

# Υποστηρικτικές τεχνολογίες για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες: βιβλιογραφική ανασκόπηση

Παναγίτσας Παναγιώτης<sup>1</sup>, Παπαδάκης Σπύρος<sup>1,2</sup>

[appanag@gmail.com](mailto:appanag@gmail.com), [papadakis@eap.gr](mailto:papadakis@eap.gr)

<sup>1</sup> Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

<sup>2</sup> Σχολικός Σύμβουλος

## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται μία διερεύνηση και ταξινόμηση των Υποστηρικτικών Τεχνολογιών οι οποίες χρησιμοποιούνται διεθνώς, για την υποστήριξη μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες, μέσα από ανασκόπηση της πρόσφατης βιβλιογραφίας. Αναφέρονται τα οφέλη τα οποία αποκομίζουν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες χρησιμοποιώντας συσκευές και λογισμικά Υποστηρικτικών Τεχνολογιών και οι παράγοντες και προϋποθέσεις που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά τους. Στη συνέχεια περιγράφονται οι νέες τάσεις υλοποίησης Υποστηρικτικών Τεχνολογιών και αξιοποίησης των φορητών συσκευών (κινητά τηλέφωνα και tablets). Με βάση τα αποτελέσματα αυτά θεωρούμε ότι η ενημέρωση της εκπαιδευτικής κοινότητας (εκπαιδευτικών, μαθητών και γονέων) για τις δυνατότητες τις οποίες προσφέρει η τεχνολογία στην υποστήριξη μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες, καθιστά εφικτή την υιοθέτηση καταλληλότερων εργαλείων και πρακτικών, η ενσωμάτωση των οποίων στην καθημερινή σχολική ζωή, θα οδηγήσει σε αποτελεσματικότερη υποστήριξη των μαθητών με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες.

**Λέξεις κλειδιά:** Υποστηρικτικές Τεχνολογίες, Μαθησιακές Δυσκολίες, Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Κινητές Συσκευές

## Εισαγωγή

Παγκοσμίως αναπτύσσονται τεχνολογίες που στοχεύουν στην υποστήριξη μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες (ΜΔ). Οι τεχνολογίες αυτές βοηθούν τους μαθητές να αντιπαρέλθουν, κατά το δυνατόν, τις όποιες αδυναμίες τους, δίνοντας τους έτσι την δυνατότητα να επικεντρωθούν σε τομείς της μάθησης που είναι ικανοί, ώστε να αποκομίσουν τα μέγιστα οφέλη από το εκπαιδευτικό σύστημα.

Στην χώρα μας, η υιοθέτηση των τεχνολογιών αυτών, είναι σε πρώιμο στάδιο, με αποτέλεσμα οι μαθητές με ΜΔ να μην μπορούν να επωφεληθούν από την χρήση τους. Συνεπώς προκύπτει η αναγκαιότητα να ενημερωθεί η Ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα για τις δυνατότητες και το εύρος των Υποστηρικτικών Τεχνολογιών (ΥΤ) για τους μαθητές με ΜΔ, ώστε να προωθηθεί η χρήση τους.

Για το σκοπό αυτό, μέσα από ανασκόπηση της πρόσφατης διεθνούς βιβλιογραφίας, καταγράψαμε και ταξινομήσαμε τις κυριότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται διεθνώς στην υποστήριξη μαθητών με ΜΔ. Ταυτόχρονα διερευνούμε την επίδραση εξειδικευμένων προϊόντων ΥΤ, που υλοποιούν τις τεχνολογίες αυτές, στην απόδοση και στην ψυχολογία των μαθητών. Επιπλέον αναζητούμε τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά της χρήσης ΥΤ, τόσο αποσπασματικά για κάθε μαθητή, όσο και σε συνδυασμό με την υιοθέτηση των αρχών του Καθολικού Σχεδιασμού για την μάθηση. Η διερεύνηση βασίστηκε σε έρευνες των τελευταίων δέκα (10) ετών, οι οποίες εξέτασαν την απόδοση εξειδικευμένων συσκευών και προϊόντων λογισμικού που έχουν σχεδιαστεί να προσφέρουν υποστήριξη σε μαθητές και άτομα με ΜΔ.

Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτισης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 666-678, Ανώτατη Σχολική Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, 21-23 Απριλίου 2017. ISSN 2529-0924, ISBN 978-618-83186-0-1.

Στην συνέχεια δίνονται λειτουργικοί ορισμοί για τις βασικές έννοιες οι οποίες πραγματεύονται στο παρόν άρθρο, διερευνώντας τα οφέλη που προσφέρουν οι κυριότερες τεχνολογίες υποστήριξης μαθητών διαφόρων ηλικιών με ΜΔ, όπως καταγράφονται σε δημοσιευμένες έρευνες, επισημαίνονται οι παράγοντες και οι συνθήκες που ευνοούν ή περιορίζουν τα οφέλη αυτά και διερευνώνται οι παράγοντες που επηρεάζουν την αρμονική συνύπαρξη των ΥΤ με το εκπαιδευτικό πρόγραμμα που υιοθετεί τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για την Μάθηση.

### **Ειδικές μαθησιακές δυσκολίες**

Παρά το γεγονός ότι ο όρος Μαθησιακές Δυσκολίες χρησιμοποιείται ευρέως εδώ και πολλά χρόνια, η επιστημονική κοινότητα δεν έχει ακόμα καταλήξει σε συμφωνία σχετικά με τα κριτήρια του ορισμού του. Από κλινική σκοπιά, ο όρος Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες υποδεικνύει ότι σε ορισμένους τουλάχιστον τομείς, η σχολική επίδοση του μαθητή, υπολείπεται σε σχέση με τους δείκτες των νοητικών του ικανοτήτων (Γκονέλα, 2008). Οφείλονται σε γενετικούς ή/και νευροβιολογικούς παράγοντες ή τραυματισμούς που τροποποιούν την εγκεφαλική λειτουργία κατά τρόπο που επηρεάζει μία ή περισσότερες διεργασίες που σχετίζονται με τη μάθηση. Τα άτομα με ΜΔ μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση στην γνώση και να διδαχθούν με εναλλακτικούς τρόπους διδασκαλίας. Ταυτόχρονα η πρόωμη διάγνωση και παρέμβαση είναι σημαντικοί παράγοντες, που αναπτύσσουν τις ελλειμματικές δεξιότητες των παιδιών, βοηθώντας τα παράλληλα να υιοθετήσουν στρατηγικές μάθησης ώστε να ανταπεξέλθουν καλύτερα στις απαιτήσεις του σχολείου και της καθημερινότητας (Learning Disabilities Association of Canada, 2002).

