



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

---

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΤΙΤΛΟΣ: «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΕΘΝΩΝ ΛΙΣΤΩΝ  
ΛΕΞΕΩΝ»**

**TITLE: “DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL  
WORD LISTS”**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑΣ: ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΥ ΙΩΑΝΝΑ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΡΙΜΜΗΣ, Ph.D., CCC A/SLP**

**ΠΑΤΡΑ - 2018**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή, κο Νικόλαο Τρίμμη για τη συνεργασία κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας και γενικά την πολύτιμη συμβολή του στην ολοκλήρωση της.

Επιθυμώ επίσης να ευχαριστήσω, όλους τους καθηγητές του ΑΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στήριξε με κάθε δυνατό τρόπο καθώς και ορισμένους πολύ αγαπητούς και αξιόλογους ανθρώπους που συνάντησα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου, οι οποίοι με την συμπαράσταση, την υπομονή και την θετική τους σκέψη, συνέβαλλαν στην εκπλήρωση των στόχων που είχα θέσει.

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο: «**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΕΘΝΩΝ ΛΙΣΤΩΝ ΛΕΞΕΩΝ**» εκπονήθηκε για το Τμήμα Λογοθεραπείας της Σχολής Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αφορά στην ανάπτυξη διεθνών λιστών ψευδολέξεων με στόχο τη δημιουργία μιας υπερουδικής πολυγλωσσικής δοκιμασίας αναγνώρισης της ομιλίας. Αρχικά, γίνεται αναφορά στο σκοπό της έρευνας και παρατίθεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τον κλάδο της ομιλητικής ακουομετρίας και ειδικότερα με τις δοκιμασίες αναγνώρισης ομιλίας. Ακολούθως περιγράφεται η διαδικασία ανάπτυξης των λιστών. Πιο συγκεκριμένα, αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο έγιναν: η επιλογή των γλωσσών, η επιλογή των κοινών φωνημάτων των γλωσσών αυτών, η δημιουργία των ψευδολέξεων, η ανάπτυξη των λιστών. Τέλος, αναλύονται τα αποτελέσματα και γίνεται συζήτηση πάνω στα συμπεράσματα που προέκυψαν.

Επιλέχθηκαν οι γλώσσες με το μεγαλύτερο ποσοστό ομιλητών παγκοσμίως. Εντοπίστηκαν τα φωνήματα που εμφανίζονται από κοινού σε αυτές τις γλώσσες και δημιουργήθηκαν με αυτά ψευδολέξεις τύπου CVC. Δόθηκε προσοχή στην φωνημική ισορροπία και ανομοιότητα των πέντε λιστών που δημιουργήθηκαν στη συνέχεια. Κάθε λίστα περιλαμβάνει πενήντα ψευδολέξεις. Ως αποτέλεσμα αναπτύχθηκαν πέντε λίστες, κάθε μια από τις οποίες περιέχει πενήντα μονοσυλλαβικούς συνδυασμούς ανοιχτού τύπου και οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μιας πολυγλωσσικής υπερουδικής δοκιμασίας ομιλητικής ακουομετρίας. Η συγκεκριμένη υπερουδική δοκιμασία θα μπορεί να χορηγηθεί ανεξάρτητα από το αν ο εξεταστής και ο ασθενής μιλούν την ίδια γλώσσα και θα μπορεί να φανεί χρήσιμη στην εύρεση κατάλληλου ακουστικού βοηθήματος σε περιπτώσεις βαρηκοΐας, στην ανίχνευση διαταραχής ακουστικής επεξεργασίας αλλά και στον έγκαιρο εντοπισμό προβλημάτων ακοής. Ακόμα, οι συγκεκριμένες λίστες θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην ανίχνευση των φωνητικών διαφορών μεταξύ των ομιλητών διαφορετικών γλωσσών. Ως επόμενο βήμα προτείνεται η ηχογράφηση και η χορήγηση του υλικού προς πιστοποίηση της αποτελεσματικότητας του.

## **ABSTRACT**

This graduation thesis is concerned with the development of international non-word lists aiming at the creation of a multilingual suprathreshold speech recognition test. Initially, the purpose of the research is discussed and a bibliographic review of the field of speech audiometry is presented, particularly about speech recognition tests. Next, the list development process is described. More specifically, the choice of languages, the choice of the phonemes these languages have in common, the creation of the non-words, the development of the lists, are analyzed. Finally, the results are analyzed and a discussion is made on the conclusions that have been drawn.

The languages with the highest percentage of speakers worldwide were selected. The phonemes that appear in common in these languages were detected and they were used in the creation of CVC pseudo-words. Attention was paid to the phonological balance and dissimilarity of the five lists that were then created. Each list contains fifty non-words. As a result, five lists were developed, each of which contains fifty open-type monosyllabic combinations and which can be used to create a multilingual suprathreshold audiometric test. This specific suprathreshold test can be given regardless of whether the examiner and the patient speak the same language and may be useful in finding appropriate hearing aids for hearing impairment, in detecting auditory processing disorder and also in early detection of hearing problems. Also, these lists could help detect vocal differences between speakers of different languages. As a further step, the administration and application of the material is proposed to verify its effectiveness.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I.	ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	ii
II.	ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	iii
III.	ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	iv
IV.	ABSTRACT .....	v
V.	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	vi
VI.	ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	vii
VII.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
	1. Σκοπός εργασίας .....	1
	2. Θεωρητικό υπόβαθρο .....	2
	2.1. Έλεγχος ουδού αναγνώρισης ομιλίας.....	6
	2.2. Έλεγχος υπερουδικής ομιλίας .....	7
	2.3. Έρευνες με χρήση μονοσύλλαβων ψευδολέξεων .....	14
	2.4. Πολυγλωσσικές δοκιμασίες αναγνώρισης ομιλίας.....	14
VIII.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	16
	1. Επιλογή των γλωσσών .....	16
	2. Εύρεση των κοινών φωνημάτων .....	19
	3. Παράλειψη γλωσσών .....	20
	4. Επιλογή κατάλληλου υλικού.....	23
	5. Δημιουργία ψευδολέξεων.....	24
	6. Ανάπτυξη λιστών ψευδολέξεων .....	24
IX.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	29
X.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	31
	1. Προτάσεις για ηχογράφηση και διαμόρφωση υλικού .....	32
	2. Προτάσεις για χορήγηση δοκιμασίας.....	32
	3. Πιθανές εφαρμογές.....	33
XI.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	37
XII.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	44

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

SRT: Speech Recognition Threshold = Ουδός Αναγνώρισης Ομιλίας

SDT: Speech Detection Threshold = Ουδός Ανίχνευσης Ομιλίας

ASHA: American Speech-Language-Hearing Association

CID W-22: Central Institute of the Deaf W-22 = W-22 του Κεντρικού Ινστιτούτου Κωφών

NU-6: Κατάλογος 6 λέξεων του Northwestern University

WIPI: Word Intelligibility by Picture Identification = Καταληπτότητα Λέξεων μέσω Αναγνώρισης Εικόνων

NU-CHIPS: Northwestern University Children's Perception of Speech test = Δοκιμασία Παιδικής Αντίληψης της Ομιλίας του Northwestern University

HINT: Hearing in Noise Test = Δοκιμασία Ακοής σε Θόρυβο

SSI: Synthetic Sentence Identification test = Δοκιμασία Προσδιορισμού Συνθετικών Προτάσεων

SPIN: Speech Perception in Noise test = Δοκιμασία Αντίληψης Ομιλίας και Θορύβου

SNR: Signal-to-noise ratio= Αναλογία σήματος προς θόρυβο

CST: Connected Speech Test = Δοκιμασία Συνθετικής Ομιλίας

MCL: Most Comfortable Listening Level = Στάθμη Άνετης Ακουστότητας

ANL: Acceptable Noise Level = Ανεκτό Επίπεδο Θορύβου

UCL: Uncomfortable Listening Level = Δυσάρεστο Επίπεδο Ακρόασης

MLV: Monitored Live Voice = Ελεγχόμενη Ζωντανή Φωνή

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1. Σκοπός εργασίας

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε με σκοπό την ανάπτυξη διεθνών λιστών λέξεων χωρίς νόημα, οι οποίες να πληρούν τις προϋποθέσεις για τη δημιουργία μιας υπερουδικής πολυγλωσσικής δοκιμασίας αναγνώρισης της ομιλίας. Πιο συγκεκριμένα, ο στόχος ήταν να παραχθεί ένα τεστ που να ελέγχει την υπερουδική ομιλία στο μεγαλύτερο δυνατό τμήμα του πληθυσμού παγκοσμίως.

Είναι εμφανής η ανάγκη για ένα τέτοιο εργαλείο καθώς θα μπορούσε να υποδείξει τον κατάλληλο τύπο ακουστικού για άτομα με βαρηκοΐα ανεξάρτητα από τη γλώσσα την οποία μιλάνε. Παράλληλα, πολλά άτομα παρουσιάζουν διαταραχές ακουστικής επεξεργασίας και για αποτελεσματικότερη αξιολόγηση των αδυναμιών τους απαιτείται η χρήση ενός εργαλείου μέτρησης της κατανόησης της ομιλίας. Υπάρχουν εργαλεία που μετρούν την ακουστική κατανόηση, τόσο για συγκεκριμένες γλώσσες όσο και πολυγλωσσικά, ωστόσο δεν υπάρχει κάποιο πολυγλωσσικό τεστ που να μπορεί να εφαρμοστεί αυτούσιο σε ομιλητές διαφόρων γλωσσών.

Στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι ήδη υπάρχουν τα ακοομετρικά τεστ καθαρών τόνων που χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα από την γλώσσα την οποία μιλάει ο εξεταζόμενος. Ωστόσο, τα οφέλη της ομιλητικής ακοομετρίας είναι καλά τεκμηριωμένα και την έχουν κάνει ένα τυπικό μέρος μιας πλήρους διαγνωστικής αξιολόγησης των διαταραχών της ακοής, των βοηθημάτων ακοής και της ακουστικής αποκατάστασης για όλους σχεδόν τους ακοολόγους (Martin et al., 1994). «Η ομιλητική ακοομετρία παρέχει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την ακοή ενός ατόμου από ό, τι η ακοομετρία καθαρού τόνου μόνο. Το ακουόγραμμα παρέχει μια γενική περιγραφή του μεγέθους της απώλειας ακοής ενός ατόμου. Ωστόσο, δεν παρουσιάζει πάντοτε επαρκώς τις δυσκολίες επικοινωνίας που μπορεί να αντιμετωπίσει ένα άτομο ή τις ανάγκες ακουστικής αποκατάστασης του ατόμου.» (Trimmis et al., 2012).

Η ακουστική βλάβη που τεκμηριώνεται από ένα ακουόγραμμα καθαρών τόνων, δεν μπορεί να απεικονίσει το βαθμό της ανικανότητας στη γλωσσική επικοινωνία που προκαλείται από μία βαρηκοΐα. Οι ασθενείς με ακουστικές βλάβες εκφράζουν παράπονα κυρίως για προβλήματα στην ακοή και την κατανόηση της ομιλίας, επομένως είναι λογικό οι δοκιμασίες της ακουστικής λειτουργίας να πραγματοποιούνται με γλωσσικά ερεθίσματα. Χρησιμοποιώντας την ομιλητική ακοομετρία οι ακοολόγοι απαντούν σε ερωτήματα σχετικά με το βαθμό της βαρηκοΐας για την ομιλία, τις στάθμες άνετης ακουστότητας και δυσφορίας, το εύρος άνετης ακουστότητας και κυρίως την ικανότητα της αναγνώρισης και διάκρισης της ομιλίας. Οι λογοπαθολόγοι χρησιμοποιούν τα ευρήματα των ομιλητικών ακοομετρικών διαδικασιών στο σχεδιασμό της θεραπείας και στη συμβουλευτική του ασθενούς και της οικογένειάς του (Martin & Clark, 2008).

Κατά την δημιουργία των λιστών υπήρξαν δυσκολίες, λόγω έλλειψης σχετικής βιβλιογραφίας. Δεν βρέθηκε κάποιο πρωτόκολλο δημιουργίας πολυγλωσσικού υπερουδικού τεστ ομιλητικής ακοομετρίας στο οποίο να μπορούσε να βασιστεί η δοκιμασία. Επομένως τα βήματα για την ανάπτυξη των λιστών βασίστηκαν σε προγενέστερες μελέτες μέτρησης της αναγνώρισης υπερουδικής ομιλίας. Οι δοκιμασίες αυτές ωστόσο είτε δεν είναι πολυγλωσσικές είτε στην περίπτωση που είναι πολυγλωσσικές δεν μπορούν να εφαρμοστούν αυτούσιες σε ομιλητές διαφόρων γλωσσών.



## 2. Θεωρητικό υπόβαθρο - Ομιλητική ακοομετρία

Η ομιλία είναι το ακουστικό ερέθισμα μέσω του οποίου επικοινωνούμε. Επομένως, η αναγνώριση της ομιλίας έχει μεγάλο ενδιαφέρον όσον αφορά την επίτευξη επιτυχούς επικοινωνίας. «Η αναγνώριση της ομιλίας είναι η ικανότητα να αντιλαμβανόμαστε ένα προφορικό μήνυμα και να παίρνουμε αποφάσεις σχετικά με τη λεξικολογική του σύνθεση, χρησιμοποιώντας ακουστικές και ορισμένες φορές, οπτικές πληροφορίες.» (Tye-Murray, 2012). Η εξέταση αναγνώρισης της ομιλίας πραγματοποιείται με στόχο τον προσδιορισμό της ικανότητας ενός ατόμου να αναγνωρίζει μονάδες ομιλίας (Tye-Murray, 2012). Η ομιλητική ακοομετρία είναι η παλαιότερη γνωστή μέθοδος εξέτασης της ακοής που πραγματοποιείται με εξέταση ομιλίας (Παπαφράγκου, 1996).

Σύμφωνα με τον Carhart (1951), η ομιλητική ακοομετρία, είναι η τεχνική κατά την οποία τυποποιημένα δείγματα μίας γλώσσας, παρουσιάζονται μέσω ενός συστήματος το οποίο είναι ικανό να μετρά μία πλευρά της ακουστικής ικανότητας. Αργότερα οι Lyregaard et al. (1976) όρισαν ως ομιλητική ακοομετρία κάθε μέθοδο με την οποία αξιολογείται το επίπεδο ή η ικανότητα του ακουστικού συστήματος ενός ατόμου χρησιμοποιώντας ήχους ομιλίας. Οι παραπάνω ορισμοί υπογραμμίζουν το βασικό σκοπό της ομιλητικής ακοομετρίας, που δεν είναι άλλος από τη «μέτρηση των δεξιοτήτων ακρόασης ομιλίας, συμπεριλαμβανόμενης της επίγνωσης ομιλίας και της αναγνώρισης της ομιλίας» (Tye-Murray, 2012).

Η πρώτη εφαρμογή του τεστ της ομιλητικής ακοομετρίας αναπτύχθηκε το 1904 από τον Bryant και η καταγραφή πραγματοποιήθηκε σε έναν φωνογράφο. Εξαιτίας πρωτόγονου εξοπλισμού, η δοκιμασία του τεστ δεν κρίθηκε ικανοποιητική (Hudgins και συν. 1947). Επομένως η πρώτη καταγραφή ακουστικής δοκιμασίας η οποία χρησιμοποιήθηκε αρκετά ήταν το The Western Electric 4A, με πιο πρόσφατο να είναι το 4C. Η παρούσα δοκιμασία ήταν μια φωνογραφική καταγραφή των προφορικών ψηφίων. Έγινε σημαντική προσπάθεια κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, προκειμένου να αναπτύξει τα τεστ τα οποία θα συνέβαλλαν και θα βοηθούσαν στην αξιολόγηση των διαφόρων τύπων επικοινωνιακών εξοπλισμών για τους στρατιωτικούς. Οι δοκιμασίες αυτές αναπτύχθηκαν στο Πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ και ορισμένες από αυτές αποδείχθηκαν πως θα μπορούσαν να εφαρμοστούν για κλινική χρήση με βασικό σκοπό της αξιολόγησης της ακοής (Hirsh και συν. 1952).

Η ομιλητική ακοομετρία αναπτύχθηκε από την εργασία που διεξήχθη στα Bell Labs κατά τις δεκαετίες του 1920 και του 1930, όπου εξετάζονταν η αποτελεσματικότητα των συστημάτων επικοινωνίας και αναπτύχθηκε περισσότερο μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο όταν βετεράνοι που επέστρεφαν παρουσίαζαν απώλεια ακοής. Οι μέθοδοι και τα υλικά για τον έλεγχο της κατανόησης της ομιλίας ήταν ενδιαφέροντα τότε και εξακολουθούν να παρουσιάζουν ενδιαφέρον σήμερα.

Σύμφωνα με την μελέτη των Martin & Clark (2006) η οποία πραγματοποιήθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, το 98% των ακοολόγων χρησιμοποιούν τις δοκιμασίες ουδού αναγνώρισης ομιλίας (SRT) και το 99% χρησιμοποιούν τις δοκιμασίες αναγνώρισης λέξης, προκειμένου να αξιολογήσουν την ακοή ενός ατόμου. Αρχικά τα ομιλητικά τεστ άρχισαν να πραγματοποιούνται με προφορικά μηνύματα, τα οποία και παρουσιάστηκαν σε συγκεκριμένες μετρημένες αποστάσεις μεταξύ του ομιλητή και του ακροατή. Οι παρούσες δοκιμασίες δεν μετρήθηκαν εύκολα και έτσι έδωσαν μόνο τις ακαθάριστες εκτιμήσεις μιας δυνατότητας ατόμων να ακούσει την ομιλία (ASHA, 1988). Επομένως η κλινική ομιλητική ακοομετρία αναπτύχθηκε προκειμένου να υπάρξουν ακριβέστερες δυνατές μετρήσεις.

Η ανάπτυξη της ομιλητικής ακοομετρίας δεν είναι ευρέως διαδεδομένη στην Ελλάδα. Παρόλα αυτά τα πρώτα τεστ ομιλητικής ακοομετρίας για την Νέα Ελληνική Γλώσσα αναπτύχθηκαν πολλές δεκαετίες νωρίτερα. Οι πιο γνωστοί κατάλογοι λέξεων που έχουν δημιουργηθεί για την ελληνική γλώσσα είναι του Α. Κόγια, του Λ. Μανωλίδη, του Γ. Καστέλη και των Μανωλίδη-Ηλιάδη. (Ηλιάδης και συν. 2011)

Αναλυτικότερα, ο Κόγιας το 1961 ανέπτυξε 4 λίστες όπου η κάθε μία αποτελούταν από 40 λέξεις. Στη συνέχεια το 1964 ο Μανωλίδης, δημιούργησε 5 λίστες, όπου η κάθε μία αποτελούταν από 30 λέξεις. Ο Καστέλης δημιούργησε 10 λίστες των 10 λέξεων. Και τέλος ο Ηλιάδης και οι συνεργάτες του δημιούργησαν 24 λίστες όπου η κάθε μία αποτελούταν από 10 λέξεις, κάποιες από τις οποίες ήταν κοινές μεταξύ τους και οι οποίες βασίστηκαν στις λέξεις που είχε χρησιμοποιήσει ο Μανωλίδης (Trimmis et al., 2006).

Ωστόσο οι ελληνικοί κατάλογοι λέξεων αν και θεωρούνται αρκετά αξιόλογοι σε σχέση με την περίοδο που δημιουργήθηκαν, είναι αρκετά παλιοί και δεν πληρούν επαρκώς τα σημερινά απαραίτητα διεθνώς κριτήρια ενός ομιλητικού τεστ. Οι λόγοι που θεωρούνται ελλειπείς είναι οι εξής:

- Δεν είναι φωνημικά ισόρροπες (PB)
- Αρκετές λέξεις έχουν χαμηλό βαθμό οικειότητας
- Δεν περιέχουν όλα τα φωνήματα της Νεοελληνικής γλώσσας
- Δεν υπάρχει έρευνα για την ισοδυναμία των λιστών
- Σε ορισμένες λίστες ο τονισμός των λέξεων είναι τυχαίος
- Είναι ανεπαρκής ο αριθμός των λέξεων για την στάθμη αναγνώρισης ομιλίας
- Και τέλος δεν διευκρινίζεται εάν οι λίστες χρησιμοποιούνται για τον ουδό αναγνώρισης της ομιλίας ή/και για την στάθμη αναγνώρισης ομιλίας.

