

## ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

### ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

#### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας για την  
αξιολόγηση του μαθήματος της Φυσικής Ε' Δημοτικού»



Της φοιτήτριας  
Μπούκλα Στυλιανής  
Αρ. Μητρώου: 174925

Επιβλέπων  
Κεραμόπουλος Ευκλείδης  
Καθηγητής

Ημερομηνία 26-01-2025

Τίτλος Δ.Ε.: «Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας για την αξιολόγηση του μαθήματος Φυσικής της Ε' Δημοτικού»

Κωδικός Δ.Ε.: 22296

Όνοματεπώνυμο φοιτήτριας: Μπούκλα Στυλιανή

Όνοματεπώνυμο εισηγητή: Κεραμόπουλος Ευκλείδης

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε.: 25-10-2022

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε.: 26-01-2025

*Βεβαιώνω ότι είμαι η συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς, είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.*

*Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Μπούκλα Στυλιανής που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δε σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας της συγγραφέως/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση της συγγραφέως/δημιουργού.*

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.



## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας για την αξιολόγηση του μαθήματος Φυσικής της Ε' Δημοτικού» εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2024-2025 στα πλαίσια των προπτυχιακών μου σπουδών στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος. Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του Δρ. Ευκλείδη Κεραμόπουλου, του οποίου η καθοδήγηση και υποστήριξη υπήρξαν ανεκτίμητες.

## Περίληψη

Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές σε πολλούς τομείς της καθημερινής μας ζωής, συμπεριλαμβανομένης και της εκπαίδευσης. Μια από τις πιο καινοτόμες τεχνολογίες που έχουν εισαχθεί στον εκπαιδευτικό τομέα είναι η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ). Η ΕΠ είναι μια τεχνολογία που συνδυάζει τον πραγματικό κόσμο με τον εικονικό, προσφέροντας μια νέα εμπειρία διδασκαλίας και μάθησης.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, η παρουσίαση του μαθήματος της Φυσικής στους μαθητές του δημοτικού μπορεί να αντιμετωπιστεί με έναν πιο ενδιαφέροντα και διαδραστικό τρόπο, καθώς επίσης και η αξιολόγησή τους, παρέχοντας εξελιγμένες εκπαιδευτικές εμπειρίες και αξιολογώντας τους μαθητές με πιο συναρπαστικό τρόπο. Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη: την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας με τα παιχνίδια αξιολόγησης για τους μαθητές και την εφαρμογή των δασκάλων για την παρακολούθηση της προόδου των μαθητών τους και τη δημιουργία και επεξεργασία εκπαιδευτικών quiz για την αξιολόγηση τους.

Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της ΕΠ, οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα και περιβάλλοντα που αναπαράγουν φυσικά φαινόμενα και πειράματα. Για παράδειγμα, μπορούν να παρακολουθήσουν την επιρροή του φωτός πάνω σε αντικείμενα και να εξετάσουν ηλεκτρονικά κυκλώματα. Από την άλλη, οι δάσκαλοι μπορούν να παρακολουθούν την εξέλιξη κάθε μαθητή, έχοντας μια ολοκληρωμένη άποψη της κατανόησης και της προόδου τους, καταφέροντας με αυτόν τον τρόπο να προσφέρουν μια πιο εξατομικευμένη διδασκαλία. Ακόμα μπορούν να δημιουργούν και να διαχειρίζονται διάφορα quiz αξιολόγησης, ανάλογα με τις ανάγκες του μαθήματος.

Σχετικά με τη δομή της εργασίας, αυτή απαρτίζεται από έξι ενότητες. Στην πρώτη ενότητα, αναλύεται ο σκοπός και οι στόχοι της παρούσας εργασίας. Στη δεύτερη, γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια της Επαυξημένης Πραγματικότητας και την εφαρμογή της στην εκπαίδευση. Η τρίτη ενότητα ασχολείται με την παρουσίαση και ανάλυση των προγραμμάτων υλοποίησης των εφαρμογών και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξή τους. Στις επόμενες δύο, γίνεται λεπτομερής ανάλυση της κάθε εφαρμογής και των δυνατοτήτων τους. Στην τελευταία ενότητα, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας καθώς και οι προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις και επεκτάσεις των δύο εφαρμογών.

Συνοψίζοντας, η εργασία προτείνει μια καινοτόμο τεχνολογία που μπορεί να ενισχύσει τη διάθεση για μάθηση και την αξιολόγηση των μαθητών του δημοτικού σχολείου, καθώς και να αναβαθμίσει την παρακολούθηση της προόδου τους από τους δασκάλους τους, ανοίγοντας νέους ορίζοντες για την εκπαίδευση.

# «Augmented Reality application for the evaluation of the 5th Grade Physics course»

«Boukla Styliani»

## **Abstract**

The evolution of technology has brought about significant changes in many areas of our daily lives, including education. One of the most innovative technologies that have been introduced in the educational sector is Augmented Reality (AR). AR is a technology that combines the real world with the virtual world, offering a new teaching and learning experience.

In this thesis, the presentation of physics to primary school students can be addressed in a more interesting and interactive way, as well as their assessment, providing sophisticated educational experiences and assessing students in a more engaging way. My work consists of two parts: the augmented reality application with assessment games for students and the teachers' application for monitoring their students' progress.

Using AR technology, students can interact with virtual objects and environments that reproduce natural phenomena and experiments. For example, they can observe the influence of light on objects and examine electronic circuits. On the other hand, teachers can monitor the progress of each student, having a comprehensive view of their understanding and progress, thus managing to offer a more individualized teaching. They can still create and administer quizzes for their assessment, depending on the needs of the course.

Regarding the structure of the paper, it is composed of six sections. In the first section, the purpose and objectives of this paper are discussed. In the second, an introduction to the concept of Augmented Reality and its application in education is given. The third section deals with the presentation and analysis of the applications' implementation programmes and the technologies used for their development. In the next two sections, a detailed analysis of each application and its capabilities is provided. Lastly, in the final one, the conclusions of the paper are presented as well as the recommendations for future improvements and extensions of the two applications.

In summary, this paper promotes an innovative technology that can enhance the enjoyment of learning and assessment of primary school students, as well as enhance the monitoring of their progress by teachers, opening up new horizons for education.

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Ευκλείδη Κεραμόπουλο για τη βοήθεια που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της Διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια Δρ. Βολιώτη Χριστίνα για την πολύτιμη βοήθειά της σε κάποια κομμάτια της εργασίας μου.

# Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iv
Περίληψη.....	v
Abstract.....	vi
Ευχαριστίες.....	vii
Περιεχόμενα.....	viii
Κατάλογος Σχημάτων.....	x
Συντομογραφίες.....	xiii
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....	1
1.1 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	1
1.2 Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	1
Κεφάλαιο 2ο: Τεχνολογική Ανασκόπηση και Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	3
2.1 Εισαγωγή.....	3
2.2 Εικονική Πραγματικότητα.....	3
2.3 Επαυξημένη Πραγματικότητα.....	4
2.4 Διαφορές Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	5
2.5 Εκπαίδευση και Επαυξημένη Πραγματικότητα: Συνδυάζοντας Καινοτομία και Μάθηση.....	6
2.6 Παραδείγματα Εφαρμογής της Επαυξημένης Πραγματικότητας στον Εκπαιδευτικό Χώρο.....	6
2.6.1 EmoFindAR.....	7
2.6.2 Calory Battle AR.....	8
2.7 Ανάλυση Πλεονεκτημάτων Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση.....	9
2.8 Προκλήσεις της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση.....	10
2.9 Συμπεράσματα.....	11
Κεφάλαιο 3ο: Πλατφόρμες Υλοποίησης Εφαρμογών.....	13
3.1 Εισαγωγή.....	13
3.2 Unity.....	13
3.2.1 Εγκατάσταση.....	13
3.2.2 Λειτουργίες Πλατφόρμας.....	14
3.2.3 Vuforia.....	16
3.2.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα.....	19
3.2.5 Παρόμοιες Πλατφόρμες.....	20
3.3 Blender.....	20
3.3.1 Εγκατάσταση.....	21
3.3.2 Λειτουργίες και Χαρακτηριστικά.....	22
3.3.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα.....	24
3.3.4 Παρόμοιες Πλατφόρμες.....	25
3.4 Android Studio.....	25
3.4.1 Εγκατάσταση.....	26
3.4.2 Περιγραφή και Ανάλυση Λειτουργιών.....	26
3.4.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα.....	31
3.4.4 Παρόμοιες Πλατφόρμες.....	32
3.5 Συμπεράσματα.....	32

Κεφάλαιο 4ο: Παιχνίδια Αξιολόγησης Μαθητών με χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	33
4.1 Εισαγωγή.....	33
4.2 Περιγραφή Εφαρμογής.....	33
4.2.1 Σύνδεση και Εγγραφή.....	33
4.2.2 Μενού Εφαρμογής.....	35
4.2.3 Προφίλ Χρήστη.....	36
4.2.4 Λίστα Quiz.....	38
4.2.5 Πόντοι και Βαθμολόγηση.....	39
4.2.6 Ανάλυση Παιχνιδιών AR.....	39
4.2.7 Δομή Quiz.....	50
4.2.8 Scoreboard.....	53
4.2.9 Αποσύνδεση Χρήστη.....	54
4.3 Σχεδιασμός στο Unity.....	55
4.3.1 UI Design.....	55
4.3.2 Δημιουργία 3D Παιχνιδιών.....	56
4.3.3 Vuforia.....	60
4.4 Σχεδιασμός στο Blender.....	61
4.5 Συμπεράσματα.....	63
Κεφάλαιο 5ο: Εφαρμογή Οπτικοποίησης Δεδομένων Αξιολόγησης Android.....	65
5.1 Εισαγωγή.....	65
5.2 Περιγραφή Εφαρμογής.....	65
5.2.1 Σύνδεση στην Εφαρμογή.....	65
5.2.2 Αρχική Οθόνη.....	67
5.2.3 Μενού.....	67
5.2.4 Στοιχεία Μαθητών.....	68
5.2.5 Προσθήκη Νέου Μαθητή.....	70
5.2.6 Προφίλ Μαθητή.....	73
5.2.7 Επεξεργασία/Διαγραφή Μαθητή.....	74
5.2.8 Λίστα/Προσθήκη Quizzes.....	75
5.2.9 Πληροφορίες Quiz.....	77
5.2.10 Διαχείριση Quiz.....	78
5.2.11 Στατιστικά.....	81
5.2.12 Ειδοποιήσεις.....	81
5.2.13 Αποσύνδεση.....	83
5.3 Firebase.....	84
5.3.1 Cloud Firestore.....	84
5.3.2 Authentication.....	86
5.4 Συμπεράσματα.....	87
Κεφάλαιο 6ο: Συμπεράσματα και Προτάσεις Βελτίωσης.....	89
6.1 Συμπεράσματα.....	89
6.2 Προτάσεις για Επεκτάσεις Βελτίωσης Εφαρμογών.....	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	93

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Εικονική Πραγματικότητα (VR).....	4
Σχήμα 2.2: Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR).....	5
Σχήμα 2.3: Διεπαφή EmoFindAR.....	8
Σχήμα 2.4: Διεπαφή και παιχνίδια στο Calory Battle AR.....	9
Σχήμα 3.1: Οθόνη σύνδεσης Unity Hub.....	14
Σχήμα 3.2: Projects και Editor installs ανά έκδοση.....	14
Σχήμα 3.3: Δημιουργία νέου project.....	15
Σχήμα 3.4: Περιβάλλον Unity Editor.....	15
Σχήμα 3.5: Επιλογές για Game Objects.....	16
Σχήμα 3.6: Target Manager του Vuforia.....	17
Σχήμα 3.7: Επιλογές Vuforia Engine στο Unity.....	18
Σχήμα 3.8: Vuforia Configuration στην AR Camera.....	18
Σχήμα 3.9: Ιδιότητες του Image Target.....	19
Σχήμα 3.10: Κύριο μενού στο Blender.....	21
Σχήμα 3.11: Περιβάλλον επεξεργασίας στο Blender.....	22
Σχήμα 3.12: Εργαλεία για μοντελοποίηση.....	23
Σχήμα 3.13: Επιλογές λειτουργιών προβολής.....	23
Σχήμα 3.14: Υποστηριζόμενα αρχεία για εισαγωγή και εξαγωγή.....	24
Σχήμα 3.15: Αρχικό μενού Android Studio.....	26
Σχήμα 3.16: Μενού δημιουργίας project.....	27
Σχήμα 3.17: Στοιχεία νέου project.....	27
Σχήμα 3.18: Περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών Android Studio.....	28
Σχήμα 3.19: Έγγραφο Manifest.....	29
Σχήμα 3.20: Build.gradle αρχεία.....	29
Σχήμα 3.21: Εικονική συσκευή στον emulator.....	30
Σχήμα 3.22: Device manager - Λίστα συσκευών.....	30
Σχήμα 3.23: Git - Καρτέλα διαχείρισης αλλαγών.....	31
Σχήμα 4.1: Οθόνη σύνδεσης και μηνύματα λάθους.....	34
Σχήμα 4.2: Οθόνη εγγραφής και μηνύματα λάθους.....	35
Σχήμα 4.3: Κεντρικό μενού.....	36
Σχήμα 4.4: Οθόνη προφίλ μαθητή.....	37
Σχήμα 4.5: Οθόνη αλλαγής κωδικού πρόσβασης.....	37
Σχήμα 4.6: Λίστα με τα διαθέσιμα Quiz.....	38
Σχήμα 4.7: Παιχνίδι - Αγωγοί και μονωτές.....	39
Σχήμα 4.8: Vuforia target για το παιχνίδι.....	40
Σχήμα 4.9: Παιχνίδι - Φτιάξε το κύκλωμα.....	41
Σχήμα 4.10: Vuforia target για το παιχνίδι.....	42
Σχήμα 4.11: Παιχνίδι - Άναψε το λαμπάκι.....	42
Σχήμα 4.12: Vuforia target για το παιχνίδι.....	43
Σχήμα 4.13: Παιχνίδι - Βρες τον Σωστό Πόλο.....	43
Σχήμα 4.14: Vuforia target για το παιχνίδι.....	44

Σχήμα 4.15: Παιχνίδι - Βρες ποιος φωτίζεται.....	45
Σχήμα 4.16: Vuforia target για το παιχνίδι.....	46
Σχήμα 4.17: Παιχνίδι - Φως ή Σκιά; Ανακάλυψε τα υλικά.....	46
Σχήμα 4.18: Vuforia target για το παιχνίδι.....	47
Σχήμα 4.19: Παιχνίδι - Ακολούθησε τη Σκιά.....	47
Σχήμα 4.20: Vuforia target για το παιχνίδι.....	48
Σχήμα 4.21: Παιχνίδι - Πού Πάει το Φως; Ανάκλαση, διάχυση, απορρόφηση.....	49
Σχήμα 4.22: Vuforia target για το παιχνίδι.....	50
Σχήμα 4.23: Αρχική εικόνα Quiz.....	50
Σχήμα 4.24: Ενημερωτικό παράθυρο με τις οδηγίες του παιχνιδιού.....	51
Σχήμα 4.25: Ενημερωτικό παράθυρο αποτυχίας παιχνιδιού.....	52
Σχήμα 4.26: Ενημερωτικό παράθυρο επιτυχίας παιχνιδιού.....	52
Σχήμα 4.27: Ενημερωτικό παράθυρο επιτυχίας/αποτυχίας Quiz.....	53
Σχήμα 4.28: Πίνακας πόντων όλων των μαθητών.....	54
Σχήμα 4.29: Ερώτηση επιβεβαίωσης για αποσύνδεση.....	54
Σχήμα 4.30: Επιλογές για UI design.....	55
Σχήμα 4.31: Στοιχεία σκηνής της εφαρμογής.....	56
Σχήμα 4.32: Λίστα 3D αντικειμένων.....	56
Σχήμα 4.33: Λίστα των materials.....	57
Σχήμα 4.34: Λίστα των scripts.....	57
Σχήμα 4.35: Script κατά την υποβολή του Quiz.....	58
Σχήμα 4.36: Κλάσεις για τον μαθητή και τους βαθμούς.....	59
Σχήμα 4.37: Script σύνδεσης στον λογαριασμό.....	59
Σχήμα 4.38: Βάση δεδομένων για Vuforia targets.....	60
Σχήμα 4.39: Ρυθμίσεις για Image Target.....	61
Σχήμα 4.40: Καλώδια κυκλώματος.....	61
Σχήμα 4.41: Μπαταρίες και σβήστρα με κυρτές γωνίες.....	62
Σχήμα 4.42: Καλώδια κυκλώματος.....	62
Σχήμα 4.43: Αριθμοί, γράμματα και σύμβολα 3D.....	63
Σχήμα 5.1: Οθόνη σύνδεσης εφαρμογής.....	66
Σχήμα 5.2: Παράθυρο επαναφοράς κωδικού πρόσβασης.....	66
Σχήμα 5.3: Αρχική οθόνη.....	67
Σχήμα 5.4: Μενού.....	68
Σχήμα 5.5: Λίστα μαθητών.....	69
Σχήμα 5.6: Λίστα μαθητών.....	70
Σχήμα 5.7: Οθόνη προσθήκης μαθητή.....	71
Σχήμα 5.8: Κώδικας ενέργειας Προσθήκης.....	72
Σχήμα 5.9: Κώδικας προσθήκης δεδομένων στη βάση.....	72
Σχήμα 5.10: Προφίλ μαθητή - Γενικές πληροφορίες.....	73
Σχήμα 5.11: Προφίλ μαθητή - Ιστορικό βαθμολογιών.....	73
Σχήμα 5.12: Προφίλ μαθητή - Φίλτρα και ταξινόμηση βαθμολογιών.....	74
Σχήμα 5.13: Δυνατότητες διαχείρισης μαθητή.....	74
Σχήμα 5.14: Επεξεργασία στοιχείων μαθητή.....	75
Σχήμα 5.15: Παράθυρο διαγραφής μαθητή.....	75

Σχήμα 5.16: Λίστα δημιουργημένων quiz.....	76
Σχήμα 5.17: Οθόνη προσθήκης νέου quiz.....	77
Σχήμα 5.18: Αναλυτικά στοιχεία quiz.....	78
Σχήμα 5.19: Δυνατότητες διαχείρισης quiz.....	78
Σχήμα 5.20: Επεξεργασία στοιχείων quiz.....	79
Σχήμα 5.21: Παράθυρο διαγραφής quiz.....	79
Σχήμα 5.22: Κώδικας επεξεργασίας quiz.....	80
Σχήμα 5.23: Κώδικας διαγραφής quiz.....	80
Σχήμα 5.24: Οθόνη στατιστικών.....	81
Σχήμα 5.25: Ειδοποίηση ολοκλήρωσης Quiz.....	82
Σχήμα 5.26: Αρχικοποίηση των ειδοποιήσεων.....	82
Σχήμα 5.27: Υλοποίηση νέας ειδοποίησης.....	83
Σχήμα 5.28: Κλήση για δημιουργία ειδοποίησης.....	83
Σχήμα 5.29: Αποσύνδεση.....	83
Σχήμα 5.30: Βάση δεδομένων Cloud Firestore.....	84
Σχήμα 5.31: Συλλογές “Chapters” και “Classes”.....	85
Σχήμα 5.32: Συλλογή “Student”.....	85
Σχήμα 5.33: Συλλογή “Quizzes”.....	86
Σχήμα 5.34: Συλλογή “Grades”.....	86
Σχήμα 5.35: Βάση χρηστών στο Authentication.....	87

## Συντομογραφίες

ΕΠΠ	Εικονική Πραγματικότητα
ΕΠ	Επαυξημένη Πραγματικότητα
VR	Virtual Reality
AR	Augmented Reality
Μ.Ο.	Μέσος Όρος

# Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

## 1.1 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Η εξέλιξη της τεχνολογίας στις μέρες μας έχει φέρει ανατροπές σε κάθε πτυχή της καθημερινής μας ζωής. Ένας τομέας που έχει επωφεληθεί σημαντικά από την πρόοδο αυτή είναι και η εκπαίδευση. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (ΕΠ) στον εκπαιδευτικό χώρο έχει ανοίξει νέες δυνατότητες για την αποτελεσματική μάθηση και αξιολόγηση των μαθητών. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα διπλωματική εργασία αναζητά τρόπους να ενσωματώσει την τεχνολογία της ΕΠ στο μάθημα της Φυσικής στην Ε' δημοτικού, με στόχο την εκπαιδευτική βελτίωση και την πιο διασκεδαστική διαδικασία αξιολόγησης για τους μαθητές, καθώς και την καλύτερη παρακολούθηση της προόδου τους.

Η βασική ιδέα αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να δημιουργηθεί ένα παιχνίδι βασισμένο στην επαυξημένη πραγματικότητα, το οποίο θα επιτρέπει στα παιδιά του δημοτικού να αξιολογηθούν μέσα από την αναπαράσταση διαφόρων ασκήσεων σε μορφή quiz, στον εικονικό χώρο. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές μπορούν να παίζουν και να αλληλεπιδράσουν με φυσικά αντικείμενα, φαινόμενα και καταστάσεις, ενθαρρύνοντας την περιέργεια και την ενεργό συμμετοχή. Παράλληλα, αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να παρακολουθούν την πρόοδο των μαθητών και να προσαρμόζουν τη διδασκαλία ανάλογα με τις ανάγκες τού κάθε παιδιού. Αυτό επιτυγχάνεται με μία ακόμη εφαρμογή, η οποία περιέχει αναλυτικές πληροφορίες της προόδου κάθε μαθητή μέσα από τις ασκήσεις που έχουν ολοκληρώσει. Επίσης, έχουν πλήρη έλεγχο και δυνατότητα διαχείρισης των quiz στα οποία οι μαθητές αξιολογούνται.

Συνοψίζοντας, η παρούσα διπλωματική εργασία αναζητά νέους τρόπους εκπαίδευσης και αξιολόγησης στον τομέα της Φυσικής Επιστήμης μέσω της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας. Μέσα από τη δημιουργία ενός διαδραστικού παιχνιδιού, στοχεύει στην ενίσχυση της μάθησης και την ανάπτυξη ενδιαφέροντος για την επιστήμη στους μαθητές του δημοτικού. Επιπλέον, με την εφαρμογή των δασκάλων, προσφέρει αναλυτικές λεπτομέρειες της προόδου για κάθε μαθητή έτσι ώστε να επιτευχθεί πιο στοχευμένη εκπαιδευτική προσέγγιση απέναντί του. Μέσω αυτής της προσέγγισης, επιδιώκεται η δημιουργία μιας εκπαιδευτικής εμπειρίας που συνδυάζει την παραδοσιακή διδασκαλία με τη σύγχρονη τεχνολογία, προετοιμάζοντας τους μαθητές για τις προκλήσεις του μέλλοντος.

## 1.2 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από τρία βασικά μέρη, το θεωρητικό υπόβαθρο, τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση των android εφαρμογών και τέλος την παρουσίαση αυτών και των λειτουργιών τους. Πιο συγκεκριμένα αποτελείται από έξι κεφάλαια όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Πρώτο Κεφάλαιο, Εισαγωγή:** Παρέχει μια συνολική επισκόπηση της βασικής ιδέας των δύο εφαρμογών, καθώς και τον ρόλο της Επαυξημένης Πραγματικότητας στη μία εκ των δύο. Παράλληλα, αναλύει τον σκοπό και τη δομή της εργασίας.
- **Δεύτερο Κεφάλαιο, Τεχνολογική Ανασκόπηση και Θεωρητικό Υπόβαθρο:** Σε αυτό το κεφάλαιο χτίζεται μία θεωρητική βάση γύρω από τις έννοιες εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα, καθώς και γίνεται ανάλυση των δυνατοτήτων τους και λειτουργιών τους.

## Κεφάλαιο 1

- **Τρίτο Κεφάλαιο, Πλατφόρμες Υλοποίησης Εφαρμογών:** Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται λεπτομερώς οι πλατφόρμες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση των δύο εφαρμογών. Συγκεκριμένα, αναφέρονται οι δυνατότητες κάθε πλατφόρμας, τα εργαλεία που επιλέχθηκαν όπως και ο τρόπος λειτουργίας τους.
- **Τέταρτο Κεφάλαιο, Παιχνίδι Αξιολόγησης Μαθητών με χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας:** Γίνεται παρουσίαση και ανάλυση της εφαρμογής των μαθητών στην οποία περιέχονται τα παιχνίδια Επαυξημένης Πραγματικότητας πάνω στα οποία γίνεται η αξιολόγησή τους.
- **Πέμπτο Κεφάλαιο, Εφαρμογή Οπτικοποίησης Δεδομένων Αξιολόγησης:** Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται εκτενής περιγραφή της εφαρμογής των εκπαιδευτικών, η οποία περιλαμβάνει δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από την προαναφερθείσα εφαρμογή με χρήση ΕΠ, έτσι ώστε οι εκπαιδευτικοί να έχουν μία πλήρη εικόνα για τη εξέλιξη του κάθε μαθητή.
- **Έκτο Κεφάλαιο, Συμπεράσματα και Προτάσεις Βελτίωσης:** Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα για τις εφαρμογές που έχουν παρουσιαστεί παραπάνω και οι προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις και επέκτασή τους.

## Κεφάλαιο 2ο: Τεχνολογική Ανασκόπηση και Θεωρητικό Υπόβαθρο

### 2.1 Εισαγωγή

Καθώς βυθιζόμαστε στον ρυθμό της σύγχρονης πραγματικότητας, νέες διαστάσεις αποκαλύπτονται μέσα από έννοιες που συνδυάζουν τον ψηφιακό με τον φυσικό κόσμο. Η εικονική πραγματικότητα (ΕΙΠ), η επαυξημένη πραγματικότητα (ΕΠ) και η μεικτή πραγματικότητα (ΜΠ) δημιουργούν ένα ισχυρό θεμέλιο τεχνολογικής καινοτομίας που ανοίγει πλούσιο φάσμα δυνατοτήτων σε πολλούς τομείς, όπως και στον εκπαιδευτικό χώρο. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν οι παραπάνω έννοιες, θα παρουσιαστούν οι τρόποι εφαρμογής τους στην εκπαίδευση αλλά και το εύρος των δυνατοτήτων τους. Επίσης θα αναφερθούν τα οφέλη που προσφέρουν και θα διερευνηθούν τυχόν μειονεκτήματα και αδυναμίες.

### 2.2 Εικονική Πραγματικότητα

Η εικονική πραγματικότητα (ΕΙΠ) ή αλλιώς Virtual Reality (VR) είναι ένας τρισδιάστατος, ψηφιακός κόσμος τον οποίο ένα άτομο μπορεί να εξερευνήσει και να αλληλεπιδράσει με αυτόν. Το εικονικό περιβάλλον μπορεί είτε να αποτελείται εξ ολοκλήρου από έναν τεχνητό κόσμο, είτε να είναι μία αναπαράσταση του αληθινού. Μέσα σε αυτόν, οι χρήστες θα έχουν τη δυνατότητα να βυθιστούν πλήρως στην εμπειρία που προσφέρει, εξερευνώντας τον από διαφορετικές οπτικές γωνίες και αλληλεπιδρώντας με τα διάφορα αντικείμενα που περιέχει. Για να το πετύχουν αυτό, οι χρήστες θα πρέπει να φορέσουν ένα ειδικό VR headset, το οποίο συχνά συνδυάζεται με χειριστήρια ή και άλλα εξαρτήματα, δίνοντάς τους την ευκαιρία να ζήσουν μια μοναδικά ρεαλιστική εμπειρία [1][8].

Η τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας στηρίζεται σε 4 βασικά στοιχεία, το προσομοιωμένο περιβάλλον, την αντίληψη, τις φυσικές δεξιότητες και τον εξοπλισμό αισθητήρων. Το περιβάλλον προσομοίωσης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι μια δυναμική τρισδιάστατη εικόνα που δημιουργείται από έναν υπολογιστή και παρουσιάζεται στον χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Η αντίληψη σημαίνει ότι το ιδανικό σύστημα VR θα πρέπει να έχει την ικανότητα της ανθρώπινης αντίληψης, δηλαδή εκτός από την οπτική αντίληψη που δημιουργείται μέσω της τεχνολογίας γραφικών υπολογιστή, να περιλαμβάνονται επίσης αισθήσεις όπως η ακοή, η αφή, η αίσθηση της δύναμης, η κίνηση, ακόμη και η όσφρηση και η γεύση. Όλες αυτές οι αισθήσεις συνδυαστικά αποκαλούνται πολυ-αισθητηριακή εμπειρία. Οι φυσικές δεξιότητες αναφέρονται στις κινήσεις του χρήστη όπως η στροφή του κεφαλιού, η κίνηση των ματιών, οι χειρονομίες ή άλλες ανθρώπινες συμπεριφορές. Ο υπολογιστής επεξεργάζεται τα δεδομένα μετά τις ενέργειες του χρήστη και ανταποκρίνεται σε πραγματικό χρόνο, ανατροφοδοτώντας τις πέντε αισθήσεις του. Τέλος, ο εξοπλισμός αισθητήρων αναφέρεται στα εξαρτήματα που χρειάζεται ο χρήστης για να αλληλεπιδράσει με τον ψηφιακό κόσμο [2].

Επομένως, η εικονική πραγματικότητα δεν είναι μόνο τεχνολογία, αλλά και σύστημα. Εκτός από οθόνες με κράνος, στερεοφωνικά γυαλιά, γάντια με αισθητήρες και οποιονδήποτε επιπλέον εξοπλισμό, περιλαμβάνει επίσης τεχνολογίες και μεθόδους για φυσική προσομοίωση και ρεαλιστική εμπειρία [2][8].



Σχήμα 2.1: Εικονική Πραγματικότητα (VR)

### 2.3 Επαυξημένη Πραγματικότητα

Η επαυξημένη πραγματικότητα (ΕΠ) ή αλλιώς Augmented Reality (AR) είναι η τεχνολογία που προσθέτει εικονικά στοιχεία στον πραγματικό κόσμο, είτε αυτά είναι οπτικά, είτε ακουστικά, όπως μια εικόνα ή ένα βίντεο [1]. Αυτά τα εικονικά στοιχεία δημιουργούνται από έναν υπολογιστή για να προσομοιώνουν τα σενάρια του πραγματικού κόσμου, ώστε να φαίνονται αληθινά και να δίνουν στον χρήστη την αίσθηση ότι βρίσκεται εκεί. Επίσης, ενσωματώνει την αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας στον χρήστη τη δυνατότητα να τοποθετεί εικονικά αντικείμενα σε έναν τρισδιάστατο χώρο [5]. Συνδυάζοντας τα καλύτερα χαρακτηριστικά, τόσο του εικονικού όσο και του φυσικού κόσμου, η επαυξημένη πραγματικότητα προσφέρει μια μοναδική εμπειρία. Ο κύριος σκοπός της είναι να βελτιώσει την τρέχουσα αντίληψη του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο και όχι να τον αντικαταστήσει πλήρως [1].

Εμβαθύνοντας λίγο περισσότερο, περιγράφεται ότι υπάρχουν δύο ταξινομήσεις συστημάτων AR, αυτά που βασίζονται σε δείκτες (Marker-based) και αυτά χωρίς (Marker-less).

Τα πρώτα περιλαμβάνουν ένα αντικείμενο που φέρει πληροφορίες με τη μορφή δεικτών (markers). Ένας συλλέκτης δεδομένων (gripper) λαμβάνει αυτές τις πληροφορίες και τις μετατρέπει σε διαφορετικό τύπο δεδομένων, ενώ στη συνέχεια αυτά προβάλλονται σε μια οθόνη ως τρισδιάστατες πληροφορίες. Η επαυξημένη πραγματικότητα που βασίζεται σε markers χρησιμοποιεί αυτούς τους δείκτες για να ενεργοποιήσει μια ενισχυμένη εμπειρία. Οι δείκτες διακρίνονται συχνά από διακριτά μοτίβα, όπως κωδικούς QR ή άλλα μοναδικά σχέδια που λειτουργούν ως άγκυρες για την παρούσα τεχνολογία. Αυτά περιλαμβάνουν έναν δείκτη AR, που όταν σαρωθεί ενεργοποιεί το συνδεδεμένο περιεχόμενο.

Από την άλλη πλευρά, η AR χωρίς markers, σε σύγκριση με την προαναφερθείσα είναι πιο ευέλικτη, καθώς επιτρέπει στον χρήστη να ορίσει το εικονικό στοιχείο σε οποιαδήποτε περιοχή. Παρόλα αυτά έχει κάποιους περιορισμούς, διότι βασίζεται στην τεχνολογία του κινητού (smartphone) που τη χρησιμοποιεί. Κάποιοι από αυτούς είναι η κάμερα και το επιταχυνσίμετρο, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων, ώστε το λογισμικό να λειτουργεί σωστά [4].

Συνοψίζοντας, η AR τεχνολογία υποστηρίζει την κατανόηση σύνθετων φαινομένων, παρέχοντας μοναδικές οπτικές και διαδραστικές εμπειρίες που συνδυάζουν πραγματικές και εικονικές πληροφορίες και βοηθούν στην κατανόηση αφηρημένων προβλημάτων. Οι σχεδιαστές μπορούν να τοποθετήσουν εικονικά γραφικά πάνω από πραγματικά αντικείμενα, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με ψηφιακό περιεχόμενο μέσω φυσικού χειρισμού. Το αποτέλεσμα είναι μια πιο αποτελεσματική επίδειξη χωρικών και χρονικών εννοιών, καθώς και των συμφραζόμενων σχέσεων μεταξύ πραγματικών και εικονικών αντικειμένων [5].



Σχήμα 2.2: Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

## 2.4 Διαφορές Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) μπορεί να θεωρηθεί ως μια παραλλαγή της εικονικής (VR), όμως παρά τις ομοιότητές τους, στον πυρήνα της λειτουργίας τους, διαφέρουν σε αρκετές πτυχές, όπως ο σκοπός, η εμπειρία, ο βαθμός εμπύθισης και οι συσκευές που χρησιμοποιούνται. Παρακάτω παρουσιάζονται και αναλύονται οι κύριες διαφορές τους [1].

### 1. Σκοπός (Purpose)

Η AR προσθέτει εικονικά στοιχεία στον πραγματικό κόσμο, όπως οπτικά ή ακουστικά, ενισχύοντας την εμπειρία του φυσικού περιβάλλοντος. Αντίθετα, η VR αντικαθιστά πλήρως την πραγματικότητα, δημιουργώντας έναν ολοκληρωμένο ψηφιακό κόσμο που προσομοιώνει μια εντελώς νέα πραγματικότητα.

### 2. Τύπος Εμπειρίας (Type of Experience)

Στην AR, το 75% της εμπειρίας προέρχεται από τον πραγματικό κόσμο, ενώ το υπόλοιπο 25% είναι εικονικό. Στη VR, η αναλογία είναι αντίστροφη, καθώς το 75% της εμπειρίας είναι εικονικό και μόνο το 25% παραμένει αληθινό.

### 3. Έλεγχος των Αισθήσεων (Command of the Senses)

Στην AR, οι χρήστες αισθάνονται ότι βρίσκονται στον πραγματικό κόσμο και μπορούν να ελέγξουν την παρουσία τους σε αυτόν. Αντίθετα, στη VR, το σύστημα ελέγχει πλήρως την αντίληψη του χρήστη, όπως την όραση, και ο χρήστης είναι κατα μία έννοια, υπό τον έλεγχο του συστήματος.

### 4. Βαθμός Εμπύθισης (Level of Immersion)

Η AR παρέχει μερική εμπύθιση στο περιβάλλον, επιτρέποντας στους χρήστες να παραμένουν εν μέρει συνδεδεμένοι με τον πραγματικό κόσμο. Από την άλλη πλευρά, η VR προσφέρει πλήρη εμπύθιση στην πραγματικότητα του περιβάλλοντος, μεταφέροντας τους χρήστες εξ ολοκλήρου σε έναν εικονικό κόσμο.

5. **Στόχος Ενίσχυσης (Enhancement Target)**

Η AR επιδιώκει να βελτιώσει τόσο τον φυσικό όσο και τον ψηφιακό κόσμο, συνδυάζοντάς τους αρμονικά. Η VR, ωστόσο, επικεντρώνεται αποκλειστικά στη βελτίωση της εικονικής πραγματικότητας, χωρίς άμεση σύνδεση με το φυσικό περιβάλλον.

6. **Συσκευές (Devices)**

Για την AR, δεν απαιτούνται ειδικές συσκευές· μια κάμερα σε smartphone ή ειδικά γυαλιά AR αρκούν για τη λειτουργία της. Αντίθετα, η VR χρειάζεται εξειδικευμένο εξοπλισμό, όπως VR headsets, γάντια ή άλλες συσκευές, οι οποίες μπορεί να είναι για υπολογιστές, κινητά ή αυτόνομες συσκευές. Η ποιότητα της εμπειρίας VR εξαρτάται συχνά από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται [1][6].

Επομένως, οι δύο τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία εικονικών κόσμων και προσομοιώσεων που επιτρέπουν στους χρήστες να εξερευνούν και να αλληλεπιδρούν με διαφορετικά περιβάλλοντα. Η κάθε μία, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της προσφέρει μοναδικές εμπειρίες, δημιουργώντας ελκυστικό περιεχόμενο το οποίο βοηθάει στη διατήρηση του ενδιαφέροντος [8].

## **2.5 Εκπαίδευση και Επαυξημένη Πραγματικότητα: Συνδυάζοντας Καινοτομία και Μάθηση**

Η ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) στην εκπαίδευση, συγχωνεύει τον φυσικό και τον εικονικό κόσμο για να παρουσιάσει ένα πολυδιάστατο περιεχόμενο, που θα ήταν δύσκολο να εμφανιστεί σε ένα παραδοσιακό περιβάλλον τάξης [4]. Αυτό έχει αποδειχθεί ότι έχει θετική επίδραση στη δέσμευση και την εκμάθηση των μαθητών, αφού έχει βρεθεί ότι αυτοί έχουν υψηλότερα επίπεδα κινήτρων και αφοσίωσης, καθώς και καλύτερες επιδόσεις σε ακαδημαϊκές εργασίες [8].

