



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Αξιολόγηση μαθησιακών δυσκολιών σε παιδιά Γ Δημοτικού

Δανιήλ Τρώντσιος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

Νικόλαος Ζυγούρης
Επίκουρος Καθηγητής

Λαμία, 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Αξιολόγηση μαθησιακών δυσκολιών σε παιδιά Γ Δημοτικού

Δανιήλ Τρώντσιος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

Νικόλαος Ζυγούρης
Επίκουρος Καθηγητής

Λαμία, 2024



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE & TELECOMMUNICATIONS

Assessment of learning difficulties in 3rd grade children

Daniil Trontsios

FINAL THESIS

ADVISOR

Nikolaos Zygouris
Assistant Professor

Lamia, 2024

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάσθηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: ..12../03/2025..

Ο – Η Δηλ.

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων

σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή
σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή έχει ως στόχο την μελέτη των μεθόδων αξιολόγησης μαθησιακών δυσκολιών, με έμφαση τις δυσκολίες στην ανάγνωση σε μαθητές Γ Δημοτικού με τη χρήση εργαλείων λογισμικού. Αρχικά εκτελείται μια ανάλυση των μαθησιακών δυσκολιών αλλά και της δυσλεξίας ειδικότερα με βάση την σύγχρονη βιβλιογραφία. Στην ανάλυση μελετώνται οι μορφές δυσλεξίας και δίνεται προσοχή στις μεθόδους αξιολόγησής της. Στη συνέχεια εκτελείται μια βιβλιογραφική επισκόπηση των μεθόδων αξιολόγησης και των διαδικασιών που προτείνονται, καθώς και τα υπάρχοντα λογισμικά που υποστηρίζουν την αξιολόγηση. Με βάση την βιβλιογραφική επισκόπηση προτείνεται ένα σύστημα λογισμικού για την αξιολόγηση δυσλεξίας σε παιδιά της Γ δημοτικού με τη χρήση τεχνολογιών διαδικτύου. Το σύστημα αξιολογείται τόσο ποιοτικά, όσο και ποσοτικά, με κατάλληλες μετρικές. Τέλος, σχολιάζονται τα αποτελέσματα χρήσης του εργαλείου σε δείγμα μαθητών και εκφράζονται τα συμπεράσματα που αντλήθηκαν από αυτή.

Λέξεις κλειδιά: Δυσλεξία, μαθησιακές δυσκολίες, λογισμικά αξιολόγησης, τεχνολογίες διαδικτύου.

ABSTRACT

This thesis aims to study the methods of learning difficulties assessment, with emphasis on reading difficulties, in third grade students at primary school using software tools. Initially, an analysis of learning difficulties and dyslexia is performed based on current literature. In the analysis the forms of dyslexia are studied, and attention is paid to the methods of its assessment. Then a literature review of assessment methods and procedures proposed is performed, as well as existing software supporting the assessment. Based on the literature review, a software system for dyslexia assessment of third grade elementary school children using web technologies is proposed. The system is evaluated both qualitatively and quantitatively using appropriate metrics. Finally, the results of using the tool on a sample of students are commented on and the conclusions drawn from it are expressed.

Keywords: Assessment software, dyslexia, internet technologies, learning disabilities.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ABSTRACT	III
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
 1.1 ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ.....	1
1.1.Α ΤΥΠΟΙ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ	1
1.1.Β ΔΥΣΛΕΞΙΑ	2
1.1.Γ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ	3
1.1.Δ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΣΛΕΞΙΑΣ	4
1.2 ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	5
1.2.Α ΜΝΗΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	7
1.2.Β ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.....	8
1.2.Γ ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ	9
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	10
 2.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	10
2.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	13
2.2.Α ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΜΟΡΦΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ	13
2.2.Β ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΜΟΡΦΗ ΠΑΙΧΝΙΔΙΩΝ.....	15
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	20
 3.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΩΝ	20
3.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	21
3.2.Α ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΕΛΑΤΗ-ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗ.....	22
3.2.Β HTML5	23
3.2.Γ CSS	23
3.2.Δ JAVASCRIPT	24
3.2.Ε JAVA SERVLETS	25
3.2.ΣΤ MYSQL.....	25
3.3 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	26
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	30
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή

1.1 Μαθησιακές Δυσκολίες

Οι μαθησιακές δυσκολίες είναι μια ποικίλη ομάδα καταστάσεων που επηρεάζουν την ικανότητα απόκτησης και χρήσης ακαδημαϊκών δεξιοτήτων, όπως η ανάγνωση, η γραφή και τα μαθηματικά. Δεν αποτελούν ένδειξη χαμηλής νοημοσύνης ή έλλειψης προσπάθειας, αλλά αντίθετα είναι νευρολογικές διαταραχές που επηρεάζουν την ικανότητα του εγκεφάλου να λαμβάνει, να επεξεργάζεται, να αποθηκεύει και να ανταποκρίνεται στις πληροφορίες. Η κατανόηση των μαθησιακών δυσκολιών, ο εντοπισμός τους και οι διαθέσιμοι μηχανισμοί υποστήριξης είναι ζωτικής σημασίας για τους εκπαιδευτικούς, τους γονείς και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, ώστε να διασφαλιστεί ότι τα άτομα με ΜΔ μπορούν να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητές τους.

1.1.α Τύποι μαθησιακών δυσκολιών

Οι μαθησιακές δυσκολίες μπορούν να εκδηλωθούν με διάφορους τρόπους, επηρεάζοντας διαφορετικές πτυχές της μάθησης. Η δυσλεξία επηρεάζει τις αναγνωστικές δεξιότητες, ιδίως την ικανότητα αποκωδικοποίησης λέξεων, κατανόησης κειμένου και ορθογραφίας. Τα άτομα με δυσλεξία συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες με τη φωνολογική επεξεργασία, δηλαδή την ικανότητα αναγνώρισης και χειρισμού των ήχων στις λέξεις. Η δυσορθογραφία επηρεάζει τις ικανότητες γραφής, καθιστώντας δύσκολη τη δημιουργία γραμμάτων, τη σωστή ορθογραφία των λέξεων και την οργάνωση των σκέψεων στο χαρτί. Τα άτομα με δυσορθογραφία μπορεί να έχουν κακό γραφικό χαρακτήρα, ασυνεπή διαστήματα και δυσκολία με τη γραμματική και τη στίξη. Η δυσαριθμησία επηρεάζει τις μαθηματικές δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας κατανόησης αριθμών, εκτέλεσης υπολογισμών και κατανόησης μαθηματικών εννοιών. Τα άτομα με δυσαριθμησία μπορεί να δυσκολεύονται με την αίσθηση των αριθμών, την απομνημόνευση αριθμητικών δεδομένων και την επίλυση προβλημάτων.

Πέρα των παραπάνω συχνά συναντημένων δυσκολιών υπάρχουν και μαθησιακές δυσκολίες που από την φύση τους είναι μη λεκτικές. Οι μη λεκτικές δυσκολίες ομαδοποιούνται στην κατηγορία NVLD (Nonverbal Learning Disabilities) και επηρεάζουν τις μη λεκτικές δεξιότητες, όπως η αντίληψη του χώρου, ο κινητικός συντονισμός και η κοινωνική αλληλεπίδραση. Τα άτομα με NVLD μπορεί να έχουν ισχυρές λεκτικές δεξιότητες, αλλά δυσκολεύονται με την ερμηνεία της γλώσσας του σώματος, την κατανόηση των οπτικοχωρικών σχέσεων και την οργάνωση εργασιών.

Από την άλλη, η διαταραχή της ακουστικής επεξεργασίας (Auditory Processing Disorder – APD) επηρεάζει την ικανότητα επεξεργασίας και ερμηνείας των ακουστικών πληροφοριών. Τα άτομα με APD μπορεί να δυσκολεύονται να διακρίνουν μεταξύ παρόμοιων ήχων, να ακολουθούν προφορικές οδηγίες και να φιλτράρουν το θόρυβο του περιβάλλοντος. Αντίστοιχα με την δυσκολία επεξεργασίας ακουστικών πληροφοριών, υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα άτομα αντιμετωπίζουν δυσκολία στην οπτική επεξεργασία. Συγκεκριμένα επηρεάζεται η ικανότητα ερμηνείας πληροφοριών που προέρχονται από οπτικά ερεθίσματα. Τα άτομα με διαταραχή οπτικής επεξεργασίας (Visual Processing Disorder – VPD) μπορεί να δυσκολεύονται με την ανάγνωση, την κατανόηση των οπτικών ενδείξεων και τη χωρική αντίληψη. Η κύρια διαφορά του VPD συγκριτικά με άλλες δυσκολίες στην ανάγνωση, όπως η δυσλεξία είναι πως τα άτομα με VPD αδυνατούν να κατανοήσουν οποιαδήποτε οπτική πληροφορία, είτε αυτή είναι γράμματα, σχήματα ή αντικείμενα. Από την άλλη, τα άτομα με δυσλεξία αντιμετωπίζουν δυσκολία στην διασύνδεση των φωνημάτων και των γραμμάτων.

1.1.6 Δυσλεξία

Η δυσλεξία είναι μια ειδική μαθησιακή δυσκολία που χαρακτηρίζεται από δυσκολίες στην ακριβή ή/και ευχερή αναγνώριση λέξεων, κακή ορθογραφία και ικανότητες αποκωδικοποίησης. Αυτές οι δυσκολίες συνήθως προκύπτουν από έλλειμμα στη φωνολογική συνιστώσα της γλώσσας, το οποίο συχνά είναι απροσδόκητο σε σχέση με άλλες γνωστικές ικανότητες και την παροχή αποτελεσματικής διδασκαλίας στην τάξη. Η δυσλεξία μπορεί να ποικίλλει ως προς τη σοβαρότητά της και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την κατανόηση της ανάγνωσης και το εκπαιδευτικό επίπεδο [1]. Η αναπτυξιακή δυσλεξία

επηρεάζει το 5 με 15% των μαθητών, ανάλογα με το πως ορίζεται κάθε φορά. Διαγιγνώσκεται όταν οι δεξιότητες γραφής και ανάγνωσης ενός παιδιού υπολείπονται σημαντικά του αναμενόμενου για την ηλικιακή του ομάδα. Μία από τις κύριες προκλήσεις για τα άτομα με δυσλεξία είναι η δυσκολία στην αποτελεσματική μετάφραση των γραπτών γραμμάτων (γραφήματα) στους αντίστοιχους ήχους (φωνήματα), ένα πρόβλημα γνωστό ως φωνολογικό έλλειμμα. Σύμφωνα με το μοντέλο του Bakker (1990, 2006), η διαδικασία εκμάθησης της ανάγνωσης είναι αρχικά αργή και απαιτεί λεπτομερή ανάλυση των γραφικών σχημάτων των γραμμάτων που σχηματίζουν τις λέξεις.

Η έννοια της δυσλεξίας έχει εξελιχθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Ο ίδιος ο όρος προέρχεται από την ελληνική λέξη «δυσ-», που σημαίνει «δυσκολία» και την γαλλική λέξη «lecture» που σημαίνει ανάγνωση. Η ιστορία της δυσλεξίας χρονολογείται από τα τέλη του 19ου αιώνα, όπου ο Βρετανός γιατρός W. Pringle Morgan δημοσίευσε στο British Medical Journal την πρώτη μελέτη περίπτωσης αυτού που ονόμασε «συγγενή λεκτική τύφλωση» [2]. Αυτή περιέγραφε ένα 14χρονο αγόρι που δυσκολευόταν να διαβάσει, παρόλο που ήταν έξυπνο και ευκρινές. Το 1925 ο Αμερικανός νευρολόγος Samuel T. Orton άρχισε να ερευνά τις αναγνωστικές δυσκολίες, συμβάλλοντας σημαντικά στην κατανόηση της δυσλεξίας. Πρότεινε ότι η δυσλεξία συνδέεται με νευρολογικές διαφορές και όχι με οπτικές διαταραχές, όπως πίστευαν προηγουμένως. Το έργο του Orton οδήγησε στην ανάπτυξη της προσέγγισης Orton-Gillingham, μιας πολυαισθητηριακής μεθόδου διδασκαλίας που χρησιμοποιείται ευρέως ακόμη και σήμερα [3]. Οι έρευνες στα μέσα του 20ου αιώνα προώθησαν την κατανόηση της δυσλεξίας, εστιάζοντας στα ελλείμματα φωνολογικής επεξεργασίας. Το έργο ερευνητών όπως ο Norman Geschwind και ο Albert Galaburda στη δεκαετία του 1970 ανέδειξε τη νευροβιολογική βάση της δυσλεξίας, παρέχοντας στοιχεία ότι οι δομικές διαφορές στον εγκέφαλο σχετίζονται με την πάθηση [4]. Οι εξελίξεις στην τεχνολογία της νευροαπεικόνισης, όπως η μαγνητική τομογραφία, επέτρεψαν στους επιστήμονες να παρατηρήσουν την εγκεφαλική δραστηριότητα σε άτομα με δυσλεξία, επιβεβαιώνοντας ότι οι διαφορές στη λειτουργία και τη δομή του εγκεφάλου συνδέονται με τη διαταραχή. Η έρευνα συνεχίζει να διερευνά τη γενετική βάση της δυσλεξίας και την αποτελεσματικότητα των διαφόρων στρατηγικών παρέμβασης.