Όλα τα παραπάνω οδηγούν τα αποτελέσματα σε αβεβαιότητα, επομένως κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη νέων λιστών τόσο για τον ουδό αναγνώρισης ομιλίας όσο και για την στάθμη αναγνώρισης ομιλίας. Τέτοιες ολοκληρωμένες εργασίες, με την δημιουργία σύγχρονων ελληνικών καταλόγων λέξεων είναι των Ε. Παπαδέα- Ν. Τρίμμη και της Β. Ηλιάδου και συνεργάτες. (Ηλιάδης και συν. 2011)

Πλήθος ομιλητικών δοκιμασιών είναι διαθέσιμα για κλινική χρήση προσφέροντας μία αρκετά μεγάλη επιλογή παραμέτρων όπως είναι ο τύπος του ομιλητικού υλικού (συλλαβές, μονοσύλλαβες και πολυσύλλαβες λέξεις με σημασιολογία ή ψευδολέξεις και προτάσεις), τύπος απόκρισης (ανοιχτού ή κλειστού τύπου) και το στοιχείο της βαθμολόγησης (φωνήματα, συλλαβές, λέξεις, προτάσεις). Στην Ελλάδα αν και υπάρχουν διαθέσιμες ορισμένες δοκιμασίες ομιλητικής ακοομετρίας στην Νέα Ελληνική γλώσσα, υπάρχει έλλειψη σ' αυτές τις δοκιμασίες. (Τρίμμη και συν. 2013)

Πρόσφατα σε μία προσπάθεια να βελτιωθούν τα υλικά τεστ στην Νέα Ελληνική Γλώσσα, ο Ηλιάδης και οι συνεργάτες του, ανέπτυξαν τρεις λίστες όπου η κάθε μία αποτελούταν από 50 λέξεις. Επιπλέον ο Τρίμμη και οι συνεργάτες του ( 2006 ) ανέπτυξαν 4 φωνημικά ισορροπημένες (PB) λίστες των 50 λέξεων η κάθε μία, βασισμένες στα παρακάτω κριτήρια:

- Φωνημική ισορροπία
- Δισύλλαβες λέξεις
- Οικειότητα των λέξεων
- Ο αριθμός των λέξεων σε κάθε λίστα πρέπει να είναι 50
- Ίσος καταμερισμός των λέξεων με βάση τον τονισμό

- Ίδιος βαθμός δυσκολίας σε όλες τις λίστες
- Φωνητική διαφοροποίηση των λιστών (Ηλιάδης και συν. 2011)

Αξίζει να σημειωθεί ότι πρόσφατα αναπτύχθηκαν δύο μονοσύλλαβες λίστες με ακατάληπτο υλικό όπου η κάθε μία αποτελούταν από 111 φωνήματα. (Τρίμης και συν. 2013)

Οι ψευδολέξεις αποτελούν το υλικό με τον μικρότερο πλεονασμό και γι' αυτό το λόγο η αναγνώρισή τους δεν εξαρτάται από το λεξιλόγιο του κάθε εξεταζόμενου. Ακόμη μας δίνουν τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουμε μία πιο λεπτομερή ανάλυση των όποιων φωνημικών λαθών του ακροατή. Επίσης η δοκιμασία των ψευδολέξεων δίνει τη δυνατότητα να βαθμολογηθεί κάθε φώνημα ξεχωριστά κάτι το οποίο οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των βαθμολογούμενων στοιχείων της δοκιμασίας, με αποτέλεσμα την βελτιστοποίηση της αξιοπιστίας της. (Τρίμης και συν. 2013)

#### α) Κατώτατο Όριο Πρόσληψης Ομιλίας (Speech Reception Thresholds)

Η ομιλητική ακουομετρία αποτελεί μία διαφορετική προσέγγιση στην προσπάθεια διάγνωσης της απώλειας ακοής. Αντικείμενο της, είναι ο έλεγχος του κατά πόσο καλά ένα άτομο διακρίνει και καταλαβαίνει τα λεκτικά σήματα που του παρουσιάζονται. Μία από τις τεχνικές που εντάσσεται σε αυτή την κατηγορία είναι ο καθορισμός του κατώτατου ορίου πρόσληψης ομιλίας (speech reception threshold), το οποίο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ακουστικής ευαισθησίας (κατώτατα όρια ακοής σε dB για λέξεις).

Σε αυτή τη δοκιμασία χρησιμοποιείται ένας κατάλογος 25 ή 50 συχνόχρηστων δισύλλαβων λέξεων που έχουν όμοιο επιτονισμό σε κάποια συλλαβή (π.χ. μύτη, σπίτι, τρίτη). Συνήθως χρησιμοποιείται επαγγελματικά φτιαγμένο υλικό που αναπαράγεται μέσω cd player, ενώ σε περιπτώσεις που το υλικό εκφωνείται δεν επιτρέπεται να υπάρχει οπτική επαφή ανάμεσα στον εκφωνητή και τον εξεταζόμενο. Τα παραπάνω λεκτικά σήματα οδηγούνται στον ακουομετρητή, μέσω του οποίου ρυθμίζεται κατάλληλα το επίπεδο έντασης τους και εν συνεχεία, μέσω των ακουστικών, διεγείρουν το αυτί του εξεταζόμενου (κάθε αυτί εξετάζεται μεμονωμένα).

Μέσα από τη δοκιμασία αυτή είναι δυνατός ο υπολογισμός του μικρότερου επιπέδου έντασης, στο οποίο ο εξεταζόμενος μπορεί να επαναλάβει σωστά τις λέξεις. Ως μειονέκτημα της τεχνικής αναφέρεται η επερχόμενη εξοικείωση του εξεταζόμενου ατόμου με τις λέξεις που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ακοής του (Κυριαφίνης, 2005, Dalebout, 2009).

#### β) Τεστ Ακουστικής Διάκρισης Λέξεων (Speech Discrimination Testing)

Η τεχνική υπολογισμού του κατώτατου ορίου πρόσληψης ομιλίας που παρουσιάστηκε προηγουμένως, δίνει πληροφορίες για την ακουστική ευαισθησία του ατόμου. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις ατόμων, οι οποίοι μολονότι αντιλαμβάνονται την ύπαρξη ήχου, δεν κατορθώνουν να ξεκαθαρίσουν τι ακριβώς ακούνε. Ακόμα και όταν ο συνομιλητής τους επαναλαμβάνει τα ίδια λόγια με μεγαλύτερη ένταση, η κατάσταση δε βελτιώνεται και η ομιλία παραμένει ακατάληπτη για αυτούς. Για τον εντοπισμό αυτών των περιπτώσεων «απώλειας» ακοής χρησιμοποιούνται οι δοκιμασίες ακουστικής διάκρισης λέξεων (speech discrimination testing).

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία δοκιμασιών ακουστικής διάκρισης λέξεων που μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Κοινό χαρακτηριστικό τους είναι ότι το επίπεδο έντασης των λεκτικών σημάτων δεν είναι χαμηλό (όπως σε προηγούμενες δοκιμασίες), αλλά αντίθετα είναι τέτοιο

ώστε να μπορούν με άνεση να γίνονται ακουστά από τον εξεταζόμενο. Συνήθως, ζητείται από τον τελευταίο να επαναλάβει μια σειρά λέξεων τις οποίες εκείνη τη στιγμή ακούει μέσω ακουστικών. Στο τέλος, υπολογίζεται ως ποσοστό επί τοις εκατό, το σύνολο των λέξεων που ο εξεταζόμενος επανέλαβε σωστά ως προς το σύνολο των λέξεων που του παρουσιάστηκαν.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτή την τεχνική είναι πιο χρήσιμα όταν η τεχνική διεξάγεται σε πιο ρεαλιστικές συνθήκες. Ως εκ τούτου, υπάρχουν αρκετές παραλλαγές της, που προσομοιώνουν αυθεντικότερες καταστάσεις διαλόγου. Για παράδειγμα, μια παραλλαγή της δοκιμασίας προβλέπει τη διεξαγωγή της σε συνθήκες όπου υπάρχει θόρυβος βάθους (και όχι σε δωμάτιο ιατρικού εργαστηρίου) ή την προσθήκη θορύβου βάθους στα λεκτικά σήματα που οδηγούνται στα ακουστικά του εξεταζόμενου ατόμου (Better Health Channel, 2010, Dalebout, 2009).

Πλήθος ομιλητικών δοκιμασιών είναι διαθέσιμο διεθνώς για κλινική χρήση, παρέχοντας ευρεία επιλογή παραμέτρων, όπως ο τύπος του ομιλητικού υλικού (πχ συλλαβές, μονοσύλλαβες και πολυσύλλαβες λέξεις με σημασία ή ψευδολέξεις, προτάσεις), τύπος απόκρισης (ανοιχτού ή κλειστού τύπου) και το στοιχείο βαθμολόγησης (πχ φωνήματα, συλλαβές, λέξεις, επιλεγμένες λέξεις σε προτάσεις, προτάσεις).

Η ανάπτυξη των υλικών της δοκιμασίας για την αξιολόγηση της ικανότητας αναγνώρισης της ομιλίας έχει υπάρξει δυσχερής. Για να έχει κάθε δοκιμασία κάποια χρησιμότητα, θα πρέπει να είναι αξιόπιστη και έγκυρη. Αξιοπιστία σημαίνει ότι η δοκιμασία μπορεί να καταδείξει παρόμοιες βαθμολογίες σε επακόλουθες χορηγήσεις (αξιοπιστία εξέτασης - επανεξέτασης), και ότι διαφορετικά έντυπα της ίδιας δοκιμασίας καταλήγουν σε ίσα σκορ. Η εγκυρότητα κάθε δοκιμασίας αναγνώρισης ομιλίας σχετίζεται με τα ακόλουθα:

1. Πόσο καλά μετράει αυτό που υπόσχεται ότι μετράει, στην προκειμένη περίπτωση τις δυσκολίες του ατόμου στην κατανόηση της ομιλίας.
2. Πόσο ευνοϊκά η δοκιμασία συγκρίνεται με άλλες παρόμοιες μετρήσεις.
3. Πώς ανταποκρίνεται η δοκιμασία σε αλλαγές του σήματος, όπως από παραμόρφωση ή παρουσίαση με θόρυβο, που είναι γνωστό πως επηρεάζουν άλλες ομιλητικές δοκιμασίες με συγκεκριμένους τρόπους.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός της ικανότητας ενός ασθενή να διακρίνει την ομιλία βοηθά τον ακοολόγο με διάφορους τρόπους:

1. Καθορίζει το μέγεθος της δυσκολίας στην αναγνώριση της ομιλίας.
2. Συμβάλλει στη διάγνωση της περιοχής της διαταραχής στο ακουστικό σύστημα.
3. Βοηθά στον καθορισμό της ανάγκης για ενίσχυση και της κατάλληλης επιλογής βοηθημάτων ενίσχυσης.
4. Βοηθά τον κλινικό να πραγματοποιήσει πρόγνωση σχετικά με το αποτέλεσμα των προσπαθειών θεραπείας. (Martin & Clark, 2008).

Παρακάτω παρουσιάζεται μια ανασκόπηση της σειράς των εξετάσεων ομιλίας που χρησιμοποιούνται στην κλινική αξιολόγηση με μια περίληψη μερικών από τις παλαιές και τις νέες έρευνες που έρχονται για να υποστηρίξουν τις συνιστώμενες πρακτικές. Γίνεται μια επισκόπηση των ελέγχων ουδού ομιλίας, υπερουδικής ομιλίας, της πιο άνετης ακουστικής στάθμης, δοκιμασιών του πιο δυσάρεστου επίπεδου ακρόασης και αναφορά σε μερικές νέες κατευθύνσεις που λαμβάνουν οι δοκιμές ομιλίας.

## 2.1. Έλεγχος ουδού αναγνώρισης ομιλίας

Η ουδός αναγνώρισης της ομιλίας είναι η μικρότερη ένταση στην οποία ο εξεταζόμενος αναγνωρίζει σωστά το 50% των ομιλητικών ερεθισμάτων (ASHA, 1988). Συνήθως η αναγνώριση υποδηλώνεται με την επανάληψη των λεκτικών ερεθισμάτων. Ο ουδός αναγνώρισης ομιλίας χρησιμοποιείται περισσότερο απ' ό τι ο ουδός ανίχνευσης ομιλίας και έτσι είναι η δοκιμασία ουδού ομιλίας η οποία προτιμάται (Ηλιάδης και συν. 2011).

Ο παραδοσιακός όρος ο οποίος περιγράφει την ικανότητα επανάληψης λέξεων ή άλλου ερεθίσματος είναι η «ικανότητα διάκρισης της ομιλίας». Παρόλα αυτά η επανάληψη ομιλητικού ερεθίσματος δεν αποτελεί μία διαδικασία διάκρισης, περιλαμβάνοντας κρίσεις για ομοιότητα ή διαφορά μεταξύ δύο ή και περισσότερων ακουστικών ερεθισμάτων ή και μεταξύ ενός μικρού αριθμού πιθανών απαντήσεων. Η δοκιμασία επανάληψης περιλαμβάνει την αναγνώριση (Τρίμης, 2008).

Ο έλεγχος ουδού αναγνώρισης ομιλίας περιλαμβάνει τους σκοπούς της δοκιμής ή τους λόγους διεξαγωγής της δοκιμής, τα υλικά που πρέπει να χρησιμοποιηθούν στη δοκιμή και τη μέθοδο ή τη διαδικασία δοκιμής.

### 2.1.1. Σκοποί του ελέγχου ουδού αναγνώρισης ομιλίας

Στο παρελθόν, οι ουδοί ομιλίας χρησιμοποιήθηκαν ως μέσο για τη διασταύρωση της εγκυρότητας του έλεγχου των ουδών καθαρού τόνου. Πλέον αυτός ο έλεγχος μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω άλλων φυσιολογικών και ηλεκτροφυσιολογικών διαδικασιών. Τα τελευταία χρόνια, οι ουδοί ομιλίας χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του επιπέδου για τη δοκιμή αναγνώρισης υπερουδικής ομιλίας. Ο τρέχων σκοπός για τις δοκιμασίες αναγνώρισης ουδού ομιλίας είναι στην αξιολόγηση των παιδιατρικών πληθυσμών και των ασθενών που είναι δύσκολο να εξεταστούν.

Τα αποδεκτά μέτρα για τον ουδό ομιλίας είναι ο ουδός αναγνώρισης ομιλίας (Speech Recognition Threshold - SRT) και ο ουδός ανίχνευσης ομιλίας (Speech Detection Threshold - SDT). Οι όροι αυτοί χρησιμοποιούνται επειδή καθορίζουν το υλικό ή το ερέθισμα, δηλαδή την ομιλία, καθώς και το έργο που πρέπει να κάνει ο ακροατής, δηλαδή την αναγνώριση ή ταυτοποίηση στην περίπτωση του SRT και την ανίχνευση ή παρατήρηση της παρουσίας έναντι απουσίας του ερεθίσματος στην περίπτωση του SDT. Οι όροι ορίζουν επίσης το κριτήριο για τις επιδόσεις που είναι κατώτατο όριο ή γενικά 50%. Το SDT εκτελείται συχνότερα σε εκείνα τα άτομα που δεν ήταν εφικτό να ολοκληρώσουν ένα SRT, όπως πολύ μικρά παιδιά. Επειδή δεν απαιτείται αναγνώριση κατά την ανίχνευσης ομιλίας, αναμένεται ότι το SDT θα είναι περίπου 5 έως 10 dB καλύτερα από το SRT, το οποίο απαιτεί αναγνώριση του υλικού.

### 2.1.2. Υλικά για έλεγχο ουδού ομιλίας

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην εξέταση ουδών ομιλίας είναι οι σπόνδυλοι, οι οποίοι είναι οικείες δισύλλαβες λέξεις που έχουν μια αρκετά απότομη ψυχομετρική λειτουργία. Η ψυχρή ομιλία ή ο συνδεδεμένος λόγος είναι μια εναλλακτική λύση για τη δοκιμή ανίχνευσης

ομιλίας, καθώς η αναγνώριση δεν απαιτείται σε αυτή την εργασία. Οποιοδήποτε υλικό χρησιμοποιείται, θα πρέπει να σημειώνεται στο ακουόγραμμα.

### *2.1.3. Μέθοδοι για τον έλεγχο ουδού ομιλίας*

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του ουδού της ομιλίας περιλαμβάνουν τη χρήση ζωντανής ομιλίας ή ηχογραφημένων υλικών και την εξοικείωση του ασθενούς με τα υλικά και την τεχνική που χρησιμοποιείται στην αναζήτηση του ουδού. Η ελεγχόμενη ζωντανή φωνή και η ηχογραφημένη ομιλία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις δοκιμές SRT. Ωστόσο, συνιστάται η καταγεγραμμένη παρουσίαση, επειδή τα καταγεγραμμένα υλικά τυποποιούν τη διαδικασία της δοκιμασίας. Με τη ζωντανή φωνητική παρουσίαση, η παρακολούθηση κάθε συλλαβής είναι αρκετά δύσκολη, επομένως χάνεται η συνέπεια της παρουσίας. Η χρήση ηχογραφημένων υλικών συνιστάται, αλλά είναι λιγότερο σημαντική στο έλεγχο ουδού ομιλίας από ότι σε δοκιμασίες υπερουδικής ομιλίας.

Όσον αφορά την εξοικείωση, οι Tillman και Jerger (1959) προσδιόρισαν την εξοικείωση ως παράγοντα εύρεσης των ουδών ομιλίας. Υποστήριξαν ότι η εξοικείωση του ασθενούς με τις λέξεις της δοκιμασίας πρέπει να συμπεριλαμβάνεται ως μέρος κάθε δοκιμής. Η εξοικείωση επηρεάζει τα κατώτατα όρια και επομένως πρέπει να αποτελεί μέρος της διαδικασίας.

Διάφορες διαφορετικές τεχνικές έχουν προταθεί για τον προσδιορισμό του SRT. Οι έρευνες κλινικής πρακτικής δείχνουν ότι η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι μια διαδικασία όπου τυπικά γίνεται πτώση 10 dB και άνοδος 5 dB και χρησιμοποιείται συχνά με δύο έως τέσσερις λέξεις που παρουσιάζονται σε κάθε επίπεδο και το όριο ορίζεται στη συνέχεια ως το χαμηλότερο επίπεδο στο οποίο το 50% ή τουλάχιστον το 50% των λέξεων επαναλαμβάνονται σωστά. Αυτή δεν είναι η διαδικασία που συνιστάται από την ASHA (1988). Η διαδικασία που συνιστάται από την ASHA είναι μια φθίνουσα τεχνική όπου δύο λέξεις παρουσιάζονται σε κάθε μείωση από το αρχικό επίπεδο. Η μέθοδος της ASHA (1988) για τον προσδιορισμό του ουδού αναγνώρισης ομιλίας περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα: α) εξοικείωση του ακροατή με τις λέξεις της λίστας που χρησιμοποιείται, β) εξακρίβωση ότι το λεξιλόγιο είναι οικείο, γ) εξακρίβωση ότι κάθε λέξη μπορεί να αναγνωριστεί ακουστικά, δ) διαβεβαίωση ότι οι αποκρίσεις του ασθενή μπορούν να γίνουν κατανοητές από τον εξεταστή. Υπάρχουν και άλλες τροποποιήσεις που έχουν προταθεί, αλλά δεν χρησιμοποιούνται ευρέως.

## **2.2. Έλεγχος υπερουδικής ομιλίας**

Ο έλεγχος υπερουδικής ομιλίας περιλαμβάνει παράγοντες παρόμοιους με αυτούς που αναφέρθηκαν για τον ουδό ομιλίας, αλλά πιο περίπλοκους. Οι παράγοντες αυτοί είναι: οι σκοποί των δοκιμασιών, τα υλικά που χρησιμοποιούνται, ο τρόπος χορήγησης του υλικού μέσω ελεγχόμενης ζωντανής φωνής ή ηχογραφημένων υλικών, το επίπεδο ή τα επίπεδα στα οποία διεξάγεται η δοκιμή, εάν χρησιμοποιείται πλήρης λίστα, μισή λίστα ή ένας συντομογραφικός κατάλογος λέξεων και αν η δοκιμασία διεξάγεται σε ήσυχο περιβάλλον ή σε περιβάλλον θορύβου.

### *2.2.1. Σκοποί του ελέγχου υπερουδικής ομιλίας*

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τη διεξαγωγή υπερουδικών δοκιμασιών. Περιλαμβάνουν την εκτίμηση της επικοινωνιακής ικανότητας του ατόμου σε ένα κανονικό επίπεδο συνομιλίας, τον καθορισμό της ανάγκης ή όχι για διεξοδικότερη διαγνωστική εκτίμηση, τις εκτιμήσεις του βοηθήματος ακοής και την ανάλυση των μοτίβων σφάλματος στην αναγνώριση ομιλίας. Όταν ο σκοπός των εξετάσεων είναι να εκτιμηθεί η επικοινωνιακή ικανότητα σε ένα κανονικό επίπεδο συνομιλίας, τότε η δοκιμή θα πρέπει να δοθεί σε επίπεδο περίπου 50 έως 60 dBHL, καθώς αυτό αντιπροσωπεύει ένα κανονικό επίπεδο συνομιλίας σε απόσταση επικοινωνίας περίπου 1 μέτρου. Μολονότι οι μονοσύλλαβες λέξεις σε ήσυχο περιβάλλον δεν δίνουν μια πλήρη εικόνα της επικοινωνιακής ικανότητας σε καθημερινές καταστάσεις, είναι μια διαδικασία που δίνει κάποια ευρεία αίσθηση συνολικής επικοινωνιακής ικανότητας. Εάν ο σκοπός της δοκιμής είναι για διαγνωστική εκτίμηση, τότε θα πρέπει να ληφθεί μια ψυχομετρική λειτουργία ή μια λειτουργία έντασης απόδοσης. Εάν ο λόγος για τον έλεγχο είναι για λόγους εκτίμησης του βοηθήματος ακοής, τότε η δοκιμή δίνεται συνήθως χρησιμοποιώντας λέξεις ή προτάσεις και είτε σε ήσυχο είτε σε θόρυβο παρασκήνιου. Ένας άλλος σκοπός είναι η ανάλυση των μοτίβων σφάλματος στην αναγνώριση ομιλίας και σε αυτή την περίπτωση, θα ήταν κατάλληλη μια δοκιμασία διαφορετική από ένα τεστ ανοιχτού τύπου μονοσύλλαβων λέξεων.

### *2.2.2. Υλικά για έλεγχο υπερουδικής ομιλίας*

Η επιλογή των υλικών για εξέταση εξαρτάται από το σκοπό της εξέτασης και από την ηλικία και τις ικανότητες των ασθενών. Τα υλικά περιλαμβάνουν τον τύπο και το ίδιο το τεστ.

### *2.2.3. Τύπος Απόκρισης*

Υπάρχουν δύο τύποι αποκρίσεων, ο ανοιχτός και ο κλειστός. Στον πρώτο, ο ασθενής μπορεί να επιλέξει μία απάντηση από έναν απεριόριστο αριθμό πιθανών εκφωνήσεων. Σε ένα κλειστό τύπο απαντήσεων, ωστόσο, ο ασθενής πρέπει να επιλέξει τη σωστή απάντηση από μία ομάδα φωνημάτων, συλλαβών, λέξεων, προτάσεων, ή εικόνων.