Η χρήση της AR επιτρέπει στους μαθητές να αποκτήσουν εύρος γνώσεων και να κατανοήσουν καλύτερα αφηρημένες έννοιες, οι οποίες θα μπορούν να παρουσιαστούν πιο ξεκάθαρα και με μεγαλύτερη λεπτομέρεια σε ένα τέτοιο περιβάλλον [4]. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στο γεγονός ότι παρέχουν μια πιο καθηλωτική εμπειρία μάθησης, επιτρέποντας στους μαθητές να εξερευνήσουν, να ανακαλύψουν και να αλληλεπιδράσουν σε ένα ασφαλές περιβάλλον [5]. Η χρήση του AR στην τάξη τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει αυξητικές τάσεις, με τα σχολεία και τα πανεπιστήμια να αρχίζουν να επενδύουν περισσότερο στην τεχνολογία. Επίσης, το κόστος του μειώνεται σταθερά, καθιστώντας το πιο προσιτό σε ποικίλα εκπαιδευτικά ιδρύματα [8].

Με απλά λόγια, μια τέτοια τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα να κατανοηθούν έννοιες με νέους τρόπους, που διαφορετικά δε θα ήταν δυνατοί ή αποτελεσματικοί με άλλες εκπαιδευτικές μεθόδους [9]. Τέλος, η αξιολόγηση των εμπειριών ενός χρήστη σε AR εφαρμογές στο εκπαιδευτικό περιβάλλον, παρέχει πληροφορίες για το πώς αυτή η τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει τα παραδοσιακά μοντέλα μάθησης και ποια εμπόδια βρίσκονται στον δρόμο της ευρύτερης χρήσης της [5].

## **2.6 Παραδείγματα Εφαρμογής της Επαυξημένης Πραγματικότητας στον Εκπαιδευτικό Χώρο**

Τα παιχνίδια αποτελούν ισχυρούς δημιουργούς θετικών συναισθημάτων στα παιδιά και προσφέρουν εγγενή ικανοποίηση [10]. Σε αυτό το πλαίσιο, η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) στην τάξη μπορεί να εμπλουτίσει τη διδασκαλία και τη μάθηση, ενισχύοντας το ενδιαφέρον και κατ' επέκταση τις επιδόσεις των μαθητών, σε σύγκριση με τη διδασκαλία χωρίς τέτοια βοηθήματα [5]. Παρακάτω παρουσιάζονται δύο παραδείγματα εφαρμογών AR, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην εκπαιδευτική

διαδικασία και περιγράφονται οι λειτουργίες τους, καθώς και τα αποτελέσματα που είχαν στους μαθητές μετά τη χρήση τους.

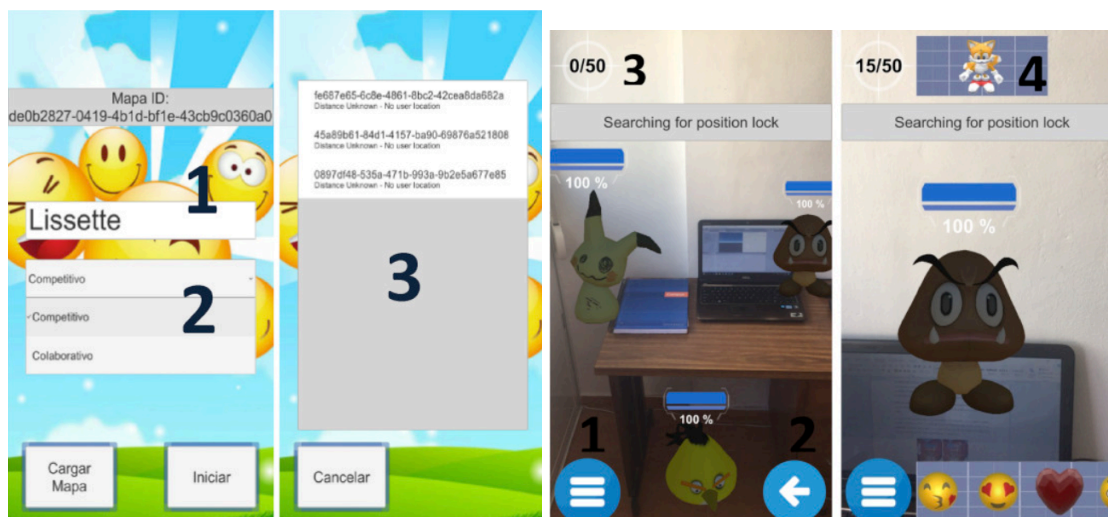
### 2.6.1 EmoFindAR

Το EmoFindAR είναι ένα παιχνίδι που κάνει χρήση της Mobile Augmented Reality (MAR) για πολλαπλούς παίκτες, που επιτρέπει στα παιδιά του δημοτικού σχολείου να αναγνωρίζουν βασικά συναισθήματα και να εκτελούν ενέργειες με βάση τις δεξιότητες που ορίζονται από τον Mayer και άλλους (Mayer et al., 1999). Αυτά σχετίζονται με την αντίληψη, την αφομοίωση, την κατανόηση, καθώς και τη ρύθμιση και διαχείριση των συναισθημάτων, συμβάλλοντας παράλληλα στην ανάπτυξη της συναισθηματικής νοημοσύνης και της ικανότητας αυτοελέγχου (Yadegaridehkordi, Noor, Ayub, Affal, & Hussin, 2019).

Ως περιβάλλον πολλαπλών παικτών, προορίζεται να διευκολύνει την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων για την προώθηση της πρακτικής των βασικών δεξιοτήτων επικοινωνίας. Το EmoFindAR υποστηρίζει ανταγωνιστικές και συνεργατικές λειτουργίες, έτσι ώστε ο αντίκτυπος του παιχνιδιού να εκτιμηθεί μέσα από την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση που αναπτύσσεται μεταξύ των συμμετεχόντων.

Σε αυτό το παιχνίδι, οι συμμετέχοντες έχουν την δυνατότητα να ανακαλύψουν χαρακτήρες που αντιπροσωπεύουν διαφορετικά συναισθήματα όπως θυμό, λύπη, χαρά ή άλλα. Ο στόχος του είναι να ενθαρρύνει τους παίκτες να αναγνωρίσουν αυτά τα συναισθήματα και να ενεργήσουν σε αυτά στο φυσικό περιβάλλον της διεπαφής, εκτοξεύοντας αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν ενέργειες για να βελτιώσουν τη συναισθηματική κατάσταση των χαρακτήρων. Με μια στρατηγική gamification επιτρέπεται στους παίκτες να συλλάβουν-αποθηκεύσουν τους υπάρχοντες χαρακτήρες, αν πετύχουν μια συγκεκριμένη συναισθηματική κατάσταση, κάτι που εμφανίστηκε και σε άλλα παιχνίδια όπως το γνωστό PokemonGo. Η συγκεκριμένη στρατηγική δίνει τη δυνατότητα στους συμμετέχοντες να αναγνωρίζουν τις συναισθηματικές καταστάσεις των χαρακτήρων και να ανταποκρίνονται ανάλογα.

Το παιχνίδι για κινητά, όπως εμφανίζεται στο Σχήμα 2.3 έχει μια κύρια οθόνη που μπορεί να καταχωρήσει τα δεδομένα του χρήστη (1), να επιλέξει τη λειτουργία παιχνιδιού (2) και να επιλέξει τον χάρτη (3) του φυσικού χώρου AR [10].



Σχήμα 2.3: Διεπαφή EmoFindAR

Τα αποτελέσματα μετά τη χρήση της εφαρμογής, δείχνουν ότι και οι δύο τρόποι παιχνιδιού είναι ικανοποιητικοί για τα παιδιά. Τα παιχνίδια πυροδοτούν θετικά συναισθήματα, όπως ενθουσιασμό, απόλαυση και περιέργεια, που βελτιώνουν τη διάθεση των συμμετεχόντων συμβάλλοντας στην αύξηση του βαθμού εμπλοκής [10].

### 2.6.2 Calory Battle AR

Το Calory Battle AR είναι ένα γρήγορο παιχνίδι για κυνήγι θησαυρού με τη χρήση AR, που στοχεύει στην προώθηση της σωματικής δραστηριότητας μεταξύ των παιδιών. Η ιστορία του παιχνιδιού βασίζεται σε δύο ομάδες, τους Dewes και τους Caloroids—τους καλούς και τους κακούς. Οι Dewes παίρνουν ενέργεια από τον ιδρώτα των παικτών και τη χρησιμοποιούν για να ρίχνουν ξόρκια που ενισχύουν τη σωματική υγεία των παικτών και οξύνουν τη διανοητική τους ικανότητα. Αντίθετα, οι Caloroids μισούν τον ιδρώτα και λατρεύουν τις θερμίδες. Έχουν αναπτύξει εικονικές «βόμβες θερμίδων», που απεικονίζονται στο περιβάλλον του παιχνιδιού με χρήση AR πάνω σε στόχους (targets), δηλαδή τυπωμένες εικόνες, σε ένα πραγματικό περιβάλλον. Η αποστολή του παίκτη είναι να βοηθήσει τους Dewes να βρουν και να εξουδετερώσουν τις βόμβες, πριν τελειώσει ο χρόνος που έχει δοθεί. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και άλλο περιεχόμενο, εκτός από τις εικονικές βόμβες, όπως είναι τα εκπαιδευτικά κουίζ.

Όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά του παιχνιδιού, ο παίκτης πρέπει να έχει στην κατοχή του την κινητή του συσκευή (smartphone) με την εφαρμογή του παιχνιδιού και επίσης ένα Multitool που χρησιμεύει στην εξουδετέρωση των βομβών (Σχήμα 2.4). Στην αρχή του παιχνιδιού εμφανίζεται ένας χάρτης με χρονόμετρο, οι τοποθεσίες των βομβών και η τρέχουσα τοποθεσία του παίκτη. Αυτός πρέπει να τρέξει σε έναν από τους στόχους (targets), να τον σκανάρει για να δει την εικονική βόμβα και την εξουδετερώσει αγγίζοντας τις ασφάλειες με το Multitool. Οι ασφάλειες έχουν εικόνες από ανθυγιεινά τρόφιμα, όπως πίτσες και χάμπουργκερ και το Multitool χρησιμοποιείται για την αφαίρεση αυτών με τη σωστή σειρά. Αν και το Calory Battle AR μπορεί να παιχτεί από ένα άτομο, η εμπειρία είναι πολύ καλύτερη σε μία ομάδα δύο παικτών όπου ο ένας από αυτούς χειρίζεται το τηλέφωνο και ο άλλος χρησιμοποιεί το Multitool για την εξουδετέρωση των βομβών. Μετά το τέλος του παιχνιδιού, οι ομάδες έχουν συλλέξει πόντους από αυτό και μπορούν να τους συγκρίνουν στο leaderboard.

Το παιχνίδι μπορεί εύκολα να αναπτυχθεί σε διαφορετικές τοποθεσίες, επειδή δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό εκτός από την εφαρμογή παιχνιδιού σε smartphone Android και τυπωμένους στόχους (targets) με εικόνες που αντιπροσωπεύουν το AR περιεχόμενο. Το παιχνίδι διαθέτει έναν διαδικτυακό επεξεργαστή (web-based editor) που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν και να μοιράζονται προσαρμοσμένους χάρτες παιχνιδιού, καθώς τους δίνεται και η δυνατότητα για προβολή, αναζήτηση και λήψη αυτών μέσω του smartphone. Η λειτουργικότητα AR του παιχνιδιού υλοποιείται χρησιμοποιώντας το Vuforia SDK σε μία απλή πλατφόρμα υλοποίησης παιχνιδιών, μέσω της οποίας μπορούν να χειρίζονται 3D και 2D περιεχόμενο. Η διεπαφή χρήστη του παιχνιδιού και το πρόγραμμα επεξεργασίας χαρτών, απεικονίζονται επίσης στο Σχήμα 2.4 [11].



Σχήμα 2.4: Διεπαφή και παιχνίδια στο Calory Battle AR

Τελικά, ο στόχος του Calory Battle AR είναι να ενθαρρύνει τους παίκτες να υιοθετήσουν μια πιο θετική στάση και μεγαλύτερη παρακίνηση σχετικά με τη σωματική άσκηση, προς όφελος της υγείας και ευεξίας τους. Η ιστορία του παιχνιδιού τονίζει τη σημασία της σωματικής δραστηριότητας και διδάσκει έμμεσα στον παίκτη τη σημασία της ισορροπημένης διατροφής [11].

## 2.7 Ανάλυση Πλεονεκτημάτων Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) προσφέρει σημαντικά οφέλη στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς συμβάλλει στην εμπάθυνση της κατανόησης, στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος και κατ' επέκταση στην αύξηση της συμμετοχής των μαθητών [4]. Με τη χρήση πλούσιων γραφικών και συναρπαστικών εικονικών κόσμων, η AR καθιστά αφηρημένες έννοιες πιο κατανοητές, όπως για παράδειγμα ορισμένοι μαθητές ίσως δεν μπορούν να αντιληφθούν τρισδιάστατα μοντέλα ή να φανταστούν αόρατα φαινόμενα όπως η περιστροφή της γης ή τα μαγνητικά πεδία [6]. Θα μπορούσε να γίνει απεικόνιση των μαγνητικών πεδίων σε πραγματικό χρόνο, όπου οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν πώς το πεδίο μεταβάλλεται καθώς μετακινούν αντικείμενα [4].

## Κεφάλαιο 2

Επιπλέον, η τεχνολογία AR ενσωματώνει φωνητική υποστήριξη, παρέχοντας πληροφορίες με ηχητική μορφή, γεγονός που ενισχύει τη διαδικασία μάθησης. Έχει διαπιστωθεί ότι συμβάλλει στη βελτίωση των χωρικών δεξιοτήτων, της επίλυσης προβλημάτων και των κινήτρων των μαθητών για μελέτη [4].

Οι δάσκαλοι είναι κρίσιμοι για τη ανάπτυξη κατάλληλων περιβαλλόντων μάθησης που ενισχύουν τη δημιουργικότητα και τη δέσμευση των μαθητών στην τάξη [5]. Έρευνες υποδεικνύουν ότι αυτό επιτυγχάνεται με την ενσωμάτωση της AR [6]. Για παράδειγμα, σε μελέτη που περιελάμβανε 71 μαθητές πέμπτης τάξης από διάφορες χώρες, διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση στα κίνητρα των μαθητών. Ομοίως, πειραματική έρευνα σε 120 φοιτητές στη Μαλαισία κατέδειξε ότι η χρήση της AR μπορεί να ενισχύσει το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή τους [4].

Η AR διευκολύνει την αλληλεπίδραση των μαθητών με τα εκπαιδευτικά θέματα, καθώς οι ψηφιακές πληροφορίες ενσωματώνονται στον πραγματικό κόσμο με απρόσκοπτο τρόπο [3]. Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να επικεντρωθούν περισσότερο στο περιεχόμενο και λιγότερο στη χρήση της τεχνολογίας. Επιπλέον, η AR μπορεί να προάγει τη βιωματική μάθηση, βοηθώντας τους μαθητές να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους σε πραγματικές συνθήκες. Με αυτόν τον τρόπο, ενισχύονται δεξιότητες όπως η συνεργασία, η ομαδική εργασία και η επίλυση προβλημάτων. Όχι μόνο οι μαθητές απολαμβάνουν τη μάθηση αλλά και ακολουθούν διαδικασίες μάθησης που τους βοηθούν να αποκτήσουν πιο ακριβείς γνώσεις [6].

Παράλληλα, οι σύγχρονες τεχνολογίες AR επιτρέπουν την ενεργοποίηση πολλαπλών αισθήσεων, διευκολύνοντας την κατασκευή νοήματος από τις εμπειρίες και ενισχύοντας τη συνεργατική μάθηση. Οι μαθητές μπορούν να συμμετέχουν σε εικονικές τάξεις, να συζητούν, να λαμβάνουν άμεσα σχόλια και να αισθάνονται ότι βρίσκονται σε μία ομάδα, αφού είναι στον ίδιο χώρο με τους συμμαθητές τους [5][6].

### **2.8 Προκλήσεις της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση**

Παρά τα οφέλη της, η εφαρμογή της AR στην εκπαίδευση συνοδεύεται από προκλήσεις που δυσχεραίνουν την ευρεία υιοθέτησή της. Ένας βασικός παράγοντας είναι η έλλειψη παιδαγωγικής γνώσης σχετικά με την αποτελεσματική ενσωμάτωσή της στη διδασκαλία. Οι εκπαιδευτικοί συχνά δε διαθέτουν τα κατάλληλα εργαλεία ή τις δεξιότητες για να αναπτύξουν περιεχόμενο που να εξυπηρετεί τους παιδαγωγικούς στόχους [4]. Επίσης, τις περισσότερες φορές δεν κατανοούν καν τα εργαλεία για τη χρήση των AR εφαρμογών [6].

Επιπλέον, πρακτικά ζητήματα, όπως η κακή σύνδεση στο διαδίκτυο και η έλλειψη κατάλληλων συσκευών, περιορίζουν την αποτελεσματική χρήση της τεχνολογίας. Η απουσία εργαλείων συγγραφής που επιτρέπουν την εύκολη τροποποίηση του περιεχομένου AR οδηγεί σε αυξημένο κόστος και ανάγκη για εξειδικευμένους προγραμματιστές για την ενημέρωση των εφαρμογών [4].

Ένα ακόμα μειονέκτημα που πρέπει να αναφέρουμε είναι η πολυπλοκότητα ενός AR περιβάλλοντος. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει γνωστική υπερφόρτωση στους μαθητές, αφού μπορεί να έρθουν αντιμέτωποι με άγνωστες τεχνολογίες καθώς και περίπλοκες εργασίες. Σε ένα μαθησιακό περιβάλλον AR, οι μαθητές συχνά χρειάζεται να συνδυάσουν πολλαπλές δεξιότητες, όπως χωρική πλοήγηση, συνεργασία, επίλυση προβλημάτων και χρήση τεχνολογίας, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει σύγχυση και απογοήτευση [3].

Άλλες προκλήσεις περιλαμβάνουν τα τεχνικά ζητήματα, όπως η καθυστέρηση στα δεδομένα των αισθητήρων, η χαμηλή ακρίβεια GPS και η περιορισμένη λειτουργικότητα των συσκευών. Παρόλο

που οι πρόσφατες εξελίξεις της τεχνολογίας έχουν βελτιώσει αρκετά ζητήματα, οι περιορισμοί παραμένουν καθώς δεν έχουν εξαλειφθεί. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να διαταράξουν την εμπειρία μάθησης και να αποθαρρύνουν τόσο τους μαθητές όσο και τους εκπαιδευτικούς [6][3].

Συμπερασματικά, ενώ η AR έχει τη δυνατότητα να μετασχηματίσει την εκπαιδευτική διαδικασία, πρέπει πρώτα να γίνουν κρίσιμες αλλαγές που θα βοηθήσουν στην ευρύτερη χρήση της. Απαιτούνται σημαντικές επενδύσεις σε υλικοτεχνική υποδομή, εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και ανάπτυξη κατάλληλου περιεχομένου για να ξεπεραστούν οι υπάρχουσες προκλήσεις.

## **2.9 Συμπεράσματα**

Οι τεχνολογίες Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) και Εικονικής Πραγματικότητας (VR) έχουν τη δυνατότητα να φέρουν επανάσταση στον κόσμο της εκπαίδευσης και να προσφέρουν μια πιο καθηλωτική και συναρπαστική εκπαιδευτική εμπειρία για τους μαθητές [8]. Δίνουν τη δυνατότητα στα εκπαιδευτικά ιδρύματα να προσφέρουν έναν διαφορετικό και πιο αποτελεσματικό τρόπο εκμάθησης, αυξάνοντας το ενδιαφέρον και την προσοχή των μαθητών. Αυτό τους βοηθά στην απορρόφηση των αφηρημένων εννοιών, ενώ παράλληλα βρίσκονται σε ένα εντυπωσιακό περιβάλλον, που απλοποιεί τις έννοιες και διευκολύνει τη μάθηση [4].

Οι ερευνητές ενδιαφέρονται να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα και τα μειονεκτήματα των εκπαιδευτικών συστημάτων με τη βοήθεια των δυνατοτήτων των αναδυόμενων τεχνολογιών και των πιο πρόσφατων επιστημονικών επιτευγμάτων [6]. Οι δυνατότητες αυτών των τεχνολογιών θα αλλάξουν τη φύση της εκπαίδευσης και θα αποφέρουν περισσότερα οφέλη για τους μαθητές, τους δασκάλους και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα γενικότερα [4]. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν ορισμένες προκλήσεις σχετικά με αυτές, οι οποίες πρέπει να αντιμετωπιστούν. Το σίγουρο είναι ότι αυτές οι τεχνολογίες βρίσκονται ακόμα στην αρχή, έχοντας μεγάλες δυνατότητες να ξεπεράσουν όλα τα επερχόμενα εμπόδια [6].

## Κεφάλαιο 2

## Κεφάλαιο 3ο: Πλατφόρμες Υλοποίησης Εφαρμογών

### 3.1 Εισαγωγή

Η δημιουργία εφαρμογών για κινητές συσκευές έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τις τελευταίες δεκαετίες και μαζί με αυτή και η διαμόρφωση 2D και 3D παιχνιδιών σε ανάλογες συσκευές. Πλέον υπάρχουν αρκετές πλατφόρμες, οι οποίες προσφέρουν δυνατότητες σχεδίασης και ανάπτυξης λογισμικού με πληθώρα λειτουργιών. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν κάποιες από αυτές, ενώ θα αναλυθούν εκτενέστερα αυτές που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση των δύο εφαρμογών.

### 3.2 Unity

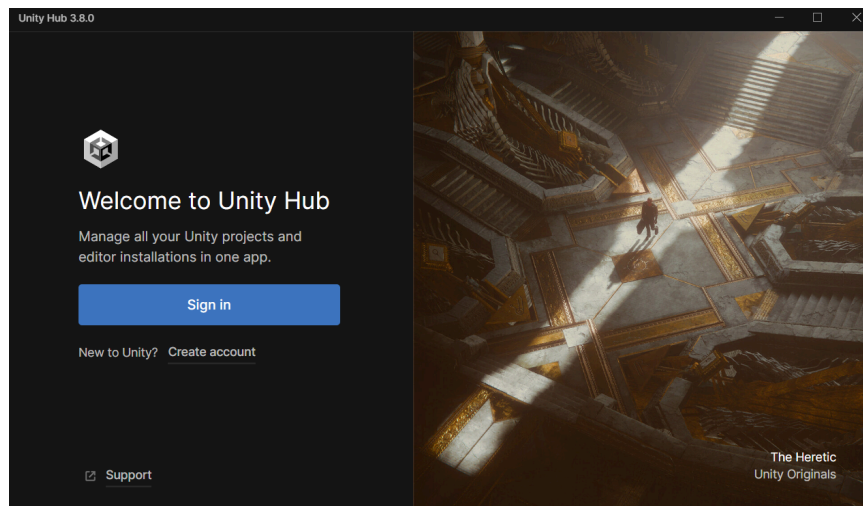
Το Unity είναι μια μηχανή ανάπτυξης 2D και 3D βιντεοπαιχνιδιών σε πραγματικό χρόνο. Επιτρέπει σε καλλιτέχνες, σχεδιαστές και προγραμματιστές να συνεργαστούν για να δημιουργήσουν καθηλωτικές και διαδραστικές εμπειρίες. Είναι διαθέσιμο για χρήση σε Windows, Mac και Linux [14]. Επίσης, προσφέρει μια σειρά εργαλείων για προγραμματιστές, συμπεριλαμβανομένων γραφικών, δυνατοτήτων VR και AR, εργαλείων κινούμενων εικόνων και πολλά άλλα.

Το Unity χρησιμοποιεί C#, μια γλώσσα προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα, αντικειμενοστρεφή και cross-platform. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και άλλες γλώσσες, εάν μεταγλωττίσουν ένα συμβατό αρχείο DLL [12].

Η ανάπτυξη του έγινε από την εταιρεία Unity Technologies και κυκλοφόρησε για πρώτη φορά τον Ιούνιο του 2005 στο Παγκόσμιο Συνέδριο της Apple Inc ως αποκλειστική μηχανή παιχνιδιών για Mac OS X. Από τότε το Unity έχει αναπτυχθεί, όντας η πιο χρησιμοποιημένη μηχανή στον κόσμο και υποστηρίζει επί του παρόντος 27 πλατφόρμες [13].

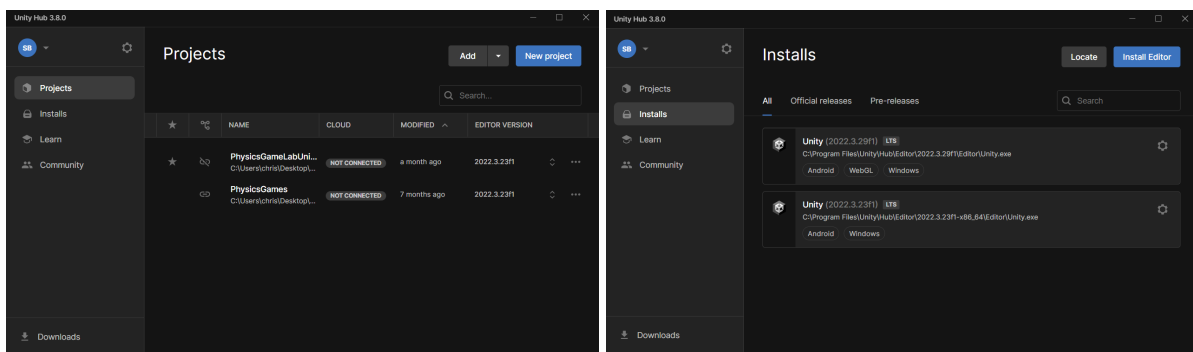
#### 3.2.1 Εγκατάσταση

Για να γίνει χρήση του Unity θα πρέπει αρχικά να εγκατασταθεί το Unity Hub και στη συνέχεια ο Unity Editor. Το Unity Hub είναι ένα εργαλείο διαχείρισης, που παρέχει η Unity Technologies για την εγκατάσταση, οργάνωση και διαχείριση των projects που θα δημιουργηθούν, καθώς και τον έλεγχο των εκδόσεών τους. Η λήψη και εγκατάστασή του μπορεί να γίνει από την επίσημη σελίδα του Unity στο <https://unity.com/download>, ακολουθώντας τα βήματα που παρέχονται αναλυτικά. Αφού εκτελεστούν αυτά τα βήματα σωστά, θα πρέπει να εμφανιστεί η σελίδα σύνδεσης στο Hub και να συμπληρωθούν τα στοιχεία του λογαριασμού. Αν δεν υπάρχει λογαριασμός δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας του, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1: Οθόνη σύνδεσης Unity Hub

Αφού γίνει η σύνδεση, θα εμφανιστεί η οθόνη που φαίνεται στο Σχήμα 3.2 και περιέχει τις λειτουργίες που προσφέρει το Hub. Μέσα από αυτό θα γίνει και η εγκατάσταση του Unity Editor που παρουσιάζεται και πάλι στο Σχήμα 3.2.

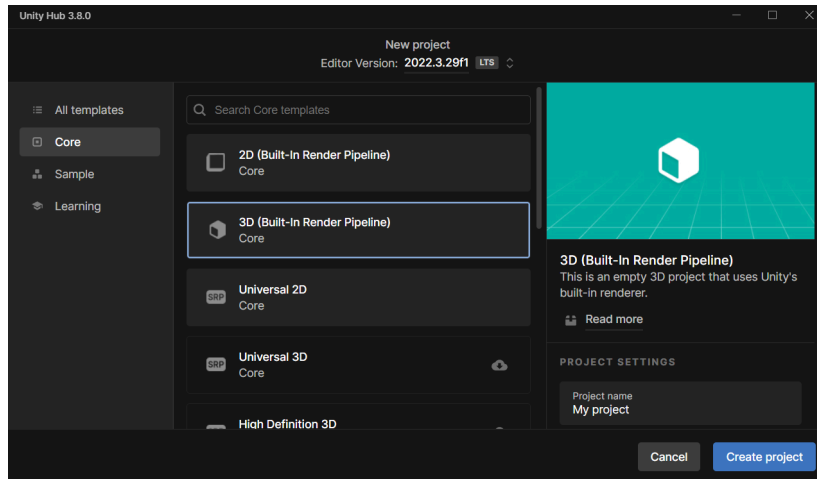


Σχήμα 3.2: Projects και Editor installs ανά έκδοση

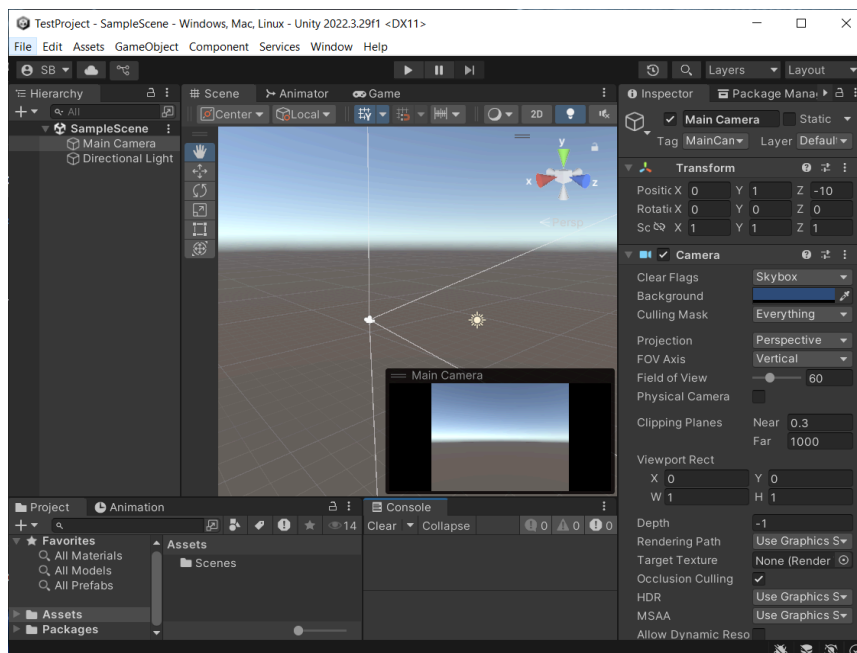
Ο Unity Editor είναι το βασικό εργαλείο ανάπτυξης του Unity. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον (Integrated Development Environment - IDE), που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία 2D και 3D παιχνιδιών, εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (AR), εικονικής πραγματικότητας (VR) και διαδραστικών εμπειριών. Αφού γίνει η εγκατάσταση του Editor, μπορεί να ξεκινήσει η δημιουργία νέων εφαρμογών.

### 3.2.2 Λειτουργίες Πλατφόρμας

Ξεκινώντας ένα νέο project από το Unity Hub (Σχήμα 3.3), ο χρήστης ανακατευθύνεται στον Unity Editor (Σχήμα 3.4) όπου και θα δημιουργήσει την εφαρμογή του. Το Unity παρέχει μια πληθώρα εργαλείων για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη δοκιμή του.



Σχήμα 3.3: Δημιουργία νέου project



Σχήμα 3.4: Περιβάλλον Unity Editor

Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του Editor.

1. **Σκηνή (Scene):** Όπως εμφανίζεται στο Σχήμα 3.4, η σκηνή είναι το βασικό περιβάλλον ανάπτυξης. Είναι ένα οπτικό περιβάλλον όπου οι προγραμματιστές τοποθετούν αντικείμενα (3D μοντέλα, φωτισμό, κάμερες κ.λπ.) και ορίζουν πώς θα φαίνεται ή θα λειτουργεί ο κόσμος του παιχνιδιού ή της εφαρμογής που θέλουν να δημιουργήσουν.
2. **Game Objects:** Για τη δημιουργία μιας σκηνής γίνεται χρήση διαφόρων 3D και 2D αντικειμένων, φωτισμού, καμερών κ.λπ., τα οποία φαίνονται στο Σχήμα 3.5.

GameObject	Component	Services	Window	Help
Create Empty				Ctrl+Shift+N
Create Empty Child				Alt+Shift+N
Create Empty Parent				Ctrl+Shift+G
3D Object				>
Audio				>
Effects				>
Light				>
Video				>
UI Toolkit				>
Camera				
Visual Scripting Scene Variables				
Center On Children				
Make Parent				
Clear Parent				
Set as first sibling				Ctrl+=
Set as last sibling				Ctrl+-
Move To View				Ctrl+Alt+F
Align With View				Ctrl+Shift+F
Align View to Selected				
Toggle Active State				Alt+Shift+A
UI				>

Σχήμα 3.5: Επιλογές για Game Objects

- Ιδιότητες (Inspector):** Με την επιλογή ενός αντικειμένου της σκηνής παρουσιάζεται στα δεξιά (Σχήμα 3.4) ο inspector. Είναι ένα πλαίσιο όπου εμφανίζονται οι ρυθμίσεις και οι ιδιότητες του κάθε αντικειμένου, όπου μπορούν να προσαρμοστούν συμπεριφορές, υλικά και άλλες παράμετροι.
- Game View:** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει μια προεπισκόπηση της σκηνής, όπως θα εμφανίζεται στους τελικούς χρήστες, όταν τρέχουν το παιχνίδι ή την εφαρμογή. Αυτό εμφανίζεται στην καρτέλα Game όπως στο Σχήμα 3.4.
- Script Editor:** Εκτός από τα αντικείμενα της σκηνής ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει το παιχνίδι ή την εφαρμογή του. Υποστηρίζεται ενσωματωμένη σύνδεση με editors όπως το Visual Studio, για την ανάπτυξη κώδικα σε C#, τη βασική γλώσσα προγραμματισμού του Unity.
- Animation & Timeline:** Υπάρχει μία ακόμα καρτέλα με Animations όπως στο Σχήμα 3.4, η οποία περιλαμβάνει εργαλεία για τη δημιουργία κινούμενων σχεδίων και την αλληλουχία σκηνών.
- Debugger:** Για να μπορούν οι χρήστες να εντοπίζουν σφάλματα και να επιλύουν προβλήματα, ο Unity Editor διαθέτει εργαλεία διευκολύνοντας τη δοκιμή και τη βελτίωση της απόδοσης.
- Πολλαπλές Πλατφόρμες (Build Settings):** Ο Unity Editor, προσφέρει επιπλέον δυνατότητες όπως το build του παιχνιδιού ή της εφαρμογής για διαφορετικές πλατφόρμες, όπως Android, iOS, Windows, macOS, WebGL, PlayStation, Xbox κ.λπ.
- Asset Store & Resources:** Μέσω του Unity Asset Store, ο χρήστης έχει πρόσβαση σε εργαλεία και υλικά (assets), όπως μοντέλα, textures, scripts και εφέ, τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει στον Unity Editor.

### 3.2.3 Vuforia

Μία σημαντική λειτουργικότητα που προσφέρει το Unity και που έχει χρησιμοποιηθεί σε αυτή την εργασία, είναι η αναγνώριση μοτίβων ή αντικειμένων για την εμφάνιση AR περιεχομένου. Αυτό πραγματοποιείται με την ενσωμάτωση plugin για το Vuforia. Το συγκεκριμένο είναι μία πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας (AR), που επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών AR για έξυπνα γυαλιά,

κινητές και άλλες συσκευές. Είναι γνωστή για την υψηλή ακρίβεια, την ευκολία χρήσης στην αναγνώριση αντικειμένων και την ενσωμάτωση ψηφιακού περιεχομένου στον πραγματικό κόσμο.

Για την ενσωμάτωση του Vuforia στο Unity πρέπει πρώτα να δημιουργηθεί ένας λογαριασμός στην επίσημη ιστοσελίδα της πλατφόρμας (<https://developer.vuforia.com/auth/register>). Εφόσον ο χρήστης συνδεθεί στον λογαριασμό του πρέπει να δημιουργήσει μία βάση δεδομένων, η οποία θα περιέχει targets (Σχήμα 3.6). Κάθε target είναι ένα μοτίβο, εικόνα ή αντικείμενο, το οποίο αργότερα θα συνδεθεί με κάποια άλλα ψηφιακά αντικείμενα.

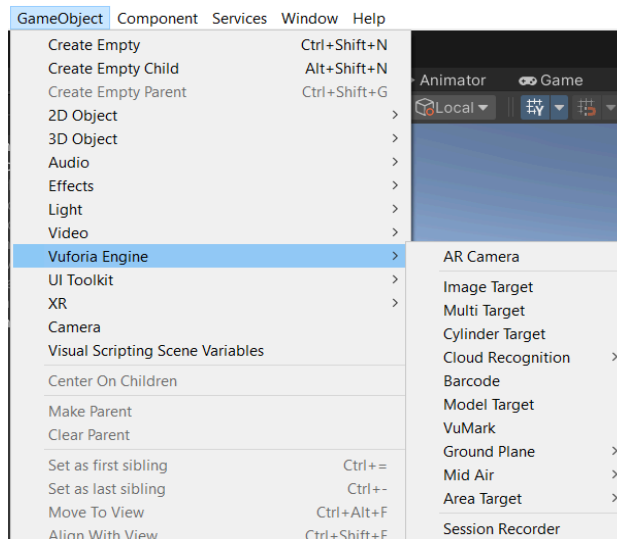
The screenshot shows the Vuforia Target Manager interface. At the top, there is a navigation bar with 'vuforia engine developer portal' on the left and 'Home Downloads Library Support Pricing My Account Log Out' on the right. Below this is a secondary navigation bar with 'Account Plan & Licenses Credentials Target Manager'. The main content area is titled 'Target Manager' and includes a 'Generate Database' button. Below the title, there is a description: 'Use the Target Manager to create and manage databases and targets.' and a search bar. A table lists the following databases:

Database	Type	Targets	Date Modified
FirstArDatabase	Device	1	Mar 29, 2023
PhysicsGameLabDatabase	Device	8	Dec 11, 2024

Σχήμα 3.6: Target Manager του Vuforia

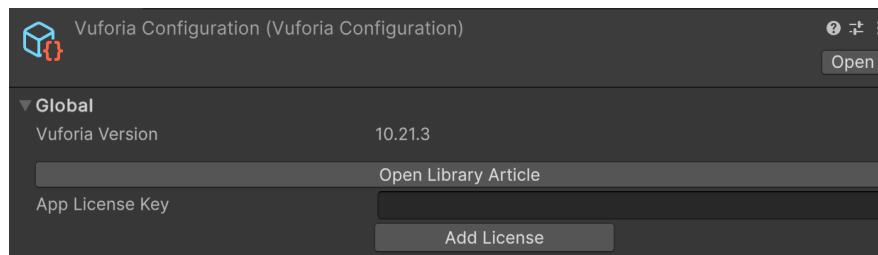
Αφού ολοκληρωθεί η δημιουργία της βάσης δεδομένων με τα targets, το επόμενο βήμα είναι η ενσωμάτωση του Vuforia στο Unity. Το πακέτο λειτουργικότητας μπορεί να ληφθεί από την επίσημη ιστοσελίδα του Vuforia. Στη συνέχεια, για την προσθήκη του στο Unity, θα πρέπει να γίνει μετάβαση στο μενού “Assets”, επιλογή “Import Package” και στη συνέχεια “Custom Package” για να γίνει η εισαγωγή του πακέτου που έχει ληφθεί από το Vuforia.

