

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάπτυξη εκπαιδευτικού παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας με στόχο τη διαδραστική διδασκαλία του μαθήματος της Γεωγραφίας της ΣΤ' Δημοτικού»



Του φοιτητή  
Ριζικιανού Γεώργιου - Αναστάσιου  
Αρ. Μητρώου: 164735

Επιβλέπων  
Κεραμόπουλος Ευκλείδης  
Βαθμίδα Αναπληρωτής Καθηγητής

Θεσσαλονίκη 2022

Ανάπτυξη εκπαιδευτικού παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας με στόχο τη διαδραστική διδασκαλία του μαθήματος της Γεωγραφίας της ΣΤ' Δημοτικού  
21338

Ριζικιανός Γεώργιος – Αναστάσιος

Κεραμόπουλος Ευκλείδης

12 Οκτωβρίου 2021

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 14 Ιουνίου 2022

*Βεβαιώνω ότι είμαι ο 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 του φοιτητή Ριζικιανού Γεώργιου - Αναστάσιου που την εκπόνησε/αν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο 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, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/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 του συγγραφέα/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

Ο λόγος εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι πολύπλευρος. Καταρχάς, η ενασχόληση με έναν τομέα που δεν είχα ασχοληθεί στο παρελθόν και με εργαλεία τα οποία δεν είχα ξαναχρησιμοποιήσει ήταν μια δοκιμασία ανάπτυξης των γνώσεων και των ικανοτήτων μου. Όντας ένας άνθρωπος ο οποίος έχει μεγαλώσει παίζοντας βιντεοπαιχνίδια, μπορώ να κατανοήσω πολύ πιο εύκολα πόσο πιο διασκεδαστικό είναι να μαθαίνεις παίζοντας. Η έννοια της εκπαίδευσης περνάει σε άλλο επίπεδο και μέσα από το παιχνίδι αποκομίζεις πράγματα τα οποία μπορεί να ήταν πιο δύσκολο να τα αποκομίσεις διαβάζοντας. Πέρα από το προσωπικό όφελος που αποκόμισα αναπτύσσοντας το παιχνίδι, θεωρώ ότι παιχνίδια τέτοιου τύπου, εκπαιδευτικά, χρησιμοποιώντας διαδραστικές τεχνολογίες όπως είναι η επαυξημένη πραγματικότητα βοηθούν σε μεγάλο βαθμό την εκπαίδευση και τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά απορροφούν την πληροφορία καθώς επίσης εκσυγχρονίζουν την κοινωνία μας. Συνοψίζοντας, η προσωπική ανάπτυξη και η ανάπτυξη ενός εργαλείου που θα ήθελα να έχω και εγώ σαν μαθητής αλλά δεν είχα, είναι οι κύριοι λόγοι που επέλεξα να εκπονήσω αυτή τη διπλωματική.

## Περίληψη

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι ο βελτιωμένος τρόπος εκμάθησης του μαθήματος της γεωγραφίας σε παιδιά ΣΤ' δημοτικού με τρόπο ενδιαφέρον και ευχάριστο μέσω της χρήσης μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, συνδυάζοντας παιχνίδια και οπτικό περιεχόμενο για κάθε μία από τις ενότητες του βιβλίου. Η ανάπτυξη του παιχνιδιού πραγματοποιήθηκε μέσω της πλατφόρμας Unity με χρήση του Vuforia Engine. Στην παρούσα Δ.Ε. αναφέρονται αρχικά η εκτεταμένη πραγματικότητα και οι υποκατηγορίες της που είναι η εικονική, επαυξημένη και μικτή πραγματικότητα. Στη συνέχεια οι τομείς στους οποίους χρησιμοποιείται κυρίως η εκτεταμένη πραγματικότητα καθώς και εφαρμογές για αυτούς του τομείς. Επίσης, γίνεται ανάλυση του πώς επηρεάζεται η εξέλιξη στον τομέα της τεχνολογίας σε κλάδους όπως είναι το μάρκετινγκ, ο στρατός και ο τουρισμός. Ύστερα, αναφέρονται όλα τα προγράμματα και τα πακέτα που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής, όπως είναι το Unity, το Vuforia, το Blender για τη δημιουργία τρισδιάστατων αντικειμένων, το Pichon μέσω του οποίου έγινε χρήση εικονιδίων μενού, καθώς και οι κατάλληλες ρυθμίσεις που χρειάστηκαν να γίνουν ώστε να χτιστεί αυτή η εφαρμογή. Έπειτα, γίνεται αναλυτική αναφορά βήμα-βήμα στην υλοποίηση της εφαρμογής, από το αρχικό μενού, έως και την κάθε σκηνή που αντιπροσωπεύει τις ενότητες του σχολικού βιβλίου, τα αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν, αποσπάσματα κώδικα και κάθε παιχνίδι που έχει υλοποιηθεί σε κάθε σκηνή. Τέλος, σχολιάζονται τα αποτελέσματα ενός ερωτηματολογίου που αφορά ένα πείραμα το οποίο διεξήχθη ανάμεσα σε φοιτητές που αξιολόγησαν τη χρηστικότητα της εφαρμογής.

# Development of an augmented reality educational game aimed at the interactive teaching of the Geography course of the 6th grade

Rizikianos Georgios - Anastasios

## **Abstract**

The goal of this thesis is to improve the way geography is taught to 6<sup>th</sup> grade students in an interesting and enjoyable way by utilizing a mobile application. The application uses augmented reality and has mini games and visual content for each one section of the book. It was developed through the Unity platform using the Vuforia Engine. This thesis first mentions extended reality and its subcategories which are virtual, augmented and mixed reality. Then the fields in which extended reality is mainly used as well as the applications that exist for these fields. It also analyzes how developments in technology affect industries such as marketing, the military and tourism. It lists all the programs and packages used for the development of the game such as Unity and Vuforia, Blender for creating 3D objects, Pichon through which menu icons were used, as well as the necessary settings that had to be made to build this application. Finally, there is a detailed step-by-step report on the development of the application, starting from the main menu to each particular scene that represents the sections of the school book, the objects used, code snippets and each mini game that has been designed in each scene. Finally, the results of a questionnaire related to an experiment conducted among undergraduate students who utilized the application's usefulness are commented.

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα προσωπικά να ευχαριστήσω φίλους, συμφοιτητές και οικογένεια για την στήριξη και τη βοήθεια με τον τρόπο τους κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας καθώς και τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Κεραμόπουλο Ευκλείδη που μου έδωσε τη δυνατότητα να εκπονήσω αυτή τη διπλωματική εργασία και μέσω αυτής να αναπτύξω τις γνώσεις μου στον συγκεκριμένο τομέα και στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν.

# Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iii
Περίληψη.....	iv
Abstract .....	v
Ευχαριστίες .....	vi
Περιεχόμενα .....	vii
Κατάλογος Σχημάτων .....	x
Συντομογραφίες.....	xii
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 2ο: Τεχνολογίες και χρήση στην εκπαίδευση.....	3
2.1 Εισαγωγή.....	3
2.2 Εκτεταμένη Πραγματικότητα.....	3
2.2.1 Εικονική πραγματικότητα .....	3
2.2.2 Επαυξημένη πραγματικότητα.....	4
2.2.3 Μικτή πραγματικότητα .....	5
2.3 Χρήσεις XR.....	5
2.3.1 Εκπαίδευση και εργασία.....	5
2.3.2 Αρχιτεκτονική .....	7
2.3.3 Μάρκετινγκ .....	7
2.3.4 Ιατρική.....	8
2.3.5 Τουρισμός.....	9
2.3.6 Στρατός.....	10
2.4 Serious Games.....	11
2.5 Επίλογος.....	11
Κεφάλαιο 3ο: Προγράμματα και πακέτα.....	13
3.1 Εισαγωγή.....	13
3.2 Unity.....	13
3.2.1 Εγκατάσταση.....	13
3.2.2 Project.....	15
3.3 Vuforia .....	16
3.3.1 Εγκατάσταση Vuforia Engine .....	16
3.3.2 Ρυθμίσεις Vuforia.....	17

3.3.3	Image Targets .....	19
3.4	Unity Asset Store.....	23
3.5	Package Manager .....	23
3.6	Ρυθμίσεις εκτέλεσης.....	25
3.7	Blender .....	25
3.7.1	Ρυθμίσεις Blender.....	26
3.8	Icons8 Pichon .....	26
3.9	Επίλογος.....	27
Κεφάλαιο 4ο:	Πρώτη εκκίνηση και αρχικό μενού .....	29
4.1	Εισαγωγή.....	29
4.2	Πρώτη εκκίνηση.....	29
4.3	Αρχική οθόνη .....	29
4.4	UI.....	30
4.5	Scripts.....	32
4.6	Επίλογος.....	35
Κεφάλαιο 5ο:	Η Γη ως ουράνιο σώμα.....	37
5.1	Εισαγωγή.....	37
5.2	Μενού πλοήγησης .....	37
5.2.1	UI.....	37
5.2.2	Script .....	37
5.3	Κουμπί πληροφοριών .....	38
5.4	AR περιεχόμενο.....	38
5.4.1	Η Γη.....	38
5.4.2	Περιφορά της Γης.....	39
5.4.3	Παιχνίδι Πλανητών .....	40
5.5	Επίλογος.....	42
Κεφάλαιο 6ο:	Το φυσικό περιβάλλον .....	43
6.1	Εισαγωγή.....	43
6.2	Παιχνίδι εκμάθησης ωκεανών .....	43
6.2.1	UI.....	43
6.2.2	Script .....	45
6.3	Quiz .....	47
6.3.1	UI.....	47
6.3.2	Script .....	47
6.4	Επίλογος.....	49

Κεφάλαιο 7ο: Η Γη ως χώρος ζωής του ανθρώπου.....	51
7.1 Εισαγωγή.....	51
7.2 Χάρτης κατανομής πυκνότητας πληθυσμού .....	51
7.2.1 UI.....	51
7.2.2 Script .....	51
7.3 Χάρτης πληθυσμού ηπείρων της Γης ανά τα χρόνια.....	51
7.3.1 UI.....	51
7.3.2 Script .....	52
7.4 Quiz.....	53
7.4.1 UI.....	53
7.4.2 Script .....	55
7.5 Επίλογος.....	55
Κεφάλαιο 8ο: Οι ήπειροι.....	57
8.1 Εισαγωγή.....	57
8.2 Παιχνίδι ταξιδιού.....	57
8.2.1 UI.....	57
8.2.2 Script .....	58
8.3 Επίλογος.....	59
Κεφάλαιο 9ο: Πείραμα.....	61
9.1 Σκοπός.....	61
9.2 Αξιολόγηση.....	61
9.3 Επίλογος.....	63
Κεφάλαιο 10ο: Συμπεράσματα, βελτιώσεις και μελλοντικά σχέδια .....	65
10.1 Συμπεράσματα.....	65
10.2 Βελτιώσεις.....	65
10.3 Μελλοντικά σχέδια.....	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	66
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΠΕΙΡΑΜΑ.....	67

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1 Oculus Rift. VR κράνος.....	3
Σχήμα 2.2 Ταινία Iron Man.....	4
Σχήμα 2.3 Παιχνίδι Pokemon GO.....	4
Σχήμα 2.4 Dinosaur 4D+.....	6
Σχήμα 2.5 Elements 4D.....	6
Σχήμα 2.6 Στατιστικά χρήσης XR στο μάρκετινγκ.....	8
Σχήμα 2.7 Χρήση AR στον τομέα της υγείας.....	9
Σχήμα 2.8 Χρήση AR στον τομέα του τουρισμού.....	10
Σχήμα 2.9 Εκπαίδευση πιλότου με χρήση VR.....	11
Σχήμα 3.1 Unity Hub.....	13
Σχήμα 3.2 Unity Hub επιλογή έκδοσης.....	14
Σχήμα 3.3 Unity Hub πρόσθετα.....	14
Σχήμα 3.4 Δημιουργία νέου project.....	15
Σχήμα 3.5 Επιλογή έκδοσης, ονομασία και αποθήκευση νέου project.....	15
Σχήμα 3.6 Λήψη πακέτου Vuforia.....	16
Σχήμα 3.7 Import του πακέτου Vuforia.....	16
Σχήμα 3.8 Επιλογή Vuforia Engine.....	17
Σχήμα 3.9 AR Camera: Open Vuforia Engine Configuration.....	17
Σχήμα 3.10 Πεδίο εισαγωγής License Key.....	18
Σχήμα 3.11 Επιλογή έκδοσης License Key.....	18
Σχήμα 3.12 Δημιουργία License Key.....	19
Σχήμα 3.13 Λεπτομέρειες License Key.....	19
Σχήμα 3.14 Δημιουργία βάσης δεδομένων.....	20
Σχήμα 3.15 Ονομασία και τύπος βάσης.....	20
Σχήμα 3.16 Επιλογή βάσης.....	21
Σχήμα 3.17 Δημιουργία image target.....	21
Σχήμα 3.18 Επιλογή εικόνας και συμπλήρωση στοιχείων.....	21
Σχήμα 3.19 Δημιουργία Image Target.....	22
Σχήμα 3.20 Επιλογή βάσης και εικόνας για Image Target.....	23
Σχήμα 3.21 Ιστοσελίδα Unity Asset Store.....	23
Σχήμα 3.22 Προβολή και λήψη διαθέσιμων asset.....	24
Σχήμα 3.23 Προβολή και αφαίρεση asset που βρίσκονται ήδη στο project.....	24
Σχήμα 3.24 Εκτέλεση του έργου.....	25
Σχήμα 3.25 Εγκατάσταση προσθέτου εισαγωγής-εξαγωγής svg στο blender.....	26
Σχήμα 3.26 Icons8 Pichon.....	27
Σχήμα 4.1 Μηνύματα πρώτης εκκίνησης της εφαρμογής.....	29
Σχήμα 4.2 Εμφάνιση τρισδιάστατου αντικειμένου σε καμβά.....	30
Σχήμα 4.3 Δημιουργία Material πλανητών.....	30
Σχήμα 4.4 Σφαίρα πριν και μετά τη χρήση material.....	31
Σχήμα 4.5 Materials πλανητών.....	31
Σχήμα 4.6 Αερόστατο πριν και μετά τις αλλαγές.....	31
Σχήμα 4.7 Προσθήκη τιμής στη μεταβλητή μέσα από τον Editor.....	32
Σχήμα 4.8 Script – FirstTimeLaunch.....	32
Σχήμα 4.9 Built-in On Click μέθοδος.....	33

Σχήμα 4.10 Καμπύλη AnimationCurve.....	33
Σχήμα 4.11 Αλλαγή του transform.position.....	34
Σχήμα 4.12 Κώδικας περιστροφής πλανητών.....	34
Σχήμα 4.13 Χρήση script του SceneController από την OnClick μέθοδο.....	34
Σχήμα 4.14 Script πλοήγησης σε σκηνές.....	34
Σχήμα 4.15 Διαχείριση DisableOrientation από τον editor.....	35
Σχήμα 4.16 Κώδικας DisableOrientation.....	35
Σχήμα 5.1 Κουμπιά Navigation Drawer.....	37
Σχήμα 5.2 Πληροφορίες σκηνής.....	38
Σχήμα 5.3 Βίντεο και clipboard.....	39
Σχήμα 5.4 Περιφορά της Γης.....	39
Σχήμα 5.5 Κώδικας PlanetOrbit.....	40
Σχήμα 5.6 Πριν την επιλογή των πλανητών.....	40
Σχήμα 5.7 Μετά την επιλογή των πλανητών.....	41
Σχήμα 5.8 Απόσπασμα κώδικα παιχνιδιού πλανητών.....	41
Σχήμα 6.1 Μετατροπή του Vector από Curve σε Mesh.....	43
Σχήμα 6.2 Μετατροπή του χάρτη από δισδιάστατο σε τρισδιάστατο.....	44
Σχήμα 6.3 Μετατροπή συμβόλου τοποθεσιών από δισδιάστατο σε τρισδιάστατο.....	44
Σχήμα 6.4 Επιλογές της dropdown λίστας.....	45
Σχήμα 6.5 Δημιουργία διαδρομής.....	45
Σχήμα 6.6 Αντικείμενο που ακολουθεί τη διαδρομή.....	46
Σχήμα 6.7 Μέθοδος travelTo().....	46
Σχήμα 6.8 Απόσπασμα μεθόδου backToPort().....	46
Σχήμα 6.9 Λίστα δημιουργημένη από το QuestionAndAnswers.....	47
Σχήμα 6.10 Διαχείριση λίστας.....	48
Σχήμα 6.11 Μέθοδος setAnswers().....	48
Σχήμα 6.12 Μέθοδος correct().....	49
Σχήμα 7.1 Μορφή αντικειμένου παγκόσμιου χάρτη.....	52
Σχήμα 7.2 Απόσπασμα κώδικα paintAll().....	52
Σχήμα 7.3 Απόσπασμα κώδικα paintCont().....	52
Σχήμα 7.4 Απόσπασμα κώδικα setContColor().....	53
Σχήμα 7.5 Περιοχή ερήμου.....	53
Σχήμα 7.6 Πολική περιοχή.....	54
Σχήμα 7.7 Τροπική περιοχή.....	54
Σχήμα 7.8 Εύκρατη περιοχή.....	55
Σχήμα 8.1 Panel πληροφοριών χώρας.....	57
Σχήμα 8.2 Script Travel.....	58
Σχήμα 8.3 Λίστα countries.....	58
Σχήμα 8.4 Μέθοδος goToCountry().....	59
Σχήμα 8.5 Κώδικας της Update().....	59
Σχήμα 8.6 Κώδικας μεθόδου setPanel().....	59
Σχήμα 9.1 Διάγραμμα ερωτήσεων 1-3. Άξονες: X (Αριθμός ερώτησης), Y (Μ.Ο. αξιολόγησης).....	61
Σχήμα 9.2 Διάγραμμα ερωτήσεων 4-10. Άξονες: X (Αριθμός ερώτησης), Y (Μ.Ο. αξιολόγησης).....	62
Σχήμα 9.3 Διάγραμμα ερωτήσεων 11-12. Άξονες: X (Αριθμός ερώτησης), Y (Μ.Ο. αξιολόγησης).....	62

## Συντομογραφίες

Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΙΠΙΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
AR	Επαυξημένη Πραγματικότητα
XR	Εκτεταμένη Πραγματικότητα
VR	Εικονική Πραγματικότητα
MR	Μικτή Πραγματικότητα
AI	Τεχνητή Νοημοσύνη
SSVAR	Ελβετική Ένωση Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας
UI	User Interface

## Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΤΗΣ ΣΤ' ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ» αποτελεί ένα παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας του οποίου σκοπός είναι η βοήθεια εκμάθησης του μαθήματος της Γεωγραφίας της ΣΤ' Δημοτικού με ενδιαφέρον και διασκεδαστικό τρόπο. Το παιχνίδι υλοποιήθηκε στην πλατφόρμα Unity χρησιμοποιώντας το Vuforia engine το οποίο είναι ένα λογισμικό κατάλληλο για ανάπτυξη AR εφαρμογών.

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας Δ.Ε. με τίτλο «Εισαγωγή» αναφέρονται λίγα πράγματα για το σκοπό και την υλοποίηση της καθώς και περιληπτικά το περιεχόμενο που θα καλυφθεί στα επόμενα εννέα κεφάλαια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο με τίτλο «Τεχνολογίες και χρήση στην εκπαίδευση» γίνεται αναφορά στις τεχνολογίες της Εκτεταμένης Πραγματικότητας (XR) και τις υποκατηγορίες της, Εικονική Πραγματικότητα (VR), Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) και Μικτή Πραγματικότητα (MR), τη χρήση και το ρόλο τους. Αναλύεται το πως η τεχνολογία βελτιώνει τον τρόπο εκμάθησης και το αντίκτυπο που έχει η χρήση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση όχι μόνο στα σχολεία αλλά γενικότερα και πιο συγκεκριμένα γίνεται σχετική μνεία στα σοβαρά παιχνίδια (Serious Games) και το ρόλο τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο με τίτλο «Προγράμματα και πακέτα» γίνεται αναφορά στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, τον τρόπο εγκατάστασης τους, τη διαχείριση και το ρόλο τους στην ανάπτυξη της εφαρμογής. Επίσης, στις βιβλιοθήκες, τα πακέτα και τις απαραίτητες ρυθμίσεις που χρειάστηκαν για την υλοποίηση του συγκεκριμένου παιχνιδιού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο με τίτλο «Πρώτη εκκίνηση και αρχικό μενού» γίνεται αναφορά στην πρώτη εκκίνηση της εφαρμογής και στο σχετικό οδηγό χρήσης, στη δομή των σκηνών και στην πρώτη σκηνή της που είναι η αρχική οθόνη με ανάλυση των διεπαφών που υπάρχουν σε αυτή.

Στα κεφάλαια από το πέμπτο έως και το όγδοο γίνεται αναφορά με τη σειρά στις σκηνές που αφορούν τις αντίστοιχες ενότητες του βιβλίου, τον τρόπο δημιουργίας των αντικειμένων και των παιχνιδιών αναλυτικά με φωτογραφίες, αναφορές σε συγκεκριμένα πακέτα και με αποσπάσματα κώδικα.

Στο ένατο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά ενός πειράματος χρήσης της εφαρμογής που διεξήχθη στο τμήμα της σχολής και έλαβαν μέρος φοιτητές. Οι φοιτητές μετά το τέλος του πειράματος συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με την εμπειρία τους και τα αποτελέσματα αυτού αναλύονται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο.

Στο δέκατο και τελευταίο κεφάλαιο της Δ.Ε. με τίτλο «Συμπεράσματα, βελτιώσεις και μελλοντικά σχέδια» γίνεται αναφορά στο τι αποκομήθηκε από την υλοποίηση αυτής της εργασίας, ιδέες για μελλοντικό περιεχόμενο και αυτοματοποιημένες λειτουργίες.



## Κεφάλαιο 2ο: Τεχνολογίες και χρήση στην εκπαίδευση

### 2.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε σε τεχνολογίες όπως είναι η εκτεταμένη πραγματικότητα η οποία περιλαμβάνει ειδικότερα την εικονική πραγματικότητα (VR), την επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και τη μικτή πραγματικότητα (MR) καθώς και στα σοβαρά παιχνίδια. Όσο περνάνε τα χρόνια ο άνθρωπος σαν σκοπό έχει τη βελτίωση της ζωής του σε όλους τους τομείς. Προσπαθεί να βρει νέους τρόπους να εκφράζει τις σκέψεις του, τα συναισθήματα του, προσπαθεί να γίνεται πιο δημιουργικός και αποτελεσματικός και να δημιουργεί έναν κόσμο πιο ενδιαφέρον και όμορφο γι' αυτόν και τους γύρω του. Εδώ είναι που μπαίνει η χρήση της εκτεταμένης πραγματικότητας, γιατί μας δίνει τη δυνατότητα να εκφραστούμε με τρόπους που αφηφούν τα όσα ξέραμε και πέρα από τον φυσικό κόσμο. Μπορούμε να μοιραζόμαστε τις εμπειρίες μας, τα αισθήματα μας, τις ιδέες μας, είτε εικονικοποιώντας, είτε επαυξάνοντας την πραγματικότητα μας είτε συνδυάζοντας αυτά τα δύο για να δημιουργήσουμε ένα περιβάλλον το οποίο θα μπορεί να καλύψει ότι επιθυμία έχουμε.

### 2.2 Εκτεταμένη Πραγματικότητα

Η εκτεταμένη πραγματικότητα (XR) [1] περιλαμβάνει το σύνολο των τεχνολογιών που θα αναλύσουμε παρακάτω, την εικονική πραγματικότητα (VR) [1], την επαυξημένη πραγματικότητα (AR) [1] και τη μικτή πραγματικότητα (MR) [1].

#### 2.2.1 Εικονική πραγματικότητα

Η εικονική πραγματικότητα αποτελεί ένα περιβάλλον πλήρους εμπύθισης που έχει τη δυνατότητα μέσω της χρήσης των βασικών αισθήσεων (όραση, ήχο, αφή, οσμή) να παρουσιάσει στο χρήστη περιεχόμενο με το οποίο μπορεί να αλληλεπιδράσει χρησιμοποιώντας αυτά τα ερεθίσματα. Συνήθως, αυτή η αλληλεπίδραση γίνεται μέσω ενός «κράνους» το οποίο τοποθετείται στο κεφάλι και έχει μία οθόνη στο εσωτερικό του. Άλλες φορές γίνεται με ελεγκτές κίνησης (χειριστήρια) ή με τη χρήση ήχων.

Το πιο τρανταχτό παράδειγμα εικονικής πραγματικότητας είναι η ταινία που σχεδόν όλοι έχει τύχει να δούμε, είτε σκόπιμα, είτε να την έχουμε πετύχει στην τηλεόραση, «The Matrix». Οι ήρωες της ταινίας συνδεόντουσαν με ένα καλώδιο και «μεταφερόντουσαν», από άποψη αισθήσεων τουλάχιστον, σε έναν εικονικό κόσμο ο οποίος είχε δημιουργηθεί από τεχνητή νοημοσύνη (AI).

Έτσι λοιπόν και στην πραγματικότητα, χρησιμοποιώντας, αντί για καλώδιο, μία συσκευή, βιώνουμε την εικονική πραγματικότητα της οποίας το περιβάλλον έχει δημιουργηθεί συνολικά από έναν υπολογιστή.



Σχήμα 2.1 Oculus Rift. VR κράνος.

### 2.2.2 Επαυξημένη πραγματικότητα

Σύμφωνα με τον ορισμό που μας δίνει η Ελβετική Ένωση Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας (SSVAR), η επαυξημένη πραγματικότητα αυτό που κάνει είναι να παρουσιάζει ψηφιακό περιεχόμενο στο πραγματικό περιβάλλον. Μπορεί να αφορά τοποθέτηση αντικειμένων σε ένα δωμάτιο για την προβολή της διακόσμησης ή μπορεί να αφορά κείμενο σε αντικείμενα για προβολή πληροφοριών (μουσεία). Το AR διαφέρει από το VR γιατί αντίθετα με αυτό, υπερθέτει και δεν ενσωματώνει τα αντικείμενα του στο περιβάλλον του χρήστη.

Ένας τρόπος να κατανοήσουμε καλύτερα το AR, είναι αν σκεφτούμε τις ταινίες «Iron Man» της Marvel, στις οποίες ο πρωταγωνιστής χειρίζεται «στον αέρα» τον υπολογιστή και την τεχνολογία η οποία προσαρτίζεται στο φυσικό περιβάλλον. Όπως και στην ταινία Terminator, ο ομώνυμος πρωταγωνιστής χρησιμοποιώντας το ενσωματωμένο λογισμικό του, «σκάνανε» ανθρώπους και έβλεπε πληροφορίες γι'αυτούς. Επίσης ένα παιχνίδι που είχε γίνει πάταγος όταν είχε δημιουργηθεί, το Pokémon Go, βασισμένο στη σειρά κινούμενων σχεδίων Pokémon. Ο χρήστης άνοιγε την εφαρμογή και μέσω της κάμερας «κοιτούσε» το φυσικό περιβάλλον γύρω του και σε ορισμένα σημεία εμφανίζονταν κάποια εικονικά πλάσματα (Pokémon), τα οποία εμφανίζονταν σαν ολογράμματα στο κινητό και έπρεπε να τα πιάσει χρησιμοποιώντας κάποιες εικονικές μπάλες (Pokeballs).



Σχήμα 2.2 Ταινία Iron Man.



Σχήμα 2.3 Παιχνίδι Pokemon GO.

### 2.2.3 Μικτή πραγματικότητα

Η μικτή πραγματικότητα αποτελεί τον συνδυασμό του πραγματικού κόσμου με τα ψηφιακά δημιουργημένα αντικείμενα καθώς και την συνύπαρξη μεταξύ των δύο, δημιουργώντας ένα περιβάλλον στο οποίο πραγματικά και εικονικά αντικείμενα συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, μία εικονική μπάλα μπορεί να παράγει την εικονική σκιά της από το φυσικό φως του Ήλιου ενώ κυλάει και χτυπάει σε έναν πραγματικό τοίχο. Οι αλληλεπιδράσεις του χρήστη με αυτά τα ψηφιακά αντικείμενα, θα πρέπει να έχουν επιπτώσεις ανάλογες με αυτές που θα είχαν τα αντικείμενα στον φυσικό κόσμο.

Ενώ σε πρώτη όψη, υπάρχουν αρκετά κοινά στοιχεία της MR με το AR, εφόσον και τα δύο αναφέρονται σε ψηφιακά αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο, η κύρια διαφορά τους είναι ότι η μικτή πραγματικότητα σε αντίθεση με την επαυξημένη πραγματικότητα, δεν υπερτίθεται απλά στον πραγματικό κόσμο, γίνεται αναπόσπαστο κομμάτι του κόσμου με ρεαλιστικές αλληλεπιδράσεις.

## 2.3 Χρήσεις XR

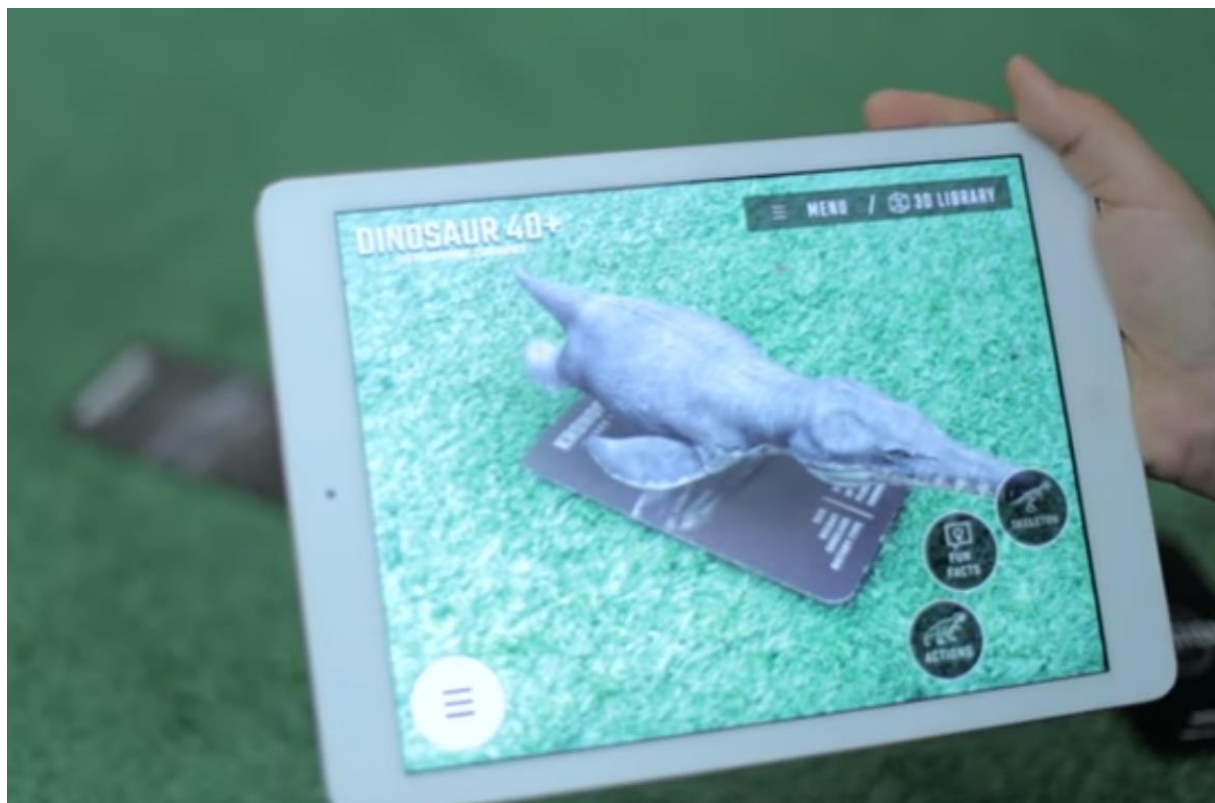
Οι τεχνολογίες της εκτεταμένης πραγματικότητας λαμβάνουν χρήση σε πάρα πολλούς τομείς που συναντάμε καθημερινά στη ζωή μας όπως είναι η εκπαίδευση, η εργασία, η αρχιτεκτονική, το μάρκετινγκ, η υγεία, ο τουρισμός, ακόμα και ο στρατός.