### **Υποστηρικτικές τεχνολογίες για Μαθητές με ΜΔ**

Ο επίσημος ορισμός των ΥΤ, τόσο στην νομοθεσία των Η.Π.Α. (U.S. Congress, 2004) όσο και από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO, 2011), βασίζεται αποκλειστικά στα ιατροβιολογικά χαρακτηριστικά των δυσκολιών που καλείται να υποστηρίξει. Οι ΥΤ ορίζονται περισσότερο ολοκληρωμένα, ενσωματώνοντας και την κοινωνική προσέγγιση των δυσκολιών (ή αναπηριών) που υποβοηθούν: *«Οι υποστηρικτικές τεχνολογίες είναι ένας γενικός όρος, ο οποίος καλύπτει σαν ομπρέλα τεχνολογίες, εξοπλισμούς, συσκευές, συστήματα, εξαρτήματα, υπηρεσίες, διαδικασίες και τροποποιήσεις του περιβάλλοντος που χρησιμοποιούνται από ανθρώπους με αναπηρία και/ή από ηλικιωμένους, προκειμένου να ξεπεράσουν τα κοινωνικά, οργανωτικά και άλλα εμπόδια για την ανεξαρτησία, την πλήρη συμμετοχή στην κοινωνία και την άσκηση δραστηριοτήτων με ασφάλεια και ευκολία.»* (Hersh & Johnson, 2008).

### **Καθολικός Σχεδιασμός για την μάθηση**

Καθολικός Σχεδιασμός για την Μάθηση είναι η μεθοδολογία σχεδιασμού του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (διδακτικό υλικό, υποδομές κ.λ.π.) ώστε να προωθείται η γνώση, υποστηρίζοντας ταυτόχρονα και τη διαφορετικότητα, κάνοντας την γνώση προσβάσιμη για μεγαλύτερο εύρος μαθητών (Rose, Hasselbring, Stahl, & Zabala, 2005).

### **Κυριότερες Υποστηρικτικές Τεχνολογίες**

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι κυριότερες ΥΤ για μαθητές με ΜΔ, που εντοπίστηκαν στην πρόσφατη βιβλιογραφία, ταξινομημένες με βάση το είδος τους και τις Ειδικές ΜΔ που καλούνται να υποστηρίξουν. Στην δεύτερη στήλη του πίνακα, σημειώνεται η συγκεκριμένη υλοποίηση της ΥΤ που χρησιμοποιήθηκε στις έρευνες που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία.

**Πίνακας 1: Κυριότερες ΥΤ για μαθητές με ΜΔ**

ΥΤ	Υλοποίηση	Είδος	ΜΔ
Ψηφιακό στυλό	Livescribe Smartpen	Συσκευή	Υποστήριξη στην οργάνωση των σημειώσεων, στην γραφή και στην ανάγνωση. Δυσλεξία Δυσγραφία
Text to Speech	Kurzweil	Λογισμικό και web εφαρμογές	Υποστήριξη στην ανάγνωση. Δυσλεξία
Speech Recognition	Dragon Naturally Speaking	Λογισμικό και web εφαρμογές	Υποστήριξη στην γραφή. Δυσγραφία
Εικονικό Απτικό Υλικό	nlv.m.usu.edu	Λογισμικό και web εφαρμογές	Υποστήριξη στα μαθηματικά. Δυσαριθμεία, ΜΔ στα μαθηματικά

### Ψηφιακό στυλό (Digital pen)

Τα ψηφιακά στυλό είναι κοινά στυλό διαρκείας που έχουν επιλέειν τη δυνατότητα να μετατρέπουν το κείμενο ή το σχέδιο του χρήστη σε ψηφιακά αρχεία εικόνας, ενώ ορισμένα διαθέτουν λογισμικό αναγνώρισης γραφής (OCR) που μετατρέπει το χειρόγραφο σε ψηφιακό κείμενο για χρήση σε κειμενογράφους (TopTenReviews, 2016).

Σε πρόσφατη εργασία (Belson, Hartmann, & Sherman, 2013), διαπιστώθηκε βελτίωση στην ποιότητα των σημειώσεων 10 μαθητών λυκείου με ΜΔ, σχετιζόμενες με διαταραχές λόγου, Δ.Ε.Π.Υ. και οπτικοχωρική αντίληψη, μετά την συμμετοχή τους σε πρόγραμμα παρέμβασης διάρκειας 16 εβδομάδων στο οποίο εκπαιδεύτηκαν στην χρήση του ψηφιακού στυλό για υποστήριξη μαθητών με ΜΔ Smartpen της εταιρίας Livescribe, σε συνδυασμό με την μέθοδο καταγραφής σημειώσεων του Πανεπιστημίου Cornell (<http://lsc.cornell.edu/study-skills/cornell-note-taking-system/>).

Για την αξιολόγηση της ποιότητας και των χαρακτηριστικών των σημειώσεων των μαθητών, υιοθετήθηκε η μέθοδος ανάλυσης που σχεδιάστηκε από τους Englert, et al. (2009), η οποία εξετάζει τις σημειώσεις ως προς την οργανωτική τους δομή, το εύρος του περιεχομένου που καλύπτουν, την επιλεκτικότητα τους (εάν είναι συνοπτικές) και την δυνατότητα τους να είναι χρήσιμες. Κάθε ένα από τα ανωτέρω 4 χαρακτηριστικά των σημειώσεων, βαθμολογούνται από 1 (undeveloped) έως 5 (advanced).

Συνολικά από τους 10 μαθητές, αξιολογήθηκαν 33 δείγματα σημειώσεων πριν την παρέμβαση και 35 δείγματα μετά την παρέμβαση. Στον πίνακα 2 φαίνονται συνοπτικά τα αποτελέσματα αυτών των αξιολογήσεων, τα αποτελέσματα του t-test για την διερεύνηση της συσχέτισης των μέσων όρων πριν και μετά την παρέμβαση, όπως επίσης και η τιμές σημαντικότητάς p (επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ )

**Πίνακας 2 : Αποτελέσματα αξιολογήσεων, με και χωρίς την χρήση του LiveScribe**

	Πριν (n=33)		Μετά (n=35)		df	t	p	
	μ	s	μ	s				
Οργάνωση	3.33	1.19	3,68	0.90	-0.35	-1.38	0.1716	Βελτίωση, στατιστικά μη σημαντική
Περιεχόμενο	3.58	1.19	4.14	1.14	-0.56	-2.00	0.0499	Βελτίωση, στατιστικά σημαντική
Επιλεκτικότητα	3.56	1.20	4.20	1.07	-0.64	-2.37	0.0209	Βελτίωση, στατιστικά σημαντική
Χρηστικότητα	3.39	1.30	3.83	0.95	-0.44	-1.58	0.1189	Βελτίωση, στατιστικά μη σημαντική

Γενικότερα οι μαθητές διευκολύνθηκαν κρατώντας συνοπτικές σημειώσεις, χρησιμοποιώντας συντομώσεις και κουκίδες, ενώ ακούγοντας μόνοι τους στο σπίτι τα συσχετιζόμενα σημεία της παράδοσης μπορούσαν να τις εκλεπτύνουν, επωφελούμενοι ως προς την κατανόηση και από τις πολλαπλές ακροάσεις. Ταυτόχρονα, απαλλαγμένοι από το

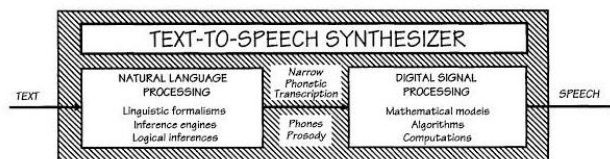
βάρος της καταγραφής αναλυτικών σημειώσεων, οι μαθητές μπορούσαν να αφιερώσουν μεγαλύτερο μέρος της προσοχής τους, στην παράδοση του μαθήματος.

