

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2022)

7ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



## Προσβάσιμα Ψηφιακά Βιβλία: Τεχνικές Προκλήσεις και Προοπτικές

*Βιολέττα Μανωλά, Μαρία Φωτίου, Θοδωρής Κομνηνάς, Παναγιώτης Κουτρόπουλος, Δημήτρης Σοφοτάσιος, Χρήστος Μανωλόπουλος*

# Προσβάσιμα Ψηφιακά Βιβλία: Τεχνικές Προκλήσεις και Προοπτικές

**Μανωλά Βιολέττα, Φωτίου Μαρία, Κομηνέας Θοδωρής, Κουτρόπουλος Παναγιώτης, Σοφοτάσιος Δημήτρης, Μανωλόπουλος Χρήστος**  
vmanola@cti.gr, mariafot@cti.gr, komineas@cti.gr, koutropoulos@cti.gr, sofos@cti.gr, manolop@cti.gr  
Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων (ITYE) "Δióφαντος"

## Περίληψη

Το «Ηχητικό Σχολικό Βιβλίο» είναι μια πρωτοβουλία του ΙΤΥΕ Δióφαντος που έχει ως στόχο τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης ψηφιακής βιβλιοθήκης ηχητικών σχολικών βιβλίων για τις ανάγκες των μαθητών με προβλήματα όρασης. Αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας νέας προσέγγισης για την προσβασιμότητα των ΑμεΑ στην εκπαίδευση, μέσω των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι δύο τύποι ηχητικών βιβλίων που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο αυτής της πρωτοβουλίας, καθώς και οι βασικές τεχνικές προκλήσεις που προκύπτουν κατά την ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το σχολικό βιβλίο συνιστά σταθερή και αναγκαία υποδομή της εκπαίδευσης και το ηχητικό σχολικό βιβλίο δύναται και αναμένεται να αποτελέσει βασικό εκπαιδευτικό εργαλείο για μαθητές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες ανάγνωσης.

**Λέξεις κλειδιά:** ψηφιακή προσβασιμότητα, ψηφιακό βιβλίο, ηχητικό σχολικό βιβλίο, erub3, text-to-speech, ζωντανή ηχογράφηση

## Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει τις δράσεις που υλοποιεί το ΙΤΥΕ αναφορικά με τη δημιουργία προσβάσιμων ψηφιακών βιβλίων για μαθητές με προβλήματα όρασης καταγράφοντας παράλληλα τις βασικές προκλήσεις, τεχνικές και μη, και τους πιθανούς τρόπους αντιμετώπισής τους. Οι συγκεκριμένες δράσεις και ειδικότερα το έργο «Ηχητικό Σχολικό Βιβλίο» αποτελεί παράδειγμα της συνολικότερης τάσης ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία και συνάμα μια νέα προσέγγιση για την πρόσβαση των Ατόμων με Αναπηρία (ΑμεΑ) στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο.

## ΤΠΕ & ψηφιακή προσβασιμότητα

Η εξέλιξη των ΤΠΕ προσφέρει νέες δυνατότητες στους πολίτες γενικότερα, αλλά ειδικότερα για τα ΑμεΑ, οι ΤΠΕ μπορεί να αλλάξουν ριζικά τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν, εργάζονται, ψυχαγωγούνται και εκπαιδεύονται. Ταυτόχρονα όμως, οι ΤΠΕ ενέχουν και τον κίνδυνο αποκλεισμού των ΑμεΑ, αν δεν διασφαλιστεί η ισότιμη πρόσβαση στις διαθέσιμες εφαρμογές και υπηρεσίες.

Γύρω από τον λόγο, η έννοια της προσβασιμότητας έχει διευρυνθεί και προσδιορίζεται πλέον και από την πρόσθετη δυνατότητα των ΑμεΑ στην αξιοποίηση και χρήση όλων των σχετικών εφαρμογών και υπηρεσιών, καθώς και των αλληλεπιδραστικών συστημάτων (βλ. άρθρο 9 στην «Σύμβαση του Ο.Η.Ε. για τα Δικαιώματα των Ατόμων με Αναπηρία και Προαιρετικό Πρωτόκολλο»). Αυτή η νέα θεώρηση των αναγκών και των δικαιωμάτων των ΑμεΑ έχει ως συνέπεια την εισαγωγή και καθιέρωση του ειδικού όρου «ψηφιακή προσβασιμότητα» με στόχο όχι μόνο την περιγραφή, αλλά και την άρση όλων των τεχνικών

εμποδίων που μπορεί να αποκλείουν ένα άτομο από τις ΤΠΕ (Basdekis, 2013).

Για να ικανοποιηθεί όμως ο όρος της ψηφιακής προσβασιμότητας και να καταστεί δυνατή η πρόσβαση όλων των ΑμεΑ στην πληροφορία, είναι αναγκαίος ο σχεδιασμός και η δημιουργία μιας σειράς σχετικών τεχνολογικών μέσων που θα επιτρέπουν στα άτομα με διαφόρων ειδών αναπηρίες να χρησιμοποιούν χωρίς φραγμούς και αναλόγως του είδους και του βαθμού δυσκολίας τις σύγχρονες ηλεκτρονικές τεχνολογίες και υπηρεσίες. Έτσι, αναπτύχθηκαν οι λεγόμενες «τεχνολογίες υποστήριξης» (Basdekis, 2013; Stephanidis, 1999), ένα ευρύ φάσμα σύγχρονων υπηρεσιών, συσκευών και εφαρμογών λογισμικού που διευκολύνουν την επικοινωνία και την κίνηση των ΑμεΑ (π.χ. προσβάσιμες οθόνες, οθόνες Braille, εναλλακτικά πληκτρολόγια, λογισμικά ανάγνωσης κ.λπ.).