1.1.γ Επιπτώσεις στην καθημερινότητα

Οι μαθησιακές δυσκολίες μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις ακαδημαϊκές επιδόσεις και την καθημερινή λειτουργικότητα. Οι δυσκολίες στην ανάγνωση, τη γραφή και τα μαθηματικά μπορεί να οδηγήσουν σε κακούς βαθμούς, απογοήτευση και έλλειψη κινήτρων. Οι μαθητές με ΜΔ μπορεί να χρειάζονται επιπλέον χρόνο, εξειδικευμένη διδασκαλία και προσαρμογές για να επιτύχουν. Οι επίμονοι ακαδημαϊκοί αγώνες μπορεί να επηρεάσουν την αυτοεκτίμηση, οδηγώντας σε αισθήματα ανεπάρκειας και κοινωνικής απομόνωσης. Τα παιδιά με ΜΔ μπορεί επίσης να αντιμετωπίζουν άγχος, κατάθλιψη και προβλήματα συμπεριφοράς. Οι μαθησιακές δυσκολίες μπορούν να επηρεάσουν τις δεξιότητες της καθημερινής ζωής, όπως η διαχείριση του χρόνου, η οργάνωση και η τήρηση οδηγιών πολλαπλών βημάτων. Αυτές οι προκλήσεις μπορούν να επηρεάσουν την ανεξαρτησία και την επιτυχία στην ενήλικη ζωή.

1.1.8 Αξιολόγηση Δυσλεξίας

Η αξιολόγηση της δυσλεξίας περιλαμβάνει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κατανόηση των αναγνωστικών ικανοτήτων και των συναφών γνωστικών δεξιοτήτων ενός ατόμου. Η διαδικασία αυτή βοηθά στον εντοπισμό συγκεκριμένων τομέων αδυναμίας και στην ενημέρωση για στοχευμένες παρεμβάσεις.

Τα εργαλεία αρχικού ελέγχου (screening tools) χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό των μαθητών που μπορεί να διατρέχουν κίνδυνο δυσλεξίας. Τα εργαλεία αυτά συχνά περιλαμβάνουν σύντομες αξιολογήσεις της φωνολογικής επίγνωσης, της γρήγορης κατονομασίας και άλλων δεξιοτήτων που προηγούνται της ανάγνωσης. Ο έλεγχος συνήθως διεξάγεται στις αρχές του δημοτικού σχολείου για να εντοπιστούν τα σημάδια της δυσλεξίας όσο το δυνατόν νωρίτερα. Η συγκέντρωση λεπτομερών πληροφοριών σχετικά με το εκπαιδευτικό υπόβαθρο του μαθητή, συμπεριλαμβανομένης της διδασκαλίας ανάγνωσης που έχει λάβει, των ακαδημαϊκών επιδόσεων και τυχόν προηγούμενων παρεμβάσεων, είναι απαραίτητη. Το ιστορικό αυτό βοηθά στην πλαισίωση των σημερινών δυσκολιών και στον αποκλεισμό άλλων πιθανών αιτιών, όπως η ανεπαρκής διδασκαλία ή η περιορισμένη έκθεση σε αναγνωστικό υλικό. Παράλληλα, οι γονείς και οι δάσκαλοι παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά και τις προκλήσεις του παιδιού στην ανάγνωση.

Τα ερωτηματολόγια και οι συνεντεύξεις μπορούν να βοηθήσουν στη συλλογή παρατηρήσεων σχετικά με τις αναγνωστικές συνήθειες του παιδιού, την προσοχή, τα κίνητρα και κάθε άλλη σχετική συμπεριφορά στο σπίτι και στην τάξη.

Μια βασική πτυχή της αξιολόγησης της δυσλεξίας είναι η αξιολόγηση της φωνολογικής επίγνωσης, δηλαδή της ικανότητας αναγνώρισης και χειρισμού των ήχων στις λέξεις. Οι εξετάσεις μπορεί να περιλαμβάνουν εργασίες όπως η κατάτμηση των λέξεων σε ήχους, η ανάμειξη ήχων για το σχηματισμό λέξεων και ο εντοπισμός ομοιοκατάληκτων λέξεων. Οι δοκιμασίες φωνολογικής μνήμης και ταχείας κατονομασίας είναι επίσης σημαντικές, καθώς αξιολογούν την ικανότητα γρήγορης ανάκτησης φωνολογικών πληροφοριών. Οι αξιολογήσεις περιλαμβάνουν συνήθως τεστ αναγνώρισης λέξεων και δεξιοτήτων αποκωδικοποίησης. Αυτές οι αξιολογήσεις μετρούν την ικανότητα ανάγνωσης πραγματικών λέξεων και μη λέξεων (ψευδολέξεων), παρέχοντας πληροφορίες για τις στρατηγικές αποκωδικοποίησης του παιδιού και την ικανότητά του να εφαρμόζει φωνητικούς κανόνες.

Οι αξιολογήσεις της αναγνωστικής ευχέρειας μετρούν την ταχύτητα και την ακρίβεια της ανάγνωσης, συχνά μέσω χρονομετρημένων αναγνωστικών αποσπασμάτων. Οι δοκιμασίες κατανόησης αξιολογούν την ικανότητα κατανόησης και ερμηνείας του κειμένου. Αυτές οι αξιολογήσεις βοηθούν να εντοπιστεί αν οι δυσκολίες με την ευχέρεια και την κατανόηση σχετίζονται με προβλήματα αποκωδικοποίησης ή άλλους παράγοντες. Μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση μπορεί επίσης να περιλαμβάνει αξιολογήσεις ευρύτερων γνωστικών και γλωσσικών δεξιοτήτων, όπως η μνήμη εργασίας, η γλωσσική κατανόηση και οι εκφραστικές γλωσσικές ικανότητες. Αυτές οι δεξιότητες είναι συχνά συνυφασμένες με την ανάγνωση και μπορούν να δώσουν μια πληρέστερη εικόνα των δυνατών και αδύνατων σημείων του ατόμου. Η άμεση παρατήρηση του μαθητή κατά τη διάρκεια εργασιών ανάγνωσης μπορεί να προσφέρει πρόσθετο πλαίσιο και να βοηθήσει στον εντοπισμό συγκεκριμένων συμπεριφορών ή στρατηγικών που μπορεί να επηρεάζουν την αναγνωστική επίδοση. Οι παρατηρήσεις μπορούν να διεξαχθούν τόσο σε δομημένα περιβάλλοντα δοκιμών όσο και σε φυσιολογικά περιβάλλοντα, όπως η τάξη.

1.2 Εκτελεστικές Λειτουργίες

Η βρεφική και η πρώιμη παιδική ηλικία είναι ευαίσθητες περίοδοι που εμφανίζουν ραγδαία ανάπτυξη του εγκεφάλου. Οι περίοδοι αυτές συμπίπτουν με την εμφάνιση σχεδόν

όλων των γνωστικών, συμπεριφορικών και κοινωνικών – συναισθηματικών λειτουργιών. Κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων, τα νευρικά δίκτυα του εγκεφάλου διαμορφώνονται και τελειοποιούνται μέσω μιας διαδικασίας που περιλαμβάνει τη μυελίνωση, τη δενδριτική αραίωση, τη συναπτογένεση και το συναπτικό «κλάδεμα». Αυτές οι προσαρμοστικές διαδικασίες διαμορφώνονται από τη νευρική δραστηριότητα και ανταποκρίνονται σε περιβαλλοντικές, γενετικές, ορμονικές και άλλες επιδράσεις. Η ανάπτυξη και το μοτίβο της μυελίνωσης ακολουθούν ένα καλά περιγραφόμενο νευροανατομικό τόξο που εξελίσσεται σε ένα χωροχρονικό μοτίβο από πίσω προς τα εμπρός και από το κέντρο προς τα έξω, το οποίο αντιστοιχεί στην ωρίμανση των γνωστικών λειτουργιών.

Υπάρχει έντονη αλληλεπικάλυψη στην εμφάνιση μιας συγκεκριμένης γνωστικής λειτουργίας και στη μυελίνωση των εγκεφαλικών περιοχών και δικτύων που αναστέλλουν την εν λόγω λειτουργία. Τα πρώτα πέντε χρόνια της ζωής διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη των εκτελεστικών λειτουργιών των παιδιών, καθώς είναι προσαρμοστικές προκειμένου να μπορέσουν να παρακάμψουν πιο αυτόματες ή καθιερωμένες σκέψεις και αντιδράσεις. Στη συνέχεια, οι βρεφικές αλλαγές συμβαίνουν τόσο σωματικά όσο και γνωστικά. Ο εγκεφάλος του βρέφους αναπτύσσεται ταχύτερα από οποιοδήποτε άλλο μέρος του σώματος και μέχρι την ηλικία των πέντε ετών ζυγίζει περίπου το 90% του βάρους του εγκεφάλου του μέσου ενήλικα. Τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου αρχίζουν να διαφοροποιούνται και οι λειτουργίες τους εξειδικεύονται.

Η εγκεφαλική πλευρικότητα γίνεται όλο και πιο σαφής κατά την προσχολική περίοδο. Υποστηρίζεται από το γεγονός ότι η ανάπτυξη του εγκεφάλου καθώς και το επίπεδο της μυελίνης που καλύπτει τους εγκεφαλικούς νευρώνες σχετίζεται με τις αυξημένες γνωστικές δεξιότητες στα παιδιά προσχολικής ηλικίας. Οι εκτελεστικές λειτουργίες έχουν συνδεθεί στενά με τον προμετωπιαίο και μετωπιαίο φλοιό, οι οποίες είναι οι περιοχές του εγκεφάλου που παρουσιάζουν την πιο αργή ανάπτυξη. Κατά τη διάρκεια της προσχολικής περιόδου αναπτύσσονται τα βασικά συστατικά των εκτελεστικών λειτουργιών, προκειμένου να διαμορφωθεί ένα κρίσιμο θεμέλιο που θα θέσει τις βάσεις για την ανάπτυξη ανώτερων γνωστικών διεργασιών και σε μεταγενέστερα στάδια της ζωής, όπως η ενηλικίωση.

Παρά τη συχνότητα με την οποία αναφέρονται οι εκτελεστικές λειτουργίες στη νευροψυχολογική έρευνα, εξακολουθούν να στερούνται επίσημου ορισμού. Ο ιστορικός ορισμός της «κεντρικής εκτελεστικής λειτουργίας», όπως παρουσιάστηκε από τον Lezak

(1983), περιγράφηκε ως η διάσταση της ανθρώπινης συμπεριφοράς που ασχολείται με το «πώς» εκφράζεται η συμπεριφορά.