Σε παρόμοια συμπεράσματα καταλήγει και άλλη μελέτη, (Patty & Garland, 2015) στην οποία διερευνήθηκε η υποστήριξη που προσέφερε η χρήση του Smartpen, σε μαθητή με δυσγραφία της Γ' δημοτικού, κατά την καθημερινή αξιολόγηση της τάξης, στην κατανόηση κειμένου. Ο δάσκαλος ζητούσε από τους μαθητές του μια περίληψη του κειμένου, που είχαν για ανάγνωση στο σπίτι την προηγούμενη μέρα. Η περίληψη έπρεπε να περιέχει 5 ιδέες-κλειδιά, σχετικά με την πλοκή και την υπόθεση του κειμένου. Για να κερδίσει κάθε ιδέα-κλειδί 1 μονάδα έπρεπε να είναι μια πλήρης σκέψη, ακριβής και ξεχωριστή.

Αρχικά ο μαθητής αξιολογούταν με 0 ή 1 στην κατανόηση κειμένου, την στιγμή που οι συμμαθητές του σημείωναν βαθμολογίες 4 ή 5 κάθε μέρα, ενώ ο δάσκαλος συχνά δυσκολευόταν να διαβάσει το γραπτό του. Κάποιες φορές μάλιστα ο μαθητής αρνιόταν να ολοκληρώσει την εργασία του, εμφανίζοντας προβλήματα συμπεριφοράς και ο δάσκαλός του αναγκαζόταν να τον απομακρύνει από την τάξη. Δεδομένου ότι η συγκεκριμένη εργασία δεν αξιολογούσε την δεξιότητα γραφής αλλά την κατανόηση του κειμένου, δόθηκε η δυνατότητα στον μαθητή, αντί να γράφει, να ηχογραφεί προφορικά στο Smartpen τα σημεία κλειδιά του προς εξέταση κειμένου σημειώνοντας παράλληλα συντομεύσεις και κουκίδες στο χαρτί του, για να διευκολύνει τον δάσκαλο στην αξιολόγηση. Με αυτόν τον τρόπο μπόρεσε να αξιολογηθεί ορθότερα ο μαθητής στο επιθυμητό πεδίο της κατανόησης κειμένου, σημειώνοντας βαθμολογίες αντίστοιχες των συμμαθητών του, τονώνοντας έτσι την αυτοεκτίμησή του και την διάθεσή του για συμμετοχή στο μάθημα.

### Σύστημα σύνθεσης φωνής από κείμενο (Text to speech)

Κύριος σκοπός ενός συστήματος σύνθεσης φωνής από κείμενο (Text To Speech-TTS) είναι η ηχητική ανάγνωση ενός ψηφιακού κειμένου σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Σε αντίθεση με άλλες ομιλούσες συσκευές που βασίζονται στην αναπαραγωγή λόγου από μαγνητοφωνημένες λέξεις ή συγκεκριμένες προτάσεις, τα συστήματα TTS αναπαράγουν ηχητικά, με κατανοητό και φυσικό αποτέλεσμα, οποιαδήποτε νέα πρόταση ενός ψηφιακού κειμένου, μετατρέποντας τα γραμματικά σύμβολα του γραπτού λόγου σε ηχητικούς φθόγγους, χρησιμοποιώντας ειδικούς αλγόριθμους (Dutoit, 2013). Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται το διάγραμμα λειτουργίας του συστήματος TTS, το οποίο περιλαμβάνει μια μονάδα Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας (NLP), ικανή να παράγει μια φωνητική μεταγραφή (phonetic transcription) του κειμένου που διαβάζεται με τον επιθυμητό τονισμό και ρυθμό (προσώδια) και μια μονάδα Επεξεργασίας Ψηφιακού Σήματος (DSP) η οποία μετατρέπει την συμβολική πληροφορία που λαμβάνει σε ομιλία (Μυρωνίδης, 2011).



Σχήμα 1: Διάγραμμα λειτουργίας συστήματος TTS (Dutoit, 2013)

Στην εργασία τους οι Heather White και Lorayne Robertson (2015) εξέτασαν τα αποτελέσματα της συνεργατικής μάθησης μεταξύ ενός ερευνητή και δύο δασκάλων σε ένα διήμερο ειδικό πρόγραμμα ανάπτυξης δεξιοτήτων ανάγνωσης με την χρήση του εξειδικευμένου λογισμικού TTS, Kurzweil σε πέντε (5) μαθητές της 4ης και 5ης τάξης δημοτικού, που φοιτούν σε σχολεία της περιοχής Οντάριο του Καναδά. Οι δάσκαλοι διδάχθηκαν πότε και με ποιο τρόπο να εισάγουν την χρήση του λογισμικού Kurzweil στους

μαθητές, ενώ κατά την διάρκεια του προγράμματος δοκίμασαν σε συνεργασία με τον ερευνητή νέες μεθόδους και πρακτικές διδασκαλίας.

Όλοι οι μαθητές από την αρχή εμφάνισαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην μάθηση του λογισμικού Kurzweil, ενώ στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας, το χρησιμοποιούσαν με επιτυχία για να σκανάρουν δικά τους κείμενα, να βοηθηθούν στο γράψιμο και να διαβάσουν έντυπα κείμενα καθώς και κείμενα στο διαδίκτυο. Για την αξιολόγηση των δεξιοτήτων ανάγνωσης και κατανόησης κειμένου των μαθητών, πριν και μετά το πρόγραμμα, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Developmental Reading Assessment, 4- 8 Bridge Pack της εταιρίας Pearson Education.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3, στην έναρξη του προγράμματος το επίπεδο των δεξιοτήτων ανάγνωσης και κατανόησης κειμένου όλων των μαθητών ήταν κατά δύο ή περισσότερων τάξεων χαμηλότερο από το αντίστοιχο της ηλικίας τους. Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος τρεις μαθητές παρέμειναν στο ίδιο επίπεδο ενώ δύο ανέβασαν το επίπεδό τους κατά μισή τάξη όσο αφορά την ανάγνωση και κατανόηση έντυπου κειμένου. Παρόλα αυτά όμως, όταν αξιολογήθηκαν με την χρήση του λογισμικού Kurzweil στο τέλος του προγράμματος, τέσσερις μαθητές ανέβασαν το επίπεδό τους κατά μισή τάξη και ένας κατά μια τάξη. Σε όλους τους μαθητές σημειώθηκε μεγάλη αύξηση του βαθμού ευφράδειας (λέξεις ανά λεπτό) κατά την ανάγνωση χρησιμοποιώντας το Kurzweil.