### **ΤΠΕ & πρόσβαση σε εκπαιδευτικό περιεχόμενο**

Στο χώρο της εκπαίδευσης έχει δημιουργηθεί μια σειρά ψηφιακών βοηθημάτων, ώστε να διευκολυνθεί η προσβασιμότητα των ΑμεΑ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Συγκεκριμένα, ειδικά ηλεκτρονικά εξαρτήματα και κατάλληλα σχεδιασμένα λογισμικά, υποστηρίζουν μαθητές με προβλήματα στην κίνηση, στην όραση, στην ομιλία και στην ακοή, με αποτέλεσμα να έχουν πλέον και αυτοί τη δυνατότητα στη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή και των εφαρμογών του, καθώς και στο εκπαιδευτικό υλικό (Ρίβιου κ.ά., 2015).

Η διεθνής τάση σχετικά με την προσβασιμότητα στην εκπαίδευση ακολουθεί το πρότυπο της «Καθολικής Σχεδίασης για την Μάθηση» (Universal Design for Learning), μια εκπαιδευτική προσέγγιση που στηρίζεται στην αρχή της «Σχεδίασης για Όλους» (Design for All) και αποσκοπεί στη χρήση τεχνολογιών για μια ισότιμη και χωρίς αποκλεισμούς μάθηση για όλους τους μαθητές (Rose & Meyer, 2002; Ριβίου & Κουρουπετρογλου, 2014). Σύμφωνα με αυτήν την τάση, προτάσσεται η επανασχεδίαση, η προσαρμογή και η εξατομίκευση των προγραμμάτων σπουδών και των διδακτικών μεθόδων, καθώς και η δημιουργία ενός μαθησιακού περιβάλλοντος που να στηρίζει κάθε μαθητή με βάση τις ανάγκες και το δυναμικό του (Hall et al., 2012). Ωστόσο, η «Καθολική Σχεδίαση για την Μάθηση» αποτελεί ένα πολύ γενικό πλαίσιο έρευνας, το οποίο δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα σε σημαντικό βαθμό στην Ευρώπη.

Αν και δεν αμφισβητείται η σημασία της προσβασιμότητας για όλους, στην πράξη αναδεικνύεται η αναγκαιότητα να δημιουργηθούν υποκατηγορίες, δηλαδή να ληφθούν υπόψη ομάδες-στόχοι μαθητών με συγκεκριμένες δυσκολίες, για τις οποίες θα πρέπει να αναζητηθούν συγκεκριμένες λύσεις. Για παράδειγμα, οι μαθητές με προβλήματα όρασης (με μειωμένη ή καθόλου όραση) παρουσιάζουν κατά την ενταξιακή εκπαιδευτική διαδικασία συγκεκριμένους περιορισμούς, όπως περιορισμό στην πρόσβαση στο έντυπο εκπαιδευτικό υλικό (κύριο και βοηθητικό), στην πρόσβαση στον πίνακα της τάξης, στη συγγραφή εργασιών και σημειώσεων στην τάξη, περιορισμό στη συμμετοχή στα γραπτά διαγωνίσματα κ.ά. (Κουρουπέτρογλου, 2004).

Οι ΤΠΕ σήμερα, σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, μπορούν να δώσουν ουσιαστικές λύσεις και έτσι καθίστανται ένα σημαντικό εργαλείο στην ενταξιακή εκπαίδευση των μαθητών με προβλήματα όρασης. Ένας από τους τρόπους άρσης των περιορισμών είναι η αλλαγή του τρόπου σχεδιασμού του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (π.χ. του εκπαιδευτικού υλικού, των υπολογιστικών συστημάτων κ.ά.). Η λύση αυτή απαιτεί την ανάπτυξη προτύπων και την ανάπτυξη ειδικών υπηρεσιών (π.χ. δίκτυο ψηφιακών ακουστικών βιβλιοθηκών). Το έργο «Ηχητικό Σχολικό Βιβλίο» που υλοποιεί το ΙΤΥΕ στοχεύει ακριβώς σε αυτή την τομή στον

τρόπο εκπαίδευσης και ένταξης των μαθητών με προβλήματα όρασης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικά το συνολικό έργο του ΙΤΥΕ Διόφαντος όσον αφορά στην πρόσβαση σε σχολικό ψηφιακό περιεχόμενο.

## **Οι δράσεις του ΙΤΥΕ**

Το ΙΤΥΕ-Διόφαντος, και συγκεκριμένα η Διεύθυνση Εκδόσεων, αξιοποιώντας τις ΤΠΕ, έχει προχωρήσει σε μια σειρά από δράσεις με στόχο την ενίσχυση της προσβασιμότητας στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Στο πλαίσιο αυτό, ειδικότερα για μαθητές με προβλήματα όρασης (αμβλύωπες και τυφλούς), το ΙΤΥΕ έχει υλοποιήσει (και υλοποιεί) τα παρακάτω έργα:

### **Σχολικά Βιβλία για μαθητές με αμβλυωπία**

Το ΙΤΥΕ-Διόφαντος παράγει και διανέμει ειδική έκδοση σχολικών βιβλίων, τα οποία προορίζονται για μαθητές με αμβλυωπία. Για τη δημιουργία των συγκεκριμένων βιβλίων έγινε προσαρμογή του προεκτυπωτικού ψηφιακού υλικού σε μεγάλες γραμματοσειρές (Arial 18 Bold και Arial 28 Bold).

