

**Εργαστηριακές σημειώσεις φωνητικής
για το λογισμικό ανάλυσης Speech Analyzer**

Αθανάσιος Χρ. Πρωτόπαπας

Απρίλιος 2004

Περιεχόμενα

1 Ηχογραφήσεις στον υπολογιστή	1
1.1 Σύνδεση ακουστικών και προετοιμασία υπολογιστή	1
1.2 Διαδικασία ηχογράφησης με το Speech Analyzer	2
2 Μετρήσεις διάρκειας	7
2.1 Γραμμές χρονοσήμανσης (σημάδια)	8
2.2 Μετακίνηση	9
2.3 Χρονική κλίμακα (zoom)	9
2.4 Τμηματική ακρόαση ηχογράφησης	11
2.5 Μετρήσεις διάρκειας	11
3 Χρόνος έναρξης φώνησης	13
3.1 Κλειστά σύμφωνα	13
3.2 Μέτρηση χρόνου έναρξης φώνησης	13
4 Διάρκεια περιόδων και πλάτος θορύβου	16
4.1 Διαχείριση παραθύρων του Speech Analyzer	16
4.2 Περιοδικότητα φώνησης	18
4.3 Μέτρηση πλάτους	20
4.4 Τριβόμενα σύμφωνα	23
5 Κατάτμηση και μεταγραφή ηχογράφησης	24
5.1 Μεταφορά ηχογράφησης από κασέτα στον υπολογιστή	24
5.2 Εντοπισμός ηχογραφήσεων στον υπολογιστή	25
5.3 Χρήση ηχογράφησης σε άλλον υπολογιστή	26
5.4 Κατάτμηση ηχογράφησης σε φθόγγους	28
5.5 Φωνητική μεταγραφή κυματομορφής	33
5.6 Χρήση του IPA Help	36
6 Ύψος φωνής και επιτονισμός	38
6.1 Απεικόνιση καμπύλης ύψους στο Speech Analyzer	38
6.2 Μέτρηση θεμελιώδους συχνότητας	40
7 Συχνότητες αντήχησης στο φάσμα	41
7.1 Απεικόνιση φάσματος στο Speech Analyzer	41
7.2 Μέτρηση αρμονικών συχνοτήτων στο φάσμα	43
7.3 Μέτρηση μορφικών συχνοτήτων στο φάσμα	46
8 Ακουστικός χώρος φωνηέντων	47
8.1 Απεικόνιση φασματογράμματος στο Speech Analyzer	47
8.2 Μέτρηση μορφικών συχνοτήτων	50
8.3 Κατασκευή διαγράμματος μορφικών	52

1 Ηχογραφήσεις στον υπολογιστή

1.1 Σύνδεση ακουστικών και προετοιμασία υπολογιστή

Στο εργαστήριο φωνητικής χρησιμοποιούμε τον ηλεκτρονικό υπολογιστή για να επεξεργαστούμε ηχογραφήσεις ομιλίας, να παρατηρήσουμε τα ακουστικά χαρακτηριστικά της ομιλίας και να κάνουμε μετρήσεις για να συγκρίνουμε τις ακουστικές ιδιότητες των φθόγγων. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές του εργαστηρίου φωνητικής διαθέτουν « κάρτα ήχου », δηλαδή ένα εσωτερικό εξάρτημα που τους επιτρέπει να δέχονται ήχο από εξωτερικές πηγές (π.χ. μικρόφωνα, κασετόφωνα κ.ά.) και να παράγουν ήχο μέσω ακουστικών ή ηχείων. Η χρήση ακουστικών με ενσωματωμένα μικρόφωνα είναι απαραίτητη για να εξασφαλίσει την απρόσκοπτη ατομική εργασία. Τα ακουστικά που διατίθενται στο εργαστήριο διαθέτουν στερεοφωνικό ήχο, ενσωματωμένο μικρόφωνο, ρυθμιστή έντασης, και φυσικά βύσματα σύνδεσης με τον υπολογιστή (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Ακουστικά με ενσωματωμένο μικρόφωνο και ρυθμιστή έντασης, κατάλληλα για πρόχειρες ηχογραφήσεις και παρακολούθηση των ακουστικών αναλύσεων.

Η σύνδεση των ακουστικών με τον υπολογιστή είναι πολύ απλή, αρκεί να προσέξει κανείς τα σύμβολα που υπάρχουν πάνω στα βύσματα (Εικόνα 2) και στο πίσω μέρος του υπολογιστή (Εικόνα 3). Είναι απαραίτητο να συνδεθεί το σωστό βύσμα του μικροφώνου (συνήθως χρώματος λευκού ή ροζ, με μακρόστενο εικονίδιο σε σχήμα μικροφώνου) με την κατάλληλη υποδοχή (επίσης συχνά χρώματος ροζ και με αντίστοιχο εικονίδιο). Επίσης το βύσμα των ακουστικών (συνήθως χρώματος μαύρου ή πράσινου, με εικονίδιο σε σχήμα ακουστικών που μοιάζει με το γράμμα ωμέγα) με την κατάλληλη υποδοχή (επίσης συχνά χρώματος πράσινου και με σύμβολο ένα βελάκι που δείχνει προς τα έξω από τον υπολογιστή). Αν υπάρχουν περισσότερες υποδοχές για ακουστικά τότε επιλέγουμε την πρώτη, η οποία θα έχει την ένδειξη « 1 » ή Line 1. Στην Εικόνα 4 φαίνεται η σωστή τοποθέτηση των ακουστικών

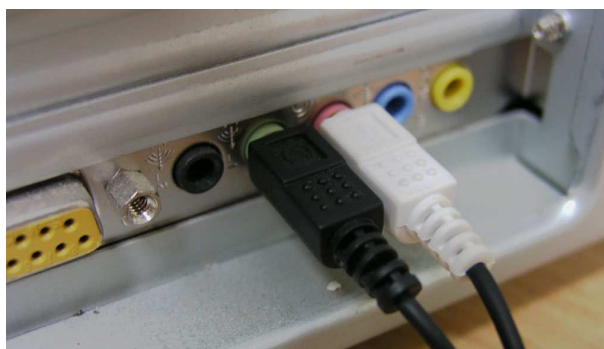


Εικόνα 2: Βύσματα σύνδεσης ακουστικών και μικροφώνου.

στις υποδοχές του υπολογιστή.



Εικόνα 3: Υποδοχές για μικρόφωνο και ακουστικά στο πίσω μέρος του υπολογιστή.



Εικόνα 4: Σωστή σύνδεση μεταξύ ακουστικών και υπολογιστή, με τα βύσματα στις κατάλληλες υποδοχές.

Για να χρησιμοποιηθεί ένας υπολογιστής για φωνητικές αναλύσεις είναι φυσικά απαραίτητη η ύπαρξη της κάρτας ήχου. Χωρίς τέτοια κάρτα δεν υπάρχουν οι κατάλληλες υποδοχές σύνδεσης μικροφώνου και ακουστικών. Μπορείτε να ελέγξετε εύκολα αν ένας υπολογιστής διαθέτει κάρτα ήχου χωρίς να ψάχνετε όλες τις υποδοχές στο πίσω μέρος, αναζητώντας το εικονίδιο ρύθμισης ήχου στην κάτω δεξιά γωνία της οθόνης, κοντά στο ρολόι (κίτρινο μεγαφώνάκι, βλ. Εικ. 12, σελ. 6).

1.2 Διαδικασία ηχογράφησης με το Speech Analyzer

1.2.1 Περίπτωση 1η: κατά την εκκίνηση του προγράμματος

Εκτελούμε το πρόγραμμα Speech Analyzer με διπλό κλικ πάνω στο εικονίδιο του (με το κίτρινο-μπλε ψάρι και την ένδειξη «ΙΧΘΥΣ», βλ. Εικόνα 5). Μόλις ξεκινήσει η εκτέλεση του προγράμματος εμφανίζεται το παράθυρο επιλογής ηχογράφησης (βλ. Εικόνα 6) το οποίο μας επιτρέπει να επιλέξουμε μια προϋπάρχουσα ηχογράφηση ή να δημιουργήσουμε μια νέα. Για να ηχογραφήσουμε νέα δείγματα ομιλίας επιλέγουμε "Record" και εμφανίζεται αμέσως ο πίνακας ελέγχου ηχογράφησης (Εικόνα 7).



Εικόνα 5: Εικονίδιο εκτέλεσης του Speech Analyzer.

Ο πίνακας αυτός ενεργοποιεί το μικρόφωνο και μας επιτρέπει να παρακολουθούμε την ένταση του ήχου ανά πάσα στιγμή, είτε γίνεται ηχογράφηση είτε όχι. Η ένδειξη έντασης αποτελείται από μια σειρά χρωματιστά κουτάκια, πράσινα, κίτρινα και κόκκινα, τα οποία



Εικόνα 6: Η αρχική οθόνη που παρουσιάζεται μόλις εκτελεστεί το πρόγραμμα Speech Analyzer.

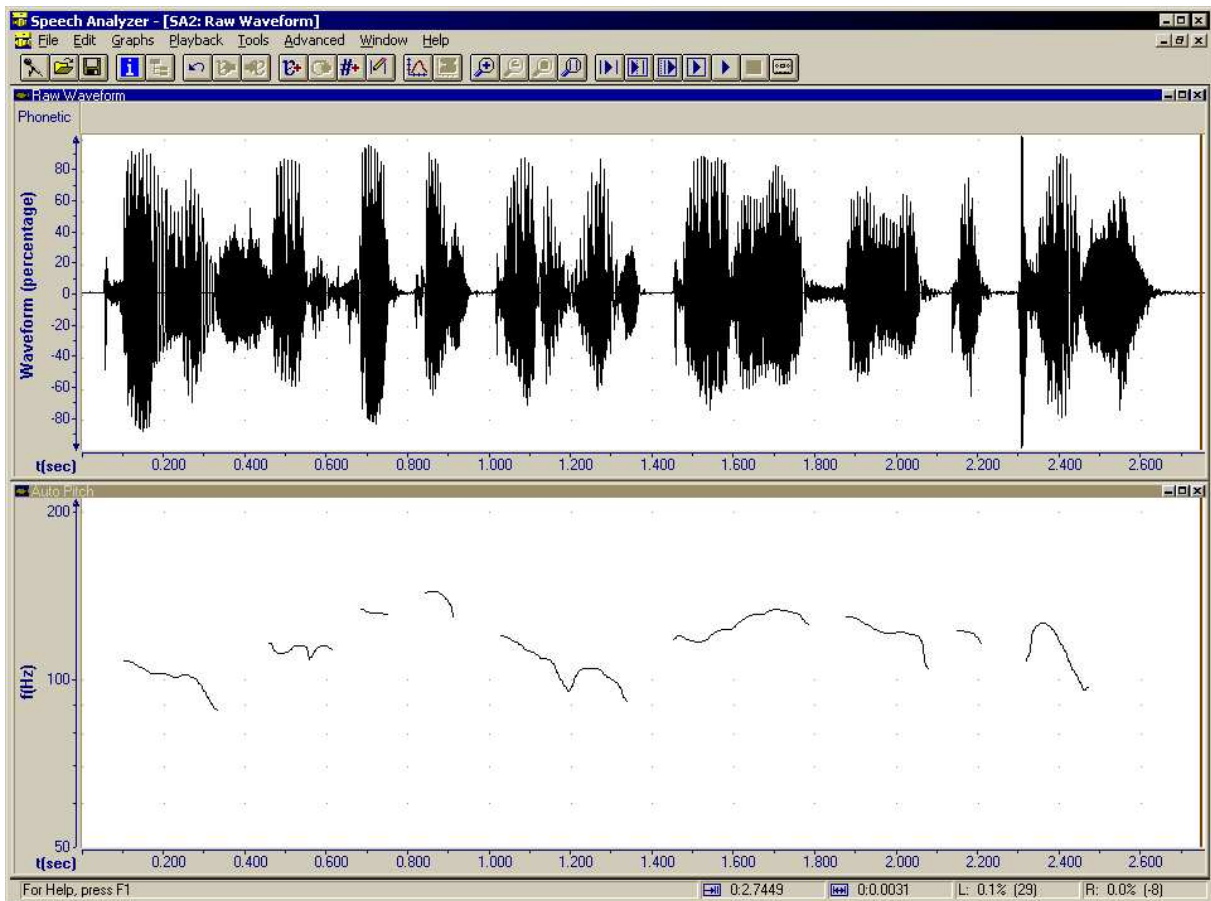


Εικόνα 7: Πίνακας ελέγχου ηχογράφησης του Speech Analyzer.

μεταβάλλονται διαρκώς ανάλογα με τον ήχο της στιγμής. Μια λεπτή χρωματιστή γραμμή παραμένει μερικά δευτερόλεπτα για να μας δείχνει μέχρι πού έχει φτάσει ο δυνατότερος πρόσφατος ήχος, έτσι ώστε αν ξεπεράσουμε την επιτρεπτή ένταση ακόμα και για πολύ μικρό χρονικό διάστημα να προλάβουμε να το δούμε.

Προτού προχωρήσουμε στην ηχογράφηση θα πρέπει να ρυθμιστεί η ένταση του ήχου. Η ρύθμιση αυτή είναι πολύ σημαντική διότι αν ο ήχος είναι υπερβολικά δυνατός τότε αλλοιώνεται κατά την εγγραφή και καθιστά την ηχογράφηση άχρηστη, ενώ αν είναι πολύ σιγανός τότε δεν ξεπερνά επαρκώς το επίπεδο θορύβου και είναι πολύ δύσκολο να τον επεξεργαστούμε, ειδικά τους πιο αδύναμους φθόγγους. Προφέρουμε δοκιμαστικά τα εκφωνήματα που σκοπεύουμε να ηχογραφήσουμε και παρατηρούμε την ένδειξη έντασης του ήχου. Αν η ένταση ξεπερνά την πρώτη κόκκινη γραμμή, έστω και για μια στιγμή, τότε δοκιμάζουμε ξανά είτε μιλώντας πιο σιγά είτε χαμηλώνοντας την ένταση ηχογράφησης του μικροφώνου (βλ. Ενότητα 1.2.4 σχετικά με τη ρύθμιση της έντασης του μικροφώνου). Αντίθετα, αν η ένταση βρίσκεται στη γαλάζια περιοχή και φτάνει στις κίτρινες γραμμές σπανίως ή καθόλου τότε θα πρέπει να δοκιμάσουμε ξανά είτε μιλώντας πιο δυνατά είτε δυναμώνοντας την ένταση του μικροφώνου. Η σωστή ηχογράφηση θα γίνει αν η ένταση βρίσκεται στην κίτρινη περιοχή και ενίοτε φτάνει μέχρι μια κόκκινη γραμμή. Αφού εξασκηθούμε στην ομιλία μας και ρυθμίσουμε κατάλληλα την ένταση του μικροφώνου ώστε να επιτυγχάνουμε το αποτέλεσμα αυτό, τότε προχωράμε στην ηχογράφηση.

Για την πραγματοποίηση της ηχογράφησης πατάμε με το ποντίκι στην περιοχή με τον κόκκινο κύκλο και την ένδειξη "Rec". Μιλάμε στο μικρόφωνο καθαρά, με φυσικότητα, προσεκτικά ή πρόχειρα ανάλογα με το σκοπό της ηχογράφησης, ενώ παρατηρούμε



Εικόνα 8: Η κεντρική οθόνη του Speech Analyzer με στοιχεία από μια ηχογράφιση, όταν το πρόγραμμα είναι ρυθμισμένο για να εμφανίζει αυτόματα δύο περιοχές στην οθόνη, μια για την κυματομορφή στο πάνω μέρος και μια για το ύψος της φωνής στο κάτω.

διαρκώς την ένδειξη έντασης. Για την ένταση ισχύουν ακριβώς τα ίδια όπως και στην προηγούμενη φάση της εξάσκησης. Αν κατά τη διάρκεια της ηχογράφησης διαπιστώσουμε ότι ξεπερνάμε την πρώτη κόκκινη γραμμή ή ότι δεν φτάνουμε συνήθως στην κίτρινη περιοχή τότε σταματάμε την ηχογράφιση (πατώντας με το ποντίκι στην περιοχή με το μαύρο τετραγώνάκι και την ένδειξη "Stop") και ξεκινάμε πάλι από την αρχή. Αν όλα πάνε καλά, τότε αφού ολοκληρωθεί η προγραμματισμένη εκφώνηση πατάμε με το ποντίκι στο "Stop" (για να διακοπεί η ηχογράφιση) και στη συνέχεια πατάμε με το ποντίκι στο "Apply" για να αφήσουμε τον πίνακα ελέγχου ηχογράφησης και να περάσουμε στο πρόγραμμα επεξεργασίας, αντιγράφοντας σε αυτό ό,τι ηχογραφήσαμε. Εμφανίζεται τότε η κεντρική οθόνη του Speech Analyzer (Εικόνα 8) όπου παρουσιάζεται η κυματομορφή της ηχογράφησης μας, ενδεχομένως με πρόσθετα στοιχεία σχετικά με αυτήν, ανάλογα με τις προηγούμενες ρυθμίσεις μας στο πρόγραμμα. (Στην Εικόνα 19 της σελίδας 10 φαίνεται η κεντρική οθόνη όταν δεν χωρίζεται σε επιμέρους « παράθυρα ».)

Μόλις εμφανιστεί η ηχογράφησή μας στην κεντρική οθόνη θα πρέπει να την αποθηκεύσουμε χωρίς καθυστέρηση, δίνοντάς της και μια κατάλληλη ονομασία, είτε πατώντας με το ποντίκι στο εικονίδιο της δισκέτας (βλ. Εικόνα 9) είτε μέσα από τον κατάλογο επιλογών File, επιλογή Save as... Η αποθήκευση δεν πρέπει να αναβάλλεται ποτέ διότι υπάρχει πάντα κίνδυνος να διακοπεί η εκτέλεση του προγράμματος από λάθος του συστήματος και να χαθεί έτσι το αποτέλεσμα της δουλειάς μας.



Εικόνα 9: Εικονίδια αποθήκευσης ηχογράφησης (αριστερά) και έναρξης νέας ηχογράφησης (δεξιά).

1.2.2 Περίπτωση 2η: ενώ εκτελείται το πρόγραμμα

Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του Speech Analyzer είναι πάντα εφικτή η επεξεργασία μιας νέας ηχογράφησης μέσα από το εικονίδιο με το μικρόφωνο (βλ. Εικόνα 9). Πατώντας με το ποντίκι πάνω σε αυτό εμφανίζεται ο πίνακας ελέγχου ηχογράφησης όπως και κατά την έναρξη της εκτέλεσης του προγράμματος, οπότε ακολουθούμε τις ίδιες οδηγίες που δίνονται στην προηγούμενη ενότητα.

Το Speech Analyzer μπορεί να διατηρεί συγχρόνως περισσότερες από μία ηχογραφήσεις. Όμως εμείς δεν θα χρειαστούμε αυτή τη δυνατότητα, κι επιπλέον μπορεί αυτό να μας δημιουργήσει προβλήματα διότι δεσμεύει επιπλέον μνήμη στον υπολογιστή με αποτέλεσμα καθυστερήσεις ή διακοπές. Έτσι καλό είναι πάντα να «κλείνουμε» μια ηχογράφηση προτού «ανοίξουμε» μια προαποθηκευμένη ή ηχογραφήσουμε μια νέα. Για να κλείσουμε την τρέχουσα ηχογράφηση που βλέπουμε στην οθόνη του Speech Analyzer επιλέγουμε File και εν συνεχεία Close στον κατάλογο επιλογών. Η οθόνη του Speech Analyzer αδειάζει και τότε μπορούμε να προχωρήσουμε σε νέα ηχογράφηση ή να ανοίξουμε κάποια άλλη παλιά ηχογράφηση για επεξεργασία.

1.2.3 Ρύθμιση έντασης ήχου στα ακουστικά

Η ρύθμιση της έντασης του ήχου που ακούμε μπορεί να γίνει πολύ εύκολα, είτε από το εξάρτημα που υπάρχει πάνω στο καλώδιο των ακουστικών (Εικόνα 10), είτε από το ρυθμιστή έντασης του συστήματος. Ο ρυθμιστής του συστήματος εμφανίζεται αν πατήσουμε μια φορά με το ποντίκι στο εικονίδιο ρύθμισης ήχου (βλ. Εικ. 12). Από την ένδειξη έντασης μπορούμε να σύρουμε το ρυθμιστικό πάνω-κάτω όσο χρειάζεται. Προσοχή, θα πρέπει το τετραγωνάκι με την ένδειξη Mute να μην είναι τσεκαρισμένο, γιατί αν είναι τότε διακόπτεται κάθε παραγωγή ήχου προς τα ακουστικά.



Εικόνα 10: Ρυθμιστής έντασης ήχου στο καλώδιο των ακουστικών.

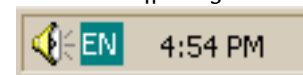
Αν δεν ακούγεται ήχος από τα ακουστικά, ελέγχουμε τρία πράγματα: Πρώτον, το εξάρτημα ρύθμισης των ακουστικών· δεύτερον, την ένδειξη Mute στο ρυθμιστή του συστήματος· και τρίτον, την ίδια τη ρύθμιση της έντασης από το ρυθμιστή αυτόν.

1.2.4 Ρύθμιση έντασης μικροφώνου

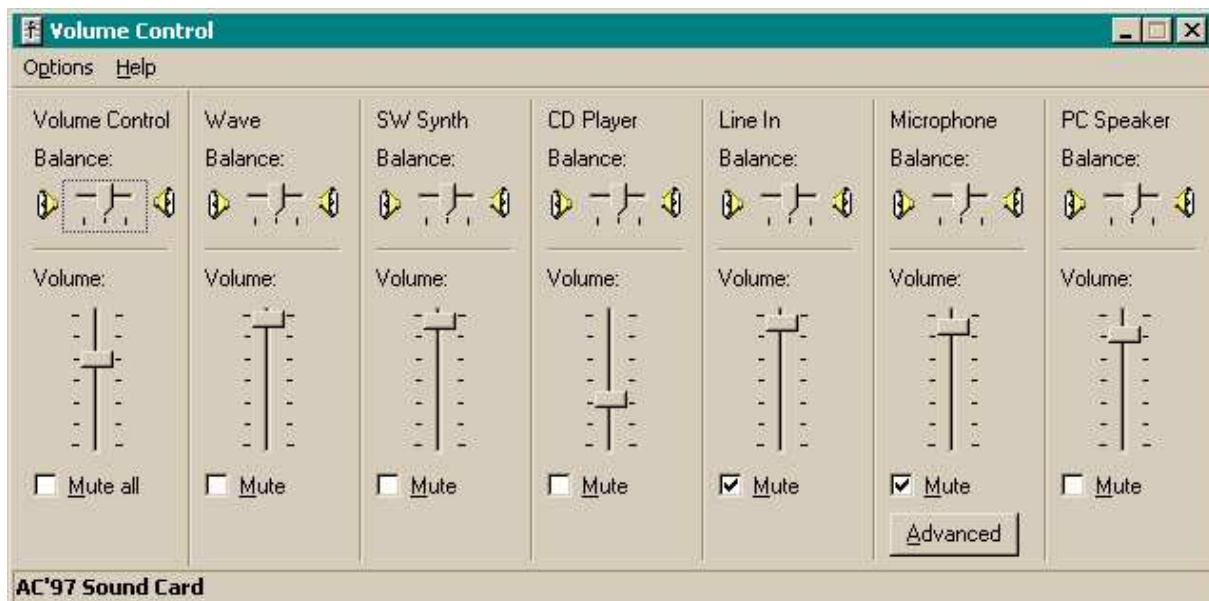
Η ρύθμιση της έντασης του μικροφώνου δεν γίνεται από τον ελεγκτή ηχογράφησης του Speech Analyzer (Εικόνα 7) αλλά πρέπει να γίνει μέσα από το λειτουργικό σύστημα. Για να ενεργοποιήσουμε το πρόγραμμα ρύθμισης έντασης πατάμε δυο φορές με το ποντίκι στο εικονίδιο που απεικονίζει ένα κίτρινο μεγαφωνάκι στο κάτω δεξιά μέρος της οθόνης του υπολογιστή μας, κοντά στο ρολόι (Εικόνα 12). (Παρατήρηση: με μονό κλικ ενεργοποιούμε την ένταση των ακουστικών, δηλαδή πόσο δυνατά να ακούγονται οι ήχοι που παίζει ο υπολογιστής, ενώ εδώ μας ενδιαφέρει η ρύθμιση της έντασης του μικροφώνου, δηλαδή πόσο δυνατά γράφονται στον υπολογιστή αυτά που λέμε στο μικρόφωνο.) Εμφανίζεται τότε ο ελεγκτής ήχου του συστήματος που απεικονίζεται στην Εικόνα 13. Ο ελεγκτής ήχου περιλαμβάνει μια σειρά από ρυθμιστικά, από τα οποία ρυθμίζεται η ένταση του ήχου από τις διαφορετικές πηγές που μπορεί να υπάρχουν στον υπολογιστή. Για παράδειγμα, υπάρχει ένα ρυθμιστικό για την ένταση της μουσικής από CD, άλλο για την ένταση των ήχων που παράγουν τα προγράμματα (Wave), άλλο για την ένταση ήχου εξωτερικών συσκευών (π.χ. κασετόφωνα) που μπορούμε να συνδέσουμε στον υπολογιστή (Line in) κλπ. Στην αριστερή πλευρά υπάρχει το γενικό ρυθμιστικό για τη συνολική ένταση του ήχου (Master). Όλα αυτά τα ρυθμιστικά είναι για την παραγωγή ήχου, όχι για την ηχογράφηση. Συνεπώς για τη ρύθμιση της έντασης του μικροφώνου στην ηχογράφηση πρέπει να αναζητήσουμε το σχετικό πίνακα ελέγχου που αφορά αποκλειστικά στην ηχογράφηση (Recording).



Εικόνα 11: Ρυθμιστής έντασης ήχου του συστήματος.

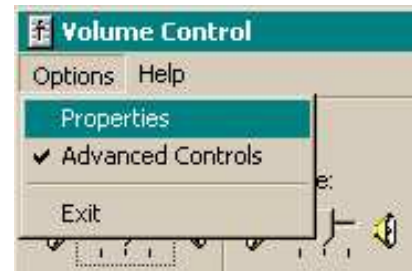


Εικόνα 12: Εικονίδιο ρυθμίσεων ήχου (κίτρινο μεγαφωνάκι) κοντά στο ρολόι του συστήματος.



Εικόνα 13: Ο πίνακας ελέγχου ήχου του συστήματος.

Για να ενεργοποιήσουμε τον πίνακα ελέγχου ηχογραφήσεων, επιλέγουμε Options→Properties (Εικόνα 14) στο παράθυρο του ελεγκτή ήχου και τότε εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο επιλογών, που φαίνεται στην Εικόνα 15. Στο νέο αυτό παράθυρο επιλέγουμε "Recording" πατώντας μια φορά με το ποντίκι και στη συνέχεια επιβεβαιώνουμε πατώντας μια φορά στο "OK" ώστε να εμφανιστεί ο πίνακας ελέγχου ηχογραφήσεων που φαίνεται στην Εικόνα 16. Στον πίνακα αυτό εστιάζουμε στη στήλη με τίτλο Microphone ηχογράφησης μετακινώντας πάνω-κάτω το ρυθμιστή στην κλίμακα Volume. Προσοχή: Το τετραγώνάκι με την ένδειξη Select πρέπει οπωσδήποτε να είναι τσεκαρισμένο, αλλιώς το μικρόφωνο θα αγνοείται από το σύστημα και δεν θα μπορούμε να κάνουμε ηχογράφηση.



Εικόνα 14: Κατάλογος επιλογών στον πίνακα ελέγχου του ήχου.



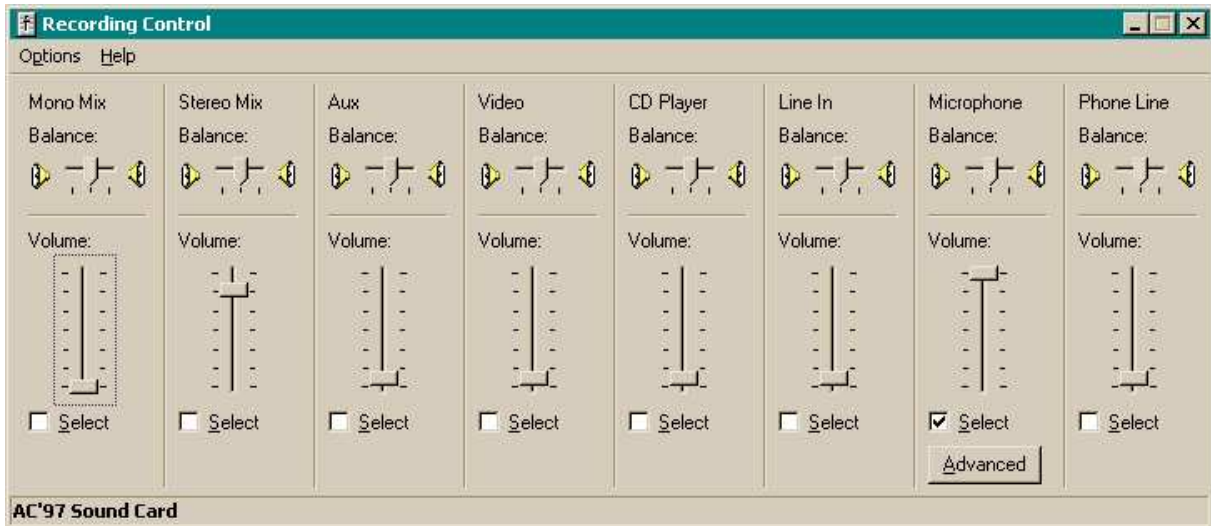
Εικόνα 15: Παράθυρο επιλογών για ρυθμίσεις ήχου.