Με την ολοκλήρωση αυτών των βημάτων, το Vuforia θα είναι έτοιμο προς χρήση στο περιβάλλον του Unity και θα είναι προσβάσιμο από το μενού “GameObject” και επιλογή “Vuforia Engine”. Οι επιλογές που προσφέρει εμφανίζονται στο Σχήμα 3.7.



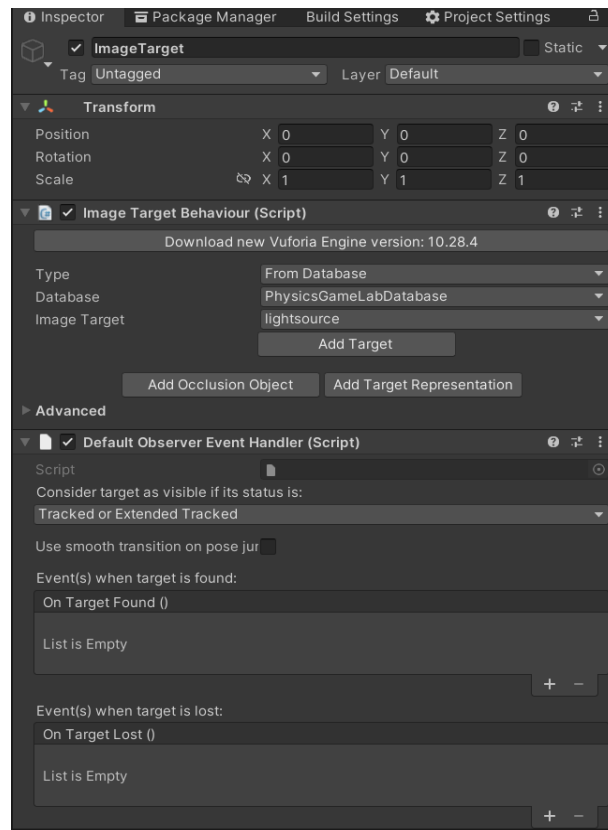
Σχήμα 3.7: Επιλογές Vuforia Engine στο Unity

Από το μενού, επιλέγεται η AR Camera, όπου απαιτείται να οριστεί η ρύθμιση “Vuforia Configuration” (Σχήμα 3.8). Στη συνέχεια, εισάγεται το “License Key”, το οποίο μπορεί να αποκτηθεί από τον λογαριασμό στο Vuforia. Το κλειδί βρίσκεται στη σελίδα “Library”, στην ενότητα “Plans and Licenses”, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 3.6.



Σχήμα 3.8: Vuforia Configuration στην AR Camera

Τέλος, για να γίνει χρήση των targets θα πρέπει να προστεθεί το κατάλληλο αντικείμενο από το μενού του Σχήματος 3.7. Σε αυτή την εργασία χρησιμοποιήθηκαν “Image Targets” και κάθε ένα από αυτά πρέπει να συνδεθεί με ένα target της βάσης που δημιουργήθηκε στο Vuforia (Σχήμα 3.9). Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία, τα targets είναι διαθέσιμα για σύνδεση με τα εικονικά αντικείμενα που θα προβάλλονται.



Σχήμα 3.9: Ιδιότητες του Image Target

### 3.2.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Το Unity είναι μία από τις πιο δημοφιλείς μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών και εφαρμογών, διότι έχει πληθώρα πλεονεκτημάτων. Παρόλα αυτά είναι σημαντικό να εξεταστούν και τα αρνητικά χαρακτηριστικά του για να δημιουργηθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα γι αυτό.

Αρχικά, όσον αφορά τα πλεονεκτήματα, το Unity διαθέτει ένα φιλικό περιβάλλον, εύκολο στη χρήση του, που επιτρέπει στους προγραμματιστές να το χρησιμοποιούν χωρίς να απαιτείται υπερβολική τεχνική γνώση. Έτσι θεωρείται ότι είναι κατάλληλο για αρχάριους αλλά και για προχωρημένους, επιτρέποντάς του να απευθύνεται σε ευρύτερο κοινό. Επίσης υποστηρίζει την ανάπτυξη παιχνιδιών και εφαρμογών σε πολλές πλατφόρμες όπως υπολογιστές, κινητά, κονσόλες και VR/AR συσκευές. Ένα ακόμα πλεονέκτημα, είναι ότι το Unity έχει μια μεγάλη κοινότητα, το οποίο σημαίνει ότι υπάρχει άφθονο υλικό που μπορεί να βοηθήσει τους χρήστες (προγραμματιστές) του να κατανοήσουν καλύτερα τις λειτουργίες του και να υλοποιήσουν πιο γρήγορα τα project τους. Ακόμα, το Unity παρέχει δωρεάν ή επί πληρωμή Assets, όπως materials, έτοιμα 3D και 2D αντικείμενα ή και ολόκληρες σκηνές, από το Unity Asset Store, το οποίο διευκολύνει τους προγραμματιστές στην ανάπτυξη των παιχνιδιών ή εφαρμογών τους. Τέλος, και πολύ σημαντικό, είναι ότι το Unity προσφέρει μια δωρεάν έκδοση, έτσι ώστε να είναι προσβάσιμο σε μεγαλύτερο κοινό [12][13].

Από την άλλη πλευρά, δεν μπορούμε να μην αναφέρουμε τα αρνητικά αυτής της μηχανής ανάπτυξης. Πρώτο και βασικότερο, είναι ότι η απόδοσή του δεν είναι τόσο καλή σε απαιτητικά παιχνίδια, τα οποία έχουν υψηλής ποιότητας γραφικά ή απαιτούν χειρισμό μεγάλης κλίμακας. Το Unreal Engine ανταποκρίνεται καλύτερα σε αυτόν τον τομέα. Επιπλέον, το Unity έχει περιορισμούς στην

## Κεφάλαιο 3

προσαρμογή ορισμένων λειτουργιών (όπως τα AAA παιχνίδια), κάτι που μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για ορισμένους προγραμματιστές που θέλουν τον πλήρη έλεγχο της διαδικασίας ανάπτυξης του παιχνιδιού τους. Τέλος, παρά την ευχρηστία του, έχει μια απότομη καμπύλη εκμάθησης για τις πιο προηγμένες λειτουργίες του. Μπορεί να είναι εύκολο για έναν αρχάριο στην κατανόηση αλλά, χρειάζεται χρόνος για την αφομοίωση όλων των δυνατοτήτων και εργαλείων του για όσους δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία, ειδικά για την ανάπτυξη προχωρημένων παιχνιδιών [13].

Συνοψίζοντας, το Unity είναι μια εξαιρετική μηχανή ανάπτυξης για δημιουργία παιχνιδιών, σε διάφορες πλατφόρμες και για κάθε τύπο χρήστη, από αρχάριους έως επαγγελματίες. Παρά τα πλεονεκτήματά του, υπάρχουν και κάποιες προκλήσεις που ήταν σημαντικό να αναφερθούν.

### 3.2.5 Παρόμοιες Πλατφόρμες

Εκτός από το Unity κυκλοφορούν και άλλες πλατφόρμες ανάπτυξης παιχνιδιών και εφαρμογών. Μία από αυτές είναι η Unreal Engine, από τις πιο δημοφιλείς και ισχυρές πλατφόρμες στην αγορά. Από οπτικοποιήσεις σχεδίασης και κινηματογραφικές εμπειρίες έως παιχνίδια υψηλής ποιότητας σε υπολογιστή, κονσόλα, κινητά, VR και AR, η Unreal Engine προσφέρει ποικιλία δυνατοτήτων και εξελίσσεται συνεχώς [17][13].

Η πλατφόρμα αναπτύχθηκε από την εταιρεία Epic Games και είναι γνωστή για τις εξαιρετικά ρεαλιστικές της δυνατότητες στα γραφικά, με χαρακτηριστικά όπως η βλάστηση και η δημιουργία εδάφους. Μερικές βασικές λειτουργίες της είναι το σύστημα Blueprint για οπτικά σενάρια. Επιτρέπει τη δημιουργία λειτουργιών και μηχανισμών χωρίς την ανάγκη κώδικα.

Η Unreal Engine διαθέτει πρόγραμμα επεξεργασίας για τη δημιουργία προσαρμοσμένων υλικών και παρέχει εξαιρετικά εργαλεία για βελτιστοποίηση και οπτικό εντοπισμό σφαλμάτων. Επίσης, χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού C++, η οποία δίνει στους προγραμματιστές πλήρη έλεγχο πάνω στις επιδόσεις και τη λειτουργικότητα του παιχνιδιού. Ωστόσο, το πλαίσιο είναι περίπλοκο και δύσκολο στην εκμάθηση [18].

Τέλος, υποστηρίζει την ανάπτυξη εφαρμογών και παιχνιδιών για πολλές πλατφόρμες, όπως Windows, macOS, Android, iOS, κονσόλες παιχνιδιών (PlayStation, Xbox, Nintendo Switch) και VR/AR συσκευές [17].

## 3.3 Blender

Το Blender είναι μία δωρεάν πλατφόρμα δημιουργίας 3D γραφικών υπολογιστή. Είναι ανοιχτού κώδικα, που σημαίνει ότι είναι δημόσια προσβάσιμη [20]. Υποστηρίζει ολόκληρη τη διαδικασία 3D παραγωγής, από τη μοντελοποίηση, το rigging και την ανίχνευση κίνησης, έως την προσομοίωση, το rendering, τη σύνθεση, την επεξεργασία βίντεο, ακόμη και τη δημιουργία παιχνιδιών [19]. Ως πλήρες πρόγραμμα μπορεί να ολοκληρώσει πολλές εργασίες, όπως:

- Χρωματισμός επιφανειών μοντέλων με το ισχυρό Blender texture tool.
- Μετακίνηση μοντέλων με τις δυνατότητες rigging και animation.
- Παραγωγή ταινιών και δημιουργία παιχνιδιών με την κάμερα φωτισμού [14].

Ως έργο που καθοδηγείται από την κοινότητα υπό τη Γενική Άδεια Δημόσιας Χρήσης GNU (GPL), το κοινό έχει τη δυνατότητα να κάνει μικρές και μεγάλες αλλαγές στη βάση του κώδικα [19]. Αυτό

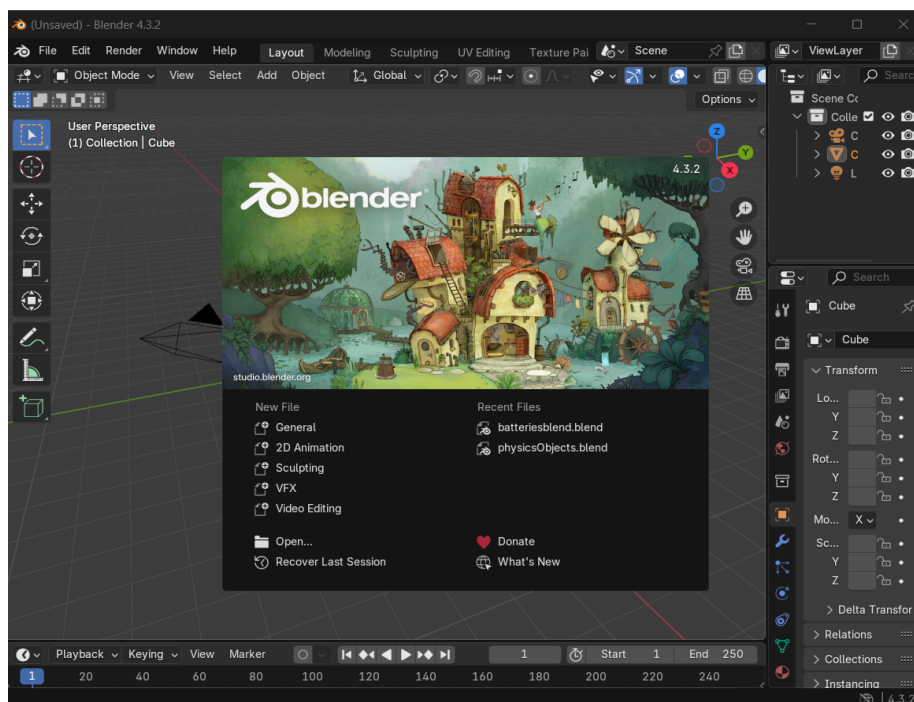
έχει ως αποτέλεσμα να γίνονται συχνά διορθώσεις σφαλμάτων, να αναπτύσσονται νέες δυνατότητες και να γίνονται βελτιώσεις χρηστικότητας πιο γρήγορα από ό,τι με το παραδοσιακό λογισμικό [20].

Το Blender είναι cross-platform και λειτουργεί εξίσου καλά σε υπολογιστές Linux, Windows και Macintosh. Η διεπαφή του χρησιμοποιεί OpenGL για να παρέχει μια συνεπή εμπειρία χρήσης. Για να εξακριβωθεί η συμβατότητα, υπάρχει δυνατότητα προβολής της λίστας υποστηριζόμενων πλατφορμών, όπου περιλαμβάνονται πλατφόρμες που υποβάλλονται σε συχνές δοκιμές από την ομάδα ανάπτυξης [19].

Το Blender δημιουργήθηκε το 1994 από το στούντιο κινουμένων σχεδίων NeoGeo και αρχικά αναπτύχθηκε ως εσωτερικό εργαλείο παραγωγής για τη δημιουργία 3D γραφικών και animations. Ωστόσο, το 2002 δημιουργήθηκε το Blender Foundation, που είναι ένας ανεξάρτητος οργανισμός κοινωφελούς χαρακτήρα, με σκοπό να παρέχει έναν πλήρη, δωρεάν και ανοιχτού κώδικα αγωγό δημιουργίας 3D. Σήμερα, το λογισμικό Blender έχει γίνει ένα από τα πιο ευέλικτα εργαλεία στη βιομηχανία 3D [14][19].

### 3.3.1 Εγκατάσταση

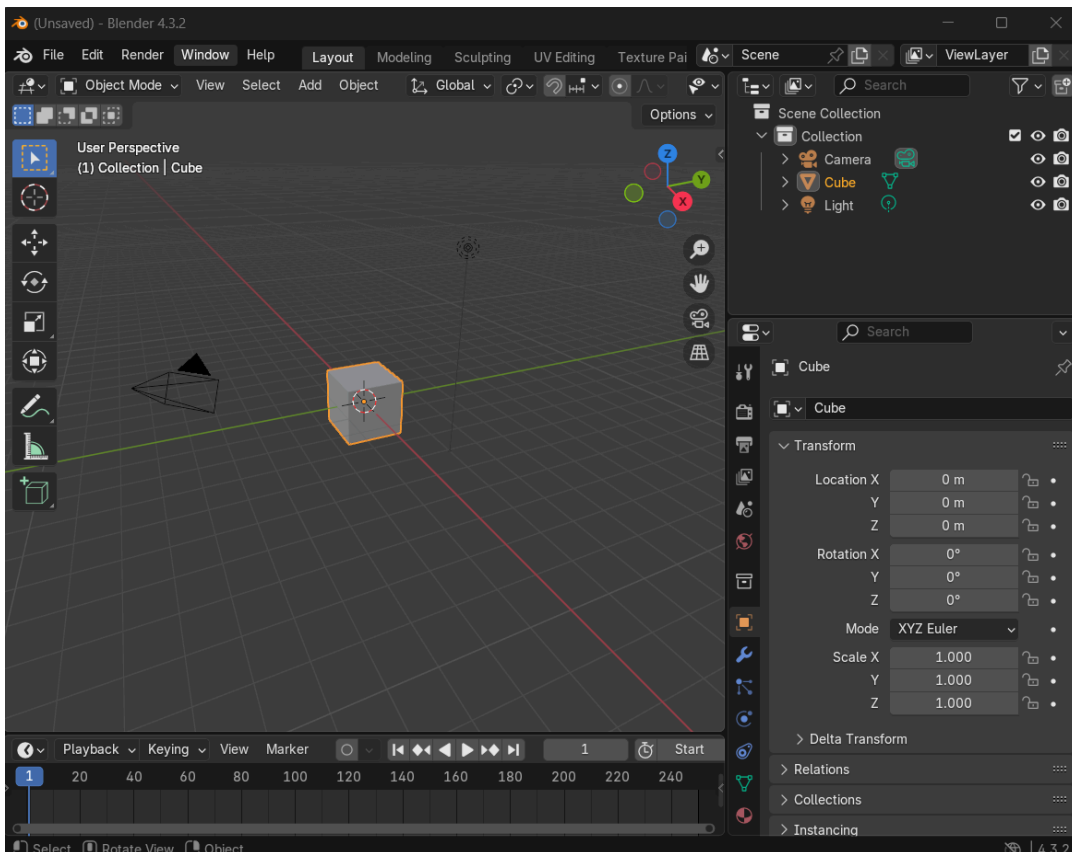
Για να γίνει χρήση του Blender από τους προγραμματιστές, πρέπει πρώτα να γίνει εγκατάσταση του Editor. Αρχικά, μεταβαίνουν στη επίσημη ιστοσελίδα του Blender (<https://www.blender.org/download/>) και κατεβάζουν το αρχείο εγκατάστασής του, ανάλογα με το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιείται. Στη συνέχεια, εγκαθιστούν το πρόγραμμα εκτελώντας το αρχείο που κατέβασαν, ακολουθώντας τις οδηγίες που τους δίνονται. Εφόσον ολοκληρωθεί με επιτυχία η διαδικασία και ανοίξει η εφαρμογή, εμφανίζεται η εικόνα του Σχήματος 3.17 και είναι έτοιμοι να ξεκινήσουν την υλοποίηση του project τους.



Σχήμα 3.10: Κύριο μενού στο Blender

### 3.3.2 Λειτουργίες και Χαρακτηριστικά

Στο κύριο μενού του Σχήματος 3.10 παρουσιάζονται δυνατότητες όπως η δημιουργία αρχείων με διαφορετικές λειτουργικότητες, το άνοιγμα υπάρχοντων ή η ανάκτηση των τελευταίων χρησιμοποιηθέντων αρχείων και ένας σύνδεσμος για ενημερώσεις και νέα σχετικά με την πλατφόρμα. Για να δημιουργηθεί ένα καινούργιο απλό αρχείο, απαιτείται η επιλογή της κατηγορίας “General” από το μενού, όπου θα εμφανιστεί το περιβάλλον που φαίνεται στο Σχήμα 3.11.

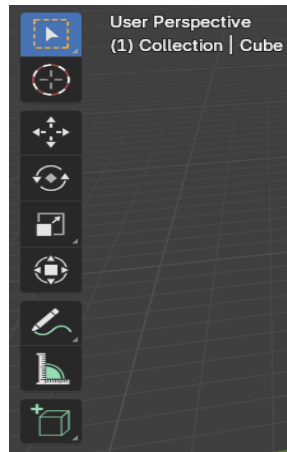


Σχήμα 3.11: Περιβάλλον επεξεργασίας στο Blender

Πάνω δεξιά εμφανίζονται τα αντικείμενα της σκηνής, ενώ κάτω δεξιά βρίσκεται ένα εργαλείο διαχείρισης για κάθε επιλεγμένο αντικείμενο.

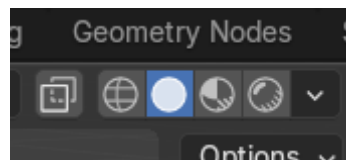
Παρακάτω περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά του προγράμματος.

1. **3D Μοντελοποίηση:** Είναι η διαμόρφωση και επεξεργασία 3D αντικειμένων, τα οποία μετατρέπονται από ένα απλοϊκό σχήμα, όπως ο κύβος, σε κάποιο πιο σύνθετο. Το Blender προσφέρει πληθώρα εργαλείων μοντελοποίησης (Σχήμα 3.12), όπως η πολυγωνική μοντελοποίηση, η γλυπτική (Sculpting) για οργανικές μορφές, οι καμπύλες (Bezier, NURBS) και η δημιουργία λεπτομερών και ομαλών μοντέλων (Subdivision Surface Modeling).



Σχήμα 3.12: Εργαλεία για μοντελοποίηση

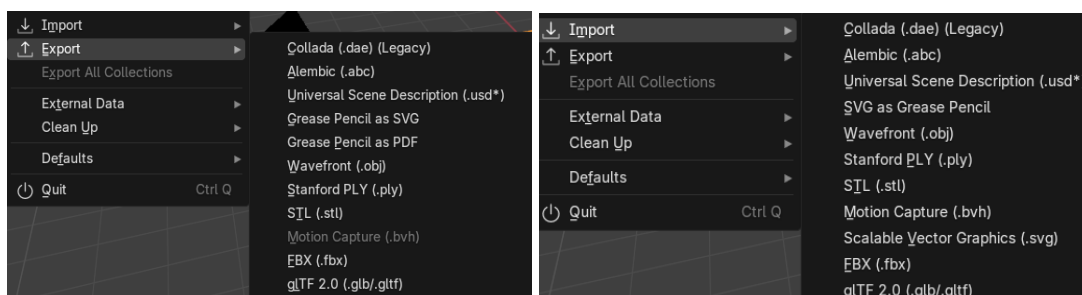
2. **Inspector:** Στο Σχήμα 3.11 που απεικονίζεται ολόκληρο το περιβάλλον, στην κάτω δεξιά γωνία συνήθως εμφανίζεται ένα παράθυρο, το οποίο δείχνει τις ρυθμίσεις ενός αντικειμένου. Το παράθυρο εμφανίζεται μόνο όταν επιλεγθεί κάποιο αντικείμενο και περιέχει ρυθμίσεις όπως η τοποθεσία, η περιστροφή, το μέγεθος (scale), το υλικό, η υφή και οι σκιές του.
3. **Λειτουργίες Προβολής:** Προσφέρει στον χρήστη διαφορετικό τρόπο προβολής τού αντικειμένου του (Wireframe, Solid, Material View, Rendered), ώστε να το επεξεργάζεται καλύτερα και να προσαρμόζει τις αλλαγές ανάλογα με το αποτέλεσμα που θέλει να πετύχει σε κάθε πτυχή. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια στο τελικό αποτέλεσμα και είναι περισσότερο ρεαλιστικό.



Σχήμα 3.13: Επιλογές λειτουργιών προβολής

4. **Rendering:** Είναι η διαδικασία μετατροπής ενός τρισδιάστατου μοντέλου ή σκηνής σε μια δισδιάστατη εικόνα ή βίντεο. Αυτό είναι το τελικό βήμα στη δημιουργία ενός 3D project και περιλαμβάνει τον φωτισμό, τα υλικά, τις σκιές, τις υφές και άλλες παραμέτρους που καθιστούν το αποτέλεσμα πολύ ρεαλιστικό.
5. **Animation και Rigging:** Δύο πολύ βασικές διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία κίνησης ζωντανών χαρακτήρων ή αντικειμένων. Το Animation αφορά τη διαδικασία κίνησης των αντικειμένων ή χαρακτήρων, δηλαδή την αλλαγή θέσης, περιστροφής, κλίμακας ή άλλης ενέργειας στον χώρο, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Από την άλλη, το Rigging είναι σχετικό με τη δημιουργία του "σκελετού" ενός χαρακτήρα ή αντικειμένου, ώστε να αναπτυχθούν πιο φυσικές και ρεαλιστικές κινήσεις.
6. **Υλικά (Materials) - Υφές (Textures):** Για να μπορεί ένα αντικείμενο ή χαρακτήρας να μοιάζουν ρεαλιστικά, είναι πολύ σημαντικό να δημιουργηθούν υλικά και υφές, κατάλληλα να αναδείξουν τα χαρακτηριστικά τους. Τα υλικά ελέγχουν το πώς φαίνεται ένα αντικείμενο, όπως το χρώμα, η λάμψη, η διαφάνεια, και άλλες οπτικές ιδιότητες. Παράλληλα, οι υφές προσθέτουν λεπτομέρεια στην επιφάνειά του και καθορίζουν την "όψη" της, όπως γραμμές, σχέδια, ρωγμές, ή φυσικά χαρακτηριστικά (π.χ., ξύλο, πέτρα, δέρμα).

7. **Υποστήριξη Αρχείων:** Παρέχει πολλές επιλογές για εξαγωγή και εισαγωγή διαφορετικών μορφών στα αρχεία, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 3.14. Αυτό προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία στους χρήστες και βοηθάει στην προσαρμογή όλων των αναγκών τους.



Σχήμα 3.14: Υποστηριζόμενα αρχεία για εισαγωγή και εξαγωγή

### 3.3.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Το Blender είναι ένα δημοφιλές εργαλείο ανοιχτού κώδικα για δημιουργία 3D περιεχομένου. Παρακάτω θα αναλυθούν τα θετικά χαρακτηριστικά του, καθώς και οι ελλείψεις ή αδυναμίες του. Με αυτόν τον τρόπο θα γίνει καλύτερη η κατανόησή του και θα δημιουργηθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα γι' αυτό.

Αρχικά, το σημαντικότερο πλεονέκτημά του είναι ότι η χρήση του είναι εντελώς δωρεάν για όλους. Ακόμη και για επαγγελματική χρήση δεν υπάρχει κάποιο πρόγραμμα επί πληρωμή. Επιπροσθέτως, είναι και ανοιχτού κώδικα (open-source), που σημαίνει ότι η κοινότητα συνεχώς ανανεώνει και βελτιώνει τις λειτουργίες του και διορθώνει πιθανά σφάλματα, οπότε το Blender είναι συνεχώς ενημερωμένο. Επιπλέον, έχει πληθώρα λειτουργιών (3D Μοντελοποίηση, Animation, Sculpting, Video Editing κ.λπ), οι οποίες καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες του χρήστη. Ένα ακόμα θετικό χαρακτηριστικό είναι η ευκολία χρήσης του. Το περιβάλλον του είναι πολύ φιλικό προς τον χρήστη και οι λειτουργίες του κατανοητές, είτε για αρχάριους είτε για προχωρημένους. Τέλος, υπάρχει άφθονο υλικό σχετικά με το Blender για τους χρήστες του, όπως tutorials, ομάδες υποστήριξης, και οδηγοί χρήσης. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη του κοινότητα, που προσφέρει συνεχή βοήθεια [20][21].

Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και μερικές αδυναμίες. Παρόλο που αναφέρθηκε ως πλεονέκτημα, το γεγονός ότι είναι open-source εργαλείο μπορεί να έχει και την αρνητική του πλευρά, αφού δεν υπάρχει επίσημο κέντρο υποστήριξης. Αυτή βασίζεται στην κοινότητά του και μπορεί να μην είναι τόσο άμεση και αποδοτική. Επίσης, το Blender δεν υποστηρίζεται ιδιαίτερα από εταιρείες, καθώς προτιμούν άλλα παρόμοια επί πληρωμή προγράμματα (όπως το 3ds Max ή Maya) που λειτουργούν παράλληλα με τις υπόλοιπες διαδικασίες τους. Τέλος, προκειμένου να διασφαλιστεί η ομαλή και αποτελεσματική λειτουργία του, αν και είναι σχεδιασμένο να εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες των σύγχρονων υπολογιστών, η απόδοσή του σε παλαιότερα συστήματα μπορεί να παρουσιάσει σημαντικές καθυστερήσεις και προβλήματα απόδοσης. Σε παλαιότερους υπολογιστές ή συσκευές που έχουν πάνω από 10 χρόνια ζωής, μπορεί να παρατηρηθούν φαινόμενα "κολλήματος" ή καθυστερήσεων κατά την εκτέλεση απαιτητικών διεργασιών, όπως rendering, επεξεργασία υλικού 3D ή διαχείριση πολύπλοκων σκηνών και μοντέλων. Αυτό είναι ιδιαίτερα περιοριστικό, επειδή δεν έχουν όλοι οι χρήστες την πολυτέλεια ενός νέου υπολογιστή [20].

Συμπερασματικά, το Blender είναι μια εξαιρετική επιλογή για όσους θέλουν μια ισχυρή και δωρεάν λύση για 3D δημιουργίες, αλλά ταυτόχρονα είναι και ένας ανταγωνιστής. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για μικρές ομάδες και ανεξάρτητους δημιουργούς, αλλά για μεγάλα projects ή συγκεκριμένα επαγγελματικά workflows μπορεί να υπάρχουν καλύτερες και πιο εξειδικευμένες επιλογές.

### 3.3.4 Παρόμοιες Πλατφόρμες

Το Blender μπορεί να είναι μία πολύ καλή επιλογή για 3D μοντελοποίηση αλλά υπάρχουν κι άλλα εργαλεία με παρόμοιες δυνατότητες. Ένα από αυτά, είναι το 3ds Max, που αναπτύχθηκε και παράγεται από την Autodesk Media and Entertainment, για τη δημιουργία τρισδιάστατης μοντελοποίησης, rendering και animations. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά σε συστήματα Windows και διαθέτει μία ευέλικτη αρχιτεκτονική με plugins. Κυρίως γίνεται χρήση του από εταιρείες σχεδιασμού παιχνιδιών και οπτικών εφέ, από προγραμματιστές βιντεοπαιχνιδιών, τηλεοπτικά εμπορικά στούντιο και στούντιο αρχιτεκτονικής οπτικοποίησης. Προσφέρει πληθώρα δυνατοτήτων στους χρήστες του, καθώς τους επιτρέπει να δημιουργούν κινούμενους εικονικούς χαρακτήρες, αυτοματοποίηση σε επαναλαμβανόμενα tasks, δημιουργία υφών και keyframing. Η διαμόρφωση των χαρακτήρων μπορεί να γίνει με προσαρμοσμένους σκελετούς και αντίστροφη κινηματική. Με προκαθορισμένα αντικείμενα, όπως κύβους, κώνους, σφαίρες, κυλίνδρους και άλλα σχήματα, μπορούν να σχηματιστούν και να προσαρμοστούν τα 3D μοντέλα, καθώς και η σκίαση και ο χρωματισμός τους [22].

Το 3ds Max είναι ένα εργαλείο που προτιμούν οι επαγγελματίες, οι οποίοι θέλουν να δημιουργήσουν ρεαλιστικά γραφικά και animations σε διάφορους τομείς.

### 3.4 Android Studio

Το Android Studio είναι το επίσημο Integrated Development Environment (IDE) για την ανάπτυξη εφαρμογών Android. Βασισμένο σε ισχυρά εργαλεία όπως ο code editor και τα developer tools από το IntelliJ IDEA, το Android Studio προσφέρει ποικίλες λειτουργίες, από τη σύνταξη κώδικα έως τη δοκιμή και την ανάπτυξη, που ενισχύουν την παραγωγικότητα κατά τη δημιουργία εφαρμογών [24]. Κάποιες από αυτές είναι:

- Ένα ευέλικτο σύστημα κατασκευής που βασίζεται σε Gradle
- Ένας γρήγορος και πλούσιος σε χαρακτηριστικά εξομοιωτής
- Ένα ενοποιημένο περιβάλλον, όπου μπορεί να αναπτυχθεί σε όλες τις συσκευές Android
- Ζωντανή επεξεργασία για ενημέρωση συνθετών σε εξομοιωτές και φυσικές συσκευές σε πραγματικό χρόνο
- Πρότυπα κώδικα και ενσωμάτωση GitHub για να βοηθήσουν να δημιουργηθούν κοινές λειτουργίες εφαρμογής και να εισαχθεί δείγμα κώδικα
- Εκτεταμένα εργαλεία και πλαίσια δοκιμών
- Εργαλεία Lint για εντοπισμό της απόδοσης, της χρηστικότητας, της συμβατότητας έκδοσης και άλλα προβλήματα
- Υποστήριξη C++ και NDK
- Ενσωματωμένη υποστήριξη για την πλατφόρμα Google Cloud, που διευκολύνει την ενσωμάτωση του Google Cloud Messaging και του App Engine [23]

Το λογισμικό ανακοινώθηκε για πρώτη φορά στο Google I/O τον Μάιο του 2013 και η πρώτη σταθερή έκδοση κυκλοφόρησε τον Δεκέμβριο του 2014. Είναι διαθέσιμο για επιτραπέζιους

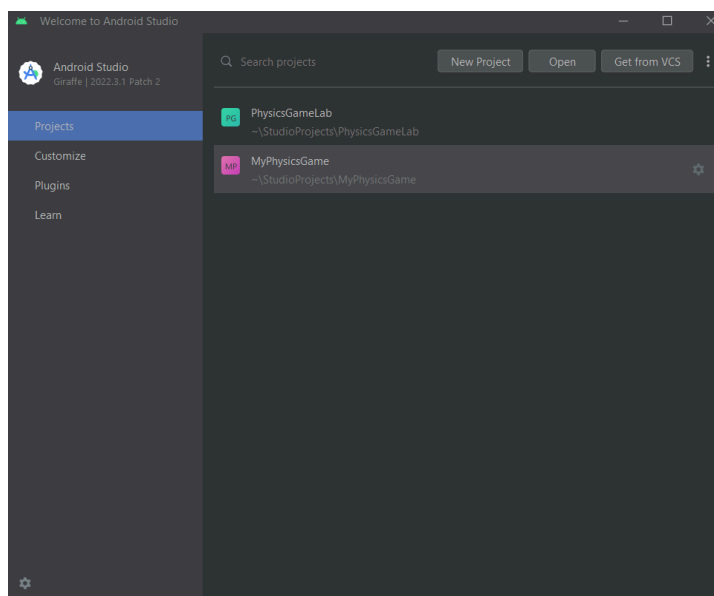
## Κεφάλαιο 3

υπολογιστές macOS, Windows και Linux και αντικατέστησε το Eclipse Android Development Tools (ADT). Από τότε έχει εξελιχθεί σε ένα από τα πιο δημοφιλή IDE για την ανάπτυξη εφαρμογών Android [25].

### 3.4.1 Εγκατάσταση

Για να μπορέσει ένας χρήστης να χρησιμοποιήσει το Android Studio θα πρέπει να επισκεφθεί την επίσημη ιστοσελίδα του (<https://developer.android.com/studio>) και να κατεβάσει το πρόγραμμα ανάλογα με το σύστημα που διαθέτει. Η ιστοσελίδα επίσης παρέχει πληροφορίες για την εγκατάστασή του σε όλα τα συστήματα στο <https://developer.android.com/studio/install>.

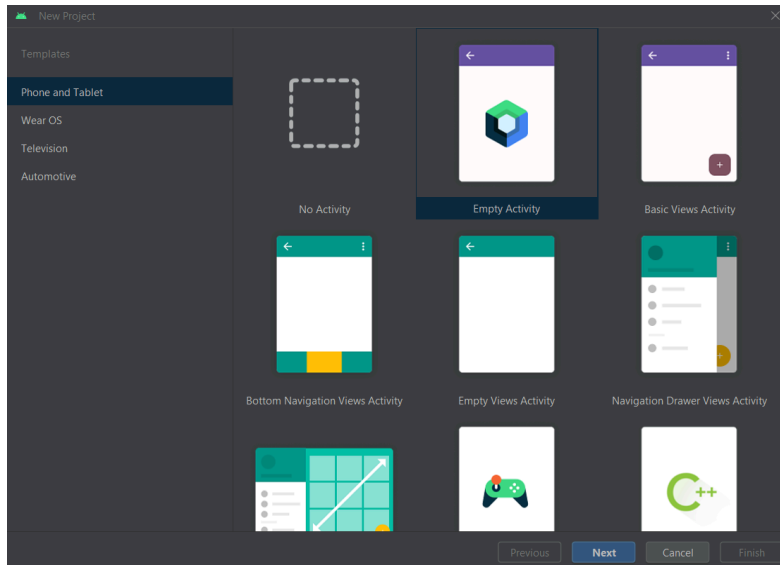
Εφόσον έχει εγκατασταθεί επιτυχώς το πρόγραμμα, θα εμφανιστεί στον χρήστη ένα παράθυρο με κάποιες βασικές λειτουργίες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.15. Στην ενότητα 'Projects' εμφανίζονται όλα τα έργα που έχουν δημιουργηθεί στην πλατφόρμα, ενώ υπάρχει επίσης η δυνατότητα να ανοίξουν και αυτά που βρίσκονται στο Git, όπως και η δημιουργία νέων. Στην ενότητα "Customize" μπορεί να προσαρμοστεί η εμφάνιση του προγράμματος και στα "Plugins" μπορεί να προστεθούν και να εγκατασταθούν επιπλέον δυνατότητες μέσα από τα Plugins που δίνονται. Τέλος, η ενότητα "Learn" παρέχει κάποιους συνδέσμους για περισσότερες πληροφορίες και βοήθεια σχετικά με το Android Studio.



Σχήμα 3.15: Αρχικό μενού Android Studio

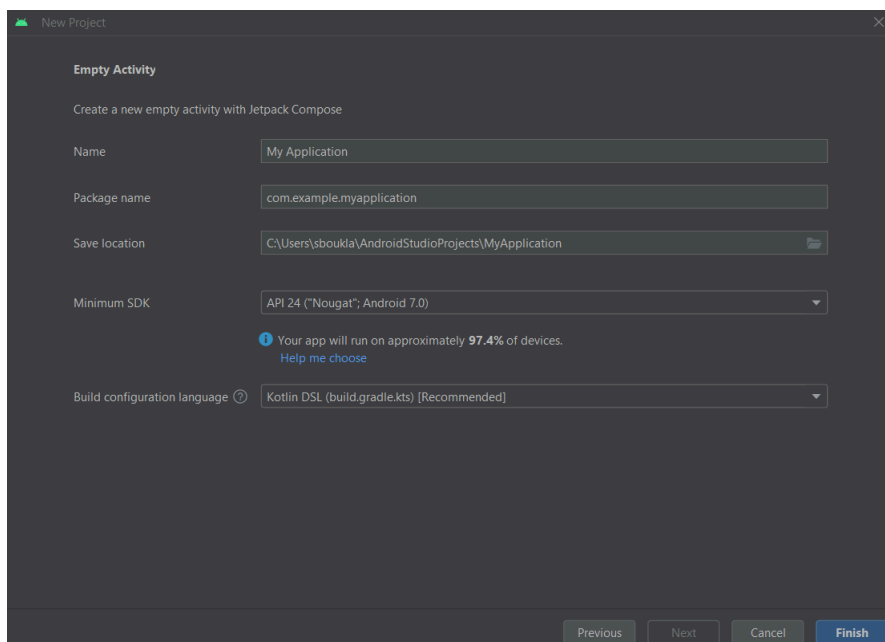
### 3.4.2 Περιγραφή και Ανάλυση Λειτουργιών

Για τη δημιουργία ενός νέου έργου (Project) η διαδικασία είναι αρκετά απλή. Θα πρέπει να επιλεγεί το "New Project" από το αρχικό μενού (Σχήμα 3.15) και στη συνέχεια θα εμφανιστεί ένα ακόμα παράθυρο, με επιλογές σχετικές με κάποια χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει η εφαρμογή εξ' αρχής (Σχήμα 3.16).