### **Σχολικά βιβλία για μαθητές με αμβλυωπία σε μορφή epub**

Με στόχο την ενίσχυση της δυνατότητας πρόσβασης των μαθητών με αμβλυωπία σε ψηφιακό περιεχόμενο, το ΙΤΥΕ-Διόφαντος σχεδίασε και υλοποίησε το έργο της μετατροπής του ψηφιακού υλικού των βιβλίων σε μορφή κατάλληλη για χρήση από φορητές συσκευές τύπου e-book reader ή tablet ή PC (ψηφιακά βιβλία ή e-books).

Για τη μετατροπή επιλέχθηκε το πρότυπο EPUB 3, που είναι συμβατό με αρκετές φορητές συσκευές και υποστηρίζει αρκετές επιλογές μορφοποίησης. Τα πρότυπα EPUB (συμπεριλαμβανομένου του EPUB 3) αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά από το International Digital Publishing Forum (IDPF), έναν οργανισμό προτύπων για τον κλάδο των ψηφιακών εκδόσεων. Το 2017, ωστόσο, η IDPF συγχωνεύθηκε με τον οργανισμό διεθνών προτύπων World Wide Web Consortium (W3C). Από τον Μάρτιο του 2013, η International Publishers Association ανακοίνωσε την υποστήριξη της για το πρότυπο EPUB 3 για προσβάσιμα βιβλία, προτείνοντάς το ως παγκόσμιο πρότυπο για ηλεκτρονικά βιβλία και άλλες ψηφιακές εκδόσεις (Garrish & Herman, 2022). Στην τωρινή του μορφή το EPUB 3 μπορεί να ακολουθεί τις οδηγίες προσβασιμότητας περιεχομένου Ιστού του W3C (WCAG) (Kirkpatrick, 2018), υποστηρίζοντας άτομα με μαθησιακές δυσκολίες ή προβλήματα όρασης, επιτρέποντας λειτουργίες προσβασιμότητας, καλύτερη σημασιολογία περιεχομένου, υποδείξεις προφοράς, υποστήριξη πολυμέσων και βελτιωμένη αναπαραγωγή κειμένου σε ομιλία (Garrish, 2022).

Τα διαθέσιμα λογισμικά των συσκευών ανάγνωσης αρχείων .epub3 προσφέρουν τη δυνατότητα στο χρήστη να αλλάξει το μέγεθος και τη γραμματοσειρά του βιβλίου που μελετά. Μπορεί να καθορίσει τη στοίχιση των κειμένων, το χρώμα στο φόντο, τη μεγέθυνση των εικόνων και των πινάκων δεδομένων και γενικότερα να έχει επιλογές ώστε να προσαρμόσει το περιεχόμενο του βιβλίου στις ανάγκες του. Μπορεί επίσης να πλοηγηθεί πιο άνετα στο βιβλίο αξιοποιώντας το δυναμικό πίνακα περιεχομένων του. Επιπλέον, το ψηφιακό βιβλίο μπορεί να εμπλουτιστεί με ήχο και βίντεο, δυνατότητα που διευρύνει τη διάσταση του σχολικού βιβλίου και προσφέρει περισσότερες επιλογές μάθησης. Τέλος, το περιεχόμενο μπορεί να εμπλουτιστεί με links, τα οποία παραπέμπουν τον χρήστη και σε άλλες πηγές γνώσης όπως το διαδίκτυο.

Τα ψηφιακά βιβλία είναι διαθέσιμα μέσω της κατάλληλα διαμορφωμένης σελίδας για

μαθητές με αμβλυωπία στον ιστότοπο της Διεύθυνσης Εκδόσεων. Σε αυτή τη σελίδα οι χρήστες μπορούν να κατεβάσουν τα προσαρμοσμένα βιβλία σε μορφή epub και να βρουν αναλυτικές οδηγίες για τη χρήση τους σε διάφορες συσκευές.

### **Βιβλία με γραφή Braille**

Το ΙΤΥΕ-Διόφαντος έχει συνάψει προγραμματική συμφωνία με το Κέντρο Εκπαίδευσης & Αποκατάστασης Τυφλών (ΚΕΑΤ) και χρηματοδοτεί την παραγωγή και διανομή των διδακτικών βιβλίων σε μορφή Braille για τυφλούς μαθητές.

### **Ηχητικά σχολικά βιβλία**

Η Διεύθυνση Εκδόσεων του ΙΤΥΕ-Διόφαντος έχει ξεκινήσει πρόσφατα το πιλοτικό έργο «Ηχητικό Σχολικό Βιβλίο» με στόχο την ανάπτυξη μιας αρχικής βιβλιοθήκης με ηχητικά σχολικά βιβλία για μαθητές με προβλήματα όρασης. Σκοπός του έργου είναι η διερεύνηση-μελέτη των τεχνικών προκλήσεων και η επίλυση επιμέρους προβλημάτων που θα συμβάλουν στη δημιουργία ενός εργονομικού περιβάλλοντος πρόσβασης σε ηχητικά βιβλία με τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει το σχολικό εκπαιδευτικό περιεχόμενο.

Στην πρώτη φάση του έργου αναπτύχθηκαν 10 ηχητικά σχολικά βιβλία, τα οποία είναι προσβάσιμα στην ιστοσελίδα της Διεύθυνσης Εκδόσεων.