Μπορούμε να ελέγχουμε τη ρύθμιση της έντασης του μικροφώνου αν έχουμε προηγουμένως ανοίξει το Speech Analyzer και παρακολουθούμε στην ένδειξη έντασης κατά πόσον όταν μιλάμε εμφανίζονται οι κίτρινες μπάρες, σύμφωνα με τις οδηγίες από την ενότητα 1.2.1.

2 Μετρήσεις διάρκειας

Η Εικόνα 19 στη σελίδα 10 δείχνει ένα παράθυρο του Speech Analyzer όπου απεικονίζεται μια κυματομορφή. Για να μετρήσουμε τις διάρκειες των διαφόρων φθόγγων που περιλαμβάνονται στο σήμα της ομιλίας πρέπει να μπορούμε:

- να μετακινούμαστε μέσα στην ηχογράφηση ώστε να εντοπίζουμε κάθε φορά το μέρος που μας ενδιαφέρει



Εικόνα 16: Ο πίνακας ελέγχου ηχογραφήσεων του συστήματος.

- να επιλέγουμε πόσο μεγάλο μέρος της ηχογράφησης θέλουμε να βλέπουμε και με πόση λεπτομέρεια αυτό να απεικονίζεται,
- να ακούμε ένα μέρος της ηχογράφησης, σε σημείο και με διάρκεια της επιλογής μας
- να τοποθετούμε σημάδια που να οριοθετούν το μέρος που μας ενδιαφέρει και με βάση αυτά ο υπολογιστής να μας δείχνει τη διάρκεια του αντίστοιχου τμήματος.

Για την εκτέλεση των λειτουργιών αυτών (και αρκετών άλλων), το Speech Analyzer διαθέτει μια « γραμμή εργαλείων », η οποία φαίνεται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 17.



Εικόνα 17: Η γραμμή εργαλείων του Speech Analyzer.

2.1 Γραμμές χρονοσήμανσης (σημάδια)

Για να κατανοήσουμε μερικές από τις άλλες βασικές λειτουργίες είναι απαραίτητο να εξοικειωθούμε με τη χρήση των δύο γραμμών χρονοσήμανσης, ή απλά *σημαδιών*, όπως θα τα αναφέρουμε στο εξής. Το Speech Analyzer διαθέτει δύο τέτοια σημάδια, τα οποία φαίνονται και στην Εικόνα 19: Το *αριστερό σημάδι*, πράσινου χρώματος, και το *δεξί σημάδι*, κόκκινου χρώματος. Τα δύο αυτά σημάδια χρησιμεύουν για να προσδιορίζουμε τα σημεία και τα διαστήματα της ηχογράφησης που μας ενδιαφέρουν. Το αριστερό σημάδι τοποθετείται πατώντας το αριστερό κουμπί του ποντικιού πάνω στην κυματομορφή (σε οποιοδήποτε σημείο της λευκής περιοχής της οθόνης που περιέχει την κυματομορφή). Το δεξί σημάδι τοποθετείται πατώντας το αριστερό κουμπί του ποντικιού ενώ συγχρόνως κρατάμε πατημένο το πλήκτρο *shift* (↑) στο πληκτρολόγιο.

Αν επιχειρήσουμε να τοποθετήσουμε το αριστερό σημάδι δεξιότερα από το δεξί σημάδι, τότε το δεξί σημάδι θα μετακινηθεί αυτόματα λίγο δεξιότερα, έτσι ώστε πάντα να διατηρείται η σωστή σχέση μεταξύ τους, με το πράσινο σημάδι αριστερά και το κόκκινο δεξιά. Όμοια, αν επιχειρήσουμε να τοποθετήσουμε το δεξί σημάδι πιο αριστερά από το αριστερό σημάδι, τότε θα μετακινηθεί αυτόματα και το τελευταίο. Προτού συνεχίσετε με τις εργασίες επιλογής και μέτρησης, εξασκηθείτε στη μετακίνηση και την τοποθέτηση των δύο σημαδιών.¹

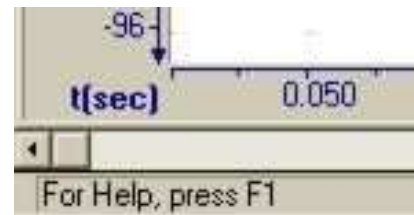
2.2 Μετακίνηση

Στην οθόνη του Speech Analyzer που φαίνεται στην Εικόνα 19, κάτω από την κυματομορφή υπάρχει ένας διάδρομος ολίσθησης, μέσα στον οποίο βρίσκεται ένα τετραγωνάκι. Ο διάδρομος αυτός αντιστοιχεί στο σύνολο της ηχογράφησης ενώ το τετραγωνάκι στο ορατό μέρος της. Στην Εικόνα 18 φαίνεται σε μεγέθυνση η κάτω αριστερή γωνία της οθόνης του Speech Analyzer, όπου φαίνεται καθαρά το τετραγωνάκι μέσα στο διάδρομο ολίσθησης (επίσης φαίνονται οι κλίμακες χρόνου και έντασης για την απεικόνιση της κυματομορφής). Το τετραγωνάκι αυτό μπορούμε να το μετακινήσουμε σύροντάς το με το ποντίκι, δηλαδή κάνοντας κλικ πάνω του με το αριστερό κουμπί του ποντικιού, μετατοπίζοντας το ποντίκι προς τα δεξιά ή αριστερά κρατώντας το κουμπί του ποντικιού πατημένο, και αφήνοντας το κουμπί του ποντικιού όταν το τετραγωνάκι φτάσει στο σημείο που θέλουμε. Εναλλακτικά, μπορούμε να μετακινήσουμε το τετραγωνάκι πατώντας με το ποντίκι πάνω στα βελάκια που βρίσκονται στις άκρες του διαδρόμου ολίσθησης (δεξιά και αριστερά). Σύροντας προς τα αριστερά το τετραγωνάκι μετακινούμαστε προς την αρχή της ηχογράφησης, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται στην οθόνη προηγούμενα τμήματά της. Αντίθετα, σύροντας προς τα δεξιά το τετραγωνάκι μετακινούμαστε προς το τέλος της ηχογράφησης, εμφανίζοντας έτσι στην οθόνη μεταγενέστερα τμήματά της. Στην Εικόνα 18 φαίνεται ότι το τετραγωνάκι βρίσκεται στο αριστερό άκρο του διαδρόμου, συνεπώς το ορατό τμήμα της κυματομορφής είναι το αρχικό της.

Τέλος, ένας ακόμα τρόπος μετακίνησης είναι σύροντας τα σημάδια έξω από τα ορατά σύνορα της κυματομορφής, οπότε μετακινείται το ορατό τμήμα της κυματομορφής για να αποκαλύψει τις νέες θεσεις τους.

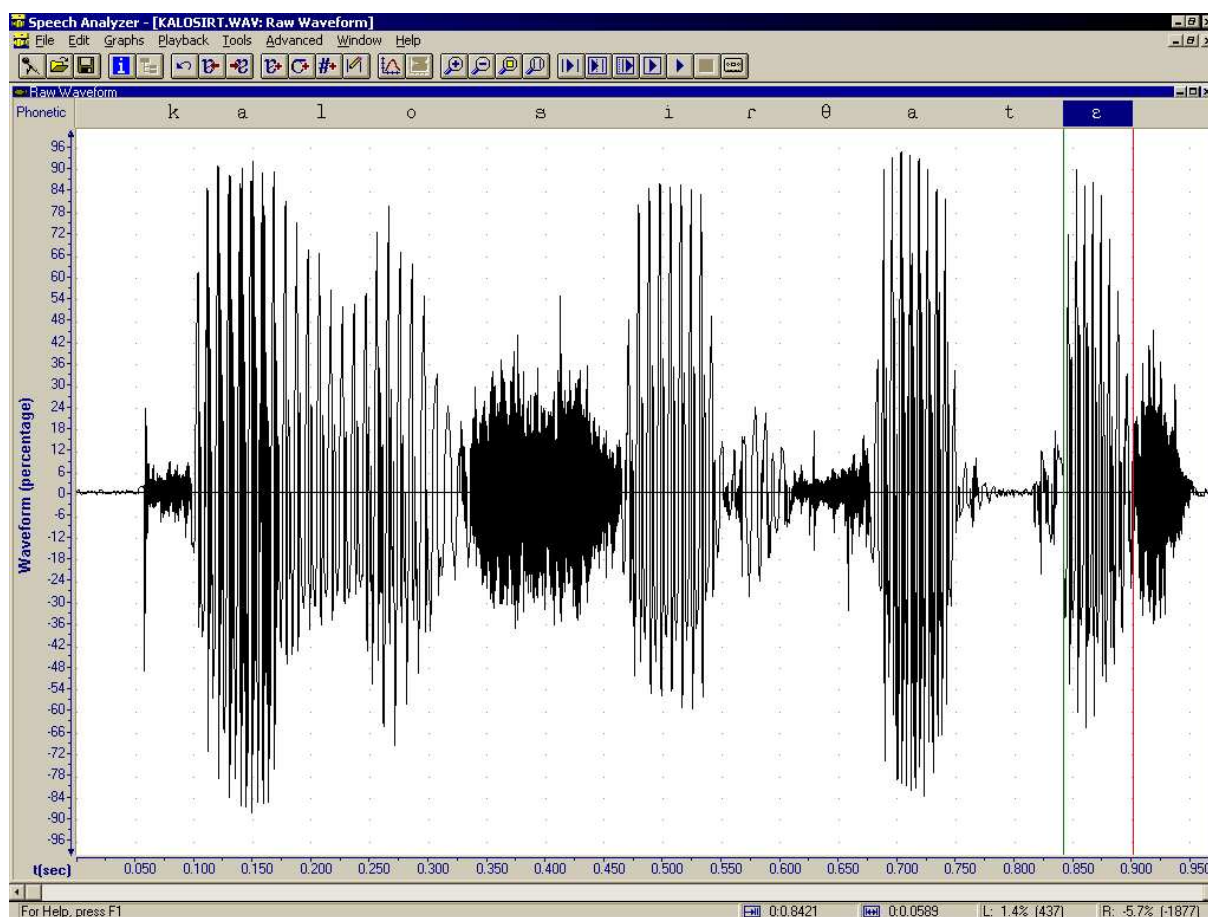
2.3 Χρονική κλίμακα (zoom)

Στην Εικόνα 18 παρουσιάζεται στην οθόνη του Speech Analyzer μια ολόκληρη φράση από μια ηχογράφηση, άρα δεν φαίνονται λεπτομέρειες σε κανένα σημείο της. Ο συνολικός χρόνος από την ηχογράφηση αυτή που εμφανίζεται στην οθόνη είναι λίγο λιγότερος από



Εικόνα 18: Η κάτω αριστερή γωνία της οθόνης του Speech Analyzer. Διακρίνεται ο διάδρομος ολίσθησης για την απεικόνιση της σχετικής θέσης και οι κλίμακες χρόνου και έντασης.

¹Αν τα σημάδια μοιάζουν να μην στέκονται εκεί που τα τοποθετείτε, μπορείτε να επέμβετε σε μια ρύθμιση του συστήματος για να διορθώσετε το πρόβλημα. Επιλέξτε Tools→Options και στην οθόνη που θα εμφανιστεί επιλέξτε Sample ή Zero Crossing στην ενότητα με τίτλο Cursor Alignment κάτω αριστερά.



Εικόνα 19: Η κεντρική οθόνη του Speech Analyzer με στοιχεία από μια ηχογράφιση, όταν το πρόγραμμα είναι ρυθμισμένο για να εμφανίζει αυτόματα μόνο την *κυματομορφή*.

ένα δευτερόλεπτο, περίπου 975 ms (milliseconds, δηλαδή χιλιοστά του δευτερολέπτου). Στο κάτω μέρος της οθόνης, πάνω από το διάδρομο ολίσθησης, φαίνεται η χρονική κλίμακα της παρουσίασης (βλ. και Εικόνα 18 για μεγέθυνση της αριστερής άκρης της κλίμακας). Στην περίπτωση αυτή υπάρχουν χρονικές ενδείξεις κάθε 0.050 δευτερόλεπτα, δηλαδή κάθε 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου.



Εικόνα 20: Εργαλεία αλλαγής χρονικής κλίμακας (zoom) στο Speech Analyzer.

Το Speech Analyzer παρέχει τη δυνατότητα μεγέθυνσης και σμίκρυνσης της κλίμακας θέασης της κυματομορφής, έτσι ώστε να μπορούμε να δούμε τις λεπτομέρειες σε κάθε στιγμή της ηχογράφισης. Τα εργαλεία αλλαγής κλίμακας φαίνονται στην Εικόνα 20. Οι λειτουργίες των εικονιδίων αυτών είναι οι εξής: Πατώντας με το ποντίκι μια φορά στο εικονίδιο με το μεγεθυντικό φακό και το σταυρό (σύμβολο « συν ») εμφανίζεται μικρότερο μέρος της κυματομορφής με αυξημένη χρονική λεπτομέρεια (χρονική « μεγέθυνση », zoom in). Πατώντας στο εικονίδιο με το μεγεθυντικό φακό και την παύλα (« πλην ») εμφανίζεται με-

γαλύτερο μέρος της κυματομορφής (χρονική «σμίκρυνση», zoom out). Ο φακός με το τετραγώνκι απεικονίζει ολόκληρη την ηχογράφιση ανεξάρτητα από τη διάρκειά της και από την τρέχουσα κλίμακα (μέγιστο zoom out). Τέλος, ο φακός με τις δύο κατακόρυφες γραμμές χρησιμοποιείται για να παρουσιαστεί στην οθόνη το τμήμα της κυματομορφής που προσδιορίζεται από τα δύο σημάδια, δηλαδή τις γραμμές χρονικής αναφοράς (αριστερή πράσινη και δεξιά κόκκινη, βλ. Ενότητα 2.1).

2.4 Τμηματική ακρόαση ηχογράφησης

Για την επιλογή των τμημάτων μιας ηχογράφησης που μας ενδιαφέρουν, όπως για παράδειγμα για την απομόνωση και σήμανση μεμονωμένων φθόγγων, το Speech Analyzer επιτρέπει την ακρόαση επιλεγμένων τμημάτων μιας ηχογράφησης. Στην εικόνα 21 φαίνονται τα αντίστοιχα εργαλεία από τη γραμμή εργαλείων του προγράμματος. Προς το παρόν μας απασχολεί κυρίως το πρώτο εικονίδιο από τα αριστερά, αυτό με το σύμβολο ακρόασης (το τριγώνκι) ανάμεσα από δύο γραμμές. Πατώντας μια φορά με το ποντίκι στο εικονίδιο αυτό ακούμετο τμήμα της κυματομορφής που βρίσκεται μεταξύ των σημαδιών (αριστερό πράσινο και δεξί κόκκινο). Για να ακούσουμε ολόκληρη την ηχογράφιση ή από το σημείο του αριστερού σημαδιού ως το τέλος χρησιμοποιούμε τα εικονίδια που βρίσκονται πιο δεξιά.

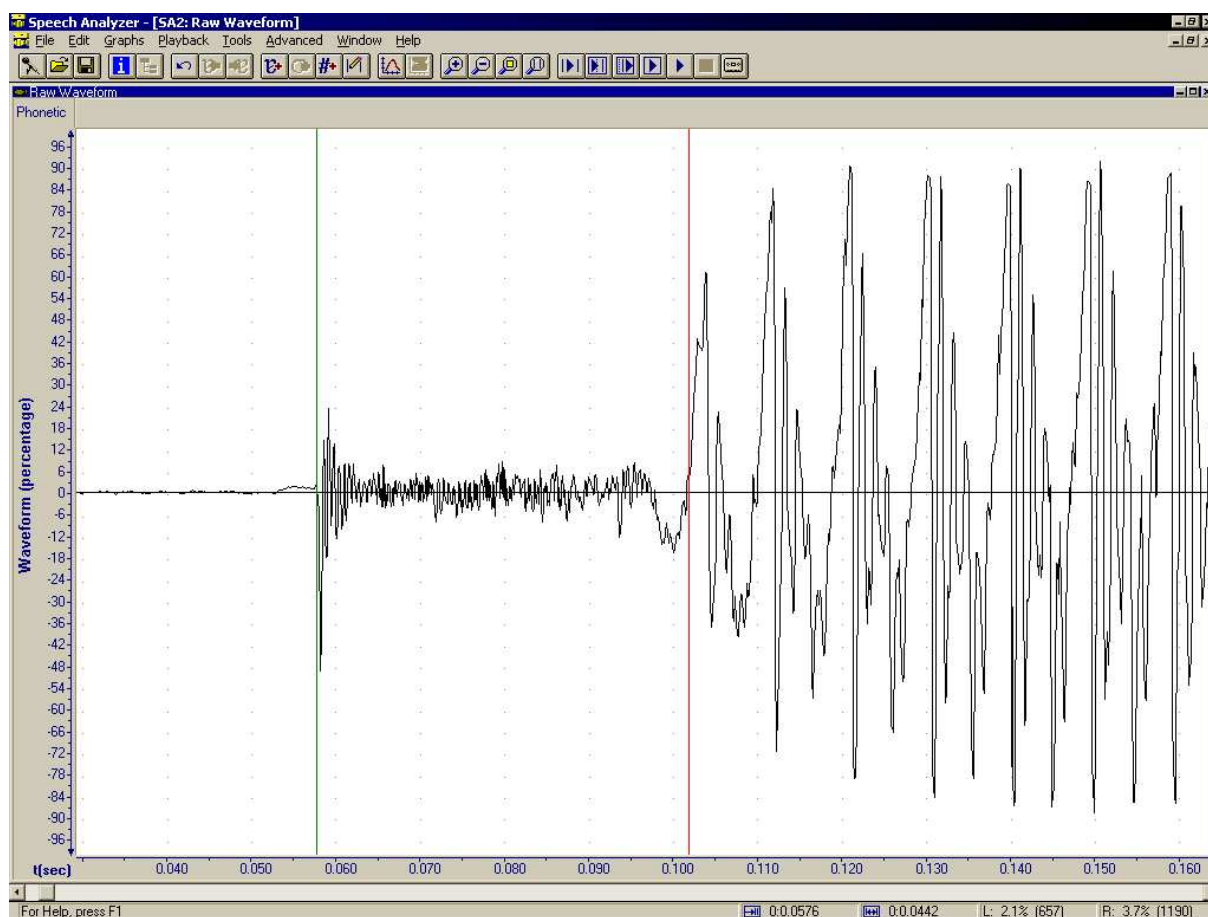


Εικόνα 21: Εργαλεία τμηματικής ακρόασης στο Speech Analyzer.

2.5 Μετρήσεις διάρκειας

Το Speech Analyzer παρουσιάζει αυτόματα τη διάρκεια που αντιστοιχεί στο διάστημα μεταξύ των δύο σημαδιών, όποτε είναι ενεργή η απεικόνιση της κυματομορφής. (Προφανώς, σε μια περίπτωση όπως στην Εικόνα 19, όπου εμφανίζεται μόνο η κυματομορφή, η αυτόματη παρουσίαση της διάρκειας συμβαίνει διαρκώς). Στην Εικόνα 22 (σελ. 12) φαίνεται η οθόνη του προγράμματος όπου απεικονίζεται ένα μέρος της συλλαβής «κα» από τη φράση «καλώς ήρθατε». Η χρονική περίοδος από την έναρξη (άφεση) του «κ» ως την έναρξη (φώνηση) του «α» έχει οριοθετηθεί με τη βοήθεια των γραμμών χρονοσήμανσης (σημαδιών). Παρατηρήστε προσεκτικά το κάτω δεξιά μέρος της οθόνης του Speech Analyzer, το οποίο φαίνεται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 23.

Χωρίζεται σε τέσσερα μέρη, από τα οποία τα δύο πρώτα αφορούν σε χρονικές μετρήσεις ενώ τα δύο τελευταία έχουν να κάνουν με το πλάτος του σήματος και θα μας απασχολήσουν σε άλλη ενότητα. Ο πρώτος λοιπόν αριθμός από αριστερά (0:0.1118 στην εικόνα) αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή της ηχογράφησης όπου έχει τοποθετηθεί το αριστερό σημάδι (η αρχή της ηχογράφησης είναι το χρονικό σημείο μηδέν). Ο αριθμός αυτός γράφεται πάντα με τη μορφή λεπτά:δευτερόλεπτα. Συνεπώς στο παράδειγμα έχουμε θέση του αριστερού σημαδιού σε χρόνο 0 λεπτά και 0.1118 δευτερόλεπτα, ή αλλιώς 0 δευτερόλεπτα και 111.8 χιλιοστά του δευτερολέπτου, μετά την έναρξη της ηχογράφησης. Η συλλαβή «κα» λοιπόν αρχίζει περίπου ένα δέκατο του δευτερολέπτου μέσα στην ηχογράφιση. Ο



Εικόνα 22: Η κεντρική οθόνη του Speech Analyzer απεικονίζοντας τη συλλαβή «κα» από τη φράση «καλώς ήρθατε», με το σύμφωνο «κ», από την άφηση έως τη φώνηση του «α», σημειωμένο μεταξύ των δύο σημαδιών.

δεύτερος αριθμός από αριστερά αντιστοιχεί στη χρονική διάρκεια που περικλείεται μεταξύ το υαριστερού και του δεξιού σημαδιού. Γράφεται με τον ίδιο τρόπο όπως και ο πρώτος, συνεπώς στο παράδειγμα έχουμε διάρκεια διαστήματος 0 λεπτά και 0.0091 δευτερόλεπτα, ή αλλιώς 0 δευτερόλεπτα και 9.1 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Με άλλα λόγια, η διάρκεια του συμφώνου «κ», όπως αυτό έχει οριοθετηθεί από τα δύο σημάδια, είναι κάτι λιγότερο από ένα εκατοστό του δευτερολέπτου.



Εικόνα 23: Απεικόνιση πληροφοριών χρόνου, διάρκειας και έντασης στο Speech Analyzer.

Συμπερασματικά, για να μετρήσουμε τη διάρκεια κάποιου ακουστικού γεγονότος, π.χ./ ενός φθόγγου, πρέπει να ακολουθήσουμε τα εξής βήματα (επαναλαμβάνοντας όσες φορές χρειάζεται):

- Μετακινούμε το απεικονιζόμενο τμήμα ώστε να περιλαμβάνεται στην οθόνη το τμήμα (ο φθόγγος) που μας ενδιαφέρει.

- Επιλέγουμε την κατάλληλη χρονική κλίμακα απεικόνισης ώστε να φαίνεται στην οθόνη η απαραίτητη λεπτομέρεια για να διακρίνουμε τις διαφορές μεταξύ τμημάτων (φθόγγων) και να κρίνουμε που βρίσκονται τα σύνορα μεταξύ τους.
- Τοποθετούμε τα σημάδια στα όρια του τμήματος, δηλαδή στην αρχή και στο τέλος του φθόγγου, όπως αυτό διακρίνεται στην κυματομορφή.
- Ελέγχουμε ακουστικά την επιλογή μας, ακούμε δηλαδή το τμήμα που επιλέξαμε και βεβαιωνόμαστε ότι είναι αυτό που μας ενδιαφέρει. Αν χρειάζεται, μεταβάλλουμε την επιλογή μας ή ελέγχουμε ακουστικά διπλανά τμήματα ώστε να τα αποκλείσουμε από την περιοχή που μας ενδιαφέρει.

Όταν βεβαιωθούμε ότι έχουμε επιλέξει με ακρίβεια ολόκληρο το τμήμα της ηχογράφησης (φθόγγο) που μας ενδιαφέρει και μόνο αυτό, και ότι το έχουμε οριοθετήσει σωστά με τα δύο σημάδια, τότε διαβάζουμε την ένδειξη διάρκειας στο κάτω μέρος της οθόνης και τη σημειώνουμε στον κατάλληλο πίνακα μετρήσεων που έχουμε προετοιμάσει.

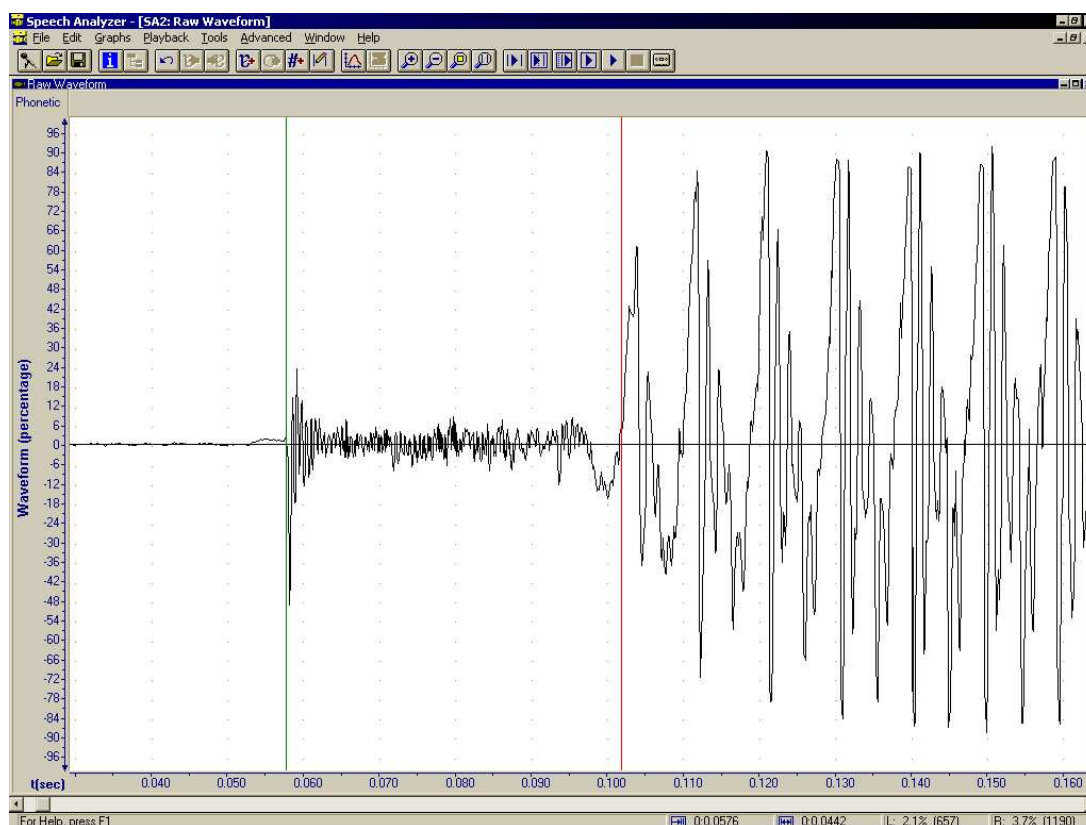
3 Χρόνος έναρξης φώνησης

3.1 Κλειστά σύμφωνα

Μια ομάδα συμφώνων ονομάζονται « κλειστά » διότι για την άρθρωσή τους κλείνει εντελώς η φωνητική οδός και διακόπτεται προσωρινά η ροή του αέρα. Στην ελληνική γλώσσα υπάρχουν τα εξής κλειστά σύμφωνα: p, b, t, d, k, g, c, ʃ. Η διακοπή της ροής του αέρα γίνεται σε κάποιο σημείο της φωνητικής οδού χωρίς να διακόπτεται η διαδικασία της εκπνοής, με αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης του αέρα μέσα στη φωνητική οδό. Για παράδειγμα, για την άρθρωση του [p] η ροή του αέρα διακόπτεται πλήρως με την ένωση των χειλιών, και στη συνέχεια ανεβαίνει η πίεση του αέρα μέσα στη στοματική κοιλότητα. Τότε αποσύρεται απότομα το εμπόδιο (στην περίπτωση του p ανοίγουν τα χείλη) με αποτέλεσμα την ξαφνική εκτόνωση της αυξημένης πίεσης. Η εκτόνωση αυτή ονομάζεται *άφηση* του συμφώνου και προκαλεί μια μικρή « έκρηξη » στο ακουστικό σήμα, η οποία είναι εύκολα ορατή στην κυματομορφή (βλ. Εικόνα 24), ειδικά όταν βρίσκεται σε αρχή εκφωνήματος. Εξαιτίας της μορφής αυτής τα κλειστά σύμφωνα αναφέρονται μερικές φορές ως « εκρηκτικά » παρότι οι ακουστικές τους επιπτώσεις δεν είναι ιδιαίτερα συνταρακτικές.