**Πίνακας 3 : Αποτελέσματα αξιολογήσεων. DRA, 4- 8 Bridge Pack**

Μαθητής / Τάξη	1 <sup>η</sup> Εβδομάδα			6 <sup>η</sup> Εβδομάδα		
	Επίπεδο του Test DRA	Αξιολόγηση με έντυπο κείμενο	Αξιολόγηση με Kurzweil	Επίπεδο του Test DRA	Αξιολόγηση με έντυπο κείμενο	Αξιολόγηση με Kurzweil
A (Gr.4)	20 (early Gr. 2)	Late Gr. 1	Late Gr. 1	28 (late Gr. 2)	Early Gr. 2	Mid Gr. 2
B (Gr.4)	34 (mid Gr. 3)	Mid Gr. 3	Late Gr. 3	38 (late Gr. 3)	Late Gr. 3	Early Gr. 4
C (Gr.5)	20 (early Gr. 3)	Late Gr. 1	Mid Gr. 2	28 (late Gr. 2)	Late Gr. 1	Early Gr. 3
D (Gr.5)	24 (mid Gr. 2)	Late Gr. 1	Early Gr. 2	28 (late Gr. 2)	Late Gr. 1	Early Gr. 3
E (Gr.5)	24 (mid Gr. 2)	Late Gr. 1	Mid Gr. 2	28 (late Gr. 2)	Late Gr. 1	Early Gr. 3

Στο τέλος του προγράμματος, οι μαθητές μπορούσαν να κατανοήσουν διδακτικό υλικό αντίστοιχο της ηλικίας τους, ενώ η δυνατότητα να επικοινωνούν πλέον με τους φίλους τους μέσω email και να διαβάζουν δημοφιλή βιβλία τους τόνωσε την αυτοεκτίμηση.

Αντίστοιχα θετικά ήταν και τα αποτελέσματα έρευνας (Park, Roberts, Takahashi, & Stodden, 2013) από την χρήση του λογισμικού Kurzweil σε 164 μαθητές της 3ης τάξης γυμνασίου με δυσκολίες στην ανάγνωση για ένα εξάμηνο. Το λεξιλόγιο και το επίπεδο κατανόησης κειμένου μετρήθηκαν με το εργαλείο Gates MacGinitie Reading Test, τόσο για το πρώτο δείγμα ελέγχου των 32 μαθητών που δεν χρησιμοποίησαν το λογισμικό Kurzweil, όσο και για το δεύτερο δείγμα των 132 που βοηθήθηκαν από αυτό, ενώ για την σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο δειγμάτων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης συνδιακόμανσης (ANCOVA). Όσο αφορά το λεξιλόγιο και το επίπεδο κατανόησης κειμένου των μαθητών, στο δεύτερο δείγμα παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική αύξηση ( $p < 0.05$ ) των προσαρμοσμένων μέσων όρων των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης ( $M_L = 4.964$  Grade Level Equivalence - GLE και  $M_{KK} = 4.981$  GLE) σε σχέση με τα αντίστοιχα του πρώτου δείγματος ελέγχου ( $M_L = 4.322$  GLE και  $M_{KK} = 4.493$  GLE). Αντίθετα, αναφορικά με τον ρυθμό αθόρυβης ανάγνωσης, η αύξηση του προσαρμοσμένου μέσου όρου των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης στο δεύτερο δείγμα ( $M = 198.92$  w/m) δεν ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με την αντίστοιχη του δείγματος ελέγχου ( $M = 181.41$  w/m).

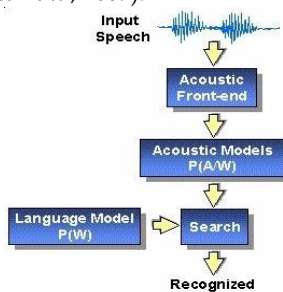
Η υποστήριξη που παρέχει το λογισμικό Kurzweil σε μεγαλύτερες ηλικίες, διερευνήθηκε σε έρευνα (Jackson, Swierenga, & Hart-Davidson, 2013), όπου 6 φοιτητές με δυολεξία,

κλήθηκαν να ολοκληρώσουν 3 εργασίες κατά τις οποίες έπρεπε να διαβάσουν ένα κείμενο χρησιμοποιώντας το λογισμικό Kurzweil και εν συνεχεία να σημειώσουν τα κύρια σημεία του κειμένου και να γράψουν μια περίληψη. Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψαν δύο ομάδες φοιτητών. Η ομάδα Α χρειάστηκε μεγαλύτερο μέσο όρο χρόνων ( $M_{tA}=44$ λεπτά) για την ανάγνωση των κειμένων ενώ ο μέσος όρος του πλήθους των κύριων σημείων των σημειώσεων της ( $M_{κΣΑ}=6.6$ ) ήταν υποδεέστερες της ομάδας Β ( $M_{tB}=24$ λεπτά,  $M_{κΣB}=11.3$ ), υποδηλώνοντας και χαμηλότερο επίπεδο κατανόησης.

Η στρατηγική ανάγνωσης των φοιτητών της ομάδας Α μπορεί να χαρακτηριστεί ως γραμμική, αφού διάβασαν τα κείμενα με την βοήθεια του λογισμικού Kurzweil συνολικά από την αρχή μέχρι το τέλος. Αντίθετα οι φοιτητές της ομάδας Β χρησιμοποίησαν διαφορετική στρατηγική, χρησιμοποιώντας την λειτουργία TTS λιγότερο συχνά. Αρχικά διάβασαν πρόχειρα χωρίς βοήθεια όλο το κείμενο, εντοπίζοντας τα κύρια σημεία, που ακολούθως ανάγνωσαν προσεκτικά με την βοήθεια του λογισμικού Kurzweil.

### Σύστημα αναγνώρισης φωνής

Το Σύστημα Αναγνώρισης Φωνής (Automatic Speech Recognition, ASR), είναι λογισμικό που μετατρέπει την φυσική, ανθρώπινη ομιλία σε μια αλληλουχία ψηφιακών λέξεων και προτάσεων η οποία μπορεί να εισαχθεί σε έναν κειμενογράφο (π.χ MS Word) σε επεξεργάσιμη μορφή (Anusuya & Katti, 2009).



Σχήμα 2: Βασικό μοντέλο ενός συστήματος Αναγνώρισης Φωνής

Αρχικά το ASR μετατρέπει τον αναλογικό ήχο της ανθρώπινης φωνής που λαμβάνει από το μικρόφωνο σε ψηφιακό σήμα (Σχήμα 2 Acoustic Front-End). Στην συνέχεια το ψηφιακό σήμα διαιρείται σε μικρά τμήματα, τα οποία συσχετίζονται με γνωστά φωνήματα (Σχήμα 2 Acoustic Model). Το ASR, εξετάζει αυτά τα φωνήματα, σε συσχέτιση με τα γειτονικά τους. Ακολούθως σχηματίζει φωνητικά σχήματα, μέσω στατιστικών μοντέλων, τα οποία συγκρίνει με ένα αποθετήριο από γνωστές λέξεις, φράσεις και προτάσεις (Σχήμα 2 Language Model).

