

ΠΜΣ «Πολιτισμική Πληροφορική και Επικοινωνία»  
Κατεύθυνση «Σχεδίαση Ψηφιακών Πολιτιστικών Προϊόντων»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

*«Αυξάνοντας την επίγνωση χρηστών σε θέματα ασφάλειας  
μέσω της παιγνιοποίησης»*



Φοιτητής : Θεόδωρος Στεφανίδης  
Επιβλέπων καθηγητής : Χρήστος Καλλονιάτης

Μυτιλήνη 2019

Διπλωματική Εργασία

*ΑΥΞΑΝΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΠΙΓΝΩΣΗ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ*

*ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΠΑΙΓΝΙΟΠΟΙΗΣΗΣ*

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΣΤΕΦΑΝΙΔΗΣ

Μυτιλήνη 2019

---

Η παρούσα διατριβή που εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού προγράμματος Σχεδίασης ψηφιακών πολιτιστικών προϊόντων της Πολιτισμικής Πληροφορικής και γενικότερα το περιεχόμενο της ως άνω αναφερόμενης διπλωματικής εργασίας αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο, το συγγραφέα, το Πανεπιστήμιο, στο οποίο εκπονήθηκε η παρούσα Διπλωματική, καθώς επίσης τον επιβλέποντα καθηγητή και την επιτροπή κρίσης

*«Αυξάνοντας την επίγνωση χρηστών σε θέματα ασφάλειας  
μέσω της παιγνιοποίησης»*

**ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΣΤΕΦΑΝΙΔΗΣ**

Επιβλέπων Καθηγητής
<b>Χρήστος Καλλονιάτης</b>
<b>Αναπληρωτής Καθηγητής</b>
<b>Πανεπιστήμιο Αιγαίου</b>

## Ευχαριστίες

---

Με την ευκαιρία ολοκλήρωσης της διπλωματικής μου εργασίας θεωρώ σκόπιμο να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους που συνέβαλλαν στην περάτωσή της.

Πρωτίστως επιθυμώ να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Χρήστο Καλλονιάτη, Αναπληρωτή καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για την κυριώδη καθοδήγηση, άμεση επικοινωνιακή ανταπόκριση αλλά και υπομονή που επέδειξε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης. Η συνεισφορά του ήταν καίρια και νευραλγική για την ολοκλήρωση της διπλωματικής, η οποία θα ήταν αδύνατη χωρίς αυτή.

Επίσης θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, για τις όποιες διευκρινίσεις και κατευθύνσεις προκειμένου να υλοποιηθεί επιτυχώς η παρούσα διπλωματική.

Εν συνεχεία ευχαριστώ τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους και την οποιαδήποτε βοήθεια μου παρείχαν κατά τη διάρκεια υλοποίησης της διπλωματικής αλλά και γενικότερα για την επί μακρόν στήριξη που μου παρέχουν σε οποιαδήποτε προσπάθεια.

Επίσης θεωρώ σκόπιμο να αναφέρω την ευκαιρία που μου πρόσφεραν οι μεταπτυχιακές σπουδές στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου να συναναστραφώ και να γνωρίσω σημαντικούς και νέους ανθρώπους, τόσο σε επίπεδο «προσωρινών» συναδέλφων (συμφοιτητές-τριες) όσο και σε επίπεδο διδασκαλίας (καθηγητές-τριες).

Εν κατακλείδι, ευχαριστώ όλους τους διδάσκοντες και διδάσκουσες του Πανεπιστημίου Αιγαίου για τη σοφία που μου προσέφεραν με τη συμβολή της οποίας επέκτεινα τις επιστημονικές μου γνώσεις. Επίσης θεωρώ τον θεσμό του Πανεπιστημίου Αιγαίου σημαντικότερο με άριστη δομή, οργάνωση και προσωπικό, το οποίο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επιστημονική κοινότητα και συμβάλλει αρκούντως στην διάδοση της επιστημονικής γνώσης στο κοινωνικό σύνολο, με συνέπεια την αμύθητη προσφορά του γενικότερα στην εξέλιξη και βελτίωση της καθημερινότητας του κοινωνικού συνόλου.

## Περίληψη

---

Η ασφάλεια των πληροφοριακών συστημάτων αποτελεί νευραλγικό και ευαίσθητο τομέα στον χώρο της Πληροφορικής. Ο όρος ασφάλεια σύμφωνα με τον ορισμό του λεξικού της Οξφόρδης μπορεί να αποδοθεί ως «ασφάλεια είναι η ελευθερία από τον κίνδυνο ή το φόβο». Είναι το απαραίτητο συστατικό για την ακεραιότητα, εμπιστευτικότητα, διαβάθμιση και προστασία της πληροφορίας.

Επί της παρούσης διπλωματικής, διενεργείται έρευνα σε βάθος για την προσπάθεια παιγνιοποίησης της επίγνωσης ασφαλείας που έχει γίνει μέχρι τώρα, με βάση τις μελέτες της Επιστημονικής Κοινότητας. Παρουσιάζονται παραδείγματα ερευνών αλλά και χρήσιμα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί από τις έρευνες. Περιγράφονται τα επικρατέστερα παίγνια σχετικά με το θέμα, οι δυνατότητές τους, ενώ αναλύονται οι απαραίτητοι όροι και προϋποθέσεις που αποτελούν μονόδρομο για την επιτυχή παιγνιοποίηση.

Εν συνεχεία προτείνεται εφαρμογή σχετική του θέματος, βασιζόμενη σε τρισδιάστατο (3D) περιβάλλον που εμπεριέχει κουίζ ερωτήσεων σε τρία (3) επίπεδα δυσκολίας. Αναλύεται ενδελεχώς η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιήθηκε με πλήρη αιτιολόγηση. Παρουσιάζεται μαθηματική απόδειξη του τρόπου διεξαγωγής του κουίζ ερωτήσεων που ακολουθήθηκε, καθιστώντας το περισσότερο αξιόπιστο και δίκαιο. Ακολουθεί η ενδεικτική παρουσίαση βασικών σκηνών της εφαρμογής με σκοπό να εγκλιματίσει τον αναγνώστη στην εφαρμογή.

Στη συνέχεια περιγράφονται τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήτοι το λογισμικό, η βάση δεδομένων και η γλώσσα προγραμματισμού. Αναλύονται η ανάπτυξη, και τυχόν προβλήματα που παρουσιάστηκαν στο στάδιο της υλοποίησης με την περιγραφή των προτεινόμενων λύσεων τους. Ακολουθεί η περιγραφή των δυνατοτήτων χρήσης της εφαρμογής. Προτείνεται λίστα που εμπεριέχει πιθανές επεκτάσεις και τροποποιήσεις της εφαρμογής για μελλοντική χρήση.

Τέλος, εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για την Επιστημονική Κοινότητα, καταλήγοντας στο ότι η παιγνιοποίηση επίγνωσης ασφαλείας δύναται να υλοποιηθεί με νέα εργαλεία άγνωστα μέχρι σήμερα στους δημιουργούς, τα οποία και μπορούν να αποτελέσουν απαραίτητα συστατικά του πρότυπου αυτής. Ούτως ή άλλως, ο στόχος είναι κοινός και δεν είναι άλλος από την προσέλκυση και αύξηση του ανταγωνισμού των χρηστών με γνώμονα την επιτυχή μετάδοση της γνώσης σε υψηλά επίπεδα.

**Λέξεις-κλειδιά:** Αναδρομή, πρόβλημα, μελέτες, παιγνιοποίηση, προϋποθέσεις, παράγοντες, σχεδίαση, υλοποίηση, λογισμικό, βάση δεδομένων, κλάσεις, ανάπτυξη, αναδυόμενα παράθυρα, φώτα, κινήσεις, μενού, δυνατότητες, ενέργειες, συμπεράσματα.

**Περιεχόμενο:** Λογισμικό σε γλώσσα C#, κείμενο, μαθηματικός τύπος, ψηφιακή εικόνα, σχήμα, πίνακας, διάγραμμα, περιβάλλον διεπαφής εφαρμογής.

## Abstract

---

Information Systems' security is a nerve and sensitive sector in the field of informatics. The term security according to Oxford Dictionary can be defined as "the state of being free from danger or threat". Security is essential for the integrity, confidentiality, classification and protection of information.

In this thesis, an in-depth review is being carried out on the effort to gamify the security awareness, based on the publications of the scientific community. Examples of research and useful conclusions have been drawn from research. An analysis of the applications on the subject, their capabilities, is carried out and also an analysis of the terms and conditions that lead to successful gamification.

Then an application for gamification is proposed, based on a 3D environment, containing quiz questions with three (3) difficulty levels. The architecture used with full justification is analyzed in detail. Mathematical proof of the pattern of the question quiz is presented, making it more credible and fairer. The main scenes of the application are presented, in order to acclimate the reader in the application. The tools used, namely the software, the database and the programming code language are also presented.

The development process is analyzed, and the problems encountered at the implementation stage by describing their proposed solutions. The possibilities for using the application are described including possible extensions and modifications for future use.

Lastly, useful conclusions are being drawn for the scientific community, such as that gamification of security awareness can be implemented with new tools unknown so far. Moreover, the goal is common and none other than attracting and increasing user competition driven by successful knowledge transmission at high levels.

**Keywords:** *Recursion, problem, studies, gamification, conditions, factors, design, implementation, software, database, classes, development, popup windows, lights, movements, menu, features, actions, conclusions*

**Content:** *Software in C# programming language, text, mathematical function, digital image, shape, matrix, διάγραμμα, software user interface.*

## Πίνακας περιεχομένων

1. Εισαγωγή.....	11
2. Ιστορική Αναδρομή.....	12
2.1 - Το πρόβλημα – Προκλήσεις.....	12
2.2 - Επιστημονικές μελέτες για την επίγνωση ασφαλείας και την εκπαίδευση.....	14
3. Επίγνωσης Ασφαλείας μέσω της Παιγνιοποίησης.....	26
3.1 - Προϋποθέσεις για την υλοποίηση παιγνίου .....	26
3.2 - Επίγνωση γνώσης εφαρμογής .....	32
3.3 - Λοιποί παράγοντες για αποτελεσματική εφαρμογή.....	33
3.4 Τα οφέλη και το κόστος της Παιγνιοποίησης .....	34
3.5 - Σχετικά παίγνια .....	38
4. Σχεδίαση της προτεινόμενης εφαρμογής .....	41
4.1 – Αρχιτεκτονική.....	41
4.2 Ρόλοι Χρηστών.....	42
4.2.1. Διαχειριστής.....	44
4.2.2. Απλός Χρήστης.....	44
4.3 Κουίζ πολλαπλών επιλογών .....	45
4.4 Μαθηματική προσέγγιση.....	45
4.5 Παρουσίαση σκηνών της προτεινόμενης εφαρμογής.....	48
5. Υλοποίηση.....	68
5.1 – Λογισμικό .....	68
5.2 - Βάση δεδομένων .....	69
5.3 - Κλάσεις διασύνδεσης λογισμικού .....	71
5.4 - Ανάπτυξη της Εφαρμογής.....	74
6. Προβλήματα κατά την Υλοποίηση .....	77
6.1 - Βάση δεδομένων .....	77
6.2 - Αναδυόμενα παράθυρα .....	77
6.3 – Φώτα.....	78
6.4 - Κινήσεις 3d χαρακτήρων .....	80
6.5 - Κυλιόμενα μενού.....	81
6.6 - Πολύγωνα 3d αντικειμένων .....	81
7. Δυνατότητες χρήσης.....	82
8. Μελλοντικές Ενέργειες .....	84
9. Συμπεράσματα.....	86
10. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία .....	87



## Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1-The Weakest Link.....	3838
Εικόνα 2-Aggie LIFE.....	38
Εικόνα 3-Cyber Security Lab.....	38
Εικόνα 4-The Case of the Cyber Criminal.....	39
Εικόνα 5-An educational game by Trend Micro.....	39
Εικόνα 6-CSW18: The Boardroom Game.....	39
Εικόνα 7-Take the Contingency.....	39
Εικόνα 8-Cyber Security Crossword.....	40
Εικόνα 9-BeOne VR.....	40
Εικόνα 10-CyberCIEGE.....	40
Εικόνα 11-Γραφικό περιβάλλον παιχνιδιού.....	48
Εικόνα 12-Επιλογές διεπαφής εφαρμογής.....	49
Εικόνα 13-Είσοδος εφαρμογής.....	50
Εικόνα 14-Τεκμηρίωση εφαρμογής.....	51
Εικόνα 15-Υποδοχή διαχειριστή.....	52
Εικόνα 16-Εισαγωγή ερωτήσεων.....	53
Εικόνα 17-Αναζήτηση ερωτήσεων.....	54
Εικόνα 18-Τροποποίηση ερωτήσεων.....	55
Εικόνα 19-Λίστα κατάταξης παικτών.....	56
Εικόνα 20-Εισαγωγή στο παιχνίδι.....	57
Εικόνα 21-3D χαρακτήρας σε φυσική κίνηση.....	58
Εικόνα 22-Άποψη εργαστηρίου ασφαλείας.....	59
Εικόνα 23-Είσοδος στον ανελκυστήρα με ενημερωτικό μήνυμα για την λειτουργία του.....	60
Εικόνα 24-3D χαρακτήρας υποδοχής στην περιοχή του κουίζ.....	61
Εικόνα 25-Έναρξη κουίζ ερωτήσεων.....	62
Εικόνα 26-Μήνυμα ενημέρωσης παίκτη για βελτίωση κατάταξης.....	63
Εικόνα 27-Μήνυμα κειμένου για κατάταξη παίκτη μετά από πάτημα πλήκτρου 'R'.....	64
Εικόνα 28-Μήνυμα κειμένου έξτρα πόντων μετά από 3 διαδοχικές σωστές απαντήσεις.....	65
Εικόνα 29-Αναδυόμενο παράθυρο επιβεβαίωσης αποσύνδεσης χρήστη.....	66
Εικόνα 30- Τερματισμός εφαρμογής.....	67

## Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1-Συντελεστές κόστους συστημάτων παιγνιοποίησης .....	37
Πίνακας 2-Επιχειρησιακοί παράγοντες οφέλους συστημάτων παιγνιοποίησης .....	37
Πίνακας 3-Στρατηγικοί παράγοντες οφέλους συστημάτων παιγνιοποίησης .....	37
Πίνακας 4-Παίγνια Επίγνωσης Ασφαλείας.....	40
Πίνακας 5-Ασφαλής διαφορά πόντων σε διαδοχικές σωστές απαντήσεις.....	47
Πίνακας 6-Πίνακες Βάσης Δεδομένων .....	69
Πίνακας 7-Υπολογισμός μεταβλητής Rect δημιουργίας αναδυόμενου παραθύρου .....	78
Πίνακας 8-Λειτουργία φωτισμού εφαρμογής .....	79
Πίνακας 9-Διόρθωση περιστροφής 3d χαρακτήρα στον άξονα Y .....	80
Πίνακας 10-Δυνατότητες χρήσης εφαρμογής .....	83

## Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1-Στατιστικά στοιχεία παραβιασμένων τομέων .....	12
Σχήμα 2-Διάγραμμα χρήσης (Use Case Diagram) εφαρμογής .....	43
Σχήμα 3-Βάση Δεδομένων UML .....	70
Σχήμα 4-Κλάσεις εφαρμογής A .....	71
Σχήμα 5-Κλάσεις εφαρμογής B .....	72
Σχήμα 6-Διάγραμμα κλάσεων UML.....	73
Σχήμα 7-Παράσταση εξελικτικού μοντέλου σε 2 διαστάσεις.....	74
Σχήμα 8-Αποτύπωση λειτουργίας φωτισμού σε γράφο .....	79
Σχήμα 9-Ιεραρχία κυλιόμενου μενού .....	81

*Κενή σελίδα*

# 1. Εισαγωγή

Η εποχή των υπολογιστών χαρακτηρίζεται από την ελεύθερη διακίνηση και πρόσβαση της ψηφιοποιημένης πληροφορίας. Ο διαμοιρασμός και ανταλλαγή της ηλεκτρονικής πληροφορίας παρέχει μεγάλη ευκολία στους χρήστες, γρήγορη ενημέρωση, αλλά παράλληλα ενέχει αρκετούς κινδύνους υποκλοπής, αλλοίωσης ή ακόμη και καταστροφής της. Καθημερινά είναι τα παραδείγματα επιτυχών κυβερνοεπιθέσεων από κακόβουλους χρήστες καθιστώντας την εστίαση στον τομέα ασφαλείας αναγκαία όσο ποτέ άλλοτε. Παράλληλα οι κίνδυνοι μόλυνσης των ηλεκτρονικών συσκευών του χρήστη ολοένα και αυξάνονται με την εξάπλωση κακόβουλου λογισμικού, προκαλώντας την ανάγκη υποστήριξης ηλεκτρονικής ασφαλείας στον χρήστη. Μέγιστο αντικείμενο έρευνας της επιστημονικής κοινότητας αποτέλεσε και αποτελεί η κατάλληλη προσέγγιση των χρηστών και πολύ περισσότερο των ειδικών, με τη διάδοση πληροφορίας επίγνωσης ασφαλείας. Προς αυτή την κατεύθυνση γίνονται προσπάθειες Παιγνιοποίησης Επίγνωσης Ασφαλείας με στόχο την προσέγγιση όσο το δυνατόν μεγαλύτερου αριθμού απλών χρηστών αλλά και ειδικών του τομέα, προκειμένου να διευρύνουν τις γνώσεις τους, για βέλτιστη αποτελεσματικότητα στον χώρο αυτόν.

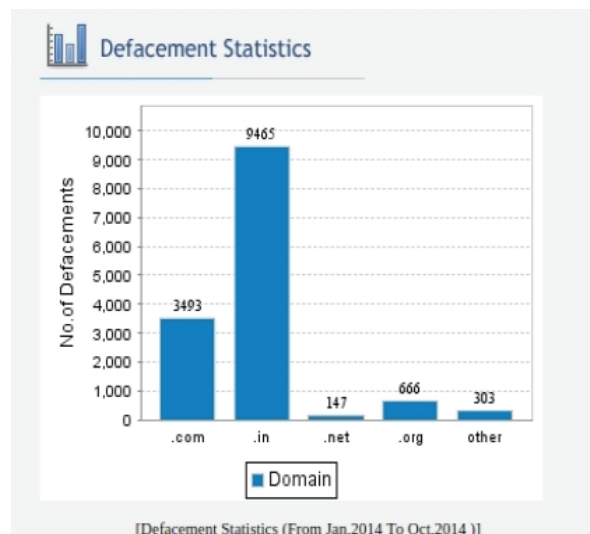
Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται ενδελεχής έρευνα για το πρόβλημα και τις όποιες προκλήσεις, ενώ γίνεται μνεία για τα παγκόσμια πρότυπα παιγνιοποίησης, τις όποιες επιστημονικές μελέτες προς την επιτυχή ολοκλήρωσή της και τους τιθέμενους όρους από την παγκόσμια Επιστημονική Κοινότητα, ενώ παρουσιάζονται τα πιο δημοφιλή παίγνια σχετικά με τον χώρο. Παρατίθεται η αρχιτεκτονική ενός προτεινόμενου μοντέλου παιγνιοποίησης, το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε προς την υλοποίηση, οι λόγοι που επιλέχθηκε, τα υποτιμήματα της προτεινόμενης εφαρμογής, καθώς και το μαθηματικό μοντέλο που εξασφαλίζει τον παράγοντα της τυχαιότητας, ενώ παρουσιάζονται σκηνές από διάφορες φάσεις της εφαρμογής. Κατόπιν γίνεται αναφορά για τα εργαλεία λογισμικού, την αρχιτεκτονική της χρησιμοποιηθείσας βάσης δεδομένων, ενώ παρουσιάζονται οι κλάσεις διασύνδεσης της εφαρμογής για την επιτυχή ανάπτυξή της. Εν συνεχεία αναφέρονται τυχόν ανακτόντα προβλήματα κατά την υλοποίηση με την προτεινόμενη επίλυσή τους. Τέλος, παρουσιάζονται οι δυνατότητες χρήσης της προτεινόμενης παιγνιοποίησης, οι πιθανές επεκτάσεις της για μελλοντική εργασία, καταλήγοντας σε χρήσιμα συμπεράσματα προς την Επιστημονική Κοινότητα.

## 2. Ιστορική Αναδρομή

### 2.1 - Το πρόβλημα – Προκλήσεις

Με βάση τα στατιστικά στοιχεία έκθεσης της ομάδας έκτακτης ανάγκης υπολογιστών [1] από τον Ιανουάριο του 2014 έως τον Οκτώβριο του 2014 στην Ινδία, ένας μεγάλος αριθμός δικτύου υπολογιστών τομέα είχε παραβιαστεί.

Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται μια επισκόπηση των στατιστικών στοιχείων σχετικά με τον αριθμό των τομέων που είχαν παραβιαστεί κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Αυτό το ανησυχητικό ποσοστό των περιστατικών δημιουργεί εύλογα ερωτήματα για το αν οι προγραμματιστές λογισμικού είναι καλά εξοπλισμένοι με γνώση σχετική με διάφορες έννοιες της ασφάλειας των υπολογιστών. Η έλλειψη εμπειρογνομών για την ασφάλεια στην Ινδία είναι επίσης ένας λόγος πίσω από αυτόν τον αυξανόμενο αριθμό παραβιάσεων ασφάλειας των υπολογιστών στη χώρα.



Σχήμα 1- Στατιστικά στοιχεία παραβιασμένων τομέων[1]

Οι παραπάνω αναφερόμενες παραβιάσεις αποτελούν μόνο μία από τις πολλαπλές περιπτώσεις παρόμοιων περιστατικών. Αν θα έπρεπε να περιγράψουμε όλες τις παραβιάσεις που κατά διαστήματα έγιναν στον κόσμο θα ήμασταν αναγκασμένοι να τυπώσουμε τόμους βιβλίων για το θέμα.

Με βάση την εθνική πολιτική ασφάλειας στον κυβερνοχώρο όπως αναφέρουν οι K. Boopathi και λοιποί [1], θα υπάρξει ανάγκη 500.000 επαγγελματιών ασφαλείας για τα επόμενα 5 χρόνια. Αυτή η ανάγκη μπορεί να ικανοποιηθεί μόνο εάν υπάρχει μια αποτελεσματική μεθοδολογία κατάρτισης, όπως ο ανταγωνισμός ασφάλειας που στηρίζεται στις ασκήσεις CTF4, όπου η εκμάθηση πραγματοποιείται σε ένα ανταγωνιστικό περιβάλλον.

Αξιοσημείωτος είναι ο διαγωνισμός που διοργανώνεται κάθε χρόνο από το τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας Santa Barbara «Capture The

Flag» [2]. Στον συγκεκριμένο διαγωνισμό υπάρχουν ομάδες από ειδικούς ασφαλείας που προσπαθούν να επιτεθούν η μία στην άλλη με συναγωνισμό σε απαντήσεις κουίζ ερωτήσεων ασφαλείας με αποτέλεσμα η καλύτερη ομάδα να κερδίζει το έπαθλο που είναι η σημαία. Κύριος στόχος είναι να ενισχυθούν οι γνώσεις ασφαλείας των συμμετεχόντων με αποτελεσματικό τρόπο. Η iCTF βιβλιοθήκη [3] εξηγεί τις απαιτήσεις για τη διεξαγωγή του διαγωνισμού.

Ένας άλλος διαγωνισμός διεξάγεται στις Ηνωμένες Πολιτείες με στόχο τη διδασκαλία εννοιών ασφαλείας σε μαθητές γυμνασίου. Στον διαγωνισμό γίνεται χρήση της παιγνιοποίησης προκειμένου να προσεγγιστούν οι μαθητές και να διδαχθούν έννοιες ασφάλειας.

Όπως διαπιστώνουμε η Επιστημονική Κοινότητα κινείται ολοένα και περισσότερο στην κατεύθυνση μετάδοσης της γνώσης μέσω της εκπαίδευσης των σχετικών υπαλλήλων με τον χώρο. Οι παραβιάσεις ασφάλειας που αφορούν υπαλλήλους προκαλούνται συνήθως από δύο βασικά θέματα [4]:

α. Το χαμηλό κίνητρο να ακολουθήσουν οδηγίες και πολιτικές, επειδή επιβραδύνει την παραγωγικότητα, ή

β. Η έλλειψη επίγνωσης, γνώσης, και ικανότητας αναγνώρισης απειλών και επιθέσεων.

Προσπάθειες αντιμετώπισης των θεμάτων αυτών περιέχουν την υλοποίηση προγραμμάτων παιγνιοποίησης, για κατάρτιση και ενημέρωση σε θέματα ασφάλειας. Ο σκοπός ενός τέτοιου προγράμματος είναι να επικεντρώσει την προσοχή στην ασφάλεια, να εξηγήσει κανόνες και σωστή συμπεριφορά για χρήση των πληροφοριακών συστημάτων, και να εμπλουτίσει με δεξιότητες και ικανότητα τους εργαζομένους ώστε να λειτουργούν με ασφάλεια [5].

Ωστόσο, με βάση τις εκθέσεις που παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό σύνδεσης του ανθρώπινου παράγοντα με τις παραβιάσεις ασφαλείας, τα σημερινά λογισμικά παιγνιοποίησης βοηθούν στο πρόβλημα μέχρι κάποιο βαθμό, παραλείποντας να πετύχουν το σκοπό τους. Τα εμπόδια που συνδέονται με τα τρέχοντα προγράμματα περιλαμβάνουν την έλλειψη της ενασχόλησης με υλικά, ότι είναι πολύ σπάνιο και στενό, και ότι ορισμένοι εργαζόμενοι στην πραγματικότητα θα θεωρήσουν την εκπαίδευση ασφάλειας ως «χάσιμο χρόνου» [5][6].

## 2.2 - Επιστημονικές μελέτες για την επίγνωση ασφαλείας και την εκπαίδευση

Περιγράφεται ένα κλασσικό παράδειγμα όπου μια εταιρεία χρησιμοποιεί ένα σύστημα για τη διαχείριση εμπιστευτικών πληροφοριών. Η ασφάλεια είναι ο κορυφαίος κόμβος της εταιρίας όπου με χρήση τείχους προστασίας αποκρούει μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και όλα τα γνωστά είδη επιθέσεων· τα πρωτόκολλα ελέγχου ταυτότητας βασίζονται σε πρότυπα της ομάδας διαχείρισης και όλη η επικοινωνία είναι κρυπτογραφημένη με ισχυρά κλειδιά. Οι εργαζόμενοι έχουν πρόσβαση στο σύστημα με όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης. Υπάλληλος λαμβάνει ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου από κάποιον που ισχυρίζεται ότι είναι από το τμήμα ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ των κεντρικών γραφείων της εταιρίας, ζητώντας τα στοιχεία σύνδεσής του προκειμένου να τα χρησιμοποιήσει για να ελέγξει κάποιο σημαντικό σύστημα διαχείρισης συμβάντων. Τι κάνει ο εργαζόμενος; Το σενάριο είναι μόνο ένα από τα πολυάριθμα σενάρια όπου ο εργαζόμενος βρίσκεται στη μοναδική θέση είτε να προκαλέσει είτε να αποτρέψει κάποια παραβίαση ασφαλείας. Ακόμη και αν το σύστημα ασφαλείας είναι υψηλό, ένα απλό λάθος μπορεί να παραλύσει κάθε μηχανισμό ασφαλείας.

Το Εθνικό ινστιτούτο προτύπων ασφαλείας [7] τονίζει τη σημασία διαβάθμισης των δικαιωμάτων χρηστών για την κατασκευή του προτύπου ασφαλείας προκειμένου να αλλάξει η συμπεριφορά χρηστών και να ενισχυθούν οι ορθές πρακτικές ασφαλείας. Οι Shaw και λοιποί [8] περιγράφουν τρεις διακριτές καταστάσεις της ευαισθητοποίησης ή αρμοδιοτήτων, που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ανάπτυξη της παιγνιοποίησης που είναι η αντίληψη, κατανόηση και προβολή. Πρώτον, είναι σημαντικό να βεβαιωθεί ότι οι παραλήπτες έχουν μια στοιχειώδη αντίληψη του τι σημαίνει ασφάλεια, τέτοια ώστε να είναι σε θέση να αντιλαμβάνονται τη σημασία και τη συνάφεια της, έχοντας μια εστίαση για την ασφάλεια των πληροφοριών. Δεύτερον, πρέπει να διασφαλιστεί ότι οι εκπαιδευόμενοι είναι σε θέση να κατανοήσουν τον πραγματικό σκοπό της παιγνιοποίησης, ότι οι δυνητικοί κίνδυνοι δίνουν νόημα και είναι εγγενείς στους μαθητές. Τρίτον, ο στόχος της παιγνιοποίησης είναι να επηρεάσει τελικά θετικά τη συμπεριφορά των εργαζομένων ως προς την συμμόρφωσή τους με την πολιτική ασφαλείας. Θα αναγνωρίσει ο εκπαιδευόμενος τις πολιτικές και θα προσαρμόσει τη συμπεριφορά του για να τις ακολουθήσει, αφού ολοκληρώσει την εκπαίδευση;

Η αλλαγή της συμπεριφοράς είναι ένα επισφαλές θέμα και εναπόκειται στην πραγματικότητα περισσότερο στην ψυχολογία από την ίδια την ασφάλεια [9][10]. Το πρώτο πράγμα που πρέπει να αναγνωρίσουμε είναι ότι οι άνθρωποι είναι διαφορετικοί - και κάπως απρόβλεπτοι. Αυτό επηρεάζει τόσο τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι θεωρούν την ασφάλεια εν γένει, όσο και τον τρόπο με τον οποίο θα ανταποκριθούν στην εκπαίδευση ασφαλείας. Οι Tsohou και λοιποί [9] παρουσίασαν έναν συγκεντρωτικό κατάλογο παραγόντων βάσει της υπάρχουσας βιβλιογραφίας που επηρεάζουν τη συμμόρφωση της πολιτικής ασφαλείας. Φαινομενικά, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη εκτός από την απλή συνειδητοποίηση. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι μπορεί να έχουν διαφορετικές απόψεις για το πόσο μεγάλος κίνδυνος είναι στην πραγματικότητα μία παραβίαση ή επίθεση ασφαλείας. Εάν η αντίληψη κινδύνου μιας παραβίασης ασφαλείας είναι χαμηλή, ίσως να μην υπάρχει η δέουσα προσοχή και εφαρμογή των απαραίτητων πολιτικών ασφαλείας. Άλλοι παράγοντες, είναι η μείωση παραγωγικότητας του υπαλλήλου εξαιτίας της λήψης των μέτρων ασφαλείας και η θεώρηση των εφαρμοσμένων πολιτικών ασφαλείας ως υπερβολικά ενοχλητικές. Επιπλέον, μερικοί οι άνθρωποι μπορεί στην πραγματικότητα να αμφισβητήσουν την αυτοαποτελεσματικότητά τους, επειδή είναι ανίκανοι να χειριστούν θέματα που σχετίζονται με την ασφάλεια. Οι Tsohou και λοιποί [9] είπαν ότι αυτοί οι παράγοντες έχουν ως αποτέλεσμα τις «γνωστικές και πολιτισμικές προκαταλήψεις» που μπορεί να έχουν οι άνθρωποι, με βάση την προσωπική ζωή τους, τις πεποιθήσεις και τις εμπειρίες τους. Μια φυσική ερώτηση που πρέπει να θέσουμε εδώ είναι πώς είναι δυνατόν να επηρεάζουν τέτοιες προκαταλήψεις; και η πιο σημαντική ερώτηση που γεννάται είναι αν τα προγράμματα παιγνιοποίησης επίγνωσης ασφαλείας είναι ικανά να ανταποκριθούν στα προσδοκώμενα αποτελέσματα.

Υπάρχει μια σημαντική έρευνα στις σχέσεις μεταξύ της ευαισθητοποίησης και της κατάρτισης στον τομέα ασφαλείας και ψυχολογίας. Συνεπώς, εκεί υπάρχουν πολλές προτάσεις και συστάσεις σχετικά με τον τρόπο υπολογισμού των ψυχολογικών πτυχών της ευαισθητοποίησης και συμμόρφωσης με την πολιτική που πρέπει να ακολουθηθεί για την κατασκευή παιγνίου επίγνωσης ασφαλείας.

Ο Sironen [10] δήλωσε ότι είναι «εξαιρετικά σημαντικό» να υπάρχει πάντα μια εξήγηση για τις πολιτικές και κατευθυντήριες γραμμές ασφαλείας που ακολουθούνται. Θα έχει σημαντικό κινήτριο αντίκτυπο στους εργαζομένους, αν υπογραμμιστεί λογικά και σχετικά η πολιτική και οι κανονισμοί.