Σήμερα, η εκτελεστική λειτουργία αναφέρεται στις γνωστικές ικανότητες που σχετίζονται με την ωρίμανση του μετωπιαίου λοβού, μια σύνθετη κατασκευή που περιλαμβάνει μια ποικιλία γνωστικών διεργασιών ανώτερης τάξης, όπως η αναστολή, η μετατόπιση της προσοχής, η ενημέρωση, η ευχέρεια και ο προγραμματισμός. Η αναστολή αναφέρεται στην ικανότητα ελέγχου της απόκρισης ή μη απόκρισης σε ένα ερέθισμα. Η μετατόπιση είναι η ικανότητα μετάβασης από μια εργασία σε μια άλλη. Η ενημέρωση αναφέρεται στην ικανότητα παρακολούθησης και χειρισμού νοητικών αναπαραστάσεων που είναι αποθηκευμένες στη μνήμη εργασίας. Η ευχέρεια είναι η ικανότητα να παράγονται μέσα σε δεδομένο χρονικό διάστημα λέξεις σύμφωνα με σημασιολογικές κατηγορίες ή φωνήματα. Ο προγραμματισμός περιγράφει την ικανότητα σχεδιασμού, αξιολόγησης και επιλογής μιας ακολουθίας σκέψεων για την επίτευξη ενός στόχου. Σε γενικές γραμμές, οι εκτελεστικές λειτουργίες διαμεσολαβούν στην ικανότητα να οργανώνουμε τις σκέψεις μας με στόχο – κατευθυνόμενο τρόπο και ως εκ τούτου, είναι απαραίτητες για την επιτυχία σε σχολικές καταστάσεις καθώς και στην καθημερινή ζωή.

1.2.α Μνήμη εργασίας

Η μνήμη εργασίας αποτελεί μια από τις εκτελεστικές λειτουργίες του εγκεφάλου. Επιτρέπει στα άτομα να ανακαλούν πληροφορίες χωρίς όμως να χάνουν την συγκέντρωσή τους. Ως παράδειγμα, η μνήμη εργασίας αποτελεί μια σημείωση που κάνει ο εγκέφαλος, διατηρώντας νέες πληροφορίες για βραχυπρόθεσμη πρόσβαση από τον εγκέφαλο. Η μνήμη εργασίας επιτρέπει στο παιδί να διατηρεί και να χειρίζεται πληροφορίες για σύντομο χρονικό διάστημα, ώστε να μπορεί να ολοκληρώνει πολύπλοκες δραστηριότητες ή να επιλύει προβλήματα. Είναι σημαντική για την εκμάθηση νέων εννοιών και για την κατανόηση οδηγιών με πολλά βήματα. Για παράδειγμα, όταν ένα παιδί ακολουθεί μια σειρά οδηγιών για να φτιάξει ένα παζλ, χρησιμοποιεί την μνήμη εργασίας του. Ένα ακόμα παράδειγμα, κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος μαθηματικών, η μνήμη εργασίας επιτρέπει στα παιδιά να «βλέπουν» στο κεφάλι τους τους αριθμούς που αναφέρει ο καθηγητής. Οι αριθμοί αυτοί δεν θα διατηρηθούν στην μνήμη τους για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά δίνει στα παιδιά το απαραίτητο χρονικό περιθώριο να τους σημειώσουν για να μην τους ξεχάσουν.

Όταν κάποιο παιδί εμφανίζει δυσκολίες στην διαχείριση της βραχυπρόθεσμης πληροφορίας αυτό εμφανίζεται ως χαοτική έως και καθόλου αποθήκευση της πληροφορίας. Είναι συχνή η σύγχυση της αδύναμης μνήμης εργασίας με την διατήρηση της προσοχής. Στην περίπτωση διάσπασης προσοχής η πληροφορία δεν καταγράφεται ποτέ στον εγκέφαλο καθώς δεν λαμβάνεται, ενώ στην περίπτωση της αδύναμης μνήμης εργασίας, η πληροφορία λαμβάνεται αλλά αποθηκεύεται με λανθασμένο τρόπο, το οποίο μπορεί να οδηγήσει και σε αδυναμία αποθήκευσης.

Παραδείγματα περιπτώσεων αδύναμης μνήμης εργασίας είναι η αδυναμία εκτέλεσης οδηγιών που δίνει ο καθηγητής. Για παράδειγμα, ο καθηγητής σε ένα μάθημα μαθηματικών ζητά από τα παιδιά να αθροίσουν τους αριθμούς 34 και 15 και να αφαιρέσουν τον αριθμό 10 από το άθροισμα. Ένα παιδί με αδύναμη μνήμη εργασίας μπορεί να ανακαλέσει τους αριθμούς, αλλά να μην μπορεί να ανακαλέσει τις πράξεις που του ζητήθηκαν. Αντίστοιχα, μπορεί να θυμάται τους αριθμούς ανάποδα, π.χ. 35 και 14.

1.2.β Ανασταλτικός έλεγχος

Ο ανασταλτικός έλεγχος ή απλά αναστολή αναφέρεται στην ικανότητα ενός ατόμου να ελέγχει τις παρορμήσεις του και να λαμβάνει αποφάσεις μετά από συλλογισμό. Ως εκτελεστική λειτουργία, η αναστολή συμβάλλει στον σχεδιασμό και την επίτευξη στόχων. Αυτή η λειτουργία βοηθά το παιδί να ελέγχει τις αυθόρμητες αντιδράσεις του και να αντιστέκεται σε περισπασμούς. Είναι σημαντική για την αυτορρύθμιση, ώστε το παιδί να μπορεί να συγκεντρώνεται σε ένα έργο και να αποφεύγει συμπεριφορές που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν προβλήματα. Για παράδειγμα, ένα παιδί που περιμένει τη σειρά του να παίξει ασκεί ανασταλτικό έλεγχο για να μην αντιδράσει παρορμητικά.

Αν ένα παιδί που δεν εμφανίζει ανασταλτικό έλεγχο μπορεί να εμφανίσει τρία διαφορετικά επίπεδα έλλειψης. Αρχικά η έλλειψη μπορεί να είναι κινητική, δηλαδή να μην υπάρχει έλεγχος στη συμπεριφορά των κινήσεων, το οποίο εκδηλώνεται με υπερκινητικότητα. Η έλλειψη μπορεί να υπάρξει και σε επίπεδο προσοχής, εμφανιζόμενη ως αφηρημάδα και δυσκολία προσοχής. Για παράδειγμα, ένα παιδί μπορεί να αποσπάται συνέχεια από ήχους στο περιβάλλον και να μην παρακολουθεί το μάθημα. Τέλος, η έλλειψη αναστολής μπορεί να εμφανιστεί σε επίπεδο συμπεριφοράς. Η έλλειψη αυτή εκδηλώνεται με παρορμητική συμπεριφορά, όπως για παράδειγμα η περιορισμένη υπομονή που μπορεί να οδηγήσει σε υστερίες.

1.2.γ Γνωστική ευελιξία

Η γνωστική ευελιξία είναι η ικανότητα του παιδιού να προσαρμόζει τη σκέψη του ή τη συμπεριφορά του ανάλογα με τις απαιτήσεις μιας νέας κατάστασης. Αυτή η λειτουργία είναι χρήσιμη όταν ένα παιδί χρειάζεται να αλλάξει στρατηγική για την επίλυση ενός προβλήματος ή να προσαρμοστεί σε έναν νέο κανόνα σε ένα παιχνίδι. Είναι επίσης καθοριστική για την αντιμετώπιση αλλαγών και προκλήσεων.

Η ικανότητα της αλλαγής οπτικής και η έγκαιρη αναγνώριση αλλαγών σε κανόνες επιτρέπουν την σύλληψη νέων μεθόδων για την επίλυση προβλημάτων. Η ανάπτυξη της ικανότητας αυτής στα παιδιά είναι πάρα πολύ σημαντική, τόσο για την εκπαιδευτική τους σταδιοδρομία, όσο και για την μετέπειτα ζωή τους. Για παράδειγμα, ένα παιδί που έχει την ικανότητα να σκέφτεται ευέλικτα μπορεί να καταλάβει άμεσα τις διαφορές σε φωνήματα και γραφήματα, να αντιληφθεί την διαφορά γραμμάτων και φωνημάτων από την μητρική του σε μια ξένη γλώσσα, και να αφομοιώσει κανόνες γραμματικής και ιδιωτισμούς. Η ίδια ικανότητα είναι πολύτιμη στα μαθηματικά, καθώς οι τρόποι επίλυσης προβλημάτων είναι συχνά πολλαπλοί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Λογισμικά Αξιολόγησης

2.1 Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Η μελέτη των τεχνικών αξιολόγησης μαθησιακών δυσκολιών μέσω νέων τεχνολογιών αποτελεί έναν ραγδαία εξελισσόμενο και ενδιαφέρον τομέα. Η άνοδος των νέων τεχνολογιών στη σύγχρονη εποχή, όπως τεχνολογίες διαδικτύου και τεχνητή νοημοσύνη, δίνουν χώρο και ώθηση για την ανάπτυξη καινοτόμων εργαλείων και μεθοδολογιών για την αποτελεσματική αξιολόγηση του βαθμού εμφάνισης μαθησιακών δυσκολιών.

Στην ερευνητική τους εργασία οι Zygouris et al. [5] διεξήγαγαν μια μελέτη για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ενός προγράμματος παρέμβασης διάρκειας 4 μηνών που σχεδιάστηκε για την αντιμετώπιση της αναπτυξιακής δυσλεξίας, η οποία ορίζεται ως η επίμονη αποτυχία ανάπτυξης αποτελεσματικών δεξιοτήτων ανάγνωσης παρά την επαρκή διδασκαλία, τη νοημοσύνη και τις κοινωνικοπολιτισμικές ευκαιρίες. Η παρέμβαση στόχευε στη βελτίωση της φωνολογικής επίγνωσης, της οπτικής και ακουστικής μνήμης, της ικανότητας οπτικής διάκρισης και της κατανόησης κειμένου. Στη μελέτη συμμετείχαν 12 παιδιά με διάγνωση δυσλεξίας, τα οποία αντιστοιχίστηκαν με 12 συνομηλίκους τυπικής επίδοσης παρόμοιας ηλικίας και φύλου. Οι αρχικές αξιολογήσεις, συμπεριλαμβανομένης μιας κλινικής νευροψυχολογικής σειράς παιχνιδιών και δυναμικών που σχετίζονται με γεγονότα (ERPs), επιβεβαίωσαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων δυσλεξικών και ελέγχου. Τα αποτελέσματα μετά την παρέμβαση έδειξαν ότι η ομάδα των δυσλεξικών δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές από την ομάδα ελέγχου σε έξι από τις οκτώ νευροψυχολογικές δοκιμασίες. Τα ηλεκτροφυσιολογικά αποτελέσματα αποκάλυψαν επίσης ότι και οι δύο ομάδες είχαν παρόμοιες καθυστερήσεις P300 σε 12 από τις 15 ηλεκτροεγκεφαλογραφικές θέσεις που αξιολογήθηκαν. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι τα δομημένα προγράμματα αποκατάστασης που εστιάζουν στις οπτικοακουστικές και φωνολογικές διεργασίες, καθώς και στη μνήμη εργασίας, μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τις ικανότητες των παιδιών με δυσλεξία.

Σε έρευνα τους το 2024, οι Zygouris et al. [6] διεξήγαγαν μια μελέτη για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας μιας διαδικτυακής εφαρμογής με την ονομασία «Poke the Reading Ability» (PtRA) στη βελτίωση των αναγνωστικών και γνωστικών επιδόσεων παιδιών με αναγνωστικές δυσκολίες. Στη μελέτη συμμετείχαν 60 παιδιά ηλικίας εννέα έως δώδεκα ετών, με μέσο όρο ηλικίας τα 10.18 έτη. Οι αρχικές αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση δύο συστοιχιών παιχνιδιών: Test-A, ένα ελληνικό τυποποιημένο ψυχομετρικό εργαλείο, και Askisi, μια πρόσφατα σχεδιασμένη συλλογή νευροψυχολογικών δοκιμασιών. Τα εργαλεία αυτά αξιολόγησαν τις αναγνωστικές και γνωστικές ικανότητες των παιδιών πριν και μετά την παρέμβαση.