3.2 Μέτρηση χρόνου έναρξης φώνησης

Η διαδικασία που περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο ισχύει για όλα τα κλειστά σύμφωνα. Κάποια όμως από αυτά είναι « ηχηρά » ενώ άλλα είναι « άφωνα ». Ο διαχωρισμός αυτός επιτυγχάνεται στην παραγωγή της ομιλίας χάρη στο συγχρονισμό της άφησης με τη δόνηση των φωνητικών πτυχών. Συγκεκριμένα, όταν ένα σύμφωνο είναι ηχηρό, τότε οι φωνητικές πτυχές δονούνται νωρίτερα ενώ όταν το σύμφωνο είναι άφωνο τότε αρχίζουν να δονούνται αργότερα. Στα ηχηρά σύμφωνα οι φωνητικές πτυχές μπορεί να αρχίσουν να δονούνται πριν από την άφηση (ή να μη διακόψουν τη δόνησή τους, αν προηγείται φωνούμενος φθόγγος). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται *προφώνηση* και συμβαίνει σχεδόν πάντα

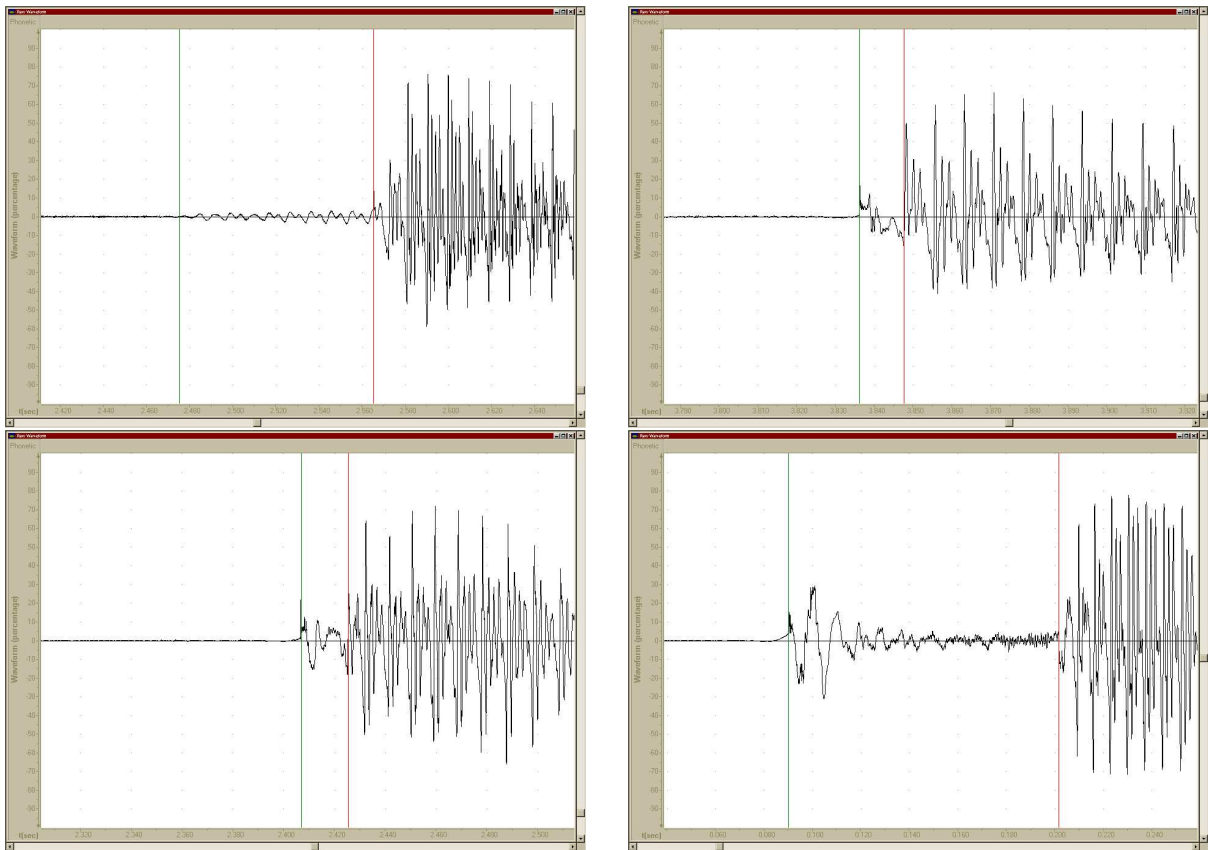


Εικόνα 24: Κυματομορφή της έναρξης της συλλαβής ka από τη φράση «καλώς ήρθατε» με μειωμένο το χρόνο έναρξης φώνησης του k (αριστερό σημάδι στην άφεση, δεξί σημάδι στη φώνηση).

στα ελληνικά. Δεν συμβαίνει συχνά στα αγγλικά, εκτός από περιπτώσεις ιδιαίτερα προσηκτικής άρθρωσης. Όταν πρόκειται για άφωνο σύμφωνο, τότε η δόνηση των φωνητικών πτυχών αρχίζει πάντα μετά από την άφεση. Μπορεί μεταξύ της άφεσης και της φώνησης να μεσολαβεί διάστημα *δασειας εκπνοής*, κάτι που συμβαίνει στα αγγλικά, όχι όμως και στα ελληνικά. Γενικά, ο χρόνος μεταξύ άφεσης και φώνησης ονομάζεται *χρόνος έναρξης φώνησης* (ΧΕΦ) και είναι χαρακτηριστικός για κάθε σύμφωνο σε μια γλώσσα. Ο ΧΕΦ μετράται πάντα με αρχή την άφεση, άρα όταν η φώνηση προηγείται της άφεσης, δηλαδή στην προφώνηση, τότε ο ΧΕΦ είναι αρνητικός.

Για να μετρήσουμε το χρόνο έναρξης φώνησης ενός κλειστού συμφώνου ακολουθούμε την εξής διαδικασία: Πρώτα εντοπίζουμε το φθόγγο ακούγοντας επιλεκτικά διάφορα τμήματα της ηχογράφησης με τη βοήθεια των σημαδιών του Speech Analyzer. Μεγεθύνουμε το τμήμα της κυματομορφής που απεικονίζει το αντίστοιχο διάστημα ώστε να φαίνεται καθαρά η άφεση του φθόγγου αλλά συγχρόνως και η περιοδικότητα της φώνησης (βλ. Εικόνα 25). Ελέγχουμε αν υπάρχει προφώνηση, αν δηλαδή η άφεση βρίσκεται πάνω σε περιοδικό (κυματοειδές) τμήμα της κυματομορφής ή, αντίθετα, αν βρίσκεται σε ήσυχο (επίπεδο) τμήμα.

- Σε περίπτωση προφώνησης εντοπίζουμε την έναρξη της περιοδικότητας στα αριστερά της άφεσης, με προσοχή διότι καμιά φορά μπορεί η προφώνηση να διαρκεί πολλά εκατοστά του δευτερολέπτου. Τοποθετούμε τότε το αριστερό σημάδι εκεί που προ-



Εικόνα 25: Κυματομορφές αρχικών κλειστών συμφώνων με σημειωμένο το χρόνο έναρξης φώνησης σε κάθε περίπτωση. *Πανω:* Ελληνικά b (αριστερά) και p (δεξιά). Ακολουθεί a και στις δύο περιπτώσεις. Προσέξτε την προφώνηση στο b (αριστερό σημάδι στη φώνηση, πριν από την άφηση). *Κάτω:* Αγγλικά b (αριστερά) και p (δεξιά). Ακολουθεί o και στις δύο περιπτώσεις. Προσέξτε τη δασεία εκπνοή στο p, μεταξύ άφησης και φώνησης.

τοφαινεται η περιοδικότητα (ο κυματισμός· εκεί δηλαδή που αρχίζει η προφώνηση). Στη συνέχεια τοποθετούμε το δεξί σημάδι στο σημείο της άφησης, εκεί δηλαδή που παρατηρείται ένα απότομο στιγμιαίο ξέσπασμα στην κυματομορφή. Ο ΧΕΦ θα είναι *αρνητικός* και η διάρκειά του θα ισούται με την απόσταση μεταξύ των σημαδιών (την οποία διαβάζουμε στο κάτω μέρος της οθόνης του Speech Analyzer).

- Όταν δεν υπάρχει προφώνηση τοποθετούμε το αριστερό σημάδι στην άφηση, δηλαδή στο σημείο της ξαφνικής κορυφής της κυματομορφής. Στη συνέχεια τοποθετούμε το δεξί σημάδι εκεί που αρχίζει η περιοδικότητα του φωνήεντος, δηλαδή στο σημείο δεξιά από την άφηση όπου η κυματομορφή ξεκινά να παίρνει το σχήμα που επαναλαμβάνεται στη συνέχεια. Ο ΧΕΦ είναι *θετικός* και ισούται με τη χρονική απόσταση μεταξύ των σημαδιών.

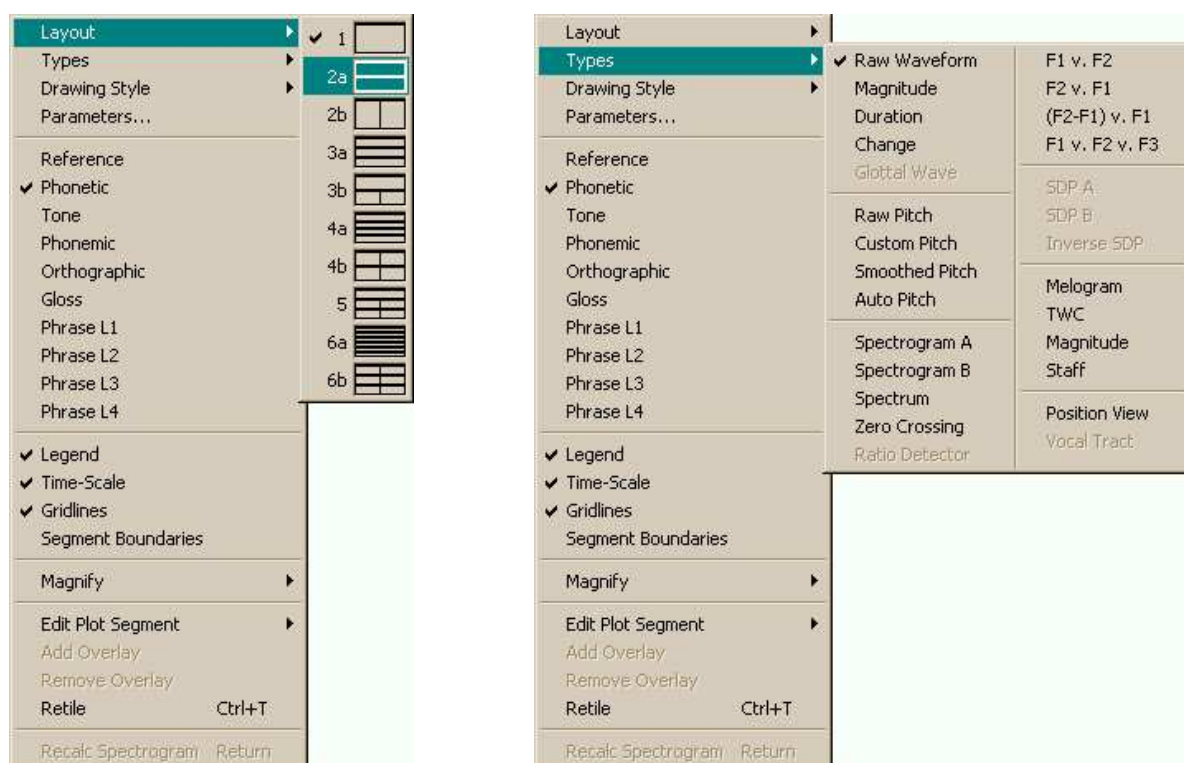
4 Διάρκεια περιόδων και πλάτος θορύβου

4.1 Διαχείριση παραθύρων του Speech Analyzer

Το πρόγραμμα Speech Analyzer επιτρέπει τη ρύθμιση του αριθμού, του είδους, και της σχετικής θέσης των γραφικών παραστάσεων που παρουσιάζει. Συνήθως, μόλις εκκινούμε το πρόγραμμα, εμφανίζεται μόνο η κυματομορφή της ηχογράφησης που κάναμε (ή του αρχείου από παλαιότερη ηχογράφηση που φορτώσαμε). Μπορούμε όμως, συγχρόνως με την κυματομορφή να έχουμε και άλλου είδους παραστάσεις, χρήσιμες για διαφορετικές μετρήσεις και αναλύσεις. Μπορούμε ακόμα και να αντικαταστήσουμε την κυματομορφή με άλλες επιλογές αν αυτό μας εξυπηρετεί.

Για να ρυθμίσουμε την εμφάνιση των παραθύρων του Speech Analyzer πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το δεξί πλήκτρο του ποντικιού ενώ το βελάκι του ποντικιού στην οθόνη βρίσκεται πάνω στην περιοχή της κυματομορφής (ή όποιου παραθύρου γραφικής παράστασης εμφανίζεται στην οθόνη). Μετακινούμε λοιπόν το ποντίκι στην απεικόνιση του ήχου, έξω από τις γραμμές επιλογών και εργαλείων, τις κλίμακες και τους καταλόγους, και πατάμε το δεξί πλήκτρο του ποντικιού μία φορά. Το αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση του καταλόγου επιλογών ρύθμισης εμφάνισης, ο οποίος φαίνεται στην Εικόνα 26.

Η πρώτη επιλογή του καταλόγου ονομάζεται layout και είναι αυτή που μας επιτρέπει να διαμορφώσουμε τον αριθμό και τις θέσεις των διαφορετικών «παραθύρων» που θα



Εικόνα 26: Επιλογές ρύθμισης εμφάνισης του Speech Analyzer. *Αριστερά:* Κατάλογος επιλογών αριθμού και χωροταξικής διεύθεσης παραθύρων απεικόνισης. *Δεξιά:* Κατάλογος απεικονίσεων που μπορούν καταλάβουν μια διαθέσιμη θέση από τα υπάρχοντα παράθυρα.

εμφανίζονται στην οθόνη του Speech Analyzer. Μετακινούμε το ποντίκι πάνω στην επιλογή layout και εμφανίζεται αμέσως ο κατάλογος των διαθέσιμων χωροταξικών επιλογών, όπως φαίνεται στο αριστερό μέρος της Εικόνας 26.

Η εμφάνιση των επιλογών είναι σχηματική, απεικονίζοντας με γραφικό τρόπο το αντίστοιχο αποτέλεσμα στο χώρο απεικόνισης του προγράμματος. Η πρώτη επιλογή, πάνω-πάνω, αντιστοιχεί σε μια μοναδική γραφική απεικόνιση, όπως για παράδειγμα όταν ξεκινάμε το πρόγραμμα και βλέπουμε μόνο την κυματομορφή να καταλαμβάνει όλο το διαθέσιμο χώρο. Η δεύτερη επιλογή αντιστοιχεί σε δύο απεικονίσεις, με τη μια να καταλαμβάνει το πάνω μέρος της οθόνης και την άλλη το κάτω μέρος. Η τρίτη επιλογή αντιστοιχεί και αυτή σε δύο απεικονίσεις, όμως με αυτήν η οθόνη χωρίζεται σε δεξιό και αριστερό τμήμα αντί για πάνω και κάτω. Η επόμενη επιλογή χωρίζει την οθόνη σε τρεις οριζόντιες ζώνες για ισάριθμες απεικονίσεις κ.ο.κ. Όπως μπορείτε να διαπιστώσετε πειραματιζόμενοι, επιλέγοντας μεγάλο αριθμό απεικονίσεων μπορεί να είναι τελικά δύσκολο να διακρίνουμε τις λεπτομέρειες επειδή οι απεικονίσεις είναι μικρότερες, όμως έχουμε στη διάθεσή μας μεγαλύτερο πλήθος πληροφοριών. Μια μέση λύση που αποδεικνύεται συχνά ιδανική είναι ο διαχωρισμός της οθόνης σε δύο οριζόντιες ζώνες για την απεικόνιση της κυματομορφής στο πάνω μέρος και μιας άλλης μέτρησης ή ανάλυσης στο κάτω μέρος. Για τη διάταξη αυτή ενεργοποιούμε τον κατάλογο επιλογών με το δεξί πλήκτρο του ποντικιού, μετακινούμε το ποντίκι στην επιλογή layout, στη συνέχεια μετακινούμε το ποντίκι στη δεύτερη από τις σχηματικές επιλογές που εμφανίζονται και την επιλέγουμε με κλικ στο αριστερό (το συνηθισμένο) πλήκτρο. Αυτόματα η οθόνη αλλάζει μορφή και διαμορφώνεται στη διάταξη που επιλέξαμε.

Αφού ορίσουμε την επιθυμητή διάταξη των παραθύρων απεικόνισης πρέπει να επιλέξουμε τι είδους απεικόνιση θέλουμε να εμφανίζεται σε κάθε παράθυρο. Αυτό γίνεται ξεκινώντας και πάλι από το γενικό κατάλογο επιλογών ρύθμισης εμφάνισης, με δεξί κλικ του ποντικιού μέση στην περιοχή απεικόνισης την οποία θέλουμε να ρυθμίσουμε. Αν δηλαδή θέλουμε να επιλέξουμε τι είδους απεικόνιση να εμφανίζεται στο πάνω μέρος της οθόνης (αντικαθιστώντας την κυματομορφή που συνήθως βρίσκεται εκεί), τότε μετακινούμε το ποντίκι πάνω στην κυματομορφή και κάνουμε εκεί δεξί κλικ. Αν θέλουμε να επιλέξουμε απεικόνιση για το κάτω μέρος της οθόνης, μετά από το διαχωρισμό της οθόνης που κάναμε σύμφωνα με τις προηγούμενες οδηγίες, τότε μετακινούμε το ποντίκι στο κατώτερο παράθυρο απεικόνισης και κάνουμε δεξί κλικ μέσα σε αυτό. Εμφανίζεται ο κατάλογος επιλογών ρύθμισης εμφάνισης και μετακινούμε το ποντίκι στη δεύτερη επιλογή με την ονομασία types (βλ. Εικόνα 26, δεξιά). Έτσι εμφανίζεται ο κατάλογος των διαθέσιμων απεικονίσεων (μετρήσεων, αναλύσεων κλπ.) που φαίνεται στην εικόνα. Για να επιλέξουμε μια απεικόνιση μετακινούμε πάνω σε αυτήν το ποντίκι και την ενεργοποιούμε με αριστερό κλικ.

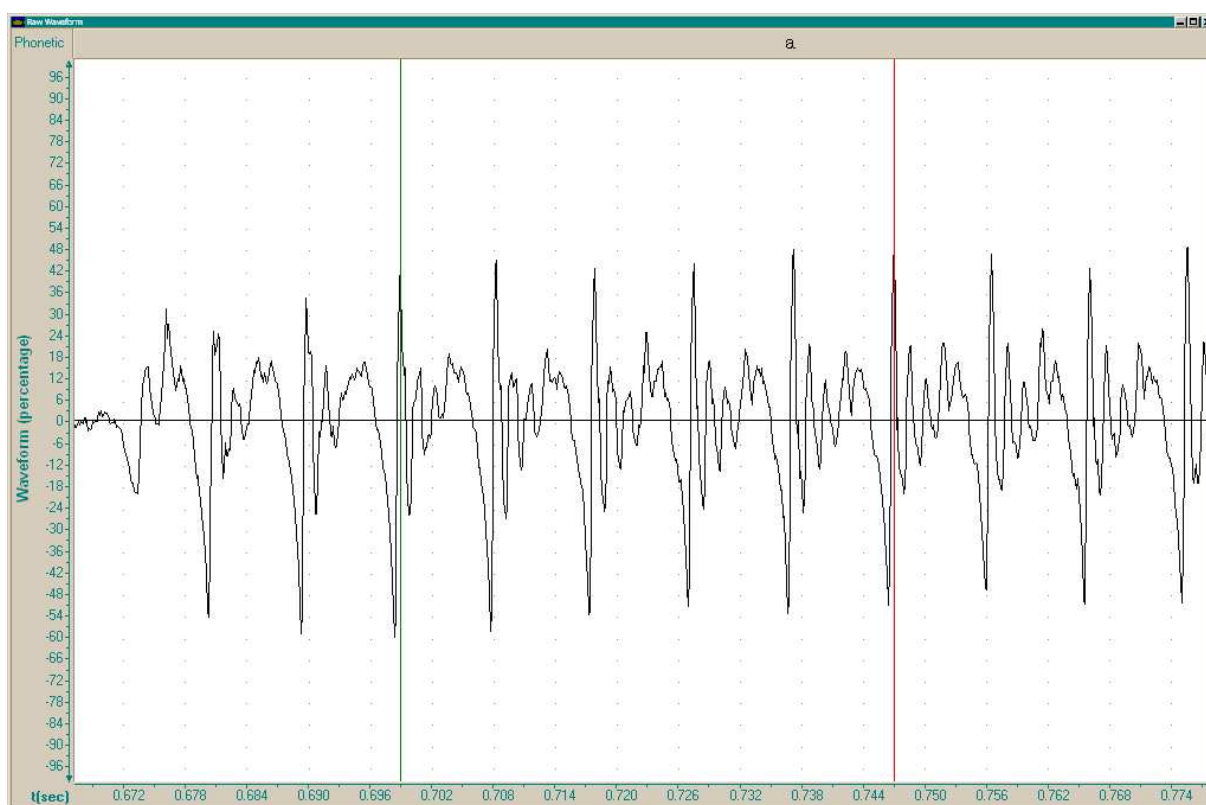
Από τις επιλογές που φαίνονται στην εικόνα, αυτές που θα μας απασχολήσουν συχνότερα είναι: Raw waveform (κυματομορφή), Magnitude (πλάτος), Pitch (ύψος) και ειδικά το Auto Pitch, Spectrum (φάσμα), και Spectrogram (φασματογράμμα), ειδικά το Spectrogram A.

4.2 Περιοδικότητα φώνησης

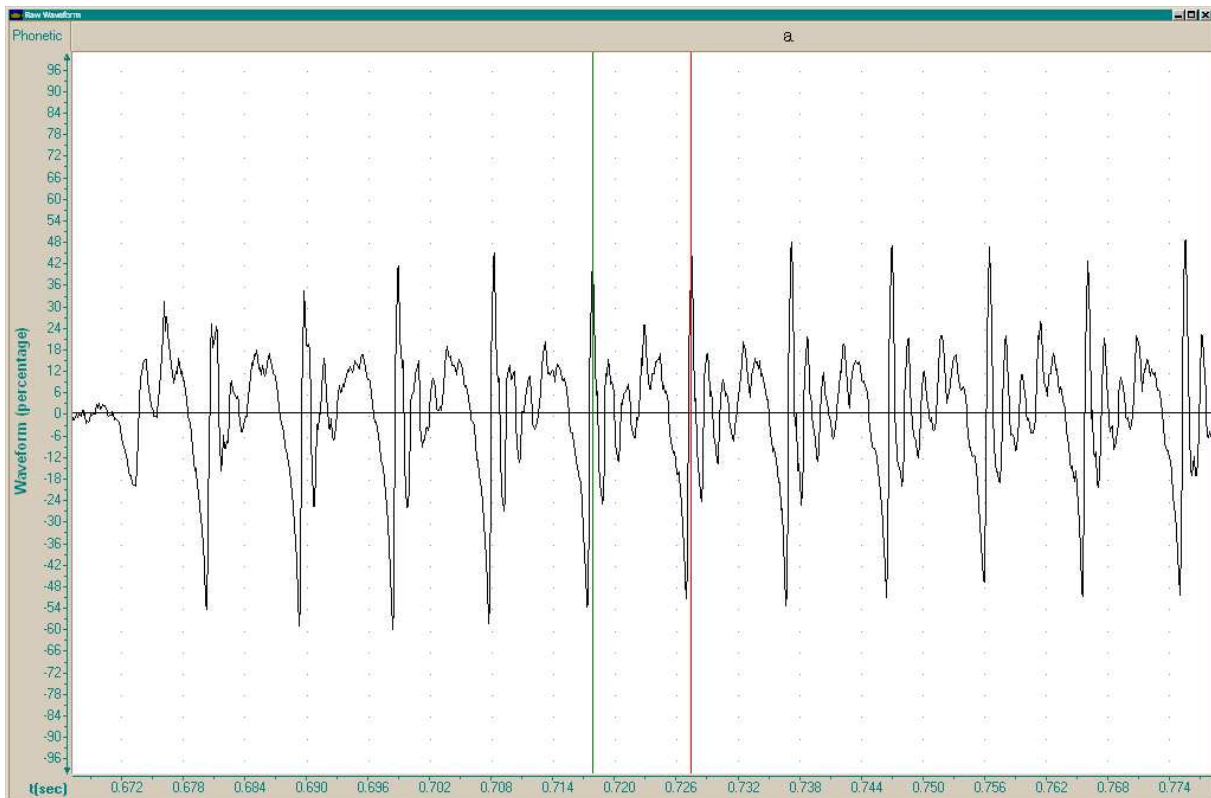
Κάθε φωνούμενος ήχος διακρίνεται από *περιοδικότητα*, δηλαδή επαναλαμβανόμενο σχήμα της κυματομορφής, εξαιτίας της ταλάντωσης των φωνητικών πτυχών, δηλαδή το επαναλαμβανόμενο ανοιγοκλείσιμό τους. Η περιοδικότητα αυτή είναι ιδιαίτερα εμφανής στην κυματομορφή. Στην Εικόνα 27 φαίνεται ένα τμήμα φωνήεντος ([a]) στο οποίο τα σημάδια του Speech Analyzer οριοθετούν πέντε διαδοχικές περιόδους, δηλαδή πέντε ολοκληρωμένες επαναλήψεις του βασικού περιοδικού σχήματος της κυματομορφής. Η ευκολότερη μέθοδος μέτρησης της διάρκειας των περιόδων είναι με χρήση των μεγίστων σημείων τους, όπως στην εικόνα αυτή. Εναλλακτικά, μπορεί κανείς να τοποθετήσει τα σημάδια στο σημείο όπου η κυματομορφή διασχίζει την κεντρική οριζόντια γραμμή ακριβώς πριν από τη μέγιστη κορυφή, ή από οποιοδήποτε άλλο σημείο μπορεί να εντοπιστεί αξιόπιστα σε όλες τις επαναλήψεις. Το πιο αξιόπιστο και επίσης πιο ευδιάκριτο σημείο, κατάλληλο για τη μέτρηση αυτή, είναι πάντως το μέγιστο, συνήθως στο πάνω μισό της κυματομορφής (όπως στην εικόνα) και καμιά φορά στο κάτω μισό.²

Η διαδικασία μέτρησης της περιοδικότητας ενός φωνούμενου φθόγγου είναι η εξής: Πρώτα, εντοπίζουμε το φθόγγο με τη συνήθη μέθοδο της επιλεκτικής ακρόασης. Μετακινούμαστε μέσα στην ηχογράφηση, αρχίζοντας από μεγάλα τμήματα και με διαδοχικές

²Για να μπορείτε να τοποθετήσετε τα σημάδια του Speech Analyzer ακριβώς στο μέγιστο σημείο πρέπει να επιλέξετε « Sample » για την ευθυγράμμιση (Cursor Alignment) από τον πίνακα επιλογών Tools→Options.



Εικόνα 27: Περιοδική κυματομορφή από ένα τμήμα φωνήεντος ([a]) στο οποίο έχει οριοθετηθεί διάστημα πέντε διαδοχικών περιόδων με τα σημάδια του Speech Analyzer.



Εικόνα 28: Περιοδική κυματομορφή από ένα τμήμα φωνήεντος ([a]) στο οποίο έχει οριοθετηθεί διάστημα μιας περιόδου φώνησης με τα σημάδια του Speech Analyzer.

μεγεθύνσεις και επιλογές τμημάτων περιορίζουμε την απεικόνιση της οθόνης στο φθόγγο που μας ενδιαφέρει. Έχοντας ολόκληρο τον επιθυμητό φθόγγο στην οθόνη ελέγχουμε οπτικά και επιβεβαιώνουμε τα όριά του, και στη συνέχεια εντοπίζουμε την περιοχή όπου είναι πιο σταθερός, δηλαδή την περιοχή όπου η κυματομορφή δεν αλλάζει σχήμα (ή μεταβάλλεται λίγο, με αργό ρυθμό). Η περιοχή αυτή είναι συνήθως στο κέντρο ή κοντά στο μέσο της διάρκειας του φθόγγο. Αν υπάρχει ασυμμετρία έντασης στο φθόγγο, π.χ. ξεκινά δυνατά και το πλάτος του σταδιακά μειώνεται (ή το αντίθετο), τότε είναι πιθανό η σταθερότερη περιοχή να βρίσκεται κοντά στη μέγιστη ένταση, δηλαδή όχι ακριβώς στο κέντρο αλλά προς το δυνατότερο άκρο. Όταν εντοπιστεί η σταθερή περιοχή του φθόγγο χρησιμοποιούμε τα σημάδια για να οριοθετήσουμε την κεντρική περίοδο στην περιοχή αυτή. Η τελική τοποθέτηση των σημαδιών πρέπει να γίνει στη μέγιστη μεγέθυνση που μπορεί να δώσει η απεικόνιση του Speech Analyzer. Αν τοποθετήσουμε τα σημάδια σε πιο «απομακρυσμένη» κλίμακα θέασης τότε η ακρίβεια της μέτρησης μειώνεται. Συνεπώς, αφού εντοπίσουμε την κατάλληλη περιοχή του φθόγγο και τοποθετήσουμε περίπου τα σημάδια στα σημεία που θέλουμε, στη συνέχεια χρησιμοποιούμε τα πλήκτρα μεγέθυνσης (με το ειδικό κινούμενο του μεγεθυντικού φακού) για να διευρύνουμε την απεικόνιση και να μπορέσουμε να τοποθετήσουμε τα σημάδια με ακρίβεια στο μέγιστο σημείο τους. Στην Εικόνα 28 φαίνεται τμήμα περιοδικής κυματομορφής φωνήεντος με σημειωμένη μια περίοδο φώνησης ακριβώς.

Για καλύτερες και πιο αξιόπιστες μετρήσεις οριοθετούμε περισσότερες περιόδους στην

κεντρική περιοχή και υπολογίζουμε τη « μέση περίοδο ». Διαιρούμε δηλαδή τη συνολική διάρκεια των περισσότερων περιόδων με τον αριθμό τους. Για παράδειγμα, αν μετρήσουμε τη διάρκεια πέντε περιόδων, όπως στην Εικόνα 27, τότε διαιρούμε τη μέτρησή μας δια του 5 και το αποτέλεσμα είναι η μέση περίοδος της περιοχής αυτής). Φυσικά η διάρκεια της περιόδου φώνησης, και της μέσης περιόδου, μετριέται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms), όπως και οι περισσότερες μετρήσεις διάρκειας σε σήματα ομιλίας.