Σε πρόσφατη έρευνα (McCullum, Nation, & Gunn, 2014), μελετήθηκε εάν και σε ποιο βαθμό βοήθησε η χρήση το λογισμικού ASR, Dragon Naturally Speaking (DNS), την δεξιότητα έκφρασης με γραπτό λόγο και την αυτό-αποτελεσματικότητα σχετικά με την γραφή, ενός μαθητή (Α) 3<sup>ης</sup> δημοτικού με ειδικές ΜΔ στην ανάγνωση, στην γραφή και στα μαθηματικά, μιας μαθήτριας (Β) 2<sup>ης</sup> λυκείου με νοητική στέρση και ένας μαθητή (Γ) 2<sup>ης</sup> δημοτικού με συναισθηματικές διαταραχές.

Αφού οι μαθητές εκπαιδεύτηκαν στην χρήση του λογισμικού, κλήθηκαν να περιγράψουν μια εικόνα, πρώτα χειρόγραφα και έπειτα με χρήση του DNS. Στην συνέχεια, μετρήθηκαν τα σύνολα των σωστών λέξεων, των πολυσύλλαβων λέξεων και των ορθών ακολουθιών λέξεων των κειμένων τους, ενώ στο τέλος υλοποιήθηκε μια άτυπη μέτρηση για την απεικόνιση των συναισθημάτων τους και της διάθεσής τους απέναντι στο γράψιμο. Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης, που δείχνουν βελτίωση των

μετρήσεων και των τριών μαθητών με την χρήση του DNS. Ο μαθητής (Α) με διαγνωσμένες ΜΔ παρουσιάζει μεγαλύτερο ποσοστό βελτίωσης και στα τρία στοιχεία της έρευνας. Αντίστοιχα το άτυπο τεστ, για τους μαθητές Α και Β, έδειξε θετική επίδραση της χρήσης του λογισμικού DNS, στην αυτοαποτελεσματικότητά σχετικά με την γράψιμο, και ουδέτερη για τον μαθητή Γ.

**Πίνακας 4 : Αποτελέσματα περιγραφής εικόνας. Χειρόγραφα - Με DNS**

Μαθητής	Σωστές λέξεις			Πολυσύλλαβες λέξεις			Ορθές ακολουθίες		
	Χειρόγραφα	DNS	Βελτίωση	Χειρόγραφα	DNS	Βελτίωση	Χειρόγραφα	DNS	Βελτίωση
A	18	113	95	2	20	18	4	106	102
B	15	47	32	7	9	2	1	44	43
Γ	22	101	79	2	8	6	4	93	89

### **Εικονικό απτικό υλικό (Virtual manipulatives)**

Εναλλακτικά ή συμπληρωματικά του φυσικού απτικού υλικού για την διδασκαλία των μαθηματικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί και εικονικό απτικό υλικό (Virtual Manipulatives VM). Με τον όρο “εικονικό απτικό υλικό” αρχικά περιγράφονται οι προσομοιώσεις μέσω λογισμικού, των φυσικών απτικών υλικών, που επιτρέπουν τον χειρισμό τους μέσω της διεπαφής του Υπολογιστή. Σταδιακά ο όρος άρχισε να επεκτείνεται και να περιλαμβάνει προσομοιώσεις που δεν έχουν φυσικό ανάλογο, διευρύνοντας το καλυπτόμενο πεδίο αφηρημένων μαθηματικών εννοιών και ιδιοτήτων (Φεσάκης, 2014).

Δεδομένου ότι οι περισσότεροι δάσκαλοι δεν έχουν εκπαιδευτεί στην χρήση VM, είναι πολύ σημαντικό να αφιερώσουν χρόνο δοκιμάζοντας, διαβάζοντας ή παρακολουθώντας οδηγίες που παρέχονται στους ιστότοπους των εφαρμογών αυτών. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαν να επιλέξουν την κατάλληλη εφαρμογή που ταιριάζει στις ιδιαίτερες ανάγκες του κάθε μαθητή με ΜΔ, να συσχετίσουν καλύτερα τις αφηρημένες μαθηματικές έννοιες με τα οπτικά μοντέλα ενώ ταυτόχρονα θα μπορούσαν να εκπαιδεύσουν τους μαθητές τους στην χρήση της εφαρμογής δίνοντας τους οδηγίες και κατευθύνσεις (Shin, et al., 2016).

Σε πρόσφατη έρευνα (Satsangi & Bouck, 2015), διερευνήθηκαν τα οφέλη από την χρήση VM στην επίλυση προβλημάτων εύρεσης εμβαδού και περιμέτρου γεωμετρικών σχημάτων, σε τρεις μαθητές: Xavier (14 ετών, Γ γυμνασίου), Mark (16 ετών, Β λυκείου) και Jake (18 ετών, Β λυκείου) με διαγνωσμένες ΜΔ στα μαθηματικά. Αρχικά καταγράφηκε η απόδοση των 3 μαθητών χωρίς την χρήση εφαρμογής VM. Στην συνέχεια, αφού οι μαθητές εκπαιδεύτηκαν στην χρήση της λειτουργίας Polyominoes της διαδικτυακής εφαρμογής National Library of Virtual Manipulatives (NLVM; <http://nlvm.usu.edu>), κλήθηκαν να επιλύσουν αντίστοιχα προβλήματα με την βοήθεια της, έως ότου σταθεροποιηθεί η απόδοσή τους. Στο τελευταίο στάδιο της έρευνας, τα γεωμετρικά σχήματα δόθηκαν στους μαθητές περιγραφικά, γραπτά και προφορικά, προκειμένου να διερευνηθεί η γενίκευση της βελτίωσης της δεξιότητας επίλυσης και στην περιοχή των πραγματικών αλγεβρικών προβλημάτων.