Οι David Thornton και Guillermo Francia [11] έχουν διδάξει παιγνιοποίηση σε μαθήματα πληροφοριακών συστημάτων του τμήματός τους για 3 ακαδημαϊκά εξάμηνα με περίπου 150 φοιτητές (συν 150 φοιτητές ελέγχου), με τέσσερις εκπαιδευτές συνολικά. Κάθε εκπαιδευτής έχει διδάξει τουλάχιστον ένα εξάμηνο με παραδοσιακό ύφος διδασκαλίας και προσέγγισης της παιγνιοποίησης. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας παρατηρήθηκαν τα ακόλουθα :

- **Οι μαθητές έκαναν περισσότερες ερωτήσεις στην τάξη και μελέτησαν έξω από την τάξη περισσότερο** – Η συμμετοχή των μαθητών αυξήθηκε από έναν μέσο όρο 5,7 με 8,2 ανά κατηγορία. Αυτό φαίνεται να είναι εν μέρει αποτέλεσμα του κατανεμημένου περιεχομένου του μαθήματος. Δεδομένου ότι οι φοιτητές μπορούσαν να δουν το πρόβλημα πριν τη διάλεξη, καταλάβαιναν πως να το λύσουν και επεδίωξαν να απαντήσουν πριν το τέλος της διάλεξης με αποτέλεσμα να έχουν καλύψει το περιεχόμενο και να έρθουν στην τάξη καλύτερα προετοιμασμένοι.
- **Οι μαθητές τείνουν να αυξηθούν για να επιτύχουν περισσότερο** – Οι μαθητές έμειναν στην διάλεξη περισσότεροι αριθμητικά αντί να μειωθούν όπως αναμενόταν. Αυτό οδήγησε σε ένα κάπως υψηλότερο ποσοστό επιτυχίας (61%, σε σύγκριση με ένα αναμενόμενο ποσοστό 54%). Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα της χρήσης του συνόλου των πόντων αντί της κανονικής βαθμολόγησης, έτσι οι φοιτητές αστεειυόμενοι έπειτα αναφέρθηκαν στην αίσθηση της συνεχούς προόδου.
- **Η συμμετοχή των μαθητών αυξήθηκε** - Ακόμη και αν δεν προσφέρθηκαν περισσότεροι πόντοι ως μπόνους, το γεγονός ότι ο αριθμός των φοιτητών αυξήθηκε γεωμετρικά φάνηκε να έχει αποτέλεσμα. Οι μαθητές παρακολούθησαν κατά μέσο όρο 4 ημέρες περισσότερες (30 ημέρες ανά εξάμηνο, σε σύγκριση με ποσοστό 26 ημερών).
- **Οι προχωρημένοι μαθητές ολοκλήρωσαν νωρίτερα** - Επτά μαθητές της ομάδας παιγνιοποίησης ολοκλήρωσαν τον κύκλο σπουδών πριν το εξάμηνο, κατά μέσο όρο 6 εβδομάδες (από 15 εβδομάδες σύνολο στο εξάμηνο) ενώ ο κύκλος σπουδών του μαθήματος δεν σχεδιάστηκε με την επιλογή να ολοκληρωθεί νωρίτερα.

Ο Lamont Wood συγγραφέας της εταιρίας Computerworld ολοκλήρωσε μία σημαντική έρευνα για το θέμα παιγνιοποίησης της επίγνωσης ασφαλείας [12]. Τα ευρήματα αυτής της έρευνας έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, τα οποία και περιγράφονται στην συνέχεια. *Να πείσεις τους εργαζομένους να λάβουν σοβαρά την ασφάλεια όταν η ασφάλεια δεν είναι η δουλειά τους είναι μια παλιά πρόκληση που έχει τώρα μια νέα απάντηση: **Παιγνιοποίηση**.* Αυτό είναι σωστό; το παίγνιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει την επίγνωση ασφαλείας και να τροποποιήσει τις συμπεριφορές των χρηστών. Τα αποτελέσματα είναι στενά συνδεδεμένα με τον πραγματικό κόσμο.

«Οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμά μας ήταν 50% λιγότερο πιθανό να κάνουν κλικ σε μια σύνδεση ηλεκτρονικού ψαρέματος και 82% περισσότερο πιθανό να αναφέρουν ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ψαρέματος» αναφέρει ο Patrick Heim, προϊστάμενος ασφαλείας στην Salesforce.com, περιγράφοντας τα αποτελέσματα της εταιρείας που είδε μετά τους πρώτους 18 μήνες, από μια συνεχή προσπάθεια εκπαίδευσης ασφαλείας μέσω της παιγνιοποίησης που βασίζεται περισσότερο στη θετική αναγνώριση.

Η συνειδητοποίηση οικοδόμησης της φυσικής ασφαλείας ήταν επίσης μέρος της προσπάθειας στην εταιρία Salesforce, η οποία έχει 13.000 υπαλλήλους. Μια εκστρατεία για τη δοκιμή της ευπάθειας "backdoor" (όταν ένα μη εξουσιοδοτημένο πρόσωπο εισέρχεται σε σύστημα χωρίς πρόσβαση μέσω μιας πόρτας που χρησιμοποιεί ένα εξουσιοδοτημένο πρόσωπο) προσέλκυσε 300 εθελοντές, οι οποίοι επιβραβεύτηκαν αν κατάφερναν να εισέλθουν στο σύστημα με χρήση της παραπάνω ευπάθειας.

Γενικά, πριν από την κατάρτιση ασφαλείας, 30% έως 60% των χρηστών θα πέσουν θύματα ενός πλαστού ηλεκτρονικού μηνύματος ηλεκτρονικού ψαρέματος, λέει ο Lance Spitzner, διευθυντής κατάρτισης στο ινστιτούτο της SANS. Μετά από την κατάρτιση για έξι μήνες μέχρι ένα έτος ενός προγράμματος παιγνιοποίησης, λέει ότι το ποσοστό μπορεί να πέσει σε 5%. Από το ποσοστό αυτό συμπεραίνουμε ότι με την παιγνιοποίηση δεν αναμένονται εκπληκτικά αποτελέσματα ούτε και θαύματα, αλλά μια σταθερή και συνεχής βελτίωση του προσωπικού στην εκμάθηση για την επίγνωση της ασφαλείας.

## Παιγνιοποίηση;

«Η παιγνιοποίηση [12] δεν έχει καμία σχέση με τα παίγνια του υπολογιστή», λέει ο Ira Winkler, Πρόεδρος της Secure Mentem, μια εταιρίας ασφάλειας υπολογιστών στην πόλη της Annapolis στην Αμερική. «μάλλον, είναι η εφαρμογή των αρχών των παιγνίων σε ένα επιχειρηματικό πρόβλημα». Περιγράφει τέσσερις αρχές για την παιγνιοποίηση :

- Ορισμός ενός στόχου
- Καθορισμός κανόνων για την επίτευξη αυτού του στόχου
- Ρύθμιση ενός μηχανισμού ανατροφοδότησης
- Προαιρετική συμμετοχή

Μπορείτε να δείτε αυτές τις αρχές σε δράση στο παίγνιο του γκολφ, σημειώνει: ο στόχος είναι να μπει η μπάλα στην τρύπα με τις λιγότερες προσπάθειες, αλλά οι κανόνες που απαγορεύουν την απλή ρίψη της μπάλας από τους παίκτες κάνει το παίγνιο ενδιαφέρον. Η ανάδραση παρέχεται από το σύστημα των πόντων, και οι παίκτες βρίσκονται εκεί οικειοθελώς.

Επίσης εξηγεί ότι στην περίπτωση της εταιρικής ασφάλειας, η παιγνιοποίηση συνήθως σημαίνει απονομή πόντων σε εργαζομένους που κάνουν το σωστό, με διάφορες μορφές αναγνώρισης, συμπεριλαμβανομένων των κονκάρδων, βραβείων και της κατάταξης που απαριθμεί το σύνολο πόντων των συμμετεχόντων.

Η παιγνιοποίηση έχει ως βάση εργαλεία κατάρτισης, όπως και ο προσομοιωτής της πτήσης με Boeing. Μερικοί εμπειρογνώμονες θέλουν τώρα να εφαρμόσουν τις αρχές της παιγνιοποίησης στην κατάρτιση ασφάλειας (REUTERS/Gary Cameron).

Οι συμπεριφορές που σχετίζονται με την ασφάλεια που ανταμείβονται από τέτοια προγράμματα περιλαμβάνουν [12]:

- αναφορά μηνυμάτων ηλεκτρονικού ψαρέματος
- πρόληψη ή αναφορά για πιθανή εισβολή τύπου backdoor
- αναφορά ή αποτροπή άλλων αποπειρών εισβολής (ιδίως μέσω των κοινωνικών δικτύων)
- αναφορά για αφαιρούμενα μέσα αποθήκευσης USB που βρέθηκαν σε υπαίθριο χώρο
- λογισμικό υπολογιστή πάντα ενημερωμένο
- διατήρηση ισχυρών κωδικών πρόσβασης
- παρακολούθηση σεμιναρίων ασφαλείας
- μη εγκατάλειψη φορητών υπολογιστών σε σταθμευμένα αυτοκίνητα
- αναφορά σφαλμάτων και ευπαθειών (για τους προγραμματιστές)

Αλλά η παιγνιοποίηση δεν είναι ένας όρος που έχει αγκαλιάσει ευρέως τον επιχειρηματικό κόσμο. «Μόλις χρησιμοποιήσετε τη λέξη 'παίγνιο' σε ένα εταιρικό περιβάλλον, τείνει να δημιουργηθεί πολλή αρνητική κριτική, όπως ότι η εργασία υποτίθεται ότι είναι σοβαρή ενώ τα παίγνια δεν είναι» λέει ο *Jordan Schroeder*, *διαχειριστής ασφαλείας στην εταιρία Family Insurance Solutions στο Βανκούβερ*, ο οποίος συμπληρώνει «έτσι χρησιμοποιώ τον όρο 'ενεργός ανάδραση' αντί της παιγνιοποίησης. Αυτό μεταδίδεται πολύ καλύτερα».

### **Αποτελέσματα**

Ο Spitzner από την εταιρία SANS [12] σημειώνει ότι η συνειδητοποίηση της παιγνιοποίησης ασφαλείας δεν είναι ένας ώριμος τομέας ακόμα, και οι λίγοι οργανισμοί που έχουν κινηθεί προς αυτή την κατεύθυνση, έχουν στοχεύσει μόνο σε μερικές συμπεριφορές. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν και ιστορίες επιτυχίας, όπως αυτό που συνέβη στην Salesforce.com.

«Θέλαμε να δούμε τι θα συνέβαινε αν δημιουργούσαμε ένα πρόγραμμα όπου οι υπάλληλοι **θα έκαναν** τις σωστές ενέργειες με την θέλησή τους, αντί να ωθούνται να τις πράξουν» εξηγεί ο Heim από την Salesforce.com. Μετά από διαβουλεύσεις με τους επικεφαλής των επιχειρηματικών μονάδων, «καταλήξαμε σε μια σύντομη λίστα των συμπεριφορών που πιστεύαμε ότι θα έχουν το μεγαλύτερο αντίκτυπο, συμπεριλαμβανομένης της προαιρετικής κατάρτισης ασφαλείας, την υποβολή εκθέσεων μηνυμάτων ηλεκτρονικού ψαρέματος και την πρόληψη backdoor».

Ο Heim προσθέτει ότι η κατάρτιση ασφάλειας στην επιχείρηση είναι υποχρεωτική, αλλά η συμμετοχή στο πρόγραμμα συνειδητοποίησης παιγνιοποίησης ασφάλειας της επιχείρησης δεν είναι. Και εξηγεί πως οι υπάλληλοι παίρνουν τους πόντους και την αναγνώριση εάν συμμετέχουν και αντιλαμβάνονται τις σχετικές ενέργειες για την ασφάλεια, όπως την αναφορά μηνυμάτων ηλεκτρονικού ψαρέματος.

Οι άνθρωποι που ήταν οι μεγαλύτεροι προβληματισμοί μου είναι τώρα οι νούμερο ένα εταίροι μου στην ασφάλεια, είπε ο *Jordan Schroeder*, *διαχειριστής ασφάλειας στην εταιρία Family Insurance Solutions*.

Σε λύσεις οικογενειακής ασφάλειας, ο *Schroeder* λέει ότι βασίζεται στα θετικά σχόλια όταν οι χρήστες κάνουν τις σωστές ενέργειες (μηνύματα ηλεκτρονικού ψαρέματος, απόπειρες backdoor, είτε ως πραγματικές απειλές είτε σε επίπεδο ασκήσεων), και δείχνοντάς τους τη σωστή συμπεριφορά όταν κάνουν λάθος ενέργειες. Περιγράφει ότι σε αντίθεση με την

Salesforce.com, δεν υπάρχουν πόντοι, κονκάρδες, επίπεδα ή βραβεία. «Δεν είμαι πεπεισμένος για την αποτελεσματικότητα που παρέχουν μακριά από τον φυσικό κόσμο», σε μια μικρή επιχείρηση, προσθέτει.

Αν και δεν ήταν σε θέση να παρουσιάσει συγκεκριμένες μετρήσεις, σημειώνει ότι οι χρήστες δεν κρύβουν πλέον το λάθος τους με τον φόβο των αντιποίνων. «Εάν είναι βέβαιοι για μια θετική απάντηση, θέλουν να την εκμαιεύσουν έντονα, και θα αναφέρουν τα ηλεκτρονικά μηνύματα ελπίζοντας να πάρουν την απάντηση. Οι άνθρωποι που ήταν συνήθως επιφυλακτικοί είναι τώρα ανοικτοί στην συμμετοχή, ρωτώντας αν αυτό ή το άλλο είναι εντάξει. Είναι συναρπαστικό να τους βλέπεις να εκπαιδεύονται. Οι άνθρωποι που ήταν οι μεγαλύτεροι προβληματισμοί μου, είναι τώρα οι νούμερο ένα εταίροι μου στην ασφάλεια. Έχω σοκαριστεί με το μέγεθος της επιτυχίας με ανθρώπους που δεν πίστευα ποτέ ότι θα μπορούσε να πετύχει».

Περιγράφει ότι οι μεσήλικες βοηθοί γραφείου τείνουν να είναι πιο ανταποκρίσιμοι, ενώ αυτοί που έχουν το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι οι νεότεροι άνθρωποι που παίζουν παίγνια σε υπολογιστή. Σημειώνει επίσης ότι «Έχουν την τάση να βλέπουν μέσα από την παιγνιοποίηση, αλλά ανταποκρίνονται στις προκλήσεις».

### **Συμβουλές και παγίδες**

Ο Winkler [12] προσθέτει ότι, πριν από την έναρξη ενός προγράμματος παιγνιοποίησης, είναι σημαντικό να καθιερωθεί αρχικά το επίπεδο συνειδητοποίησης ασφάλειας στην επιχείρηση, για να αποφευχθεί σπατάλη στην προσπάθεια. Στη συνέχεια, είναι σημαντικό να δημιουργηθεί μια δομή ανταμοιβών με βάση την κουλτούρα της επιχείρησης και τους επιχειρηματικούς στόχους της.

«Δεν θέλουμε την ανταμοιβή συμπεριφοράς που δεν έχει καμία αξία», σημειώνει. Και «χρειάζεται ανταμοιβή όπου οι άνθρωποι πραγματικά την θέλουν». Σημειώνει ότι μοιράζοντας ανταμοιβές που ταξινομούν τους ανθρώπους όπως τον *Πόλεμο των άστρων* ή τους Jedi ιππότες μπορεί να αποδώσει στους προγραμματιστές, αλλά όχι στους τραπεζίτες επενδύσεων.

Ο Winkler [12] σημειώνει ότι οι πόντοι που μπορεί να ανταλλάσσονται με μικρά βραβεία μπορεί να αποδειχθούν κίνητρο, όπως ακόμη μπορεί να λειτουργήσει και μία λίστα κατάταξης με τα ονόματα. Οι εταιρείες με γραφεία σε πολλαπλές τοποθεσίες, ιδιαίτερα διεθνώς, μπορεί να είναι προτιμότερο να υιοθετήσουν διαφορετικές στρατηγικές σε διαφορετικές τοποθεσίες.

Για παράδειγμα, σε ορισμένες ασιατικές χώρες, μια ευκαιρία χειραψίας με τον Διευθύνοντα Σύμβουλο της εταιρίας μπορεί να είναι πιο συναρπαστική.

Δηλώνει ότι οι πόντοι, αν χρησιμοποιηθούν, θα πρέπει να είναι δυσκολότερο να ληφθούν ξανά, με την πρόσθεση μια βαθμίδας επιπέδων δυσκολίας, που μπορεί να είναι κονκάρδες ή τίτλοι. Οι πόντοι θα πρέπει να είναι εύκολο να ληφθούν στο πρώτο επίπεδο, και αφορούν βασικά βήματα, όπως η παρακολούθηση σεμιναρίων. Οι πόντοι στο επόμενο επίπεδο θα πρέπει να απαιτούν αυθόρμητη δραστηριότητα, όπως η αναφορά ενός μηνύματος ηλεκτρονικού ψαρέματος ή ενός περιστατικού ασφαλείας, και οι πόντοι σε υψηλότερα επίπεδα θα πρέπει να ανταμείβουν σύνθετες δραστηριότητες ασφαλείας, όπως η συμμετοχή σε ασκήσεις.

Ο Winkler [12] προσθέτει πως «Ακόμα και αν υπάρχει μια αποτυχία (όπως η εσφαλμένη αναφορά για ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ψαρέματος) θα πρέπει οι υπάλληλοι να ανταμείβονται για την εσφαλμένη αναφορά. Αν ξέρω γι' αυτό, μπορώ να προειδοποιήσω την υπόλοιπη εταιρεία. Με την παιγνιοποίηση το τμήμα ασφαλείας φαίνεται πως δεν υπάρχει για να τιμωρεί τους ανθρώπους, αν όλες οι αλληλεπιδράσεις με την ασφάλεια είναι αρνητικές, είναι λιγότερο πιθανό να αναφερθούν συμβάντα».

«Ποτέ μην κοινοποιείς τα ονόματα των θυμάτων», προσθέτει ο Spitzner [12]. «Ας γνωρίζουν όλοι ότι αν πέσουν θύματα, τα ονόματά τους δεν θα πάνε στο διευθυντή τους. Αν νομίζουν ότι θα πρέπει να αναφερθούν, θα δυσφορήσουν για το πρόγραμμα, δεδομένου ότι θα επηρεάσει την καριέρα τους. Η μόνη φορά που ο Διευθυντής θα πρέπει να ενημερώνεται είναι αν ένα άτομο έχει πέσει θύμα επανειλημμένα και είναι δυνατόν να προκαλέσει υψηλό κίνδυνο. Αλλά παράλληλα θα πρέπει να αναγνωρίζονται εκείνοι που διαπράττουν τις σωστές ενέργειες».

Ασκήσεις του είδους (αποστολή πλαστών μηνυμάτων ηλεκτρονικού ψαρέματος ή προσπάθειας εκμετάλλευσης μιας ευπάθειας του συστήματος για απόκτηση μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης) θα πρέπει να γίνονται μία φορά το μήνα. Ο Spitzner προσθέτει πως «αν γίνονται σε εβδομαδιαία βάση προκαλούν θόρυβο».

Ο Winkler [12] προειδοποιεί «μην περιμένετε θαύματα. Θα χρειαστεί να βελτιώσετε το πρόγραμμά σας με βάση τις επιτυχίες και τις αποτυχίες σας». Ένα κοινό λάθος περιλαμβάνει την ανταμοιβή της λανθασμένης συμπεριφοράς. Υπενθυμίζει μια περίπτωση όπου οι προγραμματιστές λογισμικού ανταμείβονται για την εξεύρεση σφαλμάτων, και έτσι συντάσσουν αναφορά γι' αυτό. Τέλος, προειδοποιεί ότι η παιγνιοποίηση δεν είναι η απάντηση για κάθε επιχείρηση, ειδικά αν η ασφάλεια είναι μια κανονιστική απαίτηση και η συμμετοχή δεν είναι προαιρετική.

## Κερδίζει έδαφος

Οι επαγγελματίες του χώρου ασφαλείας δεν γελούν με την παιγνιοποίηση. Ο Ahmad Douglas [12], ανώτερος διευθυντής της επίγνωσης ασφαλείας στην εταιρία Visa Inc. επιβεβαιώνει ότι «η παιγνιοποίηση είναι κάτι που εξετάζουμε, αν διατρέχουμε την εβδομάδα επίγνωσης ασφαλείας έχοντας μια συζήτηση, και δώσουμε μακριά στυλό, αυτό με κάποιο τρόπο έχει αντίκτυπο στις συμπεριφορές των ανθρώπων. Δεν λειτουργούμε με αυτόν τον τρόπο. Αντ' αυτού, η εταιρία Visa Inc. έχει προσλάβει μια γνωστική ψυχολόγο, για να εξετάσει τον τρόπο αντιμετώπισης των απειλών από τις μετρήσεις της συμπεριφοράς.

Ο Douglas προσθέτει «η παιγνιοποίηση είναι ένα εργαλείο, αλλά δεν θέλω να υποθέσω ότι είναι η λύση».

«Η παιγνιοποίηση, ή τα παίγνια αφήγησης, ή η τοποθέτηση κινούμενων σχεδίων στα μπάνια, ανεξάρτητα από τους διαύλους εργασίας των ανθρώπων, αποτελεί τον τρόπο βελτίωσης» συνεχίζει ο *Ahmad Douglas*, «ό,τι κάνουμε, θα είναι συνδεδεμένο με μια συγκεκριμένη απειλή, θα έχει μετρήσιμα αποτελέσματα και θα βασίζεται στην πραγματική ψυχολογία».

Το πρόβλημα επίγνωσης ασφαλείας μέσω της παιγνιοποίησης έχει πραγματικά δύο τμήματα, λέει ο Douglas. «Ξέρει τι δράση θέλει να αναλάβει; Είναι πρόθυμο να αναλάβει δράση; Δεν μπορείς να λύσεις και τα δύο με την ίδια λύση. Αν δεν γνωρίζεις κάτι, θα πρέπει να αξιολογήσεις αν είναι ρεαλιστικά αναγνωρίσιμο και ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος για να το διδάξεις. Αν δεν σε νοιάζει να αναλάβεις δράση, έχεις πρόβλημα στο κίνητρο και πρέπει να προσφέρεις μια ανταμοιβή».

Δεν είναι όλοι οι επαγγελματίες της ασφάλειας υποστηρικτές της ιδέας της παιγνιοποίησης. Ο Jonathan Feigle, διευθυντής της ασφάλειας των πληροφοριών στην αλυσίδα ξενοδοχειακών επιχειρήσεων Hyatt Hotels Corp. στο Σικάγο λέει «Το χρησιμοποιούμε σε ένα ορισμένο βαθμό, αλλά όχι στο βαθμό που υπάρχουν τα επίπεδα και οι πόντοι». Η απονομή πόντων σε ένα παγκόσμιο προσωπικό που μιλά πολλές γλώσσες θα συνεπαγόταν πολυάριθμες επιπλοκές, σημειώνει.

## Πέρα από την παιγνιοποίηση

Ο Winkler και άλλοι [12] τονίζουν ότι η παιγνιοποίηση δεν σημαίνει ότι οι χρήστες παίζουν ένα παίγνιο, άλλοι είναι πρόθυμοι να διασχίσουν τα σύνορα σε πραγματικά παίγνια. Για παράδειγμα, η εκκίνηση του παιγνίου Arozy σχεδιάστηκε ως παίγνιο υπολογιστή βασιζόμενο σε cloud περιβάλλον για να διδάξει την ευαισθητοποίηση της ασφάλειας, λέει ο συνιδρυτής Rick Deacon, ο οποίος ήταν προηγουμένως δοκιμαστής της εταιρίας στις διεισδύσεις.

«Θέλουμε οι χρήστες να ασχολούνται με κάτι που απολαμβάνουν τη χρήση» εξηγεί. Το παίγνιο προσομοιώνει ένα εταιρικό περιβάλλον, οι χρήστες παίρνουν το μέρος των επιτιθέμενων, οι οποίοι σχεδιάζουν τις επιθέσεις με βάση αυτό που μαθαίνουν κατά τη διάρκεια του παιγνίου. Εν τω μεταξύ, το λογισμικό αναλύει τις αποφάσεις των χρηστών προς επιβεβαίωση ότι κατανοούν την κατάσταση, εξηγεί.

Αλλά αν η επιλογή είναι η παιγνιοποίηση ή τα πραγματικά παίγνια, η επίπτωση της επιτυχίας αυτών των προσεγγίσεων είναι ότι η απάντηση στο πρόβλημα της επίγνωσης της ασφάλειας δεν είναι η τεχνολογία, αλλά η ανθρώπινη συμπεριφορά. Αντί να είναι θύματα μιας κοινωνικής μηχανής, οι επιχειρήσεις δείχνουν ότι μπορούν να προστατεύσουν τον εαυτό τους με τη δική τους μορφή κοινωνικής μηχανής που βασίζεται στην ανταμοιβή των ανθρώπων για να κάνουν το σωστό πράγμα. Εδώ τελειώνει η ολοκληρωμένη έρευνα του Lamont Wood συγγραφέα της εταιρίας Computerworld [12].

Οι Puhakainen και Sironen[13] πρότειναν μια νέα προσέγγιση παιγνιοποίησης επίγνωσης ασφαλείας βασισμένη στον εποικοδομητισμό, μια μέθοδο διδασκαλίας όπου η αμφίδρομη επικοινωνία αποτελεί βασική αρχή. Η προσέγγιση δοκιμάστηκε σε 11μηνη μελέτη έρευνας δράσης, η οποία περιλάμβανε 16 άτομα από φινλανδική τεχνολογική εταιρεία. Τα βασικά ευρήματα της μελέτης ήταν:

- Το εκπαιδευτικό υλικό θα πρέπει να γνωστοποιείται με τρόπους που θα ενεργοποιούν τη γνωστική επεξεργασία των πληροφοριών, γεγονός που θα προκαλέσει μακρόχρονη μνήμη και κατοχή της γνώσης.
- Οι εργασίες εκμάθησης πρέπει να είναι προσωπικής σημασίας για τους χρήστες.
- Στη μάθηση θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το επίπεδο γνώσεων.
- Η επικοινωνία ασφαλείας πρέπει να ενσωματωθεί στην κανονική επιχειρηματική επικοινωνία, για να δείξει ότι η ασφάλεια είναι ένα σημαντικό στοιχείο στις κανονικές εργασίες και επιχειρηματικές δραστηριότητες.
- Η επικοινωνία ασφαλείας πρέπει να είναι συνεχής δραστηριότητα και όχι περιοδική.



### **«Συμμετοχή του υπαλλήλου»**

Σε μελέτη σχετική με τον ρόλο της συμμετοχής των εργαζομένων, οι Albrechtsen και Honden [14] πρότειναν μια λύση για τη χρήση της «τοπικής συμμετοχής των εργαζομένων, των συλλογικών προβληματισμών και των ομαδικών διαδικασιών» ως μια βελτιωμένη διαδικασία μάθησης για τους εργαζόμενους. Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε εργαστήρια ασφαλείας με ομάδες 10-15 συμμετεχόντων με μετρήσεις γνώσης, πριν και μετά ανακαλύφθηκε ότι η συνείδηση στην πραγματικότητα είχε σημαντική αύξηση μεταξύ των σχετικών εργαζομένων και ότι παρέμεινε εγγενής για τουλάχιστον έξι μήνες. Διαπιστώθηκε ότι οι εργαζόμενοι αισθάνθηκαν περισσότερο υποκινούμενοι από τον εναλλακτικό τρόπο διάδοσης της γνώσης. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι πιο εξατομικευμένες πλατφόρμες που βασίζονται σε χρήστες και είναι φιλικές προς το χρήστη θα έχουν καλύτερα αποτελέσματα.

### **«Όφελος από την τεχνολογία»**

Οι Shaw και λοιποί[8] κατέληξαν σε μια πειραματική μελέτη ότι υπάρχουν θετικοί συσχετισμοί μεταξύ μέσων ενημέρωσης και αποκτηθέντων επιπέδων ευαισθητοποίησης χρηστών. Το συμπέρασμα ήταν ότι τα μέσα ενημέρωσης, με διαδραστικές και προσαρμόσιμες μορφές επικοινωνίας είναι αποτελεσματικά και προωθούν τον σκοπό της παιγνιοποίησης. Παρόμοια οι Puhakainen και Sironen[13], υπογράμμισαν πως η παιγνιοποίηση πρέπει να είναι συνεχής, ώστε να διασφαλίζεται ότι η συνειδητοποίηση διατηρείται επαρκώς.

### **«Εστίαση στους παράγοντες επιτυχίας»**

Ο Walls[15] συνοψίζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ως πλεονεκτήματα για τα προγράμματα παιγνιοποίησης :

- Συνεχής, ευέλικτη ανάλυση και αναφορά των επιδόσεων των χρηστών
- Ευέλικτο και προσαρμόσιμο πρόγραμμα εκμάθησης
- Διαδραστικές ασκήσεις
- Πληρότητα και πλούσιο περιεχόμενο
- Περιεχόμενο βελτιστοποιημένο για μεταβλητά μεγέθη συσκευών
- Συσκευασία υψηλής συχνότητας και σύντομης διάρκειας
- Υποστήριξη για κατάτμηση χρηστών
- Υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών

Συνοψίζοντας τις ανωτέρω Επιστημονικές έρευνες και διαπιστώσεις, μπορούμε να εστιάσουμε σε ορισμένα σημαντικά συμπεράσματα. Είναι αδιαμφισβήτητο, ότι η καλύτερη οδός για την αύξηση της επίγνωσης ασφαλείας είναι μέσω της παιγνιοποίησης [12]. Η σημαντικότερη παράμετρος για την επιτυχή εκμάθηση στην επίγνωση ασφαλείας, είναι η ψυχολογία του ατόμου [9][10]. Επίσης λοιποί παράμετροι που επηρεάζουν στην επιτυχή εκμάθηση στην επίγνωση ασφαλείας, είναι η επαρκής εξήγηση του οργανισμού για την πολιτική ασφαλείας που ακολουθεί [10], η αντίληψη για την ασφάλεια και το νοητικό επίπεδο του ατόμου [8], η προαιρετική συμμετοχή του υπαλλήλου στην εξάσκηση μέσω της παιγνιοποίησης και το απόρρητο ονομάτων των μαθητευόμενων προς προστασία τους από την προϊστάμενη αρχή τους [12] προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος δημιουργίας φόβου αντιποίνων.

Ως προς τα συστατικά που συνθέτουν ένα επιτυχημένο παίγνιο ασφαλείας, προκειμένου να δημιουργεί υψηλές προσδοκίες για αύξηση της επίγνωσης ασφαλείας, θεωρούνται η αναγκαιότητα της επιβράβευσης του εκπαιδευόμενου ακόμη και στην διάπραξη λάθους ενέργειας, αντίθετης με την πολιτική ασφαλείας του οργανισμού [12], ο συνδυασμός πόντων του παιγνίου με διάφορα είδη αμοιβών, ο προσωπικός χαρακτήρας των διαδικασιών εκμάθησης για τους χρήστες, το γνωστικό επίπεδο των εκπαιδευόμενων [13] και η διαρκής προσπάθεια στην εκμάθηση. Η συμμετοχή των εκπαιδευόμενων εφόσον είναι προαιρετική, μπορεί να αυξηθεί μόνο με χρήση των σημερινών τεχνολογιών, δημιουργώντας ελκυστικά περιβάλλοντα και με χρήση εναλλακτικών τρόπων διάδοσης της γνώσης [14]. Τέλος, οι έρευνες έχουν καταλήξει στον ορισμό των πλεονεκτημάτων των παιγνίων εκμάθησης [15] έναντι των τυπικών μεθόδων εκμάθησης, που είναι η περιοδικότητα της εκμάθησης, η ανάλυση και αναφορά επιδόσεων των χρηστών, η ευελιξία και προσαρμοστικότητα του προγράμματος εκμάθησης, ο διαδραστικός χαρακτήρας των ασκήσεων, η πληρότητα και το πλούσιο περιεχόμενο εκμάθησης, η δυνατότητα συμβατότητας σε διάφορους τύπους συσκευών, η ταυτόχρονη υποστήριξη πολλαπλών χρηστών όπως και η υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη.

## 3. Επίγνωση Ασφαλείας μέσω της Παιγνιοποίησης

### 3.1 - Προϋποθέσεις για την υλοποίηση παιγνίου

Σύμφωνα με τους Stephen Tang και λοιπούς[16] τα εκπαιδευτικά παίγνια πρέπει να επωφεληθούν από τις αρχές και τις τεχνολογίες της παιγνιοποίησης για τη δημιουργία εκπαιδευτικού περιεχομένου. Έτσι περιγράφουν τις κύριες δραστηριότητες, μέσω των οποίων τα εκπαιδευτικά παίγνια μπορούν να μεταδώσουν τη γνώση οι οποίες είναι :

- ✓ Παρατήρηση των ιδιοτήτων και συμπεριφορών των παικτών και αντικειμένων
- ✓ Κατανόηση σχέσεων μεταξύ παικτών και αντικειμένων και των επιπτώσεών τους
- ✓ Εκτέλεση εργασιών και επίλυση προβλημάτων

Ενώ οι παραπάνω δραστηριότητες και η μάθηση μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ένα περιβάλλον μη παιγνιοποίησης, τα παίγνια φαίνεται να έχουν μια ξεχωριστή ικανότητα να κρατήσουν τους παίκτες που ασχολούνται για μεγάλες χρονικές περιόδους. Η θεωρία της αυτοδιάθεσης[17], δείχνει ότι η κινητήρια ανθρώπινη εμπειρία απαιτεί τρία χαρακτηριστικά: ικανότητα, αυτονομία και συνάφεια. Τα εκπαιδευτικά παίγνια και η παιγνιοποίηση της εκπαίδευσης έχουν ανάλογες ιδιότητες, που θα μπορούσαν να χαρτογραφηθούν με αυτά τα χαρακτηριστικά. Τα καλά σχεδιασμένα παίγνια καθοδηγούν τους εκπαιδευόμενους μέσω των επιπέδων, τους βοηθούν να αυξήσουν την πνευματική τους ικανότητα και τους επιτρέπουν μέχρι κάποιο βαθμό επιλογής και προσαρμογής να αυξήσουν την μαθησιακή τους εμπειρία, η οποία μπορεί να δώσει στους παίκτες μια αίσθηση αυτονομίας. Τα παίγνια που παίζονται με πολλούς χρήστες μπορεί να απαιτήσουν τη συνεργασία των εκπαιδευόμενων σε κάποια στάδια και να αυξήσουν τα επίπεδα του ανταγωνισμού, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει τους παίκτες σε ένα αίσθημα συνάφειας.