### 2.3.1 Εκπαίδευση και εργασία

Ο χώρος της εκπαίδευσης και της εργασίας είναι δύο τομείς στους οποίους η εκτεταμένη πραγματικότητα έχει ίσως την μεγαλύτερη επιρροή και το μεγαλύτερο αντίκτυπο. Με το AR, η εκπαίδευση γίνεται πολύ διασκεδαστική και διαδραστική, καθώς μπορεί να δώσει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να δείχνουν εικονικά παραδείγματα και πειράματα και να προσθέτουν παιχνίδια ως υποστήριξη στο υλικό του βιβλίου. Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να μαθαίνουν και να αφομοιώνουν την πληροφορία γρηγορότερα, με ωραίο τρόπο και να απομνημονεύουν πιο εύκολα παίζοντας.

Η ανθρώπινη μνήμη έχει την τάση να μην ξεχνάει εύκολα τα γραφικά. Αυτό συνεπάγεται πιο αποτελεσματική εκπαίδευση. Μερικά παραδείγματα εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση θα δούμε παρακάτω.

- Η AR εφαρμογή «Dinosaur 4D+», χρησιμοποιεί ένα σετ από κάρτες τις οποίες αν τις προβάλλεις με την κάμερα του κινητού, εμφανίζονται τρισδιάστατοι δεινόσαυροι με τις ενέργειες τους και ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει κάνοντας ζουμ ή περιστρέφοντας το αντικείμενο κ.α. Επιπροσθέτως, η εφαρμογή παρέχει και πληροφορίες για κάθε δεινόσαυρο.
- Μια άλλη AR εφαρμογή είναι η «Element 4D» [2] η οποία είναι μία υποσχόμενη εφαρμογή στην εκπαίδευση. Αυτή η εφαρμογή έχει ως σκοπό να βελτιώσει και να κάνει πιο διασκεδαστικό το μάθημα της χημείας. Επιτρέπει στους χρήστες να βρουν το ατομικό βάρος, τα χημικά στοιχεία και να δουν τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε δύο χημικές ουσίες και τα ονόματά τους, τοποθετώντας απλά δύο χάρτινους κύβους σε ένα ειδικό μπλοκ.



Σχήμα 2.4 Dinosaur 4D+.



Σχήμα 2.5 Elements 4D.

Όσον αφορά τον τομέα της εργασίας [3], η χρήση XR επιτρέπει στις εταιρείες να ανεβάζουν τα κέρδη τους κυρίως με το να μειώνουν το κόστος που απαιτείται για την κατάρτιση. Βοηθάει στην γρήγορη

ανάπτυξη και εκπαίδευση των δεξιοτήτων και των ικανοτήτων των συνεργατών καθώς και στην πρόληψη βλαβών σε καταστάσεις που η κατάρτιση θα ήταν επικίνδυνη. Χρησιμοποιώντας ειδικά διαμορφωμένα εργαλεία, όπως για παράδειγμα ειδικά γυαλιά που μπορούν να προβάλλουν τα ειδικά εγχειρίδια ή τις τεχνικές προδιαγραφές, παρέχεται πιο ουσιαστική εξάσκηση σε πιο ελεγχόμενο περιβάλλον με τις καλύτερες συνθήκες.

### **2.3.2 Αρχιτεκτονική**

Με το συνδυασμό της πληθώρας των πολύ αναλυτικά σχεδιασμένων τρισδιάστατων αντικειμένων και τις “real-world” ιστοσελίδες, το AR δίνει τη δυνατότητα σε ομάδες εργασίας [4] στον τομέα της αρχιτεκτονικής να παραμένουν συνδεδεμένες μεταξύ τους σε κάθε φάση του σχεδιασμού και της κατασκευής.

Στο συγκεκριμένο τομέα, η χρήση του AR αποτελεί την ένωση των ψηφιακών τρισδιάστατων μοντέλων σε εργοτάξια του πραγματικού κόσμου. Αυτό δίνει μεγάλη ευελιξία στις ομάδες που απασχολούνται στην κατασκευή και στη σχεδίαση ώστε να συνεργάζονται σε ένα ψηφιακό περιβάλλον, με σκοπό να εξερευνούν τα δομικά συστήματα. Επίσης, προσφέρει τη δυνατότητα του πειραματισμού με το σχεδιασμό και την αντιμετώπιση προβλημάτων και λαθών πρωτού προμηθευτούν υλικά όπως τούβλα, τσιμέντο κλπ.

### **2.3.3 Μάρκετινγκ**

Στη σύγχρονη κοινωνία, περισσότερο από ποτέ άλλοτε, το μάρκετινγκ [4] καθοδηγείται ξεκάθαρα από τις επιθυμίες και τις ανάγκες των πελατών. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, υπάρχει η επιθυμία του καταναλωτικού κοινού για την υιοθέτηση της από τις επιχειρήσεις και παρουσίαση υλικού μάρκετινγκ χρησιμοποιώντας την.

#### **2.3.3.1 VR στο μάρκετινγκ**

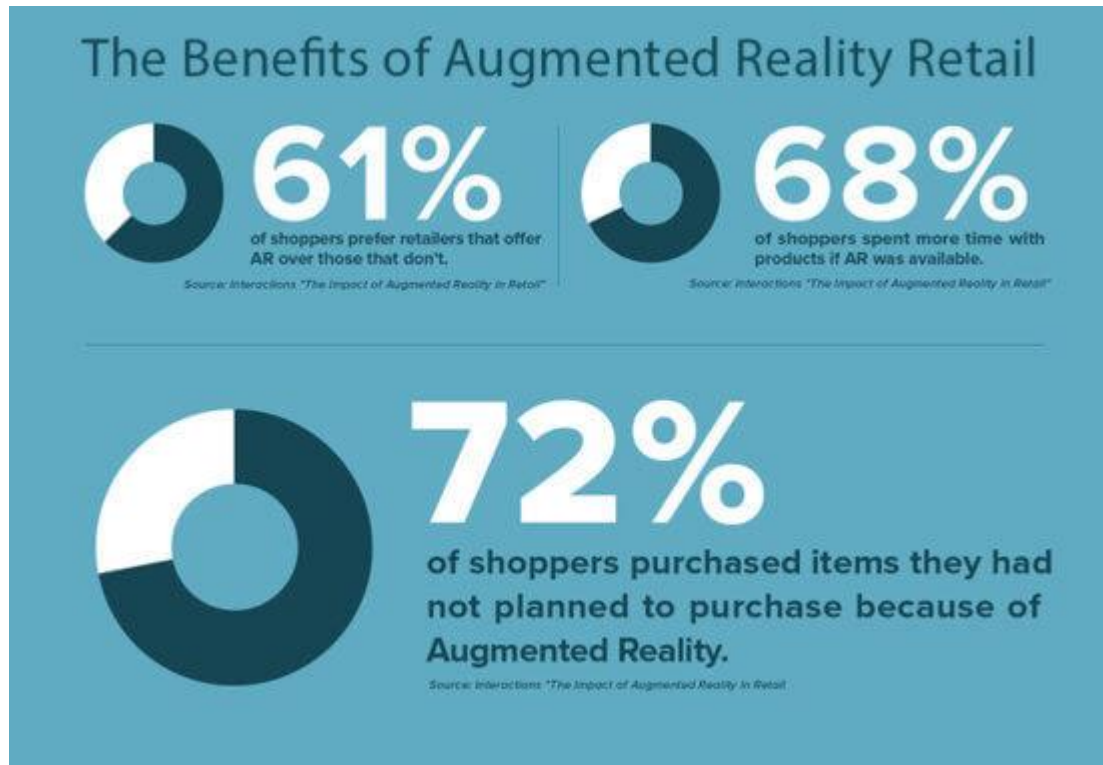
Το VR επιτρέπει στις επιχειρήσεις να ενώνουν το κενό που υπάρχει ανάμεσα στην εμπειρία και τη δράση. Χρησιμοποιείται για να προσφέρει μια ψηφιακή εμπειρία έναντι μιας φυσικής, καθώς και για να προωθήσει προϊόντα και υπηρεσίες.

Πέρα από την προώθηση προϊόντων τα οποία ήδη υπάρχουν, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προβολή μελλοντικών σχεδίων ανάπτυξης της επιχείρησης ώστε να ωθήσει το καταναλωτικό κοινό να επενδύσει χρόνο για να δει τα επόμενα βήματα και να δώσει κάποια χρήσιμα σχόλια (feedback).

Τελευταίο και πιο σημαντικό, αλλάζει όλη η δυναμική ανάμεσα σε εταιρείες και καταναλωτές. Αντί να κυνηγούν οι εταιρείες με διαφημιστικές καμπάνιες να προβάλλουν προϊόντα και υπηρεσίες στους καταναλωτές οι οποίοι συνήθως προσπαθούν να αποφύγουν τις διαφημίσεις, πλέον οι καταναλωτές τρέχουν στις εταιρείες για να δουν την εμπειρία του VR και τι έχει να προσφέρει η κάθε μία χρησιμοποιώντας το.

#### **2.3.3.2 AR στο μάρκετινγκ**

Το AR αποτελεί τη νέα μόδα στις στρατηγικές μάρκετινγκ και πωλήσεων. Δίνει τη δυνατότητα στις εταιρείες να προσφέρουν στους πελάτες μοναδικές εμπειρίες απλά και μόνο με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου τους. Βοηθάει τους χρήστες ακόμα και να δοκιμάζουν τα προϊόντα που θέλουν να αγοράσουν πρωτού τα αγοράσουν. Από δοκιμές σε προϊόντα μακιγιάζ μέχρι και σε οδήγηση αυτοκινήτου.



Σχήμα 2.6 Στατιστικά χρήσης XR στο μάρκετινγκ.

#### 2.3.4 Ιατρική

Το AR στον τομέα της ιατρικής [5] αποτελεί επαναστατική τεχνολογία μιας και ενσωματώνει ψηφιακές πληροφορίες στο περιβάλλον του χρήστη σε πραγματικό χρόνο και το καθιστά μια φοβερή τεχνολογία για ιατρική εκπαίδευση και απεικόνιση, οδοντιατρική, καθώς και εκπαίδευση νοσηλευτών. Μερικές από τις διαθέσιμες AR εφαρμογές είναι οι "AccuVein", "VIPAR" [6] και "ARnatomy" [7].

Συγκεκριμένα τώρα παρακάτω θα δούμε σε ειδικότερους τομείς πως χρησιμοποιείται το AR στον τομέα της υγείας.

- Οδοντιατρική. Χρησιμοποιώντας ενσωματωμένο λογισμικό σε έξυπνα γυαλιά, υπερθέτει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από κάποιο οδοντιατρικό σαρωτή, επιτρέποντας στο γιατρό την ακριβή δημιουργία καλυμμάτων.
- Εκπαίδευση νοσηλευτών [5]. Με τη χρήση AR προσωμοιώσεων σε κινητές συσκευές για διαφορετικά σενάρια ασθενών, επιτρέπει στους νοσηλευτές να συνδέονται καλύτερα με τους ασθενείς και να χειρίζονται με μεγαλύτερη άνεση καταστάσεις που προκύπτουν κάθε μέρα και έχουν να κάνουν με τον συνδυασμό κοινωνικών, τεχνικών και ομαδικών δεξιοτήτων.
- Ιατρική απεικόνιση. Το AR με την υπέρθεση στερεοσκοπικών προβολών των δεδομένων των μαγνητικών και αξονικών τομογραφιών, ενισχύουν την απεικόνιση των δεδομένων κατά τη διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων. Πληροφορίες σαν και αυτές είναι ζωτικής σημασίας όταν απαιτείται ακριβής πλοήγηση σε κάποιο συγκεκριμένο ζωτικό όργανο κατά τη διάρκεια ενός χειρουργείου. Για παράδειγμα, μία χρήση του AR είναι ο ακριβής εντοπισμός όγκων και του γύρω περιβάλλοντος στον προεγχειρητικό σχεδιασμό σε επεμβάσεις στις οποίες η ανατομία του αγγειακού ή του νευρικού συστήματος είναι πολύ απαιτητική.
- Ιατρική εκπαίδευση. Η κύρια χρήση του στην εκπαίδευση των γιατρών γίνεται στην εκμάθηση βασικής ανατομίας. Το εργαλείο "ARnatomy" στο οποίο αναφερθήκαμε παραπάνω, με τη χρήση μιας τεχνολογίας αναγνώρισης οπτικών χαρακτήρων, επικαλύπτει είτε εικόνες είτε τρισδιάστατα εκτυπωμένα οστά με ψηφιακές πληροφορίες για τη δομή του ανθρώπινου σώματος ώστε να βοηθήσει μαθητές να μάθουν τις ονομασίες των οστών και των μυών. Κύριος

σκοπός της εφαρμογής είναι η αντικατάσταση των μεγάλων βιβλίων και γραφημάτων της Ιατρικής.

- Οπτικοποίηση περιφερειακών αγγείων. Το "AccuVein" στο οποίο αναφερθήκαμε παραπάνω, εμφανίζει ψηφιακά σε πραγματικό χρόνο το χάρτη των αγγείων στην επιφάνεια του δέρματος, επιτρέποντας στους γιατρούς να επαληθεύσουν τη βατότητα των φλεβών.
- Εξ αποστάσεως χειρουργική τεχνογνωσία. Το "VIPAR" (Virtual Interactive Presence in Augmented Reality) είναι μία λύση υποστήριξης βίντεο που ξεπερνά την τηλεϊατρική. Δίνει τη δυνατότητα σε ένα χειρουργό να καθοδηγήσει ένα μαθητευόμενο του κατά τη διάρκεια ενός χειρουργείου, προβάλλοντας τα χέρια του σε μία οθόνη AR.



Σχήμα 2.7 Χρήση AR στον τομέα της υγείας.

### 2.3.5 Τουρισμός

Ένας ακόμη κλάδος που τα τελευταία χρόνια η επαυξημένη πραγματικότητα έχει γίνει τρομερά δημοφιλής είναι αυτός του τουρισμού [8]. Σε αντίθεση με άλλες αγορές, η διαδικασία του να ταξιδέψει κάποιος σε έναν προορισμό προϋποθέτει εκτενή έρευνα από τα εισιτήρια, στη διαμονή ακόμα και ως τα αξιοθέατα του προορισμού. Η συγκεκριμένη έρευνα δε σταματάει ακόμα και μετά την άφιξη στον προορισμό και εδώ μπαίνει το AR που προσφέρει απαραίτητες πληροφορίες οποιαδήποτε ώρα και στιγμή.

Έτσι κι αλλιώς η μετάβαση από την προ AR εποχή στην μετά AR εποχή δεν είναι τόσο μεγάλη, μιας και το μόνο που χρειάζεται ο καταναλωτής – ταξιδιώτης είναι ένα κινητό τηλέφωνο. Με τη χρήση λοιπόν του κινητού του τηλεφώνου, η τουριστική βιομηχανία έχει καταφέρει να εισαγάγει πολλά διαδραστικά στοιχεία βελτιώνοντας τη συνολική εμπειρία των χρηστών. Με αυτόν τον τρόπο, επιχειρήσεις όπως είναι τα τουριστικά θέρετρα, τα ξενοδοχεία και λοιπές επιχειρήσεις που απασχολούνται στον τουριστικό τομέα παρέχουν στους πελάτες τους περισσότερες πληροφορίες σχετικές με αξιοθέατα και προορισμούς με διαδραστικό και διασκεδαστικό τρόπο, βελτιώνοντας συνολικά την όλη εμπειρία.



Σχήμα 2.8 Χρήση AR στον τομέα του τουρισμού.

### 2.3.6 Στρατός

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται συνεχώς, οι ένοπλες δυνάμεις και συνάμα τα αμυντικά συστήματα κάθε κράτους πρέπει να συμβαδίζουν με τις πιο πρόσφατες στρατιωτικές τάσεις ώστε να βρίσκονται ένα βήμα μπροστά από τους υπόλοιπους. Το XR σήμερα βρίσκει πολλές χρήσεις στο στρατό [9] και παρακάτω θα αναφερθούμε σε μερικές.

Τα πεδία στα οποία χρησιμοποιείται το XR στο στρατό είναι κυρίως δύο, η εκπαίδευση του στρατιωτικού προσωπικού και η συντήρηση του εξοπλισμού και των οχημάτων [4].

Όσον αφορά την εκπαίδευση, αυτή αποτελεί τον βασικό πυλώνα της άμυνας. Ένα παράδειγμα χρήσης AR στον τομέα της άμυνας είναι τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones). Τα συγκεκριμένα, ενσωματωμένα με το κατάλληλο λογισμικό AR όπως είναι το Vuforia, αποτελούν ένα πολύ σημαντικό και αποτελεσματικό εργαλείο παρακολούθησης. Έχουν τη δυνατότητα αναγνώρισης αντικειμένων και δημιουργίας ενός πολύ εξελιγμένου συστήματος παρακολούθησης ανθρώπων και στρατιωτικών οχημάτων.

Ένας άλλος πολύ σημαντικός τομέας στον οποίο χρησιμοποιείται το XR στο στρατό, είναι η εκπαίδευση των πιλότων. Το κόστος των στρατιωτικών αεροπλάνων είναι πολύ μεγάλο για να χρησιμοποιούνται για εκπαίδευση πιλότων και επίσης πολύ επικίνδυνο για κάποιον αρχάριο πιλότο να ξεκινήσει να εκπαιδεύεται σε πραγματικές συνθήκες. Τόσο το AR όσο και το VR, παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση τους. Χρησιμοποιώντας τρισδιάστατη επικάλυψη υποβοηθούμενη από AR, οι πιλότοι μπορούν να οπτικοποιήσουν συστήματα πλοήγησης, να εργαστούν με έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας και να βιώσουν διάφορες καιρικές συνθήκες καθώς και να εκπαιδευτούν σε δύσκολα εδάφη. Το AR επίσης παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στην εκπαίδευση των απογειώσεων και προσγειώσεων. Επιπλέον, δύο πολύπλοκες δεξιότητες οι οποίες χωρίς την προσομοίωση μοιάζουν πολύ δύσκολες στην πραγματική ζωή είναι ο ανεφοδιασμός στον αέρα και ο ιπτάμενος σχεδιασμός. Χάρη στο λογισμικό του AR, η εκπαίδευση των πιλότων σε αυτές τις τεχνικές αυξάνει κατά πολύ την αποτελεσματικότητά τους και τη λειτουργικότητά τους.



Σχήμα 2.9 Εκπαίδευση πιλότου με χρήση VR.

## 2.4 Serious Games

Με την πάροδο του χρόνου, ο όρος σοβαρά παιχνίδια [10] εμφανίζεται όλο και περισσότερο και γίνεται πιο δημοφιλής. Παρ'όλο που δεν υπάρχει επίσημα κάποια ετυμολογία, ο συγκεκριμένος όρος αναφέρεται σε παιχνίδια ειδικού σκοπού όπως εξάσκηση, εκπαίδευση, διαφήμιση ή προσομοίωση.

Τον εθισμό που προκαλούν τα βιντεοπαιχνίδια ο άνθρωπος προσπαθεί να τον αξιοποιήσει προς όφελος του εκπαιδευτικού τομέα. Το σχολείο "Quest to Learn" [11], με έτος ίδρυσης το 2009 στη Νέα Υόρκη της Αμερικής, βασίζεται πλήρως στη μάθηση μέσω παιχνιδιών. Οι μαθητές αξιοποιούν τη μέρα τους είτε παίζοντας είτε σχεδιάζοντας παιχνίδια για χρήση μέσα στην τάξη, σε διάφορους τομείς.

Για παράδειγμα, το παιχνίδι "Skills Arena", είναι ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι σχεδιασμένο για χρήση μέσα στην τάξη. Το συγκεκριμένο παιχνίδι είναι για την κονσόλα "Nintendo Gameboy" και διδάσκει αριθμητικές δεξιότητες στους μαθητές σε διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας. Σύμφωνα με έρευνα που έγινε σε μαθητές δημοτικού σχολείου, η εκπαίδευση μέσω ενός παιχνιδιού που βασίζεται στην τεχνολογία, αύξησε την απόδοση των μαθητών στο μάθημα των μαθηματικών.

Ένα άλλο παιχνίδι που επίσης χρησιμοποιήθηκε για εκπαιδευτικό σκοπό στην τάξη είναι το "Making History". Χρησιμοποιήθηκε σε μαθητές γυμνασίου αντί του παραδοσιακού βιβλίου για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά του σχετικά με τον Β' παγκόσμιο πόλεμο. Αποτέλεσμα της συγκεκριμένης μελέτης ήταν οι μαθητές να είναι πιο διαδραστικοί και να συμμετέχουν περισσότερο στη μαθησιακή διαδικασία.

## 2.5 Επίλογος

Με όσα αναλύσαμε παραπάνω προκύπτει το εύλογο συμπέρασμα ότι η χρήση της τεχνολογίας XR, έχει πάρα πολλά οφέλη σε πάρα πολλούς κλάδους όπως η εκπαίδευση, η εργασία κ.α. Προσφέρει βελτιωμένο τρόπο παρουσίασης των δεδομένων, πιο άμεσο, διαδραστικό, διασκεδαστικό, με μεγαλύτερη ασφάλεια σε επικίνδυνους τομείς, με μικρότερο κόστος και με πάρα πολλές δυνατότητες εξατομίκευσης. Με τη χρήση λοιπόν του XR, η παρούσα Δ.Ε. καλείται να παρουσιάσει ένα σοβαρό παιχνίδι χρησιμοποιώντας καινούριες τεχνολογίες και σκοπεύοντας στον εναλλακτικό τρόπο μάθησης του μαθήματος της Γεωγραφίας της ΣΤ' δημοτικού.



## Κεφάλαιο 3ο: Προγράμματα και πακέτα

### 3.1 Εισαγωγή

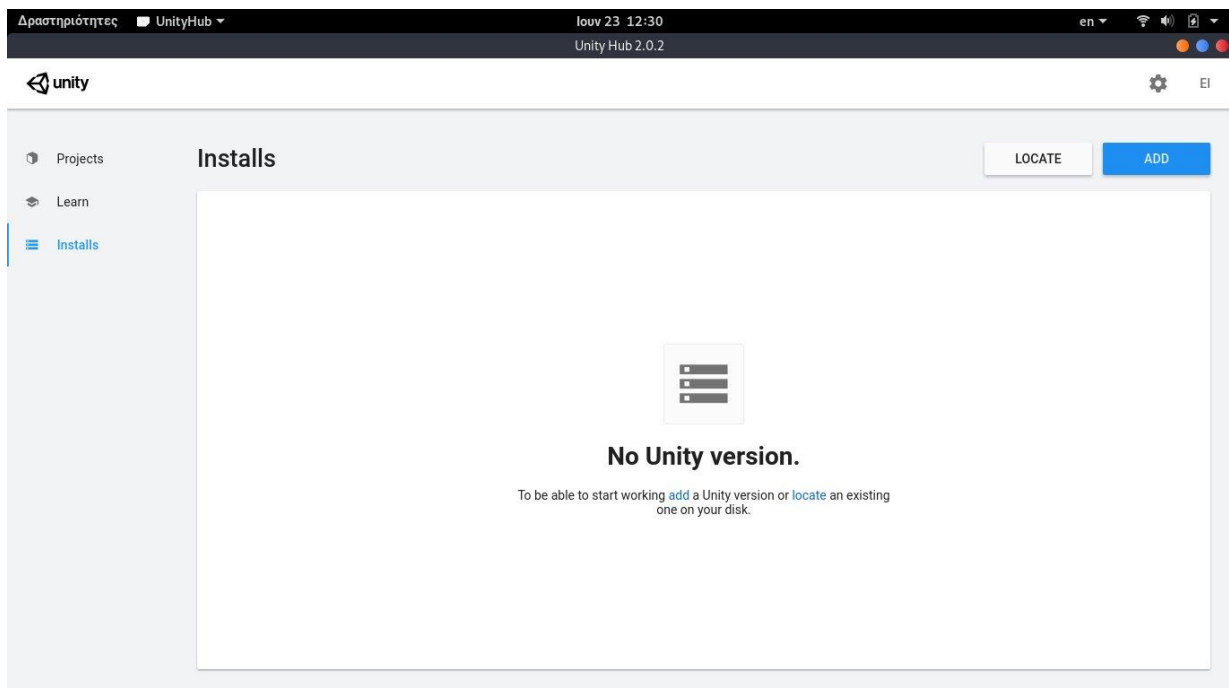
Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στα προγράμματα όπως το Unity, Blender καθώς και τα κύρια πακέτα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του παιχνιδιού όπως είναι το Vuforia. Θα γίνει ανάλυση του τρόπου λήψης, εγκατάστασης και χρήσης αυτών των προγραμμάτων, όπως και οι απαραίτητες ρυθμίσεις που έπρεπε να γίνουν στο πακέτο Vuforia για την ανάπτυξη της AR εφαρμογής.

### 3.2 Unity

Το Unity [12] είναι μία πλατφόρμα ανάπτυξης παιχνιδιών για διάφορες συσκευές. Ιδρύθηκε τον Ιούνιο του 2005 από τη Unity Technologies σαν αποκλειστικό εργαλείο της Apple για το λογισμικό Mac OS-X αλλά με την πάροδο του χρόνου εξελίχθηκε και αναπτύχθηκε ώστε σήμερα να υποστηρίζει και να δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών για υπολογιστές (PC, Laptop), κινητών, κονσολών καθώς και εφαρμογές εκτεταμένης πραγματικότητας. Πολύ εύκολο εργαλείο στη χρήση του, ιδανικό για αρχάριους και πολύ δημοφιλές για ανεξάρτητους προγραμματιστές.

#### 3.2.1 Εγκατάσταση

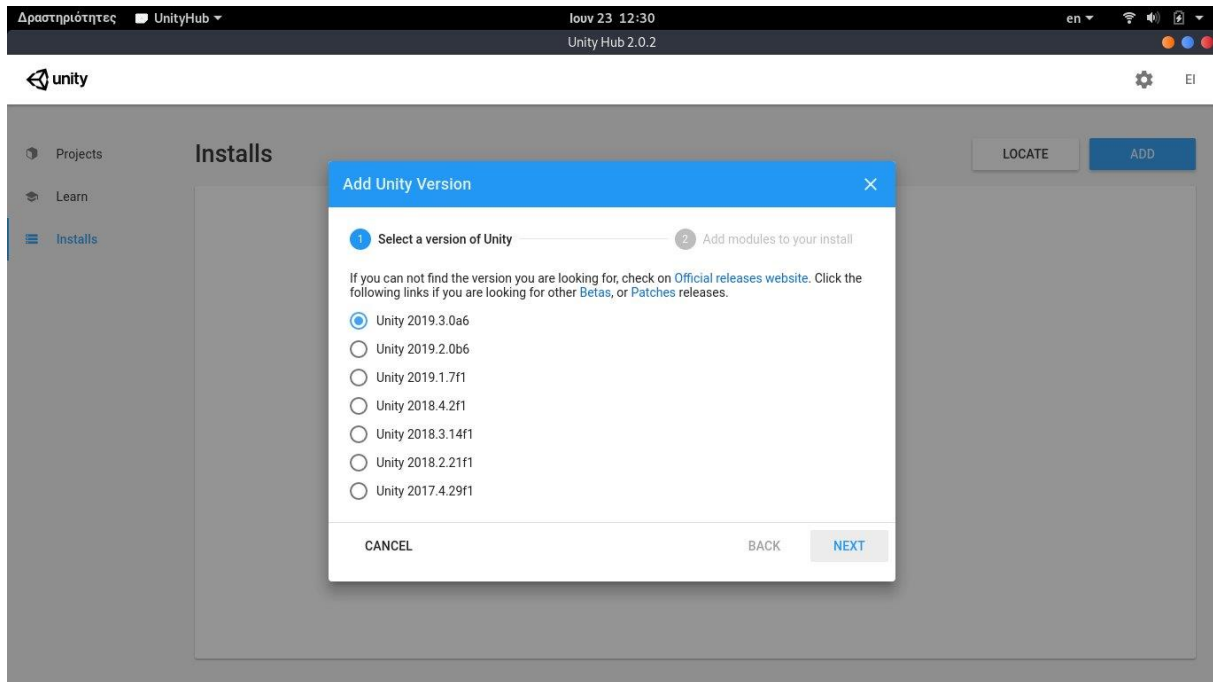
Για την εγκατάστασή του, πρέπει πρώτα να ληφθεί το Unity Hub από την ιστοσελίδα της Unity. Το Unity Hub είναι ένα εργαλείο το οποίο εξυπηρετεί στην οργάνωση και διαχείριση των έργων (project) του χρήστη στο Unity καθώς και τις εγκαταστάσεις των εκδόσεων. Η εγκατάσταση του Unity Hub είναι πολύ απλή και το ελάχιστο λογισμικό που απαιτεί είναι είτε Windows 7, είτε Mac OS X 10.12, είτε Ubuntu 16.04 ή 18.04, είτε CentOS 7. Επίσης, απαιτεί κάρτα γραφικών με υποστήριξη σε DirectX 10. Αφού επιλεγθεί ο φάκελος εγκατάστασης και ολοκληρωθεί αυτή, το παράθυρο του Unity Hub που θα εμφανιστεί είναι το παρακάτω:



Σχήμα 3.1 Unity Hub.

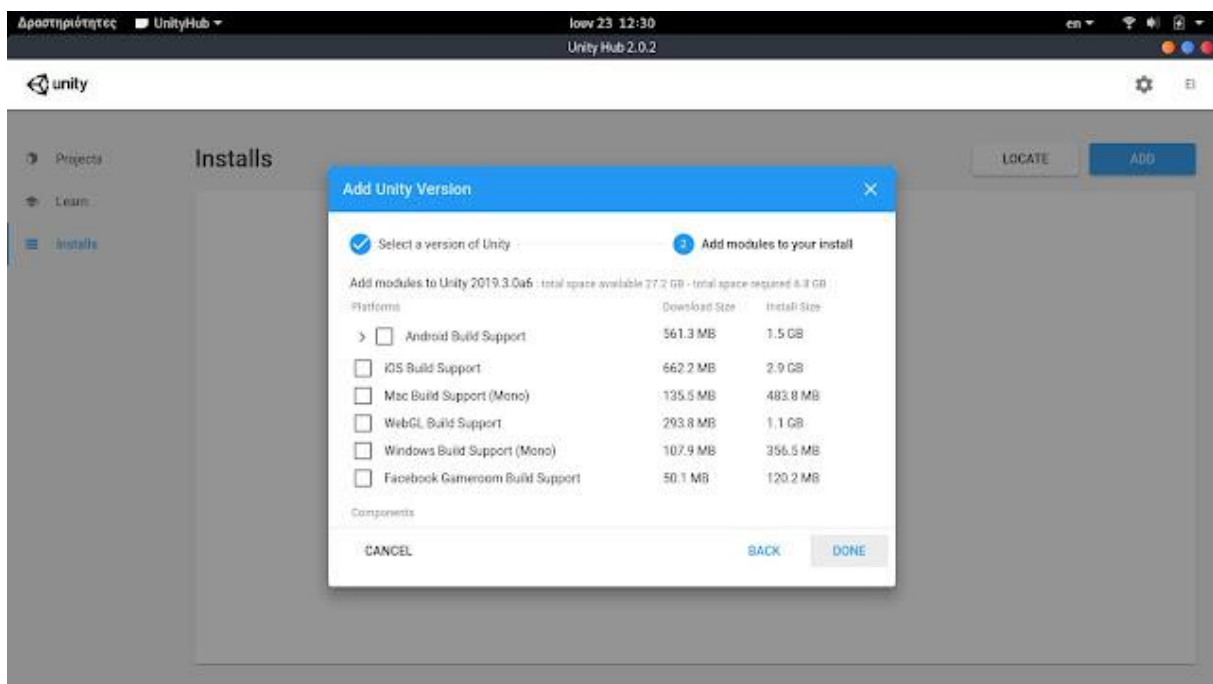
## Κεφάλαιο 3

Έχοντας επιλέξει στην αριστερή στήλη την επιλογή “Installs”, επιλέγουμε ύστερα την επιλογή “Add” στο επάνω δεξί μέρος του παραθύρου και αναδύεται ένα νέο παράθυρο στο οποίο ο χρήστης καλείται να επιλέξει αρχικά την έκδοση Unity που θέλει να εγκαταστήσει.



