

## **ΔΑΜΑΣΚΗΝΟΣ: Πρότυπη Επισημειωμένη Συλλογή Ψαλτικών Φωνών Βυζαντινής Εκκλησιαστικής Μουσικής**

**Γ. Κουρουπέτρογλου, Δ. Δελβινιώτης και Γ. Χρυσοχοΐδης**  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών  
koupe@di.uoa.gr

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η σχεδίαση και η υλοποίηση μιας πρότυπης επισημειωμένης συλλογής (corpus) Βυζαντινής Εκκλησιαστικής Ψαλμωδίας (ΒΕΨ) από ένα στατιστικά αντιπροσωπευτικό 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 ηλεκτρολαρυγγιογραφήματος (EGG) και γλωττιδικής ροής και πίεσης αέρα. 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.

## ***DAMASKINOS: The Model Tagged Acoustic Corpus of Byzantine Ecclesiastic Chant Voices***

### **ABSTRACT**

*We present the design and development of a prototype tagged corpus of the Byzantine Ecclesiastic Chant (BEC) from a statistically representative sample of its style. The recordings derived from a well selected representative sample of twenty chanters, strictly under the same controlled conditions of digital recording, with parallel-synchronized recording of electro-glottal graph (EGG), glottal flow and pressure of air. The musical performance of each subject followed a structured protocol and included: a) specific musical courses (papadika, stehera, eirmologika along with various troparia) of all the Modes of BEC and b) musical exercises in all the musical scales per Mode. All the courses and their exercises were recorded, except from being chanted, at their oral and musical recitation as*

*well, by all the 20 subjects, in normal intensity of voice and in the basic octave of C3. After the editing of the recordings we performed a five layer tagging.*

## **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 προηγούμενες έρευνες [1] βασίζονται σε ηχογραφήσεις ή χρήση αρχαιακού υλικού, που δημιουργήθηκαν κάτω από ποικίλες συνθήκες ηχογράφησης και δεν προσφέρονται για τον συστηματικό ακουστικό προσδιορισμό, την εξαγωγή των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων και τη μοντελοποίηση του φωνητικού αυτού είδους ώστε να αποτελέσουν ισχυρά μοντέλα για την ταυτοποίηση και την αυτόματη αναγνώριση της ΒΕΨ ή τη διεξαγωγή συγκριτικών μελετών.

Στόχος της εργασίας αυτής ήταν η δημιουργία ενός αξιόπιστου επισημειωμένου σώματος (corpus) ηχογραφήσεων ΒΕΨ, τέτοιο που να είναι εύκολα προσπελάσιμο και χρήσιμο σε 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. Ο όρος σώμα ηχογραφήσεων αναφέρεται σε συλλογή ηχογραφήσεων ΒΕΨ μαζί με την κατάλληλη επισημείωση, μετα-δεδομένα και την αντίστοιχη τεκμηρίωση. Ο όρος επισημείωση 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.

### **1. 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.

#### *1.1 Επιλογή ψαλτών*

Εφαρμόζοντας κάποια γενικά αλλά θεμελιώδη κριτήρια επιλογής συγκεκριμένων καλλιτεχνών έγινε μια προεπιλογή ενός συνόλου προσώπων. Τα κριτήρια ήταν: 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 κλήθηκε 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, έτη ενεργής παρουσίας σε αναλόγιο, οι δάσκαλοι του, καθώς και άλλες δικές του προσωπικές κρίσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά της φωνής του και της ΒΕΨ γενικότερα.*

### *1.2 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 ηχογράφηση [2]. 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. Ακολούθησε η απαγγελία μουσικών κλιμάκων των γενών του μαλακού, σκληρού (εναρμόνια) διατόνου καθώς και του μαλακού, σκληρού χρώματος σε όλα τα φωνήεντα (α,ε,ι,ο,ου), δηλαδή ο ψάλτης χρησιμοποίησε ένα φωνήεν κάθε φορά για να απαγγείλει την κάθε κλίμακα.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις του *αεροφώνου*. Με την απαγγελία μίας ακολουθίας τριών συλλαβών «πι» σε δύο εντάσεις (κανονική και ισχυρή) έγιναν μετρήσεις ροής αέρα, έντασης φωνής και υπογλωττιδικής πίεσης του ψάλτη (Σχήμα 1.1.α) (*περισσότερες λεπτομέρειες δίδονται στην παράγραφο 1.3*). Μετά τις μετρήσεις του αεροφώνου ο ψάλτης συνέχισε με τα υπόλοιπα μαθήματα του ρεπερτορίου με τη σειρά που παρουσιάσαμε παραπάνω.