**Πίνακας 5 : Ποσοστά επίλυσης προβλημάτων στα διάφορα στάδια της έρευνας**

Μαθητής	Πριν την παρέμβαση		Εκπαίδευση		Μετά την παρέμβαση		Γενίκευση	
	Εμβαδό	Περίμετρος	Εμβαδό	Περίμετρος	Εμβαδό	Περίμετρος	Εμβαδό	Περίμετρος
Xavier	0% (5)	0% (5)	100% (5)	100% (5)	100% (3)	100% (3)	100% (3)	100% (3)
Mark	3.3% (6)	3.3% (6)	97.5% (8)	85% (8)	86.7% (3)	73.3% (3)	100% (3)	60% (3)
Jake	0% (5)	0% (5)	82.2% (9)	68.9% (9)	40% (3)	86.7% (3)	33.3% (3)	60% (3)

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των ποσοστών επίλυσης προβλημάτων εύρεσης εμβαδού και περιμέτρου σε κάθε στάδιο της έρευνας. Στις παρενθέσεις σημειώνεται ο αριθμός των συνεδριών, κάθε μια από τις οποίες περιελάμβανε την επίλυση 5 προβλημάτων.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η οι μαθητές εμφάνισαν πολύ καλύτερη επίδοση σε όλες τις φάσεις της έρευνας, χρησιμοποιώντας VM σε σχέση με την αρχική τους επίδοση. Επιπλέον διαπιστώθηκε ότι δύο από τους τρεις μαθητές, παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση στην δεξιότητα εύρεσης εμβαδού σε σχέση με την δεξιότητα εύρεσης περιμέτρου. Τέλος από τις απαντήσεις των μαθητών, φάνηκε ότι βρήκαν αρκετά ενδιαφέροντα και διασκεδαστικά τα VM. Δύο από τους τρεις μαθητές απάντησαν θετικά στην υιοθέτηση τεχνολογιών VM κατά την διδασκαλία των μαθηματικών στην τάξη. Αντίθετα ο τρίτος μαθητής επισήμανε την αδυναμία του να προλάβει την ροή του μαθήματος στην τάξη, προτιμώντας να χρησιμοποιεί εφαρμογές VM στο σπίτι του με τον δικό του ρυθμό.

### Εξελίξεις στον τομέα των ΥΤ - Καθολικός Σχεδιασμός

Στο πεδίο της τεχνολογίας, γίνονται προσπάθειες εφαρμογής των αρχών της Καθολικής Σχεδίασης, υιοθετώντας την πρακτική, να ενσωματώνονται λειτουργίες για άτομα με δυσκολίες και αναπηρίες σε συμβατικές συσκευές και λογισμικά ευρείας χρήσης. Για παράδειγμα, πλέον όλοι οι υπολογιστές Windows και Mac καθώς και όλες οι φορητές συσκευές Android και Apple, πωλούνται με ενσωματωμένες λειτουργίες υποστήριξης ατόμων με διάφορες αναπηρίες και δυσκολίες (Fichten, Asuncion, & Scapin, 2014).

Οι μαθητές με ΜΔ μπορούν να επωφεληθούν από την παραπάνω εξέλιξη, υποκαθιστώντας ορισμένες φορές τις ειδικά σχεδιασμένες εφαρμογές ΥΤ, με οικονομικότερα συμβατικά προϊόντα τεχνολογίας (Alnahdi, 2014). Στην ιστοσελίδα της οργάνωσης Adaptive Research Network ([www.adaptech.org/downloads](http://www.adaptech.org/downloads)) διατηρείται και εμπλουτίζεται μια λίστα με εναλλακτικά και οικονομικά προϊόντα τεχνολογίας, που μπορούν να φανούν χρήσιμα σε πολλούς μαθητές.

Τα τελευταία χρόνια η διάδοση της χρήσης των φορητών συσκευών smartphones και tablets, έχουν αλλάξει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο επικοινωνίας και ενημέρωσης. Καθημερινές δραστηριότητες πραγματοποιούνται πλέον με την χρήση φορητών συσκευών, και πιο συγκεκριμένα μέσω εφαρμογών φορητών συσκευών (Meyer, 2016).

Στις φορητές συσκευές smartphone και tablet, συναντώνται 2 από τα χαρακτηριστικά που πρέπει να ενσωματώνουν οι ΥΤ αιχμής (Gray, Silver Pacuilla, Overton, & Brann, 2010), η τεχνολογική σύγκλιση και η φορητότητα.

Τεχνολογική σύγκλιση είναι η ενσωμάτωση διαφόρων τεχνολογικών συστημάτων σε μια πλατφόρμα ή συσκευή. Οι φορητές συσκευές, εκτός από την δυνατότητα επικοινωνίας, ενημέρωσης και ψυχαγωγίας, προσφέρουν στους μαθητές με ΜΔ την δυνατότητα να ανταπεξέλθουν σε καθημερινές δραστηριότητες του σχολείου και της καθημερινής ζωής. Για παράδειγμα, εναλλακτικά του πολύ ακριβότερου ψηφιακού στυλό, οι μαθητές με ΜΔ μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή Notability (<https://itunes.apple.com/us/app/notability/id360593530?mt=8>) της εταιρείας Ginger Labs, στην φορητή τους συσκευή Apple, με κόστος κοντά στα 10 ευρώ (Alnahdi, 2014).

Επιπλέον, οι φορητές συσκευές, βοηθούν στην ελαχιστοποίηση των περιορισμών του σχολικού περιβάλλοντος και στην ανεξαρτησία των μαθητών με ΜΔ. Με τις φορητές συσκευές οι μαθητές που είχαν απομονωθεί σε ειδικές τάξεις με ειδικό εξοπλισμό, μπορούν να ενσωματωθούν και να συμπεριληφθούν στο γενικό τάξη. Η ευελιξία που τους παρέχουν οι φορητές συσκευές να μετακινούνται ελεύθερα μεταξύ των βασικών μαθημάτων, των



μαθημάτων επιλογής, και των εξωσχολικών και καθημερινών δραστηριοτήτων, σημαίνει μεγαλύτερη πρόσβαση στην μάθηση (Gray, Silver Pacuilla, Overton, & Brann, 2010).

### **Καθολικός σχεδιασμός για την μάθηση και υποστηρικτικές τεχνολογίες**

Όπως και οι ΥΤ, έτσι και ο Καθολικός Σχεδιασμός για την Μάθηση (ΚΣΜ), βασιζεται ιδιαίτερα στην σύγχρονη τεχνολογία, ενώ ταυτόχρονα μοιράζεται τον ίδιο στόχο: την βελτίωση της πρόσβασης, της συμμετοχής και της προόδου των μαθητών με ΜΔ και αναπηρίες στο σχολικό περιβάλλον. Ωστόσο αποτελούν δύο προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν την τεχνολογία με διαφορετικό τρόπο, υιοθετώντας ξεχωριστούς μηχανισμούς δράσης. Οι ΥΤ, αντιμετωπίζουν την δυσκολία του μαθητή σαν ατομικό πρόβλημα, χρησιμοποιώντας την σύγχρονη τεχνολογία, σε ατομικό επίπεδο, για τον κάθε μαθητή, προκειμένου να τον βοηθήσουν να ξεπεράσει τα εμπόδια και τις προκλήσεις του προγράμματος σπουδών και του σχολικού περιβάλλοντος. Αντίθετα, ο ΚΣΜ αντιμετωπίζει την δυσκολία του μαθητή σαν πρόβλημα του σχολικού περιβάλλοντος, αξιοποιώντας την μοντέρνα τεχνολογία για τον σχεδιασμό προγράμματος σπουδών που ελαχιστοποιεί τα παραδοσιακά εμπόδια για τους μαθητές με ΜΔ. Οι ΥΤ και ο ΚΣΜ, είναι δύο προσεγγίσεις που πρέπει να συνυπάρχουν, αφού η μία συμπληρώνει και συνεχίζει το έργο της άλλης (Rose, Hasselbring, Stahl, & Zabala, 2005).