Η μετατροπή των έντυπων σχολικών βιβλίων σε ηχητικά βιβλία υλοποιήθηκε με δύο τρόπους:

- Ηχητικά Βιβλία με τεχνολογία TTS (text-to-speech): τεχνολογία αυτόματης ανάγνωσης.
- Ηχογραφημένα Ηχητικά Βιβλία.

Αφού πραγματοποιήθηκε τεχνική έρευνα και συγκριτική αξιολόγηση των διαθέσιμων τεχνολογιών, της οποίας τα αποτελέσματα παρατίθενται παρακάτω, προκρίθηκε η χρήση της τεχνολογίας TTS για τα περισσότερα βιβλία. Παράλληλα, οι δυνατότητες βελτίωσης της απόδοσης και των δύο παραπάνω τύπων διερευνώνται από την ομάδα έργου. Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και οι τεχνικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι δύο αυτοί τύποι ηχητικών σχολικών βιβλίων.

### **Δημιουργία ηχητικών σχολικών βιβλίων**

#### **Τεχνολογία TTS**

Η Text-to-Speech (κείμενο σε ομιλία - TTS) είναι μία υποστηρικτική τεχνολογία που μετατρέπει ψηφιακό κείμενο σε φωνή. Ονομάζεται επίσης τεχνολογία «read aloud». Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αυτόματες συσκευές (σε μια μηχανή ΑΤΜ ή σε μια συσκευή αυτόματης μετάφρασης) ή με σκοπό να βοηθήσει ανθρώπους με προβλήματα όρασης να “διαβάσουν” κείμενα μέσω του ήχου. Το TTS λαμβάνει ως είσοδο λέξεις από κείμενο και τις μετατρέπει σε ήχο, συνδυάζοντας οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα. Προσφέρει τη δυνατότητα σε παιδιά και ενήλικες με δυσκολίες ανάγνωσης να έχουν πρόσβαση σε κείμενα και βιβλία γενικού περιεχομένου (π.χ. λογοτεχνικά). Ως τεχνολογία είναι εύχρηστη, καθώς προσαρμόζεται σχεδόν σε κάθε προσωπική ψηφιακή συσκευή, όπως υπολογιστές, smartphones και tablets, με δυνατότητα ανάγνωσης πολλών τύπων αρχείων κειμένου, συμπεριλαμβανομένων εγγράφων

Word και Pages, καθώς και διαδικτυακών σελίδων.

### Προβλήματα εφαρμογής

Η μετατροπή του κειμένου σε φωνήματα είναι μια διαδικασία άρρηκτα συνδεδεμένη με τη φύση και τις ιδιαιτερότητες της γλώσσας που χρησιμοποιείται. Παρουσιάζει συχνά προβλήματα και αστοχίες, τα οποία απαιτούν τροποποιήσεις του κειμένου, ώστε να επιτευχθεί σωστή ανάγνωση. Τα προβλήματα αυτά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

#### 1. Προβλήματα προφοράς

Το σύστημα TTS σε ορισμένες περιπτώσεις δεν αναγνωρίζει πώς προφέρεται μια λέξη, καθώς στερείται ειδικών κανόνων και εξαιρέσεων που αφορούν περιπτώσεις όπως συντομογραφίες, ακρωνύμια, ειδικά σύμβολα, μαθηματικοί τύποι κ.ά. Επιπροσθέτως, η ελληνική γλώσσα έχει ειδικά χαρακτηριστικά (τονισμό, πολυτονικό σύστημα στα Αρχαία Ελληνικά, ειδικά σύμβολα) που δεν μπορεί να αναγνωρίσει πάντα το TTS. Πέραν των λέξεων/συμβόλων που δεν αναγνωρίζει και άρα δεν δύναται να προφέρει σωστά το TTS, ένα ακόμα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι δεν μπορεί να περιγράψει μη λεκτικό περιεχόμενο, όπως εικόνες, πίνακες, γραφήματα κ.λπ.

Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας που συνοψίζει τα βασικά προβλήματα και ενδεικτικές λύσεις που έχουμε εφαρμόσει κατόπιν διεξοδικής έρευνας και δοκιμών.

**Πίνακας 1. Προβλήματα και ενδεικτικές λύσεις για το TTS**

| Πρόβλημα  | Ενδεικτική Λύση  |
|---|--|
| Οι συντομογραφίες και τα ακρωνύμια προφέρονται ένα-ένα γράμμα (όπως I.K.A. π.χ., κ.λπ., σελ. 5) | Απαλοιφή τελειών για τα ακρωνύμια και αποτύπωση ολόκληρης της λέξης για τις συντομογραφίες |
| Ορισμένα σημεία στίξης δεν εκτελούν τον ρόλο τους (όπως η άνω τελεία, η απόστροφος, οι παύλες)  | Χρήση εναλλακτικών σημείων στίξης, όπου υποστηρίζεται                                      |
| Ειδικά σύμβολα (όπως +, -, *, /, =, ( ), [ ], < >)  | Αντικατάσταση συμβόλου με την αντιστοιχη λέξη, όπου χρειάζεται                             |
| Οι μαθηματικοί τύποι δεν διαβάζονται  | Χρήση alt text (εναλλακτικού κειμένου) που να περιγράφει τον μαθηματικό τύπο               |
| Η σειρά ανάγνωσης πολύπλοκων δομών (όπως πίνακας ή δίστηλα) μπορεί να μην προοπελαστεί σωστά    | Τοποθέτηση κειμένου με ροή από πάνω προς τα κάτω και απαλοιφή δίστηλων                     |
| Οι υποσημειώσεις δεν διαβάζονται  | Τοποθέτηση υποσημειώσεων στη ροή του κειμένου  |

|  |   |
|--|---|
| Το πολυτονικό δεν διαβάζεται                   | Αντικατάσταση TTS με ηχογράφηση   |
| Λάθος συλλαβισμός σε ορισμένες περιπτώσεις     | Τροποποίηση κειμένου ανά περίπτωση (π.χ. από κεφαλαία σε μικρά, αφαίρεση - προσθήκη κενού διαστήματος κ.ά.) |
| Λεκτική περιγραφή εικόνας από τον εκπαιδευτικό | Χρήση alt text (εναλλακτικού κειμένου) που εμπεριέχει τη λεκτική περιγραφή                                  |