Σχήμα 3.16: Μενού δημιουργίας project

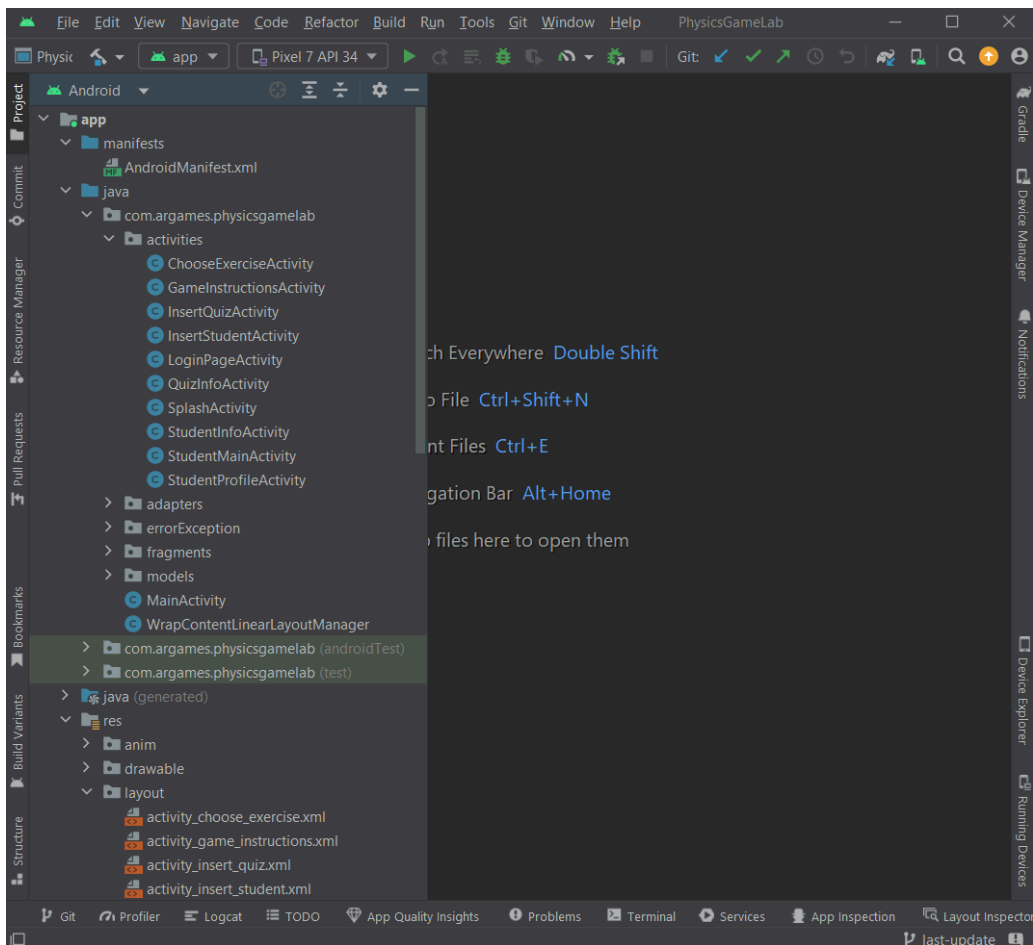
Αφού γίνει η επιθυμητή επιλογή, το επόμενο βήμα (Σχήμα 3.17) είναι η ονομασία του project, σε ποιον φάκελο θα αποθηκευτεί, τι έκδοση android θα υποστηρίζει και σε τι γλώσσα προγραμματισμού θα υλοποιηθεί (Java, Kotlin).



Σχήμα 3.17: Στοιχεία νέου project

Με την ολοκλήρωση αυτού του βήματος, το project έχει δημιουργηθεί και μπορεί να ξεκινήσει η υλοποίησή του στον editor, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.18.

## Κεφάλαιο 3



Σχήμα 3.18: Περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών Android Studio

Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος.

1. **Manifest File:** Παρέχει ουσιαστικές πληροφορίες σχετικά με την εφαρμογή στο λειτουργικό σύστημα Android, συμπεριλαμβανομένων του ονόματος πακέτου, της έκδοσης, των αδειών, των δραστηριοτήτων, των υπηρεσιών και των δεκτών (receivers) της εφαρμογής (Σχήμα 3.19). Το αρχείο αυτό απαιτείται για την εκκίνηση και λειτουργία της εφαρμογής και τον προσδιορισμό της λειτουργικότητάς της.

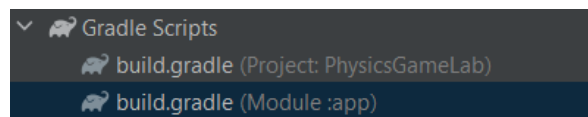
```

1  <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2  <manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools">
4
5    <uses-permission android:name="android.permission.POST_NOTIFICATIONS" />
6
7    <application
8      android:allowBackup="true"
9      android:dataExtractionRules="@xml/data_extraction_rules"
10     android:fullBackupContent="@xml/backup_rules"
11     android:icon="@mipmap/favicon_app_teachers"
12     android:label="PhysicsGameLab"
13     android:supportsRtl="true"
14     android:theme="@style/Theme.PhysicsGameLab"
15     tools:targetApi="31">
16     <activity...>
17
18     <activity...>
19
20     <activity...>
21
22     <activity...>
23
24     <activity...>
25
26     <activity...>
27
28     <activity...>
29
30     <activity...>
31
32     <activity
33       android:name=".activities.LoginPageActivity"
34       android:exported="true">
35       <intent-filter>
36         <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
37
38         <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
39       </intent-filter>
40     </activity>
41   </application>

```

Σχήμα 3.19: Έγγραφο Manifest

2. **Build.gradle:** Είναι αρχεία που χρησιμοποιούνται στο Android Studio για τον καθορισμό των ρυθμίσεων κατασκευής ενός project (Σχήμα 3.20). Είναι γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού Groovy και βοηθά στη διαμόρφωση της διαδικασίας κατασκευής της εφαρμογής. Συμπεριλαμβάνει imports για επιπλέον δυνατότητες, δήλωση target SDK και άλλες ρυθμίσεις.



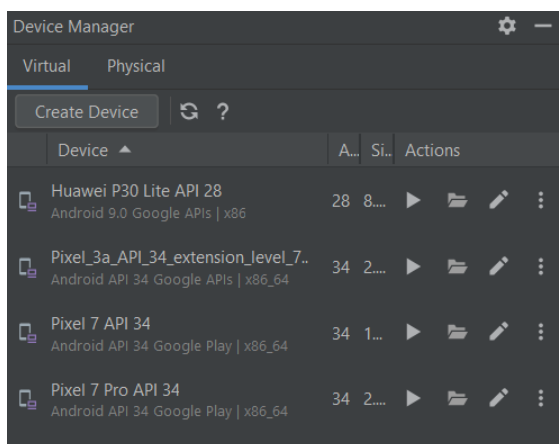
Σχήμα 3.20: Build.gradle αρχεία

3. **Emulator:** Είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει στους προγραμματιστές να προσομοιώνουν τη λειτουργία μιας συσκευής Android στον υπολογιστή τους, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.21. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη δοκιμή εφαρμογών, χωρίς την ανάγκη φυσικής συσκευής.



Σχήμα 3.21: Εικονική συσκευή στον emulator

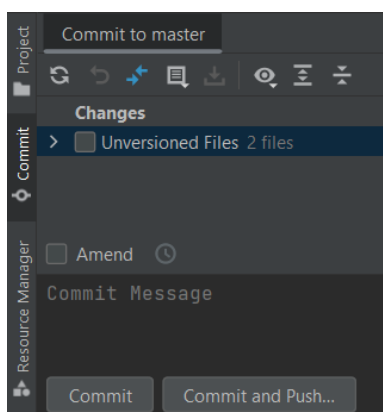
4. **Device Manager:** Δίνει την δυνατότητα προσθήκης και διαχείρισης πολλαπλών συσκευών, που χρησιμοποιούνται στον εξομοιωτή για να εκτελεστεί μία εφαρμογή (Σχήμα 3.22). Επίσης επιτρέπει τη σύνδεση μιας φυσικής Android συσκευής, για ακόμη καλύτερη εμπειρία σε πραγματικό περιβάλλον.



Σχήμα 3.22: Device manager - Λίστα συσκευών

5. **Activities and Fragments:** Είναι βασικά συστατικά για τη δημιουργία της διεπαφής χρήστη (UI) και τη διαχείριση της αλληλεπίδρασης του χρήστη με την εφαρμογή. Καθένα από αυτά συνδέεται με ένα αρχείο XML, που παρουσιάζει τη σελίδα που θα εμφανίζεται στη διεπαφή. Τα activities και fragments παρέχουν τη λειτουργικότητα της κάθε σελίδας και η διαφορά μεταξύ τους είναι ότι τη διαχειρίζονται με διαφορετικό τρόπο.

6. **Resource Files:** Αυτά τα αρχεία περιέχουν πόρους (resources), οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την εφαρμογή. Δεδομένα όπως κείμενο, εικόνες, διατάξεις διεπαφής (layouts), χρώματα, στυλ, και πολλά άλλα, είναι πόροι που απαιτούνται για τη λειτουργία και την εμφάνισή της.
7. **Debugger:** Ο εντοπισμός σφαλμάτων είναι ένα ουσιαστικό μέρος της ανάπτυξης λογισμικού και το Android Studio παρέχει ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων εντοπισμού σφαλμάτων για να βοηθήσει τους προγραμματιστές να εντοπίσουν και να διορθώσουν τυχόν προβλήματα στις εφαρμογές που δημιουργούν.
8. **Git:** Το Git είναι ένα δημοφιλές σύστημα ελέγχου εκδόσεων που επιτρέπει στους προγραμματιστές να παρακολουθούν τις αλλαγές στον κώδικά τους και να συνεργάζονται με διάφορα μέλη μιας ομάδας. Το Android Studio περιλαμβάνει ενσωματωμένη υποστήριξη για το Git, καθιστώντας εύκολη τη διαχείριση αλλαγών κώδικα και τη συνεργασία με άλλους. Στο Σχήμα 3.23 εμφανίζεται η καρτέλα που μπορεί να γίνει η διαχείριση των αλλαγών.



Σχήμα 3.23: Git - Καρτέλα διαχείρισης αλλαγών

9. **Firebase Integration:** Προσφέρει δυνατότητα σύνδεσης με Firebase για Analytics, Authentication, Crashlytics και άλλα. Η Firebase επιτρέπει την αποθήκευση δεδομένων, την παρακολούθηση στατιστικών στοιχείων της εφαρμογής, τη διαχείριση με ασφάλεια της δημιουργίας χρηστών, καθώς και την αξιοποίηση πολλών άλλων λειτουργιών της.

### 3.4.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Το Android Studio είναι το επίσημο IDE για τη δημιουργία, δοκιμή και ανάπτυξη εφαρμογών Android. Ως εργαλείο προσφέρει πολλαπλά οφέλη στους χρήστες του αλλά ταυτόχρονα υπάρχουν και κάποιες προκλήσεις σχετικά με τη χρήση του.

Σε πρώτο στάδιο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο IDE έχει δημιουργηθεί αποκλειστικά για την ανάπτυξη Android εφαρμογών, οπότε παρέχει ένα ολοκληρωμένο σύστημα με όλα τα απαραίτητα εργαλεία (XML editors, layout designers και προσομοιωτές κ.λπ.). Επίσης το περιβάλλον είναι εύκολο στη χρήση του και φιλικό προς τους προγραμματιστές που το επιλέγουν. Ένα βασικό χαρακτηριστικό είναι ο προσομοιωτής android κινητών, όπου γίνεται δοκιμή εφαρμογών σε διάφορες συσκευές, εκδόσεις Android και αναλύσεις οθόνης. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης της εφαρμογής σε διαφορετικά περιβάλλοντα και άρα καλύτερη διαχείριση των λειτουργιών και χαρακτηριστικών της. Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί ότι είναι ένα δωρεάν εργαλείο και άρα προσβάσιμο σε όλους. Τελευταίο, αλλά εξίσου σημαντικό, είναι η

## Κεφάλαιο 3

λειτουργία ανάλυσης APK (Android Package), η οποία παρέχει πληροφορίες για το μέγεθος, το περιεχόμενο και άλλα στοιχεία σχετικά με το APK.

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα, το κυριότερο είναι η υψηλή υπολογιστική ισχύ, που είναι απαραίτητη για την ομαλή λειτουργία του. Το Android Studio απαιτεί αρκετή μνήμη RAM και ισχυρό επεξεργαστή (CPU) για να μπορέσει να ανταπεξέλθει ένας υπολογιστής. Επίσης, είναι πιθανό να παρουσιαστούν καθυστερήσεις ή σφάλματα κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, ειδικά σε πολύπλοκες εφαρμογές μεγάλων project. Τέλος, παρόλο που παρέχει τόσες δυνατότητες για Android εφαρμογές, δυστυχώς δεν υπάρχει ευελιξία στο να γίνει ανάπτυξη εφαρμογών για άλλες πλατφόρμες, όπως για iOS.

Συνοπτικά, το Android Studio είναι η καλύτερη επιλογή για όποιον θέλει να αναπτύξει εφαρμογές αποκλειστικά για Android. Προσφέρει όλα τα εργαλεία και τις λειτουργίες που χρειάζεται ένας προγραμματιστής για να έχει ένα ολοκληρωμένο πακέτο. Ωστόσο, είναι απαραίτητος ένας ισχυρός υπολογιστής για να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις του.

### 3.4.4 Παρόμοιες Πλατφόρμες

Εκτός από το Android Studio υπάρχουν και άλλα Integrated Development Environment (IDE), που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία android εφαρμογών. Ένα από αυτά είναι το IntelliJ IDEA, το οποίο είναι ένα πιο γενικό εργαλείο ανάπτυξης κώδικα. Λόγω των πολλαπλών γλωσσών προγραμματισμού και frameworks που χρησιμοποιεί (Spring, JavaScript, Type Script, Angular, React Native και πολλές άλλες), απευθύνεται σε ένα ευρύτερο φάσμα πλατφορμών και δεν περιορίζεται μόνο στις android εφαρμογές. Στην πραγματικότητα το Android Studio μοιάζει πολύ με το IntelliJ IDEA, διότι το πρώτο βασίζεται στο δεύτερο.

Η δημιουργία του IntelliJ IDEA έγινε από το στούντιο της JetBrains και έχει σχεδιαστεί για να μεγιστοποιεί την παραγωγικότητα των προγραμματιστών, κυρίως μέσω του εργονομικού σχεδιασμού και της έξυπνης βοήθειας στην ανάπτυξη κώδικα. Για τον λόγο αυτό είναι πολύ δημοφιλές σε αρχάριους αλλά και επαγγελματίες. Ωστόσο, του λείπουν ορισμένες από τις εξειδικευμένες δυνατότητες σχετικά με την δημιουργία εφαρμογών android, τις οποίες περιλαμβάνει το Android Studio, όπως η υποστήριξη ανάλυσης APK.

Συμπερασματικά, το IntelliJ IDEA είναι ένα πολύ ανταγωνιστικό εργαλείο με μεγάλο εύρος δυνατοτήτων που εξυπηρετεί πληθώρα αναγκών. Παρόλα αυτά είναι πιο γενικευμένο σε σχέση με το Android Studio, σχετικά με την ανάπτυξη εφαρμογών σε android κινητές συσκευές [26].

### 3.5 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η χρήση των Unity, Blender και Android Studio συνέβαλε καθοριστικά στη διαμόρφωση και ολοκλήρωση δύο πλήρως λειτουργικών εφαρμογών. Το Unity παρέχει ένα ευέλικτο περιβάλλον για την ενσωμάτωση της AR τεχνολογίας, το Blender βοηθά στη δημιουργία 3D μοντέλων, ενώ το Android Studio εξασφαλίζει την ομαλή προσαρμογή και λειτουργία της μίας εκ των δύο εφαρμογών σε κινητές συσκευές. Μέσα από τη διαδικασία αυτή, αποκτήθηκε πολύτιμη εμπειρία στον συνδυασμό διαφορετικών εργαλείων, βελτιώνοντας τόσο τις τεχνικές δεξιότητες όσο και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων.

## **Κεφάλαιο 4ο: Παιχνίδια Αξιολόγησης Μαθητών με χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας**

### **4.1 Εισαγωγή**

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζεται και αναλύεται η εφαρμογή που απευθύνεται σε μαθητές της Ε' Δημοτικού, σχεδιασμένη για το μάθημα της Φυσικής, αξιοποιώντας την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Η εφαρμογή περιέχει quiz αξιολόγησης, τα οποία είναι δημιουργημένα από τους ίδιους τους δασκάλους. Κάθε quiz αποτελείται από μία σειρά AR παιχνιδιών που θα κάνουν την αξιολόγηση πιο ευχάριστη και διαδραστική. Σκοπός είναι οι μαθητές να παρουσιάσουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το μάθημα και να αυξηθεί η κατανόησή του. Επίσης, οι μαθητές θα μπορούν να ανταγωνίζονται μεταξύ τους μέσω του Scoreboard, που περιέχει τους συνολικούς πόντους κάθε μαθητή. Οι πόντοι μαζεύονται από τα επιτυχημένα quiz που θα ολοκληρώσουν.

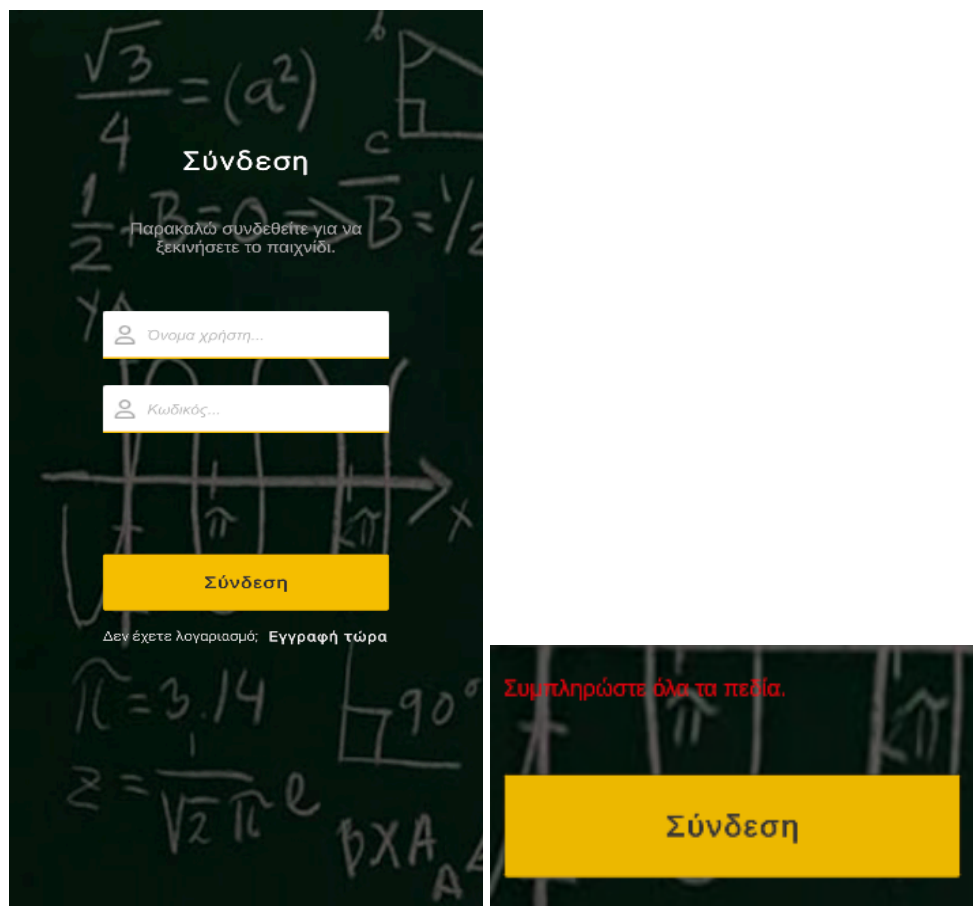
Στη συνέχεια, θα γίνει λεπτομερής ανάλυση όλων των δυνατοτήτων της εφαρμογής καθώς και αναφορά των τεχνικών της χαρακτηριστικών.

### **4.2 Περιγραφή Εφαρμογής**

Η εφαρμογή που θα παρουσιαστεί σε αυτό το κεφάλαιο ονομάζεται PhysicsGameLab και η κύρια λειτουργία της είναι να παρέχει στους μαθητές του δημοτικού τη δυνατότητα πραγματοποίησης προσχεδιασμένων Quiz. Πάνω σε αυτά θα γίνεται η αξιολόγησή τους στο μάθημα, προσφέροντας έναν διαφορετικό και πιο διαδραστικό τρόπο μάθησης.

#### **4.2.1 Σύνδεση και Εγγραφή**

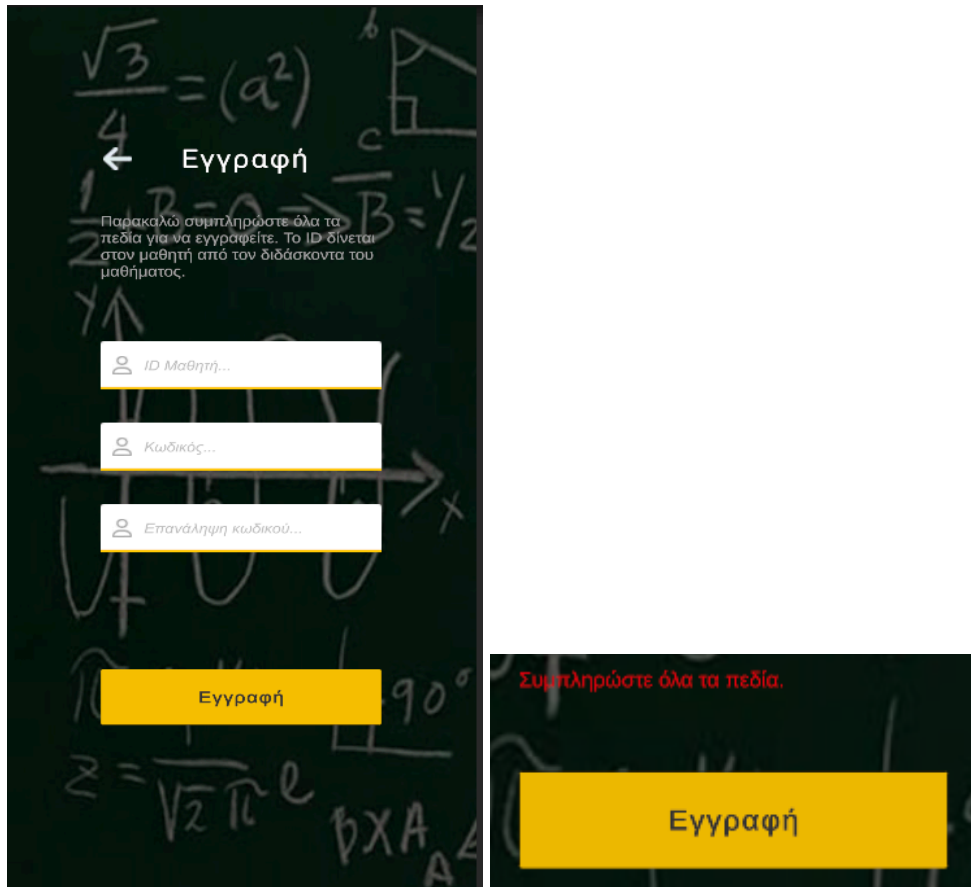
Η πρώτη οθόνη που αντικρίζει ένας χρήστης όταν ανοίγει το PhysicsGameLab είναι η οθόνη σύνδεσης (Σχήμα 4.1). Για να γίνει χρήση των λειτουργιών της, οι μαθητές πρέπει να συνδεθούν με τα προσωπικά τους στοιχεία σε αυτή και σε περίπτωση που δεν έχουν λογαριασμό, να κάνουν εγγραφή.



Σχήμα 4.1: Οθόνη σύνδεσης και μηνύματα λάθους

Αν ένας μαθητής χρησιμοποιεί την εφαρμογή για πρώτη φορά, πρέπει να επιλέξει από την οθόνη σύνδεσης, στο κάτω μέρος, το “Εγγραφή τώρα”. Στη συνέχεια, γίνεται ανακατεύθυνσή του στην οθόνη εγγραφής, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.2 και με τη συμπλήρωση όλων των υποχρεωτικών πεδίων (έγκυρο ID μαθητή που δόθηκε από το σχολείο, νέος κωδικός πρόσβασης και επανάληψή του), γίνεται η δημιουργία του λογαριασμού. Σε περίπτωση που δεν συμπληρωθεί κάποιο πεδίο, δεν εισαχθεί έγκυρο ID μαθητή ή δεν ταιριάζουν οι κωδικοί πρόσβασης των δύο πεδίων μεταξύ τους, θα εμφανίσει μήνυμα λάθους όπως στο Σχήμα 4.2. Σε μελλοντικές ενημερώσεις μπορεί να δοθεί η δυνατότητα εξέτασης περισσότερων παραμέτρων.

Η αποθήκευση του κωδικού πρόσβασης γίνεται στο Firestore της Firebase, που αποθηκεύονται όλα τα δεδομένα της εφαρμογής. Για να υπάρχει ασφάλεια ως προς την αποθήκευση τέτοιων ευαίσθητων πληροφοριών, γίνεται υλοποίηση με salting (προσθήκη τυχαίων δεδομένων πριν από το hashing) και hashing (μετατροπή δεδομένων σε μια συμβολοσειρά χαρακτήρων σταθερού μεγέθους) πάνω στον κωδικό για να εξασφαλιστεί ότι θα είναι πολύ δύσκολο να παραβιαστεί.



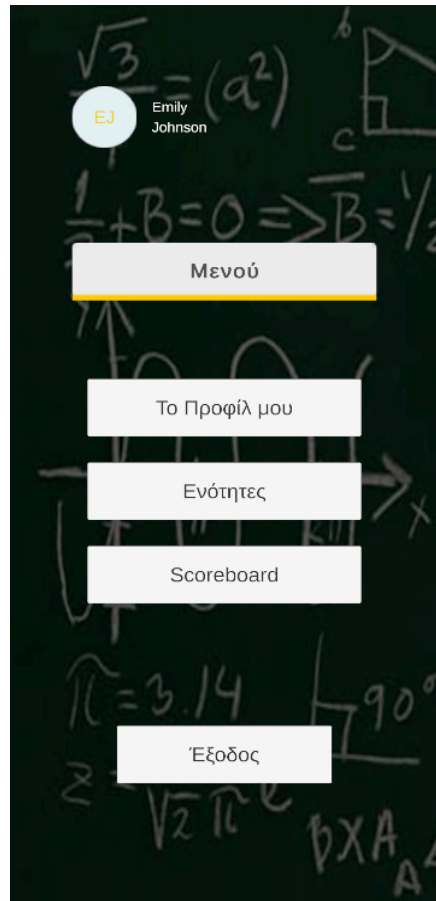
Σχήμα 4.2: Οθόνη εγγραφής και μηνύματα λάθους

Αφού δημιουργηθεί ο λογαριασμός, ο μαθητής θα παραλάβει από τον δάσκαλο ένα ID για την εγγραφή του και ένα ψευδώνυμο για την σύνδεση στην εφαρμογή. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσει να αποκτήσει πρόσβαση στις λειτουργίες της.

Συνοπτικά, ο μαθητής πρέπει να συνδεθεί με τον κωδικό που έχει δημιουργήσει ο ίδιος και το ψευδώνυμο που του είχε παραχωρήσει ο δάσκαλος. Αν υπάρξει κάποιο σφάλμα κατά τη σύνδεση, θα εμφανιστεί ένα μήνυμα λάθους όπως στο Σχήμα 4.1.

#### 4.2.2 Μενού Εφαρμογής

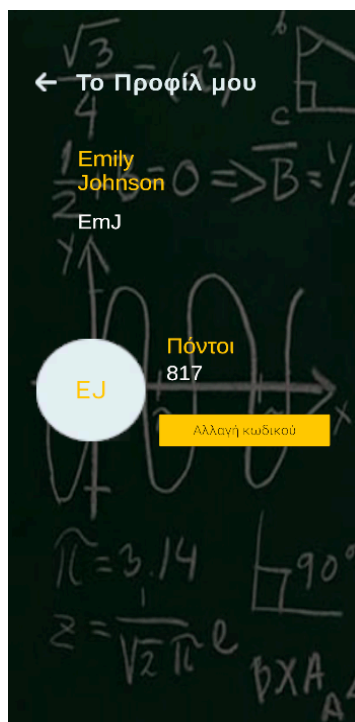
Μετά την επιτυχή είσοδο στον λογαριασμό, εμφανίζεται το κύριο μενού με τις βασικές δυνατότητες της εφαρμογής, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 4.3. Το μενού αποτελείται από 4 επιλογές, που οδηγούν στο προφίλ του μαθητή, τον πίνακα με το συνολικό σκορ (του ίδιου και των συμμαθητών του - Scoreboard), τη λίστα με τα διαθέσιμα Quiz, και την έξοδο/αποσύνδεση από την πλατφόρμα. Επίσης, στην πάνω αριστερή γωνία εμφανίζεται το όνομα του συνδεδεμένου χρήστη-μαθητή.



Σχήμα 4.3: Κεντρικό μενού

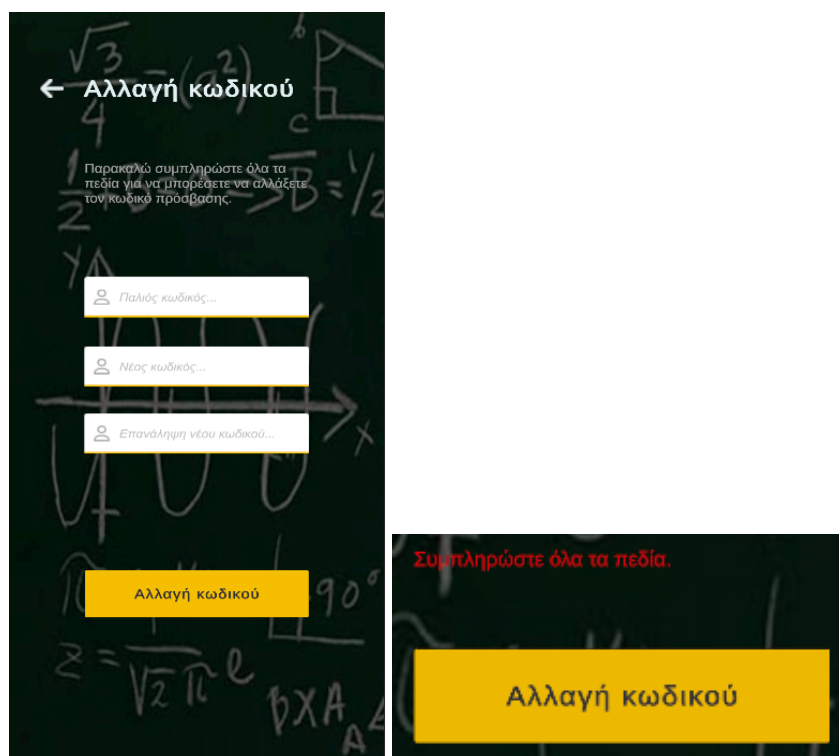
### 4.2.3 Προφίλ Χρήστη

Πατώντας την επιλογή “Το Προφίλ μου” εμφανίζεται η σελίδα του Σχήματος 4.4. Σε αυτή ο μαθητής μπορεί να δει τα προσωπικά του στοιχεία, όπως όνομα, επίθετο, ψευδώνυμο, συνολικούς πόντους και να κάνει αλλαγή κωδικού πρόσβασης. Αργότερα, μπορεί να προστεθεί λειτουργία επεξεργασίας ψευδωνύμου, για να γίνει πιο προσωποποιημένο προς τους μαθητές.



Σχήμα 4.4: Οθόνη προφίλ μαθητή

Για να πραγματοποιηθεί αλλαγή κωδικού πρόσβασης, με την επιλογή “Αλλαγή κωδικού” (Σχήμα 4.4), θα εμφανιστεί η οθόνη του Σχήματος 4.5.



Σχήμα 4.5: Οθόνη αλλαγής κωδικού πρόσβασης

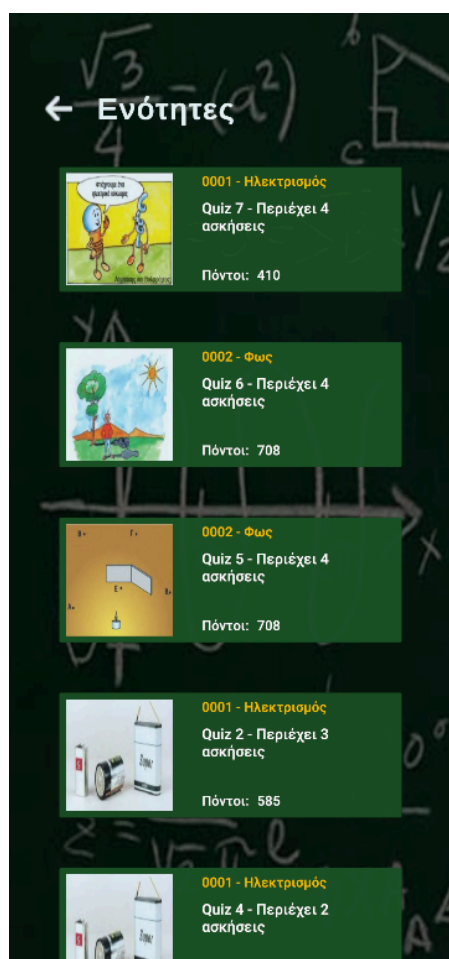
## Κεφάλαιο 4

Η διαδικασία μπορεί να ολοκληρωθεί με επιτυχία, εφόσον ο μαθητής συμπληρώσει όλα τα πεδία (παλιός και νέος κωδικός) σωστά. Σε περίπτωση σφάλματος θα εμφανιστεί μήνυμα λάθους, όπως στο Σχήμα 4.5, για να ενημερωθεί για την αποτυχία της διαδικασίας.

Το προφίλ δεν παρέχει περαιτέρω δυνατότητες αλλά έχει προοπτικές για βελτίωση σε επόμενες εκδόσεις με περισσότερες πληροφορίες και ενέργειες.

### 4.2.4 Λίστα Quiz

Στη συνέχεια, ο μαθητής μπορεί να περιηγηθεί στην οθόνη με την λίστα των Quiz, όπου μπορεί να δει ποια είναι διαθέσιμα προς επίλυση. Η οθόνη απεικονίζεται στο Σχήμα 4.6 στο οποίο φαίνονται και μερικά Quiz από διαφορετικά κεφάλαια.



Σχήμα 4.6: Λίστα με τα διαθέσιμα Quiz

Κάθε μία από αυτές τις επιλογές περιέχει κάποιες βασικές πληροφορίες σχετικά με το Quiz, για να αναγνωρίζεται εύκολα από τους μαθητές. Επίσης, είναι σημαντικό να γνωρίζουν κάποια χαρακτηριστικά του, όπως το σύνολο των ασκήσεων που περιέχουν, πριν το πραγματοποιήσουν.

#### 4.2.5 Πόντοι και Βαθμολόγηση

Για την αξιολόγηση των Quiz που περιέχουν τα AR παιχνίδια, χρησιμοποιούνται δύο συστήματα βαθμολόγησης, τα οποία αναλύονται παρακάτω.

Αρχικά δημιουργήθηκε ένα βασικό σύστημα με κλίμακα από 0 έως 10. Κάθε μαθητής έχει τη δυνατότητα να δει τη βαθμολογία του στο τέλος του Quiz και σε κάθε άσκηση-παιχνίδι που ολοκληρώνει. Αυτό βοηθά ώστε να έχει μια συνοπτική εικόνα της απόδοσής του. Παράλληλα, ο δάσκαλος έχει συνεχή πρόσβαση στην αναλυτική βαθμολογία των μαθητών, η οποία περιλαμβάνει λεπτομέρειες για κάθε πτυχή της απόδοσής του. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα να παρακολουθεί την πρόοδο των μαθητών και να εντοπίζει σημεία που χρειάζονται βελτίωση.

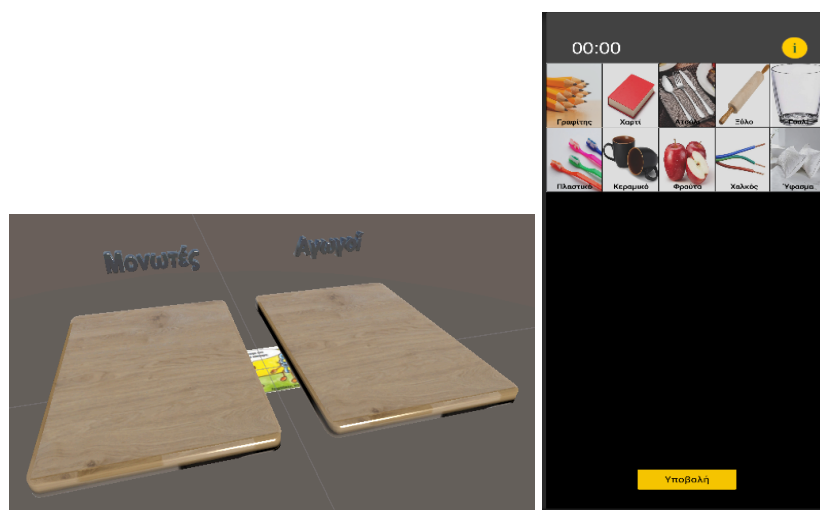
Επιπλέον, υπάρχει ένα σύστημα πόντων, που προσφέρει μια πιο διαδραστική εμπειρία για τους μαθητές. Οι πόντοι αυτοί είναι ορατοί μόνο στους μαθητές, τόσο οι δικοί τους όσο και των συμμαθητών τους. Σε αυτούς έχουν πρόσβαση μέσω ενός scoreboard που ενισχύει την αίσθηση του υγιούς ανταγωνισμού. Επίσης εμφανίζονται και μετά την ολοκλήρωση κάθε άσκησης ή Quiz όπως και ο βαθμός τους. Ωστόσο, ο δάσκαλος δεν έχει πρόσβαση στους πόντους αυτούς, δίνοντας έμφαση στη χρήση τους ως μέσο παρακίνησης και ενθάρρυνσης μέσα στην ομάδα των μαθητών.

