



ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΡΕΘΥΜΝΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη Ακουστικής Αντίληψης  
στην τραγουδιστική φωνή σοπράνο  
με χρήση ακουστικών τεστ

ΣΟΠΟΒΑ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

Επιβλέπων καθηγητής: ΚΟΥΖΟΥΠΗΣ ΣΠΥΡΟΣ

*Ρέθυμνο 2008*

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	
Περίληψη.....	
Πρόλογος .....	
Εισαγωγή.....	

## Μέρος Α' - Θεωρητικό

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΨΥΧΟΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

1.1 Ορισμός της Ψυχοακουστικής .....	7
1.2 Παράμετροι της Ψυχοακουστικής .....	8
1.2.1 Τονικό ύψος.....	8
1.2.2 Ακουστότητα.....	8
1.2.3 Η οξύτητα και η τραχύτητα του ήχου.....	9

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΩΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

2.1 Περιγραφή του Φωνητικού Οργάνου.....	10
2.2 Ανατομία του φωνητικού συστήματος.....	10
2.2.1 Ο μηχανισμός παραγωγής του ήχου.....	11
2.2.2 Ο μηχανισμός υποστήριξης του ήχου.....	12
2.2.3 Ο μηχανισμός παραγωγής των λέξεων.....	12
2.3 Βασική δομή της φωνής.....	13
2.4 Τα μέρη του ανθρώπινου φωνητικού συστήματος.....	13
2.4.1 Ο λάρυγγας.....	14
2.4.2 Το σαγόι.....	15
2.4.3 Η γλώσσα.....	15
2.4.4 Οι φωνητικές χορδές.....	15
2.4.5 Τα αντηχεία.....	16
2.4.6 Το διάφραγμα.....	17
2.5 Άλλες συνιστώσες της φωνής.....	17
2.5.1 Ο ρόλος του αέρα στη φώνηση.....	17
2.5.2 Η επίδραση της φυσιολογίας στη φώνηση.....	17
2.5.3 Το vibrato, η ένταση, τα formants και η χροιά της φωνής.....	18

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΚΟΗΣ**

3.1 Η αντίληψη του ήχου από τον άνθρωπο.....	20
3.2 Ανατομία του ανθρώπινου αυτιού.....	20
3.2.1 Εξωτερικό αυτί.....	22
3.2.2 Μεσαίο αυτί.....	24
3.2.3 Εσωτερικό αυτί.....	25

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΦΩΝΩΝ**

4.1 Κατάταξη των φωνών της όπερας σε κατηγορίες.....	27
4.2 Οι επιμέρους κατηγορίες της φωνής σοπράνο.....	28
4.2.1 Σοπράνο Κολορατούρα (Ελαφριά).....	28
4.2.2 Λυρική σοπράνο.....	28
4.2.3 Λυρικο-Δραματική σοπράνο.....	28
4.2.4 Spinto σοπράνο.....	28
4.2.5 Δραματική Σοπράνο.....	28
4.3 Επιμέρους κατηγορίες της γυναικείας οπερατικής φωνής.....	29

## **Μέρος Β' - Πειραματικό**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΨΥΧΟΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΤΕΣΤ**

5.1 Περιγραφή του στόχου για τη δημιουργία και τη διεξαγωγή των ψυχοακουστικών τέστ.....	30
5.2 1 <sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό τέστ.....	30
5.2.1 Μέρος 1Α του 1ου Ψυχοακουστικού Τέστ	
5.2.2 Μέρος 1Β του 1ου Ψυχοακουστικού Τέστ	
5.2.3 Μέρος 1Γ του 1ου Ψυχοακουστικού Τέστ	
5.2.4 Συνολικά αποτελέσματα ανά ομάδα ακροατών για το 1Α, 1Β και για το 1Γ μέρος του 1 <sup>ο</sup> Ψυχοακουστικού Τέστ.....	49
5.2.5 Αντίληψη της διαφορετικότητας και κατηγοριοποίηση των νοτών στην αντίστοιχη σοπράνο φωνή από κάθε ομάδα ακροατών. Ανάλυση των αποτελεσμάτων των 1Β και 1Γ μερών του Ψυχοακουστικού Τέστ..	52
5.3 2 <sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό τέστ.....	56
5.4 3 <sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό τέστ.....	65
5.5 4 <sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό τέστ.....	71
5.6 Συμπεράσματα.....	75

## **Μέρος Γ'**

### **Παρατηρήσεις και Στατιστική επεξεργασία των στοιχείων των ακροατών**

#### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'**

Παρατηρήσεις και Στατιστική επεξεργασία των στοιχείων των ακροατών.....	87
Γλωσσάρι .....	93

#### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'**

Βιβλιογραφία.....	
Ευρετήριο.....	

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Σπύρο Κουζούπη για την καθοδήγησή του ώστε να ολοκληρωθεί η συγκεκριμένη Πτυχιακή Εργασία.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους της εργασίας και συγκεκριμένα, τα άτομα (κατά πλειοψηφία φοιτητές του Τμήματος ΜΤΑ), που πήραν μέρος στα τέσσερα ψυχοακουστικά tests.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

---

Στην εργασία αυτή εξετάζεται θεωρητικά το φωνητικό σύστημα και οι τρεις κατηγορίες της φωνής σοπράνο καθώς και με την εξερεύνηση των διαφορών μεταξύ των τριών κατηγοριών των φωνών σοπράνο, όπως αυτές γίνονται αντιληπτές από τον άνθρωπο. Με άλλα λόγια θα εξετάσουμε αν ένας ακροατής, ανεξαρτήτως ηλικίας και φύλου, αντιλαμβάνεται τις ποιοσδήποτε διαφορές (αν υπάρχουν) μεταξύ των φωνών αυτών.

Η μελέτη για το πώς αντιλαμβάνεται ο ακροατής τις διαφορές μεταξύ των φωνών σοπράνο έγινε μέσω ψυχοακουστικών tests και συμπλήρωση ερωτηματολογίων.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φωνή είναι ένα μέσο επικοινωνίας το οποίο έχει να κάνει με την πνευματική κατάσταση του ατόμου. Όσο μεγαλύτερες και ευρύτερες είναι οι δυνατότητες της φωνής τόσο μεγαλύτερη η γκάμα των συναισθημάτων που μπορούν να εκφραστούν μέσω αυτής. Με την καλλιέργεια της τραγουδιστικής φωνής διευρύνεται και η προσωπικότητα του τραγουδιστή, αλλά και η ποικιλία των συναισθημάτων που μπορούν να αποδοθούν.

Οι φωνές σοπράνο ενώ καλύπτουν περίπου το ίδιο συχνοτικό εύρος ηχούν διαφορετικά, με αποτέλεσμα να χρειάζεται να τις κατατάξουμε σε διαφορετικές κατηγορίες, όπως συμβαίνει και με κάποια μουσικά όργανα. Μπορεί π.χ. ο κατασκευαστής ενός οργάνου να είναι ο ίδιος, αλλά τα όργανα που κατασκευάζει σπάνια ηχούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Η χροιά ενός μουσικού οργάνου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες: το υλικό από το οποίο φτιάχνεται, τις διαστάσεις του, το βερνίκι με το οποίο επικαλύπτεται η επιφάνειά του, την ηλικία του και τις περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες διατηρείται. Ένας από τους βασικότερους παράγοντες ωστόσο, που συμβάλει στη διαμόρφωση της χροιάς οποιουδήποτε μουσικού οργάνου είναι ο οργανοπαίχτης.

Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στη φωνή σοπράνο. Σε αντίθεση με τα άλλα μουσικά όργανα η φωνή δεν κατασκευάζεται αλλά καλλιεργείται. Στη διαδικασία αυτή συμβάλλουν περισσότεροι παράγοντες από ότι στην κατασκευή ενός μουσικού οργάνου. Η φωνή «επηρεάζεται» από τις συνθήκες στις οποίες «μεγαλώνει». Δέχεται συνειδητά και υποσυνείδητα διάφορα ερεθίσματα. «Μιμείται» ακούσματα από το οικογενειακό περιβάλλον και «μαθαίνει» χρήσιμους ήχους από το εκπαιδευτικό περιβάλλον. Όταν η τραγουδίστρια θέλει να τη χρησιμοποιήσει σαν μουσικό όργανο μαθαίνει κάποια συγκεκριμένη τεχνική, η φωνή της καλλιεργείται με στόχο να «τοποθετηθεί» σε κάποιο συγκεκριμένο ρεπερτόριο (κλασικό, παραδοσιακό κλπ.). Εφόσον η φωνή έχει τοποθετηθεί κατατάσσεται σε μία κατηγορία.

Στην έρευνα αυτή γίνεται μία προσπάθεια να εξηγηθούν οι διαφορές στη χροιά της ελαφριάς, της λυρικής και της δραματικής σοπράνο. Κατά την μελέτη όμως προέκυψαν ερωτήματα όπως η διαφορετικότητα, όχι απλά μεταξύ μίας δραματικής με μία λυρική ή μία ελαφριά, αλλά οι διαφορετικότητες μεταξύ μίας ελαφριάς με μία άλλη ελαφριά, ή μίας λυρικής με μία δεύτερη λυρική. Τι είναι αυτό που ηχεί διαφορετικά στη μία και δεν παρατηρείται σε κάποια άλλη σοπράνο της ίδιας κατηγορίας? Θα μπορούσε αυτό να οφείλεται στο μουσικό κομμάτι που εκτελεί η συγκεκριμένη σοπράνο ή έχει να κάνει μόνο με την διαφορετική χροιά κάθε φωνής?

Για την έρευνα εκτός από μουσικές ερμηνείες ηχογραφήθηκαν φωνήεντα, glissandi και ομιλίες. Οπότε η διαφορά στις χροιές των σοπράνο τραγουδιστριών και την επίδραση που έχει η κάθε μία πάνω στον ακροατή παρατηρείται όχι μόνο κατά την ερμηνεία ενός μουσικού έργου, αλλά και κατά την απόδοση μεμονωμένων τεχνικών. Ο τρόπος της ερμηνείας ενός μουσικού έργου επηρεάζεται από διάφορους εξωτερικούς και εσωτερικούς παράγοντες, στη συγκεκριμένη περίπτωση η σοπράνο τραγουδίστριας. Κάποιους από τους παράγοντες αυτούς είναι η τεχνική της εκτέλεσης, η ηλικία, η ωριμότητα του καλλιτέχνη και τα ακούσματα που έχει. Υπάρχουν ωστόσο και οι υποκειμενικοί παράγοντες που έχουν να κάνουν περισσότερο με την χροιά και τον ήχο κάθε τραγουδιστή.

Ένα άλλο ερώτημα το οποίο εξετάζεται στην μελέτη αυτή είναι η επίδραση κάθε φωνής σοπράνο σε διάφορες κατηγορίες ακροατών. Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκαν κάποια ψυχοακουστικά τέστ τα οποία εφαρμόστηκαν σε ακροατές διαφορετικής ηλικίας, φύλου και μουσικής εκπαίδευσης (τραγουδιστές, μουσικοί, μη-μουσικοί).

Για να επιβεβαιωθεί ότι όντως ο ακροατής επηρεάζεται, ή προτιμά μία συγκεκριμένη φωνή κατασκευάστηκε ένα τέστ με συνθετική φωνή και καταγράφηκε η αντίδραση των ακροατών στους ήχους της συνθετικής φωνής. Στα τέστ με τη συνθετική φωνή υπάρχουν μόνο οι αντικειμενικοί παράμετροι του ήχου ενώ λείπει το ερμηνευτικό στοιχείο από τους ήχους. Με τον τρόπο αυτό ο ακροατής καλείται να ξεχωρίσει τις κατηγορίες των φωνών χωρίς να επηρεάζεται από τον ήχο κάθε διαφορετικής τραγουδίστριας.

# 1. ΨΥΧΟΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναφορά στην επιστήμη που έχει να κάνει με τις ψυχολογικές και τις φυσιολογικές ιδιαιτερότητες της αντίληψης του ήχου, την ψυχοακουστική. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες η ψυχοακουστική έχει γίνει ένας από τους βασικότερους κλάδους στον τομέα της τεχνολογίας του ήχου ο οποίος έχει γνωρίσει ραγδαία ανάπτυξη χάρη στις μελέτες πάνω στην ψυχοακουστική.

## 1.1 Ορισμός Της Ψυχοακουστικής

Ο όρος ψυχοακουστική ορίζεται ως η επιστήμη που μελετά τον μετασχηματισμό των ηχητικών ερεθισμάτων σε συναισθήματα του ακροατή. Τα ηχητικά ερεθίσματα αυτά είναι κύματα ηχητικής πίεσης που διεγείρουν την τυμπανική μεμβράνη του αυτιού. Η πίεση που δέχεται η τυμπανική μεμβράνη μπορεί να ελεγχθεί και να μετρηθεί μόνο όταν ο ακροατής φοράει ακουστικά. Αυτή είναι η αιτία εξαιτίας της οποίας σε όλες σχεδόν τις ψυχοακουστικές μελέτες χρησιμοποιούνται ακουστικά.

Η μελέτη της ψυχοακουστικής ξεκινάει από την ανάλυση της φυσιολογίας των αυτιών και περιλαμβάνει το «ηλεκτρικό» σήμα εξόδου από τα αυτιά το οποίο μεταδίδεται στον εγκέφαλο. Στον εγκέφαλο το ηχητικό σήμα ερμηνεύεται υποκειμενικά. Το σύστημα αυτί - εγκέφαλος αποτελεί έναν σύνθετο μηχανισμό, ο οποίος παρομοιάζεται από κάποιους επιστήμονες με τη «δημιουργία» και την «εξέλιξη». Με τους όρους «δημιουργία» και «εξέλιξη» εξηγείται ότι στον ελάχιστο χρόνο που χρειάζεται ο ήχος για να φτάσει στο αυτί μας και από εκεί να μεταδοθεί στον εγκέφαλο, γενάτε ένα σύνολο από συναισθήματα και εικόνες, διαφορετικές για κάθε ακροατή. Παρά την τελειότητα του μηχανισμού αυτί-εγκέφαλος οι διαφορετικοί ήχοι αντιλαμβάνονται με διαφορετικό τρόπο από κάθε ακροατή.

Η αντίληψη των σύνθετων ήχων αποτελεί ένα φαινόμενο καθημερινό. Έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες στην προσπάθεια να εξηγηθεί το πως ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται τα ηχητικά ερεθίσματα γύρω του. Από φυσικής απόψεως ένας απλός ήχος μπορεί να περιγραφεί ως συνάρτηση της συχνότητας, του πλάτους και της φάσεώς του. Οι παράμετροι αυτοί μαζί με τους παραμέτρους της ψυχοακουστικής: τονικό ύψος, ένταση και χροιά συνεισφέρουν στην καλύτερη κατανόηση της αντίληψης του ήχου.

Στην παρούσα μελέτη θέτονται ερωτήματα όπως αν η διαφορά ανάμεσα σε δύο ή και παραπάνω ήχων, οι οποίοι έχουν την ίδια συχνότητα αλλά διαφορετική χροιά, είναι αντιληπτή από διαφορετικές κατηγορίες ακροατών. Ποια είναι η κατηγορία των ακροατών που αντιλαμβάνεται καλύτερα τη διαφορετικότητα των ηχητικών δειγμάτων (όσο αφορά τη χροιά) και ποια είναι τα χαρακτηριστικά (ατάκα, ένταση, τονικό ύψος κ.α.) των ήχων που κατανοούνται ευκολότερα από τους ακροατές. Οι απαντήσεις αυτών των ερωτήσεων αποτελούν αντικείμενο της ψυχοακουστικής - η μελέτη της ανθρώπινης αντίληψης της ακουστικής.



## 1.2 Παράμετροι της Ψυχοακουστικής

Οι παράμετροι της ψυχοακουστικής είναι οι μετρήσεις που γίνονται, λαμβάνοντας υπ' όψη την ανθρώπινη ακοή. Συνεπώς, αποτελούν χρήσιμο υλικό για τις αντικειμενικές φυσικές μετρήσεις και για την υποκειμενική εκτίμηση του ήχου. Οι παράμετροι της ψυχοακουστικής είναι η ένταση, η οξύτητα και η τονικότητα, η σκληρότητα και η τραχύτητα, και η διακύμανση της (δύναμης).

Όταν τα κύματα φτάνουν στο αυτί μας, προκαλείται ταλάντωση του τυμπάνου και στη συνέχεια οι ταλαντώσεις αυτές μεταδίδονται στο εσωτερικό αυτί όπου ο κοχλίας τις μετατρέπει σε νευρική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή ερμηνεύεται από τα όργανα υψηλότερου επιπέδου του ακουστικού μας συστήματος.

Στις αρχές του 19<sup>ου</sup> αι., οι επιστήμονες άρχισαν να κάνουν προσπάθειες να μετρήσουν το πώς ανταποκρίνεται ένα υποκείμενο σε ήχους με ρυθμιζόμενα φυσικά χαρακτηριστικά. Προσδιόρισαν ότι τα η αντίληψη της ακουστότητας και του τονικού ύψους είναι στενά συνδεδεμένα με τις φυσικές μεταβλητές του πλάτους και της συχνότητας.

### 1.2.1 Τονικό ύψος

Το πώς αντιλαμβάνεται κανείς τον ήχο αποτελεί σύνθετη διαδικασία. Το αυτί το οποίο είναι ο πιο άμεσος δέκτης των ηχητικών σημάτων δέχεται τις ταλαντώσεις οι οποίες προκαλούνται από το διαδιδόμενο ηχητικό κύμα. Η ηχητική ταλάντωση αυτή μπορεί να περιγραφεί με τη βοήθεια των φυσικών μεταβλητών. Μία τέτοια μεταβλητή είναι η συχνότητα ή αλλιώς το τονικό ύψος. Το τονικό ύψος είναι εκείνο το γνώρισμα του ήχου με τη βοήθεια του οποίου οι ήχοι ταξινομούνται σε μουσικές κλίμακες. Μόνο τα περιοδικά ηχητικά σήματα έχουν τονικό ύψος. Ο θόρυβος για παράδειγμα δεν έχει καθορισμένο τονικό ύψος, ενώ οι ήχοι που παράγονται από ένα μουσικό όργανο ή από την ανθρώπινη φωνή έχουν τονικό ύψος.

Σε κάποιες περιπτώσεις το τονικό ύψος που παράγεται μπορεί να μην είναι και τόσο σαφές, μία τέτοια περίπτωση είναι ο ήχος ενός κουδουνιού. Διεξάγονται ωστόσο ψυχοακουστικά πειράματα, κατά τα οποία ο ακροατής καλείται να ταιριάξει τον ήχο που αντιλαμβάνεται σε ένα καθαρό ημιτονικό σήμα. Γενικότερα με τη βοήθεια των ψυχοακουστικών ερευνών δίνεται η δυνατότητα να εκτιμηθούν τα χαρακτηριστικά του ήχου, τα οποία δεν έχουν σχέση με τις φυσικές μεταβλητές. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι υποκειμενικά, έχουν να κάνουν περισσότερο με την αντίληψη του ήχου και επομένως η αφομοίωσή των ήχων αυτών διαφέρει από ακροατή σε ακροατή.

### 1.2.2 Ακουστότητα

Η ακουστότητα είναι το υποκειμενικό εκείνο γνώρισμα που μας επιτρέπει να χαρακτηρίσουμε έναν ήχο οξύ ή βαρύ.

Σαν μονάδα ακουστότητας έχει οριστεί το 1 phon. Ο ήχος συχνότητας 1000 Hz και εντάσεως  $10^{-3} \text{W/cm}^2$ , έχει στάθμη ακουστότητας 130 Phon. Ο ήχος αυτός

αντιστοιχεί στο όριο πόνου, ενώ ο ήχος συχνότητας 1000 Hz και εντάσεως  $10^{-16}$  W/cm<sup>2</sup>, έχει ακουστότητα μηδέν phon. Ο ήχος αυτός αντιστοιχεί στο κατώφλι ακουστότητας.

Το κατώφλι ακουστότητας και το όριο πόνου ενός ήχου εξαρτώνται από τη συχνότητα και από την ένταση του ήχου. Το σχήμα 3.1 δείχνει τις καμπύλες στο όριο πόνου και στο κατώφλι ακουστότητας.

### 1.2.3 Η οξύτητα και η τραχύτητα του ήχου

Η έννοια της τονικότητας σημαίνει ότι ένας ήχος περιέχει μία ή περισσότερες τονικές συνιστώσες. Οι τονικές συνιστώσες συνήθως ενισχύουν την ευχάριστη αίσθηση ενός ήχου. Όσο περισσότερες είναι οι υψηλές συχνότητες που συνθέτουν έναν ήχο, τόσο μεγαλύτερη είναι η αίσθηση της οξύτητας του ήχου. Η οξύτητα είναι από τους σημαντικότερους ψυχοακουστικούς παραμέτρους, λόγω του ότι ενισχύει τη δυσάρεστη αίσθηση του ήχου. Γενικά ισχύει ότι οι χαμηλές συχνότητες συνεισφέρουν στην κατανόηση της ηχητικής πληροφορίας του ηχητικού σήματος, ενώ οι υψηλές συχνότητες έχουν να κάνουν με την υποκειμενική ποιότητα του ήχου.

Όταν η συχνότητα διαμόρφωσης ενός ήχου κυμαίνεται από 13 Hz έως και 300 Hz υπερισχύει η αίσθηση της τραχύτητας του ήχου. Η τραχύτητα του ήχου αυξάνεται σε συχνότητες διαμόρφωσης γύρω στα 70 Hz. Ένας τραχύς ήχος πάντοτε προκαλεί δυσάρεστη ακουστική αίσθηση.

## 2. ΦΩΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μία σύντομη περιγραφή του ανθρώπινου φωνητικού οργάνου. Το φωνητικό σύστημα του ανθρώπου είναι ένας σύνθετος μηχανισμός. Ενώ η δομή και η κατασκευή του είναι η ίδια ο ήχος που παράγεται είναι διαφορετικός από άνθρωπο σε άνθρωπο. Η διαφορετικότητα αυτή έχει να κάνει με διαφόρους εξωτερικούς (κοινωνικό και οικογενειακό περιβάλλον), αλλά και εσωτερικούς (ψυχολογική κατάσταση, ηλικία) παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί επιδρούν στο σχηματισμό του ξεχωριστού ήχου της φωνής του καθενός, είτε αυτή χρησιμοποιείται για τη μετάδοση λεκτικής πληροφορίας (ομιλία) είτε για τη μετάδοση συναισθημάτων (τραγούδι).

### 2.1 Περιγραφή του Φωνητικού Οργάνου

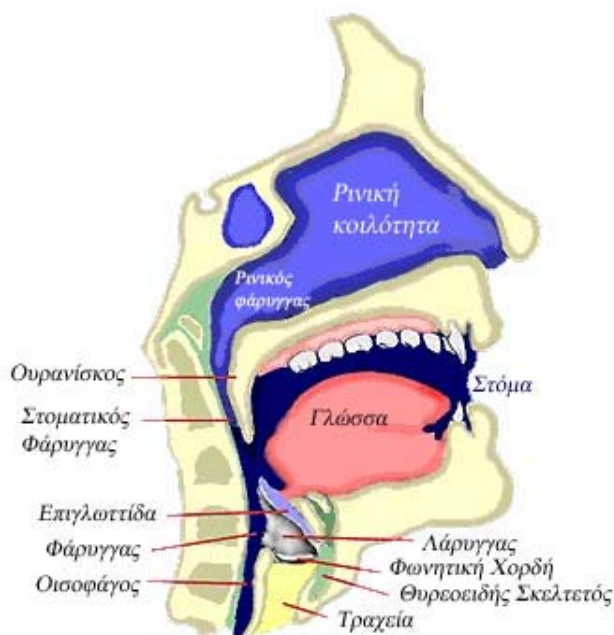
Η φωνή είναι το όργανο του οποίου:

- η ονομασία του συμπίπτει με την ονομασία της ποιότητας του ήχου που παράγει
- η κατασκευή (καλλιέργειά) του πρέπει να γίνει από τον κάτοχο της φωνής
- αποτελείται από τρεις ξεχωριστούς μηχανισμούς:
  - το μηχανισμό υποστήριξης του ήχου
  - το μηχανισμό παραγωγής του ήχου
  - το μηχανισμό παραγωγής των λέξεων
- είναι κατασκευασμένο από μύες, χόνδρους και οστά
- είναι άμεσα συνδεδεμένο με τον εγκέφαλο
- είναι από την φύση του μιμητικό, με την έννοια πώς με τη βοήθεια της ακοής η φωνή παράγει ήχους που αναγνωρίζονται από τον εγκέφαλο

### 2.2 Ανατομία του φωνητικού συστήματος

#### 2.2.1 Ο μηχανισμός παραγωγής του ήχου

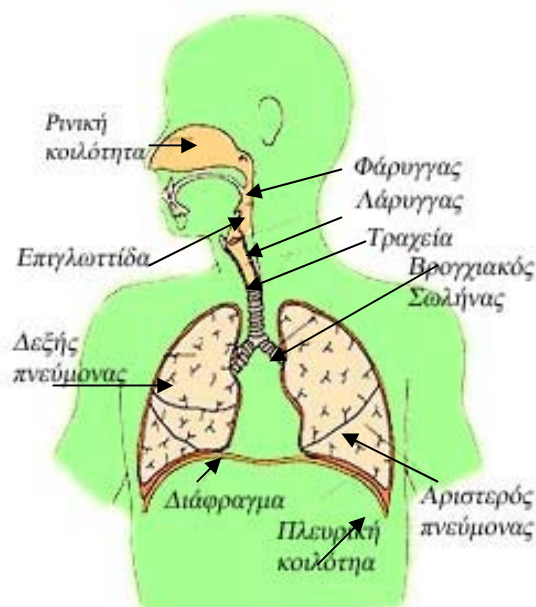
Τα κινητά μέρη του μηχανισμού παραγωγής του ήχου είναι : ο λάρυγγας, οι φωνητικές χορδές (που βρίσκονται μέσα στο λάρυγγα), μερικοί μυς του λαιμού, το πίσω τμήμα και η ρίζα της γλώσσας, η σταφυλή στο βάθος της στοματικής κοιλότητας, και η μαλακή υπερώα (ο μαλακός ουρανίσκος). Τα σταθερά μέρη είναι: ο λάρυγγας, ο στοματικός φάρυγγας, η ρινική κοιλότητα και οι υπόλοιπες κοιλότητες (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1 Τα μέρη του μηχανισμού παραγωγής του ήχου

### 2.2.2 Ο μηχανισμός υποστήριξης του ήχου

Ο μηχανισμός αυτός περιλαμβάνει τους πνεύμονες, την τραχεία που οδηγεί στους πνεύμονες, το στήθος, το οστέινο περίφραγμα που περιβάλλει το μπροστινό μέρος και τα πλάγια μέρη των πνευμόνων, τους μυς του διαφράγματος (το διάφραγμα βρίσκεται κάτω των πνευμόνων) και τους κοιλιακούς μυς.

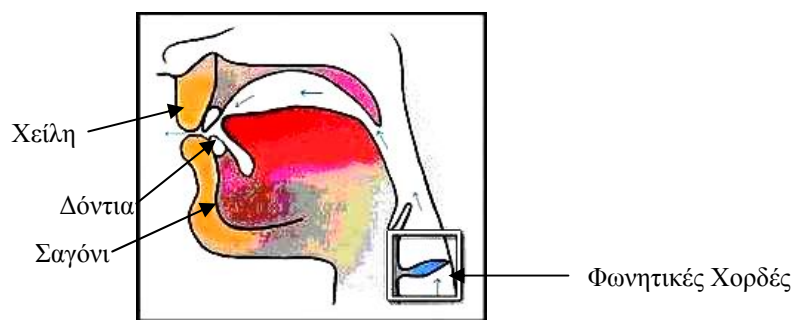


Εικόνα 2.2 Τα μέρη του μηχανισμού υποστήριξης του ήχου

Η λειτουργία του μηχανισμού αυτού, κατά τη διάρκεια του τραγουδιού, εξασφαλίζει την αύξηση ή τη μείωση της έντασης των ήχων ανάλογα με την ποσότητα αέρα που εκπνέεται σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Με άλλα λόγια, αν η ποσότητα του αέρα που εκπνέεται σε δύο δευτερόλεπτα είναι μεγάλη, παράγεται έντονος ήχος, αντίθετα, αν εκπνέεται μικρότερη ποσότητα στο ίδιο χρονικό διάστημα των δύο δευτερολέπτων, παράγεται χαμηλότερος ήχος. Επίσης, η δυνατότητα να τραγουδάει κανείς μακρότερη φράση εξαρτάται από τη χρησιμοποίηση όλης της περιεκτικότητας των πνευμόνων σε αέρα. Μία κατάλληλη χρησιμοποίηση του μηχανισμού υποστήριξης του ήχου μπορεί να εξασφαλίσει την εκμετάλλευση όλης της περιεκτικότητας των πνευμόνων σε αέρα.

### 2.2.3 Ο μηχανισμός παραγωγής των λέξεων

Ο μηχανισμός αυτός αποτελείται από τα χείλη, το σαγόني, τα δόντια, το άκρο της γλώσσας, το μπροστινό και το μέσο τμήμα της γλώσσας (εκεί που παράγονται τα σύμφωνα «G» και το «K»). Ο μηχανισμός παραγωγής των λέξεων μεταβάλλει τους ήχους που παράγονται από τις φωνητικές χορδές σε λέξεις διαμέσου διαφόρων μυικών ενεργειών.



Εικόνα 2.3 Τα μέρη του μηχανισμού παραγωγής των λέξεων

### 2.2.4 Περιγραφή της λειτουργίας του φωνητικού συστήματος

Ο μηχανισμός υποστήριξης του ήχου κατά την εισπνοή:

- 1) οι κοιλιακοί μυς, το οστέινο περίφραγμα των πνευμόνων και το στήθος διαστέλλονται
- 2) το διάφραγμα κατεβαίνει
- 3) αυτό δημιουργεί ένα κενό μέσα στους πνεύμονες, που γεμίζει με αέρα.

Ο μηχανισμός υποστήριξης του ήχου κατά την εκπνοή:

- 4) οι κοιλιακοί μυς, το οστέινο περίφραγμα των πνευμόνων και το στήθος συστέλλονται σπρώχνοντας το διάφραγμα προς τα πάνω για να πέσει το κάτω μέρος των πνευμόνων και να υποχρεώσει την έξοδο του αέρα.

Ο μηχανισμός παραγωγής ήχου:

- 5) καθώς ανεβαίνει ο αέρας και περνάει από τις φωνητικές χορδές, αυτές αρχίζουν να πάλλονται και να παράγουν ήχο. ΑΝ οι μυς που βρίσκονται πάνω και κάτω από τις φωνητικές χορδές έχουν την κατάλληλη διάπλαση, ο ήχος που θα παραχθεί θα είναι ένα καθαρό και ελεύθερο «α».


Ο μηχανισμός παραγωγής των λέξεων:

6) τα χείλη, τα δόντια, η μασέλα, το άκρο της γλώσσας, το μπροστινό και το μεσαίο τμήμα της γλώσσας κινούνται για να παράγουν τα επιθυμητά φωνήεντα ή σύμφωνα. Αυτός ο μηχανισμός μετατρέπει απλά τον ήχο «α», που δημιουργείται από το μηχανισμό παραγωγής ήχου, σε λέξεις.

### 2.3 Βασική δομή της φωνής

Η φωνή μοιάζει με την οικογένεια των πνευστών μουσικών οργάνων, δηλαδή το σαξόφωνο, το κλαρίνο, το όμποε, το φαγκότο. Αυτά τα όργανα έχουν γλωσσίδα συνδεδεμένα με το επιστόμιό τους και όταν φυσιέται ο αέρας από το επιστόμιο, τα γλωσσίδα αρχίζουν να πάλλονται παράγοντας ήχο. Οι φωνητικές χορδές υποκαθιστούν τα γλωσσίδα – όταν ο αέρας περνάει από τις φωνητικές χορδές, αυτές πάλλονται και παράγουν ήχο.

Η βασική δομή της φωνής αποτελείται από:

- τον λάρυγγα που βρίσκεται στο μπροστινό μέρος του λαιμού
- ένα στρογγυλό εξωτερικό ημικύκλιο
- την γλώσσα που παίρνει το σχήμα  καθ' όλο το μήκος της, όταν προφέρεται ο ήχος «α»
- μία κρεμαστή σταφυλή, ένας χαλαρωμένος ουρανίσκος και προεξέχουσες βάσεις του φάρυγγα.
- το πίσω μέρος της γλώσσας και ολόκληρο το πλάτος των αντισυσπαστικών μυών που βρίσκονται στη ρίζα της γλώσσας σε συνεχή τάση.

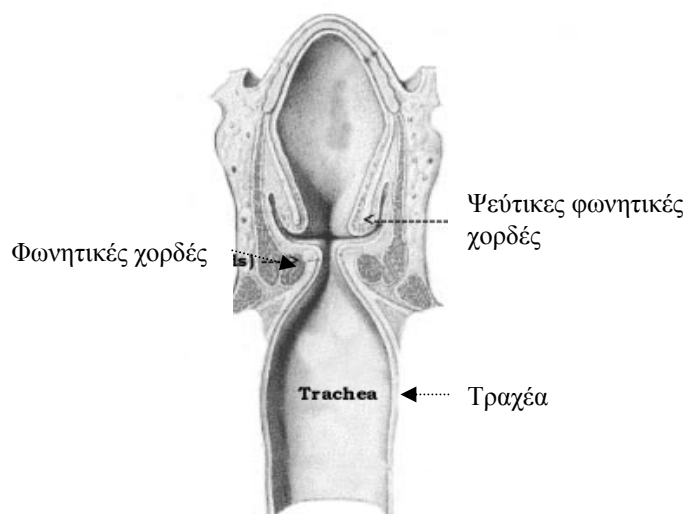
Οι φωνητικές χορδές ευθύνονται για την αλλαγή του τόνου. Ο εγκέφαλος νοείται την κατάλληλη αλλαγή του διαστήματος, οι φωνητικές χορδές εκτελούν την αλλαγή και το αυτί επιβεβαιώνει την ορθή αλλαγή του τόνου. Οι μύες του μηχανισμού παραγωγής λέξεων αναλαμβάνουν τις διάφορες αλλαγές που απαιτεί κάθε λέξη. Η Βασική Δομή της φωνής πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπονται οι αλλαγές του τόνου και των λέξεων χωρίς η ίδια να αλλάζει.

### 2.4 Τα μέρη του ανθρώπινου φωνητικού συστήματος

Τα μέρη του ανθρώπινου φωνητικού συστήματος είναι οι μύες του λάρυγγα, ο αέρας, η ρινική και η στοματική κοιλότητα και οι εναρθρωτικές ( η γλώσσα, τα δόντια, ο ουρανίσκος και τα χείλη). Τα μέρη αυτά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, έτσι ώστε να παραχθεί ο ήχος. Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι ένας επαγγελματίας (λυρικός) τραγουδιστής, χρησιμοποιεί όλο του το σώμα στη διαδικασία παραγωγής του ήχου. Κατά τη διδασκαλία του τραγουδιού μελετώνται τα μέρη του σώματος και ο ρόλος που παίζουν στο τραγούδι. Οι λυρικοί τραγουδιστές αναπτύσσουν το φωνητικό τους σύστημα με συγκεκριμένες ασκήσεις.

Όταν κανείς αρχίζει να τραγουδά, ξεκινά παίρνοντας μία αναπνοή. Οι μύες του λάρυγγα φέρνουν τις φωνητικές χορδές μαζί. Οι χορδές παραμένουν κολλημένες όσο υπάρχει αρκετός αέρας για να τις πιέξει. Η ροή του αέρα φτάνει όλο και πιο ψηλά

και εκτοξεύεται περνώντας μέσω των χορδών. Όταν ο τραγουδιστής αδειάζει από αέρα, οι χορδές του απομακρύνονται η μία από την άλλη. (τόρα πρέπει να έχει γίνει ξεκάθαρο ότι οι φωνητικές χορδές του ανθρώπου δεν λειτουργούν όπως οι χορδές ενός έγχορδου μουσικού οργάνου, δεν παράγουν τον ήχο με ταλάντωση). Ο ήχος ουσιαστικά παράγεται από τις μεταβολές πίεσης που δημιουργείται κατά τη ροή του αέρα διαμέσων των χορδών.



*Εικόνα 2.4: Κάθετη τομή των φωνητικών χορδών, της τραχείας και των «ψεύτικων» φωνητικών χορδών.*

Στην εικόνα παραπάνω φαίνεται η απεικόνιση των φωνητικών χορδών. Μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι ο όρος «χορδές» είναι παραπλανητικός, εφόσον πρόκειται στην ουσία για λεπτούς ιστούς. Οι χορδές αποτελούνται από μερικές στρώσεις. Όταν η κατάστασή τους είναι υγιείς, η πιο πάνω στρώση πρέπει να είναι χαλαρή.

Κατά τη διάρκεια του φωνήματος οι χορδές ανοιγοκλείνουν συνεχώς. Δεν ανοίγουν ωστόσο μονομιάς, αλλά σταδιακά. Η κατώτερη στρώση ανοίγει πρώτη, ύστερα σταδιακά ανοίγουν και οι υπόλοιπες χορδές μέχρι να ανοίξουν τελείως, στη συνέχεια κλείνουν και πάλι. Οτιδήποτε επεμβαίνει σε αυτή τη διαδικασία (όπως πρήξιμο από μη σωστό τραγούδι, κάπνισμα ή μικρή τραυματισμοί από βραχνάδα) μειώνει την ποιότητα της φωνής.

#### **2.4.1 Ο Λάρυγγας**

Ο λάρυγγας βρίσκεται στον λαιμό (αυχένα) και αποτελείται από τέσσερα μέρη: το σκελετό, τους εσωτερικούς μύες οι οποίοι θέτουν σε κίνηση τις φωνητικές χορδές, οι εξωτερικοί μύες που προσαρμόζουν τη θέση του λάρυγγα στο λαιμό, και τη βλεννώδη μεμβράνη. Οι εσωτερικοί μύες ευθύνονται για την αλλαγή της θέσης, του σχήματος και της έντασης των φωνητικών χορδών και για να τις φέρουν σε κλειστή θέση, να τις απομακρύνουν ή και να εκτείνουν το μήκος των.

### 2.4.2 Το Σαγόني

Το σαγόني βρίσκεται μακριά από το λάρυγγα αλλά αποτελεί τμήμα του μηχανισμού παραγωγής του ήχου. Το πώς θα ηχήσει ένας ήχος εξαρτάται κατά πολύ από την θέση που έχει το σαγόني. Η θέση αλλά και το σχήμα του σαγονιού σχετίζονται και με το μηχανισμό παραγωγής των λέξεων.

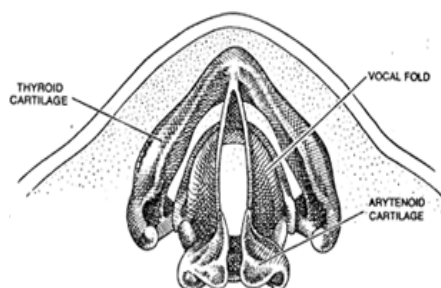
### 2.4.3 Η Γλώσσα

Η γλώσσα είναι μία δέσμη από ισχυρούς, δραστήριους μύες, που μπορούν να κινούνται προς πολλές κατευθύνσεις μέσα και έξω από το στόμα, προς τα πάνω και προς τα κάτω, και πλάγια μέσα ή έξω από το στόμα. Το μπροστινό τμήμα, το μέσα και το πίσω τμήμα της γλώσσας μπορούν να κινούνται ανεξάρτητα. Αυτή μπορεί να τρεμουλιάζει και να κάμπτεται προς τα πάνω και προς τα κάτω. Χάρη στην ευελιξία της γλώσσας μπορούν να παραχθούν διάφορα σύμφωνα και ποικίλοι ήχοι. Η γλώσσα είναι ένα κύριο μέρος του φωνητικού οργάνου. Το εμπρόσθιο και το μέσο τμήμα της γλώσσας εμπλέκονται άμεσα στο μηχανισμό παραγωγής των λέξεων και το πίσω τμήμα καθώς και η ρίζα της γλώσσας εμπλέκονται άμεσα στο μηχανισμό παραγωγής των ήχων.

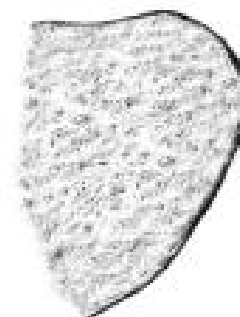
### 2.4.4 Οι Φωνητικές Χορδές

Οι φωνητικές χορδές ανοιγοκλείνουν απότομα κατά τη διάρκεια του τραγουδιού, της ομιλίας και τη παραγωγή θορύβων. Όταν η ροή του αέρα φτάνει στις χορδές αυτές ανοιγοκλείνουν. Όταν ανοιγοκλείνουν απαλά ο ήχος που παράγεται είναι επίσης απαλός, όταν ανοιγοκλείνουν απότομα ο ήχος είναι δυνατός. Όσο πιο γρήγορα ανοιγοκλείνουν οι χορδές τόσο πιο ψηλή είναι η συχνότητα του ήχου που παράγεται. Οι φωνητικές χορδές ανοιγοκλείνουν 100 φορές ανά δευτερόλεπτο κατά τη κανονική ομιλία.

Εικ 2.5 Κάθετη διατομή του λάρυγγα



Εικ 2.6 Φωνητική χορδή





Οι ψεύτικες φωνητικές χορδές (Εικόνα 2.4) δεν πρέπει να συγχέονται με εκείνες που περιγράφονται παραπάνω. Οι «ψεύτικες» χορδές βρίσκονται ακριβώς πάνω από τις πραγματικές φωνητικές χορδές. Αυτές έχουν διαφορετικό, αλλά εξίσου πολύ σημαντικό ρόλο, προστατεύοντας την εισχώρηση φαγητού και άλλων σωματιδίων στην τραχεία. Οι χορδές αυτές δεν συμμετέχουν στη παραγωγή της ομιλίας και στο τραγούδι.

- Οι φωνητικές χορδές ταλαντώνονται σε συχνότητα η οποία καθορίζεται κυρίως από τη μάζα και την έντασή τους, με απώλειες τριβής οι οποίες αποκαθίστανται μέσω αεροδυναμικών δυνάμεων, οι οποίες παράγονται από τη ροή του αέρα από τους πνεύμονες.
- Η ταλάντωση αυτή των φωνητικών χορδών προκαλεί την εκπομπή τριγωνικών παλμών στο «vocal tract». Η συχνότητα επανάληψης της εκπομπής των παλμών είναι ίση με τη συχνότητα ταλάντωσης των χορδών. Η ταλάντωση των χορδών αλλά και το σχήμα των εκπεμπόμενων παλμών, διαφέρει από κύκλο σε κύκλο, ακόμα και όταν γίνεται προσπάθεια να τροφοδοτείται μία σταθερή ροή του αέρα.

#### 2.4.5 Τα αντηχεία

Η γλώσσα, ο ουρανίσκος, η στοματική κοιλότητα, η ρινική κοιλότητα, η κοιλότητα των οστών, η στηθική κοιλότητα, ο φάρυγγας και άλλες ανατομικές δομές λειτουργούν ως αντηχεία για τους τραγουδιστές. Παίζουν ρόλο κυρίως στη ποιότητα της αντήχησης. Ενώ οι φωνητικές χορδές παράγουν μονάχα θόρυβο, τα αντηχεία είναι απαραίτητα για να σχηματιστεί ο ήχος και η ομιλία. Όταν γίνεται αναφορά στην τοποθέτηση της φωνής εννοείται ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα αντηχεία, ώστε να παραχθεί όσο το δυνατόν καλύτερος ήχος.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για την εύρεση της καλύτερης τοποθέτησης είναι να τραγουδάει κανείς ενώ χαμογελά «εσωτερικά». Αυτό ανεβάζει τα ζυγωματικά και επιτρέπει στον ήχο να εισέρθει μέσα στην περιοχή που λέγεται «μάσκα». Εφόσον ο ήχος έχει μπει σε αυτή τη θέση ο τραγουδιστής αισθάνεται τη δόνηση στα δόντια, στα χείλη, στα ζυγωματικά, στη ρινική κοιλότητα και πιθανότατα και στο μέτωπο.

Παρακάτω θα αναφερθούν τα αντηχεία, το κάθε ένα ξεχωριστά:

- Οι κοιλότητες των οστών είναι εκεί όπου συντονίζεται η υψηλότερη νότα που μπορεί να τραγουδήσει κανείς.
- Η ρινική κοιλότητα, τα δόντια, τα χείλη και ο πάνω φάρυγγας αποτελούν την λεγόμενη «μάσκα». Στη θέση αυτή «βρίσκεται» η κεφαλική φωνή. Η περιοχή αυτή είναι πολύ βασική για τις υψηλές συχνότητες.
- Στοματική κοιλότητα, η μαλακή πτυχή του ουρανίσκου και ο μέσος φάρυγγας είναι οι περιοχές όπου συντονίζεται η στηθική φωνή. Αν με την κεφαλική φωνή παραχθεί η πιο χαμηλή νότα, τότε και αυτή θα συντονιστεί στην περιοχή αυτή.
- Η πάνω στηθική κοιλότητα, η οποία θέτει σε δόνηση τον θώρακα, και ο κάτω φάρυγγας είναι η περιοχή συντονισμού της στηθικής φωνής.

## 2.4.6 Το Διάφραγμα

Το διάφραγμα ή αλλιώς το σύστημα στήριξης της τραγουδιστικής φωνής επιτελεί το βασικότερο ρόλο στο τραγούδι. Στην πράξη η ανατομία του συστήματος στήριξης είναι περίπλοκη και όχι απόλυτα κατανοητή ακόμα και από ειδικούς ιατρούς. Ο στόχος του συστήματος στήριξης είναι να διοχετεύει την πηγή ενέργειας η οποία κατευθύνει την ροή του αέρα. Εκτός από τις φωνητικές χορδές, η συμμετοχή των οποίων είναι απαραίτητη για την φώνηση, οι μύες που συμμετέχουν στη διαδικασία της εισπνοής είναι το διάφραγμα (τρουλοειδής μύες, ο οποίος προεκτείνει το βάθος της θωρακικής κοιλότητας), και οι μύες του θώρακα. Στο «σύστημα στήριξης» βρίσκονται επίσης πολύ από τους μύες που συμμετέχουν στη εκπνοή. Οι μύες αυτοί είτε ανεβάζουν την κοιλιακή πίεση, πιέζοντας το διάφραγμα προς τα πάνω ή χαμηλώνουν τον θώρακα και τα οστά του στήθους, και ταυτόχρονα συμπιέζουν τον αέρα στο στήθος. Οι μύες του στήθους και οι πίσω μύες του θώρακα συμμετέχουν επίσης στη φώνηση.

## 2.5 Άλλες συνιστώσες της φωνής

### 2.5.1 Ο ρόλος του αέρα στη φώνηση

Η φωνή είναι φτιαγμένη και από αέρα. Ο αέρας τροφοδοτεί την φώνηση και η τροφοδοσία αυτή ελέγχεται με κάθε εισπνοή κατά την ομιλία ή κατά το τραγούδι. Ο αέρας θέτει τις φωνητικές χορδές σε ταλάντωση. Η φώνηση απαιτεί συνεχής παροχή αέρα. Όταν εισπνέουμε στα ψηλά σημεία του σώματός μας και ταυτόχρονα ανασηκώνουμε τους ωμούς/τα στέρνα μας, η εκπνοή δεν μπορεί να κρατηθεί ή να

ελεγχθεί εύκολα και ουσιαστικά κουράζει τους λεπτούς μύες του λαιμού, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στο τραγούδι και στην ομιλία. Έτσι μπορεί να προκληθεί φωνητική κόπωση και σφίξιμο, με αποτέλεσμα ο παραγόμενος ήχος να περιέχει αέρα.

Αντιθέτως, η εκπαίδευση της σωστής αναπνοής διευρύνει τον θώρακα και το βάθος της λεκάνης, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στον τραγουδιστή να ελέγχει την φωνή του, εφόσον έχει μάθει τη σωστή τεχνική. Ο τραγουδιστής δεν χρειάζεται περισσότερο αέρα, αλλά καλύτερο έλεγχο κατά την αναπνοή. Πριν τραγουδήσει κανείς είναι πολύ σημαντική η διαδικασία της προετοιμασίας του σώματος για την σωστή εισπνοή. Είναι σχεδόν αδύνατο να γεμίσει ο θώρακας με αέρα αν οι μύες του στομαχιού είναι σφιχτοί. Το πρώτο βήμα λοιπόν είναι η σωστή εισπνοή και το δεύτερο η χαλάρωση των κοιλιακών.

### 2.5.2 Η επίδραση της φυσιολογίας στη φώνηση

Η ανθρώπινη φωνή είναι ένα μουσικό όργανο το οποίο φτιάχνεται καθώς ο κάτοχός της την καλλιεργεί. Η μορφή και ο χώρος του οργάνου αυτού εξαρτώνται από το μέγεθος του λαιμού και του στόματος, ή αλλιώς από το λεγόμενο "vocal tract". Το μέγεθος αυτό καθορίζεται από το πώς αναπνέει κανείς, και την ικανότητα να χαλαρώνει τους μύες εκείνους οι οποίοι κλείνουν τον λαιμό και ελέγχουν τις κινήσεις της γλώσσας. Όταν ο λαιμός στενεύει από τους σφιγκτικούς μύες, ο λάρυγγας ανυψώνεται και η φωνή που παράγεται είναι δυνατή και πιεσμένη. Αυτή η ποιότητα της φωνής δεν είναι η επιθυμητή. Αν όμως χρησιμοποιηθεί το πίσω μέρος της γλώσσας για να σπρώξει τον λάρυγγα προς τα κάτω, η φωνή που θα παραχθεί θα δώσει πιο ευχάριστη αίσθηση στον τραγουδιστή και ο ίδιος θα αισθάνεται μεγαλύτερη άνεση. Τέλος ο τραγουδιστής πρέπει να ανοίξει τον λαιμό του (όπως όταν χασμουριέται), ενώ η γλώσσα του θα πρέπει να είναι χαλαρή. Δεν υπάρχουν μύες στον λαιμό, οι οποίοι να συμβάλλουν στην παραγωγή του συντονισμένου ήχου. Μόνο οι λεπτοί μύες στον λάρυγγα παράγουν δονήσεις, οι οποίες με τη σειρά τους συνθέτουν ένα τονικό ύψος το οποίο προέρχεται από το ανοικτό και απόλυτα χαλαρό λαιμό.

### 2.5.3 Το vibrato, η ένταση, τα formants και η χροιά της φωνής

Το βιμπράτο είναι φυσικός ήχος και παράγεται χωρίς σκόπιμη και υπερβολική ένταση. Κάθε μέρος του σώματος ενός τραγουδιστή, συμπεριλαμβανομένου τον λαιμό, τον αυχένα, το μέτωπο, τους ώμους πρέπει να είναι απόλυτα χαλαροί. Εξαιρέση αποτελούν το διάφραγμα και οι μύες πίσω από αυτό. Με την απόκτηση της τεχνικής αυτής η φωνή χαρακτηρίζεται ως ποιοτικά καλύτερη.

Η πίεση της φωνής με στόχο την παραγωγή δυνατότερου ήχου δε δίνει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ο καλύτερος τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι να κατευθυνθεί η φωνή στην μπροστινή τοποθέτηση, στην περιοχή γνωστή ως «μάσκα». Ο τραγουδιστής πρέπει να νιώσει τη δόνηση του ήχου στα δόντια και στα χείλη του. Τότε η φωνής αποκτά μεγαλύτερη ένταση και ηχεί δυνατότερα.

Τα formants είναι:

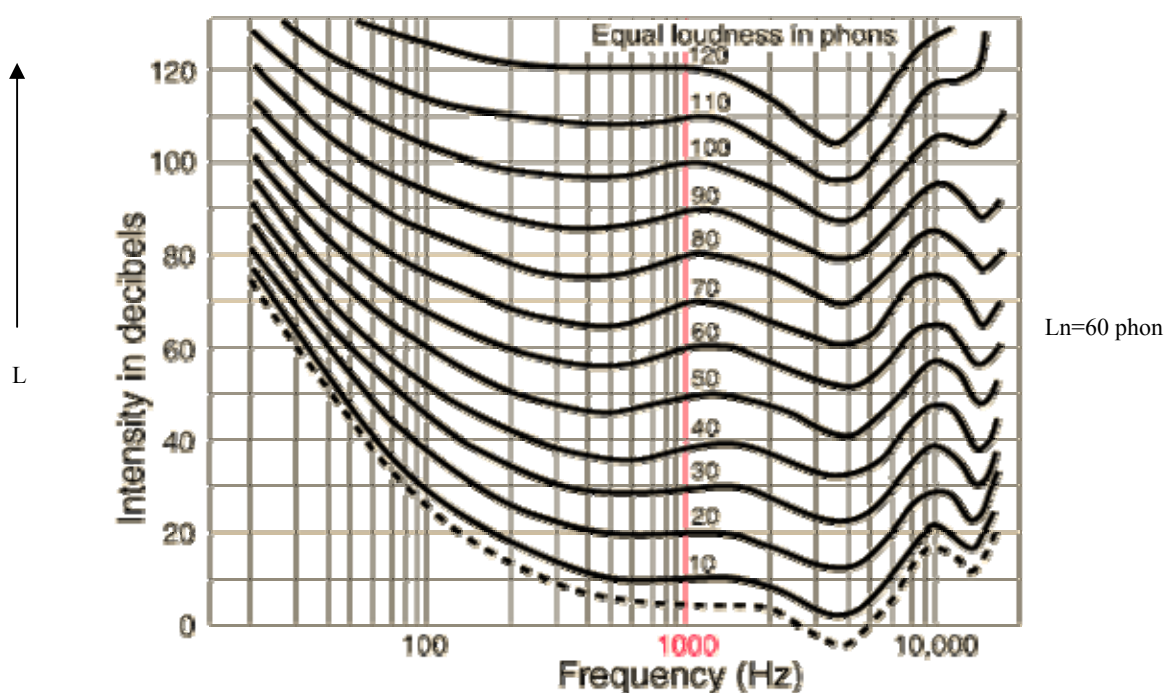
- περιοχές του φάσματος, οι οποίες δέχονται έμφαση ή εξασθένιση
- η εμφάνισή τους οφείλεται σε φυσικά αντηχεία, τέτοια είναι η στοματική κοιλότητα, το σώμα του βιολιού κλπ.
- εμφανίζονται συνήθως σε σταθερές θέσεις του φάσματος, ακόμα και όταν το τονικό ύψος αλλάζει.
- το 1<sup>ο</sup> formant του φάσματος είναι το χαμηλότερο.
- για τους άντρες η κορυφή του 1<sup>ου</sup> formant οποιουδήποτε φωνητικού ήχου βρίσκεται στην περιοχή μεταξύ 150 και 850Hz, το 2<sup>ο</sup> formants μεταξύ 500 και 2500 Hz και του τρίτου και τέταρτου από 1500 μέχρι 3500 και από 2500 μέχρι 4800Hz.
- δύο άτομα τα οποία προφέρουν τον ίδιο «ήχο», χρησιμοποιούν formants τα οποία διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους. Αυτό συμβαίνει λόγω της διαφορετικής προφοράς που χρησιμοποιεί ο καθένας και λόγω των διαφορετικών διαστάσεων του «vocal tract» του καθενός.
- τα formants μίας γυναικείας φωνής βρίσκονται 17% ψηλότερα και τα formants μίας παιδικής φωνής είναι 25% ψηλότερα από εκείνα ενός άντρα.
- τα τρία πρώτα formants επιδρούν στην αναγνώριση της ομιλίας. Μία ομιλία είναι κατανοητή αν υπάρχουν μόνο τα δύο formants.

Η χροιά περιγράφει τα χαρακτηριστικά της φωνής τα οποία επιτρέπουν στο αυτί να ξεχωρίσει ήχους με την ίδια συχνότητα και ένταση. Καθορίζεται από το αρμονικό περιεχόμενο και τα δυναμικά χαρακτηριστικά όπως η περιβάλουσα έντασης του ήχου. Είναι το υποκειμενικό χαρακτηριστικό της φωνής.

### 3. ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΚΟΗΣ

#### 3.1 Η αντίληψη του ήχου από τον άνθρωπο

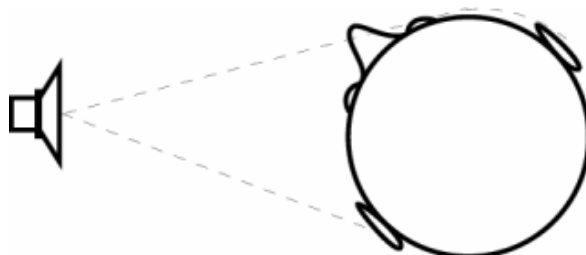
Το συχνοτικό εύρος που αντιλαμβάνεται το αυτί είναι από 20 Hz έως 20 kHz. Το δυναμικό εύρος που αντιλαμβάνεται το αυτί είναι από το κατώτερο όριο ακουστότητας έως το όριο πόνου. Οι καμπύλες Fletcher-Munson (σχήμα 3.1) δείχνουν την αντίληψη της έντασης η οποία εξαρτάται από την συχνότητα. Κάθε καμπύλη στην γραφική παράσταση δείχνει το επίπεδο της έντασης του ήχου το οποίο χρειάζεται να παραχθεί, ώστε να αντιληφθούμε τον ήχο με μία σταθερή ένταση, σε συνάρτηση με τη συχνότητα. Το αυτί είναι περισσότερο ευαίσθητο στις μεσαίες συχνότητες, μεταξύ των 700Hz και των 6kHz.



Σχήμα 3.1: Καμπύλες ίσης ακουστότητας Fletcher-Munson. Οι καμπύλες Fletcher-Munson, δείχνουν πως αντιδρά το ανθρώπινο αυτί, ανά συχνότητα και ηχητική πίεση. Ειδικά για τις χαμηλές συχνότητες, το ανθρώπινο αυτί έχει λιγότερη ευαισθησία σε σχέση με τις μεσαίες συχνότητες. Παράδειγμα, για μέτριες ηχητικές πιέσεις (όπως 60 dB), ο άνθρωπος χρειάζεται μόλις 20 dB ώστε να αντιληφθεί το ηχητικό σήμα. Όταν η ηχητική πίεση αυξηθεί στα 120 dB, τότε οι καμπύλες dB τείνουν να γίνουν ευθείες γραμμές.

Ο λόγος χάρη στον οποίο μπορούμε να καθορίσουμε την ακριβή τοποθέτηση της πηγής από την οποία προέρχεται ο ήχος είναι επειδή έχουμε δύο αυτιά. Ο ήχος που φτάνει σε κάθε αυτί διαφέρει ανάλογα με τη θέση της πηγής. Αναλύοντας αυτή τη διαφορά ο εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα να καθορίσει την κατεύθυνση από την οποία προέρχεται ο ήχος.

Όταν μία ηχητική πηγή παράγει ένα ηχητικό κύμα, το μήκος της διαδρομής σε κάθε αυτί είναι διαφορετικό (Σχήμα 3.1). Το κατά πόσο θα διαφέρει η διαδρομή αυτή, εξαρτάται από τη συχνότητα του ήχου και από την γωνία που έχει το κεφάλι προς την ηχητική πηγή. Αν η πηγή του ήχου βρίσκεται απέναντι από τον ακροατή, τότε ο ήχος φτάνει και στα δύο αυτιά ταυτόχρονα. Ο εγκέφαλος ερμηνεύει τα σήματα αυτά σαν προερχόμενα είτε από μπροστά, είτε πίσω από το κεφάλι του ακροατή, όχι όμως σαν προερχόμενα από πλάγια πηγή. Στην περίπτωση που ο ήχος προέρχεται από πλάγια πηγή με βάση το κέντρο του κεφαλιού του ακροατή, τότε ο ήχος φτάνει στο ένα αυτί νωρίτερα από ότι στο άλλο. Το γεγονός αυτό δίνει τη δυνατότητα στον εγκέφαλο να καταλάβει την κατεύθυνση του ερχόμενου ηχητικού σήματος, ακόμα και να καθορίσει την γωνία με την οποία φτάνει στο αυτί. Η διαφορά στον χρόνο άφιξης του ήχου στα δύο αυτιά είναι μέχρι 1 msec. Το εύρος των συχνοτήτων των οποίων η κατεύθυνση μπορεί να γίνει αντιληπτή από τον εγκέφαλο είναι από 300Hz μέχρι 1kHz. Για συχνότητες ψηλότερες από 1kHz η κατεύθυνση μπορεί να καθοριστεί με βάση την ένταση. Ωστόσο, οι συχνότητες πάνω από 1kHz αποσβένουν γρήγορα κατά την μετάδοσή τους στον αέρα. Η ικανότητα του εγκεφάλου να καθορίζει την θέση της πηγής του ήχου με βάση τη συχνότητα και την έντασή του ερευνάται από την επιστήμη της ψυχοακουστικής. Οι πληροφορίες από τις έρευνες αυτές βρίσκουν ευρύτερη χρήση στη στερεοφωνία.



*Σχήμα 3.1: Ήχος που φτάνει στο κεφάλι από πηγή που βρίσκεται σε πλάγια θέση με βάση το κέντρο του κεφαλιού του ακροατή.*

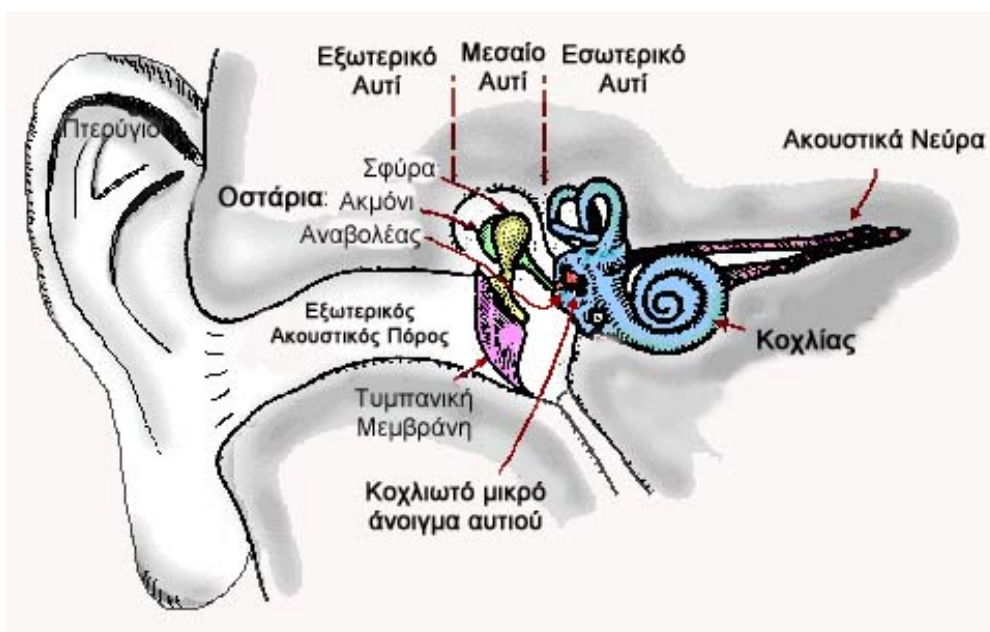
Το αυτί είναι το όργανο εκείνο το οποίο ευθύνεται όχι μόνο για την αίσθηση του ήχου αλλά και για την αίσθηση της ισορροπίας. Το όγδοο κεφαλικό νεύρο (εσωτερικό αυτιού, φτιαγμένο από ακουστικά και vestibular νεύρα) μεταφέρουν νευρικούς παλμούς από το αυτί στον εγκέφαλο για την ακοή και για την ισορροπία,.

Οι ήχοι που συλλαμβάνονται μεταδίδονται πολύ γρήγορα από το ακουστικό σύστημα. Κάθε μέρος του αυτιού βοηθάει στην αντίληψη του ήχου αυτού. Η κόγχη του αυτιού (το εξωτερικό αυτί) συλλέγει τον ήχο και τον μεταφέρει στο κανάλι του αυτιού. Στη συνέχεια ο ήχος προσκρούει στην τυμπανική μεμβράνη. Η μεμβράνη αρχίζει να δονείται γρήγορα και η δόνηση αυτή μεταδίδεται στα μικρά οστά στο μεσαίο αυτί. Με τη σειρά τους και το ωοειδές άνοιγμα του αυτιού, αλλά και τα τριχώδη κύτταρα μέσα στον κοχλία αρχίζουν να δονούνται πολύ γρήγορα. (τα μέρη του αυτιού θα περιγραφούν αναλυτικότερα στη συνέχεια του κεφαλαίου). Τα τριχώδη κύτταρα μετατρέπουν την ενέργεια του ήχου σε ηλεκτρισμό, δηλαδή τη μηχανική

ενέργεια σε ηλεκτρική. Η ηλεκτρική ενέργεια στη συνέχεια μεταδίδεται μέσω του ακουστικού νεύρου στον εγκέφαλο. Ο ήχος γίνεται αντιληπτός μόνο όταν φτάσει στον εγκέφαλο.

### 3.2 Ανατομία του ανθρώπινου αυτιού

Η φωνή συνδέεται άμεσα με το αυτί. Χωρίς τη συμμετοχή της ακοής είναι αδύνατο να σχηματιστεί και να τοποθετηθεί σωστά η φωνή. Η ποιότητα της φωνής εξαρτάται από την υγιή κατάσταση της ακοής, όπως και η κατάσταση της ακοής εξαρτάται από την καλή κατάσταση της φωνής. Το αυτί χωρίζεται στο έξω, στο μέσο και στο έσω τμήματα.



Εικόνα 3.1 Τα μέρη του ανθρώπινου αυτιού.

#### 3.2.1 Το Εξωτερικό αυτί

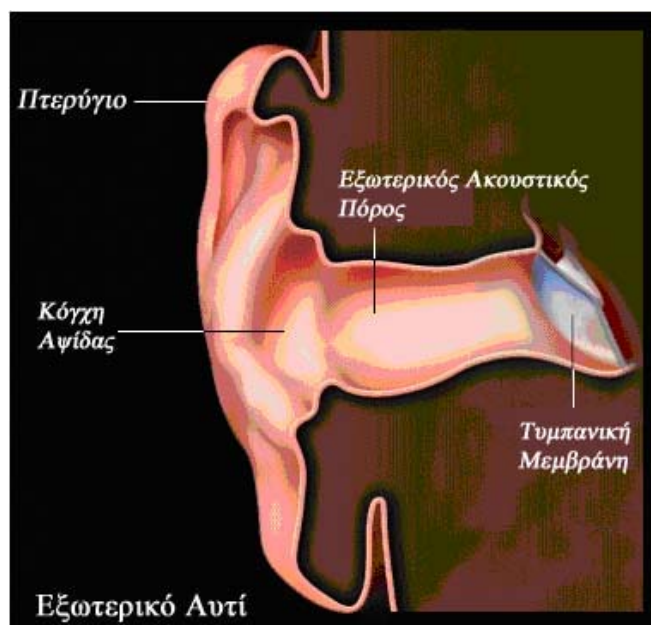
**Το πτερύγιο:** Το ορατό τμήμα του εξωτερικού αυτιού είναι το πτερύγιο το οποίο αποτελείται από ελαστικό σκελετό (χόνδρος και επιδερμίδα) με περίπλοκο σχήμα και από μία προέκταση, που εκτείνεται περίπου στο ένα τρίτο του καναλιού του αυτιού. Οι χαρακτηριστικοί σχηματισμοί του πτερυγίου είναι ο έλικας, η τριγωνοειδής κοιλότητα, ο αντιέλικας, η κόχη, ο τράγος, ο αντιτράγος και η οπή η οποία αποτελεί την είσοδο προς το εσωτερικό του αυτιού. Σκοπός του πτερυγίου είναι να συγκεντρώνει τους ήχους του περιβάλλοντος και να τους ενισχύει, πριν τους προωθήσει προς το ακουστικό πόρο.

**Το εξωτερικό κανάλι:** Το εξωτερικό αυτί εκτείνεται μέχρι την τυμπανική μεμβράνη. Η τυμπανική μεμβράνη διαχωρίζει το εξωτερικό από το μεσαίο αυτί. Σε έναν ενήλικα, το εξωτερικό αυτί αποτελείται από την εξωτερική κόγχη ή αλλιώς λοβός του αυτιού, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.2, και από το εξωτερικό κανάλι του αυτιού, το οποίο έχει μήκος 2.5 εκατοστά και διάμετρο περίπου 0.6 εκατοστά. Το πρώτο τρίτο του καναλιού έχει ανοδική πορεία ενώ το δεύτερο τρίτο έχει μία κλίση προς τα πίσω της κεφαλής. Η μορφή αυτή προστατεύει την τυμπανική μεμβράνη. Για λόγους προστασίας από ξένα σώματα το εξωτερικό τμήμα του ακουστικού καναλιού καλύπτεται από τριχίδια και από κυψελίδα. Η κυψελίδα αποτρέπει την ξήρανση της τυμπανικής μεμβράνης και υποβοηθάει στο προστατευτικό έργο των τριχιδίων.

**Η τυμπανική μεμβράνη:** Το εξωτερικό κανάλι του αυτιού καταλήγει στην τυμπανική μεμβράνη, η οποία είναι λεπτή και έχει σχήμα κυκλικό. Η τυμπανική μεμβράνη εκτείνεται προς το βάθος του καναλιού του αυτιού. Ακουστικά, η τυμπανική μεμβράνη είναι το τελευταίο μέρος του εξωτερικού αυτιού, το οποίο λειτουργεί σαν σωλήνας ανοικτός στο ένα άκρο.

**Ο ρόλος του εξωτερικού αυτιού:** Το εξωτερικό αυτί παίζει τον ρόλο της ακουστικής κεραίας: η κόγχη του αυτιού μαζί με το κεφάλι διαθλούν τα ηχητικά κύματα και καθορίζουν την πηγή του ήχου, ενώ το κανάλι του αυτιού παίζει το ρόλο του αντηχείου.

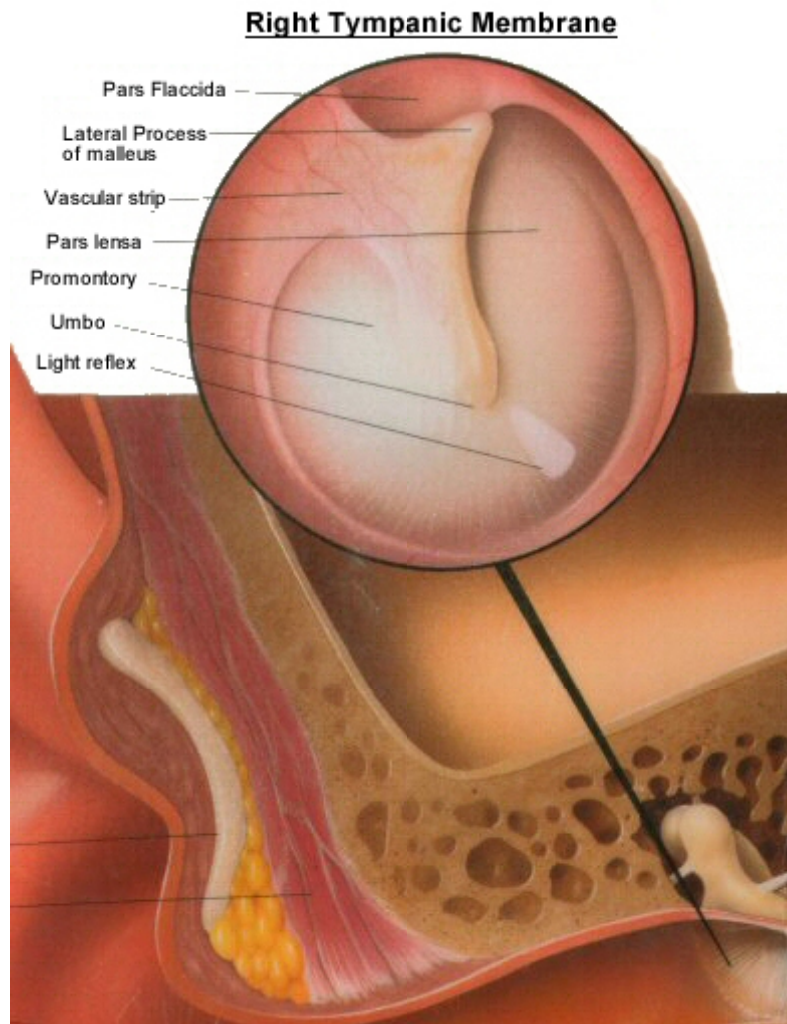
Λόγω του σχήματός της, η κόγχη ενισχύει κάποιες συχνότητες, ενώ κάποιες άλλες τις εξασθενεί. Ποιες συχνότητες θα δεχθούν την εξασθένιση/ενίσχυση εξαρτάται από τη θέση της ηχητικής πηγής. Εξαιτίας του μικρού μεγέθους της κόγχης, οι υψηλές συχνότητες είναι εκείνες που δέχονται κάποιες μεταβολές. Ο εγκέφαλος ωστόσο είναι περισσότερο ικανός να καθορίσει την κατεύθυνση των υψηλών συχνοτήτων παρά των χαμηλών.



Εικόνα 3.3: Το εξωτερικό αυτί



- Κόγχη του αυτιού : Συλλέγει τον ήχο και πραγματοποιεί ελάχιστες καθυστερήσεις, χρήσιμες για τον καθορισμό της πηγής.
- Κανάλι του αυτιού : Εκπέμπει τα ηχητικά κύματα στο εσωτερικό αυτί.
- Τύμπανο : Μεταδίδει τη μηχανική ενέργεια στο μεσαίο αυτί.



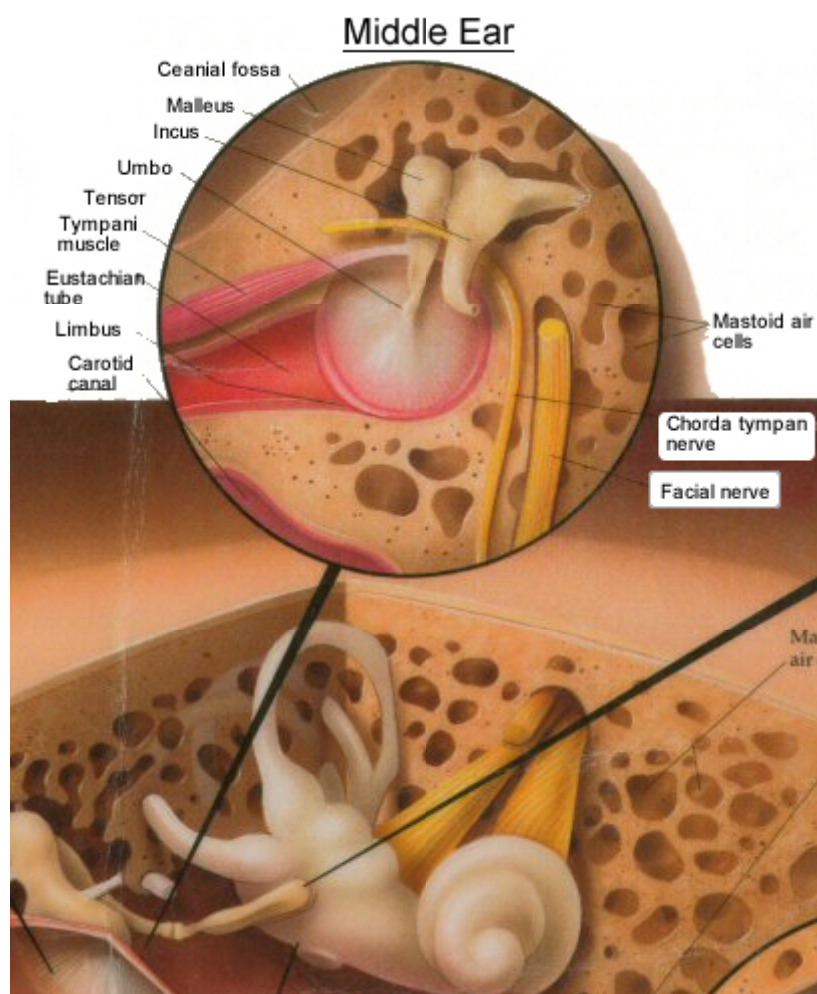
*Εικόνα 3.4: Τυμπανική μεμβράνη (δεξί αυτί)*

### 3.2.2 Το Μεσαίο αυτί

Το μεσαίο αυτί περιέχει τρία μικρά οστά. Αυτά είναι:

- το σφυρί (εξωτερικό οστέριο αυτιού)
- το αμόνι (οστό αυτιού σαν άκμονας)
- ο αναβολέας (εσωτερικό οστέριο του αυτιού)

Το σφυρί, ο αναβολέας και το αμόνι συνδέονται μεταξύ τους και είναι τα μικρότερα οστά του ανθρώπινου σώματος. Το μεσαίο αυτί τελειώνει στο ωοειδές άνοιγμα του αυτιού. Το ωοειδές άνοιγμα χωρίζει το μεσαίο αυτί από το εσωτερικό αυτί.



Εικόνα 3.5: Το μεσαίο αυτί

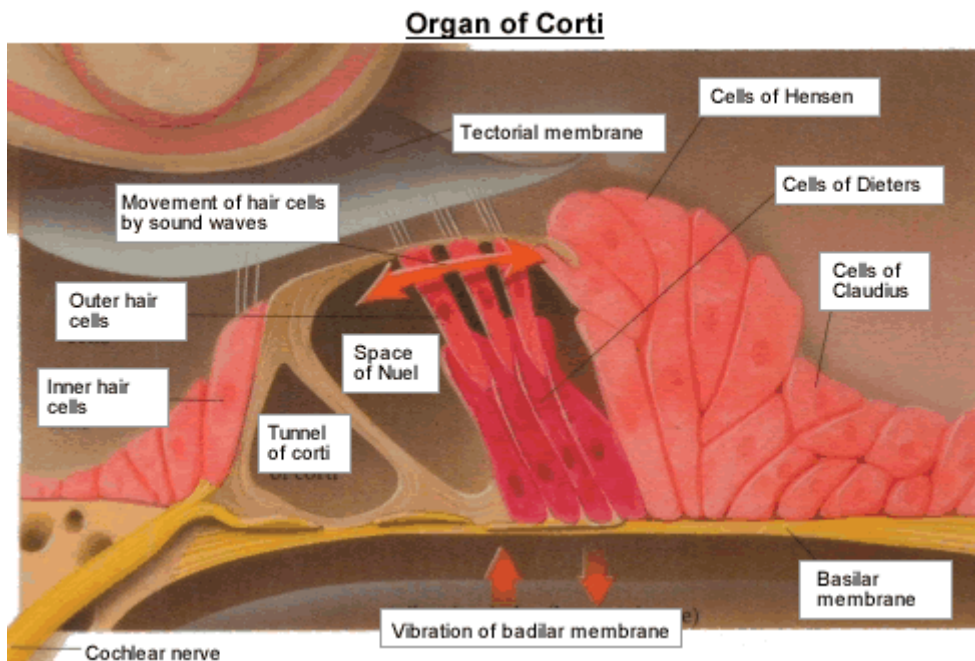
### 3.2.3 Το Εσωτερικό αυτί

**Ο Κοχλίας:** Το εσωτερικό αυτί αποτελείται από τον κοχλία ο οποίος μοιάζει με το κέλυφος ενός σαλιγκαριού. Είναι γεμάτο με υγρό και περιέχει μικροσκοπικές τρίχες στο εσωτερικό του. Οι τρίχες αυτές είναι τα λεγόμενα τριχώδη κύτταρα. Μέσα στον κοχλία βρίσκεται ένα νεύρο – το λεγόμενο ακουστικό νεύρο (όργανο Corti). Ο ρόλος του κοχλία είναι να μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.

**Η Βασική Μεμβράνη:** Πάνω από τη βασική μεμβράνη του κοχλία υπάρχουν τριχώδη κύτταρα. Το τριχώδη κάλυμμα από τα τριχώδη κύτταρα συνδέονται με μία άλλη μεμβράνη, η λεγόμενη tectorial μεμβράνη. Όταν τα τριχώδη κύτταρα διεγείρονται από δονήσεις, προκαλείται νευρικός παλμός στο ακουστικό νεύρο. Οι

δονήσεις αυτές αποστέλλονται στον εγκέφαλο. Ο ρόλος της βασικής μεμβράνης είναι η ανάλυση της συχνότητας του ήχου που συλλαμβάνεται. Η βασική μεμβράνη ανταποκρίνεται σε διαφορετικές συχνότητες, με την βοήθεια των σημείων συντονισμού τα οποία βρίσκονται καθ' όλο το μήκος της.

**Το ακουστικό νεύρο (το όργανο Corti):** Η βασική λειτουργία του κοχλίου είναι να μετατρέπει τα ηχητικά κύματα σε νευρικούς παλμούς. Το ακουστικό νεύρο (φλοιώδης όργανο), που βρίσκεται στην βασική μεμβράνη, είναι ο μετατροπέας του ήχου ο οποίος μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Τα τριχώδη κύτταρα έχουν καταλήξεις αποτελούμενες από νεύρα. Οι καταλήξεις αυτές περιέχονται στο ακουστικό νεύρο. Το όργανο Corti είναι καλυμμένο με την μεμβράνη γνωστή ως «tectorial membrane». Η μεμβράνη αυτή βρίσκεται πάνω από τη βασική μεμβράνη. Όταν η βασική μεμβράνη κινείται πάνω-κάτω προκαλείται μία διακοπτόμενη κίνηση η οποία μεταδίδεται στα τριχώδη κύτταρα. Με τον τρόπο αυτό γίνεται η μετάδοση των νευρικών παλμών στον εγκέφαλο επιτρέποντας μας να ακούμε.



Εικόνα 3.6 Το ακουστικό νεύρο (όργανο Corti)

## 4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΦΩΝΩΝ

### 4.1 Κατάταξη των φωνών της όπερας σε κατηγορίες

Η όπερα αποτελεί μία σύνθετη μορφή τέχνης στην οποία συνδυάζονται άλλες τέχνες, όπως το θέατρο, η σκηνοθεσία, η ζωγραφική, η μουσική και το τραγούδι. Ωστόσο η προσοχή των ακροατών εστιάζεται κυρίως στις φωνές των τραγουδιστών. Οι ιδιότητες που κάνουν έναν τραγουδιστή ξεχωριστό είναι η ικανότητά του να χρησιμοποιεί την φωνή του με στόχο να μεταδώσει το νόημα και το συναίσθημα του κειμένου και της μουσικής.

Η επαγγελματική τραγουδιστική φωνή πρέπει να έχει εύρος δύο οκτάβων τουλάχιστον και πρέπει να ηχεί με τον ίδιο τρόπο καθ' όλο το εύρος της. Αυτό πετυχαίνεται με την ανάπτυξη της μεικτής φωνής, μία τεχνική η οποία εφαρμόζεται από τους τραγουδιστές όπερας.

Οι ανθρώπινες φωνές κατατάσσονται σε έξι κύριες κατηγορίες οι οποίες θα αναφερθούν παρακάτω. Κάθε κατηγορία χωρίζεται σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με την χροιά, την ένταση και την ευελιξία της. Το εύρος μίας φωνής αποτελείται από τις νότες που περιέχονται στο τονικό διάστημα ανάμεσα στην χαμηλότερη και την υψηλότερη νότα την οποία μπορεί να εκτελέσει ένας τραγουδιστής. Η χροιά έχει να κάνει με τον ξεχωριστό ήχο κάθε φωνής και είναι υποκειμενικός παράγοντας. Η ένταση καθορίζει το πόσο δυνατή είναι η φωνή και η ευελιξία έχει να κάνει με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της φωνής, το πόσο γρήγορα μπορεί να κινηθεί από ένα τονικό ύψος σε κάποιο άλλο. Οι κατηγορίες των φωνών είναι έξι και η έκτασή τους φαίνεται στο Σχήμα 4.1:

Γυναικεία Φωνή :

- σοπράνο (soprano)
- μέτσο-σοπράνο (mezzo-soprano)
- άλτο (alto)

Αντρική Φωνή :

- τενόρο (tenor)
- μπάσο (baritone)
- βαρύτονο bass

Αγορίστικη φωνή :

- descant

Γυναικεία Φωνή	Αντρική φωνή
 Σοπράνο	 Τενόρος
 Μέτζο σοπράνο	 Βαρύτονος
 Άλτο	 Βαθύφωνος

Σχήμα 4.1: Η έκταση των φωνών της όπερας

## **4.2 Οι επιμέρους κατηγορίες της φωνής σοπράνο:**

### **4.2.1 Σοπράνο Κολορατούρα (Ελαφριά)**

Είναι η πιο υψηλή γυναικεία φωνή η οποία συνήθως είναι αδύναμη στη χαμηλότερη περιοχή της. Το εύρος της είναι από το Do1 έως το Fa3. Η φωνή αυτή είναι πολύ «εύθραυστη» και θεσπέσια. Το πάνω ρέτζιστρο της φωνής αυτής φτάνει σε πολύ υψηλές συχνότητες. Η ελαφρότητα της Σοπράνο Κολορατούρα της επιτρέπει να εκτελεί δυσκολότατα περάσματα, να κάνει μεγάλα πηδήματα από ένα τονικό ύψος σε άλλο και να εκτελεί μικρές και δύσκολες λεπτομέρειες. Κάποιοι χαρακτηριστικοί ρόλοι για τη Σοπράνο Κολορατούρα είναι «Η Βασίλισσα της Νύχτας» (Μαγικός Αυλός), «Η Κούκλα» (Παραμύθια του Γκόφμαν), «Η Χιονάτη» (Η Χιονάτη).

### **4.2.2 Λυρική Σοπράνο**

Χαρακτηρίζεται ως «γεμάτη» και με «ζεστό» ηχόχρωμα φωνή. Η μεσαία περιοχή της φωνής αυτής είναι ιδιαίτερα συμπαγής. Το εύρος της λυρικής σοπράνο είναι από το Do1 μέχρι το Do3 ή και το Re3. Η φωνή αυτή είναι φωνή καντιλένα, απαλή και λαμπερή σε όλη της την έκταση. Τυπικοί ρόλοι για την φωνή αυτή είναι «Βιολέτα» (Τραβιάτα), «Ιολάντα» (Ιολάντα), «Μαργκαρίτα» (Φάουστ).

### **4.2.3 Λυρικό-Δραματική Σοπράνο**

Η φωνή αυτή είναι περισσότερο ογκώδες, έχει ιδιαίτερα εκφραστικό ήχο στον οποίο συνυπάρχουν τέλεια η απαλότητα, η καντιλένα και το spinto («πιεσμένη» από ιταλικά). Τυπικοί ρόλοι για την φωνή αυτή είναι «Η Τατιάνα» (Ευγκένι Ονέγκιν), «Νόρμα» (Νόρμα), «Αϊντα» (Αϊντα).

### **4.2.4 Spinto Soprano**

Spinto στα ιταλικά σημαίνει «πιεσμένη». Ο όρος αυτός αντιπροσωπεύει τις λυρικές σοπράνο με τις περισσότερο πυκνές και ογκώδες φωνές. Το εύρος της φωνής αυτής είναι το ίδιο με το εύρος της λυρικής σοπράνο, από το Do1 μέχρι το Do3 ή και το Re3. Τυπικοί ρόλοι: τα πιο βαριά έργα του Puccini και του Verdi όπως η Tosca και η Elsa από την όπερα του Wagner «Lohengrin».

### **4.2.5 Δραματική Σοπράνο**

Είναι δυνατή και ογκώδες. Χαρακτηριστικό της φωνής αυτής είναι η πολύ δυνατή χαμηλή περιοχή της. Έχει πολύ ιδιαίτερο και διαπεραστικό άκουσμα. Τυπικοί ρόλοι : «Τόσκα» (Τόσκα), «Αμπιγκάιλ» (Ναμπούκο), «Τουραντότ» (Τουραντότ).

### 4.3 Επιμέρους κατηγορίες της γυναικείας οπερατικής φωνής

Η μελέτη αυτή επικεντρώνεται κυρίως στην ανάλυση της φωνής σοπράνο και των κατηγοριών της. Οι γυναικείες φωνές όπως η μέτζο σοπράνο και η άλτο δεν θα μελετηθούν. Παρακάτω γίνεται μία περιληπτική αναφορά σε αυτές τις δύο κατηγορίες.

**Η Mezzo Soprano:** κατά λέξη σημαίνει «Μεσαία Σοπράνο». Είναι ακόμα πιο χαμηλή («σκοτεινή») από την Δραματική σοπράνο. Η φωνή αυτή φτάνει μία τρίτη χαμηλότερα από την σοπράνο φωνή. Χαρακτηριστικοί ρόλοι της λυρικής Mezzo Soprano: Cherubino από την Όπερα του Mozart “Marriage of Figaro”. Χαρακτηριστικοί ρόλοι της Ιταλικής Mezzo: Azucena στην Όπερα του Verdi “Il Trovatore”. Χαρακτηριστικοί ρόλοι της Γαλλικής Mezzo: Werther από την Όπερα “Carmen”.

**Η Contralto:** Η χαμηλότερη γυναικεία φωνή. Ηχεί περίπου σαν την φωνή του τενόρου. Είναι πολύ καλή στην χαμηλή περιοχή του εύρους της και όχι και τόσο καλή στις υψηλές νότες. Η φωνή αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στα Ορατόρια. Υπάρχουν ελάχιστοι ρόλοι για την φωνή αυτή στην Όπερα. Ένας από αυτούς είναι η Ulrica από την όπερα του Verdi “Ballo un Maschera”.

## 5 Πειραματικό μέρος -- Ψυχοακουστικά τέστ

### 5.1 Περιγραφή του στόχου για τη δημιουργία και τη διεξαγωγή των ψυχοακουστικών τέστ.

Για να μελετηθεί πώς αντιλαμβάνεται ένας ακροατής τις διαφορετικές φωνές σοπράνο δημιουργήθηκαν τέσσερα ψυχοακουστικά τέστ. Το περιεχόμενο του κάθε τέστ θα περιγραφεί αναλυτικά στα επόμενα κεφάλαια. Η γενική ιδέα ήταν ένα σύνολο ακροατών, διαφορετικής ηλικίας και μουσικής εκπαίδευσης, να ακούσει με στόχο να ξεχωρίσει ή να κατηγοριοποιήσει κάποια μουσικά παραδείγματα εκτελεσμένα από διαφορετικές φωνές σοπράνο. Εκτός από την ακρόαση των μουσικών παραδειγμάτων των τέστ, ο κάθε ακροατής έπρεπε να συμπληρώσει ένα ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις των ερωτηματολογίων έχουν αναλυθεί στο Παράρτημα Α.

Με τη βοήθεια των τέστ έγινε δυνατή η εκτίμηση της ικανότητας των ακροατών να ξεχωρίζουν τις διαφορετικές σοπράνο φωνές. Μελετήθηκε ποια από τις κατηγορίες των ακροατών αντιλήφθηκε καλύτερα τις διαφορετικές φωνές σοπράνο, ποια φωνή ή ποια κατηγορία φωνών διακρίθηκε ευκολότερα και ποιες τραγουδιστικές τεχνικές είναι εκείνες που κάνουν τη διαφορά των σοπράνο περισσότερο αισθητή.

Ο καθορισμός της φωνητικής ποιότητας και η κρίση των γνωρισμάτων ενός ήχου είναι υποκειμενική υπόθεση και έχει να κάνει με την διαφορετική ακουστική αντίληψη κάθε ακροατή. Ένας αποδοτικός τρόπος για τη μελέτη της διαφορετικής ακουστικής αντίληψης είναι η διεξαγωγή των τέστ ψυχοακουστικής.

### 5.2 1<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό τέστ

Το 1<sup>ο</sup> ψυχοακουστικό τέστ αποτελείται από τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται ακρόαση μίας σειράς από νότες από το G3 έως το C6 και θα αναφερόμαστε σε αυτό σαν 1Α. Στο δεύτερο μέρος, 1Β, ο ακροατής ακούει μία ομιλία και στο τρίτο, 1Γ, μία άρια (θα αναλυθούν παρακάτω).

Στο 1Α χρησιμοποιήθηκαν αποσπάσματα από τραγουδισμένα φωνήματα μίας τραγουδίστριας από κάθε κατηγορία. Μίας δραματικής (Δ1), μίας λυρικής (Λ2) και μίας coloratura σοπράνο (Ε2). Η επιλογή της μίας τραγουδίστριας από κάθε ομάδα έγινε με τα εξής κριτήρια: Κρίθηκε ότι ήταν η πιο αντιπροσωπευτική από κάθε ομάδα και τραγούδησε όλες τις νότες με την αντίστοιχη τεχνική που τραγούδησαν και οι υπόλοιπες που επιλέχθηκαν.

Για κάθε τραγουδίστρια απομονώθηκαν τραγουδισμένες νότες του φωνήματος /a/ από το G3 έως το C6 (χωρίς τις αλλοιωμένες νότες), οι οποίες είχαν διάρκεια από 3 έως 5 sec και χρησιμοποιήθηκαν και στα τρία μέρη του 1<sup>ου</sup> Τέστ (1Α, 1Β, 1Γ). Η διεξαγωγή του τέστ έγινε στο χώρο του ΤΕΙ, στο εργαστήριο του Mastering.

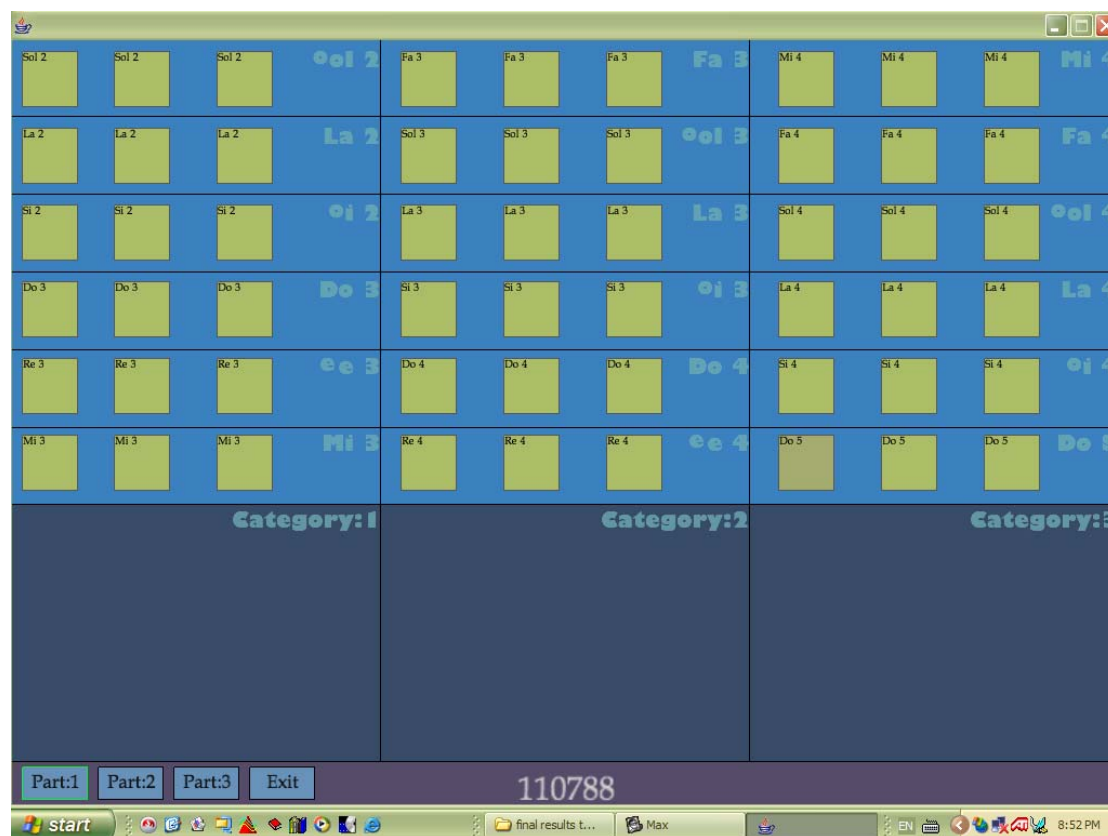
Η ακρόαση των ηχητικών δειγμάτων έγινε μέσω της κάρτας ήχου ενός υπολογιστή και με ακουστικά κλειστού τύπου PHILIPS SBC HP250. Στο χώρο του εργαστηρίου επικρατούσε ησυχία.

Αναπτύχθηκε ένα γραφικό περιβάλλον από τον φοιτητή Κάρολο Γκακίδη ειδικά για το τέστ με χρήση της γλώσσας Max/MSP 4.5.5. Στην Εικόνα 5.1 φαίνεται το περιβάλλον για το μέρος 1Α.

Στο 1ο τέστ (και στα τρία μέρη) συμμετείχαν 40 άτομα, διαφορετικής ηλικίας, φύλου και επαγγέλματος. Χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες: 1) τραγουδιστές, 2) μουσικοί 3) μη μουσικοί. Οι δύο πρώτες κατηγορίες θα μπορούσαν να είναι μαζί, αλλά ένας από τους στόχους ήταν να εξιχνιαστεί η ικανότητα των τραγουδιστών. Οδηγίες για την εκτέλεση του τέστ δόθηκαν σε κάθε ακροατή ξεχωριστά .

### 5.2.1 Μέρος 1Α του 1ου Ψυχοακουστικού Τέστ

Στο μέρος 1Α του ψυχοακουστικού τέστ ο ακροατής άκουσε την ίδια νότα και από τις τρεις σοπράνο και έπρεπε να κατατάξει τη νότα που ανήκει στη Δραματική, στην Λυρική και στην Ελαφριά σοπράνο. Αυτό έγινε για όλες τις νότες από το G3 έως το C6.



Εικόνα 5.1: Το γραφικό περιβάλλον του μέρους 1Α του ψυχοακουστικού τέστ.



Τα πρώτα δείγματα που άκουσε το υποκείμενο είναι τρία διαφορετικά G3. Μετά την ακρόασή των, έπρεπε να τις κατατάξει στις τρεις διαφορετικές κατηγορίες, σύμφωνα με τα δικά του κριτήρια. Η δεύτερη νότα που άκουσε ήταν τρία διαφορετικά A3. Κάθε ακροατής κατέταξε τις νότες αυτές σε μία από τις τρεις κατηγορίες. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε μέχρι το C6. Ο στόχος του ακροατή ήταν να βρει τις σωστές νότες κάθε κατηγορίας σοπράνο.

Ο εξαψήφιος αριθμός που εμφανίζονταν στο κάτω μέρος του τέστ ήταν διαφορετικός για κάθε ακροατή. Ο ακροατής σημείωσε τον εξαψήφιο αριθμό δίπλα στο όνομά του στο ερωτηματολόγιο. Τα αρχεία στα οποία αποθηκεύτηκαν τα αποτελέσματα κάθε ακροατή είναι .txt αρχεία με όνομα τον εξαψήφιο αριθμό, που ήταν διαφορετικός για κάθε ακροατή.

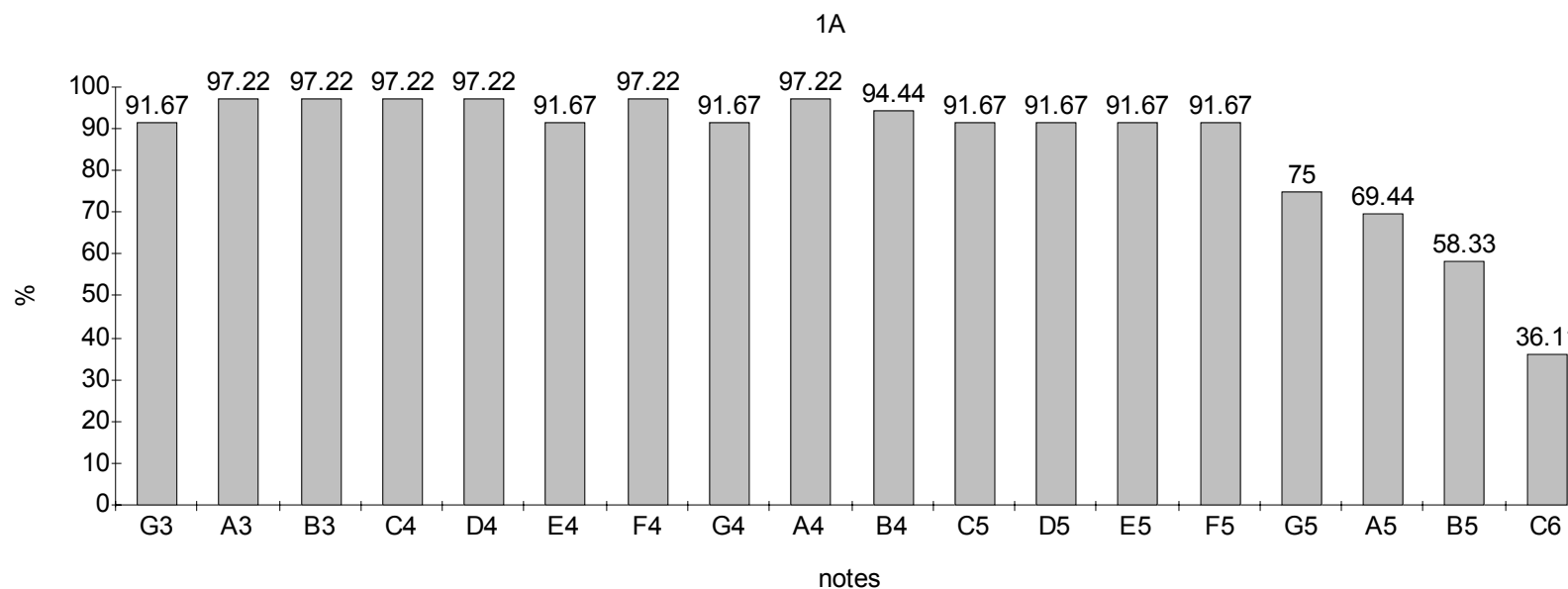
Τα αποτελέσματα κάθε ακροατή σώνονται σε ένα αρχείο κειμένου. Τα αρχεία αυτά λόγω του όγκου τους δίδονται μόνο σε ηλεκτρονική μορφή<sup>1</sup>. Στη συνέχεια έγινε επεξεργασία στο πρόγραμμα «excel» και τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται στα γραφήματα που ακολουθούν.

---

<sup>1</sup> Διευκρινιστικά αναφέρουμε για τα αρχεία κειμένου ότι π.χ. η συλλαβή MA προέρχεται από το όνομα Μαρία (Δ1), το EL από το όνομα Ελπινίκη (E2) και το MY από το όνομα Μυρτώ (Λ2). Αν όλες οι νότες MA ακολουθούνται από την ίδια κατηγορία, δηλαδή μετά από κάθε MA.wav η κατηγορία είναι ίδια, για παράδειγμα Category One, σημαίνει ότι ο συγκεκριμένος ακροατής έχει βρει όλες τις νότες τις δραματικής σοπράνο. Το ίδιο ισχύει και για τις άλλες δυο κατηγορίες σοπράνο.

### Ποσοστά αναγνώρισης της Δραματικής Σοπράνο

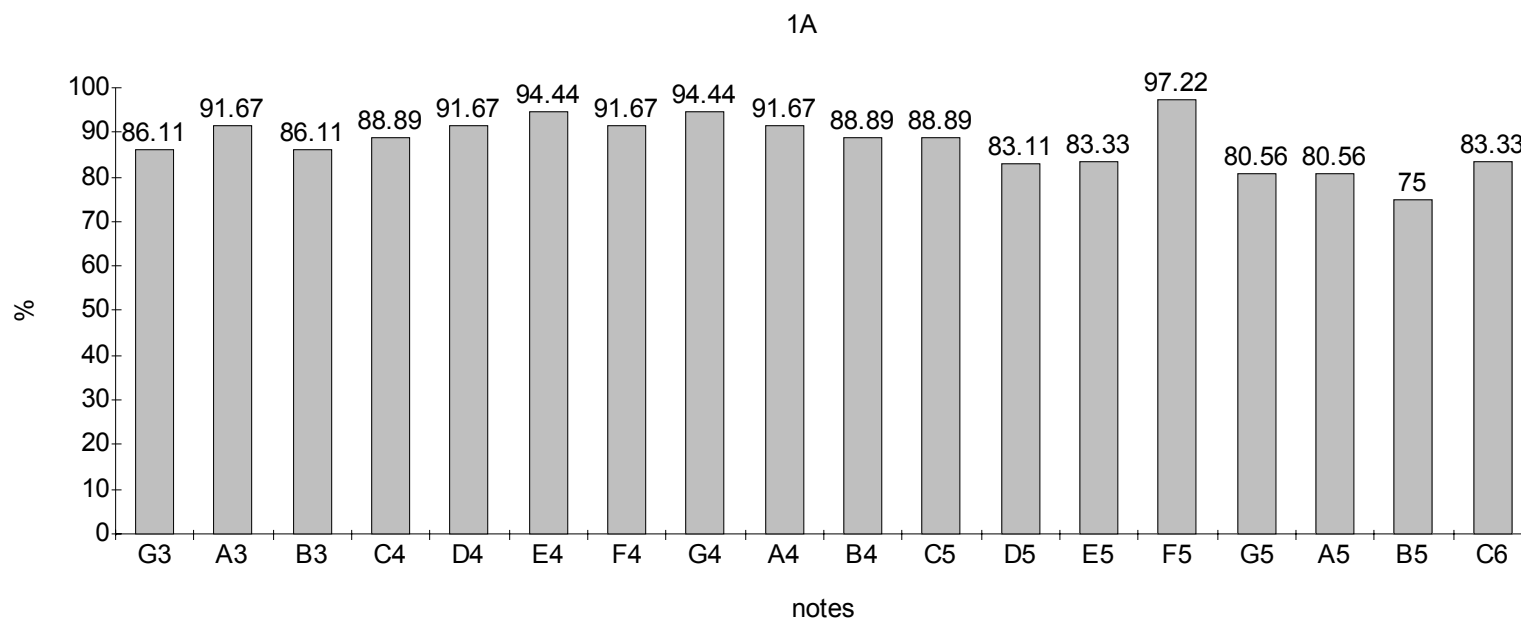
Στο Γράφημα 5.1 αναγράφονται τα αποτελέσματα από την αναγνώριση της Δραματικής σοπράνο. Δεν υπάρχει 100% επιτυχία σε καμία νότα. Ωστόσο, μεγαλύτερη επιτυχία σημειώνεται στις χαμηλότερες νότες. Από την A4 έως τη C6, που είναι και η ψηλότερη νότα, παρατηρείται μείωση στο ποσοστό αναγνώρισης, με χαμηλότερο ποσοστό αναγνώρισης για τη νότα C6. Το ποσοστό αναγνώρισης για τη νότα αυτή είναι 36,11%. Το μέσο όρο της συνολικής επιτυχίας στην αναγνώριση για τη συγκεκριμένη σοπράνο είναι 86,57%



Γράφημα 5.1: Ποσοστά αναγνώρισης των νοτών της Δραματικής Σοπράνο για το 1A ψυχοακουστικό τέστ

### Ποσοστά αναγνώρισης της Λυρικής Σοπράνο

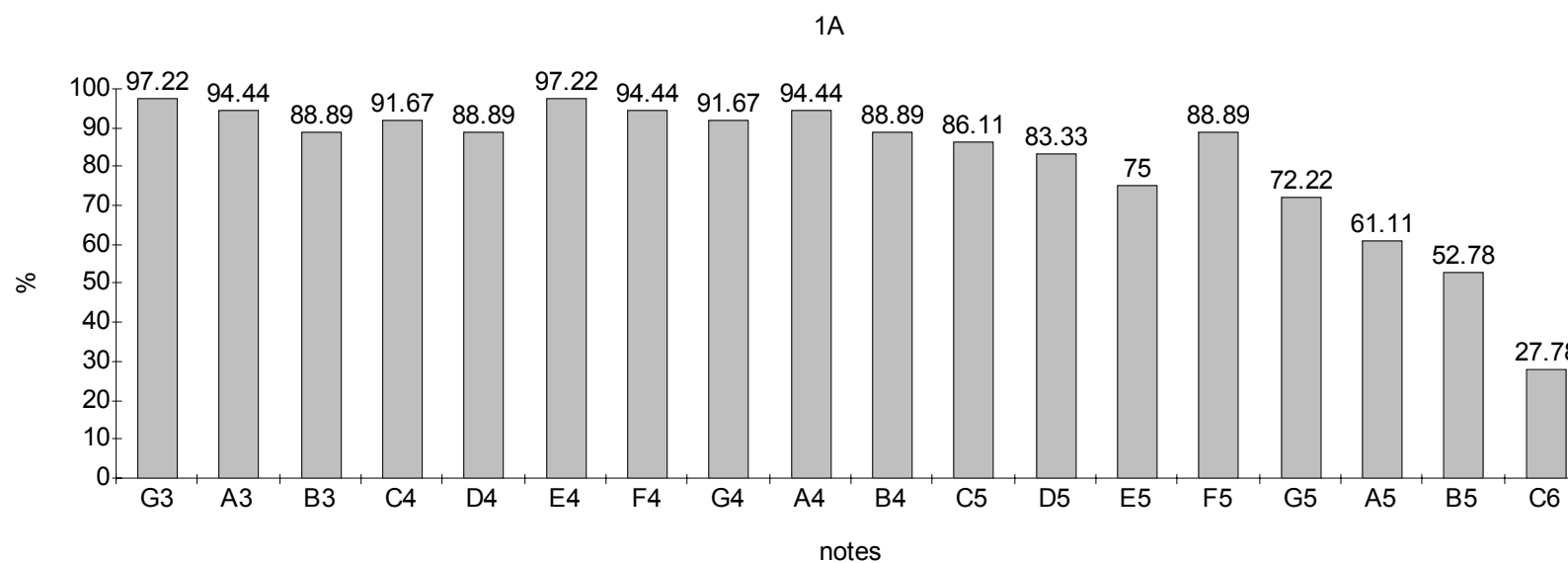
Στην αναγνώριση της λυρικής σοπράνο δεν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις και δεν σημειώνεται 100% σε καμία νότα. Η αναγνώριση των υψηλών νότων φαίνεται πως ήταν ευκολότερη από ότι στα άλλα δύο είδη σοπράνο. Τα ποσοστά της αναγνώρισης δεν πέφτουν χαμηλότερα από 75% και η μεγαλύτερη επιτυχία είναι στην αναγνώριση της F5 με ποσοστό 97,22%. Το μέσο όρο της συνολικής επιτυχίας στην αναγνώριση της συγκεκριμένης σοπράνο είναι 87.64%.



Γράφημα 5.2: Ποσοστά αναγνώρισης των νοτών της Λυρικής Σοπράνο για το 1A ψυχοακουστικό τέστ

### Ποσοστά αναγνώρισης της Ελαφριάς (coloratura) Σοπράνο

Η μεγαλύτερη διακύμανση των τιμών παρατηρείται στην αναγνώριση της ελαφριάς σοπράνο. Τα αποτελέσματα δεν σταθεροποιούνται σε καμία περιοχή συχνοτήτων. Τα υψηλότερα ποσοστά που σημειώθηκαν είναι 97,2% και είναι για τις νότες G3 και E4. Στις υψηλότερες νότες παρατηρείται πτώση στην αναγνώριση η οποία φτάνει μέχρι 27,78% για τη νότα C6. Το μέσο όρο της συνολικής επιτυχίας στην αναγνώριση της συγκεκριμένης σοπράνο είναι 81.94%.



Γράφημα 5.3: Ποσοστά αναγνώρισης των νοτών της Λυρικής (Coloratura) Σοπράνο για το 1A ψυχοακουστικό test

Παρακάτω θα αναλυθούν τα αποτελέσματα κάθε ομάδας ακροατών. Οι ομάδες είναι οι εξής:

1. Ομάδα των τραγουδιστών – η ομάδα αυτή αποτελείται από άτομα τα οποία ασχολούνται με το τραγούδι (λυρικό, παραδοσιακό ή σύγχρονο) επαγγελματικά.
2. Ομάδα των μουσικών – Η ομάδα αυτή αποτελείται από άτομα τα οποία μπορεί να παίζουν κάποιο μουσικό όργανο, να παίζουν μουσική επαγγελματικά, να διδάσκουν κάποιο μουσικό όργανο ή να είναι ακόμα στο επίπεδο της μάθησης.
3. Ομάδα των μη μουσικών – στην ομάδα αυτή κατατάσσονται τα άτομα τα οποία δεν ασχολούνται με την μουσική (ακόμα και σε ερασιτεχνικό επίπεδο).

### **Αναγνώριση των τονικών υψών από την ομάδα των τραγουδιστών**

Οι ομάδα των τραγουδιστών αποτελείται από 11 άτομα. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα της ομάδας αυτής από το 1Α ψυχοακουστικό τεστ.

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	92.6
2	96.3
3	88.9
4	92.6
5	96.3
6	90.7
7	90.7
8	96.3
9	88.9
10	90.7
11	96.3
<b>Συνολική επιτυχία</b>	<b>92.76</b>

*Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των τραγουδιστών από το 1Α τεστ.*

Η συνολική επιτυχία της ομάδας των τραγουδιστών είναι 92.76%.

### **Αναγνώριση των τονικών υψών από την ομάδα των μουσικών**

Η ομάδα των μουσικών αποτελείται από 16 άτομα. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα των ακροατών αυτών από το 1Α ψυχοακουστικό τεστ.

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	81.48
2	92.59
3	81.48
4	68.52
5	92.59
6	100.00
7	79.63
8	79.63
9	68.52
10	75.93
11	92.59
12	96.30
13	90.74
14	88.89
15	92.59
16	92.59
<b>Συνολική επιτυχία</b>	<b>85.88%</b>

Πίνακας 5.2: Αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μουσικών από το 1Α test.

Η συνολική επιτυχία της ομάδας των μουσικών είναι 85.88%.

#### Αναγνώριση των τονικών υψών από την ομάδα των μη μουσικών

Οι ομάδα των μουσικών αποτελείται από 13 άτομα. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα των μη μουσικών από το 1Α του 1<sup>ου</sup> ψυχοακουστικού tests.

Επιτυχία (%)	Αριθμός ακροατή
88.89	1
88.89	2
38.89	3
61.11	4
92.59	5
87.04	6
96.30	7
94.44	8
62.96	9
75.93	10
88.89	11
85.19	12
81.48	13
<b>Συνολική επιτυχία</b>	<b>80.20%</b>

Πίνακας 5.3: Αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μη μουσικών από το 1Α test.

Η συνολική επιτυχία της ομάδας των μη μουσικών είναι 80.20%.

### 5.2.2 Μέρος 1B του 1ου Ψυχοακουστικού Τέστ

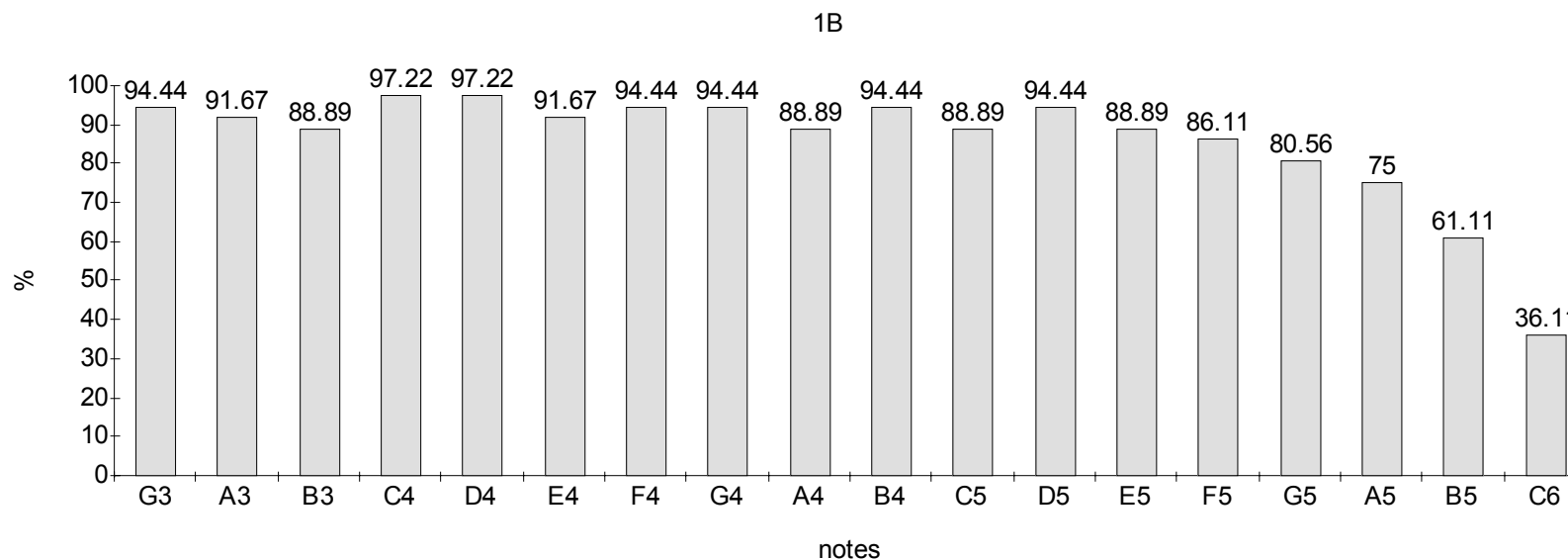
Στο 1B μέρος του τέστ οι ακροατές άκουσαν ξανά τις νότες από το G3 έως το C6 και τις ταξινόμησαν σε 3 κατηγορίες, έχοντας σαν αναφορά μία ηχογραφημένη, σύντομη αφήγηση. Η αφήγηση έχει γίνει 3 φορές, από μία δραματική, μία λυρική και μία ελαφριά σοπράνο τραγουδίστρια. Οι τραγουδισμένες νότες ανήκουν και αυτές στις ίδιες τραγουδίστριες που έκαναν την αφήγηση. Οι φωνές και των τριών σοπράνο είναι οι ίδιες με εκείνες στο 1A μέρος του 1<sup>ου</sup> ψυχοακουστικού τέστ (Δ1, Λ2 και Ε2). Εκτός από τη σωστή κατηγοριοποίηση των νοτών (διαδικασία που είναι ίδια με το 1A μέρος του τέστ), οι ακροατές έπρεπε να προσπαθήσουν να αντιστοιχίσουν το σύνολο των νοτών στη σωστή αφηγήτρια. Δηλαδή τις νότες της δραματικής σοπράνο θα έπρεπε να τις αντιστοιχίσουν στην αφήγηση της Δ1.

Το ηλεκτρονικό περιβάλλον του 1B μέρους του ψυχοακουστικού τέστ είναι όμοιο με το περιβάλλον του 1<sup>ου</sup> μέρους του ίδιου τέστ, με τη διαφορά ότι εδώ υπάρχουν τα κουμπιά «Listen to Speech1», «Listen to Speech2» και «Listen to Speech3». Ενεργοποιώντας τα κουμπιά αυτά ο ακροατής μπορεί να ακούσει την αντίστοιχη ομιλία.

Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται με την ίδια μορφή όπως και στο 1A μέρος του ψυχοακουστικού τέστ (σε .txt αρχείο).

### Ποσοστά αναγνώρισης της Δραματικής Σοπράνο από την ακρόαση ομιλίας

Στο Γράφημα 5.4 φαίνονται τα ποσοστά αναγνώρισης κάθε νότας για την δραματική σοπράνο με βάση την ακρόαση της ομιλίας της. Παρατηρείται πτώση στην αναγνώριση των νοτών με την αύξηση του τονικού ύψους. Η πτώση ξεκινά από την D5 (ποσοστό 93%) και φτάνει μέχρι την υψηλότερη νότα, την C6 (ποσοστό 34%). Το υψηλότερο ποσοστό επιτυχίας είναι 97.22% το οποίο έχει σημειωθεί για τις νότες C4 και D4. Γενικότερα οι νότες της δραματικής Δ1 έχουν μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας από ότι οι νότες της ελαφριάς E2. Ο μέσος όρος της συνολικής επιτυχίας στην αναγνώριση της συγκεκριμένης σοπράνο (δραματικής) είναι 85.80%.

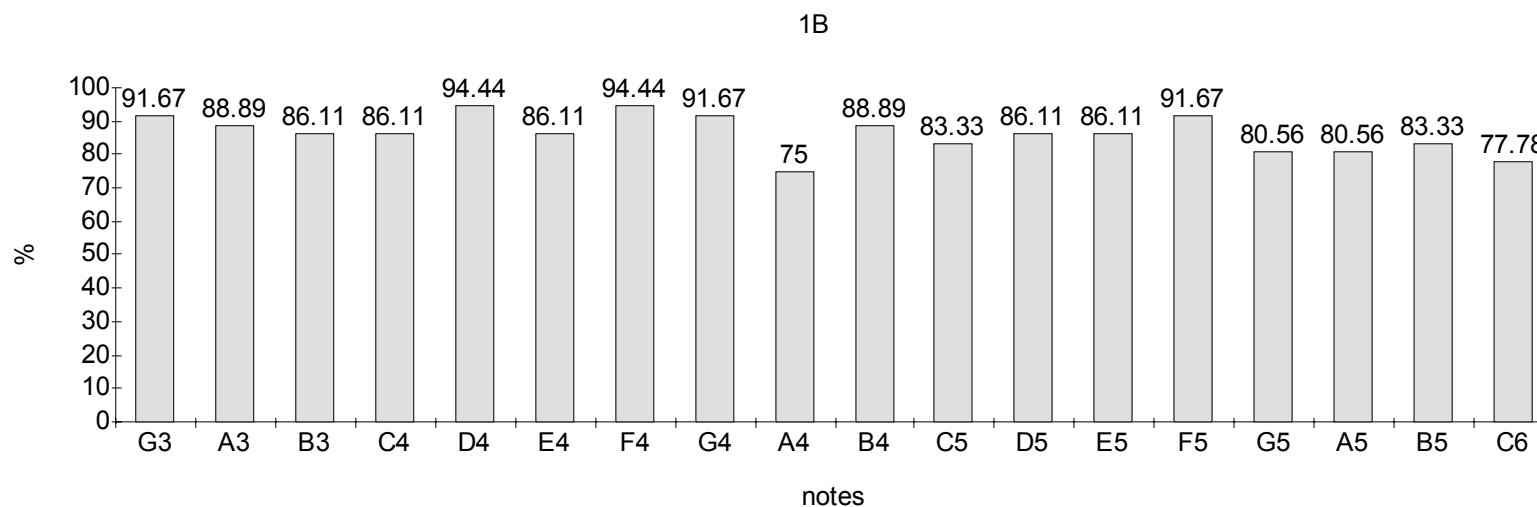


Γράφημα 5.4: Ποσοστά αναγνώρισης των νοτών της Δραματικής Σοπράνο από την ακρόαση ομιλίας (1B ψυχοακουστικό test)



### Ποσοστά αναγνώρισης της Λυρικής Σοπράνο από την ακρόαση ομιλίας

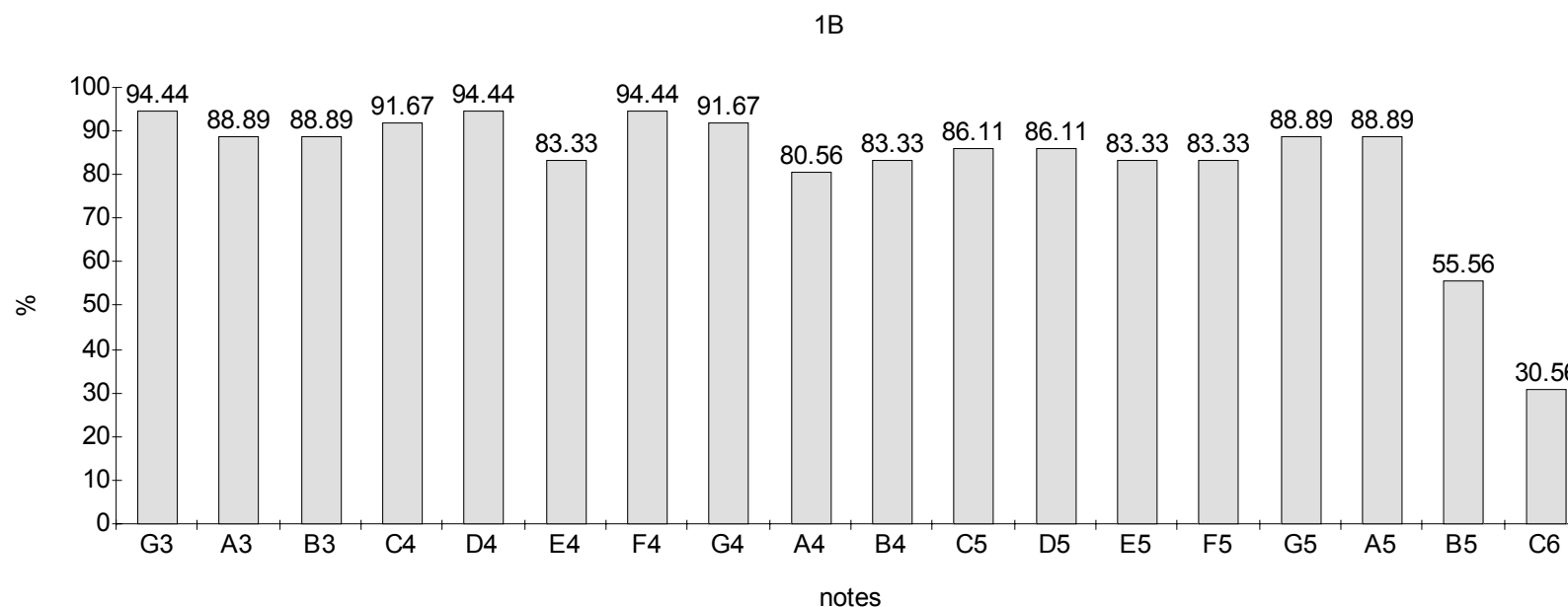
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι ακροατές κατάφεραν να διακρίνουν τις νότες της λυρικής σοπράνο ευκολότερα. Το χαμηλότερο αποτέλεσμα σημειώθηκε στην κατάταξη της νότας A4. Κάποιοι από τους ακροατές δεν κατέταξαν τη νότα αυτή στο σύνολο των νότων της Λυρικής σοπράνο με αποτέλεσμα το ποσοστό επιτυχίας για τη συγκεκριμένη νότα να είναι 75%. Ο μέσος όρος της συνολικής επιτυχίας στην αναγνώριση των νότων της Λυρικής σοπράνο είναι 86.27%.



Γράφημα 5.5: Ποσοστά αναγνώρισης των νοτών της Λυρικής Σοπράνο από την ακρόαση ομιλίας (1B ψυχοακουστικό test)

### Ποσοστά αναγνώρισης της Ελαφριάς (coloratura) Σοπράνο μετά από την ακρόαση της ομιλίας

Όπως στο 1A έτσι και στο 1B, παρατηρήθηκε δυσκολία στην σωστή κατηγοριοποίηση των υψηλότερων τονικών υψών. Οι νότες B5 και C6 ταξινομήθηκαν στη σωστή κατηγορία σοπράνο από το 55.56% και το 30.56% αντίστοιχα. Κάποιοι από τους ακροατές ωστόσο, σημείωσαν μεμονωμένα 100% επιτυχία στην ταξινόμηση των νότων της συγκεκριμένης σοπράνο. Οι ακροατές της κατηγορίας των μη μουσικών, οι οποίοι κατάφεραν να αναγνωρίσουν την E2, ήταν τρεις. Ο μέσος όρος της επιτυχίας στην κατηγοριοποίηση των τονικών υψών της συγκεκριμένης σοπράνο είναι 83.02%.



Γράφημα 5.6: Ποσοστά αναγνώρισης της Ελαφριάς (Coloratura) Σοπράνο από την ακρόαση ομιλίας (1B ψυχοακουστικό test)

Παρακάτω θα αναλυθούν τα αποτελέσματα κάθε ομάδας ακροατών για το 1B μέρος του τέστ.

#### **Αναγνώριση των τονικών υψών από την ομάδα των τραγουδιστών**

Οι ομάδα των τραγουδιστών αποτελείται από 11 άτομα. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα της ομάδας αυτής για το 1B μέρος του 1ου ψυχοακουστικού τέστ.

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	90.74
2	92.59
3	85.19
4	81.48
5	100.00
6	90.74
7	81.48
8	98.15
9	90.74
10	92.59
11	96.30
<b>Συνολική επιτυχία</b>	<b>90.91%</b>

*Πίνακας 5.4: Αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των τραγουδιστών από το 1B τεστ.*

Η συνολική επιτυχία της ομάδας των τραγουδιστών που συμμετείχαν στο τέστ, είναι 90.91%.

#### **Αναγνώριση των τονικών υψών από την ομάδα των μουσικών**

Οι ομάδα των μουσικών αποτελείται από 16 άτομα.

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	81.48
2	92.59
3	81.48
4	68.52
5	92.59
6	100.00
7	79.63
8	79.63
9	68.52
10	75.93
11	92.59
12	96.30
13	90.74
14	88.89
15	92.59
16	92.59
<b>Συνολική επιτυχία</b>	<b>85.65</b>

*Πίνακας 5.5: Αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μουσικών από το 1B τεστ.*

Η συνολική επιτυχία της ομάδας των μουσικών είναι 85.65%.

### Αναγνώριση των τονικών υψών από την ομάδα των μη μουσικών

Οι ομάδα των μη μουσικών αποτελείται από 13 άτομα.

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	61.11
2	94.44
3	61.11
4	96.30
5	96.30
6	85.19
7	96.30
8	87.04
9	55.56
10	53.70
11	87.04
12	94.44
13	96.30
<b>Συνολική επιτυχία</b>	<b>81.91</b>

*Πίνακας 5.6: Αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μη μουσικών από το 1B test.*

Η συνολική επιτυχία της ομάδας των μη μουσικών είναι 81.91%. Το ποσοστό αυτό είναι χαμηλότερο από τα ποσοστά των δύο προηγούμενων ομάδων.

### 5.2.3 Μέρος 1Γ του 1ου Ψυχοακουστικού Τέστ

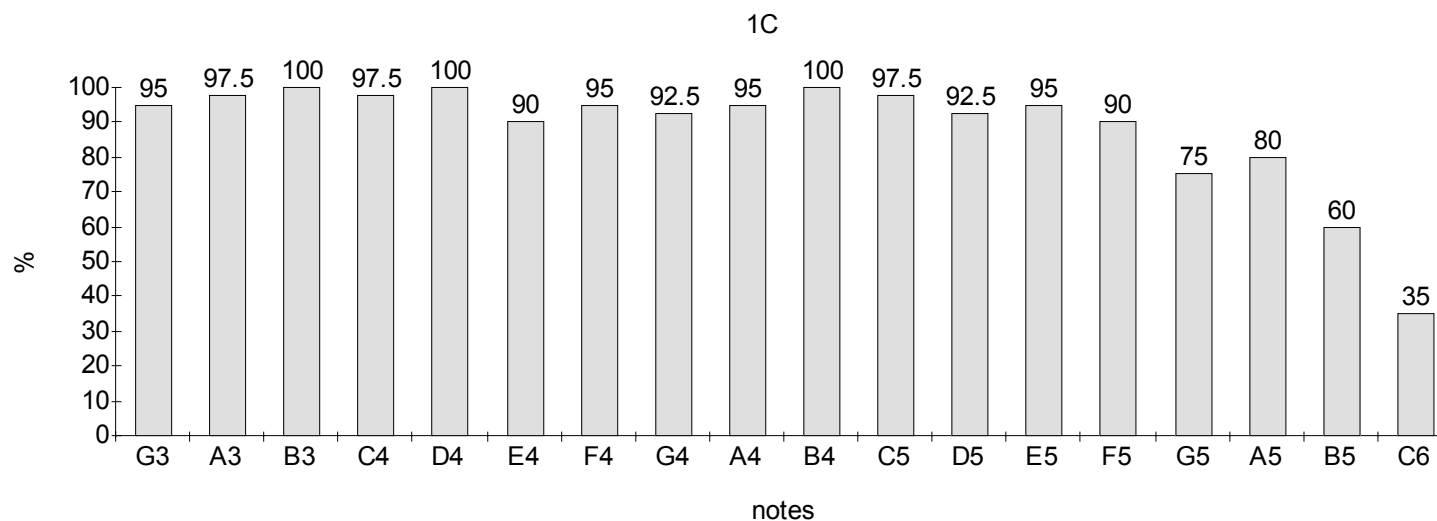
Στο 1Γ μέρος του τέστ οι ακροατές άκουσαν για τρίτη φορά τις ίδιες νότες από το G3 έως το C6 και τις ταξινόμησαν σε 3 κατηγορίες, έχοντας σαν αναφορά μία ηχογραφημένη άρια, την «Oh mio babbino caro». Η εκτέλεση της άριας έχει γίνει 3 φορές. Την μία φορά από μία δραματική, τη δεύτερη από μία λυρική και την τρίτη από μία ελαφριά σοπράνο τραγουδίστρια. Οι τραγουδισμένες νότες ανήκουν και αυτές στις ίδιες τραγουδίστριες που ερμήνευσαν την άρια. Οι φωνές και των τριών σοπράνο είναι οι ίδιες με εκείνες των 1A και 1B μέρη του τέστ (Δ1, Λ2 και Ε2). Εκτός από τη σωστή κατηγοριοποίηση των νοτών (διαδικασία που είναι ίδια με τα 1A και 1B μέρη του τέστ), οι ακροατές έπρεπε να προσπαθήσουν να αντιστοιχίσουν το σύνολο των νοτών στη σωστή σοπράνο τραγουδίστρια. Δηλαδή τις νότες της δραματικής σοπράνο θα έπρεπε να τις αντιστοιχίσουν στην ερμηνεία της Δ1.

Το ηλεκτρονικό περιβάλλον του 1Γ μέρους του ψυχοακουστικού τέστ είναι όμοιο με το περιβάλλον του 1A μέρους του ίδιου τέστ, με τη διαφορά ότι εδώ υπάρχουν τα κουμπιά Listen to Aria1, Listen to Aria2 και Listen to Aria3. Ενεργοποιώντας τα κουμπιά αυτά ο ακροατής μπορεί να ακούσει την αντίστοιχη άρια.

Τα αποτελέσματα αποθηκεύτηκαν με την ίδια μορφή όπως και στο 1A μέρος του ψυχοακουστικού τέστ (σε .txt αρχείο).

### Ποσοστά αναγνώρισης της Δραματικής Σοπράνο μετά από την ακρόαση της άριας

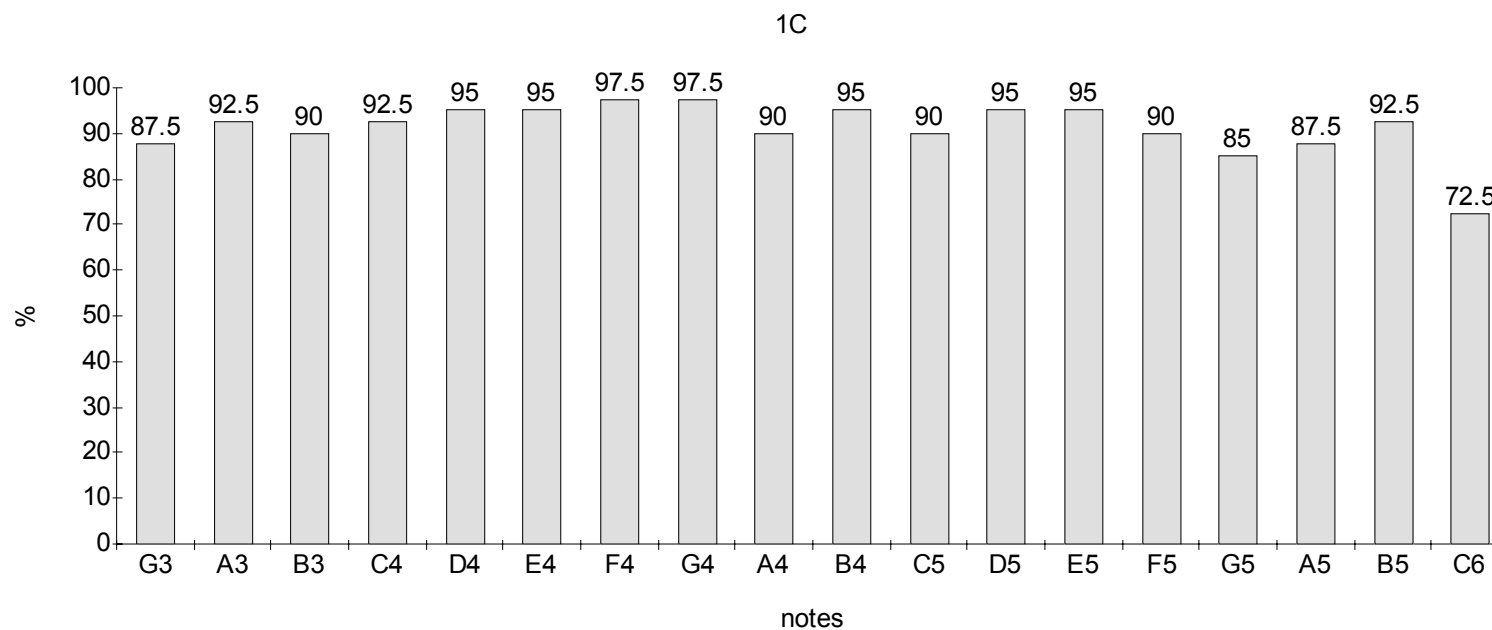
Στο Γράφημα 5. φαίνονται τα ποσοστά αναγνώρισης κάθε νότας για τη Δραματική σοπράνο με βάση την ακρόαση της άριας. Παρατηρείται πτώση στην αναγνώριση των νοτών με την αύξηση του τονικού ύψους. Η πτώση στην σωστή κατηγοριοποίηση των νοτών συνεχίζεται μέχρι και την υψηλότερη νότα, την C6 (ποσοστό 34%). Οι νότες B3, D3 και B4 έχουν ταξινομηθεί κάτω από την αντίστοιχη ερμηνεία της άριας από όλους τους ακροατές (100%). Ο μέσος όρος της συνολικής επιτυχίας στην κατηγοριοποίηση των νοτών της συγκεκριμένης σοπράνο είναι 88.19%.



Γράφημα 5.7: Ποσοστά αναγνώρισης της Δραματικής Σοπράνο από την ακρόαση άριας

### Ποσοστά αναγνώρισης της Λυρικής Σοπράνο μετά από την ακρόαση της άριας

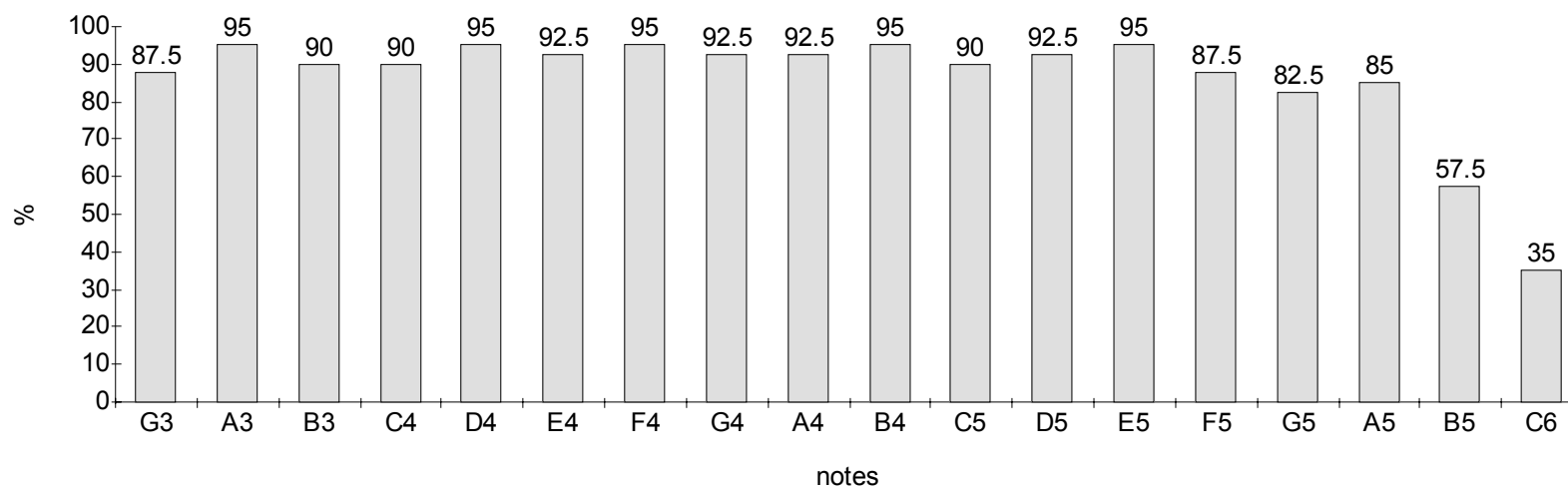
Στο Γράφημα 5.8 φαίνονται τα ποσοστά αναγνώρισης κάθε νότας για την Λυρική σοπράνο με βάση την ακρόαση της άριας. Δεν παρατηρείται σημαντική πτώση στην επιτυχία της ταξινόμησης των υψηλών τονικών υψών. Οι τρεις υψηλότερες νότες, C6, κατηγοριοποιήθηκαν στην αντίστοιχη ερμηνεία της άριας από το μεγαλύτερο μέρος των ακροατών (το ποσοστό για την νότα αυτή 72.50%). Ο μέσος όρος της συνολικής επιτυχίας κατά την κατηγοριοποίηση των νοτών της συγκεκριμένης σοπράνο είναι 91.11%.



Γράφημα 5.8: Ποσοστά αναγνώρισης της Λυρικής Σοπράνο από την ακρόαση άριας

### Ποσοστά αναγνώρισης της Ελαφριάς (coloratura) Σοπράνο μετά από την ακρόαση της άριας

Η νότες της Ελαφριάς σοπράνο στο 1Γ μέρος του test ταξινομήθηκαν συνολική επιτυχία 86.11%. Η πτώση στη σωστή κατηγοριοποίηση ξεκινάει από το A5 και φτάνει μέχρι το C6. Η νότες C6 ταξινομήθηκαν σωστά από το 35 % των ακροατών. Ένας μόνο ήταν ο ακροατής, από την ομάδα των μουσικών, ο οποίος κατάφερε να κατηγοριοποίηση σωστά όλες τις νότες της Ελαφριάς σοπράνο.



Γράφημα 5.9: Ποσοστά αναγνώρισης της Ελαφριάς (Coloratura) σοπράνο από την ακρόαση άριας

Παρακάτω θα αναλυθούν τα αποτελέσματα κάθε ομάδας ακροατών για το 1Γ μέρος του test. Οι ομάδες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες όπως στο 1Α και στο 1Β μέρη του 1ου ψυχοακουστικού test:

#### **Αναγνώριση των τονικών υψών από την ομάδα των τραγουδιστών με αναφορά την άρια «Oh mio babbino caro»**

Η ομάδα των τραγουδιστών αποτελείται από 11 άτομα. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα της ομάδας αυτής από το 1Γ μέρος του 1<sup>ου</sup> ψυχοακουστικού test.

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	96.30
2	100.00
3	100.00
4	88.89
5	96.30
6	88.89
7	88.89
8	100.00
9	98.15
10	98.15
11	100.00
<b>Συνολική επιτυχία</b>	<b>95.96</b>

*Πίνακας 5.7: Αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των τραγουδιστών από το 1Γ test.*

Η συνολική επιτυχία της ομάδας των τραγουδιστών είναι 95.96%

#### **Αναγνώριση των τονικών υψών από την ομάδα των μουσικών με αναφορά την άρια «Oh mio babbino caro»**

Η ομάδα των μουσικών αποτελείται από 16 άτομα. Η συνολική επιτυχία της ομάδας των μουσικών είναι 88.43%.

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	100.00
2	96.30
3	81.48
4	74.07
5	96.30
6	92.59
7	81.48
8	81.48
9	88.89
10	70.37
11	92.59
12	90.74
13	96.30
14	92.59
15	83.33
16	96.30
<b>Συνολική επιτυχία</b>	<b>88.43</b>

*Πίνακας 5.8: Αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μουσικών από το 1Γ test.*



**Αναγνώριση των τονικών υψών από την ομάδα των μη μουσικών με αναφορά την άρια «Oh mio babbino caro»**

Οι ομάδα των μη μουσικών αποτελείται από 13 άτομα. Η συνολική επιτυχία της ομάδας των μη μουσικών είναι 82.19% (Πίνακας 5.9).

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	51.85
2	94.44
3	57.41
4	88.89
5	96.30
6	87.04
7	96.30
8	92.59
9	59.26
10	70.37
11	83.33
12	96.30
13	94.44
<b>Συνολική επιτυχία</b>	<b>82.19</b>

*Πίνακας 5.9: Αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μη μουσικών από το ΙΓ τεστ.*

## 5.2.4 Συνολικά αποτελέσματα ανά ομάδα ακροατών για το 1Α, 1Β και για το 1Γ μέρος του 1<sup>ου</sup> Ψυχοακουστικού Τέστ.

### Αποτελέσματα της ομάδας των τραγουδιστών

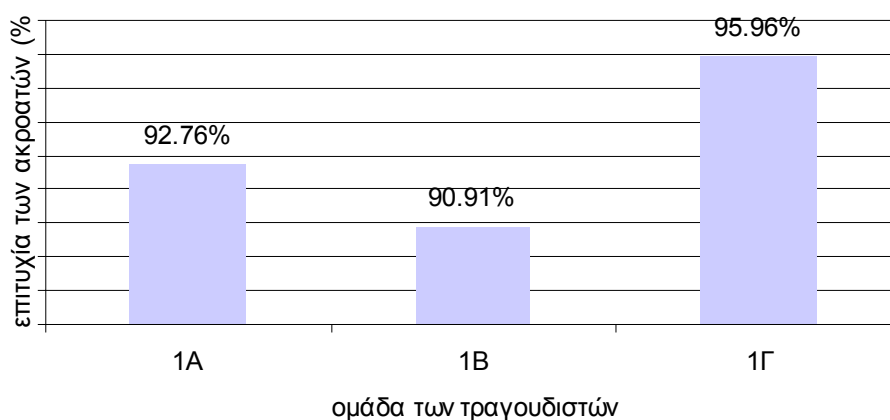
Στον Πίνακα 5.10 φαίνεται το συνολικό αποτέλεσμα της ομάδας των τραγουδιστών και από τα τρία μέρη του 1<sup>ου</sup> ψυχοακουστικού τέστ. Κάθε τιμή ανήκει σε διαφορετικό ακροατή της ομάδας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τα ποσοστά επιτυχίας των ακροατών της ομάδας των τραγουδιστών δεν πέφτουν κάτω από 84.26%.

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	91.37
2	95.41
3	97.64
4	84.28
5	93.35
6	86.50
7	84.26
8	97.79
9	95.52
10	95.52
11	97.78

Πίνακας 5.10: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ομάδας των τραγουδιστών (11 άτομα) από το 1Α, 1Β και 1Γ μέρος του 1ου ψυχοακουστικού τέστ.

Τα αποτελέσματα που ακολουθούν περιγράφουν την επιτυχία των ακροατών σαν ομάδα. Η πρώτη τιμή 92.76% περιγράφει την επιτυχία των τραγουδιστών κατά το 1Α μέρος του ψυχοακουστικού τέστ, η δεύτερη τιμή είναι η επιτυχία από το 1Β μέρος του τέστ και η τρίτη τιμή περιγράφει την επιτυχία από το 1Γ μέρος του τέστ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, μετά την ακρόαση της άριας (1Γ), οι ακροατές της ομάδας των τραγουδιστών διέκριναν τις νότες των διαφορετικών σοπράνο με μεγαλύτερη επιτυχία.

Τεστ 1, Μέρος 1Α , 1Β και 1Γ



Γράφημα 5.10: Αναγνώριση των Σοπράνο για το 1Α ,1Β και 1Γ ψυσοακουστικών τέστ από τους ακροατές της ομάδας των τραγουδιστών

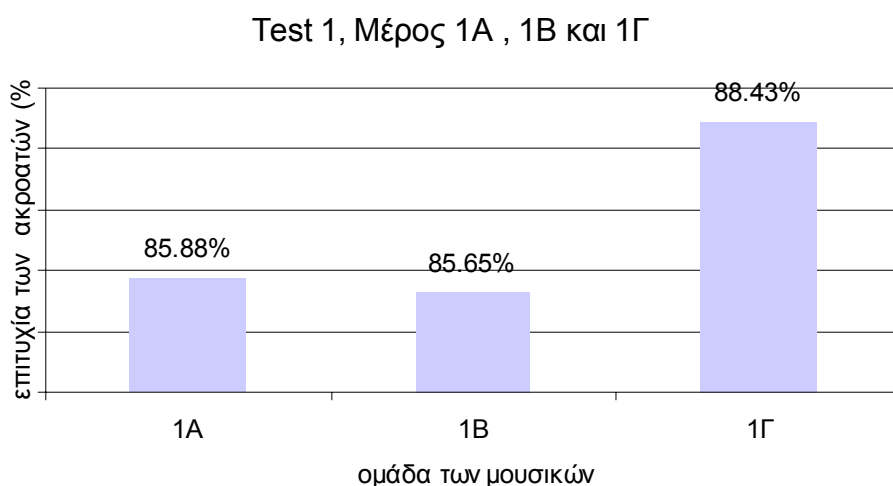
## Αποτελέσματα της ομάδας των μουσικών

Στον πίνακα παρακάτω φαίνεται το συνολικό αποτέλεσμα της ομάδας των μουσικών και από τα τρία μέρη του 1<sup>ου</sup> ψυχοακουστικού τέστ. Κάθε τιμή ανήκει σε διαφορετικό ακροατή της ομάδας. Για την ομάδα των μουσικών το χαμηλότερο ποσοστό επιτυχίας κατά την αναγνώριση των νοτών κάθε διαφορετικής σοπράνο, είναι 72.67% (αριθμός ακροατή 10).

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	95.46
2	90.88
3	78.71
4	79.22
5	93.24
6	88.81
7	77.40
8	76.03
9	86.33
10	72.67
11	88.83
12	86.64
13	93.28
14	90.70
15	79.32
16	95.39

Πίνακας 5.11: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ομάδας των μουσικών (16 άτομα) από το 1Α, 1Β και 1Γ μέρος του 1ου ψυχοακουστικού τέστ.

Τα αποτελέσματα που ακολουθούν περιγράφουν την επιτυχία των ακροατών σαν ομάδα. Όμοια με την ομάδα των τραγουδιστών, η ομάδα των μουσικών έφερε τα καλύτερα αποτελέσματα μετά την ακρόαση της άριας (ποσοστό επιτυχίας 88.43%).



Γράφημα 5.11: Αναγνώριση των Σοπράνο για το 1Α ,1Β και 1Γ ψυχοακουστικών τέστ από τους ακροατές της ομάδας των μουσικών

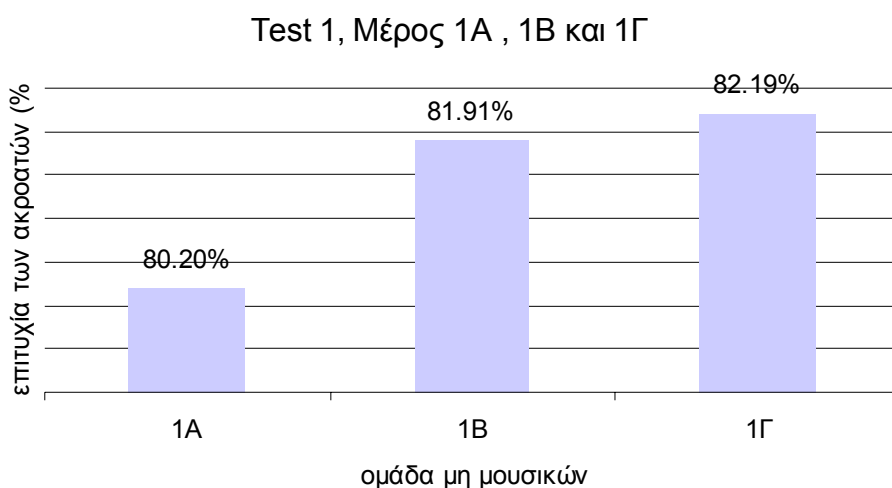
### Αποτελέσματα της ομάδας των μη μουσικών

Στον πίνακα παρακάτω φαίνεται το συνολικό αποτέλεσμα της ομάδας των μη μουσικών και από τα τρία μέρη του 1<sup>ου</sup> ψυχοακουστικού test. Κάθε τιμή ανήκει σε διαφορετικό ακροατή της ομάδας. Η ομάδα των μη μουσικών έχει χαμηλότερα ποσοστά επιτυχίας σε σχέση με την ομάδα των τραγουδιστών και την ομάδα των μουσικών. Το χαμηλότερο αποτέλεσμα το οποίο σημειώθηκε από ακροατή της ομάδας αυτής είναι 54.18%.

Αριθμός ακροατή	Επιτυχία (%)
1	54.18
2	88.33
3	58.18
4	84.16
5	93.29
6	82.04
7	93.32
8	88.78
9	54.76
10	63.86
11	77.61
12	93.25
13	95.33

Πίνακας 5.12: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ομάδας των μη μουσικών (13 άτομα) από το 1Α, 1Β και 1Γ μέρος του 1ου ψυχοακουστικού test.

Τα αποτελέσματα που ακολουθούν περιγράφουν την επιτυχία των ακροατών σαν ομάδα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτά κατά το 1Β και 1Γ οι ακροατές διέκριναν τις νότες κάθε διαφορετικής σοπράνο με μεγαλύτερη επιτυχία. Παρόλα αυτά τα ποσοστά της ομάδας αυτής είναι χαμηλότερα σε σχέση με τα ποσοστά της ομάδας των τραγουδιστών και της ομάδας των μουσικών.



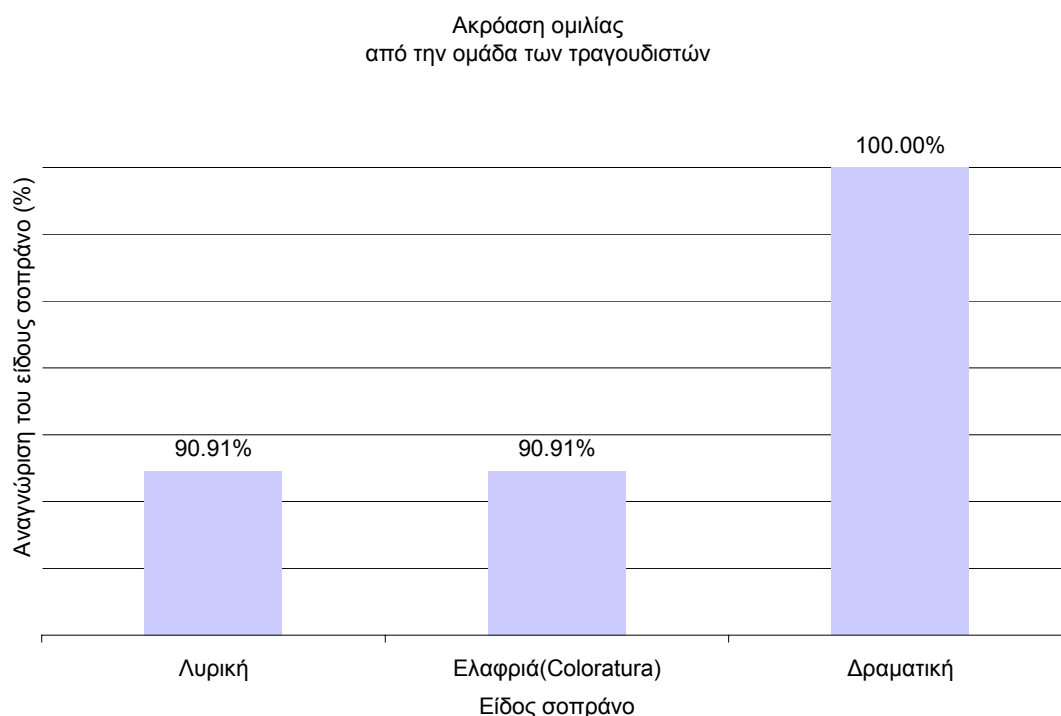
Γράφημα 5.12: Αναγνώριση των σοπράνο για το 1Α ,1Β και 1Γ ψυχοακουστικών test από τους ακροατές της ομάδας των μη μουσικών

### 5.2.5 Αντίληψη της διαφορετικότητας και κατηγοριοποίηση των νοτών στην αντίστοιχη σοπράνο φωνή από κάθε ομάδα ακροατών. Ανάλυση των αποτελεσμάτων των 1B και 1Γ μερών του 1ου ψυχοακουστικού τέστ.

Παρακάτω αναλύονται τα αποτελέσματα από την ταξινόμηση των νοτών μονό κατά το 1B και το 1Γ μέρος του τέστ. Ο σκοπός είναι να διαπιστωθεί πότε η κατηγοριοποίηση των νοτών γίνεται με μεγαλύτερη επιτυχία, μετά την ακρόαση της άριας ή μετά την ακρόαση της ομιλίας, καθώς επίσης πια ομάδα ακροατών έχει τα καλύτερα αποτελέσματα.

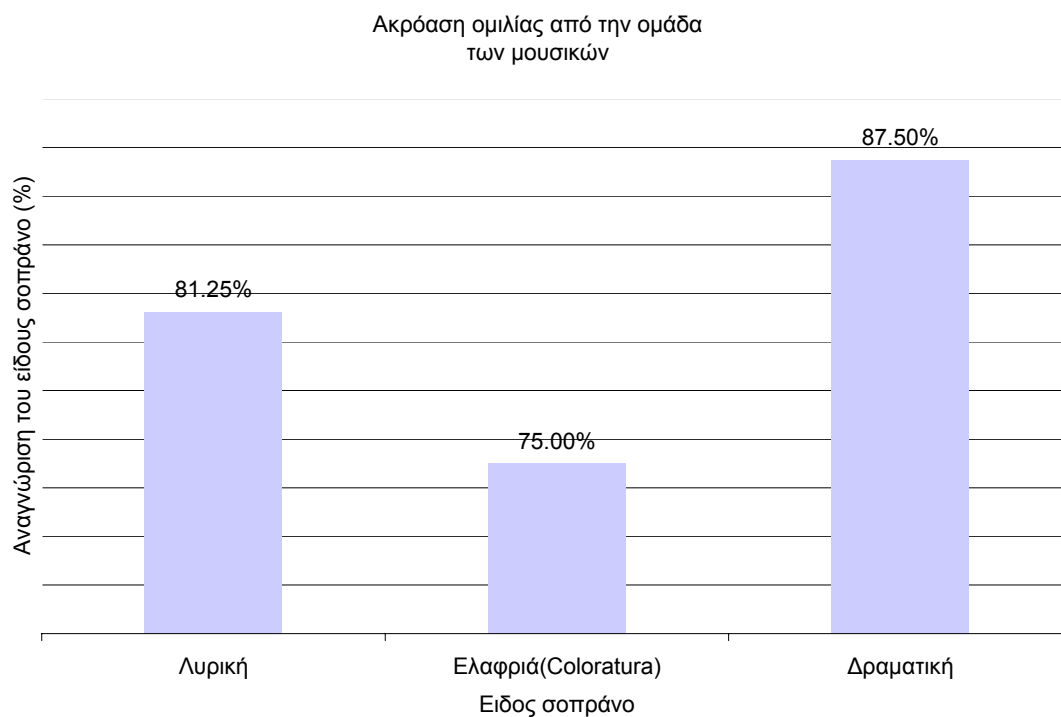
Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα από την αναγνώριση της ομιλίας ( 1B μέρος του ψυχοακουστικού τέστ).

#### Αποτελέσματα της ομάδας των τραγουδιστών



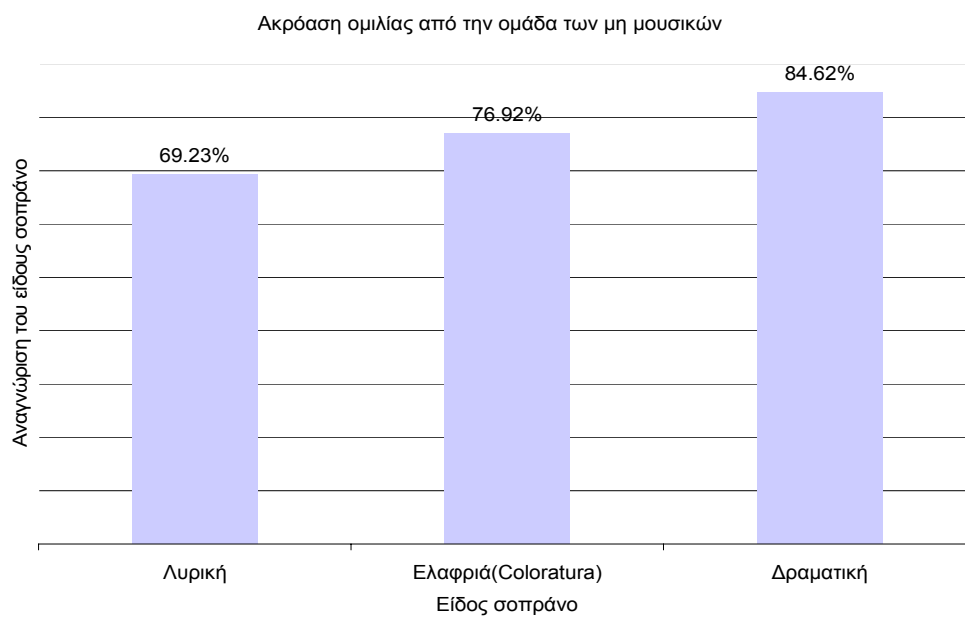
Γράφημα 5.13: Ποσοστά της αναγνώρισης των σοπράνο από την ομάδα των τραγουδιστών μετά την ακρόαση της ομιλίας.

### Αποτελέσματα της ομάδας των μουσικών



Γράφημα 5.14: Ποσοστά της αναγνώρισης των σοπράνο από την ομάδα των μουσικών μετά την ακρόαση της ομιλίας.

### Αποτελέσματα της ομάδας των μη μουσικών

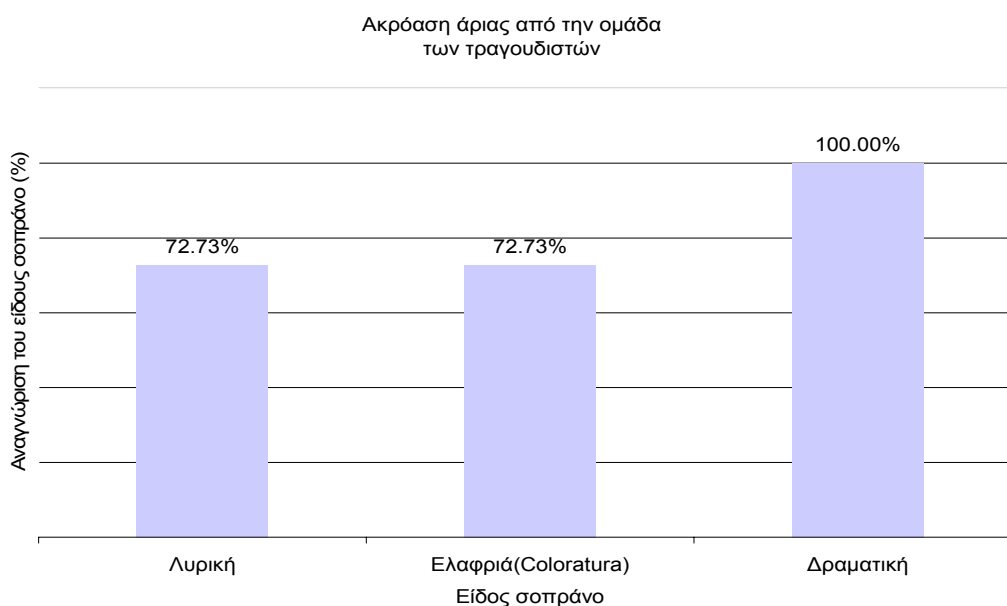


Γράφημα 5.15: Ποσοστά της αναγνώρισης των σοπράνο από την ομάδα των μη μουσικών μετά την ακρόαση της ομιλίας.

Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα από την αναγνώριση των τριών ειδών σοπράνο μετά την ακρόαση της άριας «Oh mio babbino caro» (1Γ μέρος του 1ου ψυχοακουστικού τέστ).

### Αποτελέσματα της ομάδας των τραγουδιστών

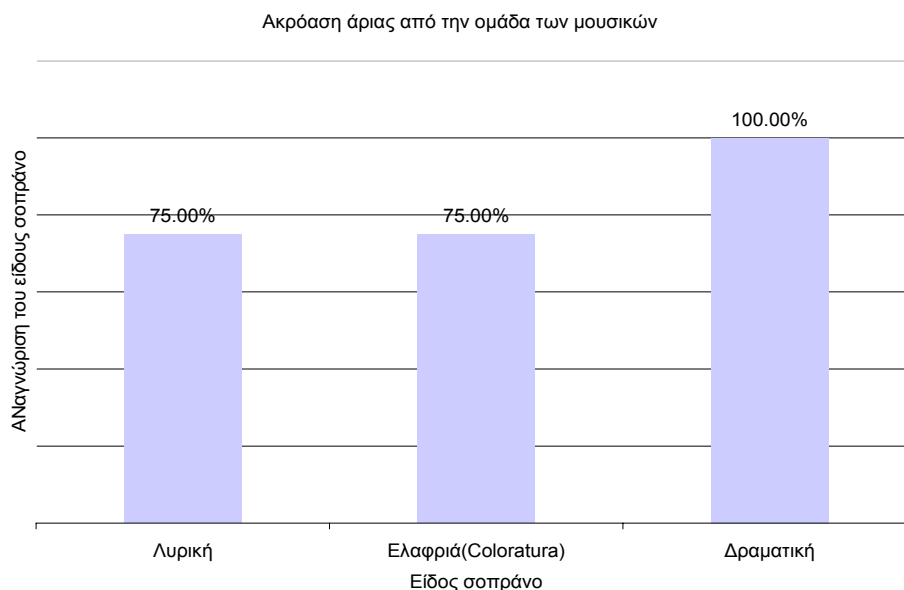
Από το Γράφημα 5.16 φαίνεται ότι μετά την ακρόαση της άριας η ομάδα των τραγουδιστών διέκρινε τις νότες της δραματικής σοπράνο με μεγαλύτερη επιτυχία (100% επιτυχία αναγνώρισης) από τις νότες των υπόλοιπων δύο σοπράνο. Οι νότες της λυρικής και της ελαφριάς κατηγοριοποιήθηκαν με την ίδια επιτυχία από την ομάδα των τραγουδιστών, 72.7%.



Γράφημα 5.16: Ποσοστά της αναγνώρισης των σοπράνο από την ομάδα των τραγουδιστών μετά την ακρόαση της άριας.

### Αποτελέσματα της ομάδας των μουσικών

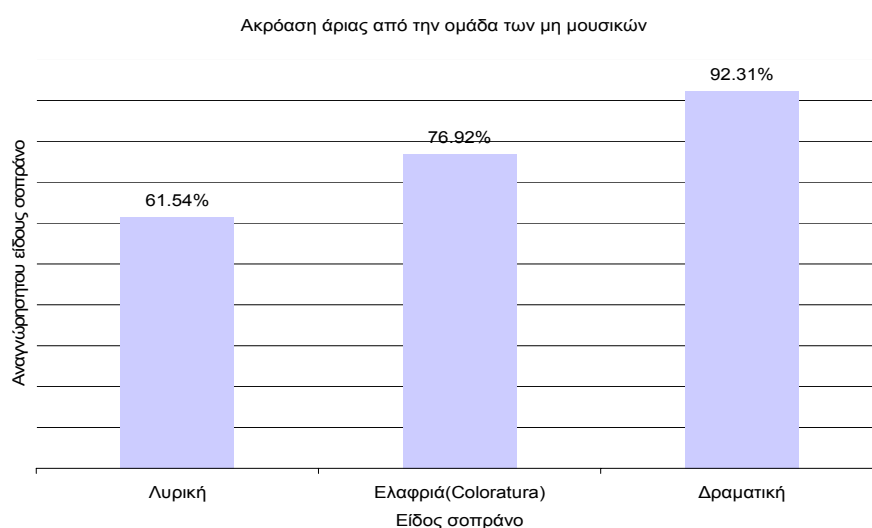
Στο Γράφημα 5.17 φαίνεται ότι μετά την ακρόαση της άριας η ομάδα των μουσικών είχε την ίδια επιτυχία με την ομάδα των τραγουδιστών στην κατηγοριοποίηση των νότων της δραματικής σοπράνο με μεγαλύτερη επιτυχία (100% επιτυχία αναγνώρισης). Οι νότες της λυρικής και της ελαφριάς κατηγοριοποιήθηκαν με την ίδια επιτυχία από την ομάδα των τραγουδιστών.



Γράφημα 5.17: Ποσοστά της αναγνώρισης των σοπράνο από την ομάδα των μουσικών μετά την ακρόαση της άριας.

#### Αποτελέσματα της ομάδας των μη μουσικών

Από το Γράφημα 5.18 φαίνεται ότι μετά την ακρόαση της άριας η ομάδα των μη μουσικών διέκρινε τις νότες της δραματικής σοπράνο με μεγαλύτερη επιτυχία από ότι τις νότες των υπόλοιπων δύο σοπράνο. Η τιμή της επιτυχίας αναγνώρισης είναι 92.3%, μικρότερη από την αντίστοιχη τιμή της ομάδας των τραγουδιστών και της ομάδας των μουσικών. Μετά τη δραματική σοπράνο έρχεται η ελαφριά, με επιτυχία αναγνώρισης των νότων της 76.9%. Με μικρότερη επιτυχία αναγνωρίστηκαν οι νότες της λυρικής σοπράνο 61.5%.



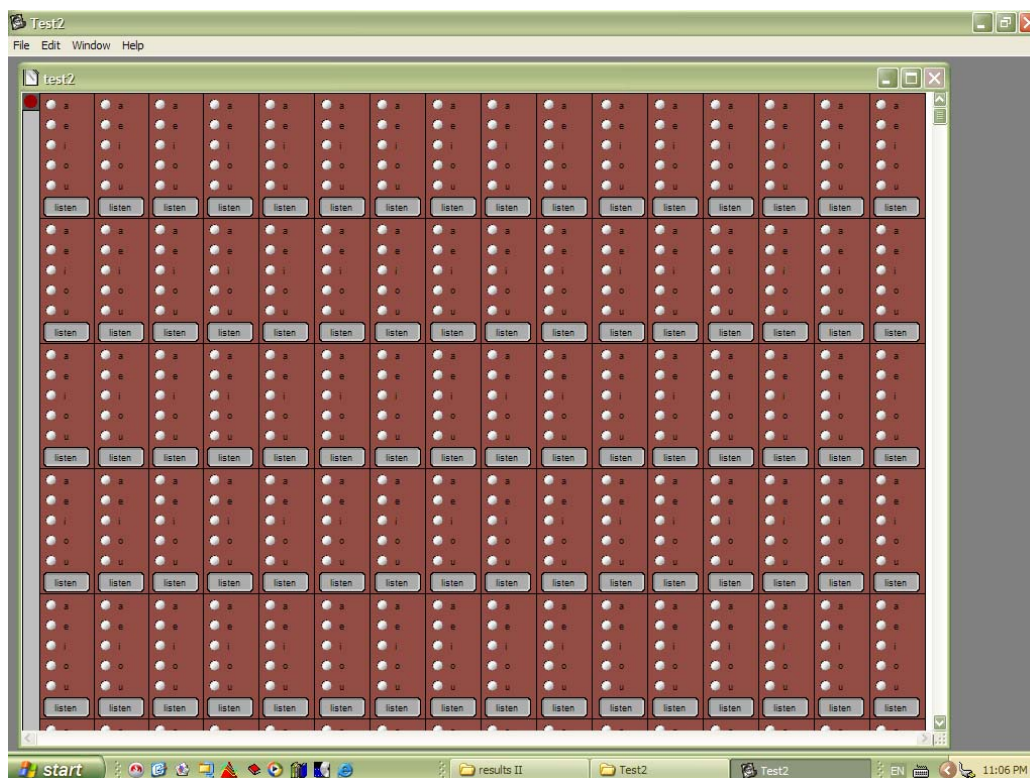
Γράφημα 5.18: Ποσοστά της αναγνώρισης των σοπράνο από την ομάδα των μη μουσικών μετά την ακρόαση της άριας.



### 5.3 2<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό τέστ

Στο 2<sup>ο</sup> ψυχοακουστικό τέστ οι ακροατές έπρεπε να αναγνωρίσουν τα φωνήεντα που εκτελούνται από τα τρία διαφορετικά είδη σοπράνο (δραματική Δ1, λυρική Λ2 και ελαφριά Ε2).

Το περιβάλλον και η υλοποίηση του πειράματος (τέστ) έγινε μέσω του λογισμικού MaxMSP 4.5. Παρακάτω φαίνεται το περιβάλλον του 2<sup>ου</sup> Ψυχοακουστικού Τέστ.



Εικόνα 5.2: Το γραφικό περιβάλλον του 2ου ψυχοακουστικού τέστ.

Ο αριθμός των φωνηέντων στα οποία «εξετάστηκε» κάθε ο ακροατής ήταν 109. Ακούγοντάς τα έπρεπε να διακρίνει και να απαντήσει κατάλληλα αν κάθε φωνήεν είναι: «α», «ε», «ι», «ο» ή «ου». Πατώντας το κουμπί “LISTEN” ο ακροατής άκουγε το φωνήεν, σε μία συγκεκριμένη συχνότητα, εκτελεσμένο από μία δραματική, μία λυρική ή μία ελαφριά σοπράνο τραγουδίστρια. Στη συνέχεια επέλεγε (κάνοντας κλικ) το φωνήεν που πίστευε ότι είχε ακούσει. Η ακρόαση του κάθε φωνήεν μπορούσε να γίνει παραπάνω από μία φορές, μέχρι ο ακροατής να καταφέρει να το διακρίνει. Μετά την ολοκλήρωση της ακρόασης όλων των φωνηέντων, ο ακροατής συμπλήρωνε το όνομά του στην κάτω δεξιά γωνία του τέστ και έπρεπε να πατήσει “ENTER”, έτσι ώστε να καταχωρηθούν και να αποθηκευτούν τα αποτελέσματα του τέστ.

Το αρχείο στο οποίο αποθηκεύονται τα αποτελέσματα είναι τύπου .txt και έχει το όνομα του συγκεκριμένου ακροατή. Στη συνέχεια έγινε επεξεργασία των αποτελεσμάτων με το πρόγραμμα Microsoft Excel. Ο αριθμός των ακροατών που πήραν μέρος στο 2<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό Τέστ, ήταν 40. Η διεξαγωγή του, έγινε σε περιβάλλον όπου επικρατούσε απόλυτη ησυχία. Χρησιμοποιήθηκαν ακουστικά κλειστού τύπου PHILIPS SHP 1900, από όλους τους ακροατές. Το ερωτηματολόγιο του 2<sup>ου</sup> Ψυχοακουστικού Τέστ είναι όμοιο με εκείνο του 1<sup>ου</sup> Ψυχοακουστικού Τέστ.

Κάθε φωνήεν, η συχνότητα στην οποία έχει εκτελεστεί, καθώς και η κατηγορία της σοπράνο από την οποία εκτελείται η κάθε νότα φαίνονται στον πίνακα 5.13. Η ένταση σε dB κάθε νότας αναγράφεται στη 2<sup>η</sup> στήλη του πίνακα.

Πίνακας 5.13: Ακουστικά παραδείγματα στα οποία «εξετάστηκαν» οι 40 ακροατές για την ολοκλήρωση του 2ου ψυχοακουστικού τεστ.

Φωνήεν-νότα	dB	Κατηγορία Σοπράνο	Φωνήεν
οRE4	-1075	Lyric	Ο
αRE4	-1029	Dramatic	Α
α-FA4	(100dB)	Lyric	Α
εFA4	-1071	Subreta Coloratura	Ε
αFA4	-1053	Dramatic	Α
οRE4	-967	Lyric	Ο
ι-LA4	(1067dB)	Lyric	Ι
ου-LA4	(1047dB)	Lyric	Υ
ο-RE4	(969dB)	Lyric	Ο
αNTO5	-1059	Lyric	Α
οNTO5	-1037	Lyric	Ο
ιSI4	-1076	Subreta Coloratura	Ι
αLA4	-104	Subreta Coloratura	Α
εLA4	-1184	Lyric	Ε
αSI4	-1214	Lyric	Α
ουLA4	-1076	Dramatic	Υ
αRE4	-1056	Subreta Coloratura	Α
οFA4	-1051	Dramatic	Ο
α-SI4	(106dB)	Lyric	Α
ι-RE4	(997dB)	Lyric	Ι
εRE4	-1021	Dramatic	Ε
ε-FA4	(105dB)	Lyric	Ε
ουRE4	-975	Lyric	Υ
ιLA4	-120	Lyric	Ι
ιFA4	-1051	Subreta Coloratura	Ι
εFA4	-1068	Dramatic	Ε
ουFA4	-1055	Dramatic	Υ
ιFA4	-1061	Dramatic	Ι
ιRE4	-1026	Dramatic	Ι
αLA4	-1101	Dramatic	Α
εLA4	-1095	Dramatic	Ε
ουLA4	-1194	Lyric	Υ
αFA4	-1036	Lyric	Α
εSI4	-1098	Subreta Coloratura	Ε
ιLA4	-1079	Dramatic	Ι
ουFA4	-1014	Lyric	Υ
ο-LA4	(1062dB)	Lyric	Ο
ουNTO5	-1038	Lyric	Υ
εSI4	-1054	Lyric	Ε
ιNTO5	-1044	Lyric	Ι
εLA4	-1052	Subreta Coloratura	Ε
αSI4	-1038	Lyric	Α
ουLA4	-1017	Subreta Coloratura	Υ
αLA4	-1028	Lyric	Α
οLA4	-1031	Subreta Coloratura	Ο
εLA4	-1073	Dramatic	Ε
ουRE4	-1017	Dramatic	Υ
αLA4	-1015	Subreta Coloratura	Α
οRE4	-1035	Dramatic	Ο
οRE4	-1011	Dramatic	Ο
ουRE4	-1027	Dramatic	Υ
ιRE4	-1055	Lyric	Ι
αFA4	-109	Subreta Coloratura	Α
αRE4	-1014	Dramatic	Α
ιRE4	-948	Lyric	Ι
α-RE4	(956dB)	Lyric	Α
εFA4	-985	Lyric	Ε
ιRE4	-1005	Dramatic	Ι
εRE4	-1047	Lyric	Ε
ουRE4	-1063	Lyric	Υ
εRE4	-1038	Dramatic	Ε
αFA4	-1063	Dramatic	Α
ιFA4	-1111	Lyric	Ι
ουFA4	-1114	Lyric	Υ

iLA4	-1105	Dramatic	I
ouSI4	-1119	Subreta Coloratura	U
aLA4	-1186	Lyrical	A
aLA4	-1075	Dramatic	A
aFA4	-1099	Lyrical	A
ou-SI4	(1061dB)	Lyrical	U
ouFA4	-1081	Subreta Coloratura	U
oFA4	-1053	Lyrical	O
iFA4	-1057	Dramatic	I
oFA4	-1086	Subreta Coloratura	O
eNTO5	-1055	Lyrical	E
oLA4	-120	Lyrical	O
iLA4	-1014	Lyrical	I
ouLA4	-1012	Lyrical	U
eSI4	-1201	Lyrical	E
eLA4	-1036	Lyrical	E
eFA4	-1062	Dramatic	E
i-FA4	-1045	Lyrical	I
oFA4	-1052	Dramatic	O
ouRE4	-1026	Subreta Coloratura	U
iFA4	-992	Lyrical	I
eFA4	-1125	Lyrical	E
iRE4	-1017	Subreta Coloratura	I
aRE4	-982	Lyrical	A
oRE4	-1046	Subreta Coloratura	O
eRE4	-1017	Subreta Coloratura	E
ouFA4	-1066	Dramatic	U
aSI4	-1064	Subreta Coloratura	A
oLA4	-1098	Dramatic	O
aRE4	-1093	Lyrical	A
a-LA4	(1051dB)	Lyrical	A
ouLA4	-1081	Dramatic	U
oFA4	-1024	Lyrical	O
oSI4	-1068	Lyrical	O
o-FA4	(1038dB)	Lyrical	O
ouSI4	-1044	Lyrical	U
e-RE4	(976dB)	Lyrical	E
e-LA4	(1058dB)	Lyrical	E
ou-RE4	(949dB)	Lyrical	U
ou-FA4	(106dB)	Lyrical	U
oSI4	-1079	Subreta Coloratura	O
oLA4	-1034	Lyrical	O
iSI4	-1035	Lyrical	I
aNTO5	-1129	Subreta Coloratura	A
ouLA4	-1194	Lyrical	U

Οι ακροατές που πήραν μέρος στο 2<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό test κατατάσσονται αρχικά σε τρεις κατηγορίες: μουσικοί, μη μουσικοί και τραγουδιστές. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του test, προέκυψε η ανάγκη να διαμορφωθούν κάποιες επιπλέον κατηγορίες ακροατών. Αυτές είναι η κατηγορία των ερασιτεχνών μουσικών (οι μουσικοί οι οποίοι δεν ασχολούνται επαγγελματικά με την μουσική) και η κατηγορία των τραγουδιστών-μουσικών (τραγουδιστές οι οποίοι τραγουδούν και ταυτόχρονα παίζουν κάποιο μουσικό). Οι τραγουδιστές οι οποίοι τραγουδάνε αποκλειστικά, χωρίς να παίζουν κάποιο μουσικό όργανο ταυτόχρονα, ανήκουν στη κατηγορία των τραγουδιστών.

Παρακάτω φαίνονται οι συντομεύσεις των κατηγοριών των ακροατών .

S	Singer
SM	singer musician
M	Musician
MA	amateur musician
N	others (not musician)

Πίνακας 5.14: Κατηγορίες ακροατών

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 5.15) φαίνεται κατά πόσο τοις εκατό έχει διακριθεί κάθε φωνήεν, ανεξάρτητα από την κατηγορία των ακροατών και ανεξάρτητα από το είδος της σοπράνο που έχει εκτελέσει κάθε νότα ξεχωριστά.

Η πρώτη τιμή που φαίνεται είναι 20%. Σύμφωνα με τον Πίνακα 2, αυτό δείχνει ότι το φωνήεν «ο», το οποίο έχει τραγουδήσει μία λυρική σοπράνο, και το οποίο σύμφωνα με τον πίνακα 1 αντιστοιχεί στην νότα D4 βρέθηκε από το 20% των ακροατών. Με άλλα λόγια το 20% των υποκειμένων κατάφεραν να διακρίνουν ότι το φωνήεν που άκουσαν ήταν το «ο».

Πίνακας 5.15: Αποτελέσματα από την αναγνώριση των φωνηέντων. Στην τρίτη στήλη του πίνακα φαίνεται κατά πόσο τοις εκατό διακρίθηκε κάθε φωνήεν από όλους τους ακροατές, ανεξάρτητος από την κατηγορία στην οποία ανήκουν.

Κατηγορία Σοπράνο Τραγουδίστριας	Φωνήεν	Επιτυχία (%) αναγνώρισης κάθε φωνηέντος	φωνήεν / νότα
Lyric	O	20.0	oRE4
Dramatic	A	7.5	aRE4
Lyric	A	0.0	a-FA4
Subreta Coloratura	E	27.5	eFA4
Dramatic	A	27.5	aFA4
Lyric	O	30.0	oRE4
Lyric	I	12.5	i-LA4
Lyric	U	2.5	ou-LA4
Lyric	O	30.0	o-RE4
Lyric	A	67.5	aNT05
Lyric	O	7.5	oNT05
Subreta Coloratura	I	35.0	iSI4
Subreta Coloratura	A	35.0	aLA4
Lyric	E	2.5	eLA4
Lyric	A	55.0	aSI4
Dramatic	U	15.0	ouLA4
Subreta Coloratura	A	90.0	aRE4
Dramatic	O	42.5	oFA4
Lyric	A	32.5	a-SI4
Lyric	I	87.5	i-RE4
Dramatic	E	20.0	eRE4
Lyric	E	72.5	e-FA4
Lyric	U	10.0	ouRE4
Lyric	I	0.0	iLA4
Subreta Coloratura	I	90.0	iFA4
Dramatic	E	25.0	eFA4
Dramatic	U	40.0	ouFA4
Dramatic	I	57.5	iFA4
Dramatic	I	90.0	iRE4
Dramatic	A	37.5	aLA4
Dramatic	E	52.5	eLA4
Lyric	U	15.0	ouLA4
Lyric	A	60.0	aFA4
Subreta Coloratura	E	62.5	eSI4

Dramatic	I	7.5	iLA4
Lyric	U	5.0	ouFA4
Lyric	O	17.5	o-LA4
Lyric	U	2.5	ouNT05
Lyric	E	60.0	eSI4
Lyric	I	10.0	iNT05
Subreta Coloratura	E	30.0	eLA4
Lyric	A	42.5	aSI4
Subreta Coloratura	U	22.5	ouLA4
Lyric	A	52.5	aLA4
Subreta Coloratura	O	10.0	oLA4
Dramatic	E	12.5	eLA4
Dramatic	U	57.5	ouRE4
Subreta Coloratura	A	72.5	aLA4
Dramatic	O	42.5	oRE4
Dramatic	O	52.5	oRE4
Dramatic	U	70.0	ouRE4
Lyric	I	45.0	iRE4
Subreta Coloratura	A	97.5	aFA4
Dramatic	A	7.5	aRE4
Lyric	I	57.5	iRE4
Lyric	A	87.5	a-RE4
Lyric	E	52.5	eFA4
Dramatic	I	97.5	iRE4
Lyric	E	87.5	eRE4
Lyric	U	0.0	ouRE4
Dramatic	E	10.0	eRE4
Dramatic	A	15.0	aFA4
Lyric	I	15.0	iFA4
Lyric	U	7.7	ouFA4
Dramatic	I	2.5	iLA4
Subreta Coloratura	U	7.5	ouSI4
Lyric	A	35.0	aLA4
Dramatic	A	50.0	aLA4
Lyric	A	52.5	aFA4
Lyric	U	0.0	ou-SI4
Subreta Coloratura	U	0.0	ouFA4
Lyric	O	47.5	oFA4
Dramatic	I	92.5	iFA4
Subreta Coloratura	O	2.5	oFA4
Lyric	E	42.5	eNT05
Lyric	O	75.0	oLA4
Lyric	I	20.0	iLA4
Lyric	U	0.0	ouLA4
Lyric	E	7.5	eSI4
Lyric	E	25.0	eLA4
Dramatic	E	50.0	eFA4
Lyric	I	77.5	i-FA4
Dramatic	O	15.0	oFA4
Subreta Coloratura	U	0.0	ouRE4
Lyric	I	70.0	iFA4
Lyric	E	37.5	eFA4
Subreta Coloratura	I	57.5	iRE4
Lyric	A	67.5	aRE4
Subreta Coloratura	O	22.5	oRE4
Subreta Coloratura	E	77.5	eRE4
Dramatic	U	92.5	ouFA4
Subreta Coloratura	A	50.0	aSI4
Dramatic	O	57.5	oLA4
Lyric	A	92.5	aRE4
Lyric	A	60.0	a-LA4
Dramatic	U	7.5	ouLA4
Lyric	O	40.0	oFA4
Lyric	O	7.5	oSI4
Lyric	O	27.5	o-FA4
Lyric	U	10.0	ouSI4
Lyric	E	27.5	e-RE4
Lyric	E	70.0	e-LA4
Lyric	U	17.5	ou-RE4
Lyric	U	17.5	ou-FA4
Subreta Coloratura	O	0.0	oSI4
Lyric	O	7.5	oLA4
Lyric	I	5.0	iSI4
Subreta Coloratura	A	35.0	aNT05
Lyric	U	22.5	ouLA4

Στον Πίνακα 5.16Α φαίνονται τα ποσοστά της επιτυχίας για κάθε ακροατή ξεχωριστά. Ο πρώτος ακροατής για παράδειγμα, ανήκει στην ομάδα των τραγουδιστών (S) και έχει βρει το 29.4% των φωνηέντων που άκουσε κατά τη διάρκεια του 2ου ψυχοακουστικού τεστ.

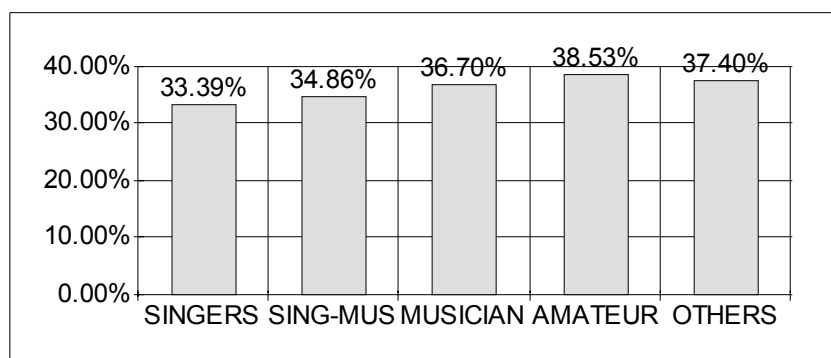
A/A ακροατή	Επιτυχία αναγνώρισης φωνηέντων	Κατηγορία ακροατή
1	29.4%	S
2	37.6%	S
3	39.4%	M
4	32.1%	MA
5	42.2%	MA
6	41.3%	MA
7	36.7%	M
8	37.6%	MA
9	35.8%	M
10	39.4%	MA
11	41.3%	MA
12	36.7%	N
13	39.8%	N
14	33.9%	N
15	32.1%	SM
16	39.4%	MA
17	39.4%	MA
18	33.9%	SM
19	43.1%	M
20	37.6%	MA
21	36.7%	M
22	36.7%	SM
23	34.9%	MA
24	31.2%	N
25	34.9%	SM
26	35.8%	S
27	31.2%	M
28	33.9%	N
29	39.4%	N
30	35.8%	SM
31	33.9%	M
32	28.4%	N
33	32.1%	N
34	32.1%	S
35	33.9%	SM
36	47.7%	N
37	32.1%	S
38	39.4%	N
39	48.6%	N
40	36.7%	SM

Πίνακας 5.16α: Ποσοστά αναγνώρισης των φωνηέντων από κάθε ακροατή ξεχωριστά.

Στον Γράφημα 5.20, φαίνονται τα ποσοστά της επιτυχίας ανά κατηγορία ακροατών. Η πρώτη κατηγορία είναι εκείνη των τραγουδιστών. Οι τραγουδιστές, οι οποίοι είναι 5, (τέσσερις γυναίκες και ένας άντρας), έχουν 33% επιτυχία στην αναγνώριση των φωνηέντων.

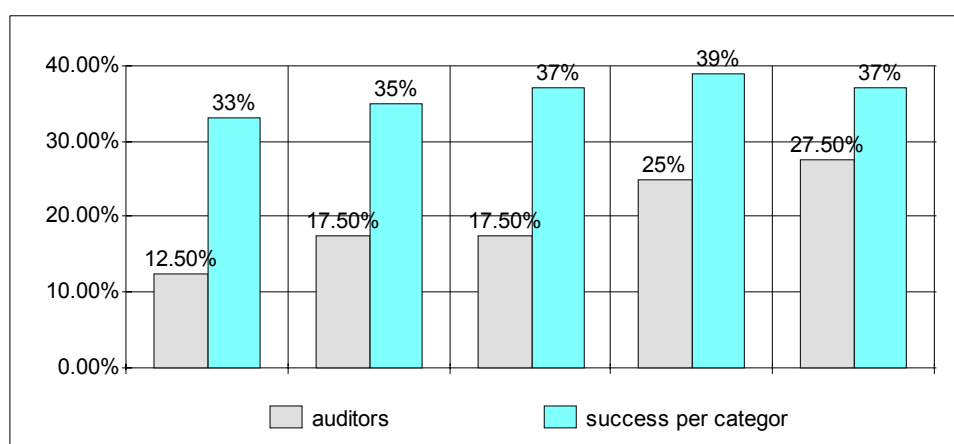
Συντόμηση κατηγορίας	Άτομα	Ποσοστό ατόμων από το σύνολο
S	5	12.5%
SM	7	17.5%
M	7	17.5%
AM	10	25.0%
N (others)	11	27.5%

Πίνακας 5.16β: Στη δεύτερη στήλη του πίνακα φαίνεται ο αριθμός από τον οποίο αποτελείται κάθε ομάδα ακροατών, ενώ στην τρίτη στήλη φαίνεται πόσο τοις εκατό καταλαμβάνει η ομάδα αυτή από το σύνολο των ακροατών.



Γράφημα 5.20: Ποσοστά αναγνώρισης των φωνηέντων από κάθε ομάδα ακροατών

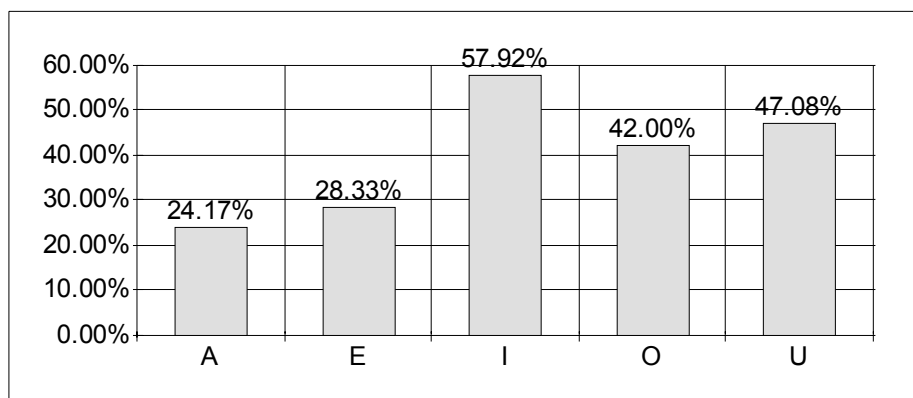
Στο Γράφημα 5.21 φαίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τον Πίνακα 5.16 και το Γράφημα 5.20 του 2<sup>ου</sup> τεστ.



Γράφημα 5.21: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τον Πίνακα 5.16B και το Γράφημα 5.20

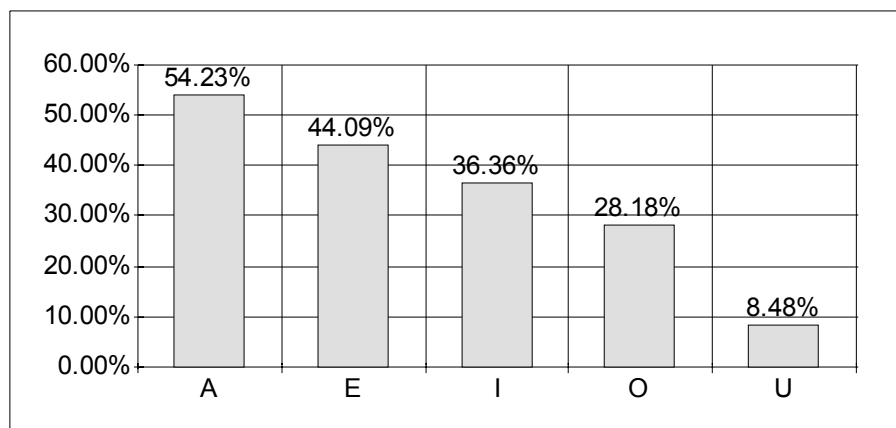
Οι τραγουδιστές καταλαμβάνουν το 12.5% από το σύνολο των ακροατών το οποίο αποτελείται από 40 άτομα συνολικά. Η ομάδα των singers-musicians καταλαμβάνει το 17.5%, των musicians επίσης το 17.5%, των amateur musicians 25%, και των others (μη μουσικοί) το 27.5%.

Από τα φωνήεντα που έχουν τραγουδήσει οι δραματικές σοπράνο, το «ι» ήταν το πιο εύκολα διακριτό. Το 58% των ακροατών κατάφεραν να διακρίνουν το φωνήεν αυτό (Γράφημα 5.22).



Γράφημα 5.22: Ποσοστά διάκρισης των φωνηέντων («α», «ε», «ι», «ο», «ου») της Δραματικής σοπράνο

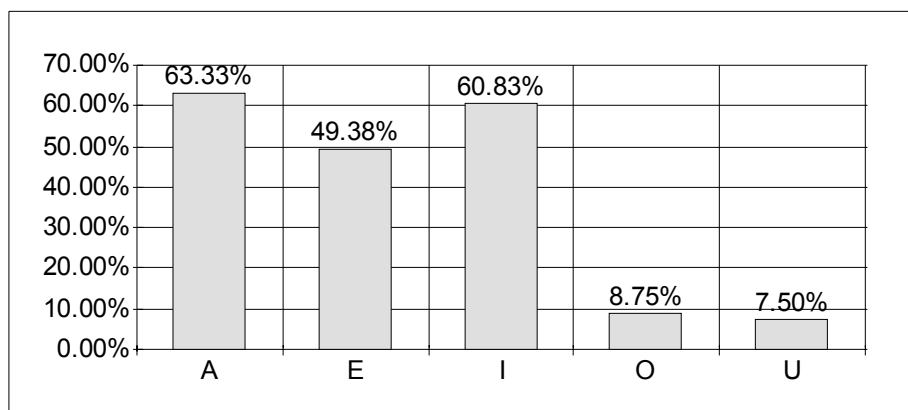
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το πιο εύκολα διακριτό φωνήεν των λυρικών σοπράνων είναι το «α». Το 54% των ακροατών κατάφεραν να το διακρίνουν (Γράφημα 5.23).



Γράφημα 5.23: Ποσοστά διάκρισης των φωνηέντων («α», «ε», «ι», «ο», «ου») της Λυρικής σοπράνο



Από τα φωνήεντα που έχουν τραγουδήσει οι ελαφριές (coloratura) σοπράνο, το «α» ήταν το πιο εύκολα διακριτό. Το 63.3% των ακροατών κατάφεραν να διακρίνουν το φωνήεν αυτό (Γράφημα 5.24).



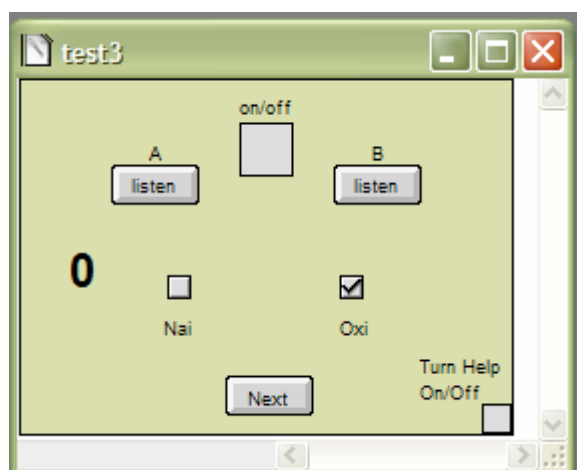
Γράφημα 5.24: Ποσοστά διάκρισης των φωνηέντων («α», «ε», «ι», «ο», «ου») της Ελαφριάς (Coloratura) σοπράνο

Τα φωνήεντα ο και ου δεν ενισχύονται πολύ στις ψηλές συχνότητες, για αυτό και είναι δύσκολο να διακριθούν, κάτι το οποίο φαίνεται και στα αποτελέσματα του 2<sup>ου</sup> ψυχοακουστικού τέστ.

## 5.4 3<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό τέστ

Το τέστ αυτό δημιουργήθηκε με στόχο να διαπιστωθεί εάν οι φωνές των διαφορετικών σοπράνο συγχέονται περισσότερο κατά την ομιλία, κατά το τραγούδι ή κατά την εκτέλεση κάποιων συγκεκριμένων τεχνικών όπως είναι οι τρίλιες, το βιμπράτο ή το στακάτο. Κάποια από τα ηχητικά παραδείγματα του τέστ έχουν τραγουδηθεί από την ίδια σοπράνο, αλλά με διαφορετική τεχνική. Τέτοιο είναι το παράδειγμα με το τραγούδι «Το αστέρι του βοριά» αλλά και κάποια παραδείγματα αποτελούμενα από ξεχωριστές νότες. Σκοπός είναι να συμπεραθεί εάν η διαφορετικότητα των φωνών σοπράνο οφείλεται στην διαφορετική τεχνική με την οποία εκτελείται κάποιο μουσικό δείγμα ή εάν οφείλεται σε κάποιο άλλο παράγοντα, όπως τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά κάθε τραγουδίστριας.

Ο αριθμός των ηχητικών παραδειγμάτων είναι 22 (από 0 έως 21). Σε κάθε δείγμα αντιστοιχούν δύο εκτελέσεις Α και Β. Αν ο ακροατής κρίνει ότι οι εκτελέσεις αυτές ανήκουν στην ίδια σοπράνο τραγουδίστρια τότε κάνει «κλικ» στο κουμπί «Ναι», σε αντίθετη περίπτωση κάνει «κλικ» στο «Όχι». Για να προχωρήσει στο επόμενο δείγμα, αφού έχει απαντήσει με «Ναι» ή «Όχι», ο ακροατής πατάει το κουμπί “Next”. Όταν φτάσει στο τελευταίο ηχητικό παράδειγμα (αριθμός 21) και πατήσει “Next” αυτόματα εμφανίζεται ένα πεδίο στο οποίο ο ακροατής συμπληρώνει το όνομα και το επώνυμό του. Με το όνομα αυτό αποθηκεύεται και το .txt αρχείο στο οποίο φαίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα από την ακρόαση κάθε υποκειμένου. Το ηλεκτρονικό περιβάλλον του τέστ φαίνεται παρακάτω :



Εικόνα 5.3: Το γραφικό περιβάλλον του 3ου ψυχοακουστικού τέστ.

Τα ακουστικά παραδείγματα του 3ου τεστ, τα οποία αποτελούνται από διαφορετικές τραγουδιστικές τεχνικές σημειώνονται πίνακα 5.17α. Δεν έχουν αναφερθεί όλα τα παραδείγματα επειδή κάποιες από τις τεχνικές επαναλήφθηκαν πάνω από μία φορά είτε από μία διαφορετική σοπράνο τραγουδίστρια, είτε σε διαφορετική τονικότητα.

Μορφή κειμένου με την οποία εμφανίζονται τα παραδείγματα στο .txt αρχείο	Συνοπτική αναφορά των ακουστικών παραδειγμάτων τα οποία άκουσαν οι ακροατές
trilies NTO5	Τρίλιες
a RE4	το φωνήεν α εκτελεσμένο στο τονικό ύψος D4
e SOL4	το φωνήεν ε εκτελεσμένο στο τονικό ύψος G4
ou RE4	το φωνήεν ου εκτελεσμένο στο τονικό ύψος D4
NTO mikti	η νότα Ντο με μεικτή φωνή
vibrato aaa	βιμπράτο με το φωνήεν α
T'asteri tou borìa	το τραγούδι «Τ'αστέρι του βοριά»
nanourisma	Νανούρισμα
anagnosi	Ανάγνωση
aria	άρια "Oh mio bambino carro"
LA3 aieoou	τα φωνήεντα α, ε, ι, ο, ου (με legato)
recitativo	Recitativo
staccato	Staccato

Πίνακας 5.17α: Τραγουδιστικές τεχνικές από τις οποίες αποτελούνται τα ακουστικά παραδείγματα του 3ου τεστ.

Όπως προαναφέρθηκε κάποια από τα ακουστικά παραδείγματα έχουν τραγουδηθεί σε διαφορετικό τονικό ύψος, αυτό δε σημαίνει απαραίτητα ότι η τραγουδίστρια είναι διαφορετική. Τέτοιο είναι το παράδειγμα με το vibrato με το φωνήεν «α», το οποίο εκτελείται σε διαφορετικό τονικό ύψος.

Η μορφή με την οποία αποθηκεύονται τα αποτελέσματα στο αρχείο .txt φαίνεται παρακάτω :

- 0 anagnosi-ELENA.wav anagnosi-MARIA.wav oxi
- 1 LA3aieoouELPINIKI.wav LA4aieioouLOYKIA.wav nai
- 2 RE4aieioouANNA.wav RE4aieioouMYRTO.wav oxi
- 3 stacato1DIALEXTI.wav stacato1ELPINIKI.wav oxi
- 4 6triliesSOL3-LA3ELENA.wav 6triliesSOL3-LA3MARIA.wav oxi
- 5 6triliesNTO5-RE5ELPINIKI.wav 6triliesNTO5-RE5LOYKIA.wav nai
- 6 6triliesMYRTO.wav 6triliesRE4-MI4ELENH.wav oxi
- 7 9eFA29ANNA.wav 9ouFA2ANNA.wav nai
- 8 9ouRE4ELPINIKI.wav 9aRE4DIALEXTI.wav nai
- 9 9eSOL4MARIA.wav 9ouSOL4MARIA.wav oxi
- 10 10NTOmiktiMYRTO.wav 10NTOmiktiANNA.wav oxi
- 11 11aaaELENA.wav 11aaaANNA.wav oxi
- 12 11aaaLOYKIA.wav 11aaaMYRTO.wav oxi
- 13 13T'asteritouborìaELENA.wav 13T'asteritouborìaELENA.wav nai
- 14 13T'asteritouborìa-ELPINIKI.wav 13T'asteritouborìaELPINIKI2.wav oxi
- 15 recitativo-ELENA.wav recitativo-ELENH.wav oxi
- 16 ariaANNA.wav aria-ELENA.wav oxi
- 17 aria-ELENH.wav ariaLOYKIA.wav oxi
- 18 aria-ANNA.wav aria-MYRTO.wav oxi
- 19 14NanourismaELENH.wav 14nanourisma-DIALEXTI.wav oxi
- 20 14NanourismaELPINIKI.wav 14nanourisma1MYRTO.wav oxi
- 21 14nanourismaMYRTO.wav 14NanourismaLOYKIA.wav oxi

Αν τα δύο γυναικεία ονόματα στο ίδιο ερώτημα είναι τα ίδια και η πρόταση τελειώνει με την απάντηση “Ναι” τότε ο ακροατής έχει απαντήσει σωστά. Για παράδειγμα στο πρώτο ερώτημα που φαίνεται παραπάνω: 0 anagnosi-ELENA.wav anagnosi-MARIA.wav oxi, ο ακροατής έχει απαντήσει σωστά, επειδή η μία ανάγνωση είναι εκτελεσμένη από την φωνή της σοπράνο τραγουδίστριας Έλενα (Δ3) και η άλλη από την φωνή της σοπράνο τραγουδίστριας Μαρία (Δ1). Ο ακροατής έχει απαντήσει με «όχι» το οποίο σημαίνει ότι η φωνές δεν ανήκουν στην ίδια σοπράνο τραγουδίστρια και η απάντηση αυτή είναι σωστή.

Ο αριθμός των ακροατών που πήραν μέρος στο 3ο test είναι σαράντα. Και σε αυτό το ψυχοακουστικό test οι ακροατές κατατάχθηκαν σε τρεις κατηγορίες: 1) τραγουδιστές, 2) μουσικοί και 3) μη μουσικοί. Όπως και στο 2<sup>ο</sup> ψυχοακουστικό test, επειδή στο ερωτηματολόγιο<sup>2</sup> κάποιιοι δηλώνουν ότι τραγουδάνε και παίζουν ταυτόχρονα και κάποιιοι άλλοι δηλώνουν ότι ασχολούνται με την μουσική ερασιτεχνικά, σχηματίστηκαν δύο συμπληρωματικές κατηγορίες ακροατών για διευκόλυνση κατά τη διεξαγωγή των συμπερασμάτων.

Στον Πίνακα 5.17β φαίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα του κάθε ακροατής ξεχωριστά. Στην δεύτερη στήλη του πίνακα φαίνεται το ποσοστό επιτυχίας κάθε ακροατή ξεχωριστά ενώ στην τρίτη στήλη αναγράφεται η συντόμηση της κατηγορίας στην οποία ανήκει ο αντίστοιχος ακροατής.

A/A ακροατή	Ποσοστό επιτυχίας του ακροατή	Κατηγορία ακροατή
1	77.3%	MA
2	77.3%	MA
3	77.3%	MA
4	68.2%	M
5	68.2%	S
6	63.6%	SM
7	54.5%	N
8	45.5%	S
9	72.7%	N
10	63.6%	MA
11	77.3%	MA
12	77.3%	MA
13	50.0%	M
14	59.1%	N
15	77.3%	S
16	40.9%	MA
17	54.5%	N
18	72.7%	MA
19	36.4%	N
20	50.0%	N
21	45.5%	N
22	59.1%	SM
23	50.0%	M
24	50.0%	S
25	81.8%	SM
26	77.3%	SM
27	63.6%	MA

<sup>2</sup> Το ερωτηματολόγιο του 3ου ψυχοακουστικού test είναι το ίδιο με το ερωτηματολόγιο του 2<sup>ου</sup> και του 1<sup>ου</sup> ψυχοακουστικού test.

28	63.6%	M
29	68.2%	N
30	77.3%	N
31	77.3%	M
32	63.6%	SM
33	63.6%	S
34	68.2%	N
35	59.1%	SM
36	50.0%	N
37	68.2%	N
38	59.1%	S
39	54.5%	M
40	63.6%	SM

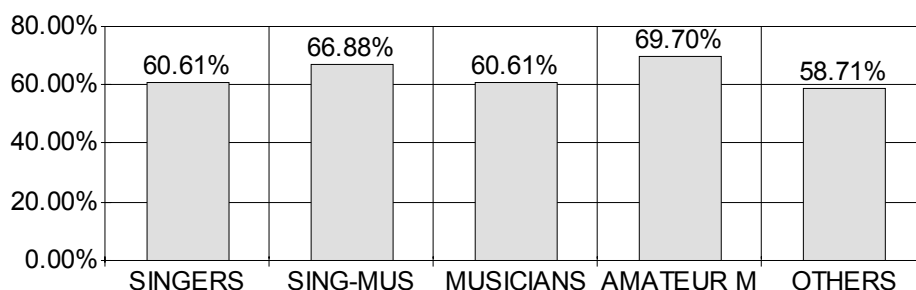
Πίνακας 5.17β: Επιτυχία των ακροατών για την ολοκλήρωση του 3ου ψυχοακουστικού τέστ.

Στον πίνακα 5.18α φαίνεται το ποσοστό της συμμετοχής κάθε ομάδας ακροατών. Οι ερασιτέχνες μουσικοί που πήραν μέρος στο τέστ ήταν περισσότεροι από όλους (amateur musicians) και λιγότεροι από όλους ήταν οι μη μουσικοί (others).

Συντόμηση της κατηγορίας	Ποσό ατόμων	Ποσοστό συμμετοχής από το σύνολο των ακροατών
S	6	15.00%
SM	7	17.50%
M	6	15.00%
AM	9	22.50%
N (others)	12	30.00%

Πίνακας 5.18α: Στη δεύτερη στήλη του πίνακα φαίνεται ο αριθμός από τον οποίο αποτελείται κάθε ομάδα ακροατών, ενώ στην τρίτη στήλη φαίνεται πόσο τοις εκατό καταλαμβάνει η ομάδα αυτή από το σύνολο των ακροατών.

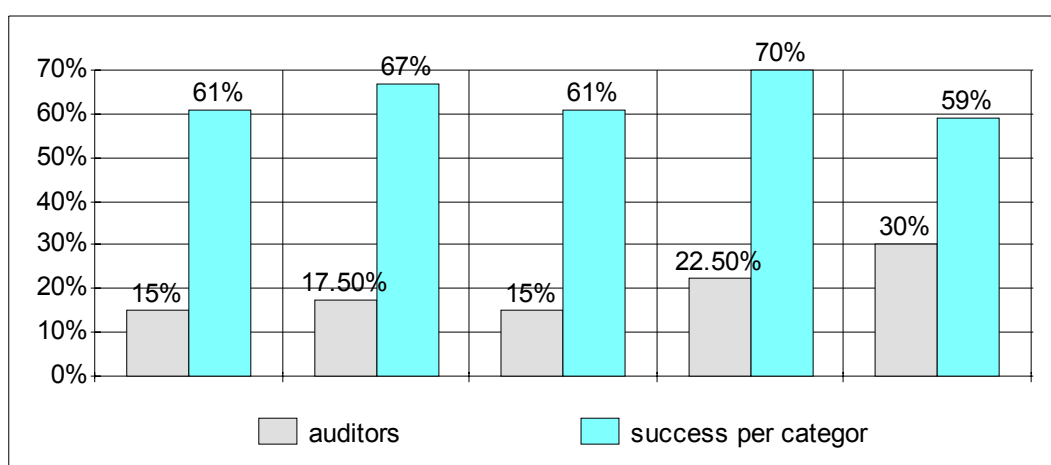
Στο γράφημα 5.25 φαίνεται κατά το πόσο τοις εκατό είχε επιτυχία κάθε ομάδα ακροατών για το του 3<sup>ο</sup> ψυχοακουστικό τέστ.



Γράφημα 5.25: Ποσοστά επιτυχίας για κάθε κατηγορία ακροατών για το 3<sup>ο</sup> ψυχοακουστικό τέστ.

Κατηγορία ακροατών	Ποσοστό ατόμων από το σύνολο (%)	Επιτυχία (%)
τραγουδιστές	15%	60.6
τραγουδιστές-μουσικοί	17.5%	66.9
μουσικοί	15%	60.6
ερασιτέχνες μουσικοί	22.5%	69.7
μη μουσικοί	30%	58.7

Πίνακας 5.18β: Στη δεύτερη στήλη του πίνακα φαίνεται το ποσοστό που καταλαμβάνει η κάθε ομάδα ακροατών από το σύνολο. Στην τρίτη στήλη φαίνονται τα ποσοστά επιτυχίας για το 3ο ψυχοακουστικό test κάθε ομάδα ακροατών.



Γράφημα 5.26: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα από το Γράφημα 5.25 και τον πίνακα 5.18β.

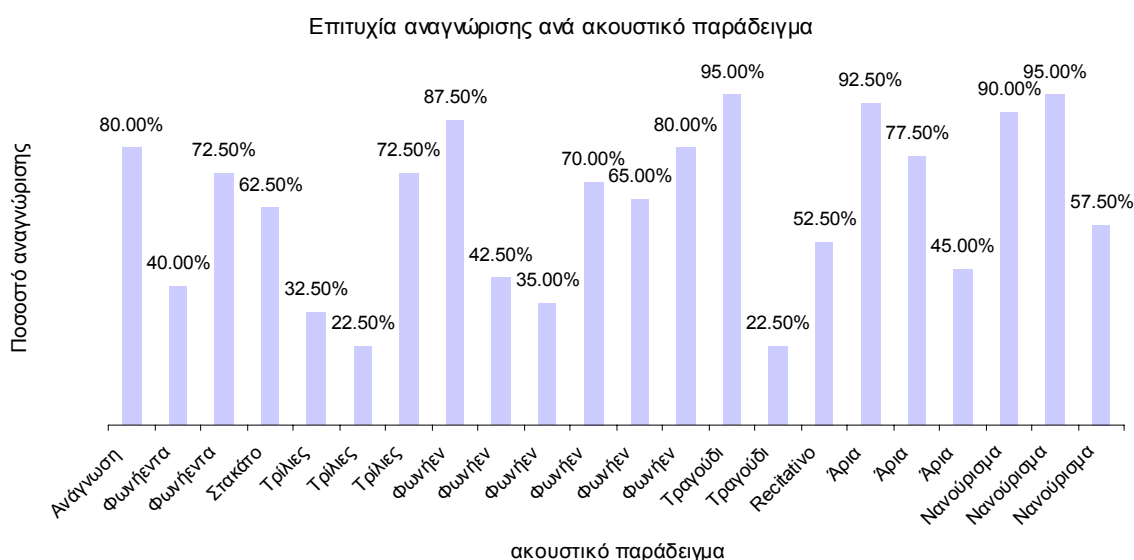
Σύμφωνα με τον πίνακα 5.18β και το γράφημα 5.26, φαίνεται ότι οι ακροατές που σημείωσαν μεγαλύτερη επιτυχία στο 3<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό Τέστ είναι η ομάδα των τραγουδιστών-μουσικών. Δεύτερη είναι η ομάδα των τραγουδιστών.

Στον Πίνακα 5.19 φαίνονται τα αποτελέσματα από την αναγνώριση της διαφορετικότητας κάθε σοπράνο για κάθε ακουστικό παράδειγμα δείγμα ξεχωριστά.

A/A	Ποσοστό Αναγνώρισης	Είδος ηχητικού δείγματος	Εκτέλεση ηχητικού δείγματος από την ίδια ή από διαφορετική σοπράνο
1	80.00%	Ανάγνωση	Διαφορετική (Δ1 και Δ3)
2	40.00%	Φωνήεντα	Διαφορετική
3	72.50%	Φωνήεντα	Διαφορετική
4	62.50%	Στακάτο	Διαφορετική (Ε1 και Ε2)
5	32.50%	Τρίλιες	Διαφορετική
6	22.50%	Τρίλιες	Διαφορετική
7	72.50%	Τρίλιες	Διαφορετική
8	87.50%	Φωνήεν	Ίδια
9	42.50%	Φωνήεν	Διαφορετική
10	35.00%	Φωνήεν	Ίδια

11	70.00%	Φωνήεν	Διαφορετική
12	65.00%	Φωνήεν	Διαφορετική
13	80.00%	Φωνήεν	Διαφορετική
14	95.00%	Τραγούδι	Ίδια
15	22.50%	Τραγούδι	Ίδια
16	52.50%	Recitativo	Διαφορετική
17	92.50%	Άρια	Διαφορετική
18	77.50%	Άρια	Διαφορετική
19	45.00%	Άρια	Διαφορετική
20	90.00%	Νανούρισμα	Διαφορετική
21	95.00%	Νανούρισμα	Διαφορετική
22	57.50%	Νανούρισμα	Διαφορετική

Πίνακας 5.19: Στη δεύτερη στήλη του πίνακα αναγράφεται το ποσοστό επιτυχίας κάθε ακουστικού παραδείγματος, στην τρίτη στήλη το είδος του ακουστικού παραδείγματος ενώ στην τρίτη στήλη σημειώνεται εάν η σοπράνο τραγουδίστρια ήταν η ίδια.



Γράφημα 5.27: Επιτυχία (%) ανά ακουστικό παράδειγμα για το 3ο ψυχοακουστικό test.

Στο Γράφημα 5.27 φαίνονται τα αποτελέσματα που αναγράφονται στον Πίνακα 5.19. Ο τρόπος διατύπωσης των αποτελεσμάτων στον Πίνακα 5.19 έχει ως εξής. Το πρώτο παράδειγμα αποτελείται από μία ανάγνωση. Η ανάγνωση αυτή εκτελείται από δύο διαφορετικές φωνές σοπράνο.

Το αποτέλεσμα που αναγράφεται στη δεύτερη στήλη του πίνακα (Ποσοστό αναγνώρισης) έχει να κάνει με το ποσοστό των ατόμων τα οποία αντιλήφθηκαν τη διαφορετικότητα των φωνών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η διαφορετικότητα της ανάγνωσης έγινε αντιληπτή από το 80% των ακροατών.

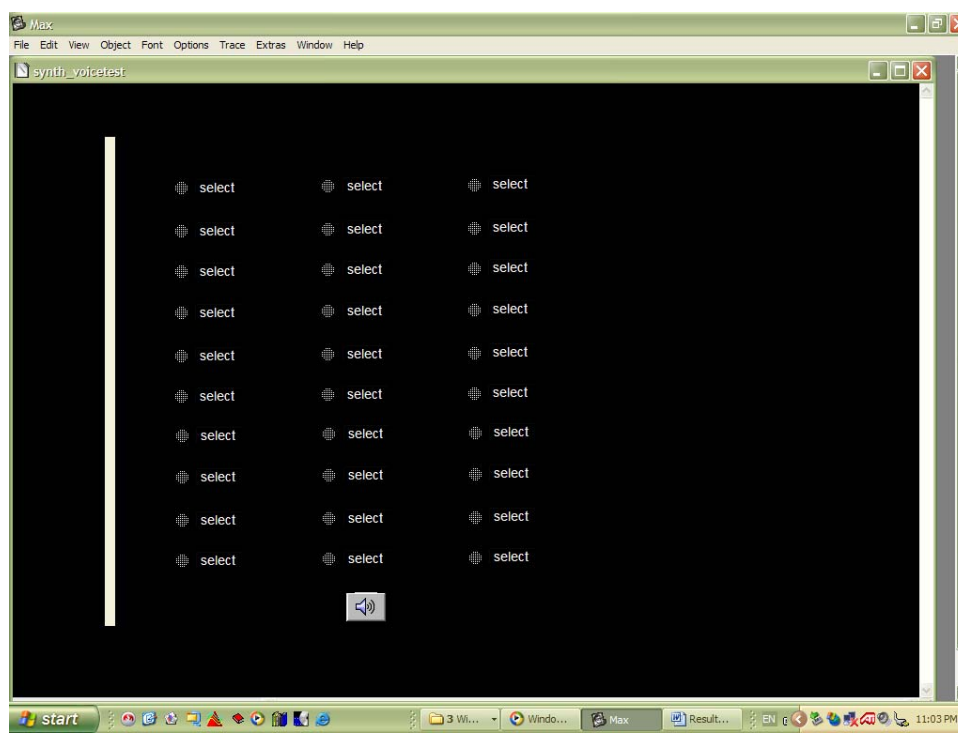
## 5.5 4<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό test

Ο σκοπός της δημιουργίας και της διεξαγωγής του συγκεκριμένου ψυχοακουστικού test ήταν η μελέτη της ικανότητας αναγνώρισης των διαφορετικών κατηγοριών σοπράνο όταν από τις φωνές αυτές λείπει το υποκειμενικό στοιχείο που είναι η χροιά. Με αυτό τον τρόπο ο ακροατής δεν επηρεάζεται από το διαφορετικό ηχόχρωμα κάθε φωνής, αλλά μόνο από το τονικό ύψος και την ένταση του ήχου. Οι κατηγορίες των ακροατών που πήραν μέρος στο 4<sup>ο</sup> ψυχοακουστικό test είναι οι ίδιες όπως στο 2<sup>ο</sup> και στο 3<sup>ο</sup> ψυχοακουστικό test.

Στο 4<sup>ο</sup> ψυχοακουστικό test τα ακουστικά παραδείγματα στα οποία εξετάζονται οι ακροατές δεν προέρχονται από τις φυσικές φωνές των σοπράνο τραγουδιστριών, αλλά είναι συνθετικά.

Κάθε ακροατής έπρεπε να ακούσει μία τριάδα τονικών υψών και να αναγνωρίσει εάν αυτή ανήκει στην ίδια κατηγορία σοπράνο. Συνολικά οι τριάδες των τονικών υψών στις οποίες «εξετάστηκαν» οι ακροατές είναι 10.

Το ηλεκτρονικό περιβάλλον του 4ου ψυχοακουστικού test φαίνεται παρακάτω :

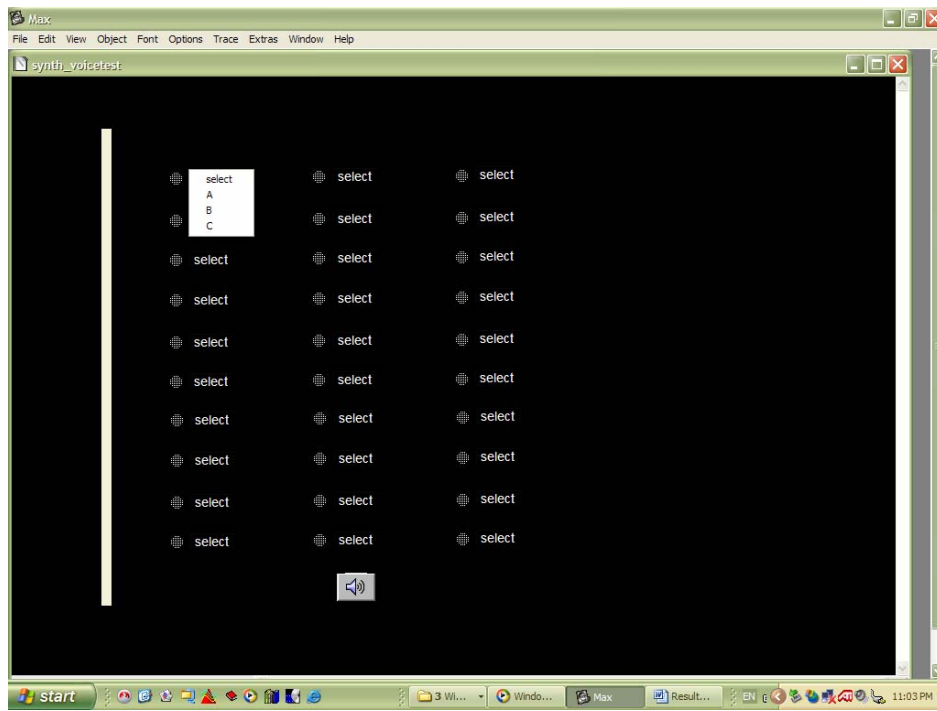


Εικόνα 5.4: Το γραφικό περιβάλλον του 4ου ψυχοακουστικού test.

Πατώντας με το ποντίκι την γκρίζα τελεία δίπλα από κάθε κουμπί “select” ενεργοποιείται το ηχητικό δείγμα. Στη συνέχεια ο ακροατής επέλεγε το κουμπί “select”. Αυτόματα εμφανιζόταν μία λίστα επιλογών Α, Β και C. Ο ακροατής επέλεγε για κάθε ακουστικό παράδειγμα ένα από τα γράμματα αυτά, τα οποία αντιστοιχούν στις τρεις διαφορετικές κατηγορίες σοπράνο. Τα υπόλοιπα ακουστικά



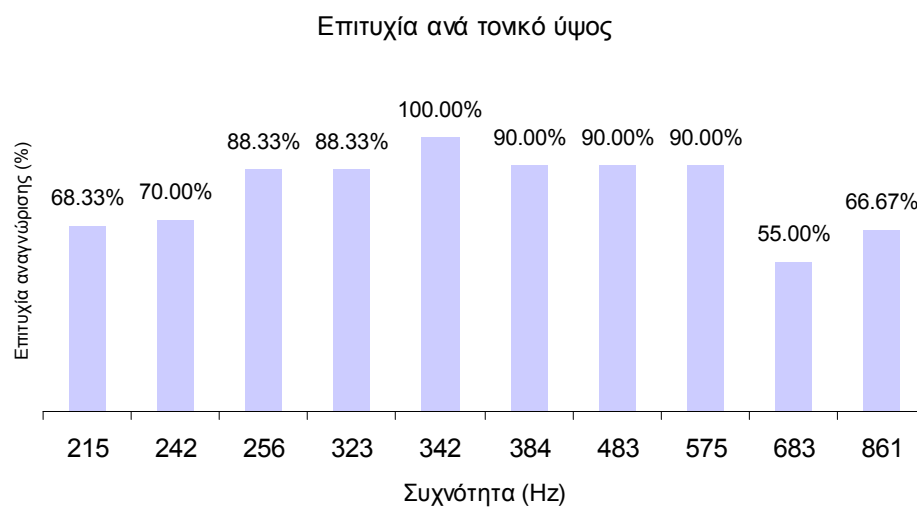
παραδείγματα κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με την επιλογή του πρώτου παραδείγματος.



Εικόνα 5.5: Το γραφικό περιβάλλον του 4ου ψυχοακουστικού τέστ με τις επιλογές κάθε ηχητικού δείγματος

### Επιτυχία ανά τονικό ύψος

Στο γράφημα 5.28 φαίνεται η επιτυχία (%) για κάθε συνθετική νότα του 4ου τεστ. Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζονται οι συχνότητες σε Hz ενώ στον κάθετο άξονα το ποσοστό επιτυχίας για κάθε νότα.



Γράφημα 5.28: Ποσοστό αναγνώρισης κάθε συνθετικής νότας του 4ου ψυχοακουστικού τέστ από όλους τους ακροατές.

## Επιτυχία ανά ακροατή

Στο γράφημα 5.29 φαίνεται το ποσοστό επιτυχίας κάθε ακροατή κατά την αναγνώριση των συνθετικών νότων. Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζεται η κατηγορία κάθε ακροατή ενώ στον κάθετο άξονα το ποσοστό επιτυχίας κάθε ακροατή ξεχωριστά.



*Γράφημα 5.29: Ποσοστά επιτυχίας για κάθε ακροατή ξεχωριστά για το 4το Ψυχοακουστικό τέστ. Στον οριζόντιο άξονα αναγράφεται η κατηγορία στην οποία ανήκει κάθε ακροατής ενώ στον κάθετο το ποσοστό της επιτυχίας.*

### Επιτυχία ανά κατηγορία σοπράνο για το 4ο ψυχοακουστικό τεστ.

Στους τρεις πίνακες που ακολουθούν φαίνεται κατά πόσο τοις εκατό διακρίθηκε κάθε συνθετικό τονικό ύψος για κάθε είδος σοπράνο.

#### A) Δραματική Σοπράνο

Επιτυχία (%)	Freq (Hz)
85	215
65	242
90	483
100	342
90	384
45	683
85	256
90	323
90	575
55	861

Πίνακας 5.20: Στην πρώτη στήλη του πίνακα φαίνεται το ποσοστό αναγνώρισης κάθε νότας μίας δραματικής σοπράνο ενώ στη δεύτερη η συχνότητα κάθε συνθετικής νότας.

#### B) Λυρική σοπράνο

Επιτυχία (%)	Freq (Hz)
90	323
100	342
45	683
65	861
65	242
85	256
85	483
85	575
60	215
90	384

Πίνακας 5.21: Στην πρώτη στήλη του πίνακα φαίνεται το ποσοστό αναγνώρισης κάθε νότας μίας λυρικής σοπράνο ενώ στη δεύτερη η συχνότητα κάθε συνθετικής νότας.

#### Γ) Ελαφριά (coloratura) σοπράνο

Επιτυχία (%)	Freq (Hz)
95	256
90	384
95	575
85	323
80	861
80	242
100	342
95	483
75	683
60	215

Πίνακας 5.22: Στην πρώτη στήλη του πίνακα φαίνεται το ποσοστό αναγνώρισης κάθε νότας μίας ελαφριάς σοπράνο ενώ στη δεύτερη η συχνότητα κάθε συνθετικής νότας.

## 5.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 1Α Ψυχοακουστικό Τέστ – Αναγνώριση των σοπράνο τραγουδιστριών ύστερα από την ακρόαση των νότων από το G3 έως το C6.

Από τα γραφήματα του 1Α ψυχοακουστικού τέστ, για την αναγνώριση των σοπράνο τραγουδιστριών από την ακρόαση των τονικών υψών από G3 έως C6, φαίνεται ότι η λυρική σοπράνο είναι η πιο εύκολα αναγνωρίσιμη τραγουδίστρια.

Είδος σοπράνο	Ποσοστό αναγνώρισης των νοτών των σοπράνο τραγουδιστριών
Δραματική Σοπράνο	86.57%
Λυρική Σοπράνο	87.64%
Ελαφριά (Coloratura) σοπράνο	81.94%

*Πίνακας 5.23α: Συνολική επιτυχία για την αναγνώριση των νότων κάθε σοπράνο τραγουδίστριας για το 1Α τεστ.*

Μία δεύτερη παρατήρηση είναι ότι η πτώση στην επιτυχία αναγνώρισης και στις τρεις τραγουδίστριες ξεκινάει από το F5. Επίσης και στις τρεις σοπράνο το χαμηλότερο ποσοστό στην αναγνώριση σημειώνεται στην υψηλότερη νότα η οποία είναι η C6.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα κάθε ομάδας ακροατών ξεχωριστά η ομάδα των τραγουδιστών η οποία αποτελείται από 11 άτομα σημείωσε την μεγαλύτερη επιτυχία στην αναγνώριση των τριών διαφορετικών σοπράνο: 92,8%. Στη συνέχεια ακολουθεί η ομάδα των μουσικών με ποσοστό της επιτυχίας 85,9% και τα χαμηλότερα αποτελέσματα στην αναγνώριση είναι της ομάδας των μη μουσικών: 80,2%, πίνακας 5.23β.

Κατηγορία ακροατών	Επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών για το 1Α μέρος του τεστ
Τραγουδιστές	92,8%
Μουσικοί	85,9%
Μη μουσικοί	80,2%

*Πίνακας 5.23β: Επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών. 1Α ψυχοακουστικό τεστ.*

### 1Β Ψυχοακουστικό Τέστ – Αναγνώριση των σοπράνο τραγουδιστριών ύστερα από την ακρόαση ομιλίας.

Κατά το 1Β οι ακροατές ακούσαν τις ίδιες νότες για δεύτερη φορά με στόχο να τις ταξινομήσουν έχοντας σαν αναφορά μία αφήγηση η οποία εκτελείται και από

τις τρεις σοπράνο. Όπως και στο 1Α η λυρική σοπράνο διακρίθηκε με μεγαλύτερη ευκολία από τους ακροατές. Αυτό φαίνεται και από τα αποτελέσματα παρακάτω.

Είδος σοπράνο	Ποσοστό αναγνώρισης των νότων των σοπράνο από τους ακροατές
Δραματική Σοπράνο	85.80%
Λυρική Σοπράνο	86.27%
Ελαφριά (Coloratura) σοπράνο	83.02%

*Πίνακας 5.24α: Συνολική επιτυχία για την αναγνώριση των νότων κάθε σοπράνο τραγουδίστριας για το 1Β μέρος του 1ου τεστ.*

Μία δεύτερη παρατήρηση για την Λυρική σοπράνο είναι ότι η διακύμανση στα ποσοστά επιτυχίας είναι μικρή σε σχέση με τις άλλες δύο σοπράνο τραγουδίστριες. Το μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας είναι 94.4 % (για τις νότες D4 και F4), ενώ το μικρότερο είναι 75% και αντιστοιχεί στην νότα A4. Στη δραματική και στην ελαφριά σοπράνο τα χαμηλότερα ποσοστά αντιστοιχούν στην υψηλότερη νότα, C6 και είναι 36.1 % και 30.5 % αντίστοιχα.

Όπως και στο 1Α έτσι και στο 1Β, η ομάδα των τραγουδιστών είναι εκείνη που σημείωσε τα καλύτερα αποτελέσματα, πίνακας 5.24β.

Κατηγορία ακροατών	Επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών για το 1Β μέρος του τεστ
Τραγουδιστές	90.9 %
Μουσικοί	85.6 %
Μη μουσικοί	81.9 %

*Πίνακας 5.24β: Επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών. 1Β ψυχοακουστικό τεστ.*

### **1Γ Ψυχοακουστικού Τέστ – Αναγνώριση των σοπράνο τραγουδιστριών ύστερα από την ακρόαση της άrias «Oh mio babbino caro».**

Στο 1Γ η σοπράνο τραγουδίστρια της οποίας η διαφορετικότητα της φωνής ήταν η πιο εύκολα διακριτή από όλους τους ακροατές ήταν η λυρική σοπράνο.

Είδος σοπράνο	Ποσοστό αναγνώρισης των νότων των σοπράνο από τους ακροατές
Δραματική Σοπράνο	88.19%.
Λυρική Σοπράνο	91.11%.
Ελαφριά (Coloratura) σοπράνο	86.11%.

*Πίνακας 5.25α: Συνολική επιτυχία για την αναγνώριση των νότων κάθε σοπράνο τραγουδίστριας για το 1Γ μέρος του 1ου τεστ.*

Όπως και στο 1B έτσι και στο 1Γ οι νότες της λυρικής σοπράνο διακρίθηκαν από τους ακροατές με σχετική ευκολία. Το χαμηλότερο ποσοστό για την τραγουδίστρια αυτή είναι για την υψηλότερη νότα του τέστ, την C6, 72,5%, ενώ το υψηλότερο ποσοστό είναι για τις νότες είναι οι F4 και G4, 97,5% και για τις δύο νότες.

Η ομάδα των τραγουδιστών σημείωσε την μεγαλύτερη επιτυχία στην αναγνώριση των σοπράνο ύστερα από την ακρόαση της άριας. Ο αριθμός της επιτυχίας για την ομάδα αυτή είναι 95,9%. Ο αντίστοιχος αριθμός για την ομάδα των μουσικών είναι 88,4% και για την ομάδα των μη μουσικών είναι 82,8%.

Κατηγορία ακροατών	Επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών για το 1Γ μέρος του τέστ
Τραγουδιστές	95,9%
Μουσικοί	88,4%
Μη μουσικοί	82,8%

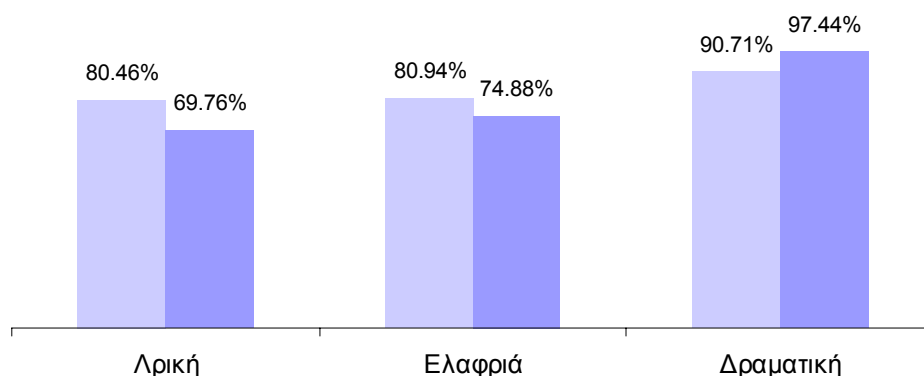
Πίνακας 5.25β: Επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών. 1Γ ψυχοακουστικό τέστ.

Ανακεφαλαιώνοντας μπορεί να σημειωθεί ότι το 1Γ ολοκληρώθηκε με μεγαλύτερη επιτυχία από όλους τους ακροατές. Τα αποτελέσματα αυτά έχουν αναλυθεί στο κεφάλαιο 5.1.4.

Μία εξίσου σημαντική παρατήρηση από το 1<sup>ο</sup> ψυχοακουστικό τέστ είναι ότι ενώ οι νότες της λυρικής σοπράνο αναγνωρίστηκαν με μεγαλύτερη επιτυχία σε σύγκριση με τις νότες της δραματικής και της ελαφριάς, όταν ζητήθηκε από τους ακροατές να αντιστοιχίσουν τις νότες κάθε τραγουδίστριας στη αντίστοιχη ομιλία και άρια (Μέρος 1B και 1Γ), η πλειοψηφία των ακροατών αντιστοίχισε σωστά τις νότες της δραματικής σοπράνο. Αυτό δείχνει ότι η φωνή της συγκεκριμένης δραματικής σοπράνο ήταν η πιο εύκολα διακριτή. Ακούγοντας τις μεμονωμένες νότες τις, οι ακροατές κατάφεραν και διακρίνουν ότι ανήκουν στην αντίστοιχη άρια και ομιλία.

Μία τελευταία παρατήρηση που αφορά μόνο το 1B και το 1Γ είναι ότι η κατάταξη των τονικών υψών κάθε μίας από τις σοπράνο στην αντίστοιχη άρια ήταν δυσκολότερη από ότι η κατάταξη των τονικών υψών στην αντίστοιχη ομιλία.

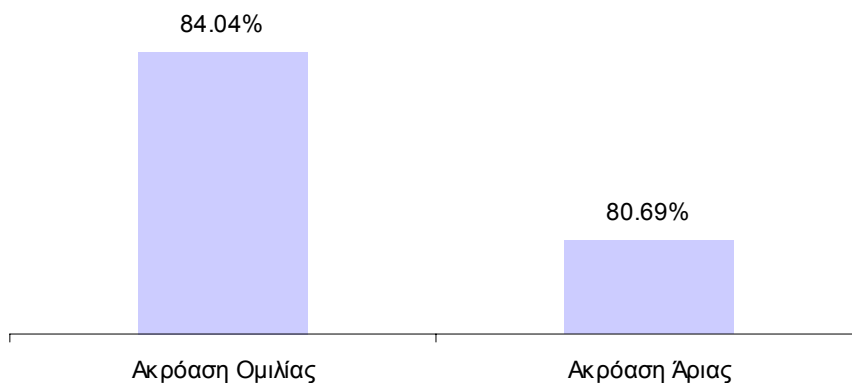
Συγκριτικά αποτελέσματα της αναγνώρισης των σοπράνο για το 1B και 1Γ τεστ



Γράφημα 5.30: Συγκριτικά αποτελέσματα για τα 1B και το 1Γ μέρη του 1<sup>ου</sup> τεστ . Ποσοστά για την αναγνώριση της διαφορετικής σοπράνο μετά την ακρόαση της ομιλίας και της άριας.

Στο Γράφημα 5.31 φαίνονται τα συνολικά αποτελέσματα από την αναγνώριση των σοπράνο, ανεξαρτήτως του είδους τους, για το 1B και το 1Γ μέρος του ψυχοακουστικού τέστ 1. Διακρίνεται ότι η συνολική επιτυχία στην αναγνώριση είναι μεγαλύτερη μετά την ακρόαση της ομιλίας.

Συνολικά αποτελέσματα από το 1B και το 1Γ τεστ



Γράφημα 5.31: Συνολικά αποτελέσματα της επιτυχίας αναγνώρισης των σοπράνο τραγουδιστριών, ανεξάρτητα από την κατηγορία των ακροατών. Στο γράφημα φαίνεται κατά πόσο καλύτερα κατάφεραν να αναγνωρίσουν οι ακροατές το είδος των σοπράνο τραγουδιστριών μετά την ακρόαση της ομιλίας (1B) και μετά την ακρόαση της άριας (1Γ)

## 2<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό Τέστ -- Ακρόαση και αναγνώριση φωνηέντων (α, ε, ι, ο, ου) εκτελεσμένων από τα διαφορετικά είδη σοπράνο και σε διαφορετικά τονικά ύψη

Λαμβάνοντας υπ' όψη τα αποτελέσματα του 2ου ψυχοακουστικού τέστ, η αναγνώριση των φωνηέντων παρουσίασε δυσκολία ανεξαρτήτως της ομάδας των ακροατών. Δεν σημειώθηκε 100% επιτυχία στην αναγνώριση των φωνηέντων από κανέναν ακροατή. Η ομάδα ακροατών που είχε τα καλύτερα αποτελέσματα στην αναγνώριση είναι η ομάδα των ερασιτεχνών μουσικών. Η επιτυχία της ομάδας αυτής είναι 38.5 %.

Τα φωνήεντα της δραματικής σοπράνο αναγνωρίστηκαν με μεγαλύτερη επιτυχία. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται στον πίνακα 5.26.

Είδος σοπράνο	Επιτυχία στην αναγνώριση των φωνηέντων
δραματική σοπράνο	39,9%
λυρική σοπράνο	34,3%
ελαφριά (Coloratura) σοπράνο	37,9%

Πίνακας 5.26: Ποσοστά αναγνώρισης των φωνηέντων για κάθε κατηγορία σοπράνο.

Τα φωνήεντα «α», «ε» και «ι», διακρίθηκαν με μεγαλύτερη ευκολία από τους ακροατές σε σχέση με τα φωνήεντα «ο» και «ου»<sup>3</sup>. Τα αποτελέσματα αυτά έχουν αναλυθεί στο κεφάλαιο 5.2.

<sup>3</sup>Raul Ousson, *Research on Vocal Art*, Κεφ 34 σελ.87

Η χροιά του φωνήεν και η χροιά των υψηλών συχνοτήτων:

Η τραγουδιστική φωνή αποτελείται από δύο ξεχωριστές χροιές: Μία από τις χροιές αυτές είναι η χροιά του φωνήεν, η οποία σχηματίζεται από τις αρμονικές που έχει κάθε φωνήεν, ανεξάρτητα από τις ιδιαιτερότητες της φωνής του τραγουδιστή. Η δεύτερη χροιά είναι η λεγόμενη χροιά των υψηλών συχνοτήτων. Η χροιά αυτή καθορίζεται από τα ακουστικά και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του φωνητικού συστήματος κάθε τραγουδιστή. Η χροιά του φωνήεν σχηματίζεται λόγω των μεταβολών στο πλάτος των συχνοτήτων μέχρι τα 2500 Hz. (C6 1.045Hz). Οι μεταβολές αυτές εμφανίζονται στο τελικό συνολικό φάσμα και έχουν δύο κορυφές, σπανιότερα τρεις ή τέσσερις.

Όσο για τη χροιά των υψηλών συχνοτήτων, αυτή σχηματίζεται από αυτό που απομένει στο τραγουδιστικό φάσμα μετά την αφαίρεση των κορυφών, οι οποίες βρίσκονται χαμηλότερα από την συχνότητα cutoff. Στην χροιά των υψηλών συχνοτήτων σπουδαίο ρόλο παίζουν οι κορυφές των συχνοτήτων οι οποίες βρίσκονται πάνω από τη συχνότητα cutoff. Οι κορυφές αυτές δίνουν στην φωνή την λαμπρότητα και το πέταγμα τα οποία θεωρούνται ως τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά της τραγουδιστικής φωνής.

Μετά από παρατηρήσεις και μελέτες, συμπεραίνεται ότι το πρώτο formant εκτείνεται από 65 Hz έως 500 Hz, το δεύτερο formant από 500 έως 1000Hz, ενώ το τρίτο από 1000 έως 1500Hz και το τέταρτο από 1500 έως 2000Hz. Εφόσον τα formants των φωνηέντων βρίσκονται σε σταθερές συχνοτικές περιοχές, αν και οι περιοχές αυτές έχουν αρκετά μεγάλο εύρος, είναι προφανές ότι όταν η φωνή μετατοπίζεται προς τα πάνω, η βασική συχνότητα μπορεί να ταυτιστεί με τη συχνότητα είτε του πρώτου ή του δεύτερου formant. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο στις υψηλές συχνότητες τα φωνήεντα χάνουν την κανονική τους χροιά και την ευκρίνειά τους. Για αυτό και τα φωνήεντα ο και ου δεν διακρίνονται στο ψηλότερο δεύτερο μισό του 2ου ρέτζιστρου. Από το χαμηλότερο μισό του τρίτου ρέτζιστρου περνάνε μόνο τα φωνήεντα ι και ε (όταν ηχούν κλειστά). Το τέταρτο ρέτζιστρο συμμετέχει μόνο στην προφορά του ι.

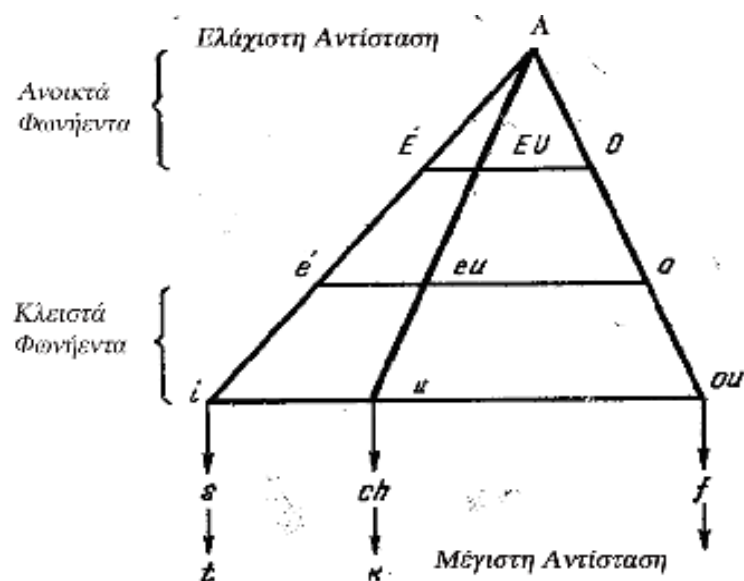


Σύμφωνα με το απόσπασμα παραπάνω<sup>5</sup> για το 2ο ψυχοακουστικό τρέστ μπορούν να σημειωθούν τα εξής:

1) Τα φωνήεντα «ο» και «ου» δεν διακρίνονται στο ψηλότερο μισό του 2<sup>ου</sup> ρετζίστρου, το οποίο εκτείνεται από 500Hz έως 1000Hz. Στο συγκεκριμένο πείραμα τα φωνήεντα έχουν τραγουδηθεί σε συχνότητες υψηλότερες από την χαμηλότερη συχνότητα του 2<sup>ου</sup> ρετζίστρου. Αυτό σημαίνει ότι η διάκριση των φωνηέντων «ο» και «ου» είναι δύσκολη, πράγμα το οποίο είναι προφανές σύμφωνα με το γράφημα 5.23 και γράφημα 5.24 (λυρική και ελαφριά σοπράνο) του κεφαλαίου 5.2. Παρόλα αυτά στο αντίστοιχο γράφημα για τα φωνήεντα της δραματικής σοπράνο (γράφημα 5.22 κεφάλαιο 5.2), τα αποτελέσματα είναι διαφορετικά. Τα φωνήεντα «ο» και «ου» της δραματικής σοπράνο έχουν διακριθεί με σχετικά μεγαλύτερη επιτυχία από τους ακροατές.

2) Τα φωνήεντα «ι» και «ε» περνάνε από το χαμηλότερο μισό του 3<sup>ου</sup> ρετζίστρου (από 1000Hz έως 1500Hz). Η ψηλότερη νότα του 2ου τρέστ είναι το C6 1045 Hz. Σύμφωνα με τα γραφήματα του κεφαλαίου 5.2 (γράφημα 5.23 για την λυρική και γράφημα 5.24 για την ελαφριά σοπράνο) τα φωνήεντα «ε» και «ι» διακρίθηκαν με μεγαλύτερη επιτυχία. Δεν ισχύει το ίδιο για τη δραματική σοπράνο της οποίας το φωνήεν «ε» έχει αρκετά μικρό ποσοστό επιτυχίας (γράφημα 5.22). Το φωνήεν «α» είναι ανοικτό φωνήεν και στις περιπτώσεις της λυρικής και της ελαφριάς σοπράνο έχει διακριθεί με το μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας. Το «α» της δραματικής σοπράνο έχει το μικρότερο ποσοστό επιτυχίας. Σύμφωνα με την εικόνα 5.6, στην οποία απεικονίζεται το «Vocal Triangle of Helwagg», η προφορά των ανοικτών φωνηέντων όπως είναι το «α» έχει ελάχιστη αντίσταση<sup>4</sup>. Αυτό σημαίνει ότι το «α» είναι ένα φωνήεν το οποίο μπορεί να διακριθεί ευκολότερα σε σχέση με κάποια άλλα φωνήεντα.

<sup>4</sup> Raul Ousson, *Research on Vocal Art*, Σχήμα 40, σελ.94, Vocal Triangle of Helwagg



Το εύρος των δύο πρώτων formants συμπεριλαμβάνεται το «κάλυμμα» του ήχου (το πέρασμα, όταν κάνουμε πέρασμα της φωνής, glissandi). Τα περάσματα εμφανίζονται στην περιοχή από 300 έως 600 Hz. Πάνω από τις συχνότητες αυτές, σε κάθε formant εξαφανίζονται τα ανοικτά φωνήεντα και τα ένρινα φωνήεντα, και παραμένουν μονάχα τα κλειστά φωνήεντα.

### 3<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό Τέστ -- Ακρόαση και αναγνώριση της ομοιότητας και της διαφορετικότητας ακουστικών παραδειγμάτων αποτελούμενων από διαφορετικές τραγουδιστικές τεχνικές

Παρακάτω θα αναλυθούν τα αποτελέσματα του 3<sup>ου</sup> Ψυχοακουστικού Τέστ. Τα στοιχεία που θα ληφθούν υπ' όψη είναι εάν οι δύο εκτελέσεις του κάθε ακουστικού παραδείγματος ξεχωριστά έγιναν από την ίδια ή από διαφορετική σοπράνο. Οι περιπτώσεις κατά τις οποίες η εκτέλεση γίνεται από την ίδια σοπράνο τραγουδίστρια, αλλά με διαφορετική τεχνική θα επισημανθούν.

Το πρώτο ηχητικό παράδειγμα αποτελείται από μία σύντομη ανάγνωση η οποία έγινε από δύο διαφορετικές σοπράνο. Το 80% των ακροατών αντιλήφθηκαν τη διαφορετικότητα των δύο φωνών. Η ανάγνωση δεν έγινε με κάποια ιδιαίτερη τεχνική και παρόλο που και οι δύο σοπράνο ήταν δραματικές (Δ1 και Δ3) οι περισσότεροι ακροατές αντιλήφθηκαν τη διαφορά.

A/A ηχητικού παραδείγματος	Ποσοστό ακροατών που αντιλήφθηκαν τη διαφορά	Είδος ηχητικού παραδείγματος	Τεχνική με την οποία εκτελούνται τα δύο ηχητικά παραδείγματα
1	80%	Ανάγνωση	Διαφορετική

Το 2<sup>ο</sup>, το 3<sup>ο</sup>, και από το 8ο μέχρι και το 13ο τα ακουστικά παραδείγματα περιείχαν την εκτέλεση φωνηέντων. Τα αποτελέσματα αυτά αναλύονται παρακάτω.

2	40%	Φωνήεντα	διαφορετική
3	72.5%	Φωνήεντα	διαφορετική
8	87.5%	Φωνήεν	ίδια
9	42.5%	Φωνήεν	διαφορετική
10	35%	Φωνήεν	ίδια
11	70%	Φωνήεν	διαφορετική
12	65%	Φωνήεν	διαφορετική
13	80%	Φωνήεν	διαφορετική
4	62.5%	Στακάτο	διαφορετική

Το 4ο ηχητικό παράδειγμα είναι η εκτέλεση κάποιων νότων με την τεχνική στακάτο. Στο π

Το 5ο, το 6ο και το 7ο ακουστικό παράδειγμα περιείχαν την εκτέλεση τρίλιων. Και στα τρία αυτά παραδείγματα οι σοπράνο τραγουδίστριες ήταν διαφορετικές. Τα αποτελέσματα ανάλογα με το τονικό ύψος, την τεχνική και το είδος κάθε σοπράνο θα αναλυθούν παρακάτω:

5	32.5%	Τρίλιες	διαφορετική
6	22.5%	Τρίλιες	διαφορετική
7	72.5%	Τρίλιες	διαφορετική

Το 14ο και το 15ο ακουστικό παράδειγμα περιείχαν την εκτέλεση ενός τραγουδιού. Το τραγούδι και στις δύο περιπτώσεις ήταν το ίδιο και οι σοπράνο τραγουδίστριες οι οποίες συμμετείχαν σε κάθε παράδειγμα ξεχωριστά ήταν οι ίδιες. Στο 14ο παράδειγμα το τραγούδι εκτελείται από την σοπράνο Δ3 και στο 15ο παράδειγμα από την E2. Στο 14ο παράδειγμα δεν υπήρξε διαφορά στην τονικότητα,

αλλά ούτε και στην τεχνική της εκτέλεσης του τραγουδιού. Για τον λόγο αυτό και οι ακροατές αντιλήφθηκαν εύκολα ότι πρόκειται για την ίδια σοπράνο τραγουδίστρια.

14	95.00%	Τραγούδι	Ίδια
15	22.50%	Τραγούδι	Ίδια

Το 16ο ακουστικό παράδειγμα περιείχε την εκτέλεση ενός Recitativo από δύο διαφορετικές σοπράνο, την Λ1 και την Δ3. Η διαφορετικότητα αντιλήφθηκε από το 52.50% των ακροατών.

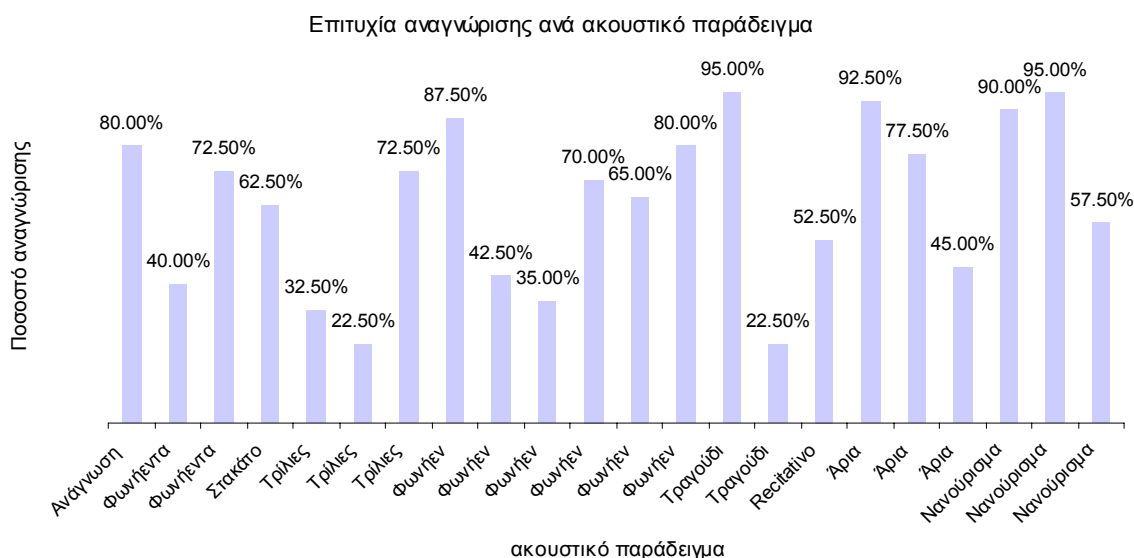
16	52.50%	Recitativo	διαφορετική
----	--------	------------	-------------

Το 17ο, το 18ο και το 19ο ακουστικό παράδειγμα περιείχαν την εκτέλεση μίας άριας. Και στις τρεις περιπτώσεις η άρια εκτελέστηκε από διαφορετικές σοπράνο. Τα αποτελέσματα ως προς την τεχνική και το είδος της σοπράνο θα αναλυθούν παρακάτω:

17	92.50%	Άρια	διαφορετική
18	77.50%	Άρια	διαφορετική
19	45.00%	Άρια	διαφορετική

Το 20ο, το 21ο και το 22ο ακουστικό παράδειγμα περιείχαν την εκτέλεση ενός νανουρίσματος. Και στις τρεις περιπτώσεις οι σοπράνο τραγουδίστριες ήταν διαφορετικές. Τα αποτελέσματα ως προς την τεχνική και το είδος της σοπράνο θα αναλυθούν παρακάτω.

