης (Σχήμα 1). Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται παραδείγματα μετρήσεων Στάθμης Ηχητικής Πίεσης (SPL), υπογλωττιδικής πίεσης και ροής αέρα.



(α)



(β)

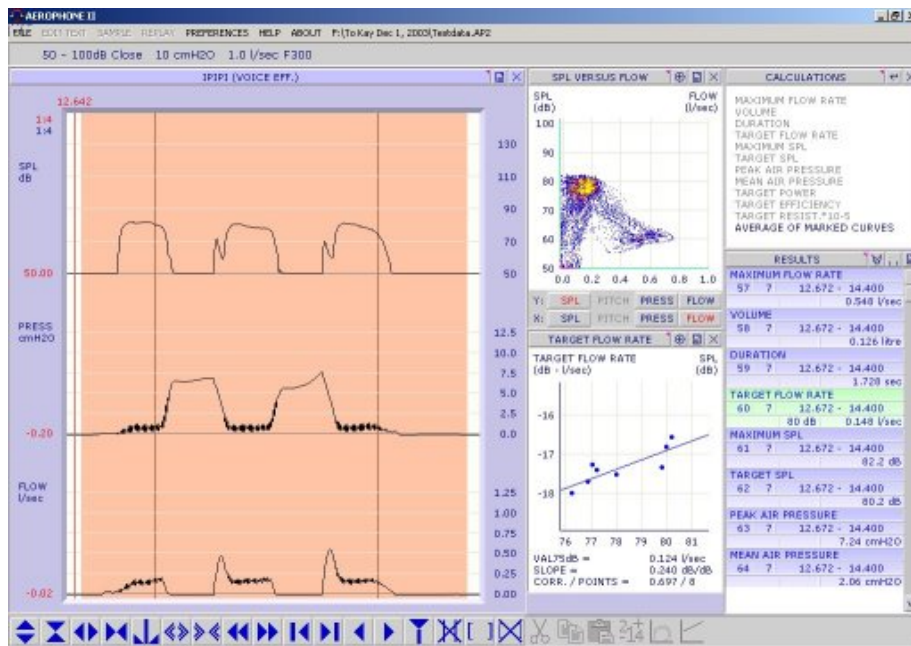
Σχήμα 1: Η συσκευή του αεροφώνου (α) και χρήση του αεροφώνου (β).

#### 2.4 Συλλογή δεδομένων

Η διαδικασία των ηχογραφήσεων ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2005 και ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο του 2006. Οι ηχογραφήσεις έλαβαν χώρα στο Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών, σε ειδικό σχεδόν ανηχοϊκό θάλαμο κατάλληλα διαμορφωμένο για τις ανάγκες του προγράμματος.

Ηχογραφήθηκαν συνολικά είκοσι ψάλτες από τα περισσότερα μέρη της Ελλάδας, προσπαθώντας και με αυτό τον τρόπο να δοθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα της ψαλτικής τέχνης σήμερα. Όλα τα μουσικά μαθήματα απαγγέλθηκαν με δύο τρόπους, προφορικά και μελωδικά από όλα τα είκοσι υποκείμενα, σε κανονική ένταση φωνής, όσο βέβαια αυτό ήταν εφικτό εξ αιτίας της ιδιαίτερης ερμηνευτικής απόδοσης κάθε υποκειμένου, και στην βασική οκτάβα του ντο3. Σε κάθε ηχογράφιση προηγήθηκε προθέρμανση των υποκειμένων.

Το υλικό κάθε ηχογράφησης, που είχε διάρκεια τριών ωρών για κάθε υποκείμενο, αρχικά αποθηκεύθηκε στον εσωτερικό δίσκο της κονσόλας απ' όπου με κατάλληλη διαδικασία εξήχθη σε ψηφιακούς δίσκους σε πολλαπλά αντίγραφα έτσι ώστε να δημιουργηθούν αντίγραφα ασφαλείας του υλικού.



Σχήμα 2: Μετρήσεις στάθμης ηχητικής πίεσης (SPL), υπογλωττιδικής πίεσης και ροής αέρα από το αερόφωνο.

### **3. Επισημείωση του ηχογραφημένου υλικού**

Μετά από την αρχική προ-επεξεργασία (editing), το σώμα των ηχογραφήσεων υπέστη, με κατάλληλη επέκταση του περιβάλλοντος ακουστικής επεξεργασίας σημάτων PRAAT [8], χρονικά στοιχισμένες επισημειώσεις πέντε επιπέδων. Το λογισμικό αυτό αναπτύχθηκε από τους Paul Boersma και David Weenink στο Πανεπιστήμιο του Άμστερνταμ. Το PRAAT δίνει δυνατότητα επισημείωσης της ηχογράφησης σε πολλαπλά επίπεδα κάνοντας χρήση διαχωριστικών σημείων.