Όπως αναφέρει ο David Thornton[11] η εξισορρόπηση των παραγόντων της κατανόησης και της ψυχαγωγίας απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό. Εάν πραγματοποιηθεί ένα κακό, «εκπαιδευτικό παίγνιο» μπορεί να γίνει είτε κουραστικό ή να αποτελεί χάσιμο χρόνου. Η διαδικασία του σχεδιασμού του παιγνίου απαιτεί δημιουργικότητα και καινοτομία. Οι Tang & Hanneghan[18] περιγράφουν δύο προσεγγίσεις για το σχεδιασμό εκπαιδευτικών παιγνίων:

- α. χρησιμοποιώντας την προοπτική εκπαίδευσης, όπου δίδεται έμφαση στο πρόγραμμα σπουδών και τα αποτελέσματα των φοιτητών
- β. χρησιμοποιώντας την προοπτική διασκέδασης, όπου εστιάζεται η διασκέδαση και οι αξέχαστες εμπειρίες.

Οι Zichermann και λοιποί[19] περιγράφουν διάφορα κοινά στοιχεία σχεδιασμού παιχνίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθοδηγήσουν τη μεθοδολογία σχεδιασμού. Τα στοιχεία αυτά είναι :

- ✓ **Σύστημα πόντων** - αυτή η δυνατότητα παρέχει την δυνατότητα της παρακολούθησης της προόδου του παιχνίου, της ικανότητας του παίκτη, της αλληλεπίδρασης μεταξύ παίκτη και παιχνίου, και της κατάστασης του παίκτη.
- ✓ **Επίπεδα** - αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι δημοφιλές στα παίγνια και χρησιμοποιείται για την διαβάθμιση της δυσκολίας. Ένα καλό σύστημα τυχερών παιχνίων πρέπει να παρέχει απρόσκοπτη μετάβαση για τον παίκτη σε κάθε επίπεδο δυσκολίας με το αντίστοιχο ποσό πρόκλησης. Έτσι και οι παίκτες ενός παιχνίου εκμάθησης, υποκινούνται όταν υπάρχει το πρόσθετο κίνητρο από μια ανταμοιβή του παιχνίου.
- ✓ **Κονκάρδες ή τρόπαια** - το χαρακτηριστικό αυτό γνώρισμα αποτελεί ένα δείγμα του επιτεύγματος του παίκτη με σκοπό να ενθαρρύνει την πρόοδο.
- ✓ **Κατάταξη παίκτη** - αυτό το στοιχείο ωθεί τους πιο ανταγωνιστικούς παίκτες σε μεγαλύτερη προσπάθεια.
- ✓ **Προκλήσεις και αποστολές** - οι προκλήσεις δελεάζουν τους παίκτες, με αποτέλεσμα να τους ωθούν στην προσπάθεια, ενώ οι αποστολές κρατούν τους παίκτες που ασχολούνται, συνεχώς σε εγρήγορση.
- ✓ **Εστίαση στο παίγνιο** - η προσοχή του παίκτη πρέπει να παραμένει στο παίγνιο, ειδικά για τον αρχάριο, τα πρώτα λεπτά είναι κρίσιμα για να παραμείνει στο παίγνιο. Είναι προτιμότερο να αποφεύγεται κάθε είδους παραπομπής με σκοπό να μην αποσπάτε η προσοχή του παίκτη, κρατώντας τον σταθερά στο περιβάλλον του παιχνίου.
- ✓ **Βρόχοι επανάληψης** - αυτή η δυνατότητα αφορά σύντομες περιόδους ενισχυμένης πρόκλησης ή και αλληλεπίδρασης μέσα στο παίγνιο, οι οποίες συχνά δημιουργούν τις πιο αξέχαστες και συναρπαστικές στιγμές για τον παίκτη.

Οι Zichermann και λοιποί[19], συνιστούν τις ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές για την παιγνιοποίηση εκπαιδευτικού περιεχομένου:

1. **Πόντοι απονομής, ή πόντοι εμπειρίας (XP) αντί για βαθμούς** - Αυτό μπορεί να φαίνεται σαν μια διάκριση χωρίς διαφορά. Το κύριο πλάνο αυτής της προσέγγισης είναι ότι τα αποτελέσματα των εκπαιδευομένων συνεχώς αυξάνονται, δίνοντας μια συνεχή αίσθηση της προόδου.
2. **Χρήση πόντων για καθορισμό επιπέδων ή τίτλων** - Καθώς οι μαθητές κερδίζουν πόντους, θα πρέπει να ανεβαίνουν επίπεδα. Τα περισσότερα παίγνια χρησιμοποιούν μια εκθετική καμπύλη για τον καθορισμό αυτών. Έτσι, για παράδειγμα, ένας παίκτης που αρχίζει στο επίπεδο 1 θα μπορούσε να ανέβει στο επίπεδο 2 σε 100 πόντους, στο επίπεδο 3 σε 300, στο επίπεδο 6 σε 600, κλπ. Μια τέτοια καμπύλη ανταμείβει τους παίκτες νωρίς και τους ωθεί να εργαστούν σκληρότερα για να λάβουν την ανταμοιβή. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν τίτλους σε διάφορα επίπεδα, ανάλογα με τον πανεπιστημιακό τους κλάδο.
3. **Διαίρεση του περιεχομένου του μαθήματος σε κομμάτια, με «εμπόδια»** - Επειδή οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να προοδεύσουν (στο μέτρο του δυνατού) στο δικό τους ρυθμό, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να καθορίσουν τα «επίπεδα» του περιεχομένου που οι φοιτητές θα μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση, προκειμένου να επιτύχουν. Με αυτόν τον τρόπο, ο φοιτητής μπορεί να ολοκληρώσει την πορεία με ταχύτερους ρυθμούς, ενώ οι φοιτητές που εξελίσσονται πιο αργά μένουν λιγότερο ενθουσιασμένοι. Αυτό συμβάλλει επίσης και στον ανταγωνισμό.
4. **Πολλαπλές διαδρομές εκμάθησης** - Σύμφωνα με την επιθυμία της αυτονομίας, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να δημιουργούν πολλαπλές εκδόσεις μιας εκχώρησης με μικρές μεταξύ τους διαφορές, ενώ θα καλύπτουν το ίδιο νόημα. Οι φοιτητές, στη συνέχεια, θα πρέπει να επιλέξουν ποια έκδοση τους ταιριάζει για να την ολοκληρώσουν. Αυτό μπορεί να είναι χρονοβόρα διαδικασία, αλλά οι αναγνώστες θα πρέπει να έχουν υπόψιν τους ότι ακόμα και η ψευδαίσθηση της επιλογής μπορεί να αποτελέσει κίνητρο[20].
5. **Γεωμετρικές ανταμοιβές** - Ένα αντιστάθμισμα στην προαναφερόμενη φθίνουσα απόδοση. Για μια διάλεξη στην τάξη 3 φορές την εβδομάδα, ένας φοιτητής θα λάβει 1 πόντο για την πρώτη ημέρα παρακολούθησης, 2 βαθμούς για τη δεύτερη, και 4 για την

τελευταία. Έτσι, ένας φοιτητής που παρακολουθεί και τις 3 ημέρες κερδίζει 7 πόντους, ενώ ένας φοιτητής που παρευρίσκεται 2 ημέρες θα λάβει 3 πόντους.

6. **Λάφυρα (Αναλώσιμα αντικείμενα, προνόμια)** - Επειδή «η εκπαίδευση είναι το παίγνιο», οι μαθητές θα πρέπει να ανταμείβονται με ειδικές ικανότητες ή προνόμια για την ολοκλήρωση βασικών ορόσημων στην πορεία του παιγνίου. Για παράδειγμα ένα αντικείμενο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με έναν από τους δύο τρόπους:
  - α. μια εβδομάδα, 10% ώθηση σε οποιαδήποτε ανάθεση ολοκληρωθεί
  - β. μια φορά, 25% ώθηση σε μια ενιαία εκχώρηση
7. **Άμεση (ή σχεδόν άμεση) ανατροφοδότηση** - Στα ψηφιακά παίγνια, οι παίκτες είναι γενικά συνηθισμένοι να ειδοποιούνται εντός δευτερολέπτων για την πρόοδό τους. Κατά μέσο όρο, ένας φοιτητής μπορεί να πρέπει να περιμένει μια εβδομάδα ή περισσότερο για να λάβει επιβράβευση για την πρόοδό του. Ενώ δεν υπάρχει καμία προτεινόμενη λύση στο πρόβλημα αυτό, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αναθέσουν πιο περίπλοκα κουίζ με σύνδεση που ταξινομούνται αυτόματα. Ωστόσο, για να αποτραπούν οι μαθητές από την τυχαία επιλογή απαντήσεων σε κουίζ, ένας εκπαιδευτικός πρέπει να φροντίσει να αντικαταστήσει τις πιθανές απαντήσεις σωστού λάθους με κενό που πρέπει να συμπληρώσει ο εκπαιδευόμενος.
8. **Συμμετοχή πολλών παικτών (αναθέσεις ομάδας)** - Ενδεχομένως, η ομαδική εργασία μπορεί να είναι μια δυναμική μαθησιακή εμπειρία. Σε μια σειρά μαθημάτων που μπορούν να υποστηρίξουν πολλαπλούς ρόλους του μαθητή, οι μαθητές μπορούν να εργαστούν μαζί ως μέλη ομάδας, καθώς και να προσαρμοστούν στην εμπειρία μάθησης.

Ο όρος παιγνιοποίηση[21] στην επίγνωση ασφαλείας μπορεί να περιγραφεί ως μια εφαρμογή παιγνίου που βασίζεται σε επιχειρηματικά προβλήματα. Πρέπει να ενθαρρύνει την συμμετοχή του χρήστη και την εθελοντική αναζήτηση συμπληρωματικών πληροφοριών. Δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο σε επιχειρηματικά προβλήματα. Η χρήση του είναι απαραίτητο να είναι ευρεία σε ικανότητα, εκπαίδευση και μάρκετινγκ. Ο χρήστης[22] δεν πρέπει να περιορίζεται ως προς τις επιλογές του, να ωθείται προς την βελτίωση των γνώσεών του στον τομέα ασφαλείας, να ανατροφοδοτείται με τις λύσεις των προβλημάτων, να ενισχύεται από το νόημα της γνώσης του παιγνίου και να κατευθύνεται σε πνεύμα συνεργασίας μέσα από το παίγνιο για την επίλυση προβλημάτων. Ειδικότερα μπορούμε να περιγράψουμε την παιγνιοποίηση με τους παρακάτω όρους :

- Αυτονομία
- Υψηλό επίπεδο
- Ανατροφοδότηση
- Σκοπός
- Ομαδικότητα

Η παιγνιοποίηση επίγνωσης ασφαλείας αποτελεί πλέον παγκοσμίως την καλύτερη στρατηγική διάδοσης της πληροφορίας στον χρήστη [23]. Οι λόγοι περιγράφονται παρακάτω :

- Η εύκολη εκμάθηση
- Η πρόκληση που δημιουργείται στον χρήστη
- Η πρόοδος του χρήστη
- Οι ανταμοιβές
- Οι εκπλήξεις και η απόλαυση
- Ο ανταγωνισμός
- Η προσομοίωση σε περιβάλλον παιγνίου

Η ενθάρρυνση των χρηστών σε επίπεδο εταιρίας για συμμετοχή[24] αποτελεί σημαντικό παράγοντα της οποίας τα απαραίτητα στάδια περιγράφονται παρακάτω :

- Τι θα επιτρέψει η διοίκηση της εταιρίας;
- Δώρο κάρτες, εργασιακή αναγνώριση, δωρεάν γεύματα, δώρα, ταξίδια
- Συνδυασμός δομής ανταμοιβής
- Εύκολο για βασικές ανταμοιβές
- Προσιτό για προχωρημένες ανταμοιβές
- Απαιτεί εργασία για τελική ανταμοιβή

Αξιοσημείωτο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της συνόδου κορυφής στον χώρο ασφαλείας που διοργανώθηκε στο Λονδίνο το 2016 από την SANS [22]. Επισήμανση έγινε για την σημασία της ενημέρωσης ασφαλείας στους οργανισμούς, όπου αποδόθηκε στα λιγότερα λάθη ασφαλείας, στο μεγαλύτερο ενδιαφέρον των υπαλλήλων για τις ενέργειές τους, στην αύξηση της λογικής ασφαλείας στους υπαλλήλους όπως και στην επικράτηση του αισθήματος της επαγρύπνησης στους εργαζομένους.

Επίσης αναφέρθηκαν συχνές αιτίες για την μη εφαρμογή των απαιτούμενων πρακτικών σε οργανισμούς, που καθαρά οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα. Ενδιαφέρον έχουν τα παραδείγματα συμπεριφορών υπαλλήλων με λανθασμένη νοοτροπία, αντίληψη ακόμη και πλήρη άγνοια για την ασφάλεια, καταλήγοντας στον ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η παιγνιοποίηση στην μάθηση και εκπαίδευση του προσωπικού των οργανισμών. Σημαντική είναι η διαπίστωση που περιγράφεται παρακάτω για την παιγνιοποίηση που σχετίζεται με τον πρωταρχικό σκοπό της παιγνιοποίησης που δεν είναι άλλος από την αύξηση των γνώσεων στην ασφάλεια της ψηφιακής πληροφορίας. Στην σύνοδο κορυφής τονίστηκε ιδιαίτερος η φράση **«Η παιγνιοποίηση ασφαλείας δεν είναι για να παίζεις παίγνια στην εργασία»** [22].

Στην σύνοδο κορυφής, ορίστηκαν τα πέντε (5) απαραίτητα στοιχεία για την επιτυχημένη παιγνιοποίηση: η αυτονομία, η γνώση, η ανατροφοδότηση, ο σκοπός και η επικοινωνία. Έγινε αναφορά επίσης στα προτεινόμενα κίνητρα και ανταμοιβές που πρέπει να περιέχει ένα παίγνιο επίγνωσης ασφαλείας που είναι ο ανταγωνισμός, τα επιτεύγματα, η κατάσταση, η έκφραση, ο αλτρουισμός και η πρόσβαση. Τελικώς, δόθηκαν οι κατευθυντήριες γραμμές για τις συμπεριφορές που πρέπει να ακολουθήσουν οι οργανισμοί και εταιρίες ασφαλείας, προκειμένου να πετύχουν την εκπαίδευση μέσω της παιγνιοποίησης. Έτσι ορίστηκε η ιεραρχία των ενεργειών που πρέπει να βασιστεί η επιτυχημένη παιγνιοποίηση ως εξής :

1. Προσδιορισμός βασικών συμπεριφορών που πρόκειται να παιγνιοποιηθούν.
  - Ορισμός προτεραιότητας συμπεριφορών.
  - Επιβεβαίωση ότι η παιγνιοποίηση είναι η σωστή μέθοδος για λύση στο πρόβλημα.
2. Επικοινωνία για τις αναμενόμενες συμπεριφορές με τους υπαλλήλους.
  - Εξήγηση στους υπαλλήλους των λόγων για κάθε απόφαση πολιτικής ασφαλείας
3. Ανταμοιβή/αναγνώριση των ανθρώπων για τις σωστές συμπεριφορές όταν τις πράττουν
  - Αναγνώριση των σωστών συμπεριφορών, κοινοποίηση και επιβράβευση.

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή, εστιάζουμε σε προσπάθεια παιγνιοποίησης πλήρως τροφοδοτούμενης από τους διαχειριστές της εφαρμογής. Κατ' ουσία οι διαχειριστές έχουν δικαίωμα να ορίσουν τις ερωτήσεις με τις πιθανές απαντήσεις ανά επίπεδο δυσκολίας, όπως και την ευχέρειά να αποφασίσουν το είδος αμοιβής των καλύτερων παικτών προς επιβράβευση. Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί ο παράγοντας «τύχη» ως προς την σειρά των εμφανιζόμενων ερωτήσεων, όπως και η προτεραιότητα στην εμφάνιση των ερωτήσεων που τυχόν ο ίδιος παίκτης είχε απαντήσει λάθος σε παλαιότερη προσπάθειά του. Κατ' αυτό τον τρόπο εξασφαλίζουμε ακριβέστερα την μετάδοση της γνώσης.



### 3.2 - Επίγνωση γνώσης εφαρμογής

Το νόημα είναι ο βασικότερος γνώμονας της παιγνιοποίησης. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υλοποιηθεί πραγματικό παίγνιο[21] που μοναδικό στόχο έχει την διασκέδαση. Το νόημα πρέπει να προσδίδεται στον χρήστη, μέσω ενός εικονικού περιβάλλοντος παιγνίου, μέσω του οποίου ο χρήστης θα βελτιώνει τις γνώσεις του. Απαραίτητοι όροι είναι[21] :

- Η απεριόριστη πρόσβαση στην προσπάθεια κατά την διάρκεια του παιγνίου.
- Η μη περιεκτικότητα υλικού βίντεο εκμάθησης γνώσης.
- Η μη προσομοίωση σε πραγματικό περιβάλλον με κάποια πιθανή εισβολή κακόβουλου λογισμικού στον χρήστη

Οι I. Winkler και S. Manke [21] το 2014 στο συνέδριο του San Francisco, επεσήμαναν *«Αν η εκπαίδευση χρηστών μέσω του παιγνίου είναι επιβαλλόμενη, τότε αυτό δεν είναι παιγνιοποίηση επίγνωσης ασφαλείας»*. Σε κάθε περίπτωση σκοπός, είναι η διάδοση γνώσης στον χρήστη με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Παρακάτω, περιγράφονται τα συστατικά που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για το καλύτερο αποτέλεσμα προς αυτή την κατεύθυνση :

- Δημιουργία ερωτήσεων μέσα σε ελκυστικό περιβάλλον.
- Διαρκής πρόσβαση στην γνώση ανεξάρτητη από τοποθεσία και χρόνο.
- Τροφοδότηση χρηστών με την γνώση.
- Δυνατότητα εμφάνισης απάντησης στον χρήστη από το σύστημα σε περίπτωση ανεπιτυχούς προσπάθειας.
- Ρητή και τακτική εμφάνιση των ίδιων ερωτήσεων που ο χρήστης απαντά λάθος.
- Εμφάνιση ερωτήσεων σε τυχαία σειρά.
- Επαναληπτικές ερωτήσεις σε τακτικά διαστήματα για διατήρηση του γνωστικού επιπέδου του χρήστη.
- Σύνδεση του λογισμικού με την εταιρία του χρήστη και έγκριση απασχόλησης των χρηστών σε χρονικές στιγμές εργασιακής ανάπαυσης.
- Δυνατότητα παιγνίου για τροποποίηση υπαρχόντων ερωτήσεων.
- Δυνατότητα παιγνίου για αφαίρεση υπαρχόντων ερωτήσεων.
- Δυνατότητα παιγνίου για πρόσθεση νέων ερωτήσεων.
- Κατανόηση χρήστη της σοβαρότητας του τομέα ασφαλείας και της συμβολής της παιγνιοποίησης στον παραπάνω τομέα.
- Αποθήκευση αποτελεσμάτων και εύκολη πρόσβαση του χρήστη στα αποτελέσματα ανεξαρτήτως χρονικής διάρκειας.

### 3.3 - Λοιποί παράγοντες για αποτελεσματική εφαρμογή

Καθώς αναπτύσσεται η βιομηχανία των video game με αντίπαλο την κινηματογραφική βιομηχανία, πολλοί αναρωτιούνται αν τα ψηφιακά παίγνια μπορούν να προσφέρουν κάτι περισσότερο από διασκέδαση. Η Merrilea J. Mayo, διευθύντρια των εθνικών ακαδημιών επιστημονικής βιομηχανικής έρευνας της Αμερικανικής Κυβέρνησης, υποστηρίζει ότι τα βιντεοπαίγνια θα μπορούσαν να παρέχουν αποτελεσματική επιστήμη και εκπαίδευση γνώσης των μηχανικών για τους ακόλουθους πέντε λόγους[25]:

- Τα βιντεοπαίγνια απευθύνονται σε ένα ευρύ κοινό.
- Οι μαθητές δεν περιορίζονται χρονικά και μπορούν να παίξουν παίγνια σε οποιαδήποτε στιγμή.
- Τα βιντεοπαίγνια προκαλούν ενδιαφέρον.
- Τα βιντεοπαίγνια διεγείρουν χημικές αλλαγές στον εγκέφαλο που προάγουν τη μάθηση.
- Αρχικές μελέτες δείχνουν την αποτελεσματικότητα διδασκαλίας μέσω της παιγνιοποίησης να είναι πιο αποτελεσματική από την κλασική διάλεξη.

Διάφοροι γνωστοί υποστηρικτές τυχερών παιγνίων, έχουν εφαρμόσει την προσέγγιση στα επίπεδα δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ο Paul Andersen, εκπαιδευτής της AP Biology, έλαβε το βραβείο του καθηγητή της χρονιάς 2011 στο Ίδρυμα Επαγγελματικής Εκπαίδευσης της Montana, ως επικεφαλής στην τάξη του. Παρουσίασε μια συζήτηση με τίτλο Σχεδιασμός Παιγνίων στην Τάξη[23], στην οποία περιγράφει πώς η χρήση των πινάκων αποτελεσμάτων, οι πόντοι και τα επίπεδα βοήθησαν να αυξηθεί το κίνητρο για μάθηση. Ο Lee Sheldon, αναπληρωτής καθηγητής και συν-διευθυντής του προγράμματος Αγώνων και Προσομοιωτικών Τεχνών στο Πολυτεχνικό Ινστιτούτο Rensselaer, έχει κάνει μεγάλη επιτυχία με τις τεχνικές τυποποίησης στα πανεπιστημιακά μαθήματα. Το βιβλίο του, «Η τάξη για πολλούς παίκτες»[26], περιγράφει στρατηγικές για τη μετατροπή μιας τυποποιημένης σειράς μαθημάτων σε ένα μάθημα - παίγνιο.

Η Jane McGonigal, συγγραφέας του βιβλίου Reality Is Broken [27], πιστεύει ότι τα παίγνια έχουν τη δύναμη, όχι μόνο να διασκεδάσουν, αλλά και να βελτιώσουν τον κόσμο. Υποστηρίζει ότι τα παίγνια για πολλούς παίκτες, διδάσκουν στους ανθρώπους πώς να δουλεύουν πιο αποτελεσματικά στις ομάδες και ότι τα παίγνια επιτρέπουν στους ανθρώπους να εξαλείφουν το

άγχος. Επιπλέον, ο McGonigal πιστεύει ότι τα συστατικά των παιγνίων για την επίλυση προβλημάτων, μπορούν να αξιοποιηθούν για να μας κάνουν καινοτόμους σε πραγματικά σημαντικά παγκόσμια ζητήματα, όπως η φτώχεια και η αλλαγή του κλίματος.

Τα απαραίτητα συστατικά για την δημιουργία του επιθυμητού αποτελέσματος που δεν είναι άλλο από την ικανοποιητική συμμετοχή των χρηστών περιγράφονται ως εξής[25] :

- Εμφανείς πίνακες αποτελεσμάτων και εργαλείων.
- Πόντοι ανταμοιβής.
- Επίπεδα.
- Επιτεύγματα.
- Άμεση ανατροφοδότηση.
- Σαφώς καθορισμένοι κύκλοι εργασίας / ανταμοιβής.
- Κοινωνικά στοιχεία
- Ανταγωνισμός ομάδων παικτών.

Τα παραπάνω συστατικά δεν είναι τα μοναδικά για την δημιουργία παιγνίου, αποτελούν όμως τα άκρως απαραίτητα για την ορθή δημιουργία παιγνίου.

### **3.4 Τα οφέλη και το κόστος της Παιγνιοποίησης**

Τα συστήματα παιγνιοποίησης έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα σε διάφορους τομείς. Ωστόσο, ορισμένες μελέτες εγείρουν την ανησυχία των αρνητικών και παρενεργειών των συστημάτων της παιγνιοποίησης. Στελέχη επιχειρήσεων δεν είναι πεπεισμένα για την ανάπτυξη και λειτουργία των συστημάτων της παιγνιοποίησης, επειδή δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες και παραδείγματα στην ανάλυση κόστους-οφέλους των συστημάτων της παιγνιοποίησης.

Σε εκπαιδευτικούς τομείς, τα συστήματα παιγνιοποίησης έχουν αποδείξει όχι μόνο εκπαιδευτικά οφέλη, αλλά και αύξηση στα κίνητρα για μάθηση και βελτίωση της αυτο-αποτελεσματικότητας και της αυτοεκτίμησης[28][29][30][31]. Ο Kim[32] έδειξε ότι η παιγνιοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ως ένα νέο εργαλείο, για να παρακινήσει τη μαθησιακή επιθυμία, να βελτιώσει το επίπεδο της επικοινωνίας και κατανόησης και να μειώσει το άγχος της μάθησης στην εκπαίδευση. Επιπλέον, απέδειξε ότι η

απόκτηση ενός παιγνίου είναι αποτελεσματική στη διδασκαλία, για τέσσερις (4) βασικούς κανόνες της οικονομίας, και συγκεκριμένα:

- ✓ ένας ιδρυτής μιας νέας εταιρείας που στερείται κεφαλαίων θα έχει το πλεονέκτημα, να πουλήσει την επιχείρηση σε μια μεγάλη εταιρεία, έτσι ώστε να συγκεντρώσει κεφάλαια για μια νέα επιχείρηση
- ✓ μια μεγάλη εταιρεία θα έχει το πλεονέκτημα, αν αναλάβει μια νέα επιχείρηση που έχει μια νέα τεχνολογία ή ένα νέο επιχειρηματικό μοντέλο, να δημιουργήσει μια επιχείρηση με τη δική του κεφαλαιακή δύναμη, με δίκτυο διανομής και αυξημένη ικανότητα μάρκετινγκ
- ✓ ένας ιδιώτης επενδυτής που προτιμά επενδύσεις υψηλού κινδύνου και υψηλής απόδοσης, θα πρέπει να επενδύσει σε εταιρείες πρώιμης εκκίνησης
- ✓ ένας ιδιώτης επενδυτής ο οποίος προτιμά τις επενδύσεις χαμηλού κινδύνου και χαμηλών επιστροφών, θα πρέπει να επενδύει σε μεγάλες εταιρείες που έχουν την κυρίαρχη δύναμη στην αγορά.

Ο Kim[33] πρότεινε μια μέθοδο δημιουργίας ομάδας, που εφαρμόζει ένα παίγνιο δράσης στη διαδικασία οικοδόμησης της ομάδας και έδειξε ότι το προτεινόμενο παίγνιο δημοπρασιών, είναι ένα αποτελεσματικό και διασκεδαστικό εργαλείο που παρακινεί τη μάθηση των μαθητών.

Στον τομέα ελέγχου της κυκλοφορίας, το έργο INSTANT που διεξήχθη στην Ινδία έδειξε ότι το σύστημα ελέγχου μέσω της παιγνιοποίησης για τη διαχείριση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, μείωσε την συμφόρηση κατά το ήμισυ. Το έργο INSTANT έδειξε ότι ο αριθμός των μετακινήσεων που φθάνουν πριν από τις 8 π.μ., αυξήθηκε από 1000 μέχρι 2000.

Ένα άλλο σχετικό έργο είναι η λοταρία της κάμερας ταχύτητας που έχει σχεδιαστεί για να ανταμείψει τους ανθρώπους που υπακούουν στα όρια ταχύτητας του δρόμου. Το σύστημα λοταρίας της κάμερας ταχύτητας, λαμβάνει μια εικόνα από κάθε όχημα που διέρχεται. Ένα μέρος των προστίμων από τις παραβάσεις της υπερβολικής ταχύτητας, χρησιμοποιήθηκε για να δοθεί ως δώρο στον τυχερό μεταξύ των οδηγών που υπακούουν στα όρια ταχύτητας. Μία δοκιμή στη Στοκχόλμη, οδήγησε σε σημαντική πτώση της μέσης ταχύτητας από 32 έως 25 χιλιόμετρα την ώρα.

Ωστόσο, ορισμένες μελέτες, έθεσαν την ανησυχία σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις των συστημάτων παιγνιοποίησης. Για παράδειγμα, ο Groh[34] επεσήμανε ότι τα συστήματα παιγνιοποίησης της εκπαίδευσης, μπορούν να αποδυναμώσουν τα εσωτερικά κίνητρα του

φοιτητή. Στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, οι σπουδαστές έχουν εσωτερικά και εξωτερικά κίνητρα και τα εσωτερικά κίνητρα είναι σημαντικότερα, επειδή είναι πιο μακράς διάρκειας από τα εξωτερικά. Επίσης ανέφερε ότι ένα σύστημα παιγνιοποίησης, μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην αυτο-εκπλήρωση του φοιτητή και να αποδυναμώσει τα εσωτερικά του κίνητρα. Επιπλέον, οι Hiltbrand και Burke[35] όπως και ο Kim[36], τόνισαν ότι αν το περιεχόμενο της εκπαίδευσης ή των επιχειρηματικών διαδικασιών και τα συστατικά παιγνιοποίησης δεν είναι κατάλληλα ενσωματωμένα, οι χρήστες μπορεί να επικεντρωθούν στην απόκτηση πόντων εμπειρίας ή την απόκτηση των δώρων του συστήματος παιγνιοποίησης, ξεχνώντας τον πρωταρχικό στόχο της εκπαίδευσης ή της επιχειρηματικής διαδικασίας.

Ο Kim[37] ταξινομεί τα οφέλη των συστημάτων παιγνιοποίησης σε δύο ομάδες: επιχειρησιακά και στρατηγικά οφέλη. Τα επιχειρησιακά οφέλη, αναφέρονται στην ενισχυμένη αποδοτικότητα των εργασιών ενός οργανισμού βραχυπρόθεσμα. Τα στρατηγικά οφέλη, αναφέρονται στα ενισχυμένα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μακροπρόθεσμα. Τα επιχειρησιακά και στρατηγικά οφέλη μπορούν να ταξινομηθούν σε έναν από τους ακόλουθους τρεις τύπους :

- ✓ Οι οικονομικοί παράγοντες μετρούνται και αξιολογούνται με νομισματικούς όρους.
- ✓ Οι αριθμητικοί παράγοντες μετρούνται και αξιολογούνται σε αριθμούς ή τόμους.
- ✓ Οι ποιοτικοί παράγοντες εκφράζονται με κλίμακα ή μια ειδική περιγραφή.

Οι οικονομικοί παράγοντες που καθορίζονται, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της οικονομικής αξίας ενός έργου παιγνιοποίησης που σχεδιάζει, αναπτύσσει και εκμεταλλεύεται τα συστήματα της παιγνιοποίησης σε νομισματικούς όρους. Η καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ) των συστημάτων παιγνιοποίησης μπορεί να υπολογιστεί με τον ακόλουθο τύπο :

$$\text{ΚΠΑ} = (\text{κόστος συστημάτων παιγνιοποίησης}) - (\text{οφέλη συστημάτων παιγνιοποίησης})$$

Οι αριθμητικοί και ποιοτικοί παράγοντες, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της σχετικής ανταγωνιστικής αξίας πολλών έργων παιγνιοποίησης, βρίσκονται στους παρακάτω πίνακες 1 έως 3, όπως δημοσιεύθηκαν από τον Kim[37]. Για παράδειγμα, εάν μια διοίκηση πρέπει να επιλέξει ένα έργο παιγνιοποίησης μεταξύ πέντε υποψηφίων έργων, μπορεί να χρησιμοποιήσει τους αριθμητικούς και ποιοτικούς παράγοντες για να αξιολογήσει την κάθε φάση του κάθε έργου.