Η αποκλειστική χρήση ΥΤ χωρίς την υιοθέτηση των αρχών του ΚΣΜ όπως και το αντίστροφο, παρουσιάζουν αρκετά μειονεκτήματα και περιορισμούς σε σχέση με τον οργανωμένο συνδυασμό τους. Πολλές φορές η ΥΤ δεν μπορεί να ενσωματωθεί και να συμβαδίσει με τους μαθησιακούς στόχους κάποιων μαθημάτων, ενώ η παραδοσιακή διδασκαλία τις περισσότερες φορές, βασιζεται σε έντυπο υλικό ή στην καλύτερη περίπτωση σε ψηφιακό μη συμβατό με τις συσκευές ΥΤ (Fichten, Asuncion, & Scarpin, 2014). Αντίστοιχα, με την αποκλειστική χρήση των αρχών του ΚΣΜ, χωρίς την χρήση εξατομικευμένων ΥΤ, θα έπρεπε για την κάλυψη των απαιτήσεων όλων των μαθητών, να ενσωματωθούν πολύπλοκες, αναποτελεσματικές και πανάκριβες τροποποιήσεις (Rose, Hasselbring, Stahl, & Zabala, 2005).

Συνεπώς κατά τον σχεδιασμό του προγράμματος σπουδών, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά των κοινών συσκευών και λογισμικών ΥΤ ώστε να είναι εύκολη η υιοθέτηση τους από τους μαθητές. Παράλληλα πρέπει η επιλογή ΥΤ να γίνεται με γνώμονα την συμβατότητα της, με τα χαρακτηριστικά του προγράμματος σπουδών, όπως αυτά καθορίστηκαν σύμφωνα με τις αρχές του ΚΣΜ (Rose, Hasselbring, Stahl, & Zabala, 2005). Διεθνώς εφαρμόζονται διαδικασίες και μεθοδολογίες για την επιλογή της κατάλληλης ΥΤ για κάθε μαθητή με ΜΔ, ώστε να επιτυγχάνονται τα μέγιστα οφέλη για τον ίδιο και για το εκπαιδευτικό σύστημα. Στην Νομοθεσία των ΗΠΑ (U.S. Congress, 2004) ορίζεται ότι αρμόδιο όργανο για την επιλογή κατάλληλης ΥΤ για κάθε μαθητή με ΜΔ είναι η ομάδα IEP (Individualized Education Program), η οποία αποτελείται από τους γονείς του μαθητή, έναν τουλάχιστον εκπαιδευτικό ΓΕ και έναν τουλάχιστον εκπαιδευτικό ΕΑ του μαθητή, έναν εκπρόσωπο του τοπικού γραφείου εκπαίδευσης, ένα άτομο που μπορεί να ερμηνεύσει τις αξιολογήσεις του μαθητή (πχ σχολικός ψυχολόγος ή ο εκπαιδευτικός ΕΑ), και ένα επιπλέον άτομο που μπορεί να προτείνουν οι γονείς (πχ λογοθεραπευτής).

Κάποιες σχολικές περιοχές στις ΗΠΑ, έχουν αναπτύξει οδηγούς που ορίζουν τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθήσει η ομάδα IEP προκειμένου να αποφανθεί εάν ο μαθητής θα βοηθηθεί από την χρήση ΥΤ, και εάν ναι, να επιλέξει την κατάλληλη δυνατή για αυτόν. Οι περισσότεροι από αυτούς τους οδηγούς, βασίζονται στο εργαλείο λήψης αποφάσεων SETT που σχεδιάστηκε το 2005 από την Joy Smiley Zabala (<http://www.joyzabala.com>). Το εργαλείο SETT (Student, Environment, Tasks, Tools)



ανταπεξέλθουν καλλίτερα στις περιοχές της εκπαίδευσης που οι ελλειμματικές τους δεξιότητες τους δυσκολεύουν.

Μαθητές με δυσγραφία μπορούν να βελτιώσουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα των σημειώσεών τους με την χρήση ψηφιακού στυλό (Belson, Hartmann, & Sherman, 2013; Patty & Garland, 2015) και την ποιότητα της γραπτής τους έκφρασης με την βοήθεια λογισμικού αναγνώρισης φωνής (McCullum, Nation, & Gunn, 2014).

Μαθητές με δυσκολία στην ανάγνωση ή δυσλεξία, μπορούν να διαβάσουν και να κατανοήσουν κείμενα αντίστοιχα της ηλικίας τους, με την βοήθεια λογισμικού σύνθεσης φωνής από κείμενο (White & Robertson, 2015; Park, Roberts, Takahashi, & Stodden, 2013; Jackson, Swierenga, & Hart-Davidson, 2013). Παράλληλα η βιβλιογραφική ανασκόπηση έδειξε ότι η χρήση εξειδικευμένου λογισμικού TTS (Kurzweil) από μαθητές μικρής ηλικίας, μπορεί να βελτιώσει και την ίδια την δεξιότητα ανάγνωσης (Park, Roberts, Takahashi, & Stodden, 2013).

Τέλος μαθητές με ΜΔ στα μαθηματικά (δυσαριθμησία) μπορούν με την βοήθεια εικονικών απτικών υλικών να διδαχθούν ευκολότερα δυνόνητες για αυτούς αφηρημένες μαθηματικές έννοιες, αλλά και να βοηθηθούν στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (Satsangi & Bouck, 2015).

Οι μαθητές χρησιμοποιώντας ΥΤ, μπορούν να παρακολουθούν και να συμμετέχουν στο μάθημα όπως και οι υπόλοιποι συμμαθητές τους, χωρίς να αποτελεί η όποια ελλειμματική τους δεξιότητα τροχοπέδη στην εκπαίδευσή τους σε τομείς που είναι ικανοί (Belson, Hartmann, & Sherman, 2013). Στις περισσότερες έρευνες που εξετάστηκαν, επισημαίνεται η θετική στάση των μαθητών αναφορικά με την εκμάθηση και χρήση των ΥΤ (White & Robertson, 2015; Satsangi & Bouck, 2015), ενώ παράλληλα καταγράφεται και βελτίωση της αυτοπεποίθησης και της ψυχολογίας τους (White & Robertson, 2015; McCullum, Nation, & Gunn, 2014; Satsangi & Bouck, 2015).