#### *3.1 Προεπεξεργασία (Editing)*

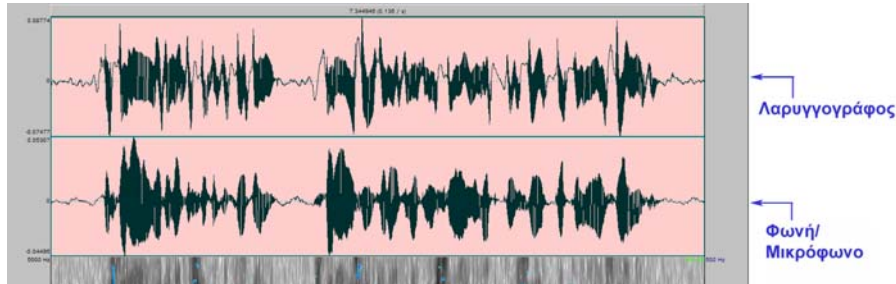
Προκειμένου να προχωρήσουμε στην ανάλυση του ψηφιακού υλικού η συλλογή του ηχητικού υλικού έχει κατακερματιστεί με κατάλληλο εργαλείο επεξεργασίας σημάτων και τα αρχεία υπέστησαν χειροκίνητη επεξεργασία, ώστε να απαλλαγούν από τμήματα τα οποία δεν προσφέρονται για ανάλυση, όπως: περίοδοι σιωπής, ομιλία εκτός ηχογράφησης, θόρυβοι κτλ. Το τελικό επεξεργασμένο αρχείο περιέχει μόνο την μελωδική εκτέλεση του μουσικού κειμένου και ότι άλλο ζητήθηκε κατά την ηχογράφηση (κλίμακες, κτλ.). Από αυτό το τελικό αρχείο, για κάθε υποκείμενο, οργανώθηκαν άλλα αρχεία που περιλαμβάνουν χωριστά, το σύντομο ειρμολογικό μέλος, το αργοσύntonο στιχεραρικό, το αργό ειρμολογικό, το παπαδικό, τις αργές καταβασίες, τα δοξαστικά, τους στίχους πολυελέων, την εμμελή απαγγελία του αποστόλου, την στιχολογία, καθώς και όλα τα αντίστοιχα μαθήματα σε ανάγνωση (προφορική απαγγελία).

#### *3.2 Επίπεδα επισημείωσης*

Μετά από την αρχική επεξεργασία (editing) το υλικό υπέστη τις απαραίτητες χρονικά στοιχισμένες επισημειώσεις. Εκτός από το ακουστικό σήμα της φωνής είναι παράλληλα διαθέσιμο και το συγχρονισμένο σήμα του ηλεκτρογλωττιδογραφήματος (EGG). Με αυτόν τον τρόπο είναι άμεσα εμφανής η



αντιστοιχία μεταξύ του ακουστικού και του γλωττιδικού σήματος στα διάφορα μέρη της επισημείωσης (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Τα δύο συγχρονισμένα σήματα του ηλεκτρογλωττιδογραφήματος (λαρυγγογράφου) και της φωνής.

Η επισημείωση του υλικού έγινε σε πέντε διαφορετικά επίπεδα με ένα ημιαυτόματο τρόπο που αναπτύξαμε για τον σκοπό αυτό [9]:

- A. Τα όρια-διαστήματα της κάθε συλλαβής των στίχων του ψαλτικού κειμένου (**Στίχοι – ΣΤ**). Τα όρια αυτά τοποθετήθηκαν χειροκίνητα. Τα όρια αυτά καθορίζουν την διάρκεια της συλλαβής που επισημαίνεται.
- B. Τους μουσικούς χαρακτήρες της Βυζαντινής Σημειογραφίας του μουσικού κειμένου (**Σημειογραφία Ανάγνωσης - ΣΑ**).
- Γ. Το σημειογραφικό-αναμενόμενο τονικό ύψος (η ακριβής διαφορά των μορίων υπολογίστηκε με βάση τα διαστήματα των κλιμάκων της Βυζαντινής Μουσικής και την αρχική μαρτυρία του ήχου) (**Σημειογραφικό τονικό ύψος – ΣΤΥ**).
- Δ. Τους πραγματικούς (βασισμένους στην απόδοση-ερμηνεία) μουσικούς χαρακτήρες της Βυζαντινής Σημειογραφίας (**Σημειογραφία Βάσει Αντίληψης – ΣΒΑ**). Σε αυτό το επίπεδο γίνεται αποτύπωση με τη χρήση Βυζαντινής Σημειογραφίας της απόδοσης-ερμηνείας του μουσικού κειμένου από τον ψάλτη.