<b>Administrative</b>	<b>Logical</b>	<b>Physical</b>
<b>Planning</b>		
Loss of working	Computing	Space
Staffing	Equipment	Supporting
Consulting (game and system design)	Network	Utility
Awareness	System downtime	
Training and education		
<b>Implementation</b>		
Loss of working	S/W andH/W	Space
Staffing	Equipment	Supporting
Outsourcing (game and system development)	Contents	Utility
Play testing	Network	Physical facilities and components
Awareness training, education	System downtime	
<b>Operation</b>		
Insurance	Upgrading and maintenance	Space
Staffing (administrator, game operator, helpdesk)	Warranty	Supporting utility
Awareness training,education	Upgrading and maintenance	

Πίνακας 1-Συντελεστές κόστους συστημάτων παιγνιοποίησης

Measurement factor	Characteristic
<b>Individual benefit</b>	
Motivation to learn	Qualitative
Motivation to work	Qualitative
Motivation to buy	Qualitative
Motivation to participate	Qualitative
Reduction of stress	Qualitative
Increase in self-efficacy	Qualitative
Increase in self-esteem	Qualitative
<b>Organizational benefit</b>	
Increase in collaboration	Qualitative
Increase in communication	Qualitative
Decrease in conflict	Qualitative

Πίνακας 2-Επιχειρησιακοί παράγοντες οφέλους συστημάτων παιγνιοποίησης

Measurement factor	Characteristic
<b>Individual benefit</b>	
Increase in productivity	Numerical
Increase in sales revenue	Economic
Increase in the number of users	Numerical
Improvement of challenge spirit	Qualitative
<b>Organizational benefit</b>	
Decrease in cost of communication	Economic
Decrease in cost of conflict resolution	Economic

Πίνακας 3-Στρατηγικοί παράγοντες οφέλους συστημάτων παιγνιοποίησης

### 3.5 - Σχετικά παίγνια

Πολλές είναι οι προσπάθειες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα για την επιτυχή ολοκλήρωση παιγνίων για την επίγνωση ασφαλείας. Στον παρακάτω πίνακα, (πίνακας 4) περιγράφονται τα κυριότερα και δημοφιλή παίγνια σχετικά με το θέμα :

1. The Weakest Link[38] - Η IS Decisions προσφέρει online 2d παίγνιο σε στυλ κουίζ ερωτήσεων, όπου προσομοιώνει τον χρήστη σε περιβάλλον ασφαλείας μετρώντας τις μέρες που βρίσκεται σε αυτό. Για κάθε μέρα, υπάρχουν ερωτήσεις που απαντά, ενώ ταυτόχρονα βλέπει αριστερά τους συνολικούς πόντους και δεξιά την ημέρα.



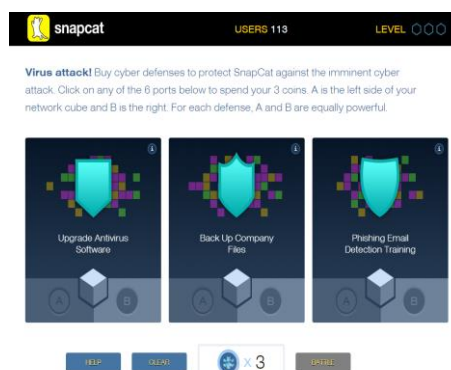
Εικόνα 1-The Weakest Link

2. Aggie LIFE[39] – Πρόκειται για online 2d παίγνιο, που απευθύνεται σε φοιτητές του Τέξας, με στυλ μονόπολης όπου εμφανίζεται η ερώτηση ανάλογα με το τετράγωνο που θα βρεθεί ο παίκτης μετά το γύρισμα ρουλέτας. Μετά το τέλος του παιχνιδιού, οι καλύτεροι παίκτες κερδίζουν ηλεκτρονικές κάρτες εκπτώσεων για διάφορους τομείς.



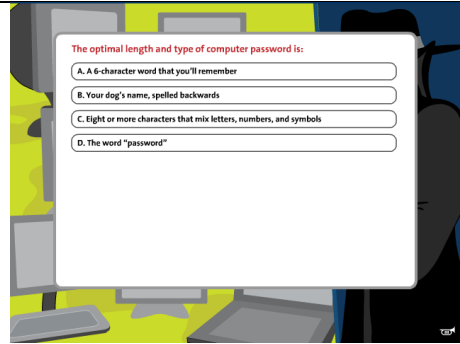
Εικόνα 2-Aggie LIFE

3. Cyber Security Lab[40] - Η NOVALABS διαθέτει online 2d παίγνιο μόνο για εγγεγραμμένους χρήστες, όπου ο παίκτης απαντά σε διάφορες ερωτήσεις μέσα από διαδιάστατες εικόνες, ενώ κατά την διάρκεια των ερωτήσεων παρέχει και μενού βοήθειας στον παίκτη. Ο κάθε επισκέπτης της σελίδας έχει δικαίωμα εγγραφής.



Εικόνα 3-Cyber Security Lab

4. The Case of the Cyber Criminal[41] - Η FEDERAL TRADE COMMISSION παρέχει online 2d παίγνιο χωρίς σύνδεση σε στυλ κουίζ ερωτήσεων, όπου ο χρήστης αφού επιλέξει από διάφορα τυχαία κινούμενα 2d γραφικά, του εμφανίζονται οι αντίστοιχες ερωτήσεις.



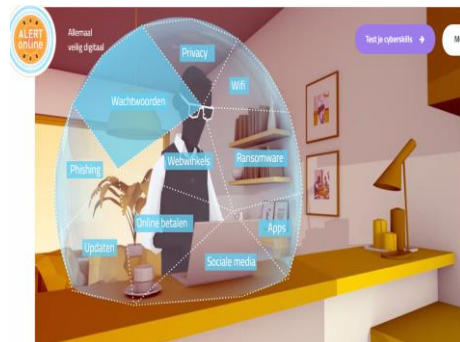
Εικόνα 4-The Case of the Cyber Criminal

5. An educational game by Trend Micro[42] - Online βιντεοπαίγνιο, που διαθέτει η Trend Micro. Ο χρήστης πριν από κάθε ερώτηση βλέπει υποχρεωτικά βίντεο εκμάθησης και στην συνέχεια απαντά σε ερωτήσεις κουίζ. Έπειτα το βίντεο εκμάθησης, επαναλαμβάνεται για την σωστή απάντηση.



Εικόνα 5-An educational game by Trend Micro

6. CSW18: The Boardroom Game[43] – Η Alert Online διαθέτει online 2d παίγνιο, όπου ο χρήστης απαντά σε ερωτήσεις κουίζ. Τον παίκτη περικλείει μία μπάλα από παζλ ερωτήσεων, τα οποία χρωματίζονται ανάλογα με την απάντηση (σωστή ή λάθος). Στόχος είναι ο χρωματισμός της μπάλας με το χρώμα των σωστών απαντήσεων.



Εικόνα 6-CSW18: The Boardroom Game

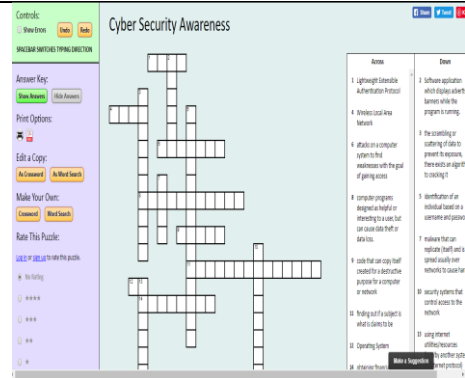
7. Take the Contingency Planning Challenge & Take the Privacy and Security Challenge[44] - Η ONC (Office of the National Coordinator for Health Information Technology) διαθέτει δύο διαφορετικά 2d online παίγνια εκπαίδευσης, όπου ο χρήστης απαντά σε ερωτήσεις μέσα από διαδιάστατα γραφικά.



Εικόνα 7-Take the Contingency Planning Challenge

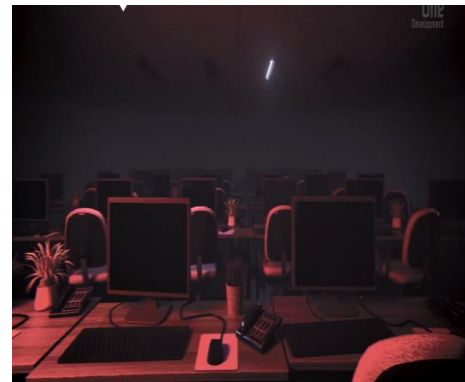


8. Cyber Security Crossword[45] - Η Crossword Hobby Ist διαθέτει online 2d παίγνιο, όπου ο χρήστης επιλέγει τις σωστές απαντήσεις μέσα από σταυρόλεξο. Ο χρήστης έχει διαρκής πρόσβαση στις σωστές απαντήσεις και δυνατότητα να δει τα λάθη του. Το παίγνιο απευθύνεται κυρίως σε χρήστες μικρής ηλικίας.



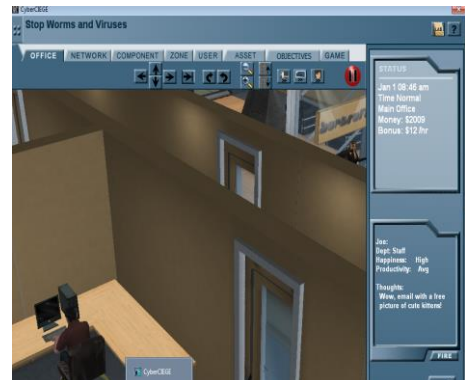
Εικόνα 8-Cyber Security Crossword

9. BeOne VR[46] - Η Be One Development πρωτοπορεί με παίγνιο εικονικής πραγματικότητας για κινητά Android και iOS, όπου ο χρήστης προσομοιώνεται σε γραφείο ασφαλείας και συνεργάζεται με υπαλλήλους για να αποτρέψει απειλές απαντώντας σε σχετικές ερωτήσεις.



Εικόνα 9-BeOne VR

10. CyberCIEGE[47] - Ο Benjamin D και λοιποί[48] προτείνουν παίγνιο βίντεο, στο οποίο ο χρήστης αποκρούει απειλές μετά από επιλογή της κατάλληλης απάντησης. Το παίγνιο είναι διαθέσιμο μέσω της σελίδας του Αμερικανικού πανεπιστημίου μεταπτυχιακών σπουδών Naval Postgraduate School.



Εικόνα 10-CyberCIEGE

Πίνακας 4-Παίγνια Επίγνωσης Ασφαλείας

Από την παραπάνω έρευνα διαπιστώνουμε, ότι ΔΕΝ υπάρχει ακόμη τρισδιάστατο παίγνιο για την επίγνωση ασφαλείας με φυσικές κινήσεις χαρακτήρα καθοδηγούμενες από τον χρήστη. Εξού και ο λόγος υλοποίησης του παιχνιδιού που αναφέρεται στην παρούσα διπλωματική, προσδοκώντας να μεταφέρουμε τον χρήστη στο πλησιέστερο περιβάλλον με το φυσικό, αλλά και να τον προσελκύσουμε με τα ελκυστικά γραφικά των 3d αντικειμένων.

## 4. Σχεδίαση της προτεινόμενης εφαρμογής

### 4.1 – Αρχιτεκτονική

Σύμφωνα με τον Bertrand Meyer [49] και Παναγιώτη Λουρίδα [49] του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών περιγράφονται παρακάτω τα βήματα της αρχιτεκτονικής λογισμικού που ακολουθήθηκαν, όπου αρχικά ορίστηκαν οι απαιτήσεις του λογισμικού και στην συνέχεια επιλέχθηκαν τα κατάλληλα εργαλεία για την επιτυχή υλοποίησή του.

#### Απαιτήσεις

- Δυνατότητα προσαρμογής ανά συσκευή και οθόνη χρήσης
- Δυνατότητα επιλογής ποιότητας εκτέλεσης από τον χρήστη
- Διαχωρισμός χρηστών σε δύο ρόλους
- Σύνδεση συστήματος με φορητή βάση δεδομένων
- Απαίτηση σύνδεσης για χρήση της εφαρμογής
- Μη απαίτηση σύνδεσης για πρόσβαση στην τεκμηρίωση
- Εύχρηστο λογισμικό σχεδίασης 3d αντικειμένων
- Εύχρηστο λογισμικό σχεδίασης 3d χαρακτήρων
- Διασύνδεση λογισμικού σχεδίασης με μηχανή δημιουργίας παιγνίων
- Μηχανή παιγνιοποίησης με δυνατότητα πρόσθεσης και τροποποίησης animation, textures, video, sound

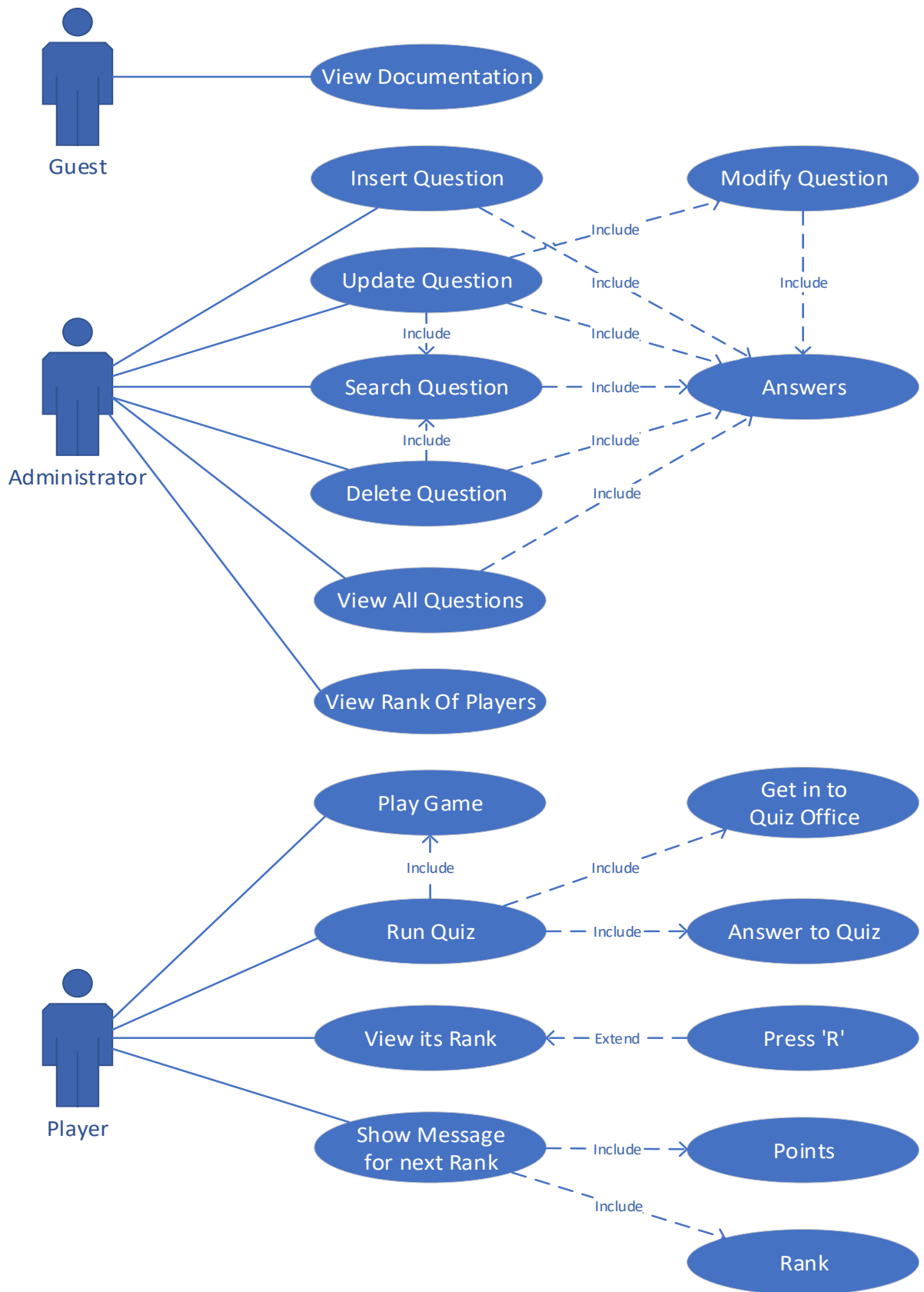
#### Επιλογή

- Χρήση της μηχανής παιγνιοποίησης unity για τους παρακάτω λόγους :
  - ✓ Ευχρηστία σύνδεσης με λογισμικό σχεδίασης 3d αντικειμένων
  - ✓ Δυνατότητα ενσωμάτωσης φορητής βάσης δεδομένων
  - ✓ Προσαρμογή εκτέλεσης ανά συσκευή και οθόνη (cross-platform)
  - ✓ Δυνατότητα πρόσθεσης και τροποποίησης animation, textures, video, sound
  - ✓ Γνώση χρήσης της παραπάνω μηχανής καθώς αποτελεί λογισμικό εκμάθησης του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού

- Χρήση λογισμικού Cinema 4D για τους παρακάτω λόγους :
  - ✓ Δυνατότητα διασύνδεσης των σχεδιασμένων 3d αντικειμένων με την μηχανή παιγνιοποίησης
  - ✓ Γνώση χρήσης καθώς αποτελεί βασικό λογισμικό σχεδίασης του μεταπτυχιακού
  - ✓ Εύκολη δημιουργία 3d αντικειμένων, animation και baked 3d objects
- Χρήση λογισμικού Character Creator για τους παρακάτω λόγους :
  - ✓ Εύκολη δημιουργία 3d χαρακτήρων και εξαγωγή τους σε fbx αρχείο
  - ✓ Τροποποίηση σώματος 3d χαρακτήρων όπως και των textures
  - ✓ Ενσωμάτωση των textures που χρησιμοποιήθηκαν στο εξαγόμενο αρχείο
- Χρήση της σελίδας Mixamo[50] της Εταιρίας Adobe για σκελετοποίηση των 3d χαρακτήρων όπως και πέρασμα animation
- Χρήση βάσης δεδομένων SQLite 3 για τους παρακάτω λόγους :
  - ✓ Δυνατότητα ενσωμάτωσης στην παραπάνω επιλεγμένη μηχανή
  - ✓ Φορητότητα εκτέλεσης
- Χρήση του Microsoft Visual Studio Enterprise 2017 για τους παρακάτω λόγους :
  - ✓ Είναι ειδικά σχεδιασμένο για εγγραφή κώδικα σε C# με πλήρη τεκμηρίωση και μεγάλη γκάμα βιβλιοθηκών.

## 4.2 Ρόλοι Χρηστών

Οι ρόλοι της εφαρμογής είναι δύο (2), ήτοι ο διαχειριστής και ο απλός χρήστης. Για λόγους ασφαλείας δεν δόθηκε δυνατότητα εγγραφής νέου χρήστη ως διαχειριστής, ενώ δημιουργήθηκε για τον εκπαιδευτικό σκοπό που εξυπηρετεί η προτεινόμενη εφαρμογή, ένας χρήστης διαχειριστής με συνθηματικά username και password αντίστοιχα admin και admin. Η αλλαγή των κωδικών του υπάρχοντος διαχειριστή ή η δημιουργία νέου διαχειριστή εναπόκειται στην δικαιοδοσία του δημιουργού της παρούσης εφαρμογής. Όλοι οι χρήστες έχουν πρόσβαση χωρίς σύνδεση στην τεκμηρίωση της εφαρμογής. Ειδικότερα στο παρακάτω διάγραμμα χρήσης της εφαρμογής (σχήμα 2) εμφανίζονται με σαφήνεια οι ρόλοι του κάθε χρήστη.



Σχήμα 2-Διάγραμμα χρήσης (Use Case Diagram) εφαρμογής

#### 4.2.1. Διαχειριστής

Ο διαχειριστής μετά από επιτυχημένη είσοδο έχει πρόσβαση στις παρακάτω λειτουργίες :

- **Insert**
  - ✓ Εισαγωγή ερωτήσεων ανά βαθμό δυσκολίας (LOW, MIDDLE, HIGH).
- **Modify**
  - ✓ Τροποποίηση ή διαγραφή υπαρχόντων ερωτήσεων μετά από αναζήτηση.
- **LeaderBoard**
  - ✓ Πρόσβαση στην πλήρη κατάταξη των παικτών ταξινομημένη ανά πόντους.

#### 4.2.2. Απλός Χρήστης

Ο απλός χρήστης έχει πρόσβαση στο κυρίως παίγνιο. Προσομοιώνεται στο εσωτερικό περιβάλλον κτιρίου σαν να βρίσκεται σε φυσικό περιβάλλον, όπου κινείται με την επιλογή των αντίστοιχων πλήκτρων. Έχει την δυνατότητα να συμμετέχει σε κουίζ ερωτήσεων μεταξύ τριών (3) ορόφων :

- ✓ 1<sup>ος</sup> όροφος – Επίπεδο LOW
- ✓ 2<sup>ος</sup> όροφος – Επίπεδο MIDDLE
- ✓ 3<sup>ος</sup> όροφος – Επίπεδο HIGH

Ο παίκτης κρίθηκε σκόπιμο να έχει απεριόριστη και διαρκή πρόσβαση[21] σε οποιονδήποτε όροφο, προκειμένου να συμμετάσχει στο αντίστοιχο κουίζ ερωτήσεων. Στον απλό χρήστη κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού δίδεται η δυνατότητα ενημέρωσής του με μήνυμα κειμένου για την τρέχουσα κατάταξή του, όπως και για τους πόντους που απαιτούνται για την επόμενη σειρά στην κατάταξη μετά από επιλογή αντίστοιχου πλήκτρου. Κάθε προσπάθεια του παίκτη στην απάντηση των ερωτήσεων του κουίζ είτε επιτυχής είτε ανεπιτυχής, συνοδεύεται με μήνυμα κειμένου όπου στην περίπτωση λάθους ενημερώνεται για τις σωστές απαντήσεις. Επίσης σε κάθε τελική προσπάθεια, υπάρχει αντίστοιχος ήχος και 3d κινήσεις χαρακτήρα υποδοχής. Ο παίκτης όταν αλλάζει σειρά κατάταξης επιβραβεύεται με 3d μήνυμα κειμένου.

### 4.3 Κουίζ πολλαπλών επιλογών

Το κουίζ ερωτήσεων του κάθε ορόφου βασίζεται σε ερωτήματα του επίσημου ερωτηματολογίου της SANS [51], τα οποία και ταξινομήθηκαν ανά βαθμό δυσκολίας σε τρία (3) επίπεδα που αντιστοιχούν σε κάθε κουίζ ορόφου. Για τους εκπαιδευτικούς σκοπούς που εξυπηρετεί η παρούσα διπλωματική, επιλέχθηκαν δέκα (10) ερωτήσεις από κάθε επίπεδο. Θεωρήθηκε σκόπιμο, οι ερωτήσεις να παρουσιάζονται στον χρήστη με τυχαία σειρά. Επίσης προβλέφθηκε η εμφάνιση αρχικά των ερωτήσεων που είχαν απαντηθεί λάθος από τον χρήστη σε προηγούμενη προσπάθειά του, προκειμένου να επιτυγχάνεται η μετάδοση της γνώσης σε υψηλότερο επίπεδο. Ο χρήστης σε κάθε τρεις (3) διαδοχικές σωστές απαντήσεις οποιουδήποτε επιπέδου, λαμβάνει δώρο έξτρα πόντων που ισούται με τους τριπλάσιους πόντους της ερώτησης του επιπέδου που βρίσκεται. Το πρότυπο που ακολουθείται για το κουίζ είναι μία (1) ερώτηση με πέντε (5) πιθανές απαντήσεις.

### 4.4 Μαθηματική προσέγγιση

Σε ένα κουίζ πολλαπλής επιλογής σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η τυχαιότητα στην σειρά εμφάνισης των ερωτήσεων. Έστω ότι ένας χρήστης συμμετέχει σε κουίζ με το αναφερόμενο πρότυπο της ενότητας 4.3. Τότε αν ο χρήστης απαντήσει τυχαία σε μία ερώτηση που έχει μόνο μία σωστή απάντηση μεταξύ  $N$  αριθμού πιθανών απαντήσεων, η πιθανότητα να απαντήσει σωστά σε αυτή την ερώτηση είναι  $\frac{1}{N} \parallel N > 0$  «Σχέση 1».

Τότε για  $Q$  αριθμό ερωτήσεων με δεδομένο ότι θα ολοκληρώσει το κουίζ, η πιθανότητα να απαντήσει σωστά αφού τα ενδεχόμενα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους είναι  $\left(\frac{1}{N}\right)^Q$  «Σχέση 2».

Σε κουίζ με συγκεκριμένη σειρά ερωτήσεων υπάρχει η πιθανότητα ο χρήστης να θυμάται τις απαντήσεις κάποιων ερωτήσεων σε κάθε νέα προσπάθεια, αφού ολοκληρώσει τουλάχιστον μία φορά το κουίζ. Έτσι αν ο χρήστης έχει την δυνατότητα μνήμης  $K$  ερωτήσεων κάθε φορά που ολοκληρώνει κουίζ με  $Q$  αριθμό ερωτήσεων απαντώντας παράλληλα στις υπόλοιπες ερωτήσεις τυχαία, μπορούμε να πούμε για  $T$  αριθμό προσπαθειών, με δεδομένο ότι η σωστή απάντηση ισούται με την ποσοστιαία μονάδα 1, η πιθανότητα να απαντήσει σωστά σε κάθε νέα

του προσπάθεια αυξάνεται όπως φαίνεται παρακάτω από την σχέση 3, ενώ είναι βέβαιο ότι μετά από πολλές προσπάθειες ολοκλήρωσης του κουίζ, ο χρήστης θα καταφέρει τελικώς να το ολοκληρώσει επιτυχώς, λόγω της απομνημόνευσης της σειράς των ερωτήσεων και χωρίς να έχει την προβλεπόμενη γνώση γι' αυτό.

$$\begin{aligned}
 1^{\text{η}} \text{ προσπάθεια} &\rightarrow \left(\frac{1}{N}\right)^Q \quad (\text{Εδώ δεν έχει ακόμη ερωτήσεις στη μνήμη του}) \\
 2^{\text{η}} \text{ προσπάθεια} &\rightarrow \left(\frac{1}{N}\right)^{(Q-K)} \\
 3^{\text{η}} \text{ προσπάθεια} &\rightarrow \left(\frac{1}{N}\right)^{[Q-(2 \times K)]} \quad \text{«Σχέση 3»} \\
 &\dots\dots\dots \\
 T \text{ προσπάθεια} &\rightarrow \left(\frac{1}{N}\right)^{[Q-((T-1) \times K)]}
 \end{aligned}$$

όπου  $N$  ο αριθμός πιθανών απαντήσεων μιας ερώτησης. Από την σχέση 3 συμπεραίνουμε ότι στην  $T$  προσπάθεια αν  $(T-1) \times K = Q$  τότε η πιθανότητα επιτυχίας είναι  $\left(\frac{1}{N}\right)^{[Q-((T-1) \times K)]} = \left(\frac{1}{N}\right)^0 = 1$ , δηλαδή ολοκληρώνει επιτυχώς το κουίζ. Μας ενδιαφέρει το γινόμενο  $[(T-1) \times K]$  και θεωρούμε ότι αν  $[(T-1) \times K] > Q$  τότε στον υπολογισμό της πιθανότητας ισχύει  $[(T-1) \times K] > Q \Rightarrow [(T-1) \times K] = Q$  αφού η πιθανότητα  $P$  ενός γεγονότος ορίζεται ρητά στο κλειστό διάστημα  $[0,1]$  δηλαδή  $P \in [0,1]$ ,  $\| P \text{ is Float}$ .

Για κουίζ ερωτήσεων με τυχαία σειρά, για  $T$  αριθμό προσπαθειών αν  $Q$  είναι ο αριθμός ερωτήσεων και  $N$  ο αριθμός πιθανών απαντήσεων ανά ερώτηση, η πιθανότητα ο χρήστης να απαντήσει συνολικά σωστά στην  $T$  προσπάθεια είναι:  $P = \left(\frac{1}{N}\right)^Q$  «Σχέση 4»

Οπότε συγκρίνοντας τις σχέσεις 3 και 4 έχουμε :

$$P = \left(\frac{1}{N}\right)^Q \leq P = \left(\frac{1}{N}\right)^{[Q-((T-1) \times K)]} \quad [\forall T > 1, P \in [0,1], \| N > 0, ((T-1) \times K) \leq Q] \quad \text{«Σχέση 5»}$$

Από την σχέση 5 αποδεικνύεται ότι *ο χρήστης σε κουίζ ερωτήσεων με τυχαία σειρά έχει σημαντικά λιγότερες πιθανότητες να επιτύχει στο κουίζ, γεγονός που καθιστά το κουίζ πιο αξιόπιστο.*

Επιπλέον σε κουίζ με  $Q$  αριθμό ερωτήσεων και  $D$  βαθμό πόντων ανά σωστή απάντηση  $A_C$ , αν δίδουμε στον χρήστη επιβράβευση ανά  $C$  αριθμό σωστών απαντήσεων ανά ερώτηση έναν αριθμό  $E$  έξτρα πόντων τότε δημιουργούμε επίπεδα «ασφαλούς» διαφοράς στην κατάταξη. Έτσι αν για παράδειγμα έχουμε  $Q = 9$ ,  $D = 10$ ,  $C = 3$ , τότε ο αριθμός έξτρα πόντων είναι  $E = C \cdot D = 30$ . Στο παρακάτω πίνακα 6 αποτυπώνεται καθαρά στις σκιασμένες γραμμές η ασφαλής διαφορά πόντων που δημιουργείται για τις οριζόμενες τιμές ανά όροφο στο κουίζ ερωτήσεων της εφαρμογής δηλαδή για τις τιμές  $D = 10$ ,  $D = 20$ ,  $D = 30$ .

Διαδοχικές Σωστές Απαντήσεις	Λανθασμένες Απαντήσεις	Σύνολο Πόντων 1 <sup>ο</sup> Ορόφου $D = 10$	Σύνολο Πόντων 2 <sup>ο</sup> Ορόφου $D = 20$	Σύνολο Πόντων 3 <sup>ο</sup> Ορόφου $D = 30$
9	0	180	360	540
8	1	140	280	420
7	2	130	260	390
6	3	120	240	360
5	4	80	160	240
4	5	70	140	210
3	6	60	120	180
2	7	20	40	60
1	8	10	20	30
0	9	0	0	0

Πίνακας 5-Ασφαλής διαφορά πόντων σε διαδοχικές σωστές απαντήσεις

Ο τύπος υπολογισμού  $S$  των συνολικών πόντων του παίκτη που απαντά  $C$  φορές σωστά σε ερωτήσεις και  $T$  φορές σε τρεις (3) διαδοχικές ερωτήσεις του  $F$  ορόφου που βρίσκεται, είναι  $S = \sum_{i=0}^{i=C} (A_{C_i} \times 10F) + \sum_{k=0}^{k=T} (T_k \times 30F)$ , δηλαδή το άθροισμα του γινομένου των σωστών ερωτήσεων  $A_C$  με τους πόντους της κάθε ερώτησης και το γινόμενο των  $T_K$  φορών τριών (3) διαδοχικών ερωτήσεων με το τριπλάσιο των πόντων της ερώτησης του αντίστοιχου ορόφου.



#### 4.5 Παρουσίαση σκηνών της προτεινόμενης εφαρμογής

Η βασική σκηνή του κυρίως παιχνιδιού (εικόνα 11) είναι υπαίθριος χώρος, που περιέχει τριώροφο κτίριο διαστάσεων 50mx50m. Ως skybox χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό από το προεπιλεγμένο του unity, το οποίο και λήφθηκε από το Asset Store του Unity. Όλα τα 3D αντικείμενα σχεδιάστηκαν σε τεχνολογία μικρού αριθμού πολυγώνων (LowPoly). Όλα τα χρησιμοποιούμενα 3D αντικείμενα περάστηκαν στο unity μετά από κατάλληλη επεξεργασία στο λογισμικό Cinema4D, προκειμένου αρχικά να γίνουν baked για να περαστούν με ένα texture για λόγους ελάφρυνσης του παιχνιδιού.