Τα τεστ κλειστού τύπου περιορίζουν τον αριθμό των εναλλακτικών απαντήσεων σε μια αρκετά μικρή ομάδα συνήθως μεταξύ τεσσάρων και δέκα ανάλογα με την διαδικασία. Ο αριθμός των εναλλακτικών απαντήσεων επηρεάζει το ρυθμό πρόβλεψης. Τα Word Intelligibility by Picture Identification (WIPI) και Northwestern University Children's Perception of Speech test (NU-CHIPS) είναι γνωστά, χρήσιμα τεστ κλειστού τύπου.

Σε αντίθεση, το ανοιχτού τύπου πρωτόκολλο παρέχει έναν απεριόριστο αριθμό από εναλλακτικά ερεθίσματα. Επομένως, τα τεστ ανοιχτού τύπου είναι πιο δύσκολα.

### *2.2.4. Μονοσύλλαβες λέξεις*

Οι διαθέσιμες έρευνες κλινικής πρακτικής προτείνουν ότι για ακοομετρική εκτίμηση ρουτίνας οι λίστες μονοσύλλαβων λέξεων είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα υλικά στις

υπερουδικές δοκιμασίες αναγνώρισης της ομιλίας, αλλά οι προτάσεις σε θόρυβο αποκτούν δημοτικότητα για σκοπούς εκτίμησης ακουστικού βοηθήματος.

Από τα πιο συνηθισμένα υλικά για τη δοκιμή αναγνώρισης ομιλίας είναι οι μονοσύλλαβες λέξεις W-22 του Κεντρικού Ινστιτούτου Κωφών (CID W-22) και ο κατάλογος έξι λέξεων του Northwestern University (NU-6). Αυτά είναι τα πιο συνηθισμένα ανοιχτού τύπου υλικά. Από ιστορική άποψη, ο κατάλογος CID W-22 προήλθε από τις αρχικές λέξεις PAL-PB50 του Χάρβαρντ και οι W-22 είναι μια ομάδα των πιο γνωστών από αυτές. Αναπτύχθηκαν σε τέσσερις λίστες με πενήντα λέξεις και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται από τους ακοολόγους σήμερα. Οι λίστες NU-6 αναπτύχθηκαν αργότερα και αντί να αναζητήσουν φωνημική ισορροπία, εξέτασαν μια πιο φωνητική ισορροπία. Οι δοκιμές NU-6 θεωρούνται πιο δύσκολες από τις δοκιμές W-22. Οι κλινικές έρευνες δείχνουν ότι και τα δύο υλικά χρησιμοποιούνται από τους ακοολόγους, με τη χρήση των καταλόγων NU-6 να ξεπερνούν τη χρήση του W-22.

#### *2.2.5. Υλικά άνευ σημασιολογικού περιεχομένου*

Υπάρχουν και άλλα υλικά που είναι διαθέσιμα για έλεγχο υπερουδικής ομιλίας. Τέτοια υλικά είναι, για παράδειγμα, άλλες μονοσυλλαβικές λίστες λέξεων όπως ο Κατάλογος Λέξεων Υψηλής Συχνότητας Gardner (Gardner, 1971) που θα μπορούσαν να είναι χρήσιμες για ειδικές εφαρμογές ή σε ειδικούς πληθυσμούς. Υπάρχουν επίσης και συλλαβικές δοκιμασίες άνευ σημασιολογικού περιεχομένου που χρησιμοποιήθηκαν στην πρώιμη έρευνα στην επικοινωνία. Ένα πλεονέκτημα των συλλαβών χωρίς νόημα είναι ότι οι συνέπειες της εξοικείωσης λέξεων και των λεξικών περιορισμών μειώνονται σε σύγκριση με τη χρήση πραγματικών λέξεων ως υλικά δοκιμασιών. Από τις λίγες διαθέσιμες, είναι η δοκιμασία Nonsense Syllable test, του Πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης.

#### *2.2.6. Υλικό προτάσεων*

Τα υλικά προτάσεων κερδίζουν δημοτικότητα, ιδιαίτερα στις εφαρμογές ακουστικών βοηθημάτων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ομιλία που περιέχει τα συμφραζόμενα και παρουσιάζεται σε θόρυβο παρασκηνίου αναμένεται να έχει καλύτερη προβλεπτική ισχύ από τις λέξεις σε ήσυχο περιβάλλον. Οι δύο δημοφιλείς διαδικασίες φράσης είναι η Δοκιμασία Ακρόασης σε Θόρυβο (Hearing In Noise Test - HINT) (Nilsson, Soli, & Sullivan, 1994) και η QuickSIN (Killion, Niquette, Gudmundsen, Revit & Banerjee, 2004). Άλλα τεστ προτάσεων που είναι διαθέσιμα και με συγκεκριμένες εφαρμογές είναι η Δοκιμασία Προσδιορισμού Συνθετικών Προτάσεων (Synthetic Sentence Identification test - SSI), η Δοκιμασία Αντίληψης Ομιλίας και Θορύβου (Speech Perception in Noise test - SPIN) και η Δοκιμασία Συνθετικής Ομιλίας (Connected Speech Test).

#### *2.2.7. Ζωντανή φωνή έναντι ηχογραφημένης*

Όπως συμβαίνει με τον έλεγχο ουδού ομιλίας, η χρήση των ηχογραφημένων υλικών για εκτίμηση της υπερουδικής ομιλίας τυποποιεί τη χορήγηση της δοκιμασίας. Η ηχογραφημένη έκδοση του τεστ είναι στην πραγματικότητα η δοκιμασία..



Η διακύμανση μεταξύ των ομιλητών μιας γλώσσας (inter-speaker) και ενός ομιλητή μιας γλώσσας (intra-speaker) καθιστά τη χρήση των ηχογραφημένων υλικών τη μέθοδο επιλογής σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις για δοκιμές υπερουδικής ομιλίας. Η ελεγχόμενη ζωντανή φωνή (Monitored live voice - MLV) δεν συνιστάται. Τα χρόνια που πέρασαν, ήταν δύσκολο να διαχειριστούν τα εγγεγραμμένα υλικά, αλλά η ευκολία και η ευελιξία που μας προσφέρονται από τα CD και τις ψηφιακές εγγραφές καθιστά τα εγγεγραμμένα υλικά τον μοναδικό τρόπο για να ελεγχθεί ο ουδός αναγνώρισης ομιλίας.

Στην μελέτη των Τρίμμης και συν. (2013) όλες οι ψευδολέξεις ηχογραφήθηκαν σε έναν ηχομονωτικό θάλαμο με χρήση πυκνωτικού μικροφώνου τοποθετημένου στην βέλτιστη απόσταση, μία κάρτα ήχου συνδεδεμένη με έναν φορητό υπολογιστή και λογισμικό ψηφιακής επεξεργασίας σήματος χρησιμοποιήθηκαν για όλες τις εργασίες καταγραφής και επεξεργασίας. Κάθε ψευδολέξη ηχογραφήθηκε αρκετές φορές με ελάχιστα υπερτεμαχιακά χαρακτηριστικά. Δύο κριτές, ένας άντρας και μια γυναίκα, αξιολόγησαν τις επαναλήψεις της κάθε ψευδολέξης ως προς την αντιληπτή ποιότητα της παραγωγής, και επιλέχθηκε η καλύτερη παραγωγή. Κάθε ψηφιακή ηχογράφηση (συχνότητα δειγματοληψίας 44.100K Hz, μονό κανάλι και 16-bit ανάλυση) τοποθετήθηκε σε ένα μοναδικό αρχείο για μελλοντική επεξεργασία.

#### 2.2.8. Επίπεδα

Το επίπεδο στο οποίο γίνονται οι δοκιμασίες είναι ένα άλλο θέμα που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Η ψυχομετρική λειτουργία ή η συνάρτηση έντασης απόδοσης καταγράφει την απόδοση ομιλίας σε ποσοστό επί του ορθού στον άξονα Y ως συνάρτηση του επιπέδου του σήματος ομιλίας στον άξονα X. Αυτό είναι σημαντικό επειδή οι δοκιμασίες σε ένα μόνο επίπεδο δίνουν ανεπαρκή στοιχεία σχετικά με τη βέλτιστη απόδοση του ασθενούς και δεν επιτρέπουν να γνωρίζουμε τίποτα για οποιαδήποτε πιθανή επιδείνωση της απόδοσης εάν το επίπεδο είναι αυξημένο. Ως υπενθύμιση, οι φυσιολογικοί ακροατές δείχνουν μια συνάρτηση που φτάνει το μέγιστο περίπου 25 έως 40 dB SL (SRT) και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο συχνά διεξάγεται έλεγχος υπερουδικής ομιλίας σε αυτό το επίπεδο. Για τους φυσιολογικούς ακροατές, η απόδοση παραμένει σε αυτό το επίπεδο, 100% περίπου, καθώς το επίπεδο αυξάνεται. Τα άτομα με βαρηκοΐα αγωγιμότητας παρουσιάζουν παρόμοια λειτουργία. Ωστόσο, τα άτομα με αισθητηριακή βαρηκοΐα παρουσιάζουν μια λειτουργία απόδοσης που φτάνει στο μέγιστο της σε λιγότερο από 100%. Μπορούν είτε να δείξουν απόδοση που παραμένει σε αυτό το επίπεδο καθώς η ένταση αυξάνεται, είτε μπορεί να δείξει μια καμπύλη που φτάνει στο μέγιστο και στη συνέχεια μειώνει την απόδοση καθώς η ένταση αυξάνεται (roll-over). Ένα ενιαίο επίπεδο δεν είναι ο καλύτερος τρόπος να προχωρήσουμε καθώς δεν μπορούμε να προβλέψουμε ποιοι ασθενείς μπορεί να έχουν αναποδογυρίσει κατά τη διάρκεια της εξέτασης, εκτός αν δοκιμάζουμε σε επίπεδο υψηλότερο από εκείνο όπου αποκτήθηκε το μέγιστο σκορ. στην καθημερινή πρακτική υπάρχουν συχνά χρονικοί περιορισμοί, αλλά συνιστώνται δύο επίπεδα έτσι ώστε η συνάρτηση έντασης - απόδοσης να μπορεί να παρατηρηθεί για έναν μεμονωμένο ασθενή τουλάχιστον με συντομευμένο τρόπο.

Οι Guthrie και Mackersie (2009) δημοσίευσαν ένα άρθρο που συνέκρινε πολλά διαφορετικά επίπεδα παρουσίασης για να διαπιστωθεί ποιο επίπεδο θα οδηγούσε στη μέγιστη αναγνώριση λέξεων σε άτομα που είχαν διαφορετικούς τύπους απώλειας ακοής. Εξετάστηκαν ορισμένα επίπεδα παρουσίασης που κυμαίνονταν από 10 dB πάνω από το SRT μέχρι το UCL

(δυσάρεστο επίπεδο ακρόασης) -5 dB. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι τα άτομα με ήπιες έως μέτριες απώλειες ακοής και εκείνα με απώλειες ακοής πιο απότομης κλίσης έφτασαν τα καλύτερα αποτελέσματα τους σε UCL -5 dB. Αυτό ίσχυε και για τους ασθενείς με μέτριες-σοβαρές έως σοβαρές βαρηκοΐες. Οι καλύτερες βαθμολογίες αναγνώρισης φωνημάτων για τους πληθυσμούς τους επιτεύχθηκαν σε επίπεδο UCL -5 dB. Ως υπενθύμιση για τη δοκιμή αναγνώρισης ομιλίας, συχνά απαιτείται κάλυψη επειδή η δοκιμασία παρουσιάζεται σε επίπεδο πάνω από το κατώτατο όριο, σε πολλές περιπτώσεις αρκετά πάνω από το όριο. Η κάλυψη θα είναι πάντα απαραίτητη για υπερουδικές δοκιμασίες όταν το επίπεδο παρουσίασης στο αυτί που χορηγείται η δοκιμασία είναι 40 dB ή μεγαλύτερο πάνω από το καλύτερο όριο οστέινης ακοής στο αυτί που δεν χορηγείται δοκιμασία αν χρησιμοποιηθούν υπερηχητικά ακουστικά.

#### *2.2.9. Πλήρεις λίστες έναντι μισών λιστών.*

Άλλο ένα ερώτημα είναι αν πρέπει να χορηγηθεί πλήρης ή μισή λίστα. Οι αρχικοί κατάλογοι αποτελούνταν από πενήντα λέξεις που δημιουργήθηκαν για φωνητική ισορροπία και για απλότητα στη βαθμολόγηση. Η χορήγηση πενήντα λέξεων όπου κάθε λέξη αντιστοιχούσε στο 2% του τεστ διευκόλυνε τη βαθμολόγηση της δοκιμασίας. Σε υπερουδικές δοκιμασίες αναγνώρισης ομιλίας συχνά γίνεται χρήση μισών λιστών ή ακόμη πιο σύντομων λιστών, καθώς η χορήγηση λιστών των πενήντα λέξεων έχει μεγάλη διάρκεια.

Μια πρόωμη μελέτη έγινε από τους Thornton και Raffin (1978) χρησιμοποιώντας το Μοντέλο Διωνυμικής Κατανομής (Binomial Distribution Model). Διερεύνησαν τις κρίσιμες διαφορές μεταξύ μίας βαθμολογίας και μιας βαθμολογίας επανεξέτασης που θα ήταν απαραίτητες για να θεωρηθούν αυτές οι βαθμολογίες στατιστικά σημαντικές. Τα ευρήματά τους έδειξαν ότι με ένα αυξανόμενο καθορισμένο μέγεθος, η μεταβλητότητα μειώθηκε.

Πιο πρόσφατα, οι Hurley και Sells (2003) διεξήγαγαν μια μελέτη που εξέτασε την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας δοκιμασιών που θα ταυτοποιούσε εκείνους τους ασθενείς που απαιτούν πλήρη υπερουδική δοκιμασία πενήντα τεμαχίων και θα επέτρεπε τη σύντμηση του τεστ για τους ασθενείς που δεν χρειάζονται πλήρη κατάλογο πενήντα τεμαχίων. Χρησιμοποίησαν τις εγγραφές του Auditec και ανέπτυξαν δοκιμασίες διαλογής δέκα λέξεων και εικοσιπέντε λέξεων. Διαπίστωσαν ότι οι τέσσερις λίστες των δοκιμασιών NU-6 10-Word και 25-word screening ήταν σε θέση να διαφοροποιήσουν τους ακροατές που είχαν μειωμένη αναγνώριση λέξεων οι οποίοι χρειάζονταν μια πλήρη λίστα πενήντα λέξεων από εκείνους με φυσιολογική ικανότητα αναγνώρισης λέξεων που χρειάζονταν μόνο τη λίστα των δέκα λέξεων ή των εικοσιπέντε λέξεων. Αυτές οι λίστες διαλογής διατίθενται σε μια εγγεγραμμένη έκδοση και τα ευρήματά τους βασίστηκαν σε μια εγγεγραμμένη έκδοση.

#### *2.2.10. Ήσυχο περιβάλλον έναντι θορύβου παρασκηνίου.*

Μια άλλη σκέψη στον έλεγχο αναγνώρισης υπερουδικής ομιλίας είναι αν θα εφαρμοστεί σε ήσυχο περιβάλλον ή σε θόρυβο. Οι επιπτώσεις της αισθητηριακής απώλειας ακοής πέρα από την απώλεια ουδού, όπως η εξασθενημένη ανάλυση συχνότητας ή η εξασθενημένη χρονική ανάλυση, καθιστούν την απόδοση αναγνώρισης ομιλίας σε ήσυχο περιβάλλον κακή πρόγνωση για το πώς αυτά τα άτομα θα αποδίδουν σε θόρυβο. Η αναγνώριση ομιλίας σε

θόρυβο προωθείται από διάφορους ειδικούς, διότι η προσθήκη θορύβου βελτιώνει την ευαισθησία και την εγκυρότητα της δοκιμασίας. Η διενέργεια του τεστ σε διάφορα επίπεδα προσφέρει έναν καλύτερο διαχωρισμό μεταξύ των ατόμων που έχουν απώλεια ακοής και εκείνων που έχουν κανονική ακοή. Άτομα με απώλεια ακοής έχουν πολύ μεγαλύτερη δυσκολία στην αναγνώριση ομιλίας σε θόρυβο από όσους έχουν κανονική ακοή. Επίσης, άτομα με αισθητηριακές απώλειες ακοής συχνά απαιτούν πολύ μεγαλύτερη αναλογία σήματος προς θόρυβο (Signal-To-Noise Ratio - SNR), 10 έως 15 περισσότερο από τους φυσιολογικούς ακροατές.

Το Αποδεκτό Επίπεδο Θορύβου (Acceptable Noise Level - ANL) είναι το ποσό θορύβου υποβάθρου που ο ακροατής είναι διατεθειμένος να δεχτεί ενώ ακούει την ομιλία (Nabelek, Tucker, & Letowski, 1991). Πρόκειται για μια δοκιμή ανοχής στο θόρυβο και έχει αποδειχθεί ότι σχετίζεται με την επιτυχή χρήση των ακουστικών βοηθημάτων και με το ενδεχόμενο όφελος από ακουστικά βοηθήματα (Nabelek et al, 2006). Χρησιμοποιεί τη Στάθμη Άνετης Ακουστότητας (Most Comfortable Loudness - MCL) και ένα μέτρο γνωστό ως Επίπεδο Θορύβου Παρασκηνίου (Background Noise Level - BNL). Για τη διεξαγωγή της δοκιμής, ένα ηχογραφημένο απόσπασμα ομιλίας παρουσιάζεται στον ακροατή στο ηχητικό πεδίο για το MCL. Ο θόρυβος εισάγεται στη συνέχεια στον ακροατή σε ένα επίπεδο που θα είναι το υψηλότερο επίπεδο που αυτό το άτομο είναι σε θέση να δεχτεί ενώ ακούν και ακολουθούν την ιστορία του αποσπάσματος της ομιλίας. Το ANL γίνεται τότε η διαφορά μεταξύ του MCL και του BNL. Τα άτομα που έχουν πολύ χαμηλές βαθμολογίες στο ANL θεωρούνται επιτυχημένοι χρήστες βοηθημάτων ακοής ή καλοί υποψήφιοι για ακουστικά βοηθήματα. Εκείνοι που έχουν πολύ υψηλές βαθμολογίες θεωρούνται ανεπιτυχείς χρήστες ή κακοί υποψήφιοι βοηθήματα ακοής.

Οι μονοσύλλαβες λέξεις σε θόρυβο δεν έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στην κλινική αξιολόγηση. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές λίστες λέξεων που είναι διαθέσιμες. Μία από αυτές είναι η δοκιμασία Λέξεις σε Θόρυβο (Words in Noise - WIN), η οποία παρουσιάζει NU-6 λέξεις σε θόρυβο παρασκηνίου όπου ακούγονται πολλαπλοί ομιλητές. Οι λέξεις παρουσιάζονται σε πολλά διαφορετικά SNR με τον θόρυβο παρασκηνίου να παραμένει σε ένα σταθερό επίπεδο. Ένα από τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτών των δοκιμασιών είναι ότι είναι προσαρμόσιμες και μπορούν να χορηγηθούν σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

### *2.2.11. Βαθμολόγηση και βαθμολογήσιμα στοιχεία καταλόγου*

Η βαθμολόγηση στα υπερουδικά τεστ αναγνώρισης ομιλίας, γίνεται συνήθως με βάση ολόκληρες τις λέξεις. Ωστόσο, η βαθμολόγηση ανά φώνημα είναι άλλη μια επιλογή. Εάν χρησιμοποιείται βαθμολόγηση φωνημάτων, είναι ένας τρόπος αύξησης του καθορισμένου μεγέθους και δημιουργούνται περισσότερα στοιχεία προς βαθμολόγηση χωρίς να αυξάνεται ο χρόνος της δοκιμασίας. Αν χρησιμοποιείται βαθμολογία ολόκληρης της λέξης, οι λέξεις πρέπει να είναι ακριβείς. Σε αυτή την περίπτωση, μία παρόμοια εκφορά δεν μετράει. Η λέξη πρέπει να είναι απολύτως σωστή προκειμένου να κριθεί σωστή. Με την πάροδο του χρόνου έχουν προταθεί διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις βαθμολόγησης, αν και τα ποσοστά που αποδίδονται σε αυτές τις κατηγορίες ποικίλλουν μεταξύ των διαφόρων προτάσεων.

Οι παραδοσιακές κατηγοριοποιήσεις περιλαμβάνουν εξαιρετική, καλή, μέτρια, φτωχή και πολύ φτωχή. Αυτές οι κατηγορίες ορίζονται ως:

- Εξαιρετική ή εντός κανονικών ορίων = 90 - 100% σε βαθμολογία ολόκληρων λέξεων
- Καλή ή μικρή δυσκολία = 78 - 88%
- Μικρή έως μέτρια δυσκολία = 66 - 76%
- Φτωχή ή μεγάλη δυσκολία = 54 - 64%
- Πολύ φτωχή είναι <52%

Οι Τρίμηνης και συνεργάτες στη μελέτη τους για δημιουργία υπερουδικής δοκιμασίας αναγνώρισης ομιλίας για τους ομιλητές της ελληνικής γλώσσας (2013) συμπεριέλαβαν 1500 βαθμολογήσιμα αντικείμενα (φωνήματα) σε κάθε κατάλογο που αυξάνοντας έτσι την αξιοπιστία της δοκιμασίας σε σύγκριση με την παραδοσιακή βαθμολόγηση των πενήντα ολόκληρων λέξεων. Με βάση την διωνυμική κατανομή, η μείωση της διακύμανσης που λαμβάνεται με την προσθήκη στοιχείων βαθμολόγησης είναι σημαντική όταν το μέγεθος του δείγματος είναι μικρό, αλλά γίνεται προοδευτικά μικρότερη καθώς το μέγεθος του δείγματος γίνεται προοδευτικά μεγαλύτερο.