## 2. Προβλήματα προσωδίας

Η δεύτερη κατηγορία προβλημάτων που αντιμετωπίζει η εφαρμογή του TTS είναι αυτά που προκύπτουν από τη μη σωστή απόδοση συναισθημάτων στο λόγο. Το σύστημα TTS δεν αντιλαμβάνεται τα νοήματα που μεταφέρουν οι λέξεις και επομένως δυσκολεύεται να αποδώσει τη μελωδία, τον ρυθμό, τον τόνο και τις παύσεις που απαιτούνται στο λόγο, στοιχεία τα οποία χαρίζουν χρώμα, μουσικότητα και συναισθημα. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η χρήση κομμάτων και τελειών, ώστε να διατηρούνται οι παύσεις. Για τα βιβλία στα οποία απαιτείται ιδιαίτερη έμφαση στα προσωδιακά χαρακτηριστικά (όπως π.χ. βιβλία Λογοτεχνίας), είναι προτιμότερη η επιλογή του δεύτερου τύπου ηχητικού βιβλίου, του ηχογραφημένου βιβλίου. Το ίδιο ισχύει και για τα βιβλία με περιεχόμενο δύσκολα αναγνωρίσιμο από το TTS (όπως π.χ. τα Αρχαία Ελληνικά).

Τα τελευταία χρόνια, η ενσωμάτωση προηγμένων μοντέλων προσωδιακών χαρακτηριστικών στο λογισμικό του TTS έκανε αρκετά φυσική την παραγόμενη συνθετική ομιλία στα συστήματα αυτά, τα οποία σε κάποιες περιπτώσεις είναι ελεύθερα διαθέσιμα. Αυτή η τάση καθιστά το TTS μια τεχνολογία με μελλοντικές ελπιδοφόρες προοπτικές όσον αφορά στα ηχητικά σχολικά βιβλία.

### **Ηχογραφημένο Βιβλίο**

Η δεύτερη μορφή ηχητικού βιβλίου που έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του πιλοτικού μας έργου πέρα από τα βιβλία TTS, είναι τα ηχογραφημένα ηχητικά βιβλία, δηλαδή βιβλία ηχογραφημένα από κάποιον αφηγητή.

Η πρώτη αναφορά σε βιβλίο με ήχο εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1930 και εξυπηρετούσε τυφλούς αναγνώστες. Ο όρος που είχε χρησιμοποιηθεί τότε ήταν το «ομιλούν βιβλίο» (talking book). Από τη δεκαετία του 1970 και ύστερα, επικράτησε ο όρος «ηχητικό βιβλίο» (audiobook). Οι αναφορές σε ηχητικά βιβλία αφορούσαν αρχικά την ανάγνωση κάποιου έντυπου βιβλίου και τη διανομή του σε κασέτες ήχου, CD ή DVD κυρίως για την εκμάθηση μιας ξένης γλώσσας ή τη διευκόλυνση της ανάγνωσης για άτομα με δυσκολίες όρασης. Πλέον, στα ηχητικά βιβλία περιλαμβάνονται λογοτεχνικά και σχολικά βιβλία και μπορούν να αναπαραχθούν σε υπολογιστές και εφαρμογές που έχουν σχεδιαστεί για φορητές συσκευές (tablets και smartphones). Δεδομένου ότι η χρήση των φορητών συσκευών είναι πλέον σχεδόν καθολική, η δημοτικότητα των ηχητικών βιβλίων έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Η εύκολη πρόσβαση από όλους και η έλλειψη χρονικών και χωρικών περιορισμών είναι από τα βασικά

πλεονεκτήματα στη χρήση τους (Have & Pedersen, 2012).

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια ενσωμάτωσης των ηχητικών βιβλίων στην εκπαιδευτική διαδικασία, με σκοπό τη βελτίωση της απόδοσης των μαθητών. Η ταυτόχρονη ανάγνωση και ακρόαση διευκολύνει την κατανόηση του περιεχομένου του βιβλίου μέσω της ενεργητικής ακρόασης του (Aydin & Tunagür, 2021). Επίσης, στην ηχογράφηση ενός ηχητικού βιβλίου μπορούν να προστεθούν στην αφήγηση μουσική ή διάφορα ηχητικά εφέ προς βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη.

### **Διαδικασία και εργαλεία παραγωγής**

Για την παραγωγή ενός ηχογραφημένου ηχητικού βιβλίου ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

Στη φάση της παραγωγής του τελικού αρχείου ενός βιβλίου, η επεξεργασία του ψηφιακού υλικού πραγματοποιείται με το διαθέσιμο λογισμικό του οργανισμού. Αρχικά από την ψηφιακή μακέτα του σχολικού βιβλίου, με χρήση ενός προγράμματος εξαγωγής epub αρχείων (Adobe InDesign), λαμβάνουμε μια αρχική έκδοση epub3. Σε περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμη η ψηφιακή μακέτα, προηγείται το στάδιο της ψηφιοποίησης ενός έντυπου βιβλίου με χρήση προγράμματος οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων (Abbyy Fine Reader). Παράλληλα πραγματοποιείται επεξεργασία των εικόνων του βιβλίου (Adobe Photoshop) για να πληρούν τις προδιαγραφές που έχουν οριστεί. Στα βιβλία που υπάρχουν μαθηματικές εκφράσεις, η εξαγωγή τύπων σε MathML γίνεται στο εργαλείο MathType.