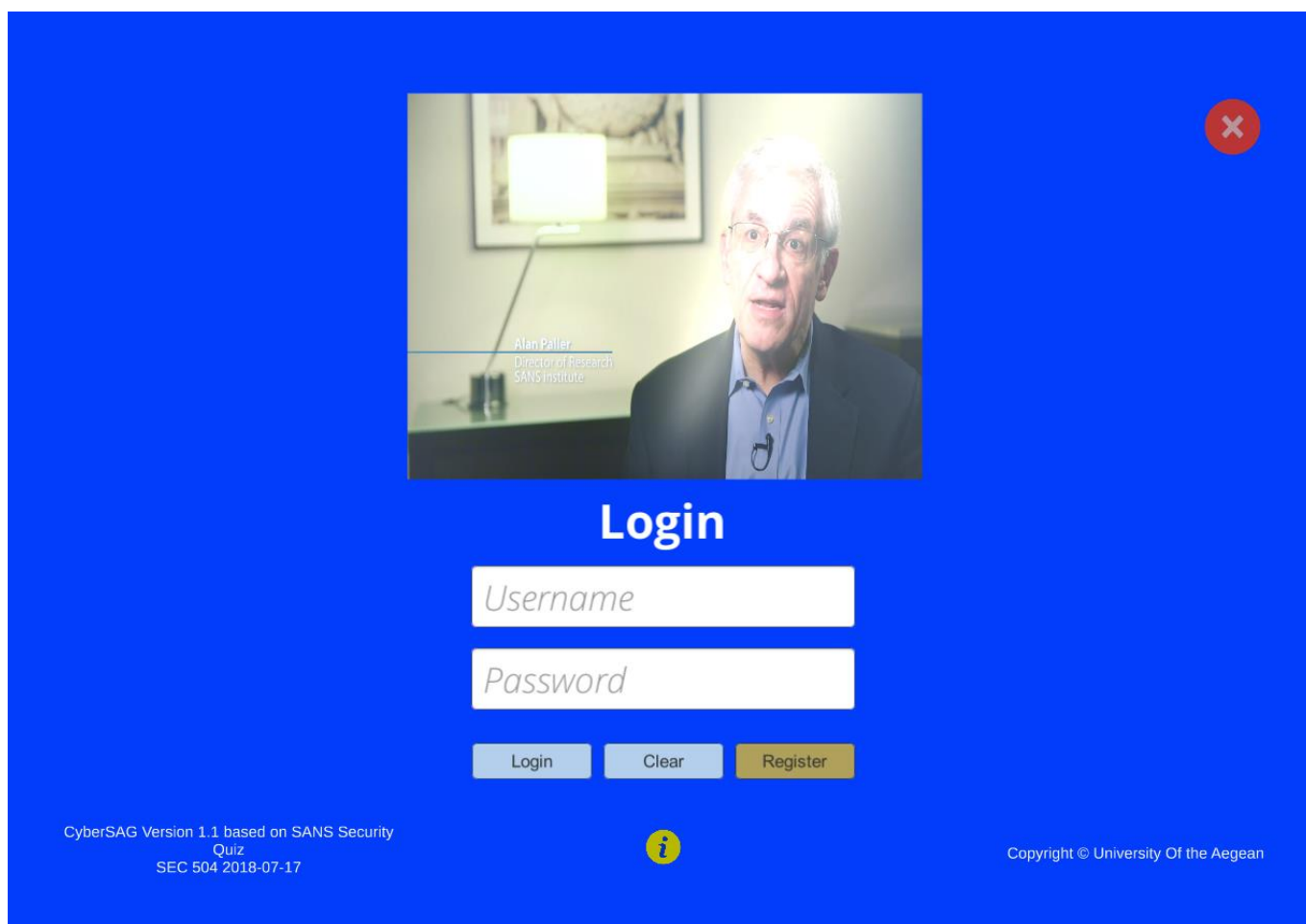
*Εικόνα 11-Γραφικό περιβάλλον παιχνιδιού*

Αρχικά ο χρήστης επιλέγει τις κατάλληλες ρυθμίσεις για την εκτέλεση. Οι προτεινόμενες όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 12) είναι ανάλυση σε 1360x1024 εφόσον η οθόνη την υποστηρίζει, ποιότητα γραφικών σε Very high quality, ενώ δεξιά υπάρχει η επιλογή για άνοιγμα της εφαρμογής σε παράθυρο αν ο χρήστης το επιθυμεί. Η επιλογή της ποιότητας γραφικών για εκτέλεση της εφαρμογής παίζει ρόλο στην εμφάνιση του φωτισμού, έτσι αν ο χρήστης επιλέξει χαμηλότερη ποιότητα από Very high κάποια φώτα δεν θα λειτουργούν.




Εικόνα 12-Επιλογές διεπαφής εφαρμογής


Πατώντας «play» ανοίγει η σκηνή ελέγχου εισόδου της εφαρμογής (εικόνα 13). Στο κέντρο αναπαράγεται βίντεο σχετικό με την ασφάλεια, ενώ υπάρχουν δύο πεδία εισαγωγής κειμένου όπου πρέπει να πληκτρολογήσουμε το όνομα χρήστη και τον κωδικό για να εισέλθουμε στην εφαρμογή. Στην παρούσα σελίδα είναι διαθέσιμη η εγγραφή νέου χρήστη, αν και εφόσον ο χρήστης δεν διαθέτει λογαριασμό εισόδου. Κάτω υπάρχει κουμπί υπερσύνδεσης για την τεκμηρίωση της εφαρμογής, όπου υπάρχει πρόσβαση χωρίς σύνδεση. Στο πάνω δεξί μέρος υπάρχει διαθέσιμο κουμπί εξόδου.



Εικόνα 13-Είσοδος εφαρμογής

Στη σκηνή τεκμηρίωσης (εικόνα 14), τα κειμενικά περιεχόμενα βρίσκονται σε scroll down πλαίσιο και ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί σε αυτά με κύλιση του κέρσορα. Στην τεκμηρίωση έχουν πρόσβαση όλοι οι χρήστες χωρίς να απαιτείται εγγραφή, ενώ υπάρχει κουμπί μετάβασης στην προηγούμενη σελίδα εισόδου. Η τεκμηρίωση είναι λεπτομερώς γραμμένη, ώστε να καλύπτει κάθε πτυχή του παιχνίσιου.



 **Documentation**

**Short description**

The purpose of the application is to raise the awareness of ordinary users on security issues and the experts in the field of information security. The structure is based on occasionally scientific publications about the correct way for the creation. The implementation was done in a full 3d environment using the "unity" game engine, in order to make it more attractive to users.

There are two categories of users, Administrators and simple users (players). Each of the above categories of users has different features listed in particular below.

4 scenes used:

- Sign in to the app
- Documentation
- Edit and Insert Quiz questions
- Gaming environment

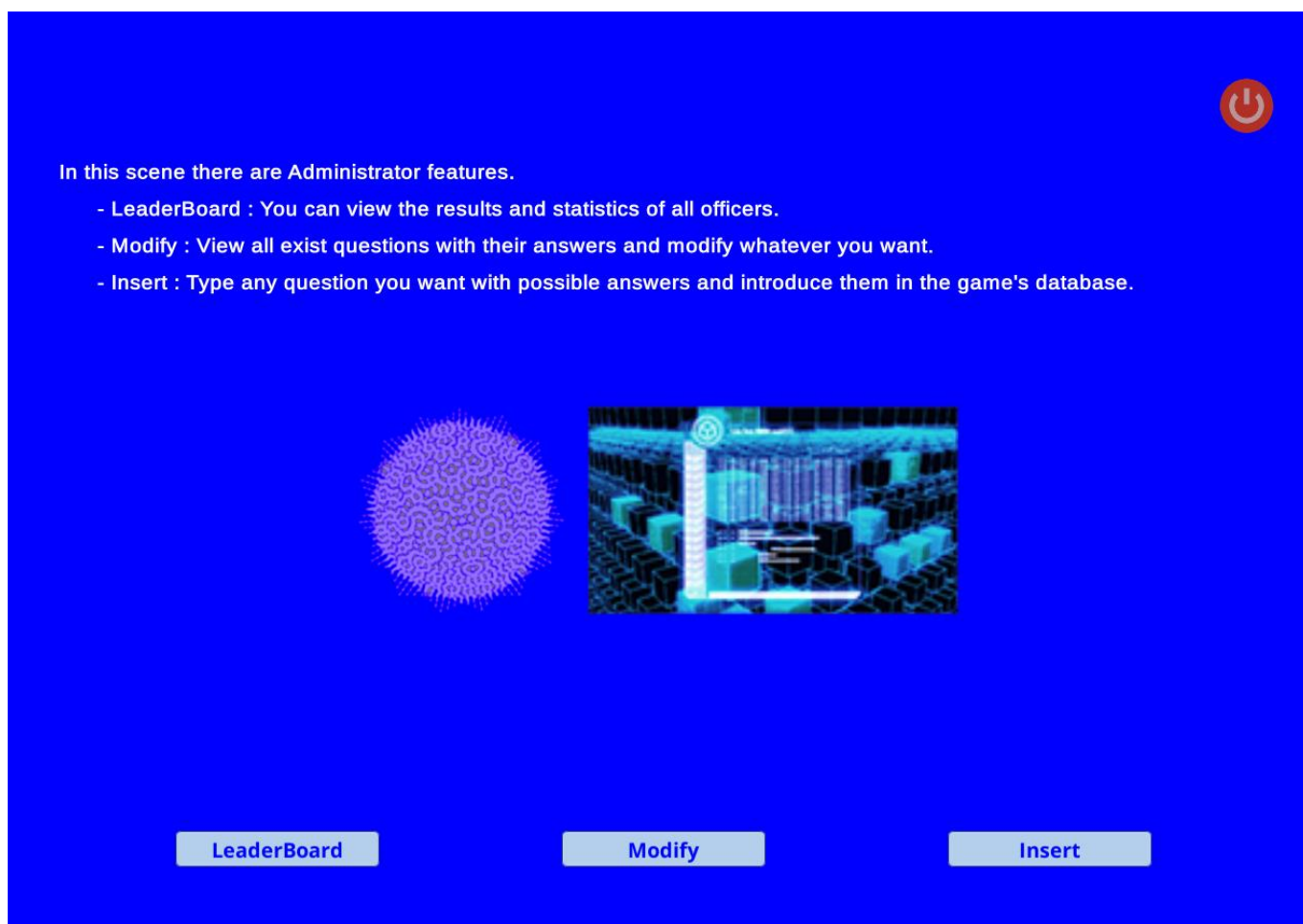
**Sign in to the app**

When the application starts appears the sign-in page where the user must type the username and password to be entered by pressing the "Login" button. In case if the user is not registered may proceed to a new registration by filling in the above fields and pressing the "Register" button. After the successful entry the user automatically enters within 5 seconds in the analogue scene, i.e. the administrator to edit and insert quiz questions and the simple user in the gaming environment. At any time the user can exit by pressing the right top exit button on the login page. In the case of typing error, The user can clean the input fields by pressing the "Clear" button. At the bottom of the login scene is the button that transfers the user to this documentation scene. No user login is required to access the documentation page.

**Administrator**

*Εικόνα 14-Τεκμηρίωση εφαρμογής*

Ο διαχειριστής μετά από επιτυχή είσοδο, μεταφέρεται στην οθόνη υποδοχής διαχειριστή (εικόνα 15). Στο κέντρο αναπαράγεται ένα (1) 2D animation τύπου sprite, ενώ στο κάτω μέρος υπάρχουν τρεις (3) διαθέσιμες λειτουργίες. Αυτές είναι η λειτουργία πρόσβασης στην κατάταξη των παικτών (LeaderBoard), η λειτουργία δυνατότητας εισαγωγής νέων ερωτήσεων στο κουίζ (Insert) και η λειτουργία τροποποίησης των ήδη υπαρχόντων ερωτήσεων όπως επίσης και η διαγραφή τους (Modify). Ο διαχειριστής μπορεί να αποσυνδεθεί πατώντας το κουμπί αποσύνδεσης στο πάνω δεξί μέρος του παραθύρου.



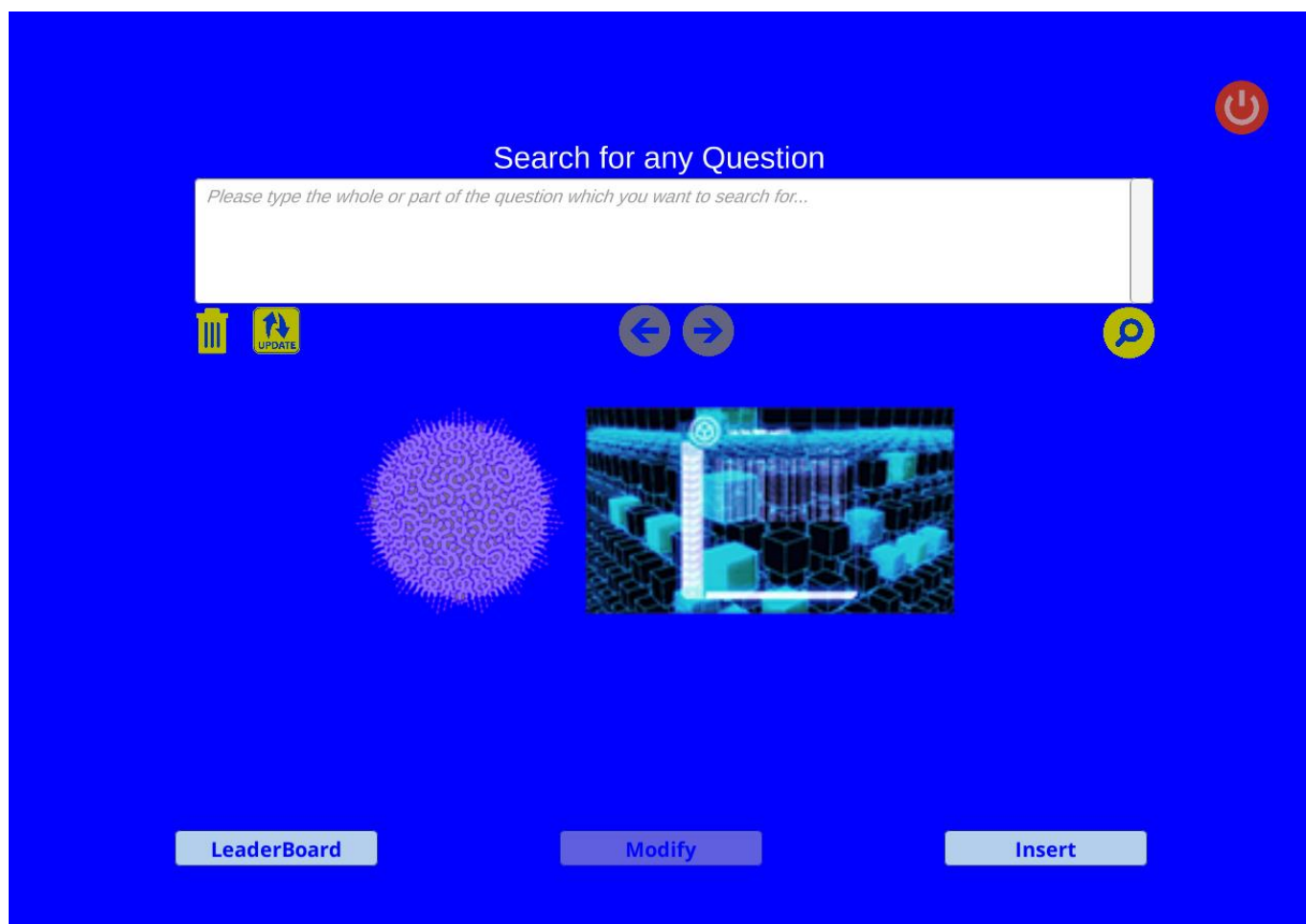
Εικόνα 15-Υποδοχή διαχειριστή

Στην οθόνη επιλογής εισαγωγής νέας ερώτησης (εικόνα 16), υπάρχουν πεδία εισαγωγής κειμένου τόσο για την ερώτηση όσο και για τις απαντήσεις, με τις αντίστοιχες επιλογές σωστού ή λάθους και του επιπέδου δυσκολίας που περιέχει η προς εισαγωγή ερώτηση, με επιλογή από dropdown menu. Τα πεδία βρίσκονται σε scroll down πλαίσιο, όπου μπορεί να γίνει περιήγηση με κάθετη κύλιση του κέρσορα. Η εισαγωγή κάθε νέας ερώτησης επιτυγχάνεται μετά από πάτημα του κουμπιού «Insert».

The image shows a user interface for creating a question. It has a blue background. At the top right, there is a red power button icon. The main content is in a white scrollable area. It starts with the word 'Question' in blue. Below it is a text input field with the placeholder 'Enter text...'. Then there are two 'Answer' sections. Each section has the word 'Answer' in blue, followed by a text input field with 'Enter text...' and a checkbox labeled 'Answer is correct'. Below the second answer section, there is a 'Difficulty Of Question' dropdown menu currently set to 'Low'. The dropdown menu is open, showing 'Low' (checked), 'Middle', and 'High'. To the right of the dropdown is a yellow button that says 'Insert The Question'. At the bottom of the scrollable area, there are three blue buttons: 'LeaderBoard', 'Modify', and 'Insert'.

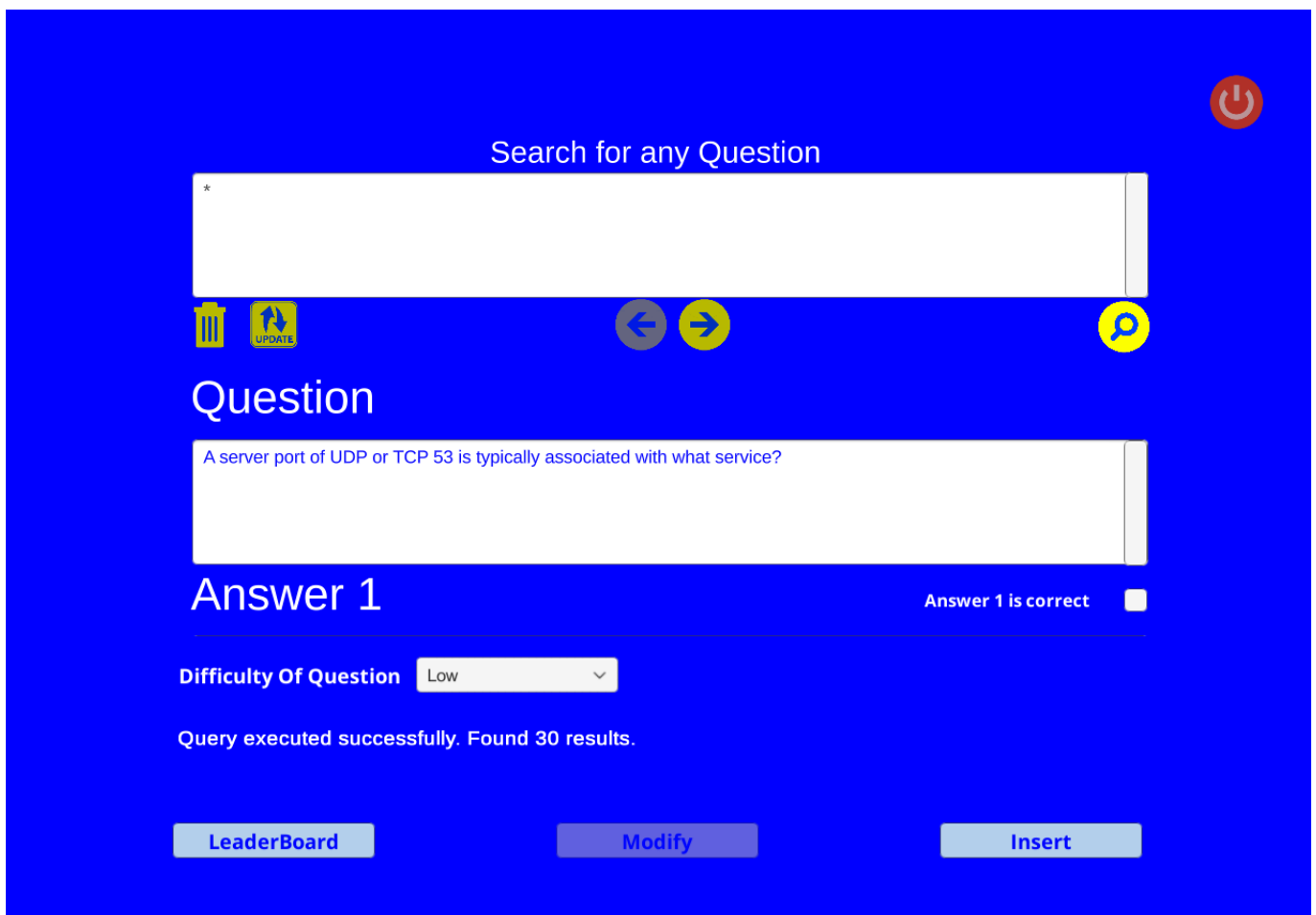
Εικόνα 16-Εισαγωγή ερωτήσεων

Η αναζήτηση ερωτήσεων (εικόνα 17), πραγματοποιείται μετά από πληκτρολόγηση μέρους ή όλης της ερώτησης, ενώ σε περίπτωση επιθυμίας εμφάνισης όλων των ερωτήσεων, χρησιμοποιείται μόνο ο χαρακτήρας μπαλαντέρ (\*). Μετά από την επιλογή των κριτηρίων αναζήτησης εμφανίζεται στο κάτω μέρος κειμενικό μήνυμα ενημέρωσης για τα αποτελέσματα αναζήτησης ενώ στο κέντρο του παραθύρου εμφανίζεται η τρέχουσα αναζητηθείσα ερώτηση με τις απαντήσεις της.



Εικόνα 17-Αναζήτηση ερωτήσεων

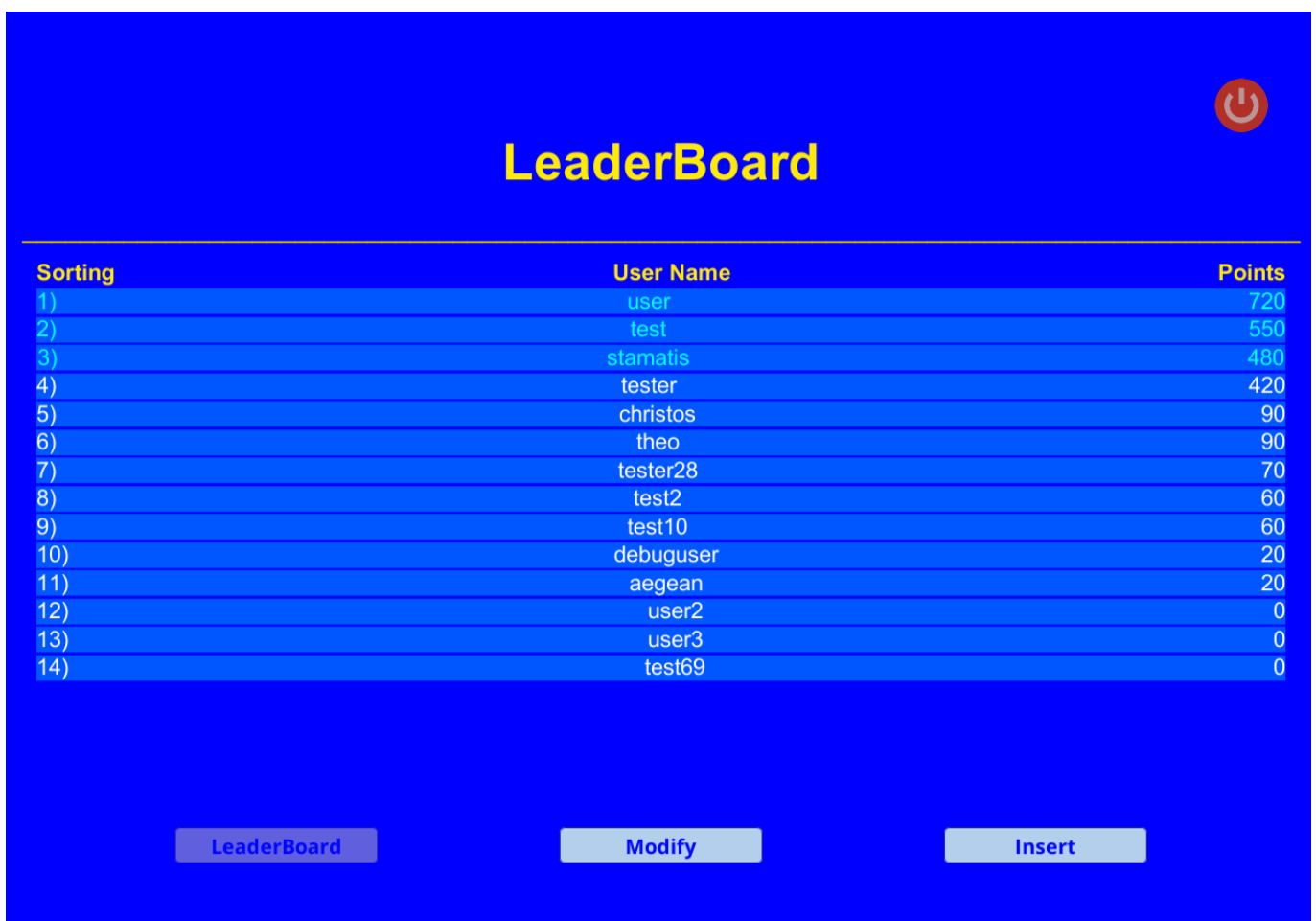
Μετά την αναζήτηση, παρουσιάζεται η δυναμικά ενημερωμένη οθόνη (εικόνα 18), όπου ο διαχειριστής μπορεί να περιηγηθεί μεταξύ των διαφόρων αναζητηθέντων ερωτήσεων με τα βέλη περιήγησης, ενώ παράλληλα έχει την επιλογή να τροποποιήσει ή να διαγράψει την ερώτηση που βλέπει, επιλέγοντας τα αντίστοιχα κουμπιά. Σε κάθε ενέργεια τροποποίησης ή διαγραφής ερώτησης, εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα επιβεβαίωσης στον διαχειριστή προς αποφυγή οποιουδήποτε λάθους.



Εικόνα 18-Τροποποίηση ερωτήσεων



Στη λίστα κατάταξης παικτών (εικόνα 19), εμφανίζονται όλοι οι παίκτες του παιχνιδιού ταξινομημένοι κατά πόντους εμπειρίας. Σε κάθε σειρά εμφανίζεται ο αύξων αριθμός του παίκτη στην λίστα, το όνομα του παίκτη και οι πόντοι εμπειρίας του. Ο διαχειριστής έχει την δυνατότητα αποσύνδεσης από το συγκεκριμένο παράθυρο επιλέγοντας το κουμπί της αποσύνδεσης στην πάνω δεξιά πλευρά.



Sorting	User Name	Points
1)	user	720
2)	test	550
3)	stamatis	480
4)	tester	420
5)	christos	90
6)	theo	90
7)	tester28	70
8)	test2	60
9)	test10	60
10)	debuguser	20
11)	aegean	20
12)	user2	0
13)	user3	0
14)	test69	0

Εικόνα 19-Λίστα κατάταξης παικτών

Στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 20), εμφανίζεται η εισαγωγή του απλού χρήστη σε περιβάλλον παιχνιδιού. Τα φώτα έχουν ρυθμιστεί να λειτουργούν ανάλογα με το περιβάλλον που βρίσκεται ο παίκτης (εσωτερικό ή εξωτερικό), προκειμένου να ελαφρυνθεί η σκηνή καθώς τα φώτα είναι αντικείμενα που καταναλώνουν πολύ μνήμη. Στην περίπτωση που ο χρήστης βρίσκεται εντός του κτιρίου, τα φώτα λειτουργούν αναλόγως του ορόφου που βρίσκεται ο χρήστης, για του ίδιους λόγους που προηγουμένως αναφέρθηκαν.



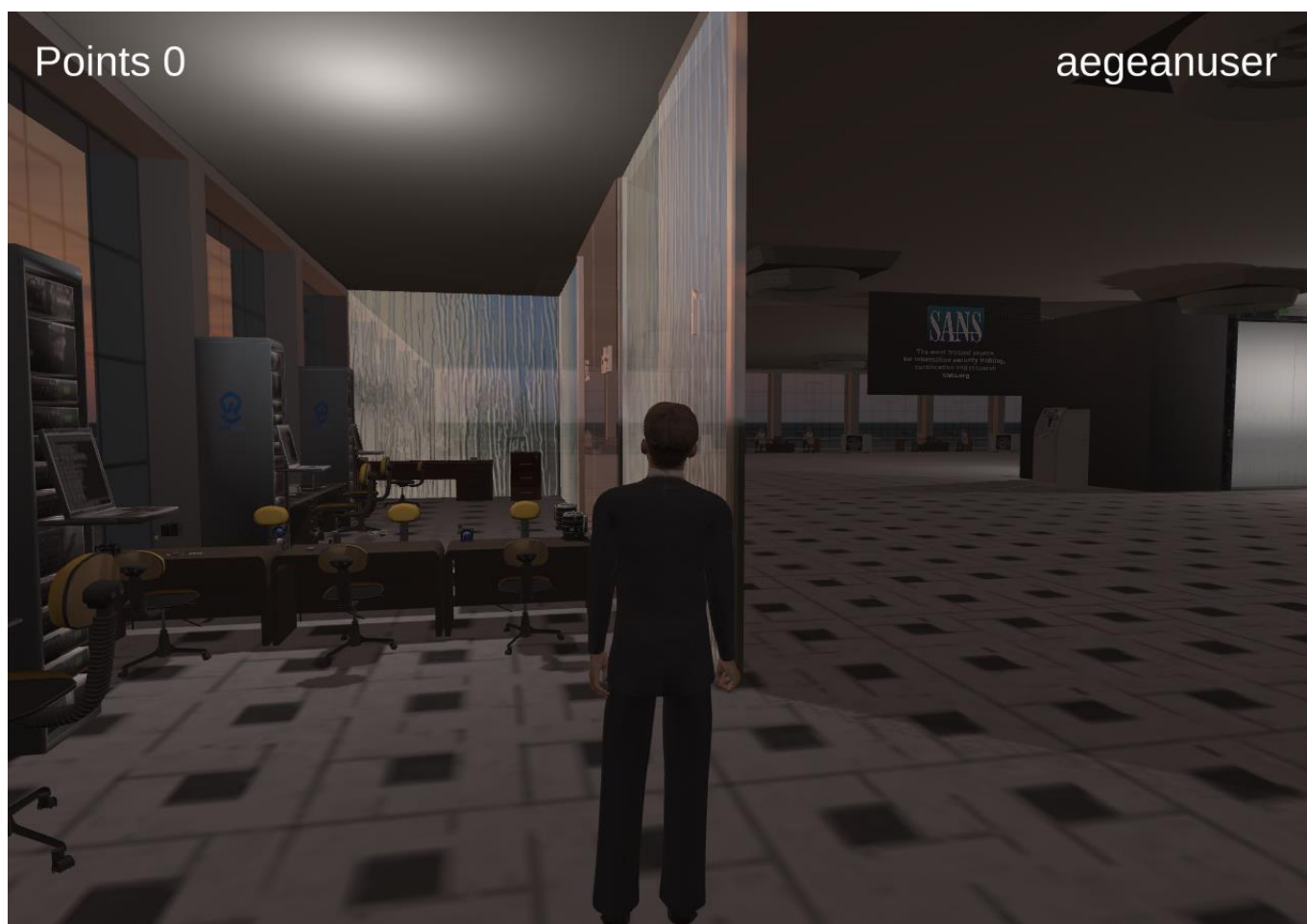
Εικόνα 20-Εισαγωγή στο παιχνίδι

Στο ισόγειο υπάρχουν 3D χαρακτήρες σε φυσική κίνηση (εικόνα 21). Η συνεχής αναπαραγωγή των φυσικών κινήσεων, επιτεύχθηκε με κώδικα μετά από υπολογισμό της αρχικής και τελικής θέσης στα όρια ενός collider, ενώ υπήρξαν περιπτώσεις επανυπολογισμού της κίνησης των 3D χαρακτήρων στους άξονες Y και Z, προκειμένου να επιτευχθεί η διόρθωση της κίνησής τους.



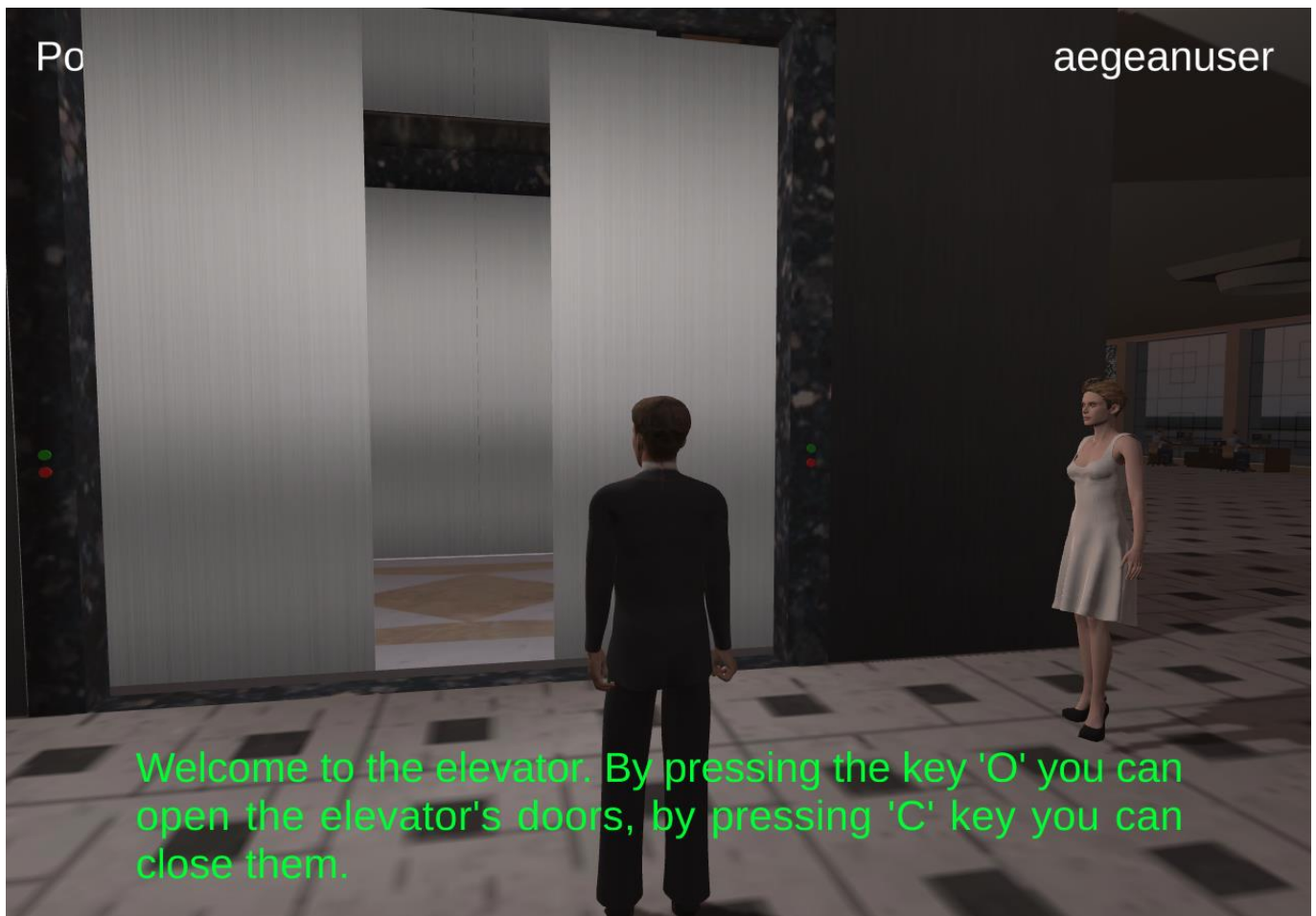
*Εικόνα 21-3D χαρακτήρας σε φυσική κίνηση*

Μέσα στο κτίριο και ειδικότερα στον χώρο του ισόγειου, υπάρχουν ειδικά σχεδιασμένα εργαστήρια ασφαλείας (εικόνα 22), όπου φαίνεται καθαρά η φυσικότητα του περιβάλλοντος με τις ανάλογες σκιές κατά την απόδοση της σκηνής από το unity. Επίσης στο ισόγειο κατά την υποδοχή του παίκτη, υπάρχουν εκατέρωθεν του ανελκυστήρα δύο (2) οθόνες τηλεόρασης που αναπαράγουν βίντεο με 3D ήχο, ο οποίος αυξομειώνεται αναλόγως της απόστασεως που απέχει ο παίκτης από τις τηλεοράσεις.



Εικόνα 22-Άποψη εργαστηρίου ασφαλείας

Κατά την είσοδο του παίκτη στον ανελκυστήρα (εικόνα 23), προβάλλεται αντίστοιχο κειμενικό μήνυμα ενημέρωσης του χρήστη για την λειτουργία του ανελκυστήρα, διάρκειας εμφάνισης πέντε (5) δευτερολέπτων. Ο ανελκυστήρας λειτουργεί μόνο αν όλες οι πόρτες των ορόφων είναι κλειστές, ενώ το άνοιγμα των πορτών του ανελκυστήρα είναι δυνατόν, μόνο όταν βρίσκεται σε κάποιο από τα επίπεδα 0,1,2 και 3.



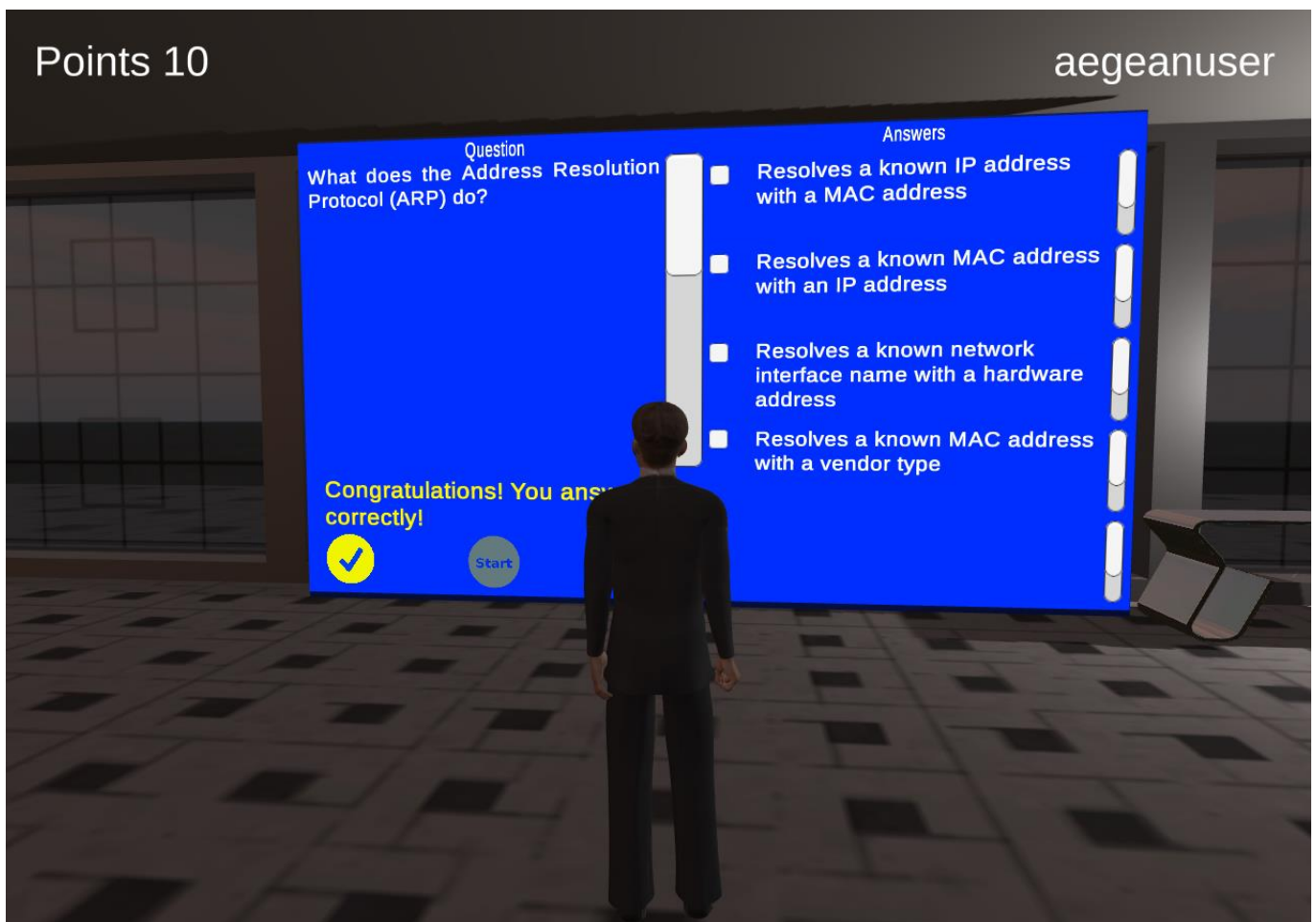
*Εικόνα 23-Είσοδος στον ανελκυστήρα με ενημερωτικό μήνυμα για την λειτουργία του*

Η είσοδος σε μία από τις τρεις (3) περιοχές του κουίζ και ειδικότερα στον πρώτο (1) όροφο διαφαίνεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 24), όπου υπάρχει 3D χαρακτήρας υποδοχής του παίκτη, που αναπαράγει φυσικές κινήσεις ανάλογα με τις ενέργειες του παίκτη, συνοδευόμενες από 3D ήχο. Οι κινήσεις αφορούν την είσοδο στο κουίζ, την σωστή και λάθος απάντηση στο κουίζ, όπως και την έξοδο από την περιοχή του κουίζ.



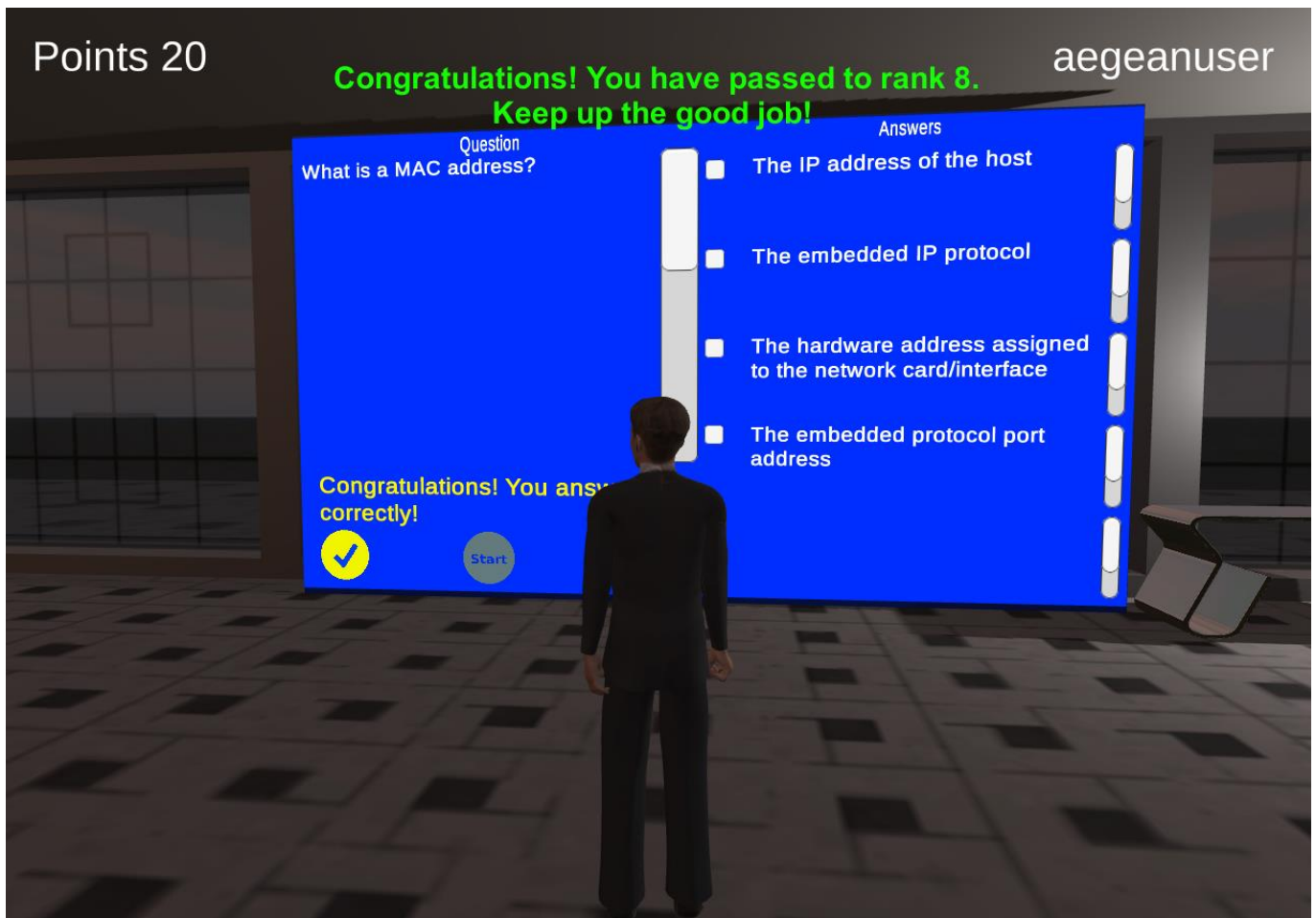
Εικόνα 24-3D χαρακτήρας υποδοχής στην περιοχή του κουίζ

Πατώντας το κουμπί «Start» ξεκινά η διαδικασία του κουίζ ερωτήσεων (εικόνα 25), όπου ο παίκτης έχει τις αντίστοιχες επιλογές για να εκτελέσει το κουίζ. Αφού ο παίκτης επιλέξει από την δεξιά πλευρά τα checkbox των απαντήσεων που θεωρεί σωστές, πατά το κουμπί «OK» στην κάτω αριστερή πλευρά για έλεγχο ορθότητας των απαντήσεών του. Ο παίκτης ενημερώνεται για το αποτέλεσμα των επιλογών του με κειμενικό μήνυμα, ενώ σε περίπτωση λάθους απάντησης ενημερώνεται για τις σωστές απαντήσεις που δεν επέλεξε.



Εικόνα 25-Εναρξη κουίζ ερωτήσεων

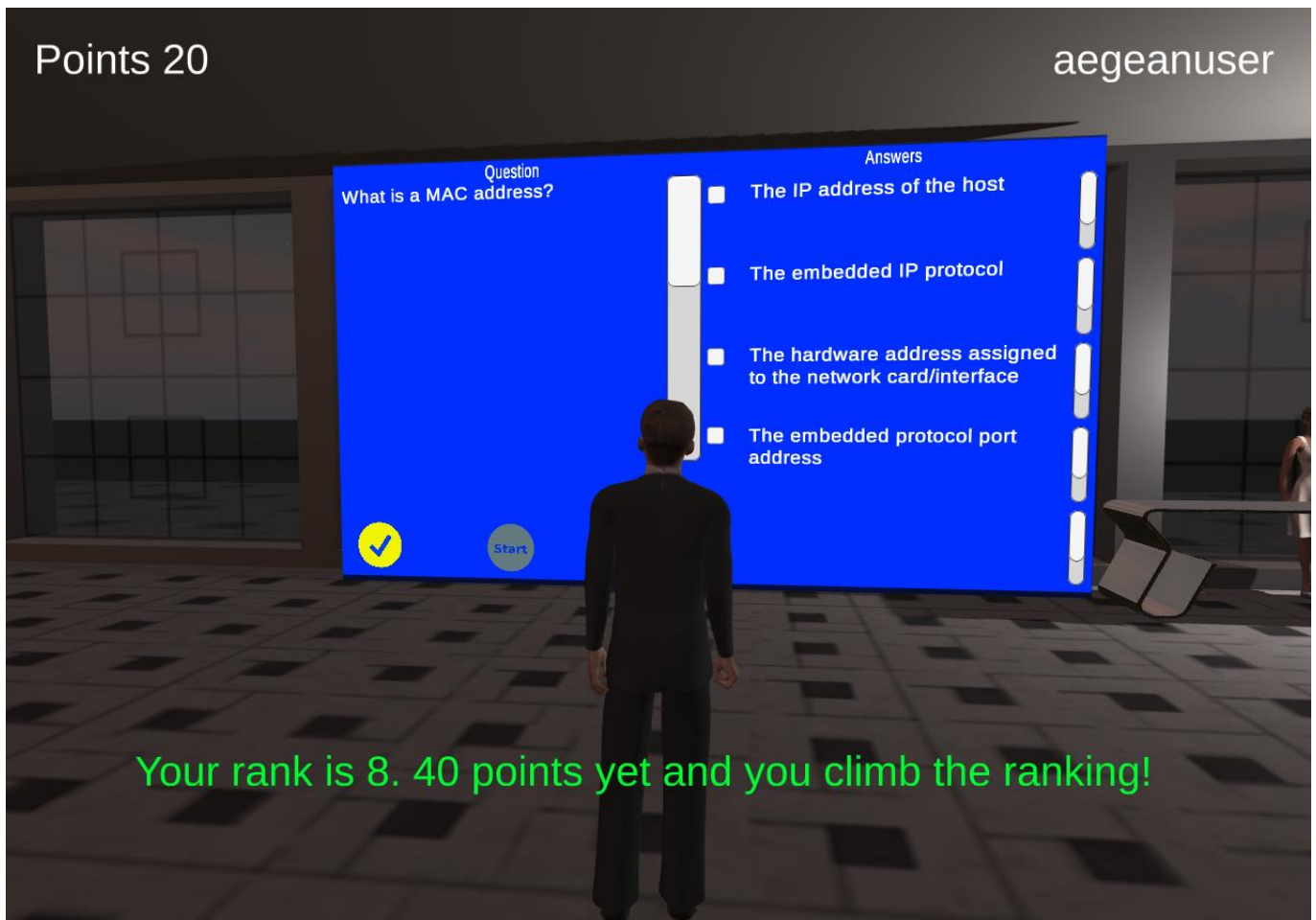
Όταν ο χρήστης λάβει πόντους και ανέβει στην σειρά της κατάταξης, ενημερώνεται με 3D συγχαρητήριο μήνυμα κειμένου ως προς αλλαγή της κατάταξής του, ενώ παράλληλα παρακινείται μέσω κειμένου να συνεχίσει την προσπάθεια (εικόνα 26). Ο χρήστης έχει την δυνατότητα οποιαδήποτε στιγμή θελήσει να εξέλθει από το κουίζ ή να το συνεχίσει κάποια άλλη χρονική στιγμή.



Εικόνα 26-Μήνυμα ενημέρωσης παίκτη για βελτίωση κατάταξης

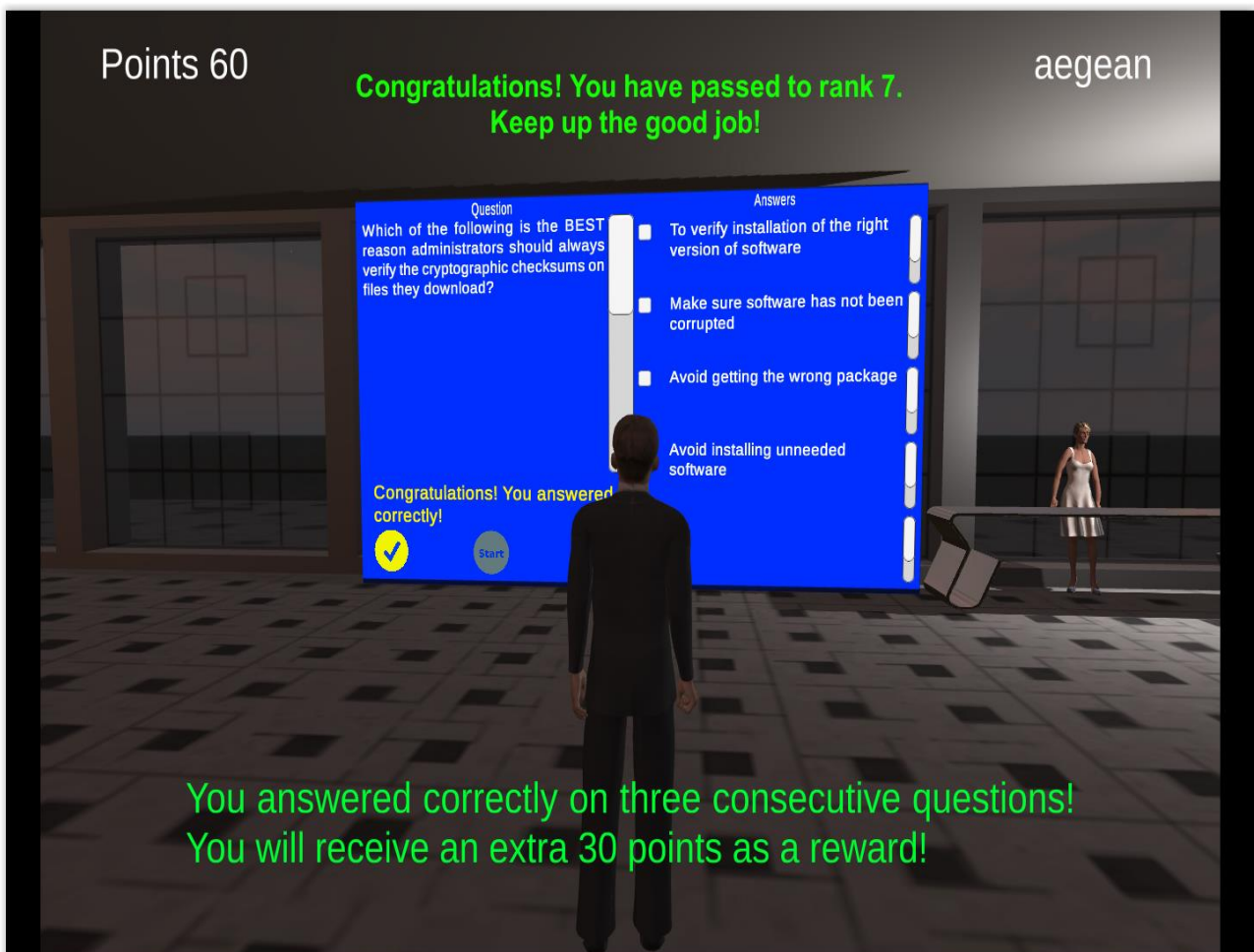


Ο παίκτης έχει την δυνατότητα ενημέρωσης για την κατάταξή του οποιαδήποτε χρονική στιγμή, όπως και για τους πόντους που απαιτούνται προκειμένου να ανέβει στην επόμενη σειρά κατάταξης (εικόνα 27). Η ενημέρωση αυτή πραγματοποιείται μετά από πάτημα του πλήκτρου «R» και διαρκεί πέντε (5) δευτερόλεπτα. Η ενημέρωση είναι δυναμική σύμφωνα με την τελευταία προσπάθεια του χρήστη σε πραγματικό χρόνο.



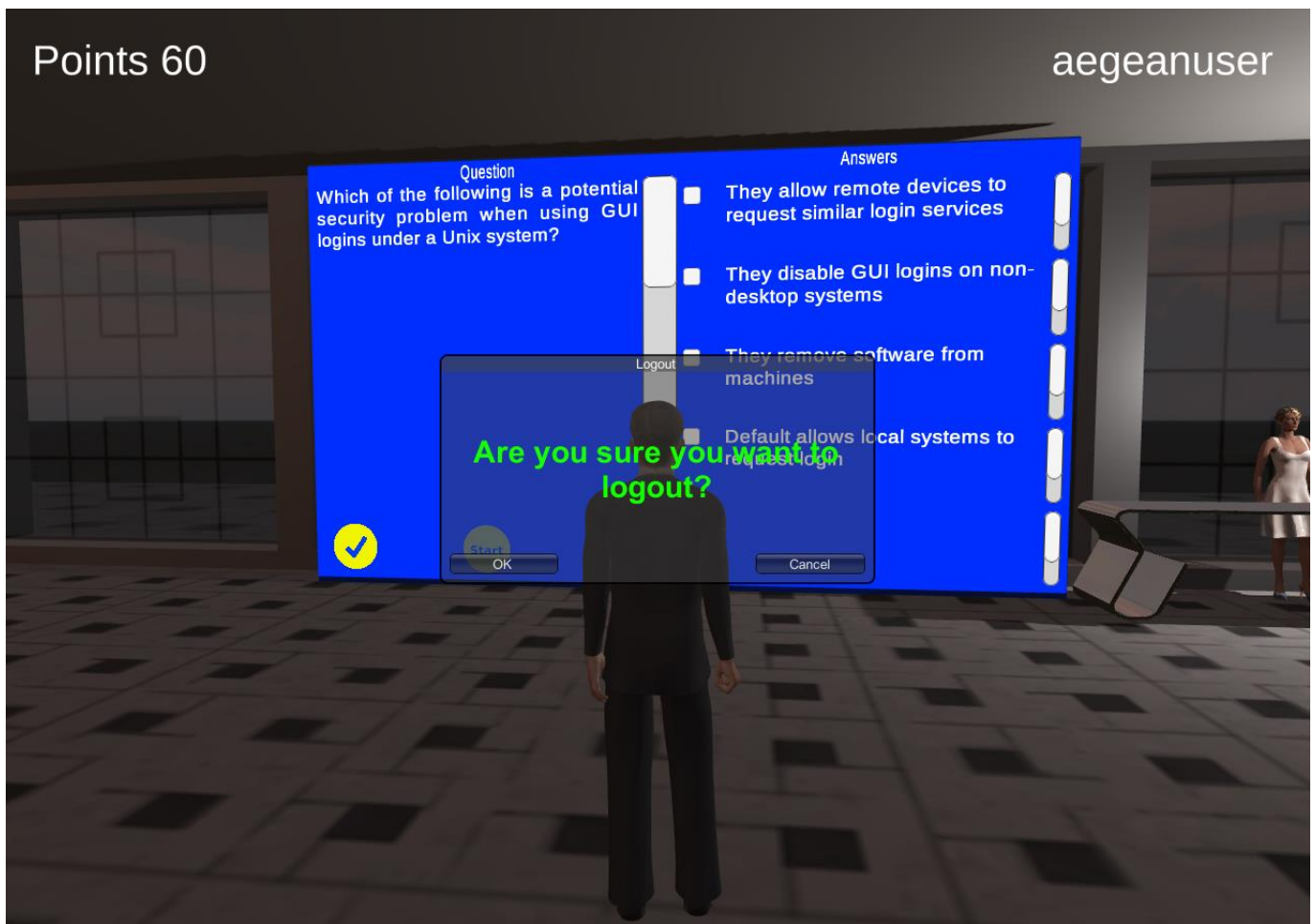
Εικόνα 27-Μήνυμα κειμένου για κατάταξη παίκτη μετά από πάτημα πλήκτρου 'R'

Στην περίπτωση τριών (3) διαδοχικών σωστών απαντήσεων (εικόνα 28), ο παίκτης ενημερώνεται με κειμενικό μήνυμα διάρκειας πέντε (5) δευτερολέπτων, για λήψη έξτρα πόντων ίσων με το τριπλάσιο των πόντων της ερώτησης του επιπέδου που βρίσκεται. Αν ο παίκτης αλλάξει όροφο, ο αριθμός των τυχόν σωστών συνεχόμενων απαντήσεων που τυχόν απάντησε στον όροφο που βρισκόταν, μηδενίζεται με δεδομένο ότι αλλάζει το επίπεδο δυσκολίας των ερωτήσεων.



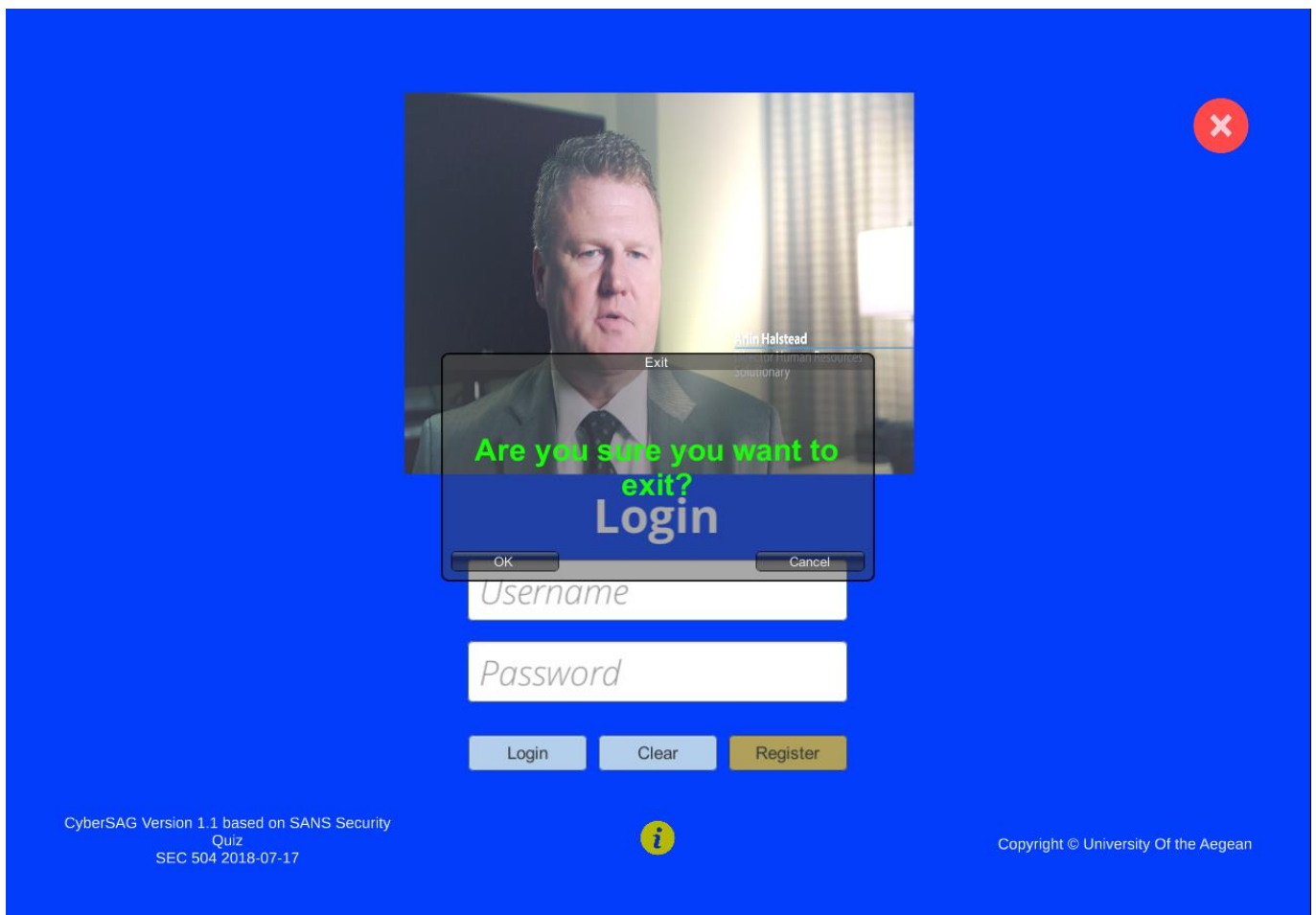
Εικόνα 28-Μήνυμα κειμένον έξτρα πόντων μετά από 3 διαδοχικές σωστές απαντήσεις

Η επιλογή αποσύνδεσης του παίκτη πραγματοποιείται οποιαδήποτε στιγμή στο παίγνιο με το πάτημα του πλήκτρου «Escape», όπου και εμφανίζεται αντίστοιχο αναδυόμενο παράθυρο (εικόνα 29). Επιλέγοντας ο χρήστης την αποδοχή από το μήνυμα επιβεβαίωσης αποσύνδεσης, αυτόματα μεταφέρεται στην οθόνη εισόδου του παιχνίδιου.



Εικόνα 29-Αναδυόμενο παράθυρο επιβεβαίωσης αποσύνδεσης χρήστη

Η επιλογή εξόδου από το παίγνιο, πραγματοποιείται από την σελίδα εισόδου πατώντας το αντίστοιχο κουμπί εξόδου στην πάνω δεξιά πλευρά (εικόνα 30). Μετά την επιλογή της αποδοχής από το αναδυόμενο μήνυμα εξόδου, το παίγνιο τερματίζει.



Εικόνα 30- Τερματισμός εφαρμογής

## 5. Υλοποίηση

### 5.1 – Λογισμικό

Οι Andrew Rollings and Dave Morris στο βιβλίο τους [52], ορίζουν τέσσερα (4) χαρακτηριστικά τα οποία είναι απαραίτητα για κάθε επιτυχημένη εφαρμογή παιχνιδιού. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η αυτονομία, επαναχρησιμοποίηση, στιβαρότητα και ανιχνευσιμότητα. Βάσει αυτών των χαρακτηριστικών το λογισμικό έπρεπε να τμηματοποιηθεί σε αυτόνομες λειτουργικές μονάδες. Έτσι, με σκοπό την αυτονομία και επαναχρησιμοποίησή των λειτουργικών μονάδων του λογισμικού, ως βασική γλώσσα προγραμματισμού έπρεπε να επιλέξουμε από την οικογένεια των γλωσσών του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού. Για λόγους συμβατότητας με το unity επιλέξαμε την γλώσσα προγραμματισμού C#.