#### *2.2.12. Στάθμη άνετης ακουστότητας*

Μια πολύ χρήσιμη δοκιμή που συνήθως χορηγείται σε όσους πρόκειται να χρησιμοποιήσουν βοηθήματα ακοής είναι το επίπεδο στο οποίο ο ακροατής βρίσκει την πιο άνετη ακρόαση. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για αυτό είναι συνήθως μονότονη ομιλία ή συνδεδεμένος λόγος. Ο ακροατής καλείται να αξιολογήσει το επίπεδο στο οποίο η ακρόαση θεωρείται πιο άνετη. Η πιο άνετη ακρόαση είναι συνήθως μια περιοχή, όχι ένα συγκεκριμένο επίπεδο ή μία μόνο τιμή. Είτε πρόκειται για ένα πιο άνετο επίπεδο είτε για ένα πιο άνετο εύρος, καταγράφεται στο ακουόγραμμα. Το χρησιμοποιούμενο υλικό επίσης σημειώνεται στο ακουόγραμμα. Το πιο άνετο επίπεδο (MCL) δεν είναι συχνά το επίπεδο στο οποίο ο ακροατής επιτυγχάνει μέγιστη κατανόηση. Δε συστήνεται η χρήση του MCL για να προσδιοριστεί το εύρος στο οποίο θα χορηγηθεί μια υπερουδική δοκιμασία αναγνώρισης ομιλίας. Ωστόσο, το MCL είναι χρήσιμο για τον προσδιορισμό του Αποδεκτού Επιπέδου Θορύβου (Acceptable Noise Level - ANL).

#### *2.2.13. Δυσάρεστο επίπεδο ακρόασης*

Το Δυσάρεστο Επίπεδο Ακρόασης (Uncomfortable Listening level - UCL) διεξάγεται επίσης με μονότονη ομιλία. Οι οδηγίες για αυτό το τεστ μπορεί βεβαίως να επηρεάσουν το αποτέλεσμα, καθώς δυσάρεστη ή άβολα δυνατή ένταση, για μερικά άτομα μπορεί να μην είναι πραγματικά η UCL τους, αλλά μάλλον μια προτίμηση για ακρόαση σε ένα πιο ήπιο επίπεδο. Η χρησιμότητα του UCL παρέχει μια εκτίμηση για το δυναμικό εύρος της ομιλίας που είναι η διαφορά μεταξύ του UCL και του SRT. Φυσιολογικά, αυτό το εύρος είναι συνήθως 100 dB ή περισσότερο, αλλά μειώνεται σε άτομα με αισθητηριακές απώλειες ακοής, συχνά δραματικά. Το UCL, προσφέρει μια εκτίμηση της δυναμικής εμβέλειας του ατόμου για ομιλία.

Είναι προφανές ότι υπάρχουν και άλλες εφαρμογές για την ομιλία στην ακοολογική πρακτική, όπως στην αξιολόγηση της ακουστικής επεξεργασίας. Μια εφαρμογή ή μελλοντική κατεύθυνση για την ακοομετρία ομιλίας είναι η πιο ρεαλιστική αξιολόγηση της απόδοσης του

βοηθήματος ακοής σε περιβάλλοντα "πραγματικού κόσμου". Αυτός είναι ένας τομέας στον οποίο η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη.

### **2.3. Έρευνες με χρήση μονοσύλλαβων ψευδολέξεων**

Σκοπός της μελέτης “Speech Audiometry: The Development of Modern Greek Word Lists for Suprathreshold Word Recognition Testing” των Trimmis και συνεργατών (2012) ήταν να αναπτυχθεί μια υπερουδική δοκιμασίας ομιλητικής ακοομετρίας για τους φυσικούς ομιλητές των νεοελληνικών. Οι συγκεκριμένοι στόχοι ήταν να κατασκευαστούν φωνημικώς ισορροπημένοι κατάλογοι μονοσύλλαβων λέξεων άνευ σημασιολογικού περιεχομένου και να πραγματοποιηθεί προκαταρκτική έρευνα της ισοδυναμίας των λιστών. Ως ερεθίσματα επέλεξαν μονοσύλλαβες άνευ σημασιολογικού περιεχομένου λέξεις με πιθανούς συνδυασμούς CV, VC και CVC στην ελληνική γλώσσα. Για να εξεταστεί η ισοδυναμία των καταλόγων, οι τελικοί καταγεγραμμένοι κατάλογοι χορηγήθηκαν μονόπλευρα σε αυξήσεις 5 dB σε 40 ενήλικες (20 άνδρες και 20 γυναίκες) των οποίων η ακοή ήταν εντός των κανονικών ορίων. Ως αποτέλεσμα αναπτύχθηκε μια δοκιμή ομιλητικής ακοομετρίας για τους φυσικούς ομιλητές της νεοελληνικής γλώσσας. Το δοκιμαστικό υλικό αποτελείται από δύο λίστες, καθεμία από τις οποίες περιείχε 50 μονοσυλλαβικούς συνδυασμούς ανοιχτού τύπου. Οι κατάλογοι πληρούσαν τα κριτήρια φωνημικής ισορροπίας, τη σύνθεση της νεοελληνικής ομιλίας, τη φωνητική διαφοροποίηση και την ίδια μέση δυσκολία. Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν αποκάλυψε στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των καταλόγων σε επίπεδο 0,05. Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι η εξέταση είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για κλινικούς σκοπούς.

### **2.4. Πολυγλωσσικές δοκιμασίες αναγνώρισης ομιλίας**

Προς το παρόν δεν υπάρχει κάποιο πολυγλωσσικό τεστ που να ελέγχει την αναγνώριση της ομιλίας, το οποίο να εφαρμόζεται αυτούσιο στους ομιλητές όλων των γλωσσών τις οποίες αφορά. Γνωστά πολυγλωσσικά τεστ αποτελούν τα Digit Triplet Test και Matrix Test.

Το Digit Triplet Test αναπτύχθηκε αρχικά για αξιολόγηση της ακοής μέσω τηλεφώνου από Smits et al. (2004). Μπορεί επίσης να χορηγηθεί μέσω smartphone ή μέσω του διαδικτύου. Το τεστ αποτελείται από την ανακοίνωση των «ψηφίων» (εκτός από τη δανέζικη, την ελληνική και την πολωνέζικη έκδοση) ακολουθούμενη από ψευδοτυχαία τριπλά ψηφία (π.χ. 1-3-6) που παρουσιάζονται στον θόρυβο παρασκηνίου με το ίδιο μακροπρόθεσμο φάσμα όπως το ομιλητικό υλικό. Ο συμμετέχοντας πρέπει να επιλέξει τα ψηφία που άκουσε σε ένα αριθμητικό πληκτρολόγιο (δηλαδή η χορήγηση μπορεί να αυτοματοποιηθεί). Για να θεωρηθεί σωστή μία απόκριση πρέπει και τα τρία ψηφία να είναι σωστά, με αυτόν τον τρόπο εκτιμάται το SRT (δηλαδή το SNR που αποδίδει 50% καταληπτότητα της ομιλίας). Ωστόσο, οι διαδικαστικές λεπτομέρειες ποικίλουν ελαφρά μεταξύ των γλωσσών (π.χ. σταθερό επίπεδο θορύβου ή ομιλίας, επίπεδο παρουσίασης, κανόνες μεγέθους βήματος στη διαδικασία και εκτίμηση SRT), πράγμα που αποδείχθηκε ότι έχει μόνο οριακή επίδραση στις εκτιμήσεις του SRT. Μία μέτρηση διαρκεί τρία με έξι λεπτά και περιλαμβάνει μία λίστα από εικοσιένα μέχρι τριάντα τριάδες ψηφίων, ανάλογα με τη γλώσσα. Το τεστ έχει γίνει διαθέσιμο σε διάφορες

ευρωπαϊκές γλώσσες όπως, βρετανικά αγγλικά, δανέζικα, γαλλικά, γερμανικά, πολωνέζικα, ελληνικά, σουηδικά, και πιο πρόσφατα προστέθηκαν τα ρώσικα, τα ισπανικά και τα τούρκικα. (Zokoll et al. 2013)

Το Matrix Test είναι ένα επαγγελματικό εργαλείο ομιλητικής ακουομετρίας που εξετάζει περαιτέρω τις αδυναμίες της ακοής που απαντώνται σε θορυβώδη περιβάλλοντα. Χρησιμοποιώντας μια προσαρμοστική διαδικασία και βαθμολόγηση λέξεων το Matrix Test καθορίζει το SRT του ασθενούς σε θόρυβο (ή σε ησυχία). Η δοκιμασία αποτελείται από συντακτικώς σταθερές, αλλά σημασιολογικά απρόβλεπτες προτάσεις (π.χ. "Steven prefers three large windows "). Οι προτάσεις δημιουργούνται από λέξεις που λαμβάνονται με φαινομενικά τυχαίο τρόπο από μια λίστα πενήντα λέξεων (δέκα εναλλακτικές ανά ομάδα λέξεων, δηλαδή, όνομα, ρήμα, αριθμητικό, επίθετο, και αντικείμενο). Η κατανομή φωνημάτων αντιστοιχεί στην αντίστοιχη γλώσσα. Μετά από μια προπόνηση δύο μετρήσεων, το Matrix Test μπορεί να χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα με τον ίδιο ασθενή, επειδή οι προτάσεις είναι δύσκολο να απομνημονευθούν. Μία μέτρηση (δηλ. μία λίστα με είκοσι προτάσεις) διαρκεί δύο με τέσσερα λεπτά. Εκτός από την τυπική ανοιχτή μορφή όπου οι ακροατές επαναλαμβάνουν αυτό που κατάλαβαν, η δοκιμή μπορεί να πραγματοποιηθεί σε κλειστή μορφή, όπου οι ακροατές επιλέγουν τις λέξεις που αντιλαμβάνονται από μια λίστα πενήντα λέξεων που εμφανίζονται σε μια οθόνη, καθιστώντας το κατάλληλο για χρήση με ασθενείς με διαφορετική μητρική γλώσσα από τον ακουολόγο, αλλά και για αυτοματοποίηση. Υπάρχουν εκδοχές του τεστ στα ρώσικα, τα ισπανικά, τα τούρκικα, τα βρετανικά αγγλικά, τα δανέζικα, τα ολλανδικά, τα γαλλικά, τα γερμανικά, τα πολωνέζικα και τα σουηδικά. (Zokoll et al. 2013)

Τα δύο πολυγλωσσικά τεστ που παρουσιάστηκαν συνοπτικά παραπάνω εμφανίζουν κάποια πλεονεκτήματα που τα καθιστούν χρήσιμα. Το πλεονέκτημα της χρήσης απόκρισης κλειστού τύπου και στα δύο παραπάνω τεστ είναι ότι ο χορηγητής του τεστ δε χρειάζεται να μιλάει την ίδια γλώσσα με τον ασθενή. Επίσης τα υλικά των τεστ έχουν προετοιμαστεί προσεκτικά, έχουν δοκιμαστεί με φυσικούς ομιλητές και έχουν προσαρμοστεί έτσι ώστε να διατηρείται ομοιογένεια μεταξύ των υλικών και των λιστών. Με αυτόν τον τρόπο έχει επιτευχθεί συγκρισιμότητα ανάμεσα στις διαφορετικές γλώσσες. Αυτό επιτρέπει τη διεθνή συγκρισιμότητα των δοκιμών που διεξάγονται με αυτά τα υλικά. Ως εκ τούτου, είναι δυνατές πολυκεντρικές μελέτες σε διάφορες χώρες και γλώσσες.

Ο μακροπρόθεσμος στόχος του έργου είναι η γενική διαθεσιμότητα διεθνώς συμβατών, πολυγλωσσικών δοκιμασιών ομιλητικής ακουομετρίας οπουδήποτε στον κόσμο για όσο το δυνατόν περισσότερες γλώσσες που λειτουργούν σε όσο το δυνατόν περισσότερες ακουομετρικές πλατφόρμες.

# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

## 1. Επιλογή των γλωσσών

Η σκέψη πίσω από την ανάπτυξη αυτών των λιστών ήταν η τελική δημιουργία μιας δοκιμασίας ομιλητικής ακουομετρίας η οποία να καλύπτει τις ανάγκες ενός μεγάλου φάσματος ομιλητών.

Προέκυψε λοιπόν, η ανάγκη για μεταφορά της έρευνας σε παγκόσμια κλίμακα ώστε να καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό πληθυσμού. Σε αυτό το σημείο πραγματοποιήθηκε η αναζήτηση των γλωσσών που ομιλούνται περισσότερο παγκοσμίως. Οι επιλογές ήταν δύο: μία λίστα με τις πιο ευρέως ομιλούμενες γλώσσες με βάση τον αριθμό των φυσικών ομιλητών (πενήντα γλώσσες) και μία λίστα με βάση τον συνολικό αριθμό των ομιλητών (είκοσι έξι γλώσσες).

Χρησιμοποιήθηκε η λίστα με τους συνολικούς ομιλητές, για τους παρακάτω λόγους:

α) Η συγκεκριμένη λίστα καλύπτει μεγαλύτερο ποσοστό ομιλητών παγκοσμίως.

β) Παρόλο που είναι πιο μικρή, με είκοσι έξι μόλις γλώσσες, αφορά ομιλητές με τους οποίους είναι πιο εύκολο να έρθει κανείς σε επαφή. Για παράδειγμα όποιας εθνικότητας κι αν είναι το άτομο που του χορηγείται το τεστ είναι πολύ πιθανό να μιλάει ή να κατανοεί κάποια από τις γλώσσες της λίστας. Αυτό συμβαίνει γιατί περιλαμβάνει τις ευρύτερα ομιλούμενες γλώσσες με βάση το συνολικό αριθμό ομιλητών και όχι μόνο τον αριθμό των φυσικών ομιλητών.

γ) Περιλαμβάνει ομιλητές των γλωσσών αυτών είτε ως μητρική γλώσσα (L1) είτε ως δεύτερη γλώσσα (L2), οπότε καλύπτει και τους δίγλωσσους ομιλητές.

δ) Η μικρότερη έκταση της λίστας την καθιστά πιο εύκολα διαχειρίσιμη. Είναι πιο εύκολο να βρεθούν οι κοινοί ήχοι ανάμεσα σε είκοσι έξι γλώσσες παρά σε πενήντα γλώσσες. Με αυτό τον τρόπο ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες λάθους στην εύρεση των κοινών φωνημάτων.

ε) Οι γλώσσες με βάση τους συνολικούς ομιλητές συμπεριλαμβάνονται στη λίστα των γλωσσών που έχουν τους περισσότερους φυσικούς ομιλητές.

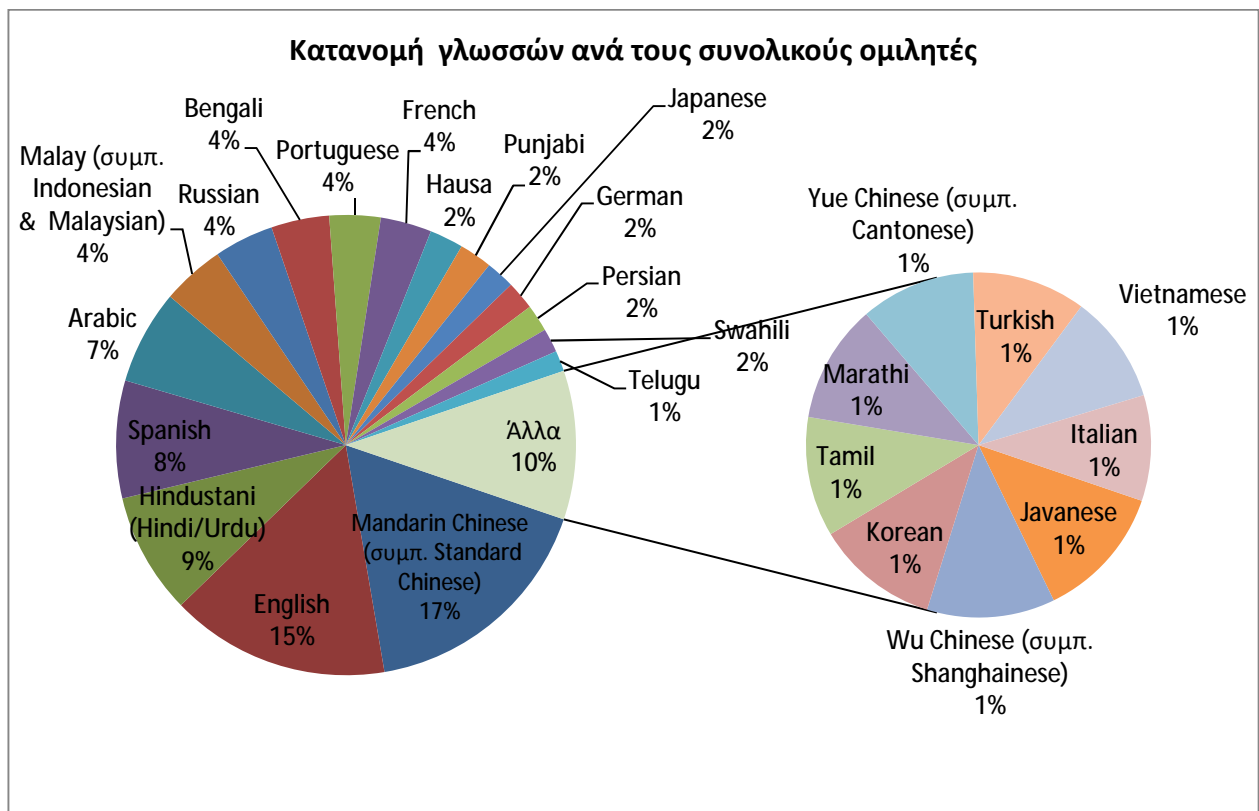
Η λίστα που επιλέχθηκε περιλαμβάνει τις παρακάτω γλώσσες με την ακόλουθη σειρά:

1. Mandarin Chinese (συμπ. Standard Chinese)
2. English
3. Hindustani (Hindi/Urdu)
4. Spanish
5. Arabic
6. Malay (συμπ. Indonesian & Malaysian)
7. Russian
8. Bengali
9. Portuguese
10. French
11. Hausa
12. Punjabi

13. Japanese
14. German
15. Persian
16. Swahili
17. Telugu
18. Javanese
19. Wu Chinese (συμπ. Shanghainese)
20. Korean
21. Tamil
22. Marathi
23. Yue Chinese (συμπ. Cantonese)
24. Turkish
25. Vietnamese
26. Italian

Να σημειωθεί ότι τα σύγχρονα Hindi και η Urdu είναι αμοιβαία κατανοητά και θεωρούνται από τους γλωσσολόγους διάλεκτοι της ίδιας γλώσσας καθώς διαφέρουν σε ελάχιστα φωνολογικά στοιχεία. Τα δύο ξεχωριστά ιδιώματα είναι αποτέλεσμα των τάσεων εθνικού φρονήματος (Khan, 2006).

Οι παραπάνω γλώσσες έχουν αναφερθεί ότι έχουν πενήντα εκατομμύρια ή περισσότερους φυσικούς ομιλητές στην 20<sup>η</sup> έκδοση του Ethnologue του 2017, μια γλωσσική αναφορά που δημοσιεύεται από την SIL International που εδρεύει στις ΗΠΑ. Στον πίνακα 1 αναφέρεται αναλυτικά η κατάταξη των γλωσσών με βάση τόσο τους φυσικούς ομιλητές όσο και τους συνολικούς ομιλητές που μιλάνε την εκάστοτε γλώσσα ως L1 και L2.



Γράφημα 1. Κατανομή γλωσσών ανάλογα με τους συνολικούς ομιλητές



Το γράφημα 1 προκύπτει από τα δεδομένα του πίνακα 1 τα οποία προέρχονται από 20<sup>η</sup> έκδοση του *Ethnologue* (Simons & Fennig, 2017), το κεφάλαιο "Οι 100 μεγαλύτερες γλώσσες του κόσμου 2007" στην σουηδική εγκυκλοπαίδεια *Nationalencyklopedin* (Parkvall, 2007), την ετήσια αναφορά *World Bank Annual Report 2016* (World Bank, 2016) καθώς και από τις ακόλουθες πηγές: τη μελέτη "Two thousand million?" του Crystal (2008) στο *English Today*, την έρευνα του τμήματος στατιστικής της Μαλαισίας *Selected Demographic Statistics Estimates, Malaysia.2017* (Department of statistics Malaysia, 2017), το βιβλίο του Gernot (2009) "*The Aryan Languages*" και τη μελέτη της UNESCO που διεξήγαγαν οι Paolillo & Das το 2006 "*Evaluating Language Statistics: The Ethnologue and Beyond*".