Σχήμα 3.2 Unity Hub επιλογή έκδοσης.

Στη συνέχεια επιλέγει τα πρόσθετα τα οποία θέλει να προσθέσει ανάλογα σε ποια πλατφόρμα θέλει να διαθέσει το παιχνίδι του. Τα πρόσθετα μπορούν να εγκατασταθούν και μετέπειτα. Επιλέγοντας το κουμπί “Done” στο τέλος, ολοκληρώνεται η εγκατάσταση του Editor και μπορούμε να ξεκινήσουμε τη δημιουργία ενός νέου έργου για την ανάπτυξη του παιχνιδιού μας.

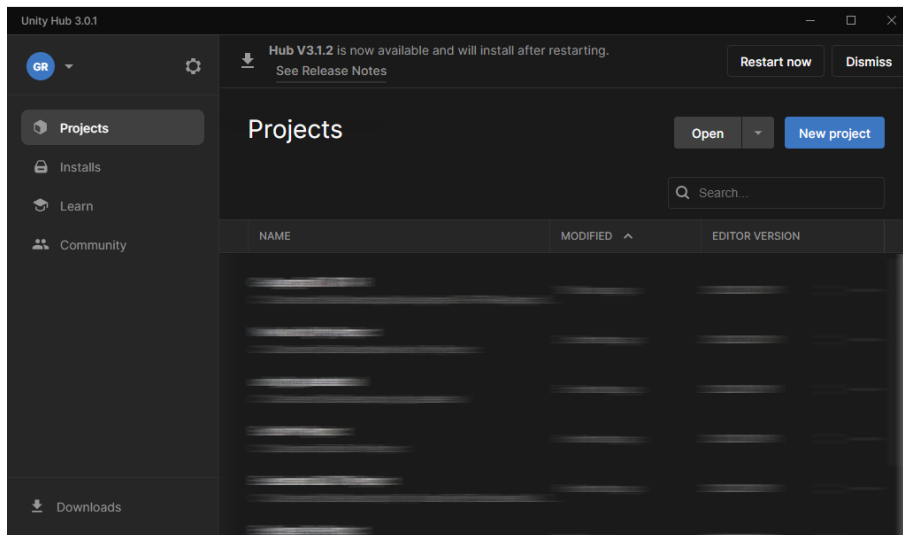


Σχήμα 3.3 Unity Hub πρόσθετα.

Στην παρούσα Δ.Ε. το πρότζεκτ μας χρησιμοποιεί την έκδοση 2020.3.30f1 της Unity και από πρόσθετα χρησιμοποιεί από την κατηγορία “DEV TOOLS”, το Microsoft Visual Studio Community 2019, ενώ από την κατηγορία “PLATFORMS”, το Android Build Support, το iOS Build Support και το Windows Build Support (IL2CPP).

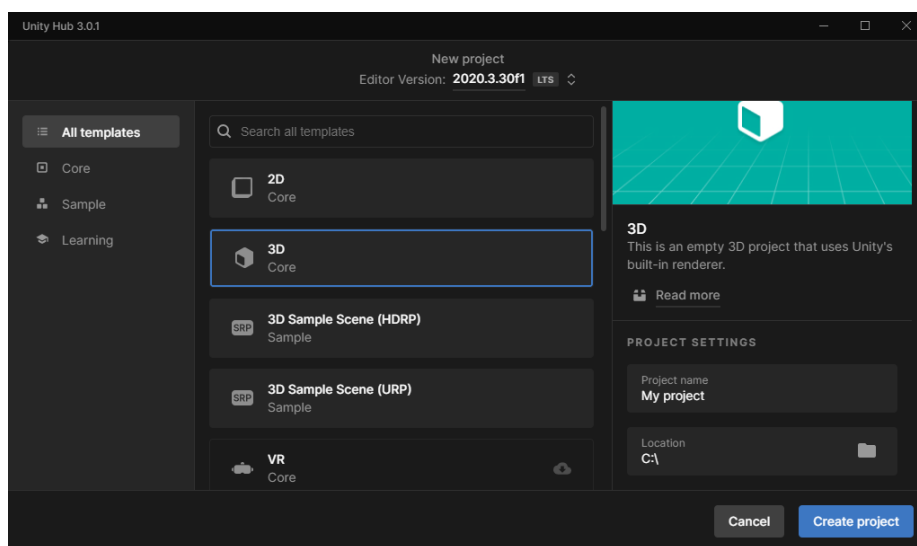
### 3.2.2 Project

Έχοντας ολοκληρώσει τις παραπάνω ενέργειες, είμαστε έτοιμοι για τη δημιουργία ενός νέου έργου. Διαλέγοντας την επιλογή projects από την αριστερή στήλη, επιλέγουμε πάνω δεξιά το κουμπί “New Project”.



Σχήμα 3.4 Δημιουργία νέου project.

Στο νέο παράθυρο που εμφανίζεται, μπορούμε να επιλέξουμε την έκδοση του editor που έχουμε δημιουργήσει πιο πριν, το πρότυπο το οποίο ταιριάζει στο παιχνίδι που θέλουμε να δημιουργήσουμε και στο κάτω δεξί μέρος της οθόνης να δώσουμε όνομα και να διαλέξουμε το φάκελο στον οποίο θα αποθηκευτεί.



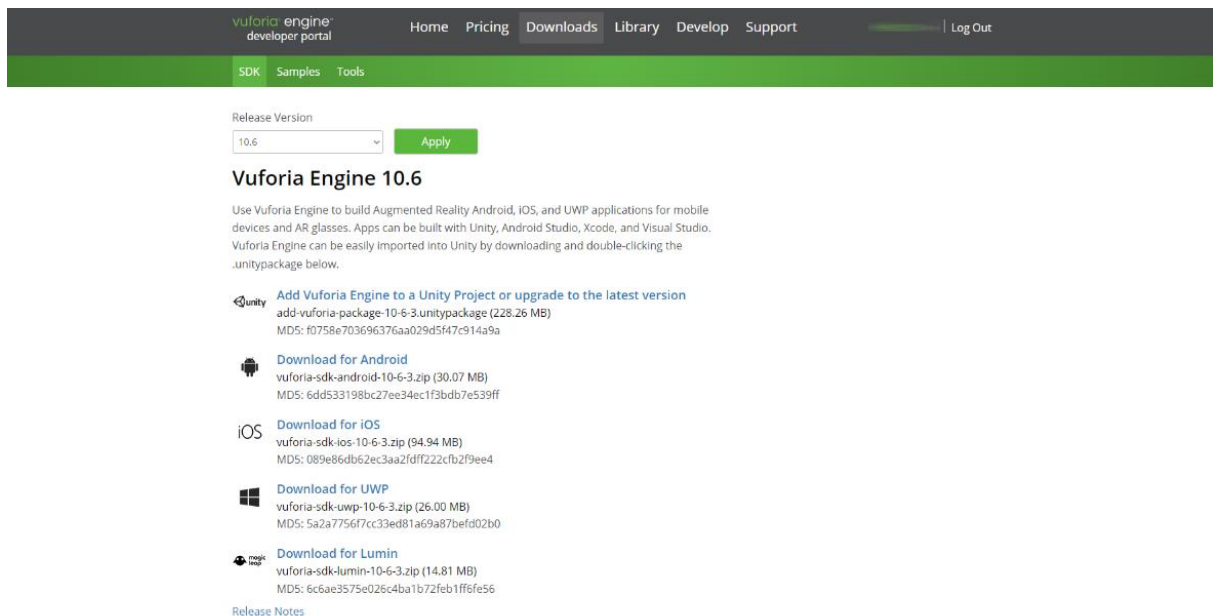
Σχήμα 3.5 Επιλογή έκδοσης, ονομασία και αποθήκευση νέου project.

### 3.3 Vuforia

Το Vuforia [13] είναι ένα εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία AR εφαρμογών. Το συγκεκριμένο λογισμικό έχει τη δυνατότητα αναγνώρισης εικόνων, αντικειμένων καθώς και επίπεδης επιφάνειας για να παρουσιάσει το περιεχόμενο που έχει σχεδιαστεί από τον δημιουργό, πάντα όμως με την προϋπόθεση αυτές οι τεχνολογίες να υποστηρίζονται από τη συσκευή που τρέχει την εφαρμογή. Για παράδειγμα, για τη χρήση εφαρμογών που απαιτούν αναγνώριση επίπεδων επιφανειών, οι συσκευές πρέπει να υποστηρίζουν (ARCore/ARKit) ή να είναι κατάλληλα ρυθμισμένες από τη Vuforia. Στην παρούσα Δ.Ε. χρησιμοποιούμε μόνο αναγνώριση εικόνων.

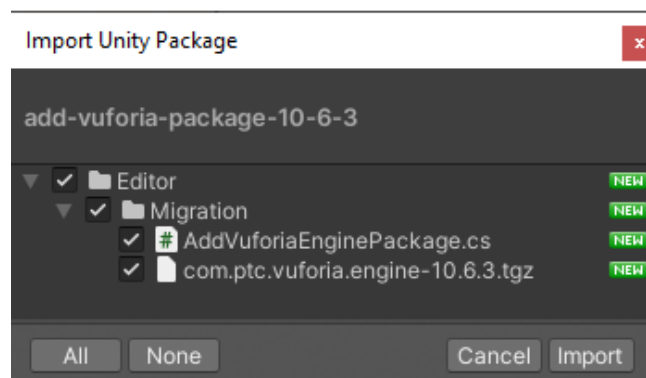
#### 3.3.1 Εγκατάσταση Vuforia Engine

Για την εγκατάσταση του πακέτου του Vuforia Engine πρέπει αρχικά να δημιουργήσουμε λογαριασμό στην επίσημη σελίδα. Αφού δημιουργήσουμε λογαριασμό, επιλέγουμε την ενότητα “Downloads” και την υποενότητα “SDK” και κατεβάζουμε το πακέτο που είναι για το Unity.



Σχήμα 3.6 Λήψη πακέτου Vuforia.

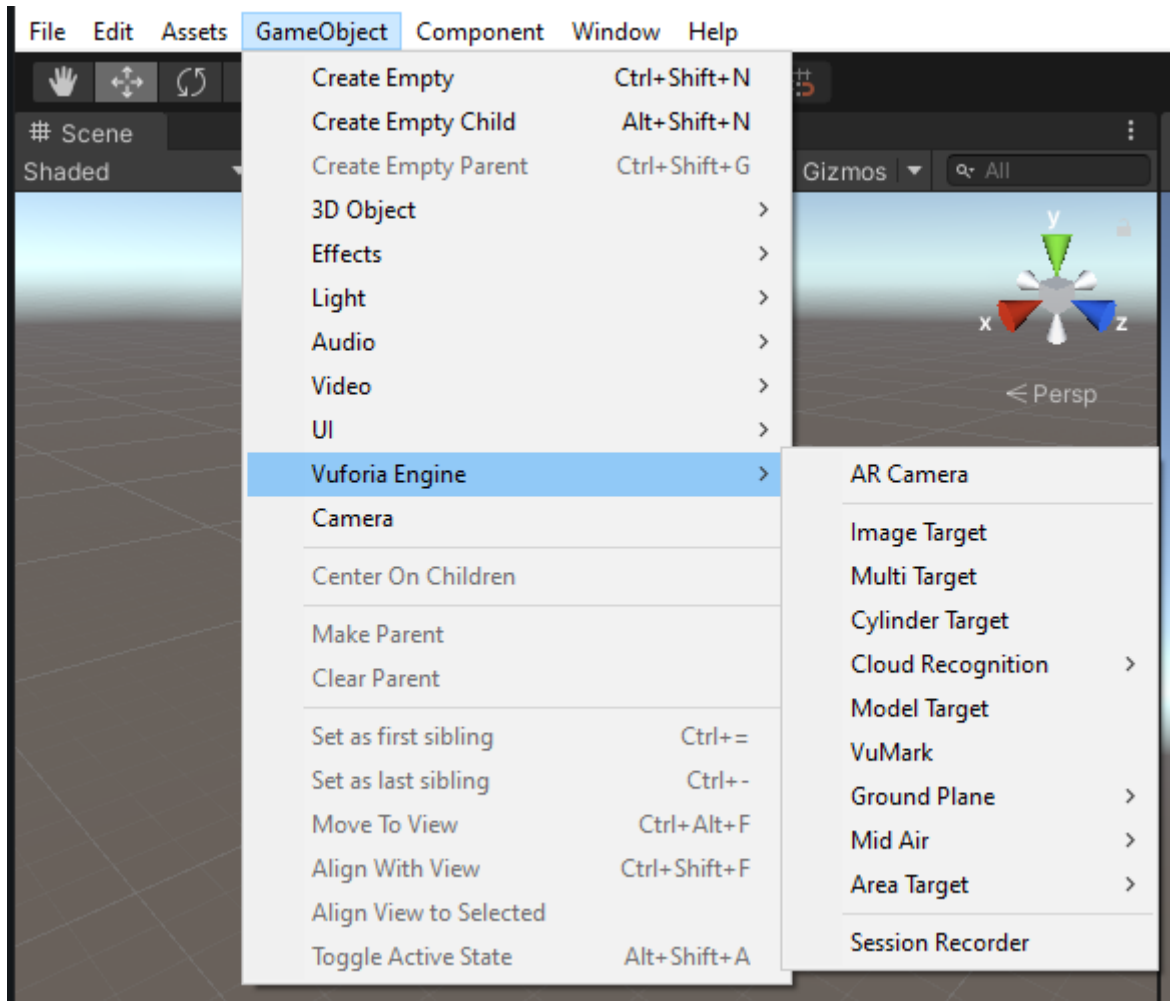
Το μόνο που απομένει αφότου κατέβει το αρχείο με κατάληξη ".unitypackage", είναι να κάνουμε διπλό κλικ ενώ έχουμε ανοιχτό το project μας και να επιλέξουμε import και έχουμε εγκαταστήσει επιτυχώς το πακέτο Vuforia.



Σχήμα 3.7 Import του πακέτου Vuforia.

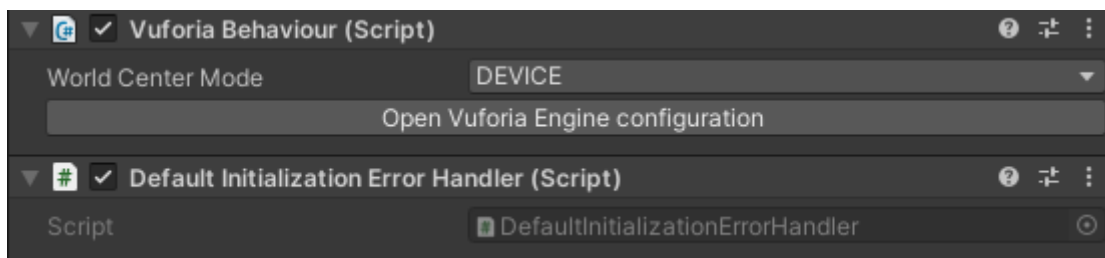
### 3.3.2 Ρυθμίσεις Vuforia

Εφόσον όλες οι παραπάνω διαδικασίες έχουν ολοκληρωθεί επιτυχώς, η επιλογή "Vuforia Engine" θα πρέπει να εμφανίζεται στην επιλογή "GameObject" στη μπάρα του μενού.



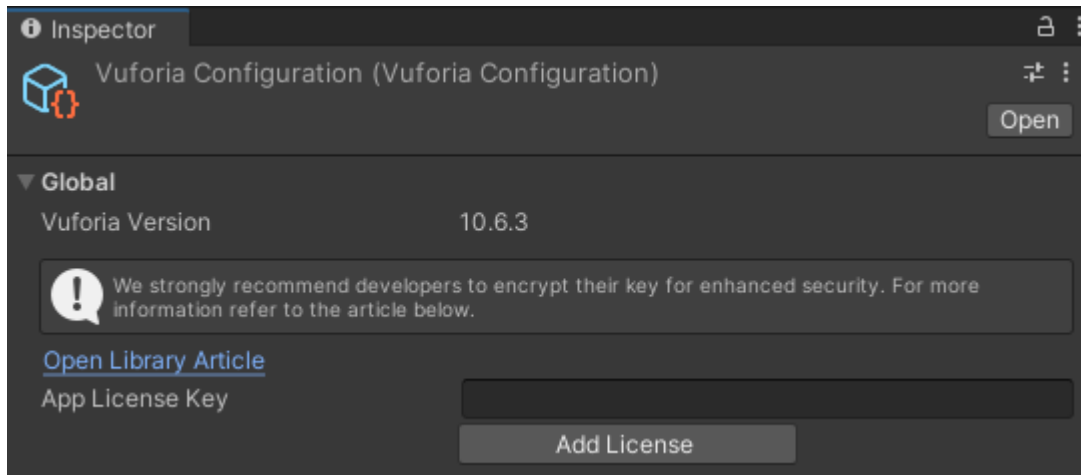
Σχήμα 3.8 Επιλογή Vuforia Engine.

Σε περίπτωση που δε βλέπετε αυτή την επιλογή, κάτι έχει πάει στραβά κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης και θα πρέπει να επαναλάβετε όλα τα βήματα. Αρχικά, το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνουμε είναι να αντικαταστήσουμε τη "Main Camera" που έχει εξ αρχής το έργο μας, με την "AR Camera" όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.8. Έπειτα, επιλέγοντας την "AR Camera", στο δεξί μέρος της οθόνης μας υπάρχει το "Inspector" μενού στο οποίο επιλέγουμε το κουμπί "Open Vuforia Engine Configuration".



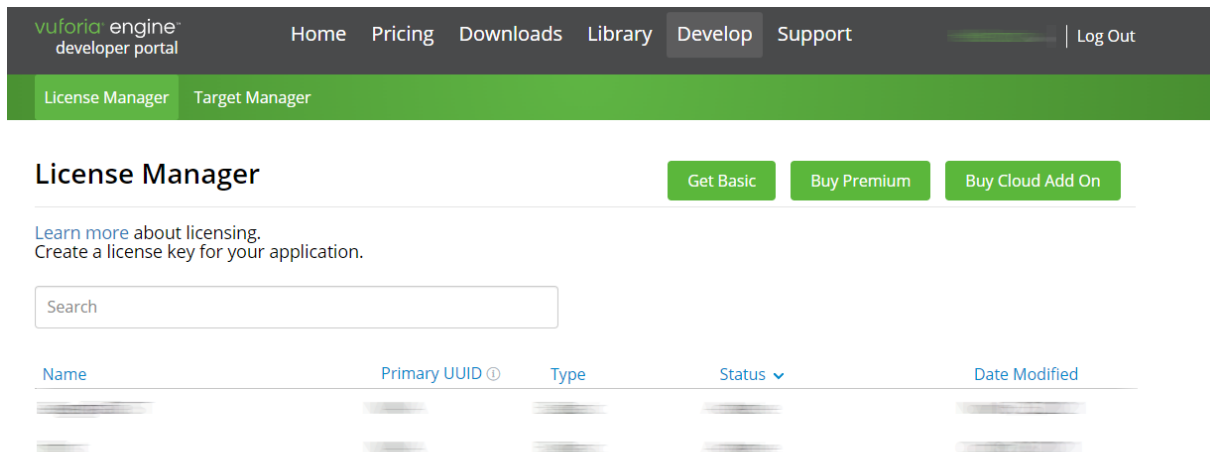
Σχήμα 3.9 AR Camera: Open Vuforia Engine Configuration.

Στο νέο μενού που θα εμφανιστεί, θα πρέπει να εισάγουμε ένα License Key, το οποίο θα είναι μοναδικό για την εφαρμογή μας.



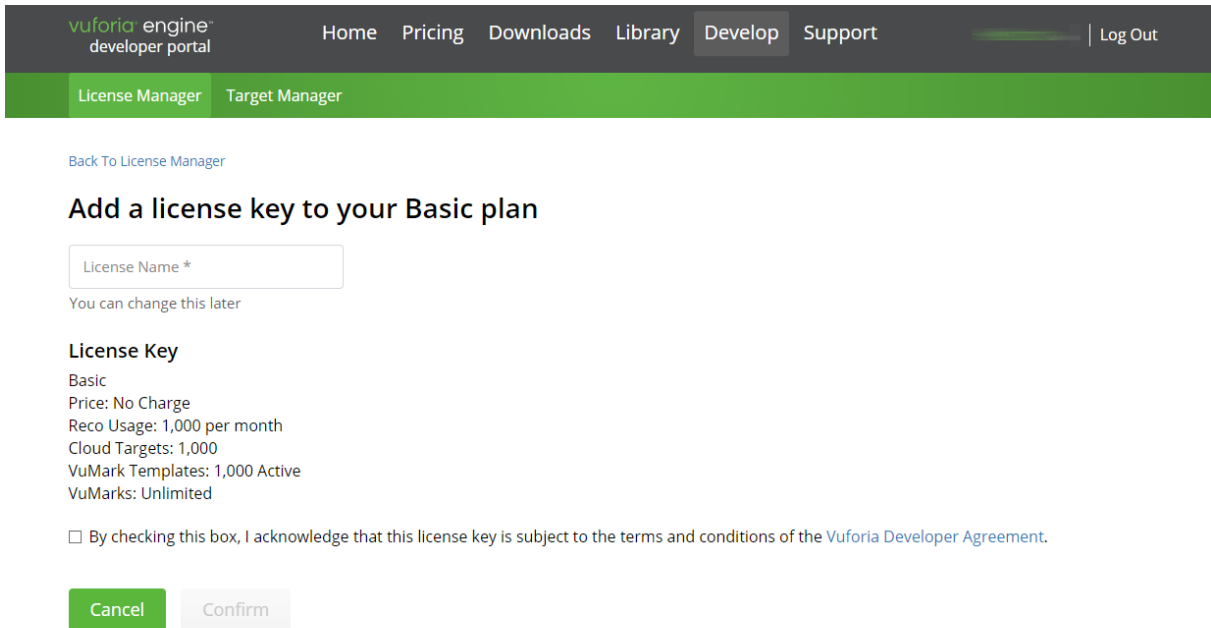
Σχήμα 3.10 Πεδίο εισαγωγής License Key.

Το License Key ουσιαστικά είναι ένας αλφαριθμητικός κωδικός που πρέπει να εισαχθεί στην εφαρμογή μας και αντικατοπτρίζει την έκδοση του Vuforia που χρησιμοποιούμε, απλή ή premium. Μπορούμε να το πάρουμε μέσω της ιστοσελίδας του Vuforia, πηγαίνοντας στην επιλογή "Develop" και στο υπομενού "License Manager". Οι δύο βασικές επιλογές είναι οι "Get Basic" και η "Buy Premium" η οποία προσφέρει κάποιες επιπλέον δυνατότητες σε σχέση με τη βασική. Στην παρούσα Δ.Ε. αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί η βασική έκδοση καθώς υπερκαλύπτει προς το παρόν τις απαιτήσεις του παιχνιδιού που αναπτύχθηκε.



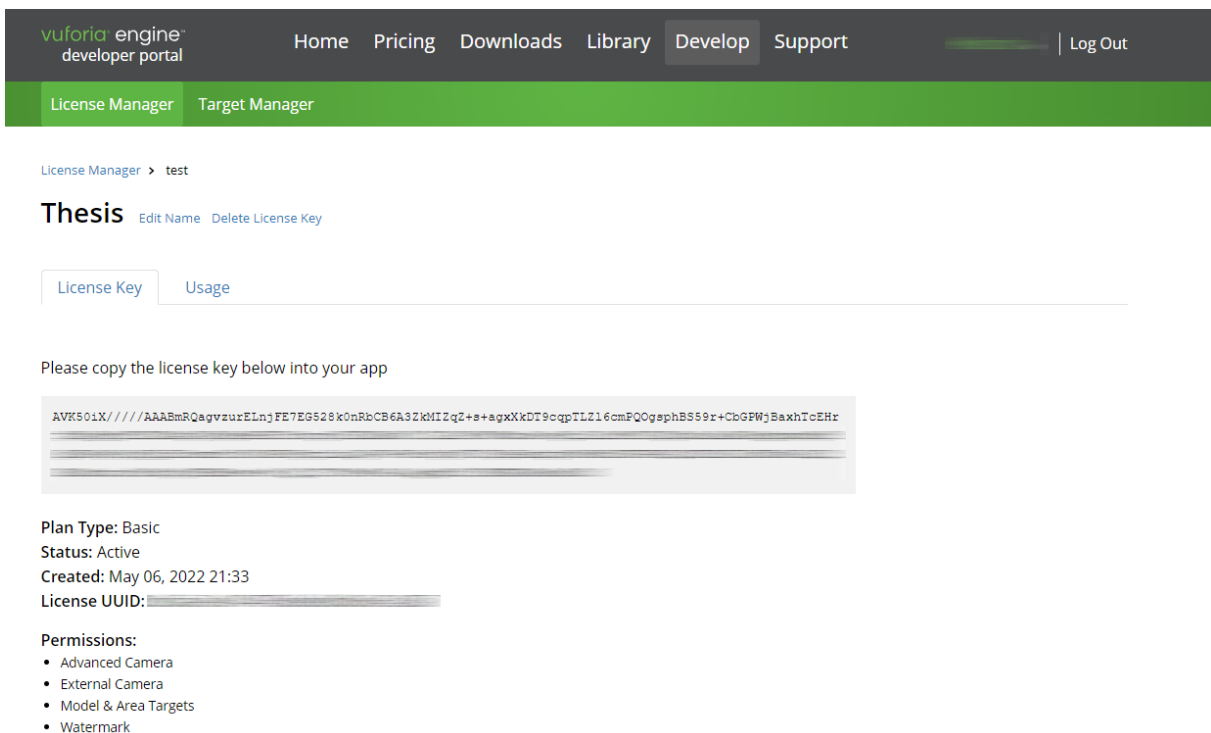
Σχήμα 3.11 Επιλογή έκδοσης License Key.

Τυπικά προσθέτουμε ένα όνομα για να μπορούμε να οργανώσουμε και να ξεχωρίσουμε τα "License Key" σε περίπτωση που έχουμε υπό δημιουργία περισσότερα από ένα έργα. Το όνομα αυτό δεν είναι δεσμευτικό και μπορεί να αλλάξει οποιαδήποτε στιγμή. Διαβάζουμε τους όρους χρήσης και εφόσον συμφωνούμε επιλέγουμε το κουτάκι και πατώντας "confirm" δημιουργούμε το "License Key" το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για την ανάπτυξη της εφαρμογής.



Σχήμα 3.12 Δημιουργία License Key.

Στο Σχήμα 3.13 μπορούμε να δούμε ότι εμφανίζεται το όνομα που δώσαμε στο "License key", ένα μέρος του αλφαριθμητικού και πιο κάτω τον τύπο του License που είναι ο βασικός, την ημερομηνία δημιουργίας του και τις άδειες που μας παρέχει.



Σχήμα 3.13 Λεπτομέρειες License Key.

### 3.3.3 Image Targets

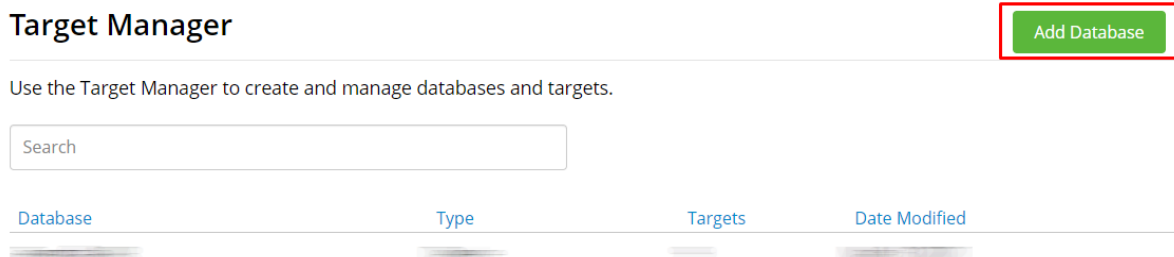
Όπως αναφέραμε στο κείμενο προηγουμένως, το AR διαβάζει φωτογραφίες μέσω της κάμερας και παρουσιάζει περιεχόμενο δημιουργημένο από τον χρήστη. Αυτές οι εικόνες – στόχοι (image targets)

ορίζονται από το χρήστη και μπορούν να δημιουργηθούν εντός του Unity χρησιμοποιώντας κάποιο "image asset", κατά την εκτέλεση της εφαρμογής με την χρήση "api" ή με τον τρόπο που έγινε στην παρούσα διπλωματική, μέσω του Vuforia Target Manager. Χαρακτηριστικά των εικόνων αποθηκεύονται είτε στο σύννεφο είτε σε βάση δεδομένων η οποία μπορεί να ληφθεί και να ενσωματωθεί στο έργο μας. Τότε, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της εφαρμογής μπορούν να γίνονται συγκρίσεις των εικόνων της βάσης δεδομένων με εικόνες που βλέπει η κάμερα της συσκευής.

Όταν οι εικόνες ανεβαίνουν στο Vuforia Target Manager, περνάνε μία αξιολόγηση και επεξεργασία και παίρνουν μια βαθμολογία για το πόσο καλά αναγνωρίσιμες είναι και για το πόσο αποτελεσματική παρακολούθηση μπορεί να γίνει.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων και της προσθήκης των εικόνων – στόχων είναι τα εξής:

- Αρχικά, στην ιστοσελίδα του Vuforia, επιλέγοντας το μενού "Develop" και το υπομενού "Target Manager", εμφανίζεται η σελίδα που βλέπουμε τις βάσεις που έχουμε δημιουργήσει. Για να δημιουργήσουμε νέα, πατάμε το κουμπί "Add Database".



Σχήμα 3.14 Δημιουργία βάσης δεδομένων

- Έπειτα, πρέπει να ονομάσουμε τη βάση και να επιλέξουμε εάν η βάση μας θέλουμε να βρίσκεται στη συσκευή ή στο σύννεφο.