#### 4.2.6 Ανάλυση Παιχνιδιών AR

Η υλοποίηση παιχνιδιών-ασκήσεων, από τα οποία αποτελούνται τα Quiz, αφορούν δύο κεφάλαια του βιβλίου Φυσικής της Ε΄ δημοτικού, την Ενέργεια και το Φως. Για κάθε κεφάλαιο δημιουργήθηκαν 4 παιχνίδια AR, τα οποία θα αναλυθούν λεπτομερώς παρακάτω.

##### Κεφάλαιο Ηλεκτρισμός

1. **Αγωγοί και μονωτές:** Στη συγκεκριμένη άσκηση οι μαθητές θα πρέπει να τοποθετήσουν τα αντικείμενα που τους δίνονται (Inventory) στις κατάλληλες κατηγορίες, ανάλογα αν είναι αγωγοί ή μονωτές. Στο Σχήμα 4.7 φαίνεται η οθόνη του παιχνιδιού.



Σχήμα 4.7: Παιχνίδι - Αγωγοί και μονωτές

### Οδηγίες για το Παιχνίδι:

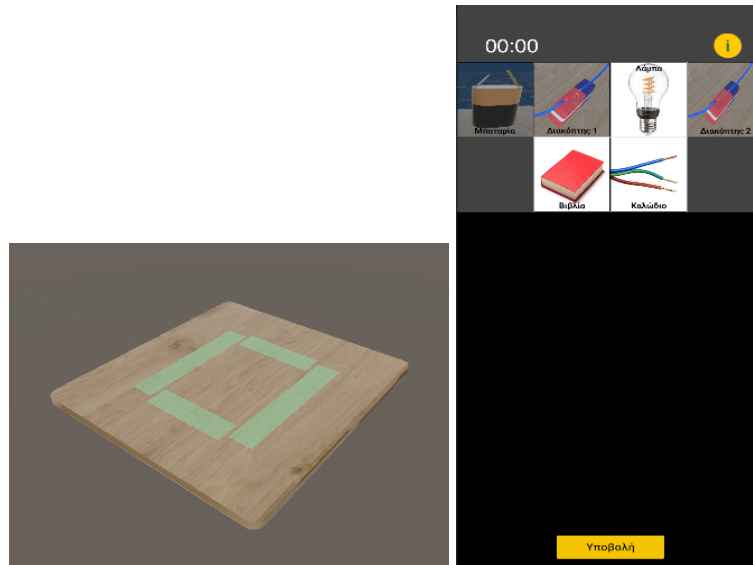
- **Επιλογή Υλικών:** Παρατήρησε την εργαλειοθήκη (Inventory) για να δεις τα διαθέσιμα υλικά. Επίλεξε 10 υλικά που θέλεις να κατηγοριοποιήσεις.
- **Κατηγοριοποίηση:** Υπάρχουν δύο 3D τραπέζια: ένα για τους Αγωγούς και ένα για τους Μονωτές. Διάλεξε ένα υλικό από την εργαλειοθήκη και πάτα πάνω στο τραπέζι της σωστής κατηγορίας (Αγωγός ή Μονωτής). Όταν τελειώσεις με τις επιλογές σου πάτησε “Υποβολή” για να δεις το σκορ σου.
- **Βαθμολογία:** Για κάθε σωστή τοποθέτηση κερδίζεις 1 μονάδα. Για κάθε λάθος, χάνεις 0.7 μονάδες. Συνολική βαθμολογία: 0 - 10 μονάδες.
- **Πόντοι:** Κάθε σωστή απάντηση σου δίνει 15 πόντους (σύνολο πόντων 150). Για κάθε 5 δευτερόλεπτα που περνούν, χάνεις 1 πόντο. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση αργά αλλά σωστά, παίρνεις 20 πόντους ως ελάχιστη επιβράβευση. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση πολύ γρήγορα (σε κάτω από 1 λεπτό), κερδίζεις +10 μπόνους πόντους!
- **Τελικός Στόχος:** Κατέταξε όλα τα υλικά στη σωστή κατηγορία και πέρασε την άσκηση. Προσπάθησε να ολοκληρώσεις την άσκηση όσο πιο γρήγορα και σωστά μπορείς για να κερδίσεις τους περισσότερους πόντους!

Στο Σχήμα 4.8 φαίνεται το target που αναγνωρίζεται μέσω του Vuforia, για να εμφανίσει το παιχνίδι στον μαθητή.



Σχήμα 4.8: Vuforia target για το παιχνίδι

2. **Φτιάξε το Κύκλωμα!:** Μέσω μιας εργαλειοθήκης (Inventory) δίνονται στον χρήστη κάποια αντικείμενα και πρέπει να φτιάξει ένα λειτουργικό κύκλωμα, ώστε να ανάβει το λαμπάκι. Η οθόνη του παιχνιδιού με τα αντικείμενα εμφανίζεται στο Σχήμα 4.9.

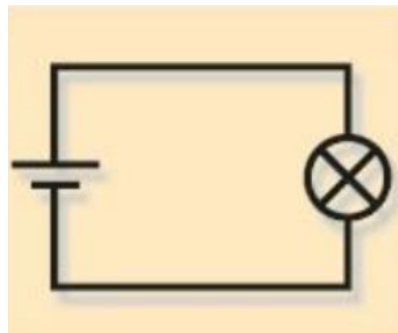


Σχήμα 4.9: Παιχνίδι - Φτιάξε το κύκλωμα

#### Οδηγίες για το Παιχνίδι:

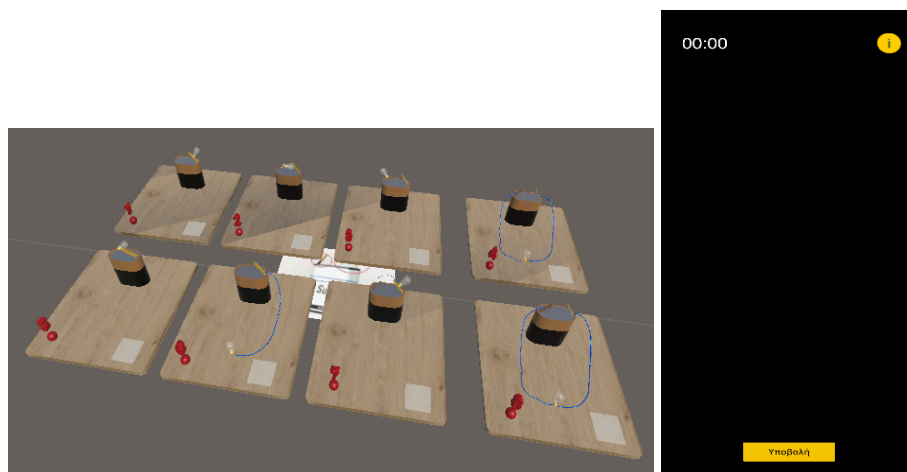
- **Επιλογή Υλικών:** Παρατήρησε την εργαλειοθήκη για να δεις τα διαθέσιμα αντικείμενα. Επίλεξε 4 αντικείμενα που χρειάζονται για να φτιάξεις ένα σωστό κύκλωμα.
- **Τοποθέτηση Αντικειμένων:** Στην πλάκα κυκλώματος που εμφανίζεται, υπάρχουν διάφορα σημεία όπου μπορείς να τοποθετήσεις τα αντικείμενα. Επίλεξε τα σωστά αντικείμενα και τοποθέτησέ τα στα σωστά σημεία της πλάκας. Όταν τελειώσεις με τις επιλογές σου πάτησε “Υποβολή” για να δεις τον βαθμό σου.
- **Βαθμολογία:** Για να λάβεις τη μέγιστη βαθμολογία και να περάσεις την άσκηση, πρέπει το κύκλωμα να είναι λειτουργικό. Αν το κύκλωμα δε λειτουργεί, παίρνεις τη μικρότερη βαθμολογία. Συνολική βαθμολογία: 0 - 10 μονάδες.
- **Πόντοι:** Κάθε σωστή τοποθέτηση σου δίνει 25 πόντους (μέγιστο 100 πόντοι για τα 4 σωστά αντικείμενα). Για κάθε 2 δευτερόλεπτα καθυστέρησης, χάνεις 1 πόντο. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση αργά αλλά σωστά, παίρνεις 20 πόντους ως ελάχιστη επιβράβευση. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση πολύ γρήγορα (κάτω από 1 λεπτό), κερδίζεις +10 μπόνους πόντους!
- **Τελικός Στόχος:** Δημιούργησε το σωστό κύκλωμα τοποθετώντας τα αντικείμενα στην πλάκα. Αν το κύκλωμα δεν είναι λειτουργικό δεν μπορείς να περάσεις την άσκηση. Προσπάθησε να ολοκληρώσεις την άσκηση όσο πιο γρήγορα και σωστά μπορείς για να κερδίσεις τους περισσότερους πόντους!

Στο Σχήμα 4.10 φαίνεται το target που αναγνωρίζεται μέσω του Vuforia, για να εμφανίσει το παιχνίδι στον μαθητή.



Σχήμα 4.10: Vuforia target για το παιχνίδι

3. **Άναψε το λαμπάκι!:** Οι μαθητές θα πρέπει να επιλέξουν σε ποιες από τις περιπτώσεις των κυκλωμάτων που τους δίνονται θα ανάψει το λαμπάκι. Στο Σχήμα 4.11 εμφανίζεται η οθόνη που βλέπει ο χρήστης για το παιχνίδι.



Σχήμα 4.11: Παιχνίδι - Άναψε το λαμπάκι

#### Οδηγίες για το Παιχνίδι:

- **Σκοπός:** Υπάρχουν 8 διαθέσιμα κυκλώματα προς επιλογή. Από αυτά πρέπει να επιλέξεις τα λειτουργικά κυκλώματα, δηλαδή εκείνα που είναι σωστά συνδεδεμένα μεταξύ τους.
- **Επιλογή Κυκλωμάτων:** Σε κάθε πλακέτα κυκλώματος που εμφανίζεται, υπάρχουν κάποια σημεία (κουτάκια) τα οποία μπορείς να επιλέξεις, αν θεωρείς ότι το συγκεκριμένο κύκλωμα είναι σωστό. Κάθε κουτάκι που επιλέγεις θα φωτίζεται για να ξέρεις ποιες είναι οι επιλογές σου.
- **Βαθμολογία:** Για κάθε κύκλωμα που επιλέγεις σωστά, θα κερδίσεις 3.34 μονάδες. Κάθε λάθος κύκλωμα που επιλέγεις, αφαιρούνται -1.2 μονάδες. Συνολική βαθμολογία: 0 - 10 μονάδες.
- **Πόντοι:** Κάθε σωστή επιλογή λειτουργικού κυκλώματος σου δίνει 15 πόντους. (μέγιστο 45 πόντοι για τα 3 σωστά αντικείμενα). Για κάθε 2 δευτερόλεπτα καθυστέρησης, χάνεις 1 πόντο. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση αργά αλλά σωστά, παίρνεις 20 πόντους ως ελάχιστη επιβράβευση. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση πολύ γρήγορα (κάτω από 1 λεπτό), κερδίζεις +10 μπόνους πόντους!

## Παιχνίδια Αξιολόγησης Μαθητών με χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας

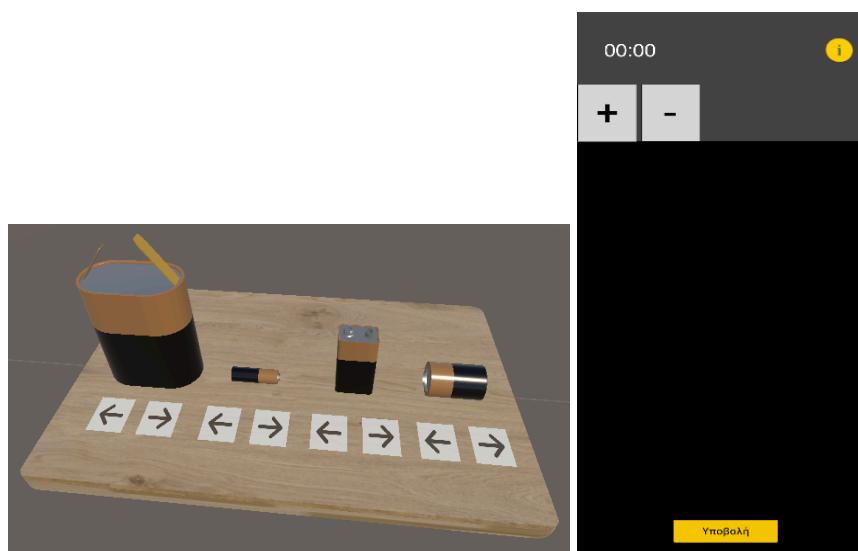
- **Τελικός Στόχος:** Επίλεξε τα κυκλώματα που είναι σωστά συνδεδεμένα, για να κερδίσεις πόντους και να περάσεις την άσκηση. Προσπάθησε να ολοκληρώσεις την άσκηση όσο πιο γρήγορα και σωστά μπορείς, για να κερδίσεις τους περισσότερους πόντους!

Στο Σχήμα 4.12 φαίνεται το target που αναγνωρίζεται μέσω του Vuforia, για να εμφανίσει το παιχνίδι στον μαθητή.



Σχήμα 4.12: Vuforia target για το παιχνίδι

4. **Βρες τον Σωστό Πόλο!:** Σε αυτή την άσκηση οι μαθητές θα πρέπει να αναγνωρίσουν τους πόλους για κάθε μπαταρία που τους δίνεται και να τοποθετήσουν τα σωστά σύμβολα σε κάθε μία από αυτές. Στο Σχήμα 4.13 φαίνεται η οθόνη που αντικρίζει ο χρήστης όταν ξεκινάει το παιχνίδι.



Σχήμα 4.13: Παιχνίδι - Βρες τον Σωστό Πόλο

### Οδηγίες για το Παιχνίδι:

- **Επιλογή Συμβόλων:** Παρατήρησε στην εργαλειοθήκη τα διαθέσιμα σύμβολα που χαρακτηρίζουν τους πόλους της μπαταρίας (+, -). Επίλεξε 1 σύμβολο κάθε φορά και

## Κεφάλαιο 4

τοποθέτησέ το στη σωστή θέση, πάνω από τους αντίστοιχους πόλους της κάθε μπαταρίας.

- **Τοποθέτηση Συμβόλων:** Κάθε μπαταρία έχει δύο πόλους: τον θετικό (+) και τον αρνητικό (-). Μπροστά από κάθε μπαταρία υπάρχουν βελάκια (δεξιά και αριστερά). Πάτησε στο βελάκι και τοποθέτησε το σύμβολο + ή - πάνω στον αντίστοιχο πόλο της μπαταρίας.
- **Βαθμολογία:** Για κάθε σωστή απάντηση (δηλαδή για κάθε σωστό σύμβολο τοποθετημένο πάνω στον σωστό πόλο), παίρνεις 1.25 μονάδες. Για κάθε λάθος απάντηση, αφαιρούνται -0.7 μονάδες. Συνολική βαθμολογία: 0 - 10 μονάδες.
- **Πόντοι:** Κάθε σωστή τοποθέτηση σου δίνει 15 πόντους (μέγιστο 120 πόντοι για τα 8 σωστά σύμβολα). Για κάθε 2 δευτερόλεπτα καθυστέρησης, χάνεις 1 πόντο. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση αργά αλλά σωστά, παίρνεις 20 πόντους ως ελάχιστη επιβράβευση. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση πολύ γρήγορα (σε κάτω από 1 λεπτό), κερδίζεις +10 μπόνους πόντους!
- **Τελικός Στόχος:** Τοποθέτησε σωστά όλα τα + και - στους αντίστοιχους πόλους της κάθε μπαταρίας. Προσπάθησε να ολοκληρώσεις την άσκηση όσο πιο γρήγορα και σωστά μπορείς για να κερδίσεις τους περισσότερους πόντους!

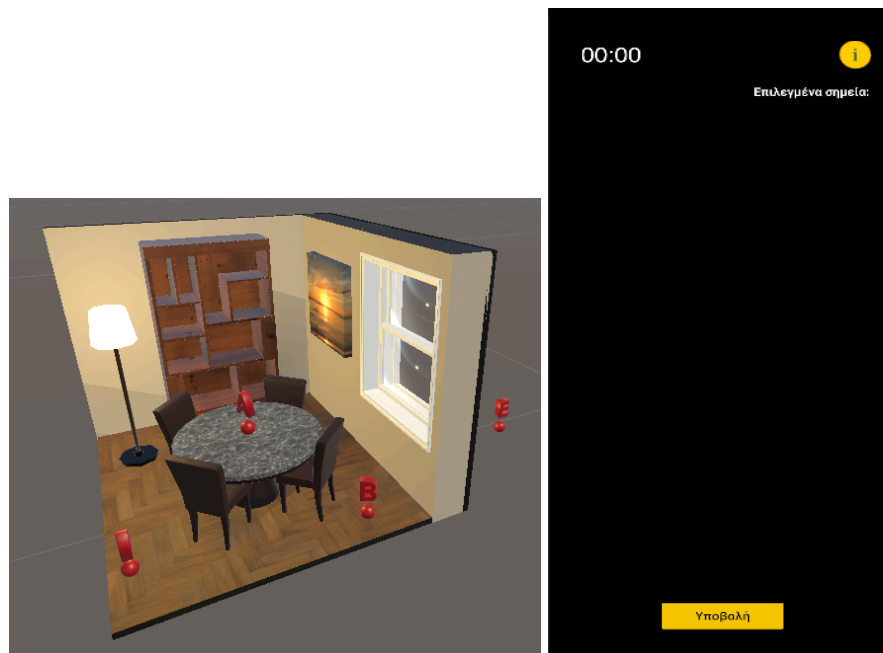
Στο Σχήμα 4.14 φαίνεται το target που αναγνωρίζεται μέσω του Vuforia, για να εμφανίσει το παιχνίδι στον μαθητή.



Σχήμα 4.14: Vuforia target για το παιχνίδι

## Κεφάλαιο Φως

5. **Βρες ποιος φωτίζεται:** Θα πρέπει να γίνει εύρεση των σημείων (αντικειμένων) που φωτίζονται από τη φωτεινή πηγή, η οποία βρίσκεται στατική σε ένα σημείο. Η οθόνη του παιχνιδιού απεικονίζεται στο Σχήμα 4.15.

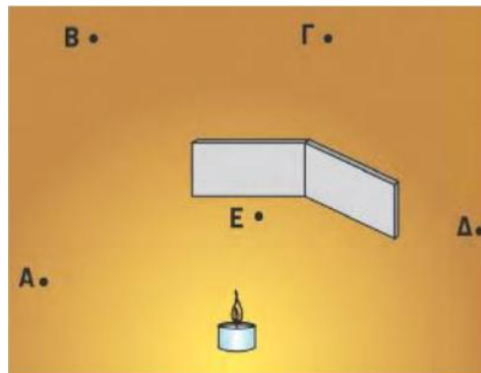


Σχήμα 4.15: Παιχνίδι - Βρες ποιος φωτίζεται

#### Οδηγίες για το Παιχνίδι:

- **Σκοπός:** Μέσα στο δωμάτιο βρίσκεται μία σταθερή πηγή φωτός (λάμπα δαπέδου). Υπάρχουν 6 σημεία μέσα και έξω από το δωμάτιο και πρέπει να επιλέξεις ποια από αυτά φωτίζονται από τη φωτεινή πηγή. Σκέψου ποια σημεία βρίσκονται μέσα στο πεδίο φωτισμού της πηγής.
- **Επιλογή Σημείων:** Πάτησε πάνω στα σημεία που θεωρείς ότι φωτίζονται. Τα επιλεγμένα σημεία θα εμφανίζονται πάνω δεξιά στην οθόνη. Όταν τελειώσεις με τις επιλογές σου πάτησε “Υποβολή” για να δεις τον βαθμό σου.
- **Βαθμολογία:** Για κάθε σωστή απάντηση, κερδίζεις 3.35 μονάδες. Για κάθε λανθασμένη απάντηση, αφαιρούνται -1.7 μονάδες. Συνολική βαθμολογία: 0 - 10 μονάδες.
- **Πόντοι:** Κάθε σωστή τοποθέτηση σου δίνει 25 πόντους (μέγιστο 75 πόντοι για τα 3 σωστά αντικείμενα). Για κάθε 2 δευτερόλεπτα καθυστέρησης, χάνεις 1 πόντο. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση αργά αλλά σωστά, παίρνεις 20 πόντους ως ελάχιστη επιβράβευση. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση πολύ γρήγορα (κάτω από 1 λεπτό), κερδίζεις +10 μπόνους πόντους!
- **Τελικός Στόχος:** Επίλεξε σωστά και γρήγορα τα φωτισμένα σημεία που υπάρχουν. Προσπάθησε να ολοκληρώσεις την άσκηση όσο πιο γρήγορα και σωστά μπορείς για να κερδίσεις τους περισσότερους πόντους!

Στο Σχήμα 4.16 φαίνεται το target που αναγνωρίζεται μέσω του Vuforia για να εμφανίσει το παιχνίδι στον μαθητή.



Σχήμα 4.16: Vuforia target για το παιχνίδι

6. **Φως ή Σκιά; Ανακάλυψε τα υλικά!:** Σε αυτή την άσκηση πρέπει να αντιστοιχιστούν ποια υλικά είναι διαφανή, ημιδιαφανή ή αδιαφανή, ανάλογα με την ποσότητα του φωτός που τα διαπερνά. Στο Σχήμα 4.17 εμφανίζεται η εικόνα που βλέπει ο χρήστης για το παιχνίδι.



Σχήμα 4.17: Παιχνίδι - Φως ή Σκιά; Ανακάλυψε τα υλικά

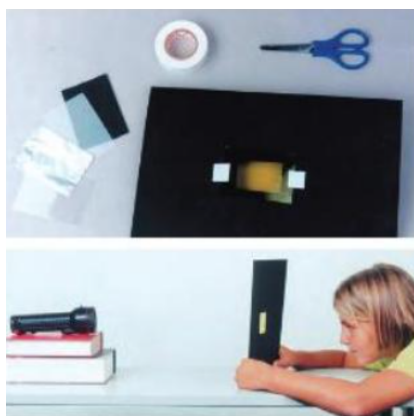
**Οδηγίες για το Παιχνίδι:**

- **Σκοπός:** Μέσα στο δωμάτιο βρίσκεται μία σταθερή πηγή φωτός (φακός), η οποία φωτίζει κάποια υλικά. Επίλεξε πώς το φως αλληλεπιδρά με τα διαφορετικά υλικά και κατηγοριοποίησέ τα ανάλογα με το αν είναι διαφανή, ημιδιαφανή ή αδιαφανή.
- **Επιλογή Υλικών:** Παρατήρησε στην εργαλειοθήκη τα διαθέσιμα υλικά. Επίλεξε ένα υλικό (π.χ. ξύλο, γυαλί). Το υλικό θα εμφανιστεί στο σημείο που φωτίζει ο φακός.
- **Κατηγοριοποίηση:** Για κάθε υλικό πρέπει να επιλέξεις μία από τις 3 απαντήσεις που εμφανίζονται δίπλα από την εργαλειοθήκη (διαφανή, ημιδιαφανή ή αδιαφανή). Όταν κατηγοριοποιήσεις όλα τα υλικά, πάτησε "Υποβολή" για να δεις το αποτέλεσμα.
- **Βαθμολογία:** Κάθε υλικό που κατηγοριοποιείς σωστά σου δίνει 1.7 μονάδες. Κάθε λάθος κατηγοριοποίηση σου αφαιρεί -0.9 μονάδες. Συνολική βαθμολογία: 0 - 10 μονάδες.

## Παιχνίδια Αξιολόγησης Μαθητών με χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας

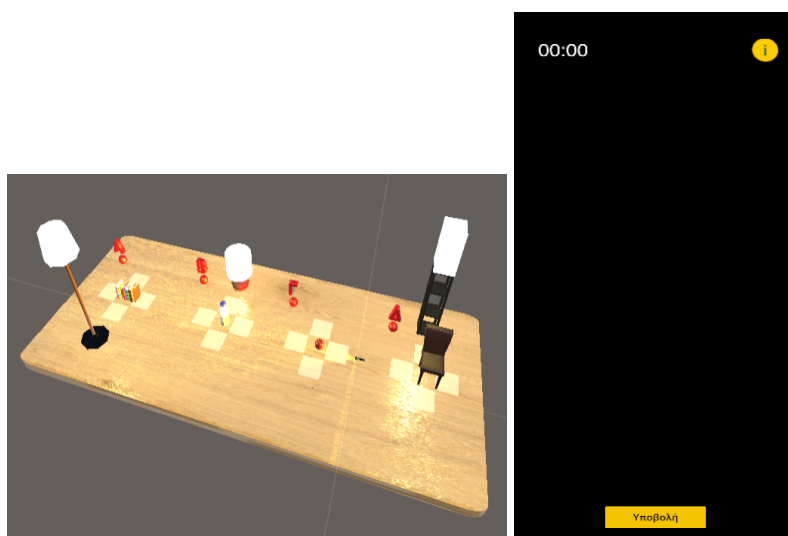
- **Πόντοι:** Κάθε σωστή τοποθέτηση σου δίνει 15 πόντους (μέγιστο 90 πόντοι για τα 6 σωστά αντικείμενα). Για κάθε 2 δευτερόλεπτα καθυστέρησης, χάνεις 1 πόντο. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση αργά αλλά σωστά, παίρνεις 20 πόντους ως ελάχιστη επιβράβευση. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση πολύ γρήγορα (κάτω από 1 λεπτό), κερδίζεις +10 μπόνους πόντους!
- **Τελικός Στόχος:** Κατάταξε σωστά όλα τα υλικά που σου δίνονται, για να περάσεις την άσκηση. Προσπάθησε να ολοκληρώσεις την άσκηση όσο πιο γρήγορα και σωστά μπορείς για να κερδίσεις τους περισσότερους πόντους!

Το target για την αναγνώριση μέσω Vuforia και εμφάνιση του παιχνιδιού φαίνεται στο Σχήμα 4.18.



Σχήμα 4.18: Vuforia target για το παιχνίδι

7. **Ακολούθησε τη Σκιά!:** Οι μαθητές πρέπει να βρουν προς ποια κατεύθυνση βρίσκεται η σκιά των αντικειμένων που τους δίνονται. Φωτίζονται από μία πηγή φωτός και οι κατευθύνσεις που μπορούν να επιλεγθούν είναι αριστερά-δεξιά-πάνω-κάτω. Το παιχνίδι απεικονίζεται στο Σχήμα 4.19.



Σχήμα 4.19: Παιχνίδι - Ακολούθησε τη Σκιά

### Οδηγίες για το Παιχνίδι:

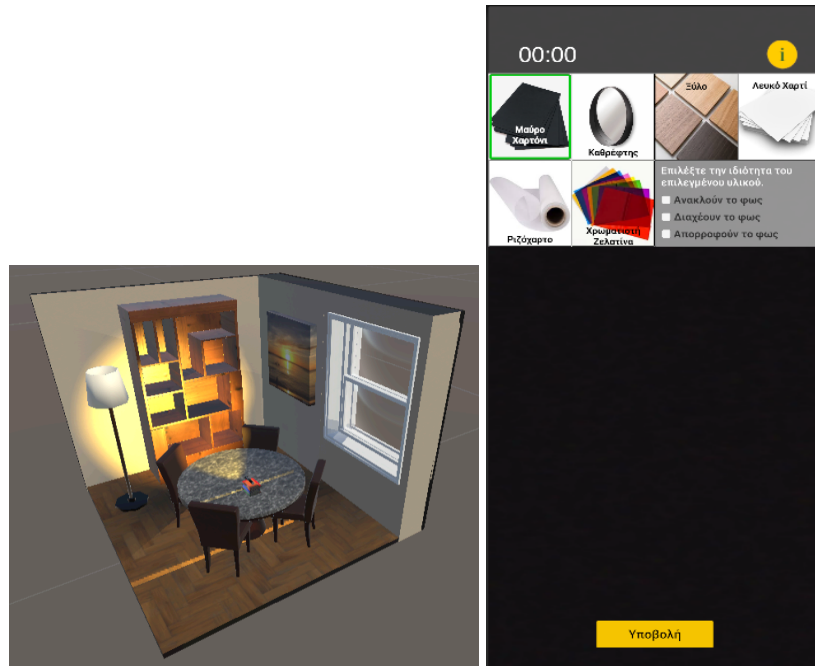
- **Σκοπός:** Πάνω στην πλάκα που βλέπετε υπάρχουν 4 αντικείμενα και γύρω τους υπάρχουν πηγές φωτός (1 για το κάθε αντικείμενο). Καθόρισε την κατεύθυνση της σκιάς που δημιουργείται από κάθε πηγή φωτός, γύρω από κάθε αντικείμενο.
- **Επιλογή Κατεύθυνσης:** Κάθε αντικείμενο περιβάλλεται από κουτάκια που αντιπροσωπεύουν τις πιθανές κατευθύνσεις της σκιάς του. Πάτησε το κουτάκι που δείχνει τη σωστή κατεύθυνση της σκιάς, με βάση τη θέση της πηγής φωτός. Όταν επιλέξεις την κατεύθυνση της σκιάς για όλα τα αντικείμενα, πάτα "Υποβολή" για να δεις το αποτέλεσμα.
- **Βαθμολογία:** Για κάθε σωστή απάντηση, κερδίζεις 2.5 μονάδες. Για κάθε λάθος απάντηση, αφαιρείται -1 μονάδα. Συνολική βαθμολογία: 0 - 10 μονάδες.
- **Πόντοι:** Κάθε σωστή απάντηση δίνει 20 πόντους (σύνολο πόντων: 80). Για κάθε 2 δευτερόλεπτα καθυστέρησης, χάνεις 1 πόντο. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση αργά αλλά σωστά, παίρνεις 20 πόντους ως ελάχιστη επιβράβευση. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση πολύ γρήγορα (κάτω από 1 λεπτό), κερδίζεις +10 μπόνους πόντους!
- **Τελικός Στόχος:** Βρες σωστά την κατεύθυνση της σκιάς για κάθε αντικείμενο, παρατηρώντας τη θέση της φωτεινής πηγής. Προσπάθησε να ολοκληρώσεις την άσκηση όσο πιο γρήγορα και σωστά μπορείς, για να κερδίσεις τους περισσότερους πόντους!

Το target για την αναγνώριση μέσω Vuforia και εμφάνιση του παιχνιδιού φαίνεται στο Σχήμα 4.20.



Σχήμα 4.20: Vuforia target για το παιχνίδι

8. **Πού Πάει το Φως; Ανάκλαση, διάχυση, απορρόφηση:** Θα πρέπει τα παιδιά να κατατάξουν τα υλικά-αντικείμενα που βρίσκονται μπροστά από μια πηγή φωτός αν ανακλούν, διαχέουν ή απορροφούν το φως, ανάλογα με τις ιδιότητές τους. Η οθόνη του παιχνιδιού εμφανίζεται στο Σχήμα 4.21



Σχήμα 4.21: Παιχνίδι - Πού Πάει το Φως; Ανάκλαση, διάχυση, απορρόφηση

#### Οδηγίες για το Παιχνίδι:

- **Σκοπός:** Μέσα στο δωμάτιο βρίσκεται μία σταθερή πηγή φωτός (φακός), η οποία φωτίζει κάποια υλικά. Επίλεξε πως το φως αλληλεπιδρά με τα διαφορετικά υλικά και κατηγοριοποίησέ τα ανάλογα με το αν ανακλούν, διαχέουν ή απορροφούν το φως.
- **Επιλογή Υλικών:** Παρατήρησε στην εργαλειοθήκη τα διαθέσιμα υλικά. Επίλεξε ένα υλικό (π.χ. ξύλο, χαρτί). Το υλικό θα εμφανιστεί στο σημείο που φωτίζει ο φακός.
- **Κατηγοριοποίηση:** Για κάθε υλικό πρέπει να επιλέξεις μία από τις 3 απαντήσεις που εμφανίζονται δίπλα από την εργαλειοθήκη (ανακλά, διαχέει ή απορροφά το φως). Όταν κατηγοριοποιήσεις όλα τα υλικά, πάτησε "Υποβολή" για να δεις το αποτέλεσμα.
- **Βαθμολογία:** Κάθε υλικό που κατηγοριοποιείς σωστά, σου δίνει 1.7 μονάδες. Κάθε λάθος κατηγοριοποίηση σου αφαιρεί -0.9 μονάδες. Συνολική βαθμολογία: 0 - 10 μονάδες.
- **Πόντοι:** Κάθε σωστή τοποθέτηση σου δίνει 15 πόντους (μέγιστο 90 πόντοι για τα 6 σωστά αντικείμενα). Για κάθε 2 δευτερόλεπτα καθυστέρησης, χάνεις 1 πόντο. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση αργά αλλά σωστά, παίρνεις 20 πόντους ως ελάχιστη επιβράβευση. Αν ολοκληρώσεις την άσκηση πολύ γρήγορα (κάτω από 1 λεπτό), κερδίζεις +10 μπόνους πόντους!
- **Τελικός Στόχος:** Κατάταξε σωστά όλα τα υλικά που σου δίνονται για να περάσεις την άσκηση. Προσπάθησε να ολοκληρώσεις την άσκηση όσο πιο γρήγορα και σωστά μπορείς, για να κερδίσεις τους περισσότερους πόντους!

Το target για την αναγνώριση μέσω Vuforia και εμφάνιση του παιχνιδιού φαίνεται στο Σχήμα 4.22.



Σχήμα 4.22: Vuforia target για το παιχνίδι

#### 4.2.7 Δομή Quiz

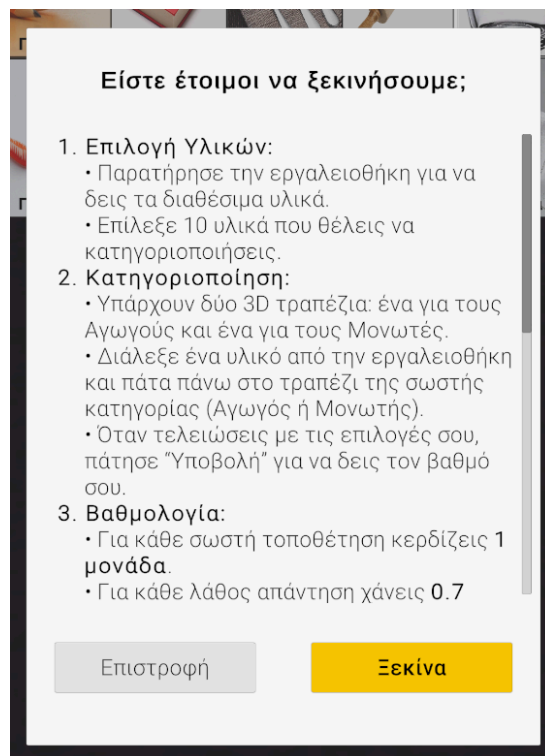
Όλα τα Quiz ακολουθούν μια συγκεκριμένη δομή από τη στιγμή που ο μαθητής θα τα επιλέξει. Αρχικά, εμφανίζεται ένα παράθυρο που περιέχει τις οδηγίες του παιχνιδιού, για να κατανοήσει ο μαθητής τι πρέπει να κάνει πριν ξεκινήσει το παιχνίδι και ο χρόνος του. Αυτή η οθόνη εμφανίζεται στο Σχήμα 4.23.



Σχήμα 4.23: Αρχική εικόνα Quiz

Στη συνέχεια, ο μαθητής έχει δύο επιλογές. Αν επιλέξει την «Επιστροφή» θα μεταφερθεί πίσω στη λίστα των Quiz και στην περίπτωση που επιλέξει «Ξεκίνα» θα αρχίσει να μετράει ο χρόνος και θα ξεκινήσει το παιχνίδι. Ο μαθητής πρέπει να προσπαθήσει να ολοκληρώσει την άσκηση όσο πιο γρήγορα και σωστά μπορεί, για να πάρει τη μέγιστη βαθμολογία. Αν ολοκληρώσει λάθος την άσκηση και δεν πάρει προαγωγικό βαθμό (μεγαλύτερο ή ίσο του 5) δεν θα συλλέξει καθόλου πόντους. Αλλά όσο πιο γρήγορα υποβάλει την άσκηση, τόσο πιο πολλούς πόντους θα πάρει. Παρόλα αυτά αν κάνει κάποιο λάθος θα του αφαιρούνται βαθμοί, διότι οι ασκήσεις έχουν αρνητική βαθμολογία.

Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού υπάρχει δυνατότητα επανεμφάνισης των οδηγιών, ώστε να μην υπάρχουν απορίες σχετικά με αυτό. Όταν επιλεγεί το κουμπί στην πάνω δεξιά γωνία, θα παρουσιαστεί ένα παράθυρο με τις οδηγίες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.24. Μόλις ανοίξει το παράθυρο ο χρόνος θα σταματήσει, για να μπορέσουν οι μαθητές να διαβάσουν την άσκηση χωρίς άγχος. Επίσης, τους δίνεται η δυνατότητα να φύγουν από το Quiz σε περίπτωση που έχουν μετανιώσει για την επιλογή τους. Με την επιλογή “OK” μπορούν να συνεχίσουν το παιχνίδι και ο χρόνος ξεκινάει να μετράει από εκεί που σταμάτησε.



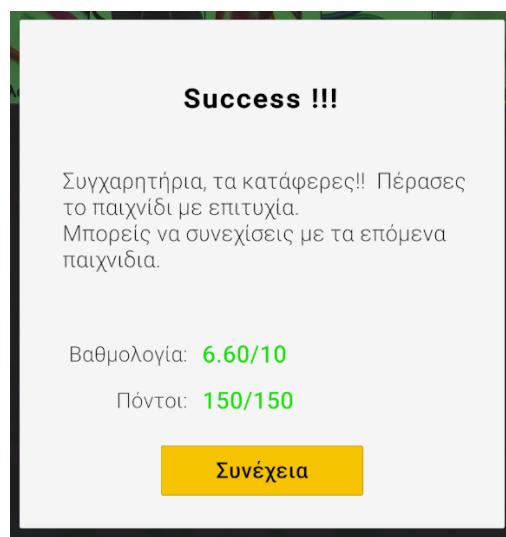
Σχήμα 4.24: Ενημερωτικό παράθυρο με τις οδηγίες του παιχνιδιού

Όταν ο μαθητής τελειώσει με την άσκηση, θα πρέπει να πατήσει υποβολή για να καταχωρηθούν οι απαντήσεις του και να δει την βαθμολογία και τους πόντους του. Σε περίπτωση αποτυχίας της άσκησης (βαθμός μικρότερος του 5), εμφανίζεται το παράθυρο του Σχήματος 4.25. Σε αυτό παρουσιάζεται ο βαθμός και η ενημέρωση ότι δεν κατάφερε να περάσει την άσκηση.