Η επιλογή της κατάλληλης ΥΤ για την υποστήριξη κάθε μαθητή καθώς και η εκπαίδευσή του στην χρήση της, αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες για την επιτυχή εφαρμογή της. Είναι πολύ σημαντικό κατά τον σχεδιασμό του προγράμματος σπουδών και της διδασκαλίας, να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά των κοινών συσκευών και λογισμικών ΥΤ ώστε να είναι εύκολη η υιοθέτησή τους από τους μαθητές. Παράλληλα πρέπει η επιλογή τεχνολογίας να γίνεται με γνώμονα την συμβατότητα τους, με τα χαρακτηριστικά του προγράμματος σπουδών, όπως αυτά καθορίστηκαν σύμφωνα με τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για την μάθηση (Rose, Hasselbring, Stahl, & Zabala, 2005). Συνεπώς, ο εκπαιδευτικός που είναι υπεύθυνος για την επιλογή της ΥΤ και για την εκπαίδευσή του μαθητή, πρέπει να γνωρίζει σε βάθος το εύρος των ΥΤ και τα χαρακτηριστικά τους, ενώ πρέπει να αφιερώσει χρόνο στην εκμάθησή της επιλεγείσας ΥΤ ώστε να μπορέσει στην συνέχεια να εκπαιδεύσει σωστά τον μαθητή (Shin, et al., 2016).

## Αναφορές

- Alnahdi, G. (2014). Assistive Technology in Special Education and The Universal Design for Learning. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, Vol 13, issue 2*, σσ. 18-23.
- Anusuya, M., & Katti, S. (2009). Speech Recognition by Machine: A Review. *International Journal of Computer Science and Information Security, Vol 6, No 3*, σσ. 181-205.
- Assessing Students' Needs for Assistive Technology (ASNAT) 5th Edition*. (2009). Ανάκτηση από <http://www.wati.org>: <http://www.wati.org/content/supports/free/pdf/ASNAT5thEditionJun09.pdf>
- Belson, S. I., Hartmann, D., & Sherman, J. (2013). Digital Note Taking: The Use of Electronic Pens with Students with Specific Learning Disabilities. *Journal of Special Education Technology, Vol 28*, pp. 13-24.

- Dutoit, T. (2013). *An Introduction to Text-to-Speech Synthesis*. Mons, Belgium: Springer Science & Business Media. Ανάκτηση Νοέμβριος 18, 2016, από <https://books.google.gr/books?id=sihrcQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=el#v=onepage&q&f=false>
- Englert, C., Mariage, T., Okolo, C., Shankland, R., Moxley, K., Courtad, C., . . . Chen, H.-Y. (2009, June). The Learning-to-Learn Strategies of Adolescent Students With Disabilities, Highlighting, Note Taking, Planning and Writing Expository Text. *Assesment for Effective Intervention (Vol 34 Number 3)*, σσ. 147-161.
- Fichten, C., Asuncion, J., & Scapin, R. (2014). Digital Technology, Learning, and Postsecondary Students with Disabilities: Where We've Been and Where We're Going. *Journal of Postsecondary Education and Disability*, 27(4), σσ. 369-379.
- Gray, T., Silver Pacuilla, H., Overton, C., & Brann, A. (2010). *Unleashing the Power of Innovation for Assistive Technology*. National Center for Technology Innovation (NCTI).
- Hersh, M., & Johnson, M. (2008). On modelling assistive technology system - Part I: Modelling framework. *Technology and Disability, IOS Press*, σσ. 193-215.  
<http://www.ncatp.org>. (n.d.). Ανάκτηση από North Carolina Assistive Technology Program: <http://www.ncatp.org/forms%20pp%20documents/lynne%20presentations/eval%20guide%20for%20ld.pdf>
- Jackson, J., Swierenga, S., & Hart-Davidson, W. (2013). Assistive Technology Support for Complex Reading. *Journal on Technology and Persons with Disabilities*, σσ. 212-219.
- Learning Disabilities Association of Canada. (2002, January 30). *Official Definition of Learning Disabilities*. Ανάκτηση από L.D.A.C.: <http://www.ldac-acta.ca/learn-more/ld-defined/official-definition-of-learning-disabilities>
- McCullum, D., Nation, S., & Gunn, S. (2014). The Effects of a Speech-to-Text Software Application on Written Expression for Students with Various Disabilities. *National Forum of Special Education Journal*, 25 (1).
- Meyer, A. (2016). Learn, live, work and play: Mobile assistive technologies supporting users with learning disabilities (LD). *15th Eahil Conference*. Seville, Spain.
- Park, H., Roberts, K., Takahashi, K., & Stodden, R. (2013). Using Kurzweil 3000 as a Reading Intervention for High School Struggling Readers: Results of a Research Study. *Journal on Technology and Persons with Disabilities*, σσ. 105-113.
- Patty, A. L., & Garland, K. V. (2015, 12). Smartpen applications for meeting the needs of students with learning disabilities in inclusive classrooms. *Journal of Special Education Technology*, 30, 238-244.
- Rose, D., Hasselbring, T., Stahl, S., & Zabala, J. (2005). Assistive Technology and Universal Design for Learning: Two Sides of the Same Coin. *Handbook of Special Educational Technology Research and Practice*, 507-518.
- Rouse, M. (2007, Μάιος). *Digital pen*. Ανάκτηση Νοέμβριος 6, 2016, από TechTarget.com: <http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/digital-pen>
- Satsangi, R., & Bouck, E. (2015). Using Virtual Manipulative Instruction to Teach the Concepts of Area and Perimeter to Secondary Students With Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly Vol. 38(3)*, 174-186.
- Shin, M., Bryant, D., Bryant, B., McKenna, J., Hou, F., & Wook Ok,, M. (2016, May). Virtual Manipulatives: Tools for Teaching Mathematics to Students With Learning Disabilities. *Intervention in School and Clinic*, pp. 1-6.
- TopTenReviews. (2016). *TopTenReviews*. Ανάκτηση December 4, 2016, από The Best Digital Pens of 2016: <http://www.toptenreviews.com/electronics/family/best-digital-pens/>
- U.S. Congress. (2004). Assistive Technology Act. *Public Law 108-36, SEC. 602.NOTE: 20 USC 1401*, Page 118 STAT. 2652. Η.Π.Α. Ανάκτηση Νοέμβριος 12, 2016, από <http://idea.ed.gov/part-c/downloads/IDEA-Statute.pdf>
- White, H., & Robertson, L. (2015). Implementing assistive technologies: A study on co-learning in the Canadian elementary school context. *Computers in Human Behavior*, 1268-1275.
- WHO. (2011). *World report on disability*. Ανάκτηση Νοέμβριος 11, 2016, από [http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/report.pdf](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf)

- Γκονέλα, Ε. (2008). Μαθησιακές Δυσκολίες (Μ.Δ.) - *Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες - Μαθησιακές Διαφορές/Ιδιαιτερότητες*. Ανάκτηση Δεκέμβριος 3, 2016, από <http://users.sch.gr/sgiannakis/MATHISIAKESDYSKOLIES.pdf>
- Μυρωνίδης, Θ. (2011). *Συστήματα Σύνθεσης ομιλίας από Κείμενο (TTS)*.
- Φεσάκης, Γ. (2014). Εικονικό και συμβατικό απτικό υλικό στη μάθηση και τη διδασκαλία των μαθηματικών: Θεωρητική Ανάλυση. *Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες*, (σσ. 72-105). Ρόδος.