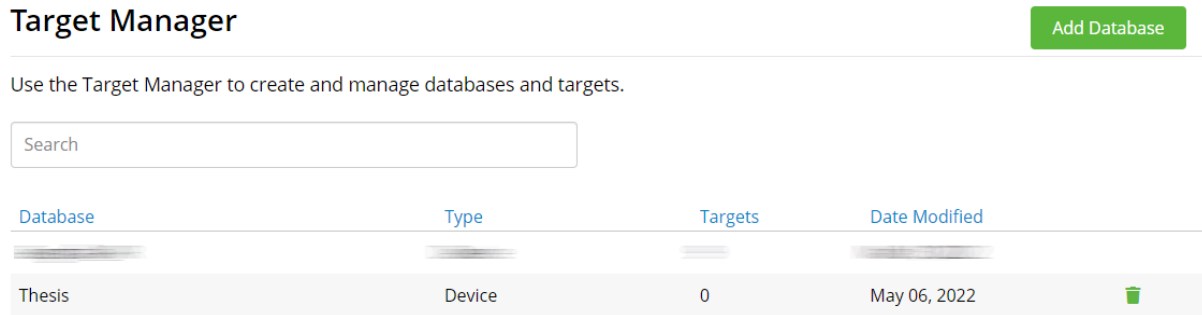
## Create Database

**Type:**

- Device
- Cloud
- VuMark

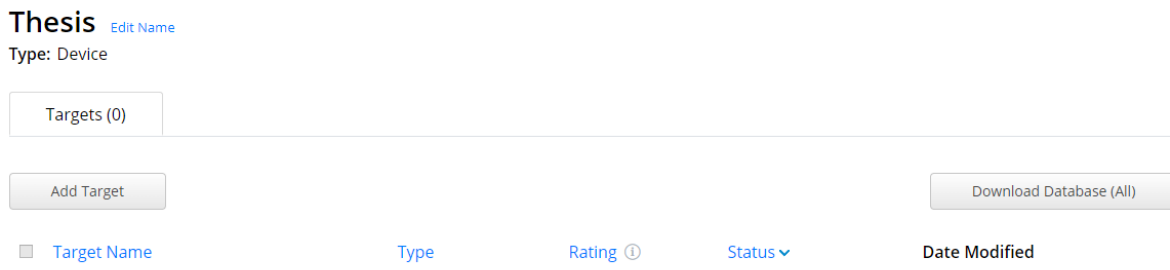
Σχήμα 3.15 Ονομασία και τύπος βάσης.

- Ύστερα, επιλέγοντας τη βάση που δημιουργήσαμε από το "Target Manger", μπορούμε να αρχίσουμε να προσθέτουμε εικόνες – στόχους.

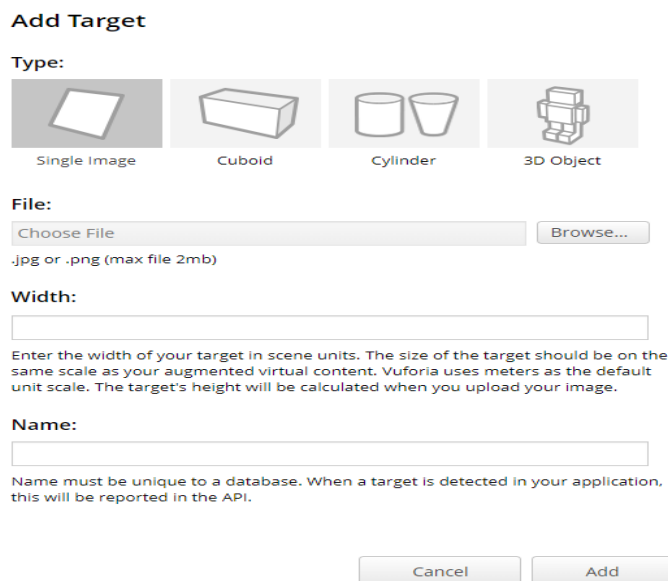


Σχήμα 3.16 Επιλογή βάσης.

- Για την εισαγωγή εικόνων, επιλέγουμε το κουμπί "Add Target", διαλέγουμε τον τύπο της εικόνας, την επιλέγουμε, θέτουμε μία τιμή στο "width" η οποία είναι ανάλογη του μεγέθους του περιεχομένου που θα προβάλλουμε και αντιστοιχεί σε μονάδες σκηνης και τέλος δίνουμε ένα όνομα.



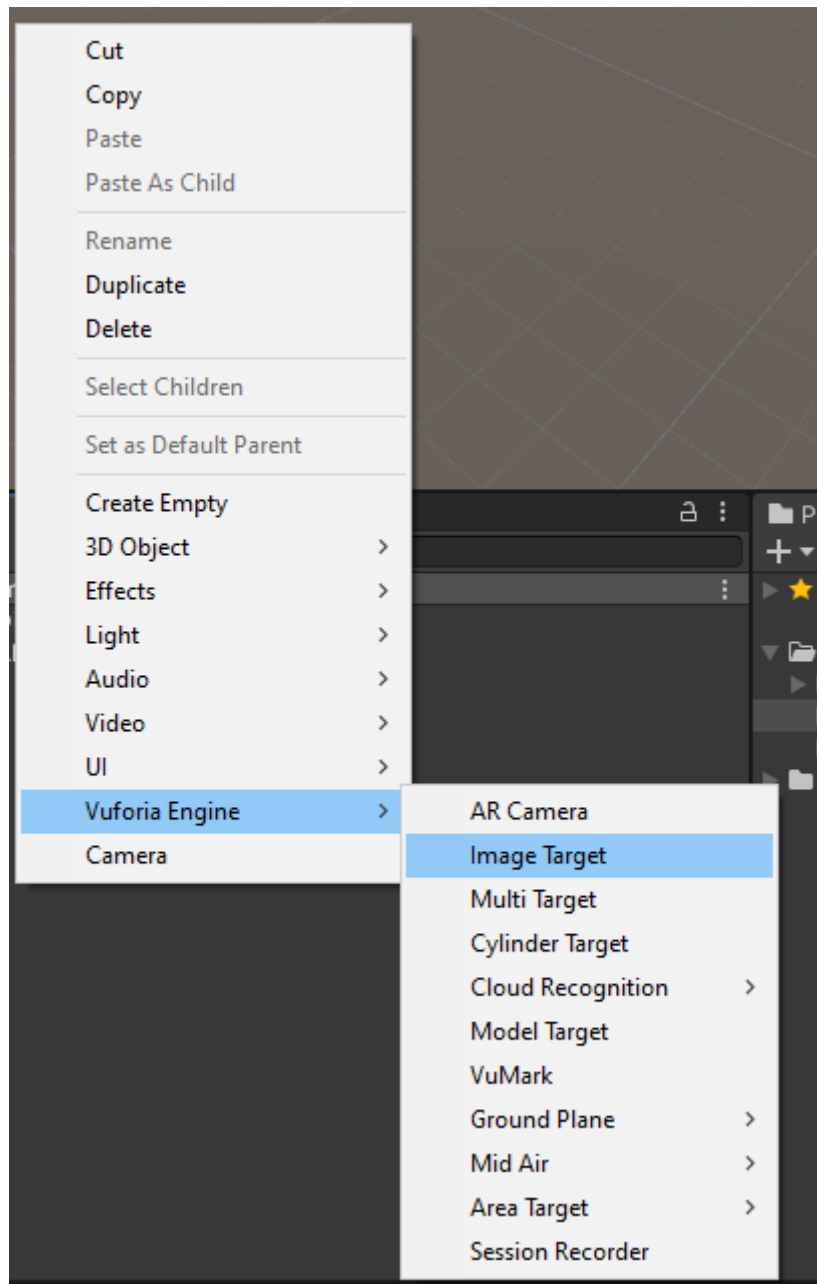
Σχήμα 3.17 Δημιουργία image target.



Σχήμα 3.18 Επιλογή εικόνας και συμπλήρωση στοιχείων.

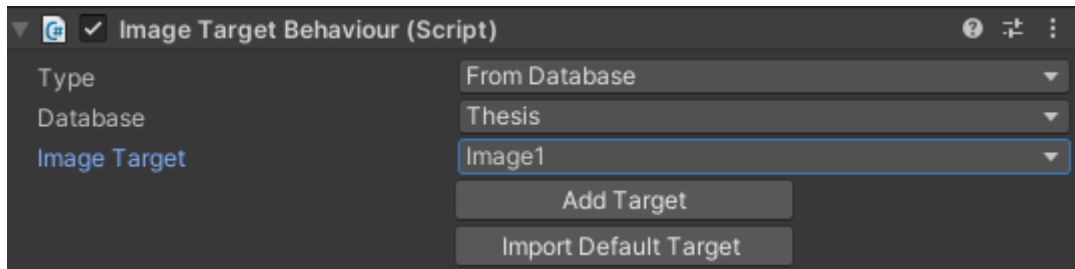
Εφόσον έχουμε δημιουργήσει τις εικόνες – στόχους που θέλουμε, πατώντας το κουμπί "Download Database" και διαλέγοντας την επιλογή "Unity Editor", κατεβαίνει ένα πακέτο με το όνομα της βάσης και κατάληξη ".packagemanager", στο οποίο κάνουμε διπλό κλικ και έπειτα "import" στο έργο μας.

Για να τις χρησιμοποιήσουμε εντός της εφαρμογής, πρέπει στο Unity, στο πεδίο "Hierarchy" να δημιουργήσουμε ένα "image target" κάνοντας δεξί κλικ, επιλέγοντας Vuforia Engine και από κει "Image Target".



Σχήμα 3.19 Δημιουργία Image Target.

Επιλέγοντας το "Image Target" στο "Inspector Menu" διαλέγουμε τον τρόπο με τον οποίο θέλουμε να προσθέσουμε εικόνα (μέσω εικόνας από Image Asset, μέσω βάσης δεδομένων ή μέσω συννέφου), επιλέγουμε τη βάση δεδομένων που θέλουμε καθώς και την εικόνα της βάσης και είμαστε έτοιμοι. Σε περίπτωση που δεν εμφανίζεται η βάση που δημιουργήσαμε στις επιλογές, πιθανόν να μην έχει γίνει το "import" της στο έργο μας.

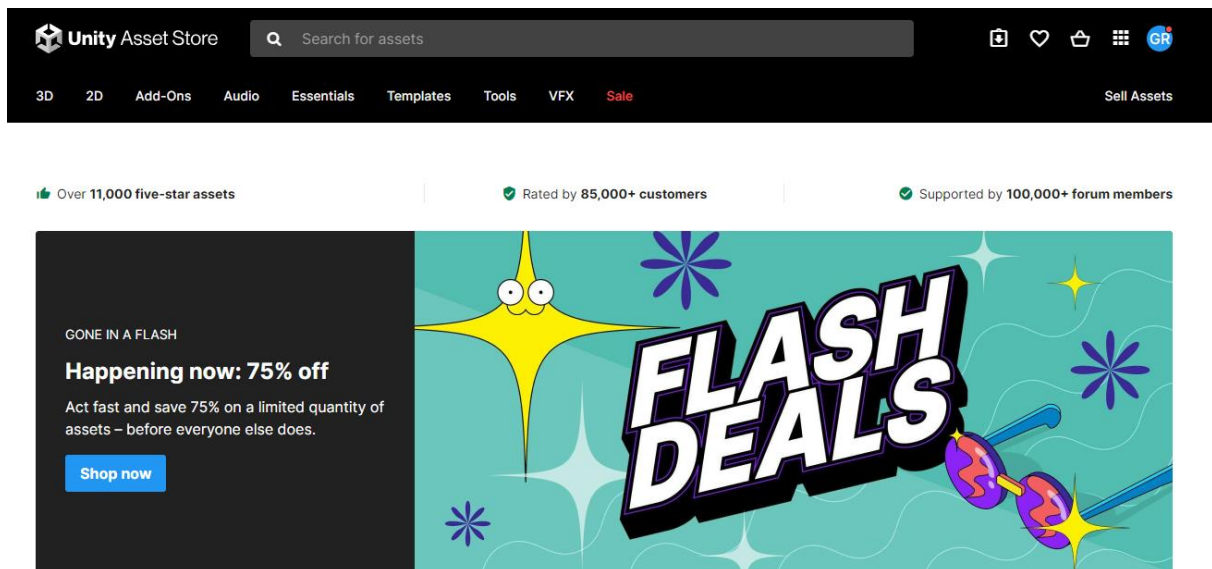


Σχήμα 3.20 Επιλογή βάσης και εικόνας για Image Target.

### 3.4 Unity Asset Store

Το Asset Store [14] είναι μία βιβλιοθήκη χρήσιμων προσθέτων για το Unity. Δημιουργούνται από τη Unity Technologies αλλά και από απλούς χρήστες. Περιλαμβάνει υφές (textures), animations, μοντέλα, επεκτάσεις, ακόμα και ολόκληρα παραδείγματα έργων. Όλο αυτό το υλικό είναι διαθέσιμο στους χρήστες είτε δωρεάν, είτε με αγορά και προσφέρει πολύ χρήσιμα στοιχεία που θα βοηθήσουν την ανάπτυξη κάθε έργου.

Η πρόσβαση στο Asset Store γίνεται μέσω της ιστοσελίδας του Unity Asset Store, η οποία περιλαμβάνει όλο το διαθέσιμο υλικό προς λήψη και αγορά.

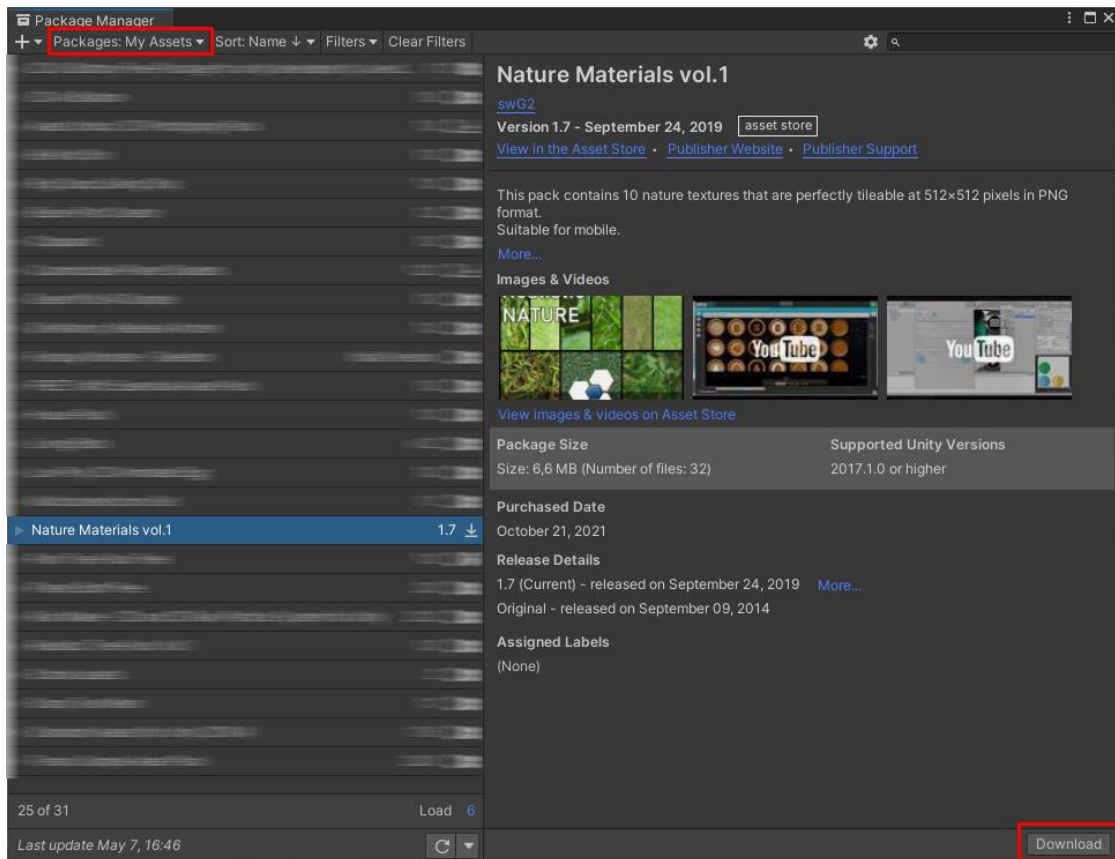


Σχήμα 3.21 Ιστοσελίδα Unity Asset Store.

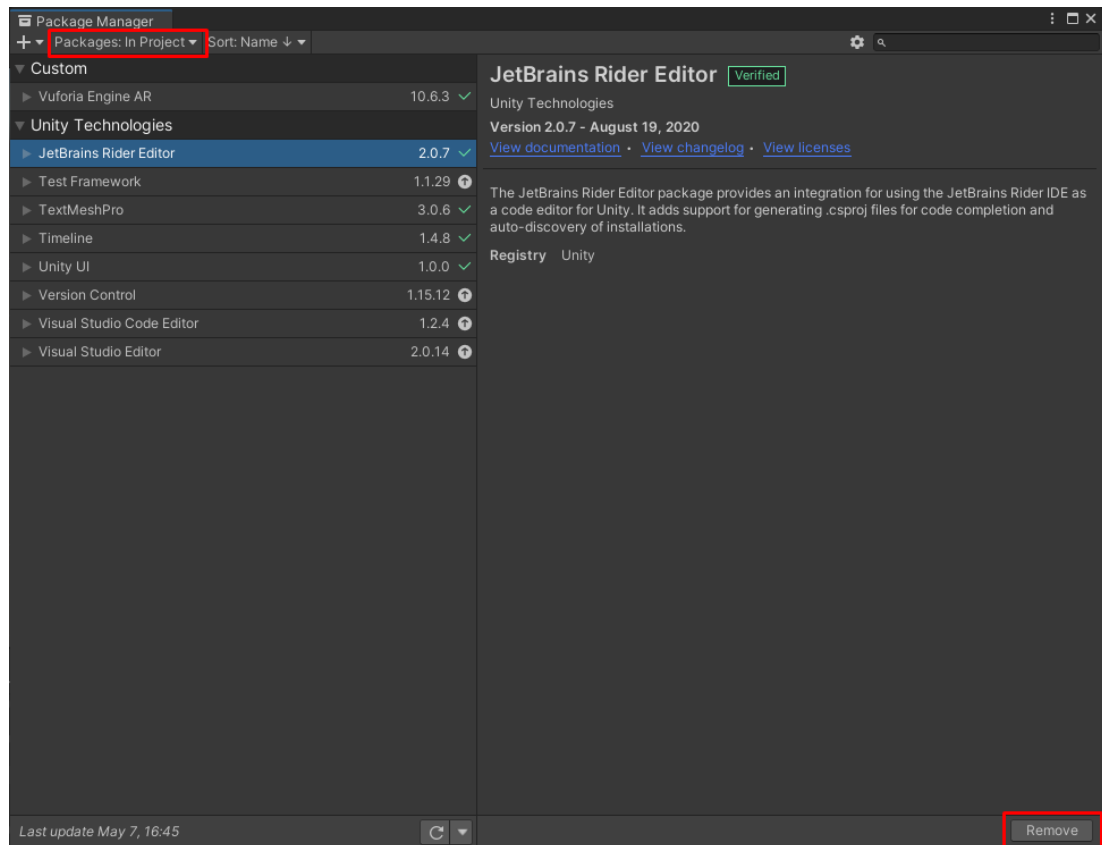
### 3.5 Package Manager

Το Package Manager είναι ένα ενσωματωμένο εργαλείο του Unity, το οποίο είναι προσβάσιμο μέσω της επιλογής "Window" στο πάνω μέρος της οθόνης. Εκεί βρίσκονται όλα τα πακέτα τα οποία υπάρχουν στο έργο καθώς και όλα τα πακέτα που είναι διαθέσιμα προς εγκατάσταση. Ο χρήστης μέσω του συγκεκριμένου παραθύρου, μπορεί να προσθέσει, να αφαιρέσει ή να ενημέρωσει συγκεκριμένα πακέτα για το έργο του.

## Κεφάλαιο 3



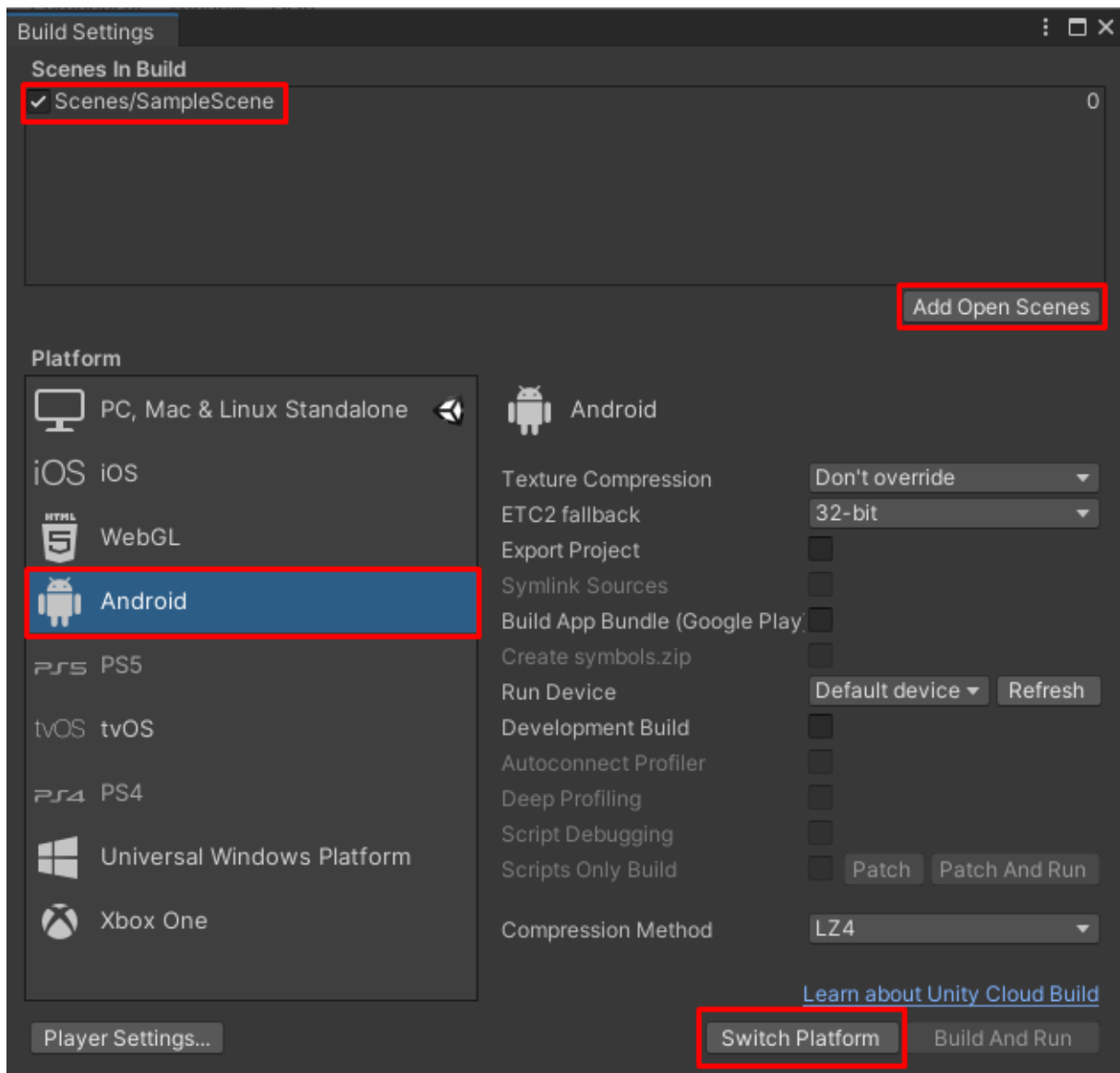
Σχήμα 3.22 Προβολή και λήψη διαθέσιμων asset.



Σχήμα 3.23 Προβολή και αφαίρεση asset που βρίσκονται ήδη στο project.

### 3.6 Ρυθμίσεις εκτέλεσης

Για να εκτελέσουμε το έργο μας, χρειάζεται πατώντας στον κατάλογο "File" και έπειτα στο "Build Settings", να προσθέσουμε τις σκηνές που θέλουμε να χτίσουμε και κάτω από το "Platform" να κάνουμε εναλλαγή σε "Android". Εάν η πλατφόρμα "Android" δεν είναι εγκατεστημένη, θα χρειαστεί να την εγκαταστήσουμε μέσω του Unity.



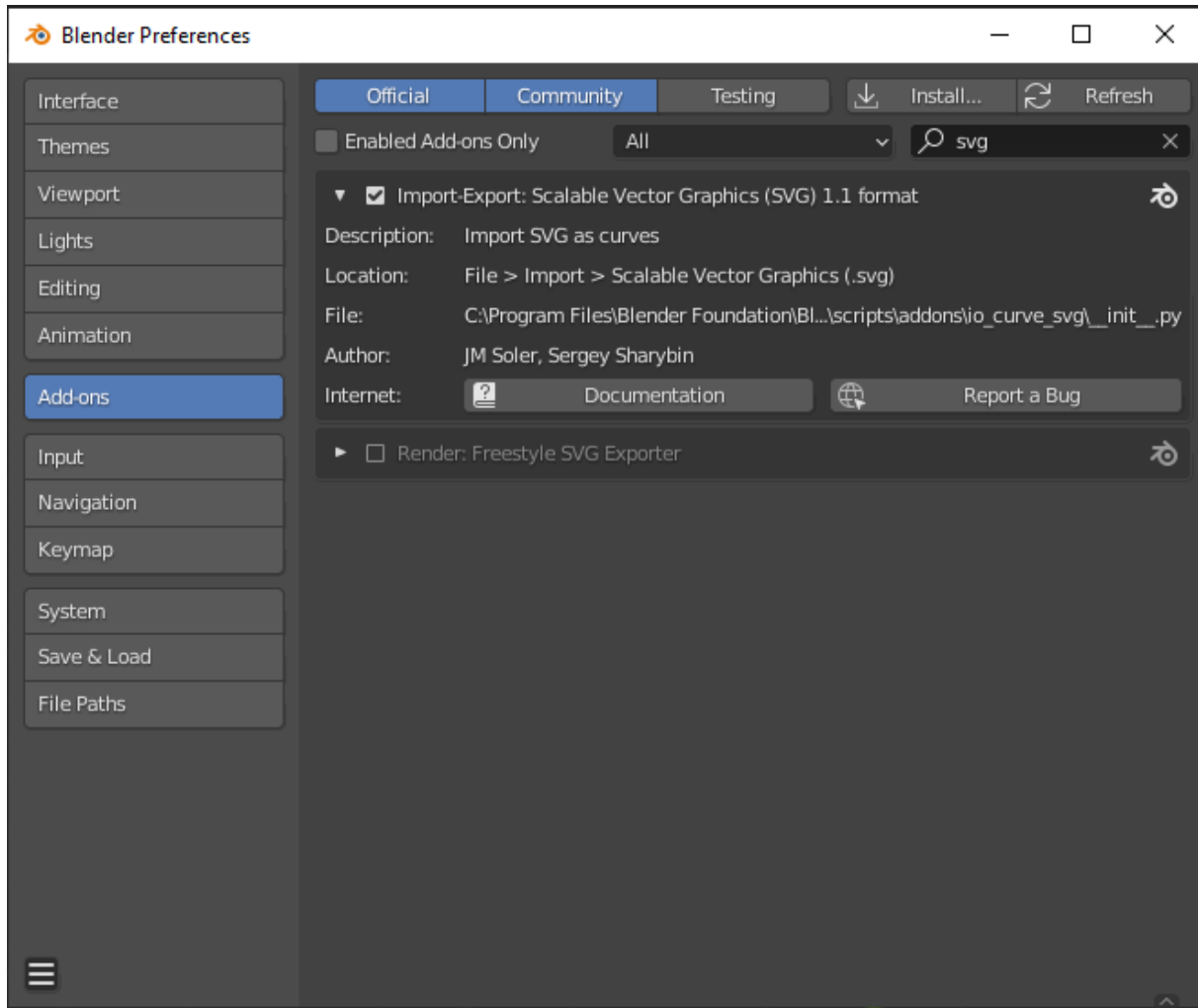
Σχήμα 3.24 Εκτέλεση του έργου.

### 3.7 Blender

Το Blender [15] είναι ένα δωρεάν λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Ένα πολύ ισχυρό εργαλείο μοντελοποίησης, δημιουργίας υφών, κίνησης, φωτισμού και οτιδήποτε άλλο χρειάζεται για ανάπτυξη 3D. Κατάλληλο για τεράστιο εύρος χρηστών μιας και το χρησιμοποιούν από αρχάριους έως και τη NASA. Στην παρούσα Δ.Ε. χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία κάποιων 3D μοντέλων όπως του χάρτη της Γης.

### 3.7.1 Ρυθμίσεις Blender

Επειδή το Blender δεν υποστηρίζει εισαγωγή και εξαγωγή "svg" τύπου αρχείων από προεπιλογή, πρέπει να προσθέσουμε αυτή τη λειτουργία χειροκίνητα πηγαίνοντας στο "Edit", "Preferences" και από κει γράφοντας "svg" στο πεδίο αναζήτησης επιλέγουμε και εγκαθιστούμε το πρόσθετο "Import-Export: Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 format".

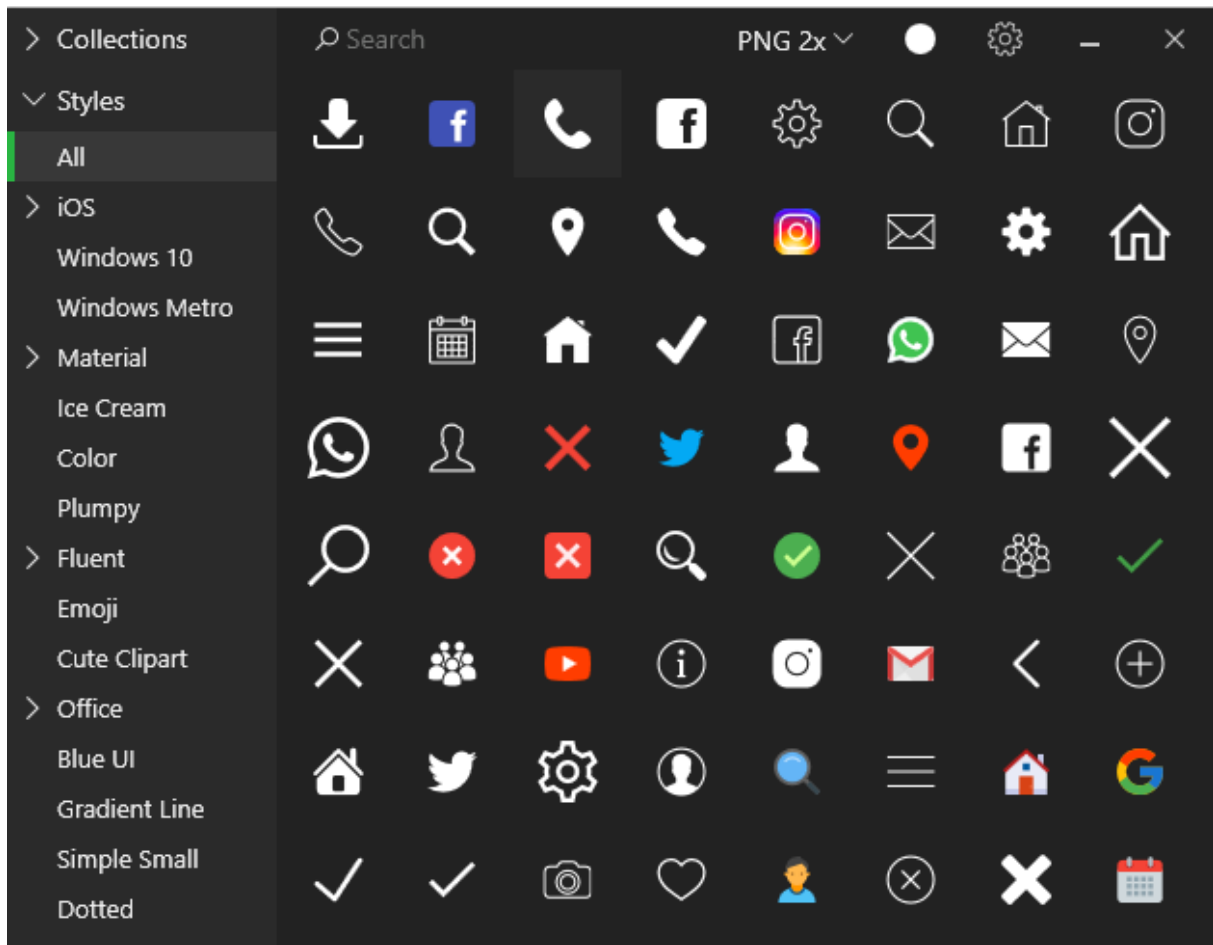


Σχήμα 3.25 Εγκατάσταση προσθέτου εισαγωγής-εξαγωγής svg στο blender.