Η διαδικτυακή εφαρμογή PtRA περιλάμβανε εργασίες που αποσκοπούσαν στην ενίσχυση της οπτικής και ακουστικής μνήμης εργασίας, της φωνολογικής επίγνωσης και αποκωδικοποίησης, της ικανότητας οπτικής διάκρισης και κατανόησης της ανάγνωσης. Μετά την παρέμβαση υπήρξαν σημαντικές βελτιώσεις τόσο στην ανάγνωση όσο και στις γνωστικές ικανότητες και στις εννέα εργασίες ανάγνωσης και στις τρεις εργασίες γνωστικών ικανοτήτων. Η μελέτη αυτή κατέδειξε ότι οι διαδικτυακές παρεμβάσεις όπως η PtRA μπορούν να υποστηρίξουν αποτελεσματικά τα παιδιά με αναγνωστικές δυσκολίες, ιδιαίτερα σε γλώσσες με διαφανή ορθογραφία όπως η ελληνική.

Αντίστοιχα, οι Shanthi et al. [7] προτείνουν μια καινοτόμο λύση με την ονομασία RATSEL, ένα εργαλείο αξιολόγησης βασισμένο σε παιχνίδι με δυνατότητα επαυξημένης πραγματικότητας (AR), το οποίο έχει σχεδιαστεί για να βελτιώσει τις υπάρχουσες μεθοδολογίες σχολικών εξετάσεων και να παρέχει βιώσιμη υποστήριξη σε παιδιά με δυσλεξία. Το RATSEL ενσωματώνει διάφορα υποκειμενικά παιχνίδια που προσφέρουν οπτική και ακουστική βοήθεια, καθιστώντας τις ασκήσεις και τις δραστηριότητες ανάγνωσης πιο κατανοητές και ελκυστικές για τους μαθητές με δυσλεξία. Ο πρωταρχικός στόχος του RATSEL είναι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος αξιολόγησης βασισμένου σε παιχνίδι με τη χρήση τεχνολογίας AR. Η προσέγγιση αυτή αποσκοπεί στη μετατροπή της διαδικασίας αξιολόγησης σε μια πιο ενθαρρυντική και υποστηρικτική εμπειρία για τα παιδιά με δυσλεξία. Αξιοποιώντας την AR, το RATSEL παρέχει μια διαδραστική πλατφόρμα που όχι μόνο βοηθά στη διαδικασία μάθησης αλλά και εξασφαλίζει ότι οι αξιολογήσεις είναι περισσότερο ευθυγραμμισμένες με τις ανάγκες και τις δυνατότητες των μαθητών με δυσλεξία.

Η εργασία των Shanthi et al. αναδεικνύει τις δυνατότητες ενσωμάτωσης των μεθοδολογιών AR και παιχνιδιών στις εκπαιδευτικές πρακτικές για τη σημαντική βελτίωση

των εμπειριών μάθησης και αξιολόγησης των παιδιών με δυσλεξία. Αυτή η καινοτόμος προσέγγιση υπογραμμίζει τη σημασία της χρήσης της τεχνολογίας για τη δημιουργία εκπαιδευτικών περιβαλλόντων χωρίς αποκλεισμούς που ανταποκρίνονται στις διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες.

Για την αξιολόγηση δυσαριθμσίας οι Zygouris et al. [8] δημιούργησαν μια διαδικτυακή εφαρμογή με πολλαπλές δοκιμασίες μαθηματικού περιεχομένου. Χρησιμοποιήθηκαν τεχνολογίες εφαρμογών διαδικτύου, ήτοι HTML5, CSS3, JavaScript και MySQL. Οι δοκιμές ξεκίνησαν με την εκπαίδευση και εξοικείωση των παιδιών με το διαδραστικό περιβάλλον της εφαρμογής. Στη συνέχεια εκτελέστηκαν παιχνίδια οπτικού διαχωρισμού αριθμών, ελέγχου μνήμης εργασίας με απομνημόνευση αριθμητικών ακολουθιών, υπολογιστικά προβλήματα μέσω παρουσίασης αριθμητικών εκφράσεων, έλεγχος αντίληψης μαθηματικής ορολογίας και μαθηματικά προβλήματα για τον έλεγχο των δυνατοτήτων κατανόησης εκφωνήσεων. Στα μαθηματικά προβλήματα τα παιδιά καλούνταν να αποφασίσουν αν το ζητούμενο εξαγόταν μέσω πρόσθεσης, αφαίρεσης, πολλαπλασιασμού ή διαίρεσης. Τα στατιστικά δεδομένα συλλέχθηκαν από 134 παιδιά, εκ των οποίων τα 67 είχαν διαγνωστεί με δυσαριθμσία. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι τα παιδιά με δυσαριθμσία είχαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη μέση βαθμολογία σωστών απαντήσεων και μεγαλύτερη χρονική καθυστέρηση σε όλες τις εργασίες σε σύγκριση με τους μέσους συνομηλίκους τους που συμμετείχαν στην ομάδα σύγκρισης. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι τα παιδιά με δυσαριθμσία παρουσιάζουν γενικευμένες αδυναμίες στα γνωστικά τους συστήματα, επιπλέον των κύριων αριθμητικών αδυναμιών.

Ένα σύστημα ταξινόμησης των ορθογραφικών λαθών μεταξύ των ελληνόφωνων παιδιών, τόσο με όσο και χωρίς δυσλεξία, προτάθηκε από τους Protopapas et al. [9]. Η μελέτη αξιολόγησε τις ορθογραφικές δεξιότητες 542 παιδιών από το γενικό πληθυσμό και 44 παιδιών με δυσλεξία, στις τάξεις 3-4 και 7, χρησιμοποιώντας έναν υπαγορευμένο κατάλογο λέξεων και χωρία κατάλληλα για την ηλικία τους. Τα λάθη κατηγοριοποιήθηκαν σε γενικές γραμμές σε φωνολογικά (γραφοφωνημικές αντιστοιχίες), γραμματικά (κλιτικές καταλήξεις), ορθογραφικά (στελέχη λέξεων), ανάθεση τονισμού (διακριτικά) και στίξη, με περαιτέρω υποδιαίρεση σε συγκεκριμένους τύπους λαθών. Αναλύθηκαν συνολικά 11.364 λάθη και υπολογίστηκε η συχνότητα κάθε τύπου λάθους. Τα μη δυσλεκτικά παιδιά έκαναν κυρίως γραμματικά λάθη και λάθη που σχετίζονται με τον τονισμό, ακολουθούμενα από ορθογραφικά λάθη, ενώ τα φωνολογικά λάθη και τα λάθη στίξης ήταν ελάχιστα. Τα συνήθη

συγκεκριμένα λάθη περιλάμβαναν παράγωγα προσφύματα, διακριτικά τονισμού, επιθήματα κλίσης και ιστορικά βασισμένα ορθογραφία φωνηέντων. Όπως ήταν αναμενόμενο, τα μεγαλύτερα παιδιά έκαναν λιγότερα λάθη, ιδίως στα κλιτικά επιθήματα. Τα παιδιά με δυσλεξία, ωστόσο, παρουσίασαν μεγαλύτερη συχνότητα λαθών στις ίδιες κατηγορίες, αν και τα σχετικά ποσοστά ήταν παρόμοια με τα αντίστοιχα παιδιά χωρίς δυσλεξία. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ορθογραφικά προφίλ των παιδιών με δυσλεξία έμοιαζαν πολύ με εκείνα των μικρότερων παιδιών ή εκείνων με ισοδύναμα επίπεδα ανάγνωσης και φωνολογικής επίγνωσης. Η μελέτη ολοκληρώνεται στο συμπέρασμα ότι τόσο τα δυσλεκτικά όσο και τα μη δυσλεκτικά παιδιά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην εσωτερίκευση των κανονικότητων της ελληνικής ορθογραφίας, ιδίως στα παραγωγικά και κλιτικά πρότυπα. Οι δυσκολίες αυτές είναι πιο έντονες στα παιδιά με δυσλεξία, ευθυγραμμιζόμενες με προηγούμενα ευρήματα σχετικά με την επίμονη φύση των ορθογραφικών προκλήσεων σε αυτή την ομάδα.

2.2 Λογισμικά Αξιολόγησης

Τα λογισμικά αξιολόγησης μπορούν να πάρουν διάφορες μορφές, από απλά ερωτηματολόγια κλίμακας Likert μέχρι και ολόκληρα παιχνίδια. Στη σύγχρονη εποχή, κάθε αξιολόγηση, είτε αποτελείται από ερωτηματολόγιο είτε από παιχνίδι θα αναπτυχθεί σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού ή γλώσσα υπερκειμένου. Τα ερωτηματολόγια μπορούν να γραφούν πολύ εύκολα μέσω των τεχνολογιών διαδικτύου χρησιμοποιώντας γλώσσες όπως είναι η HTML, CSS και JavaScript, καθώς και με τη χρήση ολοκληρωμένων frameworks όπως είναι το NodeJS και η Laravel. Με την σειρά τους, τα λογισμικά αξιολόγησης που λαμβάνουν τη μορφή παιχνιδιών μπορούν επίσης να αναπτυχθούν μέσω τεχνολογιών διαδικτύου, αλλά μπορούν να υλοποιηθούν και μέσω γλωσσών προγραμματισμού όπως είναι η C/C++, Java και η Python.

2.2.α Λογισμικά με τη μορφή ερωτηματολογίων

Το Ερωτηματολόγιο Ιστορικού Ανάγνωσης Ενηλίκων (ARHQ) είναι ένα πολύτιμο εργαλείο διαλογής που έχει σχεδιαστεί για την αξιολόγηση του κινδύνου εμφάνισης αναγνωστικών δυσκολιών, όπως η δυσλεξία, σε ενήλικες [10]. Είναι σημαντικό ότι το εργαλείο αυτό έχει επίσης εφαρμογές για την εκτίμηση του κινδύνου εμφάνισης αναγνωστικών δυσκολιών σε παιδιά, ιδίως σε εκείνα που δεν έχουν ακόμη ξεκινήσει το σχολείο. Είναι γνωστό ότι η δυσλεξία έχει υψηλό παράγοντα κληρονομικότητας, με περίπου 30-60% των παιδιών που γεννιούνται από δυσλεξικό γονέα να είναι πιθανό να αναπτύξουν και τα ίδια την πάθηση. Κατά συνέπεια, η αξιολόγηση του ιστορικού ανάγνωσης των γονέων μπορεί να χρησιμεύσει ως προγνωστικό μέτρο για την εκτίμηση του κινδύνου στα παιδιά τους προσχολικής ηλικίας. Το ARHQ αναπτύχθηκε με τη συλλογή δεδομένων από τους γονείς σχετικά με το δικό τους ιστορικό ανάγνωσης, το οποίο συμπληρώθηκε από άμεσες αξιολογήσεις των αναγνωστικών ικανοτήτων των παιδιών τους. Μια υψηλή βαθμολογία στο ARHQ για έναν γονέα συσχετίζεται με υψηλότερο κίνδυνο το παιδί να αναπτύξει αναγνωστική αναπηρία. Ωστόσο, είναι ζωτικής σημασίας να τονιστεί ότι το ARHQ λειτουργεί αποκλειστικά ως εργαλείο διαλογής και δεν παρέχει επίσημη αξιολόγηση ή διάγνωση ούτε για τον γονέα ούτε για το παιδί. Για τους γονείς που ανησυχούν για την αναγνωστική ανάπτυξη του παιδιού τους, συνιστάται να αναζητήσουν μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση από επαγγελματίες της εκπαίδευσης, αδειούχους παιδοψυχολόγους ή γιατρούς πρωτοβάθμιας περίθαλψης. Αυτές οι αξιολογήσεις μπορούν να παράσχουν μια πιο λεπτομερή κατανόηση των αναγνωστικών ικανοτήτων του παιδιού και να εντοπίσουν τυχόν υποκείμενα ζητήματα που μπορεί να απαιτούν παρέμβαση.

Number	Question
1	How would you compare your current reading speed to that of others of the same age and education?
2	How much reading do you do in conjunction with your work (if retired or not working, how much did you read when you were working?)
3	How much difficulty did you have learning to spell in elementary school?
4	How would you compare your current spelling to that of others of the same age and education?
5	Did your parents ever consider having you repeat any grades in school due to academic failure (not illness)?
6	Do you ever have difficulty remembering people's names or names of places?
7	Do you have difficulty remembering addresses, phone numbers, or dates?
8	Do you have difficulty remembering complex verbal instructions?
9	Do you currently reverse the order of letters or numbers when you read or write?
10	How many books do you read for pleasure each year?
11	How many magazines do you read for pleasure each month?
12	Do you read daily (Monday-Friday) newspapers?
13	Do you read a newspaper on Sunday?
14	Which of the following most nearly describes your attitude toward school when you were a child

Εικόνα 1: Συλλογή ερωτήσεων του ελέγχου ARHQ.