### 1.3 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) [3] η οποία περιλαμβάνει δύο ηλεκτρόδια που τοποθετούνται εξωτερικά στον λαϊμό 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 δίνει πληροφορίες για τη διάρκεια, το συντονισμό και τον τρόπο επαφής των φωνητικών χορδών κατά τη διάρκεια του γλωττιδικού κύκλου. Εν γένει δίνει μία καλή εικόνα του σήματος πηγής του λάρυγγα, ανεπηρέαστο σε μεγάλο βαθμό από τον ηχητικό σωλήνα του λάρυγγα και του υπόλοιπου συστήματος.



(α)



(β)

Σχήμα 1.1 α) Η συσκευή του αεροφώνου και β) χρήση του αεροφώνου.

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 στα 16 bits.

Προκειμένου να εξασφαλίσουμε κοινές συνθήκες ηχογράφησης για όλους τους συμμετέχοντες στο πρόγραμμα ψάλτες διατηρήσαμε την στάθμη των προενισχυτών για τα δύο κανάλια ηχογράφησης σταθερή και κοινή σε όλες τις ηχογραφήσεις.

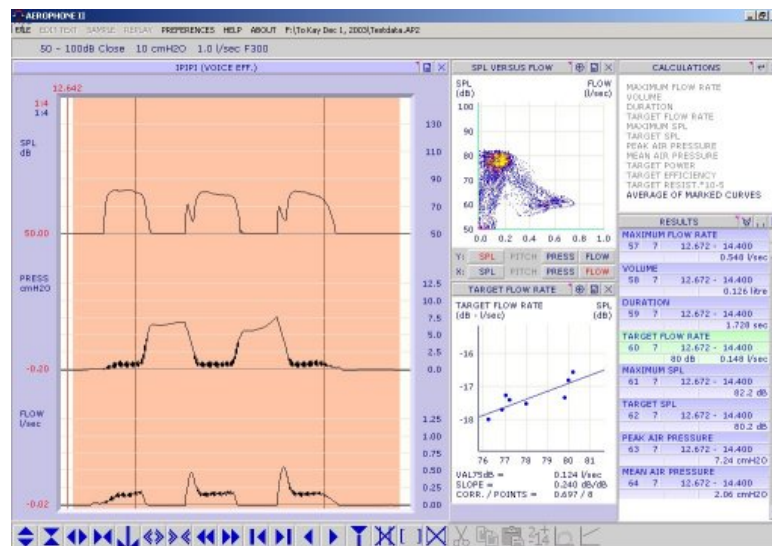
Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ηχογράφησης πραγματοποιήθηκαν μία σειρά ειδικών μετρήσεων φωνής με την χρήση του αεροφώνου (Aerophone II της εταιρείας FJ Electronics [4]) για την καταγραφή των αεροδυναμικών παραμέτρων φώνησης, όπως: η ροή αέρα, η ένταση και η υπογλωττιδική πίεση (Σχήμα 1.1.β). Στο Σχήμα 1.2 παρουσιάζονται μετρήσεις SPL, υπογλωττιδικής πίεσης και ροής αέρα κατά την απαγγελία της ακολουθίας των τριών συλλαβών «πι» από τον ψάλτη.

### 1.4 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 ανηχώϊκό 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. Πρέπει να σημειωθεί ότι όλα τα μαθήματα και οι ασκήσεις ηχογραφήθηκαν, εκτός της ψαλμώδισής τους, και κατά την προφορική και εμμελή απαγγελία τους από τα ίδια 20 υποκείμενα, κυρίως σε κανονική ένταση φωνής (αυξομειώσεις στην ένταση λόγω ερμηνευτικής απόδοσης δεν αποφεύχθηκαν) και στη βασική οκτάβα του ντο3.