### 3.8 Icons8 Pichon

Το Pichon [16] της Icons8, είναι ένα πολύ εύχρηστο λογισμικό που παρέχει στους χρήστες μία τεράστια συλλογή από γραφικά σε μορφές τύπου (svg, jpg, png, pdf) ακόμα και ήχους. Μέσω της εφαρμογής είναι δυνατή η αλλαγή χρώματος των γραφικών, η αλλαγή ανάλυσης, η εύρεση γραφικών με λέξεις κλειδιά, ενώ η χρήση του μπορεί να γίνει είτε με αντιγραφή του γραφικού, είτε με αποθήκευση, ακόμα και με σύρσιμο (drag and drop).

Στη δωρεάν έκδοσή του προσφέρει περιορισμένο αριθμό μορφών και αναλύσεων ενώ στις επί πληρωμή εκδόσεις έχει κατάλογο προϊόντων ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε χρήστη.



Σχήμα 3.26 Icons8 Pichon.

### 3.9 Επίλογος

Έχοντας ολοκληρώσει τις λήψεις των παραπάνω προγραμμάτων, κατανοήσει τον βασικό τρόπο λειτουργίας τους και έχοντας προβεί στις απαραίτητες ρυθμίσεις, έχει ολοκληρωθεί η βασική προετοιμασία για την υλοποίηση του παιχνιδιού που θα αναλύσουμε στα παρακάτω κεφάλαια.



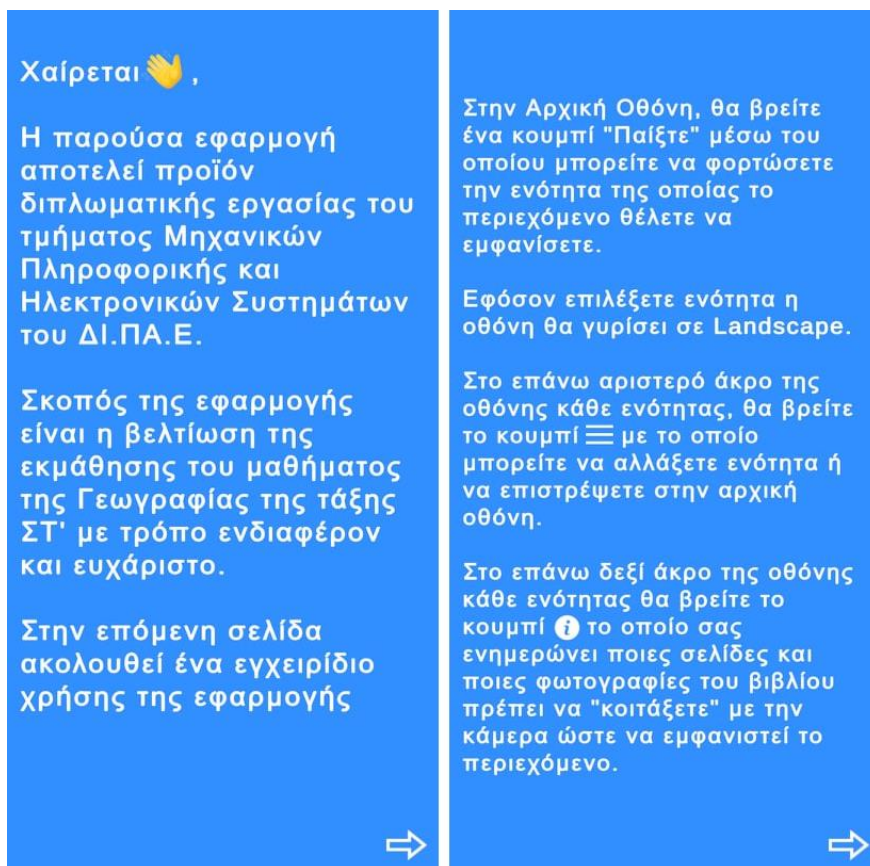
## Κεφάλαιο 4ο: Πρώτη εκκίνηση και αρχικό μενού

### 4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στην πρώτη σκηνή του παιχνιδιού, την «Αρχική Οθόνη». Κάθε παιχνίδι και κάθε εφαρμογή έχουν μία αρχική οθόνη η οποία συμπεριλαμβάνει μεταξύ άλλων, πλοήγηση σε άλλα σημεία της εφαρμογής, ρυθμίσεις, έξοδο κ.α. Στο παρόν κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τη δημιουργία του UI, τα scripts που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και τις λειτουργίες των στοιχείων αλληλεπίδρασης αυτής της σκηνής.

### 4.2 Πρώτη εκκίνηση

Πρωτού περάσουμε στις λειτουργίες της αρχικής οθόνης, στην πρώτη εκκίνηση της εφαρμογής, ο χρήστης καλείται να δώσει δικαιώματα της χρήσης κάμερας της συσκευής του μιας και η κάμερα είναι το κύριο συστατικό για μια AR εφαρμογή και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν στο χρήστη δύο μηνύματα, ένα καλωσορίσματος με μερικά λόγια για τη δημιουργία του παιχνιδιού και ένα μήνυμα – οδηγός χρήσης της εφαρμογής για ευκολότερη κατανόηση του μενού και των λειτουργιών.



Σχήμα 4.1 Μηνύματα πρώτης εκκίνησης της εφαρμογής.

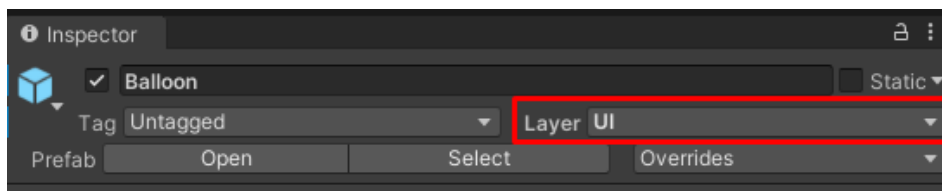
### 4.3 Αρχική οθόνη

Στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, υπάρχουν 6 κουμπιά για πλοήγηση ανάμεσα στη συγκεκριμένη σκηνή και στις υπόλοιπες σκηνές που αντιστοιχούν στις ενότητες του βιβλίου. Επίσης, υπάρχουν ο Ήλιος και οι υπόλοιποι οχτώ πλανήτες που αναφέρονται στο βιβλίο (Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας,

Κρόνος, Ουρανός, Πλούτωνας) καθώς και ένα αερόστατο το οποίο θα είναι το μέσον ταξιδιού στο παιχνίδι της τέταρτης ενότητας.

#### 4.4 UI

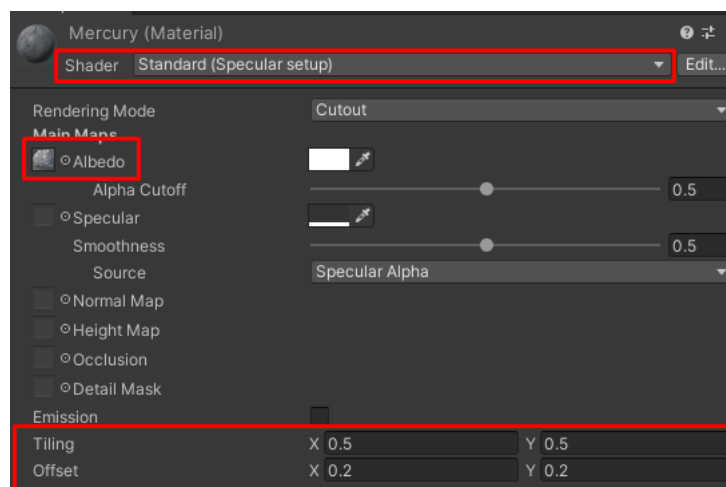
Για να εμφανιστεί στην οθόνη περιεχόμενο UI όπως είναι κουμπιά, κείμενο κ.α πρέπει να δημιουργηθεί πρώτα ένας καμβάς (Canvas) που θα τα περιέχει όλα αυτά. Ο καμβάς είτε δημιουργείται αυτόματα με το που προσπαθήσουμε να δημιουργήσουμε κάποιο αντικείμενο του τύπου UI, είτε μπορούμε να τον δημιουργήσουμε χειροκίνητα κάνοντας δεξί κλικ στο Hierarchy, πηγαίνοντας στην επιλογή UI και επιλέγοντας το Canvas. Για να εμφανίσουμε τρισδιάστατο περιεχόμενο, όπως πλανήτες που θα δούμε παρακάτω, μέσα σε έναν καμβά, θα πρέπει από το Inspector μενού του τρισδιάστατου αντικειμένου να θέσουμε το Layer από Default σε UI.



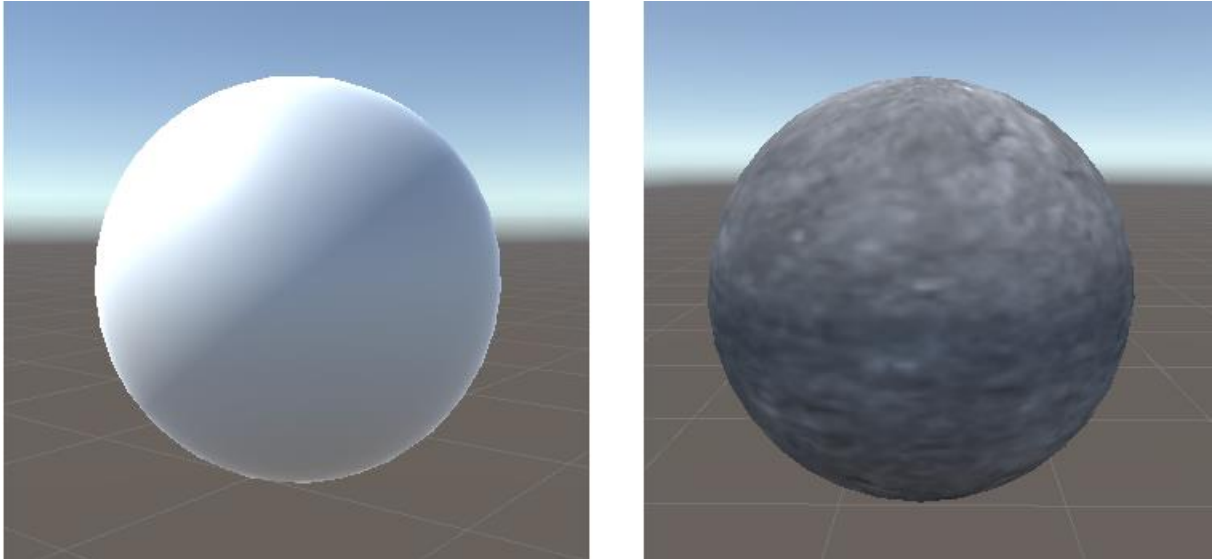
Σχήμα 4.2 Εμφάνιση τρισδιάστατου αντικειμένου σε καμβά.

Για την εμφάνιση των μηνυμάτων που εμφανίζονται στην πρώτη εκκίνηση, έχει δημιουργηθεί ένας καμβάς που περιέχει δύο φωτογραφίες χρώματος μπλέ οι οποίες με τη σειρά τους περιέχουν κείμενο, ένα κουμπί και εικονίδια από το Pichon.

Για τη δημιουργία των πλανητών, αρχικά, χρειάστηκε απλά να δημιουργήσουμε 3D σφαίρες κάνοντας δεξί κλικ στο Hierarchy πηγαίνοντας στην επιλογή 3D Objects και από κει επιλέγοντας το Sphere. Από κει και πέρα, χρειάστηκε να δημιουργηθούν τα materials ώστε αυτές οι σφαίρες να μοιάζουν με τους πλανήτες. Μέσα στους φακέλους "Materials/Planets" που δημιουργήσαμε, κάνοντας δεξί κλικ και επιλέγοντας Create και στη συνέχεια Material έχουμε φτιάξει ένα στοιχείο τύπου Material. Έπειτα, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.3, έχουμε επιλέξει στο Shader το "Standard (Specular setup)" γιατί δε θέλουμε το μεταλλικό στοιχείο που μας προσφέρει το "Standard", στη συνέχεια στο Albedo θέτουμε τη φωτογραφία του πλανήτη (στο Σχήμα 4.3 είναι η φωτογραφία του πλανήτη Ερμή) και τέλος ρυθμίζουμε το Tilling και το Offset του Main Maps ώστε να έχουμε ένα ομοιόμορφο αποτέλεσμα.

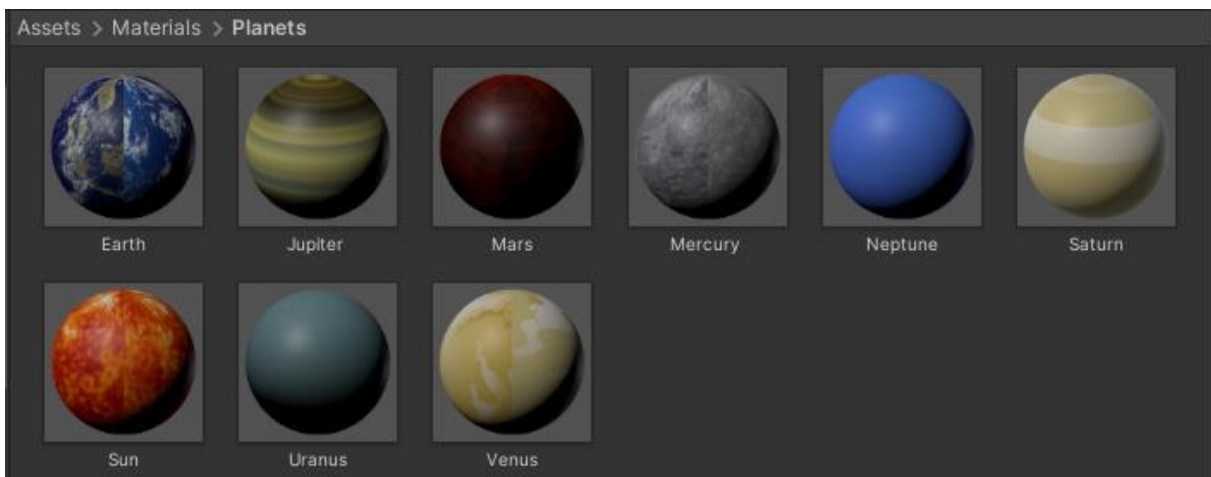


Σχήμα 4.3 Δημιουργία Material πλανητών.



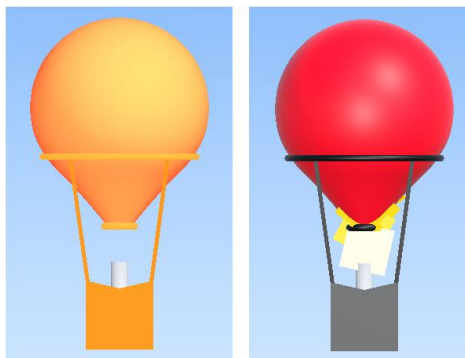
Σχήμα 4.4 Σφαίρα πριν και μετά τη χρήση material.

Η παραπάνω διαδικασία έγινε για όλους τους πλανήτες, οπότε και δημιουργήσαμε εννιά διαφορετικά Materials.



Σχήμα 4.5 Materials πλανητών.

Για το αερόστατο, χρησιμοποιήθηκε το δωρεάν asset “3D Air Balloon”, από το Unity Asset Store, με τον τρόπο που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, και αλλάξαμε τα χρώματα του μέσω του Inspector μενού, αλλάζοντας τα material στα συστατικά που το απαρτίζουν (μπαλόνι, καλάθι κ.α).

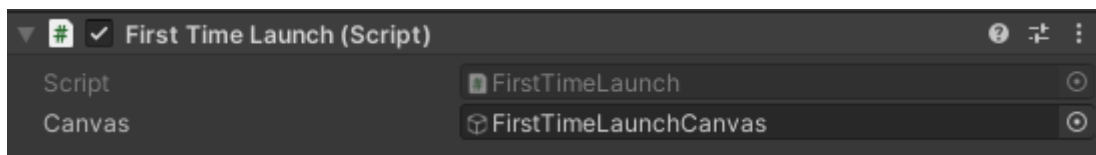


Σχήμα 4.6 Αερόστατο πριν και μετά τις αλλαγές.

Για τη δημιουργία των κουμπιών έχουν χρησιμοποιηθεί το “2D UI Button” από το Unity Asset Store και ένα κουμπί επιστροφής από το Pichon.

## 4.5 Scripts

Αρχικά, το πρώτο script της σκηνής και της εφαρμογής γενικότερα είναι το FirstTimeLaunch, το οποίο ελέγχει εάν έχει ξαναγίνει εκκίνηση της εφαρμογής διαβάζοντας μία ακέραια τιμή μέσω του PlayerPrefs από ένα αρχείο που έχει αποθηκευτεί τοπικά στη συσκευή. Εάν δεν έχει ξαναγίνει εκκίνηση σημαίνει ότι η τιμή που διάβασε είναι 0, εμφανίζει τα δύο πρώτα μηνύματα και αλλάζει την τιμή από 0 σε 1. Σε περίπτωση που στον έλεγχο, η τιμή είναι 1, τότε καταστρέφει τον καμβά που περιέχει τα μηνύματα. Για την εύρεση του καμβά, χρησιμοποιεί μία public μεταβλητή, τύπου GameObject και έτσι μας δίνεται η δυνατότητα μέσα από τον Editor της Unity να περάσουμε με drag & drop το object που θέλουμε.



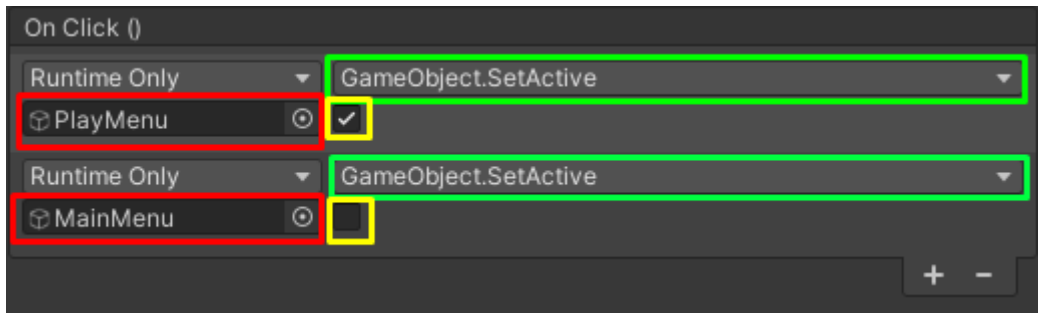
Σχήμα 4.7 Προσθήκη τιμής στη μεταβλητή μέσα από τον Editor.

```
public class FirstTimeLaunch : MonoBehaviour
{
    public GameObject canvas;
    Unity Message | 0 references
    private void Start()
    {
        int hasPlayed = PlayerPrefs.GetInt("HasPlayed");
        if (hasPlayed == 0)
        {
            PlayerPrefs.SetInt("HasPlayed", 1);
        }
        else
        {
            Destroy(canvas);
        }
    }
}
```

Σχήμα 4.8 Script – FirstTimeLaunch.

Το FirstTimeLaunch όπως και άλλα script που θα δούμε σε επόμενα κεφάλαια, επειδή ελέγχει τη σκηνή, έχει περαστεί σε ένα άδειο GameObject το οποίο έχει ονομαστεί SceneController. Αυτή είναι μία συνήθης τεχνική για τη χρήση scripts μιας και ότι χρειάζεται ακόμα και από άλλα αντικείμενα μπορεί να αντληθεί μέσω του Controller της σκηνής. Περισσότερα θα δούμε στη συνέχεια.

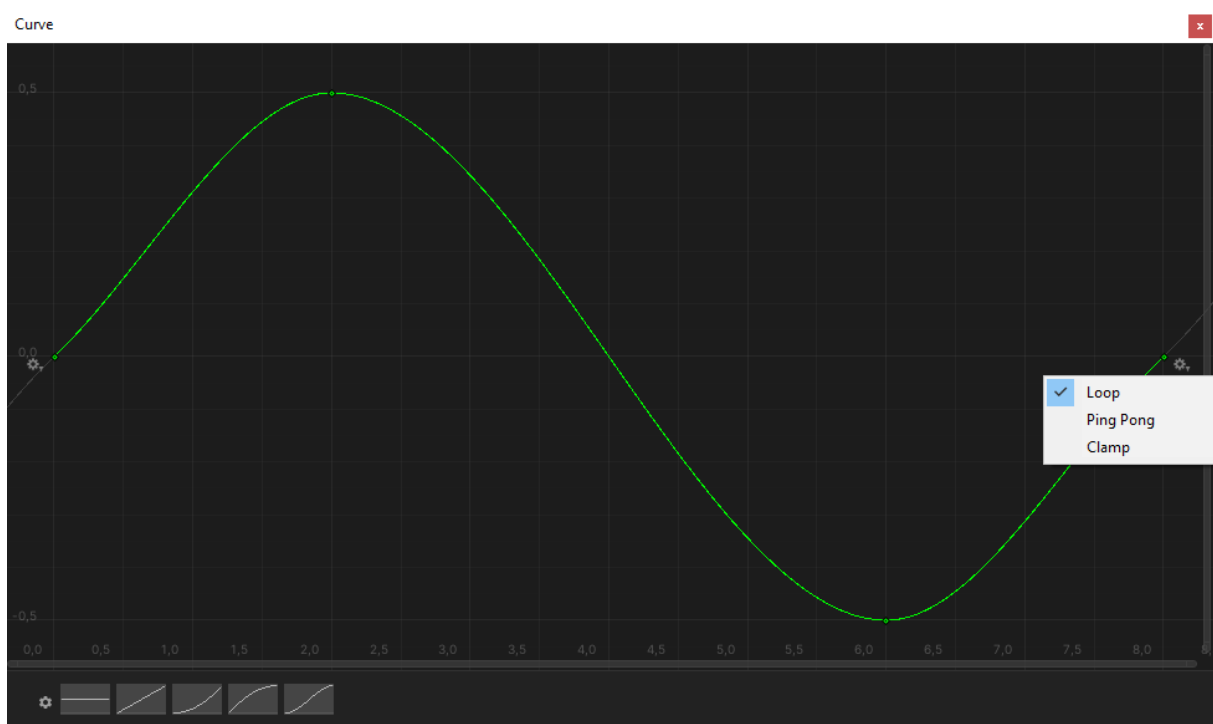
Για τη λειτουργία των κουμπιών η Unity προσφέρει μία ενσωματωμένη on-click μέθοδο που κάνει τα πράγματα πολύ απλά.



Σχήμα 4.9 Built-in On Click μέθοδος.

Όπως βλέπουμε και στο Σχήμα 4.9, με το + και το – μπορούμε να προσθαφαιρούμε λειτουργίες. Στο κόκκινο κουτάκι προσθέτουμε το αντικείμενο μέσω του οποίου θέλουμε να δράσουμε. Στην προκειμένη περίπτωση, το PlayMenu είναι ένα μενού που θέλουμε να εμφανίσουμε όταν πατηθεί το κουμπί. Στο πράσινο κουτάκι επιλέγουμε ποια από τις διαθέσιμες λειτουργίες θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Αυτό που κάνει το "GameObject.SetActive" είναι να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί το αντικείμενο που βάλαμε στο κόκκινο κουτάκι. Το αν θα είναι ενεργό ή όχι το αντικείμενο φαίνεται στο κίτρινο κουτάκι. Εάν το κίτρινο κουτάκι έχει tick, σημαίνει ότι όταν πατηθεί το κουμπί, θα ενεργοποιηθεί, ενώ αν δεν έχει tick, θα απενεργοποιηθεί. Στο παρόν παράδειγμα, μόλις πατηθεί το κουμπί το οποίο φέρει την On Click μέθοδο, θα ενεργοποιηθεί το αντικείμενο PlayMenu ενώ έπειτα θα απενεργοποιηθεί το αντικείμενο MainMenu.

Ένα άλλο script που χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη σκηνή είναι το MainMenuBalloonMovement. Το συγκεκριμένο δίνει κίνηση στο αερόστατο και το κάνει να ταλαντεύεται πάνω κάτω. Δημιουργώντας μία public μεταβλητή τύπου AnimationCurve, μπορούμε μέσω του Editor να ρυθμίσουμε το μήκος, το ρυθμό και τον τύπο της ταλάντωσης. Στο Σχήμα 4.10 φαίνεται ότι η καμπύλη μας είναι ημιτονοειδής και εφόσον έχουμε θέσει τη ρύθμιση ως loop ορίζεται από  $-\infty$  έως  $+\infty$  και παίρνει τιμές από -0.5 έως 0.5.



Σχήμα 4.10 Καμπύλη AnimationCurve.

## Κεφάλαιο 4

Εντός του script, στην `transform.position` προσθέτουμε ένα νέο διάνυσμα αλλάζοντας τιμή μόνο στην `Y` μεταβλητή ώστε το μπαλόνι να ταλαντεύεται πάνω κάτω. Επίσης, ο συγκεκριμένος κώδικας βρίσκεται μέσα στην `void Update()` καθώς η συγκεκριμένη μέθοδος καλείται σε κάθε ανανέωση του `frame`.

```
public AnimationCurve myCurve;
Unity Message | 0 references
void Update()
{
    transform.position = new Vector3(transform.position.x, myCurve.Evaluate((Time.time % myCurve.length)), transform.position.z);
}
```

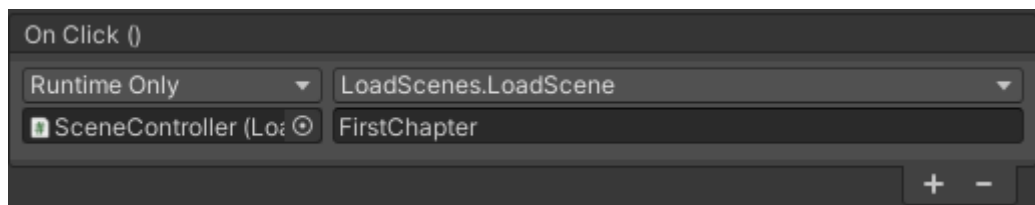
Σχήμα 4.11 Αλλαγή του `transform.position`.

Οι πλανήτες στο αρχικό μενού όπως και στη σκηνή που αφορά την πρώτη ενότητα χρησιμοποιούν το script `PlanetRotation` ώστε το αντικείμενο του κάθε πλανήτη να περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του. Το συγκεκριμένο script χρησιμοποιεί μία `public` μεταβλητή, τη `side`, που παίρνει ακέραια τιμή και αν είναι θετική, περιστρέφει δεξιόστροφα το αντικείμενο, ενώ αν είναι αρνητική το περιστρέφει αριστερόστροφα.

```
float RotateSpeed = -25.0f;
public float side;
Unity Message | 0 references
void Update()
{
    transform.Rotate(transform.up * side * RotateSpeed * Time.deltaTime);
}
```

Σχήμα 4.12 Κώδικας περιστροφής πλανητών.

Ένα άλλο script που χρησιμοποιείται από τα κουμπιά είναι το `LoadScenes`. Το συγκεκριμένο είναι φορτωμένο στο `SceneController` και καλείται από την `OnClick` μέθοδο των κουμπιών ώστε να μεταφερθεί ο χρήστης από την παρούσα σκηνή σε μία άλλη.



Σχήμα 4.13 Χρήση script του `SceneController` από την `OnClick` μέθοδο.

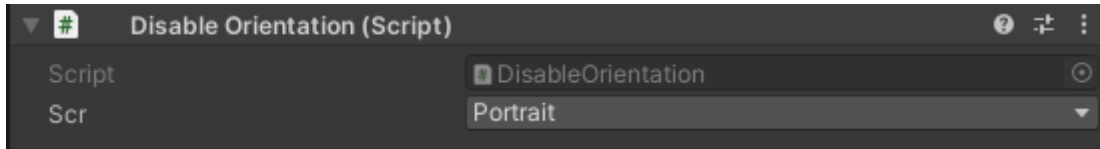
Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.13, το κουμπί που μας μεταφέρει στη σκηνή του πρώτου κεφαλαίου, στην `OnClick` μέθοδο του, δρα μέσω του αντικειμένου `SceneController`, από το οποίο καλεί τη μέθοδο `LoadScene()` του script `LoadScenes` που έχει μια παράμετρο τύπου `string`, στην οποία μέσω του editor θέτουμε το όνομα της σκηνής που θέλουμε να μεταφερθούμε. Το ίδιο ισχύει και για τα υπόλοιπα κουμπιά που μας μεταφέρουν στις σκηνές του παιχνιδιού.

```
public void LoadScene(string scene)
{
    SceneManager.LoadScene(scene);
}
```

Σχήμα 4.14 Script πλοήγησης σε σκηνές.

Για να λειτουργήσει χρειάστηκε να φορτωθεί η βιβλιοθήκη της Unity, SceneManagement, η οποία είναι μία βιβλιοθήκη διαχείρισης σκηνών. Το συγκεκριμένο script το συναντάμε στα μενού πλοήγησης όλων των επόμενων σκηνών οπότε και δε θα αναφερθεί μετέπειτα.

Ακόμα ένα script που συναντάμε σε κάθε scene οπότε και δε θα αναφερθεί στη συνέχεια είναι το DisableOrientation. Το συγκεκριμένο απενεργοποιεί τη δυνατότητα εναλλαγής από portrait σε landscape mode και θέτει από μόνο του αυτό που έχουμε ορίσει εμείς. Portrait χρησιμοποιείται στο αρχικό μενού ενώ landscape σε όλες τις υπόλοιπες σκηνές.



Σχήμα 4.15 Διαχείριση DisableOrientation από τον editor.

```
public class DisableOrientation : MonoBehaviour
{
    public ScreenOrientation scr;
    Unity Message | 0 references
    private void Awake()
    {
        Screen.orientation = scr;
    }
}
```

Σχήμα 4.16 Κώδικας DisableOrientation.

## 4.6 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύσαμε την πρώτη εκκίνηση της εφαρμογής και την υλοποίηση του αρχικού μενού. Πέρα από τις λειτουργίες που αναφέρθηκαν, η πρώτη επαφή του χρήστη με μία εφαρμογή είναι η περιήγηση στην αρχική οθόνη. Σκοπός ήταν να δημιουργηθεί μία καλαίσθητη σκηνή που θα τον προδιαθέσει θετικά για τη μετέπειτα εμπειρία που θα αποκομίσει με τη χρήση της εφαρμογής.



## Κεφάλαιο 5ο: Η Γη ως ουράνιο σώμα

### 5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στη σκηνή η οποία αφορά την πρώτη ενότητα του βιβλίου με τίτλο «Η Γη ως ουράνιο σώμα». Η συγκεκριμένη είναι η πρώτη που συναντάμε στο παιχνίδι η οποία κάνει χρήση AR. Θα μιλήσουμε για το μενού πλοήγησης το οποίο θα συναντήσουμε στις επόμενες σκηνές, για το UI και για κάποια κομμάτια κώδικα που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση.

### 5.2 Μενού πλοήγησης

Όπως και σε κάθε σκηνή έτσι και σε αυτή, υπάρχει ένα μενού ώστε ο χρήστης να μπορεί να μεταφερθεί από τη σκηνή που βρίσκεται, σε άλλες σκηνές του παιχνιδιού. Το συγκεκριμένο το συναντάμε σε όλες τις υπόλοιπες σκηνές οπότε και δε θα αναφερθεί στη συνέχεια.

Το μενού είναι τύπου Navigation Drawer, εμφανίζεται από τα πλάγια της οθόνης μόλις ο χρήστης πατήσει το εικονίδιο (sandwich) στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης.

#### 5.2.1 UI

Αποτελείται από 6 κουμπιά εκ των οποίων τα 5 μεταφέρουν το χρήστη σε όλες τις σκηνές ενώ το τελευταίο απλά κλείνει το μενού.