Η ηχογράφηση του βιβλίου από έναν ή περισσότερους αφηγητές πραγματοποιείται σε κατάλληλα διαμορφωμένο στούντιο με τη βοήθεια προγράμματος επεξεργασίας ήχου (Audacity) και πραγματοποιείται σε διακριτές ενότητες, σύμφωνα με τη δομή του βιβλίου και το παραγόμενο υλικό που δημιουργείται αποθηκεύεται σε αρχεία .wav. Ακολουθεί η ηχητική επεξεργασία των αρχείων, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας του ήχου, αφαιρώντας τον θόρυβο που μπορεί να προκύψει από τον εξοπλισμό, τον περιβάλλοντα χώρο ή τον αφηγητή. Επίσης, γίνεται προσπάθεια εξομάλυνσης της έντασης του ήχου σε ένα επιθυμητό επίπεδο για το σύνολο της ηχογράφησης. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της ηχητικής επεξεργασίας, ακολουθεί η συμπίεση του παραγόμενου αρχείου ήχου σε μορφή .mp3 και η προσαρμογή του μεγέθους του για τις συσκευές των τελικών χρηστών.

Ο συγχρονισμός του παραγόμενου ήχου με το αντίστοιχο κείμενο, γίνεται με τη βοήθεια ενός εργαλείου δημιουργίας βιβλίων ομιλίας με ανθρώπινη αφήγηση (Tobi) σύμφωνα με το πρότυπο EPUB 3. Τέλος, πραγματοποιείται η σύνθεση των επιμέρους στοιχείων που έχουν προκύψει (κείμενο, εικόνων, ήχος), δημιουργείται ο πίνακας περιεχομένων του βιβλίου και προστίθενται τα απαραίτητα μεταδεδομένα με τη χρήση ενός εργαλείου επεξεργασίας .epub αρχείων (Calibre). Το τελικό υλικό που προκύπτει είναι ένα αρχείο epub3, εμπλουτισμένο με ήχο, έτοιμο προς αναπαραγωγή σε κατάλληλους epub players.

Για την αναπαραγωγή των τελικών epub αρχείων, προτείνεται στον τελικό χρήστη το open-source λογισμικό Thorium για χρήση επιτραπέζιων συσκευών (desktop και laptop) και η εφαρμογή Gitden για φορητές συσκευές (mobile ή tablet). Η πρόταση αυτή προέκυψε ύστερα από εσωτερική αξιολόγηση πολλαπλών παραμέτρων τους, όπως η ενσωμάτωση της ελληνικής φωνής (στην αναπαραγωγή του TTS), η ευκολία χρήσης τους, η δωρεάν (μη εμπορική) διάθεσή τους, καθώς και η συμβατότητά τους με τα δημοφιλέστερα λειτουργικά συστήματα (Windows, MacOS, Linux και Android, iOS).



## Τεχνικές προκλήσεις

Ένα βασικό μειονέκτημα των ηχογραφημένων βιβλίων είναι ότι η ποιότητά τους επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες. Η ποιότητα του ήχου, η κατάλληλη ταχύτητα της ομιλίας, οι εκφραστικοί μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται, η σωστή άρθρωση και η έμφαση που δίνει ο αφηγητής σε ένα συγκεκριμένο σημείο του κειμένου είναι μερικοί από αυτούς (Lee, 2022). Προβλήματα στο παραγόμενο αρχείο ηχογράφησης, όπως η ανομοιομορφία στον ήχο, τα λάθη στην ανάγνωση, η δυσνόητη περιγραφή δομικών στοιχείων του βιβλίου (εικόνες, πίνακες, διαγράμματα) μπορεί να οδηγήσει τον μαθητή σε μια αρνητική στάση ακρόασης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη αποτελεσματικότητα στην κατανόηση του κειμένου (Aydin & Tunagür, 2021).

Τα περισσότερα από τα τεχνικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η τεχνολογία TTS, όπως αυτά της προφοράς και της προσωδίας, δεν συναντώνται στα ηχογραφημένα βιβλία (Lee, 2022). Επίσης, στα ηχογραφημένα βιβλία μπορεί να αποδοθεί το μη λεκτικό περιεχόμενο, όπως εικόνες, πίνακες, διαγράμματα κ.λπ. μέσω λεκτικών περιγραφών. Ωστόσο, παρά τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η ζωντανή ηχογράφηση, ο χρόνος που απαιτείται για την παραγωγή τους είναι αρκετά μεγαλύτερος σε σχέση με τη χρήση του TTS (Lee, 2022). Επίσης, σε περίπτωση μελλοντικής αλλαγής περιεχομένου στο κείμενο του βιβλίου, τότε πρέπει να ακολουθηθεί εκ νέου η ίδια δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία για την παραγωγή του αντίστοιχου ηχητικού. Τέλος, το μέγεθος των παραγόμενων αρχείων ηχητικών βιβλίων με ηχογράφηση είναι πάρα πολύ μεγάλο. Αυτό δυσχεραίνει τη διαχείριση και αναπαραγωγή τους σε συσκευές χαμηλών προδιαγραφών ή με περιορισμένο αποθηκευτικό χώρο. Το TTS συμβάλλει σημαντικά στην αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών, γι' αυτό και υιοθετείται αυτή η τεχνική στην πλειοψηφία των βιβλίων. Γι' αυτό τον λόγο, στο έργο που υλοποιεί το ΙΤΥΕ η τεχνολογία TTS συνδυάζεται με τη ζωντανή ηχογράφηση. Όπως προαναφέρθηκε, ανάλογα με το περιεχόμενο του βιβλίου, επιλέγεται κάθε φορά ο καταλληλότερος τύπος ηχητικού βιβλίου.