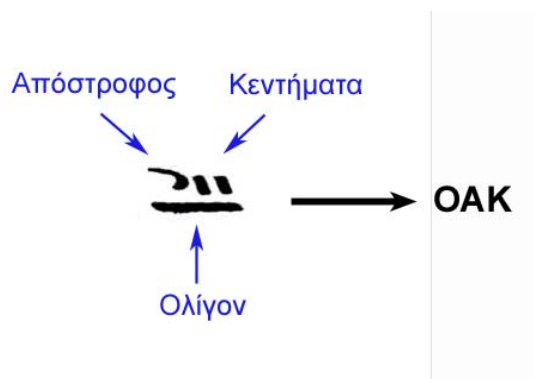
Ε. Το πραγματικό-αντιληπτικό τονικό ύψος (με τον ίδιο τρόπο που υπολογίσαμε το τονικό ύψος στο τρίτο επίπεδο επισημείωσης) (**Αντιληπτικό τονικό ύψος σήματος - ΑΤΥ**). Γίνεται υπολογισμός των μουσικών διαστημάτων βάσει του προηγούμενου επιπέδου.

### 3.3 Κωδικοποίηση συμβόλων Βυζαντινής Σημειογραφίας

Για την παράσταση των σημειογραφικών χαρακτήρων της Βυζαντινής Μουσικής στο περιβάλλον του λογισμικού PRAAT [10] χρησιμοποιήθηκε μία νέα κωδικοποίηση με λατινικούς χαρακτήρες [11].

Κάθε σημειογραφικός χαρακτήρας συμβολίστηκε με το αντίστοιχο αρχικό λατινικό γράμμα του ονόματος του. Στις περιπτώσεις πλοκής χαρακτήρων η κωδικοποίηση έχει γίνει βάσει του εξής κανόνα: Επιλέγουμε το αρχικό γράμμα από κάθε χαρακτήρα ξεκινώντας από τα αριστερά προς τα δεξιά και από κάτω προς τα πάνω (Σχήμα 4).

Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι αυτός ο τρόπος κωδικοποίησης των μουσικών χαρακτήρων βασίζεται στον συνήθη τρόπο ανάγνωσής των και καταγραφής των. Στις περιπτώσεις που η πλοκή των χαρακτήρων γίνεται πολυσύνθετη, όπως σε συνοπτική – στενογραφική γραφή, χρειάζεται να γίνει πρώτα η σημειογραφική ανάλυση της μουσικής γραμμής και να ακολουθήσει η κωδικοποίηση.