#### 5.2.2 Script

Και για τα 6 κουμπιά του μενού, έχουν δημιουργηθεί δύο κενά αντικείμενα για το καθένα, το ένα αντικείμενο είναι στη άκρη της οθόνης (εκεί που δείχνει το βέλος στο Σχήμα 5.1), ενώ το άλλο αντικείμενο βρίσκεται έξω από την οθόνη στα αριστερά σε απόσταση ίση με το μήκος του κάθε κουμπιού.

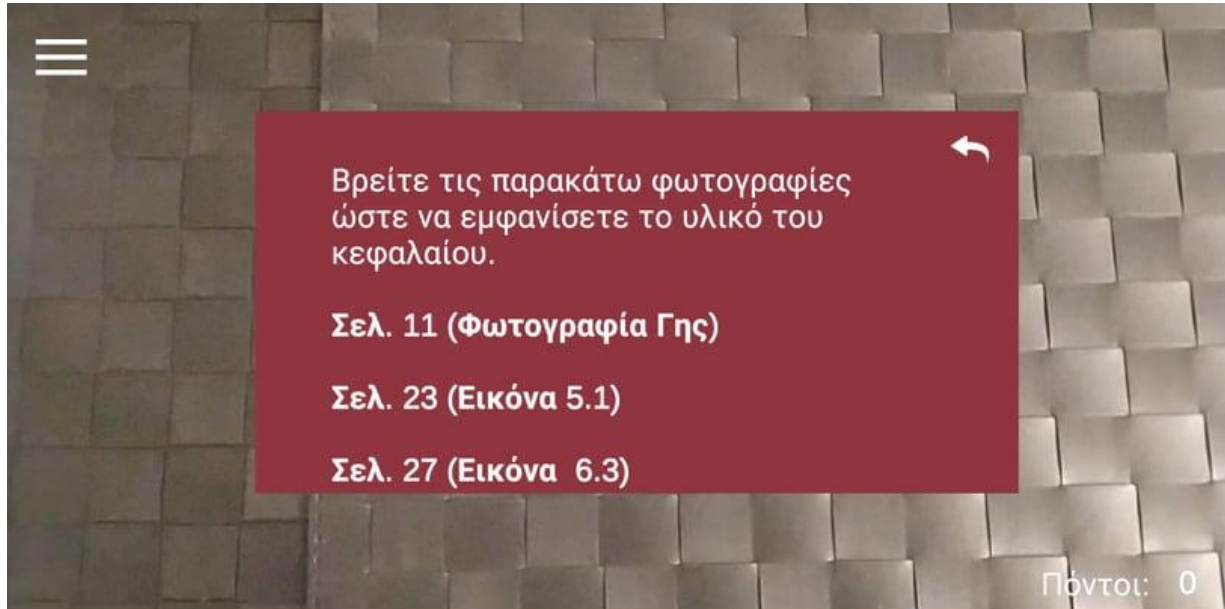


Σχήμα 5.1 Κουμπιά Navigation Drawer.

Τα κενά αντικείμενα δημιουργήθηκαν ώστε να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος MoveTowards() της δομής Vector3 η οποία δίνοντας τις συντεταγμένες μετακινεί το αντικείμενο.

### 5.3 Κουμπί πληροφοριών

Πέρα από το κουμπί που ενεργοποιεί το μενού πλοήγησης, καθώς και τα κουμπιά πλοήγησης, ένα ακόμη κουμπί που βρίσκουμε στην οθόνη, είναι το κουμπί πληροφοριών, στο πάνω δεξί μέρος. Προτιμήθηκε για φωτογραφίες – στόχους να μην χρησιμοποιηθούν QR codes που είναι πολύ συνήθης τακτική, αλλά φωτογραφίες που βρίσκονται εντός του βιβλίου του μαθήματος με τη λογική ότι δε θα χρειάζεται έξτρα υλικό. Το συγκεκριμένο κουμπί λοιπόν μας παρέχει πληροφορίες για το ποιες εικόνες του βιβλίου θα πρέπει να κοιτάζουμε με την κάμερα ώστε να εμφανιστεί το περιεχόμενο του παιχνιδιού.



Σχήμα 5.2 Πληροφορίες σκηνής.

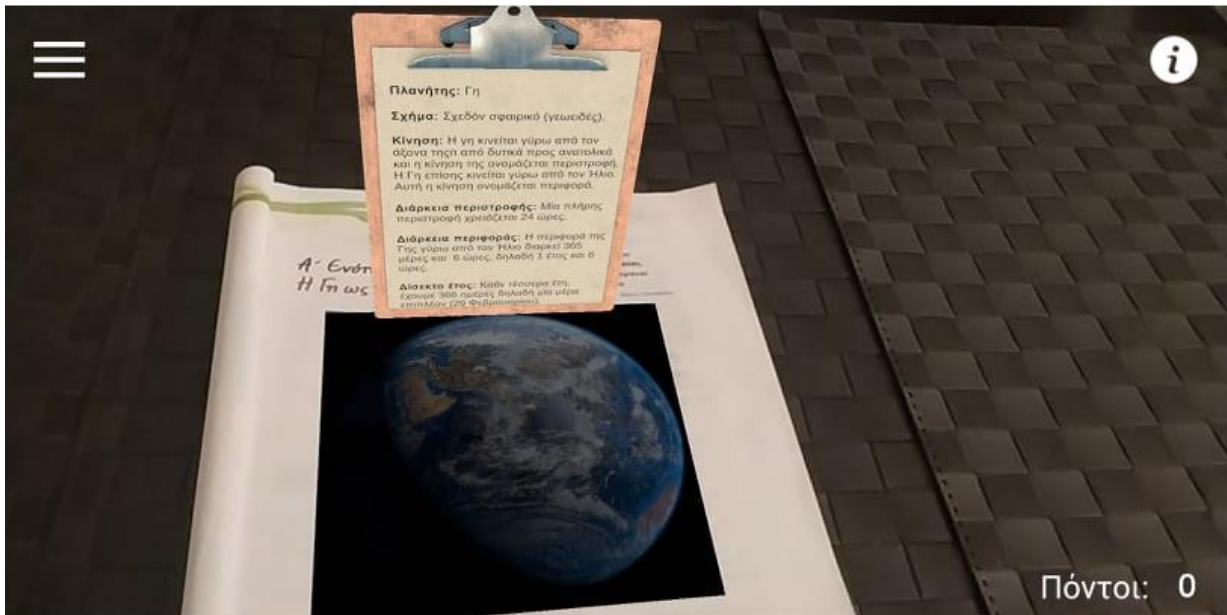
### 5.4 AR περιεχόμενο

#### 5.4.1 Η Γη

Το πρώτο AR περιεχόμενο που θα συναντήσουμε στη σκηνή βρίσκεται κοιτώντας μία φωτογραφία της Γης, στην οποία επάνω εμφανίζεται ένα video της Γης να περιστρέφεται δίνοντας την πεποίθηση ότι της δίνει ζωή. Επίσης, υπάρχει και μία πινακίδα σεμιναρίου (clipboard) με σχετικές πληροφορίες όπως σχήμα, κίνηση, περιστροφή, περιφορά κ.α. Δεν περιέχει αλληλεπιδράσεις, είναι μόνο οπτικό.

Η ιδέα αυτή προήλθε από την σειρά ταινιών Harry Potter, όπου οι κορνίζες στο μαγικό σχολείο Hogwarts καθώς και οι φωτογραφίες στις εφημερίδες, είχαν κίνηση και ήχο. Απεικονίζονταν άνθρωποι συνήθως οι οποίοι μιλούσαν με τους ήρωες της ταινίας και μου έχουν μείνει χαραγμένες στη μνήμη αυτές οι στιγμές όντας λάτρης των συγκεκριμένων ταινιών σαν παιδί.

Για την υλοποίηση του χρησιμοποιήθηκε το asset “Clipboard” και ένα plane το οποίο περιέχει το video.

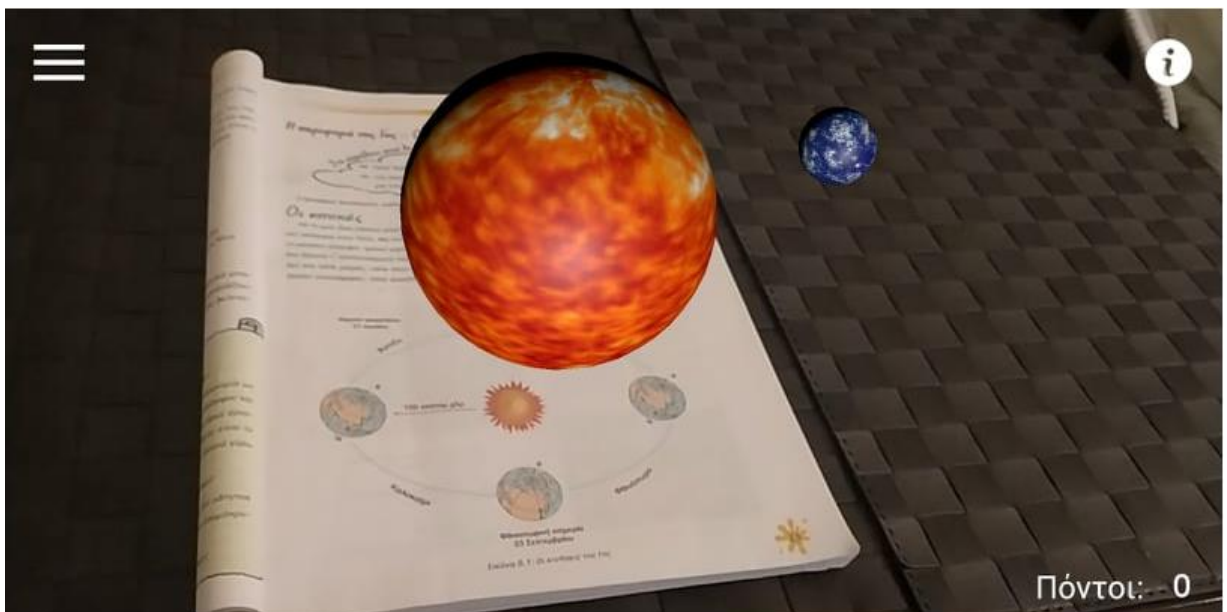


Σχήμα 5.3 Βίντεο και clipboard.

### 5.4.2 Περιφορά της Γης

Το δεύτερο περιεχόμενο που συναντάμε σε αυτή τη σκηνή είναι μία τρισδιάστατη προβολή της περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο.

Για την υλοποίηση χρησιμοποιήθηκαν τα αντικείμενα του Ήλιου και της Γης που η δημιουργία τους αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Πέρα από το script PlanetRotation που αναφερθήκαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η Γη χρησιμοποιεί και το script PlanetOrbit το οποίο κάνει το αντικείμενο το οποίο το φέρει να περιφέρεται γύρω από ένα αντικείμενο που ορίζουμε εμείς, όπως και την ταχύτητα της περιφοράς.



Σχήμα 5.4 Περιφορά της Γης.

```

public GameObject target;
public float OrbitSpeed;
public Vector3 vec;

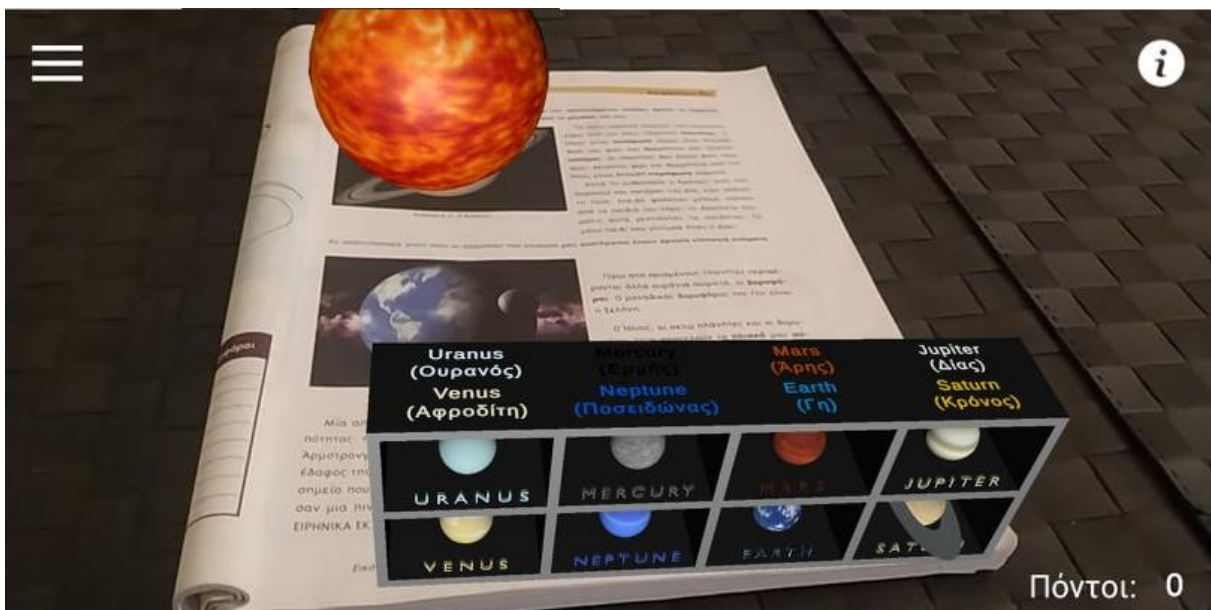
Unity Message | 0 references
void Update()
{
    transform.RotateAround(target.transform.position, vec , OrbitSpeed * Time.deltaTime);
}

```

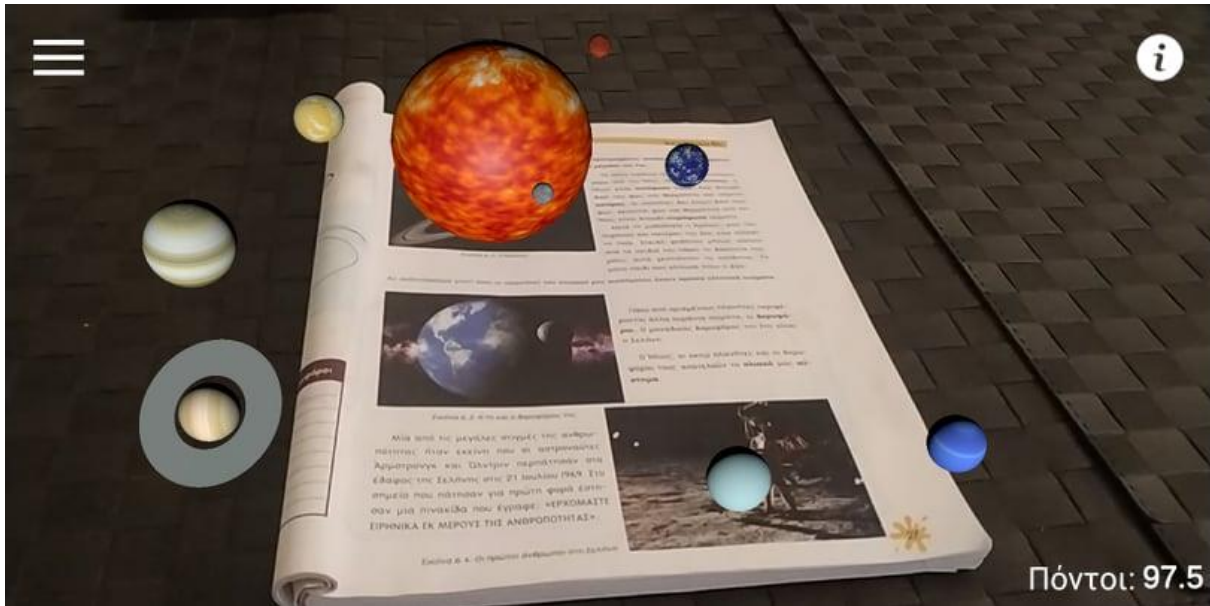
Σχήμα 5.5 Κώδικας PlanetOrbit.

### 5.4.3 Παιχνίδι Πλανητών

Τρίτο και τελευταίο περιεχόμενο που συναντάμε σε αυτή τη σκηνή και συνεπώς και στην ενότητα του βιβλίου είναι ένα παιχνίδι πλανητών. Μόλις ο χρήστης δει με την κάμερα του τη φωτογραφία – στόχο, του εμφανίζεται ένα μήνυμα με οδηγίες και επιλέγει να παίζει. Έχοντας τους πλανήτες σε ράφια και στο βάθος τον Ήλιο, ο χρήστης καλείται να τους επιλέξει με γνώμονα την απόστασή τους από αυτόν, από τον πιο κοντινό στον πιο μακρινό. Εφόσον ο χρήστης επιλέξει έναν πλανήτη, στο κάτω δεξί μέρος της οθόνης ανανεώνεται ένα κείμενο που μετράει τους πόντους, για κάθε σωστή επιλογή κερδίζει 12,5 πόντους ( $12.5 \text{ πόντοι} * 8 \text{ πλανήτες} = 100$ ) ενώ για κάθε λάθος του αφαιρούνται 2,5. Εφόσον επιλεγεί ένας πλανήτης, εάν είναι σωστός τότε εξαφανίζεται από το ράφι και εμφανίζεται γύρω από τον Ήλιο να περιστρέφεται. Όταν ο χρήστης επιλέξει και τους 8 πλανήτες, του εμφανίζεται ένα μήνυμα με το σκορ που σημείωσε, εξαφανίζονται πλέον τα άδεια ράφια και μπορεί να παρακολουθήσει τους πλανήτες να περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο.



Σχήμα 5.6 Πριν την επιλογή των πλανητών.



Σχήμα 5.7 Μετά την επιλογή των πλανητών.

Για την υλοποίηση των πλανητών χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό material απ'ότι είχε χρησιμοποιηθεί έως τώρα. Λήφθηκε το πακέτο "Ultimate 10+ Shaders". Μέσα σε όλα που περιέχει αυτό το πακέτο περιέχει και ένα shader και ένα script ώστε να κάνει ένα αντικείμενο να εμφανίζεται σταδιακά με ένα πολύ ωραίο εφέ. Μέσω αυτού του shader λοιπόν δημιουργήθηκαν τα material των πλανητών. Τα ράφια δημιουργήθηκαν εντός του Unity χρησιμοποιώντας 3D κύβους αλλάζοντας τις διαστάσεις τους.

Το script του παιχνιδιού χρησιμοποιεί τη Physics.Raycast η οποία επιστρέφει μία Boolean τιμή εάν ο χρήστης έχει ακουμπήσει ένα αντικείμενο της οθόνης. Στην προκειμένη περίπτωση, ελέγχουμε εάν ο χρήστης ακουμπάει τους πλανήτες με μία switch – case η οποία ενημερώνει τους πόντους και τοποθετεί τους πλανήτες σε φορά γύρω από τον Ήλιο.

```

if (Input.touchCount > 0 && Input.touches[0].phase == TouchPhase.Began)
{
    Ray ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.touches[0].position);
    RaycastHit hit;

    if (Physics.Raycast(ray, out hit))
    {
        if (hit.collider != null)
        {
            switch (hit.collider.name.ToString())
            {
                case "Mercury_Planet":
                    if (index == 0)
                    {
                        planet_placement(index, "Mercury", "Mercury_Planet", "");
                        points += 12.5;
                        index++;
                    }
                    else if (GameObject.FindGameObjectWithTag("Shelf") != null)
                    {
                        points -= 2.5;
                    }
                    break;
            }
        }
    }
}
    
```

Σχήμα 5.8 Απόσπασμα κώδικα παιχνιδιού πλανητών.

### **5.5 Επίλογος**

Σε αυτό το κεφάλαιο είδαμε τρία παιχνίδια τα οποία αφορούν την πρώτη ενότητα του βιβλίου «Η Γη ως ουράνιο σώμα». Τα συγκεκριμένα παιχνίδια παρουσιάζουν τα δεδομένα του βιβλίου με έναν ευχάριστο τρόπο ώστε οι μαθητές να διασκεδάσουν μαθαίνοντας.

## Κεφάλαιο 6ο: Το φυσικό περιβάλλον

### 6.1 Εισαγωγή

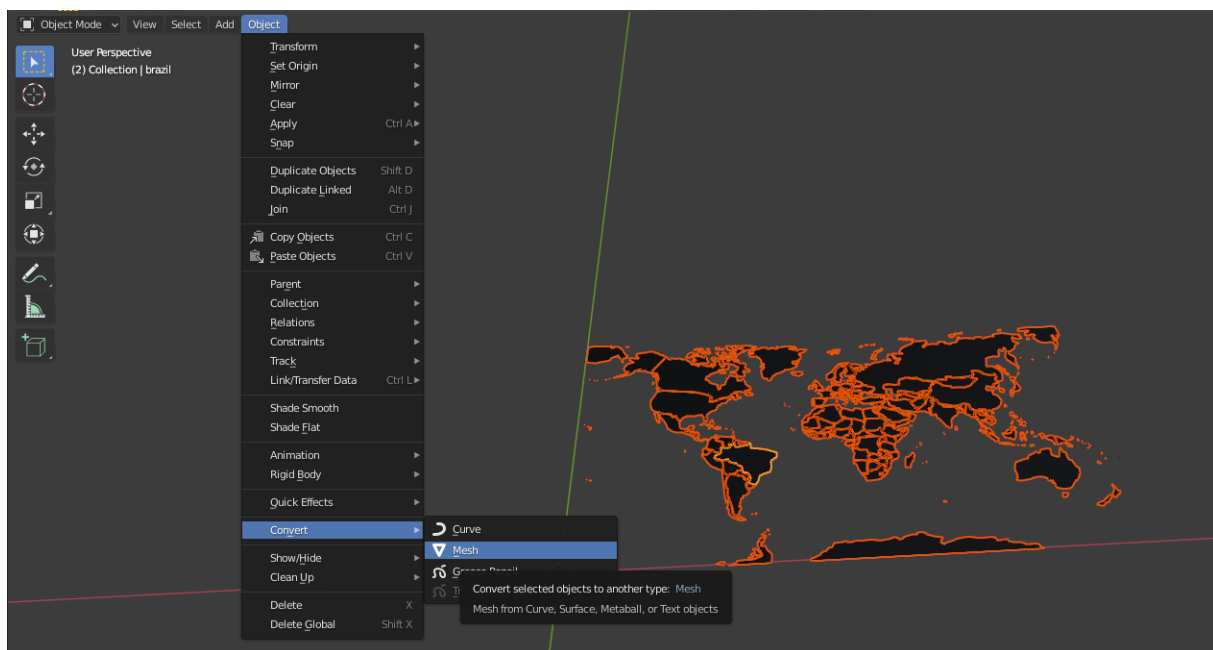
Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στην υλοποίηση της σκηνής που αφορά τη δεύτερη ενότητα του βιβλίου με τίτλο «Το φυσικό περιβάλλον». Η συγκεκριμένη σκηνή κάνει χρήση δύο παιχνιδιών εκ των οποίων το ένα είναι παιχνίδι εκμάθησης των ωκεανών του πλανήτη μας, ενώ το άλλο είναι ένα quiz που καλύπτει με ερωτήσεις όλο το κεφάλαιο.

### 6.2 Παιχνίδι εκμάθησης ωκεανών

Το συγκεκριμένο παιχνίδι δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ταξιδέψει με τη χρήση ενός καραβιού και να ανακαλύψει την τοποθεσία του κάθε ωκεανού του πλανήτη μας ανακαλύπτοντας και μία ενδιαφέρουσα πληροφορία για το συγκεκριμένο ωκεανό.

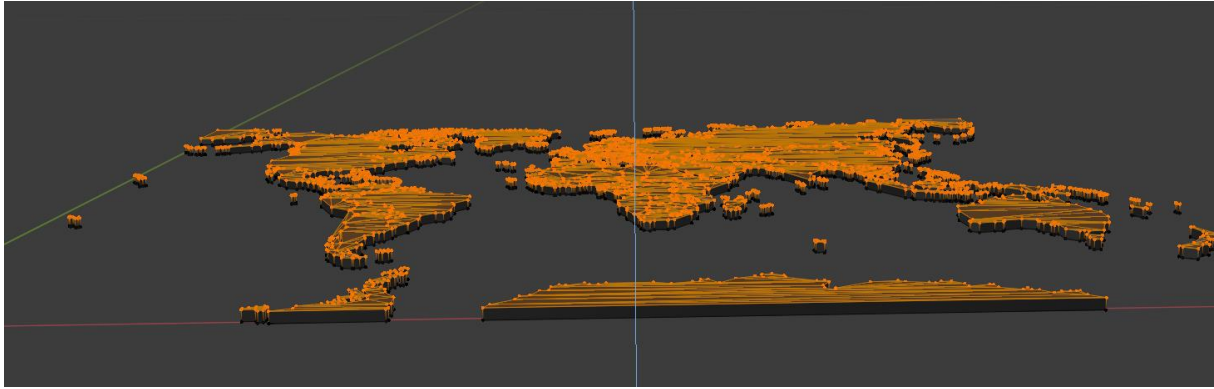
#### 6.2.1 UI

Για τη δημιουργία του παγκόσμιου χάρτη, λήφθηκε ένα SVG και μέσω του προγράμματος Blender μετατράπηκε σε τρισδιάστατο αντικείμενο. Για να γίνει αυτό χρειάστηκε να εισάγουμε το SVG αρχείο στο Blender, πατώντας "A" επιλέγουμε όλα τα αντικείμενα και έπειτα πηγαίνουμε στο Object, Convert, Mesh.



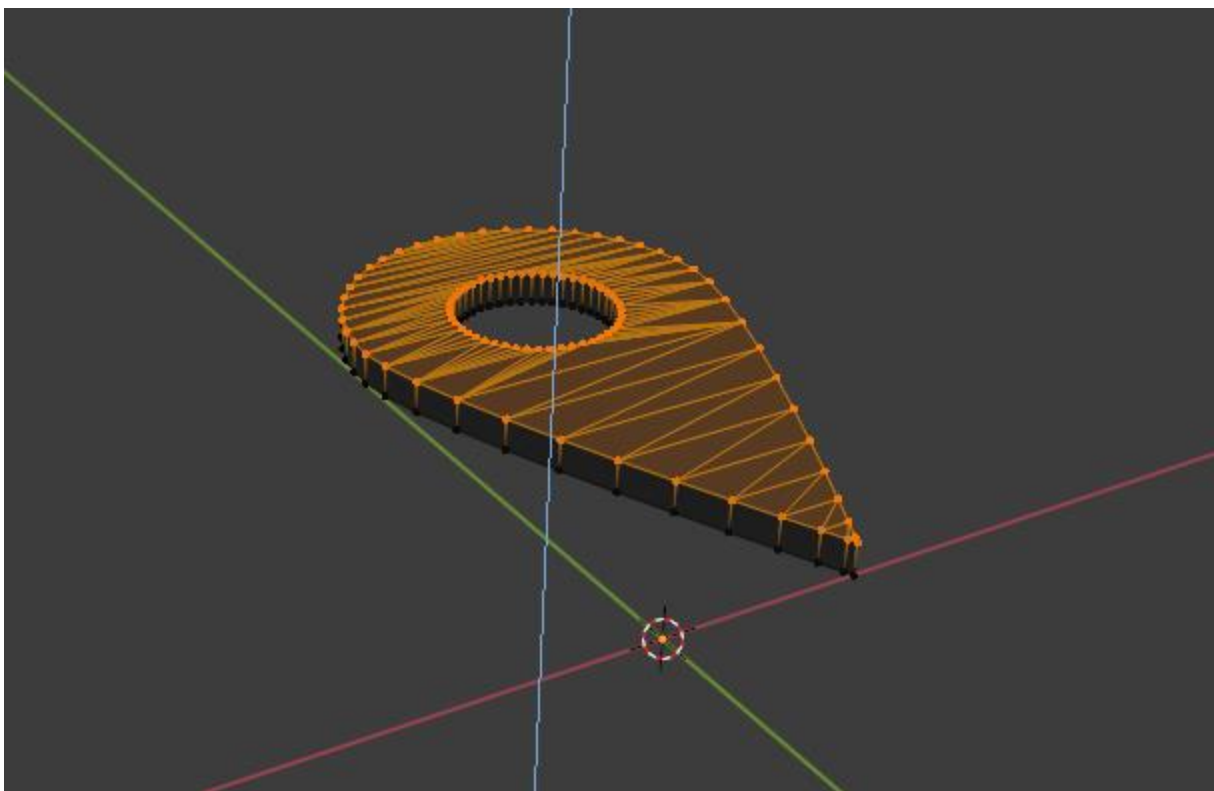
Σχήμα 6.1 Μετατροπή του Vector από Curve σε Mesh.

Έπειτα, πατώντας το "A", επιλέγουμε όλα τα αντικείμενα στη σκηνή. Στη συνέχεια πατώντας το "Tab" μεταφερόμαστε σε Edit Mode και ξαναπατάμε το "A". Τέλος, ενώ βρισκόμαστε σε Edit Mode, πατάμε το "E" (Extrude) και το ανεβάζουμε τόσο ώστε να είμαστε ευχαριστημένοι με το αποτέλεσμα.



Σχήμα 6.2 Μετατροπή του χάρτη από δισδιάστατο σε τρισδιάστατο.

Ακριβώς η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για το σύμβολο των τοποθεσιών.

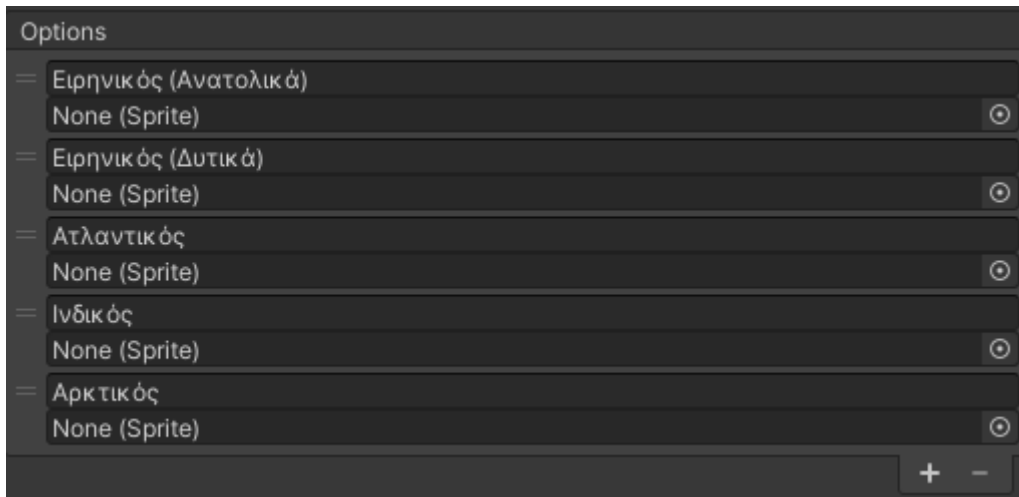


Σχήμα 6.3 Μετατροπή συμβόλου τοποθεσιών από δισδιάστατο σε τρισδιάστατο.

Ένα ακόμη αντικείμενο που συναντάμε στη σκηνή, είναι το καράβι με το οποίο ο χρήστης ταξιδεύει στους ωκεανούς. Το συγκεκριμένο είναι asset που λήφθηκε από το Asset Store με ονομασία “Brig Sloop Sailing Ship”.

Για την επιφάνεια των ωκεανών χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά Plane για τον κάθε ένα, με διαφορετικά χρώματα για να ξεχωρίζουν τα σύνορα τους.