## Μελλοντικές κατευθύνσεις

Ο κεντρικός στόχος του έργου «Ηχητικό Σχολικό Βιβλίο» είναι ο καθορισμός της κατάλληλης μεθοδολογίας και η ανάδειξη καλών πρακτικών στην παραγωγή και διάθεση ηχητικών βιβλίων σε μεγάλη κλίμακα, διασφαλίζοντας πάντα την ελεύθερη, δωρεάν πρόσβαση των χρηστών σε αυτά. Στο πλαίσιο του έργου, η Διεύθυνση Εκδόσεων του ΙΤΥΕ Διόφαντος έχει δημιουργήσει -πilotικά- 10 ηχητικά βιβλία (TTS και ηχογραφημένα), τα οποία είναι στη διάθεση των μαθητών και καθηγητών για την περαιτέρω αξιολόγησή τους.

Για την επίλυση αρκετών από τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν για τους δύο τύπους ηχητικών βιβλίων, αλλά και για τον σημασιολογικό εμπλουτισμό του περιεχομένου του βιβλίου, απαιτείται η συνδρομή εκπαιδευτικών ειδικής αγωγής, με γνώση του εκάστοτε αντικείμενου, αλλά και με εμπειρία στη διδασκαλία σε μαθητές με προβλήματα όρασης. Για τον λόγο αυτό, η επόμενη φάση του έργου είναι η συμμετοχή εθελοντών εκπαιδευτικών και μαθητών στην αξιολόγηση καταρχήν της χρηστικότητας των ηχητικών σχολικών βιβλίων, η οποία και θα δώσει τη δυνατότητα επιμέρους βελτιώσεων στο περιεχόμενο, καθώς και ενσωμάτωσης νέων τεχνικών δυνατοτήτων πρόσβασης.

Συγκεκριμένα, θα χρησιμοποιηθούν τεχνικές ερωτηματολογίων και αξιολόγησης (evaluation) χρηστών, ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα του εγχειρήματος σε αντίστοιχες σχολικές τάξεις και να γίνει σαφές ποιες αλλαγές πρέπει να γίνουν στο υπάρχον

υλικό. Επιπλέον, κρίνεται απαραίτητο να γίνουν διορθώσεις της απόδοσης (performance), με βάση τις τεχνολογίες που ήδη χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση του έργου, με στόχο τη βελτίωση της χρηστικότητας.

Σε τεχνικό επίπεδο, οι στόχοι είναι:

- διασφάλιση της ελεύθερης πρόσβασης σε εφαρμογές ανάγνωσης και υλικό ανάγνωσης,
- ευκολότερη πλοήγηση με τη χρήση φωνητικών εντολών,
- δημιουργία καταλληλότερου interface για καθολικότερη υποστήριξη των χρηστών,
- δημιουργία και ενσωμάτωση λεξικών/βιβλιοθηκών για καλύτερη αυτόματη ανάγνωση φωνής μέσω TTS, προσαρμοσμένη στην ελληνική γλώσσα,
- βελτίωση του επιπέδου διαδραστικότητας του χρήστη με την εφαρμογή, μέσω επαυξημένων λειτουργιών, όπως η αποθήκευση σημειώσεων ή η φωνητική αναζήτηση πληροφοριών.

Η ενσωμάτωση τεχνικών παραμέτρων που θα βελτιστοποιήσουν την πρόσβαση και τη χρηστικότητα των εγχειριδίων και η επίλυση των προβλημάτων που θα προκύψουν από τη διαδικασία της αξιολόγησης από εκπαιδευτικούς και μαθητές θα συμβάλουν στη δημιουργία μιας πλήρους βιβλιοθήκης ηχητικών σχολικών εγχειριδίων προσβάσιμων σε όλους τους μαθητές με προβλήματα όρασης.

Επόμενοι στόχοι του έργου σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου είναι:

- Η εφαρμογή ολοκληρωμένης σχολικής διδασκαλίας με ηχητικά βιβλία σε πιλοτική κλίμακα σε ειδικές σχολικές τάξεις μαθητών με προβλήματα όρασης, καθώς και γενικές τάξεις με λίγους μαθητές με προβλήματα όρασης, για ένα ικανό διάστημα σχολικού χρόνου. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής θα αξιολογηθούν με στόχο την εξαγωγή ολοκληρωμένων συμπερασμάτων αναφορικά με τη δυνατότητα αποδοτικής διδακτικής στήριξης των μαθητών στη γενική σχολική τάξη καθώς και από απόσταση.
- Η παραγωγή προσβάσιμων μαζικών ανοικτών διαδικτυακών μαθημάτων (massive open online courses - moocs) για μαθητές με προβλήματα όρασης με αξιοποίηση και εξέλιξη των υφιστάμενων, ευρέως χρησιμοποιούμενων “ψηφιακών βοηθημάτων” που θα περιλαμβάνουν και τα ηχητικά βιβλία.