Θέση	Γλώσσα	Οικογένεια	ΟμιλητέςL1	ΘέσηL1	Ομιλητές L2	Σύνολο
1	Mandarin Chinese (συμπ. Standard Chinese)	Sino-Tibetan, Sinitic	897.000.000	1	193.000.000	1.090.000.000
2	English	Indo-European, Germanic	371.000.000	3	611.000.000	983.000.000
3	Hindustani (Hindi/Urdu)	Indo-European, Indo-Aryan	329.000.000	4	215.000.000	544.000.000
4	Spanish	Indo-European, Romance	436.000.000	2	91.000.000	527.000.000
5	Arabic	Afro-Asiatic, Semitic	290.000.000 (2017)	5	132.000.000	422.000.000
6	Malay (συμπ. Indonesian & Malaysian)	Austronesian, Malayo-Polynesian	77.000.000 (2007)	15	204.000.000	281.000.000
7	Russian	Indo-European, Slavic	153.000.000	8	113.000.000 (2010)	267.000.000
8	Bengali	Indo-European, Indo-Aryan	242.000.000	6	19.000.000 (Bangladesh, 2011)	261.000.000
9	Portuguese	Indo-European, Romance	218.000.000	7	11.000.000	229.000.000
10	French	Indo-European, Romance	76.000.000	17	153.000.000	229.000.000
11	Hausa	Afro-Asiatic, Chadic	85.000.000	11	65.000.000	150.000.000
12	Punjabi	Indo-European, Indo-Aryan	148.000.000	9	?	148.000.000
13	Japanese	Japonic	128.000.000	10	1.000.000 (2010)	129.000.000
14	German	Indo-European, Germanic	76.000.000	18	52.000.000	129.000.000
15	Persian	Indo-European, Iranian	60.000.000 (2009)	25	61.000.000	121.000.000
16	Swahili	Niger-Congo language, Coastal Tanzanian, Bantu	16.000.000	26	91.000.000	107.000.000
17	Telugu	Dravidian	80.000.000 (2011)	13	12.000.000 (Ινδία, 2011)	92.000.000
18	Javanese	Austronesian, Malayo-Polynesian	84.000.000 (2000)	12	?	84.000.000
19	Wu Chinese (συμπ. Shanghainese)	Sino-Tibetan, Chinese	80.000.000 (2013)	14		80.000.000

20	Korean	Koreanic	77.000.000 (2008-2010)	16	?	77.000.000
21	Tamil	Dravidian	67.000.000 (2001)	23	8.000.000 (Ινδία)	75.000.000
22	Marathi	Indo-European, Indo-Aryan	71.000.000 (2001)	20	3.000.000 (Ινδία)	74.000.000
23	Yue Chinese (συμπ. Cantonese)	Sino-Tibetan, Chinese	72.000.000	19	?	72.000.000
24	Turkish	Altaic, Turkic	71.000.000	21	<1.000.000	71.000.000
25	Vietnamese	Austroasiatic, Viet-Muong	68.000.000	22	?	68.000.000
26	Italian	Indo-European, Romance	63.000.000	24	3.000.000	66.000.000

Πίνακας 1. Λίστα γλωσσών με βάση το συνολικό αριθμό ομιλητών

## 2. Εύρεση των κοινών φωνημάτων

Για την ανάπτυξη των λιστών της υπερουδικής δοκιμασίας έπρεπε να διεξαχθεί φωνολογική ανάλυση των γλωσσών. Το επόμενο βήμα συνίστατο στην καταγραφή όλων των φωνημάτων των γλωσσών της λίστας. Δημιουργήθηκε ένας πίνακας που περιλάμβανε έναν άξονα με τις επιλεγμένες γλώσσες και έναν άξονα με όλα τα φωνήματα του διεθνούς φωνητικού αλφάβητου (IPA) που εμφανίζονται στις γλώσσες αυτές.

Έπειτα επιλέχθηκαν τα κοινά φωνήματα των γλωσσών αυτών. Βρέθηκαν 18 κοινά φωνήματα, 5 φωνήεντα (/a/, /e/, /i/, /o/, /u/) και 13 σύμφωνα (/p/, /b/, /m/, /f/, /t/, /n/, /s/, /z/, /l/, /j/, /k/, /g/, /ŋ/).

Δεν λήφθηκαν υπόψη οι δίφθογοι διότι σπάνια υπήρχε επικάλυψη διφθόγων μεταξύ των γλωσσών. Επίσης οι δίφθογοι αποτελούν μακρούς ήχους ενώ οι σκοποί του παρόντος τεστ εξυπηρετούνται καλύτερα από βραχεία φωνήεντα, τα οποία και χρησιμοποιηθήκαν γιατί υπάρχει μεγαλύτερη επικάλυψη ανάμεσα στις γλώσσες και επομένως που εύκολη ομαδοποίηση. Επίσης, υπάρχουν πολλοί τύποι διφθόγων, γεγονός που καθιστά δύσκολη την ομαδοποίηση και τη διαχείριση τους.

Τα φωνήματα επιλέχθηκαν με κριτήριο να εμφανίζονται σε τουλάχιστον 20 από τις 26 γλώσσες έτσι ώστε η δοκιμασία που θα δημιουργούνταν να είναι κατανοητή από το μεγαλύτερο δυνατό πληθυσμό αλλά και ο αριθμός των φωνημάτων να είναι ικανός για τη δημιουργία πληθώρας ψευδολέξεων. Να σημειωθεί ότι η λίστα με τα κοινά φωνήματα συμφωνεί σε μεγάλο βαθμό με τη λίστα του UCLA για τα πιο ευρέως εμφανιζόμενα φωνήματα μεταξύ 451 γλωσσών, με μόνη εξαίρεση το σύμφωνο /z/ που δεν ανήκει σε αυτή τη λίστα.

Vowel:	i	a	u	o	e
In Languages:	393	392	369	131	124
Frequency:	87,1	86,9	81,8	29	27,5

Πίνακας 2. Τα πιο συχνά εμφανιζόμενα φωνήεντα σύμφωνα με τη διαδικτυακή βάση του UCLA.

Consonant:	m	k	j	p	b	g	η	n	s	t	f	l	z
In Languages:	425	403	378	375	287	253	237	202	196	181	180	174	62
Frequency:	94,2	89,4	83,8	83,2	63,6	56,1	52,6	44,8	43,5	40,1	39,9	38,6	13,8

Πίνακας 3. Τα πιο συχνά εμφανιζόμενα σύμφωνα κατά τη διαδικτυακή βάση του UCLA.

### 3. Παράλειψη γλωσσών

Σε αυτό το σημείο χρειάστηκε να παραλειφθούν κάποιες γλώσσες οι οποίες είτε δεν έχουν αρκετά από τα πιο κοινά φωνήματα είτε η φωνολογία τους δεν εξυπηρετεί την ανάπτυξη των λιστών. Κριτήριο για την επιλογή ή όχι μιας γλώσσας ήταν να έχει όσο δυνατόν περισσότερα από τα 18 τελικά φωνήματα. Επιλέχθηκαν οι γλώσσες που διαθέτουν τουλάχιστον 15 από τα 18 φωνήματα, ενώ έχουν απαραιτήτως και τα 5 κοινά φωνήεντα, για να είναι δυνατή η δημιουργία ποικίλων συνδυασμών CVC

Οι γλώσσες που παραλείφθηκαν ήταν τα αραβικά, τα Hindustani, τα περσικά, τα Swahili, τα Telugu, τα Javanese, τα κινέζικα Wu και τα κινέζικα Yue (Cantonese). Οι γλώσσες αυτές δεν εξυπηρετούσαν τους κανόνες που τέθηκαν για τη δημιουργία της παρούσας δοκιμασίας. Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά, οι λόγοι για τους οποίους παραλήφθηκαν οι συγκεκριμένες γλώσσες.

- Τα αραβικά έχουν μόλις 3 φωνήεντα (/i/, /u/, /a/), ενώ σε όλες τις υπόλοιπες γλώσσες του τεστ βρέθηκαν 5 κοινά φωνήεντα (/a/, /e/, /i/, /o/, /u/). Δε θα εξυπηρετούσε τη δημιουργία του τεστ η χρήση μόνο 3 φωνηέντων καθώς θα ήταν δύσκολο να σχηματιστούν λίστες με μεγάλη ποικιλία ψευδολέξεων, το τεστ θα είχε λιγότερες λέξεις και συνεπώς μικρότερες λίστες. Θα τίθετο πρόβλημα στη λειτουργικότητα του τεστ.
- Στα Hindustani δεν εντοπίστηκε κανένα κοινό φωνήεν με τα 5 πιο συχνά εμφανιζόμενα φωνήεντα (/a/, /e/, /i/, /o/, /u/). Επομένως για του ίδιους λόγους με τα αραβικά και αυτή η γλώσσα παραλείφθηκε.
- Το πρόβλημα με τα περσικά ήταν πως δεν έχουν τα φωνήεντα /a/, /e/, /o/.
- Ομοίως, τα Swahili διαθέτουν μόνο τα /i/, /u/, ενώ απουσιάζουν τα /b/ και /g/
- Από τα Telugu απουσιάζουν τα /t/, /n/, /s/, /z/, /l/, /η/.
- Αντίστοιχα στα Javanese δεν υπάρχουν τα /b/, /f/, /n/, /s/, /z/, /l/.
- Στα κινέζικα Wu δεν εμφανίζονται τα /a/, /f/, /n/, /s/, /l/, /j/, /k/, /η/.
- Παρόμοια, στα κινέζικα Yue δεν υπάρχουν τα /a/, /i/, /u/, /b/, /z/, /g/.

Τα παραπάνω δεδομένα προέρχονται από τα στοιχεία του Πίνακα 4 στη σελίδα 27.

Γίνεται σαφές ότι παραλείφθηκαν γλώσσες που δεν είχαν αρκετά φωνήεντα ή/και σύμφωνα ώστε να είναι δυνατή η δημιουργία ικανού αριθμού ψευδολέξεων. Καταλήξαμε λοιπόν σε μία λίστα 18 γλωσσών (Mandarin - Standard Chinese, English, Spanish, Malay, Russian, Bengali, Portuguese, French, Hausa, Punjabi, Japanese, German, Korean, Tamil, Marathi, Turkish, Vietnamese, Italian).

	Vowels					Consonants													Σύνολο
	Close		Close-mid	Open	Bilabial			Labiodental	Alveolar					Palatal	Velar				
	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	ŋ	18
Mandarin Standard Chinese	i	u	e	o	a	p		m	f	t	n	s		l	j	k		ŋ	15
English	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	ŋ	18
Hindustani						p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	13
Spanish	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18
Arabic	i	u			a		b	m	f	t	n	s	z	l	j	k			13
Malay	i	u		o	a	p	b	m	(f)	t	n	s	(z)	l	j	k	g	ŋ	17
Russian	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g		17
Bengali	i	u	e	o	a	p	b	m	(f)	t	n	(s)	(z)	l	(j)	k	g	ŋ	18
Portuguese	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18
French	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18
Hausa	i	u	e	o	a		b	m		t	n	s	z	l	j	k	g		15
Punjabi	i	u	e	o	a	p	b	m	f		n	s	z	l	j	k	g	ŋ	17
Japanese	i	u	e	o	a	p	b	m		t	n	s	z	(l)	j	k	g	(ŋ)	17
German	(i)	(u)	(e)	(o)	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	ŋ	18
Persian	i	u				p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	ŋ	15
Swahili	i	u				p		m	f	t	n	s	z	l	j	k		ŋ	13
Telugu	i	u	e	o	a	p	b	m	f						j	k	g		12
Javanese	i	u	e	o	a	p		m		t					j	k		ŋ	11
Wu Chinese	i	u	e	o		p	b	m		t			z				g		10
Korean	i	u	e	o	a	p	b	m		t	n	s	z	l	j	k	g	ŋ	17
Tamil	i	u	e	o	a	p		m	f	t	n	s	z	l	j	k		(ŋ)	16
Marathi	i	u	e	o	a	p	b	m		t	n	s	(z)	l	j	k	g	(ŋ)	17
Yue Chinese - Cantonese			e	o		p		m	f	t	n	s		l	j	k		ŋ	12
Turkish	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18
Vietnamese	i	u	e	o	a	(p)		m	f	t	n	s	z	l	j	k		ŋ	16
Italian	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18
26	24	24	21	22	21	24	20	26	20	21	22	23	22	23	24	25	19	21	

Πίνακας 4. Κοινά φωνήματα μεταξύ των 26 γλωσσών με τους περισσότερους συνολικούς ομιλητές

Παρακάτω ακολουθεί ο Πίνακας 5, που περιλαμβάνει τα κοινά φωνήματα που εντοπίστηκαν στις γλώσσες που μας αφορούν.

	Vowels					Consonants													Σύνολο		
	Close		Close-mid		Open	Bilabial			Labio-dental	Alveolar					Palatal	Velar					
	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	ŋ	18		
Mandarin - Standard Chinese	i	u	e	o	a	p		m	f	t	n	s		l	j	k		ŋ	15	3	
English (Received Pronunciation)	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	ŋ	18	0	
Spanish	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18	0	
Malay	i	u		o	a	p	b	m	(f)	t	n	s	(z)	l	j	k	g	ŋ	17	1	
Russian	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g		17	1	
Bengali	i	u	e	o	a	p	b	m	(f)	t	n	(s)	(z)	l	(j)	k	g	ŋ	18	0	
Portuguese	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18	0	
French	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18	0	
Hausa	i	u	e	o	a		b	m		t	n	s	z	l	j	k	g		15	3	
Punjabi	i	u	e	o	a	p	b	m	f		n	s	z	l	j	k	g	ŋ	17	1	
Japanese	i	u	e	o	a	p	b	m		t	n	s	z	(l)	j	k	g	(ŋ)	17	1	
German	(i)	(u)	(e)	(o)	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	ŋ	18	0	
Korean	i	u	e	o	a	p	b	m		t	n	s	z	l	j	k	g	ŋ	17	1	
Tamil	i	u	e	o	a	p		m	f	t	n	s	z	l	j	k		(ŋ)	16	2	
Marathi	i	u	e	o	a	p	b	m		t	n	s	(z)	l	j	k	g	(ŋ)	17	1	
Turkish	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18	0	
Vietnamese	i	u	e	o	a	(p)		m	f	t	n	s	z	l	j	k		ŋ	16	2	
Italian	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	(ŋ)	18	0	
	18	18	18	17	18	18	17	15	18	14	17	18	18	17	18	18	18	15	16		

Πίνακας 5. Κοινά φωνήματα μεταξύ των 18 γλωσσών που προέκυψαν.

Κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με τους παραπάνω πίνακες.

- Όσον αφορά τα Mandarin - Standard Chinese, το φώνημα /b/ απαντάται από ομιλητές κατά τη χρήση ξένων λέξεων.
- Το /o/ είναι βραχύ στα γερμανικά σε μη τονισμένες συλλαβές λέξεων-δανείων.
- Στα σκωτσέζικα αγγλικά το /o/ είναι βραχύ.
- Όλα τα δεδομένα για την αγγλική γλώσσα αφορούν στην προφορά που γίνεται αντιληπτή από τους ομιλητές.
- Στα ισπανικά ο φθόγγος /z/ αποτελεί αλλόφωνο του /s/.
- Το φώνημα /z/ υπάρχει στη διάλεκτο Hanoi και το /j/ στη διάλεκτο Saigon των Βιετναμέζικων.
- Στα κορεάτικα τα ζεύγη ήχων /k-/g/ και /p-/b/ αποτελούν αλλόφωνα.
- Στα ιταλικά ο ήχος /z/ είναι αλλόφωνο του φωνήματος /s/.
- Όσον αφορά τα Yue Chinese συμπεριλαμβάνουν τα Cantonese και τα φωνήματα /p/, /m/, /t/, /j/, /k/, /ŋ/ μπορούν να λάβουν είτε τελική είτε αρχική θέση ενώ τα /f/, /s/, /l/ μόνο αρχική θέση.
- Κάποιοι ήχοι εμφανίζονται σε παρένθεση διότι υπήρχε ασυμφωνία των βιβλιογραφικών αναφορών σχετικά με την ένταξή τους ή όχι σε μία γλώσσα.

#### 4. Επιλογή κατάλληλου υλικού

Καταλήξαμε στο ότι το ιδανικότερο υλικό για την παρούσα μελέτη ήταν οι ψευδολέξεις. Στόχος ήταν η δημιουργία ενός πολυγλωσσικού τεστ που να μπορεί να εφαρμοστεί αυτούσιο σε κάθε επιλεγμένη γλώσσα, επομένως θα ήταν αδύνατο να δημιουργηθεί υλικό που να έχει σημασιολογικό περιεχόμενο σε κάθε γλώσσα ταυτόχρονα.

Οι ψευδολέξεις αποτελούν το υλικό με τον μικρότερο πλεονασμό και επομένως η αναγνώριση τους δεν εξαρτάται από το λεξιλόγιο του εξεταζόμενου. Επίσης, επιτρέπουν την λεπτομερή ανάλυση των φωνημικών λαθών του ακροατή. Επιπλέον, μια δοκιμασία ψευδολέξεων επιτρέπει την βαθμολογία του κάθε φωνήματος ξεχωριστά, αυξάνοντας έτσι τον αριθμό των βαθμολογήσιμων στοιχείων της δοκιμασίας, με αποτέλεσμα την βελτιστοποίηση της αξιοπιστίας της. Οι καμπύλες που αντιπροσωπεύουν τη μεταβλητότητα της βαθμολογίας με βάση το διωνυμικό μοντέλο αποκαλύπτουν ότι απαιτούνται περίπου 450 βαθμολογήσιμα στοιχεία προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η αξιοπιστία της δοκιμασίας αναγνώρισης ομιλίας. Σε σύγκριση με την βαθμολογία ολόκληρης της λέξης, η φωνημική βαθμολογία φαίνεται να παρέχει μια πιο άμεση και ακριβή μέτρηση της αναγνώρισης των ακουστικών στοιχείων της ομιλίας. Ακόμη, τα αποτελέσματα επηρεάζονται λιγότερο από μη-ακουστικούς παράγοντες, όπως γλωσσικές ικανότητες, και διαφορές μεταξύ λιστών. (Τρίμης, 2013)

Ένα πλεονέκτημα των συλλαβών χωρίς νόημα είναι ότι οι συνέπειες της εξοικείωσης λέξεων και των λεξικών περιορισμών μειώνονται σε σύγκριση με τη χρήση πραγματικών λέξεων ως υλικά δοκιμασιών. Παράλληλα, οι συλλαβικές δοκιμασίες άνευ σημασιολογικού περιεχομένου είναι πιθανώς η πιο ευαίσθητη προσέγγιση για την εξέταση των λεπτομερειών των δυσκολιών αναγνώρισης ομιλίας ενός ασθενούς λόγω της ευαισθησίας στην ελάχιστη απώλεια ακοής (Gelfand, 2001). Η έλλειψη κατανόησης τους αυξάνει τη δυσκολία του έργου στον ακροατή (Martin, 1997).

## 5. Δημιουργία ψευδολέξεων

Το επόμενο βήμα ήταν η δημιουργία ψευδολέξεων με τα κοινά φωνήματα των γλωσσών που επιλέχθηκαν. Αρχικά έπρεπε να αποφασιστεί ο τύπος των ψευδολέξεων, δηλαδή ο αριθμός των συλλαβών και η μορφή τους. Κάποιες πιθανές επιλογές ήταν μονοσύλλαβες ψευδολέξεις τύπου VC, VC, CCV, CVC και δισύλλαβες τύπου VCV, VCCV.

Το 1948, ο Egan ανέφερε μία σχέση μεταξύ του αριθμού των ήχων σε μία λέξη και της ικανότητας αναγνώρισης αυτής της λέξης. Όσο περισσότερα φωνήματα και όσο μεγαλύτερος φωνητικός πλεονασμός υπάρχει σε μία λέξη, τόσο πιο εύκολα αναγνωρίζεται. (Martin & Clark, 2008). Λαμβάνοντας υπόψη το παραπάνω έχουμε ισχυρές ενδείξεις ότι είναι ωφελιμότερο οι ψευδολέξεις να αναπτυχθούν σε μορφή μονοσύλλαβων λέξεων.

Καταλήξαμε ότι ήταν πιο ωφέλιμο να αναπτυχθούν λίστες με μονοσύλλαβες ψευδολέξεις τύπου CVC για τους παρακάτω λόγους:

- Είναι πιο εύκολα διαχειρίσιμες για τη δημιουργία του τεστ.
- Όσο λιγότερες οι συλλαβές τόσο μικρότερη η πιθανότητα να "παραβιαστούν" οι φωνοτακτικοί κανόνες κάποιας από τις γλώσσες που μας ενδιαφέρουν.
- Είναι εύκολα διαχειρίσιμες τόσο από το άτομο που χορηγεί το τεστ όσο και από τον εκάστοτε ομιλητή στον οποίο χορηγείται (είναι σύντομες και δεν καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος της μνήμης εργασίας του ατόμου).
- Όσο λιγότερα φωνήματα έχει μία λέξη τόσο πιο δύσκολα αναγνωρίζεται.
- Επιτυγχάνεται η ποικιλία στις ψευδολέξεις διότι υπάρχουν πολλοί δυνατοί συνδυασμοί ψευδολέξεων τύπου CVC. Αυτή η ποικιλία εξασφαλίζει πολλές επιλογές για τη δημιουργία λιστών. Οι ψευδολέξεις τύπου CV και VC παρέχουν λιγότερους πιθανούς συνδυασμούς και δεν προσφέρουν ικανό αριθμό βαθμολογήσιμων σημείων διότι έχουν λιγότερα φωνήματα από τις CVC.

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί των φωνημάτων σε μορφή CVC σε ένα αρχείο excel. Πρόεκυψαν 845 συνδυασμοί οι οποίοι όμως δεν κάλυπταν πάντα τους φωνολογικούς κανόνες οπότε και ένα μέρος των συνδυασμών αυτών απορρίφθηκε. Αναλυτικότερα, το /j/ στις περισσότερες γλώσσες δεν βρίσκεται στο τέλος λέξης οπότε μπορεί να καταλάβει μόνο αρχική θέση στις λέξεις του τεστ, αφού έχουν τη μορφή CVC. Αντίστοιχα, το /η/ δεν μπορεί να βρίσκεται σε αρχική θέση στις περισσότερες γλώσσες άρα έπρεπε να καταλάβει τελική θέση στις ψευδολέξεις. Λαμβάνοντας υπόψη αυτούς τους περιορισμούς, καταλήξαμε σε 720 συνδυασμούς φωνημάτων της μορφής CVC που καλύπτουν τους φωνολογικούς κανόνες καθώς βρίσκονται στην πιο απλή δυνατή μορφή. Αυτός ο αριθμός αποτελούσε ικανότατο ποσό για δημιουργία πληθώρας λιστών ψευδολέξεων επαρκή βαθμολογήσιμα στοιχεία.