Το αντίστροφο της περιόδου φώνησης ονομάζεται *συχνότητα* φώνησης, ή ακριβέστερα *θεμελιώδης συχνότητα*. Η συχνότητα μετριέται σε Hertz, δηλαδή κύκλους ανά δευτερόλεπτο, ή επαναλήψεις (φορές) ανά δευτερόλεπτο, και η μονάδα αυτή συμβολίζεται με Hz. Συχνότητα 1 Hz σημαίνει μία επανάληψη κάθε δευτερόλεπτο, 10 Hz σημαίνει δέκα φορές το δευτερόλεπτο κ.ο.κ. Όσο πιο συχνά ανοιγοκλείνουν οι φωνητικές πτυχές, τόσο συντομότερο είναι το διάστημα που μεσολαβεί από ένα άνοιγμα ως το επόμενο. Συνεπώς όσο μικρότερη είναι η περίοδος τόσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα. Αν η συχνότητα είναι 10 Hz τότε η περίοδος θα είναι $\frac{1}{10}$ του δευτερολέπτου (ώστε να χωρέσουν δέκα επαναλήψεις μέσα στο δευτερόλεπτο). Ο τύπος που σχετίζει τη συχνότητα με την περίοδο είναι

$$f = 1/p$$

όπου με f συμβολίζουμε τη συχνότητα και με p την περίοδο, όταν η συχνότητα μετριέται σε Hz και η περίοδος μετριέται σε δευτερόλεπτα (s). Επειδή μετράμε τις διάρκειες, άρα και την περίοδο, σε χιλιοστά του δευτερολέπτου, αντί για 1 πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το 1000, αφού υπάρχουν 1000 χιλιοστά του δευτερολέπτου μέσα σε ένα δευτερόλεπτο.

Αν έχουμε μετρήσει μια περίοδο (ή μέση περίοδο) σε χιλιοστά του δευτερολέπτου, για να υπολογίσουμε τη συχνότητα πρέπει να διαιρέσουμε το 1000 με τη μέτρησή μας. Έτσι, αν η περίοδος είναι 5 ms τότε η συχνότητα είναι $1000 / 5 = 200$ Hz.

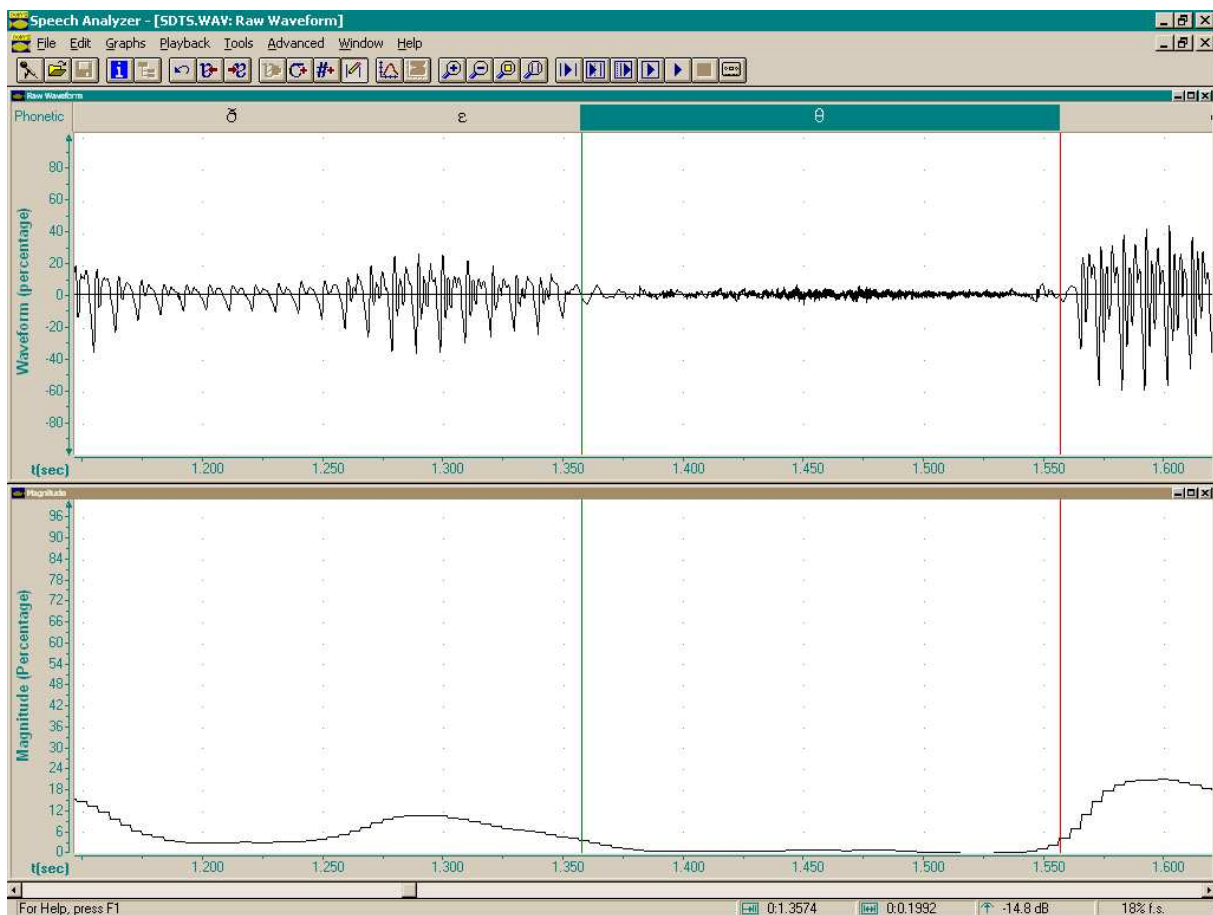
4.3 Μέτρηση πλάτους

Λέγοντας « πλάτος » αναφερόμαστε στο μέγεθος (magnitude) του κύματος, που αντιληπτικά αντιστοιχεί στην ένταση του ήχου. Δηλαδή ένα ηχητικό κύμα μεγάλου πλάτους ακούγεται πιο δυνατό από ένα ηχητικό κύμα μικρότερου πλάτους. Στο Speech Analyzer μπορούμε να απεικονίσουμε το πλάτος μιας κυματομορφής και να μετρήσουμε εύκολα το σχετικό ακουστικό μέγεθος κάθε φθόγγου. Για να μπορούμε να εντοπίζουμε τους φθόγγους που θέλουμε και στη συνέχεια να μετράμε το πλάτος τους είναι χρήσιμο να επιλέξουμε απεικόνιση δύο παραθύρων, διατεταγμένων οριζόντια, όπως στην Εικόνα 29 (σελ. 21). Στην εικόνα αυτή βλέπουμε την κυματομορφή στο πάνω μέρος της οθόνης και το πλάτος στο κάτω μέρος. Για να πετύχουμε τη διάταξη αυτή επιλέγουμε το κατάλληλο σχήμα από τις επιλογές οπτικών ρυθμίσεων (Layout) και θέτουμε ως τύπο της κατώτερης απεικόνισης την επιλογή Magnitude (Μέγεθος) από τις επιλογές Types, σύμφωνα με της οδηγίες της Ενότητας 4.1.

Όταν απεικονίζεται στην οθόνη το πλάτος, μπορούμε να μετρήσουμε οποιοδήποτε σημείο του με απλό κλικ του ποντικιού. Όταν πατάμε (με το αριστερό πλήκτρο) του

ποντικίου μέσα στην περιοχή του πλάτους, τότε στην κάτω δεξιά γωνία της οθόνης του Speech Analyzer εμφανίζονται δύο νέες μετρήσεις, όπως φαίνεται καθαρά στην Εικόνα 30. Οι δύο αυτές μετρήσεις, στα δεξιά των γνωστών μας μετρήσεων της θέσης και διάρκειας που ορίζουν τα σημάδια, αντιστοιχούν στο πλάτος του ήχου στη θέση του αριστερού σημαδιού. Το πρώτο νούμερο δείχνει το πλάτος σε ντεσιμπέλ (dB) και το δεύτερο ως ποσοστό της πλήρους κλίμακας απεικόνισης (f.s., δηλαδή full scale). Όταν η κυματομορφή γεμίζει το παράθυρο που της αντιστοιχεί από πάνω ως κάτω τότε η τιμή του πλάτους γίνεται 100%. Αυτό δεν συμβαίνει σχεδόν ποτέ κι έτσι οι τιμές του ποσοστού αυτού είναι μεταξύ 0 και 99.

Για να μετρήσουμε το πλάτος σε ένα συγκεκριμένο σημείο της κυματομορφής τοποθε-



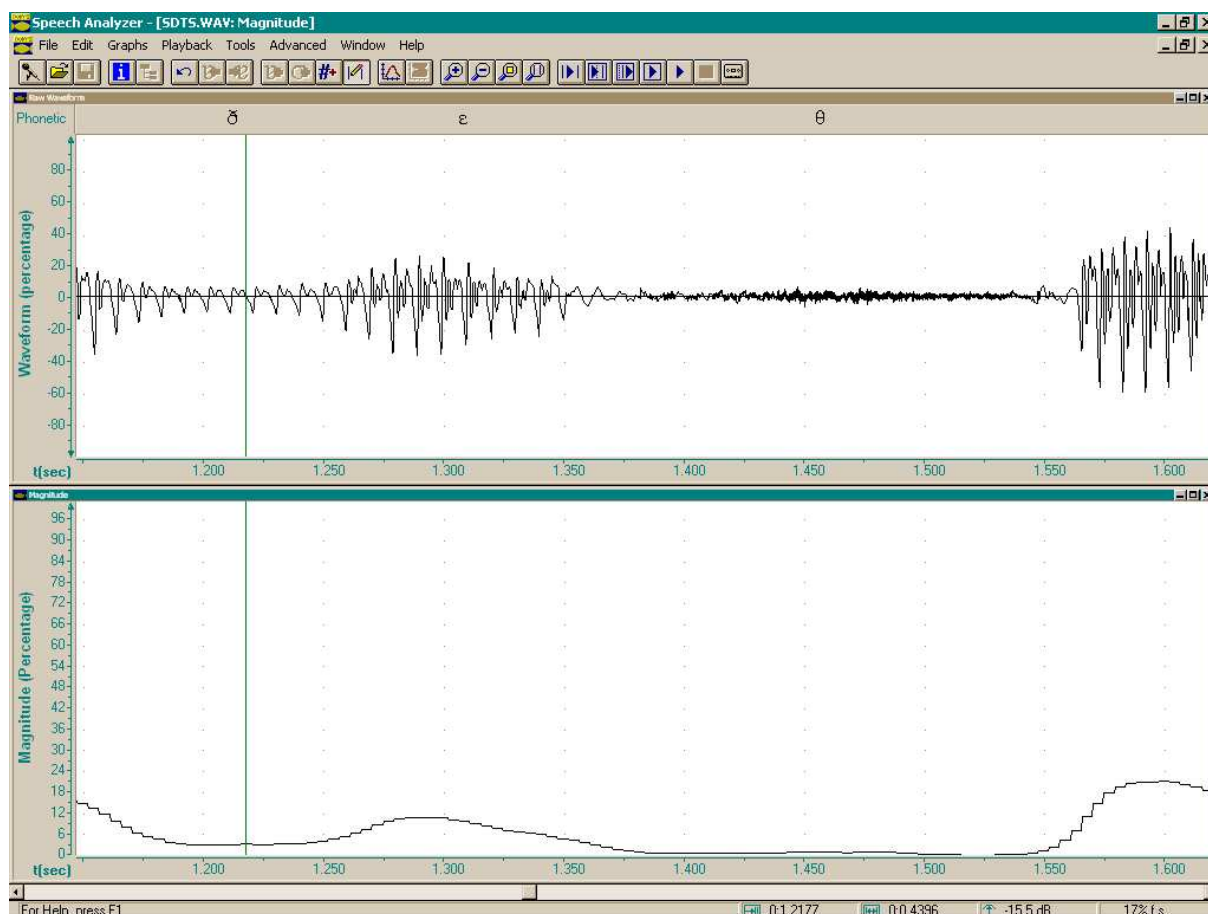
Εικόνα 29: Οθόνη από το Speech Analyzer με ταυτόχρονη απεικόνιση της κυματομορφής (στο πάνω μέρος) και του πλάτους (στο κάτω μέρος). Η επιλεγμένη περιοχή αντιστοιχεί στο φθόγγο [θ].



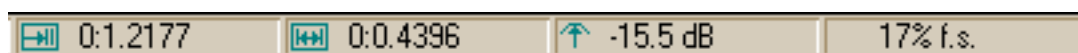
Εικόνα 30: Απεικόνιση από την κάτω δεξιά γωνία της οθόνης του Speech Analyzer όπου διακρίνονται, από αριστερά προς τα δεξιά: Η θέση του αριστερού σημαδιού μέσα στην ηχογράφιση (σε χιλιοστά του δευτερολέπτου), η χρονική διάρκεια μεταξύ των δύο σημαδιών (σε χιλιοστά του δευτερολέπτου), και το πλάτος (μέγεθος) στη θέση του αριστερού σημαδιού, πρώτα σε ντεσιμπέλ και στη δεξιά άκρη ως ποσοστό της πλήρους κλίμακας απεικόνισης.

τούμε το αριστερό σημάδι στην αντίστοιχη θέση της κυματομορφής. Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο παράθυρο του πλάτους στο ίδιο χρονικό σημείο, τοποθετώντας το αριστερό σημάδι στην αντίστοιχη θέση πάνω στην απεικόνιση του πλάτους. Ελέγχουμε ότι το σημάδι παραμένει στη σωστή θέση της κυματομορφής (χωρίς να ξαναπατήσουμε με το ποντίκι στο χώρο της κυματομορφής!). Στη συνέχεια διαβάζουμε στο κάτω δεξιά μέρος της οθόνης την τιμή του πλάτους που μας ενδιαφέρει. Για τις μετρήσεις μας θα χρησιμοποιούμε το ποσοστό πλήρους κλίμακας (τιμή f.s.) και όχι τα ντεσιμπέλ. Οι μετρήσεις του πλάτους παραμένουν στην οθόνη όσο διατηρείται επιλεγμένο το παράθυρο του πλάτους, δηλαδή μέχρι να ξαναπατήσουμε με το ποντίκι μέσα στο χώρο της κυματομορφής.

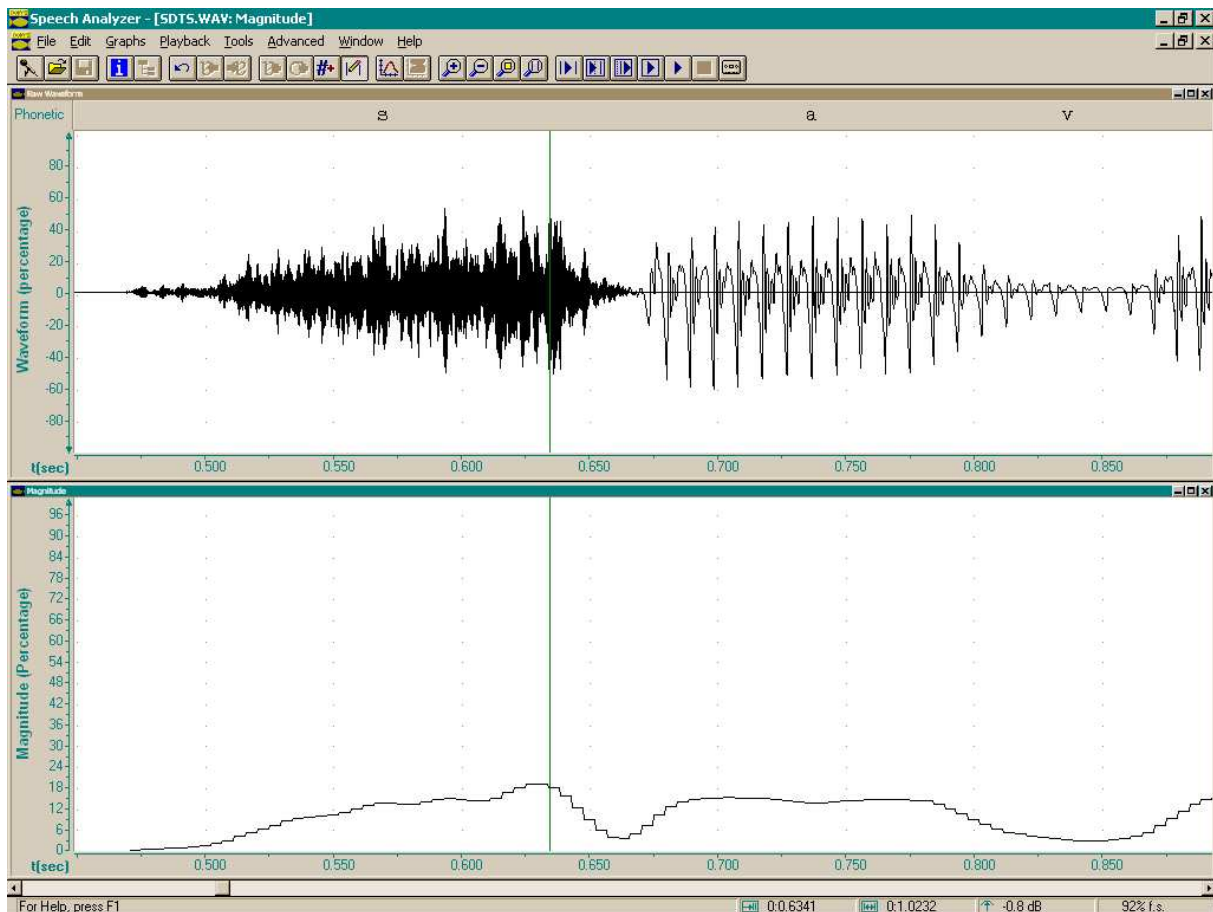
Η μέτρηση του πλάτους ενός φθόγγου μπορεί να γίνει σε πολλά διαφορετικά σημεία του, αν θέλουμε να καταγράψουμε τυχόν αυξομειώσεις της έντασής του. Όταν όμως ζητείται μια μοναδική μέτρηση για κάθε φθόγγο, τότε επιλέγουμε το δυνατότερο σημείο



Εικόνα 31: Οθόνη από το Speech Analyzer με ταυτόχρονη απεικόνιση της κυματομορφής (στο πάνω μέρος) και του πλάτους (στο κάτω μέρος). Η επιλεγμένη περιοχή αντιστοιχεί στο φθόγγο [ð].



Εικόνα 32: Μεγέθυνση της κάτω δεξιά γωνίας της οθόνης του Speech Analyzer από την Εικόνα 31 όπου διακρίνονται οι μετρήσεις θέσης, διάρκειας και πλάτους.



Εικόνα 33: Οθόνη από το Speech Analyzer με ταυτόχρονη απεικόνιση της κυματομορφής (στο πάνω μέρος) και του πλάτους (στο κάτω μέρος). Η επιλεγμένη περιοχή αντιστοιχεί στο φθόγγο [s].

της σταθερής περιοχής του. Το σημείο αυτό είναι συνήθως κοντά στο κέντρο του φθόγγου αλλά μπορεί να βρίσκεται πιο κοντά στο ένα άκρο. Η επιλογή του σημείου γίνεται από την απεικόνιση του πλάτους και όχι από την κυματομορφή. Πρέπει όμως να έχει προηγηθεί η οριοθέτηση του φθόγγου με βάση την κυματομορφή (διότι δεν μπορεί να εντοπιστεί με ακρίβεια ο φθόγγος από την απεικόνιση του πλάτους χωρίς την κυματομορφή). Στην Εικόνα 31 φαίνεται η μέτρηση του πλάτους ενός φθόγγου [ð] και στην Εικόνα 32 απεικονίζεται σε μεγέθυνση το μέρος της οθόνης του Speech Analyzer που περιέχει τις μετρήσεις. Παρατηρήστε την τοποθέτηση του αριστερού σημαδιού στην κεντρική περιοχή του φθόγγου, σε σημείο μέγιστου πλάτους σύμφωνα με την παράσταση του πλάτους και όχι σύμφωνα με την κυματομορφή. Η επιθυμητή τιμή στην περίπτωση αυτή είναι 17.

4.4 Τριτόμενα σύμφωνα

Τα τριτόμενα σύμφωνα χαρακτηρίζονται από ήχο (θόρυβο) που παράγεται όταν ο αέρας της εκπνοής διέρχεται από κάποιο στενό πέρασμα που σχηματίζεται στη φωνητική οδό. Διακρίνονται εύκολα στην κυματομορφή από την ακατάστατη και σχετικά μαυρισμένη εμφάνισή τους, ιδιαίτερα όταν είναι άφωνα. Τα φωνούμενα διακρίνονται δυσκολότερα

διότι η ένταση της φώνησης μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη από την ένταση του θορύβου και να τον σκεπάζει. Όμως και μεταξύ των διαφόρων φθόγγων παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στην ένταση του θορύβου. Συγκρίνετε, για παράδειγμα, τις Εικόνες 31 (στη σελίδα 22) και 29 (στη σελίδα 21), όπου σημειώνονται οι φθόγγοι [ð] και [θ], αντίστοιχα, με την Εικόνα 33, όπου σημειώνεται ο φθόγγος [s]. Παρατηρήστε ότι η ένταση του [s] είναι πολύ μεγαλύτερη από την ένταση του [θ], παρότι είναι και τα δύο άφωνα. Η ένταση του [ð] είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του [θ] αλλά οφείλεται κυρίως στη φώνησή του ενώ ο θόρυβος από την τριβή του [ð] δεν είναι ευδιάκριτος.

Για την οριοθέτηση των τριβόμενων συμφώνων ισχύουν οι ίδιες οδηγίες όπως και για τους άλλους φθόγγους. Η παρουσία του θορύβου διευκολύνει τον εντοπισμό και την ακριβή τοποθέτηση των σημαδιών. Υπενθυμίζεται ότι ο αρχικός εντοπισμός γίνεται με οδηγό την ακουστική παρουσίαση ενώ η τελική τοποθέτηση των σημαδιών γίνεται οπτικά. Αν επιθυμούμε να μετρήσουμε ένα μεμονωμένο φθόγγο (όπως στην εργασία που ακολουθεί) τότε τοποθετούμε τα σημάδια εκεί που τα χαρακτηριστικά του είναι ευδιάκριτα. Για παράδειγμα, σε ένα άφωνο τριβόμενο τοποθετούμε τα σημάδια εκεί που αρχίζει να εμφανίζεται η χαρακτηριστική εικόνα του θορύβου τριβής (ακατάστατη κυματομορφή). Όταν όμως θέλουμε να κατατμήσουμε μια ηχογράφιση σε φθόγγους (όπως στην περίπτωση των Εικόνων 29, 31 και 33), τότε τοποθετούμε τα σημάδια στην ενδιάμεση περιοχή της μετάβασης από τον ένα φθόγγο στον άλλο.

5 Κατάτμηση και μεταγραφή ηχογράφησης

5.1 Μεταφορά ηχογράφησης από κασέτα στον υπολογιστή

Η μεταφορά μιας ηχογράφησης από κασέτα στον υπολογιστή είναι τόσο απλή όσο και η νέα ηχογράφιση με μικρόφωνο. Ανατρέξτε στις Εικόνες 3 και 4 (σελ. 2) για να θυμηθείτε το σχήμα και τη θέση των βυσμάτων σύνδεσης. Για τη σύνδεση του κασετοφώνου στον υπολογιστή χρησιμοποιούμε την υποδοχή Line in (δεύτερη από δεξιά, χρώματος μπλε, όπως αναπαράγεται εδώ στην Εικόνα 34). Το καλώδιο σύνδεσης διαθέτει βύσματα όμοια με αυτά της σύνδεσης των ακουστικών, ίδια και στις δύο άκρες του. Συνδέουμε τη μια άκρη του καλωδίου στον υπολογιστή, στην υποδοχή αυτή. Αν δεν υπάρχει υποδοχή Line in τότε χρησιμοποιούμε καταχρηστικά την υποδοχή του μικροφώνου, αφού αποσυνδέσουμε προσωρινά το μικρόφωνο, αν είναι συνδεδεμένο σε αυτή. Την άλλη άκρη του καλωδίου τη συνδέουμε στο κασετόφωνο, στην υποδοχή με την ένδειξη Line Out, αν υπάρχει, αλλιώς στην υποδοχή με την ένδειξη Ear ή Phone (εξαρτάται από το κασετόφωνο).



Εικόνα 34: Υποδοχές για μικρόφωνο και ακουστικά στο πίσω μέρος του υπολογιστή.

Αν η σύνδεση στον υπολογιστή έγινε σωστά, σε υποδοχή Line in, τότε πρέπει να τροποποιήσουμε το πρόγραμμα ρύθμισης ηχογράφησης ώστε να δέχεται ήχο από την υποδοχή

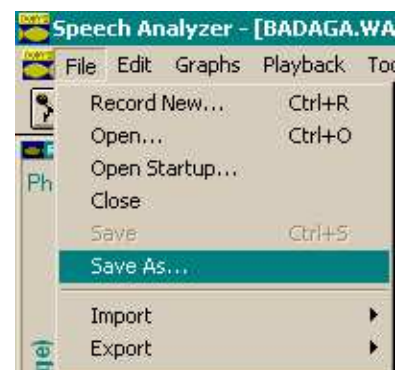
αυτή. Ανατρέξτε στην Ενότητα 1.2.4 (σελ. 6) για τη ρύθμιση της έντασης του μικροφώνου. Ακολουθήστε την ίδια διαδικασία, με μόνη διαφορά όταν φτάσετε στον πίνακα ελέγχου ηχογραφήσεων (Εικόνα 16 στη σελίδα 8) αντί του μικροφώνου να επιλέξετε και να ρυθμίσετε την ένταση της υποδοχής Line in. Το αντίστοιχο ρυθμιστικό βρίσκεται ακριβώς αριστερά από το ρυθμιστικό του μικροφώνου στην εικόνα.

Αν έχετε συνδέσει το κασετόφωνο στην υποδοχή του μικροφώνου και όχι στην ειδική υποδοχή Line in τότε είναι πιθανό ότι θα χρειαστεί να μειώσετε την ένταση της ηχογράφησης από τον πίνακα ελέγχου ηχογραφήσεων, αν δεν μπορείτε να ρυθμίσετε την ένταση από το κασετόφωνο.

Για να πραγματοποιήσετε τη μεταφορά της ηχογράφησης, αφού συνδέσετε κατάλληλα το κασετόφωνο με τον υπολογιστή, εκκινήστε το Speech Analyzer ως συνήθως και επιλέξτε ηχογράφηση κατά την έναρξη. Παίξτε την ηχογράφηση από το κασετόφωνο και ρυθμίστε την ένταση ηχογράφησης με τον ίδιο τρόπο και τα ίδια κριτήρια όπως όταν ηχογραφείτε από μικρόφωνο. Όταν είστε ικανοποιημένοι με τις ρυθμίσεις έντασης τυλίξτε την ταινία στην αρχή της ηχογράφησης που σας ενδιαφέρει, πατήστε το πλήκτρο ηχογράφησης στο Speech Analyzer, και παίξτε την ηχογράφησή σας στο κασετόφωνο από την αρχή ως το τέλος. Όταν τελειώσει, σταματήστε το κασετόφωνο και διακόψτε την ηχογράφηση από το Speech Analyzer. Εισάγετε την ηχογράφηση στο πρόγραμμα ως συνήθως με την επιλογή Apply και αποθηκεύστε την αμέσως με κάποιο κατάλληλο όνομα. Στη συνέχεια μπορείτε να διαχειριστείτε την ηχογράφηση αυτή όπως οποιοδήποτε άλλο αρχείο ήχου στον υπολογιστή. Αποσυνδέστε το κασετόφωνο από τον υπολογιστή, αποκαταστήστε τη ρύθμιση του ελεγκτή ηχογραφήσεων ώστε να λαμβάνει σήμα από το κασετόφωνο και όχι πια από την υποδοχή Line In, και συνεχίστε κανονικά την εργασία σας.