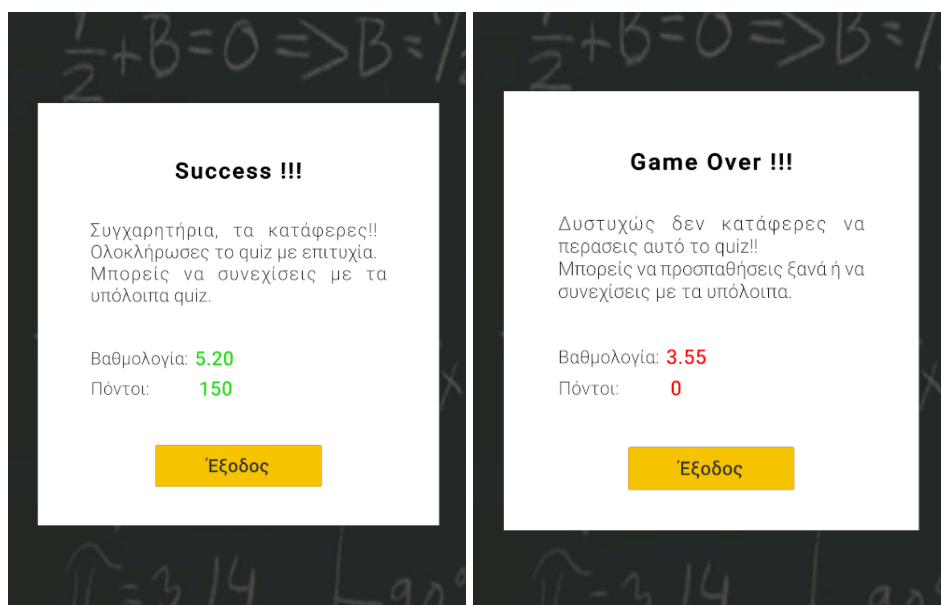
Σχήμα 4.25: Ενημερωτικό παράθυρο αποτυχίας παιχνιδιού

Σε περίπτωση επιτυχημένης προσπάθειας, το παράθυρο που θα εμφανιστεί είναι αυτό του Σχήματος 4.26. Σε αυτό αναγράφεται ο βαθμός επιτυχίας, όπως και οι πόντοι που συλλέχθηκαν καθώς και ένα ενημερωτικό μήνυμα για την επιτυχή προσπάθεια.



Σχήμα 4.26: Ενημερωτικό παράθυρο επιτυχίας παιχνιδιού

Μετά την ολοκλήρωση κάθε άσκησης ο χρήστης μπορεί να συνεχίσει στην επόμενη, μέχρι το τέλος του Quiz. Μόλις ολοκληρώσει την προσπάθειά του, θα εμφανιστεί ένα ξεχωριστό παράθυρο που θα περιέχει την βαθμολογία και τους πόντους για το σύνολο του Quiz, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 4.27. Σε περίπτωση που ο μαθητής δε φτάσει σε αυτό το σημείο, δε θα καταχωρηθεί η προσπάθειά του.



Σχήμα 4.27: Ενημερωτικό παράθυρο επιτυχίας/αποτυχίας Quiz

#### 4.2.8 Scoreboard

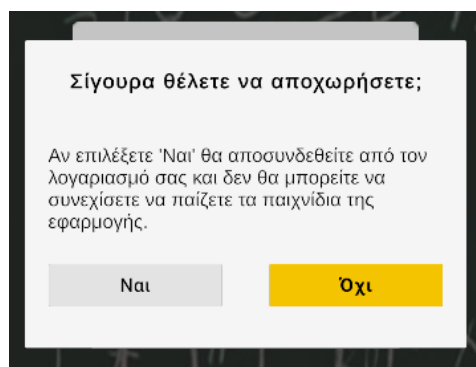
Μια ακόμα δυνατότητα που προσφέρει η παρούσα εφαρμογή είναι η προβολή των πόντων όλων των μαθητών σε έναν πίνακα. Με την επιλογή “Scoreboard” από το κύριο μενού, παρουσιάζεται η οθόνη του Σχήματος 4.28. Ο μαθητής με τους περισσότερους πόντους, τους οποίους συνέλεξε από επιτυχημένες προσπάθειες στα Quiz, εμφανίζεται πρώτος στον πίνακα και ακολουθούν με φθίνουσα σειρά οι υπόλοιποι μαθητές. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται προώθηση του υγιούς ανταγωνισμού, καθώς τους ωθεί να εξελιχθούν ώστε να κερδίσουν περισσότερους πόντους.

	Όνοματεπώνυμο	Πόντοι
1	Mason Anderson	987
2	Emily Johnson	817
3	Sophia Martinez	221
4	Daniel Rodriguez	80
5	Noah Taylor	50
6	Ava Jones	0
7	Liam Williams	0
8	Olivia Brown	0

Σχήμα 4.28: Πίνακας πόντων όλων των μαθητών

#### 4.2.9 Αποσύνδεση Χρήστη

Όταν ένας μαθητής έχει ολοκληρώσει την περιήγησή του στην πλατφόρμα, μπορεί να επιλέξει από το κύριο μενού την επιλογή “Έξοδος” και να αποσυνδεθεί από τον λογαριασμό του. Πριν την αποσύνδεση γίνεται ερώτηση επιβεβαίωσης αυτής της ενέργειας (Σχήμα 4.29), ώστε να αποφευχθεί η περίπτωση της κατά λάθος αποχώρησης. Μετά την έξοδο, κάθε χρήστης μπορεί να συνδεθεί ξανά για περισσότερα παιχνίδια και γνώση.



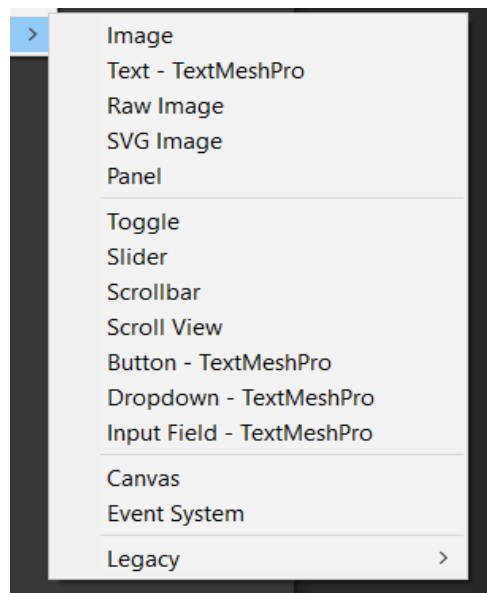
Σχήμα 4.29: Ερώτηση επιβεβαίωσης για αποσύνδεση

### 4.3 Σχεδιασμός στο Unity

Το Unity αποτέλεσε το βασικό εργαλείο για την ανάπτυξη της εφαρμογής, επιτρέποντας τη δημιουργία δυναμικών λειτουργιών και γραφικών. Η επιλογή του έγινε λόγω της ισχυρής υποστήριξης που προσφέρει σε έργα επαυξημένης πραγματικότητας. Στη συνέχεια, περιγράφεται ο τρόπος που χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία του για την υλοποίηση της εφαρμογής.

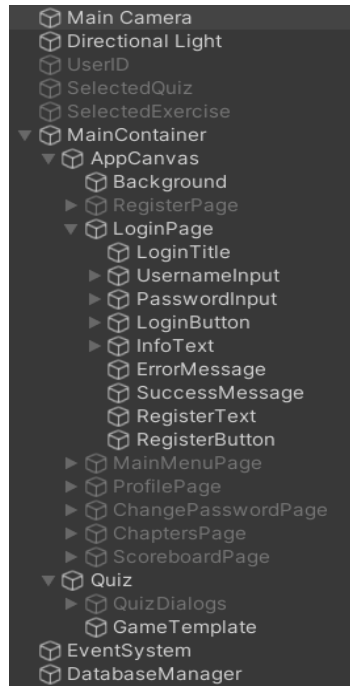
#### 4.3.1 UI Design

Αρχικά, έπρεπε να δημιουργηθεί το UI design (User Interface), το οποίο σχεδιάστηκε με τα Components που προσφέρει το Unity, όπως στο Σχήμα 4.30. Κάποια από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το Canvas (όπου τοποθετούνται όλα τα στοιχεία του UI), το Text - TextMeshPro (εμφάνιση απλού κειμένου στο UI) και Button - TextMeshPro (κουμπιά για διαχείριση ενεργειών). Αυτά τα εργαλεία επέτρεψαν τη διαμόρφωση ενός λειτουργικού και καλαίσθητου περιβάλλοντος για τον χρήστη.



Σχήμα 4.30: Επιλογές για UI design

Η σκηνή που περιέχει όλα τα στοιχεία του UI και των 3D αντικειμένων παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.31. Σε αυτή τη σκηνή, φαίνεται η δομή του περιβάλλοντος χρήστη, που απαρτίζεται από τα διαδραστικά στοιχεία του UI οργανωμένα στο Canvas και τα 3D αντικείμενα τοποθετημένα στον χώρο, ώστε να εξασφαλίζουν την οπτική αρμονία και την αποτελεσματική αλληλεπίδραση με τον χρήστη.

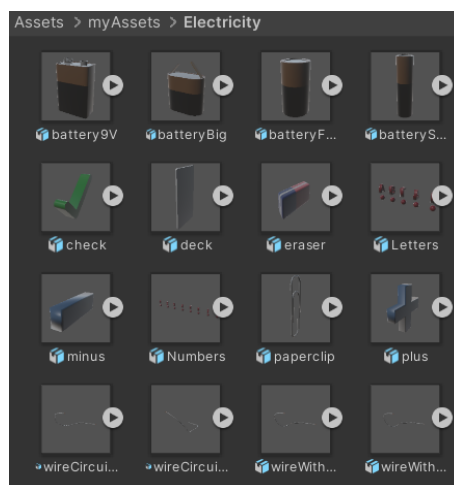


Σχήμα 4.31: Στοιχεία σκηνής της εφαρμογής

### 4.3.2 Δημιουργία 3D Παιχνιδιών

Στη συνέχεια, για την υλοποίηση ενός 3D παιχνιδιού απαιτούνται κάποιες βασικές ενέργειες. Αρχικά, η ανάπτυξη 3D αντικειμένων, που με τη σωστή τοποθέτησή τους διαμορφώνουν μια σκηνή. Έπειτα, η δημιουργία υλικών (Materials) για τη ρεαλιστική αναπαράστασή τους. Τέλος, η προσθήκη scripts, τα οποία ενσωματώνουν τη λειτουργικότητα στη σκηνή.

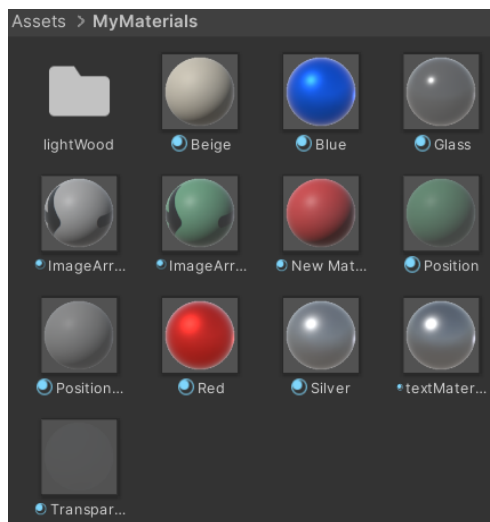
Ξεκινώντας από την υλοποίηση των αντικειμένων, τα περισσότερα από αυτά σχεδιάστηκαν στο Blender και έγινε εισαγωγή τους (.fbx αρχεία) για να διαμορφώσουν τις σκηνές. Τα αντικείμενα προστέθηκαν με drag and drop και μερικά από αυτά απεικονίζονται στο Σχήμα 4.32.



Σχήμα 4.32: Λίστα 3D αντικειμένων

## Παιχνίδια Αξιολόγησης Μαθητών με χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας

Επίσης, πραγματοποιήθηκε δημιουργία υλικών (Materials) για την απόδοση συγκεκριμένων οπτικών ιδιοτήτων, όπως χρώμα, υφή, και διαφάνεια, με στόχο τη ρεαλιστική αναπαράσταση και τη βελτίωση της αισθητικής εμπειρίας του χρήστη. Στο Σχήμα 4.33 εμφανίζονται ορισμένα από αυτά, τα οποία περιλαμβάνονται στη λίστα των υλικών.



Σχήμα 4.33: Λίστα των materials

Τέλος, για να είναι πλήρως λειτουργική μία σκηνή είναι απαραίτητη η προσθήκη script για τον προγραμματισμό των ενεργειών της. Ουσιαστικά, προσθέτουν λογική και λειτουργίες στα αντικείμενά της, όπως κινήσεις, αλληλεπιδράσεις ή αλλαγές στις ιδιότητες. Ακόμα, επιτρέπουν τον έλεγχο και τον συγχρονισμό των στοιχείων της σκηνής, όπως η διαχείριση του UI, η εμφάνιση/εξαφάνιση αντικειμένων ή η μετάβαση από μία σκηνή σε άλλη. Στο Σχήμα 4.34 παρουσιάζονται μερικά scripts που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή.



Σχήμα 4.34: Λίστα των scripts

Συγκεκριμένα, μια πολύ σημαντική ενέργεια που αναπτύχθηκε είναι η αποθήκευση δεδομένων βαθμολογίας στη Firebase. Είναι μια απαραίτητη κίνηση μετά την ολοκλήρωση ενός Quiz από τους μαθητές και η υλοποίησή της παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.35.

## Κεφάλαιο 4

```
reference
public void EndOfQuiz()
{
    GameObject quizDialogs = QuizCanvas.transform.Find("QuizDialogs").gameObject;

    if (quizDialogs != null)
    {
        quizDialogs.SetActive(true);
        float totalGrade = 0;
        int totalPoints = 0;

        for (int i = 0; i < currentQuiz.chapter.exercises.Length; i++)
        {
            Exercise exercise = currentQuiz.chapter.exercises[i];

            totalPoints += int.Parse(exercise.exercisePoints);
            totalGrade += exercise.grade;
        }

        float average = totalGrade / currentQuiz.chapter.exercises.Length;

        GameObject gameOverDialog = quizDialogs.transform.Find("GameOverDialog").gameObject;
        GameObject successDialog = quizDialogs.transform.Find("SuccessDialog").gameObject;

        if (average >= 5)
        {
            TextMeshProUGUI pointsText = successDialog.transform.Find("Background/PointsContainer/Points").GetComponent<TextMeshProUGUI>();
            TextMeshProUGUI gradeText = successDialog.transform.Find("Background/GradeContainer/Grade").GetComponent<TextMeshProUGUI>();
            pointsText.text = totalPoints.ToString();
            gradeText.text = average.ToString("F2");
            successDialog.SetActive(true);
        }
        else
        {
            TextMeshProUGUI pointsText = gameOverDialog.transform.Find("Background/PointsContainer/Points").GetComponent<TextMeshProUGUI>();
            TextMeshProUGUI gradeText = gameOverDialog.transform.Find("Background/GradeContainer/Grade").GetComponent<TextMeshProUGUI>();
            pointsText.text = totalPoints.ToString();
            gradeText.text = average.ToString("F2");
            gameOverDialog.SetActive(true);
        }

        average = Mathf.Round(average * 10f) / 10f;

        CreateGradeItem(average, totalPoints);
    }
}

reference
private void CreateGradeItem(float grade, int points)
{
    if (UserId.text != "")
    {
        Firebase.Firestore.Query queryS = dbFirestore.Collection("Student").WhereEqualTo("studentId", UserId.text);
        queryS.GetSnapshotAsync().ContinueWithOnMainThread(task =>
        {
            var snapshot = task.Result;
            Student student = new Student();
            string documentId = "";

            if (snapshot == null) return;

            foreach (DocumentSnapshot documentSnapshot in snapshot.Documents)
            {
                student = documentSnapshot.ConvertTo<Student>();
                documentId = documentSnapshot.Id;
                break;
            }

            student.studentPoints = (int.Parse(student.studentPoints) + points).ToString();
            UpdateStudentData(student, documentId);
            currentQuiz.quizPoints = points.ToString();

            Grades newGrade = new Grades
            {
                createdAt = DateTime.Now,
                grade = grade,
                student = student,
                quiz = currentQuiz
            };

            Firebase.Firestore.CollectionReference gradeRef = dbFirestore.Collection("Grades");
            gradeRef.AddAsync(newGrade);
        });
    }
}
```

Σχήμα 4.35: Script κατά την υποβολή του Quiz

Επίσης, έγινε χρήση κλάσεων για την αντιστοίχιση των συλλογών της Firebase με τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν σε αυτές, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.36.

```

using Firebase.Firestore;
using System;

[FirestoreData]
public struct Student
{
    [FirestoreProperty]
    public string studentId { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public string studentName { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public string studentSurname { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public string studentUsername { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public byte[] passwordHash { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public byte[] passwordSalt { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public string teacherEmail { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public string studentClass { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public string studentSchoolYear { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public string studentPoints { get; set; }
}

using Firebase.Firestore;
using System;
using UnityEngine;

[FirestoreData]
public struct Grades
{
    [FirestoreProperty]
    public DateTime createdAt { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public float grade { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public Student student { get; set; }
    [FirestoreProperty]
    public Quiz quiz { get; set; }
}
    
```

Σχήμα 4.36: Κλάσεις για τον μαθητή και τους βαθμούς

Τέλος, ένα ακόμη παράδειγμα χρήσης των script αφορά τη σύνδεση του μαθητή στην εφαρμογή. Όταν ο χρήστης επιλέξει τη διαδικασία σύνδεσης, θα πρέπει να γίνει έλεγχος των στοιχείων που έχει υποβάλει και να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες ενέργειες. Η ενέργεια αυτή απεικονίζεται στο Σχήμα 4.37.

```

public void LoginUser()
{
    LErrorMessage.text = "";

    if (Username.text == "" || LPassword.text == "")
    {
        LErrorMessage.text = "Συμπληρώστε όλα τα πεδία.";
    }
    else
    {
        CheckStudentData(LErrorMessage);
    }
}

public void CheckStudentData(TextMeshProUGUI errorText)
{
    Firestore.Query query = dbFirestore.Collection("Student").WhereEqualTo("studentUsername", Username.text);
    query.GetSnapshotAsync().ContinueWithOnMainThread(task => {
        var snapshot = task.Result;
        errorText.text = "Το όνομα χρήστη ή ο κωδικός είναι λανθασμένα.";

        if (snapshot != null)
        {
            foreach (DocumentSnapshot documentSnapshot in snapshot.Documents)
            {
                student = documentSnapshot.ConvertTo<Student>();

                if(student.passwordHash != null && student.passwordSalt != null)
                {
                    using var hmac = new HMACSHA512(student.passwordSalt);
                    var computedHash = hmac.ComputeHash(Encoding.UTF8.GetBytes(LPassword.text));

                    for (int i = 0; i < computedHash.Length; i++)
                    {
                        if (computedHash[i] == student.passwordHash[i])
                        {
                            UserId.text = student.studentId;
                            InitializeLoginInputs();
                            mainMenu.SetActive(true);
                            loginPanel.SetActive(false);
                            return;
                        }
                    }
                }
            }
        }
    });
}
    
```

Σχήμα 4.37: Script σύνδεσης στον λογαριασμό

### 4.3.3 Vuforia

Ένα εξίσου σημαντικό κομμάτι της υλοποίησης είναι η ενσωμάτωση του Vuforia. Με το συγκεκριμένο plugin μπορεί να πραγματοποιηθεί αναγνώριση εικόνων (Targets), ώστε να εμφανίζεται το κατάλληλο παιχνίδι στον μαθητή κατά τη διάρκεια του Quiz.

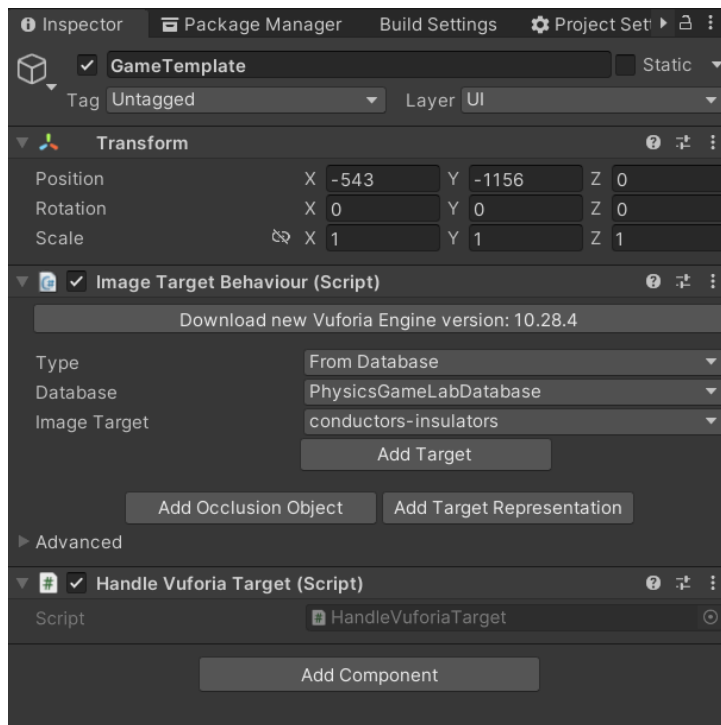
Στο Vuforia έχει δημιουργηθεί μία βάση δεδομένων που περιέχει όλα τα απαραίτητα targets για τα παιχνίδια, όπως απεικονίζονται στο Σχήμα 4.38.

<input type="checkbox"/>	Image	Target Name	Type	Rating <sup>①</sup>	Status <sup>▼</sup>	Date Modified
<input type="checkbox"/>		lightsource	Image	☆☆☆☆☆	Active	Dec 11, 2024
<input type="checkbox"/>		reflection	Image	★☆☆☆☆	Active	Dec 11, 2024
<input type="checkbox"/>		battery	Image	★☆☆☆☆	Active	Dec 11, 2024
<input type="checkbox"/>		batteries	Image	★★★☆☆	Active	Dec 11, 2024
<input type="checkbox"/>		transparent	Image	★★★☆☆	Active	Dec 11, 2024
<input type="checkbox"/>		shadow	Image	★★★☆☆	Active	Dec 11, 2024
<input type="checkbox"/>		conductors-insulators	Image	★★★★☆	Active	Dec 11, 2024
<input type="checkbox"/>		circuit	Image	★☆☆☆☆	Active	Dec 11, 2024

Σχήμα 4.38: Βάση δεδομένων για Vuforia targets

Στη συνέχεια, πρέπει να αντιστοιχιστεί κάθε target με την κατάλληλη σκηνή που έχει δημιουργηθεί και αντιπροσωπεύει ένα παιχνίδι. Για να συμβεί αυτό πρέπει αρχικά να γίνει download η βάση, ώστε να μπορέσει να εισαχθεί στο Unity (drag and drop για εισαγωγή). Όταν εγκατασταθεί το πακέτο της βάσης, το σύστημα είναι έτοιμο να αναγνωρίσει τα targets που περιέχονται σε αυτό.

Το επόμενο βήμα είναι να προστεθεί μία AR Camera από τα αντικείμενα του Vuforia και ένα Image Target. Μέσα στο αντικείμενο Image Target θα περιέχεται η σκηνή, για να μπορεί να εμφανιστεί κατά τη διαδικασία του παιχνιδιού. Οτιδήποτε εκτός του Image Target δε θα προβάλλεται στον χρήστη. Μέσω του Inspector είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν κάποιες ρυθμίσεις για την αντιστοίχιση του αντικειμένου (Image Target) με το target της βάσης, όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.39.



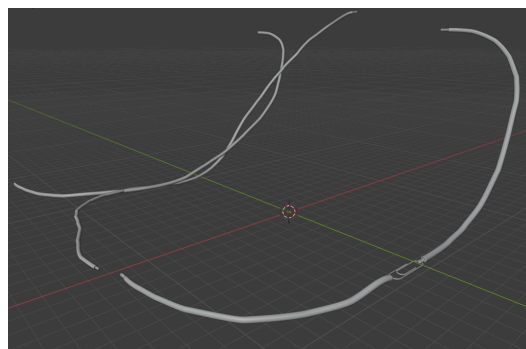
Σχήμα 4.39: Ρυθμίσεις για Image Target

#### 4.4 Σχεδιασμός στο Blender

Η πλατφόρμα Blender χρησιμοποιήθηκε ως βοηθητικό εργαλείο για τη δημιουργία 3D αντικειμένων. Λόγω των πολλών δυνατοτήτων της, του φιλικού προς τον χρήστη περιβάλλον και το αμέτρητο υλικό για την εκμάθησή της, το Blender ήταν μια εξαιρετική επιλογή για υλοποίηση μεμονωμένων αντικειμένων. Επίσης λόγω της πληθώρας επιλογών σε τύπους αρχείων για εξαγωγή, ήταν εύκολη η μετάβαση των έτοιμων αντικειμένων στο Unity.

Στο Blender υλοποιήθηκαν αρκετά 3D αντικείμενα όπως τα παρακάτω:

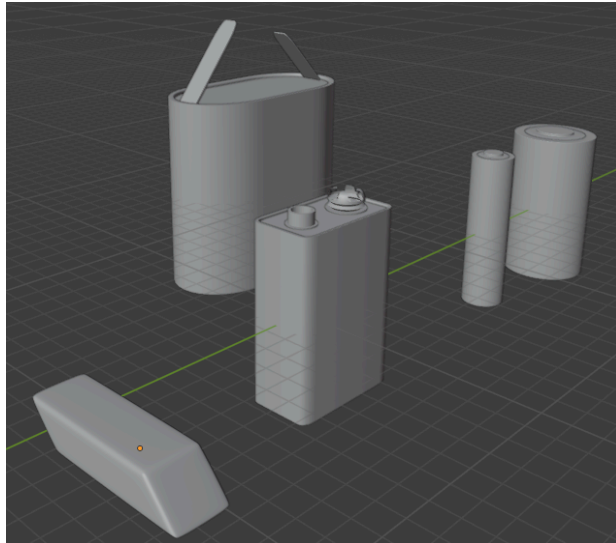
1. **Καλώδια για τα κυκλώματα:** Με τη λειτουργία Bezier δίνεται η δυνατότητα εύκολης σχεδίασης καλωδίων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για σύνδεση κυκλωμάτων. Στο Σχήμα 4.40, απεικονίζονται τα καλώδια που δημιουργήθηκαν.



Σχήμα 4.40: Καλώδια κυκλώματος

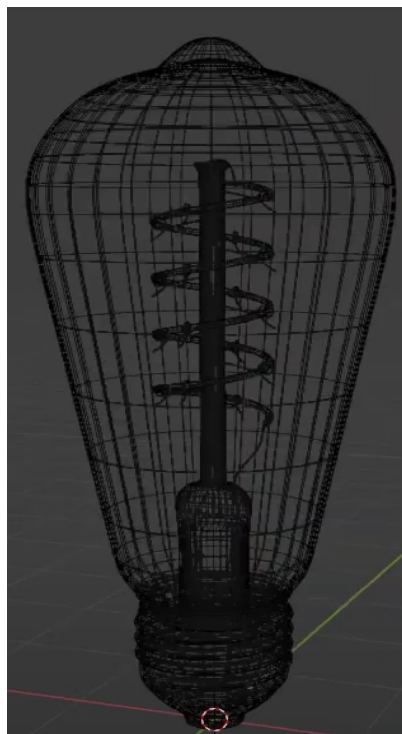
## Κεφάλαιο 4

- 2. Κυρτά αντικείμενα:** Για τη δημιουργία αντικειμένων με κυρτές γωνίες και ομαλές επιφάνειες, το Blender παρέχει αρκετά εργαλεία όπως τα Shade Smooth, Subdivision Surface Modifier και Bevel Modifier. Μερικά τέτοια αντικείμενα εμφανίζονται στο Σχήμα 4.41.



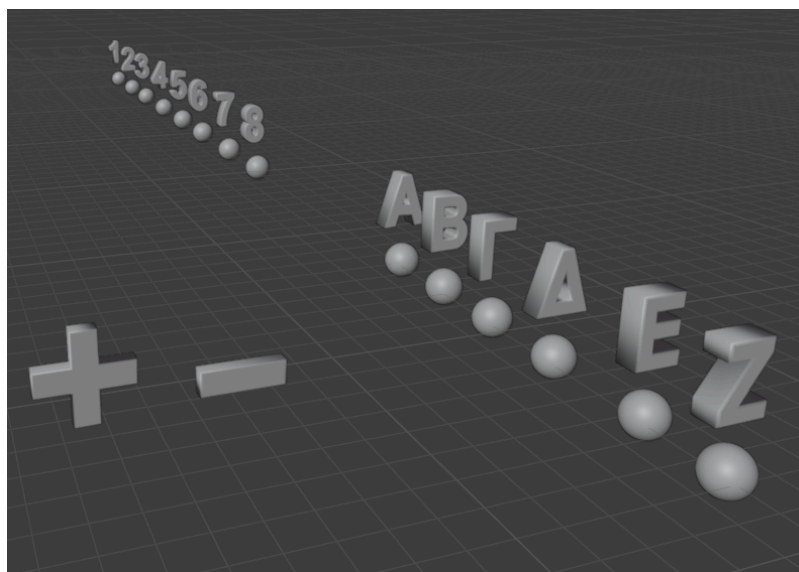
Σχήμα 4.41: Μπαταρίες και σβήστρα με κυρτές γωνίες

- 3. Λαμπτήρας:** Με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υλικού έγινε σχεδίαση ενός λαμπτήρα με ρεαλιστικές προδιαγραφές, ο οποίος εμφανίζεται στο Σχήμα 4.42.



Σχήμα 4.42: Καλώδια κυκλώματος

4. **Γράμματα και αριθμοί:** Η δημιουργία 3D γραμμάτων και αριθμών είναι πολύ εύκολη με την προσθήκη αντικειμένου text και τα εργαλεία Extrude και Bevel. Στο Σχήμα 4.43 απεικονίζονται κάποια από τα αντικείμενα που σχεδιάστηκαν.



Σχήμα 4.43: Αριθμοί, γράμματα και σύμβολα 3D

#### 4.5 Συμπεράσματα

Συνοπτικά, παρουσιάστηκε μια εφαρμογή που αξιοποιεί την τεχνολογία AR για να κάνει την αξιολόγηση του μαθήματος της Φυσικής στο δημοτικό πιο ευχάριστη και διασκεδαστική. Βασικός σκοπός της είναι να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών προς αυτό και να τους βοηθήσει να το κατανοήσουν ευκολότερα και σε βάθος.

Η εφαρμογή σχεδιάστηκε για να είναι φιλική προς τον χρήστη και να προσφέρει ένα ευχάριστο και εύκολο στη χρήση του περιβάλλον. Το σημαντικότερο είναι να υπάρχει πλήρης κατανόηση του περιβάλλοντος από τους μαθητές, για να μπορούν να απολαμβάνουν την εμπειρία τους στην εφαρμογή, διότι αυτό μπορεί να έχει αντίκτυπο στην απόδοσή τους στα quiz αξιολόγησης. Συνολικά, η εφαρμογή προάγει την ενεργή μάθηση και προσφέρει ένα ευέλικτο εργαλείο αξιολόγησης, που είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες της σύγχρονης διδασκαλίας.

## Κεφάλαιο 4

## **Κεφάλαιο 5ο: Εφαρμογή Οπτικοποίησης Δεδομένων Αξιολόγησης Android**

### **5.1 Εισαγωγή**

Στο παρόν κεφάλαιο, περιγράφεται η εφαρμογή που έχει σχεδιαστεί για τους εκπαιδευτικούς της Ε΄ Δημοτικού και συγκεκριμένα για το μάθημα της Φυσικής. Η εφαρμογή παρέχει μια αναλυτική εικόνα της προόδου των μαθητών, καθώς και τη δυνατότητα δημιουργίας και διαχείρισης των quiz που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγησή τους. Μέσω αυτής της εφαρμογής, οι δάσκαλοι μπορούν να παραμένουν συνεχώς ενημερωμένοι για την εξέλιξη κάθε μαθητή, ενώ παράλληλα διατηρούν πλήρη έλεγχο και οργάνωση των διαγωνισμάτων που συμβάλλουν στην αξιολόγηση.

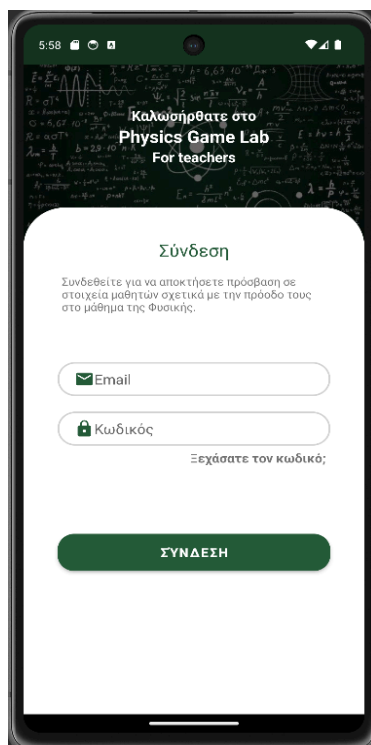
Παρακάτω, θα περιγραφούν οι κύριες λειτουργικότητες της εφαρμογής καθώς και οι τεχνικές λεπτομέρειες ανάπτυξής της.

### **5.2 Περιγραφή Εφαρμογής**

Η παρούσα εφαρμογή ονομάζεται Physics Game Lab for teachers και λειτουργεί συμπληρωματικά με την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας, από την οποία αντλεί δεδομένα για τις επιδόσεις των μαθητών στα παιχνίδια αξιολόγησης. Η χρήση της γίνεται στα πλαίσια των σχολικών μαθημάτων στη Φυσική και κάθε εκπαιδευτικός είναι εγγεγραμμένος στη βάση δεδομένων της εφαρμογής, ως χρήστης με το email που έχει δηλώσει, ώστε να μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτή. Κάθε δάσκαλος πρέπει να συνδέεται στην εφαρμογή με τα στοιχεία που του έχει παραχωρήσει το σχολείο και μπορεί να παρακολουθήσει στοιχεία μόνο για τους μαθητές στους οποίους διδάσκει το μάθημα. Παρακάτω θα γίνει μία πιο αναλυτική παρουσίαση της εφαρμογής, για την καλύτερη κατανόηση της χρήσης της.

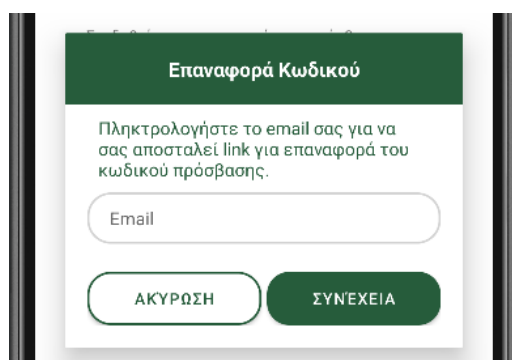
#### **5.2.1 Σύνδεση στην Εφαρμογή**

Η πρώτη οθόνη που αντικρίζει ένας χρήστης όταν ανοίγει το Physics Game Lab for teachers είναι η οθόνη σύνδεσης, όπως εμφανίζεται παρακάτω στο Σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1: Οθόνη σύνδεσης εφαρμογής

Όπως παρατηρούμε στο Σχήμα 5.1 για τη σύνδεση, ο χρήστης - δάσκαλος πρέπει να συμπληρώσει το email που είχε δηλώσει στο σχολείο για την εγγραφή του στο σύστημα και τον κωδικό πρόσβασης που του παραχωρήθηκε από αυτό. Η εφαρμογή δεν περιέχει προσωπικά στοιχεία του εκπαιδευτικού παρά μόνο το email σύνδεσης. Έχει επίσης τη δυνατότητα να αλλάξει τον κωδικό πρόσβασης του επιλέγοντας 'Ξεχάσατε τον κωδικό;'. Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να ορίσει νέο κωδικό πρόσβασης σε περίπτωση που έχει ξεχάσει τον παλιό, όπου εμφανίζεται ένα παράθυρο (Σχήμα 5.2), στο οποίο πρέπει να συμπληρωθεί το email ώστε να σταλεί σχετικό μήνυμα, που θα ενημερώνει για τα υπόλοιπα βήματα αλλαγής κωδικού πρόσβασης.



Σχήμα 5.2: Παράθυρο επαναφοράς κωδικού πρόσβασης

Επιστρέφοντας πίσω στην οθόνη σύνδεσης, ο χρήστης, μετά τη συμπλήρωση των στοιχείων του, είναι έτοιμος να συνδεθεί στην εφαρμογή πατώντας 'Σύνδεση'.

### 5.2.2 Αρχική Οθόνη

Με τη συμπλήρωση των σωστών στοιχείων στην οθόνη σύνδεσης, ο χρήστης-δάσκαλος αποκτά πρόσβαση στην εφαρμογή. Η πρώτη οθόνη που εμφανίζεται είναι η αρχική οθόνη, όπως απεικονίζεται στο παρακάτω Σχήμα 5.3.

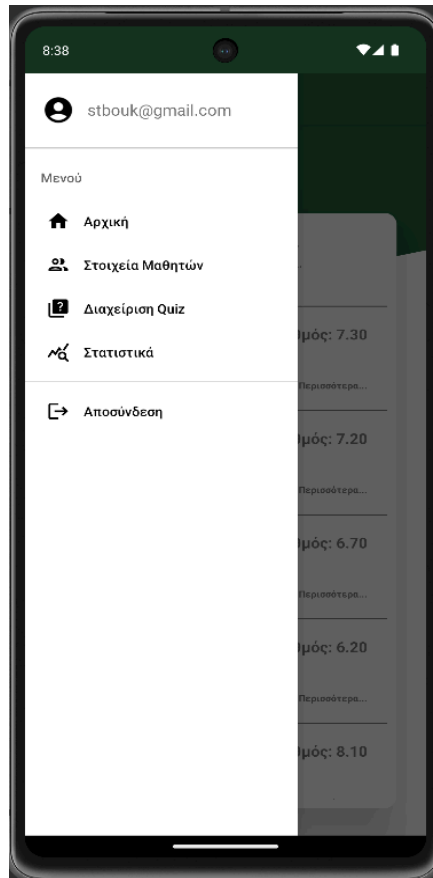


Σχήμα 5.3: Αρχική οθόνη

Σε αυτή την οθόνη υπάρχει μία λίστα βαθμολογιών με τα 10 τελευταία quiz που ολοκλήρωσαν οι μαθητές. Για κάθε αντικείμενο της λίστας εμφανίζονται βασικές πληροφορίες που αφορούν το κάθε quiz, με δυνατότητα προβολής επιπλέον λεπτομερειών σχετικά με αυτό και τον μαθητή που το ολοκλήρωσε. Οι επιπλέον λεπτομέρειες θα αναλυθούν στην ενότητα “Προφίλ Μαθητή”.