## 6. Ανάπτυξη λιστών ψευδολέξεων

Αρχικά, έπρεπε να αποφασιστεί ο αριθμός των λιστών. Μια κοινή πρακτική αποτελεί η ηχογράφηση πέντε φωνητικά ισοδύναμων λιστών, όπως στις έρευνες των Τρίμμης και συν. (2012, 2013). Ο αυξημένος αριθμός λιστών συντελεί στην μείωση των επιδράσεων της μνήμης, ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός φωνημάτων προκαλεί μείωση των διαστημάτων εμπιστοσύνης, αυξάνοντας έτσι την αξιοπιστία της δοκιμασίας (Τρίμμης, 2013). Με βάση τα

παραπάνω αποφασίστηκε να δημιουργηθούν πέντε λίστες των πενήντα ψευδολέξεων ώστε να υπάρχει πληθώρα βαθμολογήσιμων στοιχείων και η δοκιμασία να είναι αξιόπιστη. Με αυτό τον τρόπο, κάθε λίστα περιλαμβάνει 150 φωνήματα (βαθμολογήσιμα στοιχεία) και όλες οι λίστες στο σύνολό τους περιλαμβάνουν 750 στοιχεία βαθμολόγησης. «Οι καμπύλες που αντιπροσωπεύουν τη μεταβλητότητα της βαθμολογίας με βάση το διωνυμικό μοντέλο αποκαλύπτουν ότι απαιτούνται περίπου 450 βαθμολογήσιμα στοιχεία προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η αξιοπιστία της δοκιμασίας αναγνώρισης ομιλίας.» (Τρίμιμης, 2013)

Για την ανάπτυξη ηχογραφημένων τεστ ομιλητικής ακουομετρίας οι Hudgins et al. (1947) πρότειναν τέσσερα απαραίτητα κριτήρια που θα πρέπει να πληρούν τα υλικά της δοκιμασίας: οικειότητα, φωνημική διαφοροποίηση, αντιπροσωπευτικό δείγμα ήχων και ομογένεια σε σχέση με την ακουστότητα.

Για τη δημιουργία λιστών ψευδολέξεων λήφθηκαν υπόψη οι εξής παράγοντες:

- Φωνημική ισορροπία
- Τονισμός
- Φωνημική ανομοιότητα

#### 6.1. Φωνημική ισορροπία

Προκειμένου να επιτευχθεί η φωνημική ισορροπία ήταν απαραίτητο τα φωνήματα να εμφανίζονται στις λίστες στο ίδιο ποσοστό που εμφανίζονται στην καθημερινή ομιλία. Για το σκοπό αυτό έπρεπε να βρεθούν οι συχνότητες εμφάνισης των φωνημάτων σε κάθε γλώσσα του τεστ και κατόπιν να υπολογιστεί ο μέσος όρος αυτών των συχνοτήτων για κάθε φώνημα ξεχωριστά. Έγινε προσπάθεια εύρεσης της συχνότητας εμφάνισης σε κάθε γλώσσα του τεστ. Ωστόσο, από την αναζήτηση αυτή, βρέθηκαν οι συχνότητες για μόνο 10 από τις 18 γλώσσες. Αυτές οι γλώσσες ήταν τα κινέζικα Mandarin, τα αγγλικά, τα ισπανικά, τα Bengali, τα πορτογαλικά, τα γαλλικά, τα ιαπωνικά, τα γερμανικά, τα κορεάτικα, τα Tamil, τα Marathi και τα ιταλικά. Επομένως σε αυτό το βήμα απορρίφθηκαν οι γλώσσες Malay, Russian, Hausa, Punjabi, Turkish και Vietnamese επειδή υπήρξε αδυναμία εύρεσης των συχνοτήτων εμφάνισης των φωνημάτων. Παρόλα αυτά όπως φαίνεται και στον πίνακα 1 οι γλώσσες που παραμένουν ομιλούνται συνολικά από 3.150.000.000 ομιλητές παγκοσμίως. Ταυτόχρονα, στις εναπομείνουσες γλώσσες περιλαμβάνονται αρκετές ευρωπαϊκές γλώσσες άρα, το τεστ έχει αρκετές προοπτικές ώστε να καλύπτει μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού στη Ευρώπη. Επίσης λόγω των κινεζικών, των αγγλικών και των ισπανικών που ομιλούνται από το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού, όπως φαίνεται και στο γράφημα 1, η δοκιμασία θα καλύπτει υψηλό αριθμό ομιλητών παγκοσμίως.

Παρακάτω παρατίθεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας (Πίνακας 5) των συχνοτήτων εμφάνισης των φωνημάτων σε κάθε μία από τις γλώσσες. Έγινε στρωγγυλοποίηση των ποσοστών στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο για διευκόλυνση των μετρήσεων. Το 0 υποδηλώνει είτε ότι ο συγκεκριμένος ήχος δεν εμφανίζεται στη γλώσσα (ωστόσο εμφανίζεται σε λέξεις-δάνεια) είτε ότι εμφανίζεται στη γλώσσα αλλά δε βρέθηκαν στοιχεία συχνότητας για των συγκεκριμένο ήχο.

Στη στήλη «Σύνολο» του Πίνακα 5. φαίνεται το ποσοστό εμφάνισης των συγκεκριμένων φωνημάτων σε κάθε μία από τις γλώσσες που παρουσιάζονται. Είναι εμφανές ότι τα συγκεκριμένα φωνήματα αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό κάθε γλώσσας, ξεκινώντας από



57,5% περίπου, για τα αγγλικά και αγγίζοντας το ποσοστό του 90% για τα ιαπωνικά. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι το ποσοστό του συνόλου δεν είναι απολύτως ακριβές διότι ο πίνακας δημιουργήθηκε με χρήση δεδομένων από πολλαπλές πηγές. Παράλληλα ορισμένοι ήχοι λειτουργούν ως αλλόφωνα και έτσι οι συχνότητες που βρέθηκε για έναν από τους ήχους (αφού χρησιμοποιούνται από κοινού δεν είχαν ξεχωριστές συχνότητες στις μελέτες της εκάστοτε γλώσσας), χρησιμοποιήθηκε ως δεδομένο και για τους δύο ήχους. Αυτό συνέβη στα κορεάτικα και στα ιταλικά.

Γλώσσα Φώνημα	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	η	Σύνολο
<b>Mandarin Standard Chinese</b>	10,85	6,95	8,54	4,27	12,52	1,75	0,00	1,26	1,11	4,29	7,85	0,63	0,00	2,16	5,90	2,06	0,00	8,14	78,27
<b>English</b>	8,04	0,71	3,50	1,67	3,80	2,09	1,84	2,82	1,89	7,30	7,40	4,68	3,04	3,82	0,44	2,75	0,77	0,98	57,54
<b>Spanish</b>	3,55	1,36	10,08	6,61	11,78	2,55	2,81	3,28	0,64	4,29	3,74	5,40	0,45	4,59	2,01	0,96	0,21	0,49	64,80
<b>Bengali</b>	5,44	3,58	12,36	10,27	8,16	1,73	4,40	3,56	0,00	3,87	6,97	3,21	0,00	5,23	2,79	6,54	1,83	0,14	80,08
<b>Portuguese</b>	11,30	6,71	5,11	3,86	12,28	3,51	0,94	2,55	1,33	6,63	1,81	4,15	2,13	5,11	1,23	3,99	0,35	0,00	72,99
<b>French</b>	5,38	2,12	8,00	1,02	8,08	3,75	1,05	3,30	1,58	5,10	2,77	6,12	2,06	5,57	1,64	4,08	0,53	0,02	62,18
<b>Japanese</b>	12,06	13,14	6,12	11,55	13,11	0,24	0,99	2,50	0,00	6,32	5,03	4,86	1,28	0,00	3,34	7,02	2,12	0,00	89,66
<b>German</b>	3,38	3,41	3,44	1,37	6,75	1,10	2,24	2,74	2,98	6,86	10,18	3,76	2,21	3,71	0,27	1,87	2,49	0,96	59,73
<b>Korean</b>	3,02	4,15	5,11	5,43	7,39	4,83	4,83	6,57	0,00	4,37	8,35	4,01	4,01	5,22	0,00	11,29	11,29	6,43	96,31
<b>Tamil</b>	7,76	7,59	1,09	0,69	14,64	5,21	0,00	4,09	0,00	4,30	1,43	0,24	0,62	2,97	0,14	9,03	0,00	0,60	60,40
<b>Marathi</b>	3,03	1,68	5,80	2,08	16,31	2,78	1,05	2,83	0,00	6,63	3,98	1,13	0,00	3,91	4,88	4,25	1,43	0,00	61,75
<b>Italian</b>	12,98	2,79	12,72	9,43	10,61	2,76	0,75	2,42	0,91	6,70	7,15	4,46	4,46	5,68	0,00	3,29	0,64	0,00	87,76
<b>Σύνολο</b>	7,23	4,52	6,82	4,85	10,45	2,69	1,74	3,16	0,87	5,55	5,56	3,55	1,69	4,00	1,89	4,76	1,80	1,48	72,62

Πίνακας 6. Συχνότητες εμφάνισης φωνημάτων ανά γλώσσα.

Οι συχνότητες εμφάνισης των φωνημάτων στα μανδαρινικά κινέζικα, τα ιταλικά, τα γερμανικά και τα αγγλικά βασίστηκαν στη μελέτη "The Effects of Occurrence Frequency of Phonemes on Second Language Acquisition: A Quantitative Comparison of Cantonese, Mandarin, Italian, German and American English." (Tsoi, 2005).

Οι συχνότητες εμφάνισης των φωνημάτων στην ισπανική γλώσσα προκύπτουν από τις μελέτες των Sandoval, et al. (2008) "Developing a Phonemic and Syllabic Frequency Inventory for Spontaneous Spoken Castilian Spanish and their Comparison to Text-Based Inventories", των Guirao & García Jurado (1990) "Frequency of Occurrence of Phonemes in American Spanish" και την έρευνα "Cálculo de frecuencias de aparición de fonemas y alófonos en español actual utilizando un transcriptor automático" (Rodríguez, 2016).

Όσον αφορά τα γιαπωνέζικα οι συχνότητες στις οποίες γίνεται αναφορά στον πίνακα 5 βασίζονται στην έρευνα των Tamaoka & Makioka το 2004: "Frequency of occurrence for units of phonemes, morae, and syllables appearing in a lexical corpus of a Japanese newspaper".

Οι συχνότητες με τις οποίες εμφανίζονται τα φωνήματα στη γαλλική γλώσσα προέρχονται από τη μελέτη του Malécot (1974) "Frequency of Occurrence of French Phonemes and Consonant Clusters".

Η μελέτη "A Statistical Study of Tamil Corpus" από Thennarasu (2008) παρείχε τις συχνότητες εμφάνισης των φωνημάτων στα Tamil.

Οι συχνότητες εμφάνισης των φθόγγων στα Bengali βασίζονται στην έρευνα των Ferguson & Chowdhury (1960) "The Phonemes of Bengali", καθώς και στη μελέτη του Sigurd (1968) "Rank-Frequency Distributions for Phonemes".

Η μελέτη του Yongeun (2006) "Sub-syllabic Constituency in Korean and English" παρείχε πληροφορίες για τις συχνότητες εμφάνισης των φωνημάτων τόσο για την κορεάτικη όσο και για την αγγλική γλώσσα.

Οι συχνότητες εμφάνισης των φθόγγων στη γλώσσα Marathi προέρχονται από τη μελέτη των Berkson & Nelson (2017) "Phonotactic frequencies in Marathi".

Για την πορτογαλική γλώσσα εξήχθησαν πληροφορίες από την έρευνα "Phonologic Patterns of Brazilian Portuguese: a grapheme to phoneme converter based study" (Vasilévski, 2012).

Τέλος, για τα αγγλικά χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες τόσο από τη μελέτη του Sigurd (1968) όσο και από τις μελέτες των Yongeun (2006) και Tsoi (2005).

Με βάση τις συχνότητες εμφάνισης των φωνημάτων των γλωσσών στις οποίες έγινε αναφορά προηγουμένως, δημιουργήθηκαν οι συχνότητες εμφάνισης των φθόγγων στις λίστες που αναπτύχθηκαν. Αυτό έγινε ως εξής: Αρχικά έγινε μια καταγραφή των συχνοτήτων που βρέθηκαν. Ακολούθως, βρέθηκε ο μέσος όρος αυτών των συχνοτήτων για κάθε φώνημα ξεχωριστά. Με χρήση στρογγυλοποίησης και απλής μεθόδου των τριών βρέθηκε ο αριθμός των φορών που θα πρέπει να εμφανίζεται κάθε συγκεκριμένο φώνημα σε κάθε λίστα. Τελικά, σε κάθε λίστα 50 ψευδολέξεων (που ισοδυναμεί με 150 φωνήματα, αφού κάθε μονοσύλλαβη ψευδολέξη έχει απλή φωνοτακτική δομή και αποτελείται από 3 φωνήματα) θα πρέπει το φώνημα /i/ να εμφανίζεται σε ποσοστό 10%, το /u/ σε ποσοστό 6%, το /e/ κατά περίπου 9,33 %, το /o/ σε ποσοστό σχεδόν 6,7%, το /a/ πρέπει να εμφανίζεται κατά 14,7% περίπου. Όσον αφορά τα σύμφωνα, το /p/ θα πρέπει να έχει συχνότητα εμφάνισης σε ποσοστό 4%, τα

φωνήματα /b/, /j/ και /g/ περίπου στο 2,7% έκαστο, το /m/ κατά 4,7% περίπου, όπως και το /s/, το /f/ θα έχει τη μικρή συχνότητα του σχεδόν 1,3%, το /t/ πρέπει να εμφανίζεται κατά 7,3% περίπου όπως και το /n/, τα /z/ και /η/ σε ποσοστό 2% έκαστο, το /l/ κατά σχεδόν 5,3% και τέλος το /k/ σε ποσοστό σχεδόν 6,7%. Όπως ήταν αναμενόμενο τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης έχουν κάποια από τα φωνήεντα, πράγμα που διευκόλυνε την ανάπτυξη των λιστών.

Φωνήματα	i	u	e	o	a	p	b	m	f	t	n	s	z	l	j	k	g	η	Σύνολο
Φορές Εμφάνισης	15	9	14	10	22	6	4	7	2	11	11	7	3	8	4	10	4	3	150

Πίνακας 7. Συχνότητα εμφάνισης φωνημάτων ανά λίστα.

## 6.2. Τονισμός

Έχοντας εξασφαλίσει τη φωνημική ισορροπία με την εύρεση των συχνοτήτων εμφάνισης των φωνημάτων σε κάθε γλώσσα, το επόμενο βήμα ήταν η κάλυψη των υπόλοιπων παραγόντων όπως ο τονισμός και η φωνημική ανομοιότητα.

Όσον αφορά τον τονισμό, αυτή η παράμετρος δεν μας απασχολεί διότι οι ψευδολέξεις είναι μονοσύλλαβες, επομένως υπάρχει μόνο μία συλλαβή για να τονιστεί σε κάθε ψευδολέξη. Παράλληλα τα φωνήεντα που υπάρχουν στις ψευδολέξεις είναι βραχέα και όχι μακρά, ενώ δεν εντοπίζονται δίφθογγοι.

## 6.3. Φωνημική ανομοιότητα

Για να εξασφαλιστεί η φωνημική ανομοιότητα, υπάρχει μια ελάχιστη διαφορά ενός φωνήματος μεταξύ των ψευδολέξεων σε κάθε λίστα, έτσι ώστε κάθε μονοσύλλαβος συνδυασμός δεν θα μπορούσε εύκολα να συγχέεται με μια άλλη συλλαβή στον ίδιο κατάλογο. Αποφεύχθηκε η χρήση «αντίστροφων» ψευδολέξεων στην ίδια λίστα (όπως για παράδειγμα /kut/ - /tuk/). Κάθε ψευδολέξη εμφανίζεται μία μόνο φορά σε μία λίστα. Παράλληλα, δεν υπάρχουν κοινές συλλαβές μεταξύ των λιστών, ωστόσο αναπόφευκτα υπάρχουν ελάχιστα ζεύγη ψευδολέξεων στις λίστες καθώς πρόκειται για μονοσύλλαβους συνδυασμούς.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την παραπάνω διαδικασία προέκυψαν πέντε λίστες λέξεων, με πενήντα μονοσύλλαβους συνδυασμούς έκαστη. Τα φωνήματα σε κάθε λίστα εμφανίζονται με την παρόμοια σχετική συχνότητα όπως και στην καθημερινή ομιλία. Οι διαφορετικοί κατάλογοι θεωρούνται ως εναλλάξιμοι διότι ο καθένας έχει την ίδια φωνημική ισορροπία, καθώς τα φωνήματα εμφανίζονται στις λίστες στο ίδιο ποσοστό που εμφανίζονται στην καθημερινή ομιλία. Εξασφαλίστηκε η φωνημική ανομοιότητα με την ύπαρξη μιας ελάχιστης διαφοράς ενός φωνήματος μεταξύ των ψευδολέξεων σε κάθε λίστα.

Οι λίστες που προέκυψαν αφορούν τις γλώσσες Mandarin Chinese, English, Spanish, Bengali, Portuguese, French, Japanese, German, Korean, Tamil, Marathi και Italian, στις οποίες καταλήξαμε εν τέλει. Επομένως τα δεδομένα του Πίνακα 1. διαμορφώθηκαν όπως εμφανίζονται στον Πίνακα 7. με αποτέλεσμα οι λίστες που δημιουργήθηκαν να αφορούν τελικά περίπου 4 δισεκατομμύρια ομιλητές.

Θέση	Γλώσσα	ΟμιλητέςL1	ΘέσηL1	Ομιλητές L2	Σύνολο
1	Mandarin Chinese (συμπ. Standard Chinese)	897.000.000	1	193.000.000	1.090.000.000
2	English	371.000.000	3	611.000.000	983.000.000
4	Spanish	436.000.000	2	91.000.000	527.000.000
8	Bengali	242.000.000	6	19.000.000	261.000.000
9	Portuguese	218.000.000	7	11.000.000	229.000.000
10	French	76.000.000	17	153.000.000	229.000.000
13	Japanese	128.000.000	10	1.000.000	129.000.000
14	German	76.000.000	18	52.000.000	129.000.000
20	Korean	77.000.000	16	Δεν υπάρχουν δεδομένα	77.000.000
21	Tamil	67.000.000	23	8.000.000	75.000.000
22	Marathi	71.000.000	20	3.000.000	74.000.000
26	Italian	63.000.000	24	3.000.000	66.000.000
	Σύνολο	2.722.000.000	-	1.145.000.000	3.869.000.000

Πίνακας 8. Ομιλητές των γλωσσών της δοκιμασίας

Παρακάτω παρατίθεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας των πέντε λιστών που αναπτύχθηκαν μέσω της παραπάνω διαδικασίας, όπου εμφανίζονται οι 500 ψευδολέξεις που δημιουργήθηκαν, ανά λίστα 150 λέξεων. Οι λέξεις εμφανίζονται με τυχαία σειρά για αποφυγή εξοικείωσης του ακροατή με τις λίστες.

1 <sup>η</sup> Λίστα	2 <sup>η</sup> Λίστα	3 <sup>η</sup> Λίστα	4 <sup>η</sup> Λίστα	5 <sup>η</sup> Λίστα
bat	nap	gat	pok	zat
neb	bam	bik	set	guk
kof	lak	jep	tal	jil
gan	fet	tan	kaf	kon
jab	kot	zil	lez	sap
kut	gok	kas	gak	tul
lek	mel	lef	tas	nab
nil	jat	man	kun	pes
mek	zin	pik	seb	zak
jos	pal	nus	jit	bin
zok	tem	juk	lam	fek
tam	sil	kom	teb	leη
les	kap	biη	miη	niz
nas	jul	mat	sam	kub
muk	mas	naf	tiη	mil
lig	nat	laη	met	sun
maη	kug	bek	jal	teη
jik	lan	lin	fik	gal
nim	tub	tez	kaz	not
luz	lip	mos	tun	mis
ban	nam	lit	pat	pon
meg	mik	kus	lot	tib
tik	kob	mal	neg	jet
kab	lut	gos	sim	bak
nak	ben	lat	nep	sip
jem	moη	meη	jak	mot
tis	nag	lok	tuk	kag
zit	fin	mut	sak	zan
got	jom	naz	lun	lem
nip	gun	tek	nom	jin
tel	nes	pag	liη	sem
piη	kat	neη	tiz	laη
jut	tep	sal	kol	tap
saη	sik	jip	paη	nal
pos	bas	nut	nok	koη
taf	puk	pak	bal	let
kaη	sek	tes	jun	jan
nit	taη	bok	pim	mak
sat	nis	zun	nuz	pit
pol	jiη	san	sen	suk
sep	zet	tak	tog	naη
nek	las	jon	pan	len
ten	tiη	lik	nob	sit
kal	nik	pin	jek	kum
lon	tol	gut	kam	pet
pun	jen	jop	tip	mit
sin	tup	nem	nub	jok
tug	seη	tin	lis	nuf
zal	zik	bet	seg	sag
mup	noz	sig	nig	tok

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο στόχος της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η ανάπτυξη διεθνών λιστών για την δημιουργία μιας πολυγλωσσικής δοκιμασίας αναγνώρισης της ομιλίας. Για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας ακολουθήθηκε η μεθοδολογία παλαιότερων σχετικών ερευνών που ανέπτυξαν υπερουδικές δοκιμασίες. Ωστόσο υπήρξε δυσκολία στην εύρεση βιβλιογραφίας για το συγκεκριμένο θέμα, επομένως χρειάστηκε η μελέτη και σύνδεση πολλών διαφορετικών πηγών για εύρεση των βημάτων που έπρεπε να ακολουθηθούν.