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 1.2 Μετρήσεις SPL, υπογλωττιδικής πίεσης και ροής αέρα από το αερόφωνο

## 2. 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 [5], στοιχισμένες επισημειώσεις πέντε επιπέδων. Το λογισμικό αυτό αναπτύχθηκε από τους Paul Boersma και David Weenink στο Πανεπιστήμιο

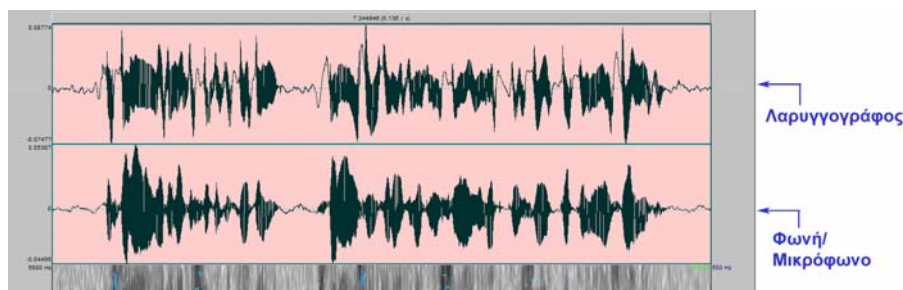
του Άμστερνταμ. Το PRAAT δίνει δυνατότητα επισημείωσης της ηχογράφησης σε πολλαπλά επίπεδα κάνοντας χρήση διαχωριστικών σημείων.

### 2.1 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 επεξεργασία, ώστε να απαλλαγούν από τμήματα τα οποία δεν προσφέρονται για ανάλυση, όπως: περίοδοι σιωπής, ομιλία εκτός ηχογράφησης, θόρυβοι κτλ... Το επεξεργασμένο αρχείο περιέχει μόνο την ψαλτική ερμηνεία του μουσικού κειμένου και ότι άλλο ζητήθηκε κατά την ηχογράφηση (κλίμακες, κτλ...).

### 2.2 Επίπεδα επισημείωσης

Μετά από την αρχική επεξεργασία (editing) το υλικό υπέστη τις απαραίτητες 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 2.1).



Σχήμα 2.1 Τα δύο συγχρονισμένα σήματα του ηλεκτρογλωττιδογραφήματος (λαρυγγογράφος) και της φωνής

Η επισημείωση του υλικού έγινε σε πέντε διαφορετικά επίπεδα:

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**).

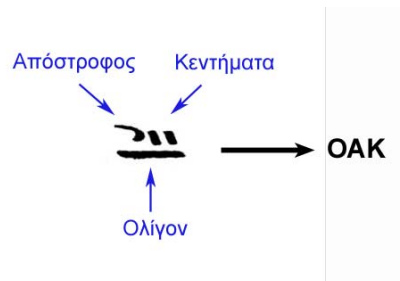
Δ. Τους πραγματικούς (βασισμένους στην απόδοση-ερμηνεία) μουσικούς χαρακτήρες της Βυζαντινής Σημειογραφίας (**Σημειογραφία Βάσει Αντίληψης – ΣΒΑ**). Σε αυτό το επίπεδο γίνεται αποτύπωση με τη χρήση Βυζαντινής Σημειογραφίας της απόδοσης-ερμηνείας του μουσικού κειμένου από τον ψάλτη.

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.

### 2.3 Κωδικοποίηση συμβόλων Βυζαντινής Σημειογραφίας

Για την παράσταση των σημειογραφικών χαρακτήρων της Βυζαντινής Μουσικής [6] στο περιβάλλον του λογισμικού PRAAT χρησιμοποιήθηκε μία νέα κωδικοποίηση με λατινικούς χαρακτήρες [7].

Κάθε σημειογραφικός χαρακτήρας συμβολίστηκε με το αντίστοιχο αρχικό λατινικό γράμμα του ονόματός 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 2.2).