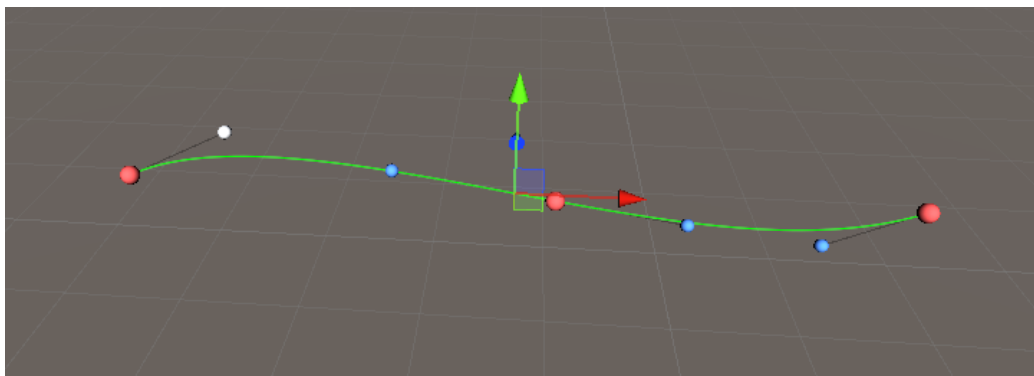
Τέλος, στο συγκεκριμένο παιχνίδι συναντάμε και μία dropdown λίστα την οποία δημιουργήσαμε από το UI μενού του Unity και ως επιλογές περιέχει τους ωκεανούς. Δίπλα της, βρίσκεται το κουμπί το οποίο όταν πατηθεί ξεκινάει το ταξίδι του καραβιού στον επιλεγμένο προορισμό. Όταν το καράβι φτάσει στον προορισμό του, εμφανίζεται μία εικόνα με ένα κείμενο με πληροφορίες που αφορούν τον ωκεανό και εμφανίζεται και το κουμπί της επιστροφής.



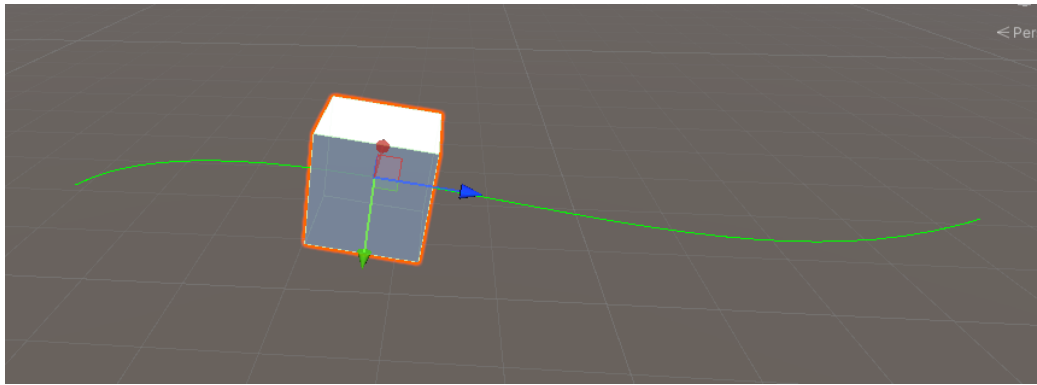
Σχήμα 6.4 Επιλογές της dropdown λίστας.

### 6.2.2 Script

Στο συγκεκριμένο παιχνίδι έχει χρησιμοποιηθεί ένα πολύ ενδιαφέρον asset που περιέχει κάποια script τα οποία είναι πολύ χρήσιμα για την πληθώρα των παιχνιδιών. Το asset ονομάζεται "Bezier Path Creator" και δίνει στον προγραμματιστή τη δυνατότητα να σχεδιάζει διαδρομές μέσα από τη σκηνή πολύ εύκολα και γρήγορα. Με το script Path Creator, τοποθετώντας το σε ένα άδαιο αντικείμενο, δημιουργείται η διαδρομή και μπορεί εύκολα να επεξεργασθεί. Το script Path Follower τοποθετείται στο αντικείμενο που θα ακολουθήσει τη διαδρομή. Ο προγραμματιστής μέσω του Editor θέτει στο Path Follower ως παράμετρο το αντικείμενο που περιέχει τη διαδρομή και το αντικείμενο που φέρει την Path Follower ξεκινάει να την ακολουθεί. Επίσης, υπάρχει και η παράμετρος "End of Path Instruction" στην οποία έχουμε διαλέξει την επιλογή Stop αντί των Reverse, Loop, γιατί θέλουμε το καράβι να ακινητοποιηθεί όταν φτάσει στον προορισμό του.



Σχήμα 6.5 Δημιουργία διαδρομής.



Σχήμα 6.6 Αντικείμενο που ακολουθεί τη διαδρομή.

Στο παιχνίδι, Path Creator script έχουν τοποθετηθεί σε άδεια αντικείμενα που αντιστοιχούν στις διαδρομές από το λιμάνι που έχουμε θέσει προς το σύμβολο τοποθεσίας του κάθε ωκεανού, καθώς και στις διαδρομές από το σύμβολο τοποθεσίας προς το λιμάνι. Το Path Follower script όπως είναι λογικό υπάρχει στο αντικείμενο του καραβιού καθώς αυτό είναι που κάνει τα ταξίδια.

Το script που χειρίζεται όλη τη λειτουργία του παιχνιδιού είναι το Destination, το οποίο φέρει τις μεθόδους `travelTo()` και `backToPort()` οι οποίες καλούνται όταν πατηθεί ένα από τα δύο κουμπιά που αναφέρθηκαν νωρίτερα. Η `travelTo()` διαβάζει την επιλογή του χρήστη από την DropDown λίστα και βρίσκει το αντικείμενο που περιέχει τη διαδρομή που πρέπει να θέσει στο script Path Follower του καραβιού ώστε να ξεκινήσει το ταξίδι. Από την άλλη, η `backToPort()` διαβάζει ποια ήταν η επιλογή του χρήστη και θέτει στο Path Follower του καραβιού τη διαδρομή που θα το επιστρέψει στο λιμάνι. Παράλληλα, στην Update μέθοδο ελέγχεται εάν έρθουν σε επαφή οι collider του καραβιού και κάποιας τοποθεσίας, και αν γίνει αυτό τότε εμφανίζεται το Panel με την πληροφορία για τον συγκεκριμένο ωκεανό.

```
public void travelTo()
{
    Destroy(ship.GetComponent<PathCreation.Examples.PathFollower>());
    ocean_name = OceanList.options[OceanList.value].text;
    ocean_dest = GameObject.FindGameObjectWithTag(ocean_name);
    coll_name = ocean_name + "L";
    locationCollider = GameObject.FindGameObjectWithTag(coll_name).GetComponent<Collider>();
    ocean_path = ocean_dest.GetComponent<PathCreation.PathCreator>();
    ship.AddComponent<PathCreation.Examples.PathFollower>().pathCreator = ocean_path;
}
```

Σχήμα 6.7 Μέθοδος `travelTo()`.

```
public void backToPort()
{
    Destroy(ship.GetComponent<PathCreation.Examples.PathFollower>());
    switch (ocean_name)
    {
        case "Ειρηνικός (Ανατολικά)":
            ocean_name += "Λιμάνι";
            ocean_dest = GameObject.FindGameObjectWithTag(ocean_name);
            ocean_path = ocean_dest.GetComponent<PathCreation.PathCreator>();
            ship.AddComponent<PathCreation.Examples.PathFollower>().pathCreator = ocean_path;
            break;
    }
}
```

Σχήμα 6.8 Απόσπασμα μεθόδου `backToPort()`.

## 6.3 Quiz

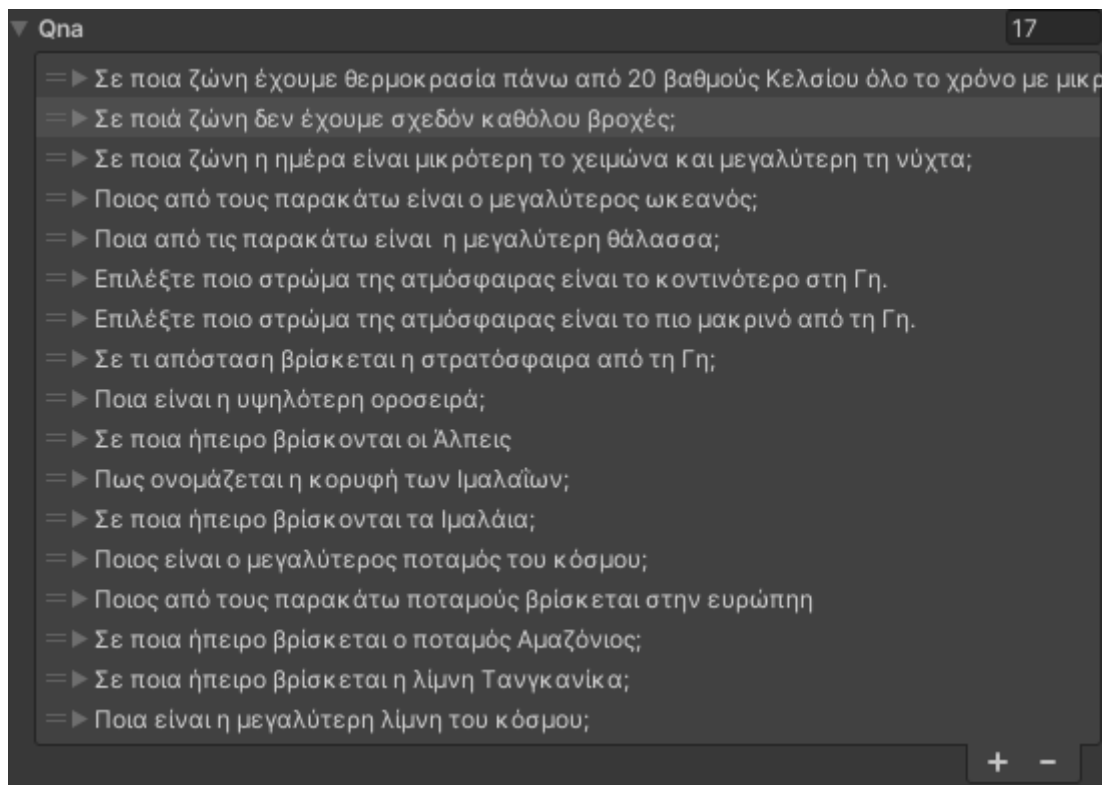
Τα quiz είναι ένας γρήγορος και ενδιαφέρον τρόπος οι μαθητές να αξιολογήσουν τις γνώσεις τους. Το συγκεκριμένο περιέχει 17 ερωτήσεις από τις οποίες ο μαθητής εξετάζεται κάθε φορά σε 10 τυχαίες. Για κάθε σωστή κερδίζει 10 πόντους ενώ για κάθε λανθασμένη του αφαιρούνται 2. Οι πόντοι που έχει κάθε στιγμή εμφανίζονται κάτω δεξιά στην οθόνη και μόλις τελειώσει το ερωτηματολόγιο, εμφανίζεται ένα μήνυμα ανάλογα με το πόσο καλά τα πήγε, όπως συνέβαινε και στο παιχνίδι με τους πλανήτες.

### 6.3.1 UI

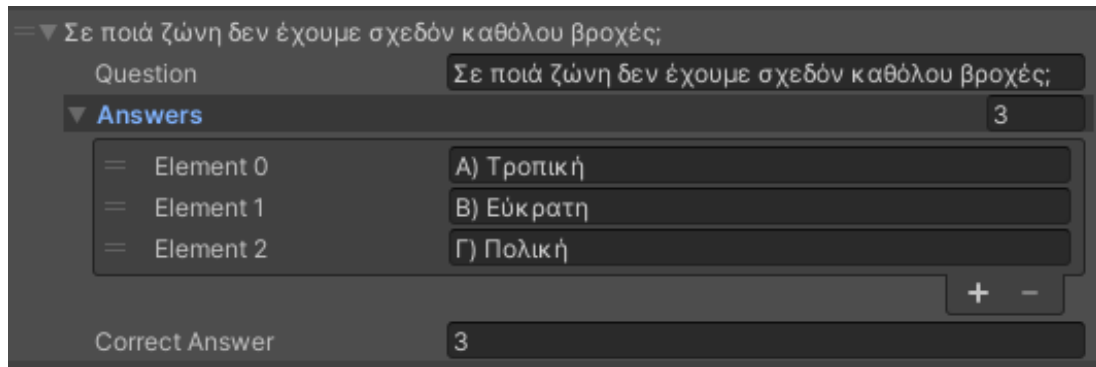
Οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις του quiz εμφανίζονται σε ένα σχολικό πίνακα. Το συγκεκριμένο asset λήφθηκε από το Asset Store και ονομάζεται “School Assets”. Εντός του αντικειμένου του πίνακα έχουμε προσθέσει έναν καμβά με πέντε αντικείμενα τα οποία περιέχουν τα πεδία στα οποία θα εμφανίζονται οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις. Από τα πέντε αυτά αντικείμενα, της ερώτησης είναι ένα απλό TextMeshPro ενώ τα υπόλοιπα είναι κουμπιά που αντιστοιχούν σε απαντήσεις με απενεργοποιημένο το Image ώστε να εμφανίζεται μόνο το κείμενο.

### 6.3.2 Script

Για την υλοποίηση του παιχνιδιού χρειάστηκαν 3 script, το AnswerScript, το QuestionAndAnswers και το QuizManager. Το QuestionAndAnswers είναι το script από το οποίο θα δημιουργήσουμε μία λίστα στο QuizManager και περιέχει ένα string για την ερώτηση, ένα string array με τις απαντήσεις που θα θέσουμε και ένα int για να δηλώσουμε σε ποια θέση του array βρίσκεται η σωστή απάντηση. Στο Σχήμα 6.9 και στο Σχήμα 6.10 βλέπουμε πως μοιάζει η λίστα που δημιουργήσαμε και πως τη διαχειριζόμαστε από τον Editor.



Σχήμα 6.9 Λίστα δημιουργημένη από το QuestionAndAnswers.



Σχήμα 6.10 Διαχείριση λίστας.

Το AnswerScript περιέχει δύο μεθόδους, την Answer() και τη getPoints(). Η πρώτη καλείται όταν πατηθεί ένα από τα κουμπιά των απαντήσεων που αναφέραμε πιο πάνω και ελέγχει αν είναι σωστή ή λάθος η απάντηση. Σε οποιαδήποτε περίπτωση καλεί την μέθοδο correct του QuizManager, στην οποία θα αναφερθούμε στη συνέχεια, και αν είναι σωστή προσθέτει 10 στους πόντους ενώ αν είναι λάθος αφαιρεί 2. Η getPoints() επιστρέφει απλά τους πόντους που έχει μαζέψει ο χρήστης.

Το QuizManager κάνει όλη τη διαχείριση του παιχνιδιού. Το πρώτο που συμβαίνει είναι η κλήση της μεθόδου generateQuestion() η οποία σε μία int μεταβλητή περνάει μία τυχαία τιμή από 0 έως το μέγεθος της λίστας μας, στη συνέχεια τοποθετεί την ερώτηση αυτού του στοιχείου της λίστας στο αντικείμενο που φέρει το πεδίο της ερώτησης το οποίο αναφέραμε νωρίτερα και τέλος καλεί τη μέθοδο setAnswers(). Σε αυτή τη μέθοδο, μέσα σε μία λούπα for, αρχικοποιούνται όλες οι επιλογές απαντήσεων ως λανθασμένες, στη συνέχεια τοποθετούνται οι απαντήσεις στα πεδία κειμένου των κουμπιών και έπειτα γίνεται έλεγχος για το ποιο πεδίο περιέχει τη σωστή απάντηση. Επειδή κάποιες ερωτήσεις περιέχουν 4 ενώ άλλες περιέχουν 3 απαντήσεις, χρησιμοποιείται μία try – catch και σε περίπτωση που οι απαντήσεις είναι 3, απενεργοποιείται το τελευταίο κουμπί γι' αυτή την ερώτηση.

Τέλος, η μέθοδος correct() του QuizManager που καλείται από την AnswerScript, αυξάνει κατά ένα την ακέραια μεταβλητή – δείκτη που έχουμε ορίσει ως μετρητή των πόσων ερωτήσεων έχουμε εμφανίσει στο παιχνίδι. Έπειτα, αφαιρεί την παρούσα ερώτηση από τη λίστα εφόσον απαντηθεί και ελέγχει εάν ο αριθμός των ερωτήσεων έχει ξεπεράσει το 10. Εάν δεν τον ξεπέρασε, καλεί ξανά τη μέθοδο generateQuestion(), αλλιώς εμφανίζει το μήνυμα με τους πόντους και το πως τα πήγε ο παίκτης και ένα κουμπί εάν ο παίκτης επιθυμεί να ξαναπροσπαθήσει.

```

for (int i = 0; i < options.Length; i++)
{
    options[i].GetComponent<AnswerScript>().isCorrect = false;
    options[i].SetActive(true);
    try {
        options[i].transform.GetChild(0).GetComponent<TextMeshProUGUI>().text = Qna[currentQuestion].Answers[i];
    }
    catch
    {
        options[i].SetActive(false);
    }
    if(Qna[currentQuestion].CorrectAnswer == i + 1)
    {
        options[i].GetComponent<AnswerScript>().isCorrect = true;
    }
}

```

Σχήμα 6.11 Μέθοδος setAnswers().

```

index++;
Qna.RemoveAt(currentQuestion);
if (index < 10)
{
    generateQuestion();
}
else
{
    points = ob.getPoints();
    reload.gameObject.SetActive(true);
    Destroy(GameObject.FindGameObjectWithTag("Board"));
    message();
    canv.GetComponent<Canvas>().enabled = true;
}
points = ob.getPoints();
mypoints.text = points.ToString();

```

Σχήμα 6.12 Μέθοδος correct().

## 6.4 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο είδαμε δύο παιχνίδια τα οποία αφορούν τη δεύτερη ενότητα του βιβλίου «Το φυσικό περιβάλλον». Τα συγκεκριμένα παιχνίδια περιέχουν ταξίδι με καράβι ώστε ο μαθητής να μάθει που βρίσκονται οι ωκεανοί και μερικά πράγματα γι'αυτούς, όπως και quiz για να ελέγξει τις γνώσεις τους στα περιεχόμενα του κεφαλαίου.



## Κεφάλαιο 7ο: Η Γη ως χώρος ζωής του ανθρώπου

### 7.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στην υλοποίηση της σκηνης που αφορά την τρίτη ενότητα του βιβλίου με τίτλο «Η Γη ως χώρος ζωής του ανθρώπου». Στη συγκεκριμένη σκηνή βρίσκονται τρία περιεχόμενα προς εξερεύνηση. Το ένα είναι η τρισδιάστατη προβολή ενός χάρτη του βιβλίου σχετικού με την κατανομή της πυκνότητας του πληθυσμού στον πλανήτη, το άλλο είναι ένας χάρτης σχετικός με τον πληθυσμό των ηπείρων της Γης ανά τα χρόνια και τέλος υπάρχει ένα κουίζ που καλύπτει με ερωτήσεις τα κεφάλαια 20-23 της τρίτης ενότητας.

### 7.2 Χάρτης κατανομής πυκνότητας πληθυσμού

Κοιτώντας την Εικόνα 18.1 του σχολικού βιβλίου, θα παρατηρήσουμε τον χάρτη πυκνότητας πληθυσμού της Γης. Στο κάτω αριστερό μέρος, βρίσκονται οι κατηγοριοποιήσεις του χάρτη ανάλογα με τον πληθυσμό ανά τ.μ. ενώ ο χάρτης είναι ζωγραφισμένος με τα σχετικά χρώματα ανάλογα σε ποια κατηγορία ανήκει.

#### 7.2.1 UI

Για την υλοποίηση του τρισδιάστατου χάρτη της πυκνότητας του πληθυσμού, χρησιμοποιήθηκε το τρισδιάστατο αντικείμενο του χάρτη που η δημιουργία του αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, βλ. Σχήμα 6.2. Το μόνο που επεξεργάστηκε στο συγκεκριμένο αντικείμενο είναι ο χρωματισμός των χωρών ώστε να είναι ανάλογος της κατηγοριοποίησης και έγινε με τη χρήση των Materials. Επίσης, εντός ενός καμβά δημιουργήθηκαν οι κατηγοριοποιήσεις που αποτελούνται από εικόνες (χρώμα κατηγοριοποίησης) και κείμενο (αριθμοί κατηγοριοποίησης).

#### 7.2.2 Script

Το συγκεκριμένο περιεχόμενο είναι απλά οπτικό και δεν κάνει χρήση κάποιου script, απλά παρουσιάζει μία πληροφορία του βιβλίου σε τρισδιάστατη μορφή.

### 7.3 Χάρτης πληθυσμού ηπείρων της Γης ανά τα χρόνια

Κοιτώντας την Εικόνα 18.3 του σχολικού βιβλίου, εμφανίζεται ένας χάρτης αρχικά λευκός κατά κύριο λόγο με εξαίρεση το κομμάτι της Ασίας το οποίο φέρει το χρώμα λαχανί. Ο συγκεκριμένος χάρτης αντικατοπτρίζει τον πληθυσμό των ηπείρων της Γης ανά συγκεκριμένες χρονολογίες. Η δημιουργία του βασίστηκε στα δεδομένα του πίνακα πληθυσμού της Γης που βρίσκεται στη σελίδα 66 του σχολικού βιβλίου.

#### 7.3.1 UI

Το αντικείμενο του τρισδιάστατου χάρτη είναι αυτό που αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, βλ. Σχήμα 6.2. Μέσα σε έναν καμβά έχουμε επίσης δημιουργήσει τις κατηγοριοποιήσεις με εικόνες και κείμενο ανάλογα τον αριθμό του πληθυσμού. Επίσης, στον καμβά έχει δημιουργηθεί και ένας ολισθητής (Slider) ώστε ο χρήστης να περιηγείται στις υπάρχουσες χρονολογίες για να βλέπει τις αλλαγές που συμβαίνουν πάνω στο χάρτη. Στο Inspector Menu του ολισθητή έχουμε θέσει direction από αριστερά προς τα δεξιά (left to right), ελάχιστη τιμή (min value) το 0 και μέγιστη τιμή (max value) το 9, καθώς και έχουμε επιλέξει την επιλογή Whole Numbers ώστε οι μεταβάσεις στη θέση του ολισθητή να γίνονται

με ακέραιες τιμές. Διαλέξαμε αυτά τα νούμερα γιατί οι χρονολογίες για τις οποίες έχουμε δεδομένα είναι 10 και τον τρόπο με τους ακέραιους αριθμούς για ευκολότερη διαχείριση μέσα από το script που θα δούμε παρακάτω.

### 7.3.2 Script

Για την υλοποίηση αυτού του παιχνιδιού, έχει χρησιμοποιηθεί το script PopulationManager. Το συγκεκριμένο script περιέχει τη μέθοδο paintAll() η οποία καλείται όταν αλλάξει η τιμή του ολισθητή. Η συγκεκριμένη μέθοδος καλεί μία άλλη μέθοδο, την paintCont() η οποία παίρνει ως παράμετρο την ακέραια τιμή της θέσης του ολισθητή. Η paintCont() με τη χρήση ενός διδιάστατου πίνακα που περιέχει τον πληθυσμό ανά έτος, ελέγχει τον πληθυσμό για κάθε ήπειρο και καλεί την setContColor() ώστε να τη χρωματίσει με το κατάλληλο material. Η setContColor() παίρνει ως παραμέτρους το όνομα της ηπείρου, το οποίο βρίσκεται σε μία public λίστα και ορίζεται μέσα από τον Editor και το material που θα χρησιμοποιηθεί το οποίο και αυτό βρίσκεται σε μία public λίστα και ορίζεται μέσα από τον Editor. Στη συγκεκριμένη μέθοδο θέτονται τα material στα αντικείμενα – παιδιά (χώρες) της κάθε ηπείρου.



Σχήμα 7.1 Μορφή αντικειμένου παγκόσμιου χάρτη.

```
float currentSliderValue = slider.value;
switch (currentSliderValue)
{
    case 0:
        paintCont((int)currentSliderValue);
        break;
    case 1:
        paintCont((int)currentSliderValue);
        break;
    case 2:
        paintCont((int)currentSliderValue);
        break;
}
```

Σχήμα 7.2 Απόσπασμα κώδικα paintAll().

```
if(popul[val, i] <= 400)
{
    setContColor(Continents[i].name, Materials[0]);
}
else if(popul[val, i] <= 800)
{
    setContColor(Continents[i].name, Materials[1]);
}
```

Σχήμα 7.3 Απόσπασμα κώδικα paintCont().

```
for (int j = 0; j <= GameObject.FindGameObjectWithTag(continent).transform.childCount; j++)
{
    GameObject.FindGameObjectWithTag(continent).transform.GetChild(j).GetComponent<MeshRenderer>().material = mat;
}
```

Σχήμα 7.4 Απόσπασμα κώδικα setContColor().

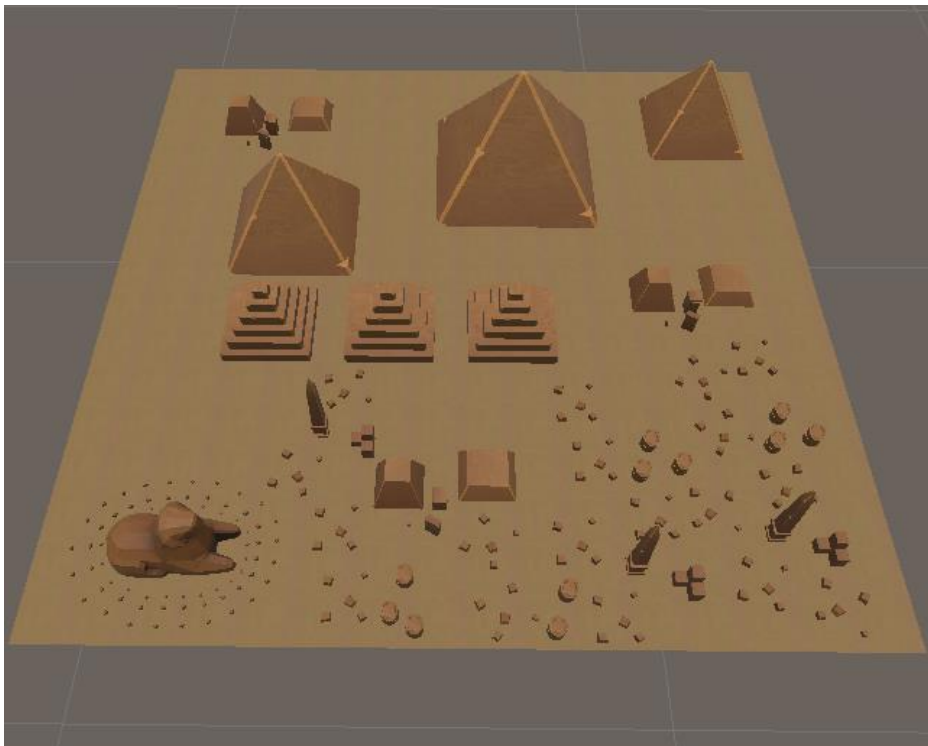
## 7.4 Quiz

Τελευταίο παιχνίδι του κεφαλαίου, όπως και στο προηγούμενο, είναι ένα ερωτηματολόγιο αρκετά παρόμοιας μορφής αλλά με διαφορετικό στυλ απάντησης. Αντί για τις κλασικές απαντήσεις σε μορφή κειμένου, αυτή τη φορά ο χρήστης θα πρέπει να απαντήσει επιλέγοντας ως απάντηση μία από τις διαθέσιμες περιοχές (Πολική, Έρημο, Εύκρατη, Τροπική). Οι διαθέσιμες ερωτήσεις είναι 14 και επιλέγονται 10 με τυχαία σειρά κάθε φορά για τη διεκπεραίωση του ερωτηματολογίου. Κάθε σωστή απάντηση αντιστοιχεί σε 10 πόντους, ενώ για κάθε λανθασμένη απάντηση αφαιρούνται 2,5.

### 7.4.1 UI

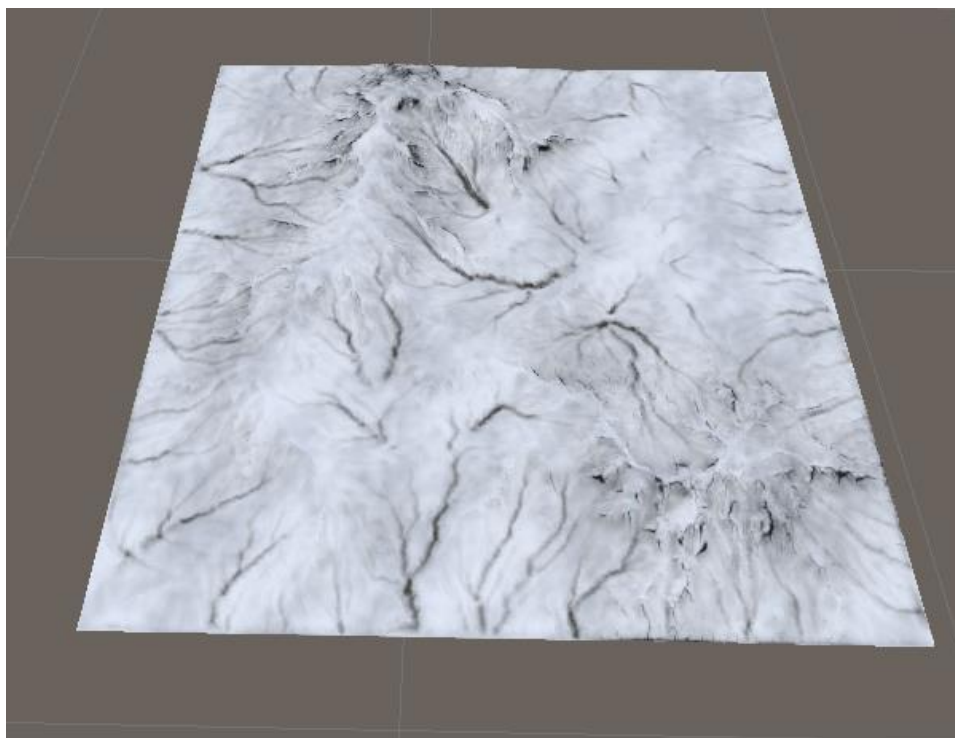
Η μόνη διαφορά με το quiz της προηγούμενης σκηνής από άποψη UI, βρίσκεται στις επιλογές απαντήσεων καθώς τώρα δε χρησιμοποιούνται κουμπιά, αλλά τρισδιάστατα αντικείμενα για την αναπαράσταση των περιοχών.

Αρχικά, δημιουργήθηκε η περιοχή της ερήμου στην οποία πάνω σε ένα Plane προσθέσαμε αντικείμενα όπως πυραμίδες, πέτρες κ.α. Τα αντικείμενα αυτά συμπεριλαμβάνονται στο πακέτο “Desert Kits 64 Sample” το οποίο λήφθηκε από το Unity Asset Store.



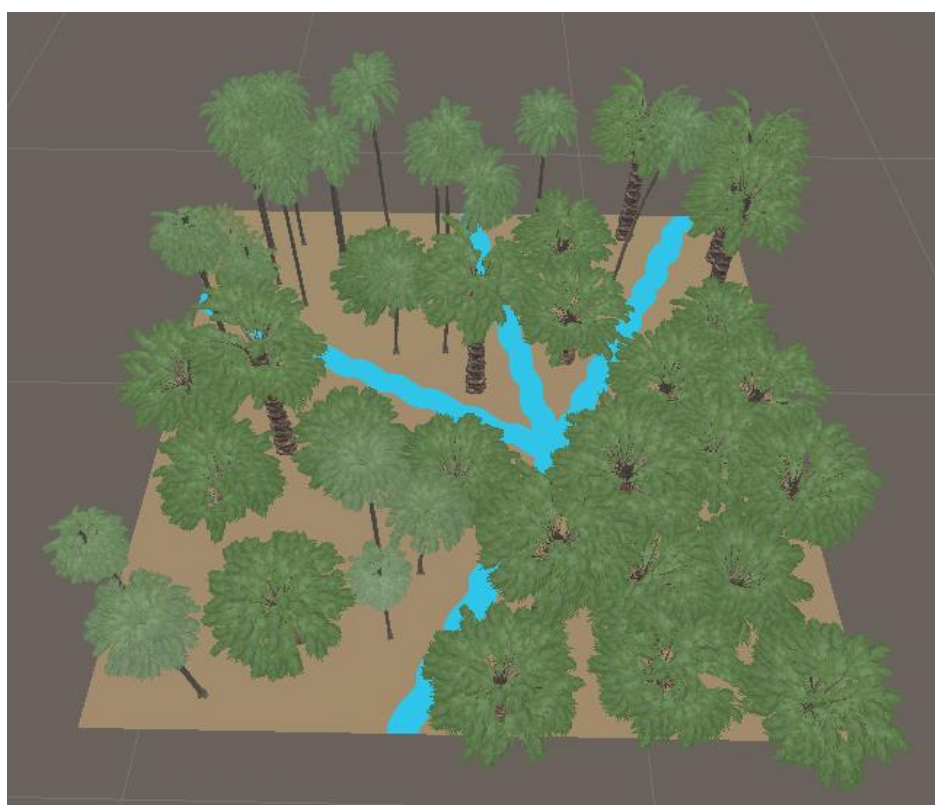
Σχήμα 7.5 Περιοχή ερήμου.

Έπειτα, υλοποιήθηκε η πολική περιοχή. Σε αυτήν την περιοχή χρησιμοποιήθηκε το πακέτο “Winter Mountains and Stamps”, το οποίο μεταξύ άλλων περιέχει και χιονισμένα βουνά. Η λήψη του έγινε επίσης από το Unity Asset Store.



Σχήμα 7.6 Πολική περιοχή.

Τρίτη περιοχή που υλοποιήθηκε είναι αυτή του τροπικού δάσους. Επάνω σε ένα κεντρικό Plane, χρησιμοποιήθηκαν μικρότερα, τοποθετώντας τα σε διάφορες γωνίες και τοποθεσίες ώστε να σχηματιστεί ένα ποτάμι και γύρω από το ποτάμι υπάρχουν δέντρα. Το πακέτο που περιέχει τα δέντρα λήφθηκε από το Unity Asset Store και ονομάζεται “Palm Tree Pack Free”.



Σχήμα 7.7 Τροπική περιοχή.

Τελευταία περιοχή που δημιουργήθηκε είναι η εύκρατη. Η συγκεκριμένη περιοχή υλοποιήθηκε ως πόλη, συμπεριλαμβάνοντας αντικείμενα όπως σπίτια, δρόμους, φανάρια, ταμπέλες και φώτα δρόμων. Σε αυτήν την περιοχή χρησιμοποιήθηκαν τα πακέτα “House Pack” για τα σπίτια και “FREE Traffic Essentials Asset Pack” για τις σημάσεις. Οι δρόμοι υλοποιήθηκαν με τη χρήση Plane που φέρουν το material “Road” το οποίο υπάρχει στο πακέτο “Bezier Path Creator”.



Σχήμα 7.8 Εύκρατη περιοχή.

#### 7.4.2 Script

Τα script που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση αυτού του quiz, είναι κατά 99% ίδια με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η μόνη διαφορά είναι ότι στο quiz του προηγούμενου κεφαλαίου χρησιμοποιείται κείμενο για τις απαντήσεις (δηλαδή string μεταβλητές), ενώ σε αυτό χρησιμοποιούνται αντικείμενα (GameObject). Κατά τ'άλλα οι λειτουργίες είναι ακριβώς οι ίδιες.

#### 7.5 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο είδαμε τρία παιχνίδια τα οποία αφορούν την τρίτη ενότητα του βιβλίου «Η Γη ως χώρος ζωής του ανθρώπου». Τα συγκεκριμένα παιχνίδια περιέχουν τρισδιάστατη προβολή κάποιων χαρτών του βιβλίου, με δυνατότητα περιήγησης στο ένα σε χρονολογίες και εναλλαγές χρωματισμού του χάρτη ανάλογα με τα εκάστοτε δεδομένα ώστε οι μαθητές να μάθουν την εξέλιξη του ανθρώπινου πληθυσμού των ηπείρων ανά τα χρόνια. Επίσης, υπάρχει και ένα ερωτηματολόγιο όπως στο προηγούμενο κεφάλαιο το οποίο θα δοκιμάσει τις γνώσεις των μαθητών σε συγκεκριμένα κεφάλαια της ενότητας.



## Κεφάλαιο 8ο: Οι ήπειροι

### 8.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στην υλοποίηση της σκηνής που αφορά την τέταρτη ενότητα του βιβλίου με τίτλο «Οι ήπειροι». Η συγκεκριμένη σκηνή κάνει χρήση ενός παιχνιδιού το οποίο αφορά ταξίδια σε διάφορες προεπιλεγμένες χώρες με τη χρήση ενός αερόστατου. Επιλέγοντας κάποια από τις διαθέσιμες χώρες, ο μαθητής θα μαθαίνει και κάποιες πληροφορίες γι' αυτή.

### 8.2 Παιχνίδι ταξιδιού

Το τελευταίο παιχνίδι που θα συναντήσουμε στην εφαρμογή είναι αυτό του ταξιδιού με αερόστατο. Ο μαθητής, έχει τη δυνατότητα μέσω μίας λίστας να επιλέξει μία από τις διαθέσιμες χώρες και να δει το αερόστατο να ταξιδεύει από την τοποθεσία που βρίσκεται προς εκείνη τη χώρα. Όταν φτάσει στον προορισμό του, εμφανίζεται ένα πάνελ με πληροφορίες όπως είναι η σημαία της χώρας, η πρωτεύουσα, ο πληθυσμός, καθώς και κάποιες φωτογραφίες αξιοθέατων. Με αυτόν τον τρόπο, ο μαθητής μαθαίνει χρήσιμες πληροφορίες για πολλές χωρές, όπως επίσης μαθαίνει την τοποθεσία τους στο χάρτη.

#### 8.2.1 UI

Το παιχνίδι του ταξιδιού αρχικά χρησιμοποιεί σαν χάρτη το ίδιο τρισδιάστατο αντικείμενο που υπήρξε και στις δύο προηγούμενες ενότητες. Για το αερόστατο έχει χρησιμοποιηθεί το ίδιο αντικείμενο που χρησιμοποιήθηκε και στο αρχικό μενού και βρίσκεται στο πακέτο “3D Air Balloon”. Τα αντικείμενα των τοποθεσιών είναι επίσης ίδια με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στο παιχνίδι της δεύτερης ενότητας του βιβλίου και η δημιουργία τους φαίνεται στο Σχήμα 6.3. Από κει και πέρα, μέσα σε έναν καμβά συναντάμε μία λίστα (Dropdown) η οποία περιέχει τις διαθέσιμες χώρες για επιλογή και δίπλα ένα κουμπί το οποίο εκτελεί το ταξίδι στην επιλεγμένη χώρα. Τέλος, το panel που εμφανίζεται όταν το αερόστατο φτάσει στον προορισμό περιέχει δύο images (σημαία, αξιοθέατα), 5 κείμενα (όνομα χώρας, πληθυσμός, αριθμός πληθυσμού, πρωτεύουσα, όνομα πρωτεύουσας) και ένα κουμπί εξόδου στο πάνω δεξί μέρος του panel.



Σχήμα 8.1 Panel πληροφοριών χώρας.

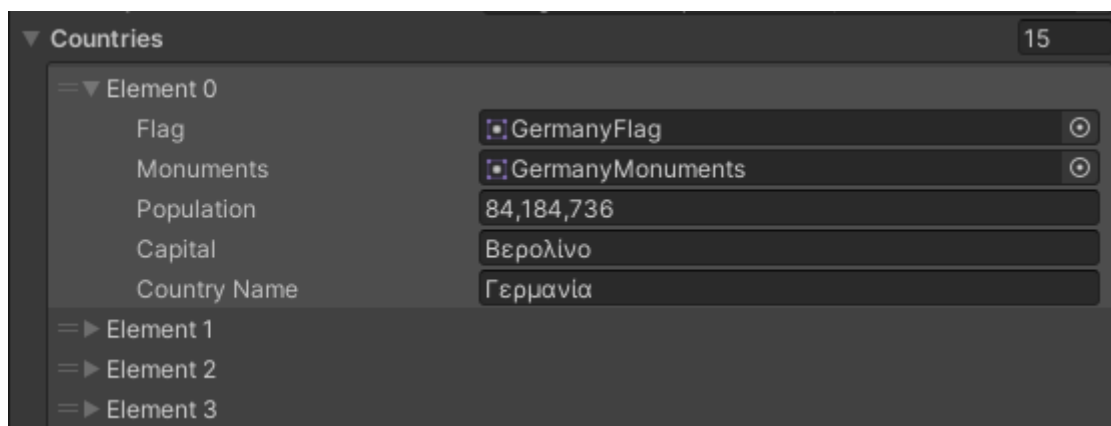
### 8.2.2 Script

Για την υλοποίηση του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκαν τα script Travel και Location. Στο πρώτο, χρησιμοποιείται μία μεταβλητή τύπου Transform (συστατικό αντικειμένων που περιέχει την τοποθεσία τους, την περιστροφή τους και την κλίμακα τους) ώστε να θέσουμε τις συντεταγμένες της τοποθεσίας και μία float μεταβλητή που χρησιμοποιούμε για την ταχύτητα του αερόστατου. Στη συνέχεια, μέσα στην Update(), μετακινεί το αντικείμενο που φέρει το script στις συντεταγμένες του αντικειμένου που θέσαμε στη μεταβλητή target (τύπου Transform), κάνοντας χρήση της Vector3.MoveTowards().

```
public Transform target;
public float speed;
Unity Message | 0 references
void Update()
{
    float step = speed * Time.deltaTime;
    transform.position = Vector3.MoveTowards(transform.position, target.position, step);
}
```

Σχήμα 8.2 Script Travel.

Το Location περιέχει τη μέθοδο goToCountry(), η οποία καλείται όταν πατηθεί το κουμπί «Ταξιδέψτε». Μόλις κληθεί, παίρνει το όνομα που είναι επιλεγμένο στη λίστα, βρίσκει το αντικείμενο (χώρα) που φέρει αυτό το Tag και ορίζει στη μεταβλητή target του script Travel, η οποία υπάρχει στο αερόστατο, το αντικείμενο ώστε το αερόστατο να ταξιδέψει προς εκείνη την κατεύθυνση. Στη συνέχεια, μέσα στην Update() ελέγχεται αν ο collider του αερόστατου συγκρουστεί με τον collider της τοποθεσίας και όταν γίνει αυτό καλεί τη μέθοδο setPanel() η οποία ορίζει τις κατάλληλες εικόνες και τα κατάλληλα κείμενα που θα εμφανιστούν στο panel. Όλα τα συστατικά του panel για κάθε χώρα, έχουν οριστεί μέσω του editor σε μία λίστα, με όνομα countries, που δημιουργείται μέσω του script Location.



Σχήμα 8.3 Λίστα countries.

Για τη σωστή επιλογή των πληροφοριών το πρόγραμμα μας ελέγχει το όνομα της χώρας που επιλέχθηκε από το Dropdown και το συγκρίνει με τα ονόματα που υπάρχουν στη λίστα. Όταν το αποτέλεσμα που επιστραφεί είναι true, τότε θέτει τα κατάλληλα συστατικά στα πεδία του panel και εμφανίζει τις πληροφορίες.

```

public void goToCountry()
{
    country = dd.options[dd.value].text;
    countryTarget = GameObject.FindGameObjectWithTag(country);
    bal.GetComponent<Travel>().target = countryTarget.transform;
}

```

Σχήμα 8.4 Μέθοδος goToCountry().

```

countryCollider = countryTarget.GetComponent<Collider>();
if (balloonCollider.bounds.Intersects(countryCollider.bounds))
{
    if (state == true)
    {
        setPanel();
        panel.SetActive(true);
        state = false;
    }
}
else
{
    panel.SetActive(false);
    state = true;
}

```

Σχήμα 8.5 Κώδικας της Update().

```

for (int i = 0; i < Countries.Count; i++)
{
    if (Countries[i].countryName.Equals(country))
    {
        countryName.text = Countries[i].countryName.ToUpper();
        flag.GetComponent<Image>().sprite = Countries[i].flag;
        Monuments.GetComponent<Image>().sprite = Countries[i].Monuments;
        population.text = Countries[i].population;
        capital.text = Countries[i].capital;
    }
}

```

Σχήμα 8.6 Κώδικας μεθόδου setPanel().

### 8.3 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο είδαμε ένα παιχνίδι το οποίο αφορά την τέταρτη και τελευταία ενότητα του βιβλίου «Οι ήπειροι». Το συγκεκριμένο παιχνίδι περιείχε τη δυνατότητα ταξιδιού μέσω αερόστατου σε διάφορες χώρες. Με αυτό τον τρόπο, ο μαθητής μαθαίνει χρήσιμες πληροφορίες για πολλές χώρες, όπως επίσης μαθαίνει και την τοποθεσία τους στο χάρτη.



## Κεφάλαιο 9ο: Πείραμα

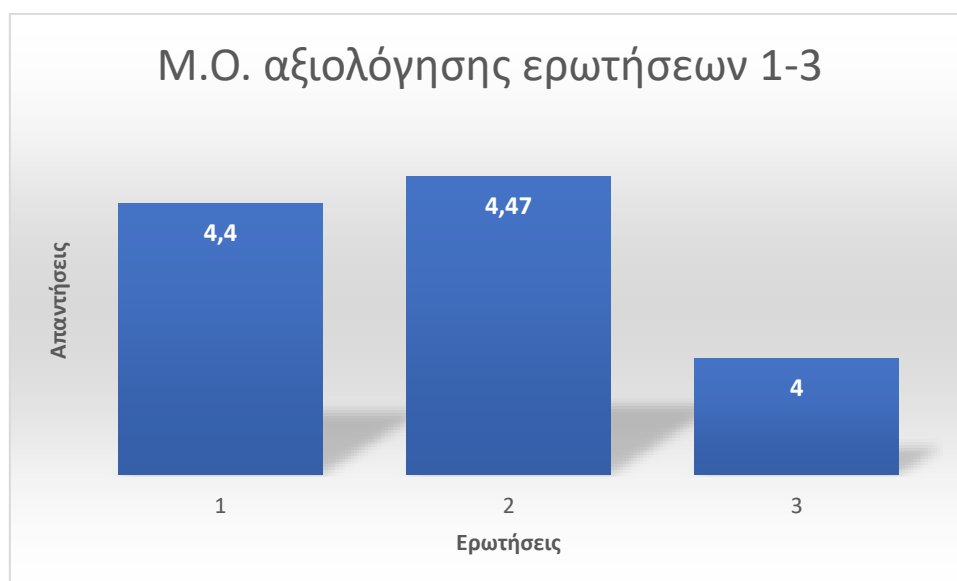
Στις 08/06/2022 πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα ανάμεσα σε φοιτητές. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι φοιτητές έπαιξαν το παιχνίδι που αναλύεται στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο της Δ.Ε. και στο τέλος αξιολόγησαν την εμπειρία τους απαντώντας το ερωτηματολόγιο που μπορείτε να δείτε στο Παράρτημα Α. Συνολικά συμμετείχαν 43 φοιτητές, εκ των οποίων 38 ήταν αρσενικού και 5 θηλυκού γένους. Το σύνολο των απαντήσεων βρίσκεται στα κουτάκια της κάθε ερώτησης του ερωτηματολογίου. Η διαβάθμιση των απαντήσεων ξεκινάει από το 1 (Διαφωνώ απόλυτα) και καταλήγει στο 5 (Συμφωνώ απόλυτα).

### 9.1 Σκοπός

Σκοπός του πειράματος ήταν ο έλεγχος της λειτουργικότητας του παιχνιδιού, το πόσο ενδιαφέρον είναι, το αν είναι εύκολη η χρήση του ή απαιτεί άλλες γνώσεις πρώτου κάποιος το παίζει, καθώς και αν ανταποκρίνεται σε αυτά που περιμένει ο χρήστης.

### 9.2 Αξιολόγηση

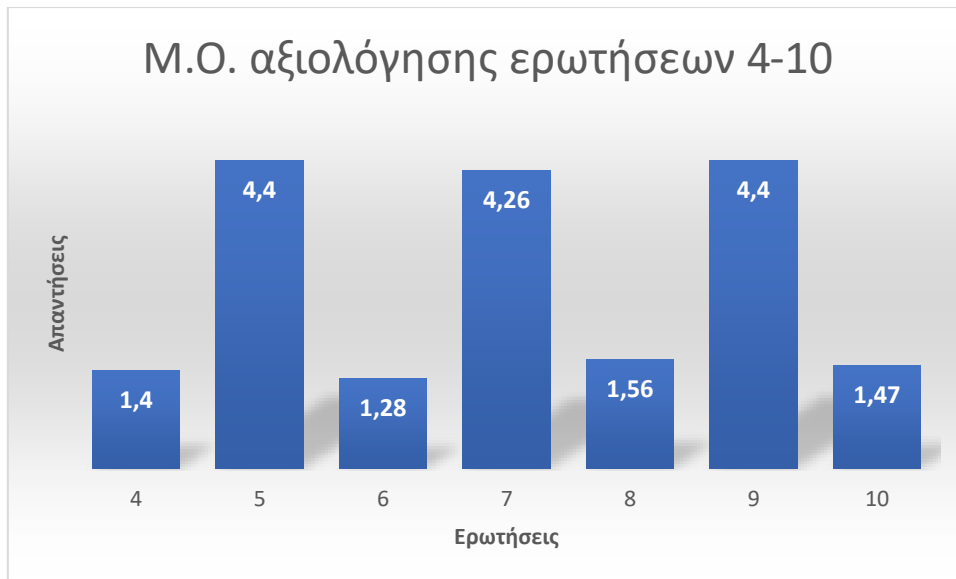
Αρχικά, βλέποντας τις απαντήσεις στα τρία πρώτα ερωτήματα, παρατηρούμε ότι και οι τρεις σημείωσαν κατά μέσο όρο (mean) βαθμολογία μεγαλύτερη – ίση του 4 (Συμφωνώ), καθώς και το νούμερο που εμφανίζεται περισσότερο (mode) είναι το 5 (Συμφωνώ απόλυτα). Συνεπώς, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι χρήστες θεώρησαν το συγκεκριμένο παιχνίδι ενδιαφέρον, ότι θα άρεσε στους μαθητές για τους οποίους προορίζεται καθώς και ότι θα ήθελαν σε μεγάλο βαθμό να το χρησιμοποιούν συχνά.



Σχήμα 9.1 Διάγραμμα ερωτήσεων 1-3. Άξονες: X (Αριθμός ερώτησης), Y (Μ.Ο. αξιολόγησης).

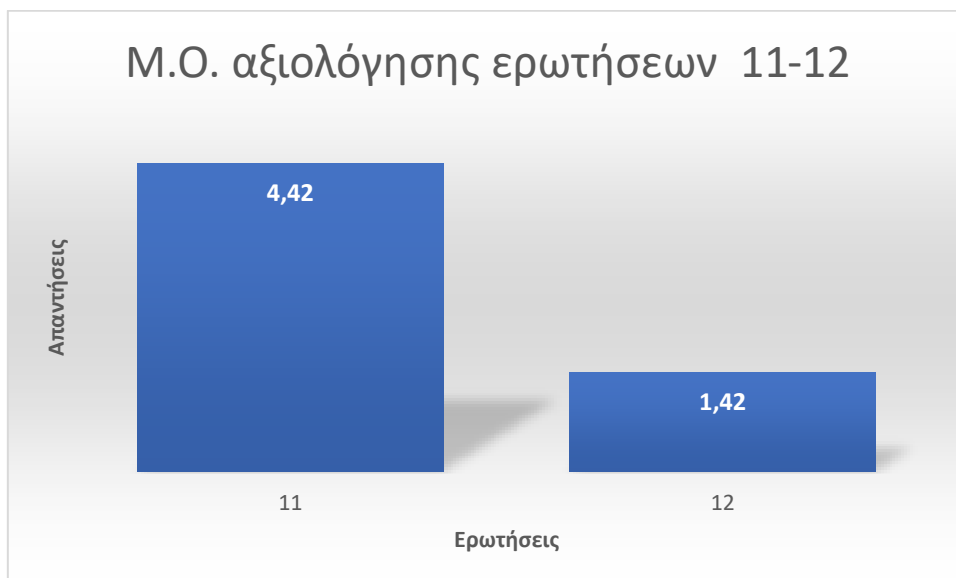
Προχωρώντας και λαμβάνοντας υπόψη τις ερωτήσεις 4 έως 10 μπορούμε να βγάλουμε το συμπέρασμα ότι το παιχνίδι ήταν πολύ εύκολο στη χρήση του και κατανόητο, ανταποκρινόταν σε αυτά που περίμενε ο χρήστης και δε δημιουργήθηκαν προβλήματα κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Πιο συγκεκριμένα στις ερωτήσεις (5,7,9) που αφορούν αν το παιχνίδι ήταν καλά οργανωμένο και εύκολο στη χρήση, οι βαθμολογίες που λήφθηκαν ήταν κατά μέσο όρο μεγαλύτερες του 4 όπως επίσης και η πιο συχνά εμφανιζόμενη βαθμολογία για τις ερωτήσεις 5 και 9 ήταν η βαθμολογία 5, ενώ για την ερώτηση 7 ήταν η βαθμολογία 4. Στις ερωτήσεις (4,6,8,10) που έχουν να κάνουν με το αν το παιχνίδι ήταν περίπλοκο

και δύσκολο στη χρήση, αν οι λειτουργίες δεν ανταποκρίνονται σε αυτό που περιμένει ο χρήστης και αν θα χρειαζόταν κάποιος να τους δείξει πως λειτουργεί, ο μέσος όρος της βαθμολογίας ήταν κάτω από 2 (Διαφωνώ) και κοντά στο 1 (Διαφωνώ απόλυτα) καθώς και η πιο συχνά εμφανιζόμενη απάντηση για όλες τις ερωτήσεις ήταν η απάντηση 1.



Σχήμα 9.2 Διάγραμμα ερωτήσεων 4-10. Άξονες: X (Αριθμός ερώτησης), Y (Μ.Ο. αξιολόγησης).

Τέλος, φτάνοντας στις ερωτήσεις 11 και 12, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι χρήστες ένιωσαν μεγάλη σιγουριά εκτελώντας κάθε βήμα του παιχνιδιού και θεώρησαν ότι δε χρειάζονται κάποιες περαιτέρω γνώσεις για να παίξουν. Σύμφωνα με τις απαντήσεις, η ερώτηση 11 που αφορούσε το πόσο σίγουροι αισθάνονται κατά τη χρήση του παιχνιδιού, σημείωσε μέσο όρο μεγαλύτερο του 4 και κοντά στο 5, ενώ η ερώτηση 12 που ρωτούσε αν χρειάζονταν περαιτέρω γνώσεις, σημείωσε βαθμολογία κατά μέσο όρο κάτω από 2 και κοντά στο 1.



Σχήμα 9.3 Διάγραμμα ερωτήσεων 11-12. Άξονες: X (Αριθμός ερώτησης), Y (Μ.Ο. αξιολόγησης).

### 9.3 Επίλογος

Το πείραμα είχε μεγάλη επιτυχία, οι φοιτητές έμειναν ικανοποιημένοι από την εμπειρία του παιχνιδιού, το βρήκαν εύκολο στη χρήση, ενδιαφέρον και δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες.



## Κεφάλαιο 10ο: Συμπεράσματα, βελτιώσεις και μελλοντικά σχέδια

### 10.1 Συμπεράσματα

Εκ του αποτελέσματος προκύπτει ότι η όλη διαδικασία περάτωσης της διπλωματικής εργασίας ήταν μία προσωπική διαδικασία εκμάθησης νέων τεχνολογιών και λειτουργιών σε έναν τομέα ο οποίος ακόμα και τώρα αλλά πολύ περισσότερο στο μέλλον θα βρίσκει χώρο συνεχώς σε νέους κλάδους. Οι δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας είναι απεριόριστες και μπορούν να βελτιώσουν κατά πολύ την εμπειρία των χρηστών, να συμβάλλουν σε μεγαλύτερα κέρδη στις επιχειρήσεις όπως και να βοηθήσουν πολύ στην εκπαίδευση.

Όπως κάθε τεχνολογία, έτσι κι αυτή έχει προβλήματα τα οποία κάνουν κάπως πιο δύσκολη τη χρήση της. Το πιο σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίσα κατά τη διάρκεια κυρίως εκτέλεσης της εφαρμογής είναι ότι θα πρέπει να υπάρχει πολύ καλός φωτισμός. Η αναγνώριση των φωτογραφιών – στόχων γίνεται πολύ δύσκολη έως μη υπαρκτή σε συνθήκες κακού φωτισμού και ως αποτέλεσμα έχει είτε τη μη εμφάνιση του περιεχομένου, είτε το περιεχόμενο να μην εμφανίζεται σωστά από άποψη θέσης και περιστροφής ή ακόμα και το αντικείμενο να τρεμοπαίζει στην προσπάθεια της κάμερας να διαβάσει τη φωτογραφία.

Στόχος της παρούσας Δ.Ε. είναι η καθοριστική βοήθεια δημιουργίας διδακτικού υλικού, το οποίο θα είναι προσβάσιμο απ' όλους και θα προσφέρει στους μαθητές έναν διασκεδαστικό και παράλληλα διαφορετικό τρόπο εκμάθησης του μαθήματος της Γεωγραφίας. Προϋπόθεση είναι η χρήση έξυπνων κινητών συσκευών και μόνο, καθώς όλο το υλικό που πρέπει να εμφανισθεί γίνεται μέσω φωτογραφιών του βιβλίου.

### 10.2 Βελτιώσεις

Ένα κομμάτι που χρήζει βελτίωσης στην εφαρμογή είναι ο κώδικας, καθώς και η χρήση πιο σωστών τακτικών και τεχνολογιών για την ανάπτυξη της. Για παράδειγμα, το μενού στο Σχήμα 5.1, θα μπορούσε να έχει υλοποιηθεί με τη χρήση του εργαλείου Animator του Unity αλλά λόγω απειρίας χτίστηκε καθαρά μέσω κώδικα. Επίσης κάποια κομμάτια κώδικα που επαναλαμβάνονται και κάποια script που περιέχουν πολύ λίγο περιεχόμενο, θα μπορούσαν να ενσωματωθούν ως μέθοδοι σε ένα ενιαίο script. Ένα κομμάτι ακόμα που θα δεχόταν βελτίωση είναι κάποια από τα μοντέλα και κάποια από τα γραφικά που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς θα μπορούσαν στη θέση τους να αγοραστούν έτοιμα και πιο όμορφα από το Unity Asset Store ή να υλοποιηθούν σε συνεργασία με επαγγελματίες, πράγμα που θεωρώ ότι θα πρόσδιδε έναν έξτρα τόνο εμφάνισης στην εφαρμογή.

### 10.3 Μελλοντικά σχέδια

Στα μελλοντικά σχέδια είναι η προσθήκη μερικών παιχνιδιών ακόμα ώστε να υπάρχει περισσότερο υλικό το οποίο θα καλύπτει το βιβλίο ολοκληρωτικά. Επίσης, η δυνατότητα διαχείρισης των quiz από τους καθηγητές (προσθαφαίρεση ερωτήσεων) καθώς και η προσθήκη quiz σε όλες τις ενότητες ώστε να μπορούν να αντικαταστήσουν τα παραδοσιακά τεστ που χρησιμοποιούνται τώρα. Τελευταίο και πιο μακροχρόνιο πλάνο είναι η υλοποίηση παιχνιδιών σε VR το οποίο προϋποθέτει και κατάλληλο εξοπλισμό.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] S. Doolani, C. Wessels, V. Kanal, C. Sevastopoulos, A. Jaiswal, H. Nambiappan and F. Makedon, "A review of extended reality (xr) technologies for manufacturing training," *Technologies*, vol. 8, no. 4, p. 77, 2020.
- [2] Y. Shuxia, M. Bing and Y. Xiaoyu, "Mobile Augmented Reality Assisted Chemical Education: Insights from Elements 4D," American Chemical Society and Division of Chemical Education, Inc., 2018.
- [3] M. Farshid, J. Paschen, T. Eriksson and J. Kietzmann, "Go boldly!: Explore augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) for business.," *Business Horizons*, vol. 61, no. 5, pp. 657-663, 2018.
- [4] S. C. Y. Yuen, G. Yaoyuneyong and E. Johnson, "Augmented reality: An overview and five directions for AR in education.," *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, vol. 4, no. 1, pp. 119-140, 2011.
- [5] J. M. Collin and N. U. Raul, "Advances in Virtual and Augmented Reality—Exploring the Role in Health-care Education," *Journal of Radiology Nursing*, vol. 38, no. 2, pp. 104-105, 2019.
- [6] F. Cofano, G. Di Perna, M. Bozzaro and et al., "Augmented Reality in Medical Practice: From Spine Surgery to Remote Assistance," *Frontiers in Surgery*, vol. 8, 2021.
- [7] J. H. Seo, J. Storey, J. Chavez, D. Reyna, J. Suh and M. Pine, "ARnatomy: tangible AR app for learning gross anatomy.," in *ACM SIGGRAPH 2014 Posters*, Vancouver, 2014.
- [8] B. Keller, M. Möhring and R. Schmidt, "Augmented reality in the travel industry: a perspective how modern technology can fit consumer's needs in the service industry.," in *Naples Forum on Services*, Naples, 2015.
- [9] A. Ejder, I. Haskologlu and A. K. DÜZGÜN, "Augmented reality in military training and education.," in *Defense Resources Management in the 21st Century*, Braşov, 2012.
- [10] T. Susi, M. Johannesson and P. Backlund, "Serious Games: An Overview," School of Humanities and Informatics, Skövde, 2007.
- [11] V. J. Shute, V. Matthew and T. Robert, "Formative evaluation of students at Quest to Learn.," *International Journal of Learning and Media*, vol. 4, no. 1, pp. 55-69, 2012.
- [12] "Unity," [Online]. Available: <https://unity.com>.
- [13] "Vuforia Engine," [Online]. Available: <https://developer.vuforia.com>.
- [14] "Unity Asset Store," [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com>.
- [15] "Blender," [Online]. Available: <https://www.blender.org>.
- [16] "Icons8," [Online]. Available: <https://icons8.com/app/windows>.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΠΕΙΡΑΜΑ

Φύλο: Κορίτσι

## Ερωτηματολόγιο Εφαρμογής ΣΤ Δημοτικού Α

Αγόρι

Απαντήστε με την τοποθέτηση του ✓ στο κουτί που αντιστοιχεί η άποψή σας, όπως η ερώτηση 0.

	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ουδέτερο	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ
1. Αυτό το σύστημα μου φάνηκε παιχνίδι	0	2	4	12	25
2. Πιστεύω ότι οι εφαρμογές θα άρεσαν στους μαθητές	0	2	0	17	24
3. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το σύστημα συχνά	0	2	11	15	15
4. Βρήκα αυτό το σύστημα αδικαιολόγητα περίπλοκο	31	8	3	1	0
5. Πιστεύω ότι αυτό το σύστημα ήταν εύκολο στη χρήση	0	0	3	20	20
6. Νομίζω ότι θα χρειαστώ τη βοήθεια από κάποιον τεχνικό προκειμένου να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα	32	10	1	0	0
7. Βρήκα τις λειτουργίες αυτού του συστήματος καλά οργανωμένες	1	1	2	21	18
8. Ένωσα ότι οι λειτουργίες του συστήματος δεν ανταποκρίνονται σε αυτά που κάνει	25	14	2	2	0
9. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μπορούσαν να μάθουν να χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα πολύ γρήγορα	0	0	3	20	20
10. Βρήκα αυτό το σύστημα πολύ περίπλοκο και δύσκολο στη χρήση	27	13	2	1	0
11. Ένωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας αυτό το σύστημα	0	0	2	21	20
12. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα	29	10	4	0	0

Σας ευχαριστούμε!