Συνεχίζοντας το θέμα των εργαλείων διαλογής για τη δυσλεξία, το Ερωτηματολόγιο Μαθησιακών Δυσκολιών του Κολοράντο - Υποκλίμακα Ανάγνωσης (CLDQ-R) είναι ένα άλλο βασικό εργαλείο που έχει σχεδιαστεί για να μετρά τον κίνδυνο αναγνωστικών δυσκολιών σε παιδιά σχολικής ηλικίας [11]. Οι κανονιστικές βαθμολογίες για το CLDQ-R αναπτύχθηκαν με βάση τις αναφορές των γονέων για τα παιδιά τους ηλικίας 6-18 ετών, καθώς και τις πραγματικές αξιολογήσεις ανάγνωσης των παιδιών αυτών. Ο Willcutt και οι συνεργάτες του διαπίστωσαν ότι το CLDQ-R είναι τόσο αξιόπιστο όσο και έγκυρο για τον εντοπισμό παιδιών που διατρέχουν κίνδυνο για αναγνωστικές δυσκολίες.

Όπως και με το ARHQ, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το CLDQ-R χρησιμεύει μόνο ως εργαλείο διαλογής και δεν αποτελεί επίσημη αξιολόγηση ή διάγνωση. Οι γονείς που έχουν ανησυχίες σχετικά με την αναγνωστική πρόοδο του παιδιού τους θα πρέπει να επικοινωνήσουν με το σχολείο του παιδιού τους, έναν αδειούχο παιδοψυχολόγο ή τον γιατρό πρωτοβάθμιας περίθαλψης του παιδιού για να προχωρήσουν σε ενδελεχή αξιολόγηση. Τέτοιες αξιολογήσεις είναι απαραίτητες για την κατανόηση της συγκεκριμένης φύσης τυχόν αναγνωστικών δυσκολιών και για την ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών παρέμβασης.

2.2.β Λογισμικά με τη μορφή παιχνιδιών

Τα τελευταία χρόνια, οι αξιολογήσεις που βασίζονται σε παιχνίδια έχουν αναδειχθεί ως μια καινοτόμος και αποτελεσματική προσέγγιση για τον έλεγχο της δυσλεξίας, ιδίως στα παιδιά. Αυτές οι αξιολογήσεις αξιοποιούν τη συναρπαστική και διαδραστική φύση των παιχνιδιών για την αξιολόγηση βασικών γνωστικών και γλωσσικών δεξιοτήτων που σχετίζονται με τη δυσλεξία, όπως η φωνολογική επίγνωση, η μνήμη εργασίας και η ταχύτητα επεξεργασίας. Με την ενσωμάτωση αυτών των παιχνιδιών σε μορφή παιχνιδιού, τα παιδιά είναι πιο πιθανό να συμμετάσχουν πρόθυμα και να αποδώσουν τα μέγιστα των δυνατοτήτων τους, καθώς η εμπειρία μοιάζει περισσότερο με παιχνίδι παρά με παραδοσιακές εξετάσεις.

Τα εργαλεία διαλογής δυσλεξίας που βασίζονται σε παιχνίδια είναι σχεδιασμένα ώστε να είναι φιλικά προς το χρήστη και προσβάσιμα, συχνά διαθέσιμα σε διαδικτυακές πλατφόρμες ή κινητές συσκευές. Χρησιμοποιούν μια ποικιλία εργασιών και προκλήσεων που

είναι προσεκτικά σχεδιασμένες ώστε να μετρούν συγκεκριμένες δεξιότητες χωρίς να προκαλούν αδικαιολόγητο άγχος ή ανησυχία στο παιδί. Αυτή η προσέγγιση όχι μόνο κάνει τη διαδικασία ελέγχου πιο ευχάριστη για τα παιδιά, αλλά παρέχει επίσης πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τις ικανότητές τους που σχετίζονται με την ανάγνωση σε ένα νατουραλιστικό και ελκυστικό περιβάλλον.

Το εργαλείο Lucid Rapid [12] αποτελείται από τρία ευχάριστα και φιλικά τεστ που αποτελούν ευαίσθητους γνωστικούς δείκτες της δυσλεξίας. Κάθε στοιχείο διαλογής έχει τυποποιηθεί ξεχωριστά, ώστε να μεγιστοποιείται η ακρίβεια στην ανίχνευση της δυσλεξίας και να αποφεύγεται το ενδεχόμενο τα δυσλεκτικά παιδιά να «ξεγλιστρούν από το δίχτυ». Το Rapid αποτελείται από τέσσερις επιμέρους δοκιμασίες:

1. Φωνολογική επεξεργασία, για ηλικίες μεταξύ 4 και 15 ετών.
2. Μνήμη εργασίας, για ηλικίες μεταξύ 4 και 15 ετών.
3. Ικανότητα αποκωδικοποίησης φωνημάτων, για ηλικίες μεταξύ 8 και 15 ετών.
4. Μνήμη συνδυασμού οπτικοακουστικών πληροφοριών, για ηλικίες μεταξύ 4 και 7 ετών.

Οι αναφορές αποτελεσμάτων είναι διαθέσιμες αμέσως, ενσωματώνοντας την αυτόματη ερμηνεία των εμπειρογνομόνων και δίνοντας μια σαφή ένδειξη της πιθανότητας δυσλεξίας σε κάθε περίπτωση. Τα αποτελέσματα του Rapid μπορούν να ενσωματωθούν αυτόματα σε πιο λεπτομερή προγράμματα διάγνωσης της δυσλεξίας και το συνοδευτικό εγχειρίδιο παρέχει συμβουλές για τα επόμενα βήματα και τις παρεμβάσεις μετά τον έλεγχο.



Εικόνα 2: Παράδειγμα διεπαφών εργαλείου Lucid Rapid.

Το λογισμικό Dyslexia Quest [13] απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας 5 με 16 ετών. Μπορεί να διεξαχθεί διαδικτυακά και διαρκεί τουλάχιστον 20 λεπτά. Το εργαλείο παρέχει μια αναφορά των μαθησιακών ικανοτήτων που συσχετίζονται με την δυσλεξία. Ο μικρός χρόνος διεξαγωγής του τεστ και η μορφή του παρακινεί τους μαθητές να δώσουν τον καλύτερο τους εαυτό, χωρίς καν να συνειδητοποιούν ότι αξιολογούνται.



Εικόνα 3: Λογότυπο λογισμικού Dyslexia Quest

Οι μαθητές σκαρφαλώνουν στα έξι επίπεδα του «Yeti Mountain», καθένα από τα οποία προσφέρει ένα διαφορετικό τεστ γνωστικών ικανοτήτων, από τη μνήμη μέχρι την ταχύτητα επεξεργασίας και τη φωνημική επίγνωση. Το προφίλ του μαθητή που προκύπτει επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς και τους διευθυντές να εντοπίζουν τους μαθητές που κινδυνεύουν από δυσλεξία. Υπάρχουν 3 μονοπάτια για να ανέβει το παιδί στο Yeti Mountain, παίζοντας παιχνίδια που δοκιμάζουν 6 τομείς μάθησης και μνήμης. Μόνο ένα μονοπάτι θα πρέπει να παίζεται κάθε φορά με τουλάχιστον 2 μήνες διάλειμμα μεταξύ κάθε σειράς - συνιστούμε μία φορά ανά τετράμηνο. Αυτό επιτρέπει στους γονείς και τους εκπαιδευτικούς να συγκρίνουν τα αποτελέσματα και να παρακολουθούν την πρόοδο και την ανταπόκριση στην παρέμβαση. Η δομή του εργαλείου έχει ως εξής:

1. **Έλεγχος οπτικής μνημονικής ικανότητας λέξεων:** το παιχνίδι διαλέγει λέξεις στις οποίες γίνονται συχνά ορθογραφικά λάθη, αφήνει τον παίκτη να τις μελετήσει και στη συνέχεια του ζητά να βρει την σωστή αντιστοιχία (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Παράδειγμα ελέγχου οπτικής μνημονικής ικανότητας με την αγγλική λέξη "rhythm".

2. **Έλεγχος ακουστικής μνημονικής ικανότητας:** Ο παίκτης ακούει μια σειρά από οδηγίες τις οποίες πρέπει ύστερα να ακολουθήσει με τη σωστή σειρά (Εικόνα 5, πάνω δεξιά).
3. **Έλεγχος οπτικής μνημονικής ικανότητας σχημάτων:** Ο παίκτης βλέπει μια ακολουθία από σύμβολα και στη συνέχεια καλείται να βρει τη σωστή αντιστοιχία (Εικόνα 5, κάτω δεξιά).
4. **Ταχύτητα επεξεργασίας:** Ο παίκτης πρέπει να αντιστοιχίσει μια σειρά από σύμβολα σε αριθμούς.
5. **Φωνολογική αντίληψη:** Ο παίκτης πρέπει να διαχειριστή και να ταξινομήσει φωνήματα.
6. **Μνήμη εργασίας:** Ο παίκτης ακούει μια σειρά από αριθμούς και στη συνέχεια πρέπει να την παραθέσει με την ανάποδη σειρά.



Εικόνα 5: Στιγμιότυπο διαφόρων παιχνιδιών της εφαρμογής Dyslexia Quest.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Προτεινόμενο Σύστημα

3.1 Σχεδιασμός Παιχνιδιών

Το σύστημα το οποίο αποτελεί το βασικό στοιχείο της παρούσας πτυχιακής αποσκοπεί στην αξιολόγηση μαθητών της Γ Δημοτικού χρησιμοποιώντας τεστ σε μορφή παιχνιδιών [14]. Τα παιχνίδια είναι ειδικά σχεδιασμένα ώστε να μελετούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τόσο μαθησιακών δυσκολιών όσο και γνωστικών λειτουργιών. Η αυτοσυγκράτηση των συμμετεχόντων, η ακουστική και οπτική μνήμη εργασίας, η φωνολογική διάκριση, η διάκριση γραφήματος-φωνήματος και η οπτική διάκριση αξιολογήθηκαν με τη χρήση ενός συνόλου έξι παιχνιδιών. Πριν από την κύρια διαδικασία αξιολόγησης, τα παιδιά ολοκλήρωσαν ένα εκπαιδευτικό έργο (training project) που αποσκοπούσε στην εξοικείωσή τους με τη διαδικασία αξιολόγησης. Κατά τη διάρκεια αυτής της εκπαίδευσης, τα παιδιά έκαναν κλικ σε μια εικόνα για να εξασκηθούν στη χρήση του ποντικιού και να εξοικειωθούν με τη διαδικασία. Η διαδικασία της εκπαίδευσης αξιολογεί τον ανασταλτικό έλεγχο των παιδιών, δηλαδή την ικανότητά τους να μην δρουν παρορμητικά. Για παράδειγμα, ένα παιδί που του ζητείται να σύρει το ποντίκι πάνω από ένα αντικείμενο, αλλά αυτό το σύρει στον κενό χώρο και πιέζει το πλήκτρο. Η συμπεριφορά αυτή εμφανίζει παρορμητικά χαρακτηριστικά, και πρέπει να σημειωθεί.

Η κύρια φάση αξιολόγησης αποτελείται από τα έξι βασικά παιχνίδια που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ένα από τα παιχνίδια τους ζητά να αναγνωρίσουν μια εικόνα-στόχο από ένα σύνολο πέντε εικόνων που παρουσιάζονταν τυχαία. Μέσω ενός δεύτερου παιχνιδιού αξιολογείται η οπτική μνήμη εργασίας. Το παιχνίδι ξεκινά εμφανίζοντας 22 ακολουθίες αριθμών, ξεκινώντας από το τρία και φτάνοντας μέχρι το οκτώ. Στη συνέχεια, τα παιδιά καλούνται να ανακαλέσουν και να εισάγουν αυτούς τους αριθμούς χρησιμοποιώντας ένα αριθμητικό πληκτρολόγιο με πλήκτρα από το 0 έως το 9. Το παιχνίδι τερματίζει εάν τα παιδιά δεν καταφέρουν να θυμηθούν δύο διαδοχικές ακολουθίες ή τρεις ακολουθίες συνολικά.

Ένα από τα παιχνίδια εξετάζει την ακουστική μνήμη εργασίας. Οι κανόνες του παιχνιδιού είναι παρόμοιοι με τους αντίστοιχους κανόνες στο παιχνίδι ελέγχου οπτικής μνήμης εργασίας, αλλά αντί οι αριθμοί να αναγράφονται στην οθόνη, αυτοί αναπαράγονται από τα ηχεία. Στο παιχνίδι διάκρισης φωνημάτων γραφήματος, τα παιδιά πρέπει να επιλέξουν το

φώνημα που αντιστοιχεί σε ένα δεδομένο γράφημα από τρεις επιλογές. Το παιχνίδι φωνολογικής διάκρισης περιλαμβάνει την ακρόαση μιας λέξης και την επιλογή της σωστής μεταξύ δύο συχνά χρησιμοποιούμενων, δισύλλαβων λέξεων. Τέλος, το παιχνίδι οπτικής διάκρισης παρουσιάζει στα παιδιά διαγράμματα ή μοτίβα που είχαν ελλείποντα μέρη. Στόχος του παιχνιδιού είναι τα παιδιά να επιλέξουν το σωστό κομμάτι από διάφορες επιλογές για να συμπληρώσουν κάθε μοτίβο.

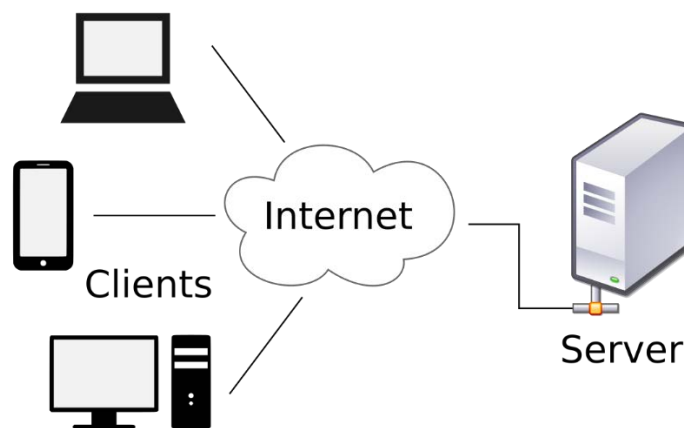
Στόχος των ερωτήσεων του παιχνιδιού είναι να αξιολογήσουν τις γνωστικές ικανότητες των συμμετεχόντων. Συγκεκριμένα τα πρώτα τέσσερα παιχνίδια έχουν σκοπό να αξιολογήσουν την μνήμη εργασίας, τόσο οπτική όσο και ακουστική. Το πρώτο παιχνίδι αξιολογεί την οπτική μνήμη εργασίας, καθώς το παιδί πρέπει να δει τους αριθμούς στο δένδρο και να τους ανακαλέσει ώστε να τους πληκτρολογήσει σωστά. Το δεύτερο παιχνίδι αξιολογεί την ακουστική μνήμη εργασίας, καθώς το παιδί πρέπει να ακούσει τους αριθμούς και να τους ανακαλέσει. Ο διαχωρισμός φωνημάτων και γραφημάτων, τόσο για μεμονωμένα γράμματα όσο και για ολόκληρες λέξεις αξιολογεί επίσης την μνήμη εργασίας, για να διαπιστωθεί αν το παιδί μπορεί και να θυμηθεί το φώνημα, και να το αντιστοιχίσει στο κατάλληλο γράφημα. Τέλος, το παιχνίδι συμπλήρωσης μοτίβου αξιολογεί την γνωστική ευελιξία του παιδιού, δηλαδή την ικανότητά του να συνδυάζει πληροφορίες για να προβεί σε λογικά συμπεράσματα.

3.2 Τεχνολογίες υλοποίησης

Για να βελτιώσουμε την περιγραφόμενη διαδικασία και να επεκτείνουμε την προσβασιμότητά της σε ένα ευρύτερο φάσμα μαθητών, η εφαρμογή μας χρειάζεται συνεχή επικοινωνία μεταξύ του πελάτη και του κεντρικού εξυπηρετητή που τη φιλοξενεί. Μετά την ολοκλήρωση κάθε δοκιμής, τα αποτελέσματα των χρηστών αποθηκεύονται για μελλοντική ανασκόπηση. Ως εκ τούτου, επιλέξαμε ένα ελάχιστο σύνολο θεμελιωδών, ανθεκτικών και αποτελεσματικών τεχνολογιών ανάπτυξης ιστού, δίνοντας προτεραιότητα στην επαναχρησιμοποίηση του κώδικα και στην ικανότητα διατήρησης και βελτίωσης της λειτουργικότητας για την κάλυψη μελλοντικών απαιτήσεων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν οι γλώσσες HTML5, CSS, JavaScript και MySQL.

3.2.α Μοντέλο Πελάτη-Εξυπηρετητή

Το κλασικό μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή αποτελείται από δύο λογικές οντότητες, μια για κάθε ρόλο, οι οποίες συνήθως βρίσκονται σε διαφορετικά φυσικά υπολογιστικά συστήματα. Κάθε εξυπηρετητής έχει την δυνατότητα να εξυπηρετεί πολλαπλούς πελάτες [15]. Στην περίπτωση που οι διεργασίες πελάτη και εξυπηρετητή εκτελούνται σε διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα, τότε το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί κατακεντρωμένο. Το πιο δημοφιλές κατακεντρωμένο σύστημα είναι το Διαδίκτυο, το οποίο αποτελεί μια μεγάλη κατακεντρωμένη εφαρμογή αποτελούμενη από φυλλομετρητές και το σύνολο των εξυπηρετητών διαδικτυακών εφαρμογών.



Εικόνα 6: Μοντέλο συστήματος πελάτη-εξυπηρετητή

Η υλοποίηση μιας εφαρμογής με την χρήση του μοντέλου πελάτη-εξυπηρετητή απαιτεί τον σχεδιασμό και προγραμματισμό και των δυο λογικών οντοτήτων. Ο πελάτης είναι ένα πρόγραμμα που εκτελείται στον τοπικό υπολογιστή και ζητάει υπηρεσία από τον εξυπηρετητή. Ένα πρόγραμμα-πελάτης είναι ένα πεπερασμένο πρόγραμμα που σημαίνει ότι η υπηρεσία ξεκινάει από τον χρήστη και τερματίζεται όταν ολοκληρωθεί η υπηρεσία. Από την άλλη, ο εξυπηρετητής είναι ένα πρόγραμμα που εκτελείται στο απομακρυσμένο μηχάνημα και παρέχει υπηρεσίες στους πελάτες. Όταν ο πελάτης ζητάει μια υπηρεσία, τότε ο εξυπηρετητής ανοίγει την πόρτα για τις εισερχόμενες αιτήσεις, αλλά ποτέ δεν ξεκινάει την υπηρεσία. Σε αντίθεση με το πρόγραμμα πελάτη, ένα πρόγραμμα εξυπηρετητή είναι ένα άπειρο πρόγραμμα που σημαίνει ότι όταν ξεκινάει, εκτελείται άπειρα, εκτός αν προκύψει

κάποιο πρόβλημα. Ο εξυπηρετητής περιμένει τα εισερχόμενα αιτήματα από τους πελάτες. Όταν το αίτημα φτάσει στον εξυπηρετητή, τότε αυτός απαντά στο αίτημα.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του μοντέλου πελάτη-εξυπηρετητή είναι ότι η κεντρική αρχιτεκτονική του διευκολύνει την προστασία των δεδομένων με ελέγχους πρόσβασης που επιβάλλονται από πολιτικές ασφαλείας. Επίσης, δεν έχει σημασία αν οι πελάτες και ο εξυπηρετητής υπάρχουν στο ίδιο λειτουργικό σύστημα, επειδή τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω πρωτοκόλλων πελάτη-εξυπηρετητή που δεν διαφέρουν από τις πλατφόρμες. Σημαντικό μειονέκτημα του μοντέλου είναι ότι εάν πάρα πολλοί πελάτες ζητούν ταυτόχρονα δεδομένα, ο εξυπηρετητής μπορεί να υπερφορτωθεί. Αυτό μπορεί να προκαλέσει συμφόρηση του δικτύου ή να οδηγήσει σε άρνηση παροχής υπηρεσιών.

3.2.6 HTML5

Η HTML5, η βασική τεχνολογική γλώσσα σήμανσης του Παγκόσμιου Ιστού, χρησιμοποιήθηκε για τη δόμηση κάθε σελίδας και τη διασφάλιση της κατάλληλης παρουσίασης του περιεχομένου [16]. Ως άμεσος διάδοχος της HTML, η HTML5 περιλαμβάνει πλήθος χαρακτηριστικών που είναι απαραίτητα για την υλοποίηση μιας διαδικτυακής πλατφόρμας όπως η δική μας. Υποστηρίζει τους πιο πρόσφατους κωδικοποιητές πολυμέσων, χειρίζεται σφάλματα ώστε οι παλαιότεροι φυλλομετρητές να μπορούν να παρακάμπτουν τις νέες δομές της HTML5, διευκολύνει την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ εγγράφων για την επικοινωνία μεταξύ εγγράφων σε διαφορετικούς τομείς και προσφέρει αποθήκευση DOM για την αποθήκευση δεδομένων στο πρόγραμμα περιήγησης ιστού είτε μόνιμα είτε για τη διάρκεια κάθε συνεδρίας.

3.2.γ CSS

Η γλώσσα CSS χρησιμοποιήθηκε για την ωραιοποίηση κάθε ιστοσελίδας. Η γραφική αναπαράσταση κάθε παιχνίδι είναι ζωτικής σημασίας, καθώς διασφαλίζει ότι οι χρήστες παραμένουν συγκεντρωμένοι και δεν αποσπάται η προσοχή τους κατά την ολοκλήρωση των παιχνιδιών. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην παλέτα χρωμάτων, η οποία προσαρμόζεται

ανάλογα με το φύλο του χρήστη, ενσωματώνοντας λεπτές χρωματικές αλλαγές για να αποφευχθεί η μονοτονία.

CSS σημαίνει Cascading style sheets. Βασικός στόχος της γλώσσας είναι να περιγράφει στον χρήστη πώς να εμφανίζει τα στοιχεία HTML στην οθόνη με τη σωστή μορφή. Η CSS είναι η γλώσσα που χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση των εγγράφων HTML [16]. Με απλά λόγια, τα cascading style sheets είναι μια γλώσσα που χρησιμοποιείται για την απλοποίηση της διαδικασίας δημιουργίας μιας ιστοσελίδας. Πέρα από την ωριοποίηση των περιεχομένων μιας ιστοσελίδας, η γλώσσα CSS χρησιμοποιείται για την βελτιστοποίηση τους. Παρέχει ενημερώσεις ώστε η ιστοσελίδα μας να λειτουργεί κατάλληλα. Με τη βοήθεια της CSS, μπορούμε να δημιουργήσουμε και να εφαρμόσουμε κανόνες μέσα στην ιστοσελίδα. Αν δημιουργήσουμε ξεχωριστά το σχεδιασμό μιας ιστοσελίδας, μπορούμε να κάνουμε αλλαγές στο style sheet μας και αυτό θα επηρεάσει όλα τα style sheets. Η CSS βοηθά στην ταχύτερη λήψη της σελίδας, επειδή όταν κατεβάζουμε μια σελίδα, λαμβάνουμε την προσωρινή μνήμη που βοηθάει στη φόρτωση μιας σελίδας, αλλά με τη βοήθεια των CSS, μπορούμε να οδηγήσουμε στη φόρτωση μιας ελαφρύτερης σελίδας που βοηθάει στη βελτίωση της απόδοσης.

3.2.8 JavaScript

Η JavaScript χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της λειτουργικότητας της εφαρμογής. Ως δυναμική γλώσσα προγραμματισμού, η JavaScript αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο των σύγχρονων προγραμμάτων περιήγησης [16], επιτρέποντας την εκτέλεση σεναρίων από την πλευρά του πελάτη που αλληλεπιδρούν με τις επιλογές του χρήστη και ενημερώνουν το περιεχόμενο του εγγράφου σε πραγματικό χρόνο. Υποστηρίζει στυλ προγραμματισμού με βάση το συμβάν, λειτουργικό και προστακτικό προγραμματισμό, καθιστώντας την ευέλικτη για διάφορες εργασίες. Η JavaScript επιτρέπει λειτουργίες όπως η επικύρωση φορμών, οι διαδραστικοί χάρτες και τα κινούμενα σχέδια. Με την έλευση πλαισίων και βιβλιοθηκών όπως το React, το Angular και το Vue.js, η JavaScript έχει γίνει ακόμη πιο ισχυρή, διευκολύνοντας την ανάπτυξη σύνθετων εφαρμογών ιστού με βελτιωμένη απόδοση και εμπειρία χρήστη.

3.2.ε Java Servlets

Η διαχείριση της επικοινωνίας μεταξύ του πελάτη και του εξυπηρετητή έγινε με servlets Java που εκτελούνταν μέσω του πρωτοκόλλου HTTP (HTTP servlets). Τα Java Servlets είναι προγράμματα από την πλευρά του εξυπηρετητή που επεκτείνουν τις δυνατότητες των διακομιστών που φιλοξενούν εφαρμογές στις οποίες η πρόσβαση γίνεται μέσω ενός μοντέλου προγραμματισμού αίτησης-απόκρισης. Αποτελούν μέρος της Java Enterprise Edition (Java EE) και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία δυναμικού διαδικτυακού περιεχομένου. Τα servlets χειρίζονται αιτήματα από πελάτες (συνήθως προγράμματα περιήγησης στο διαδίκτυο), τα επεξεργάζονται και παράγουν απαντήσεις, συνήθως με τη μορφή HTML.

Ένα servlet εκτελείται από την πλευρά του εξυπηρετητή, μέσα σε έναν container ιστού (όπως ο Apache Tomcat, ο Jetty ή ο WildFly), ο οποίος διαχειρίζεται τον κύκλο ζωής του servlet, συμπεριλαμβανομένης της αρχικοποίησης, της εκτέλεσης της υπηρεσίας και της καταστροφής του. Τα servlet ακολουθούν έναν σαφώς καθορισμένο κύκλο ζωής: αρχικοποιούνται με την κλήση της μεθόδου `init`, χειρίζονται αιτήματα μέσω της μεθόδου `service` (η οποία μπορεί να καλεί τις μεθόδους `doGet`, `doPost`, `doPut`, `doDelete` κ.λπ., ανάλογα με τον τύπο του αιτήματος HTTP) και τερματίζονται με τη μέθοδο `destroy`.

Τα servlets είναι εξαιρετικά ευέλικτα, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να υλοποιούν σύνθετη επιχειρησιακή λογική, να αλληλεπιδρούν με βάσεις δεδομένων, να διαχειρίζονται συνεδρίες και πολλά άλλα. Αξιοποιούν τη γλώσσα προγραμματισμού Java, γνωστή για την ευρωστία, τη φορητότητα και την επεκτασιμότητά της. Μέσω της χρήσης των Java Server Pages (JSP) και των JavaBeans, τα servlets μπορούν να διαχειριστούν αποτελεσματικά τη δημιουργία δυναμικού περιεχομένου και να διαχωρίσουν την επιχειρηματική λογική από την παρουσίαση.

3.2.στ MySQL

Για την αποθήκευση των αποτελεσμάτων των παιχνιδιών αξιοποιήθηκε μια βάση δεδομένων MySQL. Αυτή η βάση δεδομένων επιτρέπει στον εξεταστή να επανεξετάζει και να

αναλύει τα προηγούμενα αποτελέσματα για κάθε μαθητή, να εξάγει συμπεράσματα με βάση ένα μεγαλύτερο σύνολο δεδομένων και να υπολογίζει δυναμικά τους μέσους όρους για κάθε δοκιμή στο πλαίσιο της συνολικής διαδικασίας.

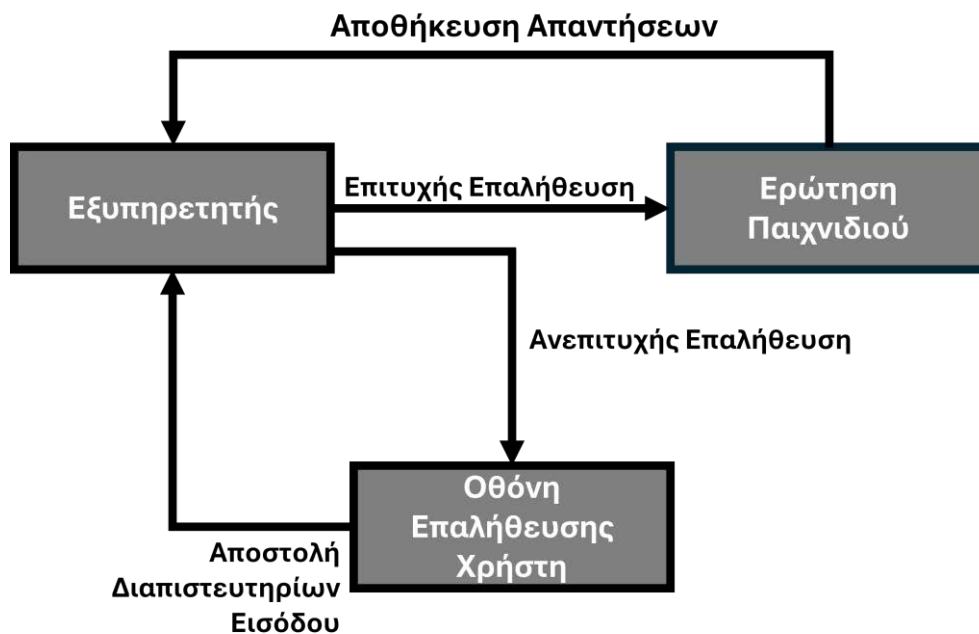
Η MySQL είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (RDBMS – Relational Database Management System) ανοικτού κώδικα που αναπτύχθηκε από την Oracle Corporation. Είναι γνωστό για την αξιοπιστία, την επεκτασιμότητα και την ευκολία χρήσης του [16]. Η MySQL υποστηρίζει την τυπική γλώσσα SQL (Structured Query Language) και χρησιμοποιείται συνήθως σε διαδικτυακές εφαρμογές για την αποθήκευση και τη διαχείριση δεδομένων. Διαθέτει αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή, όπου ο εξυπηρετητής χειρίζεται την αποθήκευση και τη διαχείριση της βάσης δεδομένων και οι πελάτες αλληλεπιδρούν με τη βάση δεδομένων μέσω ερωτημάτων SQL. Η MySQL αποτελεί αναπόσπαστο μέρος πολλών τεχνολογιών ιστού, συμπεριλαμβανομένης της στοίβας LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP/Python/Perl), καθιστώντας την δημοφιλή επιλογή για προγραμματιστές και επιχειρήσεις για την αποτελεσματική διαχείριση των δεδομένων τους.

3.3 Υλοποίηση και Λειτουργία Συστήματος

Το σύστημα αποτελείται από τρεις βασικές οντότητες: τον εξυπηρετητή, το πρόγραμμα παιχνιδιού και την οθόνη επαλήθευσης διαπιστευτηρίων χρήστη. Αρχικά σχεδιάστηκαν τα παιχνίδια με βάση την απαραίτητη βιβλιογραφία. Οι οθόνες των παιχνιδιών σχεδιάστηκαν με την χρήση των τεχνολογιών διαδικτύου για την ελκυστική εμφάνιση προς τα παιδιά και την ορθή επικοινωνία τους με τον εξυπηρετητή. Ένα παιχνίδι αποτελεί μια φόρμα συλλογής δεδομένων, όπου τα δεδομένα αντιστοιχούν στις απαντήσεις του παιδιού. Τα δεδομένα αυτά δομούνται και αποστέλλονται στην βάση δεδομένων για αποθήκευση. Κάθε παιχνίδι υλοποιείται σε ξεχωριστή οντότητα (module). Οι οντότητες συνδέονται μέσω μιας δομής διπλά συνδεδεμένης λίστας, επιτρέποντας την αμφίδρομη εναλλαγή τους από τον χρήστη. Κάθε παιχνίδι αποτελεί έναν πίνακα SQL, όπου κάθε πλειάδα του πίνακα αποτελείται από τις ιδιότητες κωδικού (id), ερωτήσεων παιχνιδιού (game questions) και σωστής απάντησης (correct answer). Κάθε φορά που ένας χρήστης ολοκληρώνει ένα παιχνίδι αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων, σε ξεχωριστό πίνακα, ένας κωδικός χρήστη (id), ένα όνομα παίκτη

(player name), ο αριθμός των σωστά απαντημένων ερωτήσεων (correct answers), ο χρόνος απάντησης σε όσες απαντήσεις έχει σημασία και ο συνολικός χρόνος παιχνιδιού (Εικόνα 7).

Στη συνέχεια υλοποιήθηκε η διαδικασία επαλήθευσης διαπιστευτηρίων χρήστη, για την ασφαλή σύνδεση στην πλατφόρμα. Τα διαπιστευτήρια συλλέγονται από μια φόρμα HTML και αποστέλλονται προς τον εξυπηρετητή, για τη σύγκριση με τα αντίστοιχα στοιχεία χρήστη από την βάση δεδομένων (Εικόνα 7). Αν τα στοιχεία ταυτίζονται, τότε ο χρήστης μεταβαίνει στην οθόνη παιχνιδιού.



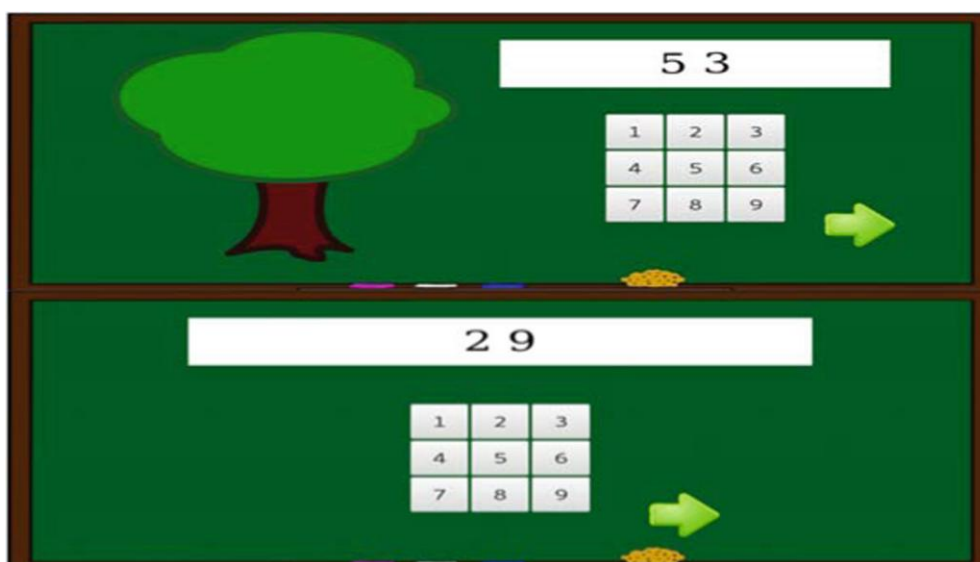
Εικόνα 7: Δομικό Διάγραμμα Συστήματος Υλοποίησης.

Το κλείσιμο μιας καρτέλας κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού οδηγεί στον τερματισμό της συνόδου (session) μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή. Η σύνδεση μεταξύ των δύο οντοτήτων είναι χωρίς διατήρηση της κατάστασης (stateless), το οποίο επιταχύνει την επικοινωνία, αλλά μειώνει την εμπειρία χρήσης. Ο τερματισμός της συνόδου αναγκάζει τον χρήστη να ξεκινήσει το παιχνίδι ξανά από την αρχή.