Αρχικά έγινε αναζήτηση των πιο ευρέως ομιλούμενων γλωσσών παγκοσμίως και επιλέχθηκαν αυτές με τους περισσότερους συνολικούς ομιλητές (δηλαδή το άθροισμα των φυσικών ομιλητών και αυτών που έχουν διαφορετική μητρική γλώσσα) ως το κοινό που θα φορούσε η δοκιμασία που επρόκειτο να δημιουργηθεί. Μετά από μελέτη της φωνολογίας των είκοσι έξι πιο ευρέως ομιλούμενων γλωσσών, απορρίφθηκαν αυτές που δεν κρίθηκαν κατάλληλες για την ανάπτυξη των λιστών. Στη συνέχεια οι γλώσσες μελετήθηκαν ως προς τη φωνολογία τους με σκοπό την εύρεση των κοινών φωνημάτων μεταξύ τους. Εντοπίστηκαν τα κοινά φωνήματα των γλωσσών που απέμειναν και κατόπιν συγκεντρώθηκαν δεδομένα σχετικά με τις συχνότητες εμφάνισης των φωνημάτων αυτών στις συγκεκριμένες γλώσσες. Σε αυτό το σημείο απορρίφθηκαν εκ νέου κάποιες από τις γλώσσες λόγω έλλειψης βιβλιογραφικών δεδομένων. Από τις συχνότητες που βρέθηκαν αναπτύχθηκαν και οι συχνότητες εμφάνισης των φωνημάτων στις λίστες. Με τα κοινά φωνήματα δημιουργήθηκαν μονοσύλλαβες ψευδολέξεις τύπου CVC οι οποίες και καταναμήθηκαν σε πέντε φωνητικά ισοδύναμες και άρα εναλλάξιμες λίστες των πενήντα λέξεων. Τα φωνήματα σε κάθε λίστα εμφανίζονται με παρόμοια σχετική συχνότητα όπως και στην καθημερινή ομιλία.

Ένα από τα προβλήματα που προέκυψαν ήταν η συνεχής απόρριψη γλωσσών είτε γιατί δεν εξυπηρετούσαν τη μεθοδολογία του τεστ, είτε λόγω έλλειψης βιβλιογραφικών δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο, τελικά οι λίστες που δημιουργήθηκαν αφορούν δώδεκα από τις είκοσι έξι γλώσσες τις οποίες περιλαμβάνει ο αρχικός κατάλογος. Ωστόσο σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 7, οι γλώσσες που απέμειναν καλύπτουν παραπάνω από δύομιση δισεκατομμύρια φυσικούς ομιλητές και εκτιμάται ότι ομιλούνται από περίπου ένα δισεκατομμύριο ομιλητών ως δεύτερη γλώσσα. Αν αθροίσουμε τα δύο ποσά προκύπτει ο αριθμός των σχεδόν τεσσάρων δισεκατομμυρίων συνολικών ομιλητών παγκοσμίως.

Ένα άλλο σημείο που αποτέλεσε «πρόκληση» στη διεκπεραίωση της έρευνας ήταν η επίτευξη της φωνημικής ισορροπίας στις λίστες. Κάθε φώνημα έχει διαφορετική συχνότητα εμφάνισης ανά γλώσσα. Προς επίλυση αυτού βρέθηκαν οι συχνότητες εμφάνισης των φωνημάτων ανά γλώσσα και κατόπιν υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών ώστε να σχηματιστεί μια εικόνα για την κατανομή των φωνημάτων στις λίστες. Ωστόσο και σε αυτόν τον τομέα η βιβλιογραφία ήταν περιορισμένη με αποτέλεσμα να απορριφθούν αρκετές γλώσσες.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι λίστες που αναπτύχθηκαν, είναι φωνητικά ισοδύναμες. Για την τυποποίηση και τον έλεγχο της αποτελεσματικότητάς τους στη μέτρηση της αναγνώρισης της ομιλίας θα πρέπει να χορηγηθούν. Προκειμένου να χορηγηθούν θα πρέπει να πληρούνται οι προϋποθέσεις στις οποίες γίνεται αναφορά παρακάτω. Στα παραρτήματα παρατίθενται ενδεικτικές φόρμες καταγραφής για τη διευκόλυνση της διεξαγωγής του τεστ.

## **1. Προτάσεις για ηχογράφιση και διαμόρφωση υλικού**

Το επόμενο βήμα θα ήταν η ηχογράφιση των λιστών ώστε το τελικό τεστ να είναι έτοιμο προς χορήγηση. Προτείνεται η ηχογράφιση με στόχο την εγκυρότητα και την τυποποίηση της δοκιμασίας καθώς με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η διακύμανση μεταξύ των ομιλητών μιας γλώσσας.

Μία παράμετρο για την ηχογράφιση των ψευδολέξεων αποτελεί η επιλογή των ομιλητών. Με βάση τα γνωστά πρωτόκολλα ομιλητικής ακουσμετρίας, συνήθως στις δοκιμασίες αναγνώρισης της ομιλίας το υλικό είναι ηχογραφημένο από ομιλητές και των δύο φύλων, και συνήθως πρόκειται για επαγγελματίες ομιλητές. Στη συνέχεια, θα πρέπει να αξιολογηθεί η απόδοση του κάθε ομιλητή βάσει φωνητικής ποιότητας, ροής και άρθρωσης. Όλες οι ψευδολέξεις πρέπει να ηχογραφηθούν πολλές φορές η κάθε μία και τελικά να επιλεγεί η καλύτερη εκφορά για το αρχείο του τεστ.

Όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά, η ηχογράφιση πρέπει να λάβει χώρα σε ηχομονωτικό θάλαμο με χρήση πυκνωτικού μικρόφωνου μεγάλου διαφράγματος. Προτείνεται η εξαγωγή των αρχείων να γίνει σε μορφή wav.

Μετά την ολοκλήρωση της ηχογράφισης, συστήνεται η επεξεργασία των αρχείων έτσι ώστε να υπάρχει ένα κενό σιωπής 10 msec πριν και μετά την κυματομορφή της συλλαβής. Ακολούθως, θα πρέπει η ένταση κάθε ψευδολέξης ξεχωριστά να ρυθμιστεί στα -18dB. Το επόμενο βήμα θα ήταν η δημιουργία ξεχωριστών αρχείων για κάθε λίστα τόσο για τη γυναικεία όσο και για την ανδρική φωνή, με τελικό στόχο κάθε αρχείο να περιλαμβάνει τις 50 ψευδολέξεις κάθε λίστας με ένα κενό σιωπής 5 sec μεταξύ των ψευδολέξεων. Το κενό σιωπής δίνει αρκετό χρόνο στον ακροατή για να αποκριθεί είτε πρόκειται για τεστ ανοιχτού είτε για τεστ κλειστού τύπου.

## **2. Προτάσεις για χορήγηση δοκιμασίας**

Για την τυποποίηση της δοκιμασίας θα πρέπει να γίνει χορήγηση του ηχογραφημένου υλικού. Το δείγμα θα πρέπει να επιλεγεί με γνώμονα τη γνώση μίας ή περισσότερων από τις γλώσσες τις οποίες αφορά η δοκιμασία καθώς και την ύπαρξη φυσιολογικής ικανότητας ακοής. Μία ακόμα προϋπόθεση είναι να μην έχουν κανένα ιστορικό, ούτε να παρουσιάζουν κάποιο στοιχείο νευρολογικής διαταραχής.

Η χορήγηση προτείνεται να γίνει σε ηχομονωτικό θάλαμο με χρήση ακουστικών ακύρωσης θορύβου. Κάθε λίστα ψευδολέξεων να παρουσιαστεί αμφίπλευρα στο πιο άνετο επίπεδο ακρόασης του δέκτη. Ενδεικτικά, οι συμμετέχοντες θα κληθούν να ακούσουν μία προς μία τις συλλαβές ανά λίστα, τόσο για την ανδρική όσο και για τη γυναικεία φωνή, και να επαναλάβουν την ψευδολέξη που άκουσαν στο διάστημα 5 δευτερολέπτων. Παράλληλα, ο χορηγητής του τεστ οφείλει να συμπληρώνει τη φόρμα καταγραφής για την αντίστοιχη λίστα. Ακολούθως θα πρέπει να γίνει ομαδοποίηση των λαθών με στόχο την εύρεση κοινών μοτίβων- διεργασιών ανά τους ομιλητές και ανά γλώσσα.

Να σημειωθεί ότι δημιουργήθηκαν φόρμες καταγραφής για όλες τις λίστες (βλ. Παραρτήματα). Τα έντυπα αυτά περιλαμβάνουν τα στοιχεία κάθε συμμετέχοντα, όπως αρχικά ονοματεπώνυμο, ηλικία, μητρική γλώσσα, καθώς και τη φωνή του ομιλητή, την ένταση στην οποία χορηγήθηκε το υλικό και τις ψευδολέξεις με τη σειρά κατά την οποία παρουσιάζονται στο τεστ.

### 3. Πιθανές εφαρμογές

Σημαντικό είναι να εφαρμοστεί η συγκεκριμένη λίστα στην πράξη, και στα δύο φύλα και σε διάφορες ηλικίες. Όπως έχει φανεί σε προηγούμενες έρευνες, το φύλο δεν αποτελεί παράγοντα διαφοροποίησης των ποσοστών επιτυχίας ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες αναφορικά με τις λίστες μονοσύλλαβων και δισύλλαβων λέξεων που χρησιμοποιήθηκαν. Κάτι τέτοιο προκύπτει καθώς σε κάθε περίπτωση η τιμή του Sig. είναι μεγαλύτερη από 0,05. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και σε άλλες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί (Τρίμης και συν. 2012, Τρίμης και συν. 2013 & Murray, 2009).

Επιπλέον όσον αφορά την εξέταση των μονοσύλλαβων λιστών με τις ψευδολέξεις, στους άνδρες διαπιστώθηκε ότι δεν παρουσιάζεται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην απόδοση/ποσοστό επιτυχίας των λιστών αυτών, σύμφωνα πάντα με προηγούμενη έρευνα των Τρίμης και συν. 2012, Τρίμης και συν. 2013.

Αντίστοιχα, όσον αφορά την εξέταση των μονοσύλλαβων λιστών με τις ψευδολέξεις, στις γυναίκες διαπιστώθηκε πως αντίστοιχα δεν παρουσιάζεται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην απόδοση/ποσοστό επιτυχίας των λιστών αυτών, κάτι το οποίο όπως συνέβη και με την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στους άνδρες συμφωνεί με άλλες έρευνες οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί σε μονοσύλλαβες ψευδολέξεις (Τρίμης και συν., 2012).

Το τεστ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ήσυχο περιβάλλον για να τεστάρει την αναγνώριση της υπερουδικής ομιλίας από το άτομο ή σε θόρυβο για να ελεγχθεί η οξύτητα ακρόασης σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο ενός επιλεγμένου θόρυβο παρασκηνίου.

Επίσης είναι δυνατή η χρήση του τεστ από ακοολόγο, ο οποίος θα μπορεί να το χρησιμοποιήσει αυτούσιο, σε διάφορους ασθενείς, αρκεί να μιλάνε κάποια από τις γλώσσες του τεστ, χωρίς να χρειάζεται να έχει ο ίδιος γνώση κάποιας από τις συγκεκριμένες γλώσσες. Η συγκεκριμένη χρήση θα μπορούσε να είναι πολύ σημαντική στην Ελλάδα, όπου τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονο κύμα μετανάστευσης και η εξέταση από ιατρούς είναι εξαιρετικά δύσκολη.

Μια από τις σημαντικότερες χρήσεις ενός τέτοιου τεστ, είναι στην περίπτωση της βαρηκοΐας. Μια υπερουδική δοκιμασία βασισμένη στις λίστες που δημιουργήθηκαν θα μπορούσε να διευκολύνει την επιλογή του κατάλληλου τύπου ακουστικού βοηθήματος για άτομα με βαρηκοΐα, υποδεικνύοντας τις αδυναμίες τους στην αναγνώριση της ομιλίας ακόμα και αν μιλάνε διαφορετική γλώσσα από τον εξεταστή.

Για την πληρέστερη αποκατάσταση της επικοινωνίας των βαρήκοων ατόμων με το περιβάλλον τους χρειάζεται η χορήγηση του κατάλληλου ακουστικού βοηθήματος. Τα ακουστικά βαρηκοΐας θεωρούνται απαραίτητα για άτομα που παρουσιάζουν στο ακούγραμμα απώλεια ακοής της τάξης των 40dB. Ωστόσο, ακόμα και σε περιπτώσεις μικρότερης απώλειας, η χρήση των ακουστικών βαρηκοΐας θα μπορούσε να αποβεί ιδιαίτερα ευεργετική. Σημαντική παράμετρος για να συμβεί κάτι τέτοιο είναι η κατάλληλη προετοιμασία και εκπαίδευση του βαρήκοου ατόμου πάνω στην αποδοχή και σωστή χρήση των ακουστικών βαρηκοΐας (Γκέλης, 2009). Παρόλα αυτά, τα ακουστικά βοηθήματα δεν ωφελούν όλες τις περιπτώσεις ασθενών (Turkington & Sussman, 2004).



Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ειδών ακουστικών βαρηκοΐας. Κάνοντας μια έρευνα στην αγορά διαπιστώνει κανείς την ύπαρξη διαφορετικών κατηγοριών ακουστικών (ενδοκαναλικά, ενδωτιαία, οπισθωτιαία, ανοιχτής εφαρμογής, οστεόφωνα), ενώ ακόμα μεγαλύτερη είναι η διαφοροποίησή τους ως προς το επίπεδο τεχνολογίας που αξιοποιούν. Έτσι, υπάρχουν ακουστικά βαρηκοΐας με αναλογικά κυκλώματα και άλλα με ψηφιακά, ακουστικά βαρηκοΐας που ενσωματώνουν διαφορετικού τύπου μικρόφωνα. Ταυτόχρονα, υπάρχει ποικιλία ως προς το εύρος των επιλογών παραμετροποίησης που δίνει κάθε ακουστικό βαρηκοΐας στον κάτοχό του. Τέλος, μια εμφανής διαφορά των ακουστικών βαρηκοΐας έγκειται στο μέγεθός τους, διαφορά η οποία συνήθως έχει άμεση σχέση με το κόστος αγοράς, με τα μικρότερα σε μέγεθος ακουστικά να κοστίζουν συνήθως περισσότερο σε σχέση με τα πιο ογκώδη (Dalebout, 2009, Gates & Mills, 2005). Είναι σαφές λοιπόν η ανάγκη για την αξιολόγηση και εύρεση του κατάλληλου ακουστικού βοηθήματος σύμφωνα με τις ανάγκες του ατόμου. Η υπερουδική δοκιμασία που δημιουργήθηκε μπορεί να διευκολύνει αυτή τη διαδικασία.

Επίσης, με δεδομένο το ότι οι πρώτες απώλειες σημειώνονται σε σχετικά μικρή ηλικία (ήδη στα 45 έτη) και για όχι εξαιρετικά υψηλές συχνότητες, θα ήταν χρήσιμο τα άτομα να εξετάζουν την ακουστική τους ικανότητα και για συχνότητες πέραν από αυτές που χρησιμοποιούνται στο συμβατικό ακούγραμμα (250 Hz έως 8 kHz). Ο έγκαιρος εντοπισμός απωλειών ακόμα και για τόνους που βρίσκονται έξω από τις παραπάνω συχνότητες (και που αφορούν ουσιαστικά την ανθρώπινη ομιλία), θα μπορούσε να αξιοποιηθεί προληπτικά, ώστε το άτομο να προβεί στις κατάλληλες ενέργειες, προκειμένου να προφυλαχθεί και να σταματήσει ή έστω να καθυστερήσει την επέκταση της απώλειας ακοής στην περιοχή των βασικών συχνοτήτων.

Μια ακόμα χρήση της συγκεκριμένης υπερουδικής δοκιμασίας, αποτελεί και η εύρεση συγκεκριμένων δυσκολιών στην αναγνώριση της ομιλίας οι οποίες να υποδηλώνουν την ύπαρξη κάποιας διαταραχής στην ακουστικής επεξεργασία των λεκτικών σημάτων. Θα μπορούσε δηλαδή να λειτουργήσει ως εργαλείο ανίχνευσης Διαταραχής Ακουστικής Επεξεργασίας.

Το ενδιαφέρον για την Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας (ΔΑΕ), γνωστής επίσης και ως Διαταραχή Κεντρικής Ακουστικής Επεξεργασίας (ΔΚΑΕ), αυξήθηκε σημαντικά στις αρχές της δεκαετίας του 1990, παράλληλα με μία έκρηξη στην νευροεπιστημονική έρευνα η οποία συνέβαλλε στην αυξημένη μελέτη των ακουστικών διεργασιών στον εγκέφαλο. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια αύξηση στην δημόσια επίγνωση των Διαταραχών Ακουστικής Επεξεργασίας, το οποίο έχει οδηγήσει σε μια πληθώρα παρερμηνειών και σύγχυσης σχετικά με τι είναι (και δεν είναι) η ΔΑΕ, πως διαγιγνώσκεται, και τις μεθόδους αντιμετώπισης της διαταραχής.

Η Ακουστική Επεξεργασία αναφέρεται στην ικανότητα και την αποτελεσματικότητα με την οποία το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ) αξιοποιεί τις ακουστικές πληροφορίες. Η Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας αναφέρεται στις δυσκολίες στην αντιληπτική επεξεργασία των ακουστικών πληροφοριών στο ΚΝΣ. Πρόκειται για μια διαταραχή, πρωτίστως, της προσαγωγού οδού, η οποία, παρόλο που ορίζεται ως μια ανεπάρκεια στη νευρική επεξεργασία, δεν οφείλεται σε υψηλού επιπέδου γλωσσικούς, γνωστικούς ή συναφείς παράγοντες. Οι δυσκολίες στην αντιληπτική επεξεργασία εκδηλώνονται ως φτωχή επίδοση σε μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες δεξιότητες: εντόπιση και πλευρίωση του ήχου, ακουστική διάκριση, αναγνώριση ακουστικού σχήματος, χρονικές πτυχές της ακοής, ακουστική επίδοση με ανταγωνιστικά ακουστικά σήματα και ακουστική επίδοση με αλλοιωμένα ακουστικά σήματα. Είναι φανερό λοιπόν ότι η παρούσα υπερουδική δοκιμασία,

σε συνδυασμό με άλλες αξιολογήσεις θα μπορούσε να διευκολύνει τη διάγνωση της συγκεκριμένης διαταραχής.

Το συγκεκριμένο υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από λογοπαθολόγους, οι οποίοι με βάση τα ευρήματα της υπερουδικής δοκιμασίας αναγνώρισης της ομιλίας μπορούν να προχωρήσουν στο σχεδιασμό της θεραπείας και στη συμβουλευτική του ασθενούς και της οικογένειάς του. Η επίδοση του ασθενή στη συγκεκριμένη δοκιμασία μπορεί να επιδείξει τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει το άτομο στην καθημερινή επικοινωνία με το περιβάλλον του.

Τέλος, οι συγκεκριμένες λίστες μπορούν να βοηθήσουν στην μέτρηση των φωνητικών διαφορών μεταξύ των ομιλητών διαφορετικών γλωσσών. Συγκεκριμένα προτείνεται η έρευνα όσον αφορά αυτόν τον τομέα ώστε να βρεθούν οι φωνητικές διαφορές μεταξύ των δώδεκα γλωσσών της δοκιμασίας (Mandarin Chinese, English, Spanish, Bengali, Portuguese, French, Japanese, German, Korean, Tamil, Marathi, Italian) και να μελετηθεί ο τρόπος αντίληψης των φωνημάτων από άτομα διαφορετικών εθνικοτήτων. Μια τέτοια έρευνα θα μπορούσε να βοηθήσει στην ανάπτυξη νορμών αντικαταστάσεων.

Θα ήταν παράλειψη το να μην γίνει αναφορά και κάποιες προτάσεις για μελλοντικές έρευνες που θα βοηθούσαν ακόμη περισσότερο την ανάπτυξη της διαδικασίας. Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται οι μελλοντικές έρευνες να αφορούν ένα ευρύτερο φάσμα γλωσσών, με αντιπροσώπευση ακόμη μεγαλύτερου μέρους του πληθυσμού. Για να συμβεί αυτό, θα πρέπει να βρεθεί λύση έτσι ώστε να αποκλειστούν όσο το δυνατόν λιγότερες γλώσσες ή και καμία.

Τα συμπεράσματα τέτοιων ερευνών θα μπορούσαν να συγκριθούν με εκείνα αντίστοιχων ερευνών του εξωτερικού και να αποτελέσουν βάση για την περαιτέρω ανάπτυξη του ερευνητικού πεδίου της απώλειας ακοής, τη βελτιστοποίηση των λιστών, με τελικό στόχο την καλύτερη ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

Όπως γίνεται αντιληπτό, για να επιτευχθεί το παραπάνω, θα πρέπει να υπάρχει και νέος τεχνολογικός εξοπλισμός και φυσικά κατάλληλες εγκαταστάσεις. Η σύγχρονη κοινωνία λειτουργεί βασιζόμενη στα διάφορα τεχνολογικά επιτεύγματα, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει ραγδαία και συνεχής ανάπτυξη της τεχνολογίας. Πλέον, τα περισσότερα μηχανήματα – αν όχι όλα – λειτουργούν με εφαρμογές οι οποίες ολοένα και εξελίσσονται. Οι επαγγελματίες που θα χειρίζονται τις παραπάνω λίστες, θα πρέπει να εκπαιδευτούν κατάλληλα για τη σωστή χρήση τέτοιων μηχανημάτων, έτσι ώστε να αποφευχθούν τα λάθη και να μειωθούν οι πιθανότητες σφάλματος.

Η επιλογή των λέξεων που θα ακουστούν θα μπορούσε να γίνεται αυτόματα από υπολογιστή, ελαχιστοποιώντας την κόπωση του χορηγητή. Με την ανάπτυξη των προγραμμάτων για υπολογιστές, είναι δυνατή η αυτοματοποίηση των δοκιμασιών ακοής. Η αξιολόγηση της ακοής είναι πρωταρχικό βήμα για την έναρξη της θεραπείας. Μία αυτοματοποιημένη εξέταση θα επέτρεπε μεγαλύτερη συγκέντρωση και περισσότερο χρόνο για την επαρκή θεραπεία των ασθενών, που είναι και ο ευρύτερος σκοπός της ακοολογίας και κατ' έπекταση όλων των δοκιμασιών της.