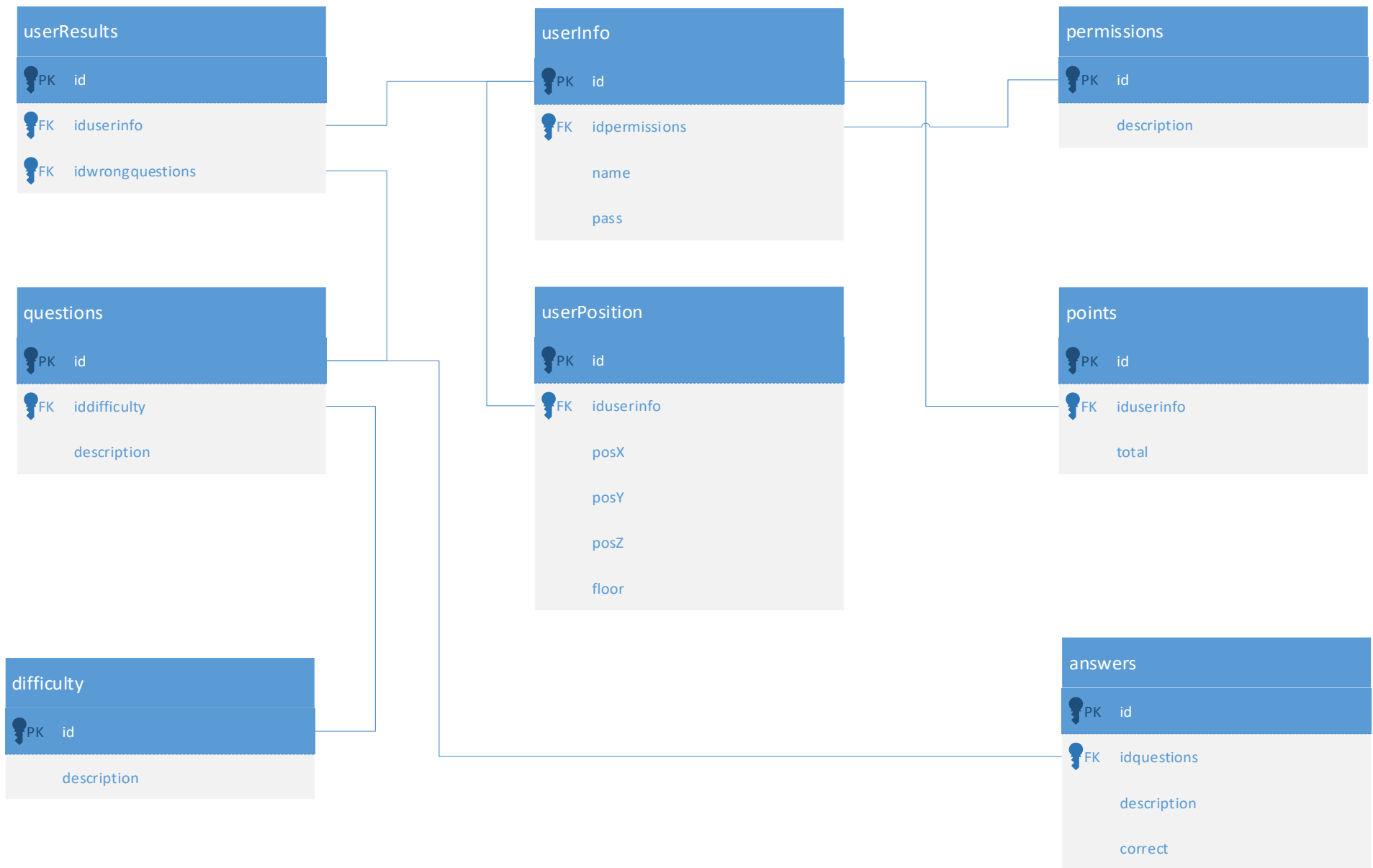
Τα περισσότερα αντικείμενα του παιχνιδιού ορίστηκαν με κλάσεις, προκειμένου να υπάρχει η δυνατότητα αυτονομίας και επαναχρησιμοποίησής τους. Με την συγκεκριμένη μεθοδολογία καταφέραμε να τμηματοποιήσουμε το λογισμικό του παιχνιδιού σε αυτόνομες λειτουργικές υπομονάδες, καθιστώντας το πιο εύχρηστο και εύκολα υποστηριζόμενο σε μελλοντικές αναβαθμίσεις, λόγω της φύσης της αυτονομίας που απέκτησε. Επιπλέον με αυτόν τον τρόπο το λογισμικό είναι πιο ευανάγνωστο και ανιχνεύσιμο σε πιθανά λάθη κώδικα, καθώς η τμηματοποίηση του λογισμικού, μειώνει το πεδίο αναζήτησης λαθών σημαντικά. Ένα ακόμη σημαντικό όφελος, υπάρχει κατά τον έλεγχο της εφαρμογής πριν την τελική έγκρισή της για διανομή. Έτσι όντας τμηματοποιημένη η προτεινόμενη εφαρμογή, κατά το στάδιο του ελέγχου και αποσφαλμάτωσης, ο εντοπισμός σφαλμάτων ήταν άμεσος χωρίς να απαιτεί περαιτέρω κόπο ενώ η εστίαση για την θεραπεία των σφαλμάτων επιτεύχθηκε σε σημαντικά μικρού μεγέθους πεδίο του συνολικού λογισμικού.

## 5.2 - Βάση δεδομένων

Ως βάση δεδομένων επιλέχθηκε η Sqlite 3 καθαρά για λόγους συμβατότητας με το Unity αλλά και φορητότητας καθώς δεν απαιτεί εκτέλεση server για να λειτουργήσει. Η βάση δεδομένων αποτελείται από οκτώ (8) πίνακες όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 6), όπου περιγράφεται και το είδος του κάθε πεδίου ανά πίνακα. Το σχεσιακό διάγραμμα UML της βάσης δεδομένων απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 3).

<b>Όνομα πίνακα</b>	<b>userResults</b>	<b>userInfo</b>	<b>permissions</b>	<b>questions</b>
<b>Πεδία</b>	id (INTEGER)	id (INTEGER)	id (INTEGER)	id (INTEGER)
	iduserinfo (INTEGER)	idpermissions (INTEGER)	description (TEXT)	iddifficulty (INTEGER)
	idwrongquestions (INTEGER)	name (TEXT)		description (TEXT)
		pass (TEXT)		
<b>Όνομα πίνακα</b>	<b>userPosition</b>	<b>points</b>	<b>difficulty</b>	<b>answers</b>
<b>Πεδία</b>	id (INTEGER)	id (INTEGER)	id (INTEGER)	id (INTEGER)
	iduserinfo (INTEGER)	iduserinfo (INTEGER)	description (TEXT)	idquestions (INTEGER)
	posX (REAL)	total (INTEGER)		description (TEXT)
	posY (REAL)			correct (INTEGER)
	posZ (REAL)			
	floor (INTEGER)			

Πίνακας 6-Πίνακες Βάσης Δεδομένων



Σχήμα 3-Βάση Δεδομένων UML

### 5.3 - Κλάσεις διασύνδεσης λογισμικού

Στα παρακάτω σχήματα 4 και 5, αποτυπώνονται οι κλάσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή, ενώ περιέχονται ο κατασκευαστής (constructor) της κάθε κλάσης όπου υπάρχει, καθώς και οι μέθοδοι. Το πλήρες διάγραμμα κλάσεων UML με τις μεταξύ τους διασυνδέσεις, παρουσιάζεται παρακάτω (σχήμα 6).

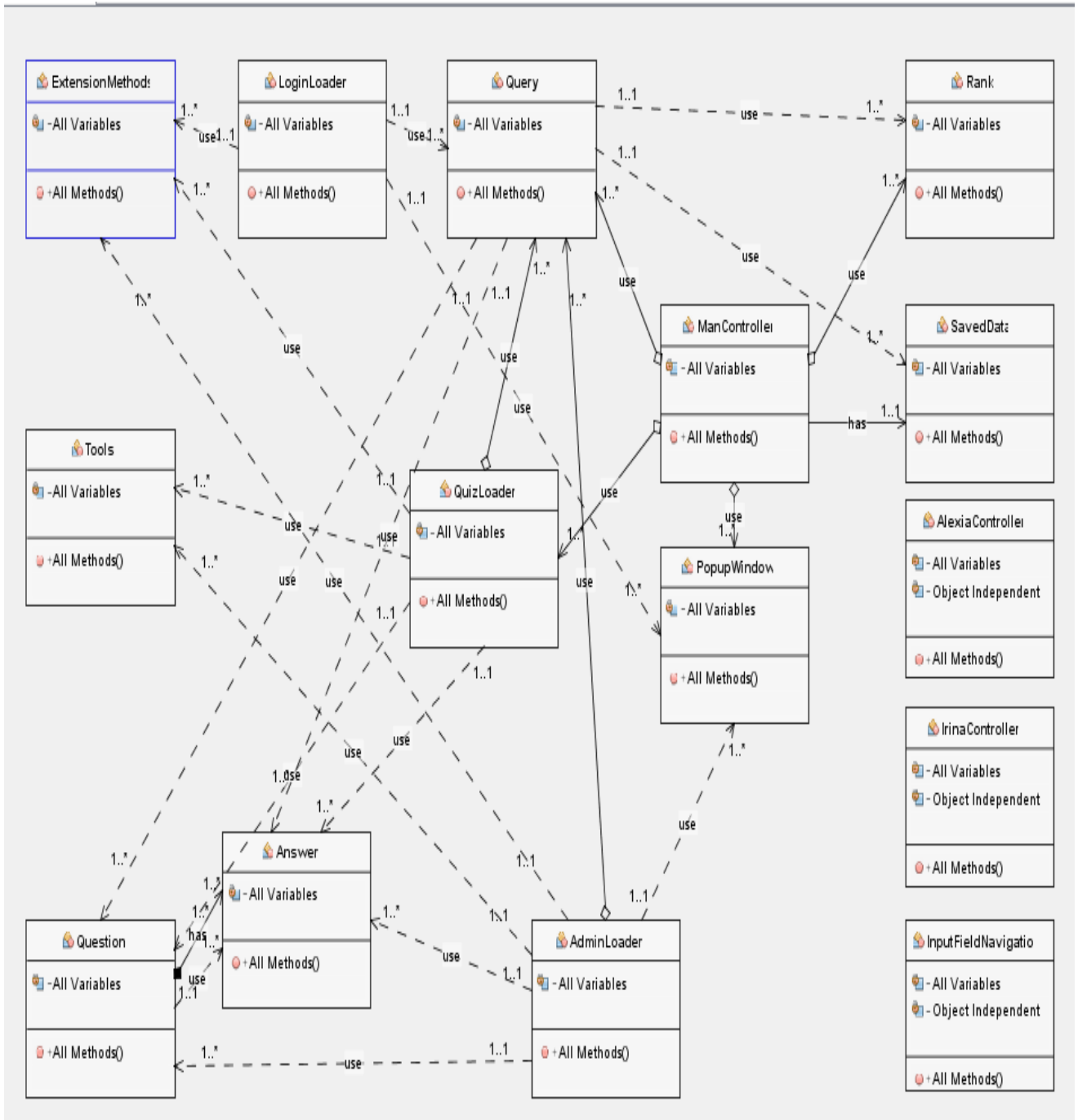
Question	Answer	Rank
Question(int, int, string) getId() getIdDifficulty() getDescription() setId(int) setIdDifficulty(int) setDescription(string)	Answer(int, int, int, string) getId() getIdQuestions() getCorrect() getDescription() setIdQuestions(int) setCorrect(int) setDescription(string)	Rank(int, int, int) getRank() getId() getPoints() setRank(int) setId(int) setPoints(int)
SavedData	Query	Tools
SavedData(int, int, float, float, float, int, int) SavedData(int, int, float, float, float, int) SavedData(int, int, float, float, float) getIdUserPosition() getIdUserInfo() getPosX() getPosY() getPosZ() getFloor() getScore() setPosX(float) setPosY(float) setPosZ(float) setFloor(int) setScore(int)	getConnection() selectUserByPassword(string, string) selectUser(string) selectUserId(string) selectUserName(int) selectIdQuestion(string) selectPermission(int) selectIdPermission(int) selectQuestion(int) selectSavedPositionWithScore(int) selectScore(int) selectScoreOfUsers() selectRankOfUser(int) selectRankList() selectIdPosition(int) selectQuestionsByDescription(string) selectQuestionsByIdDifficulty(int) selectQuestions() selectWrongQuestionsByIdUserInfo(int, int) selectWrongQuestionById(int, int) selectAnswers(int) insertUser(string, string, int) insertQuestion(int, string) insertWrongQuestion(int, int) insertAnswer(int, string, int) insertPosition(int, float, float, float, int) insertScore(int, int) updateQuestion(int, int, string, List<Answer>) updatePosition(int, float, float, float, int) updateScore(int, int) deleteQuestion(int) deleteWrongQuestion(int, int) deleteWrongQuestion(int)	getQuery() stringContainsWild(string) getStringInsideWilds(string) hasDuplicateValue(List<string>) getInputFieldInCanvas(Canvas, string) getTextInCanvas(Canvas, string) getTextInsideAScrollView(Canvas, string) removeQuestionListFromList(List<Question>, List<Question>)
IrinaController		ExtensionMethods
Start() Update() OnTriggerEnter(Collider) OnTriggerExit(Collider) setWalk() setTurn() rotateAfterAnimator() rotate() calculateRotation(float)		findChildRecursive(Transform, string) findAllObjects(Transform) findAllChildrenObjects(Transform) findAllChildrenObjects(Transform, string) hideAllChildrenObjects(Transform) showObject(Transform) showAllObjectsInTransformList(List<Transform>) hideAllObjectsInTransformList(List<Transform>) disableButton(Transform, string) enableButton(Transform, string)
InputFieldNavigation		AlexiaController
Start() Update()		Start() Update() OnTriggerEnter(Collider) OnTriggerExit(Collider) setWalk() setTurn() rotateAfterAnimator() rotate() calculateRotation(float)

Σχήμα 4-Κλάσεις εφαρμογής Α



ManController	AdminLoader	QuizLoader
Start() Update() OnGUI() setRank() detectNextRank() hideTextMessage() OnApplicationQuit() saveState() detectFloorElevatorCall(string) getYElevatorAxis(GameObject) areElevatorDoorsClosed() MoveObjectTo(Transform, Vector3, float) MoveObject(Transform, Vector3, float) moveFastElevatorToFloor(int) moveElevatorToFloor(int) detectElevatorKey() openElevatorDoors() closeFloorElevatorDoors() closeAllElevatorDoors() OnControllerColliderHit(ControllerColliderHit) OnTriggerEnter(Collider) OnTriggerExit(Collider) OnTriggerStay(Collider) startFixedAnimator(Animator, string) playAudioClip(GameObject, AudioClip) startAnimation(List<string>) endAnimation(List<string>) getSpaceSeparatedStrings(string) getItemIndex(List<string>, string) setInfoToCanvas(TextMeshProUGUI, string, int) clearInfoInCanvas() startQueuedAnimation(Animation, string) setWalkBack() setIdle() setWalk() setStandJump() setRun() setRunJump() setBackJump() setWalkJump() setLuisianaIdle() setLuisianaWelcome() setLuisianaSuccess() setLuisianaFailed() setLuisianaBye() setJessicaIdle() setJessicaWelcome() setJessicaSuccess() setJessicaFailed() setJessicaBye() setErickIdle() setErickWelcome() setErickSuccess() setErickFailed() setErickBye() getQuery() getQuizLoader() enableLights(List<Light>) enableLight(Light) disableLights(List<Light>) disableLight(Light) detectLights() getPopup()	Awake() Update() OnGUI() DialogWindow(int) OpenPopup(string, string) getTools() getQuery() addImage(Transform, string, float, Color) createText(Transform, string, string, Color, FontStyle, int, float, float, TextAnchor) insertQuestion() deleteQuestion() updateQuestion() getAnswersForUpdate(List<Answer>) showSearch() clearSearchFields() showNextQuestion() showPreviousQuestion() setQuestionButtons(List<Question>) hasPrevious(List<Question>) hasNext(List<Question>) setSearch(int, string, int, List<Answer>) hideModify() showModify() hideInsert() showInsert() hideLeaderBoard() showLeaderBoard() hideAllExceptIntroduction() hideAll() loadLoginScene() logout() addNonEmptyString(Dictionary<string, bool>, string, bool) addNonEmptyString(List<string>, string) setTextMeshProUGUIForSeconds(TextMeshProUGUI, string, int) clearTextMeshProUGUIText() getDropdownDifficulty(int) getCorrect(int) getCorrect(bool) isValid(List<Question>) isValid(List<Answer>) encodeString(string) decodeString(string)	Awake() Update() getY(GameObject) getManFloor(float) getCorrectAnswer() setCorrectAnswer(int) getQuery() setTextToTextMeshPro(Transform, string) isToggleOn(Toggle) clearTextToTextMeshPro(Transform) setMessageForSeconds(TextMeshProUGUI, string, int) clearTextMeshProTextMessage1() setInfoToCanvas(TextMeshProUGUI, string, int) clearInfoInCanvas() setMessage2ForSeconds(TextMeshProUGUI, string, int) clearTextMeshProTextMessage2() setMessage3ForSeconds(TextMeshProUGUI, string, int) clearTextMeshProTextMessage3() getTextFromTextMeshPro(Transform) isToggleChecked(Transform) clearAllText(Canvas) clearAllAnswers(Canvas) areAnswersCorrect(List<Transform>, List<Transform>) startQuiz1() startQuiz2() startQuiz3() showNextQuestion1() showNextQuestion2() showNextQuestion3() addCorrectAnswer(bool) setAnswersByList(List<Answer>, List<Transform>) setAnswerFields(List<Answer>, Canvas) enableButton(Canvas, string) disableButton(Canvas, string) clearToggles(Canvas) playAudioClip(GameObject, AudioClip) startFixedAnimator(Animator, string) getPoints(TextMeshProUGUI) deleteWrongQuestion(int, int) addWrongQuestion(int, Question, int) questionListHasElements(List<Question>) getTools() setLuisianaIdle() setLuisianaSuccess() setLuisianaFailed() setJessicaIdle() setJessicaSuccess() setJessicaFailed() setErickIdle() setErickSuccess() setErickFailed()
	LoginLoader	
	Awake() Update() checkLogin() checkRegistration() setTextForSeconds(Text, string, int) clearText() clear() loadAdminScene() LoadAdminSceneWithDelay(int, int) loadGameScene() loadGameSceneWithDelay(int, int) exitApplication() getQuery() openDocumentation() openWelcome() getPopup()	PopupWindow
		OnGUI() DialogWindow(int) Open(string, string) findGameObjectInList(GameObject[], string)

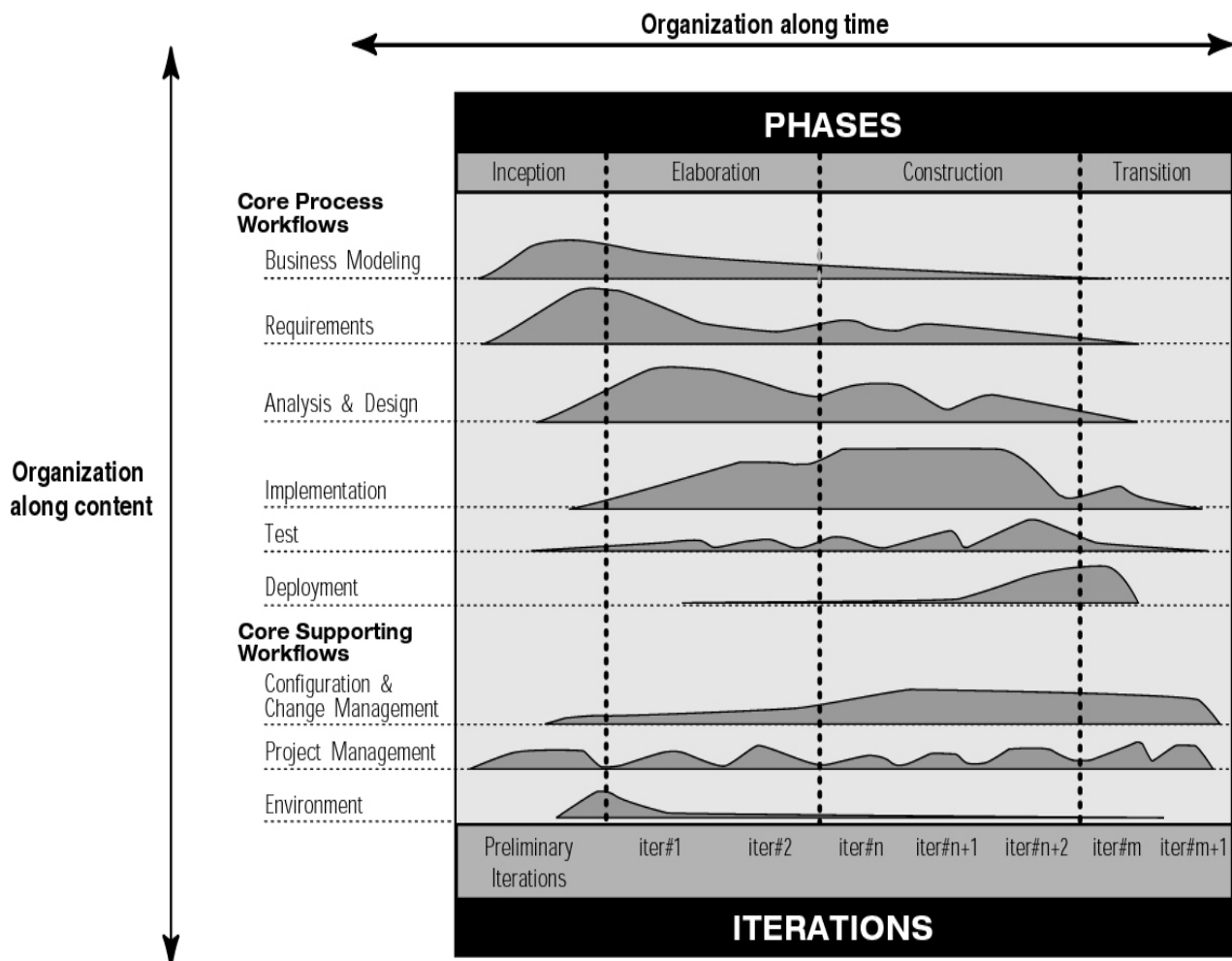
Σχήμα 5-Κλάσεις εφαρμογής Β



Σχήμα 6-Διάγραμμα κλάσεων UML

## 5.4 - Ανάπτυξη της Εφαρμογής

Σύμφωνα με την Rational Software Corporation [53] αναλύεται το εξελικτικό μοντέλο με ανάδραση, το οποίο και ακολουθήσαμε για την προτεινόμενη εφαρμογή. Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 7), αναλύεται το συγκεκριμένο μοντέλο, όπου ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει τον χρόνο και δείχνει την δυναμική πτυχή της διαδικασίας όπως αναπαριστάνεται, εκφραζόμενο σε κύκλους, φάσεις, επαναλήψεις και ορόσημα, ενώ ο κάθετος άξονας αντιπροσωπεύει την στατική πτυχή της διαδικασίας: όπως περιγράφεται από την άποψη των δραστηριοτήτων, αντικειμένων, εργαζομένων και ροών εργασιών.



Σχήμα 7-Παράσταση εξελικτικού μοντέλου σε 2 διαστάσεις

Τα **προτερήματα** αυτού του προτύπου είναι :

- Ανάπτυξη λογισμικού με επαναληπτικό τρόπο
- Διαχείριση απαιτήσεων
- Χρήση αρχιτεκτονικών βάσει στοιχείων
- Οπτικό μοντέλο λογισμικού
- Επαλήθευση ποιότητα λογισμικού
- Έλεγχος αλλαγών λογισμικού

Τα **χαρακτηριστικά** αυτού του μοντέλου είναι :

- Εξελικτικό μοντέλο με ανάδραση
- Καθοδηγείται από μελέτες χρήσης
- Είναι επικεντρωμένο στην Αρχιτεκτονική
- Χρησιμοποιεί την UML σαν γλώσσα μοντελοποίησης

Τα **δομικά** στοιχεία του μοντέλου είναι :

- Ρόλοι (ποιος) – Δικαιοδοσίες και ικανότητες
- Αποτέλεσμα (τι) – Ένα παραγόμενο από το έργο αποτέλεσμα
- Ενέργειες (πως) – Μια ενότητα εργασίας που έχει ανατεθεί σε κάποιο ρόλο

Βάσει του παραπάνω προτύπου ακολουθήθηκαν 4 φάσεις [53]

- **Inception:** Ορισμός και έκταση του έργου
- **Elaboration:** Κατάστρωση μεθόδου υλοποίησης του έργου, μοντελοποίηση χαρακτηριστικών του έργου, ορισμός της αρχιτεκτονικής του συστήματος
- **Construction:** Υλοποίηση του έργου
- **Transition:** Εγκατάσταση κι ολοκλήρωση του συστήματος στο λειτουργικό του περιβάλλον

### ***Ανάλυση και Σχεδίαση***

- Η εκτέλεση της εφαρμογής σε συγκεκριμένο περιβάλλον, τα καθήκοντα και οι λειτουργίες που αναφέρονται στην περιγραφή των περιπτώσεων χρήσης.
- Η πληρότητα όλων των απαιτήσεων.
- Η ισχυρή δόμηση (εύκολο να αλλάξει ακόμη και αν αλλάξουν οι λειτουργικές απαιτήσεις).

### ***Υλοποίηση***

- Οργάνωση του κώδικα, όσον αφορά την υλοποίηση υποσυστημάτων οργανωμένη σε επίπεδα.
- Ορισμός κλάσεων και αντικειμένων (αρχεία προέλευσης, τα δυαδικά αρχεία, εκτελέσιμα αρχεία και άλλα).
- Έλεγχος αναπτυγμένων στοιχείων ως μονάδες.
- Ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων που παράγονται από μεμονωμένα αρχεία υλοποίησης (ή ομάδες), σε ένα εκτελέσιμο αρχείο του συστήματος.

### ***Δοκιμή***

- Επαλήθευση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των αντικειμένων.
- Επαλήθευση της σωστής ενσωμάτωσης όλων των στοιχείων του λογισμικού.
- Επαλήθευση ότι όλες οι απαιτήσεις έχουν υλοποιηθεί σωστά.
- Προσδιορισμός και εξασφάλιση ότι τα ελαττώματα εξετάζονται πριν από την ανάπτυξη του λογισμικού.

### ***Ανάπτυξη***

- Παραγωγή εξωτερικών εκδόσεων του λογισμικού.
- Συσκευασία του λογισμικού.
- Διανομή του λογισμικού.
- Εγκατάσταση του λογισμικού.
- Παροχή βοήθειας προς τους χρήστες.
- Προγραμματισμός και παράλληλη εκτέλεση των δοκιμαστικών μεθόδων.
- Μετεγκατάσταση υπάρχοντος λογισμικού ή δεδομένων.
- Επίσημη αποδοχή.

## 6. Προβλήματα κατά την Υλοποίηση

### 6.1 - Βάση δεδομένων

Το Unity από προεπιλογή δεν διαθέτει βάση δεδομένων προκειμένου να ενσωματωθεί σε υλοποιήσιμη εφαρμογή. Ως εκ τούτου, έγιναν διάφορες δοκιμές προκειμένου να επιλεγεί ο σωστός τύπος βάσης δεδομένων για τους εκπαιδευτικούς σκοπούς που εξυπηρετεί η παρούσα διπλωματική. Αρχικά δοκιμάστηκε η MySQL η οποία αν και λειτούργησε χωρίς προβλήματα τελικώς δεν επιλέχθηκε διότι εκτελείται μόνο σε Server με αποτέλεσμα να έχουμε την δέσμευση για εγκατεστημένο Server με την βάση δεδομένων στον υπολογιστή που θα τρέχαμε την εφαρμογή. Κατόπιν δοκιμάστηκε η SQLite η οποία υστερεί σε ορισμένους τομείς σε σχέση με την MySQL όπως είναι η ασφάλεια και ο οπтимιστικός συγχρονισμός (Optimistic Concurrency), που δεν επιτρέπει ταυτόχρονη τροποποίηση δεδομένων από πολλούς χρήστες, όμως επειδή η εφαρμογή υλοποιήθηκε για καθαρά εκπαιδευτικό σκοπό τελικώς την επιλέξαμε λόγω της συμβατότητας με το Unity αλλά και της φορητότητάς της, αφού μπορεί να ενσωματωθεί στην εφαρμογή και η εκτέλεσή της δεν απαιτεί την ύπαρξη Server. Ένα επιπλέον πρόβλημα που παρουσιάστηκε κατά τις δοκιμές της εφαρμογής ήταν η εισαγωγή κειμένου που περιέχει απόστροφο ('). Το πρόβλημα λύθηκε με την δημιουργία δύο (2) μεθόδων : `encodeURIComponent(string)` και `decodeURIComponent(string)`, όπου η πρώτη αντικαθιστά την απόστροφο με το σύμβολο `\'`, προκειμένου να είναι δυνατή η εισαγωγή του κειμένου στην βάση δεδομένων, ενώ η δεύτερη επαναφέρει το κείμενο όπως ήταν με την απόστροφο αρχικά, αντικαθιστώντας το σύμβολο `\'` με την απόστροφο (').

### 6.2 - Αναδυόμενα παράθυρα

Στο Unity υπάρχει η κλάση `EditorUtility`, που υλοποιεί την κλάση `UnityEditor`, που κληρονομεί τις ιδιότητες της κλάσης `ScriptableObject`. Η `EditorUtility` διαθέτει τη μέθοδο `DisplayDialog` για δημιουργία αναδυόμενων παραθύρων. Έτσι αν και αρχικά χρησιμοποιήθηκε η παραπάνω μέθοδος για τα αναδυόμενα παράθυρα της εφαρμογής στην προσπάθεια δημιουργίας του εκτελέσιμου αρχείου της εφαρμογής (building), μας εμφάνιζε σφάλμα κοινοποιώντας μας ότι δεν μπορούμε να ενσωματώσουμε κλάσεις από τον `UnityEditor`. Κατόπιν αποφασίστηκε η δημιουργία ξεχωριστής κλάσης `PopupWindow`, προκειμένου να επιτύχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Στην παραπάνω κλάση δημιουργήθηκε μία μεταβλητή τύπου `Rect`, που δημιουργεί ένα δισδιάστατο παράθυρο. Τα ορίσματα της `Rect` μεταβλητής είναι :

x : η αρχική θέση του παραθύρου στον άξονα του x

y : η αρχική θέση του παραθύρου στον άξονα του y

width : το πλάτος του παραθύρου

height : το ύψος του παραθύρου

Έτσι λοιπόν ορίσαμε τα ορίσματα της μεταβλητής Rect με βάση την οθόνη της συσκευής εκτέλεσης όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 7).

x	$\frac{\text{Πλάτος οθόνης}}{2} - \frac{\text{Πλάτος οθόνης}}{6}$
y	$\frac{\text{Ύψος οθόνης}}{2} - \frac{\text{Ύψος οθόνης}}{8}$
width	$\frac{\text{Πλάτος οθόνης}}{3}$
height	$\frac{\text{Ύψος οθόνης}}{4}$

Πίνακας 7-Υπολογισμός μεταβλητής Rect δημιουργίας αναδιδόμενου παραθύρου

Κατόπιν δημιουργήθηκε η μέθοδος DialogWindow(int windowID) που εξετάζει την επιλογή του χρήστη, εκτελώντας τις αντίστοιχες ενέργειες και η Open(string title, string message) που εμφανίζει το παράθυρο.

### 6.3 – Φώτα

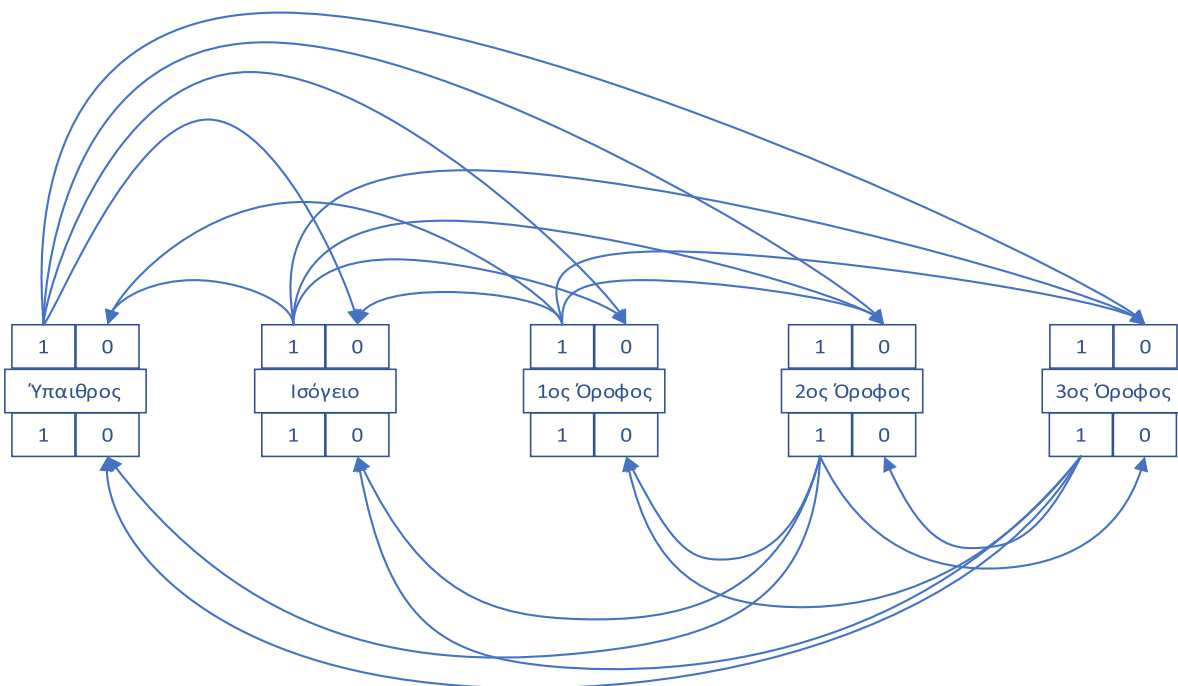
Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε τμηματικά ανά όροφο. Έτσι λοιπόν στον αρχικό σχεδιασμό στο επίπεδο 0 (ισόγειο) με μόνο τα φώτα του ισόγειου, στις παράλληλες δοκιμές εκτέλεσης της εφαρμογής η ανταπόκριση ήταν θετική και αναμενόμενη. Καθώς όμως άρχισαν να υλοποιούνται και οι υπόλοιποι όροφοι με τον απαραίτητο φωτισμό, διαπιστώσαμε ότι η εφαρμογή αργούσε σημαντικά να ανταποκριθεί. Μετά από διαδικτυακή έρευνα στο ηλεκτρονικό εγχειρίδιο του Unity, διαπιστώσαμε ότι το πρόβλημα οφειλόταν στην υπερβολική χρήση πηγών φωτισμού. Αυτό συμβαίνει διότι, να μεν το Unity αποδίδει (rendering) μόνο τα 3d αντικείμενα που εμφανίζονται σε συγκεκριμένο χώρο της σκηνής στον συγκεκριμένο χρόνο, όμως δεν συμπεριφέρεται το ίδιο και στις πηγές φωτισμού δηλαδή αποδίδει όλα τα φώτα, ανεξαρτήτως αν οι πηγές υπάρχουν στον συγκεκριμένο χώρο της σκηνής τον συγκεκριμένο χρόνο. Η λειτουργία αυτή σε σχέση με τις πηγές φωτισμού, γίνεται καθαρά για λόγους εμφάνισης της σκηνής πχ εμφάνιση σκιών κλπ.

Κατόπιν τούτου είχαμε δύο (2) επιλογές. Η πρώτη και πιο εύκολη ήταν να τοποθετήσουμε μόνο ένα εξωτερικό φως τύπου DirectionalLight, καταργώντας τα υπόλοιπα φώτα αφού αυτό θα μας βόλευε για το συγκεκριμένο κτίριο που περιβάλλεται από παράθυρα. Η δεύτερη και δυσκολότερη, ήταν να ορίσουμε εμείς με κάποιον τρόπο πότε θα ενεργοποιούνται ή θα απενεργοποιούνται τα φώτα της σκηνής, φροντίζοντας να μην μένουν ενεργά πάνω από έξι (6) φώτα. Τελικώς επιλέχθηκε η δεύτερη λύση, όπου τα φώτα είναι ενεργά ανάλογα με την περιοχή του παίκτη ενώ τα υπόλοιπα είναι απενεργοποιημένα. Ειδικότερα η λειτουργία του φωτισμού περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 8).

Περιοχή	Ενεργός φωτισμός
Υπαίθριος χώρος	1 x Directional Light
Ισόγειο	4 x Point Light
1 <sup>ος</sup> όροφος	2 x Point Light
2 <sup>ος</sup> όροφος	2 x Point Light
3 <sup>ος</sup> όροφος	2 x Point Light

Πίνακας 8-Λειτουργία φωτισμού εφαρμογής

Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 8), αποτυπώνονται οι λειτουργίες του φωτισμού σε έναν κατευθυνόμενο 5-συνδεδεμένο γράφο, όπου κόμβοι είναι οι περιοχές με τους διακόπτες ενεργοποίησης – απενεργοποίησης του φωτισμού 1 και 0 αντίστοιχα, ενώ ακμές είναι οι εντολές απενεργοποίησης του φωτισμού των κόμβων εκτός του κόμβου αφετηρίας.



Σχήμα 8-Αποτύπωση λειτουργίας φωτισμού σε γράφο



## 6.4 - Κινήσεις 3d χαρακτήρων

Σε διάφορες περιοχές της σκηνής του παιχνιδιού, υπάρχουν 3d χαρακτήρες που εκτελούν φυσικές κινήσεις με χρήση του Animator Controller που είναι ενσωματωμένος στο Unity. Έτσι στην περιοχή του ισογείου υπάρχουν δύο (2) διαφορετικοί χαρακτήρες που εκτελούν φυσική κίνηση περπατώντας σε collider. Έκαστος από τους χαρακτήρες, περιέχει δύο (2) animation ήτοι ένα (1) για το περπάτημα και ένα (1) για την στροφή των 180° του χαρακτήρα όταν βγει από τον collider, προκειμένου να συνεχίσει πάλι στον collider το περπάτημα με αντίθετη φορά.

Το πρόβλημα που δημιουργήθηκε στην παρούσα φάση, αφορά την μετατόπιση των χαρακτήρων στον άξονα Z και την περιστροφή στον άξονα Y μετά την εκτέλεση του δεύτερου (2) animation (στροφή 180°) κάθε φορά κατά ~ 5 μοίρες περίπου. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα, ο χαρακτήρας μετά από μερικές στροφές, να κινείται πάνω στον collider σε πλάγια θέση και εκτός της θέσης που επιθυμούσαμε.

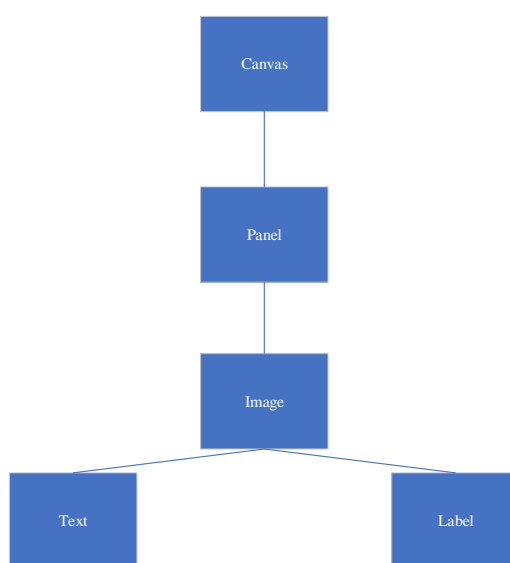
Η λύση του προβλήματος αντιμετωπίστηκε αρχικά με το πάγωμα του άξονα Z. Μέσα στην μέθοδο Update παίρνουμε την θέση του χαρακτήρα σε μία μεταβλητή τύπου Vector3 και ορίζουμε την τιμή του άξονα Z στις μοίρες που απαιτούνται για την σωστή θέση του χαρακτήρα πάνω στο άξονα Z. Παρά την διόρθωση, το πρόβλημα εξακολούθησε να υπάρχει, καθώς να μεν ο χαρακτήρας βρισκόταν στην σωστή θέση παρά ταύτα η περιστροφή στον άξονα Y υπήρχε, με αποτέλεσμα να υπάρχει διαφορετική φορά κατεύθυνσης του σώματος με την κίνηση. Κατόπιν τούτου αποφασίστηκε η δημιουργία της μεθόδου calculateRotation(float rotY), που υπολογίζει την απόκλιση του χαρακτήρα μας στο άξονα Y και επιστρέφει μία μεταβλητή τύπου float με τις σωστές μοίρες περιστροφής, προκειμένου να εκτελεστεί σωστά η στροφή του χαρακτήρα. Ο ενδεικτικός υπολογισμός της παραπάνω μεθόδου περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 9).

Μέτρηση μεταβλητής <i>rotY</i> (Τρέχουσα περιστροφή χαρακτήρα στον άξονα Y)	Επιστρεφόμενη μεταβλητή <i>backFloat</i> (Διόρθωση περιστροφής)
$rotY < 0f$	$backFloat = -rotY$
$rotY \geq 0f \ \& \ rotY < 45f$	$backFloat = 0f$
$rotY \geq 45f \ \& \ rotY \leq 135f$	$backFloat = 90f$
$rotY > 135f \ \& \ rotY \leq 225f$	$backFloat = 180f$
$rotY > 225f \ \& \ rotY \leq 315f$	$backFloat = 270f$
$rotY > 315f \ \& \ rotY \leq 360f$	$backFloat = 360f$

Πίνακας 9-Διόρθωση περιστροφής 3d χαρακτήρα στον άξονα Y

## 6.5 - Κυλιόμενα μενού

Για τις ανάγκες της εφαρμογής, έπρεπε να βρούμε τρόπο να εμφανίζουμε τα διάφορα GameObject που περιέχουν κείμενο ως κυλιόμενα, καθώς ο χώρος της οθόνης δεν επαρκούσε για την προβολή τους. Το πρόβλημα επιλύθηκε με την δημιουργία της ιεραρχίας των GameObject που παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 9), ενώ στο αντικείμενο Image ορίστηκε η στοίχιση των αντικειμένων που περιέχει σε κάθετη.



Σχήμα 9-Ιεραρχία κυλιόμενου μενού

## 6.6 - Πολύγωνα 3d αντικειμένων

Στην διάρκεια του σχεδιασμού των 3d αντικειμένων και μεταφοράς τους στο Unity, παρουσιάστηκε σε ορισμένες φάσεις δυσλειτουργία της εφαρμογής στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν. Αυτό οφειλόταν από δύο παράγοντες ήτοι τα 3d αντικείμενα της σκηνής ήταν πολλά σε αριθμό και κάποια από αυτά είχαν υπερβολικό αριθμό πολυγώνων. Κατόπιν τούτου αποφασίστηκε η εκ νέου επεξεργασία όλων των 3d αντικειμένων στην τεχνική LowPoly (Μειωμένος αριθμός πολυγώνων 3d αντικειμένων). Η ελάττωση των πολυγώνων πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό Cinema 4D, που διαθέτει έναν πολύ εύχρηστο και εύκολο τρόπο να την ολοκληρώσεις με την πρόσθεση του αντικειμένου Instance→Polygon Reduction στο αντικείμενο που επιθυμείς να μειώσεις τα πολύγωνα.

## 7. Δυνατότητες χρήσης

Η εν λόγω εφαρμογή, παρέχει πλήθος δυνατοτήτων και αποτελεί πρότυπο για εκτέλεσή της σε φορείς σχετικούς με τον τομέα Ασφαλείας των Πληροφοριακών Συστημάτων. Αν και ο σκοπός υλοποίησής της είναι καθαρά εκπαιδευτικός, αποδεικνύεται ότι με τον κατάλληλο τύπο βάσης δεδομένων (Optimistic Concurrency) που δίδει τη δυνατότητα πολλαπλών τροποποιήσεων της βάσης δεδομένων την ίδια στιγμή, μπορεί να αποτελέσει ένα βασικό εργαλείο εκμάθησης του προσωπικού. Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 10) περιγράφονται αναλυτικά οι δυνατότητες χρήσης.

Δυνατότητα	Επεξήγηση
MultiOS	Δυνατότητα εκτέλεσης σε Windows, Linux, MacOS, Android, IOS, UWP, TvOS, xBox One
Multi Resolution	Επιλογή ποιότητας εκτέλεσης, ανάλογα με την συσκευή.
Έλεγχος εισόδου χρήστη	Η είσοδος του χρήστη επικυρώνεται, με έλεγχο εισόδου με σύνδεση από βάση δεδομένων
Εγγραφή χρήστη	Δυνατότητα εγγραφής για νέους χρήστες με δικαιώματα απλού χρήστη
Δικαιώματα	Οι χρήστες της εφαρμογής έχουν δικαιώματα και μεταφέρονται στην αντίστοιχη σκηνή αναλόγως αυτών (Διαχειριστής, Απλός χρήστης)
Αναζήτηση ερωτήσεων	Ο διαχειριστής έχει την δυνατότητα να αναζητήσει ερωτήσεις με κριτήρια αναζήτησης
Εισαγωγή ερωτήσεων-απαντήσεων	Δίνεται η δυνατότητα στον διαχειριστή, να εισάγει ερωτήσεις με τις απαντήσεις τους στο κουίζ
Τροποποίηση ερωτήσεων-απαντήσεων	Δυνατότητα τροποποίησης υπαρχόντων ερωτήσεων και απαντήσεών τους
Διαγραφή ερωτήσεων	Ο διαχειριστής, δύναται να διαγράψει ερωτήσεις με τις απαντήσεις αυτών
Λίστα κατάταξης παικτών	Δυνατότητα προβολής της κατάταξης των παικτών στον διαχειριστή

Τεκμηρίωση	Προβολή τεκμηρίωσης προς όλους τους χρήστες ανεξαρτήτως εισόδου
Κινήσεις	Ο παίκτης κινείται φυσικά με την χρήση του πληκτρολογίου προς όλες τις κατευθύνσεις, ενώ παράλληλα έχει την δυνατότητα άλματος και τρεξίματος
Αλληλεπίδραση 3d αντικειμένων	Ο παίκτης αλληλοεπιδρά με τα 3d αντικείμενα της σκηνής ως τον πραγματικό κόσμο, με δεδομένο ότι υπάρχουν colliders σε όλα τα αντικείμενα
Εκτέλεση παιχνιδιού σε μία σκηνή	Ο παίκτης κινείται φυσικά στην ίδια σκηνή, όπου μεταβαίνει στον όροφο που επιθυμεί με την χρήση ανελκυστήρα
Ενημέρωση πόντων	Δυνατότητα ενημέρωσης του παίκτη για τους πόντους του δυναμικά
Ενημέρωση κατάταξης	Δυναμική ενημέρωση της κατάταξης του παίκτη στην λίστα των παικτών, όπως και τους πόντους που απαιτούνται για την επόμενη θέση μετά από επιλογή πλήκτρου του παίκτη
Ενημέρωση απαντήσεων	Ο χρήστης ενημερώνεται μετά από κάθε υποβαλλόμενη απάντηση του κουίζ για το αποτέλεσμα και σε περίπτωση λάθους για τις σωστές απαντήσεις.
Ενημέρωση για έξτρα πόντους	Κατά την λήψη των έξτρα πόντων ως αμοιβή, ο χρήστης ενημερώνεται με μήνυμα κειμένου
Χωρικά όρια εφαρμογής	Τα όρια της εφαρμογής περιορίζονται με colliders περιμετρικά και κρατούν τον παίκτη στον χώρο
Έξοδος	Δίδεται η δυνατότητα εξόδου ανά πάσα στιγμή από την εφαρμογή, μετά από επιλογή του κατάλληλου πλήκτρου

Πίνακας 10-Δυνατότητες χρήσης εφαρμογής

## 8. Μελλοντικές Ενέργειες

Όπως σε κάθε εφαρμογή, έτσι και στην παρούσα υπάρχουν αρκετές προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις της. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω :

1. Αξιολόγηση από αριθμό χρηστών προς εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.
2. Πρωτίστως προτείνεται η χρήση βάσης δεδομένων οπτιμιστικού συγχρονισμού[54], η οποία επιτρέπει ταυτόχρονη τροποποίηση πολλαπλών εγγραφών, έτσι ώστε η εφαρμογή να είναι πλήρως λειτουργική στα πλαίσια της χρήσης της από προσωπικό Ασφαλείας.
3. Πρόσθεση ασφαλείας των δεδομένων της εφαρμογής, προκειμένου αυτά να μεταδίδονται κρυπτογραφημένα για εισαγωγή στην βάση δεδομένων, αλλά και να αποστέλλονται κρυπτογραφημένα από την βάση δεδομένων στον χρήστη. Έτσι κατά την λήψη και εισαγωγή δεδομένων προτείνεται η χρήση διπλής κρυπτογράφησης - αποκρυπτογράφησης AES-256-CBC σε συνδυασμό sha256, με τοπικά κλειδιά στους Servers στην περίπτωση που αναβαθμιστεί για εκτέλεση από Servers.
4. Κατάτμηση της βάσης δεδομένων σε ομάδες πινάκων για ελαχιστοποίηση της πολυπλοκότητας. Έτσι για λόγους εύρυθμης λειτουργίας της εφαρμογής μπορεί να διαμοιραστεί σε τρεις (3) ομάδες πινάκων, όπως φαίνεται παρακάτω :
  - ✓ Ομάδα Α : Πίνακες userInfo, userResults, userPosition
  - ✓ Ομάδα Β : Πίνακες questions, answers, difficulty
  - ✓ Ομάδα Γ : Πίνακες points, permissions
5. Ο ορισμός των δώρων του παιχνιδιού ανά αριθμό πόντων ή ανά σειρά κατάταξης που στην παρούσα φάση αφέθηκαν στην ευχέρεια του διαχειριστή, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μέσα από το μενού του παιχνιδιού.
6. Είναι δυνατόν η τροποποίηση των δικαιωμάτων των χρηστών, έτσι ώστε να υπάρχει ένας χρήστης ως υπερδιαχειριστής με δικαιώματα να εγγράφει νέους διαχειριστές.
7. Δυνατότητα διαχειριστή για πρόσθεση ή αφαίρεση απλών χρηστών στην εφαρμογή, σε περίπτωση αποχώρησης ή εισχώρησης νέου χρήστη σε μία εταιρία.
8. Αποθήκευση χρονικής στιγμής εκτέλεσης του κουίζ από τους χρήστες, προς ενημέρωση του διαχειριστή.
9. Πρόσθεση καταγραφής χρόνου εκτέλεσης του κουίζ ανά προσπάθεια, με ταυτόχρονη παραχώρηση δικαιώματος επιλογής στον χρήστη για εκτέλεση με χρόνο, ώστε οι ταχύτεροι χρήστες που απαντούν σωστά, να λαμβάνουν έξτρα πόντους από τους υπολοίπους, προς βελτίωση της γνώσης των χρηστών αλλά και την αύξηση της ανταγωνιστικότητας.

10. Χρονική μέτρηση των παικτών για την συχνότητα συμμετοχή τους στο κουίζ, ώστε σε περίπτωση που αδρανούν για μεγαλύτερο από το καθοριζόμενο ελάχιστο διάστημα, να μειώνεται αριθμός των πόντων τους.
11. Πρόσθεση εσωτερικού παραθύρου επικοινωνίας (chat) μεταξύ των χρηστών, με δυνατότητα απόκρυψης.
12. Επιπλέον δυνατότητα στον διαχειριστή, ώστε να μπορεί να ορίζει events με καθορισμένη χρονική διάρκεια για συγκεκριμένο κύκλο ερωτήσεων με οριζόμενες ανταμοιβές για τους καλύτερους χρήστες.
13. Τροποποίηση των ηχητικών μηνυμάτων υποδοχής των 3d χαρακτήρων στους ορόφους, ώστε να μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο με χρήση Server από το διαδίκτυο.
14. Πρόσθεση κλάσης ελέγχου δικαιωμάτων φακέλου, προκειμένου να είναι δυνατή η λειτουργικότητά της σε κοινόχρηστο φάκελο δικτύου από πολλούς χρήστες. Αυτό θα επιτρέψει την ικανοποιητική λειτουργία της στα πλαίσια χρήσης της από σχετικό προσωπικό.
15. Ενναλακτικά, η εφαρμογή θα μπορούσε να τροποποιηθεί με δυνατότητα εκτέλεσης του κουίζ των ερωτήσεων από ομάδες χρηστών μέσω cloud Server. Αυτό θα πρόσφερε νέες δυνατότητες στους χρήστες, όπως την αλληλεπίδραση μεταξύ τους για την από κοινού απάντηση σε ερωτήσεις, αλλά και την αύξηση των επιπέδων του ανταγωνισμού. Επίσης, δύναται να υπάρχουν διάφοροι διαγωνισμοί ανά τακτά χρονικά διαστήματα μεταξύ των ομάδων χρηστών με έπαθλα για τις καλύτερες ομάδες. Η προώθηση της ένταξης ενός χρήστη σε ομάδα, θα μπορούσε να επιτευχθεί με έξτρα δυνατότητες σε όλους τους παίκτες που ανήκουν σε ομάδες.
16. Στην περίπτωση αναβάθμισης της εφαρμογής με δυνατότητα διασύνδεσης σε προσωπικό εταιριών σχετικών με τον χώρο, θα μπορούσε να δίδεται σημαντική επιβράβευση του καλύτερου παίκτη με εμφανή κοινοποίηση τόσο μέσα στην εφαρμογή αλλά και στο φυσικό περιβάλλον των εταιριών.
17. Πρόσθεση έξτρα κριτηρίου εμφάνισης ερωτήσεων σύμφωνα με την περιοχή του χρήστη, έτσι ώστε να εμφανίζονται εκείνες, που είναι σχετικές με την μεγαλύτερη ευπάθεια της περιοχής.
18. Δύναται να προστεθεί ο εντοπισμός της θέσης GPS του χρήστη, για την πρόσθεση της προηγούμενης δυνατότητας (16).
19. Δυνατότητα αλλαγής μοτίβου του κουίζ στον υπερδιαχειριστή, ώστε να τροποποιεί το πρότυπο χωρίς τον περιορισμό 1 ερώτηση → 5 πιθανές απαντήσεις.
20. Δύναται να τροποποιηθεί κατάλληλα, ώστε ο διαχειριστής να ενημερώνεται μέσω μηνύματος κειμένου ή μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για τις προσπάθειες των χρηστών.
21. Πρόσθεση 3d αντικειμένων στον υπαίθριο χώρο αλλά και στους ορόφους του κτιρίου, για λόγους βελτίωσης της αισθητικής.

## 9. Συμπεράσματα

Όπως αντιλαμβανόμαστε η προσπάθεια που έγινε επικεντρώθηκε στην προσομοίωση του πραγματικού κόσμου, ώστε ο χρήστης να αισθάνεται άνετα κατά την συμμετοχή του στο παίγνιο. Επίσης πρόκειται για εφαρμογή εκμάθησης που εξολοκλήρου υλοποιήθηκε σε περιβάλλον 3d. Αυτό μπορούμε να τολμήσουμε να πούμε ότι καθιστά την εφαρμογή πρωτοποριακή για το αντικείμενο που αναφέρεται, με δεδομένο ότι δεν έχει ακόμη υλοποιηθεί σχετική εφαρμογή εκμάθησης με 3d γραφικό περιβάλλον. Επίσης οι διάφοροι ρόλοι χρηστών, δίδουν την άνεση χρήσης σε σχετικούς φορείς του χώρου, ενώ παράλληλα οι διάφορες δυνατές τροποποιήσεις, εισαγωγές και αφαιρέσεις ερωτημάτων καθιστούν την εφαρμογή πλήρως ανατροφοδοτούμενη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να είναι πάντα εύχρηστη και προσελκυστική στους χρήστες.

Παράλληλα η εφαρμογή ακολουθεί την τομή των προτύπων που έχουν προταθεί από την Επιστημονική Κοινότητα για υλοποίηση παιγνίου σχετικού με τον χώρο Ασφαλείας της Πληροφορίας. Όλα εκείνα τα στοιχεία που θεωρούνται απαραίτητα για την υλοποίηση εμπεριέχονται, όπως είναι η κατάταξη των παικτών, η επιβράβευση του χρήστη στην βελτίωση της κατάταξής του, η ενημέρωσή του οποιαδήποτε στιγμή για την κατάταξη αλλά και τους πόντους που απαιτούνται για τον προβιβασμό του στην επόμενη καλύτερη κατάταξη, το δώρο των έξτρα πόντων στις τρεις (3) συνεχόμενες σωστές απαντήσεις. Επίσης η τυχαιότητα των ερωτήσεων, καθιστά την εφαρμογή πλήρως λειτουργική και αποτελεσματική θέτοντας την μετάδοση της γνώσης σε υψηλά επίπεδα. Η επαναληπτική εμφάνιση των αρχικά λάθος απαντηθέντων ερωτήσεων, έχει ως αποτέλεσμα την διαβίβαση της γνώσης τμηματικά, αφού κάθε φορά που ο χρήστης εκτελεί το κουίζ πρέπει πρώτα να απαντά στις παλαιότερες ερωτήσεις που δεν κατάφερε να ολοκληρώσει επιτυχώς. Όλα τα παραπάνω συνδυάζονται πλήρως και εμπεριέχονται σε ένα ελκυστικό 3d περιβάλλον, προκειμένου να προσελκύουν τον χρήστη.

Εν κατακλείδι, η παρούσα εφαρμογή τηρεί τις απαραίτητες προϋποθέσεις και όρους, που επιβάλλεται να διέπεται μία εφαρμογή σχετική με τον χώρο αυτό, χωρίς βέβαια να αποκλείονται μελλοντικές βελτιώσεις και πρόσθεση επιπλέον δυνατοτήτων. Θεωρούμε ότι αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την αλλαγή σχεδίασης παιγνίων σχετικών με τον παραπάνω χώρο, προκειμένου να γίνονται πιο ελκυστικά στους χρήστες. Ως προς τον εκπαιδευτικό σκοπό που υλοποιήθηκε εκπληρώνει όλα τα στάνταρ όπως 3d γραφικό περιβάλλον, 2d sprites, κινήσεις animation, 3d ήχος, 2d ήχος, βίντεο, 3d person characters, χρήση animator, σύνδεση με βάση δεδομένων και παράλληλα αποδεικνύει, ότι υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής των θεμελίων υλοποίησης παρομοίων εφαρμογών για το μέλλον που θα βασίζονται σε γραφικό περιβάλλον 3d.

## 10. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία

- [1] K. Boopathi, S. Sreejith, and A. Bithin, “Learning Cyber Security Through Gamification,” *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 8, no. 7, p. 642, 2015.
- [2] G. Vigna *et al.*, “Ten Years of iCTF: The Good, The Bad, and The Ugly,” *3GSE '14*, 2014. [Online]. Available: <https://www.usenix.org/conference/3gse14/summit-program/presentation/vigna>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [3] G. Vigna, “The UC Santa Barbara iCTF Competition,” *iCTF*, 2018. [Online]. Available: <https://ictf.cs.ucsb.edu/>. [Accessed: 29-Jan-2019].
- [4] Norwegian National Security Authority (NSM), “Helhetlig IKT-risikobilde 2015,” Sandvika, Norway, 2015.
- [5] W. E. Burr *et al.*, “Electronic Authentication Guideline,” Gaithersburg, MD, 2013.
- [6] J. Leach, “Improving user security behaviour,” *Comput. Secur.*, vol. 22, no. 8, pp. 685–692, 2003.
- [7] M. Wilson and J. Hash, “Building an Information Technology Security Awareness and Training Program,” *NIST Spec. Publ. 800-50*, no. October, p. 70, 2003.
- [8] R. S. Shaw, C. C. Chen, A. L. Harris, and H.-J. Huang, “The impact of information richness on information security awareness training effectiveness,” *Comput. Educ.*, vol. 52, no. 1, pp. 92–100, 2009.
- [9] A. Tsohou, M. Karyda, and S. Kokolakis, “Analyzing the role of cognitive and cultural biases in the internalization of information security policies: Recommendations for information security awareness programs,” *Comput. Secur.*, vol. 52, pp. 128–141, 2015.
- [10] M. T. Siponen, “A conceptual foundation for organizational information security awareness,” *Inf. Manag. Comput. Secur.*, vol. 8, no. 1, pp. 31–41, 2000.
- [11] D. Thornton and G. Francia, “Gamification of Information Systems and Security Training: Issues and Case Studies,” *Inf. Secur. Educ. J.*, vol. 1, no. 1, p. 14, 2014.
- [12] W. (Computerworld) Lamont, “Boost your security training with gamification -- really!,” *Computerworld*, 2014.
- [13] P. Puhakainen and M. Siponen, “Improving Employees’ Compliance Through Information Systems Security Training: An Action Research Study,” *MIS Q.*, vol. 34, no. 4, p. 757, 2010.
- [14] E. Albrechtsen and J. Hovden, “Improving information security awareness and behaviour through dialogue, participation and collective reflection. An intervention study,” *Comput. Secur.*, vol. 29, no. 4, pp. 432–445, 2010.
- [15] A. Walls, “Magic Quadrant for Security Awareness Computer-Based Training Market Definition / Description,” *Gartner, Inc.*, pp. 1–14, 2015.
- [16] S. Tang, M. Hanneghan, and A. El Rhalibi, “Introduction to Games-Based Learning,” in *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces*, IGI Global, 2009, pp. 1–17.
- [17] C. P. Niemiec and R. M. Ryan, “Autonomy, competence, and relatedness in the classroom,” *Sch. F.*, vol. 7, no. 2, pp. 133–144, 2009.
- [18] S. Tang and M. Hanneghan, “Designing Educational Games,” in *Design and Implementation of Educational Games*, IGI Global, 2010, pp. 108–125.
- [19] G. Zichermann and C. Cunningham, *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*, 1st ed. O’Reilly Media, 2011.
- [20] D. J. Stipek, *Motivation and instruction*. Macmillan, 1996.
- [21] I. Winkler and S. Manke, “Gamifying Security Awareness,” in *RSA Conference 2014*, 2014.
- [22] M. Sedova, “Using Gamification to Transform Security Awareness,” in *Sans Security Awareness Summit*, 2016.
- [23] P. Anderson, “Gamification - Classroom Game Design,” *Gamification and Social Media in Small Learning Communities*, 2012. [Online]. Available:



- <https://www.sausd.us/cms/lib/CA01000471/Centricity/Domain/494/Monterey.pdf>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [24] NSA, “Why Gamification is a Winning Strategy for Information Systems Security Training,” in *NSA*, 2015.
- [25] B. Akhgar and H. R. Arabnia, *Emerging Trends in ICT Security*. Elsevier, 2014.
- [26] A. K. M. Adam, “The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game,” *Teach. Theol. Relig.*, vol. 16, pp. e57–e58, 2013.
- [27] J. McGonigal, *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*, Reprint ed. New York, USA: Penguin Books, 2011.
- [28] M. J. Mayo, “Video Games: A Route to Large-Scale STEM Education?,” *Science (80-. )*, vol. 323, no. 5910, pp. 79–82, 2009.
- [29] J. P. Gee, *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*, 1st ed., vol. 1, no. 1. Palgrave Macmillan, 2003.
- [30] J. L. Plass, R. Goldman, M. Flanagan, and K. Perlin, “RAPUNSEL: Improving Self-Efficacy and Self-Esteem With an Educational Computer Game,” *17th Int. Conf. Comput. Educ.*, no. January, pp. 682–689, 2009.
- [31] R. Rosas *et al.*, “Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students,” *Comput. Educ.*, vol. 40, no. 1, pp. 71–94, 2003.
- [32] S. Kim, “Effects of the Gamified Class in Engineering Education Environments,” *J. Converg. Inf. Technol.*, vol. 8, no. 13, pp. 253–260, 2013.
- [33] S. Kim, “An Observational Research on the Limitations and Side Effects of Gamification in Educating Human Resources,” *J. Korea Game Soc.*, vol. 15, no. 3, pp. 87–96, 2015.
- [34] S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O’Hara, and D. Dixon, “Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts,” in *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA ’11*, 2011, p. 2425.
- [35] T. Hiltbrand and M. Burke, “How Gamification will change Business Intelligence,” *Bus. Intell. J.*, vol. 16, no. 2, 2011.
- [36] S. Kim, “Team Organization Method Using Salary Auction Game for Sustainable Motivation,” *Sustainability*, vol. 7, no. 10, pp. 14358–14370, 2015.
- [37] S. Kim, “Cost-Benefit Factors of Gamification Systems,” *Medwell Journals*, vol. 12, no. 11, pp. 2105–2108, 2017.
- [38] IS Decisions, “The Weakest Link,” *IS Decisions*, 2015. [Online]. Available: <https://www.isdecisions.com/user-security-awareness-game/>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [39] A&M University of Texas, “Aggie LIFE,” *Division Of Information Technology*, 2008. [Online]. Available: <https://it.tamu.edu/aggielife/>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [40] NovaLabs, “Cyber Security Lab,” *CyberSecurity Lab*, 2012. [Online]. Available: <https://www.pbs.org/wgbh/nova/labs/lab/cyber/>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [41] Federal Trade Commission, “The Case of the Cyber Criminal,” *Consumer*, 2014. [Online]. Available: [https://www.consumer.ftc.gov/sites/default/files/games/off-site/ogol/\\_cyber-criminal.html](https://www.consumer.ftc.gov/sites/default/files/games/off-site/ogol/_cyber-criminal.html). [Accessed: 28-Jan-2019].
- [42] Trend Micro, “An educational game by Trend Micro,” *Trend Micro*, 2013. [Online]. Available: <http://targetedattacks.trendmicro.com/cyoa/en/>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [43] Alert Online, “CSW18 : The Boardroom Game,” *CyberskillsTest*, 2010. [Online]. Available: <https://www.alertonline.nl/cyberskillstest#/>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [44] ONC, “Take the Contingency Planning Challenge & Take the Privacy and Security Challenge,” *Privacy & Security Training Games*, 2012. [Online]. Available: <https://www.healthit.gov/topic/privacy-security/privacy-security-training-games>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [45] C. Hobby, “Cyber Security Crossword,” *Crossword Hobbyist*, 2014. [Online]. Available: <https://crosswordhobbyist.com/192918>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [46] BeOne Development, “BeOne VR,” *Digital Learning Solutions*, 2013. [Online]. Available:

- <https://www.beonedev.com/leeroplossingen/vr-game/>. [Accessed: 29-Jan-2019].
- [47] D. Benjamin, “CyberCIEGE,” *NPS-Center for Cybersecurity and Cyber Operations*, 2007. [Online]. Available: <https://my.nps.edu/web/c3o/downloads>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [48] B. D. Cone, C. E. Irvine, M. F. Thompson, and T. D. Nguyen, “A video game for cyber security training and awareness,” *Comput. Secur.*, vol. 26, no. 1, pp. 63–72, 2007.
- [49] G. Gousios and D. Spinellis, *Beautiful architecture*, 1st ed., vol. 159, no. 12. O’Reilly Media, 2009.
- [50] Adobe, “Mixamo,” *Mixamo*, 2008. [Online]. Available: <https://www.mixamo.com/#/>. [Accessed: 28-Jan-2019].
- [51] SANS, “Security Quiz Sec 504 2018-07-17,” *Security Quiz Sec 504*, 2018. [Online]. Available: [https://www.sans.org/media/security-training/tcpip\\_answers.pdf](https://www.sans.org/media/security-training/tcpip_answers.pdf). [Accessed: 28-Jan-2019].
- [52] A. Rollings and D. Morris, *Game Architecture and Design : A New Edition*. Indianapolis, USA: New Riders (1760), 2004.
- [53] Rational Software, “Rational Unified Process - Best Practices for Software Development Teams,” 2004.
- [54] Microsoft, “Optimistic Concurrency,” *Optimistic Concurrency*, 2017. [Online]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/framework/data/adonet/optimistic-concurrency>. [Accessed: 28-Jan-2019].