Μακροπρόθεσμος στόχος της ομάδας εργασίας είναι η συνεργασία με εκπαιδευτικούς και επιστημονικούς φορείς άλλων χωρών που υλοποιούν παρόμοια έργα και η δημιουργία ενός ευρωπαϊκού δικτύου γνώσης.

## Συμπεράσματα

Η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στο καθημερινό περιβάλλον του ανθρώπου προσφέρει εκτός των άλλων νέες προοπτικές για την προσβασιμότητα των ΑμεΑ σε περιεχόμενο και υπηρεσίες και την αποδοτικότερη ένταξή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι δράσεις του ΙΤΥΕ Διόφαντος με στόχο την ανάπτυξη μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης ηχητικών προσβάσιμων βιβλίων για τις ανάγκες των μαθητών με προβλήματα όρασης. Σε μια εποχή που τα ψηφιακά μέσα διαδραματίζουν όλο και μεγαλύτερο ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία και τη διδακτική πρακτική και η ψηφιακή προσβασιμότητα είναι πλέον συνώνυμο της ισοτιμίας συμμετοχής στην κοινωνία της γνώσης, το ηχητικό σχολικό

βιβλίο δύνανται και αναμένεται να αποτελέσει το βασικό εκπαιδευτικό υλικό για μαθητές με προβλήματα όρασης αλλά και μαθητές με δυσκολίες ανάγνωσης. Το ηχητικό βιβλίο συνδυάζει τις δυνατότητες που προσφέρει η ενσωμάτωση ψηφιακών μέσων στην εκπαίδευση (διαδραστικότητα περιεχομένου, ενεργητική μελέτη, κ.λπ.) με μια νέα προσέγγιση για την προσβασιμότητα μέσω των ΤΠΕ. Η ανάπτυξη σχολικών ηχητικών βιβλίων σε μεγάλη κλίμακα παρουσιάζει σημαντικές τεχνικές προκλήσεις και παράλληλα δημιουργεί νέες δυνατότητες και προοπτικές συνεισφέροντας έτσι στην προετοιμασία του εκπαιδευτικού μας συστήματος για την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Πράξης για την Προσβασιμότητα (European Accessibility Act) για την Παιδεία, καθώς το σχολικό βιβλίο συνιστά σταθερή και αναγκαία υποδομή της εκπαίδευσης.

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Aydın, E., Tunagür, M. (2021). Effect of Audiobook Applications on Listening Skills and Attitudes of 6th Grade Students: A Mixed-Method Study. *Bulletin of Education and Research*, 43(3), pp. 1-21.
- Garrish, M., Herman, I. (eds.) (2022). EPUB 3 Overview. Retrieved June 20, 2022 from: <https://www.w3.org/TR/epub-overview-33/>
- Hall, T., Meyer, A., Rose, D. (eds.) (2012). *Universal Design for Learning in the Classroom*. The Guilford Press: New York.
- Have, I., Pedersen, B. S. (2012). Conceptualising the audiobook experience. *SoundEffects - An Interdisciplinary Journal of Sound and Sound Experience*, 2(2), 79-95. <https://doi.org/10.7146/se.v2i2.6967>
- Kirkpatrick, A., Connor, J. O., Campbell, A., Cooper, M. (eds.) (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. W3C. Retrieved from: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- Lee, A. (2022). The Difference Between Audiobooks and Text-to-Speech. Retrieved from: <https://www.understood.org/en/articles/the-difference-between-audiobooks-and-text-to-speech>
- Riviu K., Kouroupetroglou, G. (2014). Designing an Educational Scenario Using the Principles of Universal Design for Learning. *Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. pp. 732-733. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2014.213>
- Rose, D. H., Meyer, A. (2002). *Teaching every student in the digital age: Universal design for Learning*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Stephanidis C. (1999). Designing for all in the Information Society: Challenges towards universal access in the information age. Retrieved from [http://www.ics.forth.gr/files/ICST\\_Report.pdf](http://www.ics.forth.gr/files/ICST_Report.pdf)
- Κουρουπέτρογλου, Γ. (2004). Ένα Ολοκληρωμένο Μοντέλο Ενσωμάτωσης Τυφλών Μαθητών στο Σχολείο μέσω Προηγμένων Συστημάτων Πληροφορικής. *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Φυσικής* (σελ. 13-16).
- Μπισοδέκης, Ι. (2013). *Ηλεκτρονική Προσβασιμότητα και Αναπηρία*. Εθνική Συνομοσπονδία Ατόμων με Αναπηρία (Ε.Σ.Α.με.Α). Αθήνα.
- Ριβίου, Κ., Κουρουπέτρογλου, Γ. και Οικονομίδης, Ν. (2015) Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων με βάση τις αρχές της Καθολικής Σχεδίασης για Μάθηση. Πρακτικά Συνεδρίου "Το σύγχρονο σχολείο μέσα από το πρίσμα των ανθρωπιστικών και κοινωνικών επιστημών: από τη θεωρία στην καθημερινή πρακτική". ΙΑΚΕ.
- Σύμβαση του Ο.Η.Ε. για τα Δικαιώματα των Ατόμων με Αναπηρία και Προαιρετικό Πρωτόκολλο (μτφρ. Π. Νάσκου - Περγάκη, Χατίνογλου Κ., Κατσούλης Σ.). Ανακτήθηκε από: <https://unric.org/el/σύμβαση-για-τα-δικαιώματα-των-ατόμων-μ-2/>