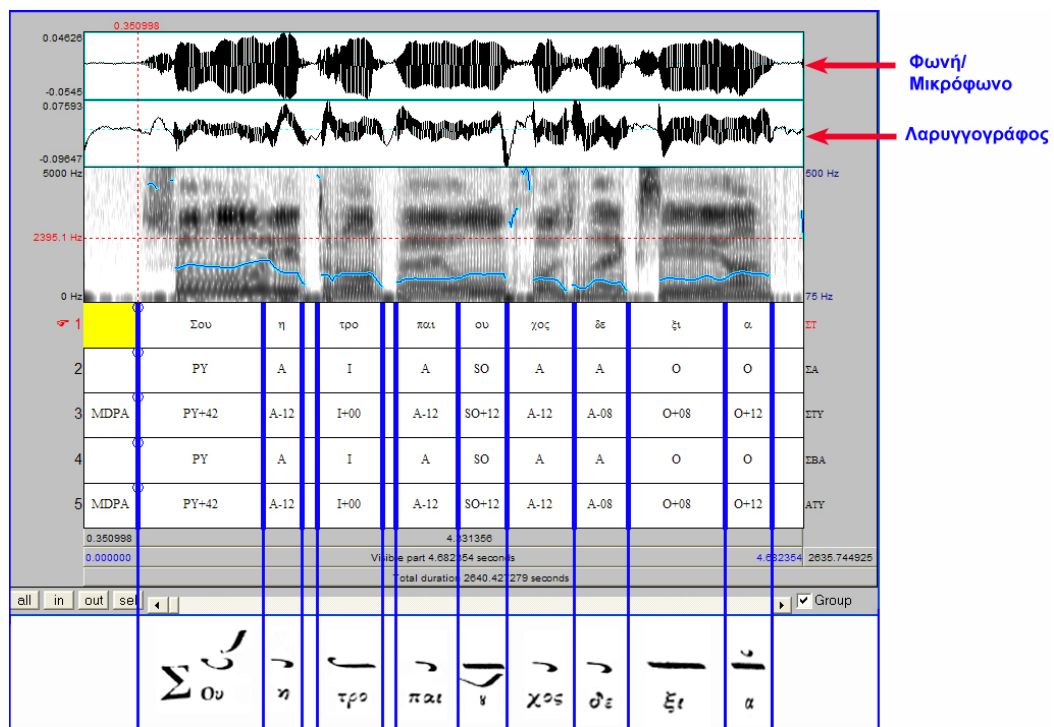


Σχήμα 4: Κωδικοποίηση πλοκής χαρακτήρων.

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται η επισημειωμένη μουσική φράση «Σου η τροπαιούχος δεξιά» κάνοντας χρήση και των πέντε παραπάνω επιπέδων επισημείωσης.

#### 4. Συμπεράσματα

Η συλλογή ΔΑΜΑΣΚΗΝΟΣ αποτελεί μία πρότυπη επισημειωμένη συλλογή ψαλτικών φωνών από είκοσι συνολικά ψάλτες από όλη την Ελλάδα, που προσπαθεί να αποτυπώσει την πραγματικότητα που επικρατεί σήμερα στην ψαλτική μας παράδοση μέσω των μαθημάτων, των ασκήσεων και των μετρήσεων που καταγράφηκαν στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου ΑΙΔΟΣ. Φιλοδοξεί δε να αποτελέσει βάση περαιτέρω μουσικολογικών και εν γένει επιστημονικών ερευνών.



Σχήμα 5: Η επισημειωμένη μουσική φράση «Σου η τροπαιούχος δεξιά».

### Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή χρηματοδοτήθηκε μέσω του έργου ΑΟΙΔΟΣ του Προγράμματος ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ (ΕΠΕΑΕΚ) το οποίο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και Εθνικούς πόρους.

### Αναφορές

- [1] Δελβινιώτη Δ.Σ., *Ιεροσαλτική Φωνή και Έκφραση*, Μεσολόγγι, 2002
- [2] Δελβινιώτη Δ.Σ., *Ανάλυση Βυζαντινού Μουσικού Μέλους με Τεχνικές Επεξεργασίας Σήματος*, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2002
- [3] Kyritsi, V., A. Georgaki and G. Kouroupetroglou, «A Score-to-Singing Voice Synthesis System for the Greek Language», *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC07)*, Copenhagen, 27-31 August 2007, Vol. II, pp. 216-223
- [4] Zannos, I., A. Georgaki, D. Delviniotis and G. Kouroupetroglou: «Real-time control of Greek Chant Synthesis», *Proceedings of the 3rd International Conference Sound and Music Computing (SMC06)*, 18-20 May 2006, Marseille, pp. 47-52
- [5] Δελβινιώτη Δ. Σ., *ΑΟΙΔΟΣ: Μουσικά κείμενα και ασκήσεις*, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Τεχνική Έκθεση έργου ΑΙΟΔΟΣ, 2006
- [6] [www.kayelemetrics.com](http://www.kayelemetrics.com)
- [7] F-J Electronics Corp., *Aerophone Manual*, 2004, [www.f-jelectronics.dk](http://www.f-jelectronics.dk)
- [8] PRAAT: [www.praat.org](http://www.praat.org)
- [9] Παναγιωτόπουλου Δ. Γ., *Θεωρία και Πράξις της Βυζαντινής Εκκλησιαστικής Μουσικής*, έκδοση Ε', Αδελφότης Θεολόγων ο ΣΩΤΗΡ, Αθήνα 1991

- [10] Chryssochoidis G., D. Delviniotis and G. Kouroupetroglou, «A semi-automated tagging methodology for Orthodox Ecclesiastic Chant Acoustic corpora», *Proceedings of the 4rd International Conference Sound and Music Computing (SMC07)*, 11-13 July 2007, Lefkada, pp. 126-133
- [11] Δελβινιώτη Δ.Σ., *ΑΙΟΔΟΣ: Κωδικοποίηση σημειογραφίας και διαστημάτων της Βυζαντινής Μουσικής*, Τεχνική Έκθεση έργου ΑΙΟΔΟΣ, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, 2006