Οι Wittich, Wood και Mahaffey (1971), προγραμματίσαν ένα ψηφιακό υπολογιστή να χορηγεί τις δοκιμασίες του ουδού αναγνώρισης ομιλίας και του σκορ αναγνώρισης ομιλίας, περιλαμβάνοντας κατάλληλη κάλυψη, να αναλύει τις αποκρίσεις του ασθενή και, στο τέλος της δοκιμασίας, να παρουσιάζει τα αποτελέσματα σε ένα ακοόγραμμα. Τα αποτελέσματα τους συγκρίθηκαν με τις μετρήσεις ενός πεπειραμένου ακοολόγου για έναν αριθμό πραγματικών κλινικών ασθενών, και παρατηρήθηκαν μεγάλες συσχετίσεις. Ο Stach (1988)

τόνισε ότι ο σύγχρονος υπολογιστής μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της ομιλητικής ακοομετρίας με ποικίλους τρόπους. Το υλικό της δοκιμασίας μπορεί να παρουσιαστεί μέσω ψηφιακού μέσου (παραδείγματος χάριν CD), επιτρέποντας την κατάλληλη διοχέτευση των ερεθισμάτων, και παρέχοντας, με αυτόν τον τρόπο, την ευελιξία εξέτασης με ζωντανή φωνή, χωρίς τους προφανείς τους περιορισμούς. Επιπλέον, οι ψηφιακές ηχογραφήσεις δεν φθείρονται με την πάροδο του χρόνου και τη χρήση, με αποτέλεσμα τα ερεθίσματα να παραμένουν σταθερά. Το 1948, ο Egan ανέφερε μία σχέση μεταξύ του αριθμού των ήχων σε μία λέξη και της ικανότητας αναγνώρισης αυτής της λέξης. Όσο περισσότερα φωνήματα και όσο μεγαλύτερος φωνητικός πλεονασμός υπάρχει σε μία λέξη, τόσο πιο εύκολα αναγνωρίζεται. (Martin & Clark, 2008).

Το κόστος για την δημιουργία και την εφαρμογή του προγράμματος, δεν είναι μεγάλο, καθώς συνίσταται στην ηχογράφηση των λέξεων από δύο ομιλητές, η οποία ηχογράφηση μπορεί να χρησιμοποιείται αυτούσια χωρίς χρονικό περιορισμό. Επίσης, εφόσον θα είναι τεστ αξιολόγησης, είναι δυνατό να μη γίνεται χρέωση στους ασθενείς, όπως συνηθίζεται σε συνεδρίες αξιολόγησης.

Οι επαγγελματίες υγείας, οφείλουμε να κάνουμε χρήση τέτοιων πολύτιμων εργαλείων με μόνο γνώμονα το κοινό καλό και το ευρύ συμφέρον. Όταν μας δίνονται τέτοιες ευκαιρίες, οφείλουμε να τις εξαντλούμε στο έπακρον και να βοηθήσουμε με οποιονδήποτε νόμιμο τρόπο στην ανάπτυξη και την εξέλιξη τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Akeroyd, M. A., Arlinger, S., Bentler, R. A., Boothroyd, A., Dillier, N., Dreschler, W. A., Gagné, J-P, Lutman, M., Wouters, J., Wong, L. & Kollmeier, B. (29 Apr 2015). International Collegium of Rehabilitative Audiology (ICRA) recommendations for the construction of multilingual speech tests. *International Journal of Audiology*, 1–6.

American Speech, Language and Hearing Association. (1988). *Determining Threshold Level for Speech* [Guidelines]. Available from [www.asha.org/policy](http://www.asha.org/policy) Martin, F., Armstrong, T., Champlin, C. (1994) A survey of audiological practices in the United States. *Am J Audiol.* 3, 20-26

Barbosa, P. A. & Albano, E. C. (2004). Brazilian Portuguese. *Journal of the International Phonetic Association*, 34(2), 227–232. doi:10.1017/S0025100304001756

Better Health Channel (2010). Hearing Tests Explained. Ανάκτηση στις 23/3/2018. Retrieved from [http://www.betterhealth.vic.gov.au/bhcv2/bhcarticles.nsf/pages/Hearing\\_tests\\_explained?open](http://www.betterhealth.vic.gov.au/bhcv2/bhcarticles.nsf/pages/Hearing_tests_explained?open)

Bauer, R. S. & Benedict, P. K. (1997), *Modern Cantonese Phonology*, Berlin, Germany: Walter de Gruyter, ISBN 978-3-11-014893-0

Berkson, K. H. & Nelson, M. (2017). Phonotactic frequencies in Marathi 17(1), *IULC Working Papers*. Bloomington, Indiana: Indiana University Retrieved from <https://www.indiana.edu/~iulcwp/wp/article/view/185/228>

Bertinetto, M. & Loporcaro, M. (2005). The sound pattern of Standard Italian, as compared with the varieties spoken in Florence, Milan and Rome. *Journal of the International Phonetic Association*. 35(2), 131–151. doi:10.1017/S0025100305002148.

Bhaskararao, P., & Ray, A. (2017). Telugu. *Journal of the International Phonetic Association*, 47(2), 231–241. doi:10.1017/S0025100316000207

Brown, K. & Ogilvie, S. (2009). Javanese (560-561). In *Concise Encyclopedia of Languages of the World*. Kidlington, Oxford: Elsevier, ISBN 9780080877754

Γκέλης, Δ. (2009). *Πρεσβυακοΐα ή ωτογήρανση* [μονογραφία]. Τελευταία ανάκτηση στις 21/3/2018. Retrieved from <http://www.gelis.gr/PIPEΣBYAKOIA.htm>

Campbell, G. L. (1995). Persian. In *Concise compendium of the world's languages* (385). London: Routledge, ISBN 0415160499.

Carhart, R. (1951). Basic Principles of Speech Audiometry, *Acta oto-laryngologica*, 40 (1-2), 62-71

Casagrande, J. (1984). *The Sound System of French*. Washington, DC: Georgetown University Press, ISBN 0-87840-085-0

Chatterji, S. K. (1921). Bengali Phonetics. *Bulletin of the School of Oriental and African Studies*, 2(1), 1-25. doi:10.1017/S0041977X0010179X

- Chen, Y. & Gussenhoven, C. (2015). Shanghai Chinese. *Journal of the International Phonetic Association*, 45, 321-337. DOI: 10.1017/S0025100315000043.
- Clynes, A. & Deterding, D. (2011). Standard Malay (Brunei). *Journal of the International Phonetic Association*, 41, 259–268.
- Cruz-Ferreira, M. (1995). European Portuguese. *Journal of the International Phonetic Association*, 25(2), 90–94. doi:10.1017/S0025100300005223
- Crystal, D. (2008). Two thousand million? *English Today*, 24(1), 3-6.
- Dalebout, S. (2009). *The Praeger Guide to Hearing and Hearing Loss*. USA: Greenwood Publishing Group
- Department of statistics Malaysia (2017). *Selected Demographic Statistics Estimates, Malaysia. 2017*, Tuesday 15, August 2017 Retrieved from [https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/cthemebByCat&cat=397&bul\\_id=SmtysjF1eXplQTirVWh3Wkx5N1pyQT09&menu\\_id=L0pheU43NWJwRWVSZklWdzQ4TlhUUT09](https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/cthemebByCat&cat=397&bul_id=SmtysjF1eXplQTirVWh3Wkx5N1pyQT09&menu_id=L0pheU43NWJwRWVSZklWdzQ4TlhUUT09)
- Duanmu, S. (2007). *The phonology of standard Chinese*. Oxford: Oxford University Press.
- Fagyal, Z., Kibbee, D. & Jenkins, F. (2006). *French: a linguistic introduction*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-82144-4
- Fang, X. & Pingan, H. (1992). Articulation disorders among speakers of Mandarin Chinese. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 1(4), 15–16.
- Ferguson, C. A. & Chowdhury, M. (1960). The Phonemes of Bengali. *Language*, 36 (1), 22-59. Published by: Linguistic Society of America
- Gangji, N., Pascoe, M. & Smouse, M. (2015). Swahili speech development: preliminary normative data from typically developing pre-school children in Tanzania. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 50,151-164. doi:10.1111/1460-6984.12118
- Gardner, H. (1971). Application of a high-frequency consonant discrimination word list in hearing-aid evaluation. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 36, 354-355.
- Gates, G. & Mills, J. (2005). Presbycusis. *Lancet*, 366(9491), 1111-1120
- Guthrie, L. & Mackersie, C. (2009). A comparison of presentation levels to maximize word recognition scores. *Journal of the American Academy of Audiology*, 20(6), 381-90.
- Gelfand, S. A. (2001). *Essentials of Audiology*. New York: Thieme Medical
- Gernot, W. (2009). *The Aryan Languages*, Abingdon, Oxford: Routledge, . 418.
- Giegerich, H. (1992). *English Phonology: An Introduction*, Cambridge: Cambridge University Press
- Grevisse, M. & Goosse, A. (2011). *Le Bon usage (in French)*. Louvain-la-Neuve: De Boeck Duculot. ISBN 978-2-8011-1642-5.

Guirao, M., García Jurado M. A., (1990). Frequency of Occurrence of Phonemes in American Spanish, *La phonétique*, 19(2), 135-149

Ηλιάδης, Θ., Κεκές, Γ. Παπαδέας, Ε., Ηλιάδου, Β. & Ελευθεριάδης, Ν., (2011). *Κλινική Ακουσολογία*. Πάτρα: Gotsis εκδόσεις

Hirsh, I. J., Davis, H., Silverman, S. R., Reynolds, E. G., Eldert, E., & Benson, R. W. (1952). Development of materials for speech audiometry. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 17(3), 321-337.

Hornsby, B. W.Y., Mueller, H. G. (2013). Monosyllabic Word Testing: Five Simple Steps to Improve Accuracy and Efficiency. *Audiology Online*. Article #11978. Retrieved from <http://www.audiologyonline.com/>

Hua, Z. & Dodd, B. (2000). The phonological acquisition of Putonghua (Modern Standard Chinese). *J. Child Lang.* 27, 3-42. Cambridge: Cambridge University Press

Hudgins, C. V., Hawkins, J. E., Karlin, J. E., & Stevens, S. S. (1947). The development of recorded auditory tests for measuring hearing loss for speech. *Laryngoscope*, 57(1), 57-89.

Hurley, R. & Sells, J. (2003). An abbreviated word recognition protocol based on item difficulty. *Ear & Hearing*, 24(2), 111-118.

Huthaily, K. (2003). *Contrastive phonological analysis of Arabic and English* (Master's Thesis), University of Montana, Missoula, Montana Retrieved from <http://scholarworks.umt.edu/etd/8110>

International Phonetic Association (1999). *Handbook of the International Phonetic Association: A guide to the use of the International Phonetic Alphabet*. (124–125). Cambridge: Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-63751-0.

Jones, D., & Ward, D. (2010). *The phonetics of Russian*. Cambridge: Cambridge University Press.

Κυριαφίνης, Γ. (2005). *Η αξιολόγηση του αποτελέσματος της κοχλιακής εμφύτευσης σε κωφά άτομα από τη μελέτη των προεγχειρητικών και μετεγχειρητικών παραμέτρων*, Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ιατρική Σχολή.

Kachru, Y. (2006). *Hindi*. John Benjamins Publishing, ISBN 90-272-3812-X.

Karamat, N. (2001) Phonemic Inventory of Punjabi. *Center for Research in Urdu Language Processing*, 179-188 Retrieved from [www.cle.org.pk/Publication/Crulp\\_report/CR02\\_21E.pdf](http://www.cle.org.pk/Publication/Crulp_report/CR02_21E.pdf)

Kavanagh, B. (2007). The phonemes of Japanese and English -A contrastive analysis study-. *J. Aomori Univ. Health Welf*, 8 (2) 283-292

Keane, E. (2004). Tamil. *Journal of the International Phonetic Association*, 34(1), 111-116. doi:10.1017/S0025100304001549

Khan, J., A (2006). *Urdu/Hindi: an artificial divide*. New York, NY: Algora.,290

Khan, S. ud D. (2010). Bengali (Bangladeshi Standard) , *Journal of the International Phonetic Association*, 40 (2), 221–225, doi:10.1017/S0025100310000071

- Killion, M., Niquette, P., Gudmundsen, G., Revit, L., & Banerjee, S. (2004). Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116(4 Pt 1), 2395-405.
- Kirby, J. (2011). Vietnamese (Hanoi Vietnamese). *Journal of the International Phonetic Association*, 41(3), 381-392. doi:10.1017/S0025100311000181
- Kreidler, C.W. (2004). *The Pronunciation of English: A Course Book (2nd Ed.)*, United Kingdom, Oxford: Blackwell
- Krishnamurti B. (1972). *Telugu verbal bases*. New Delhi, India: Motilal Banarsidass Publication
- Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1996). *The Sounds of the World's Languages*. Wiley-Blackwell, 64-66.
- Lyregaard, P., E., Robinson, D., W. & Hinchcliffe R. (1976) *A feasibility study of diagnostic speech audiometry*, NPL Acoustic Report Ac 73. National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex
- Malécot, A. (1974). Frequency of Occurrence of French Phonemes and Consonant Clusters, *Phonetica*, 29, 158-170
- Mangold, M. (2005). *Das Aussprachewörterbuch* (6th ed.), Mannheim: Dudenverlag, ISBN 978-3-411-04066-7
- Martin, M., (1997). *Speech audiometry*. 2nd ed. London, England: Whurr Publishers Ltd.
- Martin, F. N. & Clark, J. G. (2008). Ομιλητική Ακοομετρία. In *Ακοολογία* (pp, 153-196) Αθήνα: Έλλην.
- Masica, C. (1991). *The Indo-Aryan languages*. Cambridge: Cambridge University Press
- McCully, C. (2009). *The Sound Structure of English*, Cambridge: Cambridge University Press
- Murray, N. T., (ed) (2009). *Foundation of Aural Rehabilitation: Children, Adults and their Family Members*. (3rd ed.). U.S.A: Delmar Cengage Learning
- Nabelek, A., Freyaldenhoven, M., Tampas, J., Burchfield, S., & Muenchen, R. (2006). Acceptable noise level as a predictor of hearing aid use. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17, 626-639.
- Nabelek, A., Tucker, F., & Letowski, T. (1991). Toleration of background noises: Relationship with patterns of hearing aid use by elderly persons. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 679-685.
- Nilsson, M., Soli, S., & Sullivan, J. (1994). Development of the hearing in noise test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2), 1085-99.
- Ohala, M. (1999). "Hindi", in International Phonetic Association (Ed.), *Handbook of the International Phonetic Association: a Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet* (100–103), Cambridge: Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-63751-0

- Παπαφράγκου, Κ. Γ., (1996). *Ακοολογία*. Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου
- Palaz, H., Bicil, Y., Kanak, A. & Dogan, M. U. (2005). New Turkish intelligibility test for assessing speech communication systems. *Speech Communication*, 47, 411–423
- Paolillo, J. C., Das, A. (2006). *Evaluating Language Statistics: The Ethnologue and Beyond*. UNESCO Institute for Statistics, Indiana University
- Parkvall, M. (2007). "Världens 100 största språk 2007", in *Nationalencyklopedin*. Retrieved from <http://www.ne.se/spr%C3%A5k/v%C3%A4rldens-100-st%C3%B6rsta-spr%C3%A5k-2010>
- Pols, L.C.W., Olive J.P. (1983). Intelligibility of Consonants in CVC Utterances Produced By Dyadic Rule Synthesis. *Speech Communication*. 2, 3-13, North-Holland Publishing Company
- Ramkissoon, I. (2001). Speech Recognition Thresholds for Multilingual Populations. *Communication Disorders Quarterly*, 22(3), 158-162
- Rodríguez, I. A. (2016). Cálculo de frecuencias de aparición de fonemas y alófonos en español actual utilizando un transcriptor automatic. *Loquens* 3(1), 1-29
- Rogers, D., & D'Arcangeli, L. (2004). Italian. *Journal of the International Phonetic Association*, 34(1), 117-121. doi:10.1017/S0025100304001628
- Sandoval, M. A., Toledano, D. T., De la Torre, R., Garrote, M., Guirao, J. M. (2008). Developing a Phonemic and Syllabic Frequency Inventory for Spontaneous Spoken Castilian Spanish and their Comparison to Text-Based Inventories, Spain, 1097-1100
- Schmidt, R. L. (2003). Urdu. In G. Cardona & D. Jain (Ed.), *The Indo-Aryan Languages* (286–350). Abingdon: Routledge, ISBN 978-0-415-77294-5.
- Schuh, R. G. & Yalwa, L. D. (1999). Hausa. In *Handbook of the International Phonetic Association* (90–95). Cambridge: Cambridge University Press.
- Shapiro, M. C. (2003). Hindi. In G. Cardona & D. Jain (Ed.), *The Indo-Aryan Languages* (250–285). Abingdon: Routledge, ISBN 978-0-415-77294-5.
- Sigurd, B. (1968). Rank-Frequency Distributions for Phonemes *Phonetica*, 18, 1-15
- Simons, G. F. & Fennig C. D. (eds.). (2017). *Ethnologue: Languages of the World, Twentieth edition*. Dallas, Texas: SIL International. Online version: <http://www.ethnologue.com>  
Summary by language size Retrieved from: <https://www.ethnologue.com/statistics/size>
- Τρίμμης, Ν., (2008). *Ανάπτυξη δοκιμασίας ομιλητικής ακοομετρίας για τον έλεγχο κεντρικής ακουστικής οδού σε παιδιά πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με μαθησιακές διαταραχές*. Πάτρα: Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας
- Τρίμμης, Ν., Μουρτζούχος, Κ., Ναξιακής, Σ., Παπαδάς, Θ. & Γκούμας, Π. (April - May - June 2013) Ομιλητική Ακοομετρία: Δοκιμασία Δυσύλλαβων Ψευδολέξεων, *Otorhinolaryngologia - Head and Neck Surgery*, 52, 16-21
- Tamaoka, K., Makioka, S. (2004). Frequency of occurrence for units of phonemes, morae, and syllables appearing in a lexical corpus of a Japanese newspaper, *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers* 36(3), 531-547



- Thennarasu, S. (June 2008). A Statistical Study of Tamil Corpus, *South Asian Language Review* 18(2), 54-78
- Thornton, A. & Raffin, M. (1978). Speech-discrimination scores modeled as a binomial variable. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21, 507-518.
- Tillman, T., & Jerger, J. (1959). Some factors affecting the spondee threshold in normal-hearing subjects. *Journal of Speech and Hearing Research*, 2, 141-146.
- Trimmis, N., Papadeas, E., Papadas, T., Naxakis, S., Papathanasopoulos, P., & Goumas, P. (2006). Speech Audiometry: The development of Modern Greek Word lists for Suprathreshold Word Recognition Testing. *The Mediterranean Journal of Otolaryngology*. 3, 117-126
- Trimmis, N., Vrettakos, G., Goumas, P. & Papadas, T. (2012) Speech Audiometry: Nonsense Monosyllabic Lists in Modern Greek. *Journal of Hearing Science*, 2(3), 41-49.
- Tsoi, W.C.T. (2005). *The Effects of Occurrence Frequency of Phonemes on Second Language Acquisition: A Quantitative Comparison of Cantonese, Mandarin, Italian, German and American English*. Chinese University of Hong Kong. Retrieved from <http://www.thomastsoi.com/wp-content/downloads/The%20Effects%20of%20Occurrence%20Frequency%20of%20Phonemes%20on%20SLA.pdf>
- Turkington, C. & Sussman, A. E. (2004). *The Encyclopedia of Deafness and Hearing Disorders* (2nd ed.). New York: Facts On File, Inc
- Tye-Murray, N. (2012). *Θεμελιώδεις Αρχές Ακουστικής Αποκατάστασης, Παιδιά, Ενήλικες και Μέλη της Οικογένειάς τους*, Αθήνα: Π.Χ Πασχαλίδης, 58-85.
- Vasilévski, V. (2012). Phonologic Patterns of Brazilian Portuguese: a grapheme to phoneme converter based study. In *Proceedings of the EACL 2012 Workshop on Computational Models of Language Acquisition and Loss*, 51–60, Avignon, France: 2012 Association for Computational Linguistics
- Vrzić, Z. (2007). In N. Pendar (Ed.) *Farsi: A Complete Course for Beginners* (xxiii).NY, New York: Random House, ISBN 978-1-4000-2347-9
- Walker, D. (2001). *French Sound Structure*, University of Calgary Press, ISBN 1-55238-033-5
- Watson, J. C. E. (2002). *The Phonology and Morphology of Arabic*, New York: Oxford University Press
- Wierzbicka, I. & Rynkowska, T. (1992). *Samouczek języka niemieckiego: kurs wstępny* (6th ed.), Warszawa: Wiedza Powszechna, 412-415, ISBN 83-214-0284-4
- World Bank (2016). *World Bank Annual Report 2016*. Washington, DC: World Bank. doi: 10.1596/978-1-4648-0852-4.
- Xiaonong, Z. (2006). *A Grammar of Shanghai Wu*. München: Lincom, 6-16.

Yanushevskaya, I., & Bunčić, D. (2015). Russian. *Journal of the International Phonetic Association*, 45(2), 221-228. doi:10.1017/S0025100314000395

Yongeun, L. (2006). *Sub-syllabic Constituency in Korean and English* (Doctoral Dissertation). Evanston, Illinois: Northwestern University.

Zee, E. (1996). Phonological Changes in Hong Kong Cantonese. *Current Issues In Language and Society*. 3(2), 192–198. DOI:10.1080/13520529609615469.

Zee, E. (1999). Chinese (Hong Kong Cantonese). In International Phonetic Association (Ed.) *Handbook of the International Phonetic Association: A guide to the use of the International Phonetic Alphabet*, Cambridge: Cambridge University Press

Zokoll, M. A., Hochmuth, S., Warzybok, A., Wagener, K.C., Buschermohle, M. & Kollmeier, B. (2013) Speech-in-Noise Tests for Multilingual Hearing Screening and Diagnostics. *American Journal of Audiology*. 22, 175-178.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ