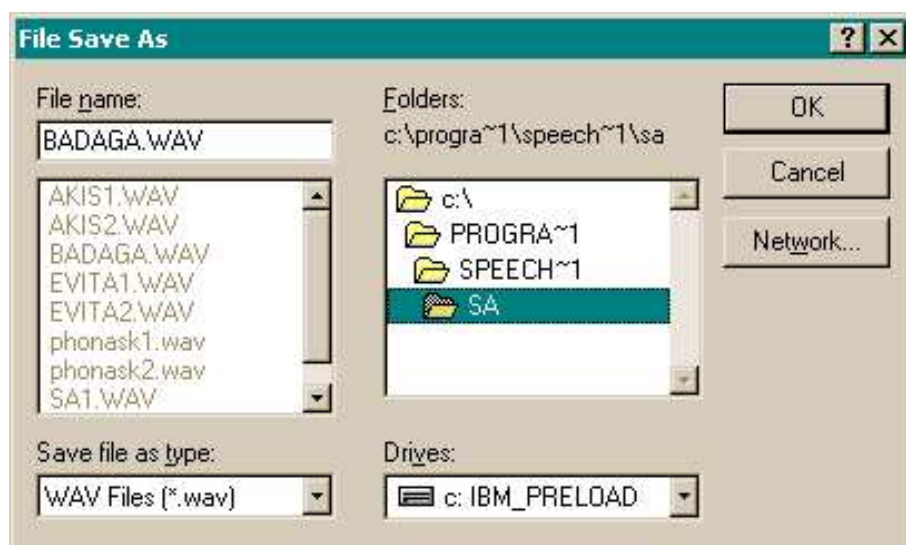
5.2 Εντοπισμός ηχογραφήσεων στον υπολογιστή

Συχνά είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε πού αποθηκεύονται οι ηχογραφήσεις μας στον υπολογιστή, ώστε να μπορούμε να τις σθήσουμε, να τις αντιγράψουμε (π.χ. σε δισκέτα) ή να τις μεταφέρουμε σε άλλον υπολογιστή μέσω του δικτύου. Δεδομένου ότι οι ηχογραφήσεις έχουν πραγματοποιηθεί και αποθηκευτεί με το Speech Analyzer, ο καλύτερος τρόπος για να τις εντοπίσουμε είναι μέσα από το ίδιο το πρόγραμμα. Εκτελέστε το Speech Analyzer και κάντε κατά την εκκίνησή του μια σύντομη ηχογράφηση ή « φορτώστε » μια προϋπάρχουσα – δεν έχει σημασία το περιεχόμενο. Επιλέξτε αποθήκευση από τον κατάλογο επιλογών File→Save As... (Εικόνα 35). Θα εμφανιστεί ένα παράθυρο σαν αυτό που φαίνεται στην Εικόνα 36. Στην αριστερή πλευρά του παραθύρου είναι ο χώρος καταχώρισης ονόματος και ο χώρος επιλογής ηχογραφήσεων. Αγνοήστε την και στρέψτε την προσοχή σας στη δεξιά πλευρά, όπου εμφανίζεται ο τόπος αποθήκευσης μέσα στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή. Εντοπίστε τη λευκή περιοχή στη δεξιά πλευρά, με την επικεφαλίδα Folders, στην οποία εμφανίζονται ορισμένα κίτρινα φακελάκια με διάφορες ονομασίες δίπλα τους. Ση-



Εικόνα 35: Επιλογή αποθήκευσης ηχογράφησης από τον κατάλογο του Speech Analyzer.

μειώστε με ακρίβεια τις ονομασίες αυτές και τη σειρά με την οποία εμφανίζονται. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα που φαίνεται στην Εικόνα 36 θα έπρεπε να σημειώσετε: C:\, PROGRA~1, SPEECH~1, SA.



Εικόνα 36: Παράθυρο αποθήκευσης ηχογράφησης μέσα από το Speech Analyzer.

Οι ονομασίες αυτές αντιστοιχούν στις επιλογές που πρέπει να κάνετε μέσα στον κατάλογο αρχείων του υπολογιστή ώστε να φτάσετε στο χώρο αποθήκευσης των ηχογραφήσεων. Για παράδειγμα, για να αναζητήσετε τις ηχογραφήσεις σας στον ίδιο υπολογιστή έξω από το πρόγραμμα Speech Analyzer, επιλέξτε με διπλό κλικ το εικονίδιο που δείχνει έναν υπολογιστή με τίτλο «Ο υπολογιστής μου» (My Computer) που συνήθως βρίσκεται στην πάνω αριστερή γωνία της επιφάνειας εργασίας. Στη συνέχεια επιλέξτε διαδοχικά, πάντα με διπλό κλικ, τις ονομασίες που έχετε σημειώσει από την προηγούμενη διαδικασία. Αν δεν υπάρχουν με την ακριβή μορφή που τις σημειώσατε χρησιμοποιήστε ό,τι υπάρχει που να αρχίζει με τον ίδιο τρόπο. Σε συνέχεια του προηγούμενου παραδείγματος, βάσει της Εικόνας 36, οι διαδοχικές επιλογές θα έπρεπε να είναι: C:, Program Files, Speech Tools, SA. Με την τελευταία επιλογή θα βρεθείτε στο χώρο αποθήκευσης των ηχογραφήσεων και θα πρέπει να εντοπίσετε όποια ηχογράφηση ζητάτε βάσει της ονομασίας που της δώσατε όταν την αποθηκεύσατε μέσα από το Speech Analyzer.

5.3 Χρήση ηχογράφησης σε άλλον υπολογιστή

Για την εκτέλεση των εργασιών σας μπορεί να χρειαστεί ορισμένες φορές να εργαστείτε σε διαφορετικούς υπολογιστές, χρησιμοποιώντας την ίδια ηχογράφηση. Άρα θα πρέπει να μεταφέρετε την ηχογράφησή σας από τον έναν υπολογιστή στον άλλο. Ο ένας τρόπος είναι να χρησιμοποιήσετε μια δισκέτα, αν η ηχογράφησή σας είναι αρκετά σύντομη ώστε να χωράει. Στην περίπτωση αυτή αρκεί να εντοπίσετε την ηχογράφησή σας (σύμφωνα με τις οδηγίες της προηγούμενης ενότητας) και να την αντιγράψετε στη δισκέτα. Για την αντιγραφή πατήστε δεξί κλικ μια φορά πάνω στο εικονίδιο του αρχείου της ηχογράφησής σας και επιλέξτε πρώτα «Αποστολή σε...» (Send To...) και στη συνέχεια «Δισκέτα (A:)» (Floppy). Η ηχογράφησή σας θα αντιγραφτεί απευθείας στη δισκέτα.

Μεταφέρετε τη δισκέτα στον άλλο υπολογιστή και βρείτε στο νέο αυτό υπολογιστή πού αποθηκεύονται οι ηχογραφήσεις του Speech Analyzer ακολουθώντας τις οδηγίες της προηγούμενης ενότητας. Μετακινηθείτε στο χώρο της δισκέτας από το «Ο υπολογιστής μου» ή μέσω του Windows Explorer. Πατήστε δεξί κλικ πάνω στο αρχείο της ηχογράφησής σας στο χώρο της δισκέτας και επιλέξτε «Αντιγραφή» (Copy). Μετακινηθείτε τώρα στο χώρο αποθήκευσης ηχογραφήσεων και πατήστε δεξί κλικ μέσα σε αυτόν (στον κενό χώρο, όχι πάνω σε κάποιο από τα υπάρχοντα αρχεία). Ολοκληρώστε τη μεταφορά επιλέγοντας «Επικόλληση» (Paste). Αφαιρέστε τη δισκέτα και εκκινήστε το Speech Analyzer. Κατά την εκκίνηση μην ηχογραφήσετε νέα ομιλία επιλέγοντας Record, αλλά εντοπίστε το αρχείο που μόλις αντιγράψατε στον κατάλογο που σας παρουσιάζεται, επιλέξτε το με το ποντίκι και πατήστε «OK».

Για μεταφορά της ηχογράφησής σας μέσω του δικτύου, μεταξύ υπολογιστών που βρίσκονται σε κάποιο από τα εργαστήρια πρέπει να ακολουθήσετε τα εξής βήματα :

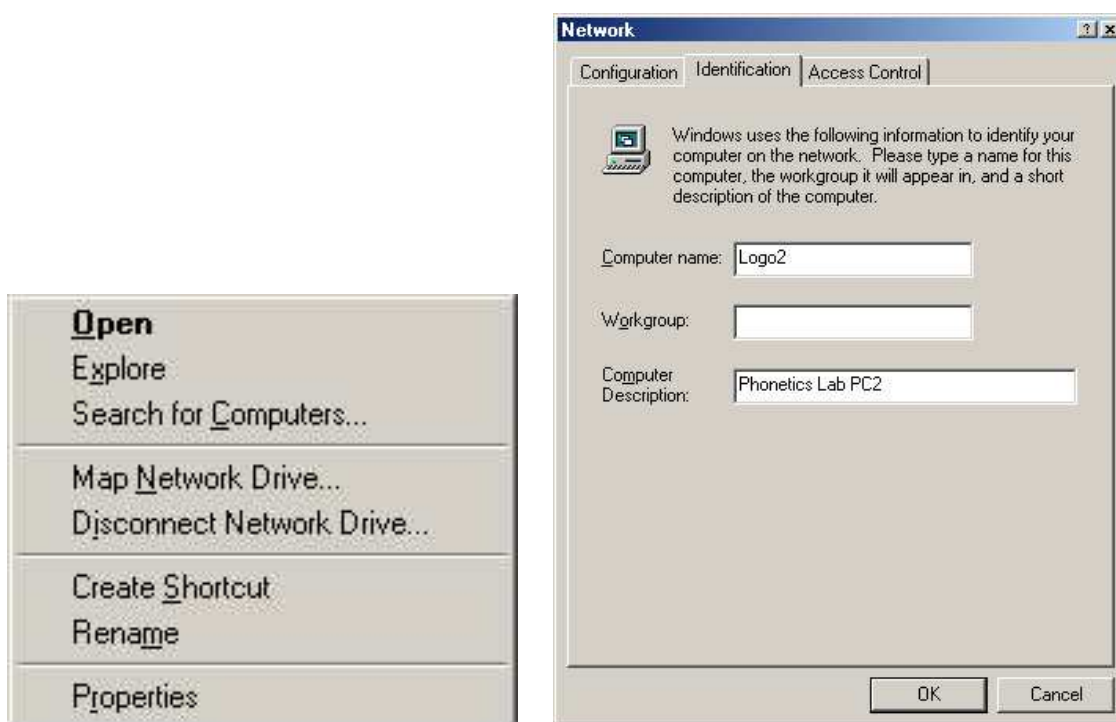
1. Βεβαιωθείτε ότι ο υπολογιστής στον οποίο βρίσκεται η ηχογράφησή σας είναι αναμμένος και εντοπίστε το χώρο αποθήκευσης της ηχογράφησής σύμφωνα με τις οδηγίες της προηγούμενης ενότητας. Σημειώστε τη σειρά επιλογών που θα σας οδηγήσει στο αποθηκευμένο αρχείο με την ηχογράφησή σας.

2. Σημειώστε την ονομασία με την οποία είναι συνδεδεμένος ο υπολογιστής αυτός στο δίκτυο. Για να βρείτε την ονομασία πατήστε δεξί κλικ στο εικονίδιο περιοχής δικτύου (που φαίνεται δεξιά).



Στον κατάλογο επιλογών που θα εμφανιστεί (Εικόνα 37, αριστερά) επιλέξτε «Ιδιότητες» (Properties), και στο νέο παράθυρο που θα δείτε επιλέξτε «Ταυτότητα» (Identification), όπως στην Εικόνα 37 (δεξιά). Καταγράψτε την ονομασία που βλέπετε στο πεδίο με τίτλο «Όνομα υπολογιστή» (Computer Name). Στο παράδειγμα της Εικόνας 37 η ονομασία είναι Logo2. Προσέξτε να σημειώσετε την ονομασία πλήρως και όπως ακριβώς τη βλέπετε.

3. Στον υπολογιστή όπου πρόκειται να εργαστείτε, πατήστε διπλό κλικ στο εικονίδιο της περιοχής δικτύου και εντοπίστε την ονομασία του υπολογιστή στον οποίο βρίσκονται οι ηχογραφήσεις σας, την οποία σημειώσατε στο προηγούμενο βήμα. Επιλέξτε τον υπολογιστή αυτόν με διπλό κλικ.
4. Ακολουθήστε τη σειρά επιλογών που σημειώσατε στο πρώτο βήμα για να φτάσετε στο χώρο αποθήκευσης της ηχογράφησής σας στον απομακρυσμένο υπολογιστή. Εντοπίστε το αρχείο της ηχογράφησής σας και πατήστε δεξί κλικ πάνω του. Επιλέξτε «Αντιγραφή» (Copy).
5. Εκκινήστε το Speech Analyzer και εντοπίστε πού αποθηκεύονται οι ηχογραφήσεις στον υπολογιστή όπου θα εργαστείτε. Ελαχιστοποιήστε το παράθυρο του Speech Analyzer (πατώντας στην παυλίτσα που βρίσκεται στην πάνω δεξιά γωνία του) και μετακινηθείτε στο χώρο αυτό από το «Ο υπολογιστής μου» (My Computer) ή μέσω του Windows Explorer.

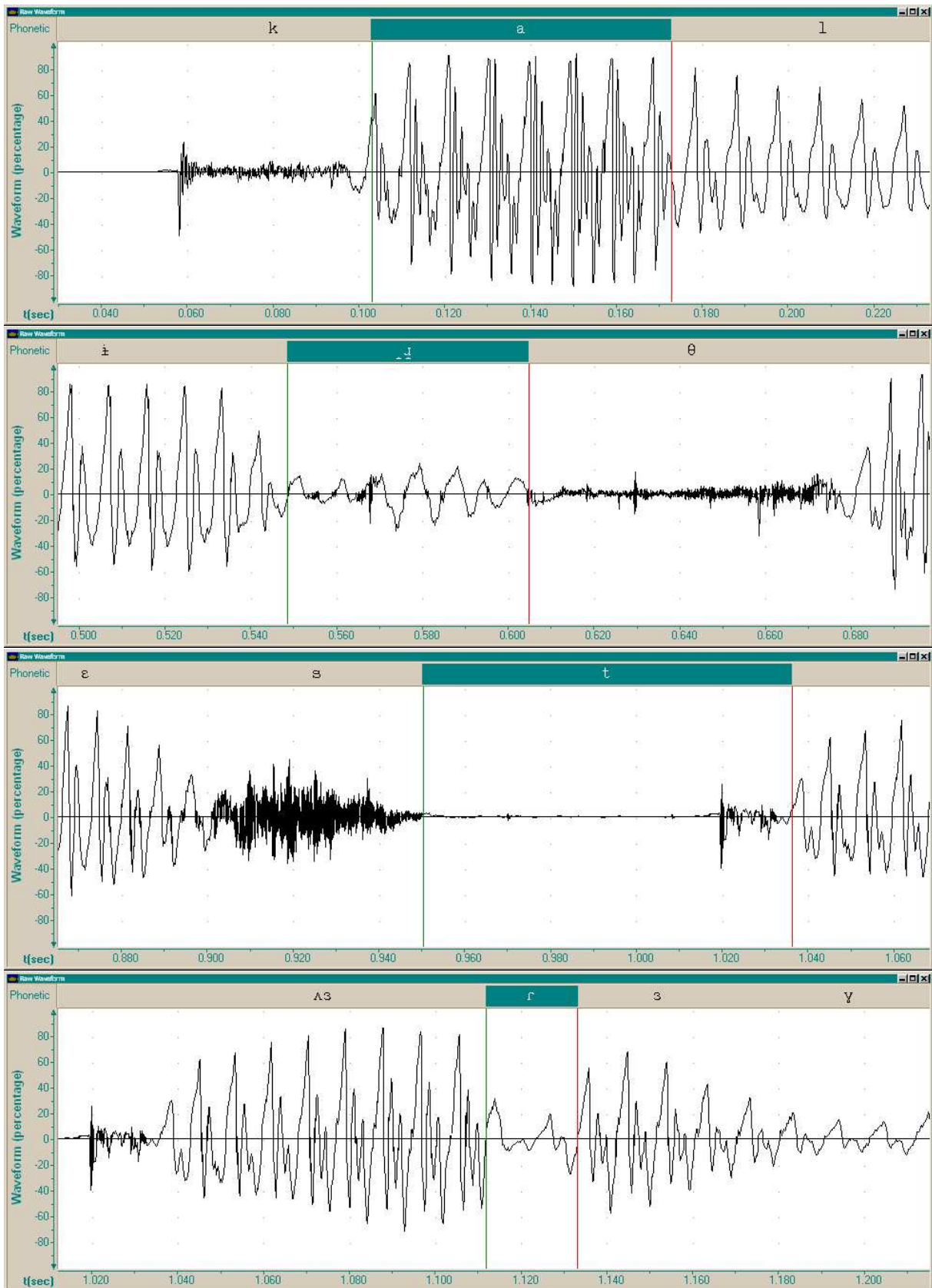


Εικόνα 37: Παράθυρα αναγνώρισης ονομασίας υπολογιστή στο δίκτυο. *Αριστερά:* Επιλογές δικτύου μετά από δεξί κλικ στο εικονίδιο δικτύου. *Δεξιά:* Στοιχεία ταυτότητας υπολογιστή στο δίκτυο μετά από την επιλογή «Ιδιότητες» από τον κατάλογο στα αριστερά.

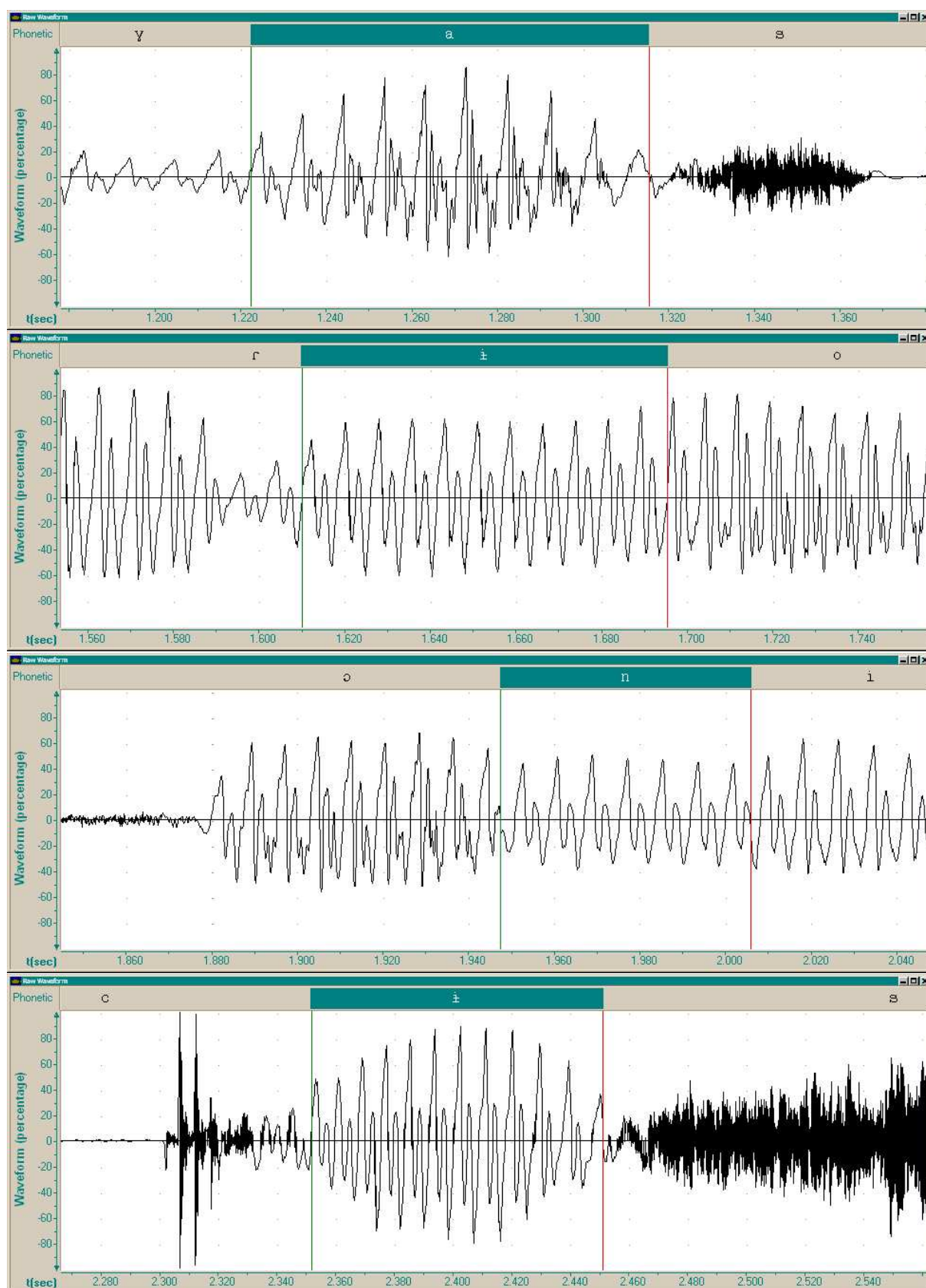
6. Πατήστε δεξί κλικ στον κενό χώρο (ή επιλέξτε Edit στον κατάλογο επιλογών στην κορυφή του παραθύρου). Επιλέξτε «Επικόλληση» (Paste) στον κατάλογο επιλογών που θα εμφανιστεί.
7. Η ηχογράφησή σας θα μεταφερθεί από τον απομακρυσμένο υπολογιστή σε αυτόν όπου εργάζεστε. Επαναφέρετε το Speech Analyzer επιλέγοντάς το από τη γραμμή προγραμμάτων στο κάτω μέρος της οθόνης και πατήστε το εικονίδιο με το κίτρινο φακελάκι (αριστερά στη γραμμή εργαλείων, ανάμεσα στο μικρόφωνο και τη δισκέτα) για να «φορτώσετε» την ηχογράφησή σας με το όνομά της.

5.4 Κατάτμηση ηχογράφησης σε φθόγγους

Στις Εικόνες 38 και 39 φαίνονται τμήματα κυματομορφής από ηχογράφηση της φράσης «καλώς ήρθατε στο εργαστήριο φωνητικής» με σημειωμένη την κατάτμησή τους σε φθόγγους. Όλα τα εικονιζόμενα τμήματα απεικονίζουν την κυματομορφή στην ίδια χρονική κλίμακα, περιλαμβάνοντας σε κάθε παράθυρο που φαίνεται περίπου 200 ms (πλήν του τελευταίου του Μέρους Β', κάτω κάτω στην Εικόνα 39, στο οποίο η κλίμακα είναι διαφορετική και απεικονίζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα). Στις εικόνες αυτές μπορεί να παρατηρήσει κανείς διάφορα φαινόμενα και την ενδεδειγμένη αντιμετώπισή τους κατά τη διαδικασία κατάτμησης μιας κυματομορφής ομιλίας στους φθόγγους που αυτή περιλαμβάνει. Συγκεκριμένα, και με τη σειρά των εικόνων:



Εικόνα 38: Τμήματα κυματομορφής από ηχογράφιση της φράσης « καλώς ήρθατε στο εργαστήριο φωνητικής » όπου φαίνεται η κατάτμηση σε φθόγγους ανάλογα με την περίπτωση (Μέρος Α').



Εικόνα 39: Τμήματα κυματομορφής από ηχογράφιση της φράσης « καλώς ήρθατε στο εργαστήριο φωνητικής » όπου φαίνεται η κατάτμηση σε φθόγγους ανάλογα με την περίπτωση (Μέρος Β').

1. Στην Εικόνα 38 πάνω πάνω απεικονίζεται τμήμα που αντιστοιχεί στους φθόγγους [kal]. Το διάστημα που έχει οριοθετηθεί με τα σημάδια του Speech Analyzer (και εμφανίζεται σκούρο στο κανάλι της φωνητικής μεταγραφής στο πάνω μέρος του παραθύρου) αντιστοιχεί στο φθόγγο [a], λαμβάνοντας υπόψη ότι πρέπει να επιλέξουμε ένα μόνο σημείο ως σύνορο μεταξύ του κάθε φθόγγου και του διπλανού του. Αφενός λόγω της συνάρθρωσης δεν είναι συνήθως δυνατό να βρούμε κάποιο ξεκάθαρο σημείο απότομης μεταβολής από τον ένα φθόγγο στον άλλο διότι υπάρχει αλληλοεπικάλυψη. Αφετέρου το πόσο « μέσα » μπαίνει ο ένας φθόγγος στον άλλον εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το ποιοι είναι οι φθόγγοι και το πόσο καθαρά μιλά ο ομιλητής. Συνεπώς είναι μάταιο να ψάχνουμε για ένα τέλειο σημείο. Χωρίζουμε την κυματομορφή ώστε να διαχωρίζονται όσο πιο καλά γίνεται τα διαφορετικά σχήματα κυματομορφής που αντιστοιχούν στους φθόγγους. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, παρατηρήστε ότι το σύνορο μεταξύ [k] και [a] είναι αρκετά ξεκάθαρο, διότι η μεταβατική περιοχή διαρκεί μόνο μια περίοδο φώνησης, ενώ το σύνορο μεταξύ [a] και [l] είναι ακόμα πιο ξεκάθαρο διότι η μετάβαση γίνεται μεταξύ των περιόδων, κι έτσι το σχήμα της κυματομορφής είναι εντελώς διαφορετικό στις δυο μεριές του σημαδιού. Τέτοιες περιπτώσεις δεν θα συναντήσετε πολύ συχνά σε φυσική ομιλία.
2. Στο δεύτερο παράθυρο της Εικόνας 38 απεικονίζεται τμήμα που αντιστοιχεί στους φθόγγους [irθ] (από το « ήρθατε »). Όπως βλέπετε στη στενή μεταγραφή δεν έχουν χρησιμοποιηθεί τα σύμβολα αυτά, διότι κατά την πραγματική εκφορά της λέξης οι ήχοι (φθόγγοι) που προφέρθηκαν ήταν διαφορετικοί. Δεν ήταν όμως κι εντελώς άσχετοι: Αντί του πρόσθιου [i] προφέρθηκε ένα πιο κεντρικό φωνήεν, και αντί του παλλόμενου [r] προφέρθηκε ένα σύντομο φωνούμενο τριβόμενο στον ίδιο τόπο άρθρωσης. Η περίπτωση του [r] είναι ενδιαφέρουσα διότι δείχνει ότι δεν ολοκληρώθηκε η διακοπή της ροής του αέρα, άρα η άκρη της γλώσσας δεν ακούμπησε στα φατνία, αλλά τα πλησίασε, έμεινε για ελάχιστο χρονικό διάστημα κοντά τους, και απομακρύνθηκε. Κατά το σύντομο αυτό διάστημα, η δίοδος του αέρα από το στενό πέρασμα που δημιουργήθηκε είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή θορύβου, ο οποίος φαίνεται καθαρά πάνω στην περιοδική κυματομορφή. Είναι επίσης εμφανές ότι η φώνηση διατηρήθηκε καθόλη τη διάρκεια της άρθρωσης αυτής.
3. Στο τρίτο παράθυρο της Εικόνας 38 απεικονίζεται τμήμα που αντιστοιχεί στους φθόγγους [esto]. Το διάστημα που έχει οριοθετηθεί με τα σημάδια (και εμφανίζεται σκούρο στο κανάλι της φωνητικής μεταγραφής) αντιστοιχεί στο φθόγγο [t]. Προσέξτε ότι στο φθόγγο αυτόν έχουμε αποδώσει και το διάστημα σιγής που ακολουθεί το τριβόμενο [s]. Η απόδοση αυτή είναι ενδεικτική διότι η σιγή αντιστοιχεί στη διακοπή της ροής του αέρα που ανήκει στη διαδικασία άρθρωσης του κλειστού. Προσέξτε ακόμα ότι το όριο μεταξύ [t] και του φωνήεντος [o] που ακολουθεί έχει τοποθετηθεί στην αρχή της φώνησης, σχετικά νωρίς μέσα στη μεταβατική περιοχή, διότι λίγο μετά η κυματομορφή παίρνει πλήρως το σχήμα του φωνήεντος, και δεν είναι λογικό να αποδίδουμε φωνούμενα τμήματα σε άφωνα κλειστά.
4. Στο κάτω παράθυρο της Εικόνας 38 απεικονίζεται τμήμα που αντιστοιχεί στους φθόγγους [toery] (από το « το εργαστήριο »). Το διάστημα που έχει οριοθετηθεί με τα σημάδια αντιστοιχεί στο φθόγγο [r]. Αυτή τη φορά πρόκειται για πραγματικό φθόγγο

[r]: προσέξτε την απότομη μείωση του πλάτους της κυματομορφής μέχρι το μηδέν μέσα σε μια περίοδο φώνησης και την επακόλουθη απότομη αύξηση σε μια ακόμα περίοδο. Στην αριστερή άκρη του παραθύρου διακρίνεται η άφεση του [t] ενώ στη δεξιά άκρη φαίνεται η θορυβώδης περιοδική κυματομορφή του [ɣ]. Προσέξτε όμως δύο ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά στη φωνητική μεταγραφή: Πρώτον, δεν υπάρχουν τα φωνήεντα [oe] αλλά κάποια κεντρικότερα και μάλιστα δεν μπορεί να διακριθεί κανένα σύνορο ανάμεσά τους. Θα μπορούσαμε με φασματική ανάλυση να διαπιστώσουμε ότι πρόκειται για μια φωνηεντική περιοχή διαρκούς μετάβασης, ουσιαστικά για ένα *δίφθογγο*. Δεύτερον, το [r] φαίνεται περισσότερο να *διακόπτει προσωρινά* το φωνήεν παρά να παρεμβάλλεται μεταξύ του φωνήεντος και του επόμενου φθόγγου (του [ɣ]). Αυτό φαίνεται καθαρά στην κυματομορφή και μπορεί να επιβεβαιωθεί ακουστικά και φασματικά. Συμβαίνει επειδή η διαδικασία άρθρωσης του [r] γίνεται όταν υπάρχει ομαλή ροή αέρα, την οποία ροή διακόπτουμε στιγμιαία για την άρθρωση του παλλόμενου τρόπου. Τα σύμφωνα δεν έχουν ομαλή ροή αέρα, άρα το [r] μπορεί να αρθρωθεί μόνο διακόπτοντας κάποιο φωνήεν, κάτι που θα παρατηρήσετε όποτε πρέπει να κατατημήσετε και να μεταγράψετε παλλόμενο σε σύμπλεγμα με άλλο σύμφωνο.


5. Περνώντας στην Εικόνα 39, βλέπουμε να απεικονίζεται στο πάνω παράθυρό της τμήμα που αντιστοιχεί στους φθόγγους [ɣas]. Το διάστημα που έχει οριοθετηθεί με τα σημάδια αντιστοιχεί στο φωνήεν [a]. Παρατηρήστε τη σωστή τοποθέτηση των σημάδιων για την οριοθέτηση μεταξύ φωνηέντων και τριβόμενων συμφώνων (φωνούμενου και άφωνου).
6. Στο δεύτερο παράθυρο της Εικόνας 39 απεικονίζεται τμήμα που αντιστοιχεί στους φθόγγους [iriɔ]. Το διάστημα που έχει οριοθετηθεί με τα σημάδια αντιστοιχεί στο φωνέν [i] και δείχνει τη σωστή οριοθέτηση μεταξύ δύο διαδοχικών φωνηέντων. Προσέξτε ότι η μετάβαση μεταξύ των φωνηέντων είναι σταδιακή, σχετικά αργή, παρότι υπάρχουν αρκετά οπτικά χαρακτηριστικά στο σχήμα που βοηθούν στον εντοπισμό του συνόρου.
7. Στο τρίτο παράθυρο της Εικόνας 39 απεικονίζεται τμήμα που αντιστοιχεί στους φθόγγους [foni]. Το διάστημα που έχει οριοθετηθεί με τα σημάδια αντιστοιχεί στο ένρινο σύμφωνο [n] και δείχνει τη σωστή οριοθέτηση των ένρινων. Προσέξτε τη μετάβαση προς το φωνήεν [i] που ακολουθεί: είναι χρονικά σύντομη (κάτι που διευκολύνει τον εντοπισμό της) αλλά η διαφορά σχήματος είναι μικρή (κάτι που δυσκολεύει). Μην βασίζεστε ποτέ σε ακουστική αναγνώριση για να εντοπίσετε σύνορα φθόγγων, ιδίως με ένρινους και πλάγιους φθόγγους, διότι λόγω συνάρθρωσης τα ακουστικά χαρακτηριστικά τους μπορεί να εκτείνονται σε μεγάλα χρονικά διαστήματα, υπερκαλύπτοντας τους παρακείμενους φθόγγους.
8. Τέλος, στο κάτω παράθυρο της Εικόνας 39 απεικονίζεται τμήμα που αντιστοιχεί στους φθόγγους [cis]. Το διάστημα που έχει οριοθετηθεί με τα σημάδια αντιστοιχεί πάλι στο φωνέν [i]. Βλέπουμε τη γνωστή και εύκολη οριοθέτηση μεταξύ του φωνήεντος και του άφωνου τριβόμενου που ακολουθεί. Η οριοθέτηση από το προηγούμενο κλειστό δεν είναι τόσο απλή όσο σε προηγούμενο παρόμοιο παράδειγμα διότι ε-

δώ η μετάβαση είναι πολύ πιο αργή, υπάρχει διπλή άφεση, θόρυβος τριθής μέσης διάρκειας, και ακανόνιστη έναρξη φώνησης, ενώ η κυματομορφή καθυστερεί μερικά εκατοστά του δευτερολέπτου να λάβει το σχήμα που αντιστοιχεί στην άρθρωση του φωνήεντος. Για το λόγο αυτό έχουμε τοποθετήσει το σύνορο πιο μέσα στη μεταβατική περιοχή, εκεί που η μετάβαση προς το σχήμα του [i] έχει πια πάρει το δρόμο της, πριν όμως από τη λήψη του οριστικού σχήματος.

5.5 Φωνητική μεταγραφή κυματομορφής

Για να μεταγράψουμε φωνητικά μια ηχογραφημένη ομιλία πρέπει να ακούσουμε προσεκτικά έναν-έναν τους φθόγγους. Άρα το πρώτο βήμα είναι να εντοπίσουμε τα σύνορα μεταξύ των φθόγγων, χρησιμοποιώντας τα σημάδια του Speech Analyzer. Στη συνέχεια καταγράφουμε τον ακριβή φθόγγο που ακούμε με το κατάλληλο σύμβολο του διεθνούς φωνητικού αλφαβήτου. Για τη διευκόλυνσή μας, το Speech Analyzer διαθέτει ειδικές λειτουργίες κατάτμησης της ηχογράφησης και σήμανσης των τμημάτων με φωνητικά σύμβολα. Φυσικά δεν είναι δυνατό να διαχωριστεί αυτόματα σε φθόγγους μια ηχογράφηση: το ανθρώπινο μάτι και αυτί παραμένουν αναντικατάστατα.

Η κατάτμηση της κυματομορφής σε φθόγγους και η σήμανση των τμημάτων με φωνητικά σύμβολα πρέπει οπωσδήποτε να γίνει από την αρχή της ηχογράφησης προς το τέλος (από τα αριστερά στα δεξιά). Ξεκινάμε λοιπόν από την αρχή της ηχογράφησης και ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Μεγεθύνουμε τη χρονική κλίμακα παρουσίασης της κυματομορφής ώσπου να φαίνονται καθαρά οι διαφορετικές μορφές των ηχητικών κυμάτων των φθόγγων. Στην κατάλληλη κλίμακα φαίνονται στην οθόνη περίπου 150 ως 300 χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms).
2. Ενεργοποιούμε το διορθωτή φωνητικών συνόρων πατώντας μια φορά με το ποντίκι στο αντίστοιχο εικονίδιο, το οποίο φαίνεται δεξιά. 
3. Μετακινούμε το χρονικό διάστημα θέασης μέσα στην κυματομορφή από την αρχή μέχρις ότου εμφανιστεί σήμα ομιλίας. Εντοπίζουμε οπτικά (με το μάτι) το σημείο όπου αρχίζει ο πρώτος φθόγγος. Τοποθετούμε στο σημείο αυτό το αριστερό σημάδι του Speech Analyzer (το πράσινο).
4. Εντοπίζουμε οπτικά (με το μάτι) το σύνορο μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου φθόγγου, παρατηρώντας την κυματομορφή και αναγνωρίζοντας την περιοχή στην οποία το σχήμα της έχει αλλάξει αρκετά από τον προηγούμενο φθόγγο. Αν χρειαστεί, τοποθετούμε δοκιμαστικά το δεξί σημάδι και ακούμε τμήματα της κυματομορφής που να περιλαμβάνουν δύο διαδοχικούς φθόγγους: αυτόν που θέλουμε να σημάδεψουμε και τον αμέσως επόμενο. Όταν βεβαιωθούμε ότι έχουμε σημαδέψει σωστά τους δύο φθόγγους μαζί, τότε εντοπίζουμε την περιοχή μετάβασης μεταξύ τους, εκεί όπου το σχήμα της κυματομορφής μεταβάλλεται σταδιακά από τη μορφή του ενός φθόγγου στη μορφή του άλλου. Η μετάβαση μπορεί να είναι αργή, διαρκώντας όσο κι ένας φθόγγος, ή γρήγορη, μεταξύ δυο περιόδων φώνησης. Εμείς **θεωρούμε ως**

σύνορο μεταξύ των φθόγγων το μέσον της μεταβατικής περιοχής. Τοποθετούμε λοιπόν το δεξί σημάδι στο σύνορο μεταξύ των φθόγγων.

5. Ακούμε πολλές φορές με προσοχή το φθόγγο που έχουμε οριοθετήσει ώστε να αναγνωρίσουμε ποιος φθόγγος είναι ακριβώς. Για να ακούσουμε το κατάλληλο τμήμα της κυματομορφής, μεταξύ των δύο σημαδιών, πατάμε μια φορά με το ποντίκι στο εικονίδιο αναπαραγωγής που φαίνεται δεξιά.



6. Έχοντας « απομονώσει » ένα φθόγγο μεταξύ των δύο σημαδιών, δημιουργούμε ένα νέο διάστημα στο φωνητικό κανάλι του Speech Analyzer πατώντας μια φορά με το ποντίκι στο εικονίδιο που φαίνεται δεξιά.

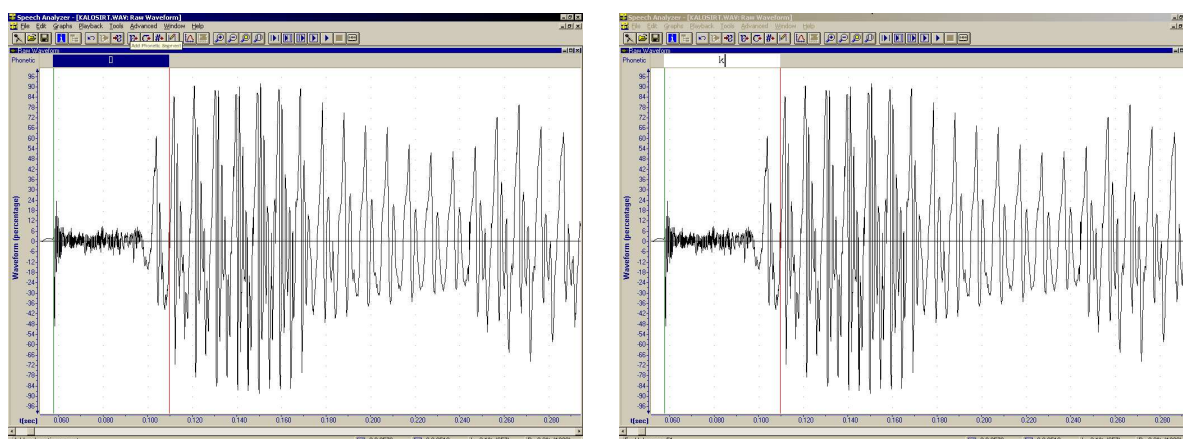


Έτσι εμφανίζεται ακριβώς πάνω από την κυματομορφή, σε μια λωρίδα με ετικέτα “Phonetic”, μια σκούρα περιοχή που οριοθετείται από τα δύο σημάδια, όπως φαίνεται στην Εικόνα 40 (αριστερά). Στο κέντρο της περιοχής αυτής εμφανίζεται ένα τετραγωνάκι, το οποίο αντιστοιχεί στη θέση του φωνητικού συμβόλου.

7. Πατάμε μια φορά με το ποντίκι πάνω στο τετραγωνάκι στην επιλεγμένη περιοχή του φωνητικού καναλιού. Η περιοχή γίνεται άσπρη και το τετραγωνάκι εξαφανίζεται, δίνοντας τη θέση του σε μια κατακόρυφη γραμμή-δρομέα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 40 (δεξιά).

8. Πληκτρολογούμε το φωνητικό σύμβολο που αντιστοιχεί στο φθόγγο που έχουμε σημαδέψει. Αν είναι γράμμα του λατινικού αλφαβήτου χρησιμοποιούμε απευθείας το κατάλληλο πλήκτρο. Αν το φωνητικό σύμβολο που χρειαζόμαστε δεν είναι γράμμα του λατινικού αλφαβήτου τότε δοκιμάζουμε το Shift (↑) μαζί με το πλήκτρο του φωνητικά πιο κοντινού γράμματος. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται μερικές χρήσιμες αντιστοιχίες πλήκτρων με φωνητικά σύμβολα.

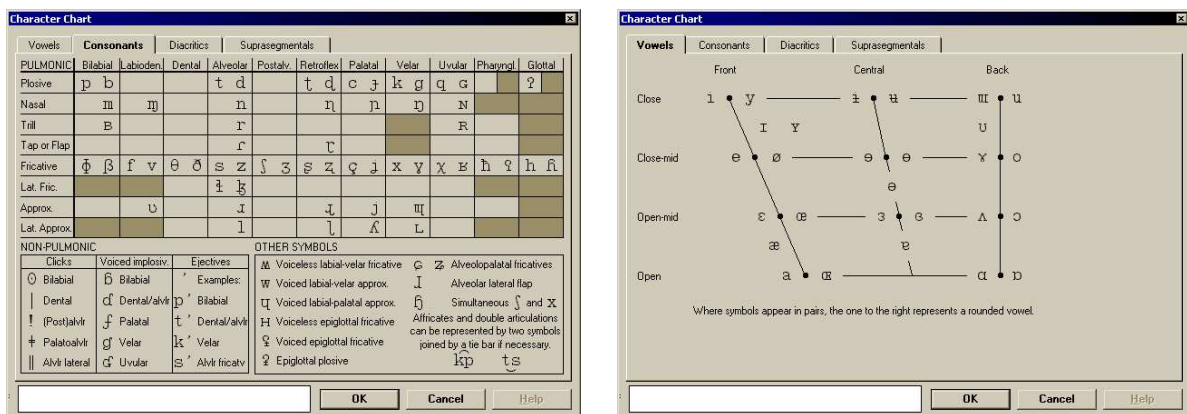
A:α B:β D:ð E:ε I:ι M:η N:η Q:æ R:r S:f T:θ X:χ Z:ζ



Εικόνα 40: Προσθήκη νέου φθόγγου στο κανάλι φωνητικής μεταγραφής του Speech Analyzer. *Αριστερά:* Εμφάνιση της περιοχής του φθόγγου στο φωνητικό κανάλι. *Δεξιά:* Ενεργοποίηση της φωνητικής περιοχής για εισαγωγή ή διόρθωση μεταγραφής.



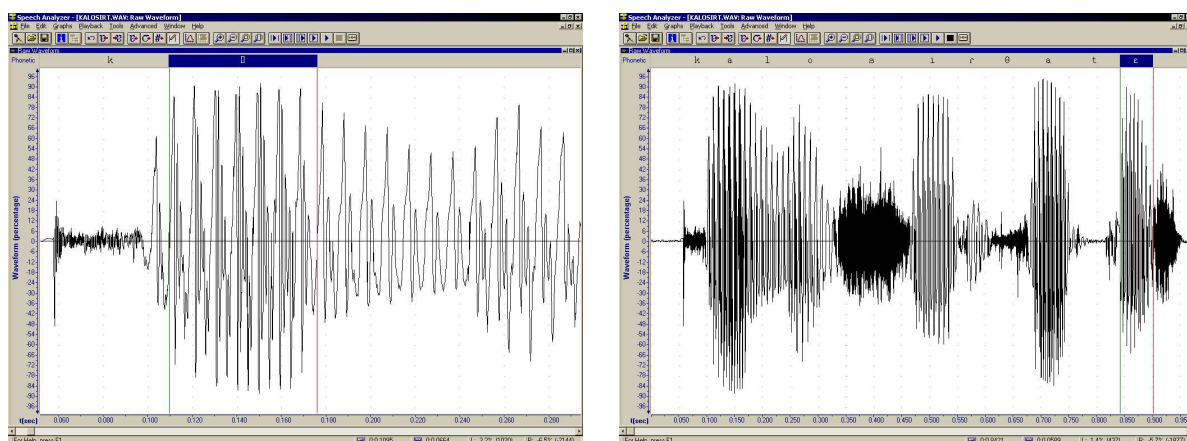
Εικόνα 41: Ο διορθωτής μεταγραφών του Speech Analyzer.



Εικόνα 42: Τα φωνητικά διαγράμματα του Speech Analyzer για την υποστήριξη της εισαγωγής και διόρθωσης φωνητικών μεταγραφών. *Αριστερά:* Σύμφωνα. *Δεξιά:* Φωνήεντα.

Αν το σύμβολο που χρειαζόμαστε δεν βρίσκεται στον πίνακα αυτόν τότε καλούμε το βοηθητικό πρόγραμμα μεταγραφής του Speech Analyzer πατώντας *δύο* φορές με το ποντίκι μέσα στην περιοχή της φωνητικής μεταγραφής. Τότε εμφανίζεται ο διορθωτής μεταγραφών (“Transcription Editor”) που φαίνεται στην Εικόνα 41. Επιλέγουμε IPA Chart και ενεργοποιείται το φωνητικό διάγραμμα που φαίνεται στην Εικόνα 42. Στο φωνητικό διάγραμμα επιλέγουμε αν θα απεικονίζονται τα φωνήεντα ή τα σύμφωνα πατώντας αντίστοιχα στο Vowels ή στο Consonants στο πάνω μέρος του. Εντοπίζουμε το σύμβολο που χρειαζόμαστε και το μεταφέρουμε στην κυματομορφή μας πατώντας απλώς πάνω του με το ποντίκι. Όταν ολοκληρώσουμε την επιλογή συμβόλου κλείνουμε το φωνητικό διάγραμμα πατώντας με το ποντίκι στο OK. Τον διορθωτή μεταγραφών δεν είναι απαραίτητο να τον κλείνουμε κάθε φορά, μπορεί να παραμείνει ανοιχτός ενώ μεταγράφουμε άλλους φθόγγους και να τον χρησιμοποιούμε όποτε τον χρειαζόμαστε.

9. Μόλις ολοκληρώσουμε τη μεταγραφή ενός φθόγγου προχωρούμε στον επόμενο πατώντας μια φορά με το ποντίκι στο εικονίδιο νέου φθόγγου (που φαίνεται στο βήμα 5). Το αποτέλεσμα είναι να δημιουργηθεί μια νέα σκιασμένη περιοχή στη λωρίδα φωνητικής μεταγραφής και να μετακινηθούν τα δύο σημάδια ώστε να αντιστοιχούν στη νέα περιοχή πάνω στην κυματομορφή, όπως φαίνεται στην Εικόνα 43 (αριστερά).



Εικόνα 43: Αριστερά: Αυτόματη δημιουργία νέας περιοχής φθόγγου στο κανάλι φωνητικής μεταγραφής. Το δεξί σημάδι είναι διαθέσιμο για μετακίνηση, μαζί με την περιοχή που αντιστοιχεί στο κανάλι φωνητικής μεταγραφής, ώστε να οριοθετηθεί σωστά με το χέρι ο νέος φθόγγος. Δεξιά: Ολοκληρωμένη κατάτμηση και φωνητική μεταγραφή της ηχογραφημένης πρότασης « καλώς ήρθατε ».

10. Μετακινούμε το δεξί σημάδι ώστε να οριοθετήσουμε τον αμέσως επόμενο φθόγγο. Για τον εντοπισμό του νέου συνόρου μεταξύ των επόμενων φθόγγων ακολουθούμε τις γενικές οδηγίες του βήματος 4 (που περιγράφεται παραπάνω, στη σελίδα 33). Όταν ολοκληρώσουμε την τοποθέτηση των σημαδιών ακούμε προσεκτικά τον φθόγγο και εισάγουμε το κατάλληλο φωνητικό σύμβολο ακολουθώντας τα βήματα 7-9.
11. Επαναλαμβάνουμε για κάθε φθόγγο μέχρι το τέλος της κυματομορφής. Στην Εικόνα 43 (δεξιά) φαίνεται η ολοκληρωμένη κατάτμηση και φωνητική μεταγραφή μιας σύντομης ηχογράφησης. Παρατηρήστε τα σύνορα μεταξύ των φθόγγων και τα σύμβολα που αντιστοιχούν σε κάθε περιοχή στο κανάλι της φωνητικής μεταγραφής.

Μην παραλείπετε να αποθηκεύετε τακτικά την ηχογράφησή σας ώστε να εξασφαλίζετε τη δουλειά σας. Η φωνητική μεταγραφή ενσωματώνεται στο αρχείο της ηχογράφησης.
Μην ξεχάσετε να αποθηκεύσετε τη δουλειά σας στο τέλος!

5.6 Χρήση του IPA Help

Για να μεταγράψουμε σωστά μια ηχογράφηση στο φωνητικό αλφάβητο είναι απαραίτητο να μπορούμε να ξεχωρίζουμε ακουστικά τους διάφορους φθόγγους, ακόμα και όσους δεν έχουμε συνηθίσει να ακούμε στη γλώσσα μας, και να βρίσκουμε τα κατάλληλα σύμβολα που τους αντιστοιχούν. Το πρόγραμμα IPA Help είναι σχεδιασμένο για να διευκολύνει αυτό το έργο διότι συνδυάζει τον ήχο και το σύμβολο κάθε φθόγγου, σύμφωνα με το διεθνές φωνητικό αλφάβητο, σε διαγράμματα συστηματικής ταξινόμησης των φθόγγων. Το IPA Help εκτελείται με διπλό κλικ

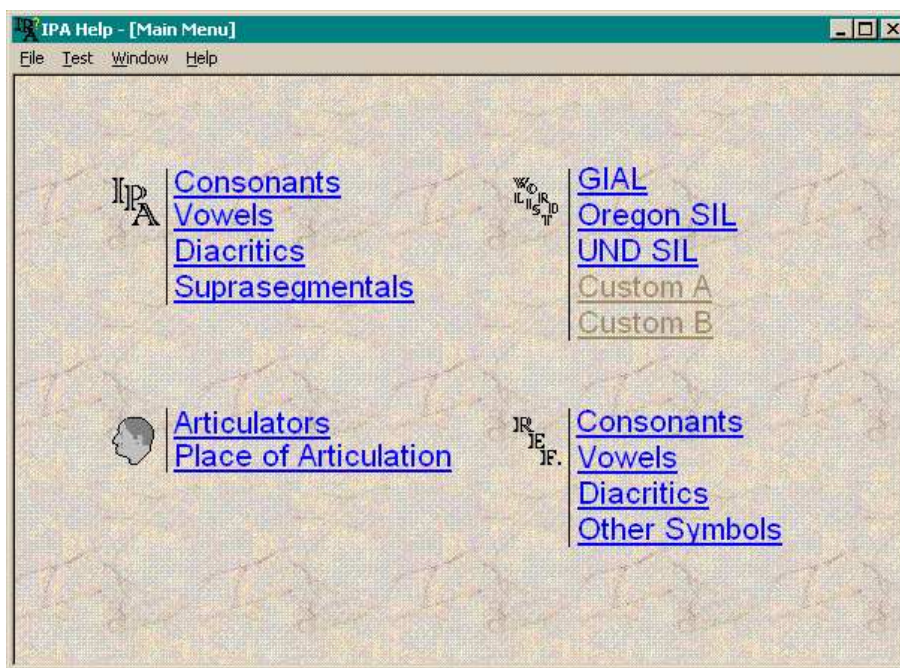


Εικόνα 44: Εικονίδιο εκτέλεσης του IPA Help.

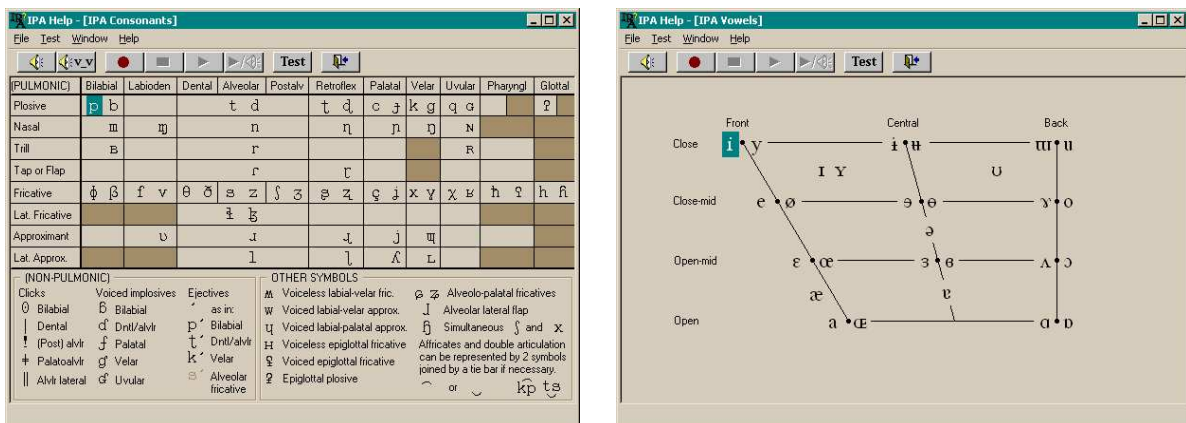
στο εικονίδιο του, που φαίνεται στην Εικόνα 44.

Η βασική οθόνη του IPA Help φαίνεται στην Εικόνα 45. Από την οθόνη αυτή μπορούμε να επιλέξουμε το διάγραμμα συμφώνων (Consonants) ή το διάγραμμα φωνηέντων (Vowels) πατώντας μια φορά με το ποντίκι. Οι αντίστοιχες οθόνες φαίνονται στην Εικόνα 46 (σύμφωνα αριστερά, φωνήεντα δεξιά).

Στην Εικόνα 47 απεικονίζονται τα εικονίδια ελέγχου του IPA Help από το διάγραμμα των συμφώνων. Το εικονίδιο με την ανοιχτή πόρτα στη δεξιά άκρη της εικόνας είναι το εικονίδιο εξόδου από το διάγραμμα. Επιλέγοντας αυτό με το ποντίκι επιστρέφουμε στη βασική οθόνη του IPA Help (Εικόνα 45). Στην αριστερή άκρη της σειράς των εικονιδίων το κίτρινο σύμβολο ηχείου χρησιμοποιείται για να ακούσουμε τον επιλεγμένο φθόγγο. Στην περίπτωση των συμφώνων που φαίνεται εδώ, υπάρχουν δύο επιλογές: το σκέτο σύμβολο



Εικόνα 45: Βασική οθόνη εκκίνησης του IPA Help.



Εικόνα 46: Διάγραμμα συμφώνων (αριστερά) και διάγραμμα φωνηέντων (δεξιά) στο IPA Help.

και το σύμβολο με την ένδειξη V_V. Με το σκέτο σύμβολο ακούμε τον επιλεγμένο φθόγγο (σύμφωνο) σε αρχική θέση συλλαβής ακολουθούμενο απο το φωνήεν α. Με την ένδειξη V_V ακούμε το σύμφωνο ανάμεσα από δύο φωνήεντα α. Στην περίπτωση του διαγράμματος φωνηέντων δεν υπάρχουν δύο επιλογές διότι αρκεί σε κάθε περίπτωση να ακούσουμε απομονωμένο μόνο τον επιλεγμένο φθόγγο (φωνήεν).



Εικόνα 47: Γραμμή ελέγχου του IPA Help με τα εικονίδια εγγραφής και αναπαραγωγής ήχων.

Η χρήση του IPA Help γίνεται επιλέγοντας με το ποντίκι φθόγγους που επιθυμούμε να ακούσουμε και επαναλαμβάνοντας τον ήχο τους όσες φορές επιθυμούμε, ενδεχομένως σε αντιπαραβολή μεταξύ τους ή με όποιο τμήμα κυματομορφής στο Speech Analyzer προσπαθούμε να αναγνωρίσουμε. Τα υπόλοιπα εικονίδια που φαίνονται στην Εικόνα 47 χρησιμεύουν για να ηχογραφήσουμε τη φωνή μας όταν θέλουμε να μάθουμε να προφέρουμε κάποιον φθόγγο και να την ακούμε σε αντιπαραβολή με τη σωστή προφορά του φθόγγου που προσφέρεται από το πρόγραμμα. Μπορείτε αν θέλετε να εξασκηθείτε στην παραγωγή ορισμένων φθόγγων που δεν έχουμε στα ελληνικά, ίσως κάποιων φωνηέντων.

6 Ύψος φωνής και επιτονισμός

6.1 Απεικόνιση καμπύλης ύψους στο Speech Analyzer

Το ύψος της φωνής λέγεται στα αγγλικά pitch. Για να απεικονίσουμε την καμπύλη του ύψους μιας ηχογράφησης ομιλίας στο Speech Analyzer ακολουθούμε τα εξής βήματα:

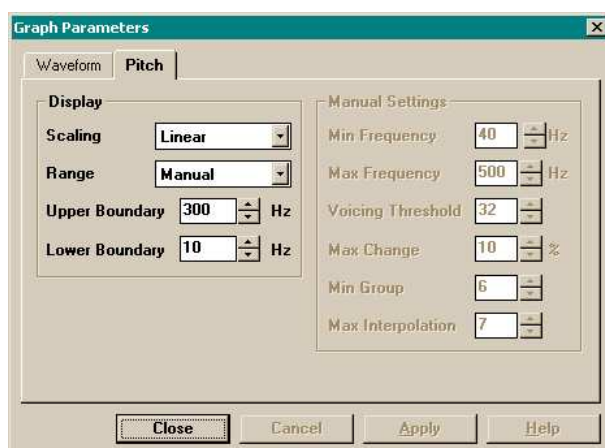
1. Με δεξί κλικ στην κυματομορφή και ακολούθως επιλογή Layout ορίζουμε δύο οριζόντιες ζώνες απεικόνισης, τη μια κάτω από την άλλη, σύμφωνα με τις οδηγίες της Ενότητας 4.1 (βλ. Εικόνα 26 στη σελ. 16).
2. Με δεξί κλικ στην κάτω ζώνη απεικόνισης και από την επιλογή Types ορίζουμε τον τύπο Auto Pitch (βλ. Εικόνα 48).
3. Με δεξί κλικ στην κάτω ζώνη απεικόνισης, όπου πλέον εμφανίζεται η καμπύλη του ύψους, και μέσω της επιλογής Parameters, ορίζουμε τις παραμέτρους για την απεικόνιση του ύψους που φαίνονται στην Εικόνα 49: επιλογή κλίμακας (Scaling) Linear (γραμμική), εύρος (Range) Manual (καθορισμένο από το χρήστη), ανώτατο όριο (Upper Boundary) 350 Hz και κατώτατο όριο (Lower Boundary) 10 Hz .

Με τις ρυθμίσεις αυτές στην οθόνη μας θα πρέπει να εμφανίζεται στο πάνω μέρος η κυματομορφή και στο κάτω το ύψος της φωνής, όπως στην Εικόνα 50.