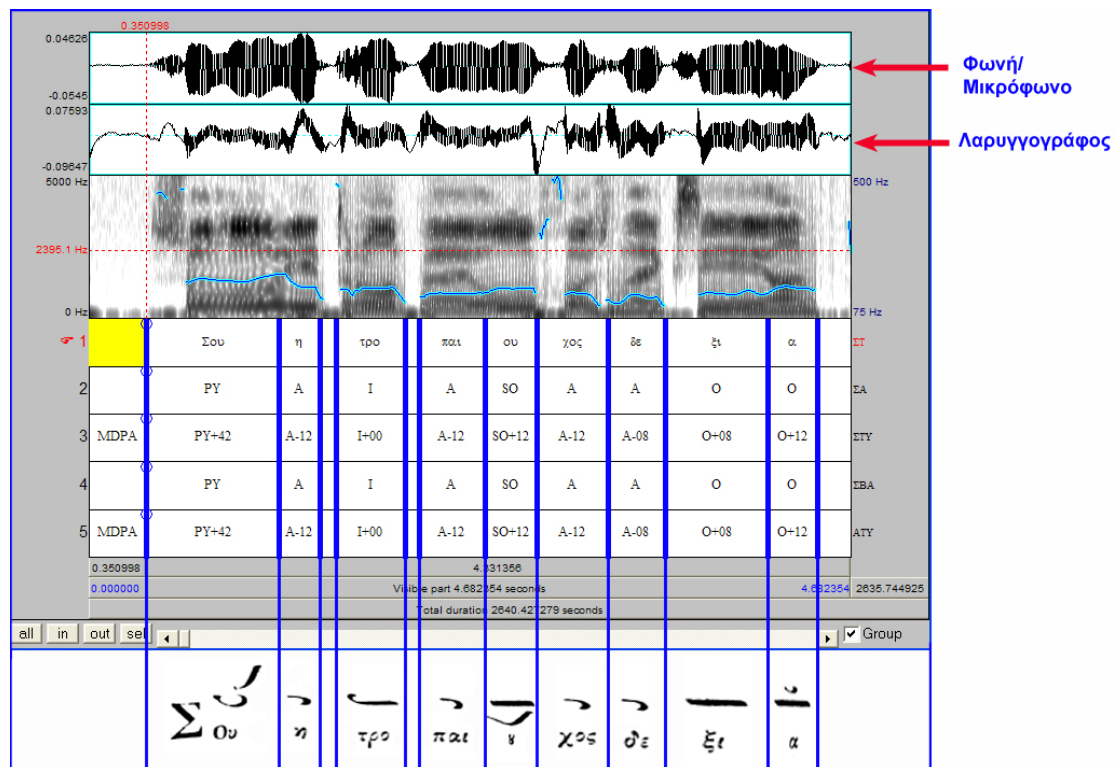
Σχήμα 2.2 Κωδικοποίηση πλοκής χαρακτήρων

Στο Σχήμα 2.3 παρουσιάζεται η επισημειωμένη μουσική φράση «Σου η τροπαιούχος δεξιά» κάνοντας χρήση και των πέντε παραπάνω επιπέδων επισημείωσης.

### 3. 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 2.3 Η επισημειωμένη μουσική φράση «Σου η τροπαιούχος δεξιά»

#### 4. Ευχαριστίες

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

#### 5. Αναφορές

- [1] Δ.Σ. Δελβινιώτης «Ιεροσαλτική Φωνή και Έκφραση», Μεσολόγγι, 2002.
- [2] Δ.Σ. Δελβινιώτης: «ΑΟΙΔΟΣ: Μουσικά κείμενα και ασκήσεις», Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2006.
- [3] www.kayelemetrics.com
- [4] F-J Electronics: «Aerophone Manual», 2004, www.f-jelectronics.dk.
- [5] PRAAT: www.praat.org



- [6] Δ.Γ. Παναγιωτόπουλου «Θεωρία και Πράξις της Βυζαντινής Εκκλησιαστικής Μουσικής», Αδελφότης Θεολόγων ο ΣΩΤΗΡ, Αθήνα 1991, έκδοση Ε'.
- [7] Δ.Σ. Δελβινιώτης «ΑΟΙΔΟΣ: Κωδικοποίηση σημειογραφίας και διαστημάτων της Βυζαντινής Μουσικής», Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2006.