Η συνέχιση του παιχνιδιού από το σημείο διακοπής μπορεί να προστεθεί στο παιχνίδι με τη χρήση cookies, τα οποία επιτρέπουν την εκτέλεση λειτουργιών των συνδέσεων με διατήρηση κατάστασης (stateful) σε συνδέσεις χωρίς διατήρηση κατάστασης. Τα cookies είναι μικρά αρχεία κειμένου τα οποία αποθηκεύει ένας ιστότοπος στον υπολογιστή του πελάτη όταν γίνεται μια σύνδεση. Σκοπός των αρχείων cookies είναι η ενημέρωση του

εξυπηρετητή για προηγούμενη δραστηριότητα του επισκεπτόμενου. Συνήθως περιγράφουν στοιχεία όπως τα διαπιστευτήρια εισόδου (όνομα χρήστη και κωδικός πρόσβασης), ρυθμίσεις εξατομίκευσης ιστοτόπου (φωτεινό/σκοτεινό θέμα) και πρόοδος παιχνιδιού.

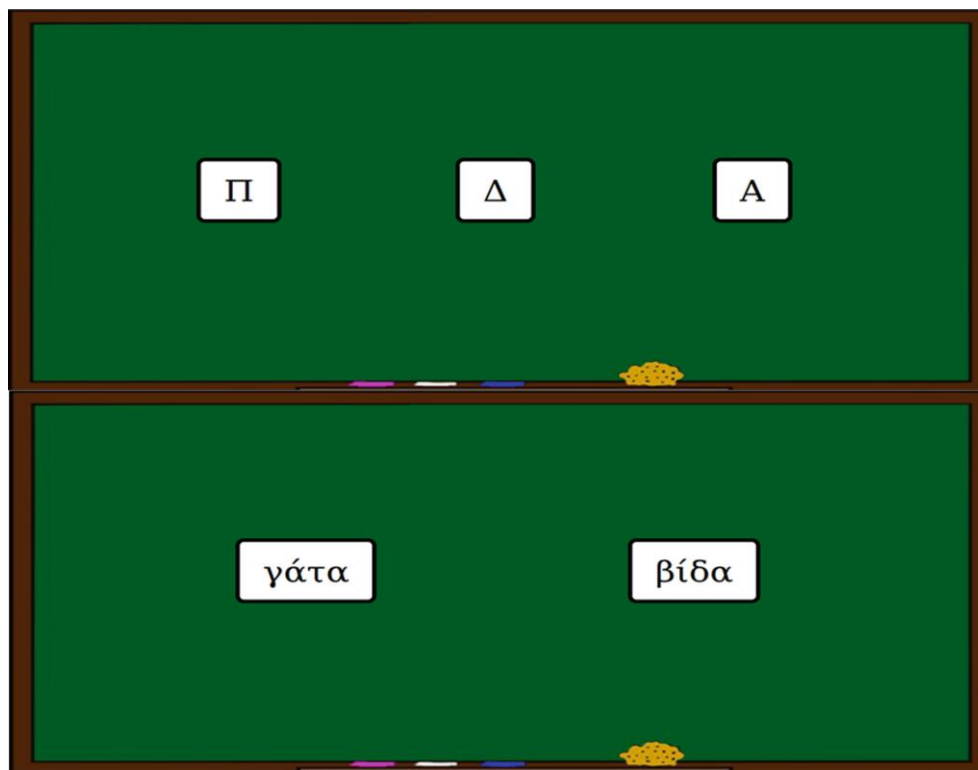
Στην Εικόνα 8 βλέπουμε δύο στιγμιότυπα οθόνης για τα παιχνίδια που εξετάζουν την μνήμη εργασίας του παιδιού. Η δοκιμασία που τίθεται είναι τόσο οπτική (πάνω στιγμιότυπο) όσο και ακουστική (κάτω στιγμιότυπο). Στο πρώτο παιχνίδι, το παιδί πρέπει να χρησιμοποιήσει το ποντίκι ώστε να επιλέξει τα κατάλληλα νούμερα για την αναπαγωγή ακολουθιών αριθμών. Αν το παιδί δεν μπορέσει να αναπαραγάγει επιτυχώς τουλάχιστον 2 ακολουθίες, τότε το παιχνίδι τερματίζεται. Αντίστοιχα, στο δεύτερο παιχνίδι, το παιδί καλείται να χρησιμοποιήσει τους αριθμούς για να κατασκευάσει τις ακολουθίες που του δίνονται εξ ακοής.



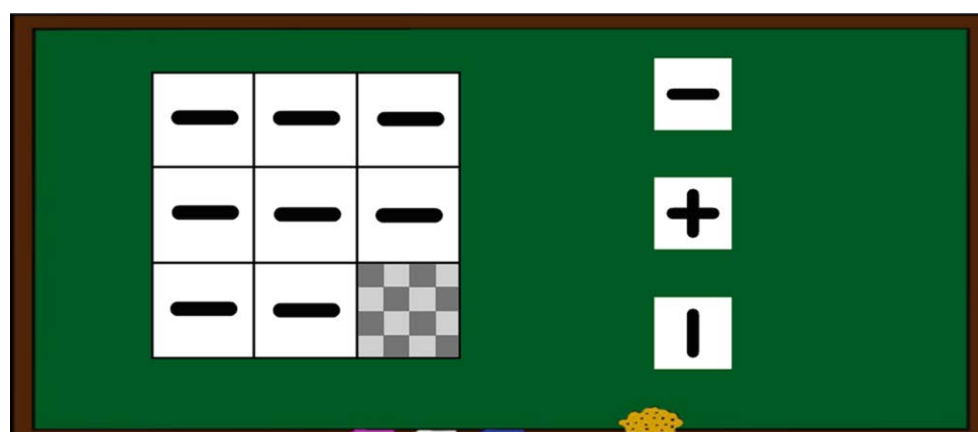
Εικόνα 8: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη διάρκεια παιχνιδιού. Παιχνίδι οπτικοακουστικής δοκιμασίας.

Στην Εικόνα 9 βλέπουμε επίσης δύο στιγμιότυπα από δύο παιχνίδια του συστήματος. Το πάνω παιχνίδι καλεί το παιδί να επιλέξει το κατάλληλο γράφημα για το φώνημα το οποίο του υπαγορεύεται. Το παιδί πρέπει να σύρει το ποντίκι πάνω από το κατάλληλο γράφημα για να θεωρηθεί επιτυχής ή ανεπιτυχής η δοκιμασία. Στο κάτω στιγμιότυπο, το παιδί καλείται να ξεχωρίσει φωνολογικά τις λέξεις, από τις οποίες η μία του δίνεται ηχητικά. Αντίστοιχα, στην Εικόνα 10 βλέπουμε μια οπτική δοκιμασία, όπου το παιδί καλείται να συμπληρώσει το μοτίβο, σέρνοντας το κατάλληλο πλακίδιο στην θέση που του υποδεικνύεται. Το κατάλληλο

πλακίδιο του δίνεται ανάμεσα σε άλλες δύο επιλογές, εξετάζοντας την ικανότητά του να διακρίνει τις διαφορές στα σχήματα, τόσο του μοτίβου, όσο και τον επιλογών.



Εικόνα 9: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη διάρκεια παιχνιδιού. Παιχνίδι αντιστοίχισης γραφημάτων και φωνημάτων (πάνω). Παιχνίδι φωνολογικού διαχωρισμού (κάτω).



Εικόνα 10: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη διάρκεια παιχνιδιού. Παιχνίδι συμπλήρωσης μοτίβου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Συμπεράσματα

Η επιτυχής υλοποίηση του συστήματος αξιολόγησης δυσλεξίας για παιδιά Γ Δημοτικού ανέδειξε τις δυνατότητες των τεχνολογιών διαδικτύου στην υποστήριξη των διαδικασιών αξιολόγησης μαθησιακών δυσκολιών. Η υλοποίηση συστημάτων που υποβοηθούν την διαδικασία αξιολόγησης της δυσλεξίας αποτελεί πολύ σημαντικό μέρος στην διερεύνηση μεθόδων που δρουν θετικά στις προσπάθειες βελτίωσης της ποιότητας εκπαίδευσης των παιδιών. Μέσω του συνδυασμού του χώρου των ηλεκτρονικών παιχνιδιών και των συστημάτων αξιολόγησης είναι εφικτή η ευκολότερη λήψη αποτελεσμάτων και η παραγωγή συμπερασμάτων για τις μεθοδολογίες που προτείνονται.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] International Dyslexia Association, "Definition of Dyslexia," International Dyslexia Association, 2002. [Online]. Available: <https://dyslexiaida.org/definition-of-dyslexia/>.
- [2] W. P. Morgan, "A Case of Congenital Word Blindness," *British medical journal*, 1896.
- [3] Institute of Multi-Sensory Education, "What is IMSE's Program," IMSE, 2024. [Online]. Available: <https://www.orton-gillingham.com/approach/>.
- [4] Wikipedia, "Geschwind–Galaburda hypothesis," Wikipedia, 2024. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Geschwind–Galaburda_hypothesis.
- [5] N. C. Zygouris, E. Avramidis, A. V. Karapetsas and G. I. Stamoulis, "Differences in dyslexic students before and after a remediation program: A clinical neuropsychological and event related potential study," *Applied Neuropsychology: Child*, vol. 7, no. 3, pp. 235-244, 2017.
- [6] A. Striftou, N. C. Zygouris, F. Vlachos, P. Patrikelis and L. Messinis, "The effectiveness of a reading and cognitive task-based Web delivered intervention program for children with reading difficulties," *Applied Neuropsychology: Child*, pp. 1-12, 2024.
- [7] S. Shanthi, P. Vijay, S. Sam blesswin, S. Sahithya and R. Sreevarshini, "RATSEL: A Game-Based Evaluating Tool for the Dyslexic Using Augmented Reality Gamification," *Information and Communication Technology for Competitive Strategies*, vol. 400, pp. 727-736, 2023.
- [8] N. C. Zygouris, F. Vlachos, A. N. Dadaliaris, P. Oikonomou, G. I. Stamoulis, D. Vavougios, E. Nerantzaki and A. Striftou, "A Neuropsychological Approach of Developmental Dyscalculia and a Screening Test Via a Web Application," *iJEP*, vol. 7, no. 4, 2017.
- [9] A. Protopapas, A. Fakou, S. Drakopoulou, C. Skaloumbakas and A. Mouzaki, "What do spelling errors tell us? Classification and analysis of errors made by Greek schoolchildren with and without dyslexia," *Reading and Writing*, vol. 26, pp. 615-646, 2013.
- [10] D. Lefly and B. F. Pennington, "Reliability and Validity of the Adult Reading History Questionnaire," *Journal of Learning Disabilities*, vol. 33, no. 3, pp. 286-296, 2000.
- [11] E. G. Willcutt, R. Boada, M. W. Riddle, N. Chhabildas, J. C. DeFries and B. F. Pennington, "Colorado Learning Difficulties Questionnaire: validation of a parent-report screening measure," *Psychological Assessment*, vol. 23, no. 3, pp. 778-791, 2011.
- [12] "Dyslexia Lucid Test and Screening Tools For Schools," Transformation Trust, [Online]. Available: <https://www.dyslexiadaily.com/dyslexia-screening-lucid-testing/>.
- [13] "Dyslexia Quest," Nessy Learning, 2024. [Online]. Available: <https://www.nessy.com/en-gb/product/dyslexia-quest-home>.
- [14] N. C. Zygouris, K. Botsoglou, A. N. Dadaliaris, G. Dimitriou, D. Trontsios, G. I. Stamoulis and D. Vavougios, "Screening Executive Functions of Preschool Children via a Web Application," in *23rd International Conference on Interactive Collaborative Learning*, 2021.
- [15] D. E. Comer and D. L. Stevens, Δικτυακός Προγραμματισμός, IQN, 2005, p. 676.
- [16] R. Nixon, Learning PHP, MySQL, JavaScript, CSS & HTML5, O'Reilly Media, Inc., 2014.
- [17] World Health Organization, "International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF," World Health Organization.

- [18] American Psychiatric Association, "Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV-TR)," American Psychiatric Association.
- [19] M. Rosselli, E. Matute, N. Pinto and A. Ardila, "Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia," *Developmental neuropsychology*, vol. 30, no. 3, pp. 801-818, 2006.
- [20] K. Landerl, A. Bevan and B. Butterworth, "Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year-old students," *Cognition*, vol. 93, no. 2, pp. 99-125, 2004.
- [21] A. Caramazza, R. Capasso and G. Miceli, "The role of the graphemic buffer in reading," *Cognitive Neuropsychology*, vol. 13, no. 5, pp. 673-698, 1996.