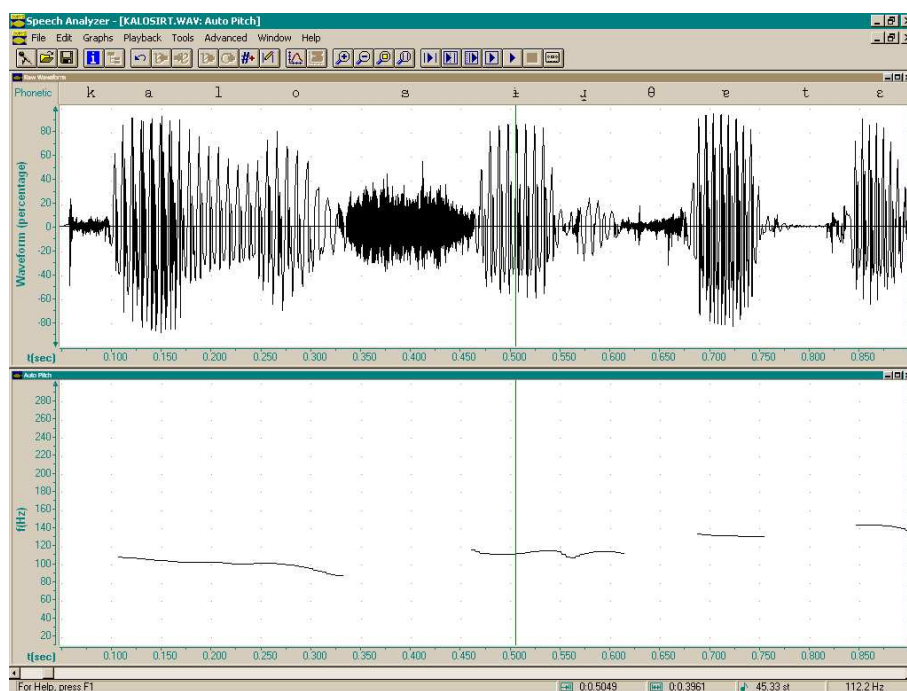
Σημείωση: Σε περίπτωση που για κάποια ψιλή γυναικεία φωνή δεν απεικονίζεται ολόκληρη η καμπύλη του ύψους αλλά κάποια τμήματά της ξεφεύγουν προς τα πάνω τότε αλλάζουμε από τον κατάλογο επιλογών παραμέτρων απεικόνισης (βήμα 3 ανωτέρω) τη μέγιστη τιμή στα όρια απεικόνισης από 350 Hz σε 400 Hz ή και περισσότερο αν είναι απαραίτητο.



Εικόνα 48: Κατάλογος επιλογών τύπων απεικόνισης, με επιλεγμένο τον τύπο Auto Pitch για τον αυτόματο υπολογισμό και απεικόνιση του ύψους της φωνής.



Εικόνα 49: Πίνακας ρυθμίσεων των παραμέτρων απεικόνισης του ύψους της φωνής.



Εικόνα 50: Οθόνη του Speech Analyzer όπου απεικονίζεται η κυματομορφή (πάνω) και η καμπύλη ύψους της φωνής (κάτω) από ηχογράφηση της φράσης « καλώς ήρθατε ». Στην περίπτωση αυτή είναι ορατή στο πάνω μέρος και η φωνητική μεταγραφή της ηχογράφησης διότι έχει αποθηκευτεί μαζί με την κυματομορφή.



Εικόνα 51: Μετρήσεις θέσεις και ύψους από το Speech Analyzer, στην κάτω δεξιά γωνία του, όταν τοποθετείται το αριστερό σημάδι με το ποντίκι μέσα στην απεικόνιση του ύψους. Η πρώτη μέτρηση από δεξιά είναι η θεμελιώδης συχνότητα της φωνής, σε Hz, στο σημείο του σημαδιού.

6.2 Μέτρηση θεμελιώδους συχνότητας

Παρατηρήστε στην Εικόνα 50 ότι το αριστερό σημάδι έχει τοποθετηθεί στην περιοχή του φωνήεντος *i* (σύμφωνα με την κυματομορφή και τη φωνητική μεταγραφή της), όχι όμως πάνω στην κυματομορφή αλλά στη ζώνη του ύψους, δηλαδή στο κάτω μέρος της οθόνης. Φυσικά το αριστερό σημάδι είναι ένα μόνο και μετακινείται συγχρόνως στις δυο ζώνες απεικόνισης. Όμως οι μετρήσεις που εκτελεί αυτόματα το Speech Analyzer εξαρτώνται από την απεικόνιση μέσα στην οποία πατάμε με το ποντίκι για να τοποθετήσουμε το σημάδι. Αυτό το έχουμε ήδη συναντήσει (α) πατώντας μέσα στην κυματομορφή για την οριοθέτηση διαστημάτων και τη μέτρηση της χρονικής διάρκειας, και (β) πατώντας μέσα στην απεικόνιση του πλάτους (μεγέθους) για τη μέτρηση της έντασης της ομιλίας (σε ντεσιμπέλ ή ποσοστό πλήρους κλίμακας).

Με το ίδιο σκεπτικό, πατώντας με το ποντίκι μέσα στην απεικόνιση του ύψους για την τοποθέτηση του σημαδιού, τότε στην κάτω δεξιά γωνία της οθόνης του Speech Analyzer εμφανίζονται οι μετρήσεις του ύψους που αντιστοιχούν στη θέση αυτή του σημαδιού, όπως φαίνεται καθαρά στην Εικόνα 51 (μεγέθυνση της περιοχής απεικόνισης της Εικόνας 50).

Για να μετρήσουμε λοιπόν τη θεμελιώδη συχνότητα σε κάποιο σημείο της ηχογράφησης, π.χ. στο κέντρο ενός φωνήεντος, αφού πρώτα εντοπίσουμε το κατάλληλο σημείο επιλέγοντας και ακούγοντας τμήματα της κυματομορφής, στη συνέχεια τοποθετούμε το αριστερό σημάδι πατώντας με το ποντίκι στη ζώνη απεικόνισης του ύψους ενώ παρακολουθούμε τη θέση του σημαδιού στη ζώνη απεικόνισης της κυματομορφής. Η θεμελιώδης συχνότητα στο σημείο αυτό, σε Hz, αναγράφεται στη ζώνη μετρήσεων του Speech Analyzer κάτω δεξιά, και την διαβάζουμε απευθείας από εκεί.

7 Συχνότητες αντήχησης στο φάσμα

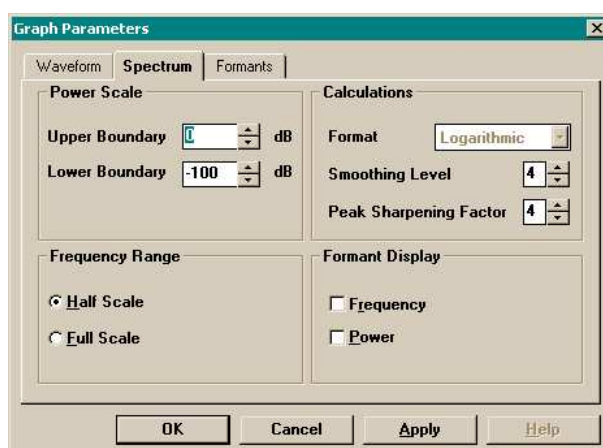
7.1 Απεικόνιση φάσματος στο Speech Analyzer

Το φάσμα λέγεται στα αγγλικά spectrum. Για να απεικονίσουμε το φάσμα για κάποιο χρονικό διάστημα ηχογραφημένης ομιλίας στο Speech Analyzer ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Με δεξί κλικ στην κυματομορφή και ακολούθως επιλογή Layout ορίζουμε δύο οριζόντιες ζώνες απεικόνισης, τη μια κάτω από την άλλη.
2. Με δεξί κλικ στην κάτω ζώνη απεικόνισης και από την επιλογή Types ορίζουμε τον τύπο Spectrum (Εικόνα 52).
3. Για να απεικονιστεί το φάσμα της ομιλίας πρέπει να επιλέξουμε κατάλληλο χρονικό διάστημα στην κυματομορφή. Αυτό το πετυχαίνουμε τοποθετώντας τα σημάδια του



Εικόνα 52: Κατάλογος επιλογών τύπων απεικόνισης, με επιλεγμένο τον τύπο Spectrum για τον αυτόματο υπολογισμό και απεικόνιση του φάσματος.



Εικόνα 53: Πίνακας ρυθμίσεων των παραμέτρων απεικόνισης του φάσματος.

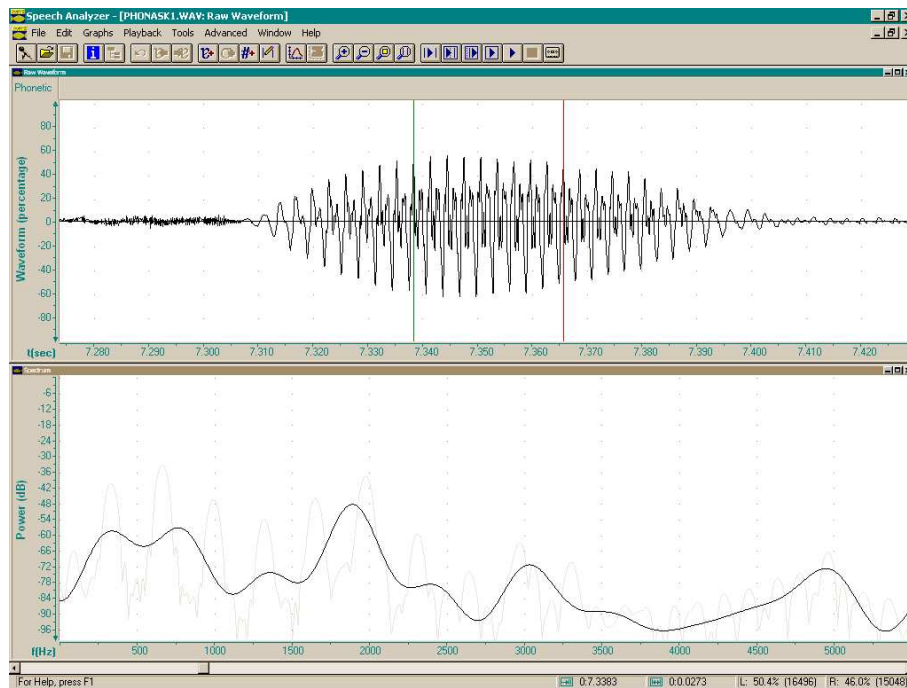
Speech Analyzer στο πάνω παράθυρο, της κυματομορφής, έτσι ώστε το χρονικό διάστημα που περικλείουν να είναι περίπου 20–40 ms (χιλιοστά του δευτερολέπτου), δηλαδή η ένδειξη χρονικού διαστήματος στο κάτω μέρος της οθόνης να είναι μεταξύ 0:0.0200 και 0:0.0400. Για μια γυναικεία φωνή με θεμελιώδη συχνότητα γύρω στα 250 Hz το διάστημα αυτό περιλαμβάνει 5–10 περιόδους φώνησης.

4. Με δεξί κλικ στην κάτω ζώνη απεικόνισης, όπου πλέον εμφανίζεται το φάσμα για το διάστημα της επιλογής μας, και μέσω της επιλογής Parameters, ορίζουμε τις παραμέτρους για την απεικόνιση του φάσματος που φαίνονται στην Εικόνα 53: άνω όριο (Upper Boundary) 0 dB, κάτω όριο (Lower Boundary) –100 dB, εύρος συχνοτήτων (Frequency Range) μισής κλίμακας (Half Scale), επίπεδο εξομάλυνσης (Smoothing Level) 4, παράγοντας ενίσχυσης αντιθέσεων (Peak Sharpening Factor) 4, και καμία εμφάνιση μορφικών (τα τετραγωνάκια επιλογής συχνότητας και ισχύος στην περιοχή Formant Display να είναι κενά).

Με τις ρυθμίσεις αυτές στην οθόνη μας θα πρέπει να εμφανίζεται στο πάνω μέρος η κυματομορφή και στο κάτω το φάσμα, όπως στην Εικόνα 54.

Παρατηρήστε ότι στο παράθυρο του φάσματος απεικονίζονται δύο γραμμές. Η μία είναι πιο αχνή και παρουσιάζει περισσότερα « ανεβοκατεβάσματα » ενώ η άλλη είναι πιο σκούρα και περισσότερο ομαλή στο σχήμα της. Η αχνή καμπύλη με τις πολλές κορυφές φαίνεται καλύτερα στην Εικόνα 55 όπου παρουσιάζεται μαυρισμένη. Αυτή η καμπύλη είναι το πραγματικό φάσμα που υπολογίζεται άμεσα από την ηχογραφημένη ομιλία, και ονομάζεται *βραχύχρονο φάσμα*, επειδή ισχύει μόνο για το μικρό χρονικό διάστημα που έχουμε σημαδέψει. Στην καμπύλη αυτήν, οι κορυφές εμφανίζονται μόνο όταν το σήμα της ομιλίας είναι περιοδικό, δηλαδή όταν υπάρχει φώνηση. Οι κορυφές είναι οι *αρμονικές* της θεμελιώδους συχνότητας φώνησης.

Η ομαλή μαύρη καμπύλη φαίνεται καλύτερα στην Εικόνα 56, που είναι ίδια με το κάτω μέρος της Εικόνας 54. Αυτή η καμπύλη είναι το αποτέλεσμα κάποιων υπολογισμών που κάνουμε για να προσεγγίσουμε το γενικό σχήμα του φάσματος χωρίς να λάβουμε υπόψη αν υπάρχει φώνηση ή όχι, παραβλέποντας δηλαδή τα « σκαμπανεβάσματα » των αρμονικών. Η καμπύλη αυτή ονομάζεται *περιβάλλουσα* διότι στην ιδανική περίπτωση



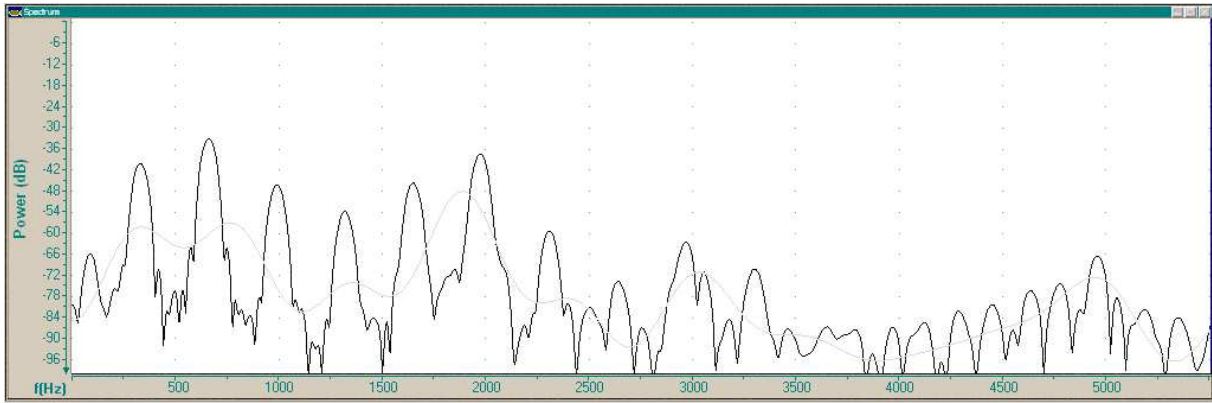
Εικόνα 54: Οθόνη του Speech Analyzer όπου απεικονίζεται η κυματομορφή (πάνω) και το φάσμα της περιοχής που οριοθετείται από τα σημάδια (κάτω), η οποία στην περίπτωση αυτή είναι η κεντρική περιοχή (εννέα περίοδοι) ενός φθόγγου ε, συνολικής διάρκειας 27,3 ms.

« περιβάλλει » το σχήμα που διαμορφώνεται από τις κορυφές των αρμονικών. Οι κορυφές της περιβάλλουσας ονομάζονται *μορφικές* (στα αγγλικά *formants*, δηλαδή σχηματίζουσες) διότι από αυτές εξαρτάται η γενική μορφή της περιβάλλουσας. Οι μορφικές είναι πιο ομαλές και πλατιές από τις κορυφές του βραχύχρονου φάσματος. Μπορεί να συμπίπτουν με κορυφές αρμονικών, συνήθως όμως βρίσκονται κάπου ανάμεσα και δεν έχουν καμία σχέση με τις αρμονικές.

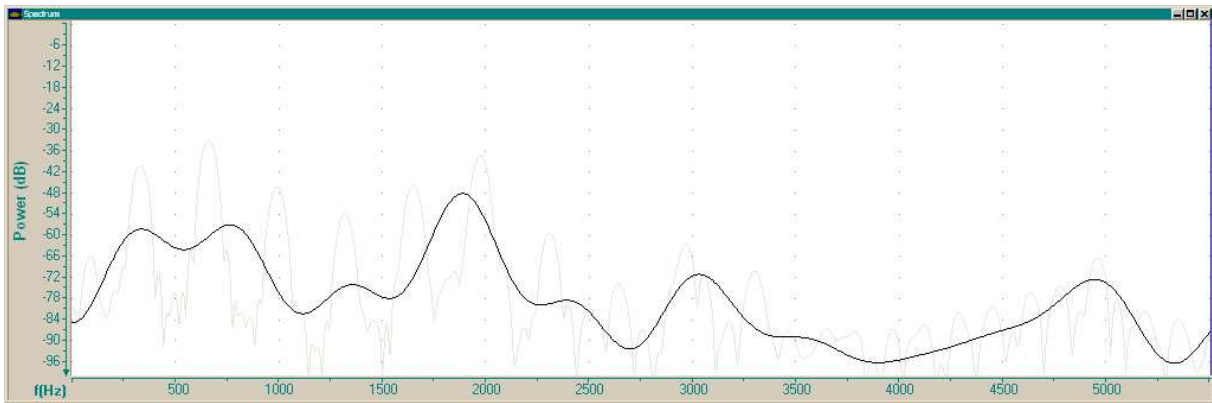
7.2 Μέτρηση αρμονικών συχνοτήτων στο φάσμα

Η Εικόνα 57 απεικονίζει, σε μεγέθυνση, το κάτω παράθυρο της οθόνης του Speech Analyzer που φαίνεται και στην Εικόνα 54, μετά από οπτική ενίσχυση της αχνής γραμμής του βραχύχρονου φάσματος, ώστε να διακρίνονται καλύτερα οι αρμονικές. Οι πέντε πρώτες αρμονικές σημειώνονται με κόκκινα βελάκια ώστε να μην υπάρχει καμία αμφιβολία. Παρατηρήστε ότι οι αρμονικές επαναλαμβάνονται με κανονικότητα, όπως είναι αναμενόμενο. Δηλαδή οι διαδοχικές αρμονικές βρίσκονται σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους, η οποία είναι ίση με τη συχνότητα της πρώτης αρμονικής (δηλαδή της θεμελιώδους συχνότητας).

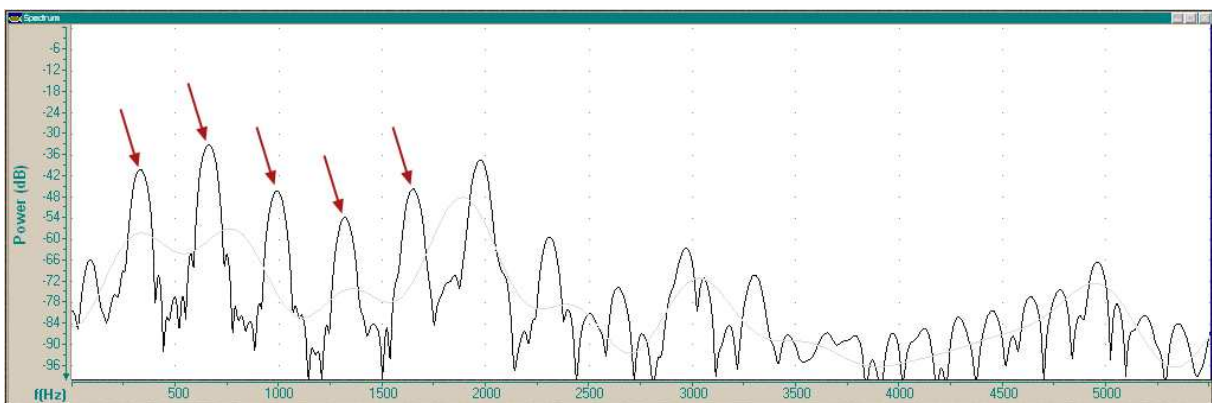
Για τη μέτρηση συχνοτήτων στο φάσμα το Speech Analyzer παρέχει ένα ειδικό σημάδι, χρώματος μπλε, το οποίο τοποθετούμε στο σημείο του φάσματος που μας ενδιαφέρει. Τότε η συχνότητα στην οποία έχει τοποθετηθεί το μπλε σημάδι εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης του Speech Analyzer, αντικαθιστώντας τις χρονικές μετρήσεις που αντιστοιχούν στο δεξί και αριστερό σημάδι της κυματομορφής. Θυμηθείτε πώς μετράμε το ύψος της φωνής τοποθετώντας το σημάδι πάνω στην απεικόνιση του ύψους και διαβάζοντας την τιμή



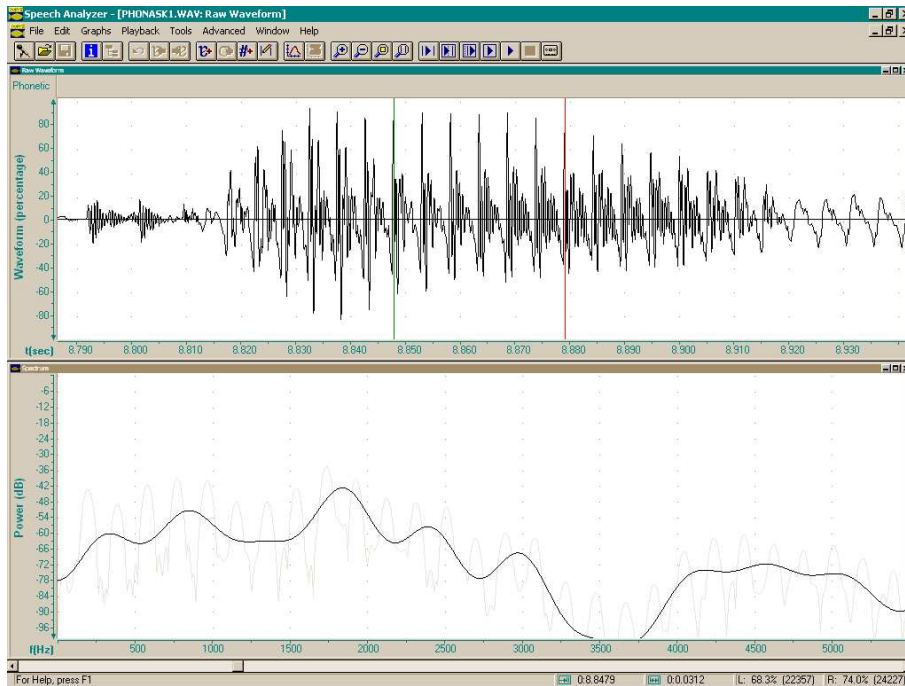
Εικόνα 55: Παράθυρο απεικόνισης φάσματος ενός φθόγγου ϵ από το Speech Analyzer όπου έχει ενισχυθεί η απεικόνιση του βραχύχρονου φάσματος για να φαίνεται πιο καθαρά από την περιβάλλουσα. Πρόκειται για το ίδιο ακριβώς φάσμα που φαίνεται στην Εικόνα 56 και στο κάτω μέρος της Εικόνας 54.



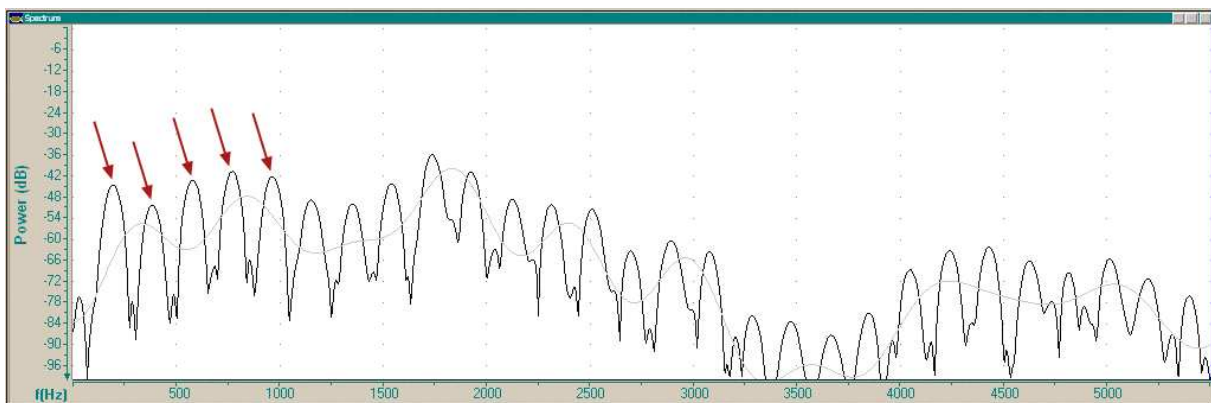
Εικόνα 56: Παράθυρο απεικόνισης φάσματος ενός φθόγγου ϵ από το Speech Analyzer όπου φαίνεται πιο καθαρά η περιβάλλουσα, με έντονο μαύρο όπως την παρουσιάζει το πρόγραμμα. Πρόκειται για το ίδιο φάσμα που φαίνεται στην Εικόνα 55 και στο κάτω μέρος της Εικόνας 54.



Εικόνα 57: Παράθυρο απεικόνισης φάσματος ενός φθόγγου ϵ από το Speech Analyzer όπου έχει ενισχυθεί η απεικόνιση του βραχύχρονου φάσματος για να φαίνεται πιο καθαρά από την περιβάλλουσα (αντίγραφο της Εικόνας 55). Οι πρώτες πέντε αρμονικές σημειώνονται με βέλος.



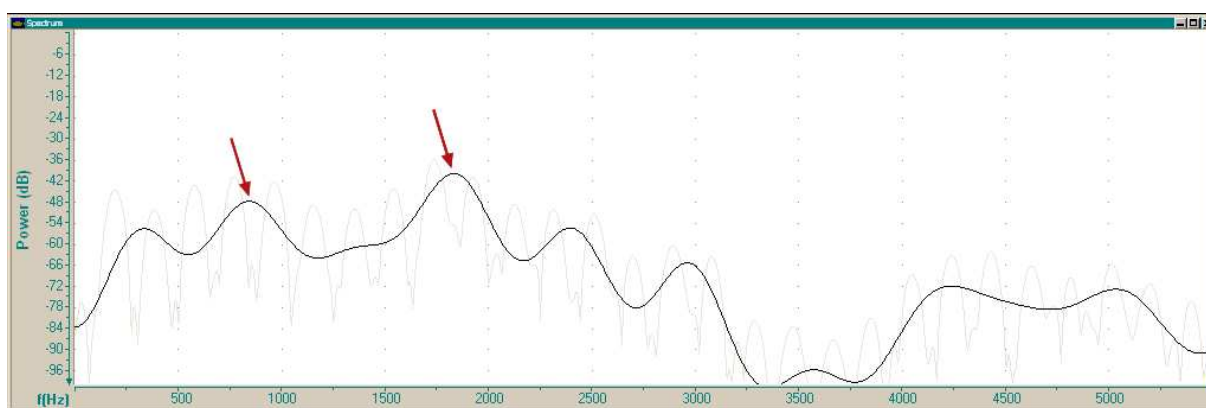
Εικόνα 58: Οθόνη του Speech Analyzer όπου απεικονίζεται η κυματομορφή (πάνω) και το φάσμα της περιοχής που οριοθετείται από τα σημάδια (κάτω), η οποία στην περίπτωση αυτή είναι η κεντρική περιοχή (έξι περίοδοι) ενός φθόγγου α, συνολικής διάρκειας 31,2 ms.



Εικόνα 59: Παράθυρο απεικόνισης φάσματος ενός φθόγγου α από το Speech Analyzer όπου έχει ενισχυθεί η απεικόνιση του βραχύχρονου φάσματος για να φαίνεται πιο καθαρά από την περιβάλλουσα. Οι πρώτες πέντε αρμονικές σημειώνονται με βέλος.



Εικόνα 60: Μετρήσεις στο φάσμα από το Speech Analyzer, στην κάτω δεξιά γωνία του, όταν τοποθετείται το σημάδι με το ποντίκι μέσα στην απεικόνιση του φάσματος. Η πρώτη μέτρηση από αριστερά είναι η συχνότητα του φάσματος στην οποία έχει τοποθετηθεί το σημάδι, σε Hz.



Εικόνα 61: Παράθυρο απεικόνισης φάσματος ενός φθόγγου α από το Speech Analyzer (όμοιο με το κάτω μέρος της Εικόνας 58 όπου έχουν σημειωθεί με βέλος οι δύο ισχυρότερες μορφικές. Εδώ οι δύο ισχυρότερες τυχαίνει να είναι η δεύτερη και η τρίτη μορφική, κατά σειρά μετρώντας από αριστερά (από χαμηλές συχνότητες). Όπως φαίνεται, η πρώτη μορφική, κάπου στα 350 Hz, δεν είναι ιδιαίτερα ισχυρή κι έτσι την ξεπερνούν και η δεύτερη και η τρίτη.

σε Hz κάτω δεξιά. Αντίστοιχα, για τη μέτρηση μιας συχνότητας στο φάσμα τοποθετούμε το σημάδι πάνω στην απεικόνιση του φάσματος και διαβάζουμε την τιμή σε Hz.