### 5.2.3 Μενού

Για την εύκολη περιήγηση των χρηστών στην εφαρμογή υπάρχει ένα μενού επάνω αριστερά, στο οποίο μπορούν να δουν τις υπόλοιπες λειτουργίες της εφαρμογής, όπως εμφανίζεται στο Σχήμα 5.4.

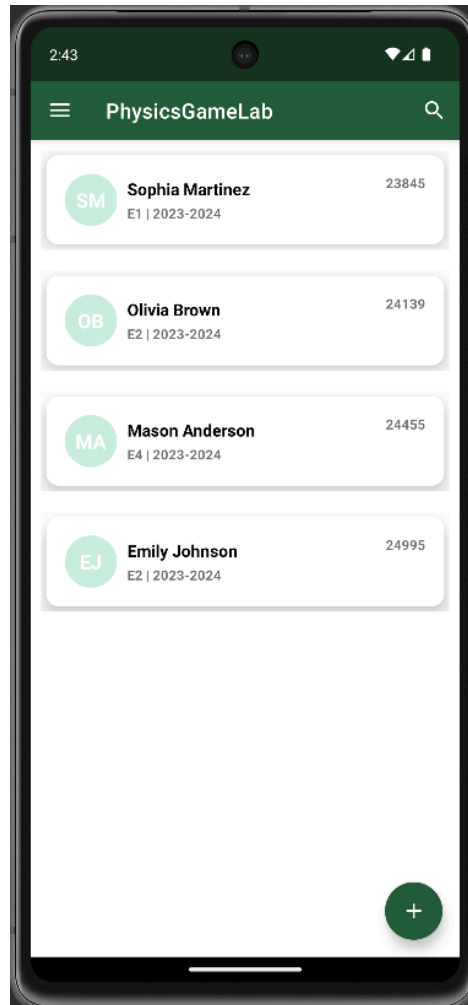


Σχήμα 5.4: Μενού

Ένα ακόμα στοιχείο που εμφανίζεται στο μενού είναι το email του εκπαιδευτικού που έχει συνδεθεί στην εφαρμογή.

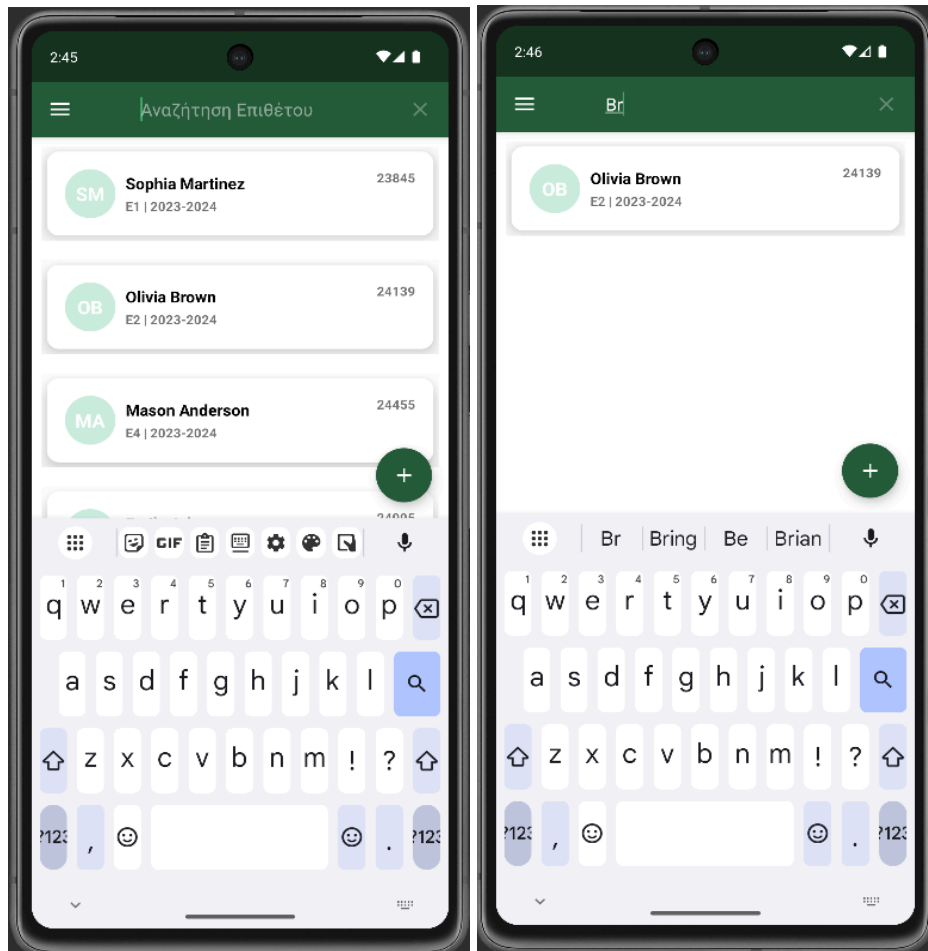
#### 5.2.4 Στοιχεία Μαθητών

Στο παραπάνω μενού περιλαμβάνεται η επιλογή 'Στοιχεία Μαθητών', η οποία οδηγεί σε μια οθόνη που περιέχει τη λίστα των μαθητών που ανήκουν στον συνδεδεμένο δάσκαλο. Η οθόνη που αντιστοιχεί σε αυτήν την επιλογή παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.5.



Σχήμα 5.5: Λίστα μαθητών

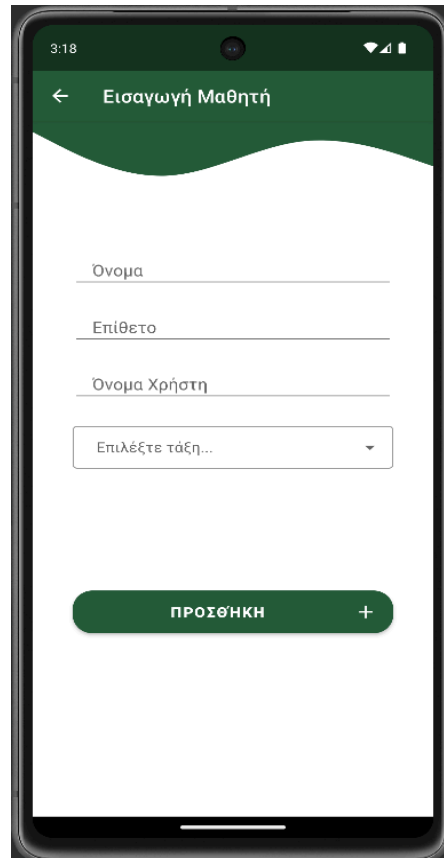
Το κάθε αντικείμενο της λίστας περιέχει κάποια στοιχεία του μαθητή για την ευκολότερη αναγνώρισή του. Το περιβάλλον είναι σχεδιασμένο ώστε να διευκολύνει τον χρήστη στην πλοήγηση και τον εντοπισμό συγκεκριμένων μαθητών, ιδίως όταν ο αριθμός των εγγεγραμμένων είναι μεγάλος, και γι' αυτόν τον λόγο έχει ενσωματωθεί η λειτουργία αναζήτησης ανά επώνυμο. Αυτό διασφαλίζει ταχύτητα και ακρίβεια στον εντοπισμό των ζητούμενων πληροφοριών, συμβάλλοντας στην αποτελεσματική διαχείριση των δεδομένων των μαθητών. Στο Σχήμα 5.6 παρουσιάζεται η παραπάνω λειτουργία.



Σχήμα 5.6: Λίστα μαθητών

### 5.2.5 Προσθήκη Νέου Μαθητή

Η οθόνη 'Στοιχεία Μαθητών' περιέχει και επιπλέον λειτουργίες, όπως η προσθήκη νέων μαθητών στο σύστημα. Η συγκεκριμένη οθόνη παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.7 και ο χρήστης εισέρχεται σε αυτή πατώντας το «+» κάτω δεξιά στα Στοιχεία Μαθητών.



Σχήμα 5.7: Οθόνη προσθήκης μαθητή

Για να είναι εφικτή η προσθήκη ενός μαθητή πρέπει να γίνει συμπλήρωση των βασικών του στοιχείων, όπως το όνομα, το επώνυμο και τα υπόλοιπα υποχρεωτικά πεδία που εμφανίζονται παραπάνω. Μετά την εισαγωγή των δεδομένων, ο χρήστης μπορεί να προσθέσει τον μαθητή στη βάση δεδομένων μέσω του πεδίου “Προσθήκη”. Η διαδικασία είναι απλή και φιλική προς τον χρήστη, εξασφαλίζοντας την εύκολη και γρήγορη καταχώρηση νέων μαθητών,

Στα παρακάτω σχήματα παρατίθεται ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για να γίνει η προσθήκη του μαθητή στη βάση δεδομένων. Στο Σχήμα 5.8 απεικονίζονται οι ενέργειες που εκτελούνται μόλις ο χρήστης επιλέξει την Προσθήκη. Αρχικά, συλλέγονται οι πληροφορίες που έδωσε, πραγματοποιείται η προσθήκη στη βάση και τέλος καθαρίζουν όλα τα πεδία που είχαν συμπληρωθεί ώστε να μπορέσει να επαναληφθεί η διαδικασία ευκολότερα. Τέλος, στο Σχήμα 5.9 εμφανίζεται ο τρόπος με τον οποίο ανανεώνεται η βάση με τα νέα δεδομένα που της παρέχονται από τα συμπληρωμένα πεδία.

```

addStudentBtn.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        try {
            String studentId = createId();
            String studentUsername = username.getText().toString();
            String studentName = name.getText().toString();
            String studentSurname = surname.getText().toString();
            String studentClass = classes.getText().toString();

            if (studentId.isEmpty() || studentUsername.isEmpty() || studentName.isEmpty() ||
                studentSurname.isEmpty() || studentClass.isEmpty()) {
                throw new RuntimeException("Συμπλήρωσε τα κενά πεδία");
            }

            Student student = new Student();
            student.setStudentId(studentId);
            student.setStudentUsername(studentUsername);
            student.setStudentName(studentName);
            student.setStudentSurname(studentSurname);
            student.setStudentClass(studentClass);
            student.setStudentSchoolYear(getSchoolYear());
            student.setTeacherEmail(userFullEmail);
            student.setStudentPoints("0");

            //Add to Student collection
            addStudent(student);

            //Clear fields
            username.setText("");
            name.setText("");
            surname.setText("");
            classes.setText("");

        } catch (Exception e) {
            String message = e.getMessage();
            Toast.makeText(getApplicationContext(), message, Toast.LENGTH_LONG).show();
        }
    }
});

```

Σχήμα 5.8: Κώδικας ενέργειας Προσθήκης

```

/**
 * Adds student to firebase
 */
1 usage @StellaBki
private void addStudent(Student student) {
    try {
        MainActivity.db
            .collection( collectionPath: "Student")
            .document().
            @StellaBki
            set(student).addOnCompleteListener(new OnCompleteListener<Void>() {
                @StellaBki
                @Override
                public void onComplete(@NonNull Task<Void> task) {
                    Toast.makeText(getApplicationContext(), "Η προσθήκη έγινε με επιτυχία", Toast.LENGTH_LONG).show();
                }
            }).addOnFailureListener(new OnFailureListener() {
                @StellaBki
                @Override
                public void onFailure(@NonNull Exception e) {
                    Toast.makeText(getApplicationContext(), "Η προσθήκη δεν έγινε με επιτυχία", Toast.LENGTH_LONG).show();
                }
            });
    } catch (Exception e) {
        String message = e.getMessage();
        Toast.makeText(getApplicationContext(), message, Toast.LENGTH_LONG).show();
    }
}

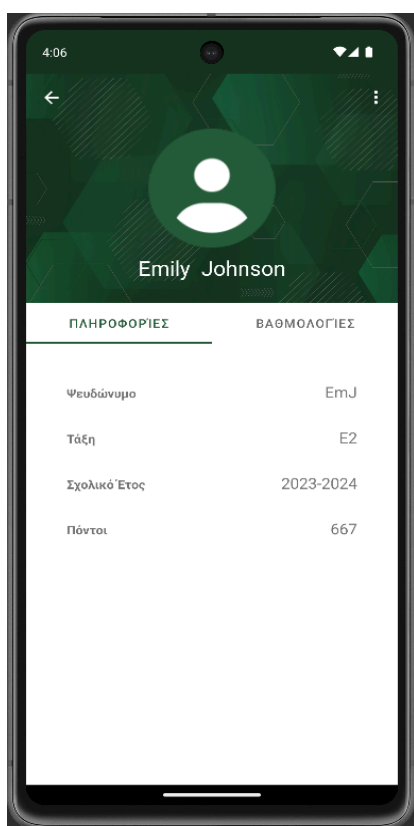
```

Σχήμα 5.9: Κώδικας προσθήκης δεδομένων στη βάση

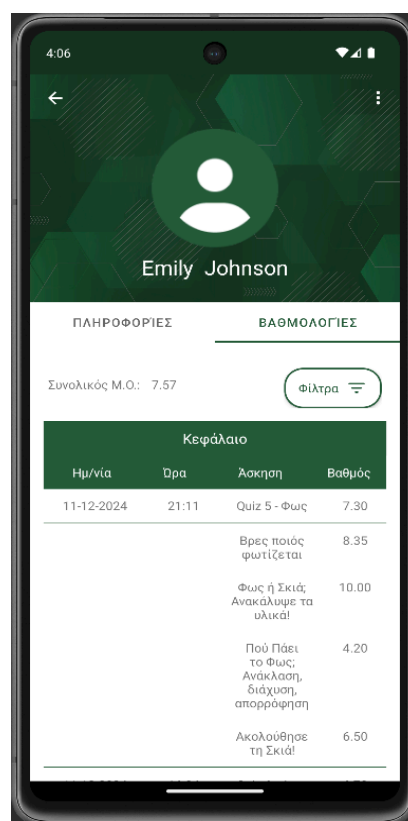
## 5.2.6 Προφίλ Μαθητή

Η μετάβαση του χρήστη-δασκάλου στο προφίλ ενός μαθητή πραγματοποιείται μέσω της επιλογής του από τη λίστα των μαθητών. Με την επιλογή αυτή, εμφανίζεται η σχετική οθόνη, η οποία παρέχει αναλυτικές πληροφορίες για τον κάθε μαθητή.

Η λειτουργικότητα της συγκεκριμένης οθόνης παρουσιάζεται αναλυτικά παρακάτω στα Σχήματα 5.10 και 5.11.



Σχήμα 5.10: Προφίλ μαθητή - Γενικές πληροφορίες



Σχήμα 5.11: Προφίλ μαθητή - Ιστορικό βαθμολογιών

Η οθόνη προφίλ μαθητή είναι δομημένη σε ένα βασικό σημείο που φέρει το ονοματεπώνυμο του μαθητή και σε δύο ξεχωριστές καρτέλες (tabs), οι οποίες προσφέρουν στον χρήστη οργανωμένη και στοχευμένη πρόσβαση στις απαραίτητες πληροφορίες.

Η πρώτη καρτέλα, με τίτλο «Πληροφορίες», περιλαμβάνει συνοπτικά κάποια βασικά στοιχεία για τον μαθητή, όπως το ψευδώνυμο, την τάξη, καθώς και οποιαδήποτε πρόσθετα στοιχεία σχετίζονται με την ταυτότητά του. Αυτή η καρτέλα παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των βασικών δεδομένων που αφορούν τον μαθητή, διευκολύνοντας τη διαχείρισή του από τον χρήστη.

Η δεύτερη καρτέλα, με τίτλο «Βαθμολογίες», επικεντρώνεται στην απεικόνιση των επιδόσεων του μαθητή. Περιλαμβάνει έναν πίνακα με το σύνολο των επιδόσεων από προηγούμενα quiz, για τα οποία φαίνεται αναλυτικά η βαθμολογία των ασκήσεων που περιέχονται σε αυτό. Πάνω από τον πίνακα φαίνεται ο Μ.Ο. των βαθμολογιών που εμφανίζονται μέσα σε αυτόν.

## Κεφάλαιο 5

Επιπλέον, για τον πίνακα δίνονται οι δυνατότητες φιλτραρίσματος και ταξινόμησης, οι οποίες εμφανίζονται στο Σχήμα 5.12. Οι χρήστες μπορούν να φιλτράρουν τα δεδομένα με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, όπως κεφάλαιο ή τύπο quiz, ενώ η λειτουργία ταξινόμησης επιτρέπει την προβολή των αποτελεσμάτων σε φθίνουσα σειρά, ανάλογα με το κριτήριο που έχει επιλεγεί, όπως την ημερομηνία ή τη βαθμολογία.

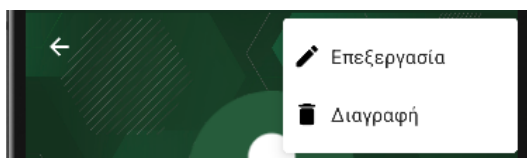


Σχήμα 5.12: Προφίλ μαθητή - Φίλτρα και ταξινόμηση βαθμολογιών

Αυτή η δομή διασφαλίζει την οργάνωση και την αποτελεσματική παρουσίαση των πληροφοριών, προσφέροντας μια ευέλικτη και φιλική προς τον χρήστη εμπειρία πλοήγησης.

### 5.2.7 Επεξεργασία/Διαγραφή Μαθητή

Στο προφίλ κάθε μαθητή, υπάρχει ένα ειδικά σχεδιασμένο μενού (επάνω δεξιά), το οποίο παρέχει στον χρήστη βασικές λειτουργίες διαχείρισης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.13. Το μενού αυτό περιλαμβάνει δύο κύριες επιλογές: την επεξεργασία στοιχείων και τη διαγραφή του μαθητή.



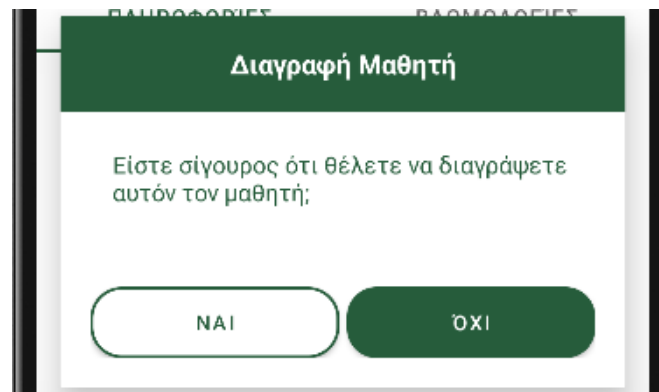
Σχήμα 5.13: Δυνατότητες διαχείρισης μαθητή

Η επιλογή «Επεξεργασία» δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να τροποποιήσει τα στοιχεία του μαθητή, όπως το όνομα, το επώνυμο ή άλλα δεδομένα που έχουν καταχωρηθεί στη βάση, όπως εμφανίζεται στο Σχήμα 5.14. Η λειτουργία αυτή εξασφαλίζει την ακρίβεια και την ενημέρωση των δεδομένων, καλύπτοντας τυχόν αλλαγές ή διορθώσεις που μπορεί να προκύψουν.



Σχήμα 5.14: Επεξεργασία στοιχείων μαθητή

Η επιλογή «Διαγραφή» επιτρέπει την οριστική αφαίρεση του μαθητή από τη βάση δεδομένων. Πριν από την ολοκλήρωση της διαγραφής, εμφανίζεται ένα μήνυμα επιβεβαίωσης σαν προειδοποίηση, διασφαλίζοντας την αποφυγή τυχόν ακούσιων ενεργειών, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 5.15.



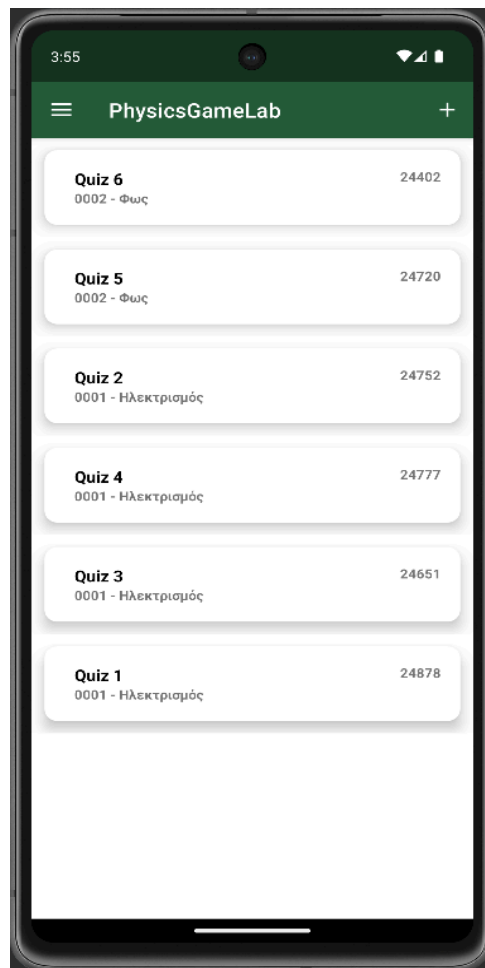
Σχήμα 5.15: Παράθυρο διαγραφής μαθητή

Το μενού αυτό είναι σχεδιασμένο με τρόπο που να είναι εύκολα προσβάσιμο και λειτουργικό, ενώ ενσωματώνεται αρμονικά στη διάταξη της οθόνης του προφίλ. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται η άμεση και αποτελεσματική διαχείριση των δεδομένων των μαθητών.

### 5.2.8 Λίστα/Προσθήκη Quizzes

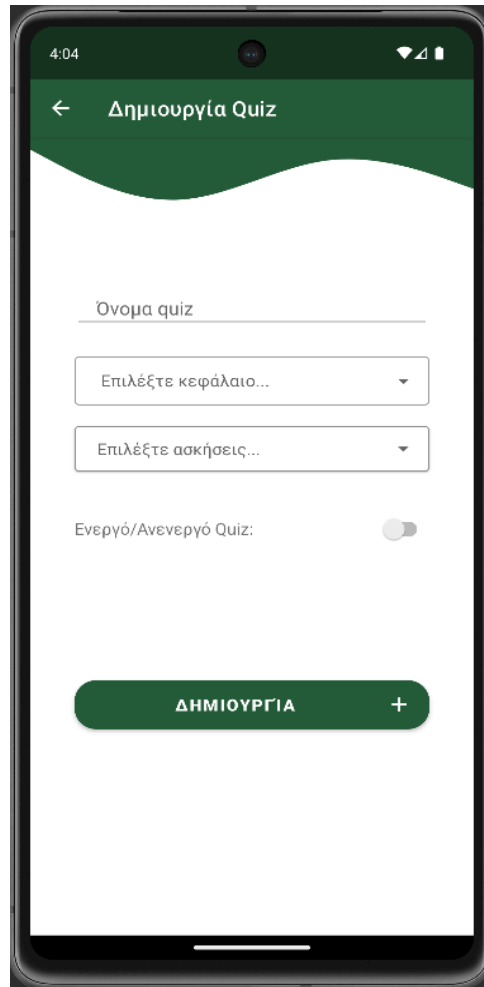
Η συγκεκριμένη ενότητα περιλαμβάνει δύο βασικές οθόνες που σχετίζονται με τη διαχείριση των quiz από τον εκπαιδευτικό και στις οποίες μπορεί να μεταβεί από το μενού.

Η πρώτη οθόνη παρουσιάζει μια λίστα με τα quiz που έχουν ήδη δημιουργηθεί από τον ίδιο τον δάσκαλο, όπως εμφανίζεται στο Σχήμα 5.16. Κάθε εγγραφή στη λίστα περιλαμβάνει συνοπτικές πληροφορίες, όπως τον τίτλο του quiz, τον μοναδικό κωδικό του και άλλες απαραίτητες λεπτομέρειες, που διευκολύνουν την αναγνώρισή του. Ο σχεδιασμός της λίστας επικεντρώνεται στη σαφή και γρήγορη πλοήγηση, επιτρέποντας στον χρήστη να εντοπίσει εύκολα το quiz που τον ενδιαφέρει. Εάν ο χρήστης επιλέξει κάποιο από αυτά, μεταβαίνει σε μια ξεχωριστή οθόνη, όπου παρέχονται αναλυτικά στοιχεία για το επιλεγμένο quiz. Η ανάλυση αυτής της οθόνης θα παρουσιαστεί σε επόμενη ενότητα.



Σχήμα 5.16: Λίστα δημιουργημένων quiz

Η δεύτερη οθόνη αφορά τη διαδικασία προσθήκης νέου quiz όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 5.17. Μέσω αυτής, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα δημιουργίας ενός νέου, συμπληρώνοντας τα απαραίτητα υποχρεωτικά πεδία, όπως τον τίτλο, τις ασκήσεις που θα περιέχει, ακόμα και τη σειρά αυτών των ασκήσεων. Με την ολοκλήρωση της συμπλήρωσης, ο χρήστης μπορεί να καταχωρήσει το quiz στη βάση δεδομένων, κάνοντάς το άμεσα διαθέσιμο για χρήση.



Σχήμα 5.17: Οθόνη προσθήκης νέου quiz

Οι δύο αυτές οθόνες είναι σχεδιασμένες για να παρέχουν ένα φιλικό και λειτουργικό περιβάλλον, διασφαλίζοντας την αποτελεσματική διαχείριση των quiz από τον εκπαιδευτικό.

### 5.2.9 Πληροφορίες Quiz

Με την επιλογή ενός αντικειμένου από τη λίστα quiz εμφανίζεται η οθόνη των αναλυτικών στοιχείων τους που παρέχει στον χρήστη όλες τις λεπτομέρειες που αφορούν το επιλεγμένο quiz. Ο σχεδιασμός της είναι δομημένος, ώστε να προσφέρει μια καθαρή και οργανωμένη παρουσίαση των δεδομένων, διευκολύνοντας τον χρήστη να έχει μια πλήρη εικόνα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.18.



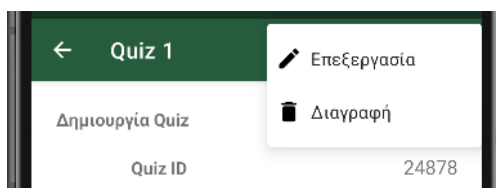
Σχήμα 5.18: Αναλυτικά στοιχεία quiz

Στην οθόνη αυτή εμφανίζονται πληροφορίες όπως ο τίτλος του quiz, η ημερομηνία δημιουργίας, το κεφάλαιο που αφορά, καθώς και οποιαδήποτε πρόσθετα χαρακτηριστικά που έχουν καθοριστεί κατά τη δημιουργία του. Επίσης, περιλαμβάνονται οι ασκήσεις του quiz, καθώς και μια ιδιαίτερα χρήσιμη λειτουργία: η ενεργοποίηση ή απενεργοποίησή του. Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στους δασκάλους να καθορίζουν αν το συγκεκριμένο quiz θα είναι ορατό στους μαθητές ή όχι. Με αυτή τη δυνατότητα, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προγραμματίζουν και να διαχειρίζονται τα quiz με μεγαλύτερη ευελιξία, δημιουργώντας ή επεξεργάζοντας περιεχόμενο που παραμένει προσωρινά μη ορατό, έως ότου κριθεί έτοιμο για παρουσίαση στους μαθητές.

Η συγκεκριμένη οθόνη λειτουργεί ως ένα εργαλείο πληροφόρησης, παρέχοντας στον χρήστη-δάσκαλο τη δυνατότητα να εξετάσει λεπτομερώς το quiz και να προβεί σε ενέργειες, όπως την επεξεργασία ή την αναθεώρηση του περιεχομένου του, εφόσον αυτό απαιτείται.

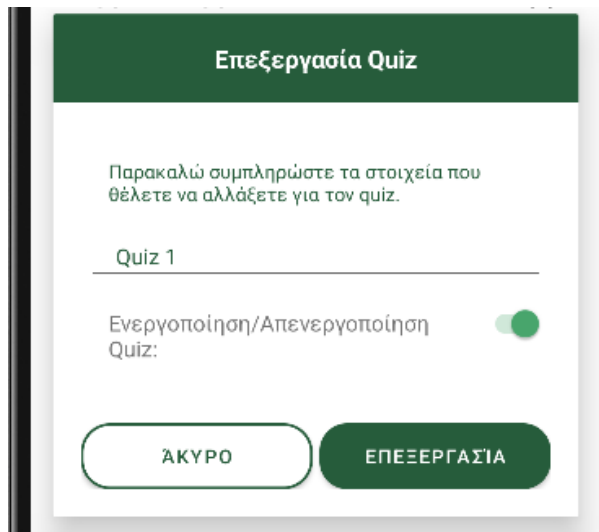
### 5.2.10 Διαχείριση Quiz

Στην οθόνη αναλυτικών πληροφοριών του quiz, υπάρχει διαθέσιμο ένα ειδικό μενού διαχείρισης, το οποίο προσφέρει τις επιλογές επεξεργασίας και διαγραφής του, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.19.



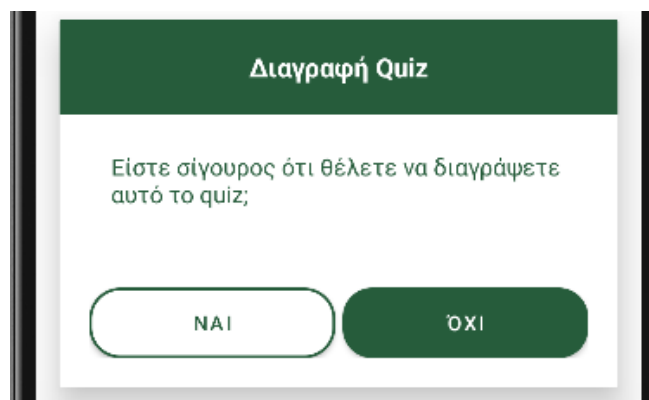
Σχήμα 5.19: Δυνατότητες διαχείρισης quiz

Η επιλογή «Επεξεργασία» δίνει τη δυνατότητα στον δάσκαλο να τροποποιήσει τα στοιχεία του quiz, όπως τον τίτλο και την κατάσταση. Η λειτουργία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιπτώσεις όπου απαιτούνται διορθώσεις στο περιεχόμενό του και εμφανίζεται στο Σχήμα 5.20.



Σχήμα 5.20: Επεξεργασία στοιχείων quiz

Η επιλογή «Διαγραφή» επιτρέπει την οριστική αφαίρεση του quiz από τη βάση δεδομένων. Για την αποφυγή ακούσιων ενεργειών, η διαδικασία διαγραφής συνοδεύεται από ένα μήνυμα επιβεβαίωσης, το οποίο ζητά από τον χρήστη να εγκρίνει την ενέργεια πριν ολοκληρωθεί. Παρακάτω απεικονίζεται το συγκεκριμένο μήνυμα στο Σχήμα 5.21.



Σχήμα 5.21: Παράθυρο διαγραφής quiz

Το παραπάνω μενού έχει σχεδιαστεί με στόχο την ευχρηστία και την ασφάλεια, επιτρέποντας στον εκπαιδευτικό να διαχειρίζεται εύκολα και αποτελεσματικά το περιεχόμενο των quiz.

Στα σχήματα 5.22 και 5.23 παρατίθεται ο κώδικας που υλοποιεί την επεξεργασία και διαγραφή των quiz.

## Κεφάλαιο 5

```
successBtn.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    ▶ Styliani Boukta
    @Override
    public void onClick(View v) {
        try {
            Quiz editQuiz = quiz;
            editQuiz.setQuizName(quizName.getText().toString());
            editQuiz.setIsEnabled(enableSwitch.isChecked());

            MainActivity.db
                .collection( collectionPath: "Quizzes" ) CollectionReference
                .document(quizAutoId) DocumentReference
                .set(editQuiz) Task<Void>
            ▶ Styliani Boukta
            .addOnCompleteListener(new OnCompleteListener<Void>() {
                ▶ Styliani Boukta
                @Override
                public void onComplete(@NonNull Task<Void> task) {
                    quiz = editQuiz;
                    fillPageData(editQuiz);
                    String title = editQuiz.getQuizName();
                    toolbar.setTitle(title);

                    Toast.makeText(y.getContext(), text: "Η ενημέρωση στοιχείων έγινε με επιτυχία", Toast.LENGTH_LONG).show();
                }
            });
            ▶ Styliani Boukta
            .addOnFailureListener(new OnFailureListener() {
                ▶ Styliani Boukta
                @Override
                public void onFailure(@NonNull Exception e) {
                    Toast.makeText(y.getContext(), text: "Δεν έγινε ενημέρωση στοιχείων!!", Toast.LENGTH_LONG).show();
                }
            });
        } catch (Exception e) {
            String message = e.getMessage();
            Toast.makeText(v.getContext(), message, Toast.LENGTH_LONG).show();
        }
    }
});
editDialog.dismiss();
```

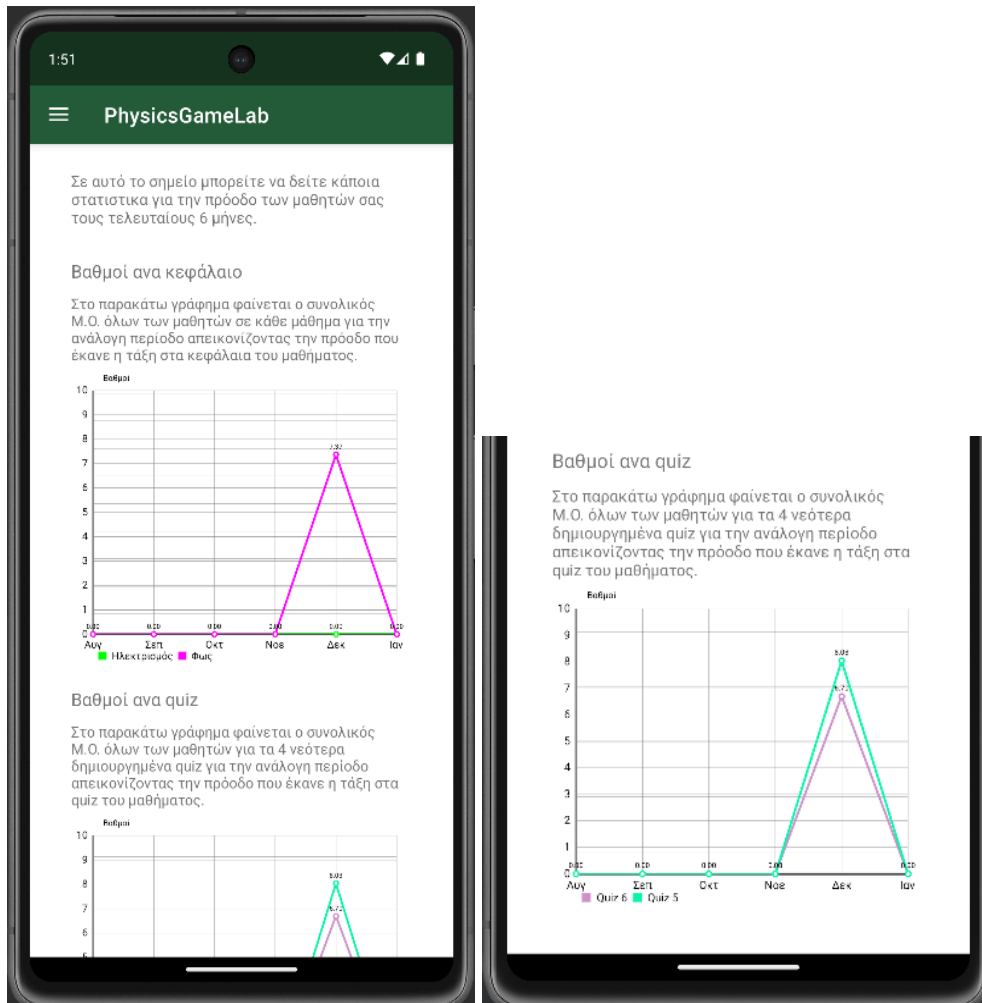
Σχήμα 5.22: Κώδικας επεξεργασίας quiz

```
successBtn.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    ▶ Styliani Boukta
    @Override
    public void onClick(View v) {
        MainActivity.db
            .collection( collectionPath: "Quizzes" ) CollectionReference
            .document(quizAutoId) DocumentReference
            .delete() Task<Void>
            ▶ Styliani Boukta
            .addOnSuccessListener(new OnSuccessListener<Void>() {
                ▶ Styliani Boukta
                @Override
                public void onSuccess(Void aVoid) {
                    finish();
                    Toast.makeText(y.getContext(), text: "Η διαγραφή του quiz έγινε με επιτυχία", Toast.LENGTH_LONG).show();
                }
            });
            ▶ Styliani Boukta
            .addOnFailureListener(new OnFailureListener() {
                ▶ Styliani Boukta
                @Override
                public void onFailure(@NonNull Exception e) {
                    Toast.makeText(y.getContext(), text: "Η διαγραφή του quiz απέτυχε!", Toast.LENGTH_LONG).show();
                }
            });
            deleteDialog.dismiss();
        }
    });
```

Σχήμα 5.23: Κώδικας διαγραφής quiz

### 5.2.11 Στατιστικά

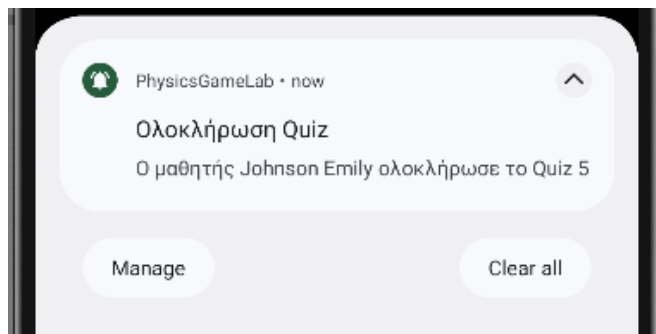
Με την επιλογή ‘Στατιστικά’ από το μενού, εμφανίζεται η οθόνη που απεικονίζεται στο Σχήμα 5.24. Η συγκεκριμένη οθόνη εμφανίζει δύο διαγράμματα που απεικονίζουν τον Μέσο Όρο (Μ.Ο.) των βαθμολογιών για τους τελευταίους έξι μήνες. Το πρώτο διάγραμμα παρουσιάζει τον Μ.Ο. των επιτυχημένων βαθμολογιών (μεγαλύτερες του 5) ανά κεφάλαιο, ενώ το δεύτερο δείχνει τον Μ.Ο. των επιτυχημένων βαθμολογιών (μεγαλύτερες του 5) για τα τέσσερα πιο πρόσφατα quiz που έχουν δημιουργηθεί από τον εκπαιδευτικό. Τέλος ο χρήστης μπορεί να μεγεθύνει το διάγραμμα για να δει με μεγαλύτερη ακρίβεια τα επιμέρους στοιχεία.



Σχήμα 5.24: Οθόνη στατιστικών

### 5.2.12 Ειδοποιήσεις

Μια επιπλέον λειτουργία της εφαρμογής είναι η αποστολή ειδοποιήσεων κατά την ολοκλήρωση ενός quiz. Όταν ένας μαθητής υποβάλλει ένα quiz, εμφανίζεται μια ειδοποίηση, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.25, η οποία περιλαμβάνει το όνομα του μαθητή που το ολοκλήρωσε καθώς και τον τίτλο του.



Σχήμα 5.25: Ειδοποίηση ολοκλήρωσης Quiz

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα επιλογής της ειδοποίησης, η οποία οδηγεί στο προφίλ του μαθητή. Εκεί ο χρήστης μπορεί να δει περισσότερες λεπτομέρειες για τον μαθητή και τα quiz που έχει ολοκληρώσει, όπως περιγράφεται αναλυτικά στην ενότητα «Προφίλ μαθητή».

Στα παρακάτω σχήματα παρατίθεται ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για να υλοποιηθεί αυτή η λειτουργία. Στο Σχήμα 5.26 παρουσιάζεται ο κώδικας για την αρχικοποίηση των ειδοποιήσεων, προκειμένου να ενεργοποιηθεί αυτή η λειτουργία.

```

1 usage  Styliani Boukla
private void initializeNotifications() {

    //Ask user for permission
    if (ActivityCompat.checkSelfPermission( context: this,
        android.Manifest.permission.POST_NOTIFICATIONS) != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
        ActivityCompat.requestPermissions( activity: MainActivity.this,
            new String[]{Manifest.permission.POST_NOTIFICATIONS}, requestCode: 101);
    }
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.O) {
        NotificationChannel channel = new NotificationChannel(
            CHANNEL_1_ID, name: "Channel 1",
            NotificationManager.IMPORTANCE_HIGH
        );
        NotificationManager manager = getSystemService(NotificationManager.class);
        manager.createNotificationChannel(channel);
    }
}

```

Σχήμα 5.26: Αρχικοποίηση των ειδοποιήσεων

Στο Σχήμα 5.27 παρουσιάζεται ο κώδικας για την δημιουργία μιας νέας ειδοποίησης σε μία συνάρτηση. Επίσης στο Σχήμα 5.28 φαίνεται το πώς καλείται αυτή η συνάρτηση, για να εμφανιστεί η ειδοποίηση.

```

1 usage  Styliani Boukla
private void showNotification(Context context, String title, String message, Student st) {
    Intent intent = new Intent(context, StudentProfileActivity.class);
    intent.putExtra("name: student", st);
    PendingIntent pendingIntent = PendingIntent.getActivity(
        context, requestCode: 0, intent,
        flags: PendingIntent.FLAG_IMMUTABLE | PendingIntent.FLAG_UPDATE_CURRENT
    );

    NotificationCompat.Builder builder = new NotificationCompat.Builder(context, CHANNEL_1_ID)
        .setSmallIcon(R.drawable.round_notifications_active_24)
        .setContentTitle(title)
        .setContentText(message)
        .setColor(ContextCompat.getColor(context, R.color.green))
        .setAutoCancel(true)
        .setPriority(NotificationCompat.PRIORITY_HIGH)
        .setContentIntent(pendingIntent);

    NotificationManager manager = (NotificationManager) context.getSystemService(Context.NOTIFICATION_SERVICE);
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.O) {
        builder.setChannelId(CHANNEL_1_ID);
    }

    Notification notification = builder.build();
    manager.notify(++notificationCount, notification);
}

```

Σχήμα 5.27: Υλοποίηση νέας ειδοποίησης

```

showNotification( context: MainActivity.this,
    title: "Ολοκλήρωση Quiz",
    message: "Ο μαθητής " + student.getStudentSurname() + " " + student.getStudentName() +
        " ολοκλήρωσε το " + quiz.getQuizName(),
    student
);

```

Σχήμα 5.28: Κλήση για δημιουργία ειδοποίησης

### 5.2.13 Αποσύνδεση

Όταν ο χρήστης τελειώσει με την περιήγησή του στην εφαρμογή, μπορεί να επιλέξει την 'Αποσύνδεση' από το μενού, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.29, για να αποσυνδεθεί από τον λογαριασμό του.



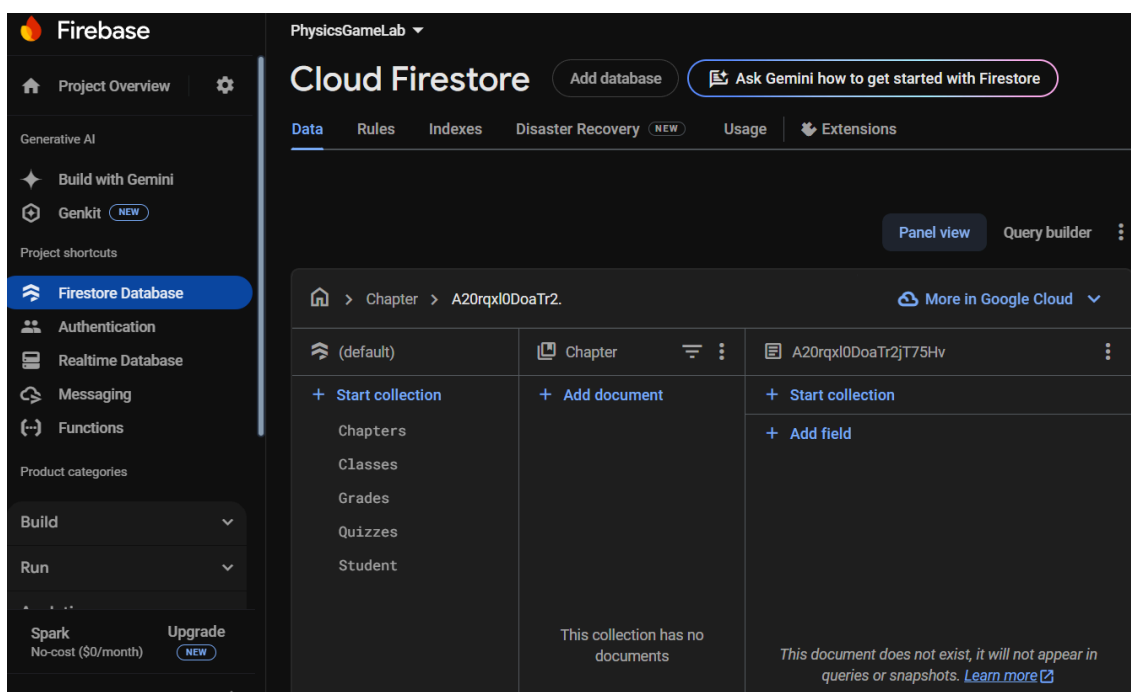
Σχήμα 5.29: Αποσύνδεση

## 5.3 Firebase

Το Firebase είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών, που παρέχεται από τη Google και προσφέρει μια ολοκληρωμένη σειρά εργαλείων και υπηρεσιών. Με αυτόν τον τρόπο βοηθάει στη δημιουργία, βελτιστοποίηση και διαχείριση εφαρμογών για κινητά, web και backend συστήματα. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για προγραμματιστές, διότι παρέχει πολλές έτοιμες λύσεις που διευκολύνουν τη διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών.

### 5.3.1 Cloud Firestore

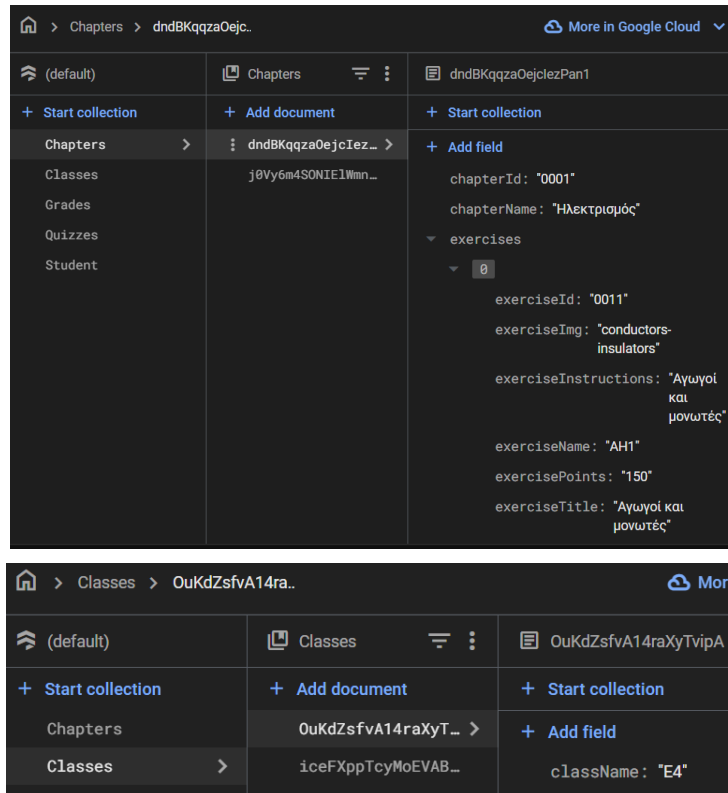
Στην παρούσα εργασία, και για τις δύο υλοποιημένες εφαρμογές, για την αποθήκευση, εμφάνιση και επεξεργασία των στοιχείων τους, χρησιμοποιήθηκε η μη σχεσιακή βάση δεδομένων Cloud Firestore, μια επιμέρους λειτουργικότητα της Firebase. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε μία βάση (PhysicsGameLab), στην οποία καταχωρήθηκαν 5 συλλογές (Collections) όπως εμφανίζεται στο Σχήμα 5.30. Κάθε συλλογή περιέχει αρχεία (documents) με τις αποθηκευμένες πληροφορίες.



Σχήμα 5.30: Βάση δεδομένων Cloud Firestore

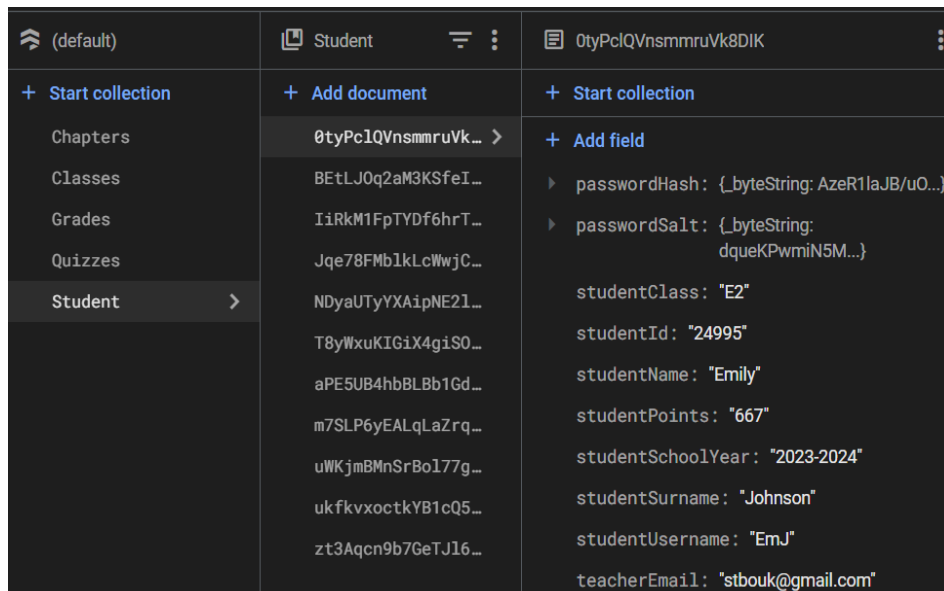
Αναλυτικότερα, η συλλογή “Chapters” περιέχει σταθερές πληροφορίες για τα κεφάλαια και τις ασκήσεις καθενός από αυτά που έχουν χρησιμοποιηθεί σε αυτή την εργασία. Οι πληροφορίες αυτές αξιοποιήθηκαν κυρίως στις πολλαπλές επιλογές, όσον αφορά τη δημιουργία των Quiz. Ήταν σημαντικό οι επιλογές να είναι δυναμικές σε περίπτωση αλλαγών ή προσθηκών και για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκε και η συλλογή “Classes”, για να είναι δηλαδή το περιεχόμενο δυναμικό στην αντιμετώπιση τέτοιων περιπτώσεων και για να είναι πιο εύκολη στο μέλλον και η τροποποίηση των πεδίων τους. Στο Σχήμα 5.31 απεικονίζονται και οι δύο συλλογές.

## Εφαρμογή Οπτικοποίησης Δεδομένων Αξιολόγησης Android

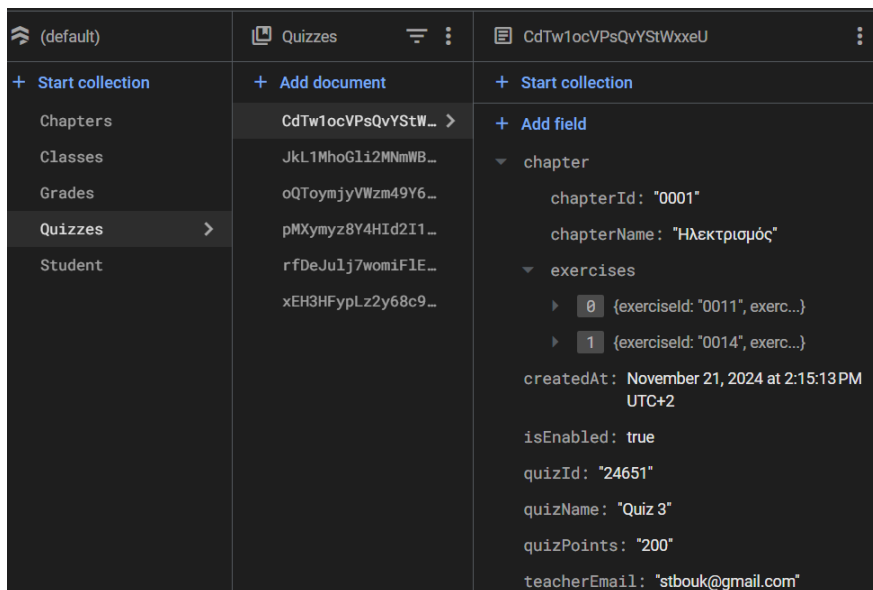


Σχήμα 5.31: Συλλογές “Chapters” και “Classes”

Επίσης, η συλλογή “Student” περιέχει τα αναλυτικά στοιχεία κάθε μαθητή (όνομα, επίθετο, τάξη, πόντους κ.λπ.), ενώ η συλλογή “Quizzes” περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τα Quiz που έχουν δημιουργηθεί από τους δασκάλους. Οι δύο συλλογές εμφανίζονται στα Σχήματα 5.32 και 5.33.

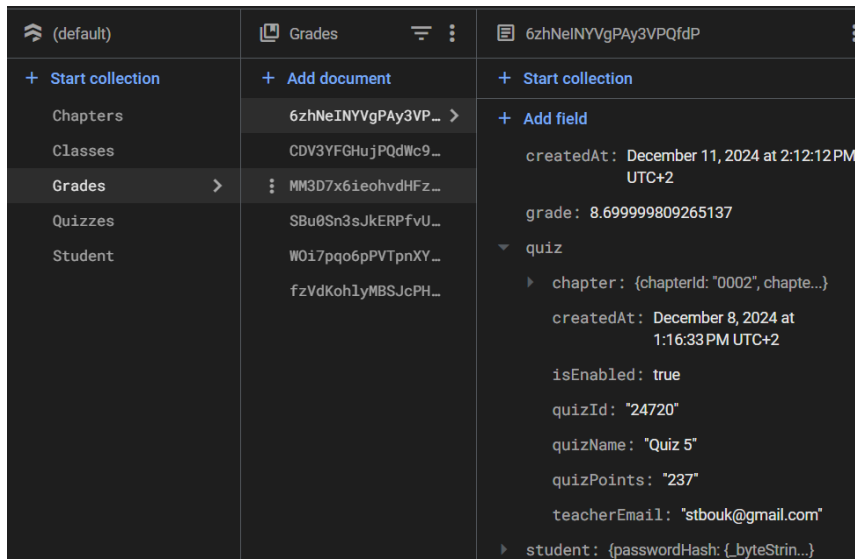


Σχήμα 5.32: Συλλογή “Student”



Σχήμα 5.33: Συλλογή “Quizzes”

Τέλος, η πιο περίπλοκη συλλογή είναι η “Grades” διότι πάνω σε αυτή στηρίζεται το βασικότερο μέρος της λειτουργικότητας της εφαρμογής. Η “Grades” χρησιμοποιείται, από την παρούσα εφαρμογή, για την παρουσίαση των στοιχείων που έχουν συλλεχθεί από τους εκπαιδευτικούς. Με αυτόν τον τρόπο παρακολουθείται η πρόοδος κάθε μαθητή αναλυτικά και οργανωμένα. Η συλλογή “Grades” αποτυπώνεται στο Σχήμα 5.34.

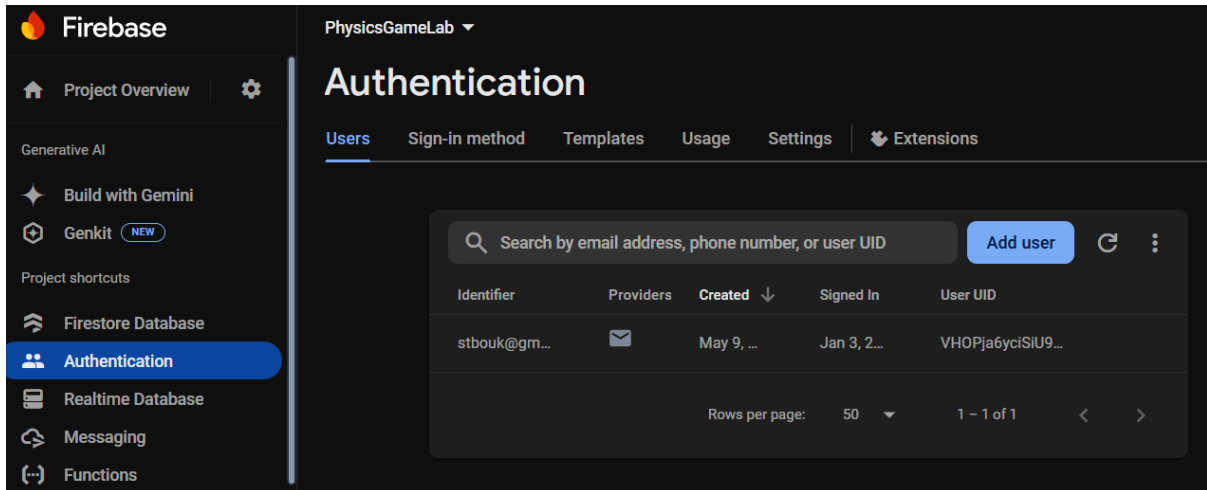


Σχήμα 5.34: Συλλογή “Grades”

### 5.3.2 Authentication

Η συγκεκριμένη λειτουργικότητα της Firebase προσφέρει τρόπους για τη δημιουργία ασφαλών χρηστών με έτοιμα API για εγγραφή και σύνδεση μέσω email/κωδικού, Google, Facebook, Apple, Twitter και άλλων μέσων.

Για την υλοποίηση εγγραφής και σύνδεσης της εφαρμογής του χρήστη-δασκάλου (PhysicsGameLab for Teachers), έγινε χρήση του Authentication με email και κωδικούς πρόσβασης. Οι εκπαιδευτικοί εγγράφονται απευθείας στη βάση των χρηστών του Authentication από την επιλογή “Add User”, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.35, αφού πρώτα ρυθμιστεί η βάση με τα κατάλληλα κριτήρια (email/κωδικός). Εφόσον ο χρήστης προστεθεί με επιτυχία στο σύστημα, μπορεί να συνδεθεί με τα credentials του κανονικά στην εφαρμογή.



Σχήμα 5.35: Βάση χρηστών στο Authentication

Ένα ακόμη δυνατό χαρακτηριστικό της πλατφόρμας είναι ότι μέσω του Authentication δίνεται η δυνατότητα ανάκτησης/αλλαγής κωδικού πρόσβασης. Η αλλαγή γίνεται με εύκολο τρόπο μέσω email, όπου δίνονται οδηγίες με τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν, για να ολοκληρωθεί με επιτυχία η διαδικασία.

## 5.4 Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο η εφαρμογή που παρουσιάστηκε επιτυγχάνει την υλοποίηση των βασικών της στόχων, οι οποίοι είναι να παρέχει στους εκπαιδευτικούς του δημοτικού τη δυνατότητα παρακολούθησης της προόδου των μαθητών τους, τη διαχείριση των στοιχείων τους και τη δημιουργία και διαχείριση quiz για την αξιολόγησή τους. Η ανάλυση των χαρακτηριστικών της εφαρμογής επιβεβαιώνει τη διευκόλυνση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως και την καλύτερη διαχείριση και οργάνωση των δεδομένων που συλλέγονται. Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί με στόχο τη βελτιστοποίηση της εμπειρίας του χρήστη, προσφέροντας ένα εύχρηστο περιβάλλον, με λειτουργικότητες που προσφέρουν αξιόπιστες και αποδοτικές λύσεις.

## Κεφάλαιο 5

## Κεφάλαιο 6ο: Συμπεράσματα και Προτάσεις Βελτίωσης

### 6.1 Συμπεράσματα

Αναμφίβολα, η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) έχει αναδειχθεί ως μία από τις πιο συναρπαστικές τεχνολογικές καινοτομίες της σύγχρονης εποχής. Σύμφωνα με την αυξανόμενη πορεία της τεχνολογίας, καταλαβαίνουμε ότι η επαυξημένη πραγματικότητα δείχνει να έχει μεγάλη δυναμική για ανάπτυξη και εφαρμογή σε ποικίλους τομείς της ζωής μας, όπως την εκπαίδευση, την ψυχαγωγία, την εργασία, την υγειονομική περίθαλψη και σε πολλούς άλλους. Στην εκπαίδευση, η δυνατότητα να ενσωματωθούν εικονικά στοιχεία στο φυσικό περιβάλλον, μπορεί να αναμορφώσει τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας και να προσφέρει νέες διαστάσεις μάθησης που συνδυάζουν τη θεωρία με την πρακτική εφαρμογή. Ωστόσο, αντιμετωπίζει συνεχώς προκλήσεις σε διάφορους τομείς, που αφορούν την ποιότητα των υπηρεσιών, την προσβασιμότητα, αλλά και την αποδοχή της από το ευρύ κοινό.

Στον τομέα της εκπαίδευσης, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες στη βελτίωση της διαδικασίας μάθησης. Η προσθήκη εικονικών αντικειμένων και στοιχείων σε διάφορα μαθήματα, όπως η φυσική, η χημεία, η ιστορία ή η μαθηματική ανάλυση, καθιστά τη μάθηση πιο διαδραστική και ελκυστική για τους μαθητές. Μέσα από την AR, οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν με αντικείμενα που εμφανίζονται μπροστά τους, να πραγματοποιούν πειράματα ή να εξερευνούν το περιβάλλον τους με τρόπους που πριν από λίγα χρόνια φάνταζαν αδιανόητοι. Η τεχνολογία αυτή έχει τη δυνατότητα να μετατρέπει την παραδοσιακή διδασκαλία σε μια εμπειρία βιωματικής μάθησης, όπου οι μαθητές δεν περιορίζονται στην απομνημόνευση πληροφοριών, αλλά κατανοούν βαθύτερα τις έννοιες και τις εφαρμογές τους στην πραγματική ζωή.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή που περιγράφεται έχει δημιουργηθεί για να χρησιμοποιηθεί ως ένα ισχυρό εργαλείο στα χέρια του εκπαιδευτικού, ώστε να εξελίξει τη διαδικασία της μάθησης και να την προσαρμόσει στις ανάγκες της εποχής σύμφωνα με τις απαιτήσεις της, καθώς και να κρατήσει αμείωτο το ενδιαφέρον στην τάξη, προσφέροντας μια πιο διασκεδαστική και ελκυστική μορφή μάθησης. Αυτή η διεργασία τελικά καταλήγει σε μια βαθύτερη κατανόηση των αντικειμένων, βοηθώντας τους μαθητές να συνδέσουν τη θεωρία με την πράξη και να ενισχύσουν τις δεξιότητές τους με βιωματικούς τρόπους.

Επιπρόσθετα, η συγκεκριμένη πλατφόρμα θα μπορούσε να βελτιωθεί ακόμη περισσότερο, αντλώντας στοιχεία από όλα τα κεφάλαια του μαθήματος της Φυσικής (όπως η μηχανική, η ηλεκτρομαγνητική θεωρία ή η θερμοδυναμική), δημιουργώντας διαδραστικά παιχνίδια και σενάρια που προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα να πειραματιστούν με διαφορετικά φυσικά φαινόμενα και να δουν άμεσα τα αποτελέσματα των ενεργειών τους. Με αυτόν τον τρόπο, η επαυξημένη πραγματικότητα θα μπορούσε να προσφέρει μια καινοτόμο προσέγγιση στη διδασκαλία της Φυσικής, που θα ενισχύσει τη συμμετοχή και τη συνεργασία των μαθητών, προάγοντας τη δημιουργικότητα και τη σκέψη εκτός των ορίων των παραδοσιακών μεθόδων, χωρίς να απαιτούνται ακριβείς πειραματικές εγκαταστάσεις.

Περαιτέρω, η ιδέα της δημιουργίας μιας κεντρικής πλατφόρμας που θα φιλοξενεί και θα διαχειρίζεται όλες αυτές τις εφαρμογές σε διαφορετικά μαθήματα, με σταδιακή κλιμάκωση της δυσκολίας τους ανάλογα με την εκπαιδευτική βαθμίδα, μπορεί να έχει εξαιρετικά αποτελέσματα. Με τη σταδιακή ανάπτυξη εφαρμογών για όλα τα μαθήματα, από τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες μέχρι τις ανθρωπιστικές επιστήμες και τη λογοτεχνία, το AR θα μπορούσε να συνεισφέρει στη δημιουργία ενός

ολοκληρωμένου εκπαιδευτικού συστήματος, που θα καλύπτει όλες τις ανάγκες των μαθητών και θα ενισχύει τη διαδραστικότητα και τη συμμετοχή τους σε όλα τα επίπεδα μάθησης.

Αναμφισβήτητα, η επαυξημένη πραγματικότητα ενσωματώνει πολλές προκλήσεις και απαιτεί την αντιμετώπιση ζητημάτων που αφορούν την τεχνική υποδομή, την εκπαίδευση των δασκάλων, αλλά και τη συνεχιζόμενη εξέλιξη των εφαρμογών της. Η βελτιστοποίηση της ποιότητας των υπηρεσιών AR, η αντιμετώπιση της ανάγκης για προσβασιμότητα σε όλους τους μαθητές, ανεξαρτήτως των κοινωνικοοικονομικών τους συνθηκών, και η εξασφάλιση της αποδοχής της τεχνολογίας από το ευρύ κοινό αποτελούν καθοριστικά ζητήματα που απαιτούν συνεχιζόμενη έρευνα και ανάπτυξη. Ωστόσο, αν αυτά τα προβλήματα ξεπεραστούν, η AR έχει τη δυνατότητα να αποτελέσει έναν από τους πιο σημαντικούς πυλώνες της εκπαιδευτικής διαδικασίας του μέλλοντος, προσφέροντας νέες δυνατότητες μάθησης και εξέλιξης για μαθητές και δασκάλους σε όλο τον κόσμο.

### 6.2 Προτάσεις για Επεκτάσεις Βελτίωσης Εφαρμογών

Κοιτάζοντας το μέλλον, υπάρχουν πολλές ευκαιρίες ώστε το PhysicsGameLab (για εκπαιδευτικούς και μαθητές) να επεκταθεί και να προσφέρει ακόμα περισσότερα στον εκπαιδευτικό χώρο. Με βελτιώσεις στη λειτουργικότητα των δύο εφαρμογών, θα μπορέσουν να υποστηριχθούν περαιτέρω οι ανάγκες των δασκάλων αλλά και των μαθητών. Αυτά τα μελλοντικά σχέδια στοχεύουν στη βελτίωση της εμπειρίας των χρηστών, στην αύξηση της αφοσίωσης, στην επέκταση του εκπαιδευτικού περιεχομένου αλλά και στη διεύρυνση του αντικτύπου του εργαλείου. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές ιδέες για βελτιώσεις των δύο εφαρμογών.

#### Εφαρμογή AR παιχνιδιών αξιολόγησης για μαθητές:

1. **Ενσωμάτωση περισσότερων σεναρίων AR:** Μία σημαντική ενημέρωση για τον εμπλουτισμό της εφαρμογής είναι η προσθήκη νέων παιχνιδιών για τα quiz. Η ανάπτυξη παιχνιδιών για όλα τα κεφάλαια του βιβλίου είναι ένα βήμα που θα καλύψει πλήρως τις ανάγκες του μαθήματος. Οι μαθητές θα έχουν μια πιο πλούσια και ποικιλόμορφη μαθησιακή εμπειρία που θα τους βοηθήσει να κατανοήσουν το μάθημα της Φυσικής σε βάθος.
2. **Καλύτερη εμπειρία παιχνιδιού:** Ένα ακόμα χαρακτηριστικό που θα μπορούσε να υλοποιηθεί είναι η ανάδειξη των σωστών απαντήσεων μετά από κάθε παιχνίδι-άσκηση. Αφού ο μαθητής υποβάλει την απάντησή του, μαζί με τη βαθμολογία και τους πόντους του, θα εμφανίζεται μία προσομοίωση των σωστών κινήσεων για την πραγματοποίηση της άσκησης. Επίσης θα υπάρχει επεξήγηση που θα τη συνοδεύει για την καλύτερη κατανόησή της. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές εκτός από την αναγνώριση των λαθών τους θα αντιληφθούν καλύτερα τα φυσικά φαινόμενα που διδάσκονται. Παρόλα αυτά, με αυτή την προσέγγιση οι μαθητές θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουν το quiz μόνο μία φορά.
3. **Συνεργατικά παιχνίδια:** Τα συνεργατικά παιχνίδια είναι ένας τρόπος να ενισχυθεί η ομαδική εργασία και να αναπτυχθούν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων μέσα σε μία ομάδα. Μία τέτοια λειτουργικότητα προσδίδει ποικιλία στον τρόπο διδασκαλίας και ενισχύει ακόμη περισσότερο την εκπαιδευτική διαδικασία.
4. **Συμβατότητα με επιπλέον πλατφόρμες:** Το να είναι προσβάσιμη η εφαρμογή από διάφορες συσκευές και πλατφόρμες είναι ιδιαίτερα κρίσιμο, διότι προσφέρει ευελιξία και δεν περιορίζει τους χρήστες του ως προς τον τύπο συσκευής που θα χρησιμοποιήσουν. Η παρούσα εφαρμογή είναι δημιουργημένη για Android συσκευές, οπότε μπορεί να επεκταθεί και σε iOS.

**Εφαρμογή παρακολούθησης προόδου για δασκάλους:**

1. **Αναλυτικά στατιστικά βαθμολογιών:** Ένα από τα στοιχεία της εφαρμογής που μπορούν να εξελιχθούν είναι η παρουσίαση στατιστικών στοιχείων. Αυτά μπορεί να είναι πολύ βοηθητικά για έναν δάσκαλο, διότι μπορεί να κατανοήσει καλύτερα τις αδυναμίες των μαθητών του, καθώς και τα δυνατά τους σημεία σε συσχέτιση με διάφορους παράγοντες. Μπορεί να γίνει εικονική αναπαράσταση τέτοιων στοιχείων με μεγαλύτερη ακρίβεια από τα ήδη υπάρχοντα, με διαφορετικά είδη γραφημάτων (στήλες, ράβδοι, γραμμικά και κυκλικά γραφήματα), ανάλογα με τις ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν.
2. **Συμβατότητα με επιπλέον πλατφόρμες:** Η συμβατότητα της εφαρμογής με πολλαπλές πλατφόρμες είναι πολύ σημαντική, διότι προσφέρει εκτεταμένο φάσμα επιλογών για τη διευκόλυνση των εκπαιδευτικών. Η παρούσα εφαρμογή είναι δημιουργημένη για συστήματα Android, οπότε θα ήταν κομβική η επέκτασή της σε iOS και Windows.
3. **Περισσότερες λειτουργίες στα quiz:** Με την ανάπτυξη επιπλέον δυνατοτήτων στην AR εφαρμογή σχετικά με τα παιχνίδια, θα πρέπει να προσαρμοστεί και η εφαρμογή των δασκάλων, ώστε να έχουν μεγαλύτερο έλεγχο σχετικά με τα quizzes. Μπορούν να πραγματοποιηθούν λειτουργίες διαχείρισής τους ως προς τον χρόνο που θα είναι ενεργά, τον καθορισμό των βαθμολογιών και πόντων της κάθε άσκησής τους, τις προσπάθειες που θα μπορεί να κάνει ένας μαθητής για να τα ολοκληρώσει και το αν θα εμφανίζονται οι απαντήσεις των ερωτήσεων τους.

Όλες οι παραπάνω προτάσεις μπορούν να εξελίξουν σε μεγάλο βαθμό τις υλοποιημένες εφαρμογές και να φέρουν μια διαφορετική πνοή στη διδασκαλία, μέσω της εγκατάστασής τους στις αίθουσες των δημοτικών σχολείων.



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Papers and Articles

- [1] S. Micheline, X. Yu and C. Sun, "Adoption of Teaching Strategies Leveraging on Augmented Reality & Virtual Reality in Higher Education in Less Developing Countries: A Case of BURUNDI," 2023 International Conference on Intelligent Education and Intelligent Research (IEIR), Wuhan, China, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/IEIR59294.2023.10391255.
- [2] F. Zeng and Z. He, "Application of Virtual Reality Technology in Mental Health Education," 2021 3rd International Conference on Machine Learning, Big Data and Business Intelligence (MLBDBI), Taiyuan, China, 2021, pp. 621-625, doi: 10.1109/MLBDBI54094.2021.00124.
- [3] Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- [4] V. Mbonye and R. Ebrahim, "Integrating Augmented Reality in Science Education in South Africa: Applications in the Mancosa iTEACHlab," 2022 International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD), Durban, South Africa, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/icABCD54961.2022.9856083.
- [5] Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- [6] H. Ardiny and E. Khanmirza, "The Role of AR and VR Technologies in Education Developments: Opportunities and Challenges," 2018 6th RSI International Conference on Robotics and Mechatronics (ICRoM), Tehran, Iran, 2018, pp. 482-487, doi: 10.1109/ICRoM.2018.8657615.
- [7] Ivanova A.V. VR & AR TECHNOLOGIES: OPPORTUNITIES AND APPLICATION OBSTACLES. Strategic decisions and risk management. 2018;(3):88-107. <https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-3-88-107>
- [8] Abdullah M. Al-Ansi, Mohammed Jaboob, Askar Garad, Ahmed Al-Ansi, "Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education", *Social Sciences & Humanities Open*, Volume 8, Issue 1, 2023, 100532, ISSN 2590-2911, <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>.
- [9] Klopfer, E., Osterweil, S., Groff, J., & Haas, J. (2009). Using the technology of today, in the classroom today: The instructional power of digital games, social networking, simulations, and how teachers can leverage them. MIT Press.
- [10] Lissette López-Faicán, Javier Jaen, "EmoFindAR: Evaluation of a mobile multiplayer augmented reality game for primary school children", *Computers & Education*, Volume 149, 2020, 103814, ISSN 0360-1315, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103814>.
- [11] Laine, Teemu H. 2018. "Mobile Educational Augmented Reality Games: A Systematic Literature Review and Two Case Studies" *Computers* 7, no. 1: 19. <https://doi.org/10.3390/computers7010019>
- [12] Afzal Hussain, Haad Shakeel, Faizan Hussain, Nasir Uddin, and Turab Latif Ghouri (2020) "Unity Game Development Engine: A Technical Survey" *Department of Computer Science, Faculty of Engineering Science and Technology (FEST), University of Sindh, Jamshoro*
- [13] L. Soni and A. Kaur, "Merits and Demerits of Unreal and Unity: A Comprehensive Comparison," 2024 International Conference on Computational Intelligence for Green and Sustainable Technologies (ICCGST), Vijayawada, India, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICCGST60741.2024.10717602.

- [14] L. Soni, A. Kaur and A. Sharma, "A Review on Different Versions and Interfaces of Blender Software," 2023 7th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI), Tirunelveli, India, 2023, pp. 882-887, doi: 10.1109/ICOEI56765.2023.10125672.

### Internet Site

- [15] What Is Unity? [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.coursera.org/articles/what-is-unity>
- [16] Unity Engine [Online]. Διαθέσιμο: <https://unity.com/products/unity-engine>
- [17] Unreal Engine [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.unrealengine.com/en-US>
- [18] Comparison of Unity and Unreal Engine [Online]. Διαθέσιμο: <https://core.ac.uk/download/pdf/84832291.pdf>
- [19] Blender [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.blender.org/about/>
- [20] Alec Chillingworth, "The pros & cons of creating 3D content with Blender software", 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.epidemicsound.com/blog/blender-software/>
- [21] "What is Blender Software and What are its Advantages?", 2024. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.gamer2maker.in/blog/What-is-Blender-Software-and-What-are-its-Advantages>
- [22] Autodesk 3ds Max [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.whiteclouds.com/3dpedia/autodesk-3ds-max/>
- [23] Android Studio editor [Online]. Διαθέσιμο: <https://developer.android.com/studio/intro>
- [24] What is Android Studio? [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.geeksforgeeks.org/overview-of-android-studio>
- [25] Android Studio [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.techtarget.com/searchmobilecomputing/definition/Android-Studio>
- [26] When to use IntelliJ or Android Studio? [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.goodrequest.com/blog/intellij-or-android-studio>