20	90.00%	Νανούρισμα	διαφορετική
21	95.00%	Νανούρισμα	διαφορετική
22	57.50%	Νανούρισμα	διαφορετική



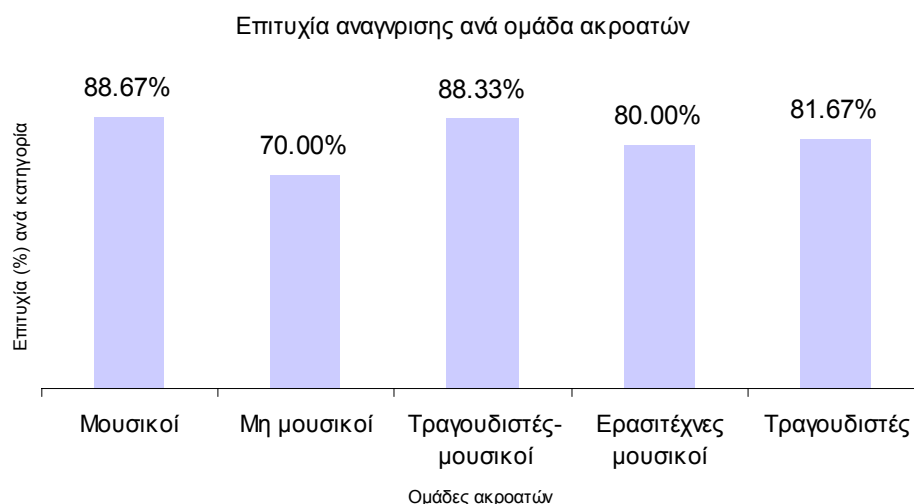
Γράφημα 5.32: Ποσοστά επιτυχίας κατά την αναγνώριση της διαφορετικότητας/ομοιότητας των δύο φωνών κάθε ακουστικού παραδείγματος.

Σαν γενική παρατήρηση από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορεί να σημειωθεί ότι κατά την ανάγνωση κειμένου, αλλά και κατά την εκτέλεση μουσικών αποσπασμάτων (άρια, νανούρισμα και τραγούδι), η αντίληψη της διαφορετικότητας ή της ομοιότητας των διαφορετικών σοπράνο από το σύνολο των ακροατών ήταν ευκολότερη. Αντιθέτως, οι ακροατές δυσκολεύτηκαν να αντιληφθούν τη διαφορετικότητα των σοπράνο από την ακρόαση μεμονωμένων τεχνικών (φωνήεντα, τρίλιες, στακάτο).

#### 4ο Ψυχοακουστικό Τέστ -- Ακρόαση και αναγνώριση συνθετικών τονικών υψών

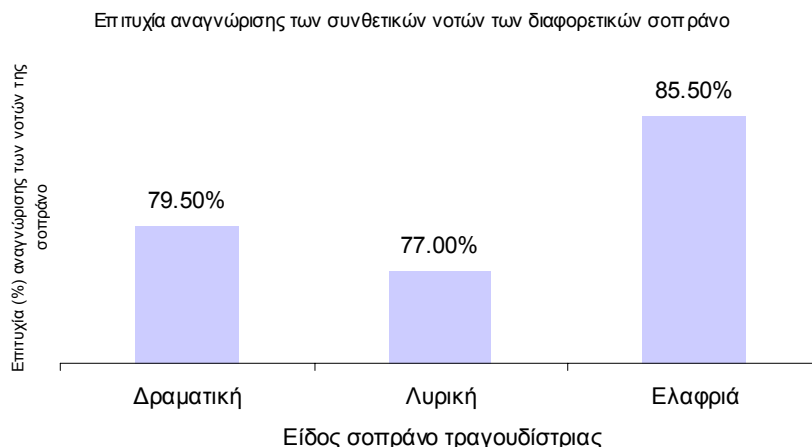
Μία πρώτη παρατήρηση για το 4ο ψυχοακουστικό τέστ είναι ότι τα τρία ακούσματα του συνθετικού τονικού ύψους των 342 Hz (το κάθε ένα από τα ακούσματα αντιστοιχούσε σε διαφορετική φωνή σοπράνο), αντιλήφθηκε από όλους τους ακροατές. Στο εύρος συχνοτήτων από τα 256 Hz έως τα 575 Hz η επιτυχία των ακροατών δεν πέφτει κάτω από τα 88%.

Μία δεύτερη παρατήρηση είναι ότι οι ακροατές της ομάδας των μουσικών σημείωσαν το υψηλότερο ποσοστό επιτυχίας.



Γράφημα 5.33: Ποσοστά αναγνώρισης των συνθετικών φωνών σοπράνο από κάθε ομάδα ακροατών (4<sup>ο</sup> Ψυχοακουστικό τέστ)

Όσο αφορά το είδος της σοπράνο τραγουδίστριας της οποίας οι συνθετικές νότες αναγνωρίστηκαν ευκολότερα το ποσοστό επιτυχίας της ελαφριάς σοπράνο ήταν το υψηλότερο.



Γράφημα 5.34: Επιτυχία αναγνώρισης των συνθετικών νοτών ανά κατηγορία σοπράνο

#### Συνολικά αποτελέσματα των ψυχοακουστικών τεστ 1, 2, 3 και 4.

Από την διεξαγωγή των τεσσάρων ψυχοακουστικών τεστ, προκύπτει ότι οι ακροατές της ομάδας των τραγουδιστών είχαν τα καλύτερα αποτελέσματα (πίνακας 5.27).

Ψυχοακουστικό Τέστ	Επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών (%)				
	τραγουδιστές	μουσικοί	Μη μουσικοί	Ερασιτέχνες μουσικοί	Τραγουδιστές μουσικοί
1Α	92.8	85.9	80.2	-	-
1Β	90.9	85.6	81.9	-	-
1Γ	95.9	88.4	82.2	-	-
2 <sup>ο</sup>	33.4	36.7	37.4	38.5	34.9
3 <sup>ο</sup>	60.6	60.6	58.7	69.7	66.9
4 <sup>ο</sup>	81.7	88.7	70.0	80.0	88.3
<b>AVG</b>	<b>75.9</b>	<b>74.3</b>	<b>68.4</b>	<b>62.7</b>	<b>63.4</b>

Πίνακας 5.27: Συνολικά αποτελέσματα ανά κατηγορία ακροατών για τα τέσσερα ψυχοακουστικά τεστ.

Η Δραματική σοπράνο τραγουδίστρια ήταν η πιο εύκολα αναγνωρίσιμη φωνή (Πίνακας 5.28).

Ψυχοακουστικό Τέστ	Δραματική Σοπράνο	Λυρική Σοπράνο	Ελαφριά (Coloratura) Σοπράνο
1Α	86.6	87.6	81.9
1Β	85.8	86.3	83.0
1Γ	88.2	91.1	86.1
2 <sup>ο</sup>	39.9	34.3	37.9
3 <sup>ο</sup>	-	-	-
4 <sup>ο</sup>	79.5	77.0	85.5
<b>AVG</b>	<b>75.9</b>	<b>75.3</b>	<b>74.9</b>

Πίνακας 5.28: Συνολικά αποτελέσματα από την αναγνώριση κάθε κατηγορίας σοπράνο για τα τέσσερα ψυχοακουστικά τεστ.

Όσο αφορά τις τεχνικές στο τραγούδι οι οποίες χρησιμοποιούνται από τις σοπράνο τραγουδίστριες, όλοι οι ακροατές δυσκολεύτηκαν να διακρίνουν τα φωνήεντα. Οι διαφορετικές κατηγορίες των σοπράνο δεν ξεχώριζαν εύκολα από την εκτέλεση των φωνηέντων. Επίσης τα αποτελέσματα για τη διάκριση των φωνηέντων («α», «ε», «ι», «ο» και «ου») και των άλλων τεχνικών τραγουδιού (στακάτο, τρίλιες κλπ.) ποικίλουν και εξαρτώνται από την τονικότητα στην οποία έχουν τραγουδηθεί. Η αναγνώριση των φωνηέντων εξαρτάται και από την προφορά του ίδιου του φωνήεντος.

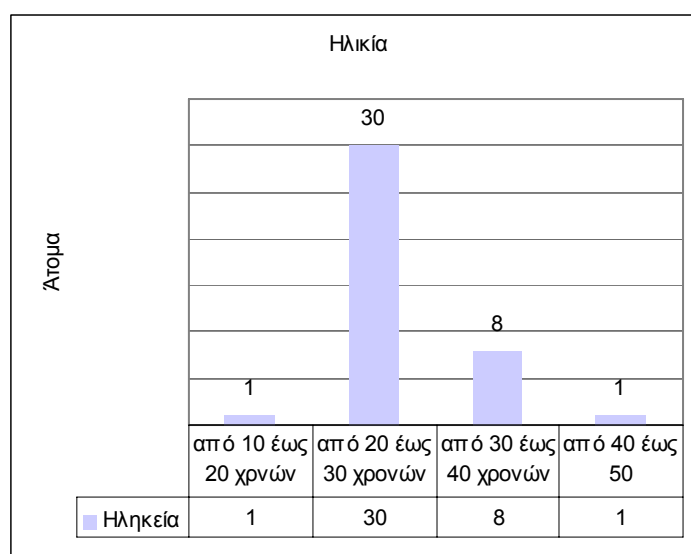
Στην άρια και στην ομιλία οι ακροατές ξεχώρισαν ευκολότερα τις διαφορετικές φωνές σοπράνο από ότι στις μεμονωμένες εκτελέσεις διάφορων τραγουδιστικών τεχνικών. Συγκεκριμένα στην ομιλία οι διαφορετικότητα των σοπράνο φωνών αντιλήφθηκε καλύτερα (1B και 1Γ μέρη του 1ου ψυχοακουστικού τεστ).

## Μέρος Γ'

### Παράρτημα Α'

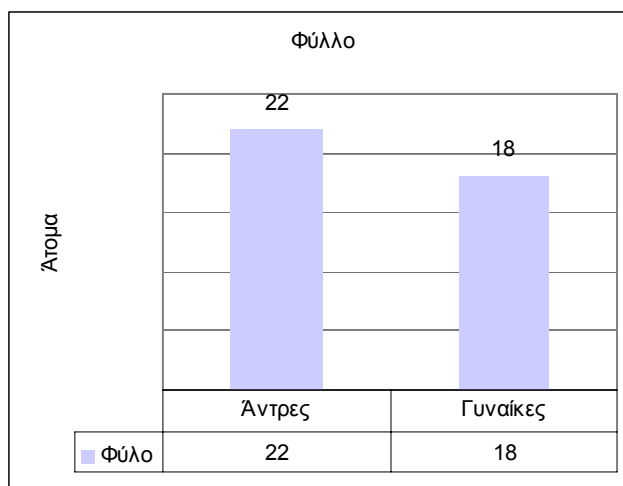
#### Στατιστική επεξεργασία των στοιχείων των ακροατών

Τα ερωτηματολόγια των ψυχοακουστικών τέστ συμπληρώθηκαν από όλους τους ακροατές. Τα στοιχεία που προέκυψαν έχουν επεξεργαστεί στατιστικά και τα αποτελέσματα δίδονται παρακάτω. Τα δεδομένα αυτά που αφορούν την ηλικία, το φύλλο, τη μουσική παιδία, τις ώρες μουσικής ακρόασης ημερησίως κλπ. μαζί με τα προηγούμενα συμπεράσματα μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμο υλικό για περαιτέρω μελέτη πάνω στην επίδραση των φωνών σοπράνο σε διαφορετικές ομάδες ακροατών.



*Γράφημα ΠΙ: Ηλικίες Ακροατών*

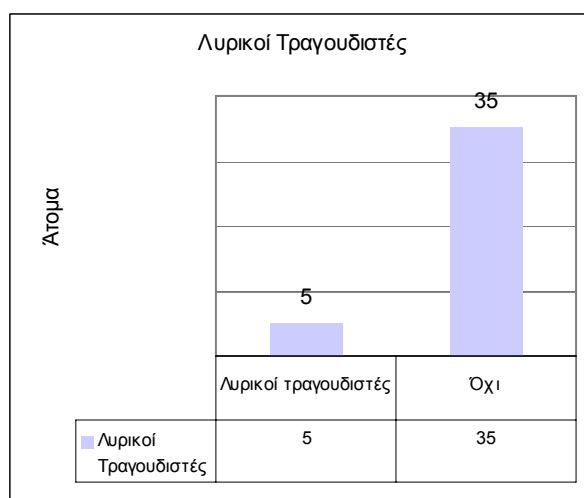
Σύμφωνα με το *Γράφημα ΠΙ*, ένας από τους ακροατές είχε ηλικία μεταξύ 10 έως 20 ετών, τρία ήταν τα άτομα με ηλικίες από 20 έως 30 ετών, οκτώ ήταν τα άτομα με ηλικίες από 30 έως 40 ετών και ένα ήταν το άτομο από 40 έως 50 ετών.



Γράφημα Π2: Φύλλο Ακροατών

Σύμφωνα με το Γράφημα Π2, από τους ακροατές οι οποίοι πήραν μέρος στα ψυχοακουστικά tests 22 ήταν οι άντρες και 18 ήταν οι γυναίκες.

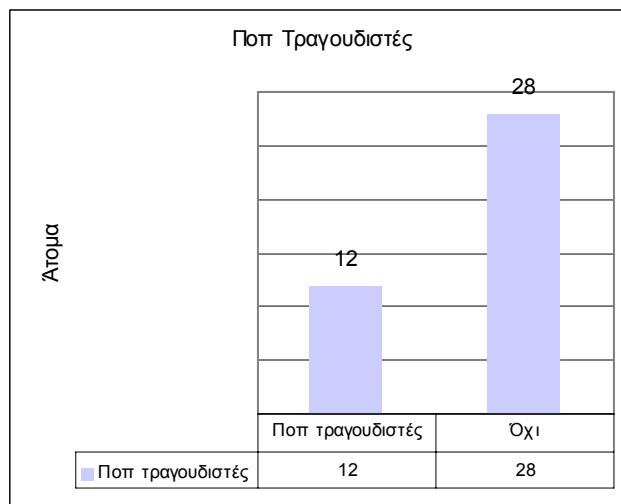
Στο Γράφημα Π3 φαίνεται πόσοι από τους ακροατές είναι Λυρικοί Τραγουδιστές (τραγουδιστές όπερας).



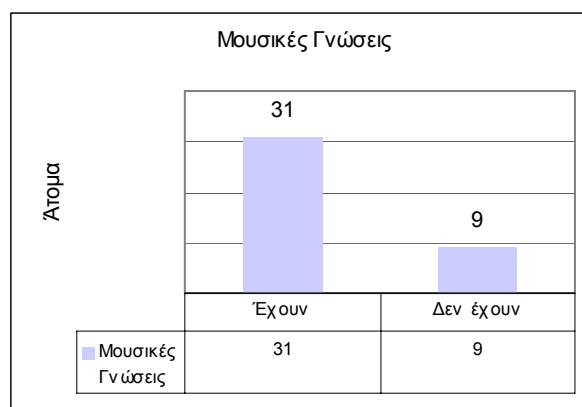
Γράφημα Π3: Λυρικοί Τραγουδιστές

Στο Γράφημα Π4 φαίνεται πόσοι από τους ακροατές είναι Τραγουδιστές Ποπ. Σε αυτή την κατηγορία είναι οι Παραδοσιακοί, οι Λαϊκοί, οι Ροκ και κάποια άλλα είδη τραγουδιστών. Στόχος ήταν να απομονωθούν οι τραγουδιστές που τραγουδούν κατεξοχήν όπερα.



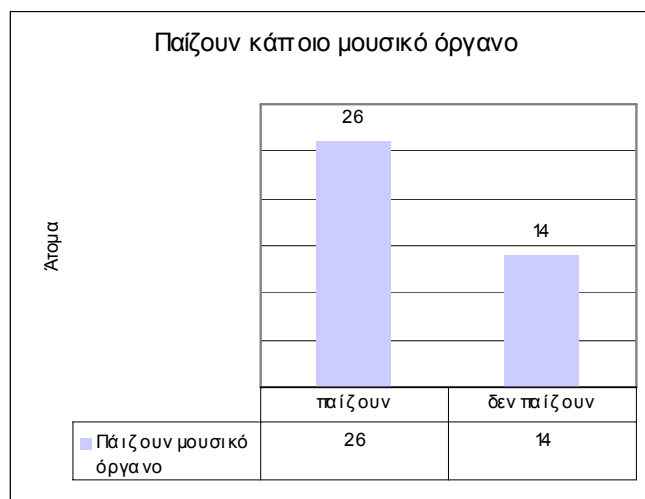


*Γράφημα Π4: Ποπ Τραγουδιστές*



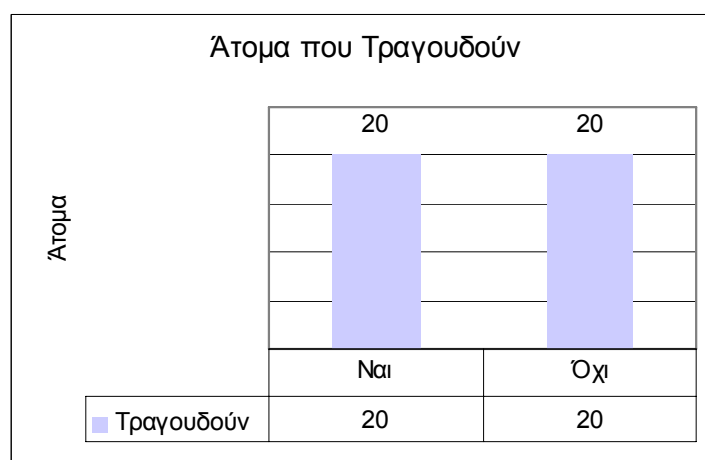
*Γράφημα Π5: Ακροατές με μουσικές γνώσεις*

Στο Γράφημα Π5, φαίνεται πόσοι από τους ακροατές που πήραν μέρος στα τεστ έχουν κάποιες μουσικές γνώσεις.



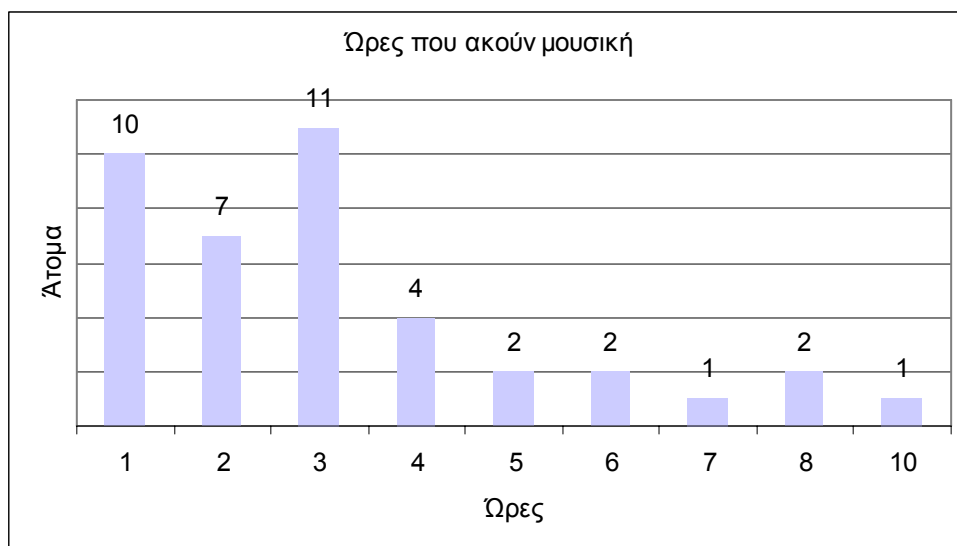
*Γράφημα Π6: Ακροατές με μουσικές γνώσεις*

Στο *Γράφημα Π6*, φαίνεται πόσοι από τους ακροατές που πήραν μέρος στα tests παίζουν κάποιο μουσικό όργανο.



*Γράφημα Π7: Ακροατές που έχουν ασχοληθεί με το τραγούδι*

Στο *Γράφημα Π7*, φαίνεται πόσοι από τους ακροατές που πήραν μέρος στα tests έχουν ασχοληθεί με το τραγούδι.



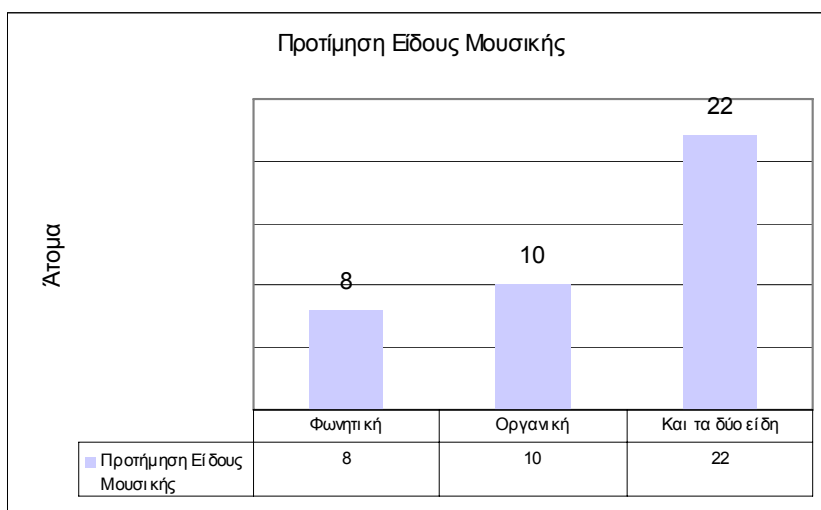
Γράφημα Π8: Ώρες μουσικής ακρόασης ημερησίως

Στο Γράφημα Π8, φαίνονται πόσες ώρες την ημέρα οι ακροατές ακούνε μουσική.



Γράφημα Π9: Ακροατές στους οποίους αρέσουν οι φωνές όπερας

Στο Γράφημα Π9, φαίνεται σε πόσους από τους ακροατές αρέσουν οι φωνές όπερας.



*Γράφημα Π10: Είδος μουσικής που προτιμούν οι ακροατές*

Στο *Γράφημα Π10* φαίνεται το είδος μουσικής που προτιμάνε οι ακροατές.

*formant*: Ο όρος *formant* χρησιμοποιείται για την περιγραφή μίας κορυφής στο συχνοτικό φάσμα ενός ήχου η οποία κορυφή είναι αποτέλεσμα από το συντονισμό που προκαλείται σε κάποιο σημείο ενός μουσικού οργάνου ή ενός φωνητικού συστήματος.

*recitativo*: Αφηγηματικό τραγούδι που περιγράφει πράξεις, σκέψεις και συγκινήσεις. Το ρετσιτατίβο ακολουθεί τη φυσική ροή της γλώσσας και εκτελείται περισσότερο σαν ομιλία με πολύ εκφραστικό τρόπο, παρά σαν τραγούδι. Τα δύο στυλ του ρετσιτατίβο είναι το *secco* (χωρίς συνοδεία) και το *stromentato* ή *accompagnato* στυλ με συνοδεία.

*σοπράνο*: Κατά κανόνα πρόκειται για γυναικείες φωνές αλλά ισχύει και για τη φωνή των παιδιών (*bianca*=λευκή). Τον 17ο και 18ο αιώνα ο όρος χρησιμοποιούνταν και για αντρικές φωνές, ορισμένων τραγουδιστών που λέγονταν *σοπρανίστες*. Ανάλογα με το ηχόχρωμα και την έκταση, η φωνή της σοπράνο διακρίνεται σε δραματική, λυρική και λετζέρα.

*spinto soprano*: (γνωστή και ως *lyrico-spinto*), είναι φωνή όπερας η οποία ηχεί «λαμπερά» και φτάνει ψηλά όπως είναι χαρακτηριστικό για μία σοπράνο. Αυτό που τη διακρίνει είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιεί τις τεχνικές της δραματικής σοπράνο και να έχει πιο «σκοτεινή» χροιά. Μπορεί να χειρίζεται τις δυναμικές αλλαγές με σχετική ευκολία. Το εύρος μίας *Spinto soprano* είναι από C4 μέχρι D6.

*staccato*: Στη μουσική σημειογραφία, η ιταλική λέξη 'staccato' (πληθυντικός: *staccatos* ή *staccati*) υποδηλώνει ότι κάθε νότα παίζεται ξεχωριστά, χωρίς να συνδέεται με την προηγούμενη ή την επόμενη νότα. Υπάρχει μία σιωπή, η οποία διαρκεί ελάχιστα πριν παιχτεί η επόμενη νότα.

*vibrato*: Περιοδική αλλαγή της συχνότητας. Ο όρος αυτός είναι διαφορετικός από το *tremolo*.

*vocal tract*: Το 'vocal tract' είναι εκείνο το σημείο του φωνητικού συστήματος στο οποίο ο ήχος που παράγεται στον λάρυγγα από τον άνθρωπο (σύριγγας στα πουλιά) φιλτράρεται και το ακουστικό αποτέλεσμα είναι αυτό που αντιλαμβάνεται ένας ακροατής.

*κατώφλι ακουστότητας*: Η ελάχιστη ένταση ενός ήχου, μίας ορισμένης συχνότητας, που είναι δυνατόν να ακουστεί· κάτω απ' αυτήν ο ήχος δε γίνεται ακουστός. Όσο μικρότερη τιμή έχει το κ.α., τόσο μεγαλύτερη είναι η ευαισθησία του ακουστικού οργάνου. Για να είναι μεγάλη η ένταση του υποκειμενικού αισθήματος, πρέπει η διαφορά της έντασης του ήχου, που προκαλεί το αίσθημα, από το κατώφλι ακουστότητας να είναι πολύ μεγάλη.

*κατώφλι πόνου :* Η ανώτερη στάθμη ήχου που μπορεί να γίνει αντιληπτή από το αυτί (και να προκαλέσει μόνιμες βλάβες στην ακοή). ορίζεται ως τα 120dB SPL πάνω από το κατώφλι ακοής.

*μεικτή φωνή:* η φωνή που αντιστοιχεί κάπου μετά την μέση της έκτασης της θωρακικής φωνής.

## Παράρτημα Β'

### ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 5.1: αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των τραγουδιστών 1Α ψ.τ. <sup>5</sup>	36
Πίνακας 5.2: αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μουσικών 1Α ψ.τ.	37
Πίνακας 5.3: αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μη μουσικών 1Α ψ.τ.	38
Πίνακας 5.4: αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των τραγουδιστών 1Β ψ.τ.	42
Πίνακας 5.5: αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μουσικών 1Β ψ.τ.	42
Πίνακας 5.6: αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μη μουσικών 1Β ψ.τ.	43
Πίνακας 5.7: αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των τραγουδιστών 1Γ ψ.τ.	47
Πίνακας 5.8: αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μουσικών 1Γ ψ.τ.	47
Πίνακας 5.9: αποτελέσματα των ακροατών της ομάδας των μη μουσικών 1Γ ψ.τ.	48
Πίνακας 5.10: συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ομάδας των τραγουδιστών για το 1Α, 1Β, και το 1Γ ψ.τ.	49
Πίνακας 5.11: συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ομάδας των μουσικών για το 1Α, 1Β, και το 1Γ ψ.τ.	50
Πίνακας 5.12: συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ομάδας των μη μουσικών για το 1Α, 1Β, και το 1Γ ψ.τ.	51
Πίνακας 5.13: ακουστικά παραδείγματα του 2 <sup>ου</sup> ψ.τ.	57
Πίνακας 5.14: κατηγορίες ακροατών	59
Πίνακας 5.15: αποτελέσματα από την αναγνώριση των φωνηέντων	59-60
Πίνακας 5.16α: ποσοστά αναγνώρισης φωνηέντων ανά ομάδα ακροατών	61
Πίνακας 5.16β: αριθμός ακροατών ανά ομάδα, ποσοστό από το σύνολο (2 <sup>ο</sup> ψ.τ.)	62
Πίνακας 5.17α: τραγουδιστικές τεχνικές από τις οποίες αποτελούνται τα ακουστικά παραδείγματα του 3 <sup>ου</sup> ψ.τ.	61
Πίνακας 5.17β: επιτυχία ακροατών για την ολοκλήρωση του 3 <sup>ου</sup> ψ.τ.	67-68

<sup>5</sup> ψ.τ. : συντόμευση του Ψυχοακουστικού Τέστ

Πίνακας 5.18α: αριθμός ακροατών ανά ομάδα, ποσοστό από το σύνολο (3 <sup>ο</sup> ψ.τ)	68
Πίνακας 5.18β: ποσοστά επιτυχίας ανά ομάδα ακροατών για το 3 <sup>ο</sup> ψ.τ.	69
Πίνακας 5.19: επιτυχία ακροατών ανά ακουστικό παράδειγμα (3 <sup>ο</sup> ψ.τ.)	70
Πίνακας 5.20: επιτυχία αναγνώρισης συνθετικών νότων της δραματικής σοπράνο	74
Πίνακας 5.21: επιτυχία αναγνώρισης συνθετικών νότων της λυρικής σοπράνο	74
Πίνακας 5.22: επιτυχία αναγνώρισης συνθετικών νότων της ελαφριάς σοπράνο	74
Πίνακας 5.23α: συνολική επιτυχία για την αναγνώριση των νότων κάθε σοπράνο τραγουδίστριας για το 1Α ψ.τ.	75
Πίνακας 5.23β: επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών, 1Α ψ.τ.	75
Πίνακας 5.24α: συνολική επιτυχία για την αναγνώριση των νότων κάθε σοπράνο τραγουδίστριας για το 1Β ψ.τ.	76
Πίνακας 5.24β: επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών, 1Β ψ.τ.	76
Πίνακας 5.25α: συνολική επιτυχία για την αναγνώριση των νότων κάθε σοπράνο τραγουδίστριας για το 1Β ψ.τ.	76
Πίνακας 5.25β: επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών, 1Γ ψ.τ.	77
Πίνακας 5.26: ποσοστά αναγνώρισης των φωνήεντων για κάθε κατηγορία σοπράνο	79
Πίνακας 5.27: συνολική επιτυχία ανά κατηγορία ακροατών για τα τέσσερα ψ.τ.	84
Πίνακας 5.28: συνολική επιτυχία από την αναγνώριση κάθε κατηγορίας σοπράνο για τα τέσσερα ψ.τ.	84



## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 5.1: ποσοστά αναγνώρισης των νότων της δραματικής σοπράνο (1Α ψ.τ.)	33
Γράφημα 5.2: ποσοστά αναγνώρισης των νότων της λυρικής σοπράνο (1Α ψ.τ.)	34
Γράφημα 5.3: ποσοστά αναγνώρισης των νότων της ελαφριάς σοπράνο (1Α ψ.τ.)	35
Γράφημα 5.4: ποσοστά αναγνώρισης των νότων της δραματικής σοπράνο (1Β ψ.τ.)	39
Γράφημα 5.5: ποσοστά αναγνώρισης των νότων της λυρικής σοπράνο (1Β ψ.τ.)	40
Γράφημα 5.6: ποσοστά αναγνώρισης των νότων της ελαφριάς σοπράνο (1Β ψ.τ.)	41
Γράφημα 5.7: αναγνώριση της δραματικής σοπράνο μετά την ακρόαση άριας	44
Γράφημα 5.8: αναγνώριση της λυρικής σοπράνο μετά την ακρόαση άριας	45
Γράφημα 5.9: αναγνώριση της ελαφριάς σοπράνο μετά την ακρόαση άριας	46
Γράφημα 5.10: αναγνώριση των σοπράνο για το 1Α, 1Β και 1Γ ψ.τ. από τους ακροατές της ομάδας των τραγουδιστών	49
Γράφημα 5.11: αναγνώριση των σοπράνο για το 1Α, 1Β και 1Γ ψ.τ. από τους ακροατές της ομάδας των μουσικών	49
Γράφημα 5.12: αναγνώριση των σοπράνο για το 1Α, 1Β και 1Γ ψ.τ. από τους ακροατές της ομάδας των μη μουσικών	51
Γράφημα 5.13: ποσοστά αναγνώρισης των σοπράνο τραγουδιστριών από την ομάδα των τραγουδιστών μετά την ακρόαση της ομιλίας	52
Γράφημα 5.14: ποσοστά αναγνώρισης των σοπράνο τραγουδιστριών από την ομάδα των μουσικών μετά την ακρόαση της ομιλίας	53
Γράφημα 5.15: ποσοστά αναγνώρισης των σοπράνο τραγουδιστριών από την ομάδα των μη μουσικών μετά την ακρόαση της ομιλίας	53
Γράφημα 5.16: ποσοστά αναγνώρισης των σοπράνο τραγουδιστριών από την ομάδα των τραγουδιστών μετά την ακρόαση της άριας	54
Γράφημα 5.17: ποσοστά αναγνώρισης των σοπράνο τραγουδιστριών από την ομάδα των	

μουσικών μετά την ακρόαση της άριας	55
Γράφημα 5.18: ποσοστά αναγνώρισης των σοπράνο τραγουδιστριών από την ομάδα των μη μουσικών μετά την ακρόαση της άριας	55
Γράφημα 5.20: ποσοστά αναγνώρισης των φωνηέντων από κάθε ομάδα ακροατών	62
Γράφημα 5.21: συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τον πίνακα 5.16β και το γράφημα 5.20	62
Γράφημα 5.22: ποσοστά διάκρισης των φωνηέντων για τις δραματικές σοπράνο	63
Γράφημα 5.23: ποσοστά διάκρισης των φωνηέντων για τις λυρικές σοπράνο	63
Γράφημα 5.24: ποσοστά διάκρισης των φωνηέντων για τις ελαφριές σοπράνο	64
Γράφημα 5.25: ποσοστά επιτυχίας για κάθε κατηγορία ακροατών για το 3 <sup>ο</sup> ψ. τ.	68
Γράφημα 5.26: συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τον πίνακα 5.18β και το γράφημα 5.25	69
Γράφημα 5.27: επιτυχία ανά ακουστικό παράδειγμα για το 3 <sup>ο</sup> ψ. τ.	70
Γράφημα 5.28: ποσοστά αναγνώρισης κάθε συνθετικής νότας του 4 <sup>ου</sup> ψ. τ. από όλους τους ακροατές	72
Γράφημα 5.29: επιτυχία ανά ακροατή για το 4 <sup>ο</sup> ψ. τ.	73
Γράφημα 5.30: συγκριτικά αποτελέσματα για το 1Β και το 1Γ μέρη του 1 <sup>ου</sup> ψ. τ.	78
Γράφημα 5.31: συνολικά αποτελέσματα για την αναγνώριση των σοπράνο	78
Γράφημα 5.32: επιτυχία κατά την διαφορετικότητα / ομοιότητα των δύο φωνών κάθε ακουστικού παραδείγματος, 3 <sup>ο</sup> ψ. τ.	82
Γράφημα 5.33: ποσοστά αναγνώρισης των συνθετικών φωνών σοπράνο από κάθε ομάδα ακροατών, 4 <sup>ο</sup> ψ. τ.	83
Γράφημα 5.34: επιτυχία αναγνώρισης των συνθετικών νότων ανά κατηγορία σοπράνο	84

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 
- (1) Irene Deliege, John Sloboda, *'Perception and Cognition of Music'*, Psychology Press
  - (2) Patrik N. Juslin, John A. Sloboda, *'Music and emotion, theory and research'*, Oxford University press
  - (3) Johan Sundberg, (1991) *'Science of Musical Sounds'*, Academic Press
  - (4) Johan Sloboda, (1988) *Generative Processes in Music, 'The Psychology of Performance, Improvisation, and Composition'*, Oxford University Press
  - (5) Johan Sundberg, *'The Acoustics of the Singing Voice'*, Scientific American
  - (6) Stefanos A Iakovides, Vassiliki TH Iliadou, Vassiliki TH Bizeli, Stergios G Kaprinis, Konstantinos N Fountoulakis, and George S Kaprinis, (2004) *'Psychophysiology and psychoacoustics of music: Perception of complex sound in normal subjects and psychiatric patients'*, Iakovides et al; licensee BioMed Central Ltd.  
[www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=400748](http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=400748)
  - (7) Χ. Ζαχαροπούλου, *'Στατιστική, μέθοδοι – εφαρμογές, τόμος Α'*, εκδόσεις Ζυγός, δεύτερη έκδοση
  - (8) *'Psychoacoustics'* <http://www.music.miami.edu/programs/Mue/mue2003/research/mescobar/thesis/web/Psychoacoustics.htm>