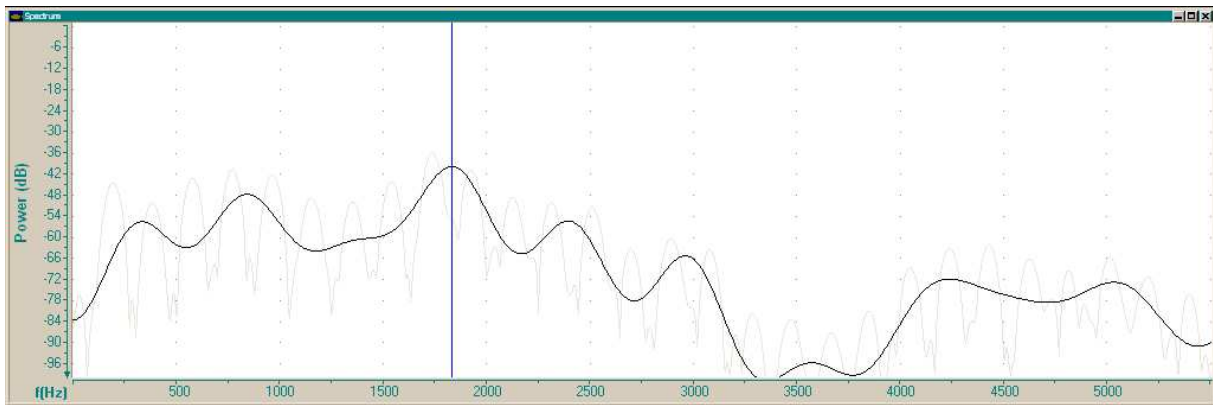
Η Εικόνα 58 απεικονίζει την κυματομορφή και το αντίστοιχο φάσμα ενός φθόγγου α. Το παράθυρο του φάσματος φαίνεται στην Εικόνα 59. Στην απεικόνιση αυτή το χρώμα του βραχύχρονου φάσματος έχει γίνει πιο σκούρο για να είναι εμφανέστερο από την περιβάλλουσα. Οι αρμονικές φαίνονται καθαρά ως μια σειρά από στρογγυλεμένες κορυφές. Οι πέντε πρώτες κορυφές έχουν επισημανθεί με ένα βελάκι για τις ανάγκες της παρουσίασης (το βελάκι δεν υπάρχει στον Speech Analyzer). Τοποθετώντας το σημάδι στο φάσμα ακριβώς πάνω στην πρώτη κορυφή εμφανίζονται στο κάτω δεξιά μέρος της οθόνης οι σχετικές μετρήσεις, που φαίνονται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 60.

Από τις τιμές που εμφανίζονται μας ενδιαφέρει εδώ μόνο η πρώτη, η οποία αντιστοιχεί στη συχνότητα του φάσματος όπου έχουμε τοποθετήσει το μπλε σημάδι. Στην περίπτωση αυτή που απεικονίζεται, η μέτρηση της συχνότητας θα είναι 194,8 Hz. Για να μετρήσουμε καθεμιά από τις επόμενες αρμονικές τοποθετούμε κατάλληλα το μπλε σημάδι και διαβάζουμε την αντίστοιχη τιμή (πάντα σε Hz) στο ίδιο σημείο.

7.3 Μέτρηση μορφικών συχνοτήτων στο φάσμα

Αντίστοιχα με τη μέτρηση αρμονικών συχνοτήτων στο βραχύχρονο φάσμα, μπορούμε να μετρήσουμε μορφικές συχνότητες στην περιβάλλουσα, η οποία μάλιστα εμφανίζεται και σε πιο έντονο μαύρο από το Speech Analyzer. Η Εικόνα 61 δείχνει το κάτω παράθυρο από την οθόνη του Speech Analyzer που παρουσιάστηκε στην Εικόνα 58, όπου φαίνεται καθαρά η ομαλή καμπύλη της περιβάλλουσας του φάσματος. Στην εικόνα αυτή έχουν σημειωθεί με βελάκι οι δύο ισχυρότερες (δηλαδή μεγαλύτερες σε ύψος) μορφικές. Τοποθετώντας το μπλε σημάδι στην ισχυρότερη από τις δύο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 62, προκύπτει η μέτρηση για τη συχνότητά της που φαίνεται στην Εικόνα 63, δηλαδή 1833,8 Hz.

Για να μετρήσουμε λοιπόν τις μορφικές συχνότητες ενός φάσματος, τοποθετούμε το



Εικόνα 62: Παράθυρο απεικόνισης φάσματος ενός φθόγγου α από το Speech Analyzer (το ίδιο με την προηγούμενη εικόνα) στο οποίο η ισχυρότερη μορφική έχει σημειωθεί με το μπλε σημάδι.



Εικόνα 63: Μετρήσεις στο φάσμα από το Speech Analyzer, στην κάτω δεξιά γωνία του, που αντιστοιχούν στην τοποθέτηση του σημαδιού που φαίνεται στην Εικόνα 62. Η πρώτη μέτρηση από αριστερά είναι συνεπώς η συχνότητα της πρώτης μορφικής στο συγκεκριμένο φθόγγο α.

βελάκι στις κορυφές της ομαλής καμπύλης της περιβάλλουσας και διαβάζουμε την αντίστοιχη τιμή, σε Hz από την κάτω δεξιά γωνία του παραθύρου του Speech Analyzer. Ισχυρότερη μορφική είναι η ψηλότερη κορυφή της καμπύλης, δεύτερη ισχυρότερη η αμέσως χαμηλότερη κορυφή κλπ. Αν μας ζητείται να μετρήσουμε τις δύο ισχυρότερες μορφικές τότε εργαζόμαστε όπως δείχνουν οι Εικόνες 61–63 παραπάνω.

Προσοχή: Η *πρώτη* μορφική είναι η πρώτη κορυφή από αριστερά, η *δεύτερη* μορφική είναι η δεύτερη κορυφή από αριστερά προς τα δεξιά κ.ο.κ. Παρότι συνήθως οι πρώτες μορφικές είναι και οι ισχυρότερες, η αρίθμηση δεν είναι το ίδιο πράγμα με την ένταση. Όταν μας ζητείται μέτρηση των πρώτων δύο μορφικών, ασχολούμαστε με τις δύο αριστερότερες κορυφές, δηλαδή εκείνες που εμφανίζονται στις χαμηλότερες συχνότητες του φάσματος, ανεξάρτητα από το αν είναι ισχυρές ή όχι. Όταν μας ζητείται μέτρηση των ισχυρότερων μορφικών, ασχολούμαστε με τις ψηλότερες κορυφές όπου κι αν βρίσκονται στο φάσμα (σε υψηλές ή σε χαμηλές συχνότητες). Και φυσικά δεν μπερδεύουμε ποτέ τις μορφικές, που εμφανίζονται στην ομαλή περιβάλλουσα, με τις αρμονικές, που εμφανίζονται στο αχνό βραχύχρονο φάσμα με τα πολλά σκαμπανεβάσματα.

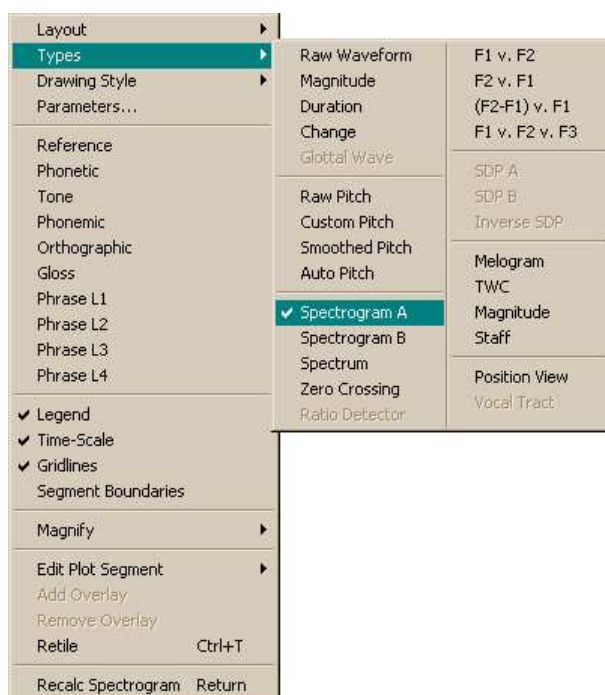
8 Ακουστικός χώρος φωνηέντων

8.1 Απεικόνιση φασματογράμματος στο Speech Analyzer

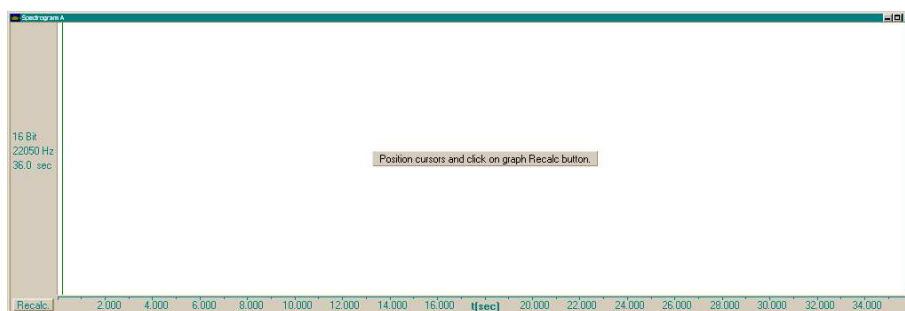
Το φασματογράμμα λέγεται στα αγγλικά spectrogram. Για να απεικονίσουμε το φασματογράμμα για μια ηχογράφιση ομιλίας στο Speech Analyzer ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Αρχικά ορίζουμε απεικόνιση δύο ή περισσότερων οριζόντιων ζωνών μέσα στην οθόνη του Speech Analyzer από την επιλογή Layout.

2. Με δεξί κλικ στην ζώνη απεικόνισης όπου θέλουμε να εμφανιστεί το φασματογράμμα και από την επιλογή Types ορίζουμε τον τύπο Spectrogram A (Εικόνα 64). Τότε εμφανίζεται στη ζώνη αυτή ένα κενό παράθυρο όπως φαίνεται στην Εικόνα 65.
3. Για να απεικονιστεί το φασματογράμμα πρέπει να ζητήσουμε τον υπολογισμό του για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα της ηχογράφησης. Η επιλογή του διαστήματος γίνεται με τα σημάδια του Speech Analyzer. Τοποθετούμε τα σημάδια στην κυματομορφή ώστε να περικλείεται κάποια λέξη ή φράση που μας ενδιαφέρει και πατάμε με το ποντίκι στην περιοχή με την ένδειξη Recalc στην κάτω αριστερή γωνία του παραθύρου του φασματογράμματος. Στην Εικόνα 66 φαίνεται ένα παράδειγμα φασματογράμματος μαζί με την αντίστοιχη περιοχή της κυματομορφής.

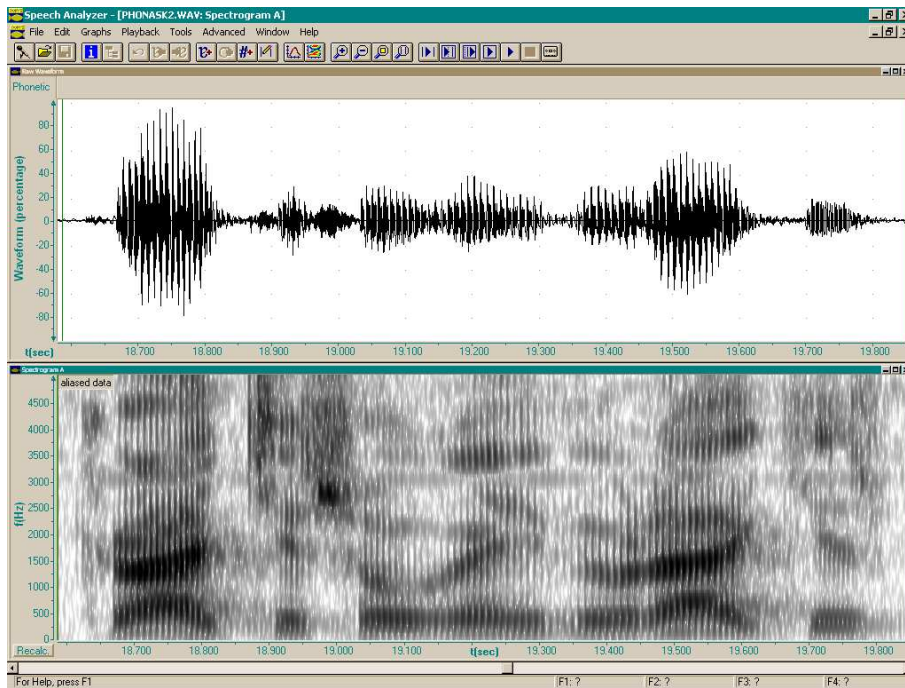


Εικόνα 64: Κατάλογος επιλογών τύπων απεικόνισης, με επιλεγμένο τον τύπο Spectrogram A για τον αυτόματο υπολογισμό και απεικόνιση του φάσματος.

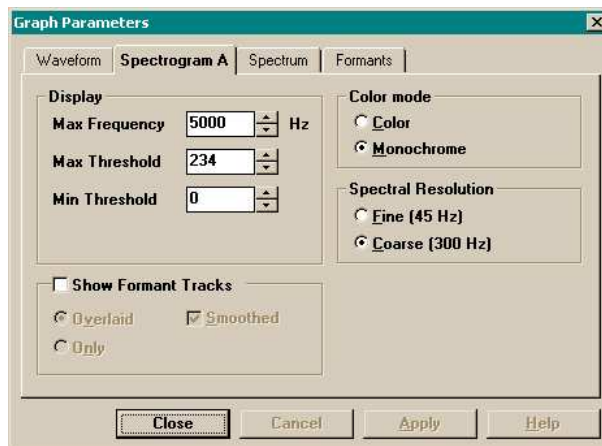


Εικόνα 65: Ζώνη φασματογράμματος του Speech Analyzer χωρίς οριοθετημένη περιοχή υπολογισμού.

4. Με δεξί κλικ στη ζώνη απεικόνισης φασματογράμματος, και μέσω της επιλογής Parameters, ορίζουμε τις παραμέτρους για την απεικόνιση του φασματογράμματος που φαίνονται στην Εικόνα 67: μέγιστη συχνότητα (Max Frequency) 5000 Hz, ελάχιστο κατώφλι (Min Threshold) 0, μονόχρωμη απεικόνιση (Color mode Monochrome), αδρή φασματική ανάλυση (Spectral resolution Coarse, 300 Hz). Αφήνουμε απενεργοποιημένη την επιλογή απεικόνισης μορφικών (Show Formant Tracks) και δεν επεμβαίνουμε στο άνω κατώφλι (Max Threshold).



Εικόνα 66: Οθόνη του Speech Analyzer όπου απεικονίζεται η κυματομορφή (πάνω) και το φασματογράμμα της περιοχής που οριοθετείται από τα σημάδια (κάτω).



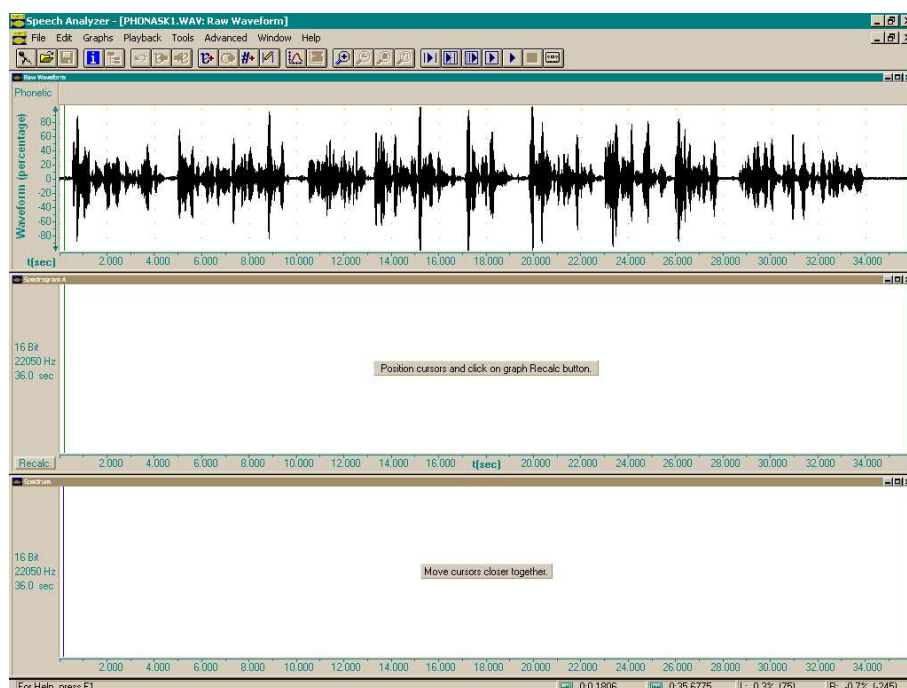
Εικόνα 67: Πίνακας ρυθμίσεων των παραμέτρων απεικόνισης του φασματογράμματος.

8.2 Μέτρηση μορφικών συχνότητων

Για τη μέτρηση των μορφικών συχνότητων ακολουθούμε τα εξής βήματα:

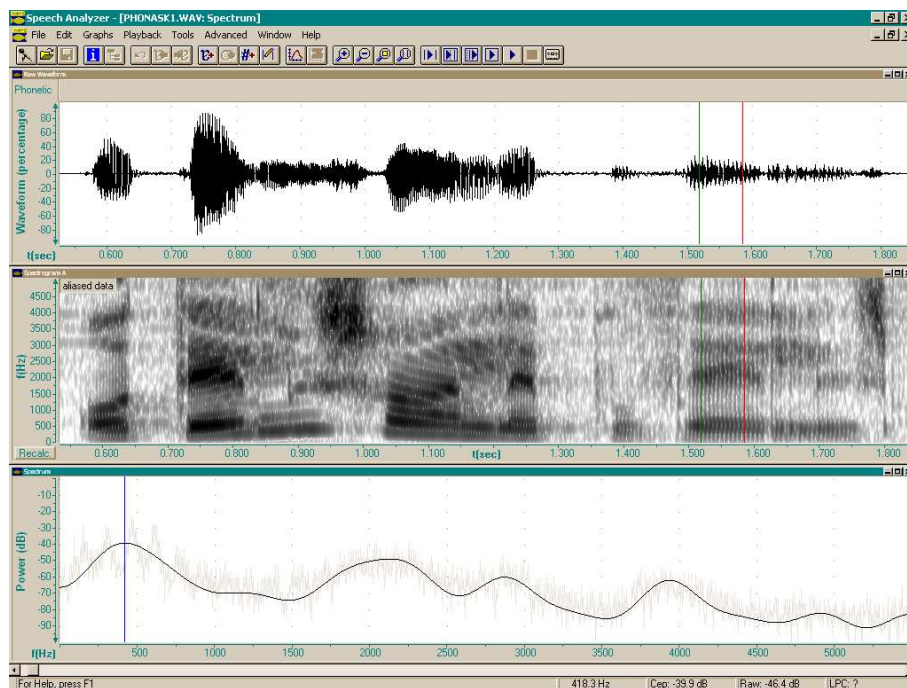
1. Επιλέγουμε απεικόνιση *τριών* οριζόντιων ζωνών στην οθόνη του Speech Analyzer, με την επιλογή 3a του καταλόγου Layout.
2. Μέσα από τον κατάλογο επιλογών τύπων απεικόνισης (Types), επιλέγουμε απεικόνιση κυματομορφής (Raw waveform) στην ανώτερη ζώνη, φασματογράμμα (Spectrogram A) στη μεσαία ζώνη και φάσμα (Spectrum) στην κατώτερη ζώνη (βλ. Εικόνα 68).
3. Ρυθμίζουμε τις παραμέτρους απεικόνισης φασματογράμματος (σύμφωνα με τις παραπάνω οδηγίες, βήμα 4 και Εικόνα 67) και φάσματος (σύμφωνα με τις οδηγίες από την προηγούμενη εργασία).
4. Εντοπίζουμε στην κυματομορφή μια λέξη ή φράση στην οποία θέλουμε να εκτελέσουμε μετρήσεις, χρησιμοποιώντας τα σημάδια του Speech Analyzer και ακούγοντας τα διαστήματα που επιλέγουμε, και οριοθετούμε με τα σημάδια την περιοχή της επιλογής μας.

Προσοχή: Από τη στιγμή που οριοθετούμε την ευρύτερη περιοχή των μετρήσεων δεν μετακινούμε άλλο το διάστημα απεικόνισης (π.χ. μετακινώντας το τετραγωνάκι μέσα στο χρονικό κανάλι) ούτε και μεταβάλλουμε την κλίμακα μεγέθυνσης (από τους μεγεθυντικούς φακούς) έως ότου ολοκληρωθούν οι μετρήσεις για το διάστημα αυτό.

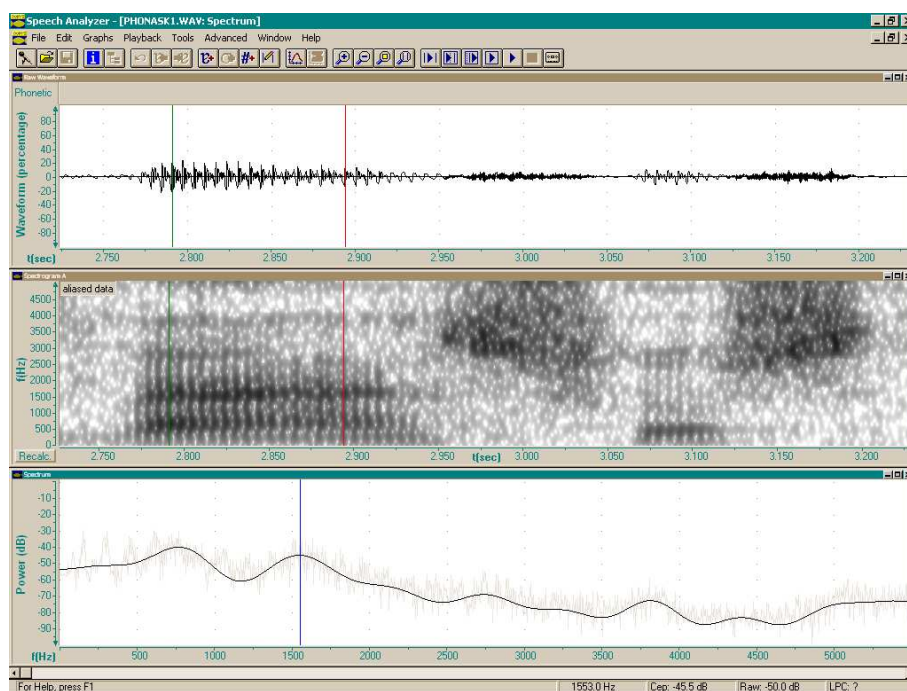


Εικόνα 68: Οθόνη του Speech Analyzer χωρισμένη σε τρεις οριζόντιες ζώνες απεικόνισης, με την κυματομορφή πάνω και τις ζώνες για το φασματογράμμα (μέση) και το φάσμα (κάτω) κενές διότι δεν έχουν οριστεί τα απαιτούμενα διαστήματα.

5. Μεγεθύνουμε την περιοχή απεικόνισης της κυματομορφής ώστε να φαίνεται μόνο η περιοχή της επιλογής μας, πατώντας στο εικονίδιο με το μεγεθυντικό φακό και τις δύο κατακόρυφες γραμμές.
6. Πατάμε με το ποντίκι στην ένδειξη Recale που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία μέσα στη ζώνη του φασματογράμματος ώστε να υπολογιστεί το φασματόγραμμα για το επιλεγμένο διάστημα της ηχογράφησης.
7. Εντοπίζουμε, μέσα στην περιοχή της κυματομορφής που απεικονίζεται, το συγκεκριμένο φθόγγο που μας ενδιαφέρει, χρησιμοποιώντας τα σημάδια του Speech Analyzer και ακούγοντας διαστήματα της επιλογής μας.
8. Οριοθετούμε μια σταθερή περιοχή διάρκειας 20–40 ms μέσα στον επιλεγμένο φθόγγο, στο κέντρο του, βασίζοντας την επιλογή μας στο φασματόγραμμα. Επιλέγουμε δηλαδή την κεντρική περιοχή του φθόγγου αποφεύγοντας περιοχές μετάβασης. Αν η διαθέσιμη σταθερή περιοχή είναι μεγαλύτερη από 40 ms επιλέγουμε μόνο 40 ms από το κέντρο της σταθερής περιοχής. Αν δεν υπάρχουν ούτε 20 ms σταθερής περιοχής τότε δεν εκτελούμε τη μέτρηση για το φθόγγο αυτό. (Το πρόβλημα μπορεί να αποφευχθεί με προσεκτική, αργή και καθαρή ομιλία.) Μόλις επιλέξουμε περιοχή του φθόγγου εμφανίζεται το φάσμα της στην κάτω ζώνη της οθόνης του Speech Analyzer (βλ. Εικόνες 69 και 70).



Εικόνα 69: Οθόνη του Speech Analyzer όπου απεικονίζεται η κυματομορφή (πάνω) και το φασματόγραμμα της ίδιας περιοχής (μέση), καθώς και το φάσμα του διαστήματος που οριοθετείται από τα σημάδια (κάτω). Πρόκειται για το φθόγγο ε από ηχογράφηση γυναικείας φωνής. Το μπλε σημάδι στην περιοχή του φάσματος έχει τοποθετηθεί στην πρώτη μορφική, της οποίας η συχνότητα είναι 418.3 Hz, όπως φαίνεται στο κάτω μέρος της οθόνης.



Εικόνα 70: Οθόνη του Speech Analyzer όπου απεικονίζεται η κυματομορφή (πάνω) και το φασματόγραμμα της ίδιας περιοχής (μέση), καθώς και το φάσμα του διαστήματος που οριοθετείται από τα σημάδια (κάτω). Πρόκειται για το φθόγγο *a* γυναικείας φωνής. Το μπλε σημάδι στο φάσμα δείχνει τη δεύτερη μορφική, συχνότητας 1553.0 Hz.

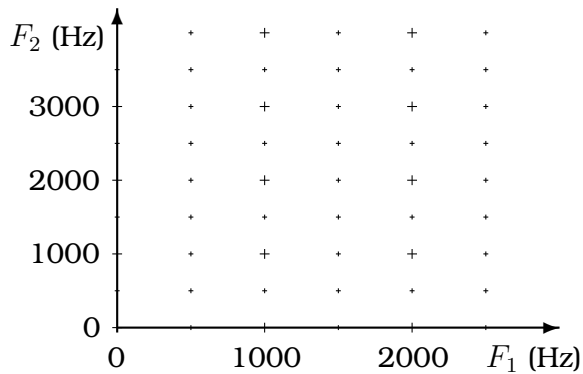
9. Χρησιμοποιούμε το μπλε σημάδι πάνω στην περιοχή του φάσματος για να μετρήσουμε τις μορφικές συχνότητες, τοποθετώντας το στις κορυφές της ομαλής καμπύλης και καταγράφοντας την πρώτη τιμή από αριστερά που εμφανίζεται στην κατώτερη περιοχή της οθόνης του Speech Analyzer.

Προσοχή: Πάντα επαληθεύουμε τις τιμές που λαμβάνουμε στο φάσμα ελέγχοντας τις σκούρες ζώνες στο φασματόγραμμα!

10. Αν επιθυμούμε να μετρήσουμε μορφικές και σε άλλους φθόγγους που βρίσκονται στο απεικονιζόμενο τμήμα της κυματομορφής τότε συνεχίζουμε από το βήμα 7. Αν πρέπει να μεταβούμε σε άλλο τμήμα της κυματομορφής για μετρήσεις τότε συνεχίζουμε από το βήμα 4 αφού μειώσουμε τη μεγέθυνση της κυματομορφής (μεγεθυντικός φακός πλην) ή μετακινηθούμε χρονικά (μετακινώντας το τετραγωνάκι στο κανάλι του χρόνου).

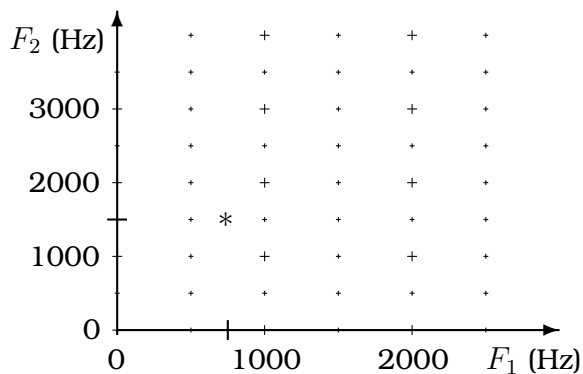
8.3 Κατασκευή διαγράμματος μορφικών

Στην περίπτωση των φωνηέντων είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να απεικονίζουμε συγχρόνως σε ένα διάγραμμα τις δύο πρώτες μορφικές. Το διάγραμμα αυτό ονομάζεται «χώρος φωνηέντων» και πάνω σε αυτό σχηματίζονται από τις μετρήσεις των μορφικών οι περιοχές που καταλαμβάνουν στον ακουστικό χώρο τα διάφορα φωνήεντα της γλώσσας μας. Για να κατασκευάσουμε ένα διάγραμμα του χώρου φωνηέντων μεταφέρουμε τα ζεύγη μετρήσεων από τα φωνήεντά μας πάνω σε άξονες F_1-F_2 , σαν αυτούς που φαίνονται στην Εικόνα 71.



Εικόνα 71: Διάγραμμα χώρου φωνηέντων όπου μπορούν να απεικονιστούν ζευγάρια μετρήσεων πρώτης μορφικής συχνότητας (F_1) και δεύτερης μορφικής συχνότητας (F_2), σε Hz. Η πρώτη μορφική αντιστοιχεί στον οριζόντιο άξονα και η δεύτερη στον κατακόρυφο.

Για παράδειγμα, αν ένα φωνήεν έχει μετρηθεί με πρώτη μορφική ίση με 750 Hz και δεύτερη μορφική ίση με 1500 Hz, τότε θα σημειώσουμε ένα σημείο ακριβώς πάνω από το 750 του οριζόντιου άξονα, και δεξιά από το σημείο 1500 του κατακόρυφου άξονα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 72 (σημειωμένο με αστερίσκο).



Εικόνα 72: Διάγραμμα χώρου φωνηέντων με απεικονισμένο ένα σημείο που αντιστοιχεί σε μέτρηση πρώτης μορφικής στα 750 Hz και δεύτερης στα